

審査の結果の要旨

論文提出者氏名：藤村隆史

本論文は、次世代光メモリーとして期待されているホログラフィックメモリーに用いられる記録材料についての研究をまとめたものである。ホログラム材料としては、ライトワンス型材料であるフォトリポマーと並んで、書き換え可能なフォトリフラクティブ材料が以前から研究されている。ニオブ酸リチウムなどの強誘電性結晶では、長時間の記録保持が可能で、暗所に保存すれば年のオーダーで保持できるという報告がある。しかし、情報を読み出すと、読み出し光によって記録が少しずつ消えていくという再生劣化の問題があった。本論文の著者は、この課題の解決を目指し、二つの全く異なる不揮発記録法、材料自身を不揮発にする方法と読み出しを工夫した方法を研究し、それぞれに重要な成果を上げた。

第1章「序論」では、本論文の研究背景と目的、および、構成について述べられている。

第2章「ホログラフィックメモリー」では、現行の光ディスクメモリーを越える次世代光メモリーとして期待されているホログラフィックメモリーについて、システムの概略と、ホログラム記録の原理がまとめられている。ホログラフィックメモリーでは、記録の多重度が記録容量を決める重要な要素となるので、これについて詳細に述べられている。

第3章「フォトリフラクティブ効果」では、ホログラム記録材料であるフォトリフラクティブ材料について、概略がまとめられている。フォトリフラクティブ効果は、光励起された電荷が移動し、材料内部に電荷分布が生じることにより発現する。電荷を蓄えるトラップ準位はフォトリフラクティブ中心と呼ばれる。本章では、標準的な理論であるバンド輸送モデルに基づいた解析結果が述べられている。最後に、本論文のテーマである再生劣化に対する対処法について、過去の研究がまとめられている。

第4章「Ru,Fe:LiNbO₃結晶における不揮発性ホログラム記録」は、再生劣化に対する第一の対処法である、二色書き込み法による不揮発記録に関する研究成果をまとめたものである。通常のフォトリフラクティブ材料では、情報の書き込みと保持は同一のフォトリフラクティブ中心を介して行われるが、二色書き込み法では、記録の保持に用いる

深いトラップ準位と、書き込み時に暫定的に用いられる浅いトラップ準位を分けて、再生劣化の問題を回避する。これまで、Fe と Mn を二重ドーピングしたニオブ酸リチウムや、欠陥準位であるスモールポーラロンを用いた材料が知られていた。著者は、より高い性能を発揮する材料系を探索し、Ru と Fe を二重ドーピングしたニオブ酸リチウムで、従来の Fe:Mn 系を越える優れた性質を示すことを見出した。フォトリフラクティブ効果や光誘起吸収の実験結果を、2センターモデルに基づく理論に照らして解析し、不揮発記録のメカニズムを明らかにした。

第5章「広帯域光源を用いたホログラムの非破壊再生法」では、記録光に比べ長波長（低エネルギー）の光で再生することにより、記録の消去を避ける方法について述べられている。原理は簡単であるが、厚いホログラムでは、再生波長を変えるとブラッグ条件の制約により記録全体を同時に再生できないことが知られていた。著者は、読み出しの光源を広帯域化することにより、この欠点を克服できることを見つけた。ブラッグ回折について詳細に解析し、記録再生に必要な波長幅など設計指針を明らかにした。また、線形波長可変フィルターを用いることにより、多重記録密度を格段に上げられることを見つけ、実験により実証した。

第6章「研究の総括」は本論文のまとめに充てられている。

以上を要するに、本論文はホログラフィックメモリー用フォトリフラクティブ材料の不揮発記録について著者の創意工夫による重要な研究成果をまとめたものである。この成果は、フォトリフラクティブ材料とホログラフィックメモリーについて新しい知見を付け加えるものである。よって、本論文は物理工学に対し寄与するところ大であり、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。