

契約期間 平成25年度～平成27年度

分野 溶射・蒸着

川下の抱える課題及びニーズ

◎川下分野横断的な共通の事項
生産性の向上

高度化目標

皮膜・薄膜の諸特性の向上

研究開発の背景及び経緯

近年、自動車やスマートフォン、IT家電など、多数のセンサーを内蔵した機器が私達の身の回りに増えてきた。さらに、ここ数年でロボットが身近な存在になりつつあり、そこでは各種センサーがまさに眼や耳として機能している。

それらのセンサーは、主として半導体デバイスで構成されており、特にコンシューマー製品向けであれば低コストである。つまり、光・温度・ガス・イメージ・圧力・加速度・ジャイロなど様々なセンサーは、先人たちの努力により、既に高機能化・コストダウンが高レベルで達成されている。ただし、(水)溶液センサーは、食品検査・臨床検査・POC(ポイントオブケア)など需要が高そうであるにもかかわらず、進化の波に取り残されている。

血糖値を測るバイオセンサーを除けば、一般に普及している溶液センサーは、大昔から構造の変わらない濁度計ぐらいしかない。高感度な溶液センサーといえば、研究機関や検査センターに設置されている、フローサイトメトリー・光散乱・SPR(表面プラズモン共鳴)を使ったものなどで、非常に高額なものばかりである。

このような課題を解決するためのブレークスルーとなりうる「導波モードセンサー」技術が、国立研究開発法人産業技術総合研究所で開発された。導波モードセンサーは、溶液の「屈折率変化」と「色の変化」を高感度かつ定量的に検出可能であり、シンプルな光学系で構成される光センサーであることから、溶液センサーで従来トレードオフの関係にあった「高感度」、「モバイル性」、「定量性」が高レベルで統合されている。有限会社シーアンドアイでは、早くからその可能性に注目し、溶液センサー市場で未開拓の「モバイル型高感度センサー」に狙いを絞って応用開発を進め、平成27年度にモバイル型導波モードセンサー「Eva-M01(図1)」を市場投入した。

モバイル機器であるからには、「パーソナル」かつ「オンサイト」での利用が前提となり、「使い勝手」に加えて「コスト」が重要なマーケティング要素となる。



図1 モバイル型導波モードセンサー (Eva-M01)

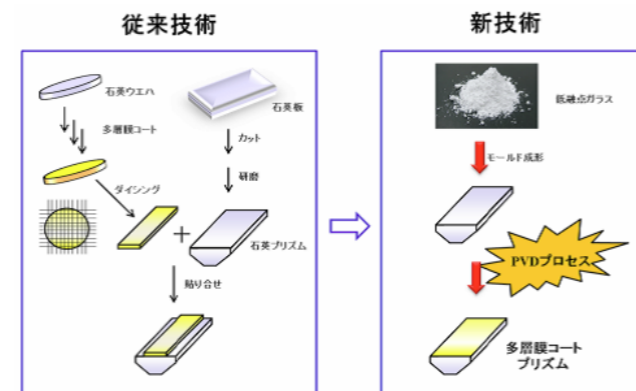
Eva-M01で、機械部分の開発はひとまず完了したが、消耗品たるセンサーチップの中核部材にSOQ(Silicon on Quartz)を使うと、コストダウンが困難で、簡易的な臨床検査や水質検査などでニーズが見込まれるターゲットプライスに遠く及ばないことがわかった。

よって、平面導波路として光学的に優れた特性をもつSOQと同等のものを、安価な原料と加工法で作製する手法の開発が必要となった。

研究開発の概要及び成果

SOQが高価な理由は、基板に高価な合成石英を使用していることと、加工に大量生産が確立されていない半導体プロセスを用いているためである。

幸いなことに、導波モードセンサーは、紫外領域の光を用いる必然性がないため、通常の光学材料で問題ない。よって、図2に示すように、原料に低融点ガラスを用いてプリズムを整形し、PVD(スパッタ)プロセスによりプリズム面に直接多層膜をコートする方法が有望と考えた。



- | 課題 | 特徴 |
|-----------|------------|
| ・製造工程が複雑 | ・製造工程がシンプル |
| ・原料が高価 | ・原料が安価 |
| ・製造コストが高い | ・製造コストが安い |

図2 センサチップコストダウン手法

この開発における中心的な課題は、可視光領域内で結晶性シリコン(c-Si)に近い光学特性(n,k:屈折率、消衰係数)を持つ数十nmの薄膜をPVDプロセスで成膜する技術の開発である。最新知見や協力機関のアドバイスを元に検討を進めた結果、微結晶シリコン(μ c-Si、図3参照)を始め、上記の条件を満たす複数の材料および成膜方法の開発に成功した。

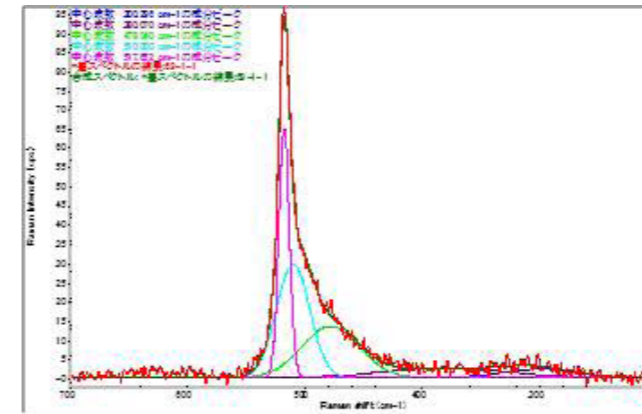


図3 μ c-Siのラマン分光スペクトル

本研究開発の主目的は、従来技術と同等の性能を維持しつつコストダウンを図ることであり、量産技術開発に注力した結果、最終的に目標(コスト1/3以下)を大きく上回るコストダウンに成功した。

販売価格も当初予定していた価格の約半分まで下げることが可能となり、より広範なニーズに対応できる。

開発された製品・技術のスペック

開発した多層膜コートプリズムは、図4(右)に示すように細長い台形プリズムの長辺側の面に2又は3層の薄膜がコーティングされたものである。実際には、図4(左)に示すように、樹脂製セル(長手方向に4つサンプル溶液を入れる穴が開いている)と組合せ、図1のEva-M01の中央にセットして測定する。

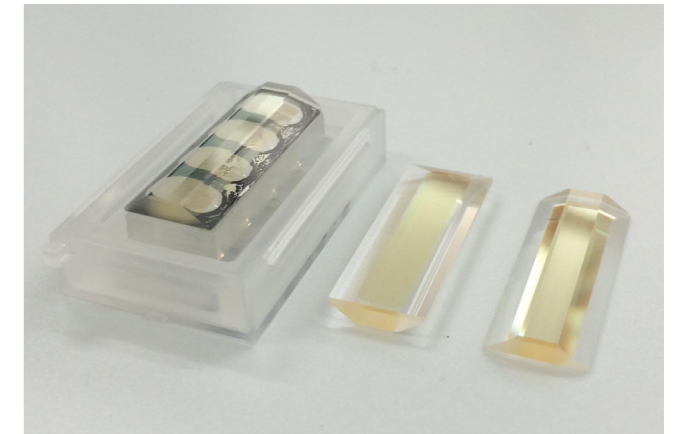


図4 多層膜コートプリズム(開発品)

このセンサーチップとEva-M01を組合せて、測定される実際のスペクトルは、図5に示す。図5は、青線がセルに純水を入れた状態であり、純水を10%NaCl水溶液に入替えると、赤線に変化する。この変化は、屈折率にして0.0175の変化であり、導波モードセンサーは、これをディップボトム波長の変化($\Delta\lambda=28\text{nm}$)として検出する。

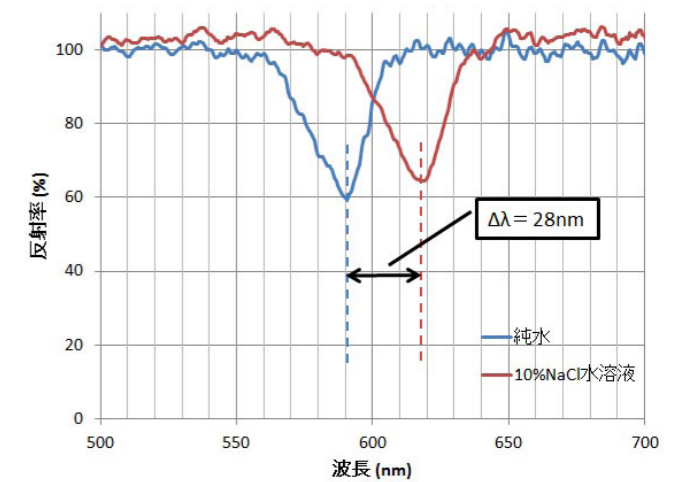


図5 開発品の実測スペクトル

この研究へのお問い合わせ

事業管理機関名 株式会社つくば研究支援センター

- ◎所在地: 〒305-0047 茨城県つくば市千現2-1-6
- ◎担当者: 高田 青史
- ◎TEL: 029-858-6000 ◎FAX: 029-858-6014 ◎E-mail: tci-is@tsukuba-tci.co.jp
- ◎プロジェクト参画研究機関(大学、公設試等): 国立研究開発法人産業技術総合研究所
- ◎プロジェクト参画研究機関(企業): 有限会社シーアンドアイ
- ◎主たる研究実施場所: 有限会社シーアンドアイ