

フォトニック結晶を用いた光通信偏光モニターの開発

研究成果活用プラザ宮城における育成研究 平成14年度採択課題
「フォトニック結晶によるコントローラブル光デバイスの研究開発」



代表研究者：東北大学 名誉教授
川上 彰二郎

東北大学で開発された人工光学素子「フォトニック結晶」を応用した光通信システムで用いられる偏光モニターの開発を行った。プロジェクトではフォトニック結晶製造技術の開発と、測定器としての実装技術の開発を行った結果、世界最小、最高精度の偏光モニターを実現し、製品化の目処を立てた。

■ 研究内容、研究成果

光通信システムでは年々増加する情報量に対応するため、通信速度の高速化が進められている。高速化のためには、これまでにない高品質（偏光度が制御された）な光信号が要求されており、そうした通信システムではその信号品質のモニタリングが重要な課題である。本プロジェクトでは東北大学で開発された「フォトニック結晶」をキーパーツとしたその信号品質をモニターする偏光モニターの開発を行った。

ナノ構造を持つ光学素子であるフォトニック結晶は、図1に示すようなサブミクロンサイズの凹凸を持つ多層膜の構造体であり、その積層周期や溝の方向を制御することで光学特性を自由に設計できる人工光学素子である。このフォトニック結晶を用いることで、従来では個別部品の精密な位置合わせ、組み立てが必要であったものが、一括に集積でき、精度、生産性を大幅に向上させることができる。

偏光モニターで用いるフォトニック結晶では図3に示すように、複数の領域に分かれそれぞれの溝の方向が異なる多層構造を持つ。こうした複雑な構造を量産できる技術はこれまでなかった。本プロジェクトでは製膜装置の構成から見直しを図り、図3のように微小領域でも境界の乱れもなく安定して積層できる技術を確立した。

図4に本プロジェクトで開発した偏光モニター光学ヘッドの写真を示す。この中にフォトニック結晶が実装されている。図5にはその光学ヘッドに信号処理をする電気回路部分をあわせたモジュールの写真を示す。このモジュールで偏光モニターとして機能する。光学部ヘッドのサイズが体積比で従来の約1/30の小型化が実現でき、さらに測定精度（DOP精度）が従来品で2%程度であったものが、0.6%という高精度が実現できている。これらの値は既存の測定機器の中で世界最小、最高精度の値である。

また同様な集積化フォトニック結晶素子を応用し、半導体産業などの薄膜計測で用いられる新方式のエリプソメータを着想し、原理確認実験も行った。

■ 今後の展開、将来の展望

偏光モニターについては、すでに光通信機器メーカー数社とコンタクトを行い、良好な感触を得ており、まずは通信システム開発のための光学測定器単体として販売を開始する。その一方で、より付加価値を高めた通信システムのモニターとして、システムメーカーとの整合性をはかりながらブラッシュアップを図り、次世代の光通信システムへの導入を目指す。

また本プロジェクトで確立したマルチパターンのフォトニック結晶は、異なる機能部品を集積できるという点において、これまでの光学部品では不可能であった構成が実現され、さらに幅広い展開が可能である。今後も本プロジェクトで確立した製膜技術を活用し、新規デバイスの開発と市場への展開を積極的に行っていく。

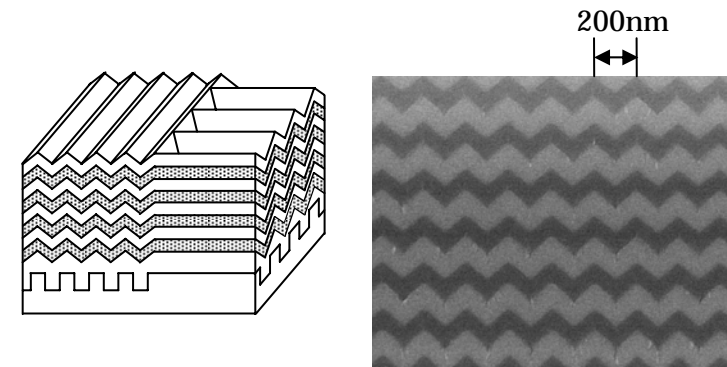


図1 フォトニック結晶の概略図

図2 フォトニック結晶断面の電子顕微鏡写真

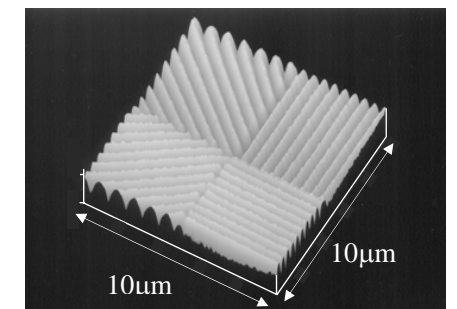


図3 原子間力顕微鏡によるフォトニック結晶表面像

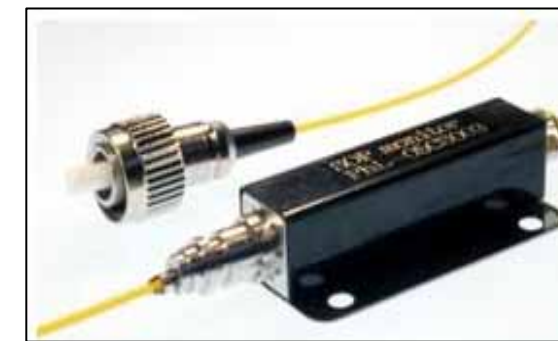


図4 SOPモニター光学ヘッド部分（右の黒い箱）
サイズは10mmX8.5mmX36mm



図5 SOPモニターモジュール
図4の光学ヘッドと計算用電気回路を組み合わせたもの

■ 研究体制

- ◆ 代表研究者
東北大学 名誉教授 川上 彰二郎
- ◆ 研究者
橋本 直樹（科学技術振興機構）、三浦 健太（科学技術振興機構）、本間 洋（科学技術振興機構）、千葉 貴史（日立電線株）、白田 知之（日立電線株）、川嶋 貴之（株）フォトニックラティス）、阿部 広之（株）フォトニックラティス）、馬場 亮吉（東北大学）、大寺 康夫（東北大学）、佐藤 尚（東北大学）
- ◆ 共同研究機関
東北大学、日立電線（株）、（株）フォトニックラティス

■ 研究期間

平成15年2月 ~ 平成17年9月