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

特許第4048513号
(P4048513)

(45)発行日　平成20年2月20日(2008.2.20)　(24)登録日　平成19年12月7日(2007.12.7)

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

請求項の数 8　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平10-254909
(22)出願日　平成10年9月9日(1998.9.9)
(65)公開番号　特開2000-90413(P2000-90413A)
(43)公開日　平成12年3月31日(2000.3.31)
審査請求日　平成17年8月18日(2005.8.18)

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100072833
弁理士　柏谷　昭司
(74)代理人　100075890
弁理士　渡邊　弘一
(74)代理人　100105337
弁理士　眞鍋　潔
(72)発明者　山下　良美
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内

審査官　斎藤　眞

最終頁に続く

(54)【発明の名称】薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

マスク電解メッキ法による電解メッキ磁性膜パターンの形成工程と、スパッタリング法または蒸着法のいずれかによる厚さが２５ｎｍ以下の絶縁層の形成工程を交互に繰り返して、前記電解メッキ磁性膜パターンを２層以上形成して磁気記録用磁極層とすることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項２】

上記絶縁層として、アルミナ或いはシリコン酸化膜のいずれかを用いたことを特徴とする請求項１記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項３】

上記絶縁層上に電解メッキ磁性膜パターンを形成する際に、前記絶縁層上に予めメッキベース層となる５０ｎｍ以下の軟磁性膜を設けておくことを特徴とする請求項１または２に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項４】

上記絶縁層の形成工程に連続して、上記軟磁性膜をスパッタリング法または蒸着法のいずれかによって形成することを特徴とする請求項３記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項５】

上記マスク電解メッキ法による電解メッキ磁性膜パターンの形成工程において、マスクの側壁に付着した上記軟磁性膜を化学エッチング法によって除去することを特徴とする請求項３または４に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項６】
上記マスク電解メッキ法による電解メッキ磁性膜パターンの形成工程において、前記電解メッキ磁性膜パターンがトラック幅方向に磁化される方向に磁場を印加することを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【請求項７】
上記磁化方向を、上記各電解メッキ磁性膜パターン毎に交互に反転させることを特徴とする請求項６記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【請求項８】
上記電解メッキ磁性膜パターンの最上層を形成したのちに、３０°～６０°の斜め方向からイオンを照射することによって、上記マスクの側壁に付着している上記絶縁層を除去することを特徴とする請求項１乃至７のいずれか１項に記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【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の製造方法に関し、特に、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）等の磁気記録装置或いは磁気テープ装置等に用いられる複合型薄膜磁気ヘッドを構成する誘導型ヘッドの磁気記録能力を高めるための上部磁極コア構造に特徴のある薄膜磁気ヘッドの製造方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
近年、コンピュータの外部記憶装置であるハードディスク装置等の小型化，大容量化の要請の高まりに伴い、高密度磁気記録が可能なハードディスク装置等の研究開発が急速に進められており、この様なハードディスク装置の高記録密度化を実現するためには、線記録密度とトラック密度を向上させる必要があるが、そのためには、記録ヘッドとしては、隣接するトラックとのクロストーク等の原因となる記録にじみを防止するために誘導型の薄膜磁気ヘッドの上部磁極先端部のライトポールのコア幅をより狭く形成するための技術が必要になる。
【０００３】
一方、再生ヘッドとしては記録媒体の速度に依存せず、小型ディスクに対しても適用でき、且つ、高い出力が得られる磁気抵抗効果素子（ＭＲ素子）を用いた再生専用の磁気ヘッドが注目されており、近年の高性能化の要請に応えるヘッドとして、ＭＲ素子を用いた磁気ヘッドと誘導型の薄膜磁気ヘッドとを複合化したＭＲヘッドが開発されており、記録ヘッドの記録ギャップと再生ヘッドの再生ギャップをそれぞれ最適化することによって、記録特性の向上と、再生分解能の向上を共に実現しようとしている。
【０００４】
この様な誘導型の薄膜磁気ヘッドの上部磁極は、マスクメッキ法により一体形成した軟磁性材料層が用いられているが、ここで、図５及び図６を参照して、従来の複合型薄膜磁気ヘッドの一例を簡単に説明する。
図５参照
図５は、従来の複合型薄膜磁気ヘッドを模式的に示した要部透視斜視図であり、スライダーの母体となるAl_2O_3－ＴｉＣ基板（図示せず）上に、Al_2O_3膜（図示せず）を介してＮｉＦｅ合金等からなる下部シールド層２１を設け、Al_2O_3等のギャップスペーサ層（図示せず）を介してＮｉＦｅ，Ｔｉ，ＣｏＺｒＭｏの積層構造等からなる磁気抵抗効果素子２２を設けて所定の形状にパターニングしたのち、磁気抵抗効果素子２２の両端にＡｕ等からなる導電膜を堆積させてリード電極２３を形成する。
【０００５】
次いで、再び、Al_2O_3等のギャップスペーサ層（図示せず）を介してＮｉＦｅ合金等からなる上部シールド層を兼ねる下部磁極層２４を設け、その上にAl_2O_3等からなるライトギャップ層（図示せず）を設けたのち、レジスト等の第１層間絶縁膜（図示せず）

を介して水平スパイラル状のライトコイル２５を形成するとととともに、その両端にライト電極２６を設け、次いで、レジスト等からなる第２層間絶縁膜（図示せず）を介して先端に幅細のライトポール２８を設けたパターンの上部磁極層２７を設ける。

【０００６】

図６（ａ）参照

図６（ａ）は、ライトポール２８近傍の断面図であり、このライトポール２８を形成する場合には、ライトコイル２５を覆う第２層間絶縁膜を形成したのち、Ｔｉ膜等からなるメッキベース層３０を設け、その上にメッキフレームとなるレジストマスク３１を利用して、選択的にＮｉＦｅ等を電解メッキすることによって上部磁極層２７及び先端部のライトポール２８を形成するものである。

なお、図における矢印は、磁性膜の磁化方向である。

【０００７】

次いで、レジストマスク３１を除去したのち、Ａｒイオンを用いたイオンミリングを施すことによってメッキベース層３０の露出部を除去し、次いで、全面にAl_2O_3膜を設けて保護膜（図示せず）としたのち、基板を切断し、ライトポール２８の長さ、即ち、ギャップ深さを調整するための研削、研磨等を含めたスライダー加工を行うことにより磁気抵抗効果素子２２を利用した再生用、即ち、リード用のＭＲヘッドと、記録用、即ち、ライト用の誘導型の薄膜磁気ヘッドとを複合化した複合型薄膜磁気ヘッドが得られる。

【０００８】

この場合、ライト電極２６からライトコイル２５に信号電流を流すことによって発生した磁束は下部磁極層２４と上部磁極層２７とからなる磁極コアに導かれ、上部磁極層２７の先端のライトポール２８近傍においてライトギャップ層によって形成される記録ギャップによって磁束が外部に漏れ出て、記録媒体に信号が記録されることになる。

また、逆に、記録媒体からの磁束を磁極コアで検出して信号を再生することもできるものであり、上部磁極層２７の先端のライトポール２８の幅がトラック幅となり、このトラック幅によって面記録密度が規定される。

【０００９】

一方、ＭＲヘッドにおける再生原理は、リード電極２３から一定のセンス電流を流した場合に、磁気抵抗効果素子２２を構成する磁性薄膜の電気抵抗が記録媒体からの磁界により変化する現象を利用するものである。

【００１０】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、今後の更に高記録密度化、高周波化が要求されるＨＤＤ装置用の磁気ヘッドにおいては、磁気記録能力の向上が渦電流損失等の要因により不可能な状態にある。

即ち、複合型薄膜磁気ヘッドにおける磁気シールド層や上部・下部磁極層における、１０ＭＨｚ～数１０ＭＨｚ（１ＭＨｚ＝10^6 Ｈｚ）の周波数の磁場ノイズや駆動磁場に対するシールド効果や磁気記録能力が渦電流損失のために大きく低下するという問題がある。

【００１１】

これは、高周波になるにしたがって渦電流損失が大きくなって、表皮効果による記録磁界強度の低下を招くためである。

即ち、半径ｔ〔ｍ〕の円柱状磁性体にコイルを巻き付け、コイル電流を流した時に磁性体を流れる単位体積当たりの渦電流損失W_eは、τ〔ｍ〕を磁気薄膜の半径、即ち、厚さ、ｆ〔ＭＨｚ〕を周波数、B_m〔Ｗｂ／m^2〕を磁化の強さ、ρ〔Ω・ｍ〕を比抵抗とした場合、

$$W_e = \pi^2 \cdot \tau^2 \cdot f^2 \cdot B_m{}^2 / 4\rho \quad \cdots (1)$$

で表されるため、比抵抗ρが大きければ、或いは、半径ｔが小さければ渦電流損失W_eが小さくなる。

【００１２】

また、限界周波数f_gは、ρを比抵抗、ｔを磁性膜の厚さ、μ_0を真空の透磁率、μ_dを磁性膜の透磁率とした場合、

$f_g = 4\rho / (\pi \cdot \mu_0 \cdot \mu_d \cdot t^2)$ ・・・（２）
で表されるため、比抵抗ρが大きければ、或いは、厚さｔが小さければ限界周波数f_g大きくなる。
【００１３】
しかし、従来の上部磁極層２７及びライトポール２８は、それ自体が軟磁性体であるＮｉＦｅで構成されているため比抵抗ρが小さく、且つ、メッキによる一体形成の比較的厚い膜で形成されているので、τまたはｔが大きくなり、渦電流損失W_eがどうしても大きく、また、限界周波数f_gはどうしても小さくなるという問題がある。
【００１４】
一方、磁性膜の厚さｔを薄くすれば、渦電流損失W_eを小さく、且つ、限界周波数f_gを大きくすることができるが、そうすると、総磁束量が少なくなるとい問題が生ずることになる。
【００１５】
この様な問題を解決するために、薄い磁性膜と薄いAl_2O_3等の非磁性膜を交互に積層させて、総磁束量を低減することなく、磁性膜全体の比抵抗ρを大きくすることが提案されている（必要ならば、特開昭５２－７８４１４号公報、特開平６－１３１６２７号公報参照）。
【００１６】
しかし、上記の提案によって、磁性膜全体の比抵抗ρを大きくすることはできるものの、磁気記録用磁極層のパターニング工程等においてかなり特殊な構造・工程を用いる必要があり、微細なライトポール構造を構成することは実用的には困難である。
【００１７】
また、高記録密度化の要請に応えるためには、上部磁極層２７の先端部のライトポール２８の幅を細くする必要があり、それに伴って磁極の断面構造が縦長になり、断面における磁化が理想的な還流磁区にならなくなるという問題もあるので、この事情を図６を参照して説明する。
【００１８】
図６（ｂ）参照
図６（ｂ）は、上部磁極層２７の概略的平面図であり、一般の磁性膜における磁区の形成及び磁化方向は、細長い方向に沿って形成されやすいので、幅細のライトポール２８においては、トラック幅方向と垂直方向に磁化され易くなる。
【００１９】
図６（ａ）参照
また、断面方向でみた場合に、断面形状が縦長になるので図において矢印で示したトラック幅方向、即ち、横方向の磁化が起こりにくくなり、磁気記録能力が低下することになる。
【００２０】
したがって、本発明は、総磁束量を低減させることなく、高周波磁気記録に対して渦電流損失の小さい薄膜磁気ヘッドを提供することを目的とする。
【００２１】
【課題を解決するための手段】
図１は本発明の原理的構成の説明図であり、この図１を参照して本発明における課題を解決するための手段を説明する。
なお、図１は、薄膜磁気ヘッドのライトポール近傍の概略的断面図である。
図１参照
（１）本発明は、薄膜磁気ヘッドの製造方法において、マスク電解メッキ法による電解メッキ磁性膜パターン４の形成工程と、スパッタリング法または蒸着法のいずれかによる厚さが２５ｎｍ以下の絶縁層５の形成工程を交互に繰り返して、電解メッキ磁性膜パターン４を２層以上形成して磁気記録用磁極層６とすることを特徴とする。
【００２２】

この様に、磁気記録用磁極層６を絶縁層５によって分離された多層膜構造とすることによって、磁気記録用磁極層６全体としての比抵抗ρを大きくすることができ、それによって、渦電流損失W_eを小さく、限界周波数f_gを大きくすることができる。

また、絶縁層５の上にＮｉＦｅ等の軟磁性膜を設けることによって、この軟磁性膜がメッキベース層となるので、磁性薄膜を電解メッキ磁性膜パターン４として選択的に形成することが可能になる。

なお、軟磁性膜の厚さが５０ｎｍ以上になると、磁気記録用磁極層６全体の磁気特性にこの軟磁性膜の磁気特性が反映されるので望ましくない。

【００２３】

また、多層膜構造を形成する各電解メッキ磁性膜パターン４の厚さは非常に薄く、断面形状が横長になるので、磁化の方向が横方向、即ち、トラック幅方向となり易く、さらに、各磁性薄膜を電解メッキ磁性膜パターン４として形成しているので成膜工程が簡単で、且つ、イオンミリング等によるパターニング工程が不要になる。

【００２４】

また、マスク電解メッキ法による電解メッキ磁性膜パターン４の形成工程と、スパッタリング法または蒸着法のいずれかによる絶縁層５の形成工程を交互に繰り返すことによって、磁性膜のパターニング工程を要することなく、多層膜構造の高比抵抗の磁気記録用磁極層６を形成することができるので、微細なライトポールの形成が可能になり、それによって、高記録密度化が可能になる。

なお、図における、基板１は、上部磁極層の形成工程においては、ライトギャップ層に相当し、メッキベース層２は、Ｔｉ膜等の導電性膜からなり、このメッキベース層２に電極を設けることにより電解メッキを行うことになる。

【００２５】

特に、電解メッキ磁性膜パターン４を電気的に分離する絶縁層５の厚さを２５ｎｍ以下にしているので、磁気記録用磁極層６全体の高さの増加を抑制するとともに、薄膜化によるピンホール等の影響によりその上に設ける磁性薄膜を電解メッキ法によって形成することが可能になる。

【００２６】

（２）また、本発明は、上記（１）において、絶縁層５として、アルミナ或いはシリコン酸化膜のいずれかを用いたことを特徴とする。

【００２７】

この様に、電解メッキ磁性膜パターン４を電気的に分離する絶縁層５としては、薄膜磁気ヘッドの製造工程に用いられている、アルミナ或いはシリコン酸化膜のいずれかが、電気的特性、透磁率、及び、製造装置の共用化等の観点から好適である。

【００３４】

（３）また、本発明は、上記（１）または（２）において、絶縁層５上に電解メッキ磁性膜パターン４を形成する際に、絶縁層５上に予めメッキベース層となる５０ｎｍ以下の軟磁性膜を設けておくことを特徴とする。

【００３５】

この様に、２層目以上の磁性薄膜を電解メッキ磁性膜パターン４として形成するためには、絶縁層５上に予めメッキベース層となる５０ｎｍ以下の軟磁性膜を設けておくことが必要である。

【００３６】

（４）また、本発明は、上記（３）において、絶縁層５の形成工程に連続して、軟磁性膜をスパッタリング法または蒸着法のいずれかによって形成することを特徴とする。

【００３７】

この様に、軟磁性膜を、絶縁層５の形成方法と同じスパッタリング法または蒸着法のいずれかを用いることによって、絶縁層５と軟磁性膜とを連続形成することが可能になり、工程が簡素化されスループットが向上する。

【００３８】

（５）また、本発明は、上記（３）または（４）において、マスク電解メッキ法による電解メッキ磁性膜パターン４の形成工程において、マスク３の側壁に付着した軟磁性膜を化学エッチング法によって除去することを特徴とする。

【００３９】

電解メッキ磁性膜パターン４の形成工程において、マスク３の側壁に軟磁性膜が付着していると、マスク３の側壁にも磁性薄膜がメッキされるので、予め化学エッチング法によって除去することが望ましい。

【００４０】

（６）また、本発明は、上記（１）乃至（５）のいずれかにおいて、マスク電解メッキ法による電解メッキ磁性膜パターン４の形成工程において、電解メッキ磁性膜パターン４がトラック幅方向に磁化される方向に磁場を印加することを特徴とする。

【００４１】

一般に、磁性膜は細長い方向に磁化されやすいが、電解メッキ工程において、トラック幅方向に磁場を印加することによって、磁化の方向を再現性良くトラック幅方向にすることができる。

【００４２】

（７）また、本発明は、（６）において、磁化方向を、各電解メッキ磁性膜パターン４毎に交互に反転させることを特徴とする。

【００４３】

この様に、磁化方向、したがって、磁場の印加方向を交互に反転させることによって、磁気記録用磁極層６の断面において還流磁区を再現性良く形成することができる。

【００４４】

（８）また、本発明は、上記（１）乃至（７）のいずれかにおいて、電解メッキ磁性膜パターン４の最上層を形成したのちに、３０°～６０°の斜め方向からイオンを照射することによって、マスク３の側壁に付着している絶縁層５を除去することを特徴とする。

【００４５】

最終的な磁気記録用磁極層６としては、マスク３の側壁に付着している絶縁層５は不所望なものであるので、傾斜イオンミリング法によって除去することが望ましい。

【００４６】

【発明の実施の形態】

ここで、本発明の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの製造工程を図２及び図３を参照して説明するが、ここでは、説明を簡単にするために、磁性膜を特性を調べるための上部磁極層の形成工程のみを取り出して説明する。

したがって、実際の複合型薄膜磁気ヘッドの製造工程においては、基板１１はAl_2O_3等のライトギャップ層となる。

図２（ａ）参照

まず、基板１１上にＴｉメッキベース層１２を設けたのち、フォトレジスト膜を塗布し、露光・現像することによって所定の開口部を有するレジストマスク１３を形成し、このレジストマスク１３をマスクとして、磁化方向がトラック幅方向に、即ち、図において横方向になるように磁場を印加しながら電解メッキを行うことによって厚さが約１μｍの$Ni_{82}Fe_{18}$膜１４を形成する。

【００４７】

図２（ｂ）参照

次いで、スパッタリング法を用いて、厚さ２５ｎｍ以下、例えば、２５ｎｍのAl_2O_3薄膜１５を形成したのち、引き続いてスパッタリング法を用いてメッキベース層となる厚さが、例えば、５０ｎｍの$Ni_{82}Fe_{18}$合金からなるＮｉＦｅメッキベース層１６を形成する。

【００４８】

図２（ｃ）参照

次いで、１０～２５％のH_2SO_4水をエッチャントとした化学エッチングによって、レ

ジストマスク１３の側壁部に付着したＮｉＦｅメッキベース層１６を除去する。
この場合、レジストマスク１３の側壁部に付着したＮｉＦｅメッキベース層１６は、平坦部に堆積したＮｉＦｅメッキベース層１６より十分薄いので等方的なエッチングを行うことによって、レジストマスク１３の側壁部に付着したＮｉＦｅメッキベース層１６のみを除去することができる。
【００４９】
図３（ｄ）参照
次いで、磁化方向が第１の磁性薄膜である$Ni_{82}Fe_{18}$膜１４の磁化方向と反対になるように磁場を反転させた状態で、電解メッキを行うことによって厚さが約１μｍの$Ni_{82}Fe_{18}$膜１７を形成する。
この場合、Al_2O_3 薄膜１５が２５ｎｍ以下と非常に薄いので、ピンホール等による微小なリークが生じ、それによって、再度の電解メッキが可能になるものである。
【００５０】
図３（ｅ）参照
次いで、基板１１を回転させながら、３０°～６０°、例えば、４５°傾斜した方向からＡｒイオン１８を照射してイオンミリングを行うことによって、レジストマスク１３の側壁に付着したAl_2O_3 薄膜１５の露出部を除去する。
なお、このイオンミリング工程において、レジストマスク１３の平坦部に堆積したＮｉＦｅメッキベース層１６及びAl_2O_3 薄膜１５も除去される。
【００５１】
図３（ｆ）参照
次いで、レジストマスク１３を除去することによって、２層の$Ni_{82}Fe_{18}$膜１４，１７からなる上部磁極層が形成される。
なお、実際の上部磁極層の形成工程においては、この状態で、さらにイオンミリングを行うことによってＴｉメッキベース層１２を露出部を除去することになる。
【００５２】
この様にして形成した多層膜構造の磁性膜をＳＥＭ（走査電子顕微鏡）で観察したところ、中間に設けられた絶縁層により分離された２層構造の磁極パターンがほぼ設計通りに形成されているが確認された。
【００５３】
次に、図４を参照して、本発明の実施の形態における磁性膜の透磁率特性を説明する。
図４（ａ）参照
図４（ａ）は、比較のために、従来の方法で形成した、従来と同様の厚さの約２μｍ、厳密には、２．０５μｍの単層の$Ni_{82}Fe_{18}$膜の透磁率特性を示す図であり、実効透磁率μ′は約２０ＭＨｚを越えると１０００以下になる。
なお、μ″は無効透磁率である。
【００５４】
図４（ｂ）参照
図４（ｂ）も、比較のために、従来の方法で、従来の半分の厚さの約１μｍ、厳密には、０．９９２μｍに形成した単層の$Ni_{82}Fe_{18}$膜の透磁率特性を示す図であり、実効透磁率μ′は７０ＭＨｚ程度まで１０００を越えており、厚さが約２μの場合に比べて優れた高周波特性を有している。
【００５５】
図４（ｃ）参照
図４（ｃ）は、本発明の実施の形態の２層構造の磁性膜の透磁率特性を示す図であり、２層の$Ni_{82}Fe_{18}$膜１４，１７の総計の厚さの実測値は２．１２μｍであり、その特性としては７０ＭＨｚ以上の範囲まで実効透磁率μ′が１０００を越えており、上記の図４（ｂ）に示した厚さが約１μｍの単層の$Ni_{82}Fe_{18}$膜とほぼ同様の優れた高周波特性を示した。
【００５６】

したがって、この様な２層構造にすることによって、薄膜磁性膜において得られる優れた高周波透磁率特性が得られるとともに、磁性膜全体の総磁束量を従来の厚膜磁性膜と同程度にすることができる。

【００５７】

また、この様に磁気記録磁極層を多層化することによって、磁気記録磁極層を構成する各薄膜磁性膜の断面形状をトラック幅方向に細長形状にすることができ、それによって、トラック幅方向に磁化することが容易になる。

【００５８】

また、電解メッキ工程において印加する磁場の方向を交互に反転させることによって、磁気記録磁極層を構成する各薄膜磁性膜の磁化方向を交互に反転させることができ、それによって、磁気記録磁極層の断面において、磁気記録磁極層として理想的な還流磁区が形成されることになり、且つ、それに伴って、各薄膜磁性膜自体の平面においては単一磁区領域となりやすく、この点からも優れた透磁率特性が得られることになる。

【００５９】

次に、この様な磁気記録磁極層の形成工程を採用した複合型磁気ヘッドの製造工程を簡単に説明するが、図示は省略する。

まず、スライダーの母体となるAl_2O_3－ＴｉＣ基板上に、Al_2O_3膜を介してＮｉＦｅ合金等からなる下部シールド層を設け、Al_2O_3からなるのギャップスペーサ層を介してＮｉＦｅ，Ｔｉ，ＣｏＺｒＭｏの積層構造等からなる磁気抵抗効果素子を設けて所定の形状にパターニングしたのち、磁気抵抗効果素子の両端にＡｕ等からなる導電膜を堆積させてリード電極を形成する。

【００６０】

次いで、再び、Al_2O_3からなるギャップスペーサ層の上に、厚さ５０～１００Å、例えば、５０ÅのＴａ層、及び、厚さ１０００Å以下、例えば、５００ÅのＮｉＦｅ合金からなるメッキベース層を形成したのち、レジスト膜を塗布してパターニングすることによって、所定の開口部を有するレジストマスクを形成し、電解メッキ法によって厚さが、２．５～４．０μｍ、例えば、３．０μｍの$Ni_{82}Fe_{18}$合金からなる下部磁極層を成膜し、次いで、レジストマスクを除去したのち、Ａｒイオンを用いたイオンミリング法によってメッキベース層の露出部を除去する。

【００６１】

次いで、スパッタリング法によって厚さ０．２～０．６μｍ、例えば、０．４μｍのAl_2O_3を堆積させてライトギャップ層としたのち、厚さが、３．０～４．０μｍ、例えば、３．５μｍのレジストからなる第１層間絶縁膜を介して、厚さが、２．５～４．０μｍ、例えば、３．０μｍのＣｕ膜を設け、パターニングすることによって、後に形成する上部磁極層と下部磁極層の接続部を複数回巻く平面スパイラル状のライトコイル及びその両端のライト電極を形成し、次いで、再び、厚さが、３．０～４．０μｍ、例えば、３．５μｍのレジストからなる第２層間絶縁膜を形成してライトコイルを被覆する。

なお、この場合のライトギャップ層の厚さが、磁気ギャップの間隔、即ち、ギャップ長となる。

【００６２】

次いで、厚さ５０～１００Å、例えば、５０ÅのＴｉ層、及び、厚さ１０００Å以下、例えば、５００ÅのＮｉＦｅ膜をスパッタリング法によって順次成膜してメッキベース層を形成し、次いで、レジスト層を塗布したのち、露光・現像することによって、上部磁極層に対応する形状の開口部を有するレジストマスクを設け、このレジストマスクをマスクとして、上述の図２（ａ）乃至図３（ｆ）において説明した工程を行うことによって先端部が幅細のライトポールとなった上部磁極層を形成する。

【００６３】

次いで、レジストマスクを除去したのち、従来と同様にＡｒイオンを用いたイオンミリングを施すことによってメッキベース層の露出部を除去し、次いで、全面にAl_2O_3膜を設けて保護膜としたのち、基板を切断し、ライトポールの長さ、即ち、ギャップ深さを調

整するための研削、研磨等を含めたスライダー加工を行うことにより高周波特性に優れ、且つ、高記録密度の複合型薄膜磁気ヘッドが完成する。

【００６４】

以上、本発明の実施の形態を説明してきたが、本発明は実施の形態に記載した構成に限られるものではなく、各種の変更が可能であり、例えば、上部磁極層を形成する各$Ni_{82}Fe_{18}$膜の層数は、２層に限られるものでなく３層以上であっても良く、製造工程数は増えるものの、比抵抗ρをより高めるためには、層数が多い方が望ましい。

なお、ライトポールの断面において還流磁区を形成するためには、層数は偶数層であることが望ましい。

【００６５】

また、上記の実施の形態の説明においては、絶縁膜としてのAl_2O_3薄膜及びＮｉＦｅメッキベース層をスパッタリング法を用いて連続した工程で形成しているが、スパッタリング法に限られるものでなく、例えば、蒸着法を用いても良いものであり、また、一連の工程で形成することは必ずしも必須ではない。

【００６６】

また、上記の実施の形態においては、多層の$Ni_{82}Fe_{18}$膜を電気的に分離するための絶縁膜として透磁率の大きなAl_2O_3を用いているが、必ずしもAl_2O_3である必要はなく、SiO_2膜を用いても良いものである。

【００６７】

また、上記の実施の形態においては、上部磁極層及び下部磁極層を$Ni_{82}Fe_{18}$で構成しているが、この様な組成比に限られるものではなく、さらには、他の磁性膜で構成しても良いものである。

【００６８】

また、上記の実施の形態の説明においては、複合型薄膜磁気ヘッドとして説明しているが、ＭＲ効果素子と複合化していない誘導型単体の薄膜磁気ヘッドも対象とするものである。

【００６９】

【発明の効果】

本発明によれば、磁気記録磁極層の上部磁極層を形成する際に、薄い絶縁膜によって電気的に分離された薄い電解メッキ磁性膜パターンからなる多層膜構造で形成しているので、総磁束量を低減させることなく比抵抗ρを大きくすることができ、それによって高周波特性を大幅に改善させることが可能になり、また、多層化することによって、上部磁極層の先端のライトポールの断面に還流磁区構造を形成することができるので、磁気記録能力を向上することができ、薄膜磁気ヘッドの高周波化、高記録密度化に寄与し、ひいては、高性能ＨＤＤ装置の普及に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の原理的構成の説明図である。

【図２】本発明の実施の形態の途中までの製造工程の説明図である。

【図３】本発明の実施の形態の図２以降の製造工程の説明図である。

【図４】本発明の実施の形態における透磁率特性の説明図である。

【図５】従来の複合型薄膜磁気ヘッドの要部透視斜視図である。

【図６】従来の複合型薄膜磁気ヘッドの上部磁極の説明図である。

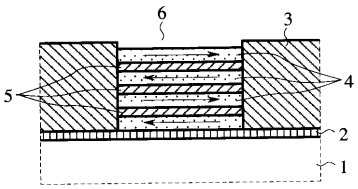
【符号の説明】

１　基板
２　メッキベース層
３　マスク
４　電解メッキ磁性膜パターン
５　絶縁層
６　磁気記録磁極層
１１　基板

１２　Ｔｉメッキベース層
１３　レジストマスク
１４　$Ni_{82}Fe_{18}$膜
１５　Al_2O_3薄膜
１６　ＮｉＦｅメッキベース層
１７　$Ni_{82}Fe_{18}$膜
１８　Ａｒイオン
２１　下部シールド層
２２　磁気抵抗効果素子
２３　リード電極
２４　下部磁極層
２５　ライトコイル
２６　ライト電極
２７　上部磁極層
２８　ライトポール
２９　ライトギャップ層
３０　メッキベース層
３１　レジストマスク

【図１】

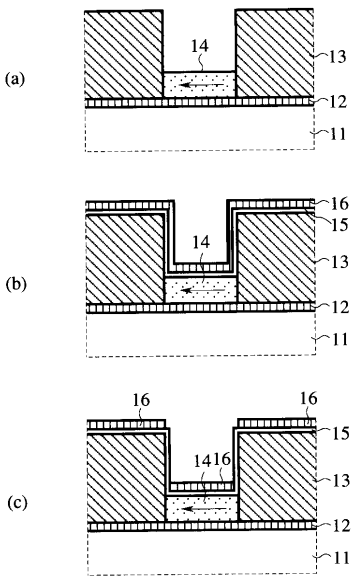
本発明の原理的構成の説明図



1：基板
2：メッキベース層
3：マスク
4：電解メッキ磁性膜パターン
5：絶縁層
6：磁気記録磁極層

【図２】

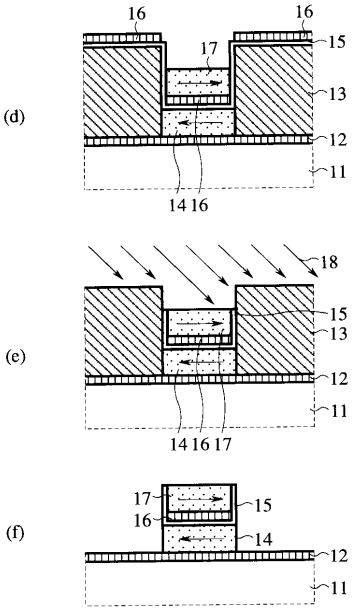
本発明の実施の形態の途中までの製造工程の説明図



11：基板
12：Tiメッキベース層
13：レジストマスク
14：$Ni_{82}Fe_{18}$膜
15：Al_2O_3薄膜
16：NiFeメッキベース層

【図３】

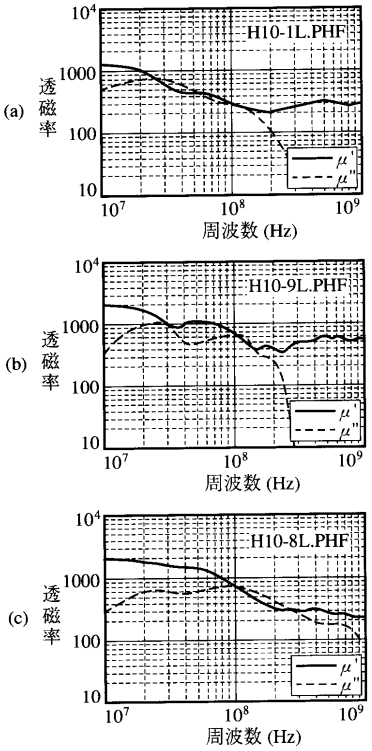
本発明の実施の形態の図2以降の製造工程の説明図



11：基板
12：Tiメッキベース層
13：レジストマスク
14：$Ni_{82}Fe_{18}$膜
15：Al_2O_3薄膜
16：NiFeメッキベース層
17：$Ni_{82}Fe_{18}$膜
18：Arイオン

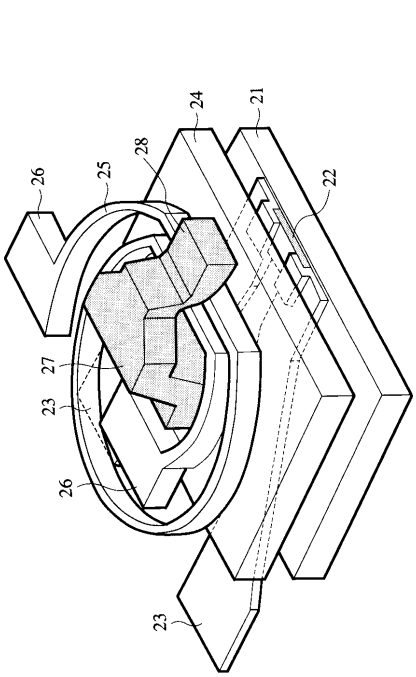
【図４】

本発明の実施の形態における透磁率特性の説明図



【図５】

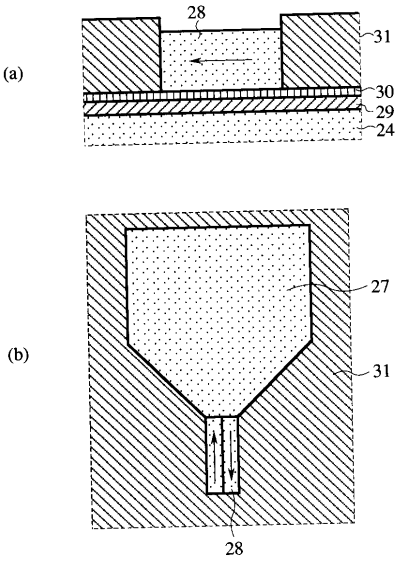
従来の複合型薄膜磁気ヘッドの要部透視斜視図



21：下部シールド層
22：磁気抵抗効果素子
23：リード電極
24：下部磁極層
25：ライトコイル
26：ライト電極
27：上部磁極層
28：ライトポール

【図６】

従来の複合型薄膜磁気ヘッドの上部磁極の説明図



24：下部磁極層
27：上部磁極層
28：ライトポール
29：ライトギャップ層
30：メッキベース層
31：レジストマスク

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１０－０２１５０７（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１６７３１３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G11B 5/31