

Title	有機フォトクロミック材料を用いた3次元多層光記録
Author(s)	鳥海, 亜希子
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/41381
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	と 鳥 海 亜 希 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 14607 号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学位論文名	有機フォトクロミック材料を用いた3次元多層光記録
論文審査委員	(主査) 教授 河田 聡 (副査) 教授 増原 宏 教授 萩行 正憲 助教授 笠井 康弘 助教授 谷田 純

論 文 内 容 の 要 旨

本論文には、光メモリの記録容量の増大を目的として、有機フォトクロミック材料を記録媒体とした3次元多層光メモリの研究・開発を行った結果をまとめたものであり、序論、本論6章および総括から構成されている。

第1章では、光メモリに関する研究の背景および本研究の目的について述べている。特に、有機フォトクロミック材料を記録材料として用いた光メモリに関する研究について詳しく述べ、本研究の位置づけを明らかにしている。

第2章では、フォトクロミズムの原理とその歴史的背景を述べ、光メモリの記録材料に要求される性質を示している。実験では、3種類の有機フォトクロミック材料（ジアリアルエテン類2種、スピロピラン類1種）の熱安定性、繰り返し耐久性に関する検証実験を行い、記録材料としての適性を検討している。

第3章では、2光子吸収過程を利用した3次元多層光メモリの記録光学系の検討を行っている。

第4章では、フォトクロミック・メモリの抱える非破壊読み出しの課題を克服する手法として、材料が吸収しない波長の光を再生光として用いることを提案し、位相差顕微光学系、微分干渉顕微光学系、微分位相コントラスト光学系、反射型共焦点顕微光学系の比較、検討を行っている。その結果、コントラストおよび3次元分解能の点より反射型共焦点顕微光学系が最適であると結論している。さらに、反射型共焦点顕微光学系でのデータ読み出しに必要な条件を、光学系の光学伝達関数と記録ビットの空間周波数帯域の関係より示している。

第5章では、2光子吸収による3次元多層記録および、反射型共焦点顕微光学系によるデータの再生実験を行った結果についてまとめている。ジアリアルエテン類の有機フォトクロミック材料をドーブしたPMMAに、波長760nmのチタン・サファイアレーザーを用いて26層のデータを記録、再生することに成功している。

第6章では、エルビウムをドーブしたファイバー・レーザーの記録用の光源として、3次元多層記録実験を行い、20層のデータを記録することに成功している。

第7章では、有機フォトクロミック材料へのデータ記録の、光強度依存性、露光時間依存性、偏光依存性について述べている。その結果、記録媒体に含まれる分子数を考慮の上、ピーク強度が高く、露光時間が短い方が記録ビットを小さくできる事を明らかにしている。また、偏光依存性に関しては、記録・再生光の偏光方向の違いによってデータを多重に記録できることを示している。

総括では、本研究で得られた成果を総括し、本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

光メモリは、情報産業はもとより医療、学術などにおいて、欠くことのできない基盤技術である。しかしながら、記録ビットのサイズが回折限界によって原理的に制限されるため、使用レーザーの波長程度のビットサイズしか達成できない。一方、光ファイバー通信の時代を迎え、情報容量は飛躍的に増大し、テラビット/in²の記録密度が求められる。このような光メモリの限界を超えるブレイクスルーとして、多層にデータを記録、再生する3次元多層光メモリが提案されている。本論文は、この3次元多層光メモリの材料として有機フォトリソグラフィック材料を用いることを検討し、それを実現するための光学系を考案した研究の成果をまとめたものであり、その主な成果を要約すると次のとおりである。

- (1) データの記録に2光子吸収過程を用いた記録光学系の検討を行っており、2つのビームを直交させる光学系と単一ビームによる集光系の2つの方式の比較を行っている。
- (2) フォトリソグラフィック材料が光吸収しない波長を用いて、データを非破壊的に屈折率変化として読み出すことを初めて提案し、実験においてもその有効性を実証している。
- (3) データの再生光学系として反射型共焦点光学系を用いることを提案しており、そのためにはデータ記録/再生の波長および対物レンズのNAの選択が重要であることを理論的に示している。
- (4) 2光子吸収による3次元多層光記録および反射型共焦点顕微鏡光学系によるデータの再生実験を行っている。記録レーザーにはチタンサファイアレーザーを用いており、2光子吸収過程により記録された26層のデータを、He-Neレーザーを光源とした反射型共焦点顕微鏡光学系により再生することに成功している。
- (5) コンパクトで、より実用的なサイズのエルビウムをドープしたファイバー・レーザーを記録光源として用いて、3次元多層光記録実験を行っている。実験の結果、20層のデータを記録、再生することに成功している。

以上のように、本論文は、書換可能な3次元多層光メモリの実用化において重要となる非破壊読み出し方法についての新しい提案を行い、波長および対物レンズのNAを適切に選択することにより反射型共焦点顕微鏡光学系を用いてデータの再生が可能であることを初めて示している。これらの実験結果は、3次元多層光メモリの実用化に大きく貢献したものであり、応用物理学、特に光学および計測工学に寄与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。