

熱レンズ型光ファイバセンサの構成法と その高感度化、および、環境汚染物質の 高感度検出への応用に関する研究

New Ultrahigh-sensitivity All-fiber Thermal Lens Instrument

中西卓二 矢来篤史
Takuji NAKANISHI Atsushi YARAI

光熱レンズ型試料分析法は、種々の液体中における極微量不純物検出などに有効な方法である。本方法の原理は以下の通りである。測定したい溶液などの試料に高エネルギーのレーザー光Pを照射すると、その照射された試料部分が加熱され、その部分の屈折率が微妙に変化し、熱レンズが形成される。従って、そのレンズ部分にもう一つの弱エネルギーのレーザー光Dを通すと、Dのビームは同熱レンズにより、拡大（もしくは縮小）し、その拡大（縮小）量はその溶液の濃度と密接に関係している。従ってそのDビームのPビームの有無による変化量を検出すれば、試料溶液中における極微量不純物検出が可能となる。

しかしながら、従来の方法の場合、各種レーザー光路や各種光部品を極めて正確に大きな空気定盤上に組み立てる必要があるほか、その時間的変化を常にモニタする必要がある、可搬型装置として実現し得ないため、これまで製品としては実現していなかった。また、従来の同法の場合、実際には上記Pビームエネルギーのほんの一部しか検出に使用しないため、SNが不十分であると言う欠点があった。

以上に鑑み、本研究では光ファイバを用いた全く新しい熱レンズ型光ファイバセンサを開発した。ここでは、上記P、D両ビームを、ファイバカプラを使用して同一光ファイバAに導入し、それらをそのファイバのレンズ加工された出射端部から出射させる。また、その出射端部に極接近させて同様のレンズ加工されたファイバBを配置することによりP、D両ビームは極めて効率的にファイバBに吸収される。ここでファイバBに吸収されるDビームエネルギーは試料濃度などにより高感度に変化するため、その検出が可能となる。ここでA、B両ファイバは1つのホルダにより固定される構造となっているため、定盤上の各種位置合わせは一切不要であり、可搬性が実現し、商用化の目途が立った他、検出感度も極めて大きい。

本研究により、極低濃度試料（ブタノール中色素）を測定した結果、検出感度20ppb以下と言う極めて良好な結果が得られた。

以上の研究に対するこれまでの対外的成果を以下に記す。

- (1) 特許申請：特願平11-238664号
- (2) 国際会議発表：11th International Conference on Photoacoustic and

Photothermal Phenomena, P-10-11, “New Ultrahigh-sensitivity All-fiber Thermal Lens Instrument”

(3) 論文誌Analytical Sciencesに掲載予定

(4) 学会発表（2件）：

- 1) 1998年度秋季応用物理学会学術講演会17a-YN-5、“全光ファイバ方式光熱レンズ検出装置（Ⅰ）”
- 2) 1999年度秋季応用物理学会学術講演会2p-ZA-5、“同（Ⅱ）”