

第30回（平成17年度）井上春成賞

この度、第30回（平成17年度）井上春成賞委員会の決定により下記の3件が本年の表彰対象技術となり、去る7月13日（水）経団連会館「ダイヤモンドホール」において贈呈式を実施致しました。本年より（財）新技術振興渡辺記念会から井上春成賞の趣旨に賛同いただき、受賞研究者に対して金100万円が授与されました。

井上春成賞委員会
委員長 沖村 憲樹

受賞技術及び研究者、開発企業は以下の通りとなります。

高流量酸素富化膜ユニット

研究者：増田 俊夫（京都大学大学院工学研究科・教授）
開発企業：坂本 真治（パナソニック エレクトロニックデバイス株式会社
代表取締役社長）

近接場光学顕微分光システム

研究者：大津 元一（東京大学大学院工学系研究科・教授）
開発企業：武田 順司（日本分光株式会社 代表取締役社長）

音響・映像用の高精細信号処理IC化技術

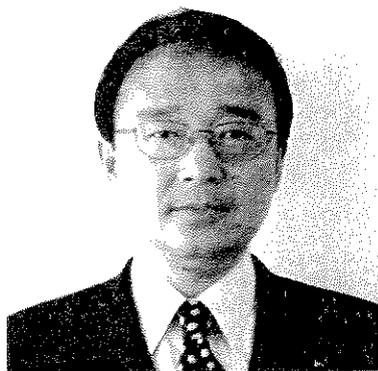
研究者：寅市 和男（筑波大学先端学際領域研究センター・アспект教授）
開発企業：池田 毅（新潟精密株式会社 代表取締役社長）

高流量酸素富化膜ユニット

研究者：増田俊夫 京都大学大学院工学研究科 教授
開発企業：坂本真治 パナソニック
エレクトロニックデバイス松江株式会社 代表取締役社長
(推薦者：荒木光彦 京都大学大学院工学研究科 研究科長)



増田俊夫氏



坂本真治氏

1. 技術の背景

近年、運動不足や機密性の高い住居空間での長時間滞在により、身体の酸素利用効率が悪くなり、身体の局所で酸素不足が慢性的に存在している。酸素不足の状況が続くことにより、体内に乳酸が蓄積され疲労感が感じられるようになる。その対策の一つとして、乳酸を分解し、集中力の回復やリフレッシュ効果を図ることのできる酸素濃度の高い空気の吸入が注目されている。

従来、酸素濃度の高い空気を製造する方法として、空気を低温液化した後に分留する深冷法が用いられていたが、気体→液体→気体と相変化を伴うために多量のエネルギーを消費するという欠点があり、簡便かつ安価に酸素濃度の高い空気を得る技術が望まれていた。

2. 技術の概要

本技術は、簡便かつ安価に酸素濃度の高い空気を得ることのできる膜分離法における、高分子材料の開発および薄膜化技術に関するものである。

本研究者らは、独自に開発したタンタル系触媒を用いることにより、気体透過性ならびに酸素／窒素分離性能が高く、薄膜化に適した高分子量を有する置換ポリアセチレン材料を開発した（図1）。水面展開法で本高分子の薄膜を形成させて多孔質支持膜材料上に担持させることにより、高流量の酸素富化膜ユニットの量産化技術を構築した。

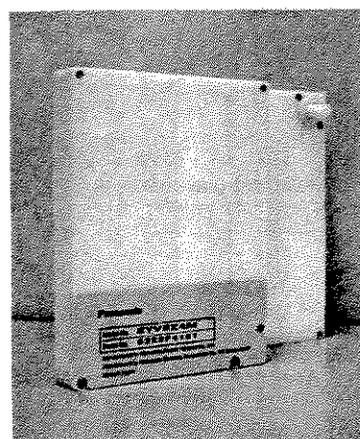
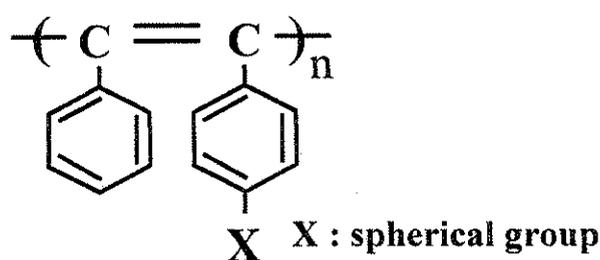


図1 置換ポリアセチレン材料の構造式および高流量酸素富化膜ユニット

研究開始当時、気体透過性および酸素／窒素分離性能が高いとされていた嵩高い球状の置換基を有する置換ポリアセチレン化合物の合成方法は見出されておらず、本研究者らが開発したタンタル系触媒を用いることにより初めて達成された。こうして得られた置換ポリアセチレン材料は、従来にない高い気体透過性および酸素／窒素分離性能を示し、酸素富化膜材料として優れていた。

しかし、置換ポリアセチレン材料の特性として、膜質が硬くて脆いために薄膜化が困難であることから、薄膜化できるように柔軟性のある膜質とする検討を行い、最適な膜強度となるように分子量を調整し、多孔質支持体への成膜が可能となった。得られた酸

素透過膜ユニットは、膜への酸素分子の溶解性と拡散速度が窒素分子のそれらよりも大きい
 ため、酸素濃度 21% の通常空気を膜通過させることにより酸素濃度 30% の酸素
 富化空気を得られる (図 2)。

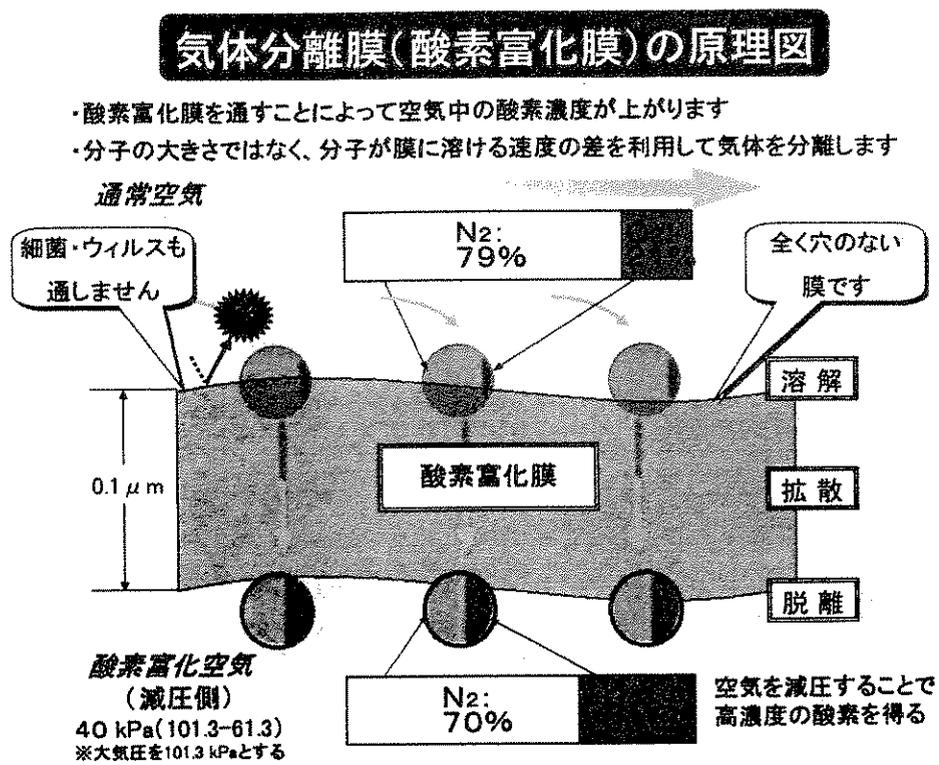


図 2 気体分離膜の原理図

本高流量酸素富化膜ユニットは、以下のような特長を有する。

- ① 酸素透過性が高く、高流量の酸素富化空気を得ることが可能である。
- ② 酸素と窒素の分離性能に優れ、酸素濃度 30% の酸素富化空気を創り出す。
- ③ 膜強度が高く、膜としての耐久性に優れる。

酸素濃度の高い空気を吸入することは、身心の爽快感、集中力・作業効率の回復に役
 立つとされており、高流量酸素富化膜ユニットは民生用としてエアコン等のアメニティ
 製品へ幅広く搭載されている。

3. 効果

酸素富化膜ユニットの量産設備は2003年に完成し、現在年間50万台の製造を行っている。

開発した酸素富化膜ユニットをエアコンに搭載することで、室内の酸素濃度を大気酸素濃度と同等の21%に維持でき、快適な居住空間が得られる等の効果が得られる。また、身心の爽快感やリフレッシュ効果を図るための健康機器にも搭載されており、本酸素富化膜ユニットを搭載したアメニティ製品の売上は年間約500億円以上を計上している。

さらには、民生用だけではなく工業用の用途として、酸素富化空気での燃焼により燃焼性が改善され、燃料削減が可能となることから燃焼炉などへの展開、高濃度酸素吸入器などの医療機器分野への展開など、今後の発展が大いに期待される。

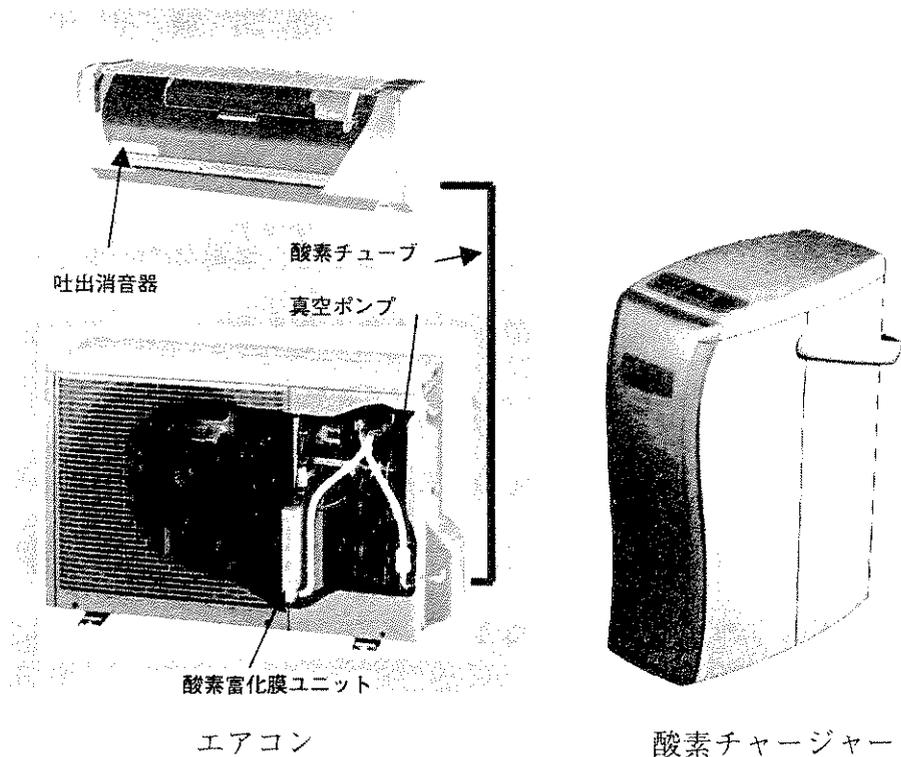


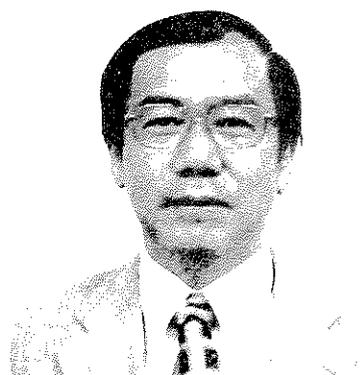
図3 酸素富化膜ユニット搭載製品

近接場光学顕微分光システム

研究者：大津元一 東京大学大学院工学系研究科 教授

開発企業：武田順司 日本分光株式会社 代表取締役社長

(推薦者：藤嶋昭 財団法人神奈川科学技術アカデミー 理事長)



大津元一氏



武田順司氏

1. 技術の背景

分光分析法は紫外・可視・赤外の光を用いることで、半導体のバンド構造や光物性、定性定量分析を行うための化学構造等の情報を得られることから、各種分野での研究、開発に広く利用されている。科学技術の進展により、半導体デバイス等の光物性分析や生物試料の細胞内分子構造分析等、光の波長（300nm～1000nm）よりも小さい微小領域での局所分析が必要となってきた。従来の光学技術では自由空間を伝播してきた光を用いるため、波長以下の空間分解能を得るのは光の回折限界のため原理的に困難であり、顕微分光法の空間分解能は限界に達していた。

そのため、波長以下の微細な領域を分光測定するための新たな装置の実用化が望まれていた。

2. 技術の概要

本技術は、赤外・可視・紫外領域の各波長より微小な領域での形状測定および分光測定を同時に行える顕微分光装置に関するものである。

本研究者等は、光の回折限界を越えた微小領域での分光分析を行うため、近接場光に着目することで、高感度および高分解能を実現する近接場プローブを考案し、その技術を分光分析に適用するための理論的研究を行った。

近接場プローブの製作は、石英など誘電体材料からなる光ファイバの一端を円錐状に加工することで波長以下の曲率半径に先鋭化し、開口部を形成し、他の部分を金属膜などでコーティングすることで実現された。この近接場プローブの先端に発生する近接場光を試料に照射することで、試料上の光のスポットサイズを光の波長以下とすることができる。その結果、分光スペクトルを従来の顕微分光法などよりも極めて高い空間分解能で得ることができるようになった。

近接場プローブの開口部の製作に対して、押し付け法という独自の方法を考案し、開口径30nm～500nmの範囲で再現性の良い開口形成が出来るようになり、光透過率も向上した。このため、本システムでは近接場光の照射と試料から得られる光の集光が同じ開口を通して行われるイルミネーションコレクション法が採用出来るようになり、さらなる高分解能分析が可能となった。

プローブと試料との距離をナノメートルの精度でコントロールするため、スパイラルフォースフィールドバックと呼ばれる方法を考案した。プローブを試料平面内で等方的に運動させるため分解能の低下がなく、微動ステージで試料との距離を制御しながら試料面内を移動することにより、その試料表面の凹凸形状をナノメートルの精度での測定が可能となった。

近接場プローブの大幅な性能向上と制御技術、高効率な分光器の開発及び光学系の最適化により、光の波長以下の微小領域での分光測定が可能となった。本顕微分光システムは、以下のような特徴を有する。

- ① 使用する光の波長より微小な領域での顕微分光が可能である。
- ② 形状測定と分光測定を同時に行える。
- ③ 非破壊分析が可能である。

以上のような特徴から、日本発の先端計測分析機器として、世界的にも注目され評価を得ている。

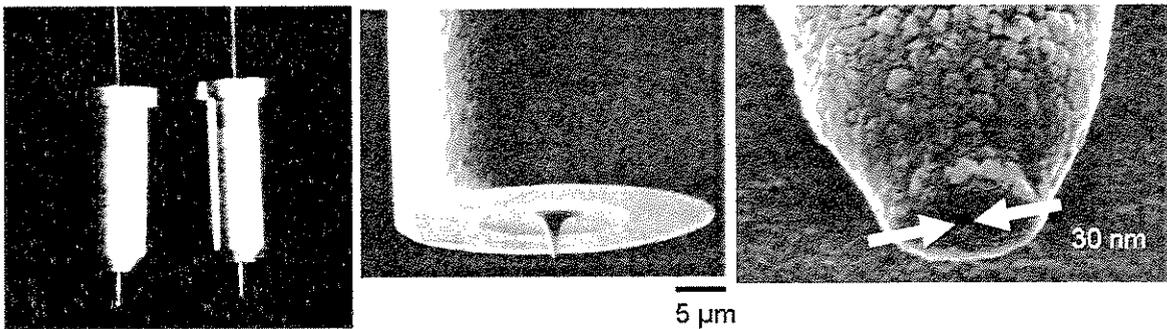
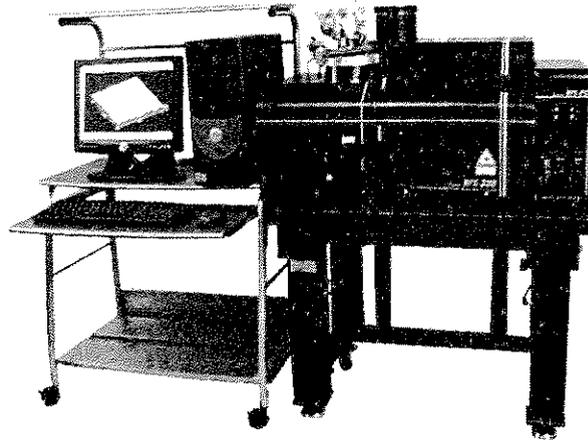


写真1 近接場光学顕微分光システムと近接場プローブ

3. 効果

近接場光学顕微分光システムは、1998年から開発が行われ、現在も散乱型プローブや各種オプション機器を組み込んだ装置が開発され、物理、化学、生物の広い分野での研究、開発に貢献している。各種研究機関や企業での用途、対象試料によりカスタムメイドを行い、半導体デバイス等の光物性分析、生体組織の分子構造分析、半導体製造プロセスの評価・品質管理等に利用されている。

特に、半導体分野においては、GaN系量子井戸構造の光物性評価、GaAs基板表面の不純物及び欠陥分析や多層膜基板の評価等が行われ、従来得ることのできなかつた新たな知見により材料や素子の構造設計を行い、品質向上に大きな貢献をもたらしている。

様々な試料に対応できることと同時に、ナノフォトニクスや光微細加工技術などへの応用も研究されており、今後の更なる発展が期待される分析機器である。

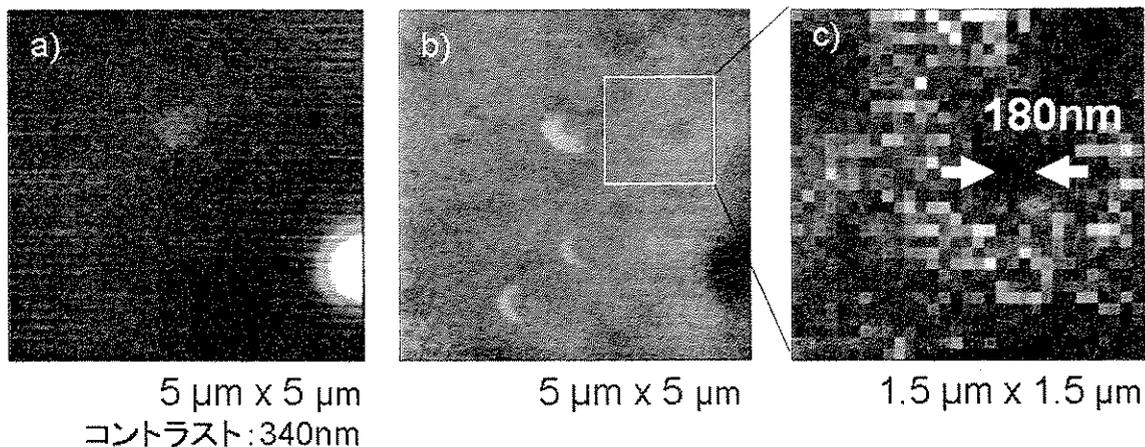


図1 GaAs半導体表面の分析例

a) 表面形状, b) 発光強度分布, c) 発光強度分布一部拡大

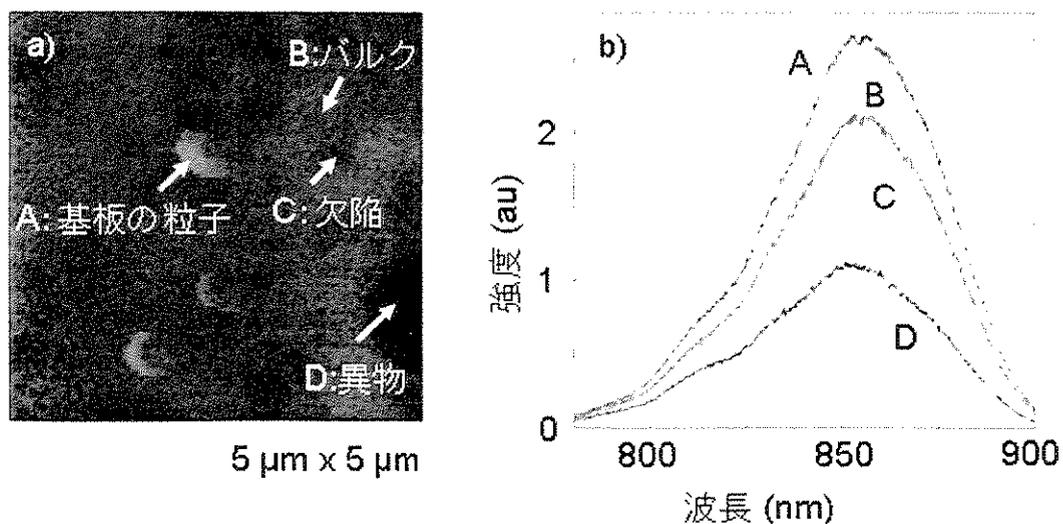


図2 GaAs半導体表面の分析例

a) 結果の解釈 b) 各代表点での発光スペクトル

音響・映像用の高精細信号処理 I C 化技術

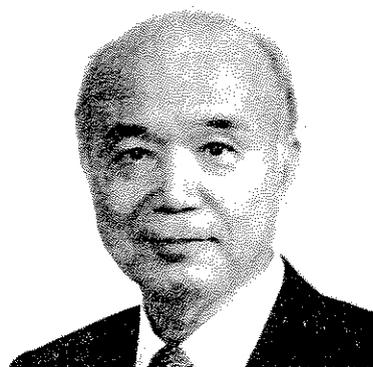
研究者：寅市和男 筑波大学先端学際領域研究センター アスペクト教授

開発企業：池田毅 新潟精密株式会社 代表取締役社長

(推薦者：村上仁己 KDDI株式会社 執行役員)



寅市和男氏



池田毅氏

1. 技術の背景

従来の音楽CDの記録・再生においては、人間の可聴周波数を考慮し、4.4万ヘルツで原音のデジタル標本化を行い、再生時には2.2万ヘルツ以下に音域を制限しているため、実際の楽器が出す超音波の再生はできなかった。しかし、人間の耳は超音波の差音を検知できることから、その再生も音色確保の上で重要ではないかと認識されるようになり、新しい再生方式が望まれていた。本技術は、これに应运、音響や画像が持っていたであろう元データを補間・推測し、擬似再生することにより、周波数帯を拡張し、また精細化を実現したものである。

2. 技術の概要

本技術は、寅市氏が創出したフルーエンシ情報理論に基づくもので、デジタル標本化された離散信号の隙間を、独特なフルーエンシ標本化関数を用いて畳み込み演算を行い、

アナログ補間・推測するもので、「ポストシャノンの情報理論」として、世界的に評価されている。この技術を用いたD A変換技術は、演算量が少なく、打ち切り誤差も生じない。また、ノイズ除去のためのローパスフィルタが不要である。これにより、従来の音楽C Dでは不可能であった4万ヘルツ程度までの再生を可能にし、自然音に近い高精細の音響が得られると愛好家に支持されてきた。またT V、D V D等の画像信号処理用のフルーエンシD A変換器は、従来6Mヘルツ程度に帯域制限されていたものを、13.5 Mヘルツまで推測して生成することにより、ハイビジョン並の高精細画像を得ることを可能にし、また拡大に伴う画像ぼけの問題を解消した。(図1, 2, 3, 4)

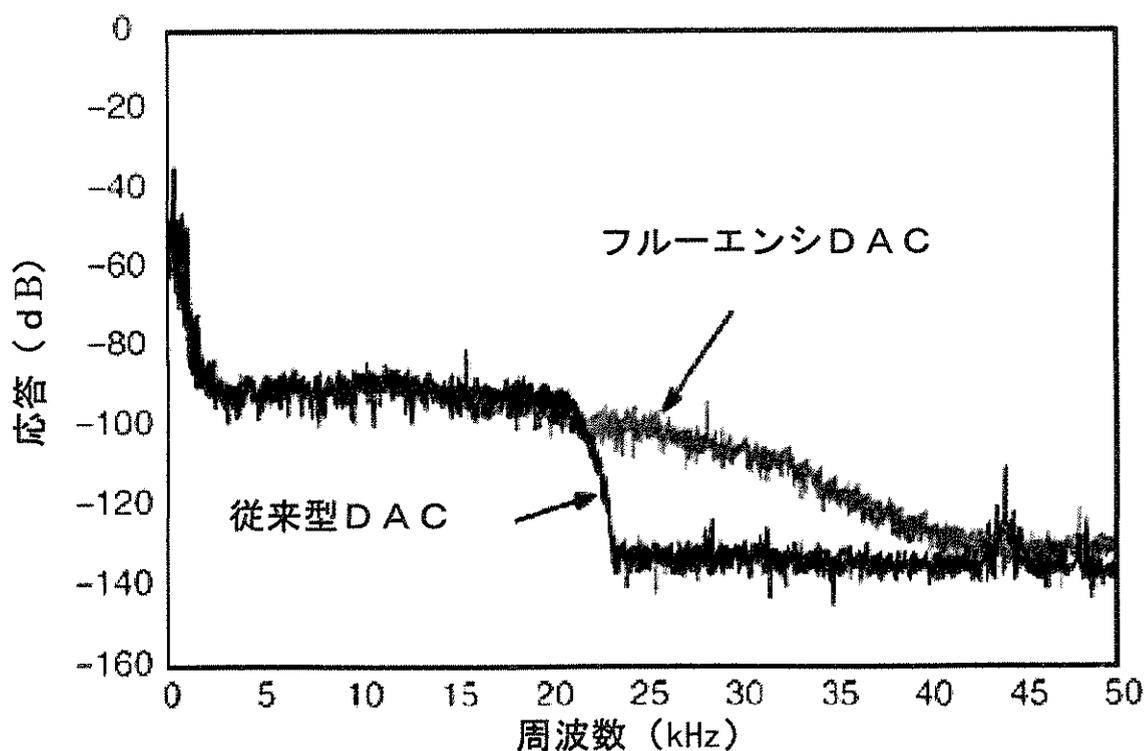


図1 フルーエンシD A変換技術による音響再生例

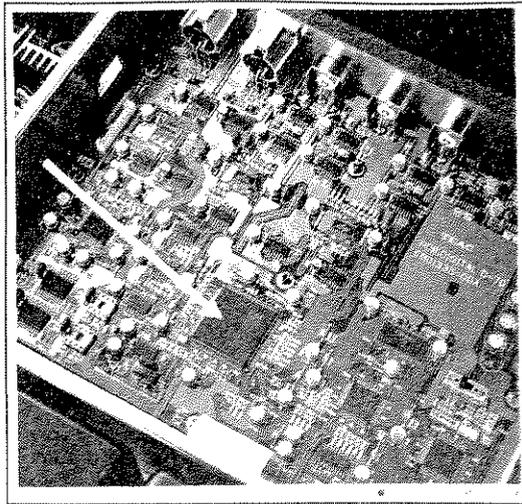


図2 音響製品に組み込まれたフルーエンシDA変換技術搭載のFPGAの例

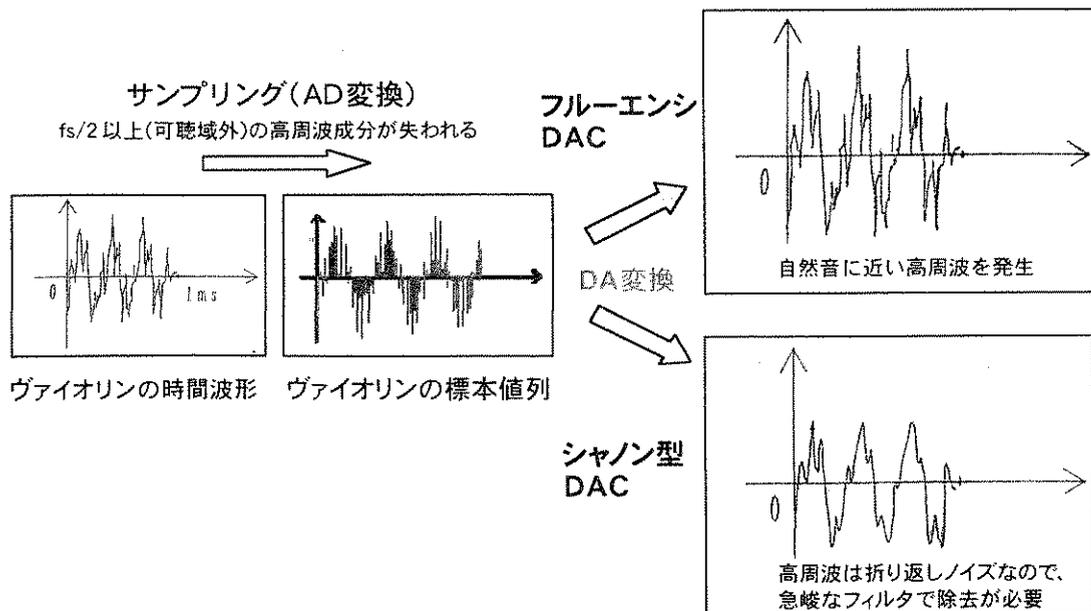


図3 フルーエンシDA変換器による高周波の再生効果

3. 効果

音響・映像機器の低コスト化を図る目的のため、1998年にフルーエンシDA変換器のIC化開発に成功し、国内外の音響機器メーカー6社に部品供給してきている。最終製品は、愛好家に支持され、2004年までに34件以上の製品賞を受賞している。また、本技術は携帯電話に適用され、「着うた」の音質向上に貢献している。さらに、2003年にTV、DVD等の画像信号処理向けのフルーエンシDA変換器を製品化し、DVDプレーヤ、MP3プレーヤ等に供給を開始している。また、2005年から、TV用のフルーエンシDA変換器がライセンス生産され、大幅に販売量が増加の予定である。

本技術は、今後、各種のマルチメディア分野に適用され、国際的標準となることが期待されている。

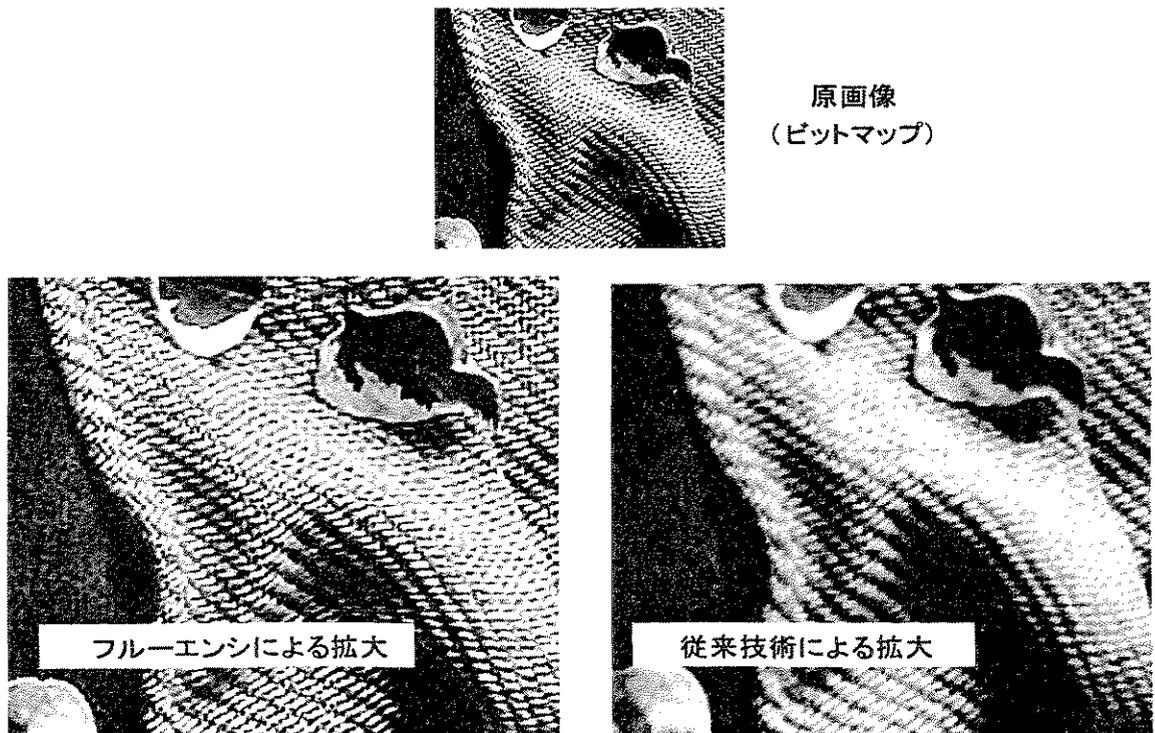


図4 フルーエンシ画像再生技術の比較