

戦略的創造研究推進事業 CREST

研究領域「情報社会を支える新しい高性能情報処理技術」

研究課題「超高速ペタバイト情報ストレージ」

研究終了報告書

研究期間 平成13年12月～平成18年11月

研究代表者：井 上 光 輝

(豊橋技術科学大学 研究専任教授)

1 研究実施の概要

1. 1 研究の背景と目的

情報技術の進展に伴って、情報を記録するメモリの容量はどんどん大きくなっている。メモリには、半導体メモリや磁気ディスクなど様々なものがあるが、我が国が得意とする光ディスク技術にも大容量化と高速化の波が押し寄せている。図 1 に光ディスク技術の変遷を示す。音楽の記録に使われ始めた CD は容量 650 メガバイト、データの転送スピードは 1.4 メガビット/秒であったが、最近では映画などが記憶されている DVD が一般的である。現在では、次世代 DVD として HD-DVD あるいはブルーレイと呼ばれる第 3 世代光ディスクメモリが利用できるようになった。映像のデジタル化が進み、TV などの大型化が進展すると、より高精彩なものが望まれるようになり、データ量そのものが膨大なものになる。将来的に 3 次元映像が出てくるようになるとこの状況はより深刻で、情報記録技術自体も従来の方式の延長線上では対応できないといえる。この要求を満たす第 4 世代の光ディスク技術として、ホログラム、二光子吸収、近接場光など様々なものが提案されているが、我々は後述する理由からホログラムメモリが最も有望であると考えている。

本研究は、平成 13 年 12 月から平成 18 年 11 月までの 5 年間の期間に、上述した光ディスク技術とホログラムメモリとの融合によって、究極的には 1 ペタバイトの記憶容量と、10 ギガビット/秒のデータ転送レートを同時に具備する「超高速ペタバイト情報ストレージ」の基礎的研究開発を行ったものである。このための基本メモリとして、1 テラバイト/ディスクの容量と 1 ギガビット/秒のデータ転送レートをもつホログラム光ディスクメモリを開発し、これをジュークボックス技術と連携させることで究極的なペタバイト情報ストレージを実現する方策を採った。

ホログラム光ディスクメモリと言っても、回転する光ディスクにホログラムの記録再生を実用レベルで実現した例は国内外にない。我々は後述するコリニアホログラフィーという光ディスク技術との整合性が

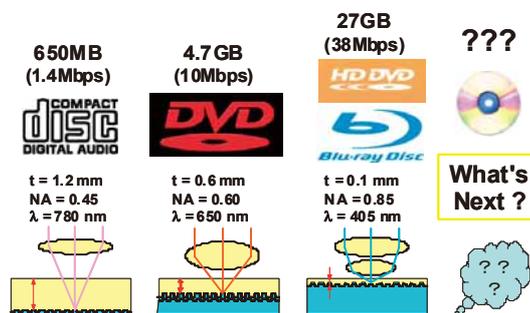


図 1 光ディスク技術の変遷

極めてよい手法を用いて、装置の小型化さえも見据えた装置開発を行った。そこでは、高密度記録を支える新しいフォトポリマ材料の開発や、高速データ転送を達成するに不可欠な空間光変調デバイスなどのキーコンポーネントの開発を材料レベルから実施した。

本研究は、開始当初は米国スタンフォード大学との共同研究によって光学系評価や信号処理法などについて基礎的検討を行い、その後、産学官の強い連携によりプロジェクト目標の達成を図った。ホログラムメモリ装置開発は主に株式会社オプトウエアが担当し、記録メディア開発は主にメモリーテック株式会社が担当した。またプロジェクト協力企業として、共栄社化学株式会社にはフォトポリマ記録材料そのものの開発をお願いし、FDK 株式会社には豊橋技術科学大学で開発した磁気光学式空間光変調デバイスの実用化を担当していただいた。更に、船井電気株式会社には、FDK 株式会社とも共同してユニバーサルな利用が可能なコリニアホログラム光ディスクメモリの構築を協力していただいた。

1. 2 ホログラムメモリの概要

図 2 に示すように、記録データで変調した光（信号光）と無変調の光（参照光）を空間中で重ねると光の位相干渉縞ができる。これがホログラムで、干渉縞ができる部分にフォトポリマなどの感光性材料を置くと、ホログラムが材料中に凍結され、これがホログラム記録である。再生はホログラムが

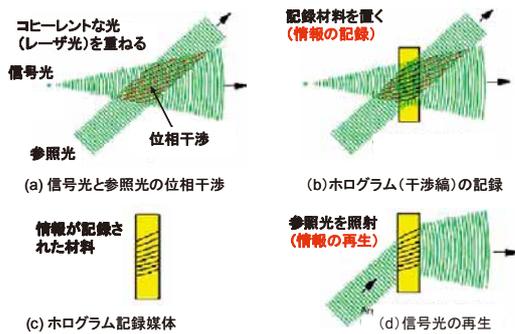
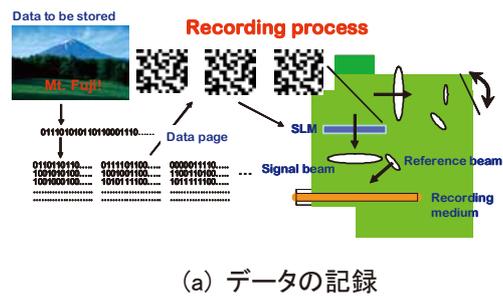


図 2 ホログラム記録の原理

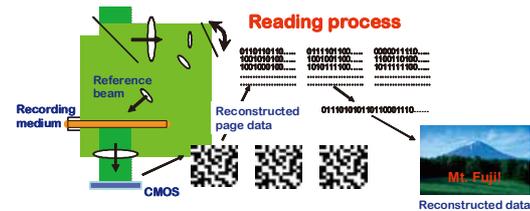
記録された材料に、記録時と同じ角度で参照光を照射すると、回折光として信号が再生される。

ホログラム記録は過去 40 年以上も前からチャレンジされてきたが、未だ実用化に至っていない。その中で、10 年ほど前に米国で行われたデジタル体積ホログラフィに関するプロジェクト (HDSS と PRISM) はホログラムメモリ開発にとって重要な位置づけにある。デジタル体積ホログラフィは、図 3 に示すように、空間光変調器 (SLM) と呼ばれる電子デバイスと数百マイクロン以上の厚さをもつ厚い記録材料を用いる。SLM は、例えばビット“1”を黒、ビット“0”を白で表示するマイクロディスプレイで、図 3 のように 2 次元的に配置したデジタルデータ (ページデータ) から 2 次元バーコードパターンを表示する。この表示データで光を変調して信号光を作る。記録は原理で述べたように、斜め横から参照光を記録材料中で重ねてホログラムを記録し、再生には逆のプロセスを用いて回折光として得られる 2 次元バーコードを CMOS などのカメラで撮像する。

図 2 あるいは図 3 に示したホログラム形成法は二光束干渉法と呼ばれ、信号光と参照光が空間的に分離できる配置となっている。ホログラムメモリの特長の 1 つとして、参照光の入射角度をわずかに変えることで、記録材料中の同じ場所に何枚もページデータが記録できる (ホログラムの多重)。このためには、参照光の入射角度を精密に制御する必要があり機械的制御が複雑になる欠点があった。また二光束干渉光学系自体は大きく、装置の小型化が困難なことや、従来の DVD や HD-DVD/ブルーレイなどの日



(a) データの記録



(b) データの読み出し

図 3 二光束干渉によるホログラム記録再生

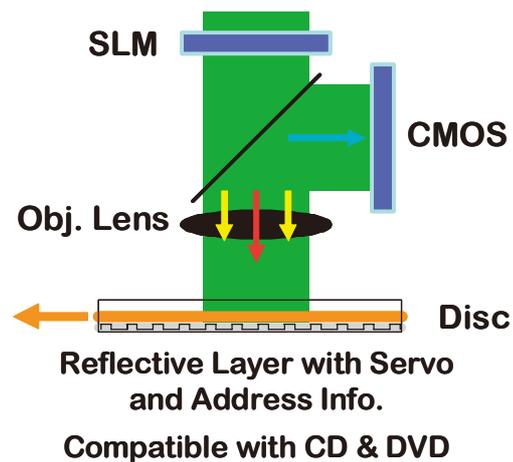
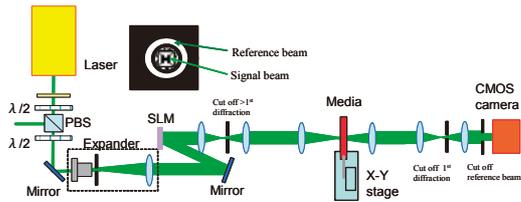


図 4 コリニアホログラフィー光学系(概念)

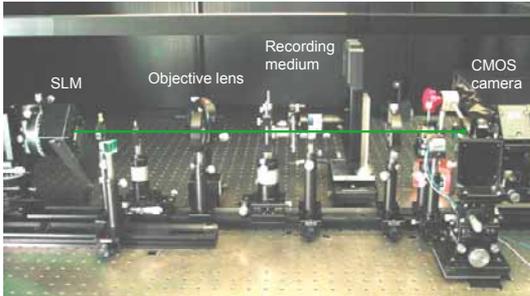
本が得意とする光ディスク技術との整合性がないなどの難点があった。本プロジェクトでは、これら難点を抜本的に解決するコリニアホログラフィーと呼ばれる新しいホログラム記録再生法を中核として超高密度光ディスクメモリの開発を推進した。

1.3 コリニアホログラフィー

コリニアホログラフィーによる光学系 (光ピックアップ) の概念図を図 4 に示す。二光束干渉法 (図 3) と比べて、記録材料 (光ディスク) への記録再生入射光は見か



(a) 透過型コリニアホログラフィー光学系



(b) 実際の光学系

図 5 透過型コリニアホログラフィー光学系

け上 1 本だけで、これがコリニアホログラフィーの最大の特徴である。この事情を、図 5 を用いて説明する。図 5 は、光学系が分かりやすい透過型で構成したコリニアホログラフィー光学系である。SLM から記録メディア、カメラまでが一直線に並んでいて、緑の線で示したレーザー光は SLM から記録メディア、カメラまで 1 本の光として利用される。この際、ホログラムの記録・再生のいずれにあっても SLM が活躍する（図 3 の二光束干渉法では再生時は SLM が不要）。

図 6 に SLM の表示パターンとそれによって変調された記録メディア上での光スポット状態を示す。SLM が図 6 (a) のページデータを表示すると、メディア上には同図 (b) に示す光スポットが得られ、これが信号光となる。一方、SLM がこのページデータを取り囲むドーナツ状のデータ（同図 (c)）を表示すると、メディア上には 1 次の回折光まで含んだ同図 (d) の光スポットが得られ¹、これが参照光に対応する。したがって、同図 (a) と (c) のパターンを同時に表示すると（同図 (e)）、メディア上には信号光と参照光の両者が同時に照射され、両者の重なった部分でホログラムが形成されることにな

¹ 実際には 0 次光通しでもホログラム記録は可能であるが、輝度調整の観点からは回折光の利用が有利と考えられている。

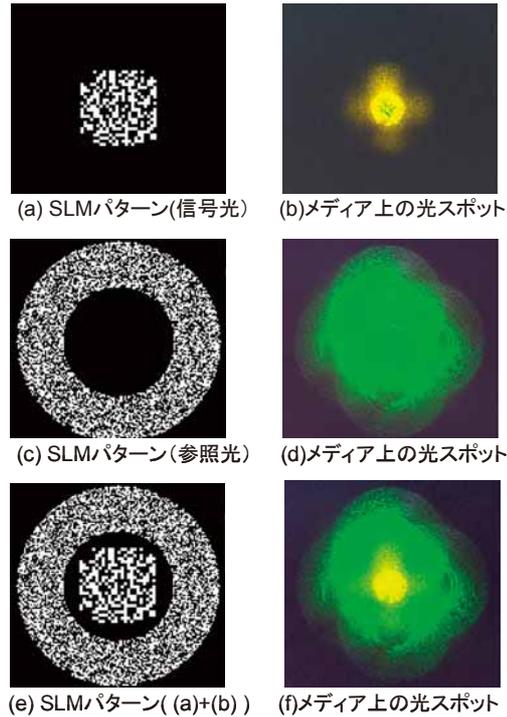
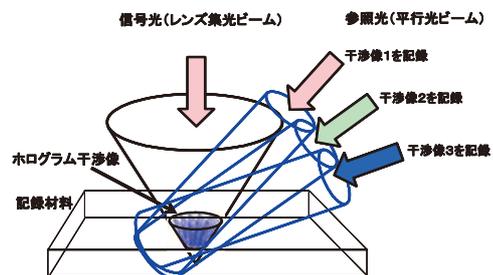
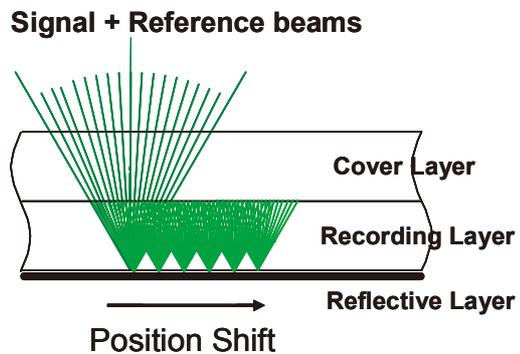


図 6 SLM パターンとメディア上の光スポット



(a) 参照光入射角度を変えて多重(角度多重)



(b) コリニアシフト多重

図 7 ホログラムの多重

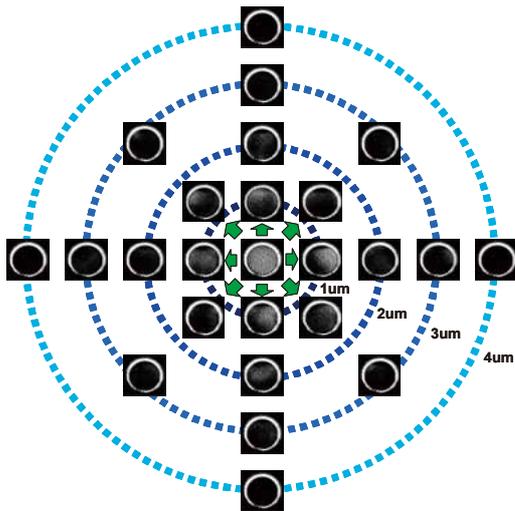


図 8 コリニアシフト多重とクロストーク(Aprilis製フォトポリマ材料を利用).

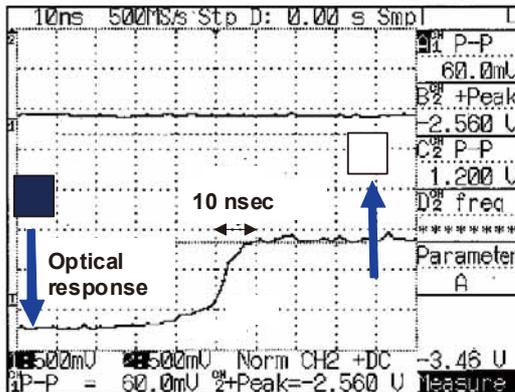


図 9 磁気光学式空間光変調器(MOSLM)のピクセル反転速度

る。これが、見かけ上1本の光でホログラムが得られる理由である。ホログラムの再生には、SLMに図6(c)のパターンを表示させ記録メディアに照射すれば、同図(e)の画像が回折光として得られるので、データが再生できる。

前節で述べたように、ホログラムメモリは多重を施すことで記録密度が飛躍的に向上する。例えば図3の二光束干渉法では、図7(a)に示すように、参照光の入射角度をわずかに変えることで多数のページデータを記録材料の同一場所に記録再生できる。コリニアホログラフィーでは、この多重を図7(b)に示すコリニアシフト多重と呼ばれる方法で行う。この手法は、コリニアホ

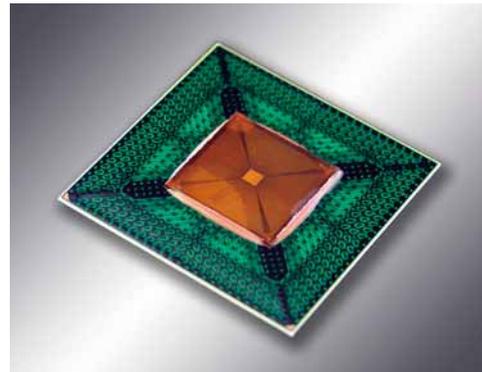


図 10 128×128MOSLMの外観(FDK製)

ログラフィーでの信号光・参照光が見かけ上1本であることを利用して、対物レンズで両者を絞ったビームを記録材料に対してわずかに空間的にシフトさせて多重するものである。この手法は、回転する光ディスクに対してホログラム光ピックアップ位置を制御するだけで実現できるので、実用上極めて都合がよい。図8は、図5に示したコリニア光学系で、図の中心位置にコリニアホログラムを記録し、空間的にシフトさせながら再生した結果である。記録材料表面で光スポット径は約800μmであったが、光スポットを概ね3μmシフトさせただけで回折光中の信号再生光が消失していることが分かる。即ち、コリニアホログラフィーでは、わずかな空間的シフトでクロストークが消失し、選択性の高い多重ホログラムが形成できることを示している。コリニアホログラフィーでこのようなシフト多重が可能なのは、空間的にわずかに移動するだけで回折縞とのブラッグマッチングがとれなくなるためと考えられる。

上述したコリニアホログラフィーは、記録再生のいずれにあってもSLMを利用するので、データの転送レートを早くするにはSLMの動作速度自体が早い必要があり、このためには高速型のSLMが必要となる。

1. 4 研究成果の概要

本研究は、上述したコリニアホログラフィーを中核としたホログラムメモリの開発と、その実現に不可欠な周辺デバイスや記録材料を総合的に研究開発したものである。具体的な研究テーマ・成果は2節以降

に示すが、大きな研究テーマとして基本ハードウェア、ホログラムメモリドライブ、記録メディアを掲げ、豊橋技術科学大学、スタンフォード大学、株式会社オプトウエア、メモリーテック株式会社との産官学共同研究事業として推進した。また FDK 株式会社、共栄社化学株式会社、船井電機株式会社には協力企業として参画いただき、デバイスの実用化や記録材料設計・作成、コリニアホログラムシステムの開発などで協力いただいた。

(1)基本ハードウェア

コリニアホログラフィーはホログラムの記録再生いずれも空間光変調器を利用することから、高いデータ転送レートを得るには高速型の空間光変調器が不可欠である。我々は磁性体中の磁化の反転スピードが極めて速いことに着目し、磁気光学効果を利用する新しい空間光変調器（Magneto-optic Spatial Light Modulator: MOSLM）を開発した。図 9 に示すように、最終的に 1 ピクセルあたり 10 ns オーダのスイッチング速度を有する MOSLM を得た。この値は固体空間光変調器としては世界最高速度といえる。このデバイスは FDK(株)の協力を得て（JST 委託開発）、図 10 に示す 128×128 ピクセルを有するデバイスへと実用化した。このデバイスは電流により発生する磁界で駆動するものであるが、ピクセル数の増加と共に発熱の問題や消費電量の問題があった。この難点のない MOSLM として、圧電膜と磁性膜とをハイブリッド化し、見かけ上電圧で磁化方位を制御するマルチフェロイック MOSLM の原理試作に成功した。このデバイスも、NEDO 実用化開発事業との連携により FDK(株)で実用化のための研究開発が行われている。

これらの MOSLM や後述する記録メディアの評価、並びにコリニアホログラフィーの基礎的性質の探求を目的として、船井電機(株)、FDK(株)の協力を得て、図 11 に示す HUM（Hologram Universal Memory）光ディスクシステム（透過型）を構築し、画像データのホログラム記録再生に成功した。このシステムは光源や記録メディアへの要求が少なく、またシステム構成の変更が容易であることから、顔認証システム等への応用も期待されている。

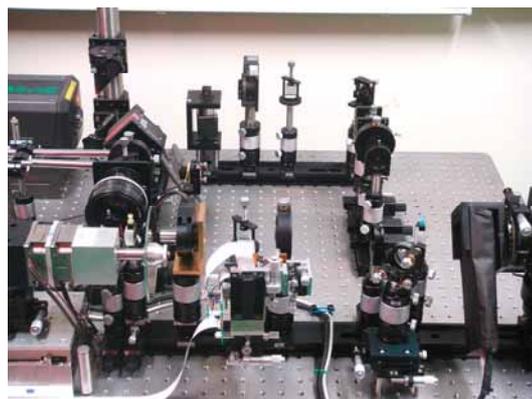


図 11 HUM システムの外観。

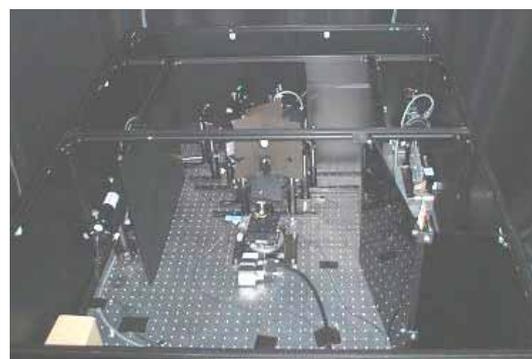


図 12 ホログラム材料テスタ。

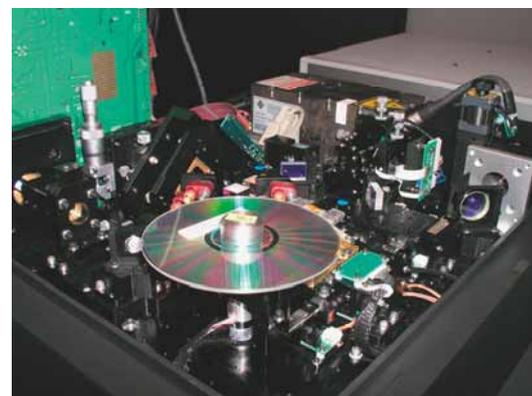


図 13 HVD システムの外観。

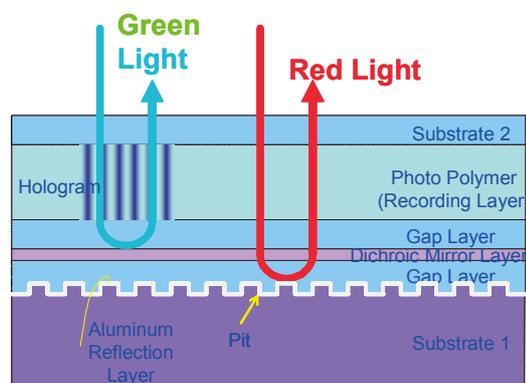


図 14 HVD ホログラムディスクの構造。

後述する記録材料の基本的評価を行うために、図 12 に示す平面波を用いたホログラム材料テストを開発した。このテストは材料の基本パラメータである感度や累積干渉縞強度（M ナンバー：M/#）などを自動的に評価するものである。

(2) ホログラムメモリドライブ

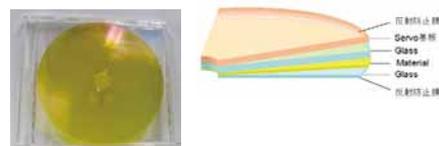
コリニアホログラフィーに基づくドライブのプロトタイプ装置として、図 13 に示す HVD（Holographic Versatile Disc）システムを構築した。研究開始当初は、ノイズやゴーストイメージに悩まされたが、スタンフォード大学と共同して光学系の見直しや信号処理法の検討を行った。このドライブ装置は、反射型ホログラム光ディスクをフォーカス・トラッキングサーボ機構により制御することで、連続回転する光ディスクにホログラムの記録再生を行うものである。ホログラムの記録再生は緑色レーザ光を用い、ディスク制御には赤色レーザ光を用いた。2 波長のレーザ光を用いることで新たなノイズの発生が見られたが、図 14 に示す波長選択反射層を有するホログラム光ディスクを開発することでノイズの低減を行った。この装置を用い、回転する光ディスクに動画の記録再生に成功した。この結果を容量・転送レートから評価すると、密度換算で約 200 ギガバイト/ディスクのユーザエリア記録再生が、約 120 メガビット/秒の転送レートで達成され、世界で初めて連続回転する光ディスクへのホログラム記録再生に成功した。更に、微小光学系の導入と高速信号処理系を導入することで、ユーザエリア 1 テラバイト/ディスク、転送レート 1 ギガビット/秒の性能が得られることを期待している。

これらの成果を踏まえ、ECMA International によるコリニアホログラフィーの国際標準化も推進し、平成 18 年 12 月には国際標準として公開を予定している。

(3) 記録材料・ホログラム光ディスク

国内外でホログラム記録材料の開発はいくつか行われているが、我々はこれらとは別に、フッ素系フォトポリマ記録材料の開発を進めてきた。この材料は、ナノスケールのゲル構造を有し、収縮性の感光性モノマーと膨張性ナノゲル、膨張性トリガーと

(a) HUM方式



(b) HVD方式

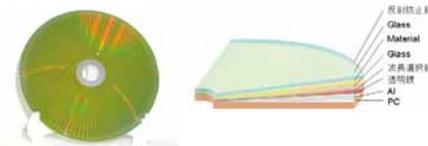


図 15 HUM, HVD ホログラムディスク

をうまく組み合わせることで、収縮率の低減をねらった材料である。図 12 に示したホログラム材料テストを活用し、基本性能としての高感度化と大きな累積干渉縞強度（M ナンバー：M/#）を目標として開発を行い、感度 8 cm/mJ, M/# > 13 (400 μm 厚)、収縮率 0.05 % をもつ新しいフォトポリマ材料の開発に成功した。この成果を踏まえ、反射型コリニアホログラフィーにより 130 個のページデータを記録再生したところ BER < 5%, SNR > 1.7 以上の良好なコリニアホログラムの記録再生に成功した。また 20,000 回のページデータ再生時の BER は 1.43 % 以下であり、優れた再生耐久性を有していることが分かった。

このフッ素系フォトポリマ材料を用いて、前述した HUM 方式（透過型）と HVD 方式（反射型）の 2 つのタイプのホログラム光ディスクメディアを作成した（図 15）。これらホログラム光ディスクを評価したところ、HUM 方式で BER < 1×10^{-2} , HVD 方式で BER < 8.5×10^{-2} を得た。これらの値はいずれも ECC 付加によるエラー訂正が可能で、データの完全復元ができることを示している。

(4) その他の成果

前述した CREST プロジェクトの成果を踏まえ、コリニアホログラムメモリの実用化を推進している。これは平成 18 年 10 月に豊橋技術科学大学内に新たに設立された先端フォトニック情報メモリ リサーチセンターがフロントとなって、大学・民間企業の産学連携コンソーシアムで実用化ホログラムメモリの構築と、これを基本デバイ

スとしたジュークボックスへの展開を図っている。

一方、ホログラムメモリ性能を飛躍的に向上させる方策として、光位相を利用した多値コリニアホログラムメモリの研究も開始されている。これは文部科学省キーテ

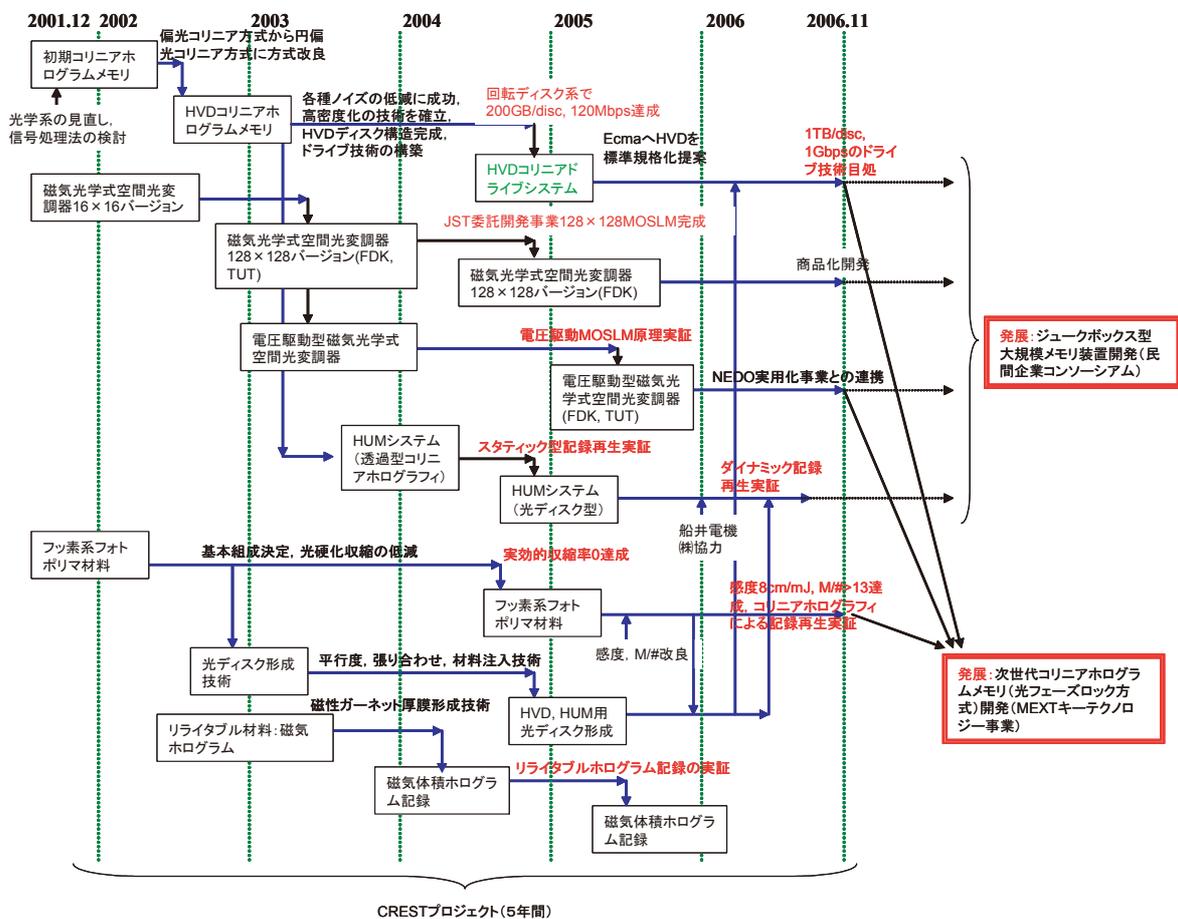
クノロジー事業として、上述したリサーチセンターをコアに産官学連携で次世代コリニアホログラムメモリの基礎研究と次世代コリニアホログラムメモリのプロトタイプ装置実現を目指している。

2 研究構想及び実施体制

2. 1 研究構想

超高速ペタバイト情報ストレージの実現のため、1 テラバイト/ディスクの記録容量と1 ギガビット/秒のデータ転送レートを具備するホログラムメモリの実現をターゲットとして、基本ハードウェア、ドライブ、記録メディアの3つを大きな柱として研究を遂行した。研究の構想・流れ・展開を下図にまとめて示す。

基本ハードウェアグループは、高速動作可能な固体空間光変調デバイス（磁気光学式空間光変調器：MOSLM）の開発、記録材料評価装置開発、及びこれらデバイス、記録メディア評価とコリニアホログラムの光学的な検討を総合的に行った。MOSLMは電流駆動型デバイスが協力企業である FDK で実用化に向けた委託開発が行われ商品化の目途が立った。また電



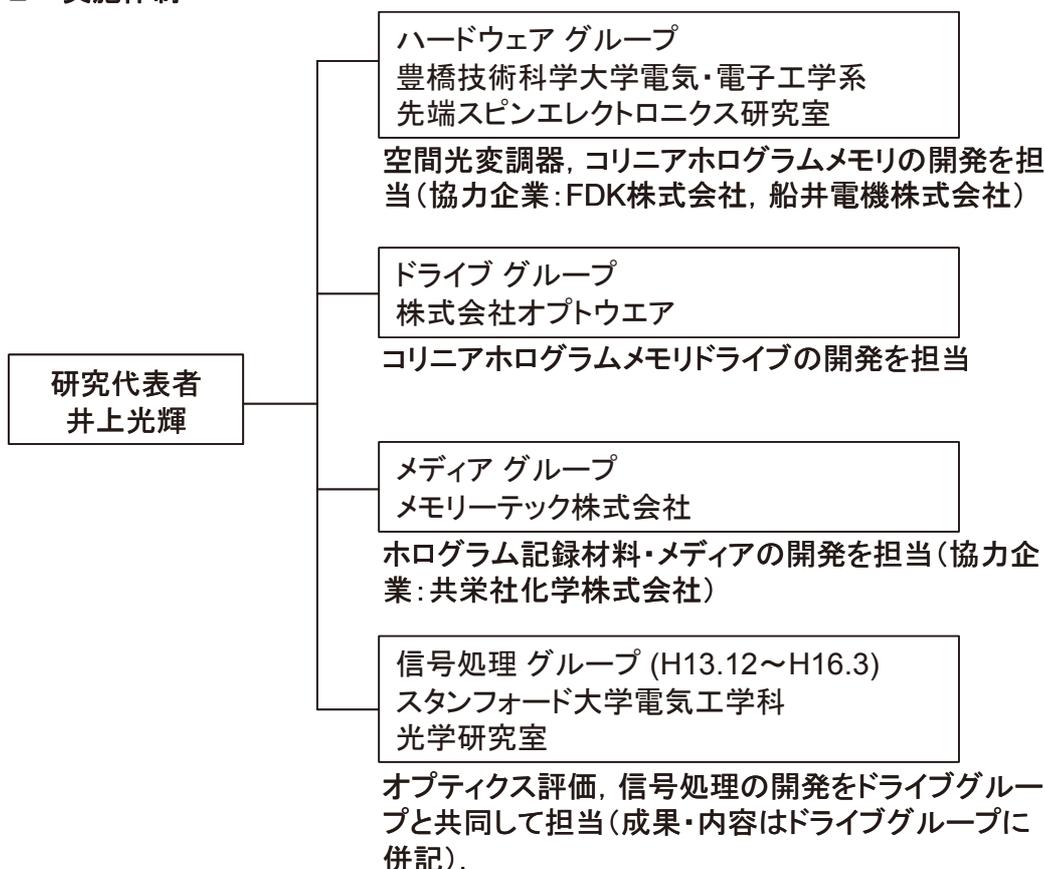
圧で駆動するデバイス開発が行われ NEDO プロジェクトとの連携で実用化開発フェーズに入った。記録材料評価装置は標準的評価法として確立し、その一部は技術移転を行った。これらのデバイスや記録メディアの評価は HUM 方式ホログラムメモリ装置を協力企業である船井電機(株)、FDK(株)と共同開発し、回転ホログラム光ディスクを用いて映像データの記録再生を実証した。

ドライブグループは、コリニアホログラムメモリの小型化を念頭に開発を行った。スタンフォード大学との連携により光学系と信号処理法などに検討を行い、連続回転ホログラム光ディスクで動画の記録再生を実証した。この結果を踏まえ ECMA による国際標準化と、1TB/disc、1Gbps のホログラムメモリ構築のための要件の抽出と実証に向けた研究開発を行った。

メディアグループは協力企業である共栄社化学(株)と共にフッ素系フォトポリマ材料の開発とメディア化を推進し、低収縮高感度フォトポリマの開発に成功すると共に、コリニアホログラムメディアとして良好な記録再生特性を実証した。

これらグループの研究成果を総合して、ジュークボックス型大規模メモリ開発が他企業との連携を視野に入れ開始された。これは先端フォトニック情報メモリリサーチセンター(豊橋技科大)を要として、ドライブメーカー、記録材料メーカー、メディアメーカー、光デバイスメーカーが共同して行うものである。また、CREST 研究成果は次世代コリニアホログラムメモリの開発へとつながっている。これは光フェーズロック方式というコリニアホログラフィでのみ構成できる方式を採用し、将来的には 400 Tbits/inch²、800 Gbps という前代未聞の光メモリ開発を文部科学省キーテクノロジー事業との連携で開始した。

2. 2 実施体制



3. 研究実施内容及び成果

3.1 基本ハードウェア(ハードウェアグループ: 豊橋技科大, 協力企業: FDK(株), 船井電機(株))

(1) 研究実施内容および成果

空間光変調器 (SLM) には液晶を用いたものや, DMD と呼ばれる多数の小さな鏡を静電力によって駆動する MEMS タイプのものなどがあるが, 本プロジェクトでは, 概要に記した高速型 SLM を実現するために磁気光学効果を用いた固体 SLM (Magneto-optic SLM: MOSLM) を開発した. 図 16 にこのデバイスの原理を示す. 一般に, 透明な磁性体 (例えばイットリウム鉄ガーネット: YIG) を通過する光は, その偏光面が回転する. これを (磁気光学) ファラデー効果という. 図 16 に示すように, YIG 内の磁化が光進行方向と平行な場合と反並行の場合とで, ファラデー効果による偏光面の回転は正負逆になるので, 検光子を使って一方の光だけを透過させれば, 磁化の向きに応じた白黒のパターンが得られることになる.

この原理に基づいて作成した MOSLM のピクセルイメージを図 17 に示す. 図中, 白い外枠内に 15 ミクロン角の画素(ピクセル)がきれいに並んでおり, それぞれ白黒のイメージを表示している. 色の違いは磁性体中の磁化方位が互いに逆になっていることに対応する. MOSLM はこの磁化方位を反転させることで白と黒のイメージを生成するが, 磁性体中の磁化の反転スピードは数ナノ秒からサブナノ秒と非常に早いことが知られており, このことを利用すれば本質的に早い MOSLM が得られるといえる.

①電流駆動 MOSLM: 我々はコリニアホログラムメモリの高速データ転送レートの実現には高速 SLM が不可欠であるとの観点から, 上述した MOSLM について以下の要件を満たすデバイス開発を行ってきた.

(1) コントラスト及び光利用効率を高めるには磁性ガーネット膜厚を厚くする必要があるが, これはピクセル加工時のアスペクト比拡大につながる. このため, ピクセルサイズ・間隔設計の自由度を高

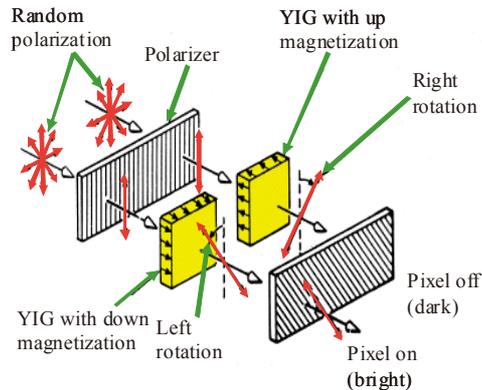


図 16 磁気光学空間光変調器の原理

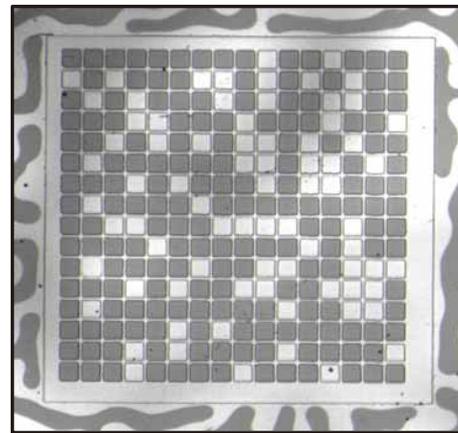


図 17 MOSLM のピクセルイメージ(偏光顕微鏡像).

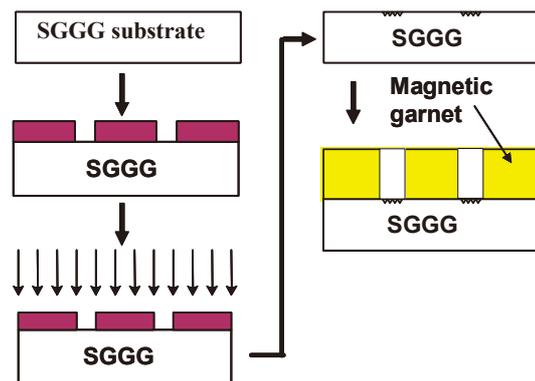


図 18 選択的 LPE 成長によるピクセル形成.

め, かつ表面平坦化処理が不要の素子であること.

(2) 熱の問題を回避する観点から, 駆動電流

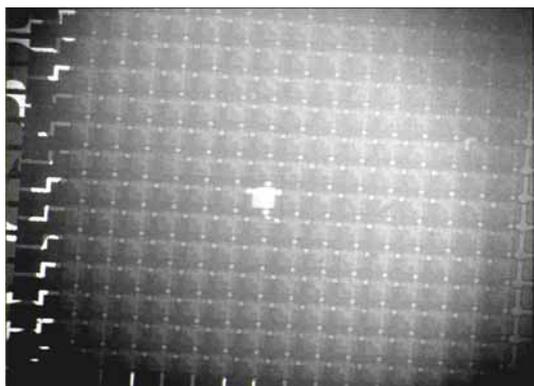


図 19 X-Y 指定ピクセルの駆動.

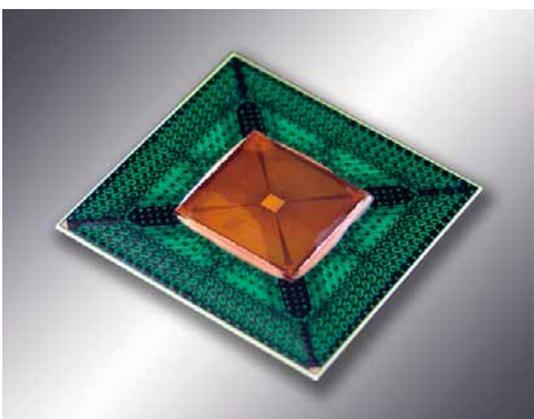


図 20 128×128 電流駆動 MOSLM(FDK).

値が, X, Y ドライブライン共に 10 mA 以下であること.

- (3) 駆動速度を向上させるために, 外部からのバイアス磁界の印加が不要であること.
- (4) 究極的には電圧でピクセル磁化反転を実現すること.

上記(1)の要件を満す素子形成のため, 図 18に概要を示す選択的LPE成長によりピクセル化した磁性ガーネット膜の形成を試みた. LPE法ではSGGG: $(\text{GdCa})_3(\text{GaMgZr})_5\text{O}_{12}$ などの非磁性基板上に磁性ガーネットをエピタキシャル成長させるが, 基板表面に乱れがあると良質の磁性ガーネット膜は得られない. このことを利用して, ピクセルギャップに相当するSGGG表面をイオンミリングにより約100nm以下の厚さで粗し, この基板上に磁性ガーネット膜 ($(\text{Bi}_1\text{Y}_{1.4}\text{Gd}_{0.6})(\text{Fe}_{3.8}\text{Ga}_{1.2})\text{O}_{12}$) を形成した. 先に示した図17はこのプロセスにより得たガーネット膜を

表 1 電流駆動 MOSLM の諸元.

諸元	数値
LPE garnet thickness	1.1 μm
Faraday rotation	$\pm 8.5^\circ$ @532 nm
Extinction ratio	< -30 dB
On/off contrast ratio	11 dB
Optical reflectivity	21.7 %
Pixel switching speed	~ 10 ns
Fill factor	76.6 %

偏光分光顕微鏡で観察した像である. 同図では15 μm ×15 μm のピクセルがきれいに2次元配列した像が見られる. 通常の顕微鏡ではこのような像は観測されないことから, 図17のピクセルは磁気的なドメインが配列したピクセルになっているものといえる. この試料表面は顕著な凹凸もなく, フラットな表面をもつピクセル化した磁性ガーネット膜が得られた.

このようなフラットな表面上では, ピクセル駆動用のドライブライン形状に高い自由度が得られるので, 3次元電磁界解析によってピクセルの局所的な部分に効率よく磁界を発生させるライン形状を決定した. この解析指針に基づき作製したMOSLMでは, 図19に示すようにX方向電流6mA, Y方向電流10mAの電流によって指定したピクセル磁化の反転が生じ, MOSLMの要件(2)が満たされることが分かった. なお, 図17に示したピクセル化した磁性ガーネット膜は, 形成後の熱処理によって保磁力を低減できる. このような保磁力を制御した素子では, 従来のMOSLMでは不可欠であった外部バイアス磁界の印加を印加することなくピクセル反転を生じさせることができることを見出し, MOSLMの要件(3)も満たすものが得られることが分かった.

以上の知見を基礎として, コリニアホログラムメモリへの応用を念頭に128×128ピクセルをもつ電流駆動型MOSLMが開発されている. このデバイスの外観写真と主な諸元をそれぞれ図20と表1に示す. 図21はこのデバイスについて, 1ピクセル当たりの反転スピードを実測した結果である. 概ね10 ns の時間で黒から白へのピクセル反転している. この数値は固体SLMとしては最高速のものといえる. MOSLM全体の駆動方

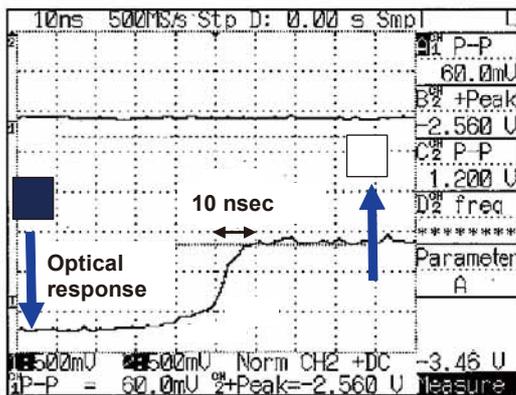


図 21 電流駆動 MOSLM のピクセルスイッチング速度。

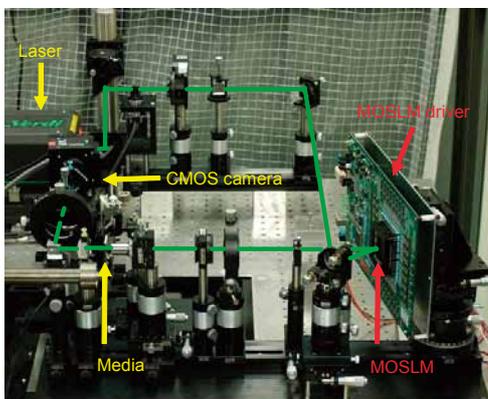


図 22 MOSLM コリニアホログラムテスト光学系(後述の HUM 方式)。

式(ドライバ仕様)に依存するが、フレームレートとしては100 kHz オーダの駆動が可能と考えられており、これはコリニアホログラムメモリでの高速データ転送レートの要求を十分満たすものといえる。

コリニアホログラムでの基礎的な記録再生特性を調べるため、図20に示したMOSLMを図22に示す透過型コリニアホログラム光学系に導入してホログラムの記録再生を行った。図23は、この実験で得られた光学系O to Oでのピクセルイメージとフォトポリマへのコリニアホログラム再生でのピクセルイメージを並べて示したものである。ビットエラーレートで評価したMOSLMによるコリニア記録再生特性は 8.89×10^{-3} と良好な値が得られている。図24はシングルホログラムに対するコリニアシフト選択性を調べた結果であるが、概ね $3 \mu\text{m}$ シフトで中心(shift distance = 0)に位置するホログラム



図 23 MOSLM を用いたコリニアホログラム記録再生試験結果:O to O(上), 再生像(下)。

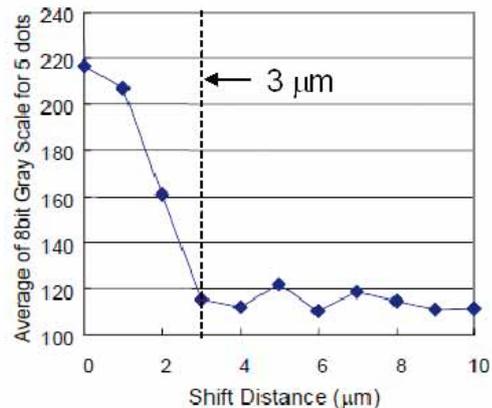


図 24 MOSLM コリニアホログラムシフト選択性。

からの回折光は消失しており、MOSLMがコリニアホログラムメモリの高速型SLMとして利用可能であることが分かる。

②電圧駆動MOSLM: コリニアホログラフィで、SLMは信号光部分と参照光部分の両者を同時に表示する必要があるため、記録密度を高めるには 512×512 程度のピクセル数は必要となる。上述したMOSLMはYIGを一般的なマイクロプロセスでピクセル化するだけで対応できるので有利であるが、磁化

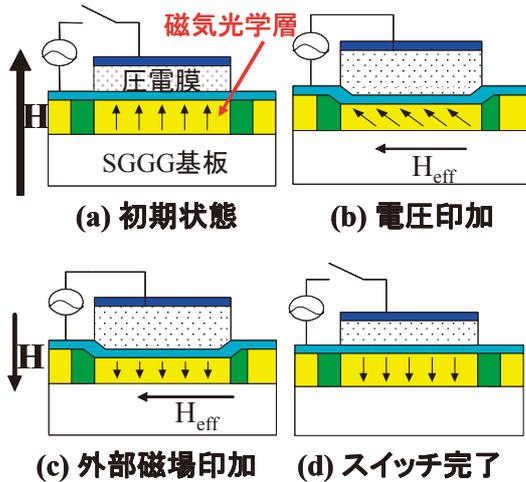


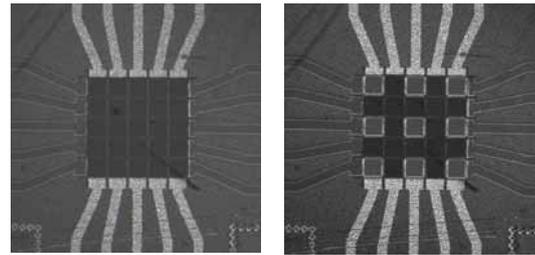
図 25 電圧駆動 MOSLM の原理.

方位を電流駆動で制御するとピクセル数の増加に伴う発熱の問題もクローズアップされてくる。この難点のないMOSLMとして、電流による発生磁界で磁化方位を制御することに換えて、圧電駆動による歪で磁化方位を制御する電圧駆動型のMOSLM²開発も進んでいる。

我々は磁気弾性結合（磁気ひずみ）を利用することで、ストレスの印加が実効的な磁界印加と等価であることに着目し、この原理に基づく圧電駆動型MOSLMの開発を行った。このデバイスの原理を図25に示す。デバイス構造は磁性ガーネット膜上に圧電セラミックス膜を形成した多層構造となっている。同図(a)の初期状態（すべての磁化は上向き）で、(b)に示すように圧電膜に電圧を印加することで圧電膜が歪みストレスが磁性膜に印加される。このストレスは磁気弾性結合を通じて磁性膜に印加される磁界に等価なので（実効磁界 H_{eff} ）、外部からわずかな磁界 H を逆方向に印加することでピクセル磁化を反転させることができる（同図(d)）。実際にはピクセル構造、磁性ガーネット膜を工夫することで外部磁界の印加も不要とすることができる。

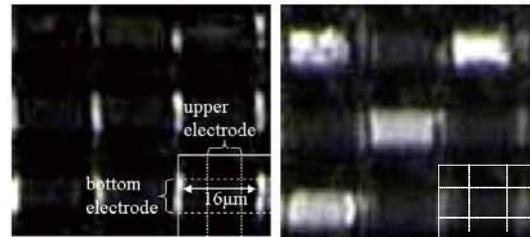
素子の最適構造は、3次元有限要素法によるシミュレーションから決定した。その結果、圧電膜厚 $0.8\ \mu\text{m}$ 、電極幅 $8\ \mu\text{m}$ 、電極膜厚

² 電圧駆動型MOSLMの開発は、エアロゾル・デポジション法を中核としてNEDOナノ電子セラミックスプロジェクトとNEDO産業技術実用化開発助成事業(FDK)との連携により推進している。



(a) 電圧印加前 (b) 電圧印加後

図 26 電圧印加によるピクセル(磁化)反転.



(a) 電圧印加前 (b) 電圧印加後

図 27 エアロゾルデポジション法で形成したPZT膜を用いた電圧駆動 MOSLM のピクセル反転状態.

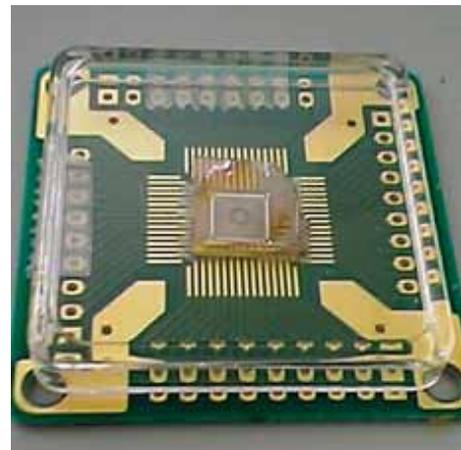


図 28 16×16 電圧駆動 MOSLM プロトタイプ素子.

$0.2\ \mu\text{m}$ 、印加電圧 $8\ \text{V}$ で、概ね $100\ \text{Oe}$ に達する実効磁界が発生できることが分かった。この結果を踏まえ、解析指針に合致する構造をもつ素子を試作し、ピクセル反転状況を調べた。図26に素子のピクセル反転状況を示す。同図(a)は外部から磁界を印加して磁化方位を一方向に揃えた状態である。この状態で指定ピクセルにピーク値 $8\ \text{V}$ の電圧を印加し、外部から $64\ \text{Oe}$ の磁界を印加した

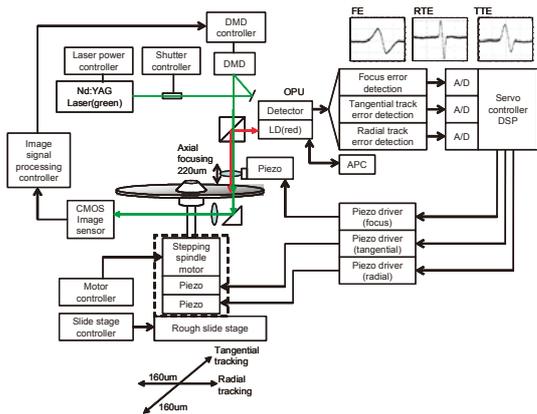


図 29 HUM 方式ホログラムメモリの全体構成ブロック図。

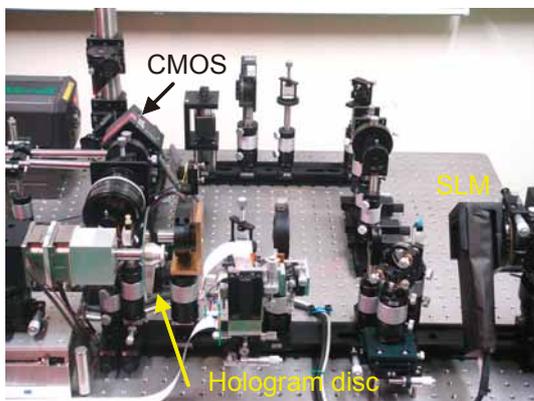


図 30 HUM 方式ホログラムメモリの光学系。

状態が(b)である。同図に見られるように合計 9 個の指定ピクセルは白くなっており、圧電駆動により磁化反転が生じたことが分かる。図19に示した電流駆動MOSLMと比較してみると、白黒のコントラストが低い。これは、ゾル・ゲル法でPZT圧電膜を形成するには下地にPt電極が必要で、反射率の高いAl膜が利用できなかったことが原因である（電流駆動MOSLMはAl反射膜を用いている）。また、ゾル・ゲル法で良好な圧電特性を有するPZT膜を得るには、概ね650°C程度の焼結が必要であり、素子形成上具合が悪い難点があった。

この難点のない良質なPZT膜形成法として、結晶性PZT微粒子を吹付け堆積させるエアロゾル・デポジション法に着目し、この手法で圧電駆動MOSLMの作製を試みた。本手法はNEDOプロジェクトで推進しているので、詳細は省略するが同手法で作製し

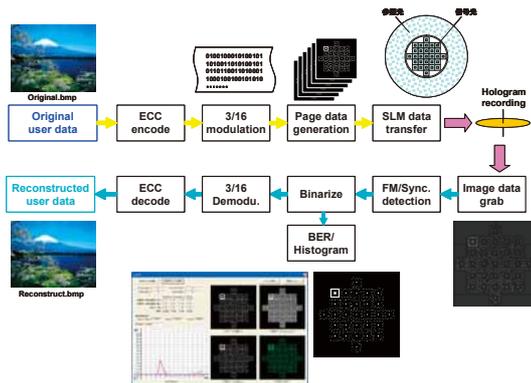


図 31 HUM データ処理のフロー。

たPZT膜を用いた電圧駆動MOSLMが得られている。この素子の駆動状況を図27に示す。同図(a)は電圧印加前、(b)はピーク値8 Vの電圧を指定ピクセルに印加し、外部から170 Oeの磁界を印加した後の写真である。同図(b)に示すように、電圧印加後には合計 4 個のピクセルが明るく輝き、磁化反転したことが分かる。この圧電駆動デバイスの動作時電流をインピーダンスメータで測定したところ、1ピクセルあたり、駆動電圧パルスの周波数が100 kHzで62 μ A、1 MHz時で約600 μ Aの電流値であった。この値は従来の電流駆動素子に比べ、概ね1%程度の駆動電流値に留まっており、当初目的の発熱の問題のない省エネルギータイプの素子を実現できることが分かった。

図28は現時点で得られている16×16ピクセルを有する圧電駆動MOSLMのプロトタイプ素子である。このデバイスは次世代MOSLMとして光の振幅や位相を高速に変調できるデバイスへの発展を目標に開発を急いでいる。

③HUM 方式ホログラムメモリ：上述したMOSLM や後述する記録メディアのテスト並びにコリニアホログラムメモリの基本的動作の検証を目的として、HUM 方式ホログラムメモリを構築した。HUM 方式ホログラムメモリの全体構成ブロック図を図 29 に、同装置の外観写真を図 30 にそれぞれ示す。このメモリは、記録再生レーザに波長 532 nm の連続発振 Nd:YAG レーザ（最大出力 2 W）を用い、光ディスクの制御はフォーカス方向、半径方向、接線方向それぞれにピエゾアクチュエータによる位置決めを具備し

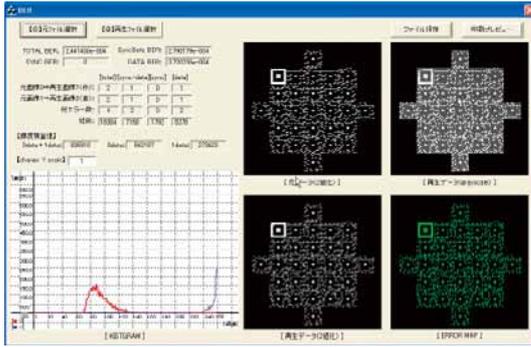


図 32 HUM 方式コリニアホログラムメモリのエラー解析例 (BER, エラーマップ, ヒストグラム表示).

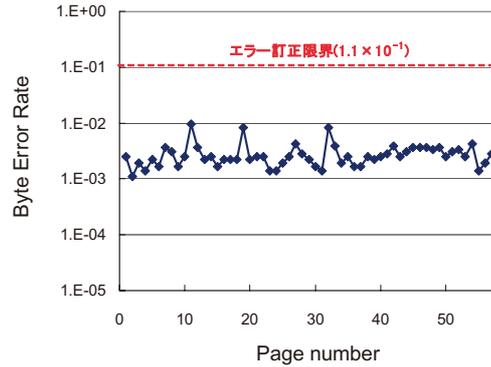


図 34 57 個のページデータの BER 分布 (図 36 の画像データに対応).

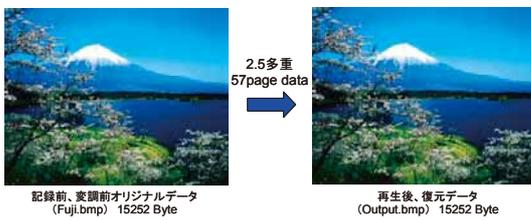


図 33 画像データの記録再生結果.

た Stop & Go 方式を用いている. 光学系配置はホログラム光ディスクに対して透過型で構成し, 対物レンズの NA は 0.25, 記録再生光スポット径は記録層上面で 1200 μm である. フォーカス・トラッキングには波長 660 nm の赤色レーザを用いた. この方式は光ディスク偏芯などによる像の乱れの影響が少ないために, 記録媒体側から見ると作りやすいメリットがある. また全体構成が後述する HVD 方式に比べシンプルで光情報処理など様々な用途展開ができる特徴をもつ.

図 31 にイメージデータ処理プロセスを示す. SLM 表示サイズは 256 \times 256 ドットとし, 変調には 3/16 変調を用いた. ページデータの構成は, ファインダーマークにシンクマーク部とデータ部からなる 28 のサブページ (16 \times 16 ドット) を加えたものとした. データ部は 12 シンボル (1 シンボルは 4 \times 4 ドット) 構成とし, エラー訂正は RS (168, 136) 方式とした. イメージセンサー (CMOS) には 1024 \times 1024 のものを用い, 1:3 の 3 倍オーバーサンプリングの光学比率とした.

図 32 はフォトポリマへの記録再生後の 3/16 復調前に取得したホログラム像の解析結果である. ページデータごとに取得イ

メージ, エラーマップ, BER 及びヒストグラムを表示している. この場合, BER は約 3×10^{-4} 程度で良好な記録再生が行われていることが分かる. ヒストグラムで黒レベルがシフトしているが, これは撮像に用いた CMOS カメラのセッティングによるもので, コリニアホログラムに起因する本質的なものではない.

図 33 に画像データの記録再生結果を示す. 同図左に示す原画 (15,252 バイト) を 57 のページデータに分割し, 光スポット径から換算したコリニアシフト 2.5 多重で 4 節に述べたフッ素系フォトポリマホログラム光ディスクに記録再生した. 同図から分かるように, ホログラムデータから原画がきれいに再現されている. 図 34 は, 57 のページデータそれぞれについて BER を評価したものである. 全てのページにわたって, BER はエラー訂正限界 1.1×10^{-1} を下回る 10^{-3} オーダで分布しており, 良好な画像記録再生特性が得られた.

(2) 研究成果の今後期待される効果

高速データ転送レートを支える SLM として磁気光学効果を利用した固体 SLM を開発し, 1 ピクセルあたり 10 ns 以下のスイッチングで動作するデバイスの開発に成功した. このスイッチング速度は固体 SLM としては世界最速である. このデバイスは既に 128 \times 128 規模のものとして実用化が図られており, 市場導入も近い. この SLM を利用したコリニアホログラムの静的な記録再生にも成功し, 従来から用いてきた DMD などの SLM と遜色のない記録再生を実証した. 実際に HUM 方式コリニアホログラムメモリ

へ導入しダイナミックな記録再生を試みたが、現時点でエラーが多く DMD 利用時のような良好なホログラム記録再生には成功していない。これは SLM 駆動に要する電流値が大きいため、局所的な発熱によるピクセルの不安定さに起因していることが分かっている。現在、放熱性のよいデバイス構造の探求や、熱的に強い磁性ガーネット膜の利用などの検討を進めている。

一方、基本駆動に成功した電圧駆動型の SLM は発熱の問題もなく、電流駆動型に比べ有利である。このようないわばマルチフェロイック光デバイスは国内外を通じてあまり例のないユニークなものといえる。

現在 16×16 ピクセル規模のものが実現されているがコリニアホログラムへの適用にはピクセル数の拡大が重要である。このためには TFT による駆動方式を確立する必要があるため、この観点から研究を進めている。

磁気光学効果を用いた SLM は駆動速度の点からは DMD などの他の SLM では容易に真似のできない高速駆動特性を有しているため、コリニアホログラムメモリの転送レートの飛躍的な向上に資するものと期待される。また磁性フォトニック結晶との組み合わせによる薄膜デバイス化や、高速性を活かした位相変調デバイスへの発展も開始されており、ホログラムメモリの分野を超えた多彩な利用が期待される。

一方、透過型の HUM コリニアホログラムメモリにおいて良好な記録再生特性を実証した。この方式は記録メディア構造がシンプルでメディア開発（製造）の観点からは魅力あるものである。光ディスク制御は stop & go 方式を採用しているため、光ディスクの偏芯などにも強い。制御系もシンプルであることから、ジュークボックスへの組込も期待できる他、コリニアホログラム技術を活用した情報処理分野への展開も期待できる。

3.2 記録材料・メディア(メディアグループ:メモリーテック㈱, 協力企業:共栄社化学㈱)

(1) 研究実施内容および成果

現在、体積ホログラムの記録材料には湿式タイプと乾式タイプのものがある。前者は現像時の環境制御の必要から量産性が悪いことや記録データの保存性の不安のため

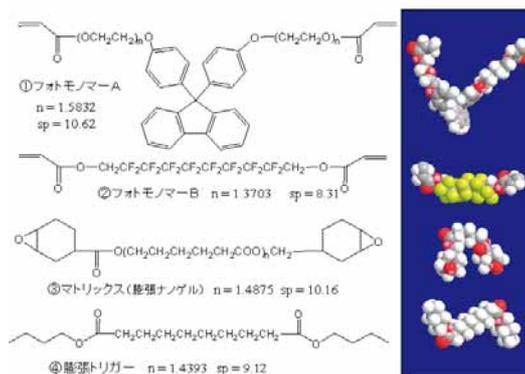


図 35 フッ素系ナノゲルフォトポリマの構成成分の屈折率nとソルビリティパラメータsp値。

あまり利用されておらず、ホログラムメモリにはもっぱら乾式タイプのものが用いられている。

乾式タイプの材料には、フォトポリマ（光重合系）や、アゾベンゼン系、ジアリールエテン系などのフォトリソミック材料や、LiNbO₃ や液晶などのフォトリフレクティブ材料などがあり、フォトポリマが追記型（WORM）であるのに対し、その他の材料は WORM と書き換え可能なものがある。最近では、ホログラム光ディスクやカードなどへの応用上、安価で量産性が高く、かつ高性能の記録材料が求められるようになり、WORM 媒体としてフォトポリマがよく利用されている。

フォトポリマは重合メカニズムの違いにより、ラジカル重合系、ラジカル/カチオン重合系、ならびにカチオン重合系に大別できるが、ホログラムメモリでは体積収縮率が極めて小さくかつ感度の高いフォトポリマ材料の開発と、材料の均一な厚膜化技術およびプリフォーマット加工技術を含めたディスクメディア化が重要である。

国内外でホログラム記録材料の開発はいくつか行われているが、我々はこれらとは別に、フッ素系フォトポリマ記録材料の開発を進めてきた。この材料は、ナノスケールのゲル構造を有し、収縮性の感光性モノマーと膨張性ナノゲル、膨張性トリガーとをうまく組み合わせることで、収縮率の低減をねらった材料である。

系の成分は、一例として図 35 に示すようにフォトポリマ A, B, マトリックス A（膨張ナノゲル）、マトリックス B（ゲル間リ

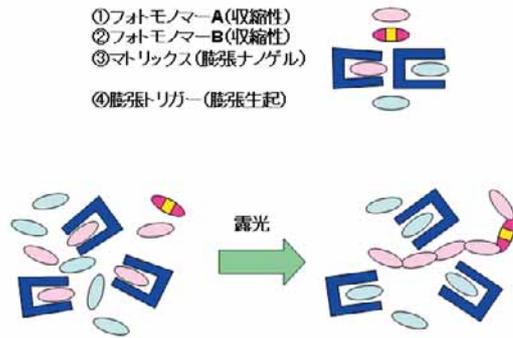


図 36 膨張ナノゲルのモデル図.

表 2 ナノゲルフォトポリマ構成成分の収縮率に及ぼす効果(ガス・ピクノメーター測定値).

Photo monomer		Matrix	Trigger	Shrinkage (%)
Monomer	F-monomer			
○	○	○	○	0
○	○	○	-	0.4
○	-	○	○	0.2
○	-	-	-	4.1
-	○	-	-	10.1

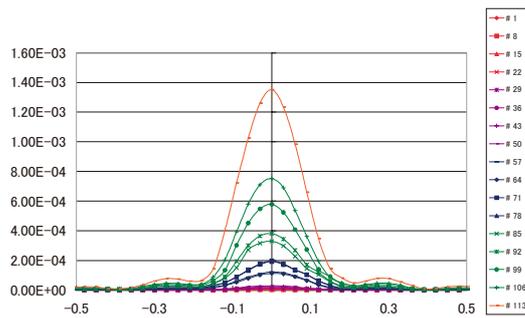


図 37 フッ素系ナノゲルフォトポリマ記録材料の平面波ホログラム測定結果. 縦軸は回折効率、横軸はブラッグ角ディチューニング(°)、ディチューニングが0であることは、収縮率が0であることを示す.

ンク)、膨張トリガーで構成される。光照射記録以前の状態は、 s_p 値が似通った膨張ナノゲル中にフォトモノマーAが含まれている。光照射によりフォトモノマーA、Bは光重合してフォトポリマに取り込まれて、含まれていたマトリックス(膨張ナノゲル)から引き抜かれる。引き抜かれて生じた隙間に、フォトモノマーについて s_p 値差がわずかに大きい膨張トリガーが入り込む。 s_p 値差がわずかに大きい、すなわち反発力が大きいこと、および膨張ゲル中に包含される部分のサイズがわずかに大

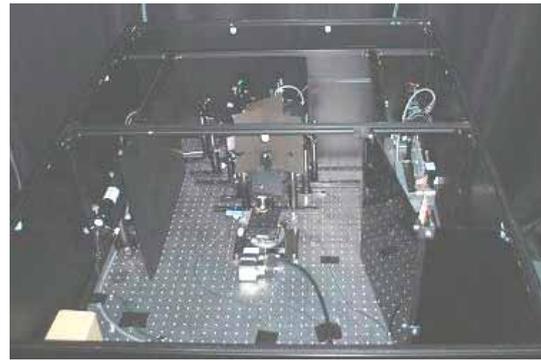


図 38 平面波を用いたホログラム材料評価器(平面波テスター:ハードウェアグループ開発).

表 3 膨張ナノゲル構成成分による記録材料の改良.

	ナノゲル基本部分	ナノゲル間リンク部分	感度 S (cm/mJ)	M/#	収縮率 (%)
H16年度	脂環式エポキシの剛直ゲル	多官能エポキシ側鎖の短いエステル	0.5	4.6	0.01
H17年度	ポリウレタン	多官能ポリエーテル	2	1	0.05
H18年度	脂環式エポキシの剛直ゲル	多官能エポキシ側鎖の短いエステル+ポリエーテル20%	8	13	0.05

きいことにより、膨張ゲルを押し広げる(図36)。

一方、フォトモノマーは光重合により収縮するが、膨張ゲルの膨張で相殺され系全体の収縮率は非常に小さくなる。ナノゲルフォトポリマ構成成分の収縮率低減効果を表2に示す。同表は、2つの構成成分(マトリックス、膨張トリガー)において収縮率0.2%、さらにフッ素系フォトモノマーを加え3成分すべてが揃ったときに収縮率は0%になることを示している(図37)。

ホログラム材料の評価は感度や累積干渉縞強度(Mナンバー:M/#)と呼ばれるダイナミックレンジがあるが、我々はこれらを評価する平面波テスター(図38)を構築してフォトポリマの開発に供した。

プロジェクト開始直後の平成15年度にはフッ素系フォトポリマのホログラム測定を開始し、平面波テスターで、感度0.15 cm/mJ、累積干渉縞強度(M/#)3.1、収縮率0.04%なる基礎特性と角度多重記録方式でページデータの記録が可能であることを確認した。その後、表3に示すように、マトリックスを剛直化し、平面波テスターで、感度0.5 cm/mJ、M/#4.6、収縮率0.01%を達成し、1000多

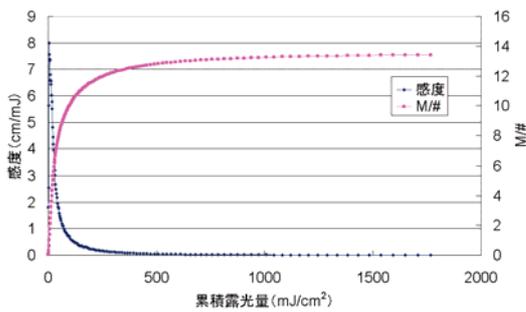


図 39 感度と M/# の累積露光量依存性.

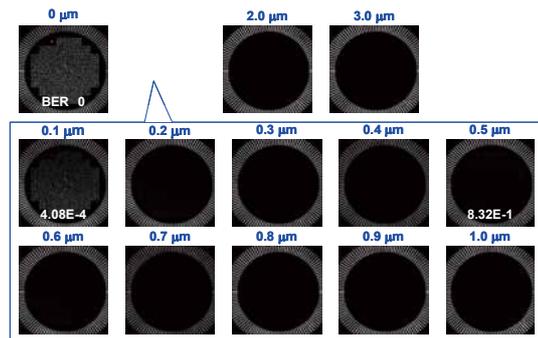


図 41 コリニアシフト選択性再生像.

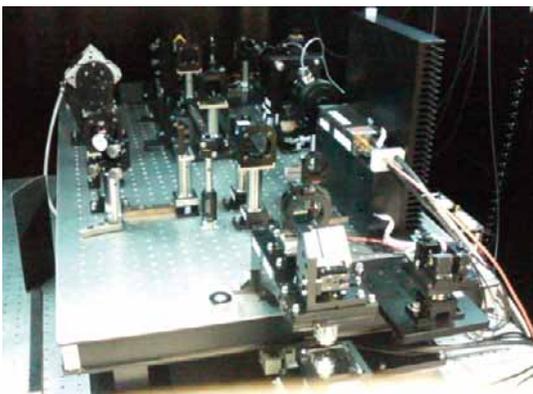


図 40 パルスレーザー光源を用いたコリニアホログラム評価系(反射型).

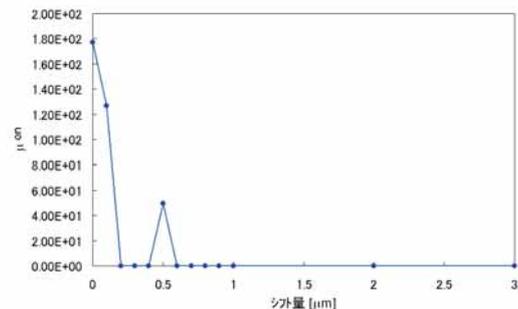


図 42 白ピクセル平均輝度 vs. シフト量.

重記録再生を実現した。しかし、コリニア方式(パルスレーザー光源)でのページデータ記録再生は、感度不足で不可能であった。平成17年度は、感度向上に努めた結果、感度 2 cm/mJ, M/# 1, 収縮率 0.05 %を得た。この材料は図5に示した透過型コリニア光学系記録再生(連続レーザー光源)において、Aprilis社と同等の像品質とクロストーク性能を示した。

これらの研究成果を踏まえ、平成18年度は更なる感度向上を目指し、感度 8 cm/mJ, M/# 13, 収縮率 0.05 % を得て、反射型コリニア記録再生(パルスレーザー光源)を可能とした。

①フッ素系ナノゲルフォトポリマ記録材料：フッ素系ナノゲルフォトポリマ記録材料は、組成としてフォトモノマー(非フッ素系モノマー、フッ素系モノマー)、マトリックス、トリガーより構成される。平面波ホログラム測定装置 SHOT-500(パルスチック工業製)を使用し、組成比率の最適化を行った。

その結果、最大感度は、3.5 cm/mJ, 累積干渉縞強度(M/#)は 8 であった(記録材料厚 400 μm)。

感度向上のために、マトリックスを柔軟にして、マトリックス中のフォトモノマーの運動性を向上する方法がある。H17 年度に、マトリックスの全体の柔軟化を図ったが、記録された干渉縞像の固定が不十分で良好な結果が得られなかった。そこで、H18 年度は、マトリックスの柔軟性を抑えるために、柔軟な架橋分子をマトリックス全体の 20wt% だけ用いて、マトリックスを部分的に柔軟化した。その結果、図 39 に示すように、最大感度 8 cm/mJ, M/# 13 の記録材料を得た。

②コリニア光学系によるフッ素系ナノゲルフォトポリマ記録メディアの評価：図 40 に示すパルスレーザー光源を用いたコリニアホログラム評価系(反射型)を用いて、フッ素系ナノゲルフォトポリマ記録メディアのページデータ記録再生を行った(記録メディアはクーポン形状、記録材料厚 400 μm)。

図 41 は、図 8 に対応するホログラム記録

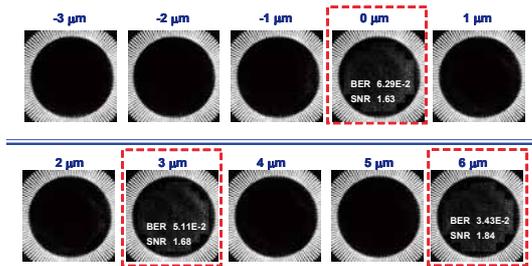


図 43 コリニアシフト多重再生結果. シフト量は 3 μm .

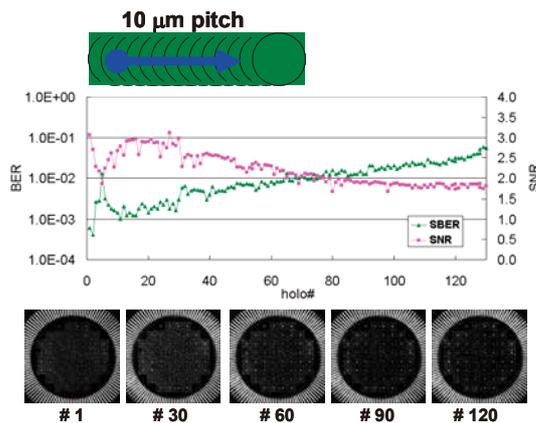


図 44 130 個のホログラムのコリニアシフト多重(シフト間隔は 10 μm).



図 45 ホログラム記録像の再生耐久性.

再生シフト選択性を詳細に調べるために、シングルホログラムをページデータ記録し、記録位置を 0 μm として、横方向に全 3 μm 平行移動しながら再生(再生ピッチ, 0.1 μm と 1 μm)した結果である. 同図から分かるように、記録位置から 0.5 μm 以上では、再生像が認められない. この状態を定量的に評価するため、白ピクセルの平均輝度をシフト量に対して調べた. 結果を図 42 に示す. 同図から、明らかに 0.6 μm 以上のシフトでは平均輝度はゼロである.

この知見を踏まえて、コリニアシフト多重による記録再生特性を調べた. 図 43 は、0 μm 位置、+3 μm 位置、+6 μm 位置にページデータ(スポット径 約 200 μm)を記録し、

(a) HUM方式



(b) HVD方式



図 46 HUM 及び HVD ホログラム光ディスク.

-3 μm 位置から +6 μm 位置まで、1 μm 間隔でホログラム再生を行った結果である(図中の赤色破線枠は、書込み位置である). 同図より、記録位置 (0, +3, +6 μm) では、ページデータ像が認められるが、それ以外では認められない. これは、3 μm 間隔で記録された像がそれぞれ分離され再生されることを示している. そこで実際に 130 個のホログラムをコリニアシフト多重により記録再生した. 結果の一例を図 44 に示す. 同図はクーポン形状メディアを使用し、シフト間隔 10 μm で、横列に 130 個のホログラムのページデータ記録再生時の BER と SNR の変化を示す. 130 ホログラム記録再生の全域において、BER が 5% 以下、SNR が 1.7 以上であり、良好な記録再生が行われている.

この際、記録メディアに記録されたページデータ像は、何度も繰り返し再生照明光が照射され、データを読み出されたことになる. 再生照明光によって記録されたデータが破壊されることがあってはならず、ECC (エラーコレクションコード) にて、データが完全復元される BER 2% を維持しなければならない. そこで、ページデータ記録後に、188 回再生を繰り返したときの再生結果と、さらに追加してホログラム再生照明光を再生 20,000 回相当量の 23.13 J/cm^2 連続照射したときのページデータ再生像を調べた. 結果を図 45 に示す. (ページデータ再生 1 回あたりのレーザー照射光量は、1.101 mJ/cm^2 であり、23.13 J/cm^2 は、20,000 回のページデータ再生を行ったことに相当する). 20,000 回の再生後の BER は 1.43% であり、これは ECC を付加すること

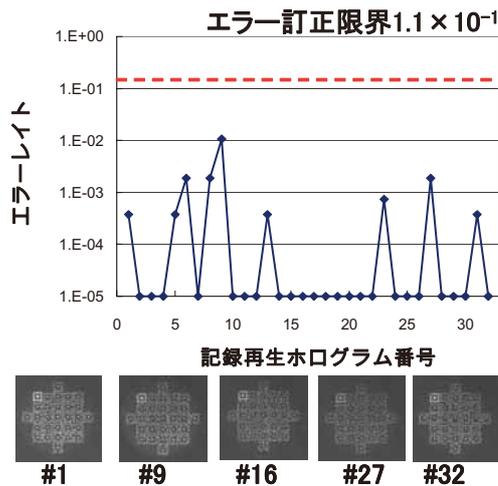


図 47 HUM 方式記録再生結果.

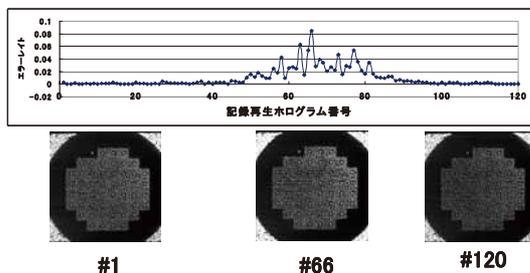


図 48 HVD 方式記録再生結果.

により、データの完全復元が可能な範囲に入っている。このことから、開発したフォトポリマの再生耐久性は高いといえる。

③ディスク形状記録メディアの評価: 以上の基礎的知見を踏まえて、フッ素系フォトポリマ記録材料を使用し、後述する HUM (Hologram Universal Memory: 透過型)方式と HVD (Holographic Versatile Disc: 反射型)方式用のディスク形状メディアを作製し、評価を行った。図 46 に作製した HUM 方式と HVD 方式のホログラムディスクと構造を示す。

HUM 仕様のディスク形状記録メディアの評価結果を図 47 に示す。1トラック全周に 32 ホログラムを記録再生した結果、エラーレイトは、HUM 仕様のエラー訂正限界 1.1×10^{-1} を下回る 1×10^{-2} 以下の結果が得られた。HVD 仕様のディスク形状記録メディアの評価結果を図 48 に示す。120 セクター/回転の各セクターに 1 ホログラム、すなわち 1トラック全周に 120 個のホログラムの

記録再生を行った。エラーレイト 8.5×10^{-2} 以下の結果が得られた。ECC 付加によるエラー訂正により、データの完全復元が十分に可能である。記録再生ホログラム番号 50 ~ 90 まで、エラーレイトの上昇があるが、ディスク形状記録メディアの物理特性（面振れ）の悪化によるもので、ホログラム記録材料の不均一によるものではない。記録メディア構成部材の選別により、ディスク形状記録メディアの物理特性は改善できると考えられる。

(2) 研究成果の今後期待される効果

フッ素系ナノゲルフォトポリマ記録材料は、マトリックス全体の 20 wt% に相当する量で柔軟な架橋分子を使用し、マトリックスを部分的に柔軟化することにより感度が向上でき、感度 8 cm/mJ、干渉縞強度 (M/#) 13 の性能が得られた。この基本性能は、HVD 方式 200GB/disc の記録再生に必要な値を満足するものである。

HVD 方式コリニア光学系評価機において、ホログラム記録再生シフト選択性 $1 \mu\text{m}$ が得られ、 $3 \mu\text{m}$ 間隔 3 多重の記録再生ができた。さらに、横 120 ホログラムデータページ記録再生を行い、BER が 5% 以下の結果を得た。ページデータ記録ホログラム画像の再生耐久性を評価した結果、20,000 回以上の再生に相当する再生用レーザー光照射において BER 1.43% が得られ、データ読取再生時のページデータ像の安定性において、実用領域に大きく前進できたと考える。

ディスク形状記録メディアについては、HUM 方式、HVD 方式双方の記録メディアを作製し、1トラック全周の記録再生評価を行った。両仕様のディスク形状記録メディアにおいて、ECC(エラーコレクションコード)の付加によるエラー訂正により、データ完全復元が可能なエラーレイトレベルが得られた。

今後、記録材料と記録条件のマッチング最適化を進め、多重記録数を向上させるだけで 200GB/disc、さらに縮小光学系の導入により 1TB/disc の実現が可能と考えられる。本材料・メディアは国産技術によって得られた新規のものであり、今後の展開が楽しみである。

3.3 ホログラムメモリドライブ(ドライブグループ: ㈱オプトウエア)

(1) 研究実施内容および成果

1.1 中間評価までの内容と成果

コリニア方式：コリニア方式は、同軸状に配置された1本の光ビームを1つの対物レンズを用いてホログラムを形成する方式であるが、実用に供するコリニア方式の最終形態に到達するまでに約2年を費やした。この間、スタンフォード大学グループとの連携による光学系の評価見直しや情報処理技術の検討を行うと同時に、ノイズの低減と効率的かつ良好な記録再生特性を実現に向け努力した。その結果、最終的にはSLM上へ参照光と情報光の両方を同時に表示する極めてシンプルなデータページ構成(図49)と、図50に示す3-16変調コーディング方式を確立した。現在では、多くの研究開発グループがこの構成をベースにして実用化検討を活発化させており、本方式の有効性が広く認知されたと評価している³。これらの開発の中では、コリニア方式における記録再生のシミュレーション技術確立し、図51に示すように、記録材料中に形成されるコリニア方式特有の干渉縞を可視化することに世界で初めて成功した。この手法により、記録媒体構造の最適化や記録再生時、特にコリニアシフト多重時に生じてくるノイズの原因が解明でき、高品質なコリニアホログラム記録再生を実現した。

光学系：開発当初は直線偏光の光を利用していたが、QWPによる円偏光の光を利用することでより簡便な光学系となることを見出した。また、回転ディスクに追従してナノオーダーの精度で記録再生を実現する2波長光学系の構成を確立した。これら構成を図52と図53に示す。この構成は、ヨーロッパにおけるATHOSプロジェクトをはじめ、ソニーなど各社が採用しており、実用に供する構成として評価される。

光ディスク構造：図54にホログラム光ディ

³ コリニア方式は㈱オプトウエアの登録商標であるため、一般には「コアキシャル方式」という呼び名で議論がなされている。

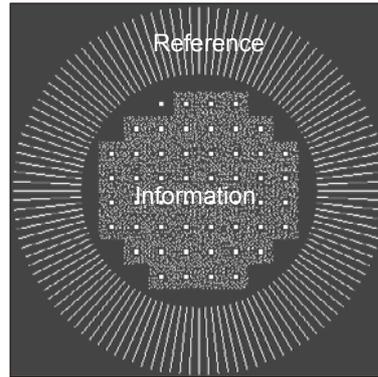


図49 コリニアホログラフィにおけるデータページ構成。

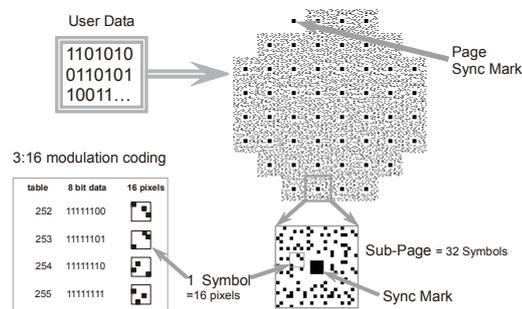


図50 3-16変調コーディングと二次元データページフォーマット

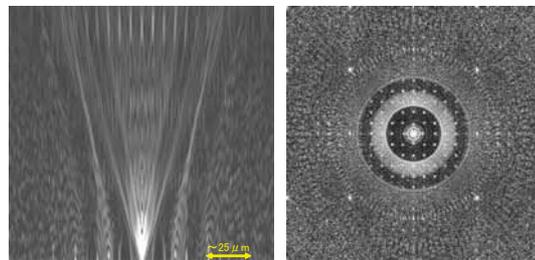


図51 コリニア方式で記録媒体中に形成される干渉縞の計算結果の一例。記録媒体厚み方向の強度分布(左)とレンズ焦点面における光軸中心の面内強度分布(右)。

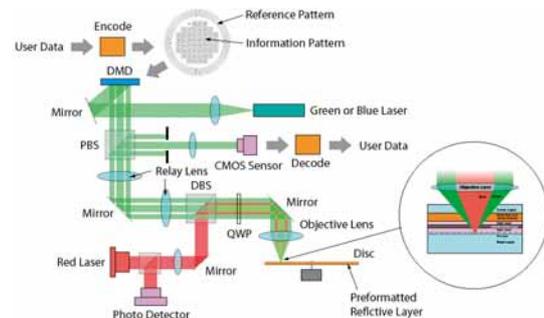


図52 コリニア方式における二波長光学系の基本構成と動作概要の模式図。

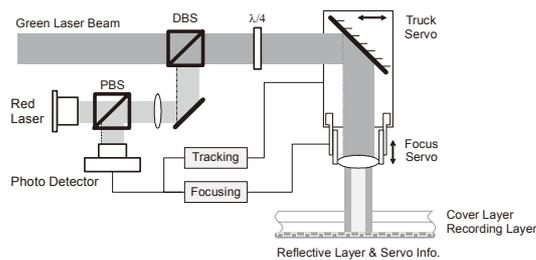


図 53 記録媒体に追従する2軸アクチュエータ部の模式図。

スク記録媒体の基本構造を示す。この構造は、ほぼ最終形態に近いものと言える。特に、波長選択反射膜（Dichroic mirror layer）の導入によってアドレスなどのプリフォーマットからの不要な散乱ノイズをほぼ完全に抑制することに成功し、高密度化へ大きく貢献した。図 55 はこの効果の一例であるが、この反射層を導入することでノイズが極端に低減できることが分かる。この記録媒体構造は、現在、Ecma Internationalにおいて HVD 標準規格として提案されており、将来的には ISO 規格として認定される見込みである。

システムマージン：ホログラムメモリとしての実用化の際に必要な不可欠な量として、システムマージンがある。図 56 と図 57 はそれぞれ、コリニア方式光学系でチルトマージンと波長マージンを測定した結果である。これらの量は従来、ホログラム光ディスクの実用化で致命的とされていたが、コリニア方式ではチルトマージン 0.18 度、波長マージン 3nm と広いマージンがあることを見出した。これらの値は実用化にあっても十分な値といえる。

コリニアシフト多重：図 58 に記録密度の上限を決めるシフト選択特性を定量的に測定した結果を示す。同結果は、Psaltis らによって報告されている従来のシフト選択特性とは異なり、面内のどの方向にも 3 ミクロン程度再生位置がシフトすれば信号が消失することを示している。この結果から、コリニア方式では 3 ミクロン間隔で重ね書きが可能であり、表 4 に示すように、データページサイズとシフトピッチを最適化することで、CD サイズのホログラム光ディスクの記憶容量は約 4 TB に達することができる

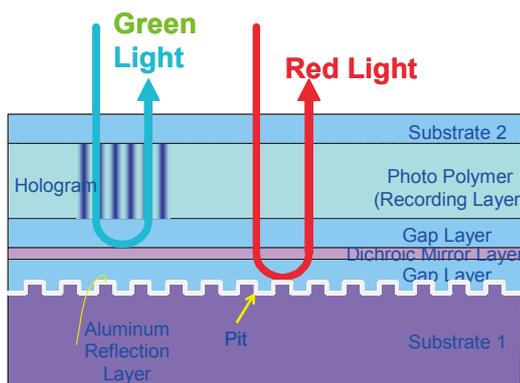


図 54 コリニア方式光ディスクの断面構造。

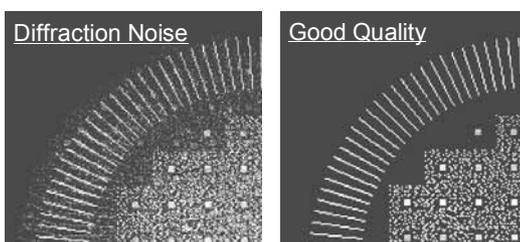


図 55 Dichroic mirror layer の効果。Layer なし(左), Layer あり(右)。

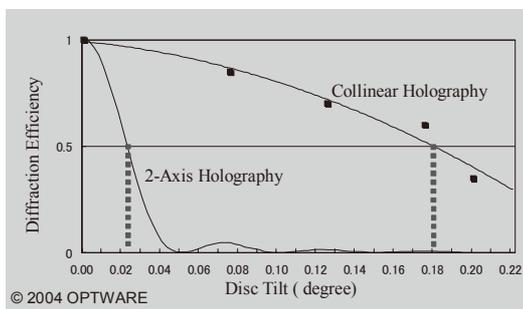


図 56 チルトマージン(2光束法との比較)。

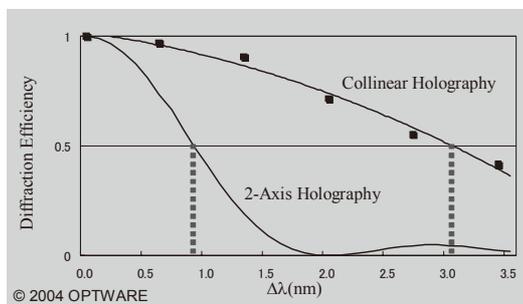


図 57 波長マージン(2光束法との比較)。

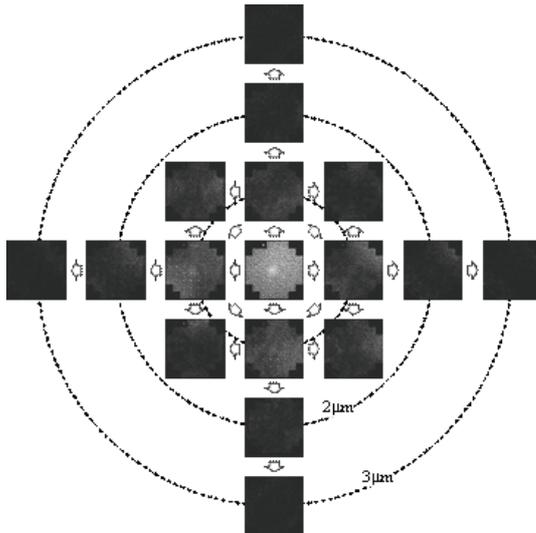


図 58 コリニアシフト多重選択性.

表 4 コリニアシフト多重における記録ページサイズとホログラム記録ピッチにおける面記録密度と記憶容量/disc の関係.

page data (kbit/page)	pitch (μm)	recordable area/disc (cm^2)	density (Gbit/in ²)	capacity (GB/disc)
32.8	3.0	86.6	2349.0	3940.4
32.8	8.0	86.6	330.3	554.1
32.8	13.0	86.6	125.1	209.8
32.8	18.0	86.6	65.2	109.5

ことを世界で初めて実験により示した. この多重方式の性質は, Psaltis らのシフト多重とは異なることから, 現在ではコリニアシフト多重として区別されている.

連続回転系ドライブ: 前述した成果を統合して, 連続回転ドライブシステムを試作した. その結果, 2004年7月に世界で初めて連続回転する反射型ホログラフィック光ディスクへ動画の記録再生に成功した. 実験に使用した光学系の外観を図 59 に示す. 図 60 は実験に用いた HVD ホログラム光ディスク (左) である.

動画の記録再生は, 図 61 に示す処理構成を用いた. 映像データの変復調およびエラー訂正処理は外部パソコン処理により行い, 図 62 に示す時間的シーケンスで光スポット位置を制御し, シフト多重記録再生を行った. 記録したホログラムは記録層下面で約 $240\mu\text{m}$ 径となっており, コリニアシフト量は約 $20\mu\text{m}$ であったため, 半径方向

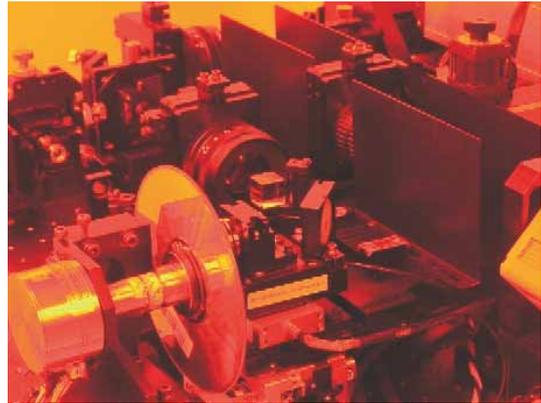


図 59 連続回転ホログラム光ディスクによる動画記録再生光学系.



図 60 コリニア方式による動画の記録再生に使用したホログラム光ディスク: HVD (直径 12 センチで, 右側に置かれた現行 DVD や CD と同サイズ).

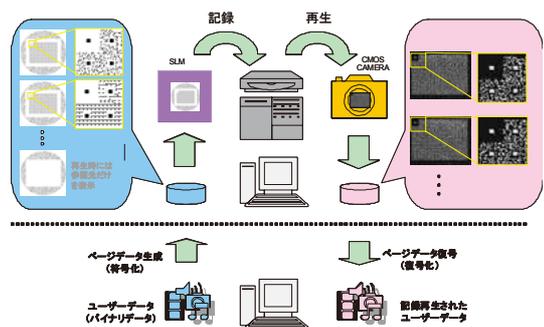


図 61 コリニア方式による動画の記録再生に使用した処理系の構成.

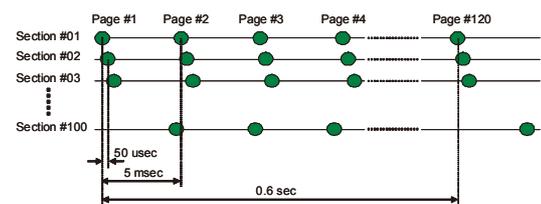


図 62 動画記録再生時の光スポット位置制御.

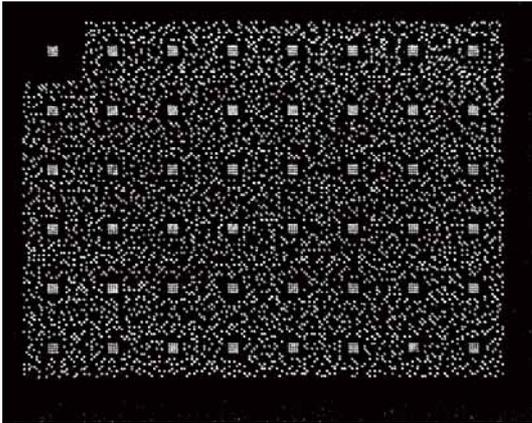


図 63 動画記録再生時の再生ページデータの一例.

に 12 多重程度の多重度で記録再生のデモを行った.

図 63 に記録再生したページデータの一例を示す. ページシンクやサブページシンクマークを除いたデータページのサイズは, $8 \times 6 - 1 = 47$ Sub-page, 1 Sub-page = 32 Symbols, 1 Symbols = 1 Byte (at 3-16 Coding)であるので, 1.504 kByte/page = 12.032 kbit/page であった. この時のフレームレートは 200 fps であり, 転送レートとしては, 2.4064 Mbps であった. CMOS センサの検出は, 1 ピクセルの再生信号を 1:3 オーバーサンプリング, すなわち CMOS センサの 9 ピクセルを用いて検出した.

ドライブシステム転送レート: ドライブシステムでの記録再生時の高速転送レートを実現するには, 記録再生用の SLM や CMOS センサなどのデバイスのフレームレートを高速化する必要がある. このため, マイクロン社より従来品よりも高感度な CMOS センサチップ (MV02) を入手し, 図 64 に示す高速 CMOS センサボードをカスタム開発した. MV02 は有効画素数 512x512 ピクセル, 8 ビット階調の分解能で, 非同期モード 4.8 kfps, 同期モード 2.4 kfps のフレームレートでページデータの高速検出が可能となっている.

SLM には本プロジェクトで開発した MOSLM を最終的には搭載する予定であるが, 開発の流れの中で時間的マッチングが取れなかったために, ここでは DMD を利用した. テキサスインスツルメンツ社の DMD



図 64 作製した CMOS センサボード.



図 65 作製した DMD 制御ボード.

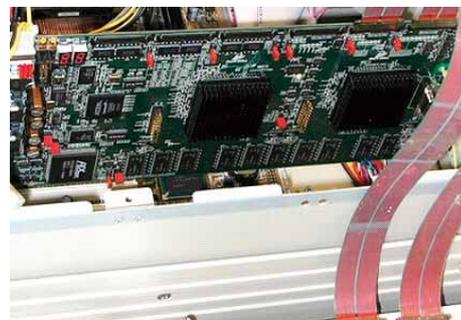


図 66 Enc/Dec 用ハード.

(DMD0.7XGA-DDR) を使い, 図 65 に示す高速データ転送用の DMD パラレルインターフェースボードをカスタム開発した. フレームレートは, ユーザーデータ表示部を 256x256 ピクセルに限定してこの部分のみを駆動することで 3.5 kfps でページデータ表示が可能となっている.

記録再生データページのコーディング及びデコーディングは, 図 66 に示すように, アイピーフレックス社製の DAP/DNA チッ

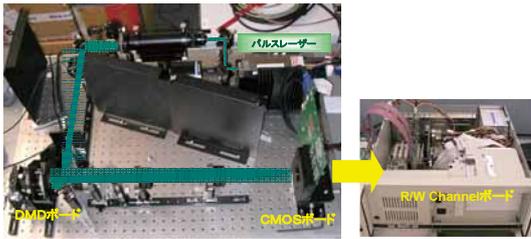


図 67 ページデータの高速伝送と信号処理.

プ（リコンフィギュラブルプロセッサ）を 2 チップ搭載した基板：EB4 を用い、内部の検出アルゴリズムを開発してインストールした。

以上のボードを光学系で組み合わせ、図 67 に示すように、O-to-O 配置によるページデータの高速伝送と信号処理のデモを行った。

1.2 中間評価後の内容と成果

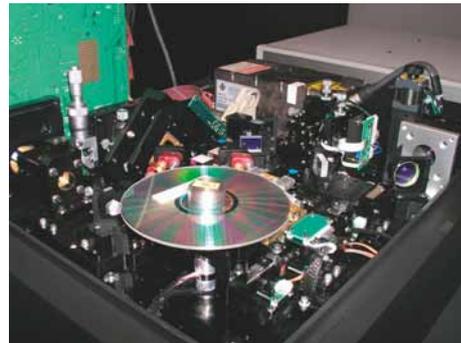
本プロジェクトの後半の 2 年間では、1 TB/disc, 1 Gbps の検証を行うことが最終的なテーマであるが、中間評価会等での議論の結果、上記スペックを満たす実ドライブシステムの立ち上げは、相当の規模の開発費が必要で、本プロジェクト予算の枠を大きく逸脱してしまうという理由から見送られた。このため、HVD ドライブシステムはプロトタイプレベルで回転系ディスクへ安定したコリニアホログラム記録再生を実現し、ペタバイトサーバーを実現する具体的な内容を示す事を目標とし、1 TB/disc, 1 Gbps の検証はその実現可能性を実証する事が目標として明確化した。

HVD ホログラムメモリ：開発した HVD 方式ホログラムメモリのプロトタイプ装置 ES1 の外観写真と内部写真および光学系構成を図 68 に示す。高速ランダムアクセスに対応するため、同図(c)中の破線で囲んだ光学系も同時に動く分離型コリニア光学系を考案し採用した。ホログラフィック光ディスクに分離光学系の概念を導入し記録再生を実現したのは世界初である。このプロトタイプ装置には、上述の高速転送レート実現のための各種デバイス制御基板および高速信号処理回路が組み込まれている。

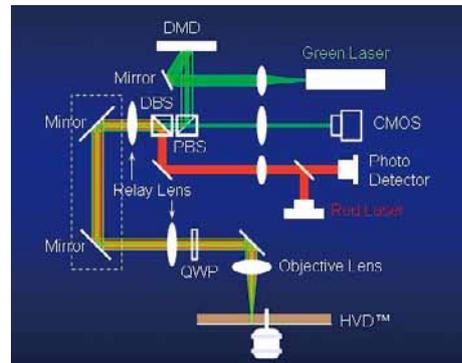
HVD プロトタイプドライブ装置 ES1 に装着されるオートローディングメカとディスクカートリッジの外観、およびローディン



(a) HVD ホログラムメモリ外観.



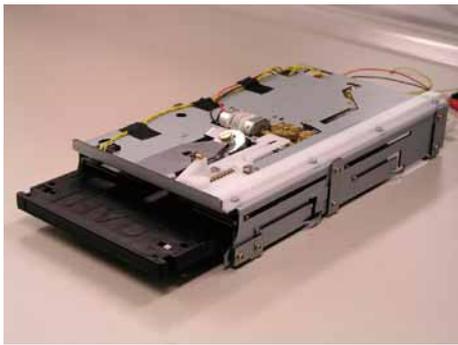
(b) 内部の光学系.



(c) 分離光学系の構成.

図 68 HVD ホログラムメモリ

グされた光ディスクと高精度アクチュエータの外観を図 69 に示す。カートリッジは、記録前のホログラム光ディスクを感光から守るために遮光性が確保されている。また、カートリッジとオートローディングメカは、現行の 5.25 インチ MO や UDO が納められたジュークボックスのオートローダーメカニズムに対応可能に設計されているため、将来的なペタバイトサーバー実現の際にスムーズな導入が可能である。HVD ドライブでは、反射型構成のホログラフィックメモ



(a) HVD 遮光性カートリッジとローディングメカニズム外観写真.



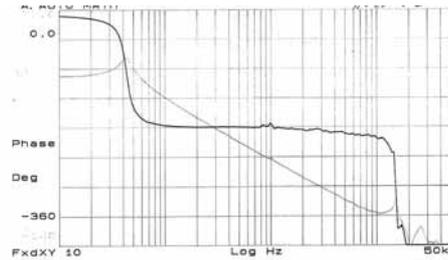
(b) 高精度2軸アクチュエータとスピンドル周りの外観写真.

図 69 HVD カートリッジとアクチュエータ.

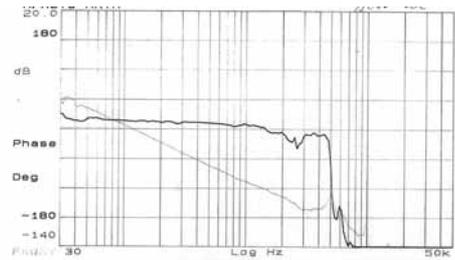
リシステムとなっている. そのため, 光学系が光ディスクの片面側にコンパクトに配置できる.

図 69 (b)に示すアクチュエータによってフォーカスおよびトラッキング制御を行った. このフォーカスサーボおよびトラッキングサーボのオープンループ特性を図 70 に示す. 試作を繰り返し, 300rpm で回転する光ディスクの面ブレや偏心に十分追従する性能をもつアクチュエータを構築した. 連続回転する光ディスクのバタつきによる面ブレや偏心に追従する際に, 記録材料に感度のない赤色レーザー光によるフォーカス・トラッキングサーボを行うため, 記録材料を感光させることなく対物レンズを正確にコントロールしてホログラム光ディスクへナノオーダーの高精度で安定な干渉縞の記録再生を行う事が可能である. なお, ホログラムの記録再生には, 波長 532 nm の Nd:YAG パルスレーザーを用いた.

HVD フォーマット基板と共栄社化学社で



(a) フォーカスサーボ.



(b) トラッキングサーボ.

図 70 アクチュエータのオープンループ特性.

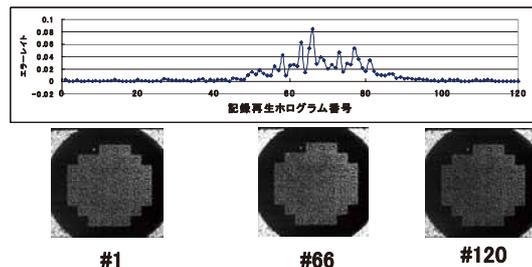


図 71 MTC/共栄社化学製ホログラム光ディスクの ES1 上での特性.

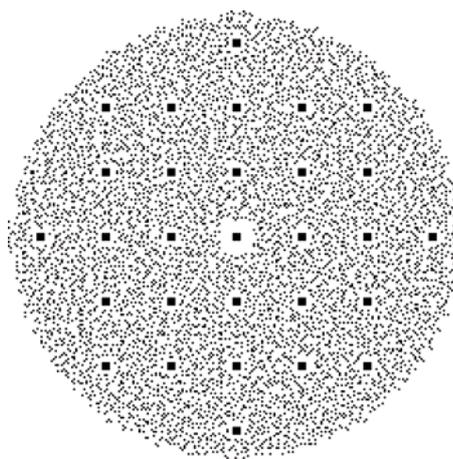
開発されたナノゲル記録材料を用い, メモリーテック社でディスク化したホログラム光ディスクに対して, プロトタイプドライブ ES1 を用いてコリニアホログラム記録再生特性の評価を行った. 結果の一例を図 71 に示す. 120 セクター/回転の各セクターに 1 ホログラム, すなわち 1 トラック全周に 120 個のホログラムの記録再生を行ったところ, エラーレート 8.5×10^{-2} 以下の良好な結果が得られた. ECC 付加によるエラー訂正により, データの完全復元が十分に可能である. 記録再生ホログラム番号 50~90 まで若干のエラーレートの上昇がみられるが, ディスク形状に起因する記録メディアの物理特性 (面振れ) の悪化により対物レンズの収差が増加したことが原因であることが分かっている. 従って, ホログラム記録材

料の不均一によるものではない。記録メディア構成部材の選別と光ディスク作成技術の向上により、この物理特性は改善できると考えられる。

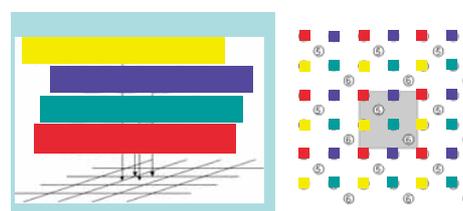
高密度化記録再生：高密度記録再生の実験を進めるうえでは、上述のようなディスク作成技術に起因する物理的な要因をできるだけ排除して基礎検討を行うことが望ましい。そのため、高密度記録の基礎実験は、オプトウエアで開発したスタティックテスターS-VRD を改造し、新規開発した対物レンズを搭載した S-VRD#1 を用いて実験を行った。このシステムは、記録材料サンプルの試作が容易であることと、評価パラメーターを種々変えて自動でシーケンシャルに評価ができるという特徴を持っている。対物レンズなど、主要な光学部品は前述したプロトドライブ ES1 と同等であるため、データの互換性に大きな差は生じない。

S-VRD に装着した新規対物レンズの入射瞳径は 5 mm と大きくなった（従来品 4.3mm）ため、情報光として表示できるページデータも 2.186 kB/page へと変更して（従来は 1.632 kB/page）、コリニアシフト多重による高密度記録実験を行った。この際、図 72 に示すように、記録材料への露光ムラを極力少なくし精密な記録密度評価が可能なレイヤー多重方式とよぶシフト多重実験シーケンスで記録再生実験を行った。同図 (b) に示すシーケンスで、x-y 方向に $3 \times 3 = 9$ 個のシフト多重を 1 レイヤーとし、このレイヤーごとを更にシフトさせて均一な露光を行い、再生データは、 $3 \times 3 = 9$ 個の中心のみを測定する。同図 (c) に高密度記録再生実験結果を示す。コリニア方式において 360 レイヤー以上のシフト多重記録再生結果が得られた。すなわち、記録材料の上面における多重数は $360 \times 9 = 3240$ 多重されているが、エラー訂正による実用範囲のエラー量でシフト多重が可能であることが分かった。この結果を現在の HVD 装置へ応用して容量・転送レートから換算すると、密度換算で約 200 GB/disc の記録再生が、約 120 Mbps の転送レートでできることが分かった。

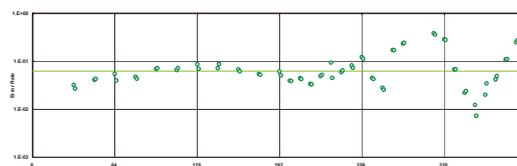
これらの成果を踏まえて、1 TB 1 の記憶容量と 1 Gbps の転送レートを実現するための基礎実験を行った。より高密度な記録を



(a) 高密度記録検討用ページデータ。



(b) レイヤー多重方式シーケンス。



(c) シフトピッチで計算したレイヤー多重数に対するシンボルエラーレート。

図 72 S-VRD#1 システムでの高密度記録再生実験。

達成するために、対物レンズの入射瞳面に表示されるデータページのピクセルを面積比 1/4（ピクセルサイズ $6.84 \mu\text{m}$ 角）に縮小表示して、1 データページあたりの情報量を向上させてコリニア記録再生を試みた。このピクセルサイズは対物レンズの外周部の解像度では設計限界に近い値ではあるが、図 73 に示すように、情報光のページ全体に渡り十分低いエラーレートで再生画像が認識できることが分かった。この結果は、入射瞳径 5 mm の対物レンズを用いて、情報光 512×512 ピクセルとその周辺に参照光を表示してコリニア記録再生を行うことが可能であることを意味している。この時のデータページ（情報光）のデータ容量は約

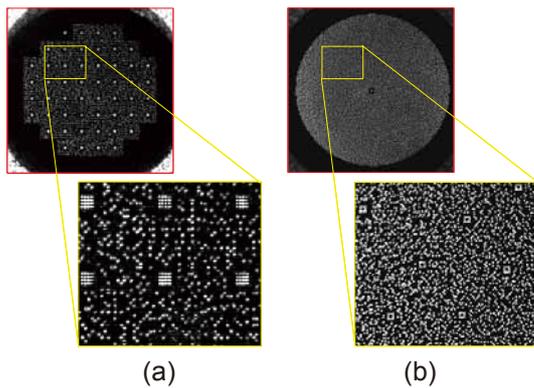


図 73 縮小光学系によるコリニア記録再生結果。(a)は従来の 13.68 μm 角サイズのピクセルを用いた記録再生像, (b)は縮小光学系で 6.84 μm 角サイズのピクセルにして記録再生した再生像.

15.3 kB/page となる. 15.3 kB/page のデータページを用いる場合, 1 TB/disc の容量を実現するためのシフト量は 11.6 μm と非常にゆるくなる. シフト量だけで言えば 11.6 μm 以下のピッチでの多重化は既に実証済みであるため, 1 TB/disc の実現可能性が見えてきた.

一方, Code Rate = 0.5 の状態でも, ページデータサイズが 2.2 kB/page から 15.3 kB/page に拡大すると, 1 パルスで記録再生する転送レートは 7 倍となる. フレームレート 10 kfps の記録再生システムが構築されれば, 15.3kB x 8bit x 10kfps = 1.23 Gbps となり, 転送レート 1 Gbps 以上を実現できることになる. 実際に 1 Gbps 以上の転送レートを得るには, 超高速信号処理対応の周辺エレクトロニクス化が不可欠である. そのため, 図 73 に全体構成を示すシステムコントローラ, 信号処理系, SLM(DMD)デバイスボード, CMOS センサボード, 8ch 高精度サーボ系およびシステムインターフェースなどを新規に開発した. これらのエレクトロニクスは図 74 に示す ES1 のオプトメカニカルユニットへ組み込んで, O-to-O によるページデータ転送実験を行った. 実験のフレームレートは 3.2 kfps で, 現時点ではこのフレームレートにおいてエンコードからデコード処理までシステム全体が完全に動くことを確認した.

最終目標である 1 TB/disc の容量と 1 Gbps の転送レートを同時に満たすには, ま

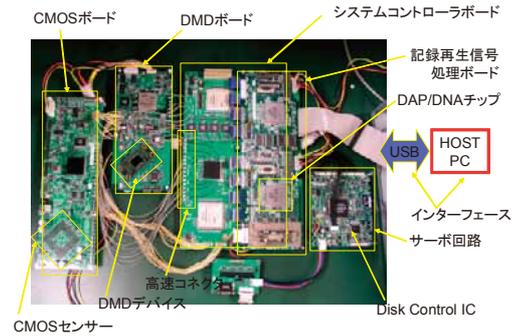


図 73 高速データ転送対応エレクトロニクス(全体構成).

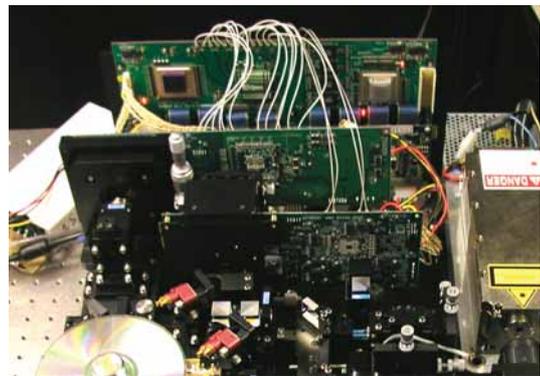


図 74 ES1 に組み込んだ高速データ転送エレクトロニクス.

1:1 Pixel Matching & Tilt Servo

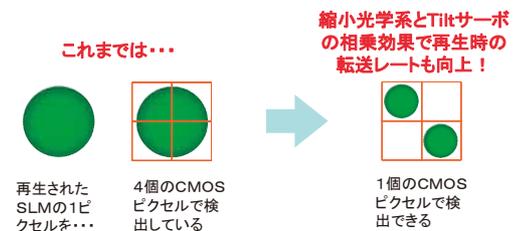


図 75 1 TB/disc, 1 Gbps 達成のアプローチ. 1:1 ピクセルマッチングとディスク面ブレの影響を補正するチルトサーボの融合.

だいくつか解決しなければならない課題が残されている. 例えば, 上述のエレクトロニクスの中に使われている SLM(DMD)チップおよび CMOS センサはいずれも現状の市販品では世界最高性能のものではあるが, その数値としては SLM(DMD)チップが 9.7 kfps, CMOS センサが 4.8 kframe/s となっている. 従って, 10 kfps 以上の性能で動作するデバイスが必要である. さらに, CMOS センサでは, ディスクの面ブレなどを吸収

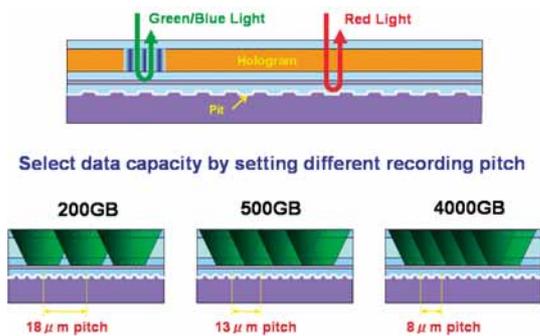


図 76 セレクタブルキャパシティーフォーマット概念図。

するために、これまで 512×512 ピクセルのものを 1:2 のオーバーサンプリング (DMD の 1 ピクセルを 4 個の CMOS ピクセルで受光) で使用していたためページデータの検出が 256×256 ピクセルにしか対応できず、実質的な転送レートの上限が 1/4 に制限されていた。15.3 kB/page の検出を行うためには、すべてのピクセルが 1:1 にピクセルマッチングされる系を実現しなければならない。また、縮小したピクセルを高分解能でレンズの周辺まで解像度良く表示するためには、光学部品、特に対物レンズの改良も必須である。

SLM については速度的には MOSLM の装着が待たれるが、当面のソリューションとしてフレームレート 16 kfps 以上の性能を有する新規開発 DMD を TI 社から入手した。また、CMOS センサは独自に開発を進めてきたが、中間調の解像度を 6 bit と低減することで 512×512 ピクセルで 10 kfps を達成するデバイスが実現できる目処が付いた。この新規開発 CMOS センサは、現在、Critical Design Review (半導体プロセスに流す直前) まで完了している。さらに、図 75 に示すように、ディスクの面ブレを補正してダイナミックに 1:1 のピクセルマッチングを実現する Tilt Servo 方式を考案し、デバイスの試作まで完了している。対物レンズについては、シミュレーションを通じて改良後に良好な性能が引き出せることを確認した。

記録密度の実証に向けては、HVD にセレクタブルキャパシティーフォーマットを導入した。すなわち、図 76 に示すように、どのような任意のシフトピッチでも記録再生を行うことができるため、記録材料の性能向上に合わせて 4 TB/disc まで任意の記憶容

量に対応できる。

以上のように、これまで準備を整えてきた独自技術を融合させ、1 TB/disc, 1 Gbps を実証する基本技術基盤が確立した。

(2) 研究成果の今後期待される効果

現在、200 GB/disc の HVD ホログラムメモリが Ecma International で標準規格として認定されつつある。Ecma 標準化の後には ISO 世界標準規格が約束されている。HVD の規格は 200 GB/disc の後にバージョンアップが予定されており、1 TB/disc 超の規格策定には本プロジェクトで研究されてきた成果が大いに活用されることが期待される。日本発のコリニアホログラフィーが世界着としてグローバルスタンダードとなる意義は極めて大きい。

今年の光ディスク関連の国際会議では、ホログラフィックメモリ関連の発表件数が激増している。そのコントリビューションの半数以上がコリニアホログラフィー (一般的な名称として、コアキシャル方式) であった。このことから、コリニア方式を用いたホログラムメモリの研究成果が科学技術分野に大きな波及効果を示していることが伺える。

プロジェクト開始当初はゴーストや多くのノイズに悩まされたが、着実なステップで解決策を見出してきた。現在、コリニアホログラフィーを検討し始めた国内外の研究者は、まさに我々が初期のころに経験した現象に直面しており、これらの発生因子の細かな探求を行い学会等で発表している。本プロジェクトの発表内容をトレース実験したり、本プロジェクトで得られた記録再生実験結果に理論的な解釈を与えたり、より良い改善方法を検討したりしている。これらのことから、本プロジェクトで得られた成果が、国内外の研究開発の活性化の一翼を担っていることが分かる。

現代の情報量の爆発的な増大により、アーカイバルストレージの年間情報量はペタバイトのさらに 1,000 倍のエクサバイトのオーダーへと増加の一途を示している。このような中、本プロジェクトのテーマであるペタバイト情報メモリのニーズと市場は大きく、実用化に寄せられる期待度はきわめて高い。一方、アーカイブのマーケットでは、映画業界や地質調査、ヘルスケア

分野で大容量でランダムアクセスが可能なストレージを求めているため、本プロジェクトの成果を実用化して、これらの分野に、

世界で初めてのホログラフィックメモリの導入を果たしていくことを検討している。

4. 研究参加者 (網かけ部は研究協力者)

①ハードウェア グループ(空間光変調器, ホログラムメモリの研究)

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
井上 光輝	豊橋技科大電気・電子工学系	教授	研究統括	平成 13 年 12 月～平成 18 年 11 月
内田 裕久	同上	助教授	静的・動的記録材料評価装置の設計・作製	平成 15 年 4 月～平成 18 年 11 月
申 光鎬	同上	助教授	空間光変調器設計・作製	平成 18 年 1 月～平成 18 年 11 月
西村 一寛	同上	助手	空間光変調器設計	平成 14 年 4 月～平成 18 年 3 月
Lim Pang Boey	同上	CREST 研究員	ホログラムメモリ, メディア評価	平成 15 年 5 月～平成 18 年 2 月
Jaehyuk. Park	同上	博士研究員	空間光変調器作製, 評価	平成 13 年 12 月～平成 17 年 1 月
高木 宏幸	同上	博士学生 (社会人)	空間光変調器作製, 評価	平成 14 年 4 月～平成 18 年 11 月
中西 淳	同上	修士学生	記録材料開発, 評価	平成 14 年 4 月～平成 16 年 3 月
柏木 一仁	同上	修士学生	ホログラムメモリ, 材料評価	平成 15 年 4 月～平成 17 年 3 月
岡本 研祠	同上	修士学生	ホログラムメモリ, 材料評価	平成 15 年 4 月～平成 18 年 3 月
太田 美幸	同上	修士学生	ホログラムメモリ, 材料評価	平成 16 年 4 月～平成 18 年 3 月
古賀 悠修	同上	修士学生	コリアホログラムメモリ	平成 18 年 4 月～平成 18 年 11 月
大川 隆聖	同上	修士学生	リライタブル材料	平成 18 年 4 月～平成 18 年 11 月
梅澤 浩光	FDK 株式会社 技術開発本部 S プロジェクト	リーダー	磁気光学空間光変調器の開発	平成 15 年 4 月～平成 18 年 11 月
井村智和	同上	主任研究員	同上	平成 15 年 4 月～平成 18 年 11 月
堀辺 隆介	船井電機(株)開発技術本部	主任技師	HUM システム開発	平成 18 年 4 月～平成 18 年 11 月
平野 敦也	同上	技師	HUM システム開発	平成 18 年 4 月～平成 18 年 11 月
東 昭宏	同上	開発研究	HUM システム開発	平成 18 年 4 月～平成 18 年 11 月

近岡 篤彦	同上	開発研究	HUM システム開発	平成 18 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
西村 飛由	同上	開発研究	HUM システム開発	平成 18 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
西岡 謙	同上	開発研究	HUM システム開発	平成 18 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
竹本 誠二	同上	開発研究	HUM システム開発	平成 18 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
長島 賢治	同上	技師長	HUM システム開発	平成 18 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
山本 ゆみ子	豊橋技科大	チーム事務員		平成 13 年 12 月～ 平成 18 年 12 月
望月 千年成	同上	研究補助員		平成 13 年 12 月～ 平成 17 年 3 月

②ドライブ グループ(ホログラムメモリドライブの研究)

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
堀米 秀嘉	株オプトウエア	取締役 & CTO	研究統括	平成 13 年 12 月～ 平成 18 年 11 月
河村 亨	同上	研究員	シスコ・自動計測ソフト開発・設計	平成 17 年 7 月～ 平成 18 年 11 月
鈴木 賢治	同上	研究員	記録材料評価	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 5 月
吉野 智	同上	研究員	SLMデバイス要素技術開発・設計	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
鶴川 好隆	同上	研究員	マイコン・ソフトウェア開発・設計	平成 17 年 8 月～ 平成 18 年 3 月
五十嵐 雅樹	同上	研究員	ドライブシステムの開発・設計	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
水ノ江 克三	同上	研究員	ホログラム光学系の開発	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
北崎 信幸	同上	研究員	ホログラム記録再生評価	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 4 月
金子 和	同上	研究員	記録ディスク・構造開発、標準化	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 5 月
柿沼 実	同上	研究員	CMOSデバイス要素技術開発・設計	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
譚 小地	同上	研究員	実験光学系開発	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 8 月
松田 博幸	同上	研究員	電気回路・光サーボ回路開発	平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
松本 峰征	同上	研究員	アクチュエータデバイス・メカ設計	平成 14 年 4 月～ 平成 15 年 3 月 平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 4 月
木下 昌治	同上	管理部長	高密度記録・高感度化開発	平成 13 年 12 月～ 平成 15 年 3 月

				平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 7 月
李 駿	同上	研究員	ページデータフォーマット開発	平成 14 年 5 月～ 平成 15 年 3 月 平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
佐々田 剛治	同上	研究員	ソフト・メカ・ローディング開発・設計	平成 14 年 10 月～ 平成 15 年 3 月 平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 7 月
鳴海 博之	同上	研究員	RWCH・画像処理部開発・設計	平成 14 年 11 月～ 平成 15 年 3 月 平成 16 年 4 月～ 平成 18 年 11
酒井 郁子	同上	研究員	ファームウェア開発・設計	平成 16 年 4 月～ 平成 16 年 10 月
松本 公三	同上	研究員	ソフト・メカロ・システム開発	平成 14 年 1 月～ 平成 15 年 3 月 平成 16 年 4 月～ 平成 17 年 2 月
熊谷 健一郎	同上	管理部長	メカニクス設計	平成 13 年 12 月～ 平成 15 年 3 月
内山 稔夫	同上	研究員	光ディスクメディア評価方法の開発	平成 16 年 4 月～ 平成 16 年 6 月
秋好 和幸	同上	研究員	半導体レーザ駆動回路の開発	平成 16 年 4 月～ 平成 16 年 6 月
謝花 正司	同上	研究員	ドライブピックアップの開発・設計	平成 16 年 4 月～ 平成 16 年 6 月
五関 勉	同上	研究員	ファームウェア開発	平成 16 年 4 月～ 平成 16 年 6 月
加藤 寛	同上	研究員	光学シミュレーションおよび ECC 開発	平成 16 年 4 月～ 平成 16 年 8 月
余 峰	同上	研究員	SLM デバイスドライバの開発	平成 16 年 4 月～ 平成 16 年 11 月
山本 隆夫	同上	技術部長	信号処理技術開発	平成 13 年 12 月～ 平成 14 年 12 月
田中 穂積	同上	技術部長	サーボ技術開発	平成 13 年 12 月～ 平成 14 年 12 月
P. B. Lim	同上	研究員	静的メディア評価装置開発	平成 13 年 12 月～ 平成 15 年 3 月
石橋 宏一	同上	研究員	システム設計・作製	平成 14 年 4 月～ 平成 15 年 3 月
木村 一彦	同上	研究員	光学設計	平成 14 年 4 月～ 平成 15 年 3 月
東後 篤史	同上	研究員	メディア評価装置開発	平成 14 年 4 月～ 平成 15 年 3 月
坂根 康夫	同上	技術部長	ドライブシステム開発統括	平成 14 年 5 月～ 平成 15 年 3 月

井上 和彦	同上	研究員	システム設計	平成 14 年 7 月～ 平成 15 年 1 月
大西 芳紀	同上	研究員	光学設計	平成 14 年 10 月～ 平成 15 年 2 月
永野 靖忠	同上	研究員	システム設計	平成 14 年 10 月～ 平成 15 年 3 月
新井 敏貴	同上	研究員	システム設計	平成 14 年 12 月～ 平成 15 年 3 月

③メディア グループ(記録材料・メディアの研究)

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
勝浦 寛治	メモリーテック(株)	主席執行役員・技術総括	研究統括	平成 15 年 4 月～ 平成 17 年 6 月
田中 善嘉	同上	技術開発部長	フォトポリマ材料開発	平成 14 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
高谷 佳弘	同上	技術開発部・開発課長	メディア作製	平成 15 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
横内 鋼三郎	同上	技術開発部・主席主査	メディア製作・評価	平成 15 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
石川 洋司	同上	技術開発部・開発課員	メディア作製・評価・解析	平成 15 年 4 月～ 平成 17 年 6 月
林 有紀	同上	技術開発部・開発課員	メディア評価・解析	平成 17 年 6 月～ 平成 18 年 11 月
池田 順一	共栄社化学(株) 奈良研究所	研究部長	F 系フォトポリマ材料開発	平成 14 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
竹中 直巳	同上	研究部長代理	F 系フォトポリマ材料開発	平成 14 年 4 月～ 平成 17 年 3 月
真野 英里	同上	研究員	F 系フォトポリマ材料開発	平成 14 年 4 月～ 平成 17 年 3 月
森下 暢也	同上	研究員	F 系フォトポリマ材料開発	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
新井 亮	同上	研究員	F 系フォトポリマ材料開発	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 11 月
片平 知里	同上	研究員	F 系フォトポリマ材料開発	平成 17 年 4 月～ 平成 18 年 11 月

④信号処理 グループ(オプティクス評価, 信号処理の研究)

氏名	所属	役職	研究項目	参加時期
L. Hesselink	スタンフォード大学	教授	研究統括	平成 14 年 1 月～ 平成 16 年 3 月
W. Phillips	同上	シニア技術者	光学系評価	平成 14 年 1 月～ 平成 15 年 3 月
S. Orlov	同上	シニア研究者	エンコード・デコード・ECC 信号処理	平成 14 年 1 月～ 平成 16 年 3 月
Y. Takashima	同上	博士学生	光学系評価, エンコード・デコード・ECC 信号処理	平成 14 年 1 月～ 平成 16 年 3 月

5. 招聘した研究者等

なし

6 成果発表等

6. 1 原著論文発表（国内誌6編，国際誌96編）

- (1) Jaehyuk Park, Jaekyong Cho, Kazuhiro Nishimura, Mitsuteru Inoue, "Magneto-optics Spatial Light Modulator for Volumetric Digital Recording System", Jpn. J. Appl. Phys., vol.41, Part 1, No. 3B, pp.1813-1816 (2002).
- (2) 加藤英樹, 松下 毅, 井上光輝, "反射型磁性フォトニック結晶の特性", 日本応用磁気学会誌, vol.26, No.4, pp.340-344 (2002).
- (3) Jaehyuk Park, Jaekyong Cho, Kazuhiro Nishimura, Mitsuteru Inoue, "New Drive Line Shape for Reflective Magneto-optic Spatial Light Modulator", Jpn. J. Appl. Phys., vol.41, Part 1, No.4B, pp.2548-2551 (2002).
- (4) J. H. Park, D. H. Lee, JK Cho, K. Nishimura, M. Inoue, "Effects of groove depth and patterned permalloy film on magnetization switching of LPE-garnet pixels for use in magneto-optic spatial light modulators", J. Appl. Phys., vol.91, No.10, pp.7014-7016 (2002).
- (5) Hideki Kato, Mitsuteru Inoue, "Reflection-mode operation of one-dimensional magnetophotonic crystals for use in film-based magneto-optical isolator devices", J. Appl. Phys., vol.91, No.10, pp.7017-7019 (2002).
- (6) Kazuhiro Nishimura, Mitsuteru Inoue, Masanori Abe, "Wide Variety of Ferrite Fine Particles Synthesized from Aqueous Solution at Room Temperature", IEEE Trans. Magn., vol.38, No.5, pp.3222-3224 (2002).
- (7) J. H. Park, 西村一寛, J. K. Cho, 井上光輝, "磁気光学効果を用いた空間光変調器", 日本応用磁気学会誌, vol.26, No.5, pp.729-737, (2002)
- (8) H. Kato, T. Matsushita, A. Takayama, M. Egawa, K. Nishimura, and M. Inoue, "Properties of One Dimensional Magnetophotonic Crystals for Use in Optical Isolator Devices", IEEE Trans. Magn., vol.38, No.5, pp.3246-3248 (2002).
- (9) A. A. Fedyanin, T. Yoshida, K. Nishimura, G. Marowsky, M. Inoue, and O. A. Aktsipetrov, "Magnetization-Induced Second Harmonic Generation in Magnetophotonic Microcavities Based on Ferrite Garnets", JETP Letters, vol.76, No.8, pp.527-531 (2002).
- (10) Andrey A. Fedyanin, Takashi Yoshida, Kazuhiro Nishimura, Gerd Marowsky, Mitsuteru Inoue and Oleg A. Aktsipetrov, "Nonlinear magneto-optical Kerr effect in gyrotropic photonic band gap structures: magneto-photonic microcavities", J. Magn. Magn. Mat., vol.258-259, pp.96-98 (2003).
- (11) Jae-Hyuk Park, M. Inoue, Jae-Kyong Cho, K. Nishimura and H. Uchida, "An Optical Micro-Magnetic Device: Magnetic-Spatial Light Modulator", J. Magn., vol.8, No.1, pp.50-59(2003).
- (12) 井上光輝, L. Hesselink, "デジタル体積ホログラフィと光ディスクストレージ装置", 日本応用磁気学会誌, vol. 27, No. 5, pp. 635-646, (2003).
- (13) T. V. Dolgova, R. V. Kapra, K. Nishimura, A. A. Fedyanin, M. Inoue, and O. A. Aktsipetrov, "Microcavity-enhanced magnetization-induced second-harmonic generation in magnetophotonic crystals", 11th International Symposium NANOSTRUCTURES, Physics and Technology Proc., pp. 164-165, (2003).
- (14) H. Kato, T. Matsushita, A. Takayama, M. Egawa, K. Nishimura, M. Inoue, "Effect of optical

- losses on optical and magneto-optical properties of one-dimensional magnetophotonic crystals for use in optical isolator devices”, *Opt. Commun.*, vol.219, pp.271-276 (2003).
- (15) J. K. Park, J. K. Cho, K. Nishimura, H. Uchida and M. Inoue, “Flat - surface magneto - optic spatial light modulator by using thermal infrared ray annealing”, *Proc. SPIE*, vol. 5174, pp. 218-226, (2003).
- (16) Kazuhiro Nishimura, Tsuyoshi Kodama, Alexander Baryshev, Hironaga Uchida, and Mitsuteru Inoue, “Coating ferrite on LATEX spheres due to fabrication three-dimensional magneto-photonic crystal”, *Proc. SPIE*, vol. 5222, pp.126-133, (2003).
- (17) Hideki Kato, Takeshi Matsushita, Akio Takayama, and Motoji Egawa, Kazuhiro Nishimura, Mitsuteru Inoue, “Theoretical analysis of optical and magneto-optical properties of one-dimensional magnetophotonic crystals”, *J. Appl. Phys.*, vol.93, No.7, pp.3906-3911 (2003).
- (18) Jae-Hyuk PARK, Hiroyuki TAKAGI, Jae-Hak PARK, Jae-Kyeong CHO, Kazuhiro NISHIMURA, Hironaga UCHIDA and Mitsuteru INOUE, “Magneto-optic Spatial Light Modulator Array Fabricated by IR Annealing”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Part 1, vol.42, No.4B, pp.2332-2334 (2003).
- (19) Takashi Yoshida, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida, and Mitsuteru Inoue, “One-dimensional magnetophotonic crystals with granular magnetic films”, *J. Appl. Phys.*, vol.93, No.10, pp.6942-6944 (2003).
- (20) Jae-Hyuk Park, H. Takagi, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, Dong-Hoon Lee and Jae-Kyeong Cho, “Magnetic softening of switching field of magnetic garnet films by controlling groove depth”, *J. Appl. Phys.*, vol.93, No.10, pp.8522-8524 (2003).
- (21) Jae-Hyuk Park, H. Takagi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, Jae-Hak Park and Jae-Kyeong Cho, “Magneto-optic spatial light modulators driven by an electric field”, *J. Appl. Phys.*, vol.93, No.10, pp.8525-8527 (2003).
- (22) T. V. Murzina, R. V. Kapra, A. A. Rassudov, O. A. Aktsipetrov, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “Magnetization-Induced Third Harmonic Generation in Magnetophotonic Microcavities”, *JETP Letters*, vol.77, No.10, pp.537-540(2003).
- (23) JaeHyuk Park, JaeKyeong Cho, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, “Numerical Analysis of One - Dimensional Magnetophotonic Crystals with an Active Layer of a Highly Bi - Substituted Iron Garnet”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Part 1, vol. 42, No. 7A, pp. 4383 – 4386 (2003).
- (24) JaeHyuk Park, Iikwong Sung, Jaekyeong Cho, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “ Flat - Surface Pixel for magneto - Optic Spatial Light Modulator”, *IEEE Trans. Magn.*, vol.39, No.5, pp.3169-3171 (2003).
- (25) Hideyoshi Horimai, “Collinear Holography,” *Proc. 5th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics CLEO/PR vol. I*, pp.376-377 (2003).
- (26) A. P. Vinogradov, S. G. Erokhin, A. B. Granovskii, and M. Inoue, “Investigation of the Faraday Effect in Multilayer One-Dimensional Structures”, *J. Com. Tech. Elect.*, vol.49, No.1, pp.88 - 90(2004).
- (27) K. Nishimura, T. Kodama, A. Baryshev, H. Uchida, M. Inoue, “Synthesis of ferrite on SiO₂ spheres for three-dimensional magneto-photonic crystal”, *J. Appl. Phys.*, vol.95, No.11, pp.6633 - 6635(2004).
- (28) M. Inoue, J. H. Park, H. Takagi, H. Uchida, K. Nishimura, “Magneto-Optic Spatial Light Modulator”, *Proc. 2nd Symp. on Intelligent Human Sensing*, pp. 31-38, (2004).
- (29) E. Gan'shina, K. Aimuta, A. Granovsky, M. Kochneva, P. Sherbak, M. Vashuk, K. Nishimura, M. Inoue, “Optical and magneto-optical properties of magnetic nanocomposites FePt-SiO₂”, *J. Appl. Phys.*, vol.95, No.11, pp.6882 – 6884 (2004).
- (30) T. V. Dolgova, A. A. Fedyanin, O. Aktsipetrov, K. Nishimura, M. Inoue, “Nonlinear Magneto-optical Kerr effect in garnet magneto-photonic crystals”, *J. Appl. Phys.*, vol.95, No.11, pp.7330 – 7332 (2004).
- (31) A. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Three-dimensional

- magnetophotonic crystals based on artificial opals”, *J. Appl. Phys.*, vol.95, No.11, pp.7336 – 7338 (2004).
- (32) J. H. Park, J. K. Cho, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Growth of epitaxial garnet film by LPE for application to integrated magneto-optic light switch arrays”, *phys. Stat. Sol.(a)*, vol.201, No.8, pp.1976 – 1979 (2004).
- (33) T. Kodama, K. Nishimura, A. Baryshev, H. Uchida, M. Inoue, “Opal photonic crystals impregnated with magnetite”, *Phys. Stat. Sol.(b)*, vol.241, No.7, pp.1597 – 1600 (2004).
- (34) O. A. Aktsipetrov, T. V. Dolgova, A. A. Fedyanin, R. V. Kapra, T. V. Murzina, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “Nonlinear Magneto-optics in Magnetophotonic Crystals and Microcavities”, *Laser Phys.*, vol.14, No.5, pp.685 – 691 (2004).
- (35) Yoshifumi Ikezawa, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida, Mitsuteru Inoue, “Preparation of two - dimensional magnetophotonic crystals of bismuth substitute yttrium iron garnet materials”, *J. Magn. Magn. Mat.*, vol.272-276, pp.1690 – 1691 (2004).
- (36) J. H. Park, J. H. Kim, J. H. Cho, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “An optical micro-magnetic display”, *J. Magn. Magn. Mat.*, vol.272-276, pp.2260 – 2262 (2004).
- (37) H. Kato, T. Matsushita, A. Takayama, M. Egawa, K. Nishimura, M. Inoue, “Preparation of magnetophotonic crystals with ND - controlled EB -evaporation method and their large enhancement of Faraday effect”, *J. Magn. Magn. Mat.*, vol.272-276, pp.e1305-e1307 (2004).
- (38) H. Kato, T. Matsushita, A. Takayama, M. Egawa, K. Nishimura, M. Inoue, “Coexistence of large Faraday rotation and high transmittance in magnetophotonic crystals with multi - cavity structures”, *J. Magn. Magn. Mat.*, vol.272-276, pp.e1327 - e1329 (2004).
- (39) Kazuhiro Nishimura, Tsuyoshi Kodama, Kazuo Anno, Alexander Baryshev, Hironaga Uchida, Mitsuteru Inoue, “Synthesis of ferrite coating LATEX spheres for three-dimensional magnetophotonic crystal”, *J. Magn. Magn. Mat.*, vol.272-276, pp.e1353 - e1354 (2004).
- (40) A. P. Vinogradov, S. G. Erokhin, A. B. Granovskii, and M. Inoue, “The Polar Kerr Effect in Multilayer Systems (Magnetophotonic Crystals)”, *J. Com. Tech. Elect.*, vol.49, No.6, pp.682 – 685 (2004).
- (41) A. V. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “Magneto-Optical Properties of Three-Dimensional Magnetophotonic Crystals”, *IEEE Trans. Magn.*, vol.40, No.4, pp.2829-2831 (2004).
- (42) Andrey A. Fedyanin, Oleg A. Aktsipetrov, Daisuke Kobayashi, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida, and Mitsuteru Inoue, “Phase-Matched magnetization - Induced Second - Harmonic Generation in Yttrium - Iron - Garnet Magnetophotonic Crystals”, *IEEE Trans. Magn.*, vol.40, No.4, pp.2850-2852 (2004).
- (43) Jae-Hyuk Park, H. Takagi, Jae-Kyeong Cho, H. Uchida, and M. Inoue, “Magneto-optic Spatial Light Modulator with One - Step Pattern Growth on Ion- Milled Substrates by Liquid - Phase Epitaxy”, *IEEE Trans. Magn.*, vol.40, No.4, pp.3045-3047 (2004).
- (44) Jae-Hyuk Park, Jae-Kyoung Cho, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, “Selective-Area Micropatterning of Liquid-Phase Epitaxy-Grown Iron Garnet Films”, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 43, No. 7B, pp.4777-4780 (2004).
- (45) T. V. Murzina, R. V. Kapra, T. V. Dolgova, A. A. Fedyanin, and O. A. Aktsipetrov, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “Magnetization-induced second-harmonic generation in magnetophotonic crystals”, *Phys. Rev. B*, vol.70, No.1, pp.012407-1 -012407-4 (2004).
- (46) H. Takagi, J. H. Park, M. Mizoguchi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Lebedev, J. Akedo and M. Inoue, “PZT - Driven Micromagnetic Optical Devices”, *Mat. Res. Soc. Symp. Proc.*, vol.785, pp.D6.10.1-DD6.10.6 (2004).
- (47) Fedyanin, A. A., Aktsipetrov, O. A., Kobayashi, D., Nishimura, K., Uchida, H., Inoue, M., “Enhanced Faraday and nonlinear magneto-optical Kerr effects in magnetophotonic crystals”, *J. Magn. Magn. Mat.*, vol.282, pp.256-259 (2004).
- (48) H. Kato, T. Matsushita, M. Egawa, H. Uchida, K. Nishimura, M. Inoue, “Behavior of Large

- Faraday Rotation in Magnetophotonic Crystal with Single-Cavity Structures”, *Trans. Magn. Soc. Japan*, vol.4, No.4-2, pp.286-289 (2004).
- (49)A. V. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “Optical Properties of Three-Dimensional Magnetophotonic Crystals Based on Artificial Opals”, *Trans. Magn. Soc. Japan*, vol.4, No.4-2, pp.290-292(2004).
- (50)Hideyoshi Horimai and Jun Li, “A Novel Collinear Optical Setup for Holographic Data Storage System,” *Proc. SPIE*, vol.5380, pp.297-303 (2004).
- (51)Aktsipetrov, O. A, Murzina, T. V, Kim, E. M, Kapra, R V, Fedyanin, A. A, Inoue, M, Kravets, A. F., Kuznetsova, S. V., Ivanchenko, M. V., Lifshits, V. G., “Magnetization-induced second- and third-harmonic generation in magnetic thin films and nanoparticles”, *J Opt Soc Am B (JOSA B)*, vol.22, No.1, pp.138-147 (2005).
- (52)Aktsipetrov O. A., Dolgova T. V., Fedyanin A. A., Murzina T. V. , Inoue M., Nishimura K., Uchida H., “Magnetization-induced second- and third-harmonic generation in magnetophotonic crystals”, *J Opt Soc Am B (JOSA B)*, vol.22, No.1, pp.176-186 (2005).
- (53)A. Khanikaev, A. Baryshev, M. Inoue, A. Granovsky, A. Vinogradov, “Two-dimensional magnetophotonic crystal: Exactly solvable model”, *Phys. Rev. B*, vol.72, No.3, pp.035123.1-035123.9 (2005).
- (54)M. Inoue, H. Uchida, K. Nishimura, “Development of PXT-Driven Magneto-Optic Spatial Light Modulator”, *Proc. 3rd Symp. on Intelligent Human Sensing*, pp. 95-99, (2005).
- (55)A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, D. A. Kurdyukov, V. G. Golubev, and M. Inoue, “Nonlinear diffraction in enhanced second-harmonic generation from 3D opal-Si and Opal-GaN photonic crystals”, *Proc. SPIE, Int. Soc. Opt. Eng.*, 5840, No.Pt.1, pp.185-191 (2005).
- (56)Fedyanin A. A. ,Aktsipetrov O. A., Kurdyukov D. A., Golubev V. G., Inoue M., “Nonlinear diffraction and second-harmonic generation enhancement in silicon-opal photonic crystals”, *Appl.Phys.Lett.*, vol.87, No.15, pp.151111-151111-3 (2005).
- (57)H. Uchida, R.Fujikawa, T. Kodama, A. V. Baryshev, K. Nishimura, M. Inoue, “Fabrication of 3D-Magnetophotonic Crystal With Artificial Opal Template Prepared by Gravitational Sedimentation”, *IEEE Trans. Magn.*, vol.41, No.10, pp.3526-3528(2005).
- (58)A. M. Merzlikin, A. P. Vinogradov, M. Inoue, A. B. Granovsky, “Giant photonic Hall effect in magnetophotonic crystals”, *Phys. Rev. E*, vol.72, No.4, pp.046603 (2005).
- (59) 柏木一仁, 岡本研嗣, Pang Boey Lim, 井村智和, 井上光輝, “ホログラム情報記録における多重方式の評価と高密度化の検討”, *電気学会論文誌 C*, vol.125, No.12, pp.1790-1797 (2005).
- (60) 小玉剛史, Alexander Baryshev, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “自己組織化法を用いた3次元磁性フォトニック結晶の作製と特性”, *電気学会論文誌 C*, vol.125, No.12, pp.1906-1911 (2005).
- (61) Mitsuteru Inoue, “Magnetophotonic Crystals”, *MRS Proc.*, vol.834, pp.3-21 (2005).
- (62)A. A. Fedyanin, D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, and O. A. Aktsipetrov, “Observation of Enhanced Faraday effect in Garnet-Based Magnetophotonic Crystals”, *MRS Proc.*, vol.834, pp.53-56 (2005).
- (63)O. A. Aktsipetrov, T. V. Dolgova, A. A. Fedyanin, R. V. Kapra, T. V. Murzina, M. Inoue, T.Yoshida, D.Kobayashi, K. Nishimura, and H. Uchida, “Nonlinear Magneto-Optics in Garnet Magnetophotonic Crystals”, *MRS Proc.*, vol.834, pp.57-64 (2005).
- (64)A. B. Khanikaev, M. Inoue, A. B. Granovsky, and A. P. Vinogradov, “Solvable Model of Two-Dimensional Magnetophotonic Crystal”, *MRS Proc.*, vol.834, pp.97-102 (2005).
- (65)A.P.Vinogradov, A.M.Merzlikin, A.B.Granovsky, M.Inoue, and A.B. Khanikaev, “Superprism effect in magneto-photonic crystals”, *MRS Proc.*, vol.834, pp.103-108 (2005).
- (66)A. V. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “Three-Dimensional Magnetophotonic Crystals Based on Artificial Opals : Fabrication and Properties”, *MRS Proc.*, vol.834, pp.109-114 (2005).

- (67)S. G. Erokhin, Y. V. Boriskina, A. B. Granovsky, A. P. Vinogradov, (George) X. S. Zhao, and M. Inoue, "Magnetorefractive effect in magnetophotonic crystals", MRS Proc., vol.834, pp.115-120 (2005).
- (68)Xiaodi Tan, Hideyoshi Horimai, "Mass Duplicated and Secured Technology for Read-Only Holographic Versatile Disc," Proc. 17th Symposium on Phase Change Optical Information Storage, pp.64-69 (2005).
- (69)Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, "Holographic Versatile Disc System," Proc. SPIE Vol. 5939, pp.1-9 (2005).
- (70)Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, "Advanced Collinear Holography," Optical Review, Vol. 12, No. 2, pp.90-92 (2005).
- (71)Hideyoshi Horimai, Xiaodi Tan, and Jun Li, "Collinear Holography," Applied Optics, Vol. 44, No. 13, pp.2575-2579 (2005).
- (72)Hideyoshi Horimai, Xiaodi Tan, Jun Li, and Kenji Suzuki, "Wavelength Margin Analysis in Advanced Collinear Holography," Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 44, No. 5B, pp.3493-3494 (2005).
- (73)A.V. Baryshev, A. B. Khanikaev, H. Uchida, M. Inoue, M.F. Limonov, "Interaction of polarized light with three dimensional opal-based photonic crystals", Phys. Rev. B, vol.73, No.3, pp.033103-1-4 (2006).
- (74)M. Inoue, H. Uchida, K. Nishimura and P. B. Lim, "Magnetophotonic crystals - a novel magneto-optic material with artificial periodic structures", J. Mater. Chem., vol.16, No.7, pp.678-684 (2006).
- (75)Boriskina, J. V., Erokhin, S. G , Granovsky, A. B., Vinogradov, A. P., and Inoue, M., "Enhancement of the magnetorefractive effect in magnetophotonic crystals", Phys. Solid State, vol.48, No.4, pp.717-721 (2006).
- (76)M. Inoue, R. Fujikawa, A. Baryshev, A. Khanikaev, P. B. Lim, H. Uchida, O. Aktsipetrov, A. Fedyanin, T. Murzina and A. Granovsky, "Magnetophotonic crystals", J. Phys. D: Appl. Phys., vol.39, No.8, pp.R151-R161 (2006).
- (77)A.B.Khanikaev, M. Inoue, A. B. Glanovsky, "TM-TE hybridization and tunable refraction in magnetophotonic crystals", J. Magn. Magn. Mat., vol.300, No.1, pp.104-107 (2006).
- (78)Merzlikin, A. M., Vinogradov, A. P., Inoue, M., Khanikaev, A. B., Granovsky, A. B., "The Faraday effect in two-dimensional magneto-photonic crystals", J. Magn. Magn. Mat., vol.300, No.1, pp.108-111 (2006).
- (79)Zhdanov, A. G., Fedyanin, A. A., Aktsipetrov, O. A., Kobayashi, D., Uchida, H., Inoue, M., "Enhancement of Faraday rotation at photonic-band-gap edge in garnet-based magnetophotonic crystals", J. Magn. Magn. Mat., vol.300, No.1, pp.e253-e256 (2006).
- (80)Erokhin, S., Boriskina, Yu., Vinogradov, A., Inoue, M., Kobayashi, D., Fedyanin, A., Gan'shina, E., Kochneva, M., Granovsky, A., "Transverse Kerr effect in one-dimensional magnetophotonic crystals: Experiment and theory", J. Magn. Magn. Mat., vol.300, No.1, pp.e257-e259 (2006).
- (81)A. V. Baryshev, R. Fujikawa, A. B. Khanikaev, H. Uchida, M. Inoue, "Evidence of a collapse of the TM photonic stop bands in high-contrast photonic crystals", Proc. of 14th Intl. Symp. NANOSTRUCTURES: Physics and Technology, pp.287-288, (2006).
- (82)A. Khanikaev, M. Inoue, A. B. Granovsky, "Magneto-optical properties of three- dimensional photonic crystals", Photonics Europe (An SPIE Europe Event), Proc. of SPIE, vol. 6182, pp. 61820M1-7, (2006).
- (83)A. Baryshev, R. Fujikawa, A. Khanikaev, A. Granovsky, K-H Shin, P. B. Lim, M. Inoue, "Mesoporous Photonic Crystals for Sensor Applications", SPIE Optics East 2006, Proc. SPIE, Oct-69, (2006).
- (84)R. Fujikawa, K. Tanizaki, A. V. Baryshev, P. B. Lim, Kwang-Ho Shin, H. Uchida, M. Inoue, "Magnetic Field Sensors Using Magnetophotonic Crystals", SPIE Optics East 2006, Proc. SPIE, vol. 6369, pp. 63690G-1-8, (2006).
- (85)M. Inoue, H. Uchida, K. Nishimura, "Magnetophotonic Crystals-a novel magneto-optic

- material with artificial periodic structures”, Proc. 4th Symp. Intelligent Human Sensing, pp. 89-98, (2006).
- (86) M. V. Rybin, A. V. Baryshev, M. Inoue, A. A. Kaplyanskii, V. A. Kosobukin, M. F. Limonov, A. K. Samusev, A. V. Sel'kin, “Complex interaction of polarized light with three-dimensional opal-based photonic crystals: Diffraction and transmission studies”, *Photonics and Nanostructures*, vol.4, No.3, pp.146-154 (2006).
- (87) R. Fujikawa, A. Baryshev, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Optical study on opaline thin films grown by vertical deposition”, *J Porous Mater*, vol.13, No.3, pp.287-290 (2006).
- (88) H. Uchida, K. Tanizaki, A. B. Khanikaev, A. A. Fedyanin, P. B. Lim, and M. Inoue, “Magneto-Optical Effect of One-Dimensional Magnetophotonic Crystal Utilizing the Second Photonic Band Gap”, *J. Magn.*, vol.11, No.3, pp.139-142(2006).
- (89) A. Tsuzuki, H. Uchida, H. Takagi, P. B. Lim, and M. Inoue, “Formation and Properties of Multiple-Tone Spatial Light Modulator using Garnet Film with In-Plane Magnetization”, *J. Magn.*, vol.11, No.3, pp.143-146 (2006).
- (90) R. Fujikawa, A. V. Baryshev, A. B. Khanikaev, H. Uchida, P. B. Lim, and M. Inoue, “Fabrication and Optical Properties of Three-Dimensional Magnetophotonic Heterostructure”, *IEEE Trans. Magn.*, vol.42, No.10, pp.3075-3077 (2006).
- (91) M. Inoue, H. Uchida, P. B. Lim, A. V. Baryshev, A. V. Khanikaev, “Magnetophotonic crystals: now and future”, *Advances in Science and Technology*, vol.45, pp.2588-2597 (2006).
- (92) A. Merzlikin, M. Inoue, A. Vinogradov, A. Dorofeenko, A. Granovsky, A. Lisyansky, “Tamm State at One-dimensional Photonic Crystals”, *J. Magn. Soc. Jpn. (JMSJ)*, vol.30, No.6-2, pp.616-619 (2006).
- (93) O. Aktsipetrov, M. Inoue, and V. Golubev, “Nonlinear Magneto-Optics in Magnetophotonic Crystals”, *J. Magn. Soc. Jpn. (JMSJ)*, vol.30, No.6-2, pp.646-651 (2006).
- (94) A. Tsuzuki, H. Takagi, P. B. Lim, H. Uchida, K. H. Shin, and M. Inoue, “Trial of Fabrication of Multiple-Tone Magneto-Optical Spatial Light Modulator for Analog Data Processing”, *J. Magn. Soc. Jpn. (JMSJ)*, vol.30, No.6-2, pp.571-573 (2006).
- (95) H. Takagi, A. Tsuzuki, K. Iwasaki, Y. Suzuki, T. Imura, H. Umezawa, and M. Inoue, “Multiferroic Magneto-Optic Spatial Light Modulator with Sputtered PZT Film”, *J. Magn. Soc. Jpn. (JMSJ)*, vol.30, No.6-2, pp.581-583 (2006).
- (96) K. Takahashi, H. Takagi, A. Tsuzuki, H. Uchida, P. B. Lim, K. H. Shin, and M. Inoue, “Magneto-optic Spatial Light Modulators with One Dimensional Magnetophotonic Crystals”, *J. Magn. Soc. Jpn. (JMSJ)*, vol.30, No.6-2, pp.652-654 (2006).
- (97) Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, “Collinear Technology for Holographic Versatile Disk,” *Applied Optics*, Vol. 45, No. 5, pp.910-914 (2006).
- (98) Tsutomu Shimura, Shotaro Ichimura, Ryushi Fujimura, and Kazuo Kuroda, Xiaodi Tan and Hideyoshi Horimai, “Analysis of a Collinear Holographic Storage System: Introduction of Pixel Spread Function,” *Optics letter*, Vol. 31, No. 9, pp.1208-1210 (2006).
- (99) Xiaodi Tan and Hideyoshi Horimai, “Collinear holographic information storage technologies and system” *ACTA OPTICA SINICA*, Vol. 26, No. 6, pp.827-830 (2006).
- (100) 堀米 秀嘉, 譚 小地, “コリニア方式ホログラフィーの原理と応用展開,” *日本画像学会誌*, Vol. 45, No. 3, (通算 161 号), pp.270-276, (2006).
- (101) Hideyoshi Horimai, Xiaodi Tan and Yoshio Aoki, “High Density Recording Storage System by Collinear™ Holography,” *Proc. SPIE* Vol. 6187, pp.1-7 (2006).
- (102) Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, “Read-only holographic versatile disc system using a laser diode,” *Proc. SPIE* Vol. 6252, pp.199-203 (2006).

6. 2 その他の著作物

- (1) 井上光輝, “磁性フォトニック結晶とその応用”, 未来材料, vol.2, No.10, pp.14-18, (2002).
- (2) 井上光輝, O. Aktsipetrov, A. Granovsky, “磁気のパラメトリック現象と応用—磁気と光—”, 日本応用磁気学会誌, vol.27, No.8, pp.884-892, (2003).
- (3) 井上光輝, “高周波マイクロ磁気デバイスの進展-5 光マイクロ磁気デバイス”, 電気学会誌, vol. 123, No. 11, pp. 730-732, (2003)
- (4) 堀米 秀嘉, “同軸読書き型ディスクホログラフィックメモリー”, O plus E, **25** (4), pp.391-395, (2003)
- (5) 井上光輝, “エレクトロニクス材料・技術シリーズ次世代光記録技術と材料”, シーエムシー出版, pp. 256-267, (2004).
- (6) 井上光輝, “磁気光学効果を用いた空間光変調器の開発”, マテリアルインテグレーション, vol.18, No.5, pp. 21-25, (2005).
- (7) 堀米 秀嘉, 譚 小地, 北崎 信幸, 金子 和, 李 駿, “離陸間近のホログラフィック媒体 2006年に200Gバイトを実現”, 『日経エレクトロニクス, Guest Paper, 2005年1月17日号, pp.105-114, (2005)
- (8) 井上光輝, “磁気光学効果を用いた空間光変調器の開発とホログラム光体積記録への応用”, MATERIAL STAGE”, 技術情報協会, vol. 5, No.2, pp.81-87, (2005).
- (9) 井上光輝, “結晶性微粒子ボンディング制御による電子セラミックス厚膜の形成と応用”, ナノパーティクルテクノロジーハンドブック, 日刊工業新聞社, pp.424-427, (2006).
- (10) 井上光輝, 高木宏幸, 林 攀梅, 岩崎勝博, 井村智和, 梅澤浩光, “電子セラミックス膜を用いた高速空間光変調器とその応用”, マテリアルインテグレーション, 株式会社ティー・アイ・シー, vol.19, No.6, pp.12-20, (2006).
- (11) 井上光輝, “フォトニック結晶と磁気”, まぐね, vol.1, No.6, pp.251-258, (2006).
- (12) 堀米 秀嘉, “コリア方式ホログラフィック光ディスクメモリー: HVD™”, 『ホログラフィックメモリーのシステムと材料』, 第二章, pp.32-47, CMC 出版, (2006).
- (13) 譚 小地, “コリア方式HVD-ROM大量複製技術”, 『ホログラフィックメモリーのシステムと材料』(仮), 第二章, pp.48-57, CMC 出版, (2006).
- (14) 井上光輝, “ホログラムデータストレージ”, 電子情報通信学会誌, vol.89, No.11, (2006).
- (15) 井上光輝, “ホログラムメモリー”, 「ホログラムの作製と感光材料開発・その応用事例」, 情報機構, (2006).
- (16) 堀米 秀嘉, 譚 小地, “3.3.5 ホログラフィック ROM 複製技術”, 光技術動向調査報告書, 2005FY-003-1, 第三章 光メモリー・情報処理, pp.175-177, 財団法人光産業技術振興協会, (2006).
- (17) 井上光輝, “磁気光学式空間光変調器”, 「ホログラムの作製と感光材料開発・その応用事例」, 情報機構, (2006).

6. 3 学会発表 (国際会議発表及び主要な国内学会発表)

(1) 招待講演 (国内会議17件, 国際会議35件)

- (1) M. Inoue, “Magnetophotonic Crystals”, MISM2002, Russia, (2002).
- (2) M. Inoue, “Magnetophotonic Crystals”, 10th “International Conference on Modern Materials and Technologies”, Italy, (2002).
- (3) M. Inoue, “Magnetophotonic crystals - functional magneto-optic media with nano-scaled structures”, Symposium and Summer School on: Nano and Giga Challenges in Microelectronics Research and Opportunities in Russia, Russia, (2002).
- (4) M. Inoue, “An optical micro-magnetic device: magnetic-spatial light modulator”, Magn. Soc. Korea, Korea, (2002).
- (5) M. Inoue, “Magnetophotonic crystals and their application in spatial light modulators”, International Workshop, Recent Trends on Nanomagnetism, Turkey, (2003).
- (6) M. Inoue, “Linear and non linear magneto - optics of nanoscaled magnetic materials _ trends, future aspects and applications”, Oxford-Kobe Seminar, 6th Material Science

- Seminaor, Oxford Univ. Kobe Institute, (2003).
- (7) T. Yoshida, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, T. V. Dolgova, R. V. Kapra, T. V. Murzina, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, "Nonlinear spectroscopy of magnetization-induced second-harmonic generation in magneto-photonic crystals and microcavities", 日本応用磁気学会第 127 研究会, 第 47 回光スピニクス専門委員会, 第 16 回磁性人工構造膜の物性と機能専門研究会, 東京, (2003).
 - (8) 井上光輝, J. K. Cho "磁気光学空間光変調器", 日本応用磁気学会第 127 研究会, 第 47 回光スピニクス専門委員会, 第 16 回磁性人工構造膜の物性と機能専門研究会, 東京, (2003).
 - (9) M. Inoue, A. Granovsky, O. Aktsipetrov, H. Uchida and K. Nishimura, "Recent activities on magnetophotonic crystals", International Baikal Scientific Conference "Magnetic Materials", Russia, (2003).
 - (10) M. Inoue, A. Granovsky, O. Aktsipetrov, "Linear and Nonlinear Magnet - optics of Magnetophotonic Crystals", The 8th IUMRS International Conference on Advanced Materials (IUMRS - ICAM 2003), Yokohama, Japan (2003).
 - (11) 井上光輝, 内田裕久, 西村一寛, Aktsipetrov O, Granovsky A, Fedyanin A, "磁性フォトリック結晶の形成と線形・非線形磁気光学特性", (社) 粉体粉末冶金協会平成 15 年度秋季大会, 大阪, (2003).
 - (12) Hideyoshi Horimai, "Novel Optical Disc Storage with Polarized Collinear Holography," in Technical Digest of Optical Data Storage 2003, pp.106-108, Vancouver, BC Canada, (2003).
 - (13) M. Inoue, "Optical and magneto-optical properties of magnetophotonic crystals", Intern. Symp. Magn. Mater. Appl. (SOOMA), Korea (2003).
 - (14) 井上光輝, 内田裕久, 西村一寛, Alexander Granovsky, Oleg Aktsipetrov, "磁性フォトリック結晶の現状と課題", 第 51 回応用物理学関係連合講演会「飛躍する磁性体デバイスの作製プロセスの現状と課題」シンポジウム, 東京, (2004).
 - (15) Hideyoshi Horimai, "Advanced Collinear Holography," in Technical Digest of 2004 ICO International Conference of Optics & Photonics in Technology Frontier, pp.251-252, Makuhari messe, Chiba, Japan, (2004).
 - (16) M. Inoue, J. H. Park, H. Takagi, H. Uchida, K. Nishimura, "Magneto-Optic Spatial Light Modulators for Use in Holographic Data Storage and Three-Dimensional Display", MORIS2004 Magneto Optical Recording International Symposium, Yokohama, (2004).
 - (17) M. Inoue, "Magnetophotonic Crystal", 2004 MRS Fall Meeting, USA, (2004).
 - (18) M. Inoue, "Magneto-Optic Spatial Light Modulators", 2nd International Workshop on Prospects on Magnetic Oxide Thin Films and Heterostructures, France, (2005).
 - (19) M. Inoue, "Magnetophotonic crystals", ICONO/LAT2005, Russia, (2005).
 - (20) M. Inoue, "Fabrication and properties of 3-dimensional magnetophotonic crystals", ICNM 2005, Turkey, (2005).
 - (21) M. Inoue, "Magnetophotonic Crystals", ICMAT2005(3rd), IUMRS-ICAM2005 (9th), Singapore, (2005).
 - (22) M. Inoue, "Magneto-optic Spatial Light Modulator for Optocal Volumetric Recording with Holography", ISAMT/SOMMA 2005, Taiwan, (2005).
 - (23) M. Inoue, "Magneto-optic spatial light modulators for holographic data storage ", Data Storage Institute Topical Meeting, Singapore, (2005).
 - (24) 井上光輝, 溝口真彦, 山口貴志, LIM P. B., 高木宏幸, 明渡純, "結晶性微粒子ボンディング制御による電子セラミック厚膜の形成と応用", 粉体工学会 2005 年度秋期研究発表会特別講演, 大阪, (2005).
 - (25) 井上光輝, "コリニア方式を中心としたホログラム体積記録技術の開発と今後の展望", 技術情報協会セミナー「サブテラバイト級を目指した高密度光記録技術の開発」, 東京, (2005).
 - (26) 堀米秀嘉, 譚 小地, 金子 和, "次世代超大容量光ディスクシステムに求められる青色半導体レーザー," Electronic Journal 第 110 回 Technical Symposium, Tokyo, (2005).
 - (27) M. Inoue, P. B. Lim, H. Takagi, H. Horimai, and H. Umezawa, "Magneto-optic spatial light modulators for high-density holographic data storage", The 2nd Asian Forum on Magnetism, Korea, (2005).
 - (28) 井上光輝, "磁性フォトリック結晶の形成・機能と光電子応用", 大阪市立工業試験所講演会「次世代ニーズに向けた光機能性材料の最新動向」, (2005).

- (29) 田中善喜, “ホログラム記録材料 (フォトポリマ) とメディア開発”, 大阪市立工業試験所講演会「次世代ニーズに向けた光機能性材料の最新動向」, (2005).
- (30) 井上光輝, “磁性フォトリック結晶の形成・物性と応用”, 第 36 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, 浜松, (2005).
- (31) Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, “Holographic data storage/today and future,” in Advance Programme of European Conference on Lasers and Electro-Optics and European Quantum Electronics Conference - CLEO®/Europe-EQEC 2005, CC1-1-TUE, 58, Munich, Germany, (2005).
- (32) 譚 小地, 堀米 秀嘉, “ホログラフィックメモリー/HVD を支える計測・ナノ制御技術,” 光による極限長さ測定 : ナノからサブナノへの光センシング技術, 応用物理学会・光波センシング技術研究会, pp.75-82, 東京理科大学, (2005).
- (33) Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, “Holographic Versatile Disc System,” in Technical Digest of SPIE Symposium on Optics & Photonics 2005, Organic Holographic Materials and Applications III, 5939-01, 571, San Diego, California, USA, (2005).
- (34) Xiaodi Tan, Hideyoshi Horimai and Yoshio Aoki, “Holographic versatile disc (HVD),” in Technical Digest of Holo-pack・Holo-print, Shenzhen, China, (2005).
- (35) Xiaodi Tan, Hideyoshi Horimai, “Holographic versatile disc system and secured HVD-ROM,” in Technical Digest of TBOC workshop 2005, Hangzhou, China, (2005).
- (36) Xiaodi Tan, “Collinear Technology for Holographic Versatile Disc (HVD),” in Technical Digest of 10th CISD International Consortium Meeting, Jeju Island, Korea, (2006).
- (37) Hideyoshi Horimai, Xiaodi Tan and Yoshio Aoki, “High Density Recording Storage System by Collinear™ Holography,” in Technical Digest of SPIE Symposium on Photonics Europe 2006, Photon Management II, 6187-1, 36 Strasbourg, France, (2006).
- (38) Xiaodi Tan, Yoshio Aoki and Hideyoshi Horimai, “Holographic Versatile Disc (HVD™) System,” in Technical Digest of Optical Data Storage Topical Meeting 2006, 6-8, Montreal, Canada, (2006).
- (39) M. Inoue, R. Fujikawa, A. Baryshev, A. Khanikaev, P. B. Lim, H. Uchida, O. Aktsipetrov, A. Fedyanin, T. Murzina, A. Granovsky, “Magnetophotonic crystals”, INTERMAG 2006, USA, (2006).
- (40) M. Inoue, P. B. Lim, H. Takagi, T. Imura, K. Iwasaki, T. Yamanaka, H. Umezawa, H. Horimai, “Magneto-optic Spatial Light Modulators”, MORIS2006 Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (41) M. Inoue, H. Uchida, P. B. Lim, A. Baryshev, A. Khanikaev, “Magnetophotonic crystals: now and future”, CIMTEC, 11th International Conferences on Modern Materials and Technologies, Italy, (2006).
- (42) Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, “Collinear Holography for HVD System,” in Technical Digest of SPIE Symposium on Photonics North 2006, New optical materials/optical memories, OM-05-3, 144, Québec City Canada, (2006).
- (43) 井上光輝, “ブルー光ディスクのつぎは? ~CD に映画が 200 本入る? ~”, 電子情報通信学会 東海支部講演会, (2006).
- (44) M. Inoue, P. B. Lim, H. Umezawa, T. Imura, H. Horimai, “Magneto-optic spatial light modulators for collinear holography”, SPIE OPTICS & Photonics, USA, (2006).
- (45) 井上光輝, “微結晶粒子のドライプロセスによる電子セラミックス厚膜の形成と応用”, 第 40 回粉体工学に関する講演討論会, 東京, (2006).
- (46) 井上光輝, “ホログラムメモリ : CD 1 枚に映画を 200 本記録する夢の光記録技術”, 一科学技術振興機構 2006 第 2 回基礎研究報告会—「光技術の最先端を探る~最新の研究成果と未来の暮らし~」, 大阪, (2006).
- (47) Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, “Holographic Information Storage System: Today and Future,” in Technical Digest of Asia-Pacific Data Storage Conference (APDSC-06), Hsinchu, Taiwan, (2006).
- (48) 井上光輝, Lim Pang Boey, 井村智和, 岩崎勝博, 山中 哲, 梅澤浩光, 堀米秀嘉, “磁気光学効果を用いた空間光変調器の開発とコリニア・ホログラフィへの応用”, 電子情報通信学会 (磁気記録研究会) 電子情報通信学会・電気学会・映像情報メディア学会・テラバイト光メモリ研究推進機構 (共催), (2006).
- (49) 井上光輝, “磁気光学空間光変調器を用いた超高速記録ホログラムメモリ,” 第 2 回光材料・

応用技術研究会, 光産業技術振興協会, 東京 (2006).

- (50) M. Inoue, "Magneto-optic spatial light modulators and their applications to collinear holography," Intern. Workshop on Nanostructured Materials and Magnetism, Taiwan (2006).
- (51) M. Inoue, "Magneto-optic spatial light modulators and hologram memories," Intern. Workshop on Plasmonics, Singapore, (2006).
- (52) 井上光輝, "コリニアホログラムメモリ," (社)近畿化学協会専門部会合同講演会, 東京 (2006).

(2) 口頭発表 (国際会議162件)

- (1) Hideyoshi Horimai, Pang Boey Lim, Lambertos Hesselink, and Mitsuteru Inoue, "Volumetric Optical Disk Storage with Collinear Polarized Holography," Intern. Symp. Optical Memory & Optical Data Storage – ISOM/ODS'02, TuP26, pp.43-44, Hawaii, U.S.A., (2002).
- (2) Kazuhiro Nishimura, Masanori Abe, Mitsuteru Inoue, "WIDE VARIETY OF FERRITE FINE PARTICLES SYNTHESIZED FROM AQUEOUS SOLUTION AT ROOM TEMPERATURE", INTERMAG 2002, Holland, (2002).
- (3) T. V. Dolgova, M. G. Martemyanov, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, K. Nishimura, M. Inoue, "MAGNETIZATION-INDUCED SECOND-HARMONIC GENERATION IN MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS", MISM2002, Russia,(2002).
- (4) T. Yoshida, K. Nishimura, and M. Inoue, "One-Dimensional Magnetophotonic Crystals with Granular Magnetic Films", The 47th Annual Conference on Magnetism and Magnetic materials, USA, (2002).
- (5) Y. Ikezawa, K. Nishimura and M. Inoue, "Preparation of two-dimensional magnetophotonic crystals", The 47th Annual Conference on Magnetism and Magnetic materials, USA, (2002).
- (6) O. Aktsipetrov, A. Fedyanin, T. Yoshida, K. Nishimura and M. Inoue, "Nonlinear magneto-optical Kerr effect (NOMOKE) in one-dimensional magnetophotonic microcavities", The 47th Annual Conference on Magnetism and Magnetic materials, USA, (2002).
- (7) H. Takagi, J. Park, K. Nishimura and M. Inoue, "Magnetic softening of switching field of magnetic garnet films by controlling groove depth", The 47th Annual Conference on Magnetism and Magnetic materials, USA, (2002).
- (8) J. Park, H. Takagi, K. Nishimura and M. Inoue, "Novel magneto-optic spatial light modulators driven by an electric field", The 47th Annual Conference on Magnetism and Magnetic materials, USA, (2002).
- (9) Jae-Hyuk Park, Hiroyuki Takagi, Jae-Kyong Cho, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida, Mitsuteru Inoue, "Flat-Surface Magneto-Optic Spatial Light Modulators", INTERMAG 2003, USA, (2003).
- (10) T. V. Dolgova, R. V. Kapra, K. Nishimura, T. V. Murzina, A. A. Fedyanin, M. Inoue and O. A. Aktsipetrov, "Microcavity-enhanced magnetization-induced second-harmonic generation in magneto-photonic crystals", 11th International Symposium NANOSTRUCTURES: Physics and Technology, Russia, (2003).
- (11) JaeHyuk Park, Hiroyuki Takagi, JaeKyeong Cho, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, "AN OPTICAL MICRO - MAGNETIC DISPLAY", International Conference on Magnetism 2003, Italy, (2003).
- (12) H. Kato, T. Matsushita, A. Takayama, M. Egawa, K. Nishimura, and M. Inoue, "PREPARATION OF MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS WITH ND-CONTROLLED EB-EVAPORATION METHOD AND THEIR LARGE ENHANCEMENT OF FARADAY EFFECT", International Conference on Magnetism 2003, Italy, (2003).
- (13) H. Kato, T. Matsushita, A. Takayama, M. Egawa, K. Nishimura, and M. Inoue, "COEXISTENCE OF LARGE FARADAY ROTATION AND TRANSMITTANCE IN MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS WITH MULTI-CAVITY STRUCTURES", International Conference on Magnetism 2003, Italy, (2003).
- (14) K. Nishimura, T. Kodama, K. Annno, H. Uchida, and M. Inoue, "SYNTHESIS OF FERRITE COATING LATEX SPHERES FOR THREE-DIMENSIONAL MAGNETOPHOTONIC CRYSTAL", International Conference on Magnetism 2003, Italy, (2003).
- (15) Y. Ikezawa, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, "PREPARATION OF TWO-DIMENSIONAL MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS OF BISMUTH SUBSTITUTED YTTRIUM IRON GARNET MATERIALS", International Conference on Magnetism 2003, Italy, (2003).

- (16) J. Park, J. Cho, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Optical micro-magnetic display: magneto-optic spatial light modulator", SPIE's 48th Annual Meeting 2003, USA, (2003).
- (17) K. Nishimura, T. Kodama, T. Anno, H. Uchida, M. Inoue, "Coating ferrite on LATEX spheres due to fabrication of three-dimensional magneto-photonic crystal", SPIE's 48th Annual Meeting 2003, USA, (2003).
- (18) J. H. Park, J. K. Cho, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, "Magneto-optic Spatial Light Modulator with One-Step Pattern Growth on Ion-Milled Substrates by Liquid-Phase Epitaxy", 2003 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2003), Japan, (2003).
- (19) Alexander Baryshev, Takeshi Kodama, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida, Mitsuteru Inoue, "From fabrication of magnetic particles towards preparation of 3d magnetophotonic crystals", International Baikal Scientific Conference "Magnetic Materials", Russia, (2003).
- (20) K. Nishimura, T. Kodama, A. Baryshev, H. Uchida and M. Inoue, "Synthesis of Ferrite Coated Spheres for Three - Dimensional MagnetoPhotonic Crystals", The 8th IUMRS International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM 2003), Japan, (2003).
- (21) J. H. Park, J. H. Cho, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Spatial Light Modulator with Magneto - Optic Effect for Volumetric Digital Recording System", ISOM'03:International Symposium on Optical Memory 2003, Japan, (2003).
- (22) D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, A. Fedyanin and O. Aktsipetrov, "Enhanced Optical and Nonlinear - Optical Effects in Yttrium - Iron - Garnet Magneto - Photonic Crystals", International Symposium on Advanced Magnetic Technologies (ISAMT'03), Taiwan, (2003).
- (23) Hiroyuki Takagi, Masahiko Mizoguchi, Jaehyuk Park, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, "PZT-Driven Micromagnetic Optical Devices", 2003 MRS Fall Meeting, USA, (2003).
- (24) Jaehyuk Park, Jae-Kyong Cho, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, "One-Step Pattern Formation by LPE on Ion-milled Substrate for Magneto-Optic Spatial Light Modulators", 2003 MRS Fall Meeting, USA, (2003).
- (25) J. H. Park, H. Takagi, K. Nishimura, H. Uchida, J. K. Cho, and M. Inoue, "Integrated magneto-optic light switch arrays by using bismuth substituted iron-garnet", 2003 SOMMA KMS meeting (International Symposium On Magnetic materials and Applications), Korea, (2003).
- (26) H. Takagi, J. H. Kim, M. Mizoguchi, J. H. Park, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, "Fabrication of PZT films for use in voltage-driven magneto-optic spatial light modulators", 2003 SOMMA KMS meeting (International Symposium On Magnetic materials and Applications), Korea, (2003).
- (27) D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, and M. Inoue, "Fabrication of all-garnet magneto-photonic crystals for optical and nonlinear-optical applications", 2003 SOMMA KMS meeting (International Symposium On Magnetic materials and Applications), Korea, (2003).
- (28) A. A. Fedyanin, D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, O. A. Aktsipetrov, and M. Inoue, "Nonlinear Magneto-optical effects in all-garnet magneto-photonic crystals" 2003 SOMMA KMS meeting (International Symposium On Magnetic materials and Applications), Korea, (2003).
- (29) T. Kodama, K. Nishimura, A. Baryshev, H. Uchida, and M. Inoue, "Coating of ferrite on SiO₂ spheres for three-dimensional magnetophotonic crystals" 2003 SOMMA KMS meeting (International Symposium On Magnetic materials and Applications), Korea, (2003).
- (30) A. Baryshev, K. Nishimura, T. Kodama, H. Uchida, and M. Inoue, "Optical and magneto-optical properties of three-dimensional magnetophotonic crystals", 2003 SOMMA KMS meeting (International Symposium On Magnetic materials and Applications), Korea, (2003).
- (31) Y. Ikezawa, K. Nishimura, A. Fedyanin, H. Uchida, and M. Inoue, "Preparation and properties of two-dimensional magnetophotonic crystals" 2003 SOMMA KMS meeting (International Symposium On Magnetic materials and Applications), Korea, (2003).
- (32) K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Low temperature aqueous syntheses of ferrite and their applications", 3rd Korea-Japan workshop on high functional materials and their application, KIST, Korea, (2003).
- (33) J. H. Park, J. K. Cho, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Selective-area MOSLM", 3rd

- Korea-Japan workshop on high functional materials and their application, KIST, Korea, (2003).
- (34) A. A. Fedyanin, D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, O. Aktsipetrov and M. Inoue, "Application of garnet magneto-photonic crystals for giant phase-matched magnetization-induced second-harmonic generation", THE 9TH JOINT MMM/ INTERMAG CONFERENCE, USA, (2004).
 - (35) K Nishimura, T. Kodama, A. Baryshev, H. Uchida and M. Inoue, "Synthesis of Ferrite coating SiO₂ spheres for three-dimensional magneto-photonic crystal", THE 9TH JOINT MMM/ INTERMAG CONFERENCE, USA, (2004).
 - (36) A. Baryshev, T. Kodama, K.Nishimura and M. Inoue, "Magneto-optical properties of three-dimensional magnetophotonic crystals", THE 9TH JOINT MMM/ INTERMAG CONFERENCE, USA, (2004).
 - (37) H. Takagi, M. Mizoguchi, J. Park, K. Nishimura, H. Uchida and M. Inoue, "Magneto-optic spatical light modulator with PZT film fabricated by aerosol deposition method", THE 9TH JOINT MMM/ INTERMAG CONFERENCE, USA, (2004).
 - (38) T. V. Dolgova, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, K. Nishimura and M. Inoue, "Nonlinear Magneto-optical Kerr effect spectroscopy of garnet magneto-photonic microcavities", THE 9TH JOINT MMM/ INTERMAG CONFERENCE, USA, (2004).
 - (39) A. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida and M. Inoue, "Three-dimensional magnetophotonic crystals based on artifiical opals", THE 9TH JOINT MMM/ INTERMAG CONFERENCE, USA, (2004).
 - (40) J. Park, J. Cho, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Magneto-optic spatial light modulator with one - step pattern formation", Photonics West, Optoelectronics 2001, USA, (2004).
 - (41) M. Inoue, J. H. Park, H. Takagi, H. Uchida, K. Nishimura, "Magneto-Optic Spatial Light Modulator", 2nd Symp. Intelligent Human Sensing, Japan, (2004).
 - (42) H. Takagi, J. H. Park, M. Mizoguchi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Lebedev, J. Akedo, M. Inoue, "Fabrication of Voltage-Driven Magneto Optical Spatial Light Modulator", MORIS2004, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2004).
 - (43) H. Kato, T. Matsushita, A. Takayama, M. Egawa, K. Nishimura, M. Inoue, "Behavior of Large Faraday Rotation in Magnetophotonic Crystals with Single-Cavity Structures", MORIS2004 Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2004).
 - (44) A. V. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Optical Properties of Three-Dimensional Magnetophotonic Crystals Based on Artifiical Opals", MORIS2004 Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2004).
 - (45) D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, M. Inoue, "Enhancement of Magneto-Optical Effects in Novel Garnet-Based Magnetophotonic Crystals", MORIS2004 Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2004).
 - (46) T. Kodama, K. Nishimura, A. V. Baryshev, H. Uchida, and M. Inoue, "Coating of Magnetite on SiO₂ Spheres for Three- Dimensional Magnetophotonic Crystal", MORIS2004 Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2004).
 - (47) Y. Ikezawa, A Tsuzuki, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Fabrication of Two-Dimensional Magnetophotonic Crystals", MORIS2004 Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2004).
 - (48) A. Nakanishi, P. B. Lim, K. Kashiwagi, K. Okamoto, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Study of Material for Hologram Volumetric Recording", MORIS2004 Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2004).
 - (49) A. V. Baryshev, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Experimental study of polarization-dependent transmissivity of opal photonic crystals", 12th Intern. Symp. NANOSTRUCTURES: Physics and Technology, Russia, (2004).
 - (50) J. Park, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Properties of two-dimensional switching array of magneto-optic spatial light modulator by using selective-area LPE", SPIE's 49th Annual Conference, USA, (2004).
 - (51) A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Enhanced optical and nonlinear-optical effects in yttrium-iron-garnet magnetophotonic crystals", SPIE's 49th Annual Conference, USA, (2004).
 - (52) A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, D. A. Kurdyukov, V. G. Golubev, H. Uchida, M. Inoue, "Enhancement of second-harmonic generation in 3D opal-Si and opal-GaN photonic

- crystals”, SPIE’s 49th Annual Conference, USA, (2004).
- (53) R. V. Kapra, T. V. Murzina, O. A. Aktsipetrov, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Magnetization induced third-harmonic generation in magnetic photonic crystals”, SPIE’s 49th Annual Conference, USA, (2004).
 - (54) A. B. Khanikaev, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “THE FDTD ANALYSIS OF OPTICAL AND MAGNETO-OPTICAL PROPERTIES OF MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS”, Eastmag 2004 (Euro-Asian Symposium "Trends in Magnetism"), Russia, (2004).
 - (55) O. A. Aktsipetrov, A. A. Fedyanin, T. V. Murzina, H. Uchida, and M. Inoue, “NONLINEAR MAGNETO-OPTICS IN MAGNETIC NANOSTRUCTURES AND MAGNETO- PHOTONIC CRYSTALS”, Eastmag 2004(Euro-Asian Symposium "Trends in Magnetism"), Russia, (2004).
 - (56) A. V. Baryshev, K. Nishimura, T. Kodama, H. Uchida, and M. Inoue, “THREE-DIMENSIONAL MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS BASED ON ARTIFICIAL OPALS: FABRICATION AND INVESTIGATION”, Eastmag 2004 (Euro-Asian Symposium", Trends in Magnetism"), Russia, (2004).
 - (57) S. G. Erokhin, A. P. Vinogradov, A. M. Merzlikin, A. B. Granovsky, H. Uchida and M. Inoue, “INFLUENCE OF ELECTRIC FIELD DISTRIBUTION NEAR A LOSSY DEFECT ON MAGNETOOPTICS IN ONE-DIMENSIONAL MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS”, Eastmag, 2004 (Euro-Asian Symposium "Trends in Magnetism"), Russia, (2004).
 - (58) A. P. Vinogradov, S. G. Erokhin, A. M. Merzlikin, A. B. Granovsky , A. B. Khanikaev and M. Inoue, “EIGENMODES IN 2D MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS”, Eastmag 2004 (Euro-Asian Symposium, "Trends in Magnetism"), Russia, (2004).
 - (59) J. H. Park, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “MICRO-PATTERNING BY SIMULTANEOUS SPUTTER GROWTH OF EPITAXIAL AND NONCRYSTALLINE IRON GARNET FILMS”, Eastmag 2004 (Euro-Asian Symposium, "Trends in Magnetism"), Russia, (2004).
 - (60) J. Park, A. Tsuzuki, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Selective-Area Sputter Epitaxy on SiO₂ masked GGG”, The 49th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, USA, (2004).
 - (61) A. Khanikaev, M. Inoue, A. B. Granovsky and A. P. Vinogradov, “Tunability of Magneto-photonic Crystals”, The 49th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, USA, (2004).
 - (62) O. A. Aktsipetrov, T. V. Murzina, T. V. Dolgova, A. A. Fedyanin, K. Nishimura, H. Uchida and M. Inoue, “Magnetization-induced second- and third-harmonic generation in garnet magnetophotonic crystals”, The 49th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, USA, (2004).
 - (63) A. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida and M. Inoue, “Study on magneto- optical properties of three-dimensional photonic crystals: angle-resolved Faraday rotation and transmissivity.”, The 49th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, USA, (2004).
 - (64) Andrey A. Fedyanin, Oleg A. Aktsipetrov, Daisuke Kobayashi, Kazuhiro Nishimura, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, “Observation of Enhanced Faraday Effect in Garnet-Based Magnetophotonic Crystals”, 2004 MRS Fall Meeting, USA, (2004).
 - (65) Oleg A. Aktsipetrov, Tatyana V. Murzina, Tatyana V. Dolgova, Andrey A. Fedyanin, Mitsuteru Inoue, Kazuhiro Nishimura and Hironaga Uchida, “Nonlinear magneto-optics in garnet magnetophotonic crystals”, 2004 MRS Fall Meeting, USA, (2004).
 - (66) Alexander Khanikaev, Mitsuteru Inoue, Alexander Granovsky and Alexey Vinogradov, “Solvable Model of Two-Dimensional Magnetophotonic Crystal”, 2004 MRS Fall Meeting, USA, (2004).
 - (67) Alexey Petrovich Vinogradov, Alexander Mikhailovich Merzlikin, Alexander Borisovich Granovsky, Mitsuteru Inoue and Alexander Khanikaev, “Superprism effect in magneto-photonic crystals”, 2004 MRS Fall Meeting, USA, (2004).
 - (68) Baryshev Alexander, Kazuhiro Nishimura, Tsuyoshi Kodama, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, “Three-Dimensional Magnetophotonic Crystals Based on Synthetic Opals: Fabrication and Properties”, 2004 MRS Fall Meeting, USA, (2004).
 - (69) Sergey Gennad'evich Erokhin, Yulia Viktorovna Boriskina, Alexander Borisovich Granovsky, Alexei Petrovich Vinogradov and Mitsuteru Inoue, “Magnetorefractive Effect in

- Magnetophotonic Crystals”, 2004 MRS Fall Meeting, UAS, (2004).
- (70) Tatyana V. Murzina, Jane M. Kim, Oleg A. Aktsipetrov, Viktor G. Lifshits and Mitsuteru Inoue, “Giant Third-Order Nonlinear Magneto-Optical Kerr Effect in Thin Magnetic Films”, 2004 MRS Fall Meeting, USA, (2004).
 - (71) Hideyoshi Horimai and Jun Li, “A Novel Collinear Optical Setup for Holographic Data Storage System,” Optical Data Storage Topical Meeting 2004, pp.258-260, Monterey, California, U.S.A., (2004).
 - (72) Hideyoshi Horimai, Xiaodi Tan, Jun Li, and Kenji Suzuki, “Wavelength Margin Analysis in an Advanced Collinear Holography,” Intern. Symp. Optical Memory, pp.42-43, Jeju Island, Korea, (2004).
 - (73) M.Inoue, H.Uchida, K.Nishimura, “Development of PXT-Driven Magneto-Optic Spatial Light Modulator”, 3rd Symp. Intelligent Human Sensing, Japan, (2005).
 - (74) A. V. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “The Faraday Effect in Three-Dimensional Opal Photonic Crystals”, INTERMAG 2005, Japan, (2005).
 - (75) Katsuhiko Iwasaki, Tetsu Yamanaka, Kazuma Takahashi, Hiromitsu Umezawa, Mitsuteru Inoue, “MAGNETO-OPTIC SPATIAL LIGHT MODULATOR MADE BY SELECTIVE AREA GROWTH ON GARNET MASK REDUCED IN HYDROGEN ATMOSPHERE”, INTERMAG2005, Japan, (2005).
 - (76) M. Mizoguchi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, J. Akedo, “Fabrication of Bi:TIG Thin Films with Aerosol Deposition Method and Their Properties”, INTERMAG 2005, Japan, (2005).
 - (77) Alexander Khanikaev, Mitsuteru Inoue, Alexander Granovsky, “SPECTRA OF THE TWO-DIMENSIONAL MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS”, INTERMAG 2005, Japan, (2005).
 - (78) H. Takagi, J. H. Park, M. Mizoguchi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Fabrication of Voltage-Driven Magneto-Optic Spatial Light Modulator”, INTERMAG 2005, Japan, (2005).
 - (79) D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, M. Inoue, “Nonlinear Optical Properties of Garnet Based One-Dimensional Magnetophotonic Crystals”, INTERMAG 2005, Japan, (2005).
 - (80) J. H. Park, R. Fujikawa, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Fabrication of Two Dimensional Magnetophotonic Crystal by Selective-Area Sputter Epitaxy”, INTERMAG 2005, Japan, (2005).
 - (81) T. Kodama, H. Uchida, A. V. Baryshev, K. Nishimura, M. Inoue, “Fabrication of Three-Dimensional Magneto-Photonic Crystal Using 450 nm SiO₂ Spheres”, INTERMAG 2005, Japan, (2005).
 - (82) A. V. Baryshev, T.Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “The faraday effect in three-dimensional opal photonic crystals”, ICONO/LAT 2005, Russia, (2005).
 - (83) A. V. Baryshev, M. Inoue, A. A. Kaplyanskii, V. A. Kosobukin, M. F. Limonov, M. V. Rybin, A. K. Samusev, A. V. Sel'kin and H. Uchida, “Optical polarization-resolved studies of photonic bandgap structure in synthetic opals”, 13th International Symposium NANOSTRUCTURES: Physics and Technology, Russia, (2005).
 - (84) A. V. Baryshev, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Light propagation in the conjugate opal photonic crystal”, 13th International Symposium NANOSTRUCTURES: Physics and Technology, Russia, (2005).
 - (85) M. Inoue, “MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS: RECENT DEVELOPMENTS”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (86) A. Z. Zhdanov, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, D. Kobayashi, H. Uchida, M. Inoue, “ENHANCEMENT OF FARADAY ROTATION AT PHOTONIC-BAND-GAP EDGE IN GARNET-BASED MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS”, MISM 2005, Russia, (2005).
 - (87) S. Erokhin, Yu. Boriskina, A. Vinogradov, M. Inoue, D. Kobayashi, A. Fedyanin, E. Gan'shina, M. Kochneva, A. Granovsky, “TRANSVERSE kerr effect in one-dimensional magnetophotonic crystals : experiment and theory”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (88) O. A. Aktsipetrov, T. V. Dolgova, A. A. Fedyanin, R. V. Kapra, T. V. Murzina, M. Inoue, T. Yoshida, D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, V. G. Golubev, D. A. Kurdyukov, “Nonlinear magneto-optics in one-dimensional and three-dimensional magneto- photonic crystals”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (89) Ju. V. Boriskina, S. G. Erokhin, A. B. Granovsky, M. Inoue, “On the origin of enhancement of

- magnetorefractive effect in multilayers”, MISM2005, Russia, (2005).
- (90) M. Mizoguchi, K.Nishimura, J.Akedo, M. Inoue, “Magnetic and magneto-optical properties of Bi:YIG thin films prepared by aerosol deposition method”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (91) R. Fujikawa, T.Kodama, A.V.Baryshev, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Fabrication of solid state based three-dimensional magneto-photonic crystal”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (92) K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “SYNTHESIS OF SPINEL FERRITE FINE PARTICLES FROM AQUEOUS SOLUTION AT ROOM TEMPERATURE AND THEIR APPLICATIONS”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (93) A. A. Fedyanin, M. G. Martemyanov, O. A. Aktsipetrov, D. Kobayashi, H. Uchida, M. Inoue, “PHASE-MATCHED MAGNETIZATION - INDUCED SECOND - HARMONIC GENERATION IN YTTRIUM - IRON - GARNET MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (94) A. P. Vinogradov, A. M. Merzlikin, A. B. Granovsky, and M. Inoue, “SUPERPISM EFFECT IN MAGNETO-PHOTONIC CRYSTALS”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (95) A. V. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “THREE-DIMENSIONAL OPAL PHOTONIC CRYSTALS TRANSMISSIVITY AND THE FARADAY EFFECT”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (96) A. M. Merzlikin, A. P. Vinogradov, M. Inoue, A. B. Granovsky, “ON THE PROBLEM OF POLARIZATION OF THE BLOCH WAVE IN 2D MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (97) A. B. Khanikaev, M. Inoue, A. B. Granovsky, “PHOTONIC BAND STRUCTURE AND MAGNETO-OPTICS OF MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS”, MISM2005, Russia, (2005).
 - (98) R. Fujikawa, K. Nishimura, A. Baryshev, H. Uchida and M. Inoue, “Preparation of 3D magnetophotonic crystals and their fundamental properties”, ICMAT2005, Singapore, (2005).
 - (99) M. Mizoguchi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, J. Akedo, “Magnetic and magneto-optical properties of YIG films prepared by aerosol deposition method”, ICMAT2005, Singapore, (2005).
 - (100) A. B. Granovsky, Yu. Boriskina, A. P. Vinogradov, A. M. Merzlikin, M. Inoue, “ENHANCED MAGNETO-OPTICS IN MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS: MAGNETOREFRACTIVE EFFECT AND MAGNETIC SUPERPRISM”, ISAMT/SOMMA2005, Taiwan, (2005).
 - (101) M. Inoue, “Magneto-optic spatial light modulators for collinear holography”, 2nd Japan-Taiwan Workshop on Advanced Magnetic Materials, Japan, (2005).
 - (102) Masahiko MIZOGUCHI, Kazuhiro NISHIMURA, Hironaga UCHIDA, Mitsuteru INOUE, and Jun AKEDO, “Aero-sol Formation of Magnet-Optics Films”, 2nd Japan-Taiwan Workshop on Advanced Magnetic Materials, Japan, (2005).
 - (103) R. Fujikawa, A. V. Baryshev, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “Fabrication of 3D-Magnetophotonic Crystals Composed with Opal and Bi:YIG”, 2nd Japan-Taiwan Workshop on Advanced Magnetic Materials, Japan, (2005).
 - (104) H. Takagi, J. H. Park, A. Tsuzuki, M. Mizoguchi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Fabrication of Voltage-Driven Magneto-Optic Spatial Light Modulator”, 2nd Japan-Taiwan Workshop on Advanced Magnetic Materials, Japan, (2005).
 - (105) A. Khanikaev, M. Inoue, H. Uchida, and A. Granovsky, “Magneto-Optical Properties of Three-Dimensional Magnetophotonic crystals”, The 50th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, USA, (2005).
 - (106) A. Baryshev, R. Fujikawa, K. Nishimura, H. Uchida, and M. Inoue, “Three-dimensional photonic crystals: Faraday rotation and transmissivity”, The 50th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, USA, (2005).
 - (107) R. Fujikawa, T. Okubo, A. Baryshev, H. Uchida, P. B. Lim, M. Inoue, “The Relativity of Photonic Band Gap to the Direction of Incident light on Three Dimensional Photonic Crystals”, IEEJ Magnetism Meeting, Korea, (2005).
 - (108) K. Tanizaki, A. Khanikaev, A. Fedyanin, P. B. Lim, H. Uchida, M. Inoue, “Magneto-optical effect of 1D-magnetophotonic crystal utilizing second photonic band gap”, IEEJ Magnetism Meeting, Korea, (2005).
 - (109) K. Yayoi, M. Jinno, R. Fujikawa, M. Inoue, “Study of Periodical Structure Porous Alumina for Fabrication of 2-Dimensional Magnetophotonic Crystals”, IEEJ Magnetism Meeting, Korea, (2005).

- (110) A. Tuzuki, H. Takagi, P. B. Lim, M. Inoue, "Formation and Characteristic of Spatial Light Modulator Using In-Plane Magnetization Garnet Film", IEEJ Magnetism Meeting, Korea, (2005).
- (111) H. Takagi, A. Tsuzuki, P. B. Lim, M. Inoue, "Finite Element Analysis for Determining Optimum Design Conditions of Voltage-Driven Magneto-Optic Spatial Light Modulators by 3*3 pixels", IEEJ Magnetism Meeting, Korea, (2005).
- (112) M. Mizoguchi, T. Yamaguchi, H. Uchida, P. B. Lim, M. Inoue, "Grain size dependence of magnetic ceramics films properties with aerosol deposition method", IEEJ Magnetism Meeting, Korea, (2005).
- (113) K. Okamoto, M. Oota, P. B. Lim, T. Imura, H. Umezawa, M. Inoue, "Rewritable hologram volumetric recording by using magnetic garnet thin films", IEEJ Magnetism Meeting, Korea, (2005).
- (114) P. B. Lim, M. Oota, T. Imura, H. Umezawa, M. Inoue, "Optical Volumetric Recording with Transmission Collinear Holography", IEEJ Magnetism Meeting, Korea, (2005).
- (115) A. V. Baryshev, M. F. Limonov, A. V. Selkin, R. Fujikawa, H. Uchida, M. Inoue, "Faraday effect and Bragg diffraction induced transmittance anisotropy in 3D opal photonic crystals", IEEJ Magnetism Meeting, Korea, (2005).
- (116) Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, "Read-only holographic versatile disc system using laser diode," Intern. Conf. Holography, Optical Recording and Processing of Information, 89, Varna, Bulgaria, (2005).
- (117) Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, "Duplication Technology for Secured Read-Only Holographic Versatile Disc," Intern. Symp. Optical Memory & Optical Data Storage – ISOM/ODS'05, MB7, Honolulu, Hawaii, USA, (2005).
- (118) Hideyoshi Horimai and Yoshio Aoki, "Holographic Versatile Disc (HVD)," Intern. Symp. Optical Memory & Optical Data Storage – ISOM/ODS'05, ThE6, Honolulu, Hawaii, USA, (2005).
- (119) Yawara Kaneko, Nobuyuki Kitazaki, Jun Li, Xiaodi Tan, Hiroyuki Narumi, Masaharu Kinoshita, Kenji Suzuki, Hideyoshi Horimai Shin Satoh, and Hiroshi Sasaki, "High Density Recording of Collinear Holographic Data Storage," Intern. Symp. Optical Memory & Optical Data Storage – ISOM/ODS'05, MP22, Honolulu, Hawaii, USA, (2005).
- (120) Hirotaka Matsumoto and Hideyoshi Horimai, "Direct Observation of Collinear Holographic Image," Intern. Symp. Optical Memory & Optical Data Storage – ISOM/ODS'05, MP12, Honolulu, Hawaii, USA, (2005).
- (121) Tsutomu Shimura, Shotaro Ichimura, Ryushi Fujimura, and Kazuo Kuroda, Xiaodi Tan and Hideyoshi Horimai, "Calculation of the Pixel Spread Function with a Simple Numerical Model for the Collinear Holographic Storage System," Intern. Symp. Optical Memory & Optical Data Storage – ISOM/ODS'05, PD, Honolulu, Hawaii, USA, (2005).
- (122) Hideyoshi Horimai and Xiaodi Tan, "Holographic versatile disc system and tolerance," 20th Congress of the International Commission for Optics, 0408-207, 190, Changchun, China, (2005).
- (123) M. Inoue, H. Uchida, K. Nishimura, "Magnetophotonic Crystals: a novel magneto-optic material with artificial periodic structures", 4th Symp. Intelligent Human Sensing, Japan, (2006).
- (124) A. Khanikaev, M. Inoue, A. B. Granovsky, "Magneto-optical properties of three-dimensional photonic crystals", Photonics Europe (An SPIE Europe Event), France, (2006).
- (125) R. Fujikawa, A. Baryshev, A. Khanikaev, H. Uchida, P. B. Lim, M. Inoue, "Analysis of Opal Template for Three Dimensional Magnetophotonic Crystals", INTERMAG 2006, USA, (2006).
- (126) H. Takagi, K. Takahashi, A. Tsuzuki, P. B. Lim, H. Uchida, M. Inoue, "Preparation and Fundamental Properties of Magneto-Optic Analog Spatial Light Modulator with One Dimensional MagnetoPhotonic Crystals", INTERMAG 2006, USA, (2006).
- (127) O. Aktsipetrov, M. Inoue, V. G. Golubev, T. V. Murzina, A. A. Fedyanin, H. Uchida, D. A. Kurdyukov, "Nonlinear Magneto-optics in Garnet Magnetophotonic Crystals", MORIS2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (128) R. Fujikawa, A. V. Baryshev, A. B. Khanikaev, H. Uchida, P. B. Lim, M. Inoue, "Fabrication of magnetophotonic Crystals with Infiltrated Magnetic garnet Material into opal Film", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).

- (129) A. M. Merzlikin, A. V. Dorofeenko, S. G. Erokhin, M. Inoue, A. A. Lisyansky, A. P. Vinogradov, A. B. Granovsky, "Enhancement of Magneto-optic Response by Surface State(Tamm) Resonance in 1D Magneto Photonic Crystal", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (130) A. Khanikaev, A. Baryshev, R. Fujikawa, P. B. Lim, M. Inoue, A. B. Granovsky, "Faraday Effect in Three-Dimensional Magnetophotonic Crystals", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (131) A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, K. Tanizaki, P. B. Lim, H. Uchida, M. Inoue, "Intensity Effects in Longitudinal NOMOKE in Magnetophotonic Crystals", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (132) K. Tanizaki, A. B. Khanikaev, A. A. Fedyanin, P. B. Lim, K. H. Shin, H. Uchida, M. Inoue, "One-Dimensional Magnetophotonic Crystal Having Higher Order Photonic Band Gap", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (133) M. Mizoguchi, K. H. Shin, P. B. Lim, M. Inoue, "Magnetic Garnet Thick Films Deposited with Aerosol Deposition Method for Optical Isolator", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (134) T. Okawa, K. Koga, K. Okamoto, P. B. Lim, M. Inoue, "Holographic Recording with Magnetic Garnet Films", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (135) H. Takagi, A. Tsuzuki, K. Iwasaki, Y. Suzuki, T. Imura, H. Umezawa, M. Inoue, "Multiferroic magneto-Optic Spatial Light Modulators with PZT Sputtered Films", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (136) A. Tsuzuki, H. Uchida, H. Takagi, P. B. Lim, M. Inoue, "Fabrication and Characteristics of Analog Magneto-Optic Spatial Light Modulators", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (137) K. Takahashi, H. Takagi, A. Tsuzuki, P. B. Lim, M. Inoue, "Magneto-optic Spatial Light Modulators with One Dimensional Magnetophotonic Crystals", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (138) N. Morishita, R. Arai, C. Katahira, J. Ikeda, Y. Takatani, Y. Tanaka, P. B. Lim, M. Inoue, "Shrinkage Control of nano-Gel Structured Photo Polymer for Holographic Recording System", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (139) H. Koga, T. Imura, K. Iwasaki, T. Yamanaka, P. B. Lim, H. Umezawa, M. Inoue, "Transmission-Type Collinear Holography with Magneto-Optic Spatial Light Modulators", MORIS 2006, Magneto Optical Recording International Symposium, Japan, (2006).
- (140) A. Vinogradov, A. Dorofeenko, A. Merzlikin, M. Inoue, A. Granovsky, A. Lisyansky, "Influence of defect and Tamm states on magneto-optical properties of 1D magneto-photonic crystals", ETOPIIM7, Australia, (2006).
- (141) A. Vinogradov, A. Merzlikin, A. Dorofeenko, M. Inoue, A. Khanikaev, A. Granovsky, A. Lisyansky, "Magneto-optical properties of 2D photonic crystals", ETOPIIM7, Australia, (2006).
- (142) M. Inoue, A. Baryshev, A. Khanikaev, R. Fujikawa, P. B. Lim, O. Aktsipetrov, A. Granovsky, "Magnetic Material-based Photonic Crystals: Magnetophotonic Crystals", ETOPIIM7, Australia, (2006).
- (143) A. Khanikaev, A. Baryshev, M. Inoue, A. B. Granovsky, "Reversal of the Faraday effect in Left-Handed Media", ETOPIIM7, Australia, (2006).
- (144) T. Imura, H. Koga, P. Lim, H. Umezawa, H. Horimai, M. Inoue, "Collinear holography with magneto-optic spatial light modulator", SPIE OPTICS & Photonics, USA, (2006).
- (145) K. Iwasaki, H. Kawai, Y. Suzuki, H. Umezawa, M. Inoue, "Fabrication and Properties of Spatial Light Modulator with Magneto-Optical Faraday effect", SPIE OPTICS & Photonics, USA, (2006).
- (146) X. Tan, H. Horimai, P. B. Lim, M. Inoue, "Phase-Locked Collinear TM Holography", SPIE OPTICS & Photonics, USA, (2006).
- (147) Masahiko Mizoguchi, Hironaga Uchida, Lim Pang Boey, Shin kwang-Ho, Jun Akedo, Mitsuteru Inoue, "Deposition angle dependence of defect reduction of magnetic garnet films formed with aerosol deposition method", ICM2006, Japan, (2006).
- (148) A. Baryshev, R. Fujikawa, A. Khanikaev, A. Granovsky, K-H Shin, P. B. Lim, M. Inoue, "Mesoporous Photonic Crystals for Sensor Applications", SPIE Optics East 2006, USA,

- (2006).
- (149) R. Fujikawa, K. Tanizaki, A. V. Baryshev, P. B. Lim, Kwang-Ho Shin, H. Uchida, M. Inoue, "Magnetic Field Sensors Using Magnetophotonic Crystals", SPIE Optics East 2006, USA, (2006).
- (150) K. H. Shin, K. Takahashi, H. Takagi, K. H. Chung, H. Uchida, P. B. Lim, M. Inoue, "Faraday rotation and transmittance of one dimensional magneto-photon crystal with Bi:YIG defect layer and its application to magneto-optical spatial light modulator", The 2nd Asia-Oceania Ceramic Federation Conference (AOCF), Korea, (2006).
- (151) K. H. Chung, K. Takahashi, H. Takagi, K. H. Shin, H. Uchida, P. B. Lim, and M. Inoue, "Magnetic and magneto-optic properties of Bi:YIG film for Magneto-optic Spatial Light Modulator", The 2nd Asia-Oceania Ceramic Federation Conference(AOCF), Korea, (2006).
- (152) K. Mizunoe, T. Sasada, M. Matsumoto, H. Matsuda, N. Kitazaki, M. Igarashi, Y. Sakai, J. Li, S. Yoshino, M. Kakinuma, H. Narumi, A. Kawamura, X. Tan and H. Horimai, "Novel Optical System in HVD™ Drive," Optical Data Storage Topical Meeting 2006, 46-48, Montreal, Canada, (2006).
- (153) N. Kitazaki, M. Igarashi, H. Matsuda, M. Kinoshita, Y. Kaneko, Y. Sakai, J. Li, T. Sasada, M. Matsumoto, S. Yoshino, M. Kakinuma, H. Narumi, A. Kawamura, K. Suzuki, Y. Tsurukawa, K. Mizunoe, X. Tan and H. Horimai, "Demonstration of On-the-fly Recording on HVD™," Optical Data Storage Topical Meeting 2006, 49-51, Montreal, Canada, (2006).
- (154) M. Matsumoto, H. Matsuda, T. Sasada, Y. Sakai, Y. Kaneko, M. Kinoshita, K. Suzuki, Y. Tsurukawa, X. Tan and H. Horimai, "HVD™ Servo Actuator," Optical Data Storage Topical Meeting 2006, 52-54, Montreal, Canada, (2006).
- (155) Tsutomu Shimura, Shotaro Ichimura, Ryushi Fujimura, and Kazuo Kuroda, Xiaodi Tan and Hideyoshi Horimai, "Shift Selectivity of the Collinear Holographic Storage System," Optical Data Storage Topical Meeting 2006, 153-155, Montreal, Canada, (2006).
- (156) R. Fujikawa, T. Okubo, Y. Masuda, A. Baryshev, A. Khanikaev, A. Fedyanin, M. Inoue, "PLASMON-ASSISTED MAGNETOPHOTONIC CRYSTALS AND NANOSTRUCTURES", IWNMM2006, Taiwan, (2006).
- (157) A. Khanikaev, A. Fedyanin, A. Baryshev, A. Granovsky, M. Inoue, "MAGNETOPLASMONICS OF ARTIFICIAL METALLIC NANOSTRUCTURES", IWNMM (2006), Taiwan, (2006).
- (158) T. Okubo, R. Fujikawa, Y. Masuda, A. A. Fedyanin, A. B. Khanikev, A. V. Baryshev, K. H. Shin, H. Uchida, M. Inoue, "CHANGE OF SURFACE PLASMON RESONANCE BY SIZE AND DISPERSION STATES OF METALLIC PARTICLES", IWNMM2006, Taiwan, (2006).
- (159) M. Jinno, K. Yayoi, R. Fujikawa, A. Baryshev, A. Khanikaev, K. H. Shin, H. Uchida, M. Inoue, "EVALUATION OF WELL-ARRANGED PORUS ALUMINA TEMPLATE FABRICATED BY USING NI STAMPER FOR TWO DIMENSIONAL MAGNETOPHOTONIC CRYSTAL", IWNMM2006, Taiwan, (2006).
- (160) K. Takahashi, H. Takagi, K. H. Chung, K. H. Shin, H. Umezawa, H. Uchida, P. B. Lim, M. Inoue, "OPTIMIZATION OF ONE DIMENSIONAL MAGNETOPHOTONIC CRYSTAL STRUCTURE FOR DEVELOPMENT OF MAGNETO-OPTIC SPATIAL LIGHT MODULATOR", IWNMM2006, Taiwan, (2006).
- (161) Hideyoshi Horimai, Xiaodi Tan, Nobuyuki Kitazaki, Takeharu Sasada, Yawara Kaneko, Masaharu Kinoshita, Hiroyuki Matsuda, Katsumi Mizunoe, Masaki Igarashi, Jun Li, Hiroyuki Narumi, Mineyuki Matsumoto, Satoshi Yoshino, Minoru Kakinuma, Yuko Sakai, Kenji Suzuki, Yoshitaka Tsurukawa and Akira Kawamura "Novel Features of HVD™ System," SPIE Symposium on Optics & Photonics 2006, Organic Holographic Materials and Applications IV, 6335-17, 124, San Diego, California, USA, (2006).
- (162) Xiaodi Tan, Hideyoshi Horimai, Pang Boey Lim and Mitsuteru Inoue "Phase-Locked Collinear™ Holography," SPIE Symposium on Optics & Photonics 2006, Photorefractive Fiber and Crystal Devices: Materials, Optical Properties, and Applications XII, 6314-63, 78, San Diego, California, USA, (2006).

(3) 口頭発表 (国内会議85件)

- (1) J. H. Park, 西村一寛, 井上光輝, "L P E ガーネット部ベース磁気光学空間光変調デバイス", 電気学会マグネティックス研究会, (2002).
- (2) 井上光輝, "圧電駆動型磁気光学効果を用いた超高速空間光多値マイクロデバイス", 文部科

- 学省特定領域研究(A)超機能化グローバル・インテグレーション研究公開シンポジウム, (2002).
- (3) J. H. Park, 西村一寛, 井上光輝, “磁気光学効果を用いた空間光変調器のLPEガーネット膜の磁化スイッチング特性におけるピクセルのギャップ深さとパーマロイ・アシスト膜の影響”, 電気学会東海支部「アドバンスト・マグネティックス」若手セミナー, (2002).
 - (4) 熊谷正章, 池澤義文, 西村一寛, 井上光輝, “自己組織化テンプレートを用いたナノスケール磁性構造体の形成”, 電気学会マグネティックス研究会, (2002).
 - (5) 井上光輝, “テラバイト光ディスク記録装置の実現を目指して”, 東北大学電気通信研究所光学研究会第71回光スピニクス研究会, (2002).
 - (6) 阿武和男, 西村一寛, 弥生宗男, S. Fan, 井上光輝, “FD-TD法による三次元磁性フォトニック結晶の理論解析”, 電気学会マグネティックス研究会, (2002).
 - (7) 吉田孝志, 西村一寛, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, 井上光輝, “一次元磁性フォトニック結晶における磁気誘導第二次光高調波の発生”, 電気学会マグネティックス研究会, (2002).
 - (8) 吉田孝志, 西村一寛, A. Fedyanin, O. Aktsipetrov, 井上光輝, “1次元磁性フォトニック結晶における磁気誘導第2次光高調波の発生”, 第26回日本応用磁気学会学術講演会, (2002).
 - (9) J. Park, H. Takagi, D. Lee, J. park, K. Nishimura, J. Cho, M. Inoue, “Novel Method for Making the Compact Pixels in the Magneto-Optic Spatial Light Modulators”, 第26回日本応用磁気学会学術講演会, (2002).
 - (10) 高木宏幸, J. Park, 西村一寛, 井上光輝, “磁気光学効果を用いた空間光変調器のピクセルグループ深さの効果”, 第26回日本応用磁気学会学術講演会, (2002).
 - (11) 高木宏幸, J. Park, 西村一寛, 井上光輝, “低電圧駆動型磁気光学空間光変調器の開発”, 電気学会マグネティックス研究会, (2002).
 - (12) 中西淳, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “ゾルーゲル法による強誘電・強磁性薄膜の形成とチューナブルフォトニック結晶への応用”, 電気学会東海支部「アドバンスト・マグネティックス」若手セミナー, (2002).
 - (13) 池澤義文, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “陽極酸化アルミナテンプレートとゾルーゲル法を用いた2次元磁性フォトニック結晶の作製”, 電気学会東海支部「アドバンスト・マグネティックス」若手セミナー, (2002).
 - (14) J. Park, J. Cho, H. Uchida, K. Nishimura, M. Inoue, “Magneto-optic Spatial Light Modulators”, H14年度東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会/JSPS日韓共同研究合同研究会, (2003).
 - (15) 阿武和男, 内田裕久, 西村一寛, 井上光輝, “3次元磁性フォトニック結晶の形成”, 電気学会マグネティックス研究会, (2003).
 - (16) 吉田孝志, T. V. Dolgova, R. V. Kapra, T. V. Murzina, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, 内田裕久, 西村一寛, 井上光輝, “ナノスケール磁性構造体の非線型光学・磁気光学特性”, 電気学会マグネティックス研究会, (2003).
 - (17) 池澤義文, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “2次元磁性フォトニック結晶の作成”, 電気学会東海支部「アドバンスト・マグネティックス」若手セミナー, (2003).
 - (18) 中西淳, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “強誘電・強磁性薄膜の形成とチューナブルフォトニック結晶への応用”, 電気学会東海支部「アドバンスト・マグネティックス」若手セミナー, (2003).
 - (19) 井上光輝, 西村一寛, “圧電駆動型磁気光学効果を用いた超高速空間光多値変調マイクロデバイス”, 文部科学省特定領域研究(A)超機能化グローバル・インテグレーション研究会, (2003).
 - (20) Jae-Hyuk Park, 高木宏幸, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “磁気光学効果を用いた空間光変調器”, 第50回応用物理学関係連合講演会, (2003).
 - (21) Jae-Hyuk Park, 高木宏幸, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “選択的エピタキシャル成長ガーネット膜を利用した磁気光学SLM”, 電気学会マグネティックス研究会, (2003).
 - (22) 高木宏幸, 溝口真彦, Jae-Hyuk Park, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “PZT薄膜を用いた圧電駆動磁気光学SLMの設計”, 電気学会マグネティックス研究会, (2003).
 - (23) 池澤義文, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “二次元磁性フォトニック結晶の作製”, 第27回

- 日本応用磁気学会学術講演会, (2003).
- (24) A. Baryshev, K. Nishimura, T. Kodama, H. Uchida, M. Inoue, "Fabrication of Three – dimensional Magneto – photonic Crystal by Using Opal Templates", 第 27 回日本応用磁気学会学術講演会, (2003).
 - (25) T. Kodama, K. Nishimura, A. Baryshev, H. Uchida, M. Inoue, "Synthesis of Ferrite Coating SiO₂ Spheres for Three – dimensional Magnetophotonic Crystals", 第 27 回日本応用磁気学会学術講演会, (2003).
 - (26) 小林大祐, A. Fedyanin, O. Aktsipetrov, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, "磁性薄膜多層構造を持つ 1 次元磁性フォトニック結晶の磁気光学効果", 第 27 回日本応用磁気学会学術講演会, (2003).
 - (27) 高木宏幸, 溝口真彦, 朴載赫, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, "電圧駆動型磁気光学 SLM の開発", 第 27 回日本応用磁気学会学術講演会, (2003).
 - (28) 朴載赫, 高木宏幸, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, "選択的エピタキシャル成長ガーネット膜を利用した磁気光学 SLM", 第 27 回日本応用磁気学会学術講演会, (2003).
 - (29) Kazuhiro Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Low Temperature Aqueous Syntheses of Ferrite and Their Application", TUT International Workshop on Novel Electromagnetic Functions of Nano - scaled Materials, (2003).
 - (30) O. Aktsipetrov, T. Dolgova, A. Fedyanin, R. Kapra, T. Murzina, D. Kobayashi, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Nonlinear magneto - optics in magnetic photonic crystals and magnetic nanostructures", TUT International Workshop on Novel Electromagnetic Functions of Nano - scaled Materials, (2003).
 - (31) A. Granovsky, M. Inoue, A. Vinogradov, S. Erokhin, "Recent results on magnetorefractive effect in nanocomposites and magneto-optics in magnetophotonic crystals", TUT International Workshop on Novel Electromagnetic Functions of Nano - scaled Materials, (2003).
 - (32) 小玉剛史, A. Baryshev, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, "三次元磁性フォトニック結晶の作製とその特性", 電気学会マグネティックス研究会, (2003).
 - (33) 小林大祐, A. Fedyanin, 西村一寛, 内田裕久, O. Aktsipetrov, 井上光輝, "磁性体/誘電体多層膜構造から成る 1 次元磁性フォトニック結晶の磁気光学効果", 電気学会マグネティックス研究会, (2003).
 - (34) 池澤義文, 都築敦, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, "2 次元磁性フォトニック結晶の作製", 電気学会マグネティックス研究会, (2004).
 - (35) A. V. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Properties of three-dimensional magnetophotonic crystals based on artificial opals", 電気学会マグネティックス研究会, (2004).
 - (36) 中西淳, 岡本研嗣, 柏木一仁, P. B. Lim, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, "ホログラフィックストレージ", 電気学会マグネティックス研究会, (2004).
 - (37) 小林大祐, 西村一寛, 内田裕久, A. A. Fedyanin, O. A. Aktsipetrov, 井上光輝, "1 次元磁性フォトニック結晶における非線形磁気光学効果", 平成 16 年度第 1 回「アドバンスト・マグネティックス」若手セミナー, (2004).
 - (38) 溝口真彦, 高木宏幸, J. H. Park, 西村一寛, 内田裕久, M. Lebedev, 明渡純, 井上光輝, "エアロゾルデポジション法を用いた圧電駆動型磁気光学空間光変調器の開発", 平成 16 年度第 1 回「アドバンスト・マグネティックス」若手セミナー, (2004).
 - (39) 岩崎勝弘, 山中哲, 高橋一摩, 梅澤浩光, Jae-Hyuk Park, 井上光輝, "新選択成長法による Bi 置換鉄ガーネット LPE 膜の磁気分離", 第 28 回日本応用磁気学会学術講演会, (2004).
 - (40) 山中哲, 岩崎勝弘, 高橋一摩, 袴田和喜, 梅澤浩光, 井上光輝, "YIG 薄膜における選択成長を用いた磁気分離法の数値解析", 第 28 回日本応用磁気学会学術講演会, (2004).
 - (41) Jae-Hyuk Park, 溝口真彦, 都築敦, 高木宏幸, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, "スパッタエピタキシャル成長ガーネット膜のマイクロパターンニング", 第 28 回日本応用磁気学会学術講演会, (2004).
 - (42) 高木宏幸, Jae-Hyuk Park, 溝口真彦, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, "圧電膜で駆動する磁気光学 SLM の作製と特性", 第 28 回日本応用磁気学会学術講演会, (2004).
 - (43) A. Khanikaev, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, "Soluble Two-Dimensional Model of

- Magnetophotonic Crystal”, 第 28 回日本応用磁気学会学術講演会, (2004).
- (44) A. Baryshev, T. Kodama, K. Nishimura, H. Uchida, M. Inoue, “Three-dimensional magnetophotonic crystals: angle-resolved Faraday rotation and transmissivity”, 第 28 回日本応用磁気学会学術講演会, (2004).
- (45) 小玉剛史, A. Baryshev, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “オパール構造を持つ 3 次元磁性フォトニック結晶の作製”, 電気関係学会東海支部連合大会, (2004).
- (46) 柏木一仁, 岡本研嗣, P. B. Lim, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “ホログラム情報記録における多重化評価環境の構築”, 電気関係学会東海支部連合大会, (2004).
- (47) 井上光輝, 内田裕久, 西村一寛, A. Baryshev, A. Khanikaev, O. Aktsipetrov, “磁性フォトニック結晶の形成と機能”, 第 84 回スピニクス特別研究会, (2004).
- (48) 溝口真彦, 西村一寛, 井上光輝, 高木宏幸, 明渡純, “エアロゾル・デポジッション法による Bi:YIG 薄膜の形成と特性”, 電気学会マグネティックス研究会, (2004).
- (49) 小玉剛史, アレクサンダー・バリシェフ, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “人工オパールテンプレートを用いた 3 次元磁性フォトニック結晶の形成と特性”, 電気学会マグネティックス研究会, (2004).
- (50) 井上光輝, 内田裕久, 西村一寛, A. Baryshev, A. Khanikaev, O. Aktsipetrov, “2 次元・3 次元磁性フォトニック結晶の形成と機能”, 電気学会マグネティックス研究会, (2004).
- (51) 溝口真彦, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, 明渡純, “Magnetic and magneto-optical properties of YIG films prepared by aero-zol deposition method”, 第 15 回日本 MRS 学術シンポジウム, (2004).
- (52) 高木宏幸, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, 明渡純, “Preparation and Properties of Magneto-Optic Spatial Light Modulators with Aero-zol Deposition Method”, 第 15 回日本 MRS 学術シンポジウム, (2004).
- (53) 小玉剛史, A. Baryshev, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “3 次元磁性語とニック結晶のためのオパールテンプレートの作製”, 電気学会東海支部若手セミナー「アドバンスト・マグネティックス」, (2005).
- (54) 溝口真彦, 西村一寛, 内田裕久, 明渡純, 井上光輝, “エアロゾルデポジッション法による磁性ガーネット膜の形成と磁気・磁気光学特性(II)”, 電気学会マグネティックス研究会, (2005).
- (55) 高木宏幸, 溝口真彦, 都築敦, 西村一寛, 内田裕久, 明渡純, 井上光輝, “電圧駆動を用いた磁気光学空間光変調器の圧電膜形成法の検討”, 電気学会全国大会, (2005).
- (56) 富士川凜太郎, 小玉剛史, A. Baryshev, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “オパール構造を持つ 3 次元磁性フォトニック結晶の作製”, 電気学会全国大会, (2005).
- (57) 高木宏幸, 都築敦, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “電圧駆動による磁気光学空間光変調器の構造解析”, 電気学会マグネティックス研究会, (2005).
- (58) 溝口真彦, 西村一寛, 内田裕久, 明渡純, 井上光輝, “AD 法による磁性ガーネット膜の熱処理及び研磨効果”, 電気学会マグネティックス研究会, (2005).
- (59) 富士川凜太郎, A.V. Baryshev, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “Bi : YIG 膜欠陥層を持つオパール構造 3 次元磁性フォトニック結晶の作製”, 電気学会マグネティックス研究会, (2005).
- (60) 溝口真彦, 西村一寛, 内田裕久, 明渡純, 井上光輝, “エアロゾルデポジッション法による磁性ガーネット膜の高速形成”, 平成 17 年電気学会基礎・材料・共通部門大会, (2005).
- (61) 富士川凜太郎, A. Baryshev, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “磁性薄膜欠陥を用いた 3 次元磁性フォトニック結晶の作製”, 平成 17 年電気学会基礎・材料・共通部門大会, (2005).
- (62) 岩崎勝博, 河合博貴, 高橋一摩, 梅澤浩光, 井上光輝, “セル形状基板を用いた磁性セルアレイ作製”, 第 29 回日本応用磁気学会学術講演会, (2005).
- (63) 高木宏幸, 都築敦, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “有限要素法による電圧駆動型 MOSLM の構造解析”, 第 29 回日本応用磁気学会学術講演会, (2005).
- (64) 富士川凜太郎, A. Baryshev, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, “Bi: Y I G を充填したオパール構造 3 次元磁性フォトニック結晶の作製”, 第 29 回日本応用磁気学会学術講演会, (2005).
- (65) 溝口真彦, 古賀悠修, 西村一寛, 内田裕久, 明渡純, 井上光輝, “エアロゾルデポジッション法によるマルチフェロ薄膜形成の試み”, 第 29 回日本応用磁気学会学術講演会, (2005).

- (66) 高木宏幸, 井上光輝, “圧電効果で磁化方位を制御する磁気光学式空間光変調デバイス”, 第 18 回日本セラミック秋季シンポジウム, (2005).
- (67) 富士川凜太郎, 大久保年永, 神野昌彦, Alexander Baryshev, 内田裕久, 井上光輝, “3 次元磁性フォトニック結晶の形成と特性”, 電気学会 東海支部若手セミナー, (2005).
- (68) 溝口真彦, 山口貴志, 内田裕久, 高木宏幸, 井上光輝, “エアロゾルデポジション法による磁性酸化物の形成と特性”, 電気学会 東海支部若手セミナー, (2005).
- (69) 岡本研嗣, 太田美幸, P. B. Lim, 井村智和, 梅澤浩光, 井上光輝, “磁性ガーネット膜を用いた磁気ホログラム記録”, 電気学会 東海支部若手セミナー, (2005).
- (70) 都築敦, 高木宏幸, P. B. Lim, 井上光輝, “中間表示可能な磁気光学式空間光変調器デバイスについて”, 電気学会東海支部若手セミナー, (2005).
- (71) 溝口真彦, 西村一寛, 内田裕久, 井上光輝, 明渡純, “エアロゾルデポジション法によるマルチフェロ膜の形成と基礎特性”, 第 16 回日本 MRS 学術シンポジウム, (2005).
- (72) 井上光輝, 岩崎勝博, 山中哲, 井村智和, 梅澤浩光, P. B. Lim, 堀米秀嘉, “磁気光学式空間光変調器の開発とホログラム光体積記録への応用”, 電気学会マグネティックス研究会, (2005).
- (73) 井上光輝, 高木宏幸, Lim Pang Boey, 岩崎勝博, 井村智和, 梅澤浩光, “ホログラム情報記録のための光磁気空間光変調器開発の現状と展開”, 電気学会全国大会/材料・マグネティックス, (2006).
- (74) 神野晶彦, 弥生宗男, 富士川凜太郎, A. Baryshev, A. Khanikaev, 申 光鎬, 内田裕久, 井上光輝, “2 次元磁性フォトニック結晶のためのポーラスアルミナテンプレートの光学特性”, 電気学会マグネティックス研究会, (2006).
- (75) 大川隆聖, Lim Pang Boey, 井上光輝, “ホログラム体積記録への応用を目的としたゲルコーティング磁性ガーネット膜の形成と特性”, 電気学会マグネティックス研究会, (2006).
- (76) 高橋一義, 高木宏幸, 都築 敦, 鄭 廣鉉, 内田裕久, 林 攀梅, 申 光鎬, 井上光輝, “磁性フォトニック結晶を用いた磁気光学空間光変調器の構造に関する検討”, 電気学会マグネティックス研究会, (2006).
- (77) 谷崎和宏, A. Fedyanin, A. Khanikaev, O. Aktsipetrov, P. B. Lim, 申 光鎬, 内田裕久, 井上光輝, “1 次元磁性フォトニック結晶の第 2 および第 3 フォトニックバンドギャップにおける磁気光学効果”, 電気学会基礎・材料共通部門大会, (2006).
- (78) 神野晶彦, 弥生宗男, 富士川凜太郎, A. Baryshev, A. Khanikaev, 申 光鎬, 内田裕久, 井上光輝, “2 次元磁性フォトニック結晶のためのポーラスアルミナテンプレートの作製”, 電気学会基礎・材料共通部門大会, (2006).
- (79) 富士川凜太郎, A. Baryshev, A. Khanikaev, 申 光鎬, P. B. Lim, 内田裕久, 井上光輝, “3 次元磁性フォトニック結晶の入射光偏光状態依存性”, 電気学会基礎・材料共通部門大会, (2006).
- (80) 高橋一義, 高木宏幸, 都築 敦, 内田裕久, 林 攀梅, 申 光鎬, 井上光輝, “磁性フォトニック結晶を用いた磁気光学空間光変調素子の作製”, 電気学会基礎・材料共通部門大会, (2006).
- (81) 古賀悠修, 井村智和, 梅澤浩光, Lim Pang Boey, 井上光輝, “磁気光学空間光変調器を用いた透過型コリニアホログラフィ”, 電気学会基礎・材料共通部門大会, (2006).
- (82) 大川隆聖, Lim Pang Boey, 井上光輝, “磁性ガーネット膜を用いたホログラム記録”, 電気学会基礎・材料共通部門大会, (2006).
- (83) 神野晶彦, 弥生宗男, 富士川凜太郎, B. Alexander, K. Alexander, 申 光鎬, 内田裕久, 井上光輝, “ポーラスアルミナを利用した 2 次元磁性フォトニック結晶の作製とその評価”, 第 30 回日本応用磁気学会学術講演会, (2006).
- (84) 谷崎和宏, A. A. Fedyanin, A. B. Khanikaev, O. A. Aktsipetrov, P. B. Lim, 申 光鎬, 内田裕久, 井上光輝, “第 2 フォトニックバンドギャップにおける 1 次元磁性フォトニック結晶の線形および非線形磁気光学効果”, 第 30 回日本応用磁気学会学術講演会, (2006).
- (85) Kwang-Hyun Chung, Kwang-Ho Shin, P. B. Lim, H. Uchida, and Mitsuteru Inoue, “The Magnetic Properties of Bi:YIG thin film with the variation of annealing condition and Ar pressure”, 第 30 回日本応用磁気学会学術講演会, (2006).

6. 4 特許出願

非公開

6. 5 受賞等

(1) 受賞

- (1) 井上光輝, 第36回市村学術賞(新技術開発財団), "磁気光学を用いた超高速固体空間光変調デバイス", (2004.4).
- (2) 井上光輝, 内田裕久, 西村一寛, J. H. Park, 船井情報科学振興賞((財)船井情報科学振興財団), "光体積記録のための超高速固体空間光変調デバイスの開発", (2004.3).
- (3) 井上光輝, 電気科学技術奨励賞(オーム賞)((財)電気科学技術奨励会), "磁性フォトニック結晶の創生と機能性ITマイクロデバイスへの応用", (2002.11).

(2) 新聞報道等

- (1) 東日新聞, 06.10.04, 開学30周年記念事業で豊橋技科大ー2リサーチセンター開設ー先端農業とフォトニック情報メモリで学長ら「期待大きい」
- (2) 毎日新聞, 06.10.05, 豊橋技科大ー2センター設置ー最先端情報技術を活用ー新たな開発拠点に
- (3) 日経産業新聞, 06.09.29, 光メモリー拠点10月1日に開設ー豊橋技科大
- (4) 日本経済新聞, 06.07.27, 先端光メモリー一年内に開発拠点ー豊橋技科大, 参加募るー3年後メド実用化目指す
- (5) 東日新聞, 06.03.08, 豊橋で国際シンポー海外から研究者参加ーナノテクノロジーで産学連携
- (6) 東愛知新聞, 06.03.08, 1枚のディスクに映画3200本 豊橋でナノテクノロジー国際シンポー技科大のプロジェクト説明
- (7) 証券日刊新聞, 05.12.19, コラム「春夏秋冬」HVDー次々世代DVDというべき規格の開発
- (8) 東日新聞, 05.08.11, 風針ー「超光情報メモリ」技術が文部科学省の新興分野研究開発事業に採択
- (9) フジサンケイB i, 05.08.06, 豊橋技科大の井上教授ら ナノテク・材料融合研究プロジェクト 文科省が4件選定
- (10) 日本経済新聞, 05.08.06, 豊橋技科大 超光メモリー開発へ 映画1万4000本分1枚のディスクに
- (11) 東愛知新聞, 05.08.05, 世界最大容量の情報メモリーを 文科省委託事業に採択 総額15億円の助成 民間企業と開発
- (12) 東海日日新聞, 05.08.05, 1枚にDVD1万4000枚分 超大容量の記録媒体開発 文科省から事業採択
- (13) 中日新聞, 05.08.05, 次世代型光ディスク 豊橋技科大が開発へ
- (14) 読売新聞, 05.08.05, DVD1万4000枚分記録 第5世代ディスク開発へ 10年後実用化目標
- (15) 日経産業新聞, 05.08.05, 1枚に映画1万4000本分 超光情報メモリーを研究 豊橋技科大
- (16) フジサンケイB・i, 05.07.07, 東芝からも出資受入れ 光ディスクVBのオプトウエア次々世代実用化で
- (17) 日経産業新聞, 05.06.07, 大容量新記録メディアーオプトウエア DVDの6倍 3Dゲームなどに
- (18) 週刊新潮, 05.02.10, 次世代DVDを越える「ホログラム」
- (19) 神奈川新聞, 05.02.05, 大容量DVD40枚分 光ディスク世界標準へ 06年出荷目指す 新横浜のベンチャー開発
- (20) 日経産業新聞, 05.02.04, HVD方式の普及団体発足へ

- (21)日経エレクトロニクス, 05.01.17, 究極の光メモリ 離陸間近のホログラフィック媒体 2006年に200Gバイトを実現 オプトウエア
- (22)日経産業新聞, 05.01.26, オプトウエア, 標準化狙う ホログラム光ディスク 欧州審査機関に申請
- (23)科学技術交流ニュース新年号, Vol.10, No. 3, 2005, 先導的科学技术共同研究 研究成果報告
- (24)日経産業新聞, 04.12.14, ギガからテラ時代へー大容量記録媒体の未来 ホログラム光ディスク 1枚でTVドラマ1年分
- (25)日経産業新聞, 04.10.06, FDK, 高速処理用光学デバイス 1テラバイトも読み書き可能に
- (26)日刊工業新聞, 04.10.01, 空間光変調器高性能に拍車 豊橋技術科学大学 磁気光学利用し10倍の高速動作
- (27)中部経済新聞, 04.09.28, 高速の光デバイス実現 科技財団 共同研究の成果発表
- (28)日刊工業新聞, 04.08.25, 空間光変調デバイス 応答・省エネ性10倍に 科学技術交流財団産学官で共同開発
- (29)日経産業新聞, 04.08.24, ホログラム光ディスク 動画を記録・再生 オプトウエア 200ギガデータ保存
- (30)科学技術交流ニュース夏季号, Vol.9, No.2, 2003, 新たな産業創出をめざした研究会, 科学技術交流財団の研究会活動 豊橋技術科学大学井上光輝教授「オプトウエア研究会」
- (31)日経エレクトロニクス, 02.08.12号, 動き出す「最強媒体」光ディスクの進化を揺さぶる
- (32)日本経済新聞, 02.07.30, 大学発ベンチャー離陸 2社, 年内上場 教授・学生社長3割
- (33)日経ナノテクノロジー, 02.06.19, 大和総研とN I Fベンチャーズ, 日本のナノテクベンチャーを調査. すでに100社近く誕生
- (34)日経エレクトロニクス, 02.5.6号, ホログラフィック元年に向けオプトウエアが200Gで先手「InterOpt'02」で評価機を公開へ
- (35)日経ビジネス, 02.04.29号, 世界初1テラバイト光ディスク DVD200枚分を1枚に記録
- (36)日経産業新聞, 02.02.14, 1テラ光ディスク オプトウエアが年内商品化
- (37)日本工業新聞, 02.12.26, 記録メディア評価システム開発 オプトウエア 独自ホログラム技術で

6. 6 その他特記事項

(1) 技術移転による委託開発

- (1) 電流駆動 磁気光学式空間光変調器, JST 委託開発事業, FDK 株式会社
- (2) 電圧駆動 磁気光学式空間光変調器, NEDO 次世代戦略技術実用化開発助成事業, FDK 株式会社

(2) 技術指導

別紙非公開資料に記載

7. 研究期間中の主な活動

(1) ワークショップ・シンポジウム等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
平成16年 12月14日	JST CREST 第1回公開シンポジウム	東京	約150	CREST プロジェクト中間報告シンポジウム
平成17年 12月9日	JST CREST 第2回公開シンポジウム	東京	約150	CREST プロジェクト成果報告シンポジウム(ポスター)

平成 18 年 3 月 7 日	ナノ構造磁性フォトニック結晶を用いた超光情報メモリ国際シンポジウム	豊橋	約 200	次世代コリニアホログラムメモリである超光情報メモリの開発についての国際シンポジウム(文部科学省キーテクノロジー事業と連携)
平成 18 年 10 月 23 日	JST 2006 基礎研究報告会	大阪	約 150	CREST プロジェクトに関する成果について、総合的な講演を行った。
平成 18 年 11 月 10 日	JST CREST 第3回公開シンポジウム	東京	約 150	CREST プロジェクトに関する最終報告を行った。
平成 18 年 11 月 24 日	先端フォトニック情報メモリ リサーチセンター 設立記念講演会	豊橋	約 150	コリニアホログラムメモリの実用化と次世代型装置開発を行うリサーチセンター設立記念の講演会

8. 結び

本プロジェクトは 5 年という長期にわたって回転光ディスクへのホログラムの記録再生を迫したものである。プロジェクト開始当初は長いと感じられた研究期間も、3 年目の中間評価は思いのほか早く到来し、非常にあわただしい 5 年間であった。言い換えれば、それだけ研究開発が充実していたとも言える。

プロジェクト開始時点で夢見た到達目標:コリニアホログラフィで光ディスクメモリを構築することは、CREST という国費プロジェクトの範囲では満足できる結果にまで到達した感がある。企業開発に比べると必ずしも多くない研究費の中で、本報告書に述べた成果が得られたことは大きいといえる。これは、本プロジェクトが CREST としては珍しい産学連携による研究開発で、一部企業からの持ち出しによるマッチングファンド的要素があったことが幸いした。特に、予算配分がない協力企業である FDK(株)、共栄社化学(株)、船井電機(株)には深謝する。これら企業の本プロジェクトへの寄与は大きい。

研究成果はプロトタイプ装置とデモンストレーションを通じて、分かりやすいアウトプットを示すことを心がけた。コリニアホログラムメモリ(HVD)は Ecma International による国際標準化が議論され、2006 年 12 月にはオフィシャルアナウンスが出るという。その後には ISO による国際標準化が約束されている。光メモリの開発では、特許もさることながら、この標準化の動きは極めてうれしいものである。

世界最高速を出した空間光変調器も基礎研究にとどまらず、JST 委託開発による実用化研究がなされ、成功している。またその次の素子も実用化開発スキームに入った。工学の立場からすると、この成果も誇れるものと考えている。

国産フォトポリマとしてフッ素系という新しい材料開発にも成功し、コリニアホログラムの光ディスクメディアとして稼動が開始した。従来は外国製フォトポリマが多用されていたことを考え合わせると、この成果も我国発の技術が一人立ちを始めたといえ、代表者として喜ばしい限りである。

今後は、本プロジェクト成果を踏まえて、更なる企業連携によるホログラム大規模メモリ装置開発が予定されている。これは先端フォトニック情報メモリリサーチセンター(豊橋技科大)を核として、ドライブメカ、材料メカ、メディアメカ、光デバイスメカなどが一丸となって推進されるもので、本プロジェクトの成果を踏まえて実施される。

更に、本プロジェクト成果から、次世代コリニアホログラムメモリとして光フェーズロック方式による新しい光メモリの開発も本プロジェクトメンバが中心となって開始された。これは文部科学省キーテクノロジー事業として 2005 年度から 5 年間の年限で実施されるものである。

本研究は上述した産学連携が極めてうまく機能した結果といえる。既存技術は企業の工業化さ

れた技術を導入し、それにコリニアホログラフィという新しい技術をうまくマッチングさせることで実現できた。この開発の中で、企業研究者の工程管理が活用され、定められたマイルストーンに向かって強い連携が実現できた。更にその中で、ややもすると時間観念のない大学の研究がうまく軌道化された。これは、本プロジェクトに携わった多くの学生の研究における時間感覚を培うよい機会となった。研究費は他の事業に比べ非常に使いやすいものであった。これは研究領域の技術参事、事務参事のご努力に他ならない。

本研究は、上述した多くのメンバの努力の賜物であり、チーム各位に深く感謝する。またややもすると弱気になりやすい研究開発を叱咤激励いただき、強い指導をいただいた研究総括、アドバイザー各位に深くお礼申し上げます。半期ごとに行われる進捗報告会は厳しいものであったが、その厳しさから生まれ出た成果の大きさを考えると、ありがたいものであった。



本プロジェクトを推進したメンバとの記念写真(第3回シンポジウムにて)