

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-100574
(P2006-100574A)

(43) 公開日 平成18年4月13日(2006.4.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 43/08 (2006.01)	H01L 43/08	5D034
G11B 5/39 (2006.01)	H01L 43/08	
	G11B 5/39	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-284966 (P2004-284966)	(71) 出願人	000003067 TDK株式会社 東京都中央区日本橋一丁目13番1号
(22) 出願日	平成16年9月29日(2004.9.29)	(74) 代理人	100081606 弁理士 阿部 美次郎
		(74) 代理人	100117776 弁理士 武井 義一
		(72) 発明者	町田 貴彦 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内
		(72) 発明者	島沢 幸司 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 TDK株式会社内
		Fターム(参考)	5D034 BA03 BA05 BA21

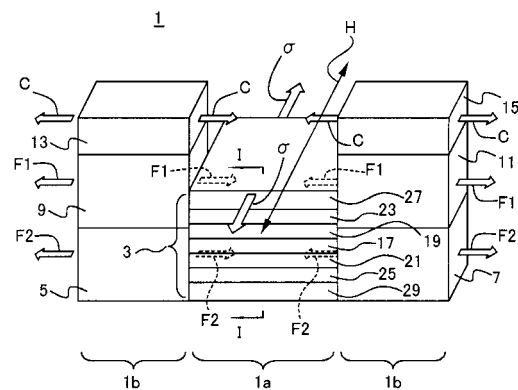
(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子

(57) 【要約】

【課題】ピンド層の磁化方向をより安定的に維持することができる磁気抵抗効果素子を提供する。

【解決手段】磁気抵抗効果素子1は、磁気抵抗効果膜3と、磁区制御膜5、7と、電極膜9、11と、保護膜13、15とを含む。保護膜は、電極膜をエッチングから保護し、飽和磁歪定数が正の値であり、且つ、600MPa以上の圧縮応力を有し、磁区制御膜を介して磁気抵抗効果膜にハイト方向の引張応力を付与する。一例として、保護膜は、窒化アルミニウムにより構成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも磁気抵抗効果膜を有する中心能動領域と、該中心能動領域の両側に設けられた一対の端部受動領域とを含む磁気抵抗効果素子であって、

前記磁気抵抗効果膜におけるピンド層の飽和磁歪定数が正の値であり、

前記端部受動領域には、600MPa以上5000MPa以下の圧縮応力を有し、前記磁気抵抗効果膜にハイト方向の引張応力を生じさせる層が設けられている、
磁気抵抗効果素子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の磁気抵抗効果素子であって、

前記引張応力を生じさせる層は、1000MPa以上5000MPa以下の圧縮応力を有する、
磁気抵抗効果素子。

10

【請求項 3】

少なくとも磁気抵抗効果膜を有する中心能動領域と、該中心能動領域の両側に設けられた一対の端部受動領域とを含む磁気抵抗効果素子であって、

前記磁気抵抗効果膜におけるピンド層の飽和磁歪定数が正の値であり、

前記端部受動領域には、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化チタン、窒化珪素、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム、酸化イットリウム、酸化ハフニウム、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化タンタル、ダイヤモンド状カーボン、炭化珪素のいずれか一つを含み、

前記磁気抵抗効果膜にハイト方向の引張応力を生じさせる層が設けられている、
磁気抵抗効果素子。

20

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の磁気抵抗効果素子であって、

前記端部受動領域は、磁区制御膜と、電極膜と、保護膜とを含み、

前記引張応力を生じさせる層は、前記保護膜であり、

前記保護膜は、前記電極膜をエッチングから保護する、

磁気抵抗効果素子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の磁気抵抗効果素子であって、

前記端部受動領域は、磁区制御膜と、保護膜とを含み、

前記引張応力を生じさせる層は、前記保護膜であり、

前記保護膜は、前記磁区制御膜をエッチングから保護する、

磁気抵抗効果素子。

30

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の磁気抵抗効果素子であって、

前記磁気抵抗効果膜は、デュアルスピバルブ膜である、

磁気抵抗効果素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、磁気抵抗効果素子に関するものである。

【背景技術】

【0002】

磁気記録分野では、磁気ディスクドライブ装置の高密度化、小型化の進展に対応すべく、磁気抵抗効果膜であるスピバルブ膜を、読み取り素子として用いた薄膜磁気ヘッドが主流となっている。

【0003】

さらに、スピバルブ膜のなかには、積層界面数を増加させることによって、高出力化されたデュアルスピバルブ膜がある。デュアルスピバルブ膜は、基本的には、フリー

50

層を中心として、その上下にそれぞれ、非磁性導電層、ピンド層及び反強磁性層が対称的に設けられている構成を有する（特許文献1参照）。ピンド層は磁化方向が一方向に固定されており、フリー層は磁化方向が外部から印加される磁界にตอบสนองして自由に動く。また、ピンド層の磁化方向と、フリー層の磁化方向とが同じであるときには、抵抗値が最小になり、逆方向の時に最大になる。したがって、この抵抗変化特性を利用して、外部磁界を検出する。

【0004】

しかしながら、デュアルスピバルブ膜においては、製作工程におけるラッピング加工時のストレスや、積層の上層におけるラフネスなどが原因となり、フリー層の上方側のピンド層の磁化方向が反転してしまう個体が発生する。

10

【特許文献1】特開2004-95587号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、ピンド層の磁化方向をより安定的に維持することができる磁気抵抗効果素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決するため、本発明は、少なくとも磁気抵抗効果膜を有する中心能動領域と、該中心能動領域の両側に設けられた一对の端部受動領域とを含む磁気抵抗効果素子であって、前記磁気抵抗効果膜におけるピンド層の飽和磁歪定数が正の値であり、前記端部受動領域には、600MPa以上5000MPa以下の圧縮応力を有し、前記磁気抵抗効果膜にハイト方向の引張応力を生じさせる層が設けられている。

20

【0007】

また、上記において、好適には、前記引張応力を生じさせる層は、1000MPa以上5000MPa以下の圧縮応力を有する。

【0008】

また、同課題を解決するための、別の本発明は、少なくとも磁気抵抗効果膜を有する中心能動領域と、該中心能動領域の両側に設けられた一对の端部受動領域とを含む磁気抵抗効果素子であって、前記磁気抵抗効果膜におけるピンド層の飽和磁歪定数が正の値であり、前記端部受動領域には、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化チタン、窒化珪素、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム、酸化イットリウム、酸化ハフニウム、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化タンタル、ダイヤモンド状カーボン、炭化珪素のいずれか一つを含み、前記磁気抵抗効果膜にハイト方向の引張応力を生じさせる層が設けられている。

30

【0009】

上記本発明において、好適には、前記端部受動領域は、磁区制御膜と、電極膜と、保護膜とを含み、前記引張応力を生じさせる層は、前記保護膜であり、前記保護膜は、前記電極膜をエッチングから保護する。

【0010】

あるいは、前記端部受動領域は、磁区制御膜と、保護膜とを含み、前記引張応力を生じさせる層は、前記保護膜であり、前記保護膜は、前記磁区制御膜をエッチングから保護するように構成してもよい。

40

【0011】

また、前記磁気抵抗効果膜は、デュアルスピバルブ膜であってもよい。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、磁気抵抗効果膜にハイト方向の引張応力が生じるため、逆磁歪効果により、磁気抵抗効果膜中のピンド層の磁化方向を安定化させることができる。したがって、製作工程におけるラッピング加工時のストレスや、積層の上層におけるラフネスなどが原因となって生じうる、あるいは、他の原因によって生じうる、磁気抵抗効果膜の磁化方

50

向が反転する現象を防止することができる。

【0013】

なお、本発明の他の特徴及びそれによる作用効果は、添付図面を参照し、実施の形態によって更に詳しく説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明に係る磁気抵抗効果素子を、薄膜磁気ヘッドの読み取り素子として実施した場合の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。なお、図中、同一符号は同一又は対応部分を示すものとする。

【0015】

図1は、磁気抵抗効果素子の構成概要を示す模式図である。磁気抵抗効果素子1は、CIP (current in plane) 型の薄膜磁気ヘッドの読み取り素子を構成しており、中心能動領域1aと、その両側に設けられた一对の端部受動領域1bとを有する。中心能動領域1aは、磁気抵抗効果膜3を含んでおり、一对の端部受動領域1bは、一对の磁区制御膜5、7、電極膜9、11、及び、保護膜13、15を含んでいる。

10

【0016】

磁気抵抗効果膜3は、外部から印加される磁界に応答する膜であり、本実施の形態においては、デュアルスピナルブ膜によって構成されている。デュアルスピナルブ膜は、基本的には、フリー層17と、上下一対の非磁性層19、21と、上下一対のピンド層23、25と、上下一対の反強磁性層27、29とを含んでいる。

20

【0017】

非磁性層19、21、ピンド層23、25及び反強磁性層27、29は、フリー層17を中心に、上下対称的に配置されている。すなわち、フリー層17の上方には、非磁性層19、さらにその上にピンド層23、さらにその上に反強磁性層27が設けられている。また、フリー層17の下方には、非磁性層21、さらにその下にピンド層25、さらにその下に反強磁性層29が設けられている。

【0018】

ピンド層23、25は、磁化方向が一方向に固定されており、正の値の飽和磁歪定数を有している。フリー層17は磁化方向が外部から印加される磁界に응答して自由に動く。デュアルスピナルブ膜では、ピンド層の磁化方向と、フリー層の磁化方向とが同じ

30

【0019】

一对の磁区制御膜5、7は、フリー層17におけるハイト方向Hと直交する方向の両端に設けられている。本実施の形態では、磁区制御膜5、7として硬磁性膜を用いており、具体的にはC o P t、C o P t C r等を用いることができる。なお、これに限定されず、磁区制御膜として、反強磁性膜、あるいは、軟磁性膜及び反強磁性膜の積層膜、を用いることもできる。

【0020】

一对の磁区制御膜5、7の上方には、一对の電極膜9、11が積層されている。一对の電極膜9、11は、一对の磁区制御膜5、7の上面に積層されており、磁気抵抗効果膜3にセンス電流を供給するために用いられる。

40

【0021】

一对の電極膜9、11の上方には、保護膜13、15が積層されている。保護膜13、15は、後述するように、製造プロセス中に実施されるエッチングから一对の電極膜9、11を保護するために設けられている。

【0022】

保護膜13、15は、本発明では圧縮応力が600MPa以上、5000MPa以下の膜であることを要し、好ましくは1000MPa以上、5000MPa以下の膜である。かかる圧縮応力の意義については後述する。具体例として、本実施の形態では窒化アルミ

50

ニウムから構成され、圧縮応力が 3 0 0 0 M P a の膜である。

【 0 0 2 3 】

ここで、圧縮応力は、次のような態様で決定されている。図 2 の (a) に示されるように、まず、シリコンで構成され、上下面が平坦な円形のディスク状基板 3 1 を用意する。かかるディスク状基板 3 1 の上に、保護膜 1 3、1 5 を構成する材料からなる薄膜 3 3 を形成する。

【 0 0 2 4 】

そして、成膜後、図 2 の (b) に示されるように、ディスク状基板 3 1 における薄膜 3 3 側の面が凹むように湾曲した場合には、薄膜 3 3 自身は引張応力を有している。すなわち、薄膜 3 3 の持つ引張応力がディスク状基板 3 1 に外力として作用して、ディスク状基板 3 1 は、その上面が収縮するように変形し、図 2 の (b) に示される状態となる。

10

【 0 0 2 5 】

一方、成膜後、図 2 の (c) に示されるように、ディスク状基板 3 1 における薄膜 3 3 側の面が突出するように湾曲した場合には、薄膜 3 3 自身は圧縮応力を有している。すなわち、薄膜 3 3 の持つ圧縮応力がディスク状基板 3 1 に外力として作用して、ディスク状基板 3 1 は、その上面が膨張するように変形し、図 2 の (c) に示される状態となる。

【 0 0 2 6 】

また、応力 σ の値は、以下の式、

$$\sigma = (8 E_s T_s^2 / 6 (1 - \nu_s) T_f L^2)$$

によって決定される。

20

ここで、上式における各記号の意味は、

E_s : ディスク状基板 3 1 のヤング率

T_s : ディスク状基板 3 1 の厚さ

ν_s : ディスク状基板 3 1 のポアソン比

T_f : 薄膜 3 3 の厚さ

L : ディスク状基板 3 1 の直径

γ : 反り量

である。

【 0 0 2 7 】

上記 E_s 、 T_s 、 ν_s 、 T_f 、 L は使用する基板や薄膜によって定まる値である。また、反り量 γ は、変形前のディスク状基板 3 1 の上面を基準面 B F とした場合の、変形後の薄膜 3 3 の上面までの距離として得られる。

30

【 0 0 2 8 】

続いて、このような構成の磁気抵抗効果素子 1 を有する薄膜磁気ヘッドの製造プロセスについて説明する。まず、図 3 に示されるように、例えば Al_2O_3 などからなる基体 3 5 上に、磁気抵抗効果膜 3 を構成する積層膜 3 7 を形成する。なお、図 3、図 4、図 6、図 7、図 8、図 9、図 1 1 及び図 1 2 のプロセス図においては、積層膜 3 7 は、図の明瞭性を優先するため単層として図示したが、実際には図 1 で示したように複数層からなる。また、当該プロセス図は、図 5 における I I - I I 線による断面にあたる。

【 0 0 2 9 】

40

次に、図 4 及び図 5 に示されるように、積層膜 3 7 の上面にリフトオフ用レジストマスク 3 9 を設ける。レジストマスク 3 9 は、フォトリソグラフィプロセスによって形成する。そして、上方よりイオンミリングなどのドライエッチングを施して、図 6 に示されるように、積層膜 3 7 において磁気抵抗効果膜 3 を構成する部分を断面台形状にエッチングする。

【 0 0 3 0 】

次に、積層膜 3 7 においてエッチングにより除去された部分、すなわち磁気抵抗効果膜 3 の両側の部分 3 7 a に、図 7 に示されるように、磁区制御膜 5、7 と、電極膜 9、1 1 と、保護膜 1 3、1 5 とをその順で成膜、積層する。

【 0 0 3 1 】

50

次に、図 8 に示されるように、剥離剤を用いてレジストマスク 39 をリフトオフする。続いて、図 9 及び図 10 に示されるように、磁気抵抗効果膜 3 及び保護膜 13、15 の上面にレジストマスク 41 を設ける。レジストマスク 41 も、フォトリソグラフィプロセスによって形成する。

【0032】

そして、上方よりイオンミリングなどのドライエッチングを施して、図 11 に示されるように、磁区制御膜 5、7、電極膜 9、11 及び保護膜 13、15 の外側に残っていた、積層膜 37 の部分を除去する。

【0033】

さらに、不要となったレジストマスク 41 を除去することによって、図 12、図 13 及び図 14 に示されるように、薄膜磁気ヘッドの読み取り素子としての磁気抵抗効果素子が得られる。このようにして所期の圧縮応力を有する保護膜 13、15 を備えた磁気抵抗効果素子 1 が構成される。また、図 14 に示されるように、図 10 及び図 11 から図 12 の状態に至る過程で実施されるエッチングにより、保護膜 13、15 の一部は符号 43 で示されるように削られることとなるが、保護膜 13、15 の下層の電極膜 9、11 まではエッチングされることなく保護されている。なお、図 14 は、図 13 の I I I - I I I 線に沿う断面にあたる。

10

【0034】

次に、以上のような構成を有する磁気抵抗効果素子 1 の作用について説明する。図 15 に示されるように、デュアルスピバルブ膜においては、フリー層 17 の上下にあるピン

20

【0035】

層 23、25 の磁化方向 P1、P2 が、対応する反強磁性層 27、29 によって所定の一方に固定されている。なお、図 15 及び図 16 は、図 1 における I - I 線に沿う断面にあたる。

一方、フリー層 17 の磁化方向 F は、そのときに印加されている外部磁界に対応した向きに定まる。デュアルスピバルブ膜の抵抗値は、ピン

30

【0036】

層 23、25 の磁化方向 P1、P2 に対するフリー層 17 の磁化方向 F の角度によって定まる。すなわち、デュアルスピバルブ膜の抵抗値は、図 15 の (a) に示されるように、フリー層 17 の磁化方向 F がピン

【0037】

層 23、25 の磁化方向 P1、P2 に対して、逆方向成分を持つような場合には大きくなり、図 15 の (b) に示されるように、同一方向成分を持つような場合には小さくなる。よって、この抵抗値の変化をみることによって、外部磁界を検出することができる。

ところで、デュアルスピバルブ膜においては、製作工程におけるラッピング加工時のストレスや、積層の上層におけるラフネスなどが原因となり、図 16 に示されるように、フリー層 17 の上方側のピン

40

【0038】

層 23 の磁化方向 P1 だけが反転してしまう個体が発生する。

そして、このような反転が生じたものにおいては、フリー層 17 の磁化方向 F が如何なる方向を指向していても、磁気抵抗効果膜 3 の素子全体としての抵抗は、ほぼ一定となっ

50

磁界を捉えることが困難となる場合がある。

【0039】

そこで、本実施の形態に係る磁気抵抗効果素子1においては、次のような作用によって上記の問題を解消している。前記のように保護膜13、15は圧縮応力を有する膜であるため、膜自身を拡張させる方向の圧縮応力を生じている。かかる圧縮応力に起因し、磁気抵抗効果膜3には、ハイト方向Hの引張応力が生じる。引張応力が生じると、逆磁歪効果により、磁気抵抗効果膜3中のピンド層23、25の磁化方向が安定する。

【0040】

詳細に説明すると、図1に示されるように、まず、保護膜13、15においてはハイト方向Hと直交する方向の圧縮応力Cが生じており、この圧縮応力Cが保護膜13、15と固着する電極膜9、11に伝達される。これによって、電極膜9、11には、圧縮応力Cに起因した引張応力F1が作用する。さらに、電極膜9、11と固着する磁区制御膜5、7には、引張応力F1に起因した引張応力F2が作用する。そして、最終的には、引張応力F1、F2により拡張しようとする電極膜9、11及び磁区制御膜5、7の圧力が磁気抵抗効果膜3に伝達し、実質的に、磁気抵抗効果膜3においてはハイト方向Hの引張応力が生じる力学的状態となる。

10

【0041】

また、保護膜13、15においてハイト方向Hに生じている圧縮応力は、下方の電極膜9、11、磁区制御膜5、7にハイト方向Hの引張応力として伝達され、電極膜9、11、磁区制御膜5、7に密着する磁気抵抗効果膜3にも、ハイト方向Hの引張応力が生じる。

20

【0042】

このように磁気抵抗効果膜3にハイト方向Hの引張応力が生じると、磁気抵抗効果膜3中のピンド層23、25の磁化容易軸は磁気弾性エネルギーEが小さくなるように決定される。

【0043】

磁気弾性エネルギーEは、

$$E = \left(-\frac{3}{2} \right) \sigma_s \{ \cos^2 \theta - \left(\frac{1}{3} \right) \}$$

で表される。

ここで、上式における各記号の意味は、

σ：磁気抵抗効果膜に作用する応力（引張方向を正の値とする）

σ_s：飽和磁歪定数

θ：磁気抵抗効果膜における応力（σ）作用方向と磁化容易軸とのなす角度

30

である。

【0044】

磁気抵抗効果膜3に生じる応力は、前述のとおり引張応力であるため、σ > 0であり、ピンド層23、25の飽和磁歪定数も、前述のとおり正の値なので、σ_s > 0である。磁気弾性エネルギーEは、σ、σ_s、θの関数であり、σ及びσ_sが正であるならば、cos²θ = 1のとき、即ちθ = 0のときに最も磁気弾性エネルギーEが小さくなる。θは、磁気抵抗効果膜3に作用する応力σと磁化容易軸とのなす角度であることを考慮すると、磁気抵抗効果膜3中のピンド層23、25の磁化容易軸が、磁気抵抗効果膜3に作用する応力σと同様な方向（ハイト方向）に誘起されることとなる。また、磁気弾性エネルギーEは、σが大きくなるに従い小さくなるため、σをより大きくすることにより磁気抵抗効果膜3中のピンド層23、25の磁化容易軸が、ハイト方向により誘起されることとなる。

40

【0045】

このようにして、本実施の形態に係る磁気抵抗効果素子1においては、保護膜13、15で生じる圧縮応力によって、磁気抵抗効果膜3にハイト方向Hの引張応力が生じることで、逆磁歪効果により、磁気抵抗効果膜3中のピンド層23、25の磁化方向を安定化させ、すなわち、ピンド層23、25の磁化方向の反転を防止することができるようにな

50

っている。

【0046】

次に、圧縮応力の好適な範囲を含め、保護膜13、15に必要とされる特性について説明する。上述したように本発明では、保護膜13、15として圧縮応力を有する膜を用いることによって、ピンド層23、25の磁化方向の反転を防止している。本出願人は、かかる圧縮応力と製品歩留まりとの関係を調べてみたところ、表1に示すような結果を得られた。

【0047】

【表1】

材料	圧縮応力 (MPa)	不良素子数	良品数	歩留まり (%)
Al ₂ O ₃	300	49	232	82.6
SiC	600	34	235	87.4
BN	1000	18	240	93.0
TiO ₂	2000	20	248	92.5
AlN	3000	17	242	93.4

10

【0048】

表1の結果から分かるように、圧縮応力が600MPa以上の範囲で歩留まりの改善効果が現れており、より好ましい範囲としては、1000MPa以上の範囲である。

20

【0049】

その一方で、圧縮応力が5000MPaを超えると、保護膜13、15は自身の応力に耐えられなくなり、被積層対象である電極膜9、11の上面から剥離することがある。従って、保護膜13、15の圧縮応力は、600MPa以上5000MPa以下、より好ましくは1000MPa以上5000MPa以下の範囲であることを要する。

【0050】

さらに、保護膜13、15に必要とされる特性として、ミリングレートの問題がある。保護膜13、15は、製造プロセスにおいて電極膜9、11をミリングから保護する機能を担う。図10に示されるように、端部受動領域1bの周囲の余分な積層膜37をミリングによって除去する際、除去残しの無いようにレジストマスク41の縁部を保護膜13、15よりも内側で終端させている。このため、レジストマスク41で覆われていない保護膜13、15は直接ミリングを受けることになる。

30

【0051】

よって、保護膜13、15は、必要な圧縮応力を有することに加えて、下層の電極膜9、11を保護するために、ある程度高いミリングレートを有することが必要とされる。このような必要な圧縮応力とミリングレートを有する材料として、本実施の形態では窒化アルミニウムを用い、保護膜13、15を構成している。

【0052】

なお、必要な圧縮応力とミリングレートを有する材料として、窒化アルミニウム以外に、窒化ホウ素、窒化チタン、窒化珪素、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム、酸化イットリウム、酸化ハフニウム、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化タンタル、ダイヤモンド状カーボン、炭化珪素などが挙げられる。よって、本発明は、これらのうち少なくとも一つを用いて保護膜を構成することもできる。また、必要な圧縮応力とミリングレートを実現できる限りにおいて、従来から使用されているアルミナを保護膜に添加することも可能である。

40

【0053】

以上、好ましい実施の形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の改変態様を採り得ることは自明である。

【0054】

50

まず、上記実施の形態では、CIP (current in plane) 型の素子として実施される場合を説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、図17に示されるようなCPP (current perpendicular to plane) 型の磁気抵抗効果素子101であってもよい。この場合、電極膜9、11は、磁気抵抗効果膜3における膜面垂直方向の両側に配置されており、保護膜13、15は絶縁膜14、16を介して磁気抵抗効果膜3の両側に設けられた磁区制御膜5、7の上面に形成されていることとなるが、かかる保護膜13、15を上述した特性のものとするすることで、CIP型の磁気抵抗効果素子の場合と同様な作用効果が得られる。

【0055】

本発明は、端部受動領域の積層の少なくとも一つに、上述した圧縮応力とミリングレートの必要な特性を有する膜が設けられていればよい。

10

【0056】

また、本発明は、デュアルスピバルブに限らず、シングルスピバルブすなわちフリー層に対して非磁性層、ピンド層及び反強磁性層が一層ずつ割り当てられている構成の磁気抵抗効果膜に実施することもできる。この場合でも、ピンド層の磁化方向の安定化を図るといった効果が得られる。

【0057】

また、上記実施の形態では、磁気抵抗効果素子を、薄膜磁気ヘッドの読み取り素子として実施した例を示したが、本発明はかかる態様に限定されるものではない。すなわち、本発明の磁気抵抗効果素子は、薄膜を用いたセンサやメモリ、アクチュエータ、半導体デバイスなど、薄膜磁気ヘッド以外のマイクロデバイスに広く適用することが可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果素子の構成を示す斜視図である。

【図2】保護膜における圧縮応力について説明する図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る磁気抵抗効果素子の製造プロセスにおける一工程を示す図である。

【図4】図3の次の工程を示す図である。

【図5】図4の状態を平面的に示す図である。

【図6】図4の次の工程を示す図である。

30

【図7】図6の次の工程を示す図である。

【図8】図7の次の工程を示す図である。

【図9】図8の次の工程を示す図である。

【図10】図9の状態を平面的に示す図である。

【図11】図9の次の工程を示す図である。

【図12】図11の次の工程を示す図である。

【図13】図12の状態を平面的に示す図である。

【図14】図13のIII-III線に沿う断面を示す図である。

【図15】デュアルスピバルブ膜における適正な磁化方向状態と抵抗との関係を説明する図である。

40

【図16】デュアルスピバルブ膜における不適正な磁化方向状態と抵抗との関係を説明する図である。

【図17】本発明の別の実施の形態に係る磁気抵抗効果素子の構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

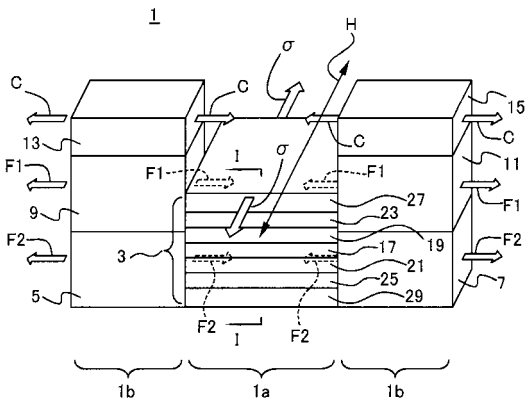
【0059】

- | | |
|-------|----------|
| 1、101 | 磁気抵抗効果素子 |
| 1a | 中心能動領域 |
| 1b | 端部受動領域 |
| 3 | 磁気抵抗効果膜 |
| 5、7 | 磁区制御膜 |

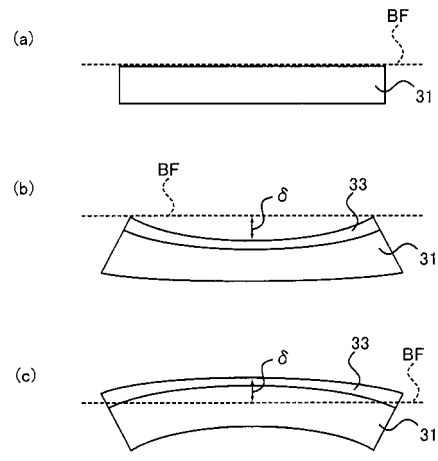
50

- 9、11 電極膜
- 13、15 保護膜
- C 圧縮応力
- H 引張応力
- H ハイト方向

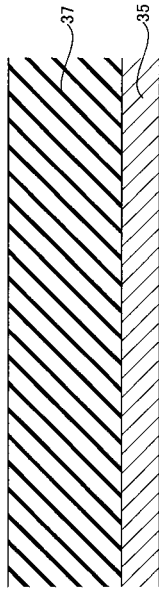
【図1】



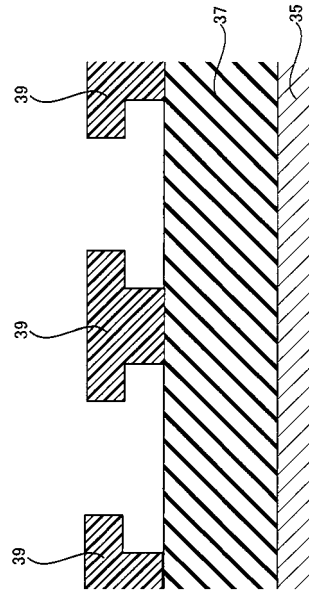
【図2】



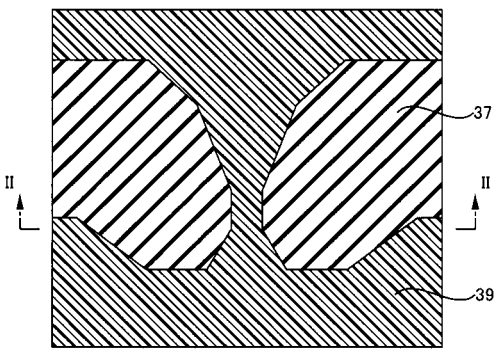
【 図 3 】



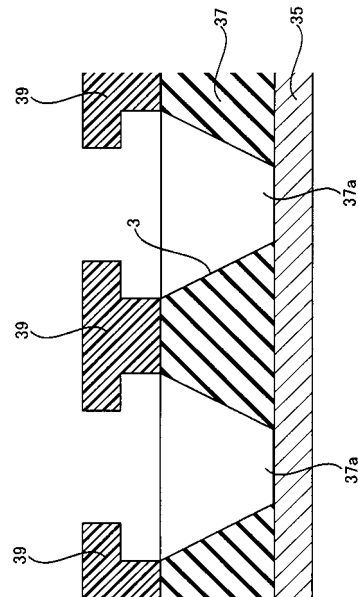
【 図 4 】



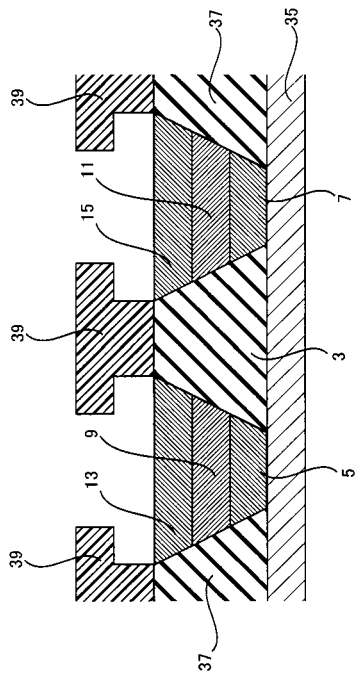
【 図 5 】



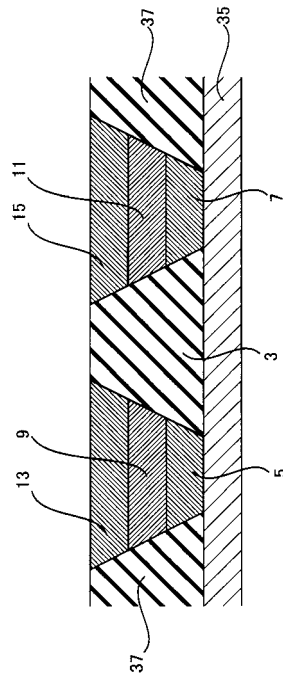
【 図 6 】



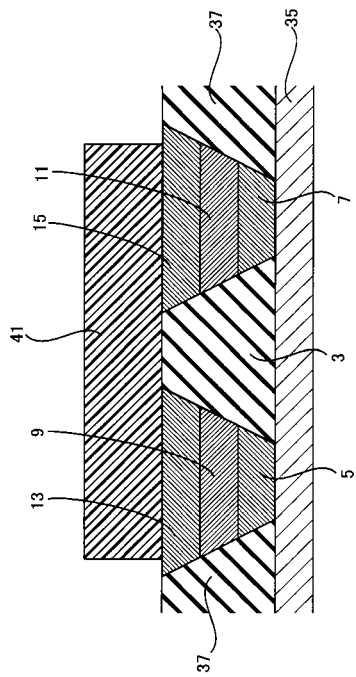
【 図 7 】



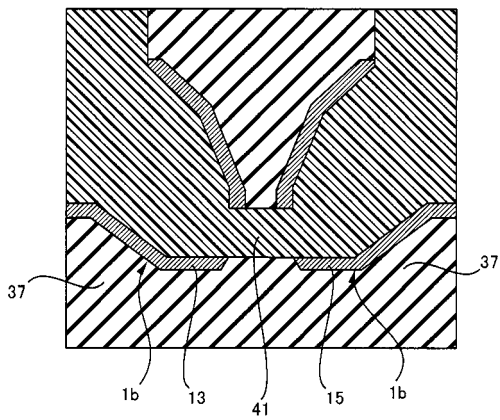
【 図 8 】



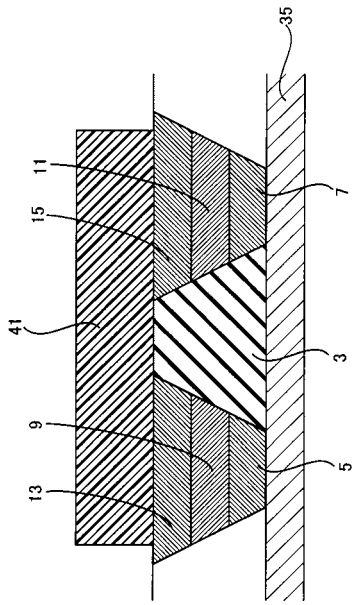
【 図 9 】



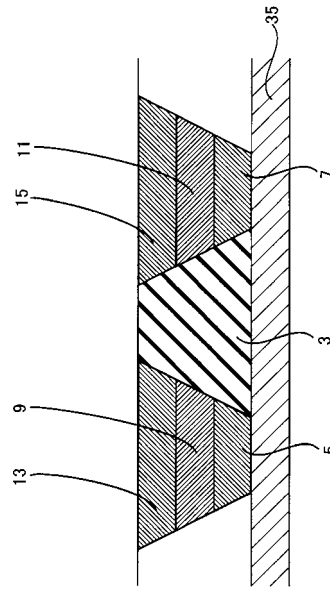
【 図 10 】



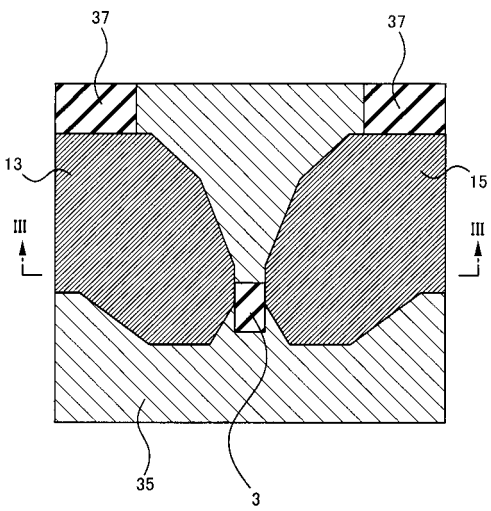
【図 1 1】



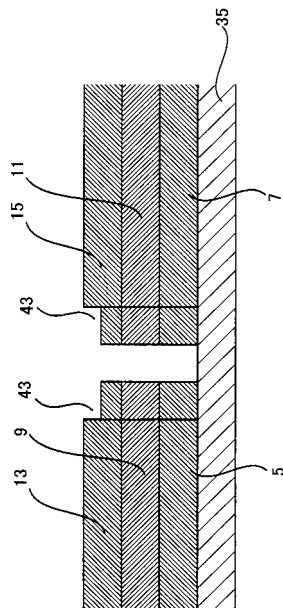
【図 1 2】



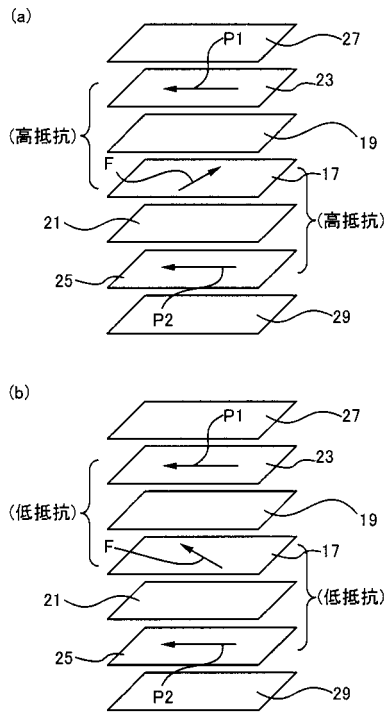
【図 1 3】



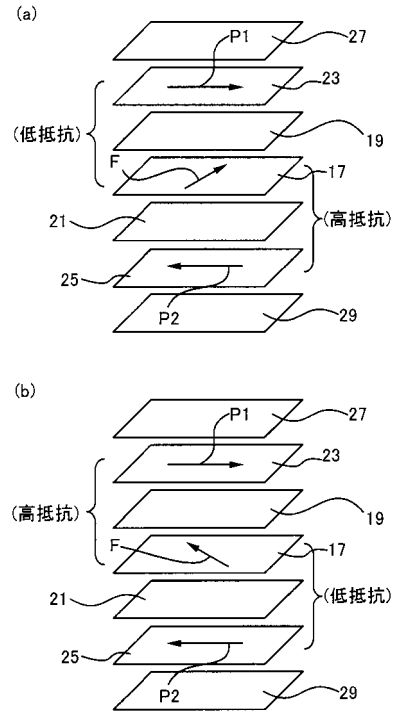
【図 1 4】



【 图 1 5 】



【 图 1 6 】



【 图 1 7 】

