

色素ドープ高分子微小球を用いた高密度フォトンモード光メモリ

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-03-31 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小林, 直樹 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/1195

氏名・(本籍)	小林直樹(山梨県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	工博甲第 264 号		
学位授与の日付	平成17年3月24日		
学位授与の要件	学位規程第5条第1項該当		
研究科・専攻の名称	電子科学研究科 電子応用工学		
学位論文題目	色素ドーブ高分子微小球を用いた高密度フォトンモード光メモリ		
論文審査委員	(委員長)		
	教授	篠原茂信	教授 山口十六夫
	教授	中島伸治	教授 江上力

論文内容の要旨

現行の光記録システムにおいて、ジッタの発生は光ディスクのアクセス速度を低下させる最大の原因である。本研究では、色素ドーブ高分子微小球を光学的記録ビットとして利用する光ディスクの研究を行う。二次元の微小球配列構造を作製し、各微小球に情報のビット記録を行う。再生時には、微小球の3次元形状信号と、記録情報信号とが同時に得られる、形状信号をクロック信号として利用した、ジッタフリーな光ディスクが実現可能となる。

現在の光ディスクは、記録セクタ内に同期信号(クロック信号)領域を持っており、この領域より読み出したクロック信号とデータ領域より読み出される記録ビット信号を利用してディスクの回転速度を制御し、安定したクロック信号を発生させている。このようにして発生させたクロック信号を元にディスクの記録ビット位置を判別しているため、一定間隔以上記録ビットが存在しない領域や連続した領域が存在すると、安定したクロック信号の生成ができなくなり、記録ビットの判別ができなくなってしまう。そのため、CDやDVDでは、記録するデータを特殊な方法で変換し、ビットの連続、不連続の個数が決められた値となるようにしている。しかし、それでもわずかなディスクの回転むらや記録ビットの形成むら等の要因により、クロック信号と実際の記録ビットの位置との間にはわずかなずれが生じ、ジッタが発生してしまう。

本研究テーマである微小球光メモリでは、このジッタの発生を押さえることが可能となる。微小球アレイを反射型共焦点光学系を用いて共焦点反射光強度を測定すると、周期的な微小球の形状信号を得ることができる。この信号をもとにクロック信号を生成する。このクロック信号を検出窓として反射光強度データを読み出す。この信号には記録ビットの有無によって信号のピークレベルが

異なっており、このレベルの大小を判別することで記録データを再生する。この微小球光メモリは、クロック信号の中心位置と記録ビットである微小球の中心位置とが必ず一致しているため、ビット信号とクロック信号の間にはジッタは発生しない特徴を持つ。つまりジッタフリーな光ディスクが実現可能となる。

微小球光メモリでは、色素をドーブした高分子微小球一つ一つを記録ビットとして利用する。記録用色素を構造的に制限された微小球内にドーブすることで、記録可能領域を微小球内に限定することができ、記録ビットサイズを微小球の直径サイズ以下にすることができる。記録ビットが構造的に制限されているため、平面方向のクロストークの発生を押さえることができ、平面方向の分解能を高くすることが可能となる。微小球のサイズをより小さくすることで記録光源の短波長化に頼らずとも、ある程度の記録ビットの縮小化即ち、高密度記録が期待できる。加えて、微小球へ様々な特性を持つ複数の色素をドーブすることで、波長多重記録、偏光多重記録も可能となる。2つの微小球記録層を透明なバッファ層ではさんで3次元積層化することで、光軸方向のクロストークも抑えることが可能となる。

微小球を記録ビットとして利用するには、微小球を周期的に配列させる必要がある。薄いポリマー薄膜上へ2次元表面レリーフ構造を作製したものを配列用基板とし、その上へ微小球を拡散配列、吸着固定させる。ポリスチレン微小球を含む懸濁液中に表面レリーフ基板を浸漬させゆっくりと引き上げる。懸濁液と基板との界面には表面張力によって薄い均一な溶液の膜ができる。基板および懸濁液の界面エネルギーを化学処理等によって適切な値に調整することにより、最適な厚さの溶液膜が形成される。溶液膜の中には微小球が集積しており、微小球懸濁液の密度、溶液の蒸発速度、ディッピング速度を調整することにより、レリーフ構造上に均一な微小球のアレイが自己組織的に作製できる。配列後の微小球は、球表面の官能基とポリマー基板とが吸着することで、熱的にも機械的にも非常に安定になる。この方法により、一度に大量の微小球アレイが作製可能となる。

作製した微小球光ディスクを共焦点光学系を用いて測定し、微小球の形状信号検出を行った。トラック方向に近接している微小球においてもクロストークなしに高コントラストに読み出すことが可能であった。

記録・再生実験においては、蛍光色素であるローダミンBをドーブした微小球光ディスクに、波長532nmでビット記録したデータを波長632.8nmで再生し、共焦点反射率にして約10%の変化が測定できた。10%の信号レベル変化は、記録ビットの有無を判別するには十分な変化量であり、共焦点顕微光学系を再生光学系として利用する微小球配列光ディスクは、十分実用性に耐える性能が発揮できると確認された。

論文審査結果の要旨

現行の光記録システムにおいて、ジッタの発生は光ディスクのアクセス速度を低下させ、エラーレートを増大させる最大の要因である。本論文は、色素ドーブ高分子微小球を光学的記録ピットとして利用するジッタフリー光ディスクに関する研究をまとめたものである。

第1章では現行光ディスクの問題点を提起し、それらを克服する本研究の目的について述べている。

第2章では光メモリの分類および本研究において使用されたフォトンモード記録材料であるアゾベンゼン色素の特性について述べている。

第3章では微小球を配列するための光ディスク用基板の作製工程について述べている。微小球を記録ピットとして利用するには、微小球を周期的に配列させる必要がある。アゾベンゼン色素を側鎖に含むフォトポリマは、光を照射することにより光電界分布に応じた表面形状変化を示す。2光束干渉露光においてこの現象を利用することで、表面レリーフ構造を有する微小球配列用基板を作製している。2光線の偏光方向をs偏光に対し $\pm 45^\circ$ とし、フォトポリマの持つ非線形光学特性を積極的に利用した偏光干渉露光法を用いることで、強度干渉露光法に比べ約8.5倍の高いエネルギー効率で表面レリーフ構造を作製している。

第4章では表面レリーフ基板上へ色素ドーブ微小球を配列する微小球光ディスクの作製方法について述べている。配列用微小球には記録に用いる任意の色素を熱拡散という簡便な方法によって事前にドーブした。微小球の配列にはLB(ラングミュアブロージット)法に似たディッピング法を考案し、表面レリーフ構造上へ微小球を自己組織的に配列させることで、大面積の微小球配列ディスクを実現している。

第5章では微小球光ディスクによるジッタフリー光記録システムを実現する原理について解説し、微小球光ディスクの記録・再生実験について述べている。微小球光ディスクを共焦点光学系で走査し、記録信号を再生する。得られる周期的な微小球形状信号をクロック信号として利用することで、ジッタフリーなシステムを実現している。微小球光ディスクの記録信号は、微小球の形状信号に重畳する形で再生される。記録色素としてローダミンBをドーブした微小球光ディスクの再生では、記録によって生じた約0.04の屈折率変化を再生信号強度の約10%の変化として観測し、光メモリとして十分な感度と性能を有していることを確認している。

第6章では結論として、第1章から第5章までの総括を行っている。以上のように本論文では光ディスクの問題点であるジッタの発生をなくすジッタフリー光ディスクの実現の可能性を示しており、光メモリ研究に対し多大な寄与をするものである。よって本論文は博士(工学)を授与するに十分であると認める。