

高感度光応用磁界センサ用材料 Ce:YIG の開発

背景

電力設備の微小領域の欠陥の診断や、電気機器などから発生する漏洩磁界の計測の必要性から高感度磁界センサの要望が高まっている。磁界測定技術としては、光ファイバや光学結晶のファラデー効果を用いた光応用磁界センサが、電氣的に非接触で測定できることから、研究が盛んに行われている。センサ用材料としては、ビスマス置換イットリウム鉄ガーネット結晶 (Bi:YIG) が磁界に対して高感度なために用いられてきたが、Bi:YIG のビスマスをセリウムに置き換えた Ce:YIG 薄膜が、さらに大きなファラデー効果を持つことが近年報告されている。磁界センサの感度は結晶長に比例するため、薄膜ではなく Ce:YIG 単結晶が作製できれば、従来に無い非常に高感度な光応用磁界センサを開発できる。

目的

Ce:YIG 単結晶を作製し、磁界センサとしての特性を評価する。

主な成果

1. 単結晶の成長

溶媒移動浮遊帯溶融法^{注1}により成長速度を 1 mm/h にすることで、8%の Ce を置換した、直径約 8 mm、長さ約 50 mm の大型の Ce:YIG 単結晶の成長に成功した。

2. 光学特性

作製した結晶の主要な光学特性は以下の通りである。

- (1) 磁界センサの感度を示すヴェルデ定数は、Bi:YIG 単結晶より約 2 倍大きい。
- (2) 磁界の感度低下を生じさせるコットン・ムートン効果^{注2}は、Bi:YIG 単結晶の 3 倍であった。

3. 磁界センサ構成の提案と特性評価

コットン・ムートン効果による感度低下への改善策として、2 つの結晶の光軸を 90 度回して並べ垂直方向のバイアス磁界を印加する「重ね合わせ法」(図 1) を提案し、磁界センサとしての特性評価を行った。その結果、8-1400 A/m の広い領域にわたって比誤差 $\pm 1\%$ 以内で磁界を測定できた (図 2)。

今後の展開

電力設備の微小領域の欠陥の診断や、電気機器などから発生する漏洩磁界の計測等に適用していく。

注1：溶剤と原料棒の端部を溶融し、その溶融帯を移動して原料棒を単結晶化する方法

注2：磁界により生じる複屈折で、入射直線偏光を楕円化させるため感度低下となる。

表1 Ce:YIG単結晶とBi:YIG単結晶の比較

	Ce:YIG (今回試作)	Bi:YIG (文献最高値)
ヴェルデ定数	4.2 deg/A	1.9 deg/A
コットン・ムートン効果	-1.7×10^{-4}	-0.5×10^{-4}

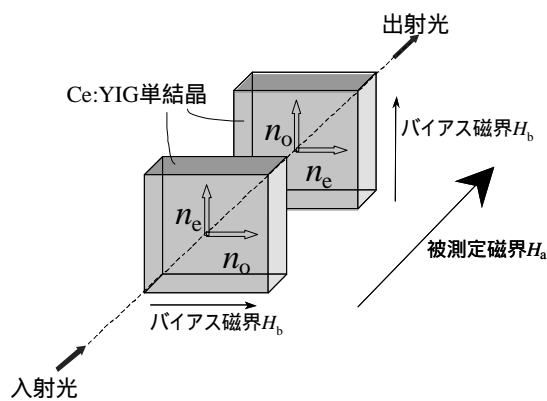


図1 「重ね合わせ法」

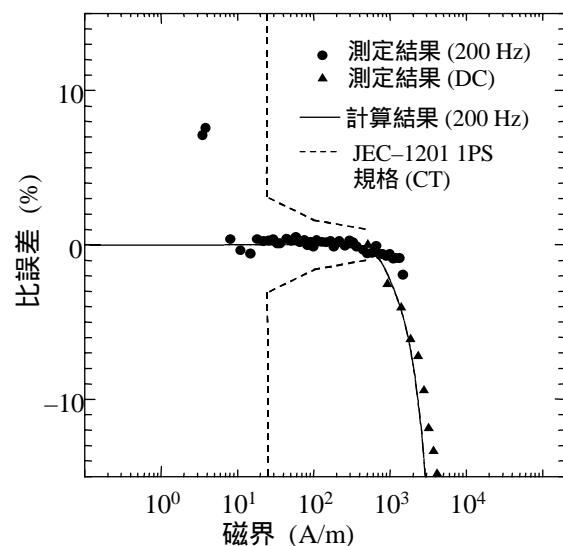


図2 磁界センサ特性評価例

研究報告 T03072	キーワード：光磁界センサ、フローティングゾーン法、セリウム置換イットリウム鉄ガーネット、磁気光学効果、光吸収
関連研究報告書	
担当者	樋口 貞雄 (狛江研究所・電気物理部)
連絡先	(財)電力中央研究所 狛江研究所 事務部 研究管理担当 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : ko-rr-ml@criepi.denken.or.jp

[非売品・不許複製] © 財団法人電力中央研究所