(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3795236号

(P3795236)

(45)発行日　平成18年7月12日(2006.7.12)　(24)登録日　平成18年4月21日(2006.4.21)

(51)Int.Cl.		F I		
G11B 5/31	(2006.01)	G11B	5/31	D
G11B 5/39	(2006.01)	G11B	5/31	C
		G11B	5/31	K
		G11B	5/39	

請求項の数 12　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平10-227341
(22)出願日　平成10年8月11日(1998.8.11)
(65)公開番号　特開平11-167705
(43)公開日　平成11年6月22日(1999.6.22)
審査請求日　平成13年9月28日(2001.9.28)
審判番号　不服2003-18798(P2003-18798/J1)
審判請求日　平成15年9月25日(2003.9.25)
(31)優先権主張番号　特願平9-268327
(32)優先日　平成9年10月1日(1997.10.1)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000003067
ＴＤＫ株式会社
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号
(74)代理人　100081606
弁理士　阿部　美次郎
(72)発明者　吉田　誠
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号　ティーディーケイ株式会社内
(72)発明者　山中　昇
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号　ティーディーケイ株式会社内
(72)発明者　照沼　幸一
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号　ティーディーケイ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】薄膜磁気ヘッド

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

少なくとも１つの書込素子を有する薄膜磁気ヘッドであって、

前記書込素子は、第１のポール部と、第２のポール部と、ギャップ膜とを含み、前記ギャップ膜が前記第１のポール部と、前記第２のポール部との間に備えられており、

前記第１のポール部は、第１の磁性膜と、第２の磁性膜とを含み、

前記第２の磁性膜は、前記ギャップ膜に隣接して設けられ、ポール片を構成しており、

前記第１の磁性膜が前記第２の磁性膜に隣接して設けられ、前記ポール片から後方に延びる部分を持ち、この部分がヨークを構成しており、

前記第２のポール部は、第３の磁性膜と、第４の磁性膜とを含み、前記第３の磁性膜が前記ギャップ膜に隣接して設けられ、前記第４の磁性膜が前記第３の磁性膜に隣接して設けられており、

前記第３の磁性膜は、媒体対向面から後退した位置において、前記媒体対向面における幅Ｗ２１よりも拡大された幅Ｗ２０を有し、ポール片を構成しており、

前記第４の磁性膜は、前記ポール片から後方に延びる部分を持ち、この部分がヨークを構成し、前記ヨークの後方において、前記第１の磁性膜の前記ヨークと結合されており、

更に、前記第３の磁性膜は、第１のセクションと、第２のセクションと、第３のセクションとを含み、

前記第１のセクションは、前記媒体対向面の幅Ｗ２１を保って、前記媒体対向面の後方に後退する領域であり、

前記第２のセクションは、前記第１のセクションの後方に連なり、幅が、前記媒体対向面の幅Ｗ２１から、幅Ｗ２０に向かって拡大される領域であり、
前記第３のセクションは、前記第２のセクションの後方に連なり、前記第２のセクションによって拡大された幅Ｗ２０以上の幅を保って後方に延びる領域であり、
前記媒体対向面から幅Ｗ２０に拡大される位置までの後退量は、０．２～０．８μｍの範囲にあり、
前記幅Ｗ２０と、前記幅Ｗ２１の比（Ｗ２０／Ｗ２１）は、
１．２≦（Ｗ２０／Ｗ２１）≦１．８
の条件を満たし、
前記幅Ｗ２１は、２．０μｍ未満である、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項２】
請求項１に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記第４の磁性膜の媒体対向面の幅をＷ２２としたとき、幅Ｗ２２と前記第３の磁性膜の媒体対向面の幅Ｗ２１との差に起因して、媒体対向面の幅方向の両側に現れる幅差△Ｗ１は、０．３μｍ以下である、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項３】
請求項１または２に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記第４の磁性膜の媒体対向面は第３の磁性膜の媒体対向面における幅Ｗ２１内に位置する、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項４】
請求項３に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記第４の磁性膜の媒体対向面の幅をＷ２２としたとき、前記幅Ｗ２１及びＷ２２は、０．５≦Ｗ２２／Ｗ２１≦１．０の関係を満たす、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項５】
請求項４に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記幅Ｗ２１及びＷ２２は、０．７≦Ｗ２２／Ｗ２１の関係を満たす、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項６】
請求項１乃至５の何れかに記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記第１の磁性膜、前記第２の磁性膜、前記ギャップ膜、前記第３の磁性膜及び前記第４の磁性膜は、それぞれの媒体対向面が実質的に同一平面を構成する、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項７】
請求項６に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記第２の磁性膜、前記ギャップ膜及び前記第３の磁性膜は、前記媒体対向面とは反対側において、実質的に同一の平面である後方壁面を構成しており、
前記後方壁面は、前記媒体対向面の作る前記平面と実質的に平行である、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項８】
請求項１乃至７の何れかに記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記第４の磁性膜は、前記媒体対向面から後方に向かうにつれて、幅が拡大する、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項９】
請求項８に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記第４の磁性膜は、前記媒体対向面と平行な線分と、幅方向に位置する両側面とのなす角度θが、２０°≦θ≦９０°を満たす、

薄膜磁気ヘッド。
【請求項１０】
請求項９に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
前記角度θは、３０°≦θ≦９０°を満たす、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項１１】
請求項１乃至１０の何れかに記載された薄膜磁気ヘッドであって、
更に、ＭＲ読み取り素子を含んでいる、
薄膜磁気ヘッド。
【請求項１２】
請求項１１に記載された薄膜磁気ヘッドであって、
更に、ＭＲ読み取り素子を含んでおり、
前記ＭＲ読み取り素子は、第１シールド膜と、第２シールド膜と、ＭＲ素子とを含み、前記ＭＲ素子が前記第１シールド膜及び前記第２シールド膜の間に配置され、前記第２シールド膜が前記書込素子の前記第１の磁性膜を構成する、
薄膜磁気ヘッド。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、薄膜磁気ヘッドに関する。
【０００２】
【従来の技術】
コンピュータの記憶装置を構成する磁気ディスク装置に用いられる薄膜磁気ヘッドとして、薄膜書込素子と、磁気抵抗効果（ＭＲ）読み取り素子とを有する複合型のものが主に用いられるようになっている。ＭＲ読み取り素子は、磁気ディスクとの間の相対速度に依存せず、高い分解能が得られる。ＭＲ読み取り素子は、第１シールド膜と、第２シールド膜と、ＭＲ素子とを含んでいる。第１シールド膜及び第２シールド膜は、適当な非磁性絶縁物を介して、互いに間隔を隔てて配置され、ＭＲ素子は第１シールド膜及び第２シールド膜の間に配置されている。
【０００３】
書込素子としては、誘導型電磁変換素子が用いられ、ＭＲ読み取り素子の上に積層される。書込素子となる誘導型薄膜磁気変換素子は、ＭＲ読み取り素子に対する第２シールド膜を兼ねている下部磁性膜、上部ヨーク、ギャップ膜及び絶縁膜によって支持されたコイル膜等を有している。
【０００４】
下部磁性膜及び上部ヨークの先端部は微小厚みのギャップ膜を隔てて対向する下部及び上部ポール片とから構成されており、下部及び上部ポール片において書込を行なう。下部磁性膜及び上部磁性膜は、そのヨークが下部及び上部ポール片とは反対側にあるバックギャップ部において、磁気回路を完成するように互いに結合されている。コイル膜はヨークの結合部のまわりを渦巻状にまわるように形成されている。
【０００５】
この種の薄膜磁気ヘッドを用いて、高記録密度に対応するためには、磁気ディスクの単位面積当たりに記憶されるデータ量（面密度）を高めなければならない。面密度の向上は、書込素子の能力向上とともに、磁気ディスク等の磁気記録媒体の性能向上、及び、書込回路の高周波化によって達成される。
【０００６】
書込素子の能力を向上させて面密度を向上させる一つの手段は、ポール片間のギャップ長を小さくすることである。但し、ギャップ長の短縮は、ポール片間の記録磁界強度の減少を招くので、おのずと限界がある。
【０００７】

面密度を高めるもう一つの手段は、磁気ディスクに記録できるデータトラック数を増やすことである。磁気ディスクに記録できるトラック数は、通常、ＴＰＩ(track per inch)として表現される。書込素子のＴＰＩ能力は、データ．トラックの幅を決めるヘッド寸法を小さくすることによって高めることができる。このヘッド寸法は、通常、ヘッドのトラック幅と称されている。

【０００８】

上述した従来の一般的な薄膜磁気ヘッドの場合、書込素子において、下部磁性膜がＭＲ読み取り素子の第２シールド膜として兼用されているため、下部の幅を狭くすることができず、このため、記録中にかなり大きなサイドフリンジング磁界が生じる。この磁界は、幅を小さくした上部ポール片から、幅が縮小されていない下部磁性膜への磁束の漏れによって生じる。サイドフリンジング磁界は達成可能な最小幅を制限し、トラック密度の向上に限界を生じさせる。また、書き込まれたトラック．データをＭＲ素子で読み取るときのオフトラック性能を劣化させる。

【０００９】

上述する問題点を解決する手段として、特開平7-262519号公報及び特開平7-225917号公報は、イオン．ビーム．ミリングにより、下部の幅を、上部ポール片の幅に合わせる手段を開示している。

【００１０】

次に、U.S.Pat.No.5,600,519号は、下部磁性膜及び上部磁性膜について、ゼロスロート点と、拡張部との間にテーパ部を設ける構造を開示している。

【００１１】

更に、U.S.Pat.No.5,452,164号は、上部ヨーク幅を上部ポール片の幅よりも大きくし、上部ヨークの幅方向の両側面を、上部ポール片の両側面から突出させた構造を開示している。

【００１２】

ところが、ヘッドのトラック幅を縮小すると、ポール片が磁気飽和を生じ易くなり、その結果、記録磁界勾配が劣化すると共に、ポール片の幅方向両側から磁界が漏洩し易くなり、漏洩磁界による記録にじみを招く。上述した先行技術文献には、このような問題点を解決する手段は開示されていない。

【００１３】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、ヨークとポールとを分離した分離型の薄膜磁気ヘッドを提供することである。

【００１４】

本発明のもう一つの課題は、分離型にした場合に、ポール片の磁気飽和を回避し、記録磁界勾配の劣化及び漏洩磁界による記録にじみを解消した薄膜磁気ヘッドを提供することである。

【００１５】

【課題を解決するための手段】

上述した課題解決のため、本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、少なくとも１つの書込素子を有する。前記書込素子は、第１のポール部と、第２のポール部と、ギャップ膜とを含み、前記ギャップ膜が前記第１のポール部と、前記第２のポール部との間に備えられている。前記第２のポール部は、第３の磁性膜と、第４の磁性膜とを含み、前記第３の磁性膜が前記ギャップ膜に隣接して設けられ、前記第４の磁性膜が前記第３の磁性膜に隣接して設けられている。前記第３の磁性膜は、媒体対向面から後退した位置において、前記媒体対向面における幅Ｗ２１よりも拡大された幅Ｗ２０を有する。

【００１６】

上述したように、本発明に係る薄膜磁気ヘッドにおいて、第２のポール部の第３の磁性膜はギャップ膜に隣り合っている。従って、第３の磁性膜をポール片として用い、データ．トラックの幅を決めるヘッド寸法を、第３の磁性膜の幅によって定まる微小寸法に設定し

、ＴＰＩ能力を高め、高密度記録を達成することができる。
【００１７】
一方、第２のポール部に含まれる第４の磁性膜は、第３の磁性膜に隣り合って設けられている。この第４の磁性膜をヨークとして用い、第４の磁性膜から、ポール片を構成する第３の磁性膜に対して、書き込みに必要な磁束を供給することができる。すなわち、本発明によれば、ポール片とヨークとを分離した分離型薄膜磁気ヘッドを得ることができる。
【００１８】
本発明において、前記第３の磁性膜は、媒体対向面から後退した位置において、前記媒体対向面における幅Ｗ２１よりも拡大された幅Ｗ２０を有する。この構造によれば、第３の磁性膜によって構成されるポール片の磁気飽和を回避し、記録磁界勾配の劣化及び漏洩磁界による記録にじみを解消することができる。
【００１９】
本発明に係る薄膜磁気ヘッドの一つの具体的態様として、第１のポール部は、第１の磁性膜と、第２の磁性膜とを含む。第２の磁性膜は、ギャップ膜に隣り合っている。第１の磁性膜は、第２の磁性膜に隣り合っている。第１のポール部のこの構造と、上述した第２のポール部の構造により、第１の磁性膜、第２の磁性膜、ギャップ膜、第３の磁性膜及び第４の磁性膜を、この順序で隣接させた構造が得られる。この構造によれば、第１の磁性膜～第４の磁性膜の４つの磁性膜のうち、第２の磁性膜及び第３の磁性膜をポール片として用い、データ．トラックの幅を決めるヘッド寸法を、第２の磁性膜及び第３の磁性膜の幅によって定まる微小寸法に設定し、ＴＰＩ能力を高め、高密度記録を達成することができる。
【００２０】
一方、第１の磁性膜及び第４の磁性膜は、ポール部から後方に延ばし、後方に延ばされた部分でヨークを構成させることができる。この構造により、ヨークとなる第１の磁性膜及び第４の磁性膜から、ポール片を構成する第２の磁性膜及び第３の磁性膜に対して、書き込みに必要な磁束が供給される。
【００２１】
本発明は、更に、書込磁界の維持及び漏洩磁界による記録にじみの防止に有効なポールディメンションを開示する。
【００２２】
本発明に係る薄膜磁気ヘッドは、通常は、ＭＲ読み取り素子を含んでいる。ＭＲ読み取り素子は、第１シールド膜と、第２シールド膜と、ＭＲ素子とを含み、第１シールド膜及び第２シールド膜が互いに間隔を隔てて配置され、ＭＲ素子が第１シールド膜及び第２シールド膜の間に配置されている。
【００２３】
書込素子は、ＭＲ読み取り素子の上に積層される。この場合、第２シールド膜は、書込素子の第１の磁性膜として兼用される。この構造によれば、薄型化が可能である。
【００２４】
本発明の他の目的、構成及び利点については、実施例である添付図面を参照して、更に詳しく説明する。
【００２５】
【発明の実施の形態】
図１は本発明に係る薄膜磁気ヘッドの断面図、図２は図１に示した薄膜磁気ヘッドのポール部の拡大斜視図、図３は第４の磁性膜を除去して示す拡大斜視図、図４は図２及び図３に示したポール部の拡大平面図である。図において、寸法は誇張されている。この実施例は、書込素子２と、ＭＲ読み取り素子３とを併せ持つ複合型の薄膜磁気ヘッドを示している。書込素子２及びＭＲ読み取り素子３は、スライダとして用いられる基体１の上に付着されて、読み書き部分が基体１の空気ベアリング面（以下ＡＢＳと称する）１０に位置している。矢印ａは磁気記録媒体の回転方向（空気の流れ方向）を示している。
【００２６】

書込素子２は、誘導型薄膜磁気変換素子であり、ＭＲ読み取り素子３の上に積層されている。書込素子２は、ポール部２０を有する。

【００２７】

ポール部２０は、図３を参照すると明らかなように、第２のポール部２０２と、第１のポール部２０１と、ギャップ膜２３とを含む。ギャップ膜２３は第２のポール部２０２と、第１のポール部２０１との間に設けられている。

【００２８】

第２のポール部２０２は、第３の磁性膜２４と、第４の磁性膜２５とを含んでいる。第３の磁性膜２４は、ギャップ膜２３の一面上に隣接して積層されている。従って、第３の磁性膜２４をポール片として用い、データ．トラックの幅を決めるヘッド寸法を、第３の磁性膜２４の幅Ｗ２１によって定まる微小寸法に設定し、ＴＰＩ能力を高め、高密度記録を達成することができる。

【００２９】

一方、第２のポール部２０２を構成する第４の磁性膜２５は、第３の磁性膜２４の一面上に積層されている。このように、ポール片となる第３の磁性膜２４とは異なる第４の磁性膜２５を有するので、この第４の磁性膜２５をヨークとして用い、第４の磁性膜２５から、ポール片を構成する第３の磁性膜２４に対して、書き込みに必要な磁束を供給することができる。すなわち、本発明によれば、ポール片とヨークとを分離した分離型薄膜磁気ヘッドを得ることができる。

【００３０】

実施例において、第１のポール部２０１は、第１の磁性膜２１と、第２の磁性膜２２とを含む。第２の磁性膜２２は、ギャップ膜２３に隣り合っている。第１の磁性膜２１は、第２の磁性膜２２に隣り合っている。第１のポール部２０１のこの構造と、上述した第２のポール部２０２の構造により、第１の磁性膜２１、第２の磁性膜２２、ギャップ膜２３、第３の磁性膜２４及び第４の磁性膜２５を、この順序で隣接させた構造が得られる。この構造によれば、第２の磁性膜２２及び第３の磁性膜２４をポール片として用い、データ．トラックの幅を決めるヘッド寸法を、第２の磁性膜２２及び第３の磁性膜２４の幅Ｗ１１、Ｗ２１によって定まる微小寸法に設定し、ＴＰＩ能力を高め、高密度記録を達成することができる。

【００３１】

第１の磁性膜２１及び第４の磁性膜２５によるヨーク２１１、２５１は、後方結合部２５２において互いに結合させ、薄膜磁気回路を完成させる。結合部２５２の周りには、渦巻き状に回るコイル膜２６が備えられており、コイル膜２６は絶縁膜２７によって支持されている。コイル膜２６の巻数および層数は任意である。この構造により、ヨーク２１１、２５１となる第１の磁性膜２１及び第４の磁性膜２５から、ポール片となる第２の磁性膜２２及び第３の磁性膜２４に対して、書込に必要な磁束が供給される。すなわち、ポール部とヨークとを分離した磁極分離型磁気ヘッドを得ることができる。

【００３２】

第１の磁性膜２１～第４の磁性膜２５は、一般には、パーマロイで構成できる。ギャップ膜２３はAl_2O_3、SiO_2等の金属酸化物や、AlN、BN、SiN等の窒化物によって構成できる。あるいは、Au、CuまたはNiP等の導電性非磁性材料によって構成してもよい。

【００３３】

本発明の特徴点は、第３の磁性膜２４が、媒体対向面２４０から、後退量△Ｌだけ後退した位置ＩＰ（図４参照）において、媒体対向面２４０における幅Ｗ２１よりも拡大された幅Ｗ２０を有する点にある。この構造によれば、第３の磁性膜２４によって構成されるポール片の磁気飽和を回避し、記録磁界勾配の劣化及び漏洩磁界による記録にじみを解消することができる。

【００３４】

図４を参照すると、第３の磁性膜２４は、第１のセクション２４１と、第２のセクション２４２と、第３のセクション２４３とを含んでいる。第１のセクション２４１は、媒体対

向面２４０の幅Ｗ２１を保って、媒体対向面２４０の後方に後退する領域である。従って、第１のセクション２４１はほぼ矩形状の領域となる。

【００３５】

第２のセクション２４２は、前記第１のセクション２４１の後方に連なり、媒体対向面２４０の幅Ｗ２１から、幅Ｗ２０に向かって拡大される領域である。すなわち、第２のセクション２４２の始点が第１のセクション２４１の終点と一致し、第２のセクション２４２の始点の幅が、第１のセクション２４１の幅Ｗ２１とほぼ等しくなる。

【００３６】

第３のセクション２４３は、第２のセクション２４２の後方に連なり、第２のセクション２４２によって拡大された幅Ｗ２０以上の幅を保って後方に延びる領域である。従って、第３のセクション２４３の始点が第２のセクション２４２の終点と一致し、この部分の幅がＷ２０となる。後退量△Ｌは、第３の磁性膜２４の媒体対向面２４０から第３のセクション２４３の始点ＩＰまでの距離で与えられる。

【００３７】

幅Ｗ２０と幅Ｗ２１との幅比（Ｗ２０／Ｗ２１）は、１．２≦（Ｗ２０／Ｗ２１）≦１．８を満たすことが好ましい。この範囲内であれば、高い書込磁界強度を得ることができる。この範囲外では、書込磁界強度が著しく低下する。

【００３８】

また、媒体対向面から幅Ｗ２０に拡大される位置ＩＰまでの後退量△Ｌは、０．２～０．８μｍの範囲にあることが望ましい。この範囲であれば、磁気記録に充分な書込磁界強度を確保することができる。この範囲外では書込磁界強度が急激に低下する。

【００３９】

図５は幅比（Ｗ２０／Ｗ２１）と規格化書込磁界強度との関係を示すデータである。図５のデータは後退量△Ｌを０．６μｍとして得られたものである。図５のデータを参照すると、１．２≦（Ｗ２０／Ｗ２１）≦１．８の範囲内で、上に凸となる書込磁界強度特性が得られ、高い書込磁界強度を確保できることがわかる。幅比（Ｗ２０／Ｗ２１）が１．２よりも小さくなると、規格化磁界強度が急激に低下する。幅比（Ｗ２０／Ｗ２１）が１．８よりも大きくなると、やはり、書込磁界強度の低下が著しくなる。図示は省略するが、後退量△Ｌを０．２μｍ、０．８μｍとした場合も、図５と同様の傾向を示すデータが得られた。

【００４０】

図６は後退量△Ｌと規格化書込磁界強度との関係を示すデータである。図６のデータは幅比（Ｗ２０／Ｗ２１）を１．４として得られたものである。図６のデータを参照すると、０．２≦△Ｌ≦０．８の範囲内で、上に凸となる書込磁界強度特性が得られ、高い書込磁界強度を確保できることがわかる。後退量△Ｌが０．２よりも小さくなると、規格化磁界強度が急激に低下する。後退量△Ｌが０．８よりも大きくなると、やはり、書込磁界強度の低下が著しくなる。図示は省略するが、幅比（Ｗ２０／Ｗ２１）を１．２及び１．８とした場合も、それぞれ、図６と同様の傾向を示すデータが得られた。

【００４１】

実施例において、第４の磁性膜２５は、媒体対向面２５０の幅Ｗ２２が、第３の磁性膜２４の媒体対向面２４０の幅Ｗ２１よりも大きくなっており、幅方向の両側において、第３の磁性膜２４よりも外側に突き出ている。幅Ｗ２２と第３の磁性膜２４の媒体対向面２４０の幅Ｗ２１との差に起因して、媒体対向面２４０、２５０の幅方向の両側に現れる幅差△Ｗ１＝（Ｗ２２－Ｗ２１）／２は、０．３μｍ以下である。幅差△Ｗ１が０．３μｍ以下となる範囲では、第４の磁性膜２５の幅方向の両端から漏洩する磁界を、２．０(k0e)以下の小さな値に低下させることができる。

【００４２】

図７は幅差△Ｗ１と磁界強度Ｈｘとの関係を示すデータ、図８は図１～図３に示した薄膜磁気ヘッドのポール部をＡＢＳから見た図で、図７に図示された磁界強度の測定位置を示す。図７において、曲線Ｈｘ１は書込磁界強度特性、曲線Ｈｘ２は第４の磁性膜２５のエ

ッジ部分から漏洩する磁界強度特性をそれぞれ示す。

【００４３】

図７に示すように、幅差△Ｗ１が約０．３μｍ以下の範囲では、漏洩磁界Ｈｘ２は２．０(k0e)以下となる。しかも、幅差△Ｗ１が約０．３μｍ以下の範囲では、６．０(k0e)以上の高い書込磁界強度Ｈｘ１が得られており、かつ、書込磁界強度Ｈｘ１の劣化が見られない。

【００４４】

第３の磁性膜２４の媒体対向面２４０の幅Ｗ２１は２．０μｍ未満にする。これにより、トラック密度を向上させることができる。このような狭いポール幅は、本発明に係る薄膜磁気ヘッドが磁極分離型であるために実現できるものであり、磁極分離型にすることによる大きなメリットでもある。磁極分離型でない従来タイプの磁気ヘッドでは、このような微少なポール幅を実現することは困難である。

【００４５】

第１の磁性膜２１、第２の磁性膜２２、ギャップ膜２３、第３の磁性膜２４及び第４の磁性膜２５は、各媒体対向面２１０、２２０、２３０、２４０及び２５０が同一の平面を構成する。各媒体対向面２１０～２５０で構成される平面は、ＡＢＳ１０の一部を構成する。第２の磁性膜２２、ギャップ膜２３及び第３の磁性膜２４は、媒体対向面２２０～２４０とは反対側において、実質的に同一の平面である後方壁面を構成する。この後方壁面は、媒体対向面が作るＡＢＳ１０と実質的に平行である。

【００４６】

第１の磁性膜２１、第３の磁性膜２４及びギャップ膜２３の周りは、非磁性絶縁膜２８によって埋められている（図１参照）。非磁性絶縁膜２８は、上面が平坦化され、平坦化された上面が第３の磁性膜２４の表面と実質的に同一平面を形成している。非磁性絶縁膜２８としては、Al_2O_3、SiO_2等が用いられる。参照符号２９は全体を覆う保護膜であり、Al_2O_3、SiO_2等で構成される。

【００４７】

第２の磁性膜２２及び第３の磁性膜２４は、一般には、パーマロイで構成される。別の態様として、第２の磁性膜２２及び第３の磁性膜２４の少なくとも一方は、パーマロイとの比較において、高飽和磁束密度材料で構成することができる。この場合には、高保持力の磁気記録媒体に対しても、充分な記録性能を発揮することができる。高飽和磁束密度材料は、パーマロイとの比較において、飽和磁束密度の高いものを選択する。例としては、Fe-Co,Fe-MまたはFe-Co-Mから選択された少なくとも一種を挙げることができる。ここで、MはN,C,B,Si,Al,Ti,Zr,Hf,Mo,TaまたはNb（何れも化学記号）から選択された少なくとも一種である。第２の磁性膜２２及び第３の磁性膜２４の両者を上述した高飽和磁束密度材料で構成してもよいし、何れか一方だけを上述した高飽和磁束密度材料で構成してもよい。

【００４８】

第１の磁性膜２１及び第４の磁性膜２５の少なくとも一方を、パーマロイとの比較において、高抵抗率材料で構成することもできる。この場合には、書込回路が高周波化された場合の渦電流損失を、パーマロイを用いた場合に比較して、低減させることができる。高抵抗率材料の具体例としては、Fe-Co系アモルファス，Fe-M-N,Fe-M-O,Fe-Co-M-N,Fe-Co-M-OまたはFe-Co-Nから選択された少なくとも一種を挙げることができる。ここで、Mは、B,Si,Al,Ti,Zr,Hf,Mo,TaまたはNb（何れも化学記号）から選択された少なくとも一種である。第１の磁性膜２１及び第４の磁性膜２５の両者を上述した高抵抗率材料で構成してもよいし、何れか一方のみを上述した高抵抗率材料で構成してもよい。

【００４９】

図１において、ＭＲ読み取り素子３は、第１シールド膜３１と、第２シールド膜３２と、ＭＲ素子３３と、リード導体膜３５とを含む。第１シールド膜３１及び第２シールド膜３２は互いに間隔を隔てて配置されており、ＭＲ素子３３は第１シールド膜３１及び第２シールド膜３２の間に配置されている。第２シールド膜３２は書込素子２の第１の磁性膜２

１を構成している。第１シールド膜３１及び第２シールド膜３２の間には非磁性絶縁膜３４があり、ＭＲ素子３３及びリード導体膜３５は非磁性絶縁膜３４の内部に配置されている。

【００５０】

書込素子２は、ＭＲ読み取り素子３の上に積層される。この場合、第２シールド膜３２は、書込素子２の第１の磁性膜２１として兼用される。第２の磁性膜２２は第１の磁性膜２１の上に突出して設けられているから、第２シールド膜３２の幅を、ＭＲ読み取り素子３を保護するのに必要な寸法に保ったままで、第２の磁性膜２２の幅Ｗ１１を狭小化することができる。

【００５１】

本発明において、書込素子２を構成する誘導型薄膜磁気変換素子としては、これまで提案され、またはこれから提案されることのある各種のタイプのものが使用できる。ＭＲ読み取り素子３としては、パーマロイ膜等の磁気異方性磁気抵抗効果膜を利用したもの、スピンバルブ膜や、トンネル接合効果膜等で代表される巨大磁気抵抗効果を利用したもの等、これまで提案され、またはこれから提案されることのある各種のタイプのものが使用できる。書込素子２及びＭＲ読み取り素子３は、スライダ上に搭載される。スライダは、一本以上のレールを有するタイプの他、レールを持たないものであっても用いることができる。

【００５２】

図９はポール部の別の実施例を示す斜視図、図１０は図９に示したポール部の拡大平面図である。図において、図２～図４と同一の構成部分には同一の参照符号を付してある。

【００５３】

この実施例でも、第３の磁性膜２４は、図２～図４で述べた通りの構造を有する。第４の磁性膜２５は、媒体対向面２５０の幅Ｗ２２が第３の磁性膜２４の媒体対向面２４０の幅Ｗ２１よりも大きく、かつ、拡大された幅Ｗ２０よりも小さくなっている。媒体対向面２５０の幅Ｗ２２と、媒体対向面２４０の幅Ｗ２１との差に起因して、媒体対向面２４０、２５０の幅方向の両側に現れる幅差△Ｗ１＝（Ｗ２２－Ｗ２１）／２は、０．３μｍ以下である。従って、図２～図４と同様の作用効果を奏する。

【００５４】

図１１はポール部の更に別の実施例を示す斜視図、図１２は図１１に示したポール部の拡大平面図である。図において、図２～図４と同一の構成部分には同一の参照符号を付してある。この実施例でも、第３の磁性膜２４は、図２～図４で述べた通りの構造を有する。従って、図２～図４と同様の作用効果を奏する。

【００５５】

第３の磁性膜２４と第４の磁性膜２５との相対関係については、第４の磁性膜２５の媒体対向面２５０が、第３の磁性膜２４の媒体対向面２４０における幅Ｗ２１内に位置する。従って、第３の磁性膜２４の媒体対向面２４０における幅Ｗ２１と、第４の磁性膜２５の媒体対向面２５０における幅Ｗ２２とは、Ｗ２２≦Ｗ２１の関係を満たす。この構造によれば、第３の磁性膜２４に磁束を供給する第４の磁性膜２５において、その媒体対向面２５０の幅方向Ｗの両側から漏洩する磁束を抑制し、漏洩磁界による磁気記録媒体への磁気記録を阻止できる。よって、トラック密度を高め、高密度記録を達成することができる。

【００５６】

更に、媒体対向面２５０の幅Ｗ２２と、媒体対向面２４０の幅Ｗ２１との差に起因して、媒体対向面２４０、２５０の幅方向の両側に現れる幅差△Ｗ１＝（Ｗ２１－Ｗ２２）／２は、０．３μｍ以下である。すなわち、本発明において、幅差△Ｗ１は、媒体対向面２５０の幅Ｗ２２と、媒体対向面２４０の幅Ｗ２１との差の絶対値であり、その値が０．３μｍ以下であることを意味する。これにより、図２～図４を参照して説明したと同様の作用効果を奏する。

【００５７】

図１３はポール部の更に別の実施例を示す斜視図、図１４は図１３に示したポール部の拡

大平面図である。図において、図２～図４と同一の構成部分には同一の参照符号を付してある。この実施例でも、第３の磁性膜２４は、図２～図４で述べた通りの構造を有する。従って、図２～図４と同様の作用効果を奏する。

【００５８】

第３の磁性膜２４と第４の磁性膜２５との相対関係については、第４の磁性膜２５の媒体対向面２５０が、第３の磁性膜２４の媒体対向面２４０における幅Ｗ２１内に位置する。従って、第３の磁性膜２４の媒体対向面２４０における幅Ｗ２１と、第４の磁性膜２５の媒体対向面２５０における幅Ｗ２２とは、Ｗ２２≦Ｗ２１の関係を満たす。この構造による利点については、図１１及び図１２を参照して説明した通りである。

【００５９】

図１３及び図１４の実施例では、更に、第４の磁性膜２５が、媒体対向面２５０から後方に向かうにつれて、幅が拡大する。この構造によれば、第４の磁性膜２５から漏洩する磁界による磁気記録を生じることなしに、第４の磁性膜２５から第３の磁性膜２４へ書込磁束を集中させ、書込能力を維持することができる。この場合、第４の磁性膜２５は、図１４に示すように、媒体対向面２５０と平行な線分Ｌ１と、幅方向Ｗに位置する両側面２５３とのなす角度θが、２０°≦θ≦９０°を満たすような広がりを持たせる。特に好ましくは、３０°≦θ≦９０°の範囲である。

【００６０】

角度θが２０°よりも小さいと、第４の磁性膜２５から第３の磁性膜２４へ集中する磁束のために、第３の磁性膜２４が磁気飽和し、記録減磁を引き起こす。角度θが９０°よりも大きくなると、第４の磁性膜２５から第３の磁性膜２４へ充分な磁束を供給できないために、書込能力が低下する。第４の磁性膜２５の媒体対向面２５０の幅方向Ｗの両端は、最大広がった場合でも、第３の磁性膜２４の両隅の位置に制限される。

【００６１】

次に、図１１～図１４に図示された薄膜磁気ヘッドの効果について、具体的な実験データを参照して説明する。図１５は薄膜磁気ヘッドを用いて書き込まれた磁気記録を読み出したときの再生波形データである。このデータを得るために用いられた薄膜磁気ヘッドは、次の構成になる。

【００６２】

幅Ｗ１１及びＷ２１：１．３μｍ
幅Ｗ２２：１．１μｍ
角度θ：４５°
幅比（Ｗ２０／Ｗ２１）：１．４
△Ｌ：０．６μｍ
ギャップ膜２３によるギャップ：０．３μｍ
第１の磁性膜２１：膜厚２．５μｍ、NiFeメッキ膜
第２の磁性膜２２：膜厚０．５μｍ、NiFeメッキ膜
第３の磁性膜２４：膜厚０．５μｍ、NiFeメッキ膜
第４の磁性膜２５：膜厚２．５μｍ、NiFeメッキ膜
コイル膜２６：１０ターン

上記構造の薄膜磁気ヘッドを用い、コイル膜２６に４０mAopの記録電流を供給し、保磁力Ｈｃが２３００(0e)、残留磁化ｔ・Ｂｒが８０Gμmである磁気記録媒体に磁気記録を行なった。次に、再生トラック幅１．０μｍの磁気異方性磁気抵抗効果素子（ＡＭＲ素子）を有する再生ヘッドで再生した。

【００６３】

比較例として、従来の薄膜磁気ヘッドを用いて磁気記録を行ない、上記と同じＡＭＲ素子を有する再生ヘッドで再生した。実験に供された従来の薄膜磁気ヘッドは、幅比（Ｗ２０／Ｗ２１）が１、幅Ｗ２２が２．０μｍ、角度θが９０°である点を除いて、本発明に係る上記薄膜磁気ヘッドと同じ構成を持つ。

【００６４】

図１５において、実線で表示された特性Ｐｍ（メインパルス）が本発明に係る薄膜磁気ヘッドを用いて記録した場合の再生波形、実線で表示された特性Ｐｍと、点線Ｐｓ１、Ｐｓ２（サイドパルス）とを含む特性が従来の薄膜磁気ヘッドの再生波形である。図１５を参照すると、従来の薄膜磁気ヘッドを用いて記録した場合、再生波形に、メインパルスＰｍの他、サイドパルスＰｓ１、Ｐｓ２が現れている。これに対して、本発明に係る薄膜磁気ヘッドでは、メインパルスＰｍのみが現れており、漏洩磁界による磁気記録に起因するサイドパルスＰｓ１、Ｐｓ２が読み出されていない。

【００６５】

図１６は幅比（Ｗ２２／Ｗ２１）とオーバーライト特性との関係を示すデータである。実験に供された薄膜磁気ヘッドは、図１５のデータを得る際に用いられた本発明に係る薄膜磁気ヘッドである。但し、幅Ｗ１１及びＷ２１を、１．３μｍの一定値に固定し、幅Ｗ２２を変化させて、幅比（Ｗ２２／Ｗ２１）を変えた。

【００６６】

図１６を参照すると、０．５≦Ｗ２２／Ｗ２１≦１．０の範囲で２６（ｄＢ）以上のオーバーライト特性が得られている。特に、０．７≦Ｗ２２／Ｗ２１≦１．０の範囲では、３０（ｄＢ）以上のオーバーライト特性が得られ、しかも、（Ｗ２２／Ｗ２１）の変化に対するオーバーライト特性の増加率が著しくなる。

【００６７】

通常、磁気記録分野では、２６（ｄＢ）以上、好ましくは３０ｄＢ以上のオーバーライト特性を満たすことが要求されている。図１６を参照すれば、０．５≦Ｗ２２／Ｗ２１≦１．０の範囲、好ましくは０．７≦Ｗ２２／Ｗ２１≦１．０の範囲に設定することにより、この要求を満たし得ることは明らかである。特に、０．７≦Ｗ２２／Ｗ２１≦１．０の範囲では、（Ｗ２２／Ｗ２１）の変化に対するオーバーライト特性の増加率が著しくなるので、優れたオーバーライト特性改善効果が得られる。

【００６８】

図１７は角度θとオーバーライト特性との関係を示すデータである。実験に供された薄膜磁気ヘッドは、図１５のデータを得る際に用いられた本発明に係る薄膜磁気ヘッドである。但し、幅Ｗ１１及びＷ２１を１．３μｍとし、幅Ｗ２２を１．１μｍとし、角度θを変え、オーバーライト特性を測定した。

【００６９】

既に述べたように、磁気記録分野では、２６（ｄＢ）以上、好ましくは３０ｄＢ以上のオーバーライト特性を満たすことが要求されている。図１７を参照すれば、角度θを、２０°≦θ≦９０°の範囲、特に好ましくは、３０°≦θ≦９０°の範囲に設定することにより、この要求を満たし得ることは明らかである。

【００７０】

以上、好適な具体的実施例を参照して本発明を詳説したが、本発明の本質及び範囲から離れることなく、その形態と細部において、種々の変形がなされ得ることは、当業者にとって明らかである。

【００７１】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、次のような効果を得ることができる。

（ａ）ヨークとポールとを分離した分離型の薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

（ｂ）分離型にした場合に、ポール片の磁気飽和を回避し、記録磁界勾配の劣化及び漏洩磁界による記録にじみを解消した薄膜磁気ヘッドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図２】図１に示した薄膜磁気ヘッドのポール部の拡大斜視図である。

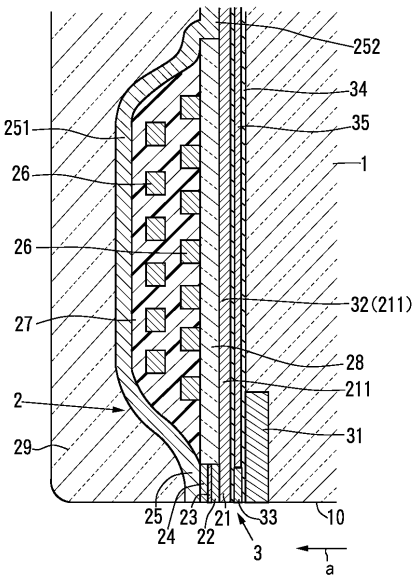
【図３】図１に示した薄膜磁気ヘッドのポール部において、第４の磁性膜を除去して示す拡大斜視図である。

【図４】図２及び図３に示したポール部の拡大平面図である。

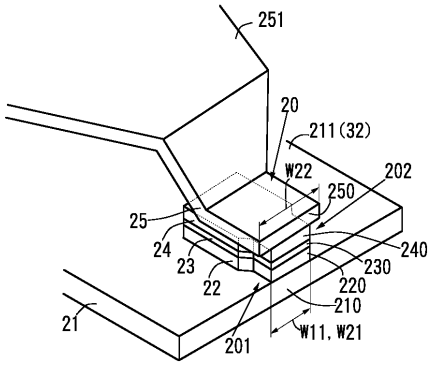
【図５】幅比（Ｗ２０／Ｗ２１）と規格化書込磁界強度との関係を示すデータである。
【図６】後退量△Ｌと規格化書込磁界強度との関係を示すデータである。
【図７】幅差△Ｗ１と磁界強度Ｈｘとの関係を示すデータである。
【図８】図１～図３に示した薄膜磁気ヘッドのポール部をＡＢＳから見た図で、図７に図示された磁界強度の測定位置を示す。
【図９】ポール部の別の実施例を示す斜視図である。
【図１０】図９に示したポール部の拡大平面図である。
【図１１】ポール部の更に別の実施例を示す斜視図である。
【図１２】図１１に示したポール部の拡大平面図である。
【図１３】ポール部の更に別の実施例を示す斜視図である。
【図１４】図１３に示したポール部の拡大平面図である。
【図１５】薄膜磁気ヘッドを用いて書き込まれた磁気記録を読み出したときの再生波形データである。
【図１６】幅比（Ｗ２２／Ｗ２１）とオーバーライト特性との関係を示すデータである。
【図１７】角度θとオーバーライト特性との関係を示すデータである。
【符号の説明】

１	基体
１０	空気ベアリング面
２	書込素子
２１	第１の磁性膜
２２	第２の磁性膜
２３	ギャップ膜
２５	第４の磁性膜

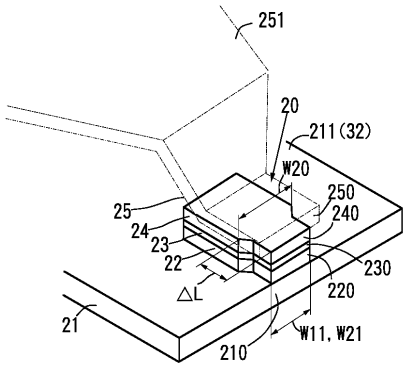
【図１】



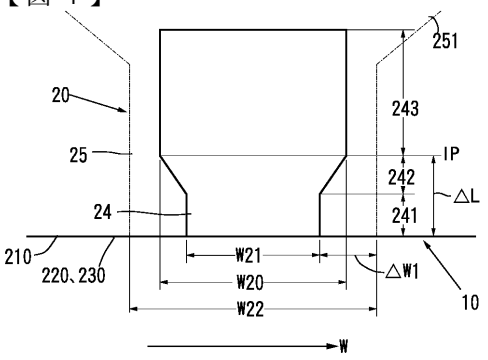
【図２】



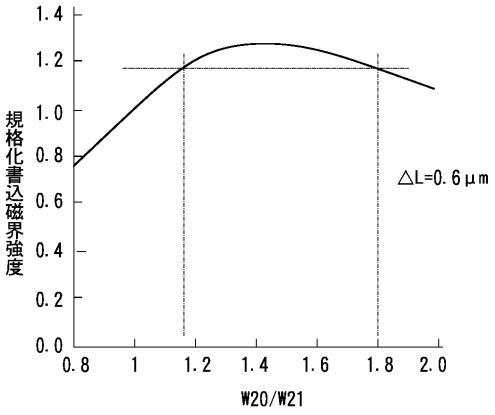
【図３】



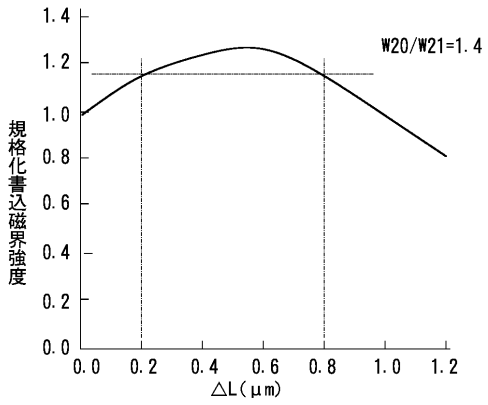
【図４】



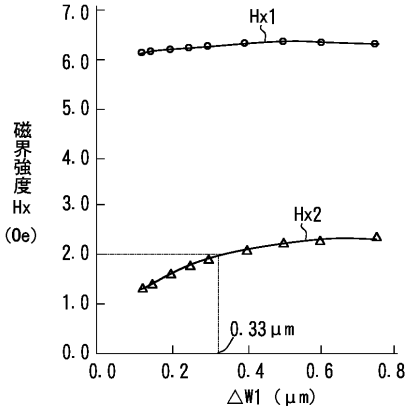
【図５】



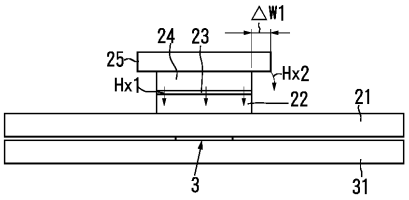
【図６】



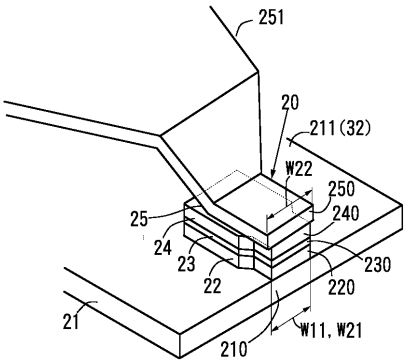
【図７】



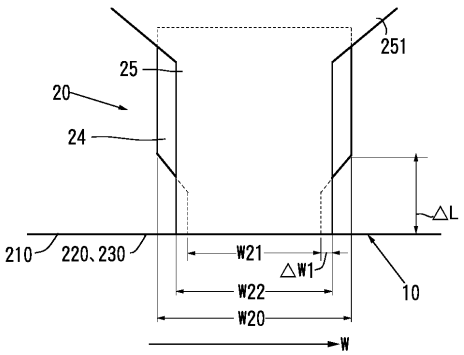
【図８】



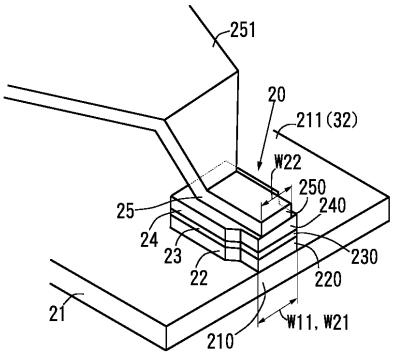
【図９】



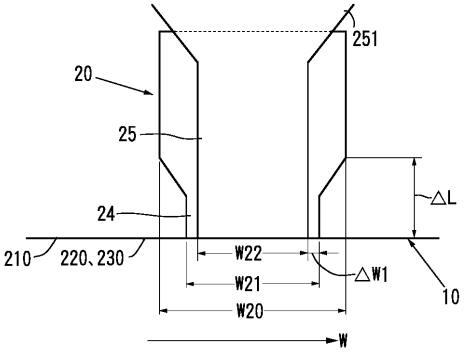
【図１０】



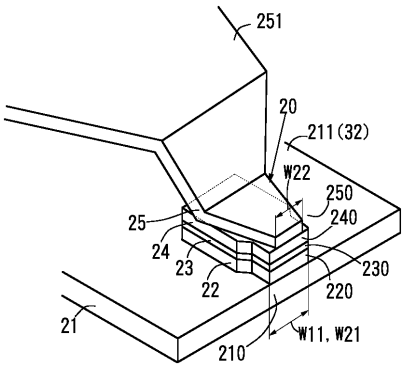
【図１１】



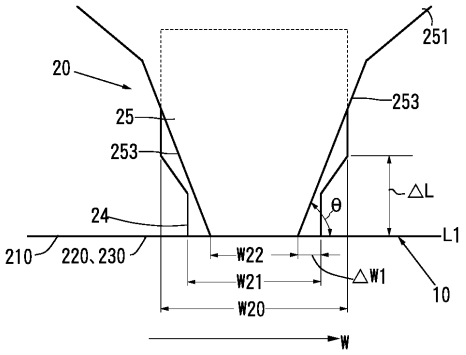
【図１２】



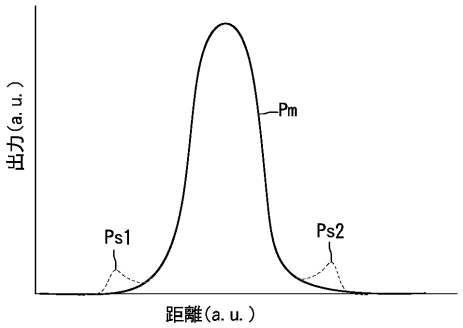
【図１３】



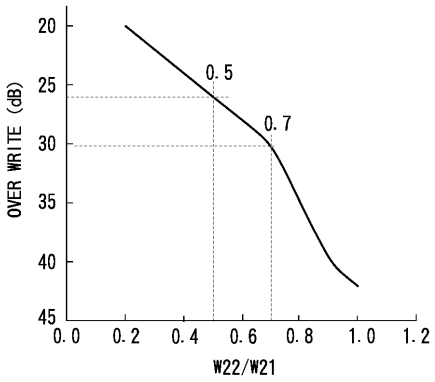
【図１４】



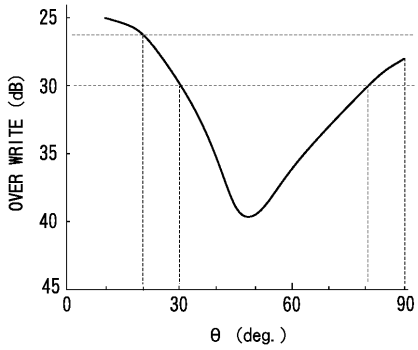
【図１５】



【図１６】



【図１７】



フロントページの続き

(72)発明者　宇野　泰史
東京都中央区日本橋１丁目１３番１号　ティーディーケイ株式会社内

合議体
審判長　山田　洋一
審判官　相馬　多美子
審判官　川上　美秀

(56)参考文献　特開平６－３１４４１３（ＪＰ，Ａ）
特開平６－０２８６２６（ＪＰ，Ａ）
特開平２－２４７８０９（ＪＰ，Ａ）
特開平７－２２５９１７（ＪＰ，Ａ）
特開平７－２６２５１９（ＪＰ，Ａ）
特開平７－２２０２３４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G11B5/31-5/39