

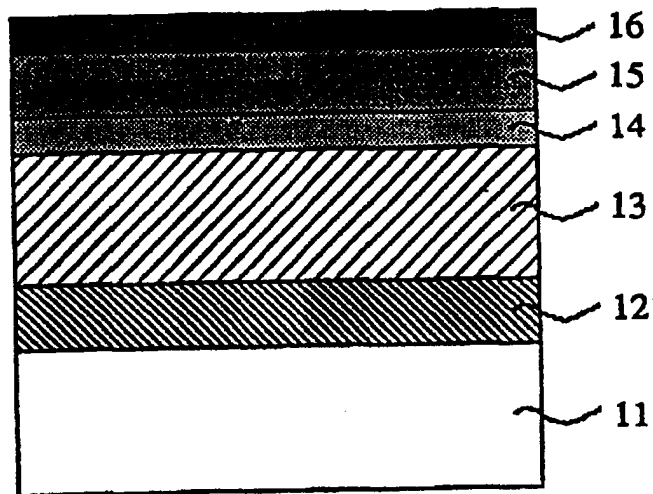
<p>(51) 国際特許分類6 G11B 5/02</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO98/36409</p> <p>(43) 国際公開日 1998年8月20日(20.08.98)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/00593</p> <p>(22) 国際出願日 1998年2月12日(12.02.98)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平9/32478 1997年2月17日(17.02.97) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP] 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 石田方哉(ISHIDA, Masaya)[JP/JP] 井出次男(IDE, Tsugio)[JP/JP] 梶山高信(KATSUYAMA, Takanobu)[JP/JP] 根橋 聡(NEBASHI, Satoshi)[JP/JP] 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 鈴木喜三郎, 外(SUZUKI, Kisaburo et al.) 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 セイコーエプソン株式会社内 Tokyo, (JP)</p>	<p>(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>	

(54) Title: **MAGNETIC RECORDING METHOD**

(54) 発明の名称 磁気記録方法

(57) Abstract

A magnetic recording and reproducing method by which magnetic recording and reproduction can be performed at a recording density higher than the conventional example by combining a micro-area heating means, a coil (22) for energizing magnetic field, a magneto-resistance element, and a recording film having an auxiliary recording layer (14) with each other. In this magnetic recording and reproducing method in which information recording is performed by thermomagnetic recording and information reproduction is detected from the variation of magnetic fluxes from a recording magnetic domain, the magneto-resistance element is used as the detecting means of the variation of magnetic fluxes and a solid emulsion lens, evanescent light, or a current flowing between a probe and a recording medium is used as the heating means for thermomagnetic recording. The recording medium is composed of a substrate and the recording film, and the recording film is composed of a recording layer and the auxiliary recording layer (14). The substrate can be made of silicon or silicon oxide.



(57) 要約

微小領域加熱手段、磁界印加用コイル(22)、磁気抵抗素子、記録補助層(14)を有する記録膜の組み合わせにより、従来よりも高い記録密度の磁気記録再生を実現できるようにした。情報の記録を熱磁気記録により行い、情報の再生を記録磁区からの磁束の変化により検出する磁気記録再生方法において、磁束の変化の検出手段として磁気抵抗素子を用い、熱磁気記録の加熱手段として、ソリッドイマルジョンレンズ、エバネッセント光、または、探針-記録媒体間に流れる電流を用いる。記録媒体は、少なくとも基板、記録膜とからなり、記録膜は記録層と記録補助層とからなる。基板は、シリコンあるいは酸化シリコンを用いる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AT	オーストリア	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	TD	チャード
AU	オーストラリア	GB	英国	MC	モナコ	TG	トーゴ
AZ	アゼルバイジャン	GE	グルジア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GH	ガーナ	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BB	バルバドス	GM	ガンビア	MK	マケドニア共和国	TR	トルコ
BE	ベルギー	GN	ギニア		ラヴィア共和国	TT	トリニダード・トバゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GW	ギニア・ビサオ	ML	マリ	UA	ウクライナ
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MN	モンゴル	UG	ウガンダ
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	US	米国
BR	ブラジル	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UZ	ウズベキスタン
BY	ベラルーシ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	VN	ベトナム
CA	カナダ	IN	インド	NE	ネジール	VU	バヌアツ
CF	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラヴィア
CG	コンゴ	JP	日本	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CH	スイス		韓国	NZ	ニュージーランド		
CI	コートジボワール		北朝鮮	PL	ポーランド		
CM	カメルーン		韓国	PT	ポルトガル		
CN	中国		韓国	RO	ルーマニア		
CU	キューバ		韓国	RU	ロシア		
CV	キプロス		韓国	SD	スーダン		
CY	キプロス		韓国	SE	スウェーデン		
DZ	チュニジア		韓国	SG	シンガポール		
DE	ドイツ		韓国	SI	スロベニア		
DK	デンマーク		韓国	SK	スロバキア		
EE	エストニア		韓国	SL	シエラレオネ		
ES	スペイン		韓国				

明 細 書

磁気記録方法

技術分野

本発明は磁気記録方法に関わり、特に、高密度に情報を記録する磁気記録方法に関する。

背景技術

磁気を用いた高密度な記録方式として、磁気記録方式と光磁気記録方式が挙げられる。両者ともに磁性体に磁区として磁気情報を記録を行うが、その記録方式と再生方式は大きく異なる。磁気記録方式は、微小なサイズに形成した磁気ヘッドを記録層に非常に近づけて、磁気ヘッドから発生する磁界で記録を行い、記録層からの磁束の変化を検出して情報の再生を行う。磁気記録で高密度化を図るには、磁気ヘッドのサイズを小さくし、尚且つ記録層に非常に近接して配置する必要がある。磁気記録の特徴は、線記録密度が高いことが挙げられる。線記録密度は磁界の反転速度により制限されるが、現在では $0.1 \mu\text{m}$ 以下の磁区長は容易に実現できる。これに対して、トラック幅は現在のところ $1 \mu\text{m}$ 程度に制限されている。この原因としてトラック方向のヘッドの位置精度なども一因ではあるが、本質的な問題ではないと考えられる。トラック幅を制限する本質的な要因として、記録トラックの両側に発生する記録にじみ（サイドイレース、サイドフリンジ）が $0.3 \mu\text{m}$ 程度存在することによる実効的なトラック幅の低減と、記録磁区幅の減少による再生信号の出力の低下である。再生信号出力の低下については、磁気抵抗素子あるいは巨大磁気抵抗素子の開発が進み、その出力の増大が実現されてきており、より小さな磁区からの磁束の変化を検出できるようになってきている。しかし、記録にじみについてはさまざまな工夫がなされているが、本質的な解決には至っていないというのが現状である。磁気記録方式の記録密度は徐々に向上してはいるものの、トラック幅方向の密度を増加させるのが容易ではなく、超高密度磁気記録を実現するための制約となっている。

一方、光磁気記録方式は、レーザ光を集光して記録層の一部を加熱し、同時に磁界を印加することによりその領域に磁区を形成して記録を行う。また、情報の再生は、記録層に直線偏光のレーザ光を照射して、磁化の向きに対応する偏光面の回転を検出することにより行う。光磁気記録で高密度化は、記録層に集光するレーザ光のスポットを小さくすることで実現される。レーザスポットは λ/NA (λ :レーザ波長、 NA :対物レンズの開口数)に比例するため、レーザ波長を短く、 NA を大きくすれば、スポット径は小さくなるが、 $0.35\mu\text{m}$ 以下にするには容易ではない。ソリッド・イマルジョン・レンズ(SIL)という2群のレンズを用いることにより、 $NA>1$ を実現して、スポット径を小さくすることも試みられている。しかしながら、直径 $0.35\mu\text{m}$ 程度の磁区サイズからの良好な再生信号の検出は非常に難しい。このように NA が大きい場合、より精密な光学系の調整が必要となってくる。また、スポット径が小さくなって分解能が向上してくると、基板や案内溝などについてもより平滑性や制御性が求められる。現状では、スポットを小さくしても、 S/N の高い信号の再生が困難は難しい。さらに、 $0.35\mu\text{m}$ 以下にスポット径を小さくすることは容易ではない。媒体の可換性など光磁気記録の特徴を犠牲にすることでスポット径を小さくすることは可能ではあるが、 S/N の高い信号の再生を簡便に実現することは困難であると考えられる。光磁気効果の大きな記録層を用いることで高 S/N 再生信号を得ることも可能ではあるが、現在のところ光磁気効果が非常に大きな材料系は見当たらず、超高密度光磁気記録の実現は再生の点から難しいと考えられる。

現在、磁気記録方式と光磁気記録方式ともに記録密度は年々増大しており、今後もこの傾向は続くと予想されている。しかし、 $0.2\mu\text{m}$ 角のサイズ、面積では $0.04\mu\text{m}^2$ 以下のサイズの磁区情報を記録・再生するための技術基盤は整っていない。磁気記録方式では、トラック幅方向に関して密度を増大させることが困難であり、光磁気記録方式では、微小磁区を再生した場合の信号出力が低下してしまい、記録密度を増大させることが困難になる。

発明の開示

本発明の磁気記録方法は、基板と磁性層からなる記録膜とを有する記録媒体に、

熱磁気記録方式によって情報の記録を行う磁気記録方法において、前記記録媒体の1トラックあたりの加熱領域の幅を $0.35\mu\text{m}$ 以下にして前記情報を記録することを特徴とする。このような特徴により、磁気記録方式や光磁気記録方式では実現が困難であった、 $0.2\mu\text{m}$ 角以下の非常に微小なサイズの磁区を良好に記録することができる。このサイズは、磁気記録で実現可能なトラック幅よりもはるかに狭く、また、光磁気記録で実現可能な、記録磁区長さよりもはるかに短い。磁気記録や光磁気記録のみでは実現できない超高密度の記録が実現可能となる。ここで、前記記録膜は、記録層と記録補助層との2層の磁性層からなることにより、高密度で熱磁気記録された媒体からの再生が初めて可能となる。記録補助層は、安定して熱磁気記録するためには不可欠であり、記録媒体の1トラックあたりの幅が $0.35\mu\text{m}$ 以下の高密度記録にとって、磁区の安定性、記録するのに必要な磁界の低減に大きな効果を奏する。さらに、前記記録層のキュリー温度を T_{c1} 、前記記録補助層のキュリー温度を T_{c2} としたとき、 $T_{c1} < T_{c2}$ であることが好ましい。

また、前記記録層の磁化の大きさは、 200emu/cc 以上であることにより、1トラックあたりの幅が $0.35\mu\text{m}$ 以下である高密度の記録磁区からも良好な情報の再生が可能となる。ここで、記録された情報を再生するときには、前記記録媒体上の磁化による磁束の変化を、磁気による抵抗の変化として検出する再生方法を用いる。

熱磁気記録の加熱方法としては、ソリッドイマルジョンレンズを用いて加熱する方法、エバネッセント光を照射して加熱する方法、先鋭化された探針と前記記録媒体との間に流れる電流によって加熱する方法が適用される。ここで、加熱温度と前記記録媒体へ印加する磁界の強度とを同時に変調させることが好ましい。また、先鋭化された探針と記録媒体との間に流れる電流によって加熱する方法の場合は、前記記録媒体へ流れる電流と前記記録媒体へ印加する磁界とを同時に変調させる方法が好ましい。このようにすると、良好な記録が可能であるだけでなく、トラック幅を低減でき、より高密度化が可能となるからである。

本発明の磁気記録方法が適用される磁気記録媒体は、基板と磁性層からなる記録膜とを有し、1トラックあたりの幅が $0.35\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とす

る。また、前記記録膜が記録層と記録補助層とからなることを特徴とする。基板はシリコンあるいは酸化シリコンであることが好ましい。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の磁気記録媒体の第 1 の実施例の構造を示す断面図。

図 2 は、第 1 の実施例の磁気記録再生装置を示す図。

図 3 は、本発明の磁気記録媒体の第 2 の実施例の構造を示す断面図。

図 4 は、第 2 の実施例の磁気記録再生装置を示す図。

図 5 は、本発明の磁気記録媒体の第 3 の実施例の構造を示す断面図。

図 6 は、第 3 の実施例の磁気記録再生装置を示す図。

符号の説明

- 1 1 基板
- 1 2 下地保護膜
- 1 3 記録層
- 1 4 記録補助層
- 1 5 上部保護膜
- 1 6 潤滑層
- 2 1 記録媒体
- 2 2 磁界印加用コイル
- 2 3 ソリッドイマルジョンレンズ
- 2 4 対物レンズ
- 2 5 レーザー光
- 2 6 スライダー
- 2 7 記録磁区
- 2 8 磁束検出手段
- 1 3 - a 下地層
- 1 3 - b コバルト層
- 1 3 - c Pt 層

4.1 光ファイバー

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の磁気記録方法を添付図面に示す好適実施例に基づいて詳細に説明する。

(実施例1)

図1は、本発明に従う磁気記録に適した磁気記録媒体の第1の実施例の断面構造を示す。シリコンウエハー基板11上に、下地保護膜12を形成した後に、記録層13としてテルビウム・鉄・コバルト合金薄膜を200Å形成し、さらに、記録補助層14としてディスプレイウム・コバルト合金薄膜を30Å形成し、上部保護膜15、潤滑層16を形成した。記録層13の組成は、 $Tb_{1.4}Fe_{8.2}Co_4$ であり、そのキュリー温度は165°Cであった。記録補助層14の組成は、 $Dy_{2.9}Co_{7.1}$ であり、そのキュリー温度は300°C以上であった。組成の添え字は原子比を表している。記録層13、記録補助層14ともにアモルファス合金であり、垂直磁気異方性を示す。記録層13の磁化の大きさは280emu/ccであった。下地保護膜12は窒化シリコンを用い、その膜厚は100Åである。上部保護膜15はアモルファス水素化カーボン膜を用い、その膜厚は150Åである。潤滑層16はPFPE（パーフルオロポリエーテル）系の材料で、膜厚は約20Åである。ここで示した記録膜は、特願平8-7215、特願平8-77643で本発明者らが開示したものである。その特徴は、光磁気記録において非常に低い印加磁界で良好な磁界変調記録を可能にするものである。この記録膜は磁化の大きな記録層からなるために、磁束の変化を検出することで情報の再生が可能となる。一方、従来の熱磁気記録に用いられる補償組成近傍の希土類-遷移金属の場合、良好な磁区が形成される組成近傍では室温での磁化の値はかなり小さい。従って、従来の熱磁気記録用磁性膜では、磁束の変化により情報の再生を行うのが事実上不可能であった。本発明者らが開示した2層の磁性膜を用いることにより、高密度で熱磁気記録した媒体から磁束の変化で情報を再生することが初めて可能になった。

図2は、本発明に従う高密度磁気記録に適した磁気記録再生装置の第1の実施

例を示す。ヘッドは記録手段と磁束検出手段28に分けられる。記録手段は、微小領域加熱手段と磁界印加用コイル22からなる。微小領域加熱手段は、2群のレンズからなり、1つは記録媒体に近接するように配置された半球状のソリッドイマルジョンレンズ23である。2つのレンズを合わせた実効的なNAは0.85である。用いたレーザー光25の波長は430nmであり、記録媒体面上で得られたスポットサイズは0.35 μ mであった。これらの2群のレンズは、スライダ26に搭載されており、媒体表面とソリッドイマルジョンレンズ23の間隔は30nmになるように制御した。磁界印加用コイル22はソリッドイマルジョンレンズの周囲に配置した。磁束検出手段28としては、スライダ上に縦型MRヘッドを搭載した。0.2 μ m以下のトラックピッチの磁気情報の再生が可能のように、磁気抵抗効果膜の感磁部のみを記録媒体に対して突出した構成を用いた。

上述の記録媒体と記録再生装置を用いて記録再生を行った。記録半径10mm、回転数3600rpm、記録周波数9.42MHz、記録ドメイン長0.2 μ mの条件で記録を行った。スライダ26を半径方向に送ることにより、トラックピッチ0.3 μ mを実現した。記録時に4.2mWと一定のレーザーパワーで照射し、磁界をデューティー比50%で変調することにより熱磁気記録を行った。磁界の強度は記録媒体上で1500eである。再生は、記録時と同一の線速度で行ったところ、100~200 μ Vの出力が得られた。また、MFM (Magnetic Force Microscope: 磁気力顕微鏡)により記録された磁区を観察したところ、0.3 μ m幅に形成されていることが確認された。熱シミュレーションにより記録膜の温度分布を見積もったところ、記録層のキュリー温度以上に昇温した領域の幅は0.31 μ mであった。シミュレーションで得られたキュリー温度以上の領域の幅と最終的に形成された磁区幅がほぼ一致した。したがって、加熱された領域は、ビームスポットよりも若干小さく、最終的に形成された磁区幅程度と考えて良いことがわかる。また、以上の結果から、本発明により0.3 μ m角以下の微小なサイズの磁区を良好に記録・再生できることがわかる。

さらに、同一の記録媒体、記録再生装置を用いて、記録時のレーザー照射をパルス状に変更して記録を行った。記録レーザーパワーは7mWで、磁界のスイッチングに同期して40nsecのパルスを照射した。ボトムパワーは1mWである。

これ以外の条件はすべて同一として熱磁気記録を行い、情報の再生を行ったところ、 $100 \sim 200 \mu V$ の出力が得られた。また、磁区観察の結果、磁区幅が $0.25 \mu m$ であった。パルス状の加熱による温度と磁界とを同時に変調した場合においても、良好な記録が実現できることが確かめられ、両方を同時に変調した場合においては、さらにトラック幅が低減できることが明らかになった。

(実施例 2)

図 3 は、本発明に従う磁気記録に適した磁気記録媒体の第 2 の実施例の断面構造を示す。シリコンウエハー基板 11 上に、下地保護膜 12 を形成した後に、下地層 13-a として Pt 膜を 20 \AA 形成し、さらに、コバルト層 (13-b) 5 \AA と Pt 層 (13-c) 20 \AA との積層膜を 7 層形成したものを記録層とした。さらに、記録補助層 14 としてディスプレイウム・コバルト合金薄膜を 30 \AA 形成し、上部保護膜 15、潤滑層 16 を形成した。記録補助層 14 の組成は、 $Dy_{29}Co_{71}$ である。記録補助層 14 はアモルファス合金である。記録層 13-a ~ c、記録補助層 14 とともに垂直磁気異方性を示す。記録層 13-a ~ c の磁化の大きさは 230 emu/cc であり、そのキュリー温度は $200^\circ C$ であった。Pt/Co 人工格子膜に記録補助層を形成した場合の保磁力は 1.5 kOe であった。下地保護膜 12、上部保護膜 15、潤滑層 16 については、実施例 1 と同様に作成した。

図 4 は、本発明に従う高密度磁気記録に適した磁気記録再生装置の第 2 の実施例を示す。本実施例の微小領域加熱手段は、光ファイバー 41 の先端をアルミで覆い、一部に微小な開口を設けた S N O M (Scanning Near-field Optical Microscope) ヘッドを用いた。開口のサイズは 80 nm である。記録に用いたレーザの波長は 680 nm 、パワーは 15 mW 一定である。開口 80 nm の先端から出射されるレーザ光はエバネッセント光である。磁界印加用コイル 22 は光ファイバー 41 の周囲に配置した。以上で述べた記録手段はスライダ 26 に固定し、記録媒体 21 とファイバー先端の間の距離を 80 nm になるように調整した。磁束検出手段 28 としては、スライダ上に縦型 MR ヘッドを搭載した。 $0.2 \mu m$ 以下のトラックピッチの磁気情報の再生が可能ないように、磁気抵抗効果膜の感磁部

のみを記録媒体に対して突出した構成を用いた。

上記の記録媒体と記録再生装置を用いて記録再生を行った。記録半径10mm、回転数120rpm、記録周波数314kHz、記録ドメイン長0.2 μ mの条件で記録を行った。スライダを半径方向に送ることにより、トラックピッチ0.2 μ mを実現した。磁界をデューティ比50%で変調することにより熱磁気記録を行った。再生は、記録時と同一の線速度で行ったところ、100~200 μ Vの出力が得られた。磁区観察の結果、記録磁区幅は0.2 μ mであった。以上の結果から、本発明により0.2 μ m角以下の微小なサイズの磁区を良好に記録・再生できることがわかる。

(実施例3)

本実施例は、ピックアップ用の探針と記録媒体との間に流れる電流（例えば、トンネル電流）を用いた加熱による磁区形成について説明する。図5は、本発明に従う磁気記録に適した磁気記録媒体の第3の実施例の断面構造を示す。シリコンウエハー基板11上に、下地保護膜12を形成した後に、記録補助層14としてディスプレイウム・コバルト合金薄膜を35Å形成し、さらに下地層13-aとしてPt膜を20Å形成し、コバルト層(13-b)5ÅとPt層(13-c)20Åとの積層膜を7層形成したものを記録層とした。上部保護膜15としてPt層を30Åさらに形成した。記録補助層14の組成は、Dy₂₉Co₇₁である。記録層13-a~c、記録補助層14ともに垂直磁気異方性を示す。記録層13-a~cの磁化、保磁力、キュリー温度については実施例2と同様であった。下地保護膜12については、実施例1と同様な条件で作成した。

図6は、本発明に従う高密度磁気記録に適した磁気記録再生装置の第3の実施例を示す。本実施例の微小領域加熱手段は、STM(Scanning Tunnel Microscope)ヘッドを用いた。探針の先端の曲率は200Åである。記録膜21をグラウンドに落とし、短針61と記録膜21を近接させて、短針61にパルス状に約6V印加することで電流を流し、同時に磁界の向きを変えることで磁区の形成を行った。磁束検出手段28としては、スライダ上に縦型MRヘッドを搭載した。0.2 μ m以下のトラックピッチの磁気情報の再生が可能ないように、磁気抵抗効果膜の感磁部

のみを記録媒体に対して突出した構成を用いた。

上記の記録媒体と記録再生装置を用いて記録再生を行った。記録半径10mm、回転数60rpm、記録周波数157kHz、記録ドメイン長0.2 μ mの条件で記録を行った。スライダを半径方向に移動することにより、トラックピッチ0.2 μ mを実現した。再生は、記録時と同一の線速度で行ったところ、100~200 μ Vの出力が得られた。磁区観察の結果、記録磁区幅は0.15 μ mであった。以上の結果から、本発明により0.2 μ m角以下のサイズの微小なサイズの磁区を良好に記録・再生できることがわかる。

実施例1から3において、さまざまな加熱手段を用いた場合の微小磁区形成について述べたが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、別的手段によって加熱された場合においても有効であることは言うまでもない。

請求の範囲

1. 基板と磁性層からなる記録膜とを有する記録媒体に熱磁気記録方式によって情報の記録を行う磁気記録方法において、

前記記録媒体の1トラックあたりの加熱領域の幅を $0.35\mu\text{m}$ 以下にして前記情報を記録することを特徴とする磁気記録方法。

2. 請求項1に記載の磁気記録方法において、前記記録膜は、記録層と記録補助層との2層の磁性層からなることを特徴とする磁気記録方法。

3. 請求項2に記載の磁気記録方法において、前記記録層のキュリー温度を T_{c1} 、前記記録補助層のキュリー温度を T_{c2} としたとき、

$$T_{c1} < T_{c2}$$

であることを特徴とする磁気記録方法。

4. 請求項3に記載の磁気記録方法において、前記記録層の磁化の大きさは、 200emu/cc 以上であることを特徴とする磁気記録方法。

5. 請求項1に記載の磁気記録方法において、ソリッドイマルジョンレンズを用いて加熱することを特徴とする磁気記録方法。

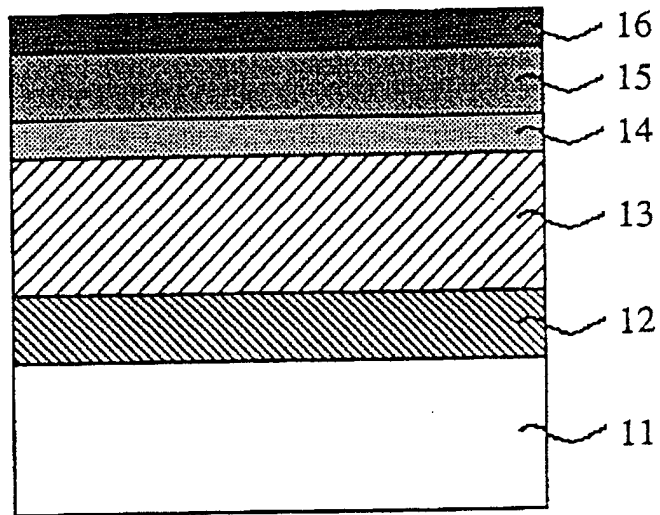
6. 請求項1に記載の磁気記録方法において、エバネッセント光を照射して加熱することを特徴とする磁気記録方法。

7. 請求項1に記載の磁気記録方法において、先鋭化された探針と前記記録媒体との間に流れる電流によって加熱することを特徴とする磁気記録方法。

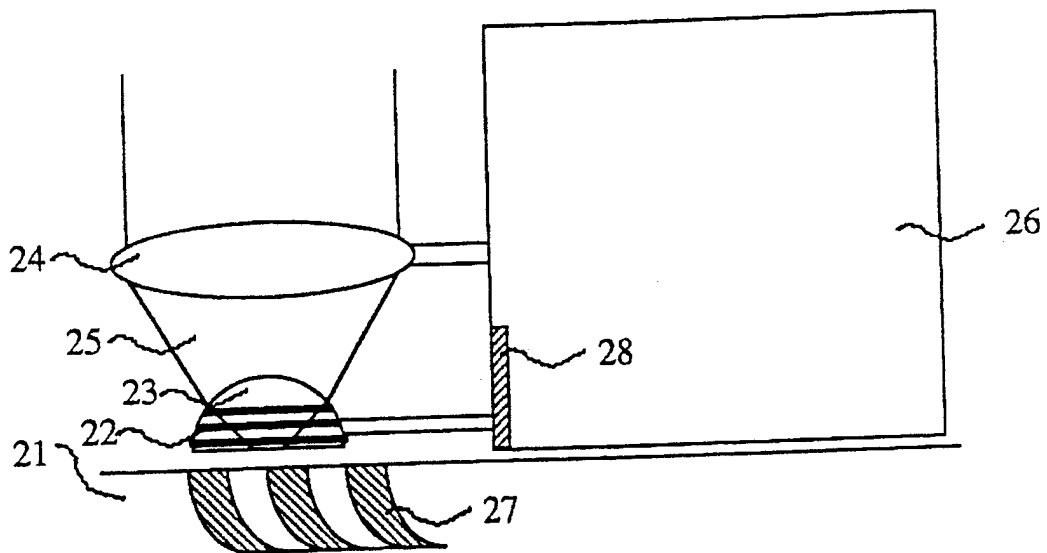
8. 請求項5又は6に記載の磁気記録方法において、加熱温度と前記記録媒体へ印加する磁界の強度とを同時に変調させることを特徴とする磁気記録再生方法。

9. 請求項7に記載の磁気記録方法において、前記記録媒体へ流れる電流と前記記録媒体へ印加する磁界とを同時に変調させることを特徴とする磁気記録方法。

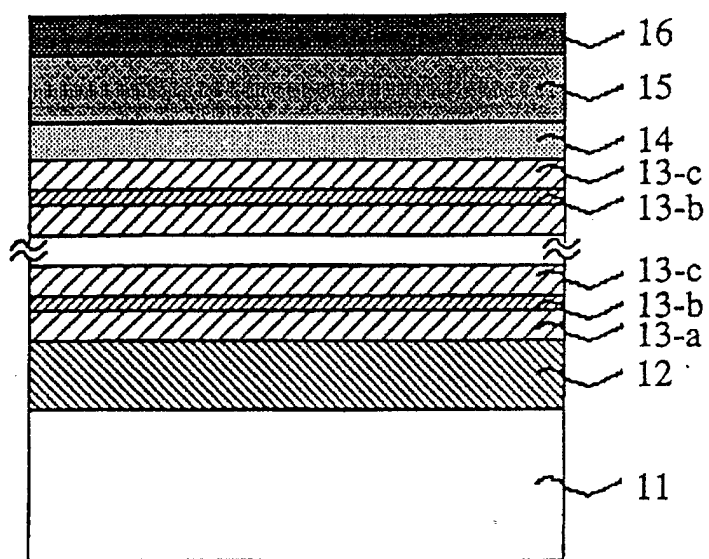
1/4



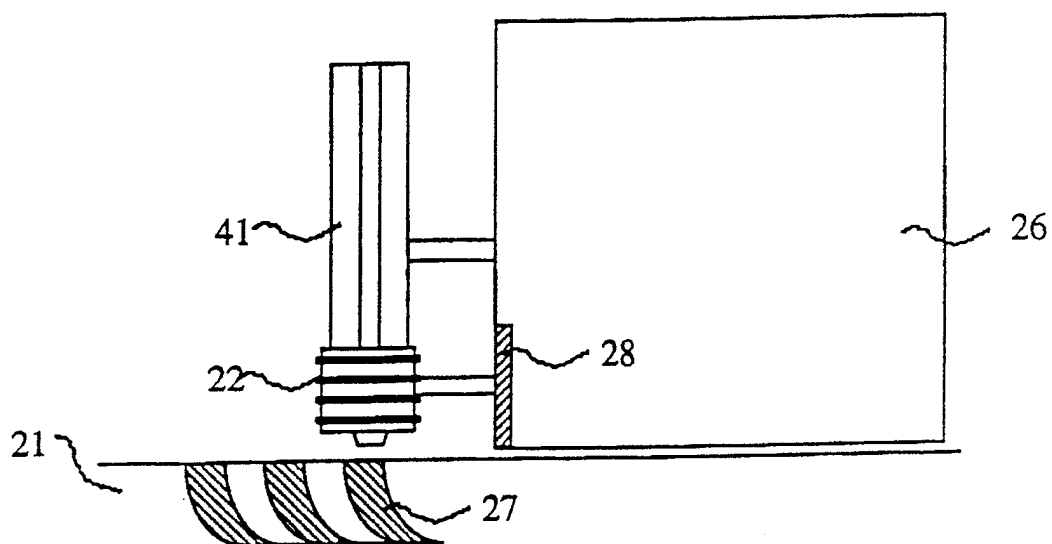
第 1 図



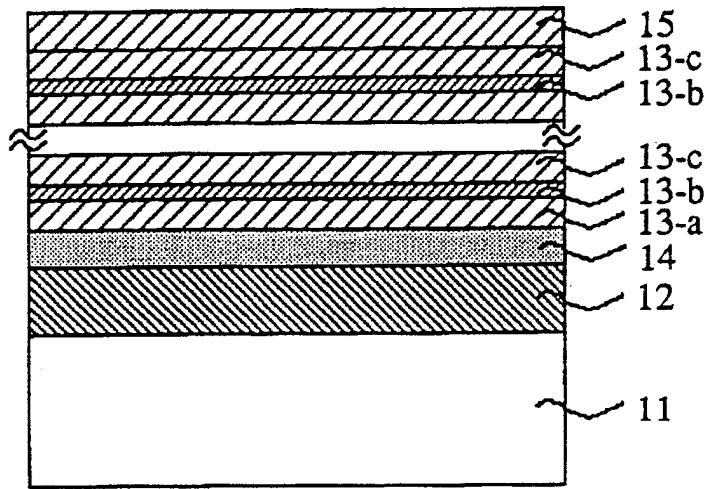
第 2 図



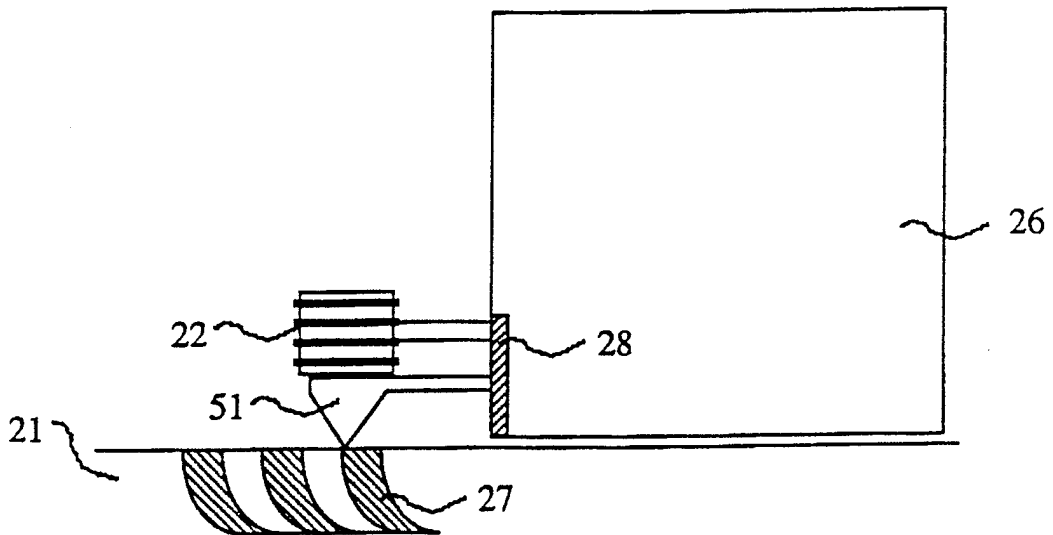
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP98/00593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁶ G11B5/02 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁶ G11B5/02, G11B11/10, G11B13/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1997 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1997 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1997 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO, 92/02931, A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY), February 20, 1992 (20. 02. 92) (Family: none)	1, 2
A	JP, 03-276448, A (Ricoh Co., Ltd.), December 6, 1991 (06. 12. 91) (Family: none)	2, 3
A	JP, 05-347038, A (Ricoh Co., Ltd.), December 27, 1993 (27. 12. 93) (Family: none)	2, 3
A	JP, 08-212579, A (Sony Corp.), August 20, 1996 (20. 08. 96) (Family: none)	5
A	JP, 07-065428, A (Hitachi, Ltd.), March 10, 1995 (10. 03. 95) (Family: none)	7, 9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search May 7, 1998 (07. 05. 98)		Date of mailing of the international search report May 19, 1998 (19. 05. 98)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl^o G 1 1 B 5 / 0 2

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl^o G 1 1 B 5 / 0 2, G 1 1 B 1 1 / 1 0, G 1 1 B 1 3 / 0 0

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1926-1997年
 日本国登録実用新案公報 1994-1997年
 日本国公開実用新案公報 1971-1997年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO, 92/02931, A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 20. 2月. 1992 (20. 02. 92) (ファミリーなし)	1, 2
A	JP, 03-276448, A (株式会社リコー) 06. 12月. 1991 (06. 12. 91) (ファミリーなし)	2, 3
A	JP, 05-347038, A (株式会社リコー) 27. 12月. 1993 (27. 12. 93) (ファミリーなし)	2, 3

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 07. 05. 98
 国際調査報告の発送日 19.05.98

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号
 特許庁審査官 (権限のある職員)
 梅岡 信幸
 5D 9559
 電話番号 03-3581-1101 内線 6925

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP, 08-212579, A (ソニー株式会社) 20. 8月. 1996 (20. 08. 96) (ファミリーなし)	5
A	JP, 07-065428, A (株式会社日立製作所) 10. 3月. 1995 (10. 03. 95) (ファミリーなし)	7, 9