

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3579271号  
(P3579271)

(45) 発行日 平成16年10月20日(2004.10.20)

(24) 登録日 平成16年7月23日(2004.7.23)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/31

G 1 1 B 5/31

K

請求項の数 1 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-329892                  (22) 出願日 平成10年11月19日(1998.11.19)                  (65) 公開番号 特開2000-155915(P2000-155915A)                  (43) 公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)                  審査請求日 平成13年12月28日(2001.12.28)</p>	<p>(73) 特許権者 000003067                  T D K 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                  (74) 代理人 100098785                  弁理士 藤島 洋一郎                  (74) 代理人 100109656                  弁理士 三反崎 泰司                  (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                   審査官 中村 豊</p>
--	---

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】

記録媒体に対向する媒体対向面と、前記媒体対向面の近傍に配置された磁気抵抗素子と、この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第1および第2のシールド層と、前記磁気抵抗素子と前記第1および第2のシールド層との間に設けられた第1および第2の絶縁層と、前記磁気抵抗素子に接続される電極と、磁気的に連結され、且つ前記媒体対向面側の一部がギャップ層を介して互いに対向する磁極部分を含む2つの磁性層、およびこの2つの磁性層の間に配設された薄膜コイルを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子とを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

第1のシールド層を形成する工程と、

前記第1のシールド層の上に、第1の絶縁層を形成する工程と、

前記第1の絶縁層の上に、磁気抵抗素子を形成する工程と、

前記磁気抵抗素子および第1の絶縁層の上に、第2の絶縁層を形成する工程と、

前記第2の絶縁層の上に、第2のシールド層を形成する工程と、

誘導型磁気変換素子を形成する工程と

を含み、

前記第1のシールド層を形成する工程または前記第2のシールド層を形成する工程が、前記電極の少なくとも一部を収容するための空間を有する枠状に、前記第1または第2のシールド層を形成し、

更に、前記電極の少なくとも一部が、前記空間内に、前記第1または第2のシールド層に

対して絶縁された状態で配置されるように、前記電極を形成する工程を含み、  
前記第1または第2のシールド層の前記空間に面する内壁は、前記空間内に配置された前記電極の少なくとも一部の外周部全体を囲い、  
前記空間およびこの空間内に配置された前記電極の少なくとも一部の前記媒体対向面から遠い各端部は、前記薄膜コイルの前記媒体対向面から遠い端部よりも、前記媒体対向面から遠い位置に配置され、

前記第1または第2のシールド層と前記電極は、これらの間に設けられた絶縁膜によって絶縁され、

前記電極を形成する工程は、前記第1または第2のシールド層の前記空間内および前記第1または第2のシールド層の上に、前記絶縁膜を介して、前記電極の少なくとも一部となる電極用層を形成し、前記第1または第2のシールド層が露出するように、前記電極用層を平坦化して、前記電極の少なくとも一部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。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、少なくとも読み出し用の磁気抵抗素子を有する薄膜磁気ヘッド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。MR素子としては、異方性磁気抵抗（以下、AMR (Anisotropic Magneto Resistive)）と記す。）効果を用いたAMR素子と、巨大磁気抵抗（以下、GMR (Giant Magneto Resistive)）と記す。）効果を用いたGMR素子とがあり、AMR素子を用いた再生ヘッドはAMRヘッドあるいは単にMRヘッドと呼ばれ、GMR素子を用いた再生ヘッドはGMRヘッドと呼ばれる。AMRヘッドは、面記録密度が1ギガビット/(インチ)<sup>2</sup> を超える再生ヘッドとして利用され、GMRヘッドは、面記録密度が3ギガビット/(インチ)<sup>2</sup> を超える再生ヘッドとして利用されている。

【0003】

再生ヘッドの性能を向上させる方法としては、MR膜をAMR膜からGMR膜等の磁気抵抗感度の優れた材料あるいは構造に変える方法や、MR膜のMRハイトを最適化する方法等がある。この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）をいい、エアベアリング面の加工の際の研磨量によって制御されるものである。なお、ここにいうエアベアリング面は、薄膜磁気ヘッドの、磁気記録媒体と対向する面であり、トラック面とも呼ばれる。

【0004】

ところで、再生ヘッドとしては、MR素子を磁性材料によって電気的および磁氣的にシールド（遮蔽）した構造のものが多い。

【0005】

ここで、図24ないし図33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24ないし図31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。

【0006】

この製造方法では、まず、図24に示したように、例えばアルティック (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>・TiC) よりなる基板101上に、例えばアルミナ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) よりなる絶縁層

10

20

30

40

50

102を、約5～10 $\mu\text{m}$ 程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層102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、2～3 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0007】

次に、図25に示したように、下部シールド層103上に、例えばアルミナまたはチッ化アルミニウムを50～100nm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上に、再生用のMR素子105を形成するためのMR膜を、数十nmの厚みに形成する。次に、このMR膜上に、MR素子105を形成すべき位置に選択的にフォトレジストパターン106を形成する。このとき、リフトオフを容易に行うことができるような形状、例えば断面形状がT型のフォトレジストパターン106を形成する。次に、フォトレジストパターン106をマ

10

【0008】

次に、図26に示したように、下部シールドギャップ膜104上に、フォトレジストパターン106をマスクとして、MR素子105に電氣的に接続される一対の第1の電極層107を、数十nmの厚みに形成する。第1の電極層107は、例えば、TiW, CoPt, TiW, Taを積層して形成される。次に、図27に示したように、フォトレジストパターン106をリフトオフする。次に、図27では図示しないが、第1の電極層107に電氣的に接続される一対の第2の電極層を、50～100nmの厚みで、所定のパターンに形成する。第2の電極層は、例えば、銅(Cu)によって形成される。第1の電極層107および第2の電極層は、MR素子105に電氣的に接続される電極(リードとも言う。)

20

【0009】

次に、図28に示したように、下部シールドギャップ膜104およびMR素子105上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜108を、50～150nmの厚みに形成し、MR素子105をシールドギャップ膜104, 108内に埋設する。次に、上部シールドギャップ膜108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(以下、上部シールド層と記す。)109を、約3 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0010】

次に、図29に示したように、上部シールド層109上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層110を、0.2～0.3 $\mu\text{m}$ の厚みに形成し、この記録ギャップ層110上に、スロートハイトを決定するフォトレジスト層111を、約1.0～2.0 $\mu\text{m}$ の厚みで、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層111上に、誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル112を、3 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、フォトレジスト層111およびコイル112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上に、第2層目の薄膜コイル114を、3 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。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。

30

【0011】

次に、図30に示したように、コイル112, 114よりも後方(図30(a)における右側)の位置において、磁路形成のために、記録ギャップ層110を部分的にエッチングする。次に、記録ギャップ層110、フォトレジスト層111, 113, 115上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えば高飽和磁束密度材のパーマロイ(NiFe)またはFeNよりなる上部磁極116を、約3 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。この上部磁極116は、コイル112, 114よりも後方の位置において、上部シールド層(下部磁極)109と接触し、磁氣的に連結している。

40

【0012】

次に、図31に示したように、上部磁極116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110と上部シールド層(下部磁極)109をエッチングする。次に、

50

上部磁極 116 上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層 117 を、20 ~ 30  $\mu$ m の厚みに形成する。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を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。図 31 に示したように、上部磁極 116、記録ギャップ層 110 および上部シールド層（下部磁極）109 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。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。

#### 【0013】

図 32 は、下部シールドギャップ膜 104 上に、MR 素子 105、第 1 の電極層 107 および第 2 の電極層 118 を形成した後の状態を示す平面図である。図 33 は、上述のよう  
10  
にして製造された薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図 33 では、オーバーコート層 117 を省略している。なお、図 24 ないし図 31 における（a）は、図 33 における A - A 線断面を表し、（b）は、図 33 における B - B 線断面を表している。

#### 【0014】

図 32 および図 33 から分かるように、従来の薄膜磁気ヘッドでは、MR 素子 105 をシールドするための下部シールド層 103 と上部シールド層 109 との間に、広い領域にわたって、極めて薄い下部シールドギャップ膜 104、上部シールドギャップ膜 108 を介して、MR 素子 105 に接続された電極層 107、118 が介挿された構造になっている。そのため、電極層 107、118 とシールド層 103、109 との間のシールドギャップ膜 104、108 に、高い絶縁性能が求められる。また、この絶縁性能が、薄膜磁気ヘ  
20  
ッドの歩留りを大きく左右していた。

#### 【0015】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、再生ヘッドの性能が向上してくると、サーマルアスピリティ（Thermal Asperity）が問題となってくる。サーマルアスピリティとは、再生時における再生ヘッドの自己発熱による再生特性の劣化を言う。このサーマルアスピリティを克服するため、従来は、下部シールド層 103 やシールドギャップ膜 104、108 の材料として冷却効率の優れた材料が求められていた。そのため、従来、下部シールド層 103 には、パーマロイやセンダスト等の磁性材料が用いられていた。また、シールドギャップ膜 104、108 は、アルミナ等を例えば 100 ~ 150 nm の厚みでスパッタによって形成  
30  
していた。そして、このシールドギャップ膜 104、108 によって、MR 素子 105 および電極層 107、118 とシールド層 103、109 との間の磁気的および電氣的な絶縁を得るようになっていた。

#### 【0016】

また、再生ヘッドの性能を向上させるには、サーマルアスピリティの克服が避けられないことから、最近では、シールドギャップ膜 104、108 の厚みを、例えば 50 ~ 100 nm にする等、どんどん薄くすることによって、MR 素子 105 の冷却効率を上げて、サーマルアスピリティを克服する方法が採られていた。

#### 【0017】

しかしながら、シールドギャップ膜 104、108 はスパッタによって形成するため、パ  
40  
ーティクル（微粒子）や膜のピンホールによって、MR 素子 105 および電極層 107、118 と、シールド層 103、109 との間の磁気的および電氣的な絶縁の不良が発生しやすく、これは、シールドギャップ膜 104、108 を薄くすると、より顕著になるという問題点がある。

#### 【0018】

また、再生ヘッドの出力特性を向上させるには、MR 素子における微小な抵抗変化に対応する微小な出力信号変化を検出できるように、MR 素子に接続される電極の配線抵抗は低いほどよい。そのため、従来は、電極層 118 は、大面積となるように設計される場合が多い。しかしながら、そうすると、電極層 118 とシールドギャップ膜 104、108 が対向する部分の面積も大きくなり、上述のようにシールドギャップ膜 104、108 が薄  
50

い場合には、電極層 118 とシールド層 103, 109 との間の磁気的および電氣的な絶縁の不良がより多く発生しやすいという問題点がある。

【0019】

また、上述のように、再生ヘッドの出力特性を向上させるために、MR素子に接続される電極の配線抵抗は低いことが望まれるが、従来の薄膜磁気ヘッドでは、シールド層 103, 109 間に介挿された、厚みが 50 ~ 100 nm 程度の薄い電極層 107, 118 によって電極が形成されているため、電極の配線抵抗を低くするには限界があるという問題点があった。

【0020】

また、薄膜磁気ヘッドでは、狭トラック幅が要求されることから、MR素子も微小なものが要求される。特にGMRヘッドになると、微小なMR素子の出力信号を正確に読み取る必要がある。そのためには、誘導型の記録ヘッドにおけるコイル等の内部要因やハードディスク装置のモータ等の外部要因によるノイズの低減を図る必要がある。しかしながら、従来の薄膜磁気ヘッドでは、電極層 118 にノイズが乗り、このノイズが再生ヘッドの性能を劣化させるおそれがあるという問題点があった。

【0021】

なお、特開平 9 - 312006 号公報には、リードの電気抵抗を下げると共に、リードと上シールドとの間の絶縁不良を防止するために、MR素子に接続されたリードを上シールド間から引き出す方向の下シールドの寸法を、上シールドの寸法よりも短く形成すると共に、リードの厚さを、上下シールド間に挟まれた部分で薄く形成し、下シールドから外れた部分で下方に突出して厚く形成する技術が示されている。

【0022】

しかしながら、この技術では、リードは下シールドによってほとんどシールドされない構造となるため、高出力を求めるGMRヘッドでは、コイルからの磁束をひろいやすく、そのため、リードにノイズが乗りやすくなるという問題点がある。

【0023】

また、特開平 10 - 3617 号公報には、MR素子に接続された導体を、MR素子とシールド層との間の絶縁層に形成された溝部に埋め込むことにより、シールドギャップ間隔を小さくする技術が示されている。

【0024】

しかしながら、この技術では、リードとシールド層との間の絶縁性能が向上されるわけではない。

【0025】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、磁気抵抗素子に接続される電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることができるようにした薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0026】

本発明の第2の目的は、磁気抵抗素子に接続される電極の配線抵抗をより低くできるようにした薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0027】

本発明の第3の目的は、磁気抵抗素子に対するノイズの影響を低減できるようにした薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0028】

【課題を解決するための手段】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁気抵抗素子と、この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2つのシールド層と、磁気抵抗素子と各シールド層との間に設けられた絶縁層と、磁気抵抗素子に接続される電極とを備え、一方のシールド層は、電極の一部を収容するための空間を有する枠状に形成され、電極の少なくとも一部は、一方のシールド層の空間内に、一方のシールド層に対して絶縁された状態で

10

20

30

40

50

配置されているものである。

【0029】

本発明の薄膜磁気ヘッドでは、磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置された2つのシールド層のうち一方のシールド層が、電極の一部を収容するための空間を有する枠状に形成され、電極の少なくとも一部が、一方のシールド層の空間内に、一方のシールド層に対して絶縁された状態で配置される。

【0030】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、一方のシールド層と電極は、例えば、これらの間に設けられた絶縁膜によって絶縁されている。

【0031】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、更に、磁氣的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部が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2つの磁性層と、この2つの磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えていてもよい。

【0032】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁気抵抗素子と、この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、磁気抵抗素子と第1および第2のシールド層との間に設けられた第1および第2の絶縁層と、磁気抵抗素子に接続される電極とを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、第1のシールド層を形成する工程と、第1のシールド層の上に、第1の絶縁層を形成する工程と、第1の絶縁層の上に、磁気抵抗素子を形成する工程と、磁気抵抗素子および第1の絶縁層の上に、第2の絶縁層を形成する工程と、第2の絶縁層の上に、第2のシールド層を形成する工程とを含み、第1のシールド層を形成する工程または第2のシールド層を形成する工程が、電極の一部を収容するための空間を有する枠状に、第1のシールド層または第2のシールド層を形成し、更に、電極の少なくとも一部が、空間内に、第1のシールド層または第2のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるように、電極を形成する工程を含むものである。

【0033】

本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置された2つのシールド層のうち一方のシールド層が、電極の一部を収容するための空間を有する枠状に形成され、電極の少なくとも一部が、一方のシールド層の空間内に、一方のシールド層に対して絶縁された状態で配置される。

【0034】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、一方のシールド層と電極は、例えば、これらの間に設けられた絶縁膜によって絶縁される。

【0035】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、電極を形成する工程は、例えば、一方のシールド層の空間内および一方のシールド層の上に、絶縁膜を介して、電極の一部となる電極用層を形成し、一方のシールド層が露出するように、電極用層を平坦化して、電極の一部を形成する。

【0036】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、更に、磁氣的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部が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2つの磁性層と、この2つの磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を形成する工程を含んでいてもよい。

【0037】

【発明の実施の形態】

[第1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。まず、図1ないし図11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の製造方法としての複

10

20

30

40

50

合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。なお、図1ないし図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。

【0038】

本実施の形態に係る製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック( $Al_2O_3 \cdot TiC$ )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 $5\mu m$ の厚みで堆積する。

【0039】

次に、図示しないが、絶縁層2の上に、下部シールド層をフレームめっき法にて形成する際に使用される電極膜としてのシード層を、スパッタによって形成する。

10

【0040】

次に、図2に示したように、シード層の上に、フォトレジスト膜をマスクとして、フレームめっき法にて、磁性材料、例えばパーマロイ( $NiFe$ )を約 $2\sim 3\mu m$ の厚みで選択的に形成して、再生ヘッド用の下部シールド層3を形成する。次に、下部シールド層3が形成されない領域におけるシード層を選択的に除去する。後で詳しく説明するが、本実施の形態では、下部シールド層3は、その内側に、後述する電極の一部をなす導電層を収容するための空間を有する枠状に形成される。

【0041】

次に、下部シールド層3および絶縁層2の上に、例えばアルミナよりなる絶縁膜2aを、 $0.3\sim 0.8\mu m$ の厚みに形成する。次に、絶縁膜2aの上に、MR素子に接続される電極(リード)の一部となる一対の電極用層7Aを、例えば銅( $Cu$ )によって、 $3\sim 4\mu m$ の厚みに形成する。この電極用層7Aは、例えば、めっき法や、スパッタや、CVD(chemical vapor deposition)によって形成される。

20

【0042】

次に、図3に示したように、機械的な研磨やCMP(化学機械研磨)によって、電極用層7Aを、下部シールド層3の表面に至るまで研磨して平坦化する。次に、下部シールド層3用の不要部分のフレームパターンと、電極用層7Aの不要部分を選択的にエッチングによって除去する。これにより、電極用層7Aは、MR素子に接続される電極の一部をなす導電層7bとなる。このようにして、枠状の下部シールド層3の内側に形成された空間内に、絶縁膜2aを介して、自己整合的に導電層7bが収容された構造が得られる。

30

【0043】

このように、導電層7bは、 $0.3\sim 0.8\mu m$ の厚みの絶縁膜2aによって完全に覆われた下部シールド層3の内側の空間内に、自己整合的に正確に収容されるように形成される。従って、導電層7bと下部シールド層3との間の絶縁性能は極めて高く、導電層7bと下部シールド層3との間において、パーティクルや膜のピンホール等による磁気的および電気的な絶縁の不良をなくすることができる。

【0044】

次に、図4に示したように、下部シールド層3および導電層7bの上に、スパッタにより、チッ化アルミニウムやアルミナ等の絶縁材を、約 $40\sim 100nm$ の厚みに形成して、絶縁層としての下部シールドギャップ膜4aを形成する。下部シールドギャップ膜4aを形成する際には、予め、後述する電極層と導電層7bとを電氣的に接続するためのコンタクトホールを形成する部分に、リフトオフを容易に行うことができるように、例えばT型のフォトレジストパターンを形成しておき、下部シールドギャップ膜4aの形成後、フォトレジストパターンをリフトオフすることにより、コンタクトホールを形成する。なお、コンタクトホールは、フォトリソグラフィを用いて、下部シールドギャップ膜4aを選択的にエッチングして形成してもよい。また、同様にして、下部シールドギャップ膜4aには、導電層7bを、スライダに形成されるパッドとの接続用の導電層に接続するためのコンタクトホール21が形成される。

40

【0045】

次に、下部シールドギャップ膜4aの上に、再生用のMR素子5を形成するためのMR膜

50

を、スパッタにより、数十nmの厚みに形成する。次に、このMR膜の上に、MR素子5を形成すべき位置に選択的に、図示しないフォトレジストパターンを形成する。このとき、リフトオフを容易に行うことができるように、例えばT型のフォトレジストパターンを形成する。次に、フォトレジストパターンをマスクとして、例えば、アルゴン系のイオンミリングによってMR膜をエッチングして、MR素子5を形成する。なお、MR素子5は、GMR素子でもよいし、AMR素子でもよい。

#### 【0046】

次に、下部シールドギャップ膜4aの上に、同じフォトレジストパターンをマスクとして、MR素子5に電氣的に接続される一対の電極層7aを、スパッタにより、80~150nmの厚みに形成する。電極層7aは、例えば、TiW, CoPt, TiW, Ta, Auを積層して形成される。また、電極層7aは、下部シールドギャップ膜4aに形成されたコンタクトホールを介して、導電層7bに対して電氣的に接続される。電極層7aおよび導電層7bが、MR素子5に接続される電極を構成する。

10

#### 【0047】

次に、下部シールドギャップ膜4a、MR素子5および電極層7aの上に、スパッタにより、チッ化アルミニウムやアルミナ等の絶縁材を、約50~100nmの厚みに形成して、絶縁層としての上部シールドギャップ膜4bを形成して、MR素子5をシールドギャップ膜4a, 4b内に埋設する。

#### 【0048】

次に、上部シールドギャップ膜4b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、上部シールド層と記す。)8を形成する。この上部シールド層8は、NiFeや、チッ化鉄(FeN)やその化合物、Fe-Co-Zrのアモルファス等の高飽和磁束密度材を用いて形成してもよいし、NiFeと高飽和磁束密度材を重ねて形成してもよい。また、上部シールド層8を形成する際に同時に、上部シールド層8と同じ材料を用い、コンタクトホール21の上に、導電層7bに接続される導電層22を形成する。

20

#### 【0049】

次に、図5に示したように、NiFeや上述のような高飽和磁束密度材を用いて、それぞれ1.5~2.5μmの厚みで、上部シールド層8の上に下部磁極チップ9を形成し、上下の磁極層を接続する部分における上部シールド層8の上に磁路形成用の磁性層10を形成し、導電層22の上に導電層23を形成する。

30

#### 【0050】

次に、全体にアルミナ膜あるいはシリコン酸化膜よりなる絶縁層11を、6~8μmの厚みに形成する。そして、下部磁極チップ9、磁性層10および導電層23の表面が露出するように、全体を平坦化する。この平坦化は、機械的な研磨やCMP等を用いて行うことができる。このような平坦化処理を行うことにより、MR素子5のパターンによって下部磁極チップ9に発生する段差がなくなり、下部磁極チップ9の表面が平坦になり、その後形成される記録ヘッドの磁極部分の記録ギャップ層を平坦にすることができる。その結果、高周波領域における書き込み特性を向上させることができる。

#### 【0051】

次に、図6に示したように、平坦化された面の上に、アルミナ膜等の絶縁膜よりなる記録ギャップ層12を、0.2~0.3μmの厚みに形成する。次に、フォトリソグラフィを用いて、磁性層10および導電層23の上の記録ギャップ層12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。

40

#### 【0052】

次に、磁極部分における記録ギャップ層12の上に、記録ヘッド用の磁性材料によって、記録ヘッドのトラック幅を決定する上部磁極チップ13を例えば2~3μmの厚みに形成すると共に、磁性層10の上に、上部磁極チップ13と同じ材料を用いて、磁路形成用の磁性層14を例えば2~3μmの厚みに形成する。上部磁極チップ13は、例えば、NiFe(Ni:80重量%, Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(

50

Ni : 50重量% , Fe : 50重量%)等の材料を用い、めっき法によって形成してもよいし、チッ化鉄(FeN)やその化合物等の高飽和磁束密度材をスパッタし、パターンニングして形成してもよい。なお、上部磁極チップ13の材料としては、上記の例の他に、Fe-Co-Zrのアモルファス等の高飽和磁束密度材を用いても良い。また、上部磁極チップ13は、上述の種々の材料を2種類以上重ねて形成してもよい。上部磁極チップ13に高飽和磁束密度材を用いることにより、コイルによって発生する磁束が、途中で飽和することなく、有効に、磁極部分に到達するようになるため、記録密度の高い記録ヘッドを形成することができる。

【0053】

次に、磁極部分において、上部磁極チップ13の両側における記録ギャップ層12をドライエッチングにより除去した後、露出した下部磁極チップ9を、上部磁極チップ13をマスクとして、イオンミリングによって、例えば0.3~0.5 $\mu$ mエッチングして、トリム構造とする。

【0054】

次に、記録ギャップ層12の上に、記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル15を、例えばめっき法により、1.5~2.5 $\mu$ mの厚みに形成する。このとき、同時に、導電層23の上に導電層24を形成する。

【0055】

次に、図7に示したように、全体にアルミナ膜あるいはシリコン酸化膜等の絶縁層16を、3~4 $\mu$ mの厚みに形成する。そして、上部磁極チップ13および磁性層14の表面が露出するように、全体を平坦化する。この平坦化は、機械的な研磨やCMP等を用いて行うことができる。次に、第1層目の薄膜コイル15と後述する第2層目の薄膜コイルとの接続部分、および導電層24の上の部分において、絶縁層16にコンタクトホールを形成する。

【0056】

次に、絶縁層16の上に、第2層目の薄膜コイル17を、例えばめっき法により、1.5~2.5 $\mu$ mの厚みに形成する。このとき、同時に、導電層24の上に導電層25を形成する。次に、絶縁層15およびコイル17の上に、フォトレジストよりなる絶縁層18を、所定のパターンに形成する。次に、例えば250 $^{\circ}$ C程度の温度にてキュアを施す。

【0057】

次に、図8に示したように、上部磁極チップ13から絶縁層18を経て磁性層14に至る領域の上に、記録ヘッド用の磁性材料よりなる上部磁極層19を、約3~4 $\mu$ mの厚みに形成する。この上部磁極層19は、磁性層14, 10を介して上部シールド層8と接触し、磁氣的に連結している。次に、図9に示したように、上部磁極層19の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層20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を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0058】

ここで、上部シールド層(下部磁極層)8、下部磁極チップ9、記録ギャップ層12、上部磁極チップ13、上部磁極層19、磁性層10, 14および薄膜コイル15, 17は、本発明における誘導型磁気変換素子に対応する。

【0059】

図10は下部シールド層3の平面図、図11は図4の平面図である。これらの図に示したように、下部シールド層3は、内側に導電層7bを收容するための空間3aを有する枠状に形成されている。導電層7bは、絶縁膜2aを介して、下部シールド層3の内側の空間内に收容されている。

【0060】

以上説明したように、本実施の形態によれば、MR素子に5接続される電極(リード)の一部をなす導電層7bを、絶縁膜2aを介して、下部シールド層3の内側の空間内に收容したので、導電層7bと下部シールド層3との間の絶縁性能を極めて高くすることができ

10

20

30

40

50

、導電層 7 b と下部シールド層 3 との間の磁気的および電氣的な絶縁の不良をなくすことができる。

【 0 0 6 1 】

また、導電層 7 b の一部は、下部シールドギャップ膜 4 a および上部シールドギャップ膜 4 b を介して上部シールド層 8 と対向するが、大部分は上部シールド層 8 と対向しない構造であるため、導電層 7 b と上部シールド層 8 との間の絶縁性能も極めて高くすることができ、導電層 7 b と上部シールド層 8 との間の磁気的および電氣的な絶縁の不良をなくすことができる。

【 0 0 6 2 】

また、本実施の形態によれば、導電層 7 b が下部シールドギャップ膜 4 a と上部シールドギャップ膜 4 b との間に介挿された構造ではないので、導電層 7 b が下部シールドギャップ膜 4 a、上部シールドギャップ膜 4 b を介して下部シールド層 3、上部シールド層 8 と広い面積で対向することがない。従って、下部シールドギャップ膜 4 a、上部シールドギャップ膜 4 b を薄くしても、導電層 7 b と下部シールド層 3 および上部シールド層 8 との間の絶縁性能を高く維持することができる。

10

【 0 0 6 3 】

このように本実施の形態によれば、下部シールドギャップ膜 4 a および上部シールドギャップ膜 4 b を厚くすることなく、MR 素子 5 に接続される電極と下部シールド層 3 および上部シールド層 8 との間の絶縁性能を向上させることができる。

【 0 0 6 4 】

また、本実施の形態によれば、サーマルアスピリティを改善するために、下部シールドギャップ膜 4 a および上部シールドギャップ膜 4 b を十分薄くすることが可能となり、再生ヘッドの性能を向上させることができる。

20

【 0 0 6 5 】

また、本実施の形態によれば、導電層 7 b を十分厚く形成することができるので、MR 素子 5 に接続される電極の配線抵抗をより低くすることができる。これにより、MR 素子 5 における微小な抵抗変化に対応する微小な出力信号変化を感度よく検出することが可能となり、この点からも再生ヘッドの性能を向上させることができる。

【 0 0 6 6 】

また、本実施の形態では、導電層 7 b のうちの、下部シールド層 3 の空間 3 a 内に配置された部分は、両側から下部シールド層 3 に挟み込まれてシールドされる構造となっている。従って、MR 素子 5 に対する、誘導型の記録ヘッドにおけるコイルから発生する磁気等の内部要因やハードディスク装置のモータ等の外部要因によるノイズの影響を低減することができる。特に、MR 素子 5 の近傍では、導電層 7 b は、両側面側が下部シールド層 3 によってシールドされ、上面側が上部シールド層 8 によってシールドされる構造となっているので、電極層 7 a を介して導電層 7 b に接続される MR 素子 5 に対するノイズの影響をより低減することができる。これらの点からも、再生ヘッドの性能を向上させることができる。

30

【 0 0 6 7 】

また、本実施の形態によれば、記録ヘッドにおける上部側の磁性層を、上部磁極チップ 1 3 と上部磁極層 1 9 とに分離したので、上部磁極チップ 1 3 の微細化が可能となり、サブミクロン寸法の狭トラックの記録ヘッドを簡単に形成することが可能となる。また、上部磁極層 1 9 は、上部磁極チップ 1 3 の上面と 3 つの側面の計 4 面で、上部磁極チップ 1 3 に接する。そのため、上部磁極層 1 9 を通過する磁束が、飽和することなく効率よく、上部磁極チップ 1 3 に流れ込むため、記録密度の高い記録ヘッドを形成することができる。また、本実施の形態によれば、微細に形成した上部磁極チップ 1 3 をマスクとして、下部磁極チップ 9 をエッチングしてトリム構造とすることができるので、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。

40

【 0 0 6 8 】

[ 第 2 の実施の形態 ]

50

次に、図12ないし図23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の製造方法としての複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。なお、図12ないし図20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。

【0069】

本実施の形態に係る製造方法では、まず、図12に示したように、例えばアルティック( $Al_2O_3 \cdot TiC$ )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5 $\mu m$ の厚みで堆積する。

【0070】

次に、図13に示したように、絶縁層2の上に、めっき法によって、磁性材料、例えばパーマロイ( $NiFe$ )を約2~3 $\mu m$ の厚みで選択的に形成して、再生ヘッド用の下部シールド層3を形成する。

【0071】

次に、下部シールド層3および絶縁層2の上に、例えばアルミナよりなる絶縁膜2aを、0.3~0.8 $\mu m$ の厚みに形成する。次に、絶縁膜2aの上に、MR素子に接続される電極の一部となる一対の電極用層7Aを、例えば銅( $Cu$ )によって、3~4 $\mu m$ の厚みに形成する。この電極用層7Aは、例えば、めっき法や、スパッタや、CVDによって形成される。次に、全体にアルミナ膜あるいはシリコン酸化膜よりなる絶縁層31を、4~5 $\mu m$ の厚みに形成する。

【0072】

次に、図14に示したように、下部シールド層3の表面が露出するように、全体を平坦化する。この平坦化は、機械的な研磨やCMP等を用いて行うことができる。この平坦化により、電極用層7Aは導電層7bとなり、杵状の下部シールド層3の内側に形成された空間内に、絶縁膜2aを介して、自己整合的に導電層7bが収容された構造が得られる。また、この平坦化により、導電層7bのうちの外縁部は露出し、その内側の大部分は、絶縁層31によって覆われた構造が得られる。

【0073】

このように、導電層7bは、0.3~0.8 $\mu m$ の厚みの絶縁膜2aによって完全に覆われた下部シールド層3の内側の空間内に、自己整合的に正確に収容されるように形成される。従って、導電層7bと下部シールド層3との間の絶縁性能は極めて高く、導電層7bと下部シールド層3との間において、パーティクルや膜のピンホール等による磁気的および電氣的な絶縁の不良をなくすることができる。

【0074】

次に、図15に示したように、下部シールド層3、導電層7bおよび絶縁層31の上に、スパッタにより、チッ化アルミニウムやアルミナ等の絶縁材を、約50~100nmの厚みに形成して、第1の下部シールドギャップ膜44aを形成する。第1の下部シールドギャップ膜44aを形成する際には、予め、後述する電極層と導電層7bとを電氣的に接続するためのコンタクトホールと、導電層7bをパッドとの接続用の導電層に接続するためのコンタクトホール21とを形成する。

【0075】

次に、電極層と導電層7bとを接続するためのコンタクトホールよりも磁極部分とは反対側の部分における第1の下部シールドギャップ膜44aの上に、チッ化アルミニウムやアルミナ等の絶縁材を、0.1~0.3 $\mu m$ の厚みに形成して、第2の下部シールドギャップ膜44bを形成する。なお、便宜上、図では、第1の下部シールドギャップ膜44aと第2の下部シールドギャップ膜44bを、1つの層で表している。

【0076】

次に、磁極部分における第1の下部シールドギャップ膜44aの上に、再生用のMR素子5を形成するためのMR膜を、スパッタにより、数十nmの厚みに形成する。次に、このMR膜の上に、MR素子5を形成すべき位置に選択的に、図示しないフォトレジストパターンを形成する。このとき、リフトオフを容易に行うことができるように、例えばT型の

10

20

30

40

50

フォトレジストパターンを形成する。次に、フォトレジストパターンをマスクとして、例えば、アルゴン系のイオンミリングによってMR膜をエッチングして、MR素子5を形成する。なお、MR素子5は、GMR素子でもよいし、AMR素子でもよい。

**【0077】**

次に、導電層7bの上に、同じフォトレジストパターンをマスクとして、MR素子5に電氣的に接続される一対の電極層7aを、スパッタにより、80～150nmの厚みに形成する。電極層7aは、例えば、TiW, CoPt, TiW, Ta, Auを積層して形成される。また、電極層7aは、第1の下部シールドギャップ膜44aに形成されたコンタクトホールを介して、導電層7bに対して電氣的に接続される。電極層7aおよび導電層7bが、MR素子5に接続される電極を構成する。

10

**【0078】**

次に、電極層7aおよび第2の下部シールドギャップ膜44bの上に、スパッタにより、チッ化アルミニウムやアルミナ等の絶縁材を、約50～100nmの厚みに形成して、第1の上部シールドギャップ膜44cを形成する。次に、MR素子5および第1の上部シールドギャップ膜44cの上に、スパッタにより、チッ化アルミニウムやアルミナ等の絶縁材を、0.1～0.3μmの厚みに形成して、第2の上部シールドギャップ膜44dを形成して、MR素子5をシールドギャップ膜44a, 44d内に埋設する。なお、便宜上、図では、第1の上部シールドギャップ膜44cと第2の上部シールドギャップ膜44dを、1つの層で表している。

**【0079】**

20

次に、第2の上部シールドギャップ膜44d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、上部シールド層と記す。)8を形成する。この上部シールド層8は、NiFeや、チッ化鉄(FeN)やその化合物、Fe-Co-Zrのアモルファス等の高飽和磁束密度材を用いて形成してもよいし、NiFeと高飽和磁束密度材を重ねて形成してもよい。また、上部シールド層8を形成する際に同時に、上部シールド層8と同じ材料を用い、コンタクトホール21の上に、導電層7bに接続される導電層22を形成する。

**【0080】**

次に、図16に示したように、NiFeや上述のような高飽和磁束密度材を用いて、それぞれ1.5～2.5μmの厚みで、上部シールド層8の上に下部磁極チップ9を形成し、上下の磁極層を接続する部分における上部シールド層8の上に磁路形成用の磁性層10を形成し、導電層22の上に導電層23を形成する。

30

**【0081】**

次に、全体にアルミナ膜あるいはシリコン酸化膜よりなる絶縁膜32を、0.3～0.5μmの厚みに形成する。次に、絶縁膜32の上に、記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル33を、例えばめっき法により、1～2μmの厚みに形成する。次に、全体にアルミナ膜あるいはシリコン酸化膜よりなる絶縁層34を、4～6μmの厚みに形成する。そして、下部磁極チップ9、磁性層10および導電層23の表面が露出するように、全体を平坦化する。この平坦化は、機械的な研磨やCMP等を用いて行うことができる。このような平坦化処理を行うことにより、MR素子5のパターンによって下部磁極チップ9に発生する段差がなくなり、下部磁極チップ9の表面が平坦になり、その後形成される記録ヘッドの磁極部分の記録ギャップ層を平坦にすることができる。その結果、高周波領域における書き込み特性を向上させることができる。

40

**【0082】**

次に、図17に示したように、平坦化された面の上に、アルミナ膜等の絶縁膜よりなる記録ギャップ層12を、0.2～0.3μmの厚みに形成する。次に、例えば、反応性イオンエッチング、イオンビームミリング等のドライエッチングを用いて、磁性層10の上、導電層23の上、および第1層目の薄膜コイル33と第2層目の薄膜コイルとの接続部分における記録ギャップ層12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。

**【0083】**

50

次に、磁極部分における記録ギャップ層 12 の上に、記録ヘッド用の磁性材料によって、記録ヘッドのトラック幅を決定する上部磁極チップ 13 を例えば 3 ~ 5  $\mu\text{m}$  の厚みに形成すると共に、磁性層 10 の上に、上部磁極チップ 13 と同じ材料を用いて、磁路形成用の磁性層 14 を例えば 3 ~ 5  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。上部磁極チップ 13 は、例えば、NiFe (Ni : 80 重量% , Fe : 20 重量%) や、高飽和磁束密度材料である NiFe (Ni : 50 重量% , Fe : 50 重量%) 等の材料を用い、めっき法によって形成してもよいし、チッ化鉄 (FeN) やその化合物等の高飽和磁束密度材をスパッタし、パターンニングして形成してもよい。なお、上部磁極チップ 13 の材料としては、上記の例の他に、Fe - Co - Zr のアモルファス等の高飽和磁束密度材を用いても良い。また、上部磁極チップ 13 は、上述の種々の材料を 2 種類以上重ねて形成してもよい。上部磁極チップ 13 に高飽和磁束密度材を用いることにより、コイルによって発生する磁束が、途中で飽和することなく、有効に、磁極部分に到達するようになるため、記録密度の高い記録ヘッドを形成することができる。

#### 【0084】

次に、磁極部分において、上部磁極チップ 13 の両側における記録ギャップ層 12 をドライエッチングにより除去した後、露出した下部磁極チップ 9 を、上部磁極チップ 13 をマスクとして、イオンミリングによって、例えば 0.4  $\mu\text{m}$  エッチングして、トリム構造とする。

#### 【0085】

次に、全体にアルミナ膜あるいはシリコン酸化膜よりなる絶縁膜 35 を、0.3 ~ 0.5  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。なお、絶縁膜 35 には、第 1 層目の薄膜コイル 33 と第 2 層目の薄膜コイルとの接続部分にコンタクトホールを形成する。次に、絶縁膜 35 の上に、記録ヘッド用の第 2 層目の薄膜コイル 36 を、例えばめっき法により、1.5 ~ 2.5  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。このとき、同時に、導電層 23 の上に導電層 24 を形成する。次に、全体にアルミナ膜あるいはシリコン酸化膜よりなる絶縁層 37 を、4 ~ 5  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。そして、上部磁極チップ 13 および磁性層 14 の表面が露出するように、全体を平坦化する。この平坦化は、機械的な研磨や CMP 等を用いて行うことができる。この平坦化により、上部磁極チップ 13 の最終的な厚みを 2 ~ 3  $\mu\text{m}$  にする。

#### 【0086】

次に、図 18 に示したように、絶縁層 37 に、第 2 層目の薄膜コイル 36 と第 3 層目の薄膜コイルとの接続部分と、導電層 24 の上の部分とにコンタクトホールを形成する。次に、絶縁層 37 の上に、第 3 層目の薄膜コイル 38 を、例えばめっき法により、1.5 ~ 2.5  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。このとき、同時に、導電層 24 の上に導電層 25 を形成する。次に、絶縁層 37 およびコイル 38 の上に、フォトレジストよりなる絶縁層 39 を、所定のパターンに形成する。次に、例えば 250 °C 程度の温度にてキュアを施す。

#### 【0087】

次に、図 19 に示したように、上部磁極チップ 13 から絶縁層 39 を経て磁性層 14 に至る領域の上に、記録ヘッド用の磁性材料よりなる上部磁極層 19 を、2 ~ 3  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。この上部磁極層 19 は、磁性層 14 , 10 を介して上部シールド層 8 と接触し、磁氣的に連結している。

#### 【0088】

次に、図 20 に示したように、上部磁極層 19 の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層 20 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を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

#### 【0089】

図 21 は下部シールド層 3 の平面図、図 22 は図 14 の平面図、図 23 は図 19 の平面図である。これらの図に示したように、下部シールド層 3 は、内側に導電層 7b を收容するための空間 3a を有する枠状に形成されている。導電層 7b は、絶縁膜 2a を介して、下部シールド層 3 の内側の空間内に收容されている。

#### 【0090】

10

20

30

40

50

本実施の形態では、3層のコイル33, 36, 38を備えたので、狭トラックでオーバーライト特性が優れ、高周波に対応可能な薄膜磁気ヘッドを得ることができる。また、本実施の形態では、1層目のコイル33を、記録ギャップ層12の下側の下部磁極チップ9と磁性層10との間の空間に配置しているのので、3層のコイル33, 36, 38を備えながら、エイペックス部、すなわち山状に盛り上がったコイル部分の高さを低くでき、その結果、記録トラック幅を決定する上部磁極チップ13および上部磁極層19を微細に形成することができ、記録トラック幅を小さくすることが可能となる。

#### 【0091】

また、本実施の形態では、1層目のコイル33の形成後、および2層目のコイル36の形成後に、それぞれコイル33, 36を覆う絶縁層34, 37を平坦化しているのので、2層目のコイル36および3層目のコイル38の微細化が可能となり、薄膜磁気ヘッド全体に占めるコイルの面積を小さくすることができ、その結果、磁路長を短くでき、記録ヘッドの性能を向上させることが可能となる。

10

#### 【0092】

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。

#### 【0093】

なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されない。例えば、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。

20

#### 【0094】

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、上記各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各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。

#### 【0095】

従って、このような構造の薄膜磁気ヘッドでは、MR素子の上部シールド層が、本発明における一方のシールド層に対応する。つまり、上部シールド層の空間内に導電層が配置される。

30

#### 【0096】

なお、このような構造の薄膜磁気ヘッドでは、凹部を形成した基体を用いることが好ましい。そして、基体の凹部に、コイル部を形成することによって、薄膜磁気ヘッド自体の大きさを更に縮小化することができる。

#### 【0097】

更に、異なる形態としては、誘導型磁気変換素子のコイル部を構成する各薄膜コイル間に形成される絶縁層を、全て無機絶縁層としてもよい。

#### 【0098】

#### 【発明の効果】

40

以上説明したように本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置された2つのシールド層のうち一方のシールド層が、電極の少なくとも一部を収容するための空間を有する枠状に形成され、電極の少なくとも一部が、一方のシールド層の空間内に、一方のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるようにしたので、電極と各シールド層との間の絶縁性能を高くすることができると共に、電極が絶縁層を介して両シールド層間に介挿された構造とならないので、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、磁気抵抗素子に接続される電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることができるという効果を奏する。更に、電極を十分厚く形成することができるので、電極の配線抵抗をより低くすることができるという効果を奏する。更に、電極のうち、一方のシールド層の空間内に配置された部分が、一方のシールド

50

層によって挟み込まれてシールドされるので、電極に対するノイズの影響を低減することができ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】図 6 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 8】図 7 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 9】図 8 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態における下部シールド層の平面図である。

【図 11】図 4 の平面図である。

【図 12】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 13】図 12 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 14】図 13 に続く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。

【図 18】図 17 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 19】図 18 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 20】図 19 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 21】本発明の第 2 の実施の形態における下部シールド層の平面図である。

【図 22】図 14 の平面図である。

【図 23】図 19 の平面図である。

【図 24】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 25】図 24 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 26】図 25 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 27】図 26 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 28】図 27 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 29】図 28 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 30】図 29 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 31】図 30 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 32】従来の薄膜磁気ヘッドの製造途中の状態を示す平面図である。

【図 33】従来の薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【符号の説明】

1 ... 基板、2 ... 絶縁層、3 ... 下部シールド層、4 a ... 下部シールドギャップ膜、4 b ... 上部シールドギャップ膜、5 ... MR 素子、7 a ... 電極層、7 b ... 導電層、8 ... 上部シールド層、9 ... 下部磁極チップ、12 ... 記録ギャップ層、13 ... 上部磁極チップ、15, 17 ... 薄膜コイル、19 ... 上部磁極層、20 ... オーバーコート層。

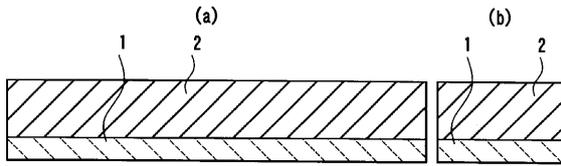
10

20

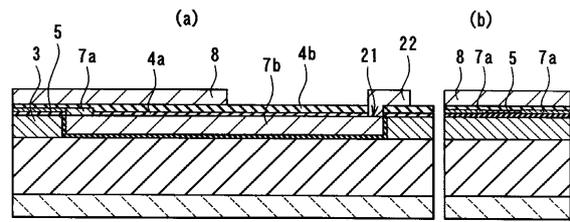
30

40

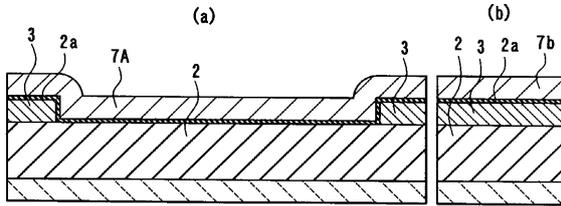
【 図 1 】



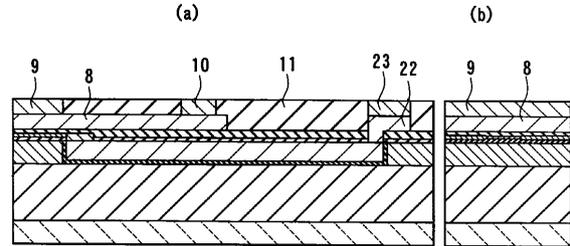
【 図 4 】



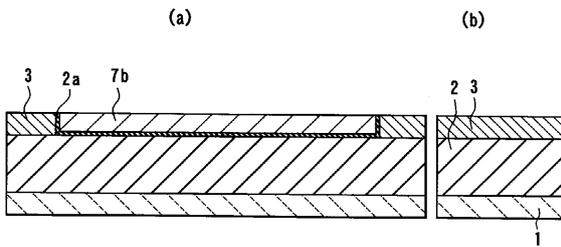
【 図 2 】



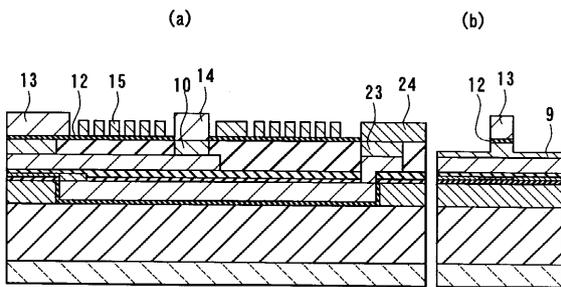
【 図 5 】



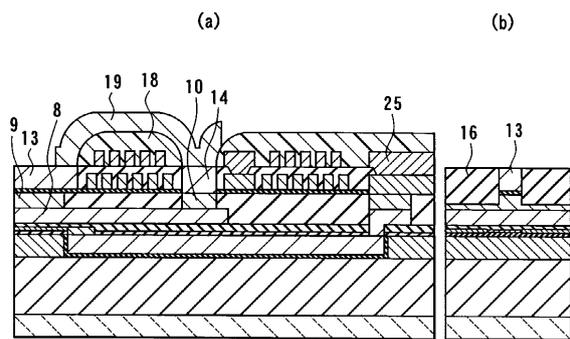
【 図 3 】



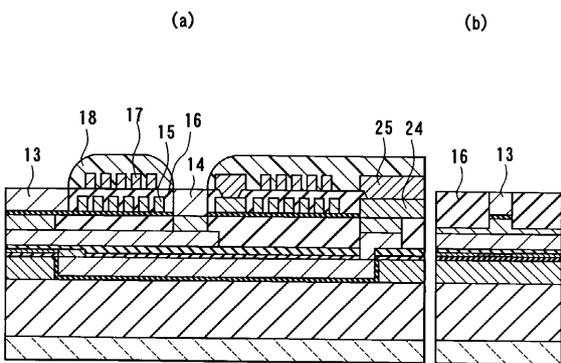
【 図 6 】



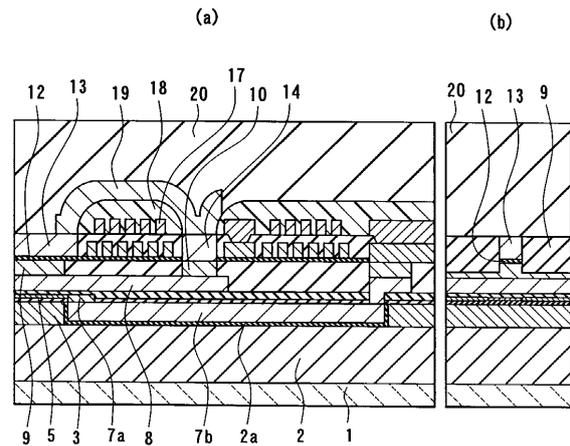
【 図 8 】



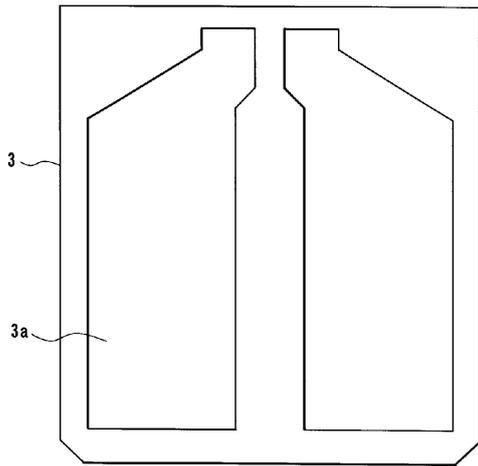
【 図 7 】



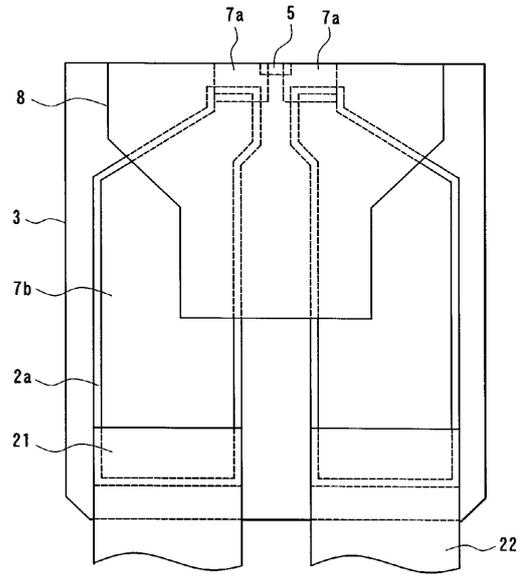
【 図 9 】



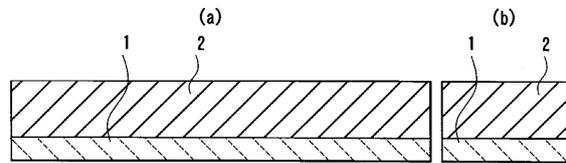
【 図 1 0 】



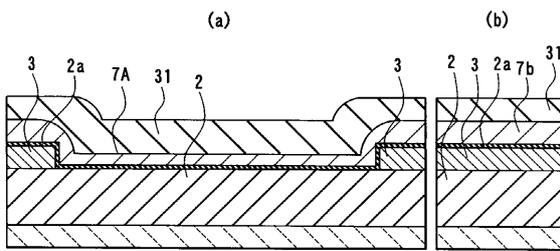
【 図 1 1 】



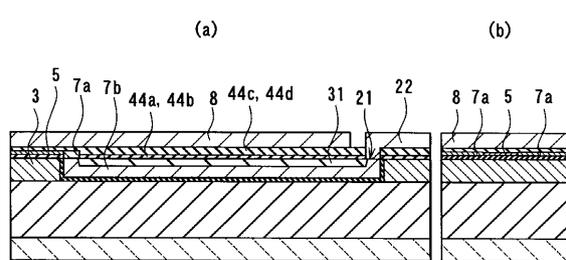
【 図 1 2 】



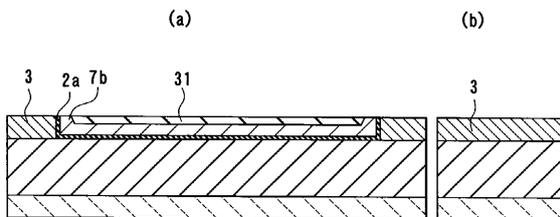
【 図 1 3 】



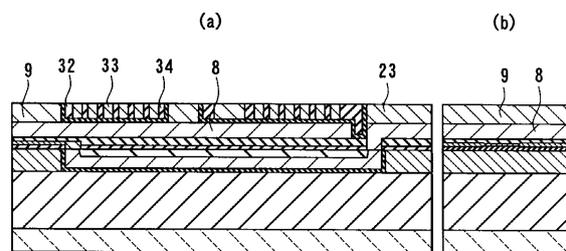
【 図 1 5 】



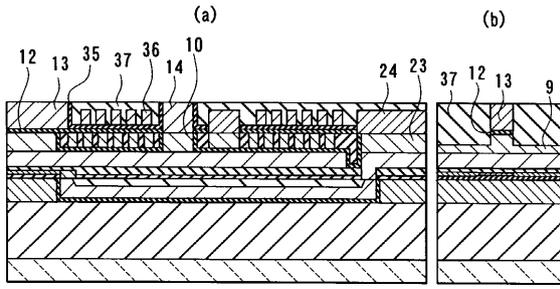
【 図 1 4 】



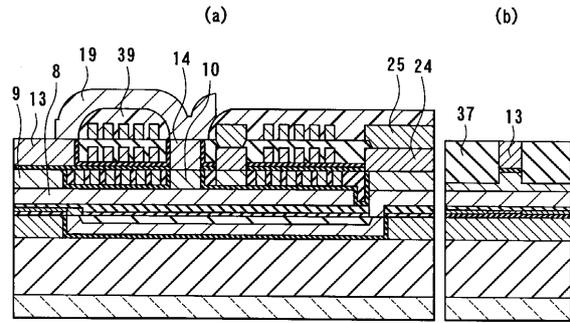
【 図 1 6 】



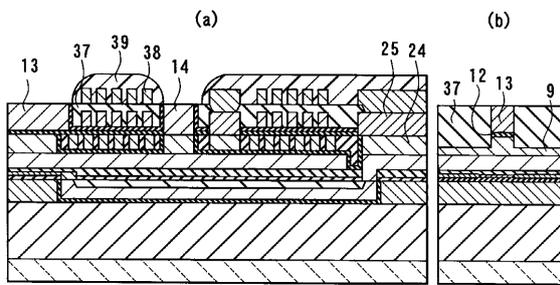
【 図 1 7 】



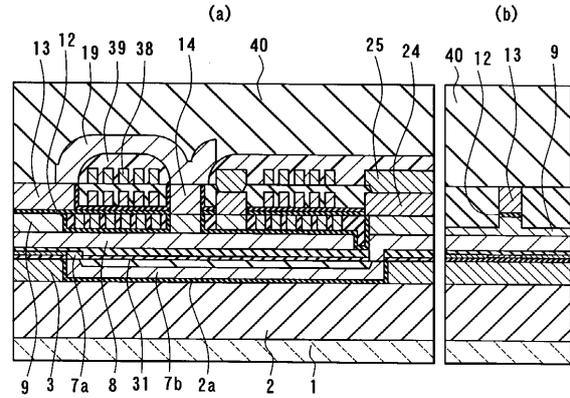
【 図 1 9 】



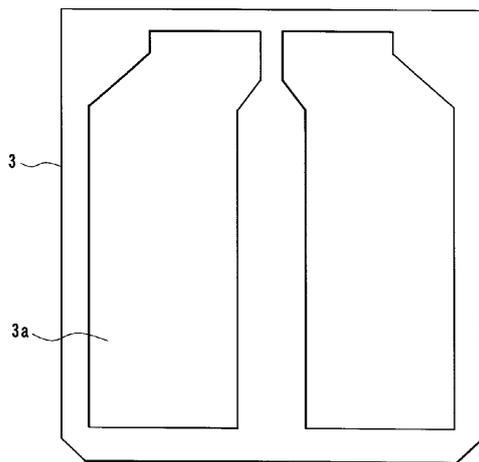
【 図 1 8 】



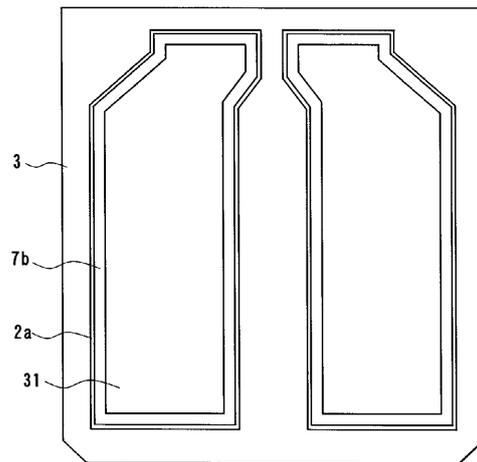
【 図 2 0 】



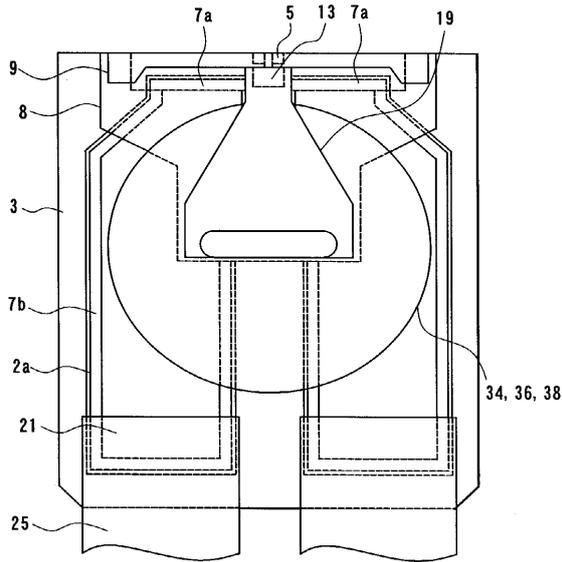
【 図 2 1 】



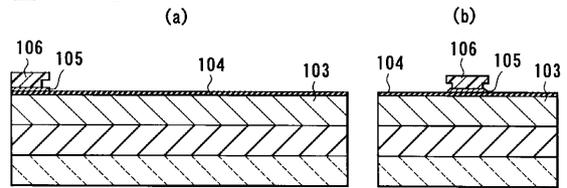
【 図 2 2 】



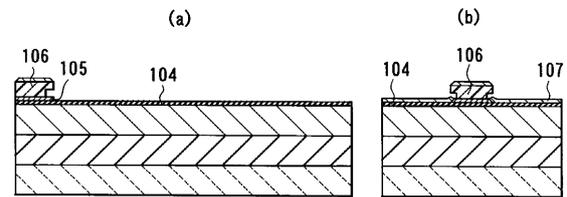
【 図 2 3 】



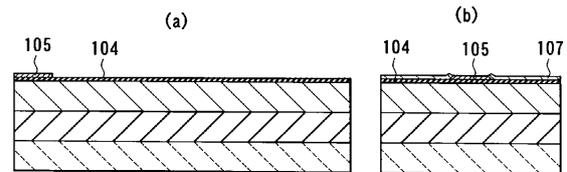
【 図 2 5 】



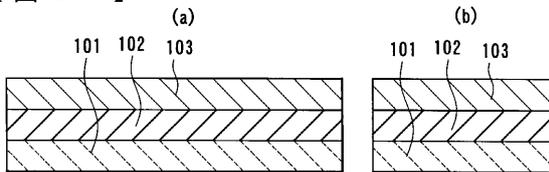
【 図 2 6 】



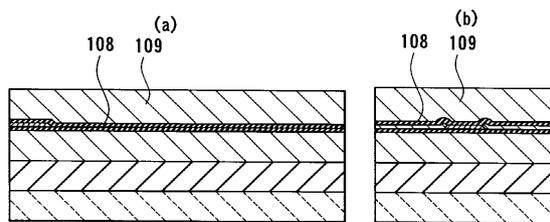
【 図 2 7 】



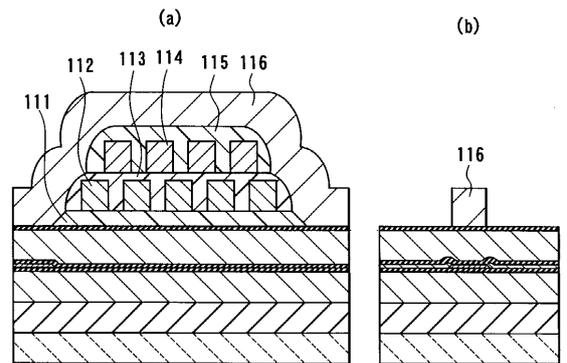
【 図 2 4 】



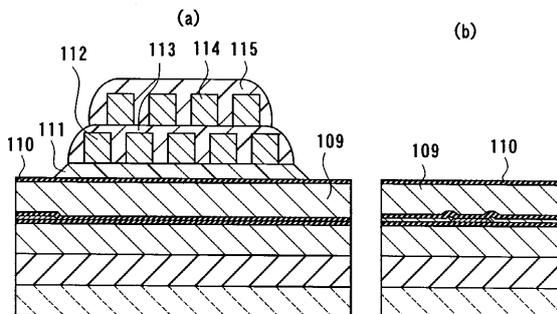
【 図 2 8 】



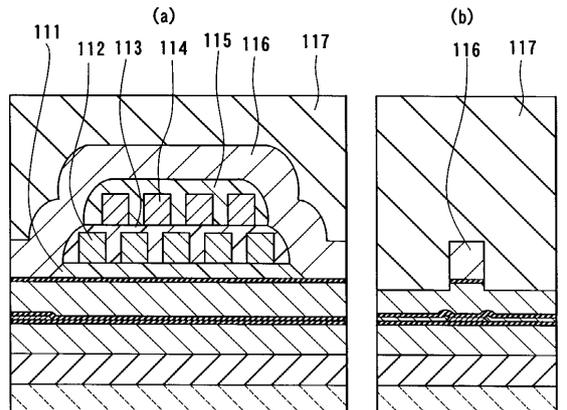
【 図 3 0 】



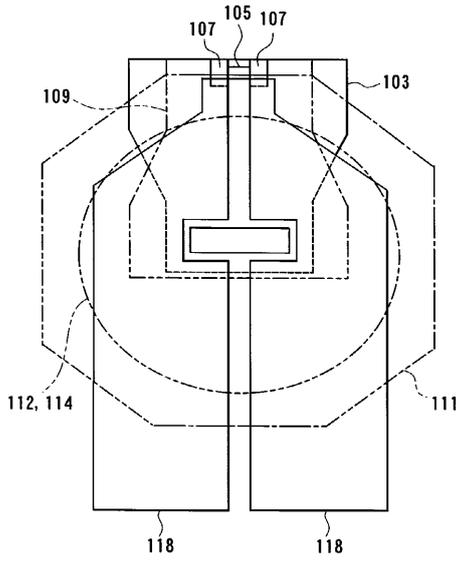
【 図 2 9 】



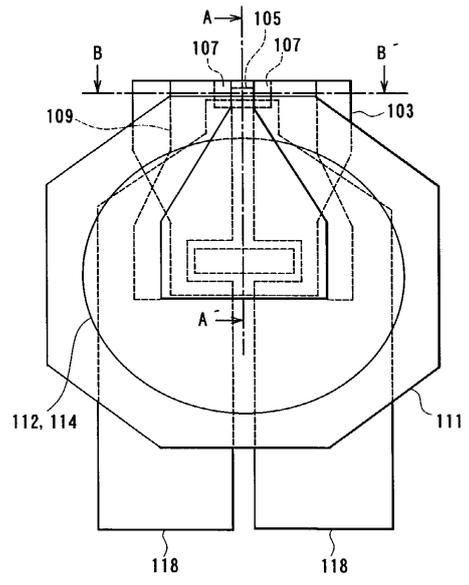
【 図 3 1 】



【 図 3 2 】



【 図 3 3 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09-312006(JP,A)  
特開平05-182151(JP,A)  
特許第3538028(JP,B2)  
特許第3530023(JP,B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
G11B 5/39  
G11B 5/31