(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3856591号
(P3856591)
(45)発行日　平成18年12月13日(2006.12.13)　(24)登録日　平成18年9月22日(2006.9.22)

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

請求項の数 18　(全 25 頁)

(21)出願番号　特願平11-121110
(22)出願日　平成11年4月28日(1999.4.28)
(65)公開番号　特開2000-311311(P2000-311311A)
(43)公開日　平成12年11月7日(2000.11.7)
審査請求日　平成14年2月25日(2002.2.25)
審判番号　不服2004-5610(P2004-5610/J1)
審判請求日　平成16年3月19日(2004.3.19)

(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　100107559
弁理士　星宮　勝美
(72)発明者　佐々木　芳高
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　川上　美秀
審判官　吉村　伊佐雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部が記録ギャップ層を介して互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも１つの層からなる第１および第２の磁性層と、
前記第１および第２の磁性層に対して絶縁された状態で、一部が前記第１および第２の磁性層の間を通過し、且つ少なくとも一方の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された薄膜コイルと、
基板とを備え、
前記第１および第２の磁性層、ギャップ層および薄膜コイルは前記基板に積層され、且つ前記第１および第２の磁性層のうち、第１の磁性層の方が前記基板に近い位置に配置された薄膜磁気ヘッドであって、
前記第１の磁性層は、前記薄膜コイルの一部に対向すると共に、全体的に平坦な上面を有する第１の部分と、前記第１の部分における前記上面に接続され、磁極部分を形成する第２の部分とを有し、
前記第２の部分は、スロートハイトを規定する中央部分と、この中央部分のトラック幅方向両側に配置され、記録媒体に対向する面側の端部から反対側の端部までの長さが、前記中央部分よりも大きい側方部分とを有し、
前記第２の磁性層が記録トラック幅を規定し、
前記薄膜コイルの一部は、前記第１の磁性層の第２の部分の側方に配置され、且つ前記

第１の部分の前記上面の上に平坦な絶縁膜を介して配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項２】

前記薄膜コイルは、前記第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された部分を有することを特徴とする請求項１記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項３】

前記第２の磁性層は、磁極部分を形成する磁極部分層と、この磁極部分層に接続され、ヨーク部分を形成するヨーク部分層とを有することを特徴とする請求項１記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項４】

前記薄膜コイルは、前記第１の磁性層の第２の部分の側方を通過し、前記第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第１の部分と、前記第２の磁性層の磁極部分層の側方を通過し、前記第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第２の部分とを有することを特徴とする請求項３記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項５】

前記薄膜コイルは、前記第１の磁性層の第２の部分の側方を通過し、前記第１の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第１の部分と、前記第２の磁性層の磁極部分層の側方を通過し、前記第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第２の部分とを有することを特徴とする請求項３記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項６】

前記第２の磁性層のヨーク部分層の記録媒体に対向する側の端面は、薄膜磁気ヘッドの記録媒体に対向する面から離れた位置に配置されていることを特徴とする請求項３ないし５のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項７】

更に、前記第１の磁性層の第２の部分の側方に配置された薄膜コイルの一部を覆い、前記記録ギャップ層側の面が平坦化された絶縁層を備えたことを特徴とする請求項１ないし６のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項８】

更に、磁気抵抗素子と、記録媒体に対向する側の一部が前記磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドするための第１および第２のシールド層とを備えたことを特徴とする請求項１ないし７のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項９】

前記第１の磁性層は、前記第２のシールド層を兼ねていることを特徴とする請求項８記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項１０】

磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部が記録ギャップ層を介して互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも１つの層からなる第１および第２の磁性層と、

前記第１および第２の磁性層に対して絶縁された状態で、一部が前記第１および第２の磁性層の間を通過する薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

前記第１の磁性層を形成する工程と、

前記第１の磁性層の上に、前記記録ギャップ層を形成する工程と、

前記記録ギャップ層の上に、前記第２の磁性層を形成する工程と、

前記第１および第２の磁性層に対して絶縁された状態で、一部が前記第１および第２の磁性層の間を通過し、且つ少なくとも一方の磁性層を中心にして螺旋状に巻回されるように、前記薄膜コイルを形成する工程とを含み、

前記第１の磁性層を形成する工程は、前記薄膜コイルの一部に対向すると共に、全体的に平坦な上面を有する第１の部分と、前記第１の部分における前記上面に接続され、磁極部分を形成する第２の部分とを形成し、

前記第２の部分は、スロートハイトを規定する中央部分と、この中央部分のトラック幅

方向両側に配置され、記録媒体に対向する面側の端部から反対側の端部までの長さが、前記中央部分よりも大きい側方部分とを有し、
前記第２の磁性層を形成する工程は、前記第２の磁性層が記録トラック幅を規定するように、第２の磁性層を形成し、
前記薄膜コイルを形成する工程は、前記薄膜コイルの一部が前記第１の磁性層の第２の部分の側方に配置され、且つ前記第１の部分の前記上面の上に平坦な絶縁膜を介して配置されるように薄膜コイルを形成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１１】
前記薄膜コイルを形成する工程は、前記第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された部分を有する薄膜コイルを形成することを特徴とする請求項１０記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【請求項１２】
前記第２の磁性層を形成する工程は、磁極部分を形成する磁極部分層と、この磁極部分層に接続され、ヨーク部分を形成するヨーク部分層とを形成することを特徴とする請求項１０記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【請求項１３】
前記薄膜コイルを形成する工程は、前記第１の磁性層の第２の部分の側方を通過し、前記第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第１の部分と、前記第２の磁性層の磁極部分層の側方を通過し、前記第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第２の部分とを形成することを特徴とする請求項１２記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【請求項１４】
前記薄膜コイルを形成する工程は、前記第１の磁性層の第２の部分の側方を通過し、前記第１の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第１の部分と、前記第２の磁性層の磁極部分層の側方を通過し、前記第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第２の部分とを形成することを特徴とする請求項１２記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【請求項１５】
前記第２の磁性層を形成する工程は、前記第２の磁性層のヨーク部分層の記録媒体に対向する側の端面を、薄膜磁気ヘッドの記録媒体に対向する面から離れた位置に配置することを特徴とする請求項１２ないし１４のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【請求項１６】
更に、前記第１の磁性層の第２の部分の側方に配置された薄膜コイルの一部を覆い、前記記録ギャップ層側の面が平坦化された絶縁層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項１０ないし１５のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【請求項１７】
更に、磁気抵抗素子と、記録媒体に対向する側の一部が前記磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドするための第１および第２のシールド層とを形成する工程を含むことを特徴とする請求項１０ないし１６のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。
【請求項１８】
前記第１の磁性層は、前記第２のシールド層を兼ねていることを特徴とする請求項１７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、少なくとも誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録

ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、ＭＲ（Magneto-resistive）とも記す。）素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【０００３】

ところで、記録ヘッドの性能のうち、記録密度を高めるには、磁気記録媒体におけるトラック密度を上げる必要がある。このためには、記録ギャップ層を挟んでその上下に形成された下部磁極および上部磁極のエアベアリング面での幅を数ミクロンからサブミクロン寸法まで狭くした狭トラック構造の記録ヘッドを実現する必要があり、これを達成するために半導体加工技術が利用されている。

【０００４】

ここで、図１４ないし図１７を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。なお、図１４ないし図１７において、（ａ）はエアベアリング面に垂直な断面を示し、（ｂ）は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【０００５】

この製造方法では、まず、図１４に示したように、例えばアルティック（Al_2O_3・ＴｉＣ）よりなる基板１０１の上に、例えばアルミナ（Al_2O_3）よりなる絶縁層１０２を、約５～１０μｍ程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層１０２の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層１０３を形成する。

【０００６】

次に、下部シールド層１０３の上に、例えばアルミナを１００～２００ｎｍの厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜１０４を形成する。次に、下部シールドギャップ膜１０４の上に、再生用のＭＲ素子１０５を、数十ｎｍの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜１０４の上に、ＭＲ素子１０５に電気的に接続される一対の電極層１０６を形成する。

【０００７】

次に、下部シールドギャップ膜１０４およびＭＲ素子１０５の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜１０７を形成し、ＭＲ素子１０５をシールドギャップ膜１０４，１０７内に埋設する。

【０００８】

次に、上部シールドギャップ膜１０７の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）１０８を、約３μｍの厚みに形成する。

【０００９】

次に、図１５に示したように、下部磁極層１０８の上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層１０９を０．２μｍの厚みに形成する。次に、磁路形成のために、記録ギャップ層１０９を部分的にエッチングして、コンタクトホール１０９ａを形成する。次に、磁極部分における記録ギャップ層１０９の上に、記録ヘッド用の磁性材料よりなる上部磁極チップ１１０を、０．５～１．０μｍの厚みに形成する。このとき、同時に、磁路形成のためのコンタクトホール１０９ａの上に、磁路形成のための磁性材料からなる磁性層１１９を形成する。

【００１０】

次に、図１６に示したように、上部磁極チップ１１０をマスクとして、イオンミリングによって、記録ギャップ層１０９と下部磁極層１０８をエッチングする。図１６（ｂ）に示したように、上部磁極部分（上部磁極チップ１１０）、記録ギャップ層１０９および下部磁極層１０８の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム（Trim）構造と呼ばれる。

【００１１】

次に、全面に、例えばアルミナ膜よりなる絶縁層１１１を、約３μｍの厚みに形成する。次に、この絶縁層１１１を、上部磁極チップ１１０および磁性層１１９の表面に至るまで研磨して平坦化する。

【００１２】
次に、平坦化された絶縁層１１１の上に、例えば銅（Ｃｕ）よりなる誘導型の記録ヘッド用の第１層目の薄膜コイル１１２を形成する。次に、絶縁層１１１およびコイル１１２の上に、フォトレジスト層１１３を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層１１３の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。次に、フォトレジスト層１１３の上に、第２層目の薄膜コイル１１４を形成する。次に、フォトレジスト層１１３およびコイル１１４上に、フォトレジスト層１１５を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層１１５の表面を平坦にするために所定の温度で熱処理する。
【００１３】
次に、図１７に示したように、上部磁極チップ１１０、フォトレジスト層１１３，１１５および磁性層１１９の上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えばパーマロイよりなる上部磁極層１１６を形成する。次に、上部磁極層１１６の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層１１７を形成する。最後に、スライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面１１８を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。
【００１４】
図１７において、ＴＨは、スロートハイトを表し、ＭＲ－Ｈは、ＭＲハイトを表している。なお、スロートハイトとは、２つの磁極層が記録ギャップ層を介して対向する部分の、エアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいう。また、ＭＲハイトとは、ＭＲ素子のエアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいう。また、図１７において、Ｐ２Ｗは、磁極幅、すなわち記録トラック幅を表している。薄膜磁気ヘッドの性能を決定する要因として、スロートハイトやＭＲハイト等の他に、図１７においてθで示したようなエイペックスアングル（Apex Angle）がある。このエイペックスアングルは、フォトレジスト層１１３，１１５で覆われて山状に盛り上がったコイル部分（以下、エイペックス部と言う。）における磁極側の側面の角部を結ぶ直線と絶縁層１１１の上面とのなす角度をいう。
【００１５】
【発明が解決しようとする課題】
薄膜磁気ヘッドの性能を向上させるには、図１７に示したようなスロートハイトＴＨ、ＭＲハイトＭＲ－Ｈ、エイペックスアングルθおよび記録トラック幅Ｐ２Ｗを正確に形成することが重要である。
【００１６】
特に、近年は、高面密度記録を可能とするため、すなわち、狭トラック構造の記録ヘッドを形成するために、トラック幅Ｐ２Ｗには１．０μｍ以下のサブミクロン寸法が要求されている。そのために半導体加工技術を利用して上部磁極をサブミクロン寸法に加工する技術が必要となる。
【００１７】
ここで、問題となるのは、エイペックス部の上に形成される上部磁極層を微細に形成することが困難なことである。
【００１８】
ところで、上部磁極層を形成する方法としては、例えば、特開平７－２６２５１９号公報に示されるように、フレームめっき法が用いられる。フレームめっき法を用いて上部磁極層を形成する場合は、まず、エイペックス部の上に全体的に、例えばパーマロイよりなる薄い電極膜を、例えばスパッタリングによって形成する。次に、その上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ工程によりパターニングして、めっきのためのフレーム（外枠）を形成する。そして、先に形成した電極膜をシード層として、めっき法によって上部磁極層を形成する。
【００１９】
ところが、エイペックス部と他の部分とでは、例えば７～１０μｍ以上の高低差がある。このエイペックス部上に、フォトレジストを３～４μｍの厚みで塗布する。エイペックス部上のフォトレジストの膜厚が最低３μｍ以上必要であるとすると、流動性のあるフォト

レジストは低い方に集まることから、エイペックス部の下方では、例えば８～１０μｍ以上の厚みのフォトレジスト膜が形成される。

【００２０】

上述のようにサブミクロン寸法の記録トラック幅を実現するには、フォトレジスト膜によってサブミクロン寸法の幅のフレームパターンを形成する必要がある。従って、エイペックス部上で、８～１０μｍ以上の厚みのあるフォトレジスト膜によって、サブミクロン寸法の微細なパターンを形成しなければならない。ところが、このような厚い膜厚のフォトレジストパターンを狭パターン幅で形成することは製造工程上極めて困難であった。

【００２１】

しかも、フォトリソグラフィの露光時に、露光用の光が、シード層としての下地電極膜で反射し、この反射光によってもフォトレジストが感光して、フォトレジストパターンのくずれ等が生じ、シャープかつ正確なフォトレジストパターンが得られなくなる。

【００２２】

このように、従来は、磁極幅がサブミクロン寸法になると、上部磁性層を精度よく形成することが困難になるという問題点があった。

【００２３】

このようなことから、上述の従来例の図１５ないし図１７の工程でも示したように、記録ヘッドの狭トラックの形成に有効な上部磁極チップ１１０によって、１．０μｍ以下のトラック幅を形成した後、この上部磁極チップ１１０と接続されるヨーク部分となる上部磁極層１１６を形成する方法も採用されている（特開昭６２－２４５５０９号公報、特開昭６０－１０４０９号公報参照）。このように、通常の上部磁極層を、上部磁極チップ１１０とヨーク部分となる上部磁極層１１６とに分割することにより、トラック幅を決定する上部磁極チップ１１０を、記録ギャップ層１０９の上の平坦な面の上に、サブミクロン幅で微細に形成することが可能になる。

【００２４】

しかしながら、このような薄膜磁気ヘッドにおいても、依然として、以下のような問題点があった。

【００２５】

（１）まず、図１７に示した従来の薄膜磁気ヘッドでは、上部磁極チップ１１０によって記録ヘッドのトラック幅が規定されるため、上部磁極層１１６は、上部磁極チップ１１０ほどには微細に加工する必要はないと言える。それでも、記録ヘッドのトラック幅が極微細、特に０．５μｍ以下になってくると、上部磁極層１１６においてもサブミクロン幅の加工精度が要求される。しかしながら、従来の薄膜磁気ヘッドでは、上部磁極層１１６はエイペックス部の上に形成されることから、前述の理由により、上部磁極層１１６を微細に形成することが困難であった。また、上部磁極層１１６は、幅の狭い上部磁極チップ１１０に対して磁気的に接続する必要があることから、上部磁極チップ１１０よりも広い幅に形成する必要があった。これらの理由から、従来の薄膜磁気ヘッドでは、上部磁極層１１６は上部磁極チップ１１０よりも広い幅に形成される。そのため、従来の薄膜磁気ヘッドでは、上部磁極層１１６側で書き込みが行われ、記録媒体に対して、本来、記録すべき領域以外の領域にもデータを書き込んでしまう、いわゆるサイドライトが発生するという不具合があった。このような不具合は、記録ヘッドの性能を向上させるためにコイルを２層や３層に形成した場合に、コイルを１層に形成する場合に比べてエイペックス部の高さが高くなり、より顕著になる。

【００２６】

（２）また、従来の磁気ヘッドでは、上部磁極チップ１１０のエアベアリング面１１８から遠い側の端部においてスロートハイトを決定している。しかし、この上部磁極チップ１１０の幅が狭くなると、フォトリソグラフィーにおいて、パターンエッジが丸みを帯びて形成される。そのため、高精度な寸法を要求されるスロートハイトが不均一となり、エアベアリング面１１８の加工、研磨工程において、ＭＲ素子のトラック幅との間のバランスに欠ける事態が発生していた。例えば、トラック幅として、０．５～０．６μｍ必要なと

きに、上部磁極チップ１１０のエアベアリング面１１８から遠い側の端部がスロートハイトゼロ位置（スロートハイトを決定する絶縁層のエアベアリング面側の端部の位置）からエアベアリング面１１８側にずれ、大きく記録ギャップが開き、記録データの書き込みができなくなるという問題がしばしば発生していた。

【００２７】

上記（１）、（２）の問題点から、従来は、記録ヘッドのトラック幅の縮小が難しかった。

【００２８】

（３）更に、従来の薄膜磁気ヘッドでは、磁路長（Yoke　Length）を短くすることが困難であるという問題点があった。すなわち、コイルピッチが小さいほど、磁路長の短いヘッドを実現することができ、特に高周波特性に優れた記録ヘッドを形成することができるが、コイルピッチを限りなく小さくしていった場合、スロートハイトゼロ位置からコイルの外周端までの距離が、磁路長を短くすることを妨げる大きな要因となっていた。磁路長は、１層のコイルよりは２層のコイルの方が短くできることから、多くの高周波用の記録ヘッドでは２層コイルを採用している。しかしながら、従来の磁気ヘッドでは、１層目のコイルを形成した後、コイル間の絶縁膜を形成するために、フォトレジスト膜を約２μｍの厚みで形成している。そのため、１層目のコイルの外周端には丸みを帯びた小さなエイペックス部が形成される。次に、その上に２層目のコイルを形成するが、その際に、エイペックス部の傾斜部では、コイルのシード層のエッチングができず、コイルがショートするため、２層目のコイルは平坦部に形成する必要がある。

【００２９】

従って、例えば、コイルの厚みを２～３μｍとし、コイル間絶縁膜の厚みを２μｍとし、エイペックスアングルを４５°～５５°とすると、磁路長としては、コイルに対応する部分の長さに加え、コイルの外周端からスロートハイトゼロ位置の近傍までの距離である４～５μｍの距離の２倍（上部磁極層と下部磁極層とのコンタクト部からコイル内周端までの距離も４～５μｍ必要。）の８～１０μｍが必要である。このコイルに対応する部分以外の長さが、磁路長の縮小を妨げる要因となっていた。

【００３０】

ここで、例えば、コイルの線幅が１．０μｍ、スペースが１．０μｍの１１巻コイルを２層で形成する場合を考える。この場合、図１７に示したように、１層目を６巻、２層目を５巻とすると、磁路長のうち、１層目のコイル１１２に対応する部分の長さは１１μｍである。磁路長には、これに加え、１層目のコイル１１２の外周端および内周端より、１層目のコイル１１２を絶縁するためのフォトレジスト層１１３の端部までの距離として、合計８～１０μｍの長さが必要になる。なお、本出願では、磁路長を、図１７において符号L_0で示したように、磁極層のうちの磁極部分およびコンタクト部分を除いた部分の長さで表す。このように、従来は、磁路長の縮小が困難であり、これが高周波特性の改善を妨げていた。

【００３１】

ところで、図１７に示した薄膜磁気ヘッドでは、コイルは、渦巻き状に巻回されている。これに対し、例えば米国特許第５，７０３，７４０号、特開昭４８－５５７１８号公報、特開昭６０－１１３３１０号公報、特開昭６３－２０１９０８号公報には、コイルを、磁極層を中心にして螺旋状（つる巻き状）に巻回した薄膜磁気ヘッドが示されている。このようにコイルを螺旋状に巻回した構造によれば、コイルで発生した起磁力を効率よく磁極層に伝えることができるため、コイルを渦巻き状に巻回した構造に比べて、コイルの巻き数を少なくすることができ、その結果、磁路長の縮小が可能となる。

【００３２】

しかしながら、このようにコイルを螺旋状に巻回した構造の従来の薄膜磁気ヘッドにおいても、エイペックス部ができるため、依然として、上述のようにエイペックス部に起因する問題点が残っている。

【００３３】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、誘導型磁気変換素子のトラック幅の縮小および磁路長の縮小を可能にした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【００３４】

【課題を解決するための手段】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部が記録ギャップ層を介して互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも１つの層からなる第１および第２の磁性層と、

第１および第２の磁性層に対して絶縁された状態で、一部が第１および第２の磁性層の間を通過し、且つ少なくとも一方の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された薄膜コイルと、

基板とを備え、

第１および第２の磁性層、ギャップ層および薄膜コイルは基板に積層され、且つ第１および第２の磁性層のうち、第１の磁性層の方が基板に近い位置に配置された薄膜磁気ヘッドであって、

第１の磁性層は、薄膜コイルの一部に対向すると共に、全体的に平坦な上面を有する第１の部分と、第１の部分における上面に接続され、磁極部分を形成する第２の部分とを有し、

第２の部分は、スロートハイトを規定する中央部分と、この中央部分のトラック幅方向両側に配置され、記録媒体に対向する面側の端部から反対側の端部までの長さが、中央部分よりも大きい側方部分とを有し、

第２の磁性層が記録トラック幅を規定し、

薄膜コイルの一部は、第１の磁性層の第２の部分の側方に配置され、且つ第１の部分の上面の上に平坦な絶縁膜を介して配置されているものである。

【００３５】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部が記録ギャップ層を介して互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも１つの層からなる第１および第２の磁性層と、

第１および第２の磁性層に対して絶縁された状態で、一部が第１および第２の磁性層の間を通過する薄膜コイルとを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

第１の磁性層を形成する工程と、

第１の磁性層の上に、記録ギャップ層を形成する工程と、

記録ギャップ層の上に、第２の磁性層を形成する工程と、

第１および第２の磁性層に対して絶縁された状態で、一部が第１および第２の磁性層の間を通過し、且つ少なくとも一方の磁性層を中心にして螺旋状に巻回されるように、薄膜コイルを形成する工程とを含み、

第１の磁性層を形成する工程は、薄膜コイルの一部に対向すると共に、全体的に平坦な上面を有する第１の部分と、第１の部分における上面に接続され、磁極部分を形成する第２の部分とを形成し、

第２の部分は、スロートハイトを規定する中央部分と、この中央部分のトラック幅方向両側に配置され、記録媒体に対向する面側の端部から反対側の端部までの長さが、中央部分よりも大きい側方部分とを有し、

第２の磁性層を形成する工程は、第２の磁性層が記録トラック幅を規定するように、第２の磁性層を形成し、

薄膜コイルを形成する工程は、薄膜コイルの一部が第１の磁性層の第２の部分の側方に配置され、且つ第１の部分の上面の上に平坦な絶縁膜を介して配置されるように薄膜コイルを形成するものである。

【００３６】

本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、薄膜コイルは、一部が第１および第２の磁性層の間を通過し、且つ少なくとも一方の磁性層を中心にして螺旋状（つる巻き状）

に巻回されるように設けられる。これにより、磁路長の縮小が可能になる。また、本発明では、第１の磁性層は、薄膜コイルの一部に対向する第１の部分と、第１の部分における第２の磁性層側の面に接続され、磁極部分を形成する第２の部分とを有し、薄膜コイルの一部は、第１の磁性層の第２の部分の側方に配置される。これにより、第２の磁性層を平坦な面の上に形成することが可能となり、その結果、記録ヘッドのトラック幅の縮小が可能になる。

【００３７】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、薄膜コイルは、例えば、第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された部分を有する。

【００３８】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第２の磁性層は、例えば、磁極部分を形成する磁極部分層と、この磁極部分層に接続され、ヨーク部分を形成するヨーク部分層とを有していてもよい。この場合、薄膜コイルは、第１の磁性層の第２の部分の側方を通過し、第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第１の部分と、第２の磁性層の磁極部分層の側方を通過し、第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第２の部分とを有していてもよい。あるいは、薄膜コイルは、第１の磁性層の第２の部分の側方を通過し、第１の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第１の部分と、第２の磁性層の磁極部分層の側方を通過し、第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第２の部分とを有していてもよい。また、第２の磁性層のヨーク部分層の記録媒体に対向する側の端面を、薄膜磁気ヘッドの記録媒体に対向する面から離れた位置に配置してもよい。

【００３９】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第１の磁性層の第２の部分がスロートハイトを規定し、第２の磁性層が記録トラック幅を規定する。

【００４０】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、更に、第１の磁性層の第２の部分の側方に配置された薄膜コイルの一部を覆い、記録ギャップ層側の面が平坦化された絶縁層を設けてもよい。

【００４１】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、更に、磁気抵抗素子と、記録媒体に対向する側の一部が磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、磁気抵抗素子をシールドするための第１および第２のシールド層とを設けてもよい。この場合、第１の磁性層は、第２のシールド層を兼ねていてもよい。

【００４２】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

［第１の実施の形態］

まず、図１ないし図７を参照して、本発明の第１の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図１ないし図６において、（ａ）はエアベアリング面に垂直な断面を示し、（ｂ）は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【００４３】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、まず、図１に示したように、例えばアルティック（Al_2O_3・ＴｉＣ）よりなる基板１の上に、例えばアルミナ（Al_2O_3）よりなる絶縁層２を、約５μｍの厚みで堆積する。次に、絶縁層２の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる再生ヘッド用の下部シールド層３を、約３μｍの厚みに形成する。下部シールド層３は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにして、めっき法によって、絶縁層２の上に選択的に形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層２０を、例えば４～６μｍの厚みに形成し、例えばＣＭＰ（化学機械研磨）によって、下部シールド層３が露出するまで研磨して、表面を平坦化処理する。

【００４４】

次に、図２に示したように、下部シールド層３の上に、例えばアルミナまたはチッ化アルミニウムをスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜４を形成する。次に、下部シールドギャップ膜４の上に、再生用のＭＲ素子５を、数十ｎｍの厚みに形成する。ＭＲ素子５は、例えば、スパッタによって形成したＭＲ膜を選択的にエッチングすることによって形成する。なお、ＭＲ素子５には、ＡＭＲ素子、ＧＭＲ素子、あるいはＴＭＲ（トンネル磁気抵抗効果）素子等の磁気抵抗効果を示す感磁膜を用いた素子を用いることができる。次に、下部シールドギャップ膜４の上に、ＭＲ素子５に電気的に接続される一対の電極層６を、数十ｎｍの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜４およびＭＲ素子５の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜７を形成し、ＭＲ素子５をシールドギャップ膜４，７内に埋設する。

【００４５】

次に、上部シールドギャップ膜７の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）の第１の部分８ａを、約１．０～２．０μｍの厚みで、選択的に形成する。下部磁極層の第１の部分８ａは、後述する薄膜コイルの一部に対向する。

【００４６】

次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層９を、約３～４μｍの厚みに形成する。次に、例えばＣＭＰによって、下部磁極層の第１の部分８ａが露出するまで、絶縁層９を研磨して、表面を平坦化処理する。

【００４７】

次に、図３に示したように、下部磁極層の第１の部分８ａの上に、下部磁極層の第２の部分８ｂおよび第３の部分８ｃを、約１．５～２．５μｍの厚みに形成する。第２の部分８ｂは、下部磁極層の磁極部分を形成し、第１の部分８ａの上部磁極層側の面に接続される。第３の部分８ｃは、第１の部分８ａと上部磁極層とを接続するための部分である。本実施の形態において、第２の部分８ｂのエアベアリング面３０とは反対側（図において右側）の端部の位置は、スロートハイトを規定する。すなわち、この位置が、磁極部分のエアベアリング面３０とは反対側の端部の位置であるスロートハイトゼロ位置となる。

【００４８】

下部磁極層の第２の部分８ｂおよび第３の部分８ｃは、ＮｉＦｅ（Ｎｉ：８０重量%，Ｆｅ：２０重量%）や、高飽和磁束密度材料であるＮｉＦｅ（Ｎｉ：４５重量%，Ｆｅ：５５重量%）等を用い、めっき法によって所定のパターンに形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるＦｅＮ，ＦｅＺｒＮ等の材料を用い、スパッタ後、イオンミリング等によって選択的にエッチングして所定のパターンに形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるＣｏＦｅ，Ｃｏ系アモルファス材等を用いてもよい。

【００４９】

次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁膜１０を、約０．３～０．６μｍの厚みに形成する。

【００５０】

次に、図示しないが、絶縁膜１０の上に、めっき法によって薄膜コイルの第１層部分を形成するためのシード層を、例えばスパッタによって形成する。次に、その上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ工程によりパターニングして、めっきのためのフレーム１１を形成する。

【００５１】

次に、フレーム１１を用いて、フレームめっき法によって、例えば銅（Ｃｕ）よりなる薄膜コイルの第１層部分１２ａを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第１層部分１２ａは、下部磁極層の第２の部分８ｂの側方に配置される。また、薄膜コイルの第１層部分１２ａは、図３（ａ）における紙面に交差する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。

【００５２】

次に、図４に示したように、フレーム１１とその下のシード層を除去した後、全体に、例

えばアルミナよりなる絶縁層１３を、約３～４μｍの厚みに形成する。次に、例えばＣＭＰによって、下部磁極層の第２の部分８ｂと第３の部分８ｃが露出するまで、絶縁層１３を研磨して、表面を平坦化処理する。ここで、図４では、薄膜コイルの第１層部分１２ａは露出していないが、第１層部分１２ａが露出するようにしてもよい。

【００５３】

次に、図５に示したように、下部磁極層の第２の部分８ｂと第３の部分８ｃ、および絶縁層１３の上に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層１４を、例えば０．２～０．３μｍの厚みに形成する。記録ギャップ層１４に使用する絶縁材料としては、一般的に、アルミナ、窒化アルミニウム、シリコン酸化物系材料、シリコン窒化物系材料、ダイヤモンドライクカーボン（ＤＬＣ）等がある。

【００５４】

次に、磁路形成のために、下部磁極層の第３の部分８ｃの上において、記録ギャップ層１４を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【００５５】

次に、記録ギャップ層１４の上に、上部磁極層１５を、例えば約２．０～３．０μｍの厚みに形成する。上部磁極層１５は、ＮｉＦｅ（Ｎｉ：８０重量％，Ｆｅ：２０重量％）や、高飽和磁束密度材料であるＮｉＦｅ（Ｎｉ：４５重量％，Ｆｅ：５５重量％）等を用い、めっき法によって所定のパターンに形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるＦｅＮ，ＦｅＺｒＮ等の材料を用い、スパッタ後、イオンミリング等によって選択的にエッチングして所定のパターンに形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるＣｏＦｅ，Ｃｏ系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、上部磁極層１５を、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを何層にも重ね合わせた構造としてもよい。

【００５６】

次に、上部磁極層１５をマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層１４を選択的にエッチングする。このときのドライエッチングには、例えば、BCl_2，Cl_2等の塩素系ガスや、CF_4，SF_6等のフッ素系ガス等のガスを用いた反応性イオンエッチング（ＲＩＥ）が用いられる。次に、例えばアルゴンイオンミリングによって、下部磁極層の第２の部分８ｂを選択的に約０．３～０．６μｍ程度エッチングして、図５（ｂ）に示したようなトリム構造とする。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。

【００５７】

次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁膜１６を、約０．３～０．９μｍの厚みに形成する。

【００５８】

次に、図示しないが、薄膜コイルの第１層部分１２ａの各四角柱部分における両端部の上側の部分において、例えば反応性イオンエッチングやイオンミリングによって、絶縁膜１６、記録ギャップ層１４および絶縁層１３を貫通して薄膜コイルの第１層部分１２ａに達するようなコンタクトホールを形成する。

【００５９】

次に、上部磁極層１５の上に位置する絶縁膜１６の上に、フレームめっき法によって、例えば銅（Ｃｕ）よりなる薄膜コイルの第２層部分１２ｂを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第２層部分１２ｂは、図５（ａ）における紙面に直交する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。この薄膜コイルの第２層部分１２ｂの各四角柱部分における両端部は、上記のコンタクトホールに薄膜コイルの材料が充填されて形成される連結部を介して、薄膜コイルの第１層部分１２ａの各四角柱部分における両端部に接続される。

【００６０】

次に、図６に示したように、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層１７を、例えば２０～４０μｍの厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電

極用パッドを形成する。最後に、スライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面３０を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【００６１】

本実施の形態では、第１の部分８ａ、第２の部分８ｂおよび第３の部分８ｃよりなる下部磁極層が、本発明における第１の磁性層に対応し、上部磁極層１５が、本発明における第２の磁性層に対応する。また、下部シールド層３は、本発明における第１のシールド層に対応する。また、下部磁極層は、上部シールド層を兼ねているので、本発明における第２のシールド層にも対応する。

【００６２】

図７は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、この図では、オーバーコート層１７や、その他の絶縁層および絶縁膜を省略している。なお、図７において、図中、符号８Ｂは、トリム構造とするために下部磁極層の第２の部分８ｂがエッチングされている部分を表している。

【００６３】

図７に示したように、上部磁極層１５は、記録ギャップ層１４を介して下部磁極層の第２の部分８ｂに対向する位置に配置された磁極部分１５Ａと、薄膜コイルの第１層部分１２ａに対向する領域に配置されると共に磁極部分１５Ａに連結されたヨーク部分１５Ｂとを有している。磁極部分１５Ａとヨーク部分１５Ｂとの連結部の位置は、スロートハイトゼロ位置ＴＨ０またはその近傍の位置になっている。磁極部分１５Ａは狭い一定の幅を有している。この磁極部分１５Ａの幅が記録ヘッドのトラック幅を規定する。

【００６４】

また、図７において、符号１２は、第１層部分１２ａと、第２層部分１２ｂと、これらを連結する連結部１２ｃとを含む薄膜コイルを表している。薄膜コイル１２の第１層部分１２ａと第２層部分１２ｂは、連結部１２ｃを介してジグザク形に連結されている。これにより、薄膜コイル１２は、上部磁極層１５のヨーク部分１５Ｂを中心にして螺旋状に巻回される。

【００６５】

以上説明したように、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、再生ヘッドと記録ヘッド（誘導型磁気変換素子）とを備えている。再生ヘッドは、ＭＲ素子５と、記録媒体に対向する側の一部がＭＲ素子５を挟んで対向するように配置され、ＭＲ素子５をシールドするための下部シールド層３および上部シールド層（下部磁極層）とを有している。

【００６６】

記録ヘッドは、磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部が記録ギャップ層１４を介して互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも１つの層からなる下部磁極層（８ａ～８ｃ）および上部磁極層１５と、これらに対して絶縁された状態で、一部が下部磁極層および上部磁極層１５の間を通過し、且つ上部磁極層１５を中心にして螺旋状に巻回された薄膜コイル１２とを有している。

【００６７】

本実施の形態では、下部磁極層は、薄膜コイルの第１層部分１２ａに対向する第１の部分８ａと、この第１の部分８ａにおける上部磁極層１５側の面に接続され、磁極部分を形成する第２の部分８ｂとを有し、薄膜コイル１２の第１層部分１２ａは、下部磁極層の第２の部分８ｂの側方に配置されている。

【００６８】

本実施の形態によれば、薄膜コイル１２を、上部磁極層１５を中心にして螺旋状に巻回したので、薄膜コイル１２で発生した起磁力を効率よく上部磁極層１５に伝えることができる。そのため、薄膜コイルを渦巻き状に巻回した構造に比べて、薄膜コイル１２の巻き数を少なくすることができる。

【００６９】

更に、本実施の形態では、薄膜コイル１２の第１層部分１２ａを、下部磁極層の第１の部

分８ａの上であって第２の部分８ｂの側方に配置し、薄膜コイル１２の第１層部分１２ａを覆う絶縁層１３の上面を平坦化し、上部磁極層１５を平坦な面の上に形成している。そのため、薄膜コイル１２の第１層部分１２ａと第２層部分１２ｂの双方を、平坦な面の上に形成することができる。これにより、薄膜コイル１２を微細に形成することが可能になる。

【００７０】

更に、本実施の形態によれば、エイペックス部が存在しないので、スロートハイトゼロ位置ＴＨ０の近くに、薄膜コイル１２の端部を配置することができる。

【００７１】

これらのことから、本実施の形態によれば、例えば従来に比べて３０～５０％以下程度に、磁路長の縮小が可能となる。更に、薄膜コイル１２で発生した起磁力が途中で飽和することを防止でき、薄膜コイル１２で発生した起磁力を効率よく記録に利用することができる。従って、本実施の形態によれば、記録ヘッドの高周波特性や、非線形トランジションシフト（Non-linear Transition Shift；以下、ＮＬＴＳと記す。）や、重ね書きする場合の特性であるオーバーライト特性の優れた薄膜磁気ヘッドを提供することが可能となる。

【００７２】

また、本実施の形態によれば、薄膜コイル１２の第１層部分１２ａを、下部磁極層の第１の部分８ａの上であって第２の部分８ｂの側方に配置し、薄膜コイル１２の第１層部分１２ａを覆う絶縁層１３の上面を平坦化したので、記録ヘッドのトラック幅を規定する上部磁極層１５を平坦な面の上に形成することができる。そのため、本実施の形態によれば、上部磁極層１５の磁極部分１５Ａを、例えばハーフミクロン寸法やクォータミクロン寸法にも微細に形成可能となり、記録ヘッドのトラック幅の縮小が可能となる。これにより、今後要求される２０～３０ギガビット／（インチ）^{2}の面記録密度を有する薄膜磁気ヘッドも実現可能となる。

【００７３】

また、本実施の形態では、記録ヘッドのトラック幅を規定する上部磁極層１５がスロートハイトを規定するのではなく、下部磁極層の第２の部分８ｂがスロートハイトを規定する。従って、本実施の形態によれば、トラック幅が小さくなっても、スロートハイトを精度よく、均一に規定することが可能となる。

【００７４】

また、本実施の形態では、下部磁極層の第２の部分８ｂの側方に配置された薄膜コイル１２の第１層部分１２ａを覆う絶縁層１３を設け、この絶縁層１３の上面を平坦化したので、その後に形成される記録ギャップ層１４、上部磁極層１５、薄膜コイル１２の第２層部分１２ｂ等の形成が容易になる。

【００７５】

また、本実施の形態では、下部磁極層と、薄膜コイル１２の第１層部分１２ａの間に、薄く且つ十分な絶縁耐圧が得られる無機材料よりなる絶縁膜１０が設けられるので、下部磁極層と薄膜コイル１２の第１層部分１２ａとの間に大きな絶縁耐圧を得ることができる。

【００７６】

また、本実施の形態では、図７に示したように、上部磁極層１５は、スロートハイトゼロ位置ＴＨ０またはその近傍の位置よりもエアベアリング面３０とは反対側の部分では、例えば３μｍ以上の一定の幅を有し、スロートハイトゼロ位置ＴＨ０またはその近傍の位置よりもエアベアリング面３０側の部分では、ハーフミクロン寸法やクォータミクロン寸法の一定の幅を有している。そのため、上部磁極層１５を通過する磁束は、スロートハイトゼロ位置ＴＨ０またはその近傍の位置よりもエアベアリング面３０とは反対側の部分では飽和せず、スロートハイトゼロ位置ＴＨ０またはその近傍の位置よりもエアベアリング面３０側の部分で飽和する。これにより、ＮＬＴＳやオーバーライト特性を向上させることができる。

【００７７】

［第２の実施の形態］
次に、図８ないし図１０を参照して、本発明の第２の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図８および図９において、（ａ）はエアベアリング面に垂直な断面を示し、（ｂ）は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【００７８】
本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、薄膜コイルが、上部磁極層を中心にして螺旋状に２重に巻回されたものである。本実施の形態では、この薄膜コイルのうち、外側の部分を第１の部分といい、内側の部分を第２の部分という。なお、薄膜コイルの第１の部分と第２の部分は、いずれも、例えば銅によって形成される。

【００７９】
本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、絶縁膜１０を形成する工程までは、第１の実施の形態と同様である。図８に示したように、本実施の形態では、その後、絶縁膜１０の上に、フレームめっき法によって、薄膜コイルの第１の部分の第１層部分２１ａを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第１の部分の第１層部分２１ａは、下部磁極層の第２の部分８ｂの側方に配置される。また、薄膜コイルの第１の部分の第１層部分２１ａは、図８（ａ）における紙面に交差する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。

【００８０】
次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層１３を、約３～４μｍの厚みに形成する。次に、例えばＣＭＰによって、下部磁極層の第２の部分８ｂと第３の部分８ｃが露出するまで、絶縁層１３を研磨して、表面を平坦化処理する。ここで、図８では、薄膜コイルの第１の部分の第１層部分２１ａは露出していないが、第１層部分２１ａが露出するようにしてもよい。

【００８１】
次に、下部磁極層の第２の部分８ｂと第３の部分８ｃ、および絶縁層１３の上に、記録ギャップ層１４を例えば０．２～０．３μｍの厚みに形成する。次に、下部磁極層の第３の部分８ｃの上において、記録ギャップ層１４を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【００８２】
次に、記録ギャップ層１４の上に、上部磁極層の磁極部分を形成する磁極部分層１５ａを１．０～３．０μｍの厚みに形成すると共に、下部磁極層の第３の部分８ｃの上に形成されたコンタクトホールの位置に、磁性層１５ｂを１．０～３．０μｍの厚みに形成する。磁性層１５ｂは、後述する上部磁極層のヨーク部分層と下部磁極層とを接続するための部分である。本実施の形態では、上部磁極層の磁極部分層１５ａの長さは、下部磁極層の第２の部分８ｂの長さ以上に形成される。

【００８３】
上部磁極層の磁極部分層１５ａおよび磁性層１５ｂは、ＮｉＦｅ（Ｎｉ：８０重量％，Ｆｅ：２０重量％）や、高飽和磁束密度材料であるＮｉＦｅ（Ｎｉ：４５重量％，Ｆｅ：５５重量％）等を用い、めっき法によって所定のパターンに形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるＦｅＮ，ＦｅＺｒＮ等の材料を用い、スパッタ後、イオンミリング等によって選択的にエッチングして所定のパターンに形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるＣｏＦｅ，Ｃｏ系アモルファス材等を用いてもよい。

【００８４】
次に、上部磁極層の磁極部分層１５ａをマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層１４を選択的にエッチングし、次に、例えばアルゴンイオンミリングによって、下部磁極層の第２の部分８ｂを選択的に約０．３～０．６μｍ程度エッチングして、図８（ｂ）に示したようなトリム構造とする。

【００８５】
次に、記録ギャップ層１４の上のコイル形成領域に、例えばアルミナよりなる絶縁膜２２

を、約０．３～０．６μｍの厚みに形成する。
【００８６】
次に、フレームめっき法によって、薄膜コイルの第２の部分の第１層部分２３ａを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第２の部分の第１層部分２３ａは、上部磁極層の磁極部分層１５ａの側方に配置される。また、薄膜コイルの第２の部分の第１層部分２３ａは、図８（ａ）における紙面に交差する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。
【００８７】
次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層２４を、約３～４μｍの厚みに形成する。次に、例えばＣＭＰによって、上部磁極層の磁極部分層１５ａおよび磁性層１５ｂが露出するまで、絶縁層２４を研磨して、表面を平坦化処理する。
【００８８】
次に、図９に示したように、平坦化された上部磁極層の磁極部分層１５ａおよび磁性層１５ｂと絶縁層２４の上に、上部磁極層のヨーク部分を形成するヨーク部分層１５ｃを、例えば約２～４μｍの厚みに形成する。このヨーク部分層１５ｃは、磁性層１５ｂを介して、下部磁極層の第３の部分８ｃと接触し、磁気的に連結している。上部磁極層のヨーク部分層１５ｃは、ＮｉＦｅ（Ｎｉ：８０重量％，Ｆｅ：２０重量％）や、高飽和磁束密度材料であるＮｉＦｅ（Ｎｉ：４５重量％，Ｆｅ：５５重量％）等を用い、めっき法によって所定のパターンに形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるＦｅＮ，ＦｅＺｒＮ等の材料を用い、スパッタ後、イオンミリング等によって選択的にエッチングして所定のパターンに形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるＣｏＦｅ，Ｃｏ系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、上部磁極層１５を、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを何層にも重ね合わせた構造としてもよい。
【００８９】
本実施の形態では、上部磁極層のヨーク部分層１５ｃの記録媒体に対向する側（エアベアリング面３０側）の端面は、薄膜磁気ヘッドの記録媒体に対向する面から離れた位置（図において右側）に配置されている。
【００９０】
次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁膜２５を、約０．３～０．９μｍの厚みに形成する。
【００９１】
次に、図示しないが、薄膜コイルの第２の部分の第１層部分２３ａの各四角柱部分における両端部の上側の部分において、例えば反応性イオンエッチングやイオンミリングによって、絶縁膜２５および絶縁層２４を貫通して薄膜コイルの第２の部分の第１層部分２３ａに達するようなコンタクトホールを形成する。
【００９２】
次に、上部磁極層のヨーク部分層１５ｃの上に位置する絶縁膜２５の上に、フレームめっき法によって、薄膜コイルの第２の部分の第２層部分２３ｂを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第２の部分の第２層部分２３ｂは、図９（ａ）における紙面に直交する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。この薄膜コイルの第２の部分の第２層部分２３ｂの各四角柱部分における両端部は、上記のコンタクトホールに薄膜コイルの材料が充填されて形成される連結部を介して、薄膜コイルの第２の部分の第１層部分２３ａの各四角柱部分における両端部に接続される。
【００９３】
次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層２６を、例えば約６～８μｍの厚みに形成し、その表面を平坦化する。
【００９４】
次に、図示しないが、薄膜コイルの第１の部分の第１層部分２１ａの各四角柱部分における両端部の上側の部分において、例えば反応性イオンエッチングやイオンミリングによって、絶縁膜２６、絶縁膜２５、記録ギャップ層１４および絶縁層１３を貫通して薄膜コイ

ルの第１の部分の第１層部分２１ａに達するようなコンタクトホールを形成する。

【００９５】

次に、絶縁層２６の上に、フレームめっき法によって、薄膜コイルの第１の部分の第２層部分２１ｂを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第１の部分の第２層部分２１ｂは、図９（ａ）における紙面に直交する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。この薄膜コイルの第１の部分の第２層部分２１ｂの各四角柱部分における両端部は、上記のコンタクトホールに薄膜コイルの材料が充填されて形成される連結部を介して、薄膜コイルの第１の部分の第１層部分２１ａの各四角柱部分における両端部に接続される。

【００９６】

次に、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層１７を、例えば２０～４０μｍの厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、スライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面３０を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【００９７】

本実施の形態では、磁極部分層１５ａ、磁性層１５ｂおよびヨーク部分層１５ｃよりなる上部磁極層が、本発明における第２の磁性層に対応する。

【００９８】

図１０は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。この図では、オーバーコート層や、その他の絶縁層および絶縁膜を省略している。この図において、符号２１は、第１層部分２１ａと、第２層部分２１ｂと、これらを連結する連結部２１ｃとを含む薄膜コイルの第１の部分を表している。また、符号２３は、第１層部分２３ａと、第２層部分２３ｂと、これらを連結する連結部２３ｃとを含む薄膜コイルの第２の部分を表している。薄膜コイルの第１の部分２１の第１層部分２１ａと第２層部分２１ｂは、連結部２１ｃを介してジグザク形に連結されている。これにより、薄膜コイルの第１の部分２１は、上部磁極層のヨーク部分層１５ｃを中心にして螺旋状に巻回される。同様に、薄膜コイルの第２の部分２３の第１層部分２３ａと第２層部分２３ｂは、連結部２３ｃを介してジグザク形に連結されている。これにより、薄膜コイルの第２の部分２３は、上部磁極層のヨーク部分層１５ｃを中心にして螺旋状に巻回される。

【００９９】

また、薄膜コイルの第１の部分２１と第２の部分２３は、連結部２９によって連結される。連結部２９は、絶縁膜２５、記録ギャップ層１４および絶縁層１３を貫通して薄膜コイルの第１の部分２１の第１層部分２１ａに達するようなコンタクトホールに、薄膜コイルの材料が充填されて形成される。

【０１００】

図９に示したように、薄膜コイルの第１の部分２１の第１層部分２１ａは、下部磁極層の第２の部分８ｂの側方を通過する。また、薄膜コイルの第２の部分２３の第１層部分２３ａは、上部磁極層の磁極部分層１５ａの側方を通過する。

【０１０１】

本実施の形態によれば、上部磁極層を中心にして２重に巻回された薄膜コイル２１，２３を設けたので、第１の実施の形態に比べて、薄膜コイルの起磁力を大きくすることができ、ＮＬＴＳやオーバーライト特性をより向上させることができる。

【０１０２】

また、本実施の形態によれば、薄膜コイルの第１の部分２１の第１層部分２１ａを下部磁極層の第２の部分８ｂの側方に配置し、この第１層部分２１ａを覆う絶縁層１３の上面を平坦化したので、上部磁極層の磁極部分層１５ａを平坦な面の上に形成することができる。従って、本実施の形態によれば、磁極部分層１５ａを、例えばハーフミクロン寸法やクォータミクロン寸法にも微細に形成可能となり、記録ヘッドのトラック幅の縮小が可能となる。

【０１０３】

また、本実施の形態では、２重に巻回された薄膜コイル２１，２３を設けているが、薄膜コイルの第１の部分２１の第１層部分２１ａを下部磁極層の第２の部分８ｂの側方に配置すると共に、薄膜コイルの第２の部分２３の第１層部分２３ａを上部磁極層の磁極部分層１５ａの側方に配置したので、上部磁極層のヨーク部分層１５ｃを、平坦な面の上に形成することができる。そのため、本実施の形態によれば、ヨーク部分層１５ｃも微細に形成可能となり、いわゆるサイドライトの発生を防止することが可能となる。

【０１０４】

また、本実施の形態では、上部磁極層のヨーク部分層１５ｃのエアベアリング面３０側の端面を、薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面３０から離れた位置に配置している。そのため、スロートハイトが小さい場合でも、上部磁極層のヨーク部分層１５ｃがエアベアリング面３０に露出することがなく、その結果、サイドライトの発生を防止することができる。

【０１０５】

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第１の実施の形態と同様である。

【０１０６】

［第３の実施の形態］

次に、図１１ないし図１３を参照して、本発明の第３の実施の形態に係る薄膜気ヘッドおよびその製造方法について説明する。なお、図１１および図１２において、（ａ）はエアベアリング面に垂直な断面を示し、（ｂ）は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【０１０７】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、薄膜コイルが、下部磁極層を中心にして螺旋状に巻回された第１の部分と上部磁極層を中心にして螺旋状に巻回された第２の部分とを有するものである。なお、薄膜コイルの第１の部分と第２の部分は、いずれも、例えば銅によって形成される。

【０１０８】

本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、下部シールドギャップ膜４、ＭＲ素子５および上部シールドギャップ膜７を形成する工程までは、第１の実施の形態と同様である。図１１に示したように、本実施の形態では、その後、ＭＲ素子５の上に位置する上部シールドギャップ膜７の上に、磁性材料からなる磁性層８ｄを、例えば約１～２μｍの厚みに形成する。この磁性層８ｄは、下部シールド層の一部をなす。次に、例えば反応性イオンエッチングやイオンミリングによって、薄膜コイルを形成する領域において、シールドギャップ膜４，７をエッチングすると共に、下部シールド層３を例えば約１～２μｍエッチングして、凹部を形成する。

【０１０９】

次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁膜３１を、約０．３～０．６μｍの厚みに形成する。次に、絶縁膜３１の上に、フレームめっき法によって、薄膜コイルの第１の部分の第１層部分３２ａを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第１の部分の第１層部分３２ａは、図１１（ａ）における紙面に交差する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。

【０１１０】

次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層３３を、約３～４μｍの厚みに形成する。次に、例えばＣＭＰによって、磁性層８ｄが露出するまで、絶縁層３３を研磨して、表面を平坦化処理する。

【０１１１】

次に、図１２に示したように、磁性層８ｄおよび絶縁層３３の上に、下部磁極層の第１の部分８ａを、約１．０～２．０μｍの厚みで、選択的に形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層９を、約３～４μｍの厚みに形成する。次に、例えばＣＭＰによって、下部磁極層の第１の部分８ａが露出するまで、絶縁層９を研磨して、表面を平坦化

処理する。

【０１１２】

次に、下部磁極層の第１の部分８ａの上に、下部磁極層の第２の部分８ｂおよび第３の部分８ｃを、約１．５～２．５μｍの厚みに形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁膜１０を、約０．３～０．６μｍの厚みに形成する。

【０１１３】

次に、図示しないが、薄膜コイルの第１の部分の第１層部分３２ａの各四角柱部分における両端部の上側の部分において、例えば反応性イオンエッチングやイオンミリングによって、絶縁膜１０および絶縁層３３を貫通して薄膜コイルの第１の部分の第１層部分３２ａに達するようなコンタクトホールを形成する。

【０１１４】

次に、絶縁膜１０の上に、フレームめっき法によって、薄膜コイルの第１の部分の第２層部分３２ｂを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第１の部分の第２層部分３２ｂは、下部磁極層の第２の部分８ｂの側方に配置される。また、薄膜コイルの第１の部分の第２層部分３２ｂは、図１２（ａ）における紙面に直交する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。この薄膜コイルの第１の部分の第２層部分３２ｂの各四角柱部分における両端部は、上記のコンタクトホールに薄膜コイルの材料が充填されて形成される連結部を介して、薄膜コイルの第１の部分の第１層部分３２ａの各四角柱部分における両端部に接続される。

【０１１５】

次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層１３を、約３～４μｍの厚みに形成する。次に、例えばＣＭＰによって、下部磁極層の第２の部分８ｂと第３の部分８ｃが露出するまで、絶縁層１３を研磨して、表面を平坦化処理する。ここで、図１２では、薄膜コイルの第１の部分の第２層部分３２ｂは露出していないが、第２層部分３２ｂが露出するようにしてもよい。

【０１１６】

次に、下部磁極層の第２の部分８ｂと第３の部分８ｃ、および絶縁層１３の上に、記録ギャップ層１４を例えば０．２～０．３μｍの厚みに形成する。次に、下部磁極層の第３の部分８ｃの上において、記録ギャップ層１４を部分的にエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【０１１７】

次に、記録ギャップ層１４の上に、上部磁極層の磁極部分を形成する磁極部分層１５ａを１．０～３．０μｍの厚みに形成すると共に、下部磁極層の第３の部分８ｃの上に形成されたコンタクトホールの位置に、磁性層１５ｂを１．０～３．０μｍの厚みに形成する。

【０１１８】

次に、上部磁極層の磁極部分層１５ａをマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層１４を選択的にエッチングし、次に、例えばアルゴンイオンミリングによって、下部磁極層の第２の部分８ｂを選択的に約０．３～０．６μｍ程度エッチングして、図１２（ｂ）に示したようなトリム構造とする。

【０１１９】

次に、記録ギャップ層１４の上のコイル形成領域に、例えばアルミナよりなる絶縁膜２２を、約０．３～０．６μｍの厚みに形成する。次に、フレームめっき法によって、薄膜コイルの第２の部分の第１層部分３４ａを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第２の部分の第１層部分３４ａは、上部磁極層の磁極部分層１５ａの側方に配置される。また、薄膜コイルの第２の部分の第１層部分３４ａは、図１２（ａ）における紙面に交差する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。

【０１２０】

次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層２４を、約３～４μｍの厚みに形成する。次に、例えばＣＭＰによって、上部磁極層の磁極部分層１５ａおよび磁性層１５ｂが露出するまで、絶縁層２４を研磨して、表面を平坦化処理する。

【０１２１】
次に、平坦化された上部磁極層の磁極部分層１５ａおよび磁性層１５ｂと絶縁層２４の上に、上部磁極層のヨーク部分を形成するヨーク部分層１５ｃを、例えば約２～４μｍの厚みに形成する。
【０１２２】
次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁膜２５を、約０．３～０．９μｍの厚みに形成する。
【０１２３】
次に、図示しないが、薄膜コイルの第２の部分の第１層部分３４ａの各四角柱部分における両端部の上側の部分において、例えば反応性イオンエッチングやイオンミリングによって、絶縁膜２５および絶縁層２４を貫通して薄膜コイルの第２の部分の第１層部分３４ａに達するようなコンタクトホールを形成する。
【０１２４】
次に、上部磁極層のヨーク部分層１５ｃの上に位置する絶縁膜２５の上に、フレームめっき法によって、薄膜コイルの第２の部分の第２層部分３４ｂを、例えば約１．０～２．０μｍの厚みに形成する。薄膜コイルの第２の部分の第２層部分３４ｂは、図１２（ａ）における紙面に直交する方向に延びる複数の四角柱状の部分からなる。この薄膜コイルの第２の部分の第２層部分３４ｂの各四角柱部分における両端部は、上記のコンタクトホールに薄膜コイルの材料が充填されて形成される連結部を介して、薄膜コイルの第２の部分の第１層部分３４ａの各四角柱部分における両端部に接続される。
【０１２５】
次に、全体に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層２７を、例えば２０～４０μｍの厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、スライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。
【０１２６】
図１３は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。この図では、オーバーコート層や、その他の絶縁層および絶縁膜を省略している。この図において、符号３２は、第１層部分３２ａと、第２層部分３２ｂと、これらを連結する連結部３２ｃとを含む薄膜コイルの第１の部分を表している。なお、図１３では、薄膜コイルの第１の部分３２の一部を省略している。また、符号３４は、第１層部分３４ａと、第２層部分３４ｂと、これらを連結する連結部３４ｃとを含む薄膜コイルの第２の部分を表している。薄膜コイルの第１の部分３２の第１層部分３２ａと第２層部分３２ｂは、連結部３２ｃを介してジグザク形に連結されている。これにより、薄膜コイルの第１の部分３２は、下部磁極層の第１の部分８ａを中心にして螺旋状に巻回される。同様に、薄膜コイルの第２の部分３４の第１層部分３４ａと第２層部分３４ｂは、連結部３４ｃを介してジグザク形に連結されている。これにより、薄膜コイルの第２の部分３４は、上部磁極層のヨーク部分層１５ｃを中心にして螺旋状に巻回される。
【０１２７】
また、薄膜コイルの第１の部分３２と第２の部分３４は、連結部３９によって連結される。連結部３９は、絶縁膜２５、記録ギャップ層１４および絶縁層１３を貫通して薄膜コイルの第１の部分３２の第２層部分３２ｂに達するようなコンタクトホールに、薄膜コイルの材料が充填されて形成される。
【０１２８】
図１２に示したように、薄膜コイルの第１の部分３２の第２層部分３２ｂは、下部磁極層の第２の部分８ｂの側方を通過する。また、薄膜コイルの第２の部分３４の第１層部分３４ａは、上部磁極層の磁極部分層１５ａの側方を通過する。
【０１２９】
本実施の形態によれば、薄膜コイルが、下部磁極層を中心にして螺旋状に巻回された第１の部分３２と上部磁極層を中心にして螺旋状に巻回された第２の部分３４とを有するので

、第１の実施の形態に比べて、薄膜コイルの起磁力を大きくすることができ、ＮＬＴＳやオーバーライト特性をより向上させることができる。

【０１３０】

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第１または第２の実施の形態と同様である。

【０１３１】

本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、上記各実施の形態では、下部磁極層によってスロートハイトを規定するようにしたが、上部磁極層によってスロートハイトを規定するようにしてもよい。

【０１３２】

また、上記各実施の形態では、基体側に読み取り用のＭＲ素子を形成し、その上に、書き込み用の誘導型磁気変換素子を積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、この積層順序を逆にしてもよい。

【０１３３】

つまり、基体側に書き込み用の誘導型磁気変換素子を形成し、その上に、読み取り用のＭＲ素子を形成してもよい。このような構造は、例えば、上記実施の形態に示した上部磁極層の機能を有する磁性膜を下部磁極層として基体側に形成し、記録ギャップ膜を介して、それに対向するように上記実施の形態に示した下部磁極層の機能を有する磁性膜を上部磁極層として形成することにより実現できる。この場合、誘導型磁気変換素子の上部磁極層とＭＲ素子の下部シールド層を兼用させることが好ましい。

【０１３４】

また、本発明は、誘導型磁気変換素子のみを備えた記録専用の薄膜磁気ヘッドや、誘導型磁気変換素子によって記録と再生を行う薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。

【０１３５】

【発明の効果】

以上説明したように請求項１ないし９のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項１０ないし１８のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルは、一部が第１および第２の磁性層の間を通過し、且つ少なくとも一方の磁性層を中心にして螺旋状に巻回されるので、誘導型磁気変換素子の磁路長の縮小が可能になるという効果を奏する。また、本発明によれば、第１の磁性層は、薄膜コイルの一部に対向する第１の部分と、第１の部分における第２の磁性層側の面に接続され、磁極部分を形成する第２の部分とを有し、薄膜コイルの一部は、第１の磁性層の第２の部分の側方に配置されるので、第２の磁性層を平坦な面の上に形成することが可能となり、その結果、誘導型磁気変換素子のトラック幅の縮小が可能になるという効果を奏する。

【０１３６】

また、請求項４記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項１３記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルが、第２の磁性層を中心にして螺旋状に２重に巻回されるので、更に、薄膜コイルの起磁力を大きくすることが可能になるという効果を奏する。

【０１３７】

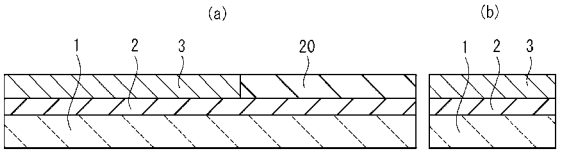
また、請求項５記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項１４記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、薄膜コイルが、第１の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第１の部分と第２の磁性層を中心にして螺旋状に巻回された第２の部分とを有するので、更に、薄膜コイルの起磁力を大きくすることが可能になるという効果を奏する。

【０１３８】

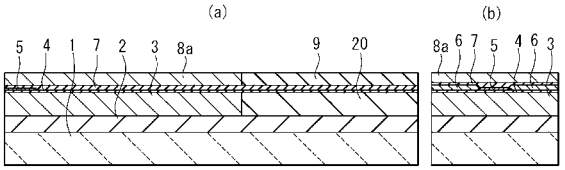
また、請求項６記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項１５記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第２の磁性層が、磁極部分を形成する磁極部分層と、この磁極部分層に接続され、ヨーク部分を形成するヨーク部分層とを有し、第２の磁性層のヨーク部分層の記録媒体に対向する側の端面を、薄膜磁気ヘッドの記録媒体に対向する面から離れた位置に配置したので、更に、記録すべき領域以外の領域にもデータを書き込んでしまうことを防止することができるという効果を奏する。

【０１３９】
また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法によれば、第１の磁性層の第２の部分がスロートハイトを規定し、第２の磁性層が記録トラック幅を規定するようにしたので、更に、トラック幅が小さくなっても、スロートハイトを精度よく、均一に規定することが可能になるという効果を奏する。
【０１４０】
また、請求項７記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項１６記載の薄膜磁気ヘッドによれば、第１の磁性層の第２の部分の側方に配置された薄膜コイルの一部を覆い、記録ギャップ層側の面が平坦化された絶縁層を設けたので、更に、記録ギャップ層や第２の磁性層等の形成が容易になるという効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。
【図２】図１に続く工程を説明するための断面図である。
【図３】図２に続く工程を説明するための断面図である。
【図４】図３に続く工程を説明するための断面図である。
【図５】図４に続く工程を説明するための断面図である。
【図６】図５に続く工程を説明するための断面図である。
【図７】本発明の第１の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。
【図８】本発明の第２の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。
【図９】本発明の第２の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。
【図１０】本発明の第２の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。
【図１１】本発明の第３の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。
【図１２】本発明の第３の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの断面図である。
【図１３】本発明の第３の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。
【図１４】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。
【図１５】図１４に続く工程を説明するための断面図である。
【図１６】図１５に続く工程を説明するための断面図である。
【図１７】図１６に続く工程を説明するための断面図である。
【符号の説明】
１…基板、２…絶縁層、３…下部シールド層、５…ＭＲ素子、８ａ…下部磁極層の第１の部分、８ｂ…下部磁極層の第２の部分、１０…絶縁膜、１２ａ…薄膜コイルの第１層部分、１２ｂ…薄膜コイルの第２層部分、１３…絶縁層、１４…記録ギャップ層、１５…上部磁極層、１６…絶縁膜、１７…オーバーコート層。

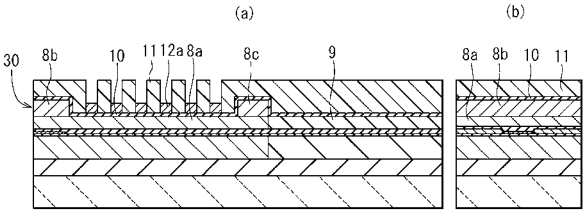
【図１】



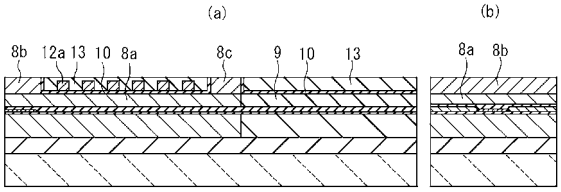
【図２】



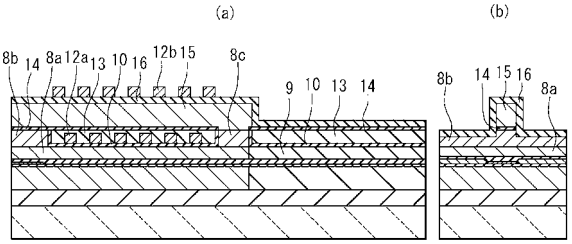
【図３】



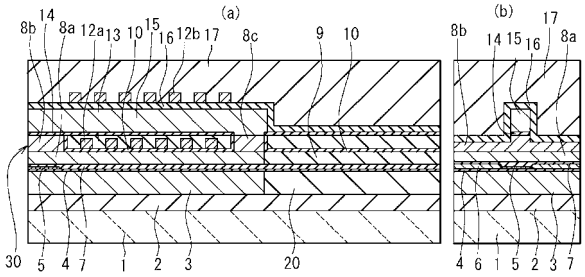
【図４】



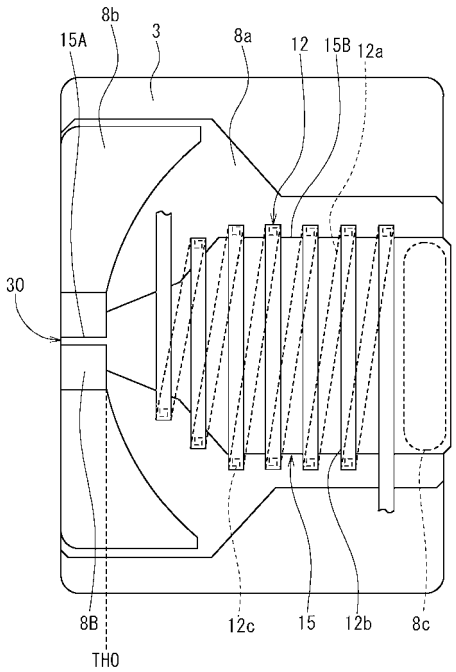
【図５】



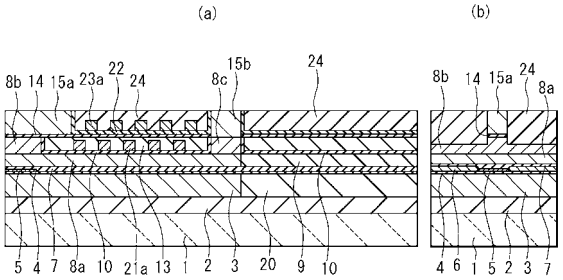
【図６】



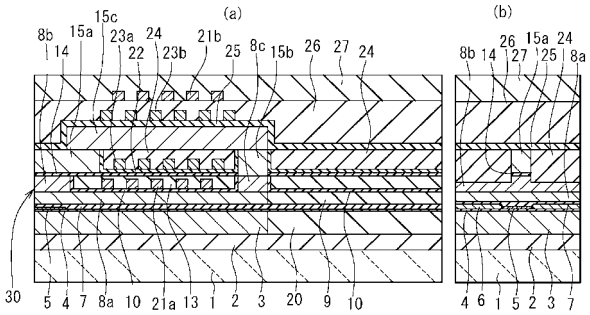
【図７】



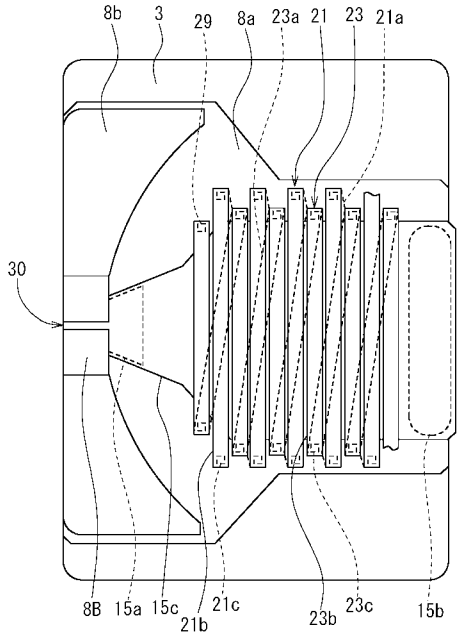
【図８】



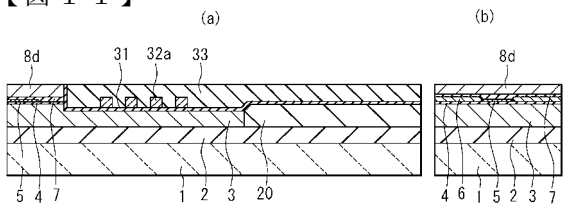
【図９】



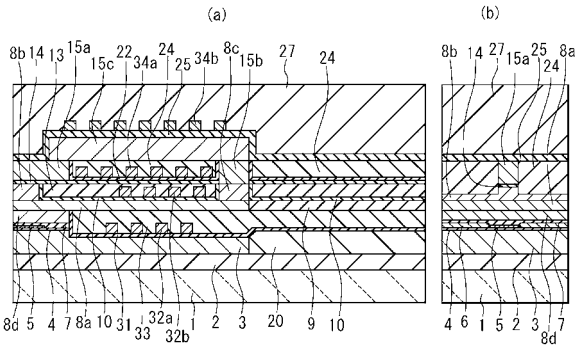
【図１０】



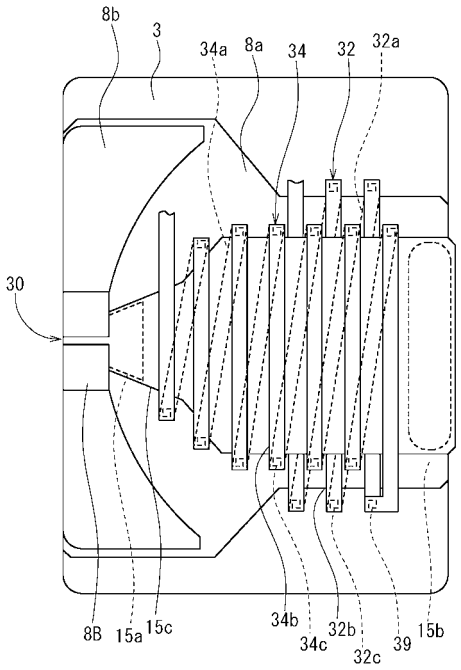
【図１１】



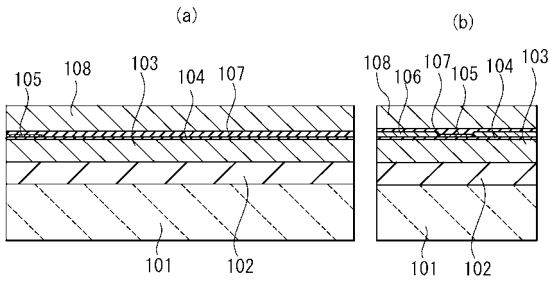
【図１２】



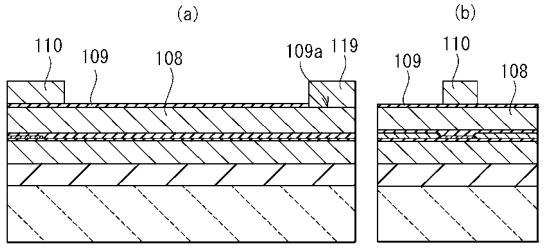
【図１３】



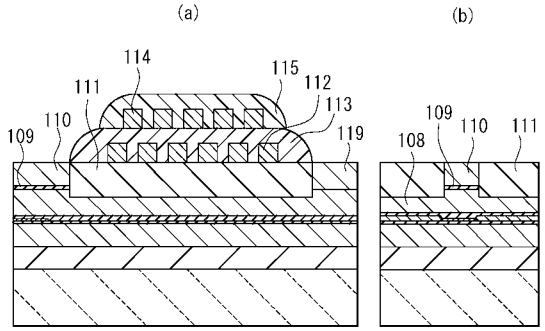
【図１４】



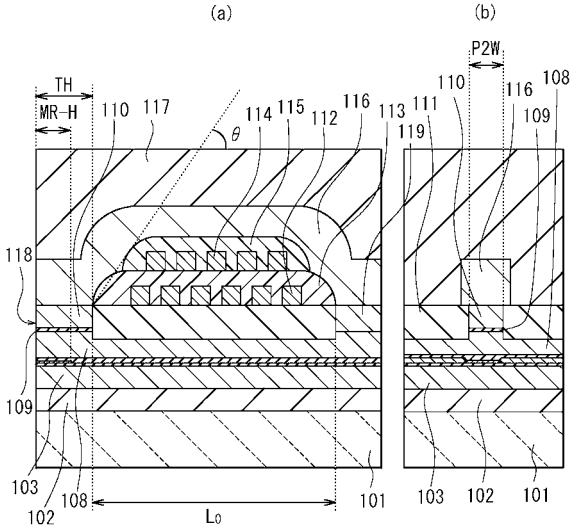
【図１５】



【図１６】


(a)
(b)
114
115
111
112
113
110
109
119
108

【図１７】


(a)
(b)
TH
MR-H
110
117
θ
114
115
112
116
113
111
119
P2W
108
118
109
103
102
108
L0
101

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平６－１９５６２５（ＪＰ，Ａ）
特開平６－３１４４１３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２０１９０８（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１３７９０２（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１７３０１７（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１８２２１２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G11B 5/31-5/39