

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4090462号
(P4090462)

(45) 発行日 平成20年5月28日(2008.5.28)

(24) 登録日 平成20年3月7日(2008.3.7)

(51) Int.Cl.		F I	
G02B	5/30	(2006.01)	G02B 5/30
G02B	5/18	(2006.01)	G02B 5/18
G02F	1/17	(2006.01)	G02F 1/17
G09F	9/30	(2006.01)	G09F 9/30 370A

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-303352 (P2004-303352)	(73) 特許権者	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22) 出願日	平成16年10月18日(2004.10.18)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(62) 分割の表示	特願平9-346618の分割	(72) 発明者	桂川 忠雄 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
原出願日	平成9年12月16日(1997.12.16)	審査官	堀井 康司
(65) 公開番号	特開2005-55921 (P2005-55921A)	(56) 参考文献	特開平6-208737 (JP, A) 特開平5-334728 (JP, A)
(43) 公開日	平成17年3月3日(2005.3.3)		
審査請求日	平成16年10月18日(2004.10.18)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気光学素子及び光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板表面に0.2~2μmの範囲のピッチと深さよりなるグレーティング形状で同一方向の周期構造を有し、

この周期構造上に一層の20~200nmの厚さの磁性層を有し、

可視光に対して前記周期構造の溝部と格子部からの光の干渉でファラデー効果を増大させることを特徴とするディスプレイを構成する磁気光学素子。

【請求項2】

周期構造は、2次元的である請求項1記載の磁気光学素子。

【請求項3】

周期構造をなすピッチの周期が2種類以上である請求項1又は2記載の磁気光学素子。

【請求項4】

請求項1, 2又は3記載の磁気光学素子と、

この磁気光学素子に対面する1枚又は2枚の偏光子と、
を備える光学装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、大きな磁気光学効果を生じさせることができ、磁化された像の可視化やレー

ザ光による読出し等が可能で各種分野に応用し得る磁気光学素子及び光学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

磁性体を磁化し、磁化方向に平行に直線偏光を入射させると、その直線偏光は磁性体を通過することにより光の偏光面が回転されることはファラデー効果として知られている。このようなファラデー効果を有する材料を用いて磁気記録媒体（磁気光学素子）などが作られている。

【0003】

例えば、特許文献1によればイットリウム及び希土類鉄ガーネットとその誘電体を用いた磁気記録媒体、特許文献2によれば六方晶フェライトを用いた磁気記録媒体、特許文献3によればイットリウム鉄ガーネット粒子を用いた塗布型磁気記録媒体、特許文献4によれば希土類鉄ガーネット微粒子を用いた塗布型磁気記録媒体等が開示されている。これらの磁気記録媒体は、磁性体或は磁性体微粒子を基体上に薄膜状に記録層として形成した構造を有している。このような磁気記録媒体によれば、記録・消去・読出しを良好に行うことができる。

10

【0004】

【特許文献1】特開昭56-15125号公報

【特許文献2】特開昭61-89605号公報

【特許文献3】特開昭62-119758号公報

【特許文献4】特開平4-132029号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、これらの公報類に開示された従来の磁気記録媒体による場合、記録・消去・読出しなるメモリのな使用に限られてしまい、ディスプレイ等の他の用途への応用・転用には不向きなものである。また、メモリのな使用に関しても、必ずしも十分大きな磁気光学効果が得られるわけではなく、読出し等のS/Nがよいとは限らない。

【0006】

そこで、本発明は、極めて大きな磁気光学効果を得ることができ、磁気ヘッドにより記録・消去・読出しが行えるのはもちろん、磁化された像の可視化によるディスプレイ等への応用やレーザー光による読出し等が可能で各種分野に応用し得る磁気光学素子を提供することを目的とする。さらには、本発明は、透過型・反射型を問わずディスプレイ等に応用し得る磁気光学素子及び光学装置を提供することを目的とする。また、本発明は、コントラストの向上や多色表示できるディスプレイ化が可能な磁気光学素子及び光学装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1記載の発明の磁気光学素子は、基板表面に0.2~2 μ mの範囲のピッチと深さよりなるグレーティング形状で同一方向の周期構造を有し、この周期構造上に一層の20~200nmの厚さの磁性層を有し、可視光に対して前記周期構造の溝部と格子部からの光の干渉でファラデー効果を増大させることを特徴としディスプレイを構成するものである。

40

【0008】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の磁気光学素子において、周期構造は、2次元的である。

【0009】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の磁気光学素子において、周期構造をなすピッチの周期が2種類以上である。

【0010】

請求項4記載の発明は、請求項1, 2又は3記載の磁気光学素子と、この磁気光学素子

50

に對面する 1 枚又は 2 枚の偏光子と、を備える光学装置である。

【發明の效果】

【0011】

本發明によれば、 $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$ の範圍のピッチと深さよりなるグレーティング形状で同一方向の周期構造上に一層の $20 \sim 200 \text{ nm}$ の厚さの磁性層を有するので、画素に白色を表示するときに画素に表示される画像の白さが高められる（明るくなる）。また、基板表面にグレーティング形状で同一方向の周期構造を有し、かつ、この周期構造上に磁性層を有するので、画素に黒色を表示するときに画素に表示される画像の黒さが高められる（暗くなる）。これにより、画像のコントラストを大きくすることができる。

【發明を実施するための最良の形態】

【0012】

本發明の一実施の形態を図 1 ないし図 5 に基づいて説明する。

【0013】

図 1 は磁気光学素子 1 の基本的構成例を模式的に示すもので、基板 2 の表面には微細なグレーティング形状による周期構造 3 が形成され、この周期構造 3 の表面全域に渡って薄い磁性層 4 が連続して形成されている。ここに、周期構造 3 は、例えば、図 1 (a) に示すように凹凸の繰返しによる矩形波状の周期構造 3 a であってもよいが、この他、例えば図 1 (b) に示すような三角波状の周期構造 3 b、図 1 (c) に示すような正弦波状の周期構造 3 c、図 1 (d) に示すような台形波状の周期構造 3 d 等であってもよく、その形状は特に問わない。或は、三角波状の周期構造に関し、その周期構造のみを示す図 2 (a) のようにノコギリ波状の周期構造 3 e としてもよい。この場合、その変形例として、図 2 (b) ~ (d) に示すように周期構造 3 e をさらにステップ状（階段状）に細分化してなる周期構造 3 f、3 g、3 i 等としてもよい。これらの図 2 に例示する周期構造 3 e ~ 3 i に関しては、実際に作製してその効果を確認したものである。要は、入射光が回折することであり、周期構造 3 のピッチ P が精度よく作製され、かつ、入射光の波長 λ に対して $P \approx \lambda$ なる関係を満足する構造であればよい。可視光はもちろん、レーザー光を考慮した場合、各周期構造 3 に関してピッチ P と溝深さとが $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$ オーダの周期的なグレーティングであればよい。

【0014】

次に、周期構造 3 の方向性について説明する。基板 2 上に形成する周期構造 3 は縦又は横方向の 1 方向のみでも構わないが、例えば、図 3 に例示するように、縦横両方向に 2 次元的に形成するようにしてもよい。図 3 は周期構造 3 a の場合を示す。この際、周期構造 3 は縦方向と横方向とで周期が異なってもよく、或は、或る領域のみを対象として部分的に縦方向と横方向とで周期を異ならせてもよい。

【0015】

また、基板 2 について説明する。この基板 2 は透明基板であってもよいが、不透明な基板であってもよい。要は、入射される可視光に対して周期構造 3 部分で回折が生じればよく、反射型構成であってもよい。ここに、不透明な基板 2 を用いて反射型とする場合、磁性層 4 を透明とし、周期構造 3 の表面（グレーティングの表面）で入射光を反射させてよく、さらには、磁性層 4 も不透明としてその表面で反射させるようにしてもよい。何れにしても、回折によって磁気光学効果を増大させることができる。この基板 2 の材料としては、一般に、アルミニウムのような耐熱性金属、石英ガラス、GGG（ガリウムカドリウムガーネット）、サファイア、リチウム tantalate、結晶化透明ガラス、パイレックスガラス（「パイレックスガラス」は登録商標である、以下同様）、単結晶シリコン、 Al_2O_3 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$ 、 $\text{MgO} \cdot \text{LiF}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3 \cdot \text{LiF}$ 、 BeO 、 ZrO_2 、 Y_2O_3 、 $\text{ThO}_2 \cdot \text{CaO}$ などの透明セラミック材料、無機シリコン等の無機材料を用い得る。

【0016】

次に、用いる光（入射光）について説明する。用いる入射光は可視光を基本とするが、必ずしも、可視光に限らず、単一波長のレーザー光を用いるようにしてもよい。この場合、レーザー光は、周期構造 3 の回折効率が最大となる波長のもので選定される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

このような磁気光学素子 1 に関して、重要なことは、入射光が回折、即ち、干渉することである。このためには、周期構造 3 における溝部分と格子部分との屈折率が異なることが必要である。この点は、溝部分を空気中とすることで容易に達成される。また、磁性層 4 を透明とするか不透明とするかは用途等に応じて適宜設定されるが、磁性層 4 の厚さに関しては周期構造 3 の形状、材料の屈折率等に応じて各々最適値があるが、一般的には、20 ~ 200 nm 程度の層厚が好ましい。もっとも、磁性材料によっては、波長に応じて磁気光学効果の異なる波長依存性を有するので、周期構造 3 の形状との組合せが難しいケースを生じてしまう。この点、平均粒子径が 200 以下の Fe, Co, Ni のような強磁性体又はこれらの合金の微粒子を含む磁性層 4 とすれば、波長依存性が少ないので、レーザー光を用いる場合でも周期構造 3 の形状に依らず設計が容易となる。図 4 は Fe の超微粒子の磁気光学効果の波長依存性を示す特性図である。また、このような Fe, Co, Ni のような強磁性体又はこれらの合金の微粒子を含む磁性層 4 によれば、単独での磁気光学効果が大きいという特長を活かすこともでき、かつ、その平均粒子径を 200 以下とすれば量子サイズ効果による磁気光学効果の増大性も利用できることになり、光透過率も大きく、一層有利となる。ちなみに、Fe, Co, Ni のような強磁性体又はこれらの合金の微粒子であってもその平均粒子径が 200 より大きくなると量子サイズ効果は生じない。

10

【 0 0 1 8 】

もっとも、特定の周期構造 3 を対象とする場合であれば、磁性層 4 に用いる磁性材料としては、特に制限されず、一般的な磁性材料であってもよい。例えば、 Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeN_x , Ba フェライト, Co フェライト等のフェライト、希土類鉄ガーネット等のガーネット、PtCo, FeTb 等であってもよい。

20

【 0 0 1 9 】

このような基本的構成よりなり大きな磁気光学効果を示す磁気光学素子 1 によれば、磁気ヘッドを用いて磁化した場合、その磁化部と非磁化部とでは入射光の偏光面の回転角が異なるために、高いコントラストの画像を得ることができる。例えば、 22.5° の回転角があると、磁化の方向が + と - とで 45° の違いとなる。そこで、反射型構造にすると、2 回通過するので、+ と - とでは 90° の違いとなる。即ち、偏光面は + 磁化部と - 磁化部とで 90° 回転方向が異なるので、クロスニコルの配置となり、液晶ディスプレイの場合と同様に高いコントラストを得ることができる。また、レーザー光を用いれば、高密度磁気メモリとしても用いることができる。即ち、現在市場に出回っている光磁気メモリよりも回転角が大きいので、S/N のよいメモリとなる。この際、レーザー光のビーム径さえ小さくすれば S/N がよくなるので、一層の高密度化も可能となる。

30

【 0 0 2 0 】

なお、磁気的な記録を消去するには、スピンの向きを全て同一に揃えるように磁石を用いて磁気光学素子 1 全体を均一に磁化するか、或は、交流磁場を用いてスピンをランダムな方向に向ける消去法を用いればよい。

【 0 0 2 1 】

また、このような周期構造 3 と磁性層 4 とを有して光の偏光面を大きく増幅し得る磁気光学素子 1 に対して、図 5 に示すように、両側 2 枚の偏光子 5, 6 を配設した光学装置 7 とすれば、透過型液晶ディスプレイの場合と同様な透過型ディスプレイとすることができる。磁気光学素子 1 が反射型構造の場合であれば、1 枚の偏光子 5 だけでもよい。

40

【 0 0 2 2 】

さらに、前述した周期構造 3 に関して、そのピッチと深さの周期の異なる周期構造を同一の基板 2 表面に形成しておけば、複数の波長光の入射光に対して磁気光学効果の増大機能を発揮させることができる。よって、例えば R, G, B の各色波長に合わせて 3 種類の周期の周期構造 3 を形成しておけば、ディスプレイのカラー化も 1 枚の磁気光学素子 1 で可能となる。

【 実施例 】

50

【 0 0 2 3 】

以下、上述した基本的構成例に基づく具体的な構成例を実施例 1 ~ 4 として、比較例 1 ~ 3 とともに説明する。

< 実施例 1 >

1 mm 厚さの石英基板（基板 2）の片面に、 Cr_2O_3 、Cr の 2 層を合計層厚が 120 nm となるように形成した後、その表層にポジ型レジスト層を形成した。このレジスト層上にフォトマスクを配置し、紫外線を用いて、周期構造 3 をなすグレーティング形状のピッチが $1.9 \mu\text{m}$ となるように露光した。ついで、ウェットエッチング法を用いて、レジスト層をエッチングし、さらに、フッ素ガスを用いて石英基板をエッチングすることで、周期構造 3 のグレーティングにおける溝深さが $0.5 \mu\text{m}$ となるように加工した。この後、レジスト層を剥離した。このような石英基板の加工表面（周期構造 3）上に、ガス中蒸着法を用いて基板を加熱することなく鉄超微粒子膜を磁性層 4 として成膜した。使用した Ar ガスは 50 CCM、乾燥空気は 2 CCM の流量で流し、全圧力で 1.3 Pa とした。平均膜厚は 100 nm であった。このような成膜後の断面を TEM（透過型顕微鏡）観察したところ、鉄の平均粒子径は 60 nm で、各微粒子は非磁性層で隔離されていた。光電子分光法（XPS = X-ray Photoelectron Spectroscopy）で測定した膜の組成によれば、鉄が 72% で、後は O, C, N が含まれていた。平坦部で測定した保磁力は 4500 e、面内方向の角型比は 0.8 で大きな面内異方性を有する磁性層 4 であった。

10

【 0 0 2 4 】

このような磁気光学素子 1 に関して、磁気光学効果の波長依存性を測定した。光のビーム径は約 3 mm であった。ついで、波長依存性データのピーク波長で、最大 15 k ガウスの印加磁界を用いてヒステリシスを測定したところ、0 次回折光の場合で図 6 に示すような特性が得られた。ヒステリシスは飽和していないが、磁界を 0 とした場合で 14.6° の回転角が得られたものである。

20

< 比較例 1 >

1 mm 厚さの石英基板の片面に（加工表面を有しない）、上記の実施例 1 の場合と全く同様にして鉄超微粒子膜を成膜した。平均膜厚、膜断面の TEM 観察、平均粒子径、膜の組成、保持力、角型比は実施例 1 の場合と同じであったが、上記の場合と同様に測定したヒステリシスでは、磁界を 0 とした場合で 0.09° の回転角しか得られなかったものである。

30

< 比較例 2 >

実施例 1 のような石英基板の加工表面上に、真空蒸着法を用いて、基板を加熱せずに鉄膜を成膜した。基板圧は $8 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ であった。平均膜厚は 100 nm であった。このような成膜後の断面を TEM 観察したところ、鉄の連続膜が形成されていた。XPS で測定した膜の組成によれば、鉄が 99% で、後は O, C, N が若干含まれていた。平坦部で測定した保磁力は 70 e、面内方向の角型比は 0.96 で大きな面内異方性を有する膜であった。このような素子に関して、実施例 1 の場合と同様にヒステリシスを測定したところ、磁界を 0 とした場合で 9° の回転角しか得られなかったものである。

< 実施例 2 >

基本的に、実施例 1 の場合と同様であるが、周期構造 3 を 2 次元的とし、縦方向及び横方向に、ピッチ = $1.9 \mu\text{m}$ 、溝深さ = $0.5 \mu\text{m}$ となるように加工した。後は、実施例 1 の場合と全く同様として磁気光学素子 1 を作製し、そのヒステリシスを測定したところ、磁界を 0 とした場合で 15° の回転角が得られたものである。

40

< 実施例 3 >

基本的に、実施例 1 の場合と同様であるが、周期構造 3 に関して、周期のピッチが $1.9 \mu\text{m}$ と $1.5 \mu\text{m}$ との 2 種類となるようにし、これらの 2 種類が 25 回で交代するようにし、かつ、溝深さは $0.5 \mu\text{m}$ となるように加工して周期構造 3 を形成した。後は、実施例 1 の場合と全く同様として磁気光学素子 1 を作製し、その磁気光学効果の波長依存性を測定したところ、 475 nm と 630 nm との 2 つの周波数の箇所でピークを示す結果が得られたものである。このような 2 つのピーク波長でヒステリシスを測定したところ、

50

磁界を0とした場合で各々14.5°と13°の回転角が得られたものである。

<実施例4>

実施例1に従い作製された磁気光学素子1の両面を2枚の市販のフィルム偏光子(偏光子5,6)で挟んだ。このようにフィルム偏光子の上から、直径1mm、長さ1mm、表面磁束密度3kガウスの円筒状棒磁石を用いて、磁気光学素子1上に文字を記録した。2枚のフィルム偏光子の偏光軸を相対的に回転し、最も磁化した文字と非磁化部位とのコントラストが大きくなるようにして固定した。この場合のコントラストは1.3であり、画像表示に適することが判った。

<比較例3>

比較例1に従い作製された磁気光学素子を、実施例4の場合と同様に2枚のフィルム偏光子で挟み、円筒状棒磁石で記録した文字を観察したが、コントラストは測定できなかったものである。

10

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の一実施の形態の基本的構成例を示す模式的断面図である。

【図2】三角波状の周期構造の変形例を示す模式的断面図である。

【図3】2次元的な周期構造を示す構成図である。

【図4】Fe超微粒子の磁気光学効果の波長依存性を示す特性図である。

【図5】偏光子を組み合わせた光学装置例を示す模式的断面図である。

【図6】実施例における鉄超微粒子膜の磁気光学効果を示すシステリシス特性図である。

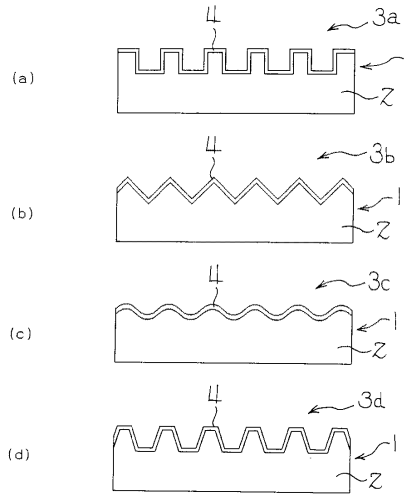
20

【符号の説明】

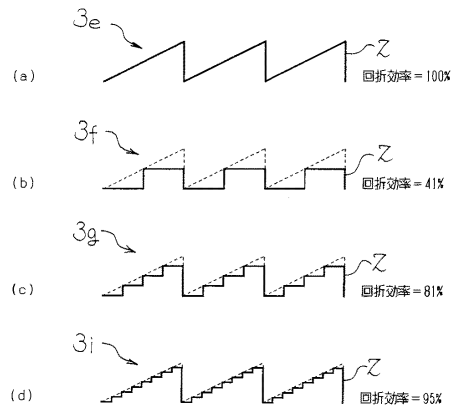
【0026】

- | | |
|------|--------|
| 1 | 磁気光学素子 |
| 2 | 基板 |
| 3 | 周期構造 |
| 4 | 磁性層 |
| 5, 6 | 偏光子 |
| 7 | 光学装置 |

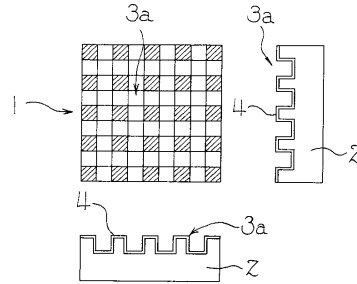
【図1】



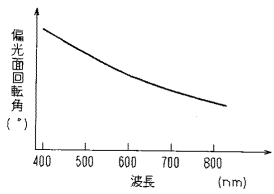
【図2】



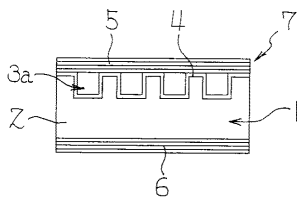
【図3】



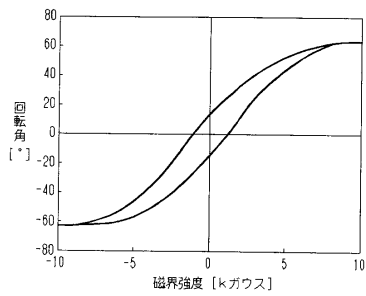
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 2 B 5 / 3 0

G 0 2 B 5 / 1 8