

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-293828
(P2005-293828A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G 1 1 B 5/39	G 1 1 B 5/39	2 H O 9 6
G 0 3 F 7/26	G 0 3 F 7/26	5 1 1
G 0 3 F 7/40	G 0 3 F 7/40	5 O 1
H O 1 L 21/027	H O 1 L 43/08	Z
H O 1 L 43/08	H O 1 L 43/12	
審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 28 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2005-97551 (P2005-97551)	(71) 出願人	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成17年3月30日 (2005.3.30)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(62) 分割の表示	特願2003-479 (P2003-479) の分割	(74) 代理人	100091672 弁理士 岡本 啓三
原出願日	平成7年12月26日 (1995.12.26)		
(31) 優先権主張番号	特願平7-165337	(72) 発明者	上原 裕二 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
(32) 優先日	平成7年6月30日 (1995.6.30)	(72) 発明者	金井 均 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
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	金峰 理明 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
最終頁に続く			

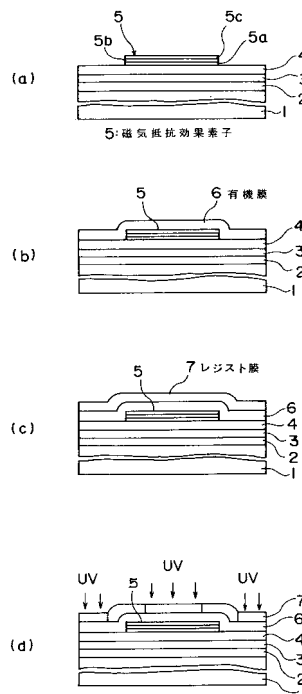
(54) 【発明の名称】 マスクを用いたパターン形成方法

(57) 【要約】

【課題】 リフトオフによるパターンの形成工程を含むマスクの形成方法に関し、膜を精度良くパターンニングし、しかもレジストのダメージ発生を抑制すること。

【解決手段】 絶縁性の非磁性層 4 上に多層膜 5 a ~ 5 c を形成する工程と、多層膜 5 a ~ 5 c 上に有機膜 6 を形成する工程と、有機膜 6 上にレジスト膜 7 を形成する工程と、レジスト膜 7 を露光、現像して所定領域に開口部を形成する工程と、開口部の下の有機膜 6 を除去して有機膜 6 のパターンを形成し、有機膜 6 のパターンの縁をレジスト膜 7 のパターンの縁から内方に食い込ませる工程とを有し、レジスト膜 7 は架橋型化学増幅ネガレジストからなり、有機膜 6 はポジ型感光性樹脂からなり、レジスト膜 7 に開口部を形成した後に、レジスト膜 7 と有機膜 6 に紫外線を照射して有機膜 6 を露光するとともにレジスト膜 7 を硬化することを特徴とするマスクを用いたパターン形成方法によって解決する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁性の非磁性層上に多層膜を形成する工程と、
前記多層膜上に有機膜を形成する工程と、
未露光状態の前記有機膜の上に、レジスト膜を形成する工程と、
前記レジスト膜を露光、現像して前記レジスト膜の所定領域に開口部を形成する工程と

、
前記開口部の下の前記有機膜を除去することにより、前記レジスト膜の下に前記有機膜のパターンを形成し、前記有機膜のパターンの縁を前記レジスト膜のパターンの縁から内方に食い込ませる工程とを有し、

前記レジスト膜は架橋型化学増幅ネガレジストからなり、前記有機膜はポジ型感光性樹脂からなり、前記レジスト膜に前記開口部を形成した後に、前記レジスト膜と前記有機膜に紫外線を照射して前記有機膜を露光するとともに前記レジスト膜を硬化する工程を有することを特徴とするマスクを用いたパターン形成方法。

10

【請求項 2】

前記有機膜のパターンを形成する工程の後に、前記レジスト膜の上と前記開口部の下の前記多層膜の上に薄膜を形成する工程と、

前記有機膜と前記レジスト膜を剥離して前記レジスト膜上の前記薄膜をリフトオフする工程と

を有することを特徴とする請求項 1 に記載のマスクを用いたパターン形成方法。

20

【請求項 3】

前記レジスト膜のパターンと前記有機膜のパターンとをマスクに使用して前記多層膜をエッチングすることにより、前記多層膜をパターンニングする工程を有することを特徴とする請求項 1 に記載のマスクを用いたパターン形成方法。

【請求項 4】

前記薄膜は、リード端子となる金属膜であることを特徴とする請求項 2 に記載のマスクを用いたパターン形成方法。

【請求項 5】

前記薄膜は、センス領域を挟む領域に形成される硬磁性膜、又はセンス領域を挟む領域に形成される交換相互作用膜のいずれかであることを特徴とする請求項 2 に記載のマスクを用いたパターン形成方法。

30

【請求項 6】

前記レジスト膜の下の前記有機膜は感光性樹脂からなり、前記レジスト膜の形成前に前面露光によって前記有機膜のエッチング速度を調整する工程を有することを特徴とする請求項 1 に記載のマスクを用いたパターン形成方法。

【請求項 7】

前記有機膜と前記レジストの間に、前記有機膜と前記レジスト膜の混合を防止するための有機材からなる中間層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のマスクを用いたパターン形成方法。

【請求項 8】

前記レジスト膜及び前記有機膜を剥離する剥離液として、溶解性パラメータが 9.0 ~ 12 の有機溶剤か、水又はアルカリ水溶液か、n-メチルピロリドンを少なくとも 30 重量部含む溶液か、アミン類を少なくとも 30 重量部含む溶液のいずれかを使用することを特徴とする請求項 1 に記載のマスクを用いたパターン形成方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マスクを用いたパターン形成方法に関し、より詳しくは、磁気抵抗効果型ヘッドなどに用いられるリフトオフの工程を含むマスクを用いたパターン形成方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

磁気記録装置の再生ヘッドとして使用される磁気抵抗効果型ヘッドは、例えば図26に示すような構成をしている。その磁気抵抗効果型ヘッドは、下側ギャップ層101の上にSAL (Soft Adjacent Layer) 102と非磁性層103と磁気抵抗効果層(以下、MR層という) 104を順に形成した後に、それら3つの層を平面形状にパターンニングし、その矩形形状のパターンの両側にそれぞれ反強磁性層105a, 105bとリード端子(lead) 106a, 106bを形成する工程を経て形成される。2つのリード端子106a, 106b間の領域がセンス領域Sとなる。

【0003】

1対のリード端子106a, 106bは、図27(a)~27(c)に示すようなリフトオフによって形成される。図27(a)では、矩形形状にパターンニングされたSAL 102、非磁性層103及びMR層104の上と下側キャップ層101の上にレジスト107を1回塗布した後に、レジスト107を露光、現像することにより、2つのリード端子形成領域を露出し且つMR層104のセンス領域Sを覆う形状にレジスト107をパターンニングする。次に、図27(b)に示すように、スパッタにより反強磁性層105と金属膜106を形成する。その後、レジスト107を剥離して、2つのリード端子形成領域にのみその金属層106を残す。これにより2つのリード端子形成領域に反強磁性層105と金属層106を残し、それらを図27に示すような反強磁性層105a, 105b及びリード端子106a, 106bとして使用する。

10

20

【特許文献1】米国特許第5087332号明細書

【特許文献2】特開平7-65326号公報

【特許文献3】特開平4-181254号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、パターンニングされたレジストの側部が垂直な平面となる場合には、リード端子106a, 106bの縁にバリが発生し易いという問題がある。パターンのバリ発生を抑制するために2層構造のレジストを用いる方法が知られている。

【0005】

例えば、磁気ヘッドのギャップ層をパターンニングするために、レジストを2度塗布して2回露光し、現像することによりレジストの断面をマッシュルーム状に形成し、そして、そのレジストをリフトオフ用のマスクに使用することが米国特許第5087332号明細書に記載されている。また、上側層をレジスト、下側層をAl₂O₃膜としたマッシュルーム状のリフトオフ用マスクが特開平7-65326号公報に記載されている。

30

【0006】

しかし、これらのマスクは2度のパターンニングを経るために、露光時に相対的に位置ズレが生じると、マッシュルーム形状の左右のバランスが崩れたり、或いは上層側のレジスト層の側方への突出量が大きくなり過ぎて湾曲するおそれがある。これにより磁気ヘッドの歩留りを向上させるのが難しくなる。また、断面がマッシュルーム形状のレジストを、リフトオフ用のマスクに使用するとともに、磁性層パターン形成用のマスクとしても使用することがある。この場合、真空プロセスの際にレジストがダメージを受けるので、レジストから有機物などの構成物質が飛散して磁性層の表面に付着し、磁性層とリード端子のコンタクト不良の原因となる。

40

【0007】

さらに、2層レジストの剥離液や条件を適切にしなければ磁性層にダメージを与えてしまう。

【0008】

本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであって、膜を精度良くパターンニングし、しかもレジストのダメージ発生を抑制するマスクを用いたパターン形成方法を提供する

50

ことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記した課題は、図1、2又は図3、4に例示するように、絶縁性の非磁性層4上に多層膜10a~10c(5a~5c)を形成する工程と、前記多層膜10a~10c上に有機膜11(6)を形成する工程と、前記有機膜11上にレジスト膜12(7)を形成する工程と、前記レジスト膜12を露光、現像して所定領域にある前記レジスト膜12に開口部を形成する工程と、前記開口部にある前記有機膜11を除去して前記レジスト膜12の下に前記有機膜11のパターンを形成し、前記有機膜11のパターンの縁を前記レジスト膜12のパターンの縁から内方に食い込ませる工程とを有し、前記レジスト膜12は架橋型化学増幅ネガレジストからなり、前記有機膜11はポジ型感光性樹脂からなり、前記レジスト膜12に前記開口部を形成した後に、前記レジスト膜12と前記有機膜11に紫外線を照射して前記有機膜11を露光するとともに前記レジスト膜12を硬化する工程を有することを特徴とするマスクを用いたパターン形成方法によって解決する。

10

【0010】

前記有機膜11のパターンを形成する工程の後に、前記レジスト膜12の上と前記開口部の下の前記多層膜10a~10cの上に薄膜27,28を形成する工程と、前記有機膜11と前記レジスト膜12を剥離して前記レジスト膜12上の前記薄膜をリフトオフする工程とを有することを特徴とする。

【0011】

または、前記レジスト膜12のパターンと前記有機膜11のパターンとをマスクに使用して前記多層膜10a~10cをエッチングすることにより、前記多層膜10a~10cをパターンニングする工程を有することを特徴とするマスクを用いたパターン形成方法によって解決する。前記薄膜27,28は、センス領域を挟む領域に形成されるリード端子となる金属膜であることを特徴とする。

20

【0012】

前記薄膜は、センス領域を挟む領域に形成される硬磁性膜、又はセンス領域を挟む領域に形成される交換相互作用膜のいずれかであることを特徴とする。

【0013】

前記レジスト膜の下の前記有機膜は感光性樹脂からなり、前記レジスト膜の形成前に全面露光によって前記有機膜のエッチング速度を調整する工程を有することを特徴とする。

30

【0014】

前記レジスト膜及び前記有機膜を剥離する剥離液として、溶解性パラメータが9.0~12の有機溶剤か、水又はアルカリ水溶液か、n-メチルピロリドンを少なくとも30重量部含む溶液か、アミン類を少なくとも30重量部含む溶液のいずれかを使用することを特徴とする。

【0015】

(作用)

次に、上記した解決手段の作用について説明する。

【0016】

本発明によれば、リフトオフによって上側薄膜をパターンニングする前に、有機膜及びレジスト膜を他の用途のマスクに使用して前記多層膜をパターンニングするようにしているので、パターンニング毎にマスクを形成する手間が省け、スループットが向上する。この場合、有機膜上のレジスト膜のアルゴンスパッタエッチングによるエッチング速度が所定条件で450/min以下であれば、有機膜の構成物質による多層膜の表面の汚染や多層膜の下の非磁性層の表面の汚染を極めて少なくできる。また、本発明においては、スパッタによるエッチング速度が小さいことから架橋型ネガティブレジストをレジスト材料として使用する。可溶性樹脂、架橋剤及び光酸発生剤を含んだ材料からなる化学増幅レジストも同じようにスパッタによるエッチング速度が小さいので、化学増幅レジストを上記したレジスト膜として使用することは好ましい。

40

50

【0017】

レジスト膜のエッチングレートを小さくする他の方法として、加熱或いは過剰な光照射によってレジスト膜を硬化する方法もある。硬化されたレジスト膜は、汚染物発生を抑制することに加えて、エッチング時のレジスト膜自身の寸法縮小を抑制するという利点もある。

【0018】

レジスト膜の現像液を用いてレジスト膜のパターニングに続いてその下の有機膜をパターニング使用と場合に、有機膜/レジスト膜の溶解速度比を10以上にすると有機膜のパターン精度は高くなる。さらに、有機膜を液によってエッチングすることは、等方性エッチングするためには好ましい。

10

【0019】

有機膜の材料としては、ビニルアルコール構造の樹脂、カルボン酸基を含む樹脂又はスルホン酸を含む樹脂などが適している。

【0020】

ポリアミック酸を含む樹脂を有機膜として用いる場合には、120～170の温度で1～20分間ベークするとよい。それ以外の温度や時間の条件では、その樹脂膜のパターニングのためのエッチングが速過ぎたり遅過ぎることになり、有機膜のパターニングが難しくなる。

【0021】

マスクの下側にある有機膜として感光性材料を使用する場合に、上側のレジスト膜のパターンを有機膜用の露光マスクとして使用すると、露光された有機膜には精度良い潜像が形成される。光が照射されない有機膜の領域は、有機膜内での光の乱反射があるので光が内方に入り込んでレジスト膜のパターンよりも狭くなる。また、感光性の有機膜とレジスト膜の光反応の感度を異ならせることにより、1回の露光によりレジスト膜のパターンを有機膜のパターンよりも大きく形成でき、スループットを向上できる。

20

【0022】

スピコートにより有機膜を塗布する際に、有機膜が薄過ぎるとその膜厚が不均一になる。その逆に、有機膜が厚過ぎると、レジスト膜上にスパッタにより形成される上側薄膜の粒子が有機膜のパターンの側部に付着し易くなってバリ発生の原因になる。

【0023】

また、マスクとなる有機膜やレジスト膜を均一な厚さに塗布するためには、マスクの下に存在する段差が小さい方が好ましい。従って、マスクの除去によるリフトオフの後に、磁気抵抗素子のパターニングの後に非磁性層のパターニングを行う方が好ましい。

30

【0024】

有機膜の材料とレジスト膜の材料の混合を防止するために、それらの膜の間に中間層を介在させるとよい。

【0025】

有機膜とレジスト膜を剥離する際に、有機膜とレジスト膜のそれぞれに最適な剥離液を別々に使用すると剥離速度が速くなり、スループットが向上する。

【発明の効果】

40

【0026】

本発明によれば、磁気抵抗効果素子の下のシールド膜等をパターニングする場合には、磁気抵抗効果素子のパターニングを終えた後に行うようにしているので、磁気抵抗効果素子をパターニングする際に使用するレジストが平坦化になって、精度良い磁気抵抗効果素子のパターニングが可能になる。また、リフトオフによる薄膜のパターンの前に、有機膜とレジスト膜をマスクにして前記多層膜をパターニングしているので、パターニング毎にマスクを形成する手間が省け、スループットを向上できる。

【0027】

レジスト膜のエッチングレートを小さくする方法として、熱を加えるか、或いは過剰に光を照射することによりレジスト膜を硬化するとよい。硬化されたレジスト膜は、汚染防

50

止のみならずエッチングによる寸法縮小を生じ難くできる。レジスト膜の現像液を用いて有機膜をパターンニングする場合に、有機膜の溶解速度を残存したレジスト膜の溶解速度の10倍以上にすると有機膜のパターン形状の精度を高くできる。さらに、有機膜を液によってエッチングすることは、等方性エッチングが容易になる。

【0028】

有機膜の材料としてポリアミック酸を含む樹脂を用いる場合には、120～170の温度で1～20分間ベークすると、有機膜の最適なエッチング速度が得られる。また、有機膜として感光性材料を使用する場合には、レジスト膜のパターンをマスクに使用して露光すると、有機膜に精度良く潜像を形成できる。また、感光性の有機膜とレジスト膜の光反応の感度を異ならせることにより、1回の露光によりレジスト膜のパターンを有機膜のパターンよりも大きく形成でき、スループットを向上できる。

10

【0029】

有機膜の厚さには最適値が存在し、最適値によって有機膜を均一に形成し、しかも薄膜の回り込みを確実に防止できる。有機膜とレジスト膜の混合を防止するために、それらの膜の間に中間層を介在させると、精度良いパターンが形成できる。有機膜とレジスト膜を剥離する際に、有機膜とレジスト膜のそれぞれに最適な異なる剥離液を使用すると剥離速度が速くなり、スループットを向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

そこで、以下に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

20

【0031】

(第1実施形態)

図1(a)～(d)及び図2(a)～(d)は、本発明の第1実施形態に係るBCS(Boundary Control Stabilizer)バイアス磁気抵抗効果型ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【0032】

まず、図1(a)に示すように、基板1の上に、膜厚14 μ mのAl₂O₃よりなる非磁性絶縁層2と、膜厚2.3 μ mのNiFeよりなる下側磁気シールド層3と、膜厚200nmのAl₂O₃よりなる非磁性且つ絶縁性の下側ギャップ層4を順に形成した後に、その下側ギャップ層4の上に平面が矩形状の磁気抵抗効果素子5を形成する。

30

【0033】

磁気抵抗効果素子5は、下側ギャップ層4の上に膜厚20nmのSAL5a、膜厚10nmの非磁性層5b及び膜厚20nmのMR層5cを順に形成してなる多層膜から構成される。例えば、SAL材としてはNiFeCr、非磁性材としてはTa、MR層材料としてはNiFeなどがある。次に、リード端子形成のためのリフトオフに使用するマスクの形成工程に移る。

【0034】

図1(b)に示すように、ポリアミック酸(日産化学(株)製、商品名XLX10)よりなる有機膜6を0.2 μ mの厚さにスピコートした後に、有機膜6を160で2分間ベークする。この後に、図1(c)に示すように、ネガ型の化学増幅レジスト膜7を有機膜6上に2.0 μ mの厚さにスピコートした後に、この化学増幅レジスト膜7を100で2分間ベークする。ネガ型の化学増幅レジスト膜7の材料として、例えば日本ゼオン(株)製のZPP-LAX-1(商品名)を使用する。

40

【0035】

続いて、図1(d)に示すように、リード端子形成領域にある化学増幅レジスト膜7に紫外線を200mJ/cm²の量で照射する。このような露光の後に、有機膜6及び化学増幅レジスト膜7を100で2分間ポストエクスポウジャベークする。そして、濃度2.38mol%のテトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド水溶液を現像液に用いて化学増幅レジスト膜7を80秒間現像して、磁気抵抗効果素子5の両端寄りの部分を含むリード端子形成領域に図2(a)に示すような窓7aを有するパターンを形成した。この現

50

像の際には、有機膜 6 も現像液に溶解してパターンングされ、図 2 (b) に示すように、化学増幅レジスト膜 7 の下にのみ残存する。

【 0 0 3 6 】

このように、化学増幅レジスト膜 7 の現像液によって同時に下層の有機膜 6 をパターンングすることは、工程の短縮化が図れるので好ましい。ただし、現像液による有機膜 6 の溶解速度は、有機膜溶解度 / レジスト膜溶解度で示される溶解度比が 1 0 以上であることが好ましく、1 0 を下回ると形状のコントロールが困難になる。

【 0 0 3 7 】

上記した条件によれば、有機膜 6 は、その縁が化学増幅レジスト膜 7 の縁からその内方へ 1 . 2 μm 食い込んだ形状になった。その食い込み寸法は、化学増幅レジスト膜 7 のパターンの周縁に沿ってほぼ均一になった。これらのことは、パターンの上から光学顕微鏡で観察することにより確認できた。パターンの観察は化学増幅レジスト膜 7 が光透過性を有するために容易になされる。また、有機膜 6 を光吸収材料から形成すると周囲との区別が明確になってさらに観察がし易くなる。

10

【 0 0 3 8 】

以上のような方法でパターンングされた有機膜 6 と化学増幅レジスト膜 7 によってマスク M が構成される。次に、図 2 (c) に示すように、膜厚 1 8 n m の M n F e よりなる反強磁性層 8 と膜厚 1 5 0 n m の A u よりなる金属膜 9 をスパッタにより形成した後に、図 2 (d) に示すように、*n*メチルピロリドン (N M P) とエタノールアミンを同じ割合で混合した溶液を使用して化学増幅レジスト膜 7 と有機膜 6 を除去し、その上の反強磁性層 8 と金属膜 9 をリフトオフした。この結果、反強磁性層 8 と金属膜 9 は 2 つのリード端子形成領域にのみ残り、反強磁性層 8 は B C S 膜 8 a , 8 b として、金属膜 9 はリード端子 9 a , 9 b として使用される。一对のリード端子の間がセンス領域 S となる。

20

【 0 0 3 9 】

なお、化学増幅レジスト膜 7 の内側に 1 . 2 μm で食い込んで存在している有機膜 6 の側部には、反強磁性層 8 及び金属膜 9 の粒子が付着しなかった。ところで、スピンコーティングにより塗布される有機膜 6 を 0 . 0 5 μm 以下にしようとする、その膜厚が不均一になる。その逆に、有機膜 6 を 1 . 0 μm 以上に厚くすると、反強磁性層 8 及び金属膜 9 の粒子がレジスト膜 7 を回り込んで有機膜 6 のパターンの側部に付着するおそれがある。従って、有機膜 6 の厚さには最適値が存在し、経験上、0.05 ~ 1 . 0 μm であって且

30

【 0 0 4 0 】

続いて、エタノール、酢酸エチル、イソプロパノール又はアセトンのような高揮発性の有機溶剤を用いて磁気抵抗効果素子 5、リード端子 9 a , 9 b 等の表面を洗浄し、ついでその表面を乾燥した。有機溶剤は、乾燥時間を短くするために 2 0 度で蒸気圧 3 0 mmHg 以上の材料であることが好ましい。この後に、特に図示しないが、下側シールド膜 4 をフォトリソグラフィによりパターンングする。

【 0 0 4 1 】

一对のリード端子 9 a , 9 b 間の距離 (以下、コア幅という) を 3 μm に設定した場合に、そのコア幅のバラツキは $\pm 0 . 1 \mu\text{m}$ となり、しかもリード端子 9 a , 9 b はバリのない良好な形状となった。

40

【 0 0 4 2 】

これに対して、図 2 7 (a) ~ 2 7 (c) に示したように、リフトオフの際に一般的に使用されるレジスト膜 (ヘキストファーイースト (株) 製、商品名 A Z 5 2 1 4 E) 1 0 7 を単層で使用し、イメージリバーサル法でパターンングした後に、金属膜 1 0 6 をスパッタにより形成し、その後にアセトンを用いてレジスト膜 1 0 7 とその上の金属膜 1 0 6 をリフトオフした。この結果、金属膜 1 0 6 からなるリード端子 1 0 6 a , 1 0 6 b にバリが発生し、しかも、3 μm のコア幅に対して $\pm 0 . 5 \mu\text{m}$ の誤差が生じた。

【 0 0 4 3 】

50

これにより、リード端子のパターンの精度を良くするためには本実施形態の方が適していることがわかる。上記したネガ型の化学増幅レジストは、真空プロセスにおけるエッチング耐性の高い架橋型のネガレジスト膜の1つである。化学増幅型レジスト膜7は、アルカリ可溶性樹脂、架橋剤及び光酸発生剤を含む材料からなり、露光後の現像は、80～120でベークした後に行われる。

【0044】

アルゴンスパッタによる架橋型のネガレジスト膜のエッチングレートは小さいので、エッチングされてレジスト膜から発生する物質の量は極めて少なく、その物質による磁気抵抗効果素子5の汚染が抑制される。架橋型のネガレジスト膜のエッチングレートが小さくことは、真空プロセスの際のレジスト膜のパターン寸法シフトが抑制されることになる。

10

【0045】

なお、ポジ型のレジスト膜を用いる場合には、感光剤等の低分子量成分の配合が小さいものがエッチングレートが小さくなる。上述したように、有機膜6上のレジスト膜7は、真空プロセスにおけるエッチング耐性が高いことが好ましい。具体的には、平行平板型反応性イオンエッチング装置を使用する場合に、平行平板電極への供給電力が0.3W/cm²、エッチング雰囲気圧力が20mTorrに設定して、アルゴンスパッタエッチングレートが450/min以下となることが好ましい。

【0046】

なお、化学増幅レジスト膜7と有機膜6を現像した後に、少なくとも加熱か過剰露光のいずれかを施せば、化学増幅レジスト膜の表面の架橋が進んで硬化し、エッチング耐性がさらに向上する。アルゴンスパッタは、例えば金属膜形成の前に磁気抵抗効果素子の表面清浄化などに使用される可能性がある。

20

【0047】

(第2実施形態)

図3(a)～(d)及び図4(a)～(d)は、本発明の膜のパターニング方法を適用したハードマグネット膜バイアス磁気抵抗効果型ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【0048】

まず、第1実施形態と同様に、非磁性絶縁層2、下側磁気シールド層3及び下側ギャップ層4が形成された基板1を用いる。そして、図3(a)に示すように、下側ギャップ層4の上に、SAL10a、非磁性層10b及びMR層10cをスパッタにより順に形成する。続いて、MR層10c上にポジ型のグルタルイミド系感光性樹脂(日本マクダーミッド(株)製、商品名SF5)よりなる有機膜11を0.2μmの厚さにスピンコートした後に、有機膜11を260で2分間ベークする。

30

【0049】

次に、図3(b)に示すように、ネガ型の化学増幅レジスト膜12を有機膜11上に2.0μmの厚さにスピンコートする。続いて、化学増幅レジスト膜12を100で2分間ベークする。ネガ型の化学増幅レジスト膜12は、第1実施形態と同じ材料を使用する。この段階では、感光性の有機膜11は露光されていない状態にある。

【0050】

続いて、図3(c)に示すように、センス領域にある化学増幅レジスト膜12に紫外線を200mJ/cm²の量で照射する。この露光の後に、有機膜11及び化学増幅レジスト膜12を100で2分間ポストエクスポージャベークを行う。そして、濃度2.38mol%のテトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド水溶液を現像液に用いて化学増幅レジスト膜12を80秒間現像したところ、図3(d)に示すように、化学増幅レジスト膜12はセンス領域に残った。

40

【0051】

その後、有機膜11に向けて3.0J/cm²の紫外線を照射すると、化学増幅レジスト膜12によって紫外線が吸収されるので、化学増幅レジスト膜12の下の露光量は少なく、それ以外の領域の有機膜11の露光量は多くなる。しかも、光の回折、反射などによって化学増幅レジスト膜12の周縁から1μm程度食い込んだ領域の有機膜11が露光さ

50

れる。

【0052】

続いて、再びテトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド水溶液を用いて有機膜11を現像した。この結果、図4(a)に示すように、有機膜11は化学増幅レジスト膜12の下に残存し、しかも、有機膜11の周縁部は、化学増幅レジスト膜12の縁から内部に1 μ m食い込んだ領域まで後退したことが光学顕微鏡によって確認された。その食い込み寸法は、化学増幅レジスト膜12の周縁について均一であった。また、有機膜11の縁部はほぼ垂直形状になった。

【0053】

次に、有機膜11及び化学増幅レジスト膜12をマスクMに使用してSAL10aからMR層10cまでをアルゴンスパッタエッチングによってエッチングし、図4(b)に示すように、それらの層をセンス領域以外の領域に残した。SAL10aからMR層10cの側面は、基板面に対して10~30度傾斜するような条件でエッチングする。

【0054】

SAL10aからMR層10cは、後の工程でさらにパターンニングされて矩形の磁気抵抗効果素子10となる。このスパッタエッチングの際に、磁気抵抗効果素子10の表面は殆ど汚染されない。これは、化学増幅レジスト膜12が過剰に露光されて架橋が促進され、エッチング耐性が増し、これにより化学増幅レジスト膜12からの有機物などの飛散が抑制されるからである。上記した露光量によれば、アルゴンスパッタエッチングによる化学増幅レジスト膜12のエッチングレートは、200 /minであった。

【0055】

この後に、図4(c)に示すように、膜厚30nmのCoCrPtよりなる硬磁性膜13と膜厚150nmのAuよりなる金属膜14をスパッタにより形成した。この場合、化学増幅レジスト膜12の下有機膜11の側部に硬磁性膜13及び金属膜14は付着しなかった。ついで、NMPとエタノールアミンを同じ割合で混合した溶液を使用して化学増幅レジスト膜12と有機膜11を除去し、その上の硬磁性膜13及び金属膜14をリフトオフした。

【0056】

この結果、硬磁性膜13及び金属膜14は、磁気抵抗効果素子10の両端からリード端子形成領域に残り、少なくとも硬磁性膜13は磁気抵抗効果素子10の両端に接する形状にパターンニングされる。硬磁性膜13は磁気抵抗効果素子10を挟んで2分割され、その上の金属膜14は一对のリード端子14a, 14bとなる。続いて、エタノールを用いて磁気抵抗効果素子10、リード端子14a, 14b等の表面を洗浄し、ついでその表面を乾燥した。この後に、特に図示しないが、硬磁性膜13及び金属膜14を所定の形状にパターンニングして不要な部分を除くとともに磁気抵抗効果素子10をセンス領域にのみ矩形形状に残す。さらに、下側シールド膜4をフォトリソグラフィーによりパターンニングする。

【0057】

一对のリード端子14a, 14b間の距離(以下、コア幅という)を3 μ mに設定した場合に、そのコア幅のバラツキは $\pm 0.1\mu$ mとなり、しかもリード端子はバリのない良好な形状となった。これに対して、リフトオフの際に一般的に使用されるレジスト膜(ヘキストファーイースト(株)製、商品名AZ5214E)を単層で使用した場合には、3 μ mのコア幅に対して $\pm 0.5\mu$ mの誤差が生じた。しかも、そのレジスト膜のアルゴンスパッタリングの際のエッチングレートは、500 /minとスパッタエッチング耐性が弱く、磁気抵抗効果素子をパターンニングする際にレジスト膜成分である炭素が下側ギャップ層や磁気抵抗効果素子の縁に多量に付着して汚染していることがSIMS分析により確認された。その炭素の存在によりリード端子と磁気抵抗効果素子のコンタクト抵抗が高くなり、磁気特性に悪影響を与える。

【0058】

なお、ポジ型の感光性の有機膜11として、上記した材料の他に、アフトキノンジアジド系のノボラックポジレジスト膜がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

(第 3 実施形態)

次に、リフトオフに使用されるマスク M の形成について、上記とは別な方法について説明する。

【 0 0 6 0 】

まず、図 3 (a) に示す有機膜 1 1 としてポリアミック酸を使用する。ポリアミック酸はポリイミドの前駆体である。また、図 3 (b) に示すレジスト膜 1 2 の材料としては感光性有機シリコン樹脂を使用する。感光性有機シリコン樹脂としては、特開平 4 - 1 8 1 2 5 4 号公報に記載されているように、ビニル基及びフェニル基を有しているポリシロキサン又はポリシルセスキオキサンのいずれかに増感剤を添加したものがあ

10

【 0 0 6 1 】

そして、図 3 (c) に示すように、レジスト膜 1 2 を紫外線で露光した後に、レジスト膜 1 2 を現像して MR 層 1 0 c のセンス領域の上にレジスト膜 1 2 を選択的に残す。続いて、ポリアミック酸よりなる有機膜 1 1 を酸素プラズマによって等方的にエッチングすると、レジスト膜 1 2 を構成する有機シリコンは酸素プラズマによってエッチングされずにマスク M の一部として機能するので、有機膜 1 1 の縁は、レジスト膜 1 1 の縁から内部に食い込んだ形状となる。酸素プラズマに照射する時間を制御することによって 1 μ m 程度の均一な食い込み寸法が得られた。

【 0 0 6 2 】

このような材料を用いてもコア幅のバラツキは、コア幅 3 μ m に対して ± 0 . 1 μ m となった。シロキサンレジストの除去とポリアミック酸の除去は、NMP とエタノールアミンの混合液を用いて同時に行う。なお、レジスト膜 1 2 を構成する有機シリコン樹脂は、ネガ型又はポジ型を問わずに真空プロセスにおけるエッチング耐性が高いので、リフトオフ用のマスク M をスパッタエッチング用のマスクとしても使用したい場合に好ましい材料である。

20

【 0 0 6 3 】

(第 4 実施形態)

上記した実施形態では、有機膜の上に直にレジスト膜を形成している。有機膜とその上のレジスト膜の間でそれらの混合層が形成されると、精度良いパターン形状が得られないので、以下のような対策を施す。

30

【 0 0 6 4 】

レジスト膜の下の有機膜としては、水溶性の材料を使用するとレジスト膜との混合層の発生を防止できる。水溶性有機物としては、ポリビニルアルコール (P V A) 構造を含んでる樹脂、カルボン酸基を含んでいる樹脂、或いはスルホン酸基を含んでいる樹脂がある。具体的には、PVA と酢酸ビニルとイタコン酸の共重合体 (クラレ (株) 製、商品名ポパール)、PVA と酢酸ビニルと無水マレイン酸の共重合体 (クラレ (株) 製、商品名ポパール)、スルホン化ポリアニリン類 (日東化学 (株) 製、商品名 S A V E)、スルホン化ポリチオフェン類 (昭和電工 (株) 製、エスペイサー) がある。

【 0 0 6 5 】

なお、有機膜の材料として水溶性有機物を使用し、この有機膜をエッチングする場合には、水や有機アルカリ水溶液を用いる。また、レジスト膜と有機膜が混合し易い材料の場合には、第 1 実施形態に対応した図 5 (a) に示すように、レジスト膜 7 と有機膜 6 の間に上記したポリアミック酸や前述の水溶性有機物からなる中間層 1 5 を入れると、レジスト膜 7 と有機膜 6 の混合が防止される。第 2 実施形態に対応した図 5 (b) に示すように、レジスト膜 1 2 と有機膜 1 1 の間に同じような中間層 1 6 を入れると、レジスト膜 1 2 と有機膜 1 1 の混合が防止される。

40

【 0 0 6 6 】

なお、中間層 1 5 , 1 6 の材料として水溶性有機物を使用し、この中間層 1 5 , 1 6 をエッチングする場合には、水や有機アルカリ水溶液を用いる。

【 0 0 6 7 】

50

(第5実施形態)

上記した有機膜に用いられる材料は、レジスト膜材料塗布時にダメージを受けず且つ所望のパターン形状が得られるものであれば特に限定されるものでない。そのような材料として、例えばUR5100(東レ(株)製の商品名)、TL-X50(旭化成(株)の商品名)のように、ポリアミック酸を含む材料がある。そのような材料を使用する場合には、有機膜を120~170の温度で1~10分間ベーキングし、その上にアルカリ現像型のレジスト膜を形成すると、レジスト膜を現像する際の現像液による有機膜の溶解速度が残ったレジスト膜の溶解速度の10倍以上となるので好ましい。有機膜のベーキング温度が170より高いと、溶解速度が遅くなって有機膜の所望の食い込み寸法が得られず、温度が高いほど有機膜の残渣が生じ易くなる。その逆に、ベーキング温度が120よりも低くなると、有機膜の溶解速度が速過ぎて形状の均一性が損なわれる。

【0068】

また、有機膜として感光性の樹脂を用いて、その上にレジスト膜を塗布する前に予め露光によって溶解性を調整することにより、有機膜の所望の食い込みを精度良く形成できる。さらに、有機膜として感光性の樹脂を用いる場合に、有機膜とその上のレジスト膜の光反応の感度を相違させることにより、1度の露光で、レジストパターンよりも狭い有機膜のパターンを形成できる。

【0069】

例えば、有機膜とレジスト膜の双方ともポジ型を用いる場合には、有機膜の光反応の感度をレジスト膜の感度よりも高くすることにより、有機膜の露光領域を広くしてレジスト膜の縁からの食い込み寸法を確実に確保できるので好ましいパターンが形成される。例えばナフトキノンジアジド系のノボラックポジレジスト膜を使用し、その中の感光剤の種類と量を調整して感光性有機膜との感度差を生じるようにする。

【0070】

一方、有機膜とレジスト膜の双方ともネガ型を用いる場合には、レジスト膜の光反応の感度を有機膜の感度よりも高くすることにより、有機膜の露光領域を狭くしてレジスト膜の縁からの食い込み寸法を確実に確保できるので好ましいパターンが形成される。例えば、シブレイ社製のSAL-601のような化学増幅ネガレジスト膜と、ヘキスト社製のAZ-5213Eのようなイメージリバーサルレジスト膜を組み合わせ、露光量とベーク条件を調整して使用できる。この場合、イメージリバーサルレジスト膜を有機膜として使用する。

【0071】

なお、パターンニングされたレジスト膜の縁に対する有機膜の食い込み寸法は、レジスト膜の膜厚の1~3倍であることが好ましい。3倍を越えると、レジスト膜の有機膜からの突出量が大きくなりすぎてレジストの周縁が垂れ下がり、リード端子のバリの発生の原因となる。一方、1倍以下の場合には、突出量が小さ過ぎてリード端子を構成する金属膜がレジスト膜の縁を回り込んで有機膜の側部に付着し、リード端子のバリの発生の原因となる。

【0072】

(第6実施形態)

以下に、上記した有機膜及びレジスト膜を除去するための剥離液について説明する。

【0073】

剥離液としては、下側の有機膜を溶かし易くした方がリフトオフプロセスの時間短縮化の上で好ましい。有機膜として、ポリアミック酸のような非水溶性のものを用いる場合には、溶解性パラメータが9.0~12の有機溶剤を用いることが好ましい。特に、NMPを少なくとも30重量部含んでなる溶液や、アミン類を少なくとも30重量部含んでなる溶液を用いるとよく、例えば、n-メチル-2-ピロリドンと2-(2-アモノエトキシ)エタノールを同じ割合で混合した溶液がある。

【0074】

その他に、下側の有機膜の溶解特性に応じて水(は約20)、又はアルカリ水溶液(

は15～19程度)を用いてもよい。アルカリ水溶液として、0.2～15wt%のテトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド水溶液を用いてもよい。また、上側のレジストと下側の有機膜を除去する際に、第一の剥離液でレジストを剥離し、第二の剥離液で有機膜を剥離してもよい。特に、レジスト膜が厚く、有機膜が薄い場合には、有機膜よりもレジストの溶解性を高くした液を第一の剥離液として使用し、その後、レジストよりも有機膜を優先的に溶解する液を第二の剥離液として使用すると、剥離工程にかかる時間を短縮化できる。例えば、第一の剥離液として、アセトン、THF、酢酸ブチルなどがあり、また、第二の剥離液として、アルカリ水溶液、NMPなどがある。

【0075】

上記した第1～第6実施形態では、リフトオフに使用するマスクMの一層目を有機膜、二層目をレジストとしたが、その二層目を Al_2O_3 、金属などの無機膜としてもよい。そのような無機膜を使用したリフトオフ用のマスクMについて以下の第7、第8実施形態で説明する。

【0076】

(第7実施形態)

図6(a)～(d)及び図7(a)～(d)は、本発明の第7実施形態に係るBCSバياس磁気抵抗効果型ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【0077】

まず、図6(a)に示すように、基板1の上に、膜厚 $14\mu m$ の Al_2O_3 よりなる非磁性絶縁層2と、膜厚 $2.3\mu m$ のNiFeよりなる下側磁気シールド層3と、膜厚 $200nm$ の Al_2O_3 よりなる非磁性且つ絶縁性の下側ギャップ層4を順に形成した後に、その下側ギャップ層4の上に平面が矩形状の磁気抵抗効果素子5を形成する。

【0078】

磁気抵抗効果素子5は、膜厚 $20nm$ のSAL5a、膜厚 $10nm$ の非磁性層5b及び膜厚 $20nm$ のMR層5cを下側ギャップ層4上に順に形成してなる多層膜から構成される。例えば、SAL材としてはNiFeCr、非磁性材としてはTa、MR層材料としてはNiFeなどがある。次に、リード端子形成のためのリフトオフ用のマスクMの形成工程に移る。

【0079】

図6(b)に示すように、下側ギャップ層4及び磁気抵抗効果素子5の上に有機材よりなるフォトレジスト膜20を $0.05\sim 0.2\mu m$ の厚さにスピコートした後に、フォトレジスト膜20をベークする。フォトレジスト膜20はネガ型であってもよいしポジ型であってもよいが、現像液又は有機溶剤によって溶解可能な状態にする。

【0080】

この後に、図6(c)に示すように、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 のような無機膜21をスパッタによりフォトレジスト膜20の上に $0.05\sim 0.2\mu m$ の厚さに形成する。続いて、無機膜21の上に第二のレジスト膜22を塗布し、これを露光、現像して図6(d)に示すように、磁気抵抗効果素子5の両端を含むリード端子形成領域に窓22aを有するパターンを形成する。

【0081】

次に、窓22aから露出した無機膜21をイオンミリングによってエッチングすると、無機膜21にはリード端子の形状の開口部21aが形成される。開口部21aを形成した後に第二のレジスト膜22を除去すると、図7(a)のような断面が得られる。続いて、有機膜21の開口部21aにレジスト用の現像液を供給して、開口部21aの下のフォトレジスト膜20を現像液によって等方エッチングする。この場合、図7(b)に示すように、フォトレジスト膜20を開口部21aよりも $0.2\sim 1.5\mu m$ 程度側方に後退させて、フォトレジスト膜20の縁が無機膜21の開口部21aの縁よりも $0.2\sim 1.5\mu m$ 程度広がった形状にする。無機膜21の縁に対するフォトレジスト膜20の縁の後退量Wは、フォトレジスト膜20のパターンの周縁に沿ってほぼ均一になった。

【0082】

10

20

30

40

50

以上でレジスト膜 20 と無機膜 21 よりなるリフトオフ用のマスク M の形成が終了する。次に、図 7 (c) に示すように、膜厚 30 nm の MnFe よりなる反強磁性層 23 と膜厚 100 nm の Au よりなる金属膜 24 をスパッタにより形成した後に、図 7 (d) に示すように、現像液によって有機膜 20 を除去することにより、その上の無機膜 21、反強磁性層 23 及び金属膜 24 をリフトオフした。この結果、反強磁性層 23 と金属膜 24 は 2 つのリード端子形成領域にのみ残り、反強磁性層 23 は BCS 膜 23 a, 23 b として、金属膜 24 はリード端子 24 a, 24 b として使用される。一对のリード端子 24 a, 24 b の間がセンス領域 S となる。センス領域 S のうちリード端子 24 a, 24 b 間の距離がコア幅である。

【0083】

無機膜 20 の内側に 0.2 ~ 1.5 μm 後退して存在しているレジスト膜 21 の側部には、反強磁性層 23 及び金属膜 24 の粒子が付着せず、バリの発生は見られなかった。しかも、センス領域 S のコア幅のバラツキはコア幅 3 μm に対して誤差が $\pm 0.1 \mu\text{m}$ となり、リード端子 24 a, 24 b を高精度に形成できた。

【0084】

そのバリの発生させないためには、第 1 実施形態で示したように、リフトオフ用のマスク M の下層側のフォトリソ膜 20 厚さを 0.05 ~ 1.0 μm にすることが好ましい。また、マスク M の上層側の無機膜 21 の厚さは 0.05 ~ 0.5 μm にすることが好ましい。ところで、本実施形態では、マスク M の上層側を無機膜 21 としたので、無機膜を薄く、かつその下のフォトリソ膜 20 の後退量 (食い込み量) W を大きくしてもマスク M が湾曲することがなく、バリの発生をより確実に防止して歩留りが向上することができる。しかも、無機膜 21 によればレジストに比べて均一且つ薄く膜を形成することができ、下層材料と混合することもないので、その無機膜 21 のパターン精度が向上するとともにマスク M のパターン精度も向上する。

【0085】

また、無機膜 21 を光透過可能な厚さに形成すると、その下の有機膜 20 の顕微鏡による観察が容易になる。なお、フォトリソ膜 20 をエッチングするためにはレジスト用現像液の他に有機溶剤を使用してもよいし、或いは、第 3 実施形態で説明したように、酸素プラズマなどのドライエッチング法を用いてもよい。

【0086】

無機膜 21 は絶縁材の他に金属を用いてもよい。また、無機膜 21 の上側を金属層、下側を Al_2O_3 、 SiO_2 などの絶縁層とした 2 層構造を採用してもよい。無機膜 21 の少なくとも上層部を金属で形成する場合には、その金属の厚さを例えば 20 ~ 40 nm とし、光を透過させるようにすると、有機膜 26 の平面形状の顕微鏡による観察が可能になるからである。この場合、有機膜 26 を反射防止材料から形成すると、有機膜 26 のパターンとその周辺の層との区別が明確になるのでパターン観察がさらに容易になる。

【0087】

(第 8 実施形態)

図 8 (a) ~ (d) 及び図 9 (a) ~ (d) は、本発明の膜パターンング方法を適用したハードマグネット膜バイアス磁気抵抗効果型ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【0088】

まず、第 1 実施形態と同様に、非磁性絶縁層 2、下側磁気シールド層 3 及び下側ギャップ層 4 が形成された基板 1 を用いる。そして、図 8 (a) に示すように、下側ギャップ層 4 の上に SAL10 a、非磁性層 10 b 及び MR 層 10 c をスパッタにより順に形成する。続いて、MR 層 10 c 上に感光性の有機膜 25 を 0.05 ~ 0.2 μm の厚さにスピコートした後に、有機膜 25 をベークする。有機膜 25 は、フォトリソ用現像液又は有機溶剤によって溶解可能な状態にしておく。ポジ型の感光性有機膜を使用することについては第 12 実施形態でさらに説明する。

【0089】

次に、図 8 (b) に示すように、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 のような無機膜 2

10

20

30

40

50

6をスパッタ又は蒸着により $0.05 \sim 0.2 \mu\text{m}$ の厚さに形成する。続いて、レジスト膜29を塗布し、これを露光、現像してリード端子形成領域に図8(c)に示すような窓29aを形成する。なお、リード端子形成領域に挟まれる領域がセンス領域Sとなる。

【0090】

次に、窓29aから露出した無機膜26をイオンミリングによってエッチングすると、無機膜26にはリード端子の形状の開口部26aが形成される。開口部26aを形成した後にレジスト膜29を除去すると、図8(d)のような断面となる。その後、有機溶媒又はフォトレジスト用現像液によって有機膜25を等方性エッチングした。この結果、図9(a)に示すように、有機膜25は無機膜26の下に残存し、しかも、有機膜25の周縁部は、無機膜26の縁から内部に $0.2 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 程度後退したことが光学顕微鏡によって確認された。その後退量(食い込み寸法)は、有機膜25の周縁について均一であった。また、有機膜25の縁部はほぼ垂直形状になった。

10

【0091】

次に、無機膜26及び有機膜25をマスクMに使用してSAL10aからMR層10cまでをアルゴンガス(Ar)を用いるイオンミリングによってエッチングし、図9(b)に示すように、それらの層をリード端子領域以外の領域にのみ残した。このエッチングは、図10に示すように、基板1を回転させながら斜め方向からイオンを照射してSAL10aからMR層10cの側面の傾斜角度 θ_1 を基板1上面に対して $10 \sim 40$ 度とする。その傾斜角度 θ_1 が 10 度より小さいとその側面の面積が広がって微細化に支障をきたしたり、形状の不均一性が増すといった不都合がある。また、その傾斜角度 θ_1 が 40 度以上になると、後述するリード端子との接触面積が小さくなってリード端子とのコンタクト抵抗が増す。

20

【0092】

SAL10aからMR層10cの側面を最適値で傾斜させるためには、経験上有機膜27の膜厚を $0.05 \sim 0.2 \mu\text{m}$ 、無機膜28の膜厚を $0.05 \sim 0.2 \mu\text{m}$ とするとともに、無機膜28の縁に対する有機膜27の後退量を $0.2 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 程度にする必要がある。さらに、アルゴンイオンの進行する角度 θ_0 を $10 \sim 40$ 度にすればよい。

【0093】

SAL10aからMR層10cは、後の工程でさらにパターンニングされてセンス領域Sで矩形の磁気抵抗効果素子10となる。MR層10cなどのイオンミリングの際には磁気抵抗効果素子10の表面は殆ど汚染されない。これは、レジストを用いる従来技術に比べて無機膜26のエッチング耐性が大きくてイオンミリングによるマスクM構成物質の飛散量が半減するからである。

30

【0094】

この後に、図9(c)に示すように、膜厚 30 nm のCoCrPtよりなる硬磁性膜27と膜厚 150 nm のAuよりなる金属膜28をスパッタにより形成した。この場合、無機膜26の下の有機膜25の側部には硬磁性膜27及び金属膜28は付着しなかった。ついで、有機溶剤又はフォトレジスト用現像液を使用して有機膜27を完全に除去してその上の無機膜26、硬磁性膜27及び金属膜28をリフトオフした。

【0095】

この結果、図9(d)に示すように、硬磁性膜27及び金属膜28は、磁気抵抗効果素子10の両端に接してセンス領域Sの外方に残り、少なくとも硬磁性膜27は磁気抵抗効果素子10の両端に接している。硬磁性膜27は磁気抵抗効果素子10によって2分割され、その上の金属膜28は一对のリード端子28a, 28bとなる。

40

【0096】

この後に、特に図示しないが、フォトリソグラフィーによって磁気抵抗効果素子10、硬磁性膜27、金属膜28を所定の形状にパターンニングして不要な部分を除去すると同時に、磁気抵抗効果素子10を矩形にパターンニングする。ついで、下側シールド膜4をフォトリソグラフィーによりパターンニングする。以上のような工程により形成される一对のリード端子28a, 28b間の距離(以下、コア幅という)を $3 \mu\text{m}$ に設定した場合に、

50

そのコア幅のバラツキは $\pm 0.1 \mu\text{m}$ となり、しかもリード端子28a, 28bはバリのない良好な形状となった。

【0097】

以上述べたように本実施形態によれば、リフトオフ用の断面略T字形のマスクMの上層側を Al_2O_3 のような無機膜26としたので、その下の有機膜25の後退量(食い込み量)Wを大きくしてもマスクMが湾曲することがなく、バリの発生をより確実に防止して歩留りが向上することができる。しかも、無機膜26を使用すると、マスクMの上層と下層の材料が混合することはなく、第4実施形態と同様にマスクMのパターン精度が向上する。さらに、無機膜26はレジストに比べて均一且つ薄く形成し易いので、パターン精度が向上する。無機膜26が光透過性材料により形成される場合には顕微鏡による有機膜20のパターンの観察が可能になる。

10

【0098】

ところで、無機膜26を全て絶縁材料から構成するのではなく、少なくとも上層部を金属から形成する方が好ましい。無機膜26をマスクMに使用してSAL10aからMR層10cまでをパターンニングする際に、無機膜26の上層部の構成材料がエッチングにより飛散して磁気抵抗効果素子10に付着するので、その上層部が硬磁性材のような金属であれば、その飛散物によって硬磁性層13と磁気抵抗効果素子10とのコンタクト不良は生じることがなくなる。

【0099】

無機膜26の少なくとも上層部を金属で形成する場合には、その金属の厚さを20~40nmとして光を透過させるようにするのが好ましい。即ち、無機膜26を光透過性にする、有機膜25の平面形状の顕微鏡による観察が可能になるからである。さらに、有機膜25を反射防止材料から構成すると有機膜25とその周囲との区別が明確になり、観察がさらにし易くなる。

20

【0100】

なお、有機膜27をエッチングするためには現像液の他に有機溶剤を使用してもよいし、或いは、酸素プラズマなどの等方性のドライエッチングを用いてもよい。

【0101】

(第9実施形態)

上記したBCSバイアス磁気抵抗効果型ヘッドの下側ギャップ層4と下側磁気シールド層3は、最終的には図11(a)に示されるように、磁気抵抗効果素子5のパターンニングと別工程で所定の大きさにパターンニングされる。このパターンニングは、上記したリフトオフの後に行うのが好ましい。なぜなら、下側ギャップ層4と下側磁気シールド層3のパターンによって生じる段差は、リフトオフ用のマスクMの平坦性、膜厚制御を阻害してマスクMのパターン精度を低下させるからである。

30

【0102】

また、図11(b)に示すように、磁気抵抗効果素子5をスパッタにより形成する前に、下側磁気シールド層3の最終的形狀よりも広くなるように下側ギャップ層から下側磁気シールド層3までの各層をパターンニングしておいてもよい。このことは、上記したハードマグネット膜バイアス磁気抵抗効果型ヘッドの非磁性絶縁層2と下側磁気シールド層3のパターンニングについて同様なことがいえる。

40

【0103】

(第10実施形態)

上記した第8実施形態のマスクを用いたパターン形成方法では、リフトオフ用のマスクMの上部を無機膜により構成している。その無機膜が酸化物である場合には、イオンミリングによりマスクMから飛散した無機材料が磁気抵抗効果素子10を汚染してしまうことは避けられない。

【0104】

そこで、その汚染をさらに低減する方法を以下に説明する。この実施形態では、基板上1に、非磁性絶縁層2、下側磁気シールド層3、下側ギャップ層4、SAL10a、非磁

50

性層10b及びMR層10cを順に形成した後に、有機膜25を塗布する工程までは図8(a)と同じである。その後、図12に示すように、有機膜25の上に Al_2O_3 よりなる第1の無機膜26aを100nmの厚さに形成し、ついで、 Al_2O_3 よりなる第2の無機膜26bを50nmの厚さに形成する。

【0105】

第1及び第2の無機膜26a, 26bはともにスパッタ又は真空蒸着によって形成するが、成長雰囲気中の圧力は第1の無機膜26aの成長時よりも第2の無機膜26bの成長時の方を低くする。この結果、第2の無機膜26bには、第1の無機膜26aより大きな圧縮応力が存在する。 Al_2O_3 のような無機膜は、成長雰囲気中の圧力が小さくなるほど圧縮応力が大きくなる。

10

【0106】

この後に、図8(c)、図8(d)で既に示した方法により、有機膜25と第1及び第2の無機膜26a, 26bをパターンニングして図13(a)に示すようなマスクMを形成する。このマスクMの有機膜25は、その縁部が第1及び第2の無機膜26a, 26bのパターンの縁からその内側に後退した形状であり、しかも第1及び第2の無機膜26a, 26bは有機膜25の両側で湾曲した断面形状となっている。

【0107】

この状態で、図9(b)と同様に、マスクMに覆われない領域のSAL10a、非磁性層10b及びMR層10cをイオンミリングによりエッチングする。その際、第2の無機膜26bがイオンミリングによって図13(b)に示すように薄層化され、そのエッチングが終了した時点では第1の無機膜26bは図13(c)に示すように完全に除去されるか或いは僅かに残った状態となっている。

20

【0108】

エッチングされた第1の無機膜26bの構成材料はエッチング雰囲気中に飛散してその一部がMR層10cの表面に付着する。しかし、本実施形態ではイオンミリングの過程において、第1及び第2の無機膜26a, 26bが膜応力分布により湾曲してMR層10cに近づいているので、飛散した無機材料のMR層10cへの付着は妨げられるので、その付着物26sの量は極めて少ない。

【0109】

例えば、第1及び第2の無機膜26a, 26bを湾曲させない場合のMR層10c表面での無機材料(Al_2O_3)の付着物26sの厚さは約5nmあったが、第1及び第2の無機膜26a, 26bを湾曲させた場合の付着物26sの厚さは約1nmとなった。このような工程によりパターンニングされたSAL10a、非磁性層10b及びMR層10cは、磁気抵抗効果素子10となる。

30

【0110】

この後に、図13(d)に示すように、硬磁性層27及び金属層28を順にスパッタにより形成し、さらにマスクMを剥離して硬磁性層27及び金属層28をパターンニングする。その詳細は第2実施形態と同じであるので省略する。ところで、上記した説明では、第1の無機膜26aと第2の無機膜26bを同一材料により構成しているが、膜の応力の異なる異種の膜により形成して図14(a)に示すように湾曲させてもよい。この場合にも、第2の無機膜26bの膜厚は、図14(b)に示すように、SAL10a、非磁性層10b及びMR層10cのパターンニング終了後に無くなるような厚さに予め形成しておく。

40

【0111】

上記した説明では、第2の無機膜26bを Al_2O_3 から構成しているが、 SiO_2 、 Ta_2O_5 のようなその他の酸化物、或いはTa、Ti、Wのような金属材料から構成してもよい。第1及び第2の無機膜26aを酸化膜から形成する場合にそれらの材料を変えてもよく、第1の無機膜26aを膜厚100nmの SiO_2 、第2の無機膜26bを膜厚50nmの Al_2O_3 から形成してもよい。

【0112】

さらに、上記した例では、無機膜の成長条件を変えて2層形成したが、3層以上であっ

50

てもよい。また、無機膜の成長条件を連続して変化させて層厚が増すにつれて圧縮応力が大きくなるようにしてもよい。このような成長条件を連続的に変化させた無機膜を用いたマスクMは図15(a)に示すように湾曲し、SAL10a、非磁性層10b及びMR層10cのエッチングが進むにつれて図15(b)に示すように湾曲が小さくなる。

【0113】

成長条件を連続的に変える方法は、第2の無機膜26bを形成する際に適用してもよい。この場合、例えば第1の無機膜26aを20nmの厚さ、第2の無機膜26bを180nmの厚さに形成する。第2の無機膜26bの成長雰囲気圧力を徐々に小さくすると、SAL10a、非磁性層10b及びMR層10cをパターンニングする際に第2の無機膜26bが完全に除去されない場合でも湾曲が少ない状態でマスクMを残すことができる。これにより、リフトオフに悪影響を与えることはない。

10

【0114】

(第11実施形態)

第10実施形態では、マスクMの上層の無機膜を始めに基板側に湾曲させ、リフトオフの時にはその湾曲を無くすことについて説明した。リフトオフ時に湾曲を無くすのは次のような理由による。

【0115】

即ち、図16に示すように、マスクMの無機膜26dの湾曲を大きくしてその縁部を基板側に近づけた状態で、マスクM及び下側ギャップ層4の上に硬磁性層27及び金属層28を形成すると、マスクM上の硬磁性層27及び金属膜28と下側ギャップ層4上の硬磁性層27及び金属膜28が部分的に接続される。その部分的な接続はリード端子にバリが生じる原因になる。

20

【0116】

これは、リフトオフのマスクMの縁部が基板側に近づくほど、マスクMの断面を略T字形にした効果が失われるからである。これに対して、図17に示すように、内部に大きな引張応力が生じる条件で無機膜26eを形成すると、マスクMの無機膜26eは上向きに湾曲するために、リフトオフ後にリード端子にバリが生じるおそれはない。しかし、マスクMを構成する無機膜26eを上向きに湾曲させると、オーバーハング状態の無機膜26eの下方に硬磁性層27及び金属層28が入り込み易くなり、硬磁性層27及び金属膜28のパターンによって画定されるセンス領域Sのコア幅の精度が低下する。

30

【0117】

従って、図13(d)のような湾曲のない無機膜26bを形成することが望ましいが、無機膜26bの応力を常時零に保持することは難しい。応力の調整は、膜形成の雰囲気圧力調整によって行う。そこで、図18(a)に示すように、マスクMにおける有機膜上の無機膜26fを極めて僅かに下方に湾曲させる程度に圧縮応力が生じる条件でその無機膜26fを成長するとよい。

【0118】

図18(a)において、他の実施形態で説明したように、下側ギャップ層4上にはSAL10a、非磁性層10b及びMR層10cが形成され、その上には膜厚0.10 μ mの有機膜25が形成され、その上には有機膜25の両側に500nm程度オーバーハングした膜厚0.10 μ mの無機膜26fが形成され、有機膜25と無機膜26fによってマスクMが構成される。また、無機膜26fは、内部応力が0dyn/cm²以上で-20.0 \times 10⁹dyn/cm²となっている。その内部応力が負であることは、内部応力が圧縮応力であることを意味する。

40

【0119】

このような内部応力の値のマーヅンをもって無機膜26fを形成することは容易であり、500nmのオーバーハングを有する無機膜26fの縁部とMR層10cの間隔が0.08~0.10 μ mとなる。このような無機膜26fを有するマスクMに覆われないSAL10a、非磁性層10b及びMR層10cをイオンミリングによってパターンニングして磁気抵抗効果素子10を形成した後に、図18(b)に示すように、マスクMの上と下地

50

ギャップ層 4 の上に硬磁性層 27 と金属層 28 を形成する。この結果、マスク M 上の硬磁性層 27 及び金属膜 28 と下側ギャップ層 4 上の硬磁性層 27 及び金属膜 28 が完全に分離したので、リフトオフによって形成されるリード端子にはバリは生じなかった。

【0120】

(第12実施形態)

上記した第7実施形態では、絶縁体又は金属の無機膜 26 を有機膜 25 の上にスパッタ又は蒸着によって形成し、これらをパターニングしてマスク M を形成するようにしている。スパッタで無機材料を有機膜 25 の上に堆積する場合には、有機膜 25 が無機材料の分子の運動エネルギーを得て加熱される。その有機膜 25 がポジ型のフォトレジストである場合には、そのフォトレジストの表面及び内部がその加熱によって化学反応を起こして感光性を失うので、その後の現像ができなくなってマスク形成に支障をきたす。

10

【0121】

そこで、マスクを構成する有機膜としてポジ型フォトレジストを使用する場合には次のような方法による。まず、第1実施形態と同様に、非磁性絶縁層 2、下側磁気シールド層 3 及び下側ギャップ層 4 が形成された基板 1 を用いる。そして、図 19 (a) に示すように下側ギャップ層 4 の上に S A L 10 a、非磁性層 10 b 及び M R 層 10 c をスパッタにより順に形成する。

【0122】

続いて、M R 層 10 c 上に有機膜としてポジ型の第1のフォトレジスト 31 を 0.05 ~ 0.2 μm の厚さにスピンコートした後に、第1のフォトレジスト 31 を全面露光する。次に、図 19 (b) に示すように、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 のような酸化物又は Ti、Al のような金属からなる無機膜 32 をスパッタ又は蒸着により 0.05 ~ 0.2 μm の厚さに形成する。この場合、既に第1のフォトレジスト 31 は露光されているので、現像液によって可溶の状態であり、無機材料が第1のフォトレジスト 31 の表面に付着する際の加熱による感光性異常が生じにくい。

20

【0123】

続いて、第2のフォトレジスト 33 を塗布し、これを露光、現像してリード端子形成領域に図 19 (c) に示すような窓 33 a を形成する。なお、リード端子形成領域に挟まれる領域がセンス領域 S となる。次に、窓 33 a から露出した無機膜 32 をイオンミリングによってエッチングすると、無機膜 32 にはリード端子の形状の開口部 32 a が形成される。開口部 32 a を形成した後に第2のフォトレジスト膜 33 を除去すると、図 19 (d) のような断面が得られる。

30

【0124】

その後、現像液によって第1のフォトレジスト 31 を現像して、図 20 (a) に示すように第1のフォトレジスト 31 を無機膜 32 の下に残存させる。第1のフォトレジスト 31 の周縁部は、無機膜 32 の縁から内部に 0.2 ~ 1.5 μm 程度後退した。次に、無機膜 32 及び第1のフォトレジスト 31 をマスク M に使用して S A L 10 a から M R 層 10 c までをイオンミリングによってエッチングし、図 20 (b) に示すように、それらの層をリード端子領域以外の領域にのみ残した。センス領域 S の S A L 10 a、非磁性層 10 b 及び M R 層 10 c は磁気抵抗効果素子 10 となる。

40

【0125】

この後に、図 20 (c) に示すように、膜厚 30 nm の CoCrPt よりなる硬磁性膜 27 と膜厚 150 nm の Au よりなる金属膜 28 をスパッタにより形成した。この場合、無機膜 31 の下の第1のフォトレジスト 31 の側部には硬磁性膜 27 及び金属膜 28 は付着しなかった。ついで、有機溶剤を使用して第1のフォトレジスト 31 を除去してその上の無機膜 32、硬磁性膜 27 及び金属膜 28 をリフトオフした。

【0126】

この結果、図 20 (d) に示すように、硬磁性膜 27 及び金属膜 28 は、磁気抵抗効果素子 10 の両端に接してセンス領域 S の外方に残り、少なくとも硬磁性膜 27 は磁気抵抗効果素子 10 の両端に接している。硬磁性膜 27 は磁気抵抗効果素子 10 によって 2 分割

50

され、その上の金属膜 28 は一对のリード端子 28 a , 28 b となる。

【0127】

この後に、特に図示しないが、フォトリソグラフィーによって磁気抵抗効果素子 10、硬磁性膜 27、金属膜 28 を所定の形状にパターニングして不要な部分を除去すると同時に、磁気抵抗効果素子 10 を矩形状にパターニングする。ついで、下側シールド膜 4 をフォトリソグラフィーによりパターニングする。以上のように、第 1 のフォトレジスト 31 を全面露光してからその上に無機膜 32 を形成すると、マスク M のパターン精度が高くなり、しかも歩留りが向上した。

【0128】

(第 13 実施形態)

上記したハードマグネット膜バイアス磁気抵抗効果型ヘッドの製造工程において、上述した断面略 T 字形のマスク M を上から見ると図 21 のようになる。マスク M は 2 つの開口部 29 を有し、それらの開口部 29 を併せた平面形状は略 Y 字となる。2 つの開口部 29 はマスク M の細い領域 A で仕切られており、その細い領域 A の一部は磁気抵抗効果素子形成領域となる。なお、上記した複数の実施形態の図面は、図 21 の I - I 線から見た断面を示している。

【0129】

ところで、マスク M の細い領域 A は、磁気記録媒体の高密度化の要求に伴ってさらに狭くすることが要求されている。しかし、マスクの細い領域 A を 1.5 μm 程度に狭くすると、例えば図 8 (d) から図 9 (a) に示すような二層構造のマスク M の形成過程で、領域 A では有機膜 25 が現像液又は有機溶媒により無くなってしまい、無機膜 26 が垂れ下がって図 22 に示すように MR 層 10 c に接触してしまう。無機膜 26 が MR 層 10 c に接触するとマスク M の断面は実質的に矩形状になるので、リフトオフにより形成されるリード端子にバリが発生することは避けられない。

【0130】

そこで、図 23 (a) 及び (b) に示すように、マスク M の領域 A の幅を広くするとともに、その領域 A のうち磁気抵抗効果素子の少なくともセンス部分が形成される領域 B のみを狭くするような開口部 30 を無機膜 26 に予めパターニングしておく。これにより、センス領域 B の有機膜 25 が喪失しても、その周囲の領域 A には幅の広い有機膜 25 が残っているので、その有機膜 25 によってセンス領域 B の無機膜 26 を支持しているの

【0131】

この後に、センス領域 B の両側では、図 24 (b) に示すように、無機膜 26 をマスクにして SAL 10 a、非磁性層 10 b 及び MR 層 10 c をイオンミリングして除去する。さらに、図 24 (c) に示すように、下地ギャップ層 4 と無機膜 26 の上に硬磁性層 27 及び金属層 28 を順に形成した後に、有機膜 25 を除去するとセンス領域 B では無機膜 26、硬磁性層 27 及び金属層 28 が同時にリフトオフされて剥離されて図 25 (a) に示すような平面形状が得られる。

【0132】

この後に、SAL 10 a、非磁性層 10 b、MR 層 10 c、硬磁性層 27 及び金属層 28 をフォトリソグラフィーによって連続的にパターニングして、SAL 10 a、非磁性層 10 b、MR 層 10 c をセンス領域 B だけに残すとともに、硬磁性層 27 及び金属層 28 をリード端子の形状にする。このパターニングは既に述べた実施形態にも適用される。

【0133】

センス領域 B に残った SAL 10 a、非磁性層 10 b、MR 層 10 c は磁気抵抗効果素子 10 となる。その平面形状は図 25 (b) のようになり、その III-III 線断面は図 24 (d) のようになる。なお、無機膜 26 や有機膜 25 の材料は、第 7 実施形態で示した酸化物や金属を使用する。

【0134】

10

20

30

40

50

また、無機膜 26 の代わりに、第 2 実施形態で示したようなレジスト膜を使用してもよく、この場合にもセンス領域 B のマスク M の幅を他の領域 A よりも狭くし、その領域 B での有機膜が無くなるようにしてもよい。

【0135】

(その他の実施形態)

また、上記した実施形態では、BCS型MRヘッドと、ハードマグネット型MRヘッドの製造に適用するパターン形成方法を説明したが、これを巨大磁気抵抗効果型ヘッドの製造に適用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0136】

【図1】図1(a)~(d)は、本発明の第1実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その1)である。

【図2】図2(a)~(d)は、本発明の第1実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その2)である。

【図3】図3(a)~(d)は、本発明の第2実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その1)である。

【図4】図4(a)~(d)は、本発明の第2実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その2)である。

【図5】図5(a)、(b)は、本発明の第4実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程において、リード端子のパターニングに使用するマスクを構成する有機膜とレジスト膜の間に中間層を形成した2つの状態を示す断面図である。

【図6】図6(a)~(d)は、本発明の第7実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その1)である。

【図7】図7(a)~(d)は、本発明の第7実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その2)である。

【図8】図8(a)~(d)は、本発明の第8実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その1)である。

【図9】図9(a)~(d)は、本発明の第8実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その2)である。

【図10】図10は、本発明の第8実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程における磁気抵抗効果素子のパターニング状態を示す部分断面図である。

【図11】図11(a)、(b)は、本発明の第9実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの非磁性絶縁層と下側磁気シールド層をパターニングした2つの状態を示す断面図である。

【図12】図12は、本発明の第10実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの製造において、マスクを構成する多層構造の膜の形成状態を示す断面図である。

【図13】図13(a)~(d)は、本発明の第10実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの製造工程において、リフトオフ用のマスクを磁気抵抗効果素子のパターニングに併用する工程を示す断面図である。

【図14】図14(a)、(b)は、本発明の第10実施形態に使用するマスクと磁気抵抗効果素子パターン工程の別の例を示す断面図である。

【図15】図15(a)、(b)は、本発明の第10実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成に使用するマスクと磁気抵抗効果素子パターン工程のさらに別の例を示す断面図である。

【図16】図16は、リフトオフ用のマスクの上層が下側に湾曲し過ぎた例を示す断面図である。

【図17】図17は、リフトオフ用のマスクの上層が上側に湾曲した例を示す断面図である。

【図18】図18(a)は、本発明の第11実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの製造工程において使用するマスクを形成した状態を示す断面図であり、図18(b)はそのマスクを使用して端子形成用膜をリフトオフする前の状態を示す断面図である。

10

20

30

40

50

【図19】図19(a)～(d)は、本発明の第12実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その1)である。

【図20】図20(a)～(d)は、本発明の第12実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図(その2)である。

【図21】図21は、第1実施形態から第11実施形態までに適用されるリフトオフ用マスクの平面図である。

【図22】図22は、パターン幅の狭い領域で下側層が喪失した二層構造のリフトオフ用マスクを示す断面図である。

【図23】図23(a)は、本発明の第13実施形態の磁気抵抗効果型ヘッドに使用するリフトオフ用マスクを示す平面図、図23(b)は、そのリフトオフ用マスクの磁気抵抗効果素子形成領域とその周辺を示す拡大平面図である。

10

【図24】図24(a)～(d)は、本発明の第13実施形態の磁気抵抗効果素子と端子形成工程を示す断面図である。

【図25】図25(a), (b)は、本発明の第13実施形態の磁気抵抗効果素子と端子形成工程を示す平面図である。

【図26】図26は、磁気抵抗効果型素子の一例を示す斜視図である。

【図27】図27(a)～(c)は、従来の磁気抵抗効果型ヘッドの形成工程を示す断面図である。

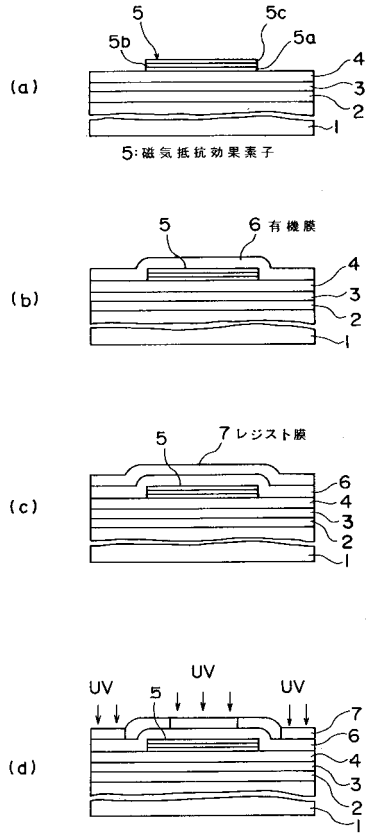
【符号の説明】

【0137】

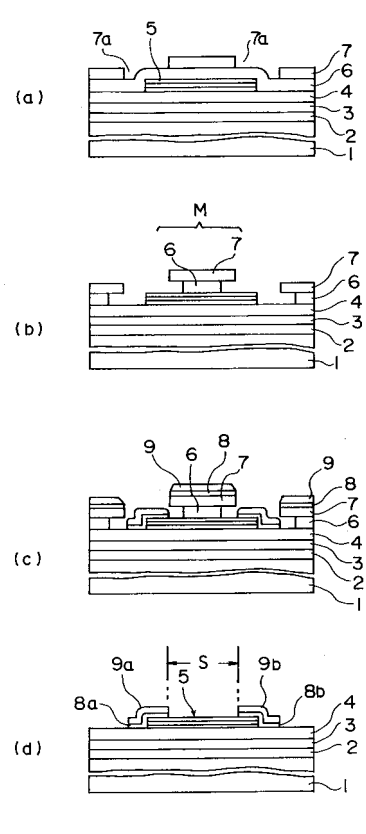
20

M...マスク、1...基板、2...非磁性絶縁層、3...下側磁気シールド層、4...下側ギャップ層、5...磁気抵抗効果素子、5a...SAL、5b...非磁性層、5c...MR層、6...有機膜、7...レジスト膜、8...反強磁性層、9...金属膜、8a, 8b...BCS膜、9a, 9b...リード端子、10...磁気抵抗効果素子、10a...SAL、10b...非磁性層、10c...MR層、11...有機膜、12...レジスト膜、13...硬磁性膜、14...金属膜、15, 16...中間層、20...第1のレジスト、21...無機膜、22...第2のレジスト、23...硬磁性膜、24...金属膜、25...有機膜、26, 26a～26f...無機膜、27...硬磁性膜、28...金属、29...レジスト、31...レジスト、32...無機膜、33...レジスト。

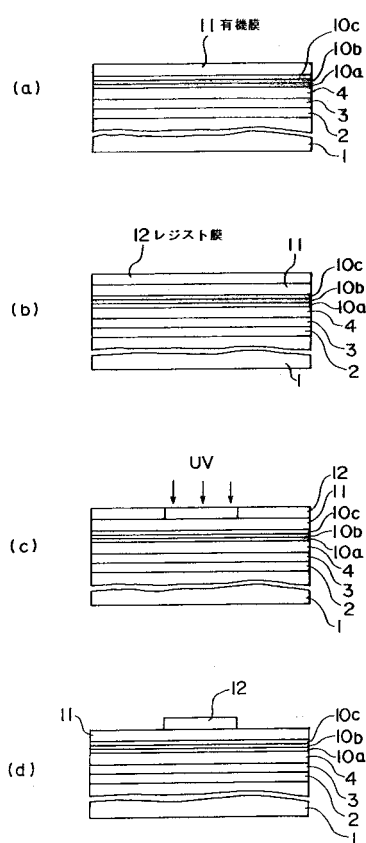
【図1】



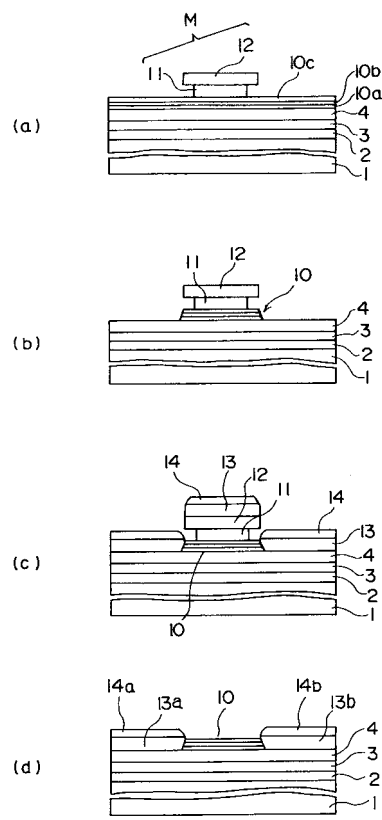
【図2】



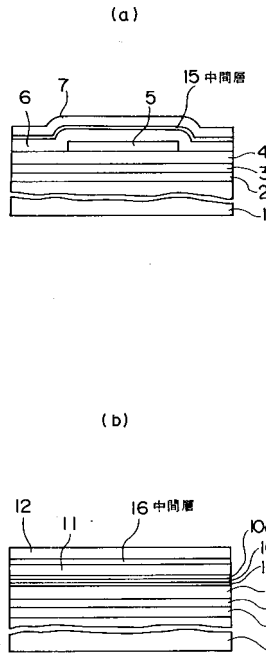
【図3】



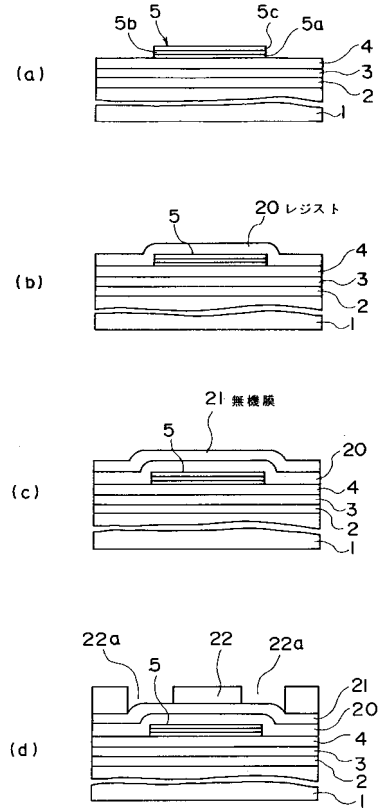
【図4】



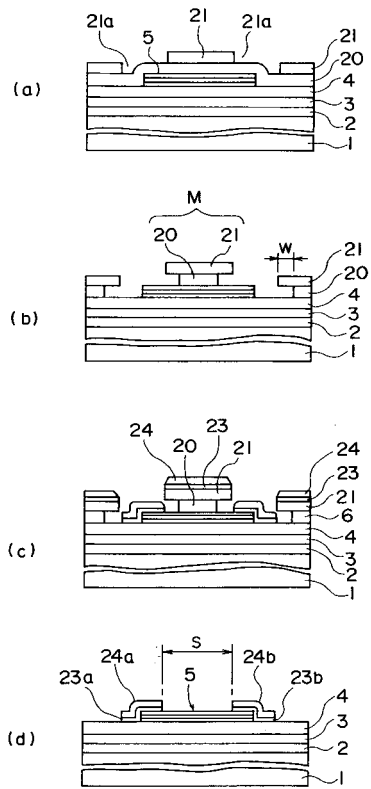
【 図 5 】



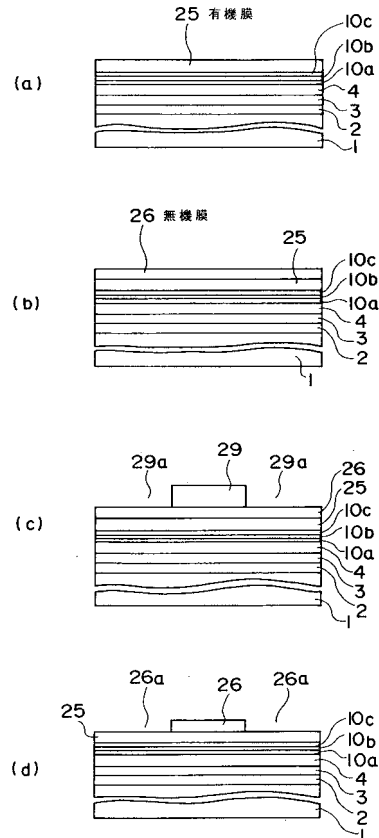
【 図 6 】



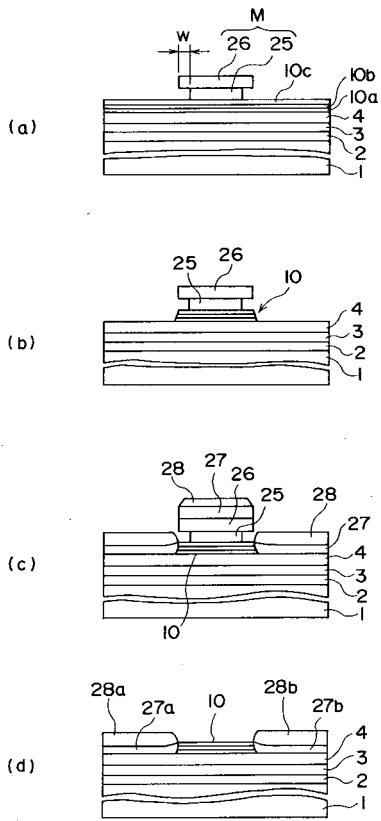
【 図 7 】



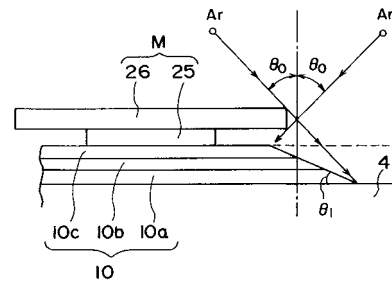
【 図 8 】



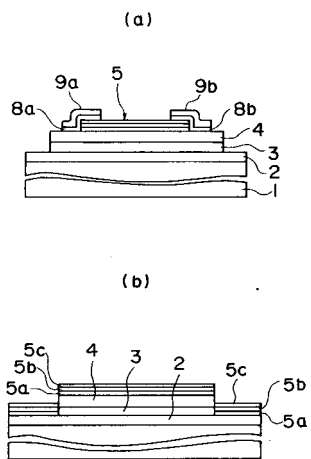
【 図 9 】



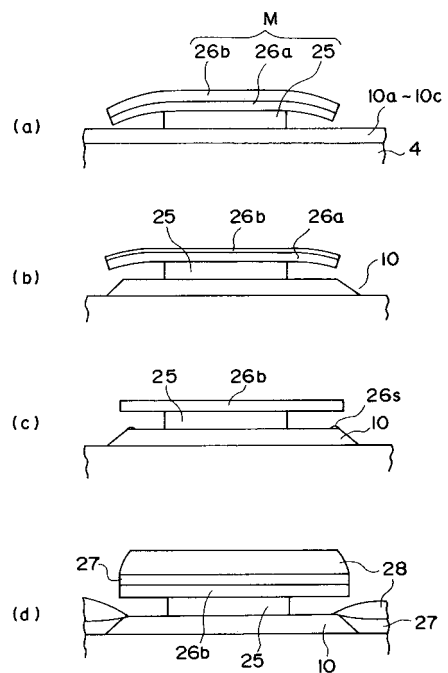
【 図 10 】



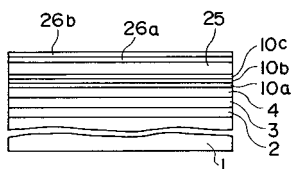
【 図 11 】



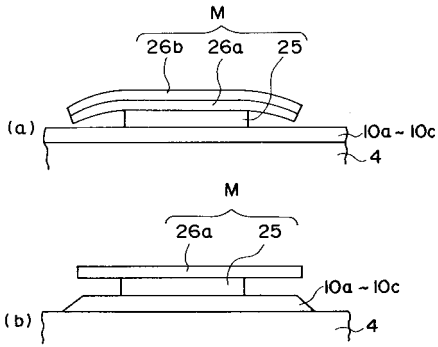
【 図 13 】



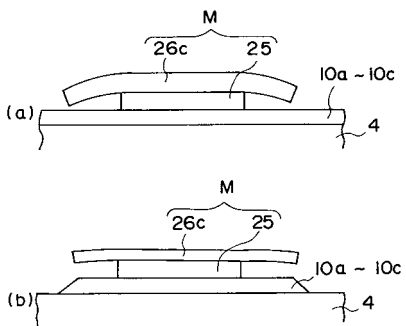
【 図 12 】



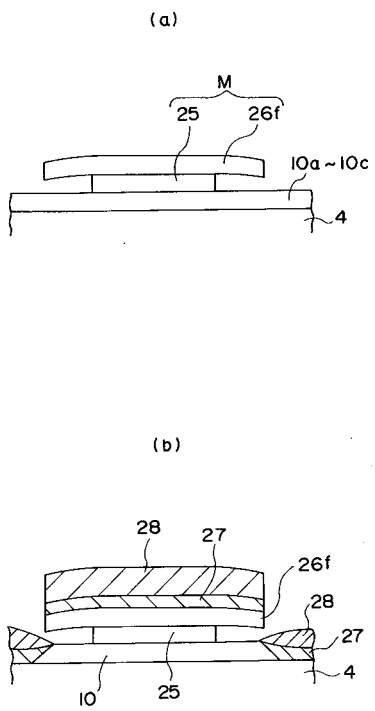
【図14】



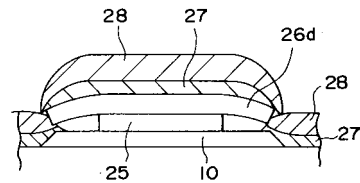
【図15】



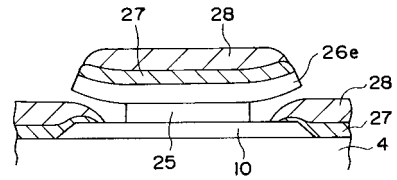
【図18】



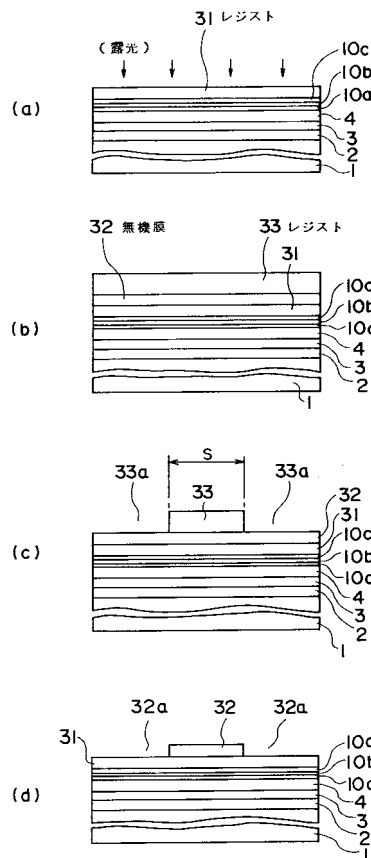
【図16】



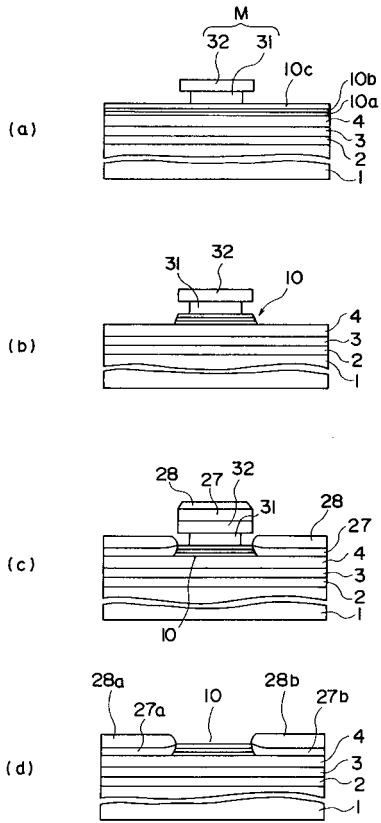
【図17】



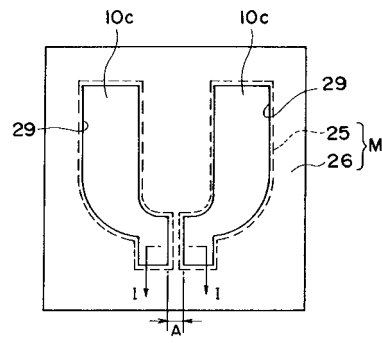
【図19】



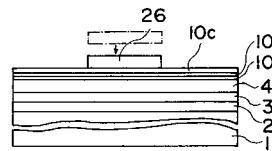
【 図 2 0 】



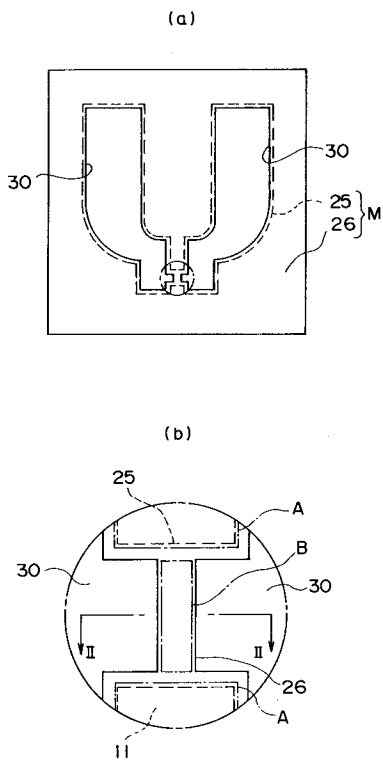
【 図 2 1 】



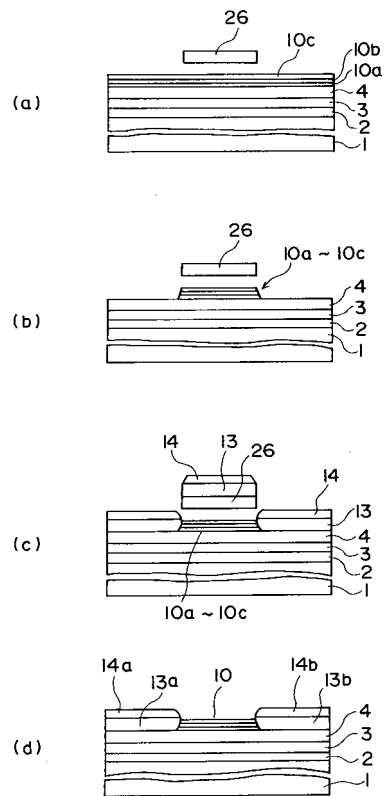
【 図 2 2 】



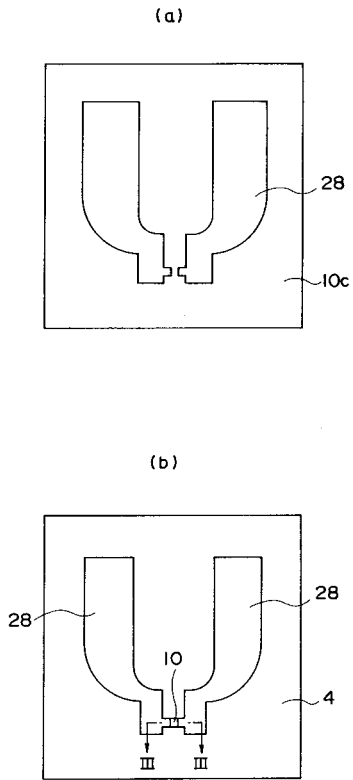
【 図 2 3 】



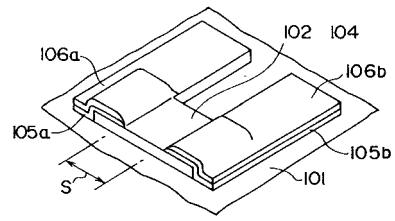
【 図 2 4 】



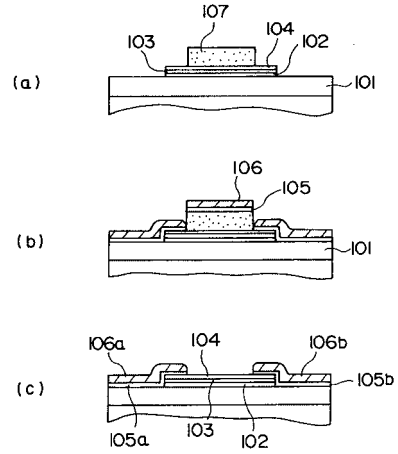
【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



【 図 2 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
 H 0 1 L 43/12 H 0 1 L 21/30 5 7 3

- (72)発明者 大塚 善徳
 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
- (72)発明者 北島 政充
 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
- (72)発明者 筧 正弘
 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
- (72)発明者 戸田 順三
 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
- (72)発明者 渡部 慶二
 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
- (72)発明者 野 崎 耕司
 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
- (72)発明者 五十嵐 美和
 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
- (72)発明者 倉光 庸子
 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
- (72)発明者 矢野 映
 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
- (72)発明者 並木 崇久
 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
- (72)発明者 白瀧 博
 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
- (72)発明者 大塚 慶太
 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

Fターム(参考) 2H096 AA27 BA06 BA11 EA03 EA04 HA00 HA30 JA01 KA03 KA05
 KA25
 5D034 BA03 DA07
 5F046 NA03 NA08 NA15