

E5-2 ファイバオプティクスによる酸素濃度センサの開発

鳥羽榮治・相沢宏明・西松豊典
信州大学繊維学部繊維システム工学科

1. はじめに

今日、酸素濃度の測定は工業・医療分野など幅広い分野で必要とされている。これらの酸素濃度の測定法として主に電気化学的測定法が考えられている。この測定法はセンサ部に電極を使用しており電解液が必要であること、温度やpH、流速などの影響を受けやすいこと、さらに測定中に酸素を消費してしまうことなど多くの問題点を含んでいる。

本研究はこれらの問題点を解決するための手法として、特定物質が発する蛍光が酸素分子による消光現象に着目し、発光物質と光ファイババンドルを組み合わせたオプトロード型の酸素濃度センサの開発¹⁾を試み、実用的なセンサとしての可能性について検討を加えた。

2. 測定原理と測定方法

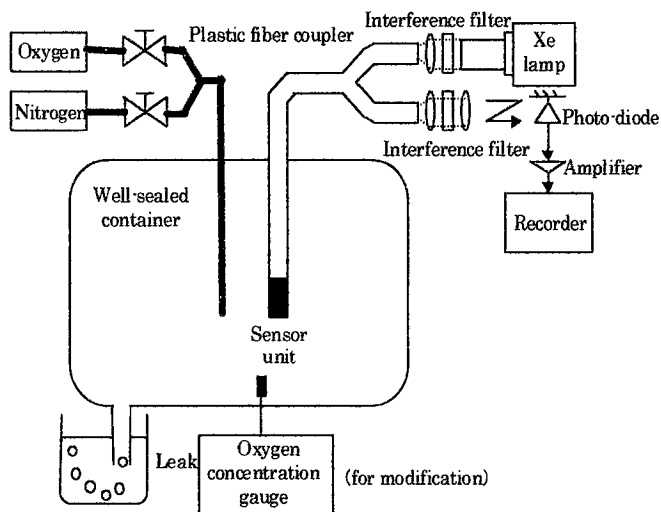
多環芳香族や芳香族炭化水素を有する物質に光を照射すると蛍光を生ずる。この蛍光は酸素分子が存在すると電荷移動錯体を形成して酸素分子の方へ電子が移動するために、酸素分子による定量的な消光現象が生ずる。無酸素状態及び酸素状態での蛍光の発光強度を I_0 及び I とすると、酸素濃度と蛍光との消光比の関係は下式のスターン・ボルマーの式で表す事が出来る。

$$I_0/I = 1 + K_{sv} [q] \quad \text{ここで } K_{sv}: \text{スターン・}$$

ボルマー定数, $[q]$: 消光分子の濃度

上式において、蛍光の発光強度比(I_0/I)を測定することにより酸素濃度が求められる。

Fig.1 に2分岐光ファイバケーブルによる発光プ



Arrangement for measuring oxygen concentration in vapor by using fiber coupler.

ローブを用いた気相中での酸素濃度測定システムの概略を示す。

3. 結果及び検討

Fig.2 に発光プローブとしてソルベントグリーン5 (S.G.5) を用いたときの気相中での酸素濃度と相対的発光強度の関係を示す。気相および液相中で酸素濃度と相対的発光強度との関係は直線的比例関係が成立し、理論式とも一致していることが判明した。さらに、ヒトの血液の吸収波長は約 415、542、579nm であり、S.G.5 の吸収波長と発光波長が血液の吸収波長と異なっており血液中での使用が可能と考えられる。

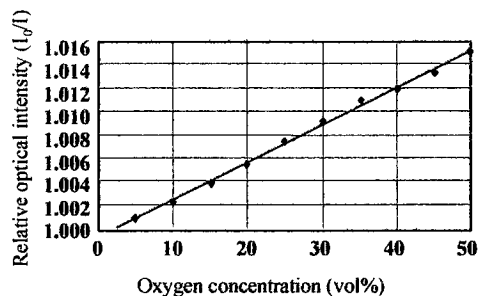


Fig.2 Relation between optical intensity and oxygen concentration in vapor

4. 結論

本実験で得られた主な知見は次の通りである。

- (1) S.G.5 の吸収ピーク波長は 468 nm、発光ピーク波長は 514 nm である。
- (2) S.G.5 の発光強度は酸素濃度に依存しており、発光強度を求めることにより酸素濃度の測定が可能である。
- (3) 光ファイバケーブルにより発光プローブの微小化が可能となり、同一の発光プローブで、気相と液相の酸素濃度測定ができる。
- (4) 本発光プローブは pH や流速変動の影響を受けない。
- (5) ヒトの血液の *in vitro* での酸素分圧と発光強度とは直線的比例関係が成立することが判明し、*in vivo* 血中酸素分圧測定への可能性を確認した。

参考文献

- 1) E.Toba et.al., Fiber Optic Fluorosensor for Oxygen Measurement, IEICE, Trans. Elect., Vol. E83 -C, No. 3, 366-370 (2000)