

# 鳥羽栄治・石沢広明・相沢宏明・勝亦徹

## 目的別テーマ：能動型光ファイバーの開発

### 15年度研究テーマ

15-4-3:ファイバオプティクスによる化学量センサとセンシングシステムの開発

#### ABSTRACT

In this research, we will report on a fiber optic chemical quantity sensor (Oxygen concentration, Carbon dioxide concentration, pH, Temperature) by using fluorescence. It is based on fluorescence quenching. The quenching ratio and lifetime of fluorescence are proportional to chemical quantity. We have fabricated a microscopic luminous probe by using various luminescence materials. We have clarified various characteristics of these probe and application to chemical examination. Moreover, the fiber optic thermometer probe using chromium doped spinel crystal,  $MgAl_2O_4:Cr^{3+}$ , and ruby crystal,  $Al_2O_3:Cr^{3+}$ , are fabricated. The lifetime of spinel and ruby crystal decrease with temperature. Lifetime and temperature coefficients of the spinel crystals were about 3 times larger than that of the ruby crystals.

#### 研究目的

光ファイバーの優れた特徴を巧みに利用した高精度でかつ信頼性の高い化学量計測用のセンサと同センシングシステムを構築することにより従来の電気的センサでは計測が不可能とされる様な計測対象でも新たな計測手段を見いだす事を目的とする。

#### 一年間の研究内容と成果

光ファイバと有機・無機の光学素子とを組み合わせさせた種々のファイバオプティクセンサを試作し、これらの実用的な化学量・生体量の計測センサ及びセンシングシステムとしての活用と応用について様々な角度から考察と検討を加えた。これらの結果の中で特に光ファイバとルビーおよびスピネル等を組み合わせさせたファイバオプティクスセンサの蛍光寿命を利用した温度センサは常温から約600℃の測定は範囲で測定精度の高い実用的な絶対温度センサとしての有用性を見出した。ここでは、主に蛍光物質（蛍光体）と光ファイバーとを組み合わせさせた光ファイバー温度計の高性能化を計ることを主要目的とし、ルビー及びスピネル単結晶の育成と評価を行い、光ファイバー温度計への応用の可能性を検討した。図1にサファイアファイバー上に単結晶を成長させた温度計の概略を示す。図2にスピネル結晶の蛍光寿命と温度特性の関係を示す。

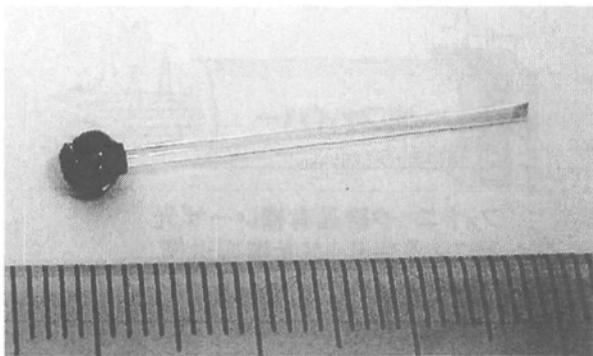


図1. サファイアファイバー上に成長させたルビー

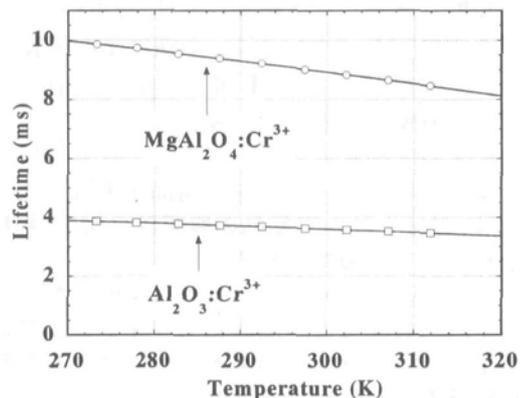


図2.ルビーとスピネル結晶の蛍光寿命温度特性の比較

#### 展望

電磁環境下やプラズマなどの特殊な環境下での温度計測には蛍光体の蛍光寿命の温度依存性を利用した高精度でかつ高感度の光ファイバー温度計が有効と考えられる。

温度センサとして用いる蛍光体には蛍光寿命が長く、励起・発光波長が可視域に存在するルビー ( $Al_2O_3:Cr^{3+}$ ) やスピネル ( $MgAl_2O_4:Cr^{3+}$ ) などに  $Cr^{3+}$  を添加した結晶が適していると考えられる。 $Cr^{3+}$  添加結晶の発光波長や蛍光寿命は  $Cr^{3+}$  を添加する母材によって変化する。従って、ルビーやスピネルとは異なる結晶構造を持つ  $YAlO_3$  結晶（ペロプスカイト型構造）に  $Cr^{3+}$  を添加した結晶を育成し、蛍光寿命や温度依存性を評価・検討することにより高精度でかつダイナミックレンジの広い実用的な温度計の実現の可能性が大である。