



| | |
|--------------|--|
| Title | 希土類蛍光体の温度計測への応用に関する研究 |
| Author(s) | 平野, 正夫 |
| Citation | 大阪大学, 1987, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/35566 |
| rights | |
| Note | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について |

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

| | |
|---------|---|
| 氏名・(本籍) | 平野正夫 |
| 学位の種類 | 工学博士 |
| 学位記番号 | 第 7550 号 |
| 学位授与の日付 | 昭和 62 年 2 月 27 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 5 条第 2 項該当 |
| 学位論文題目 | 希土類蛍光体の温度計測への応用に関する研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 塩川二朗 教授 田中敏夫 教授 岡原光男 教授 米山宏 教授 野村正勝 教授 永井利一 教授 城田靖彦 |

論文内容の要旨

本論文は赤外-可視変換希土類蛍光体 $YF_3 : Yb, Er$ 発光の温度依存性を光学式温度計測へ応用し、温度センサの技術を確立することを目的としたもので、5 章からなっている。

第 1 章では、光学式温度計測法研究の背景についてのべ、本研究の位置づけ、特長、範囲を明らかにしている。

第 2 章では、蛍光体のトランスデューサ効果の検討を行っている。計測の信頼性を改善する観点から、発光ダイオードで励起可能な赤外-可視変換蛍光体に着目し、まず、 $LnF_3 : Yb, Er$ ($Ln : Y, Gd, La$) の合成実験を行い、湿式・フラックス法 2 段焼成によって高輝度粒子を得ている。それらの蛍光体のパルス励起発光の温度特性の測定から、(1) $YF_3 : Yb, Er$ の緑色発光の感温性が高いこと、(2)パルス発光のパラメーターとしては残光積分輝度の感温性が高いこと、(3)上記の緑色発光の感温変化はアップ・コンバージョンの発光過程のエネルギーつなぎたしの起点となる Er^{3+} の $^4I_{11/2}$ 準位から輻射遷移する赤外発光が深く関与していることなどを明らかにしている。

第 3 章では、上記蛍光体の温度-光トランスデューサ効果を光温度センサへ応用する研究を行っている。まず、光ファイバ計測で発生する誤差要因の分析を行い、その効果をもとに光ファイバセンサに使用する光部品の低損失化と安定化を行い、さらに、励起光源である赤外発光のダイオードのパルス発光における自己発熱と周囲温度の変動が蛍光体の励起発光特性に与える影響を詳細に検討している。その結果、周囲温度の変動に対して安定な温度トランデューサ機能が得られるようになり、実用に供し得るセンサの安定度を得ることに成功している。

第 4 章では、本研究の成果として実現した光ファイバ温度センサの諸特性を測定している。この温度

センサは-30~200°Cの温度範囲で±0.3°C (≤80°C), ±0.8°C (≤150°C), ±1.8°C (≤200°C) の精度(プローブ互換による精度)が得られており、単線・反射形でφ0.85mmの細径プローブが実現している。さらに光ファイバ温度センサの高周波(R.F.500W)およびマイクロ波加熱装置(f=2450MHz, 3kW)を用いて電磁気ノイズ下での温度計測性を評価する実験を行い、このセンサが高周波、マイクロ波に影響されない温度計測が可能であることを確認している。

第5章では、本研究の成果と展開性について総括している。

論文の審査結果の要旨

電磁界中でもその影響を受けずに計測可能であるという利点をもつことから、光学式温度計測法は注目され、最近では、蛍光体を温度トランスデューサとする光ファイバ温度センサの有用性が確認されている。しかし、これまでの蛍光体トランスデューサはすべて紫外線を励起起源とするため、光源の安定性に乏しい、寿命が短い、あるいは光ファイバ中での励起光の損失が大きいなどの課題を残している。

本論文は、上記の課題を解決し、さらに高感度な温度センサを実現することを目的とし、安定した発光が得られ、かつ赤外発光ダイオードで励起でできる赤外・可視交換希土類蛍光体に着目して研究を進めたものであり、その成果を要約すると次のようである。

- (1) 蛍光体 $\text{LnF}_3 : \text{Yb, Er}$ ($\text{Ln} : \text{Y, Gd, La}$) を高輝度化する研究において、フッ化亜鉛フラックスを用いて2段焼成を行い、各焼成後酸エッチング処理を行うことにより粗粒の高輝度粒子を再現性よく得ることに成功している。また、 $\text{Y}_{0.77}\text{Yb}_{0.20}\text{Er}_{0.03}\text{F}_3$ の組成で最大の輝度が得られることを見出している。
- (2) 温度-光トランスデューサの研究において、希土類蛍光体のパルス励起下での各種の発光パラメータの温度特性を詳細に検討し、 $\text{YF}_3 : \text{Yb, Er}$ の緑色発光が温度感度にすぐれ、その残光積分輝度が最も高感度な発光パラメータであることを見出している。また、その緑色発光の温度による変動を発光機構の解明を通じて明らかにしている。
- (3) 上記の温度特性を応用した光ファイバ温度センサの実用化研究では、発光ダイオードと蛍光体を組合せたパルス励起発光について詳細な検討を加え、周囲温度の変動に対する動作安定性に大幅な改善を得ると同時に、センサプローブと本体の互換が可能な製造条件を確立している。

以上の成果に基づいて製造された光ファイバ温度センサは高周波、マイクロ波にも影響されずに高精度で温度計測が可能であり、単線・反射形でφ0.85mmの細径プローブを実現している。

以上のように、本論文は赤外-可視交換希土類蛍光体の合成から出発し、その温度-光トランスデューサ効果を巧みに応用して新しい光ファイバ温度センサを実用化しており、材料科学ならびに計測器工業に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。