

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 志村 重輔

本論文は、新規な非線形磁気光学効果である磁化誘起第三高調波発生 (MTHG) を見出すことを目的としており、磁性ガーネット薄膜における第三高調波発生の磁場依存性について、理論と実験の両面から検討している。また、磁化誘起第三高調波発生を定量的に議論するための実験方法および解析方法を提示している。

本論文は五章より構成されており、第一章では非線形磁気光学効果の紹介と研究の方向づけとがなされ、第二章では磁性ガーネット薄膜の作製について示されている。そして、それに続く二つの章で具体的な研究成果が示されている。最後の章では、全体の総括と研究に関する将来展望が述べられている。

第一章は緒言である。磁化誘起第二高調波の発生方位が媒質の磁気点群によって記述されること、そして媒質の磁気点群は時間反転対称性を考慮することによって定まることを示している。その上で、磁化誘起第三高調波の発生方位も磁気点群の変化から定性的に予言できることを示している。

第二章では、磁性ガーネット薄膜の作製について示している。透明な強磁性体として知られている磁性ガーネットのうち、ここでは線形磁気光学効果の大きなビスマス・アルミニウム置換イットリウム鉄ガーネット ( $\text{Bi,Al:YIG}$ ) に注目し、熱分解法を用いて薄膜を作製している。広い組成範囲において成膜可能であったことを報告している。

第三章では、透過配置における磁性体の高調波発生の一般式を、波動光学的なアプローチによって導出している。ある媒質が、基本波および高調波に対してそれぞれ異なる大きさのファラデー効果を示す場合、この媒質から観察される高調波の強度や偏光状態は、非常に複雑な厚さ依存性を示す。このことについて触れた後、 $C_{\infty v}$  構造を持つ磁性体の第二高調波発生と、等方性磁性体の第三高調波発生について、観察される高調波の一般式を導出し示している。

また本章では、得られた一般式を元に、外部磁場によって高調波発生の位相整合をなしえる「磁気位相整合」という概念を提案し、この発生条件について言及している。

第四章では、等方的磁性体を持つ三次の非線形感受率の独立ノンゼロテンソル要素を導出し、それを解析することによって、磁化誘起第三高調波発生を検出するための具体的な測定方法を三種類考案している。そして  $\text{Bi,Al:YIG}$  薄膜を用いて実際にこれらの光学測定を行い、これらの中の一つの測定 (直線偏光を入射し、縦磁場によって磁化された媒質から出射する第三高調波の偏光状態を観測する方法) において、磁化誘起第三高

調波発生の検出に初めて成功している。

また本章では、測定結果の解析方法についても提案されている。前章において導出された一般式を元に解析式が導出され、実際に Bi,Al:YIG 薄膜を用いた行った実験結果の解析を行っている。そして、Bi,Al:YIG の組成依存性を検討した結果から、磁化誘起第三高調波発生がスピン軌道相互作用にほぼ比例する効果であることを実験的に示している。また、波長依存性を検討した結果から、磁化誘起第三高調波発生に大きな共鳴現象を見出している。共鳴は高調波より低エネルギーな電子準位の存在によって引き起こされる現象であり、すなわち磁化誘起第三高調波発生が磁性体の電子状態を知る新たな方法として重要な意味を持つことを示唆している。

第五章では、本論文でオリジナルになされたことをまとめ、今後の展望について述べられている。

以上のように、本論文では磁化誘起第三高調波発生の理論から解析に至るまで多くの提案がなされており、本論文から得られる知見は磁気光学の分野をはじめ、それに関連する様々な学際領域の発展に大きく寄与するものと認められる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。