

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4739963号
(P4739963)

(45) 発行日 平成23年8月3日 (2011.8.3)

(24) 登録日 平成23年5月13日 (2011.5.13)

(51) Int.Cl.	F I
H O 1 L 43/08 (2006.01)	H O 1 L 43/08 H
G O 1 R 33/09 (2006.01)	H O 1 L 43/08 Z
	G O 1 R 33/06 R

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-9660 (P2006-9660)	(73) 特許権者	000010098
(22) 出願日	平成18年1月18日 (2006.1.18)		アルプス電気株式会社
(65) 公開番号	特開2007-194322 (P2007-194322A)		東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号
(43) 公開日	平成19年8月2日 (2007.8.2)	(74) 代理人	100085453
審査請求日	平成20年8月28日 (2008.8.28)		弁理士 野▲崎▼ 照夫
		(74) 代理人	100121049
			弁理士 三輪 正義
		(72) 発明者	清水 良員
			東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内
		(72) 発明者	徳永 一郎
			東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車載用GMR角度センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外部磁界に応じて素子抵抗が変化する巨大磁気抵抗効果素子と、前記巨大磁気抵抗効果素子に接続したリード導体と、前記巨大磁気抵抗効果素子及び前記リード導体上に形成されて前記巨大磁気抵抗効果素子及び前記リード導体を封止する保護層とを備えた車載用GMR角度センサにおいて、

前記保護層は、シリカ (SiO_2) 膜と、前記シリカ膜の上及び下の少なくとも一方に積層した酸化防止膜であるアルミナ (Al_2O_3) 膜とで形成され前記巨大磁気抵抗効果素子及び前記リード導体の絶縁性を確保する無機膜と、シリコン系の有機膜との積層構造を有して形成されていることを特徴とする車載用GMR角度センサ。

【請求項 2】

前記有機膜は、200～250℃で硬化可能なシリコン系感光樹脂によって形成される請求項1記載の車載用GMR角度センサ。

【請求項 3】

前記有機膜は、少なくとも5μmの厚みを有する請求項1または2記載の車載用GMR角度センサ。

【請求項 4】

前記有機膜は、フォトリソグラフィを利用したパターニングにより形成されている請求項1ないし3のいずれか1項に記載の車載用GMR角度センサ。

【請求項 5】

10

20

前記アルミナ膜の膜厚はシリカ膜の膜厚より薄い請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の車載用 GMR 角度センサ。

【請求項 6】

前記シリカ膜の膜厚は $3000 \sim 4000 \text{ \AA}$ である請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の車載用 GMR 角度センサ。

【請求項 7】

前記巨大磁気抵抗効果素子及び前記リード導体上に前記無機膜が形成され、前記無機膜上に前記有機膜が形成される請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の車載用 GMR 角度センサ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、外部磁界変化に応じて大きな抵抗変化を示す巨大磁気抵抗効果素子を用いた車載用 GMR 角度センサに関する。

【背景技術】

【0002】

GMR 角度センサは、外部磁界変化に応じて抵抗値が大きく変化する巨大磁気抵抗効果素子（GMR 素子）を用いた角度センサである。GMR 素子は、周知のようにフリー磁性層／非磁性導電層／固定磁性層／反強磁性層の積層構造をもち、固定磁性層の磁化方向は反強磁性層との間に生じる交換結合磁界により一方向に固定され、この固定磁性層に非磁性導電層を介して対向するフリー磁性層の磁化方向が外部磁界に応じて回転し、固定磁性層の磁化方向とフリー磁性層の磁化方向とのなす角度によって抵抗値が変化する。この GMR 角度センサは、GMR 素子の両端に接続した電極層を有し、この電極層を介して一定の電流を GMR 素子に与えることにより、GMR 素子の抵抗変化を電圧変化として検出する。GMR 素子及び電極層（電極パッドは除く）は保護層によって封止されており、この保護層は従来一般に SiO_2 などの無機膜によって形成されている。

20

【0003】

上記 GMR 角度センサは、可動部（回転部）との接触なしに角度検出可能であるから、摺動抵抗を用いた接触式の角度センサよりも信頼性及び耐久性が非常に高く、例えばステアリングホイールの操舵角検出用など車載用角度センサとしての活用が期待されている。

30

【0004】

車載用 GMR 角度センサは、少なくとも摂氏 -40 度から摂氏 160 度程度の広域温度環境下での使用が想定されており、使用環境温度によって GMR 素子の出力特性が変動しないこと、すなわち、GMR 素子の素子抵抗値が使用環境温度によらず安定していることが要求されている。

【特許文献 1】特開平 8-70148 号公報

【特許文献 2】特開平 8-264861 号公報

【特許文献 3】特開平 11-287669 号公報

【特許文献 4】特開 2002-107433 号公報

【特許文献 5】特開 2000-213957 号公報

40

【特許文献 6】特開 2000-180524 号公報

【特許文献 7】特開平 7-63505 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来使用されている SiO_2 などの無機膜は耐熱性に優れているものの、無機膜では車載用 GMR センサの使用環境下で望まれる耐湿性、耐腐食性を十分満たすに至っておらず、耐湿性及び耐腐食性の向上のためには有機膜の使用が必要であると考えられる。

【0006】

50

例えば、特許文献3、特許文献4及び特許文献7には、ウエハ上に使用する保護膜として有機膜を用いてもよいことが記載されている。これら文献では、前記有機膜には、ポリイミド系樹脂が用いられている。

【0007】

しかしながら、前記ポリイミド系樹脂は、硬化温度が300℃以上と高温であるため、成膜後樹脂を硬化させるときにGMR素子が高温に曝され、GMR素子の特性を劣化させるおそれがあり、GMR素子の保護膜として用いることはできなかった。

【0008】

また前記保護膜の材質もさることながら、耐熱性、耐湿性、及び耐腐食性の向上、さらには密着性の向上等のためには、前記保護膜の構造も重要であるが、上記した特許文献には、前記保護膜の構造について詳しく記載されていない。

10

【0009】

本発明は、GMR素子の特性を劣化させることなく有機保護膜を形成し、耐熱性のみならず、耐湿性、耐防食性に優れ、使用環境による出力特性の変動が小さい車載用GMR角度センサを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、外部磁界に応じて素子抵抗が変化する巨大磁気抵抗効果素子と、前記巨大磁気抵抗効果素子に接続したリード導体と、前記巨大磁気抵抗効果素子及び前記リード導体上に形成されて前記巨大磁気抵抗効果素子及び前記リード導体を封止する保護層とを備えた車載用GMR角度センサにおいて、

20

前記保護層は、シリカ(SiO₂)膜と、前記シリカ膜の上及び下の少なくとも一方に積層した酸化防止膜であるアルミナ(Al₂O₃)膜とで形成され前記巨大磁気抵抗効果素子及び前記リード導体の絶縁性を確保する無機膜と、シリコン系の有機膜との積層構造を有して形成されていることを特徴としている。

【0011】

本発明の車載用GMRセンサは、GMR素子の保護層が無機膜と有機膜の少なくとも2層から形成されている。前記無機膜は、巨大磁気抵抗効果素子およびリード導体の絶縁性を確保するものである。また前記無機膜は熱伝導率が低く、車載用GMRセンサが高温下で使用されても、GMR素子が高温になり、出力特性が変動することを防ぐものである。前記有機膜は、シリコン系樹脂により形成される。形成された有機膜は、外部からの水分などがGMR素子内に入りこむことを防止するので、GMR素子の腐食を防止することができる。そして前記シリコン系樹脂は、ポリイミド樹脂に比べて硬化温度が低いため、前記シリコン系樹脂の硬化後においても熱による前記GMR素子の特性劣化を抑制できる。したがって本発明では、GMR素子の特性を劣化させることなく有機膜を形成することができ、耐熱性のみならず、耐湿性、耐腐食性に優れ、使用環境による出力特性変動が小さい車載用GMR角度センサを得ることができる。

30

【0012】

有機膜は、200～250℃で硬化可能なシリコン系感光樹脂によって形成されることが好ましい。硬化温度である200～250℃では、GMR素子の特性が劣化することがないので、200～250℃で硬化可能なシリコン系感光樹脂をGMR素子の有機保護膜として好適に用いることができる。

40

【0013】

さらに、有機膜は少なくとも5μmの厚みを有することが好ましい。さらに、5～10μmの膜厚を有することがより好ましい。これにより、ワイヤボンディングなどにおける画像認識で認識不良が生じるのを抑制できる。

【0014】

また、有機膜は、樹脂により形成されるので、フォトリソグラフィを利用したパターンニングにより形成することができる。

【0015】

50

また、保護層として形成される無機膜は、シリカ（ SiO_2 ）と、前記シリカ膜の上及び下の少なくとも一方に積層した酸化防止膜であるアルミナ（ Al_2O_3 ）膜とで形成されるため、より適切に、使用環境による出力特性の変動を抑制することができる。さらに、前記アルミナは酸素透過性が低いため、アルミナ膜を設けることでGMR素子の酸化が抑制される。

【0016】

本発明では、前記巨大磁気抵抗効果素子及び前記リード導体上に前記無機膜が形成され、前記無機膜上に前記有機膜が形成されることが好ましい。これにより前記保護膜と前記GMR素子及びリード導体間の密着性や、モールド樹脂と保護膜間の密着性を適切に向上させることが出来る。また前記有機膜を前記GMR素子上に直接形成するよりも、前記有機膜と前記GMR素子間に無機膜を介在させたほうが、シリコン系樹脂から成る前記有機膜を熱硬化させるときの前記GMR素子に対する熱的影響を低下させることが出来、GMR特性の劣化をより適切に抑制することができるので、好ましい。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、GMR素子の特性を劣化させることなく有機保護膜を形成することができ、耐熱性のみならず、耐湿性、耐腐食性に優れ、使用環境による出力特性変動が小さい車載用GMR角度センサを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、図面に基づき、本発明の車載用GMR角度センサをステアリングホイールの操舵角を検出する角度センサとして具体化した実施形態について説明する。

【0019】

図1に示すように一対のGMR角度センサ1は、回転軸2を介してステアリングシャフトと一体に回転する円筒状の回転磁石3と互いに平行に対向し、且つ、回転磁石3による磁場方向と前記GMR角度センサ1内の磁場方向とが反平行状態となる位置関係で、自動車のステアリングコラム内に固定されている。この一対のGMR角度センサ1は、回転磁石3に対する回転位置を互いに90度ずらして配置されている。回転磁石3は、N極とS極が分極されて着磁されており、N極とS極を結ぶ方向が径方向である。ステアリングホイールが回転操作されると、前記操作に応じてステアリングシャフトが回転し、ステアリングシャフトの回転に応じて回転軸2及び回転磁石3が回転する。このとき、一対のGMR角度センサ1の位置は変化しないため、回転磁石3とGMR角度センサ1との相対位置が変化し、GMR角度センサ1にかかる外部磁界の方向が変わる。GMR角度センサ1は、外部磁界変化に応じて素子抵抗が変化するGMR素子10を有しており、このGMR素子10に一定の電流を与えることにより、外部磁界変化を電圧変化として読み出す。この一対のGMR角度センサ1からの出力（電圧変化信号）に基づいて所定の演算を行うことにより、ステアリングホイールの操舵角が一義的に検出される。

【0020】

図2及び図3は、GMR角度センサ1の概略構成を示す平面図及び断面図である。GMR角度センサ1は、巨大磁気抵抗効果を発揮する一対のGMR素子10と、各GMR素子10の両端に接続したリード導体30と、リード導体30の素子接続側とは反対側の端部に形成したAu電極パッド31と、GMR素子10とリード導体30を覆って封止し、同時にAu電極パッド31を露出させる保護層40とを備えている。本GMR角度センサ1はGMR素子10を2つ備えているが、備えるGMR素子10の数は任意である。

【0021】

GMR素子10は、図3に示されるように、基板11とその上の絶縁層18の上に形成され、基板11側から順に反強磁性層12、固定磁性層13、非磁性導電層14、フリー磁性層15及びキャップ層16を有し、膜面に対して平行に電流が流れるCIP（Current In Plane）構造をなしている。

【0022】

反強磁性層 12 は、I r M n 系合金や P t M n 系合金からなり、熱処理されることで固定磁性層 13 との間に大きな交換結合磁界を発生させ、固定磁性層 13 の磁化方向を図示 Y 方向に固定する。固定磁性層 13 は、C o、N i F e 合金、C o N i 合金、C o F e 合金、C o F e N i 合金等からなる第 1 固定磁性層 13 A と第 2 固定磁性層 13 B の間に、R u、R h、C r、R e、C u 等からなる非磁性層 13 C を介在させた積層フェリ構造で形成されている。第 1 固定磁性層 13 A は、反強磁性層 12 との界面に生じた交換結合磁界により磁化が図示 Y 方向に固定され、この第 1 固定磁性層 13 A に非磁性層 13 C を介して磁氣的に結合している第 2 固定磁性層 13 B は、第 1 固定磁性層 13 A の磁化方向と反平行状態をなす方向に磁化が固定されている。このように人工的なフェリ磁性状態にある磁化は、外部磁界や高い環境温度によっても変動することがなく熱的に安定し、固定磁性層 13 の磁化方向は変動するおそれがない。固定磁性層 13 は、C o、N i F e 合金、C o N i 合金、C o F e 合金、C o F e N i 合金等の強磁性材料からなる単層構造あるいは多層構造の磁性膜で形成してもよい。非磁性導電層 14 は、例えば C u 等の良導電材料で形成され、固定磁性層 13 とフリー磁性層 15 を磁氣的に分離する役割を果たしている。前記非磁性導電層 14 に代えて A l₂O₃ 等の絶縁障壁層を用いてもよい。かかる場合、GMR 素子 10 は、トンネル効果を利用した TMR 素子となる。フリー磁性層 15 は、N i F e 合金や C o F e N i 合金からなる第 1 軟磁性層 15 A と第 2 軟磁性層 15 B が R u、R h、O s、C r 等からなる非磁性層 15 C を介して対向した積層フェリ構造で形成されている。この積層フェリ構造のフリー磁性層 15 によれば、外部磁界によって磁化が回転し易くなり、センサ検出精度をより向上させることができる。フリー磁性層 15 は、N i F e 等からなる単層構造の軟磁性膜であってもよい。あるいは、N i F e 合金または C o F e N i 合金からなる軟磁性層と、この軟磁性層と非磁性導電層 14 の間に介在して軟磁性層の N i 原子が非磁性導電層 14 に相互拡散することを防止する、C o や C o F e 合金からなる拡散防止層との二層構造で形成してもよい。ただし、拡散防止層は、軟磁性層の磁気特性を阻害しないように薄く形成する。キャップ層 16 は、GMR 素子 10 の最上層であり、T a 等により形成されている。図 1 に示す実施形態では、前記リード導体 30 は前記 GMR 素子 10 の両端に形成されているが、C P P (current perpendicular to the plane) - GMR 素子 (TMR 素子を含む) の場合、前記リード導体 30 は、前記 GMR 素子 10 の上下に設けられる。

【0023】

上記構成の GMR 角度センサ 1 は、GMR 素子 10 及びリード導体 30 を封止する保護層 40 に特徴を有している。

【0024】

保護層 40 は、GMR 素子 10 を酸化や腐食から保護する役割を果たすと同時に、製造工程においても、GMR 素子がウエハからモールドパッケージされる際に、パッケージ樹脂に当たっても傷がつかないようにする役割を有している。また保護層はパッケージ樹脂との密着性を高めるためにも必要である。

【0025】

図 4 は保護層 40 の構成を示す拡大断面図である。非磁性の絶縁多層膜であり、GMR 素子 10 のキャップ層 16 及びリード導体 30 を覆う無機膜 41 と、この無機膜 41 の上に積層した有機膜 45 により構成されている。なお、キャップ層 16 及びリード導体 30 の上に有機膜 45 を形成し、前記有機膜 45 の上に前記無機膜 41 を積層する構成も可能であるが、有機膜と GMR 素子 10 のキャップ層 16 及びリード導体 30 とは密着性が高くないことから、キャップ層 16 及びリード導体 30 の上に無機膜 41 を設け、この無機膜 41 の上に有機膜 45 を設けることが好ましい。また図 4 のように、前記 GMR 素子 10 上に直接、有機膜 45 を形成せず、前記有機膜 45 と前記 GMR 素子 10 間に無機膜 41 を介在させることで、前記有機膜 45 を熱硬化する際の前記 GMR 素子 10 に対する熱的影響を低減できる。

【0026】

無機膜 41 は、アルミナ (A l₂O₃) 膜 42 と、このアルミナ膜 42 の上に積層した

シリカ (SiO_2) 膜 43 とにより構成されている。アルミナ膜 42 は、GMR 素子 10 とシリカ膜 43 とを物理的に離し、GMR 素子 10 の表面酸化を防止する酸化防止層として機能する。シリカ膜 43 は、GMR 素子 10 及びリード導体 30 の絶縁性を確保する役割を果たす。無機膜 41 は、シリカ膜だけでも十分絶縁性を有するが、シリカ膜は酸素を透過しやすく、使用条件によっては GMR 素子 10 の表面が酸化されて GMR 素子の特性に影響を及ぼすおそれがあるので、酸化防止層としてシリカ膜の上側あるいは下側にアルミナ膜を積層する。また、無機膜 41 は、アルミナ膜だけでも十分 GMR 素子 10 の酸化を防止するが、アルミナ膜だけでは絶縁性が十分ではないので、アルミナ膜の上側あるいは下側にシリカ膜を積層することが好ましい。アルミナ膜とシリカ膜を積層する場合、アルミナ膜の上にシリカ膜を積層する、逆にシリカ膜の上にアルミナ膜を積層する、どちらも用いることができるが、図 4 に示す実施の形態のようにアルミナ膜の上にシリカ膜を積層する構造を用いることが好ましい。それは、シリカ膜 43 は、アルミナ膜 42 に比べて酸素原子を透過しやすいので、製造過程で、GMR 素子 10 上にシリカ膜 43 を形成し、次に前記シリカ膜 43 上にアルミナ膜 42 を形成するよりも、GMR 素子 10 上にアルミナ膜 42 を形成し、次に前記アルミナ膜 42 上にシリカ膜 43 を形成したほうが、製造過程での前記 GMR 素子 10 の酸化を適切に防止できること、また、高温環境下では、シリカ膜 43 と GMR 素子 10 との界面で相互拡散が生じやすいので、前記相互拡散を抑制するために、前記シリカ膜 43 と GMR 素子 10 とを離間することが好ましいこと等による。

10

【0027】

20

無機膜 41 を形成するアルミナ膜 42 は、GMR 素子 10 及びリード導体 30 の上に、スパッタ法により形成される。アルミナはシリカに比べて硬いので、アルミナ膜 42 の膜厚は、 $1000\text{ \AA}$ 程度で、シリカ膜よりも薄いもので十分である。図 4 に示す実施の形態では、アルミナ膜 42 の上にシリカ膜 43 がスパッタ法により積層される。シリカ膜は例えばスパッタ法により形成されるが、その他にシリカ膜を形成する方法であれば、シリコンアルコキシドを用いたゾル・ゲル法など、どのような方法を用いることも可能である。形成されるシリカ膜の膜厚は、アルミナ膜よりも厚いことが好ましく、 $3000\sim 4000\text{ \AA}$ が好ましい。

【0028】

なお前記無機膜 41 の構成は図 4 に示す形態のものに限らない。例えば、GMR 素子 10 上に、下からシリカ膜 43 / Si 膜 / 絶縁カーボン膜の積層構造（あるいはその逆の積層構造）から成る無機膜が形成されてもよい。Si 膜 / 絶縁カーボン膜は、酸素原子の透過性がほとんどなく、高温環境下であっても外部から酸素原子を侵入させないことから、アルミナ膜 42 と同様に、酸化防止層として機能する。また Si 膜は、前記シリカ膜 43 と前記絶縁カーボン膜間の密着性を向上させるための密着層としても機能している。

30

【0029】

無機膜 41 の上に、有機シリコン系樹脂を用いて有機膜 45 が形成される。有機シリコン系樹脂は、シロキサン骨格を有する樹脂であり、電気絶縁性に優れ、誘電率も低く、保護膜として優れている。また硬化時に金属や無機材料と強い共有結合を形成するため、形成された有機膜はアルミナあるいはシリカの無機膜 41、または GMR 素子 10 のキャップ層 16 及びリード導体 30 との接着性を向上させることが出来る。また、有機シリコン系樹脂は撥水性を有しているので、形成された膜は水分を通しにくく、耐湿性、耐腐食性に優れる。

40

【0030】

有機シリコン系樹脂の中でも、耐熱性有機樹脂成分により変性されたシロキサン樹脂を基本骨格とする樹脂が好適である。耐熱性有機樹脂成分により変性されたシロキサン樹脂を基本骨格とする樹脂は、耐熱性有機樹脂骨格を有するため、高い耐熱性を有する。耐熱性有機樹脂骨格の中でも、耐熱性芳香族樹脂成分により変性されたシロキサン骨格を有することがさらに好ましい。このような、有機シリコン系樹脂としては、耐熱性芳香族樹脂成分により変性されたシロキサン樹脂を基本骨格とするネガ型の感光性材料を好適に

50

用いることができる。具体的には、信越化学工業株式会社製、信越感光性シリコンレジスト、S I N R-3 4 1 0 Aを用いることができる。

【0031】

有機シリコン系樹脂は、200～250℃の低温で硬化するものが好ましい。硬化温度が低いため、有機膜45の硬化時にGMR素子が高温にさらされることがなく、素子の特性に影響を及ぼすことがない。

【0032】

形成される有機膜45の膜厚は、少なくとも5μmであることが好ましい。さらに、5～10μm程度が適当である。膜厚が5μmより少ないと、パターン形状に起因する膜厚のばらつきで発生する干渉縞が大きくなる。その場合、後工程のワイヤボンディングなどにおいて、ウエハを画像認識する際に、認識不良が発生し、生産性に影響を与えるので、膜厚は少なくとも5μmであることが好ましい。

【0033】

有機シリコン系樹脂は、シリコン系樹脂の感光性材料を用いることが好ましい。この場合、フォトリソグラフィを利用してパターンニングすることにより、容易に所定の形状を形成することが可能である。

【0034】

次に、図2～図4に示される、保護層40を備えたGMR角度センサ1の製造方法について説明する。

【0035】

まず、基板11上に絶縁層18を積層し、巨大磁気抵抗効果を発揮する多層膜を全面成膜し、この多層膜を図2に示すような蛇行形状にパターンニングして、GMR素子10を得る。多層膜は、基板側から順に反強磁性層12、固定磁性層13、非磁性導電層14、フリー磁性層15及びキャップ層16を形成してなる。

【0036】

次に、GMR素子10の長手方向の両端に、例えばCuのような良導電材料からリード導体30をそれぞれ形成する。

【0037】

続いて、GMR素子10及びリード導体30を含む基板表面上に全面的に無機膜41と有機膜45を順に積層形成し、これにより保護層40を得る。

【0038】

無機膜はアルミナ膜とシリカ膜の2層で形成する。酸化防止層としてアルミナ膜42を1000Å程度の膜厚で薄く形成し、その上にシリカ膜43を、GMR素子10及びリード導体30の絶縁性を確実に確保できるように3000～4000Å程度の膜厚で形成する。

【0039】

有機膜は、フォトリソグラフィを利用して有機シリコン系樹脂の感光性材料をパターンニングし、200～250℃で硬化させることにより、無機膜の上に膜厚約5μmの厚さの有機膜を形成する。

【0040】

具体的に、信越化学工業株式会社製、信越感光性シリコンレジスト、S I N R-3 4 1 0 Aを用いる場合、以下の手順に従って、シリコン樹脂のパターンニングを行う。

【0041】

GMR素子を形成し、さらに無機膜を形成したウエハ表面をクリーニングし、乾燥させる。次にS I N R-3 4 1 0 Aを、コーターによりスピンコーティングを行い、150℃のホットプレート上で120秒間、プリベークを行う。i線を含む露光光源を用いて、露光した後、100℃のホットプレート上で120秒間ポストエクスポージャーベークを行う。イソプロピルアルコール（IPA）等を用いて、スプレー現像あるいはパドル現像を行い、再びIPA等をスプレーリンスする。形成されたパターンをハードベークする。このハードベークを本実施形態では250℃以下に抑えることができる。

【0042】

なお、保護層は非磁性材料で形成されているが、保護層が磁性であると外部磁界によって磁化され、センサとして機能しなくなってしまうからである。

【0043】

また本実施形態では、保護膜40は、無機膜41と有機膜45との積層構造で形成されているが、例えば無機膜／有機膜／無機膜の積層構造等であってもよい。

【0044】

以上、説明したように本発明はGMR角度センサ1の保護層に特徴を有するものであり、CIP型のGMR素子10自体の構造は問わない。GMR素子10は、本実施形態のようにシングルスピンバルブ構造であってもデュアルスピンバルブ構造であってもよく、また、トップスピンバルブでもボトムスピンバルブでもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の車載用GMR角度センサによる角度検出を説明する模式図である。

【図2】図1のGMR角度センサの概略構成を示す平面図である。

【図3】図1のGMR角度センサの概略構成を示す断面図である。

【図4】本発明の保護層の構成を示す断面図である。

【符号の説明】

【0046】

- | | | |
|----|------------------------------------|----|
| 1 | GMR角度センサ | 20 |
| 2 | 回転軸 | |
| 3 | 回転磁石 | |
| 10 | GMR素子 | |
| 11 | 基板 | |
| 12 | 反強磁性層 | |
| 13 | 固定磁性層 | |
| 14 | 非磁性導電層 | |
| 15 | フリー磁性層 | |
| 16 | キャップ層 | |
| 18 | 絶縁層 | 30 |
| 30 | リード導体 | |
| 31 | Au電極パッド | |
| 40 | 保護層 | |
| 41 | 無機膜 | |
| 42 | アルミナ (Al_2O_3) 膜 | |
| 43 | シリカ (SiO_2) 膜 | |
| 45 | 有機膜 | |

【図 1】

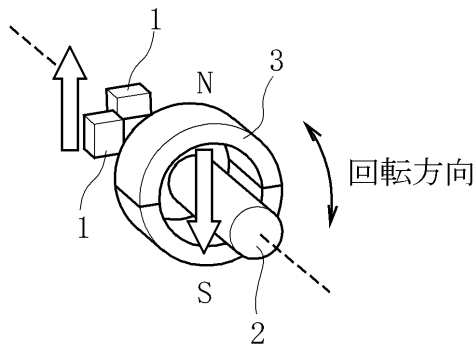


図1

【図 2】

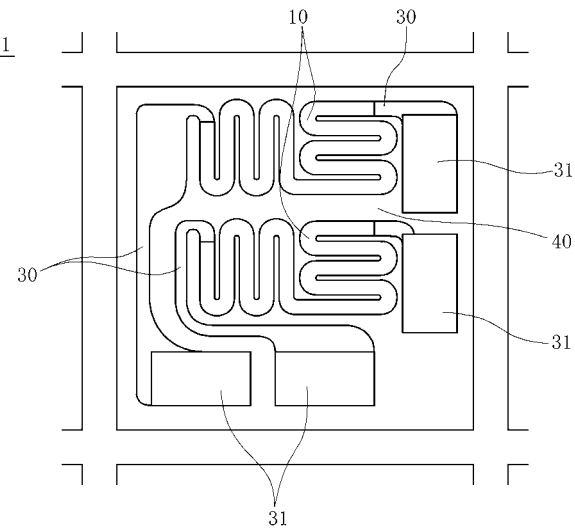


図2

【図 3】

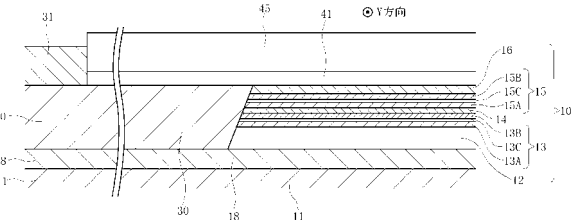


図3

【図 4】

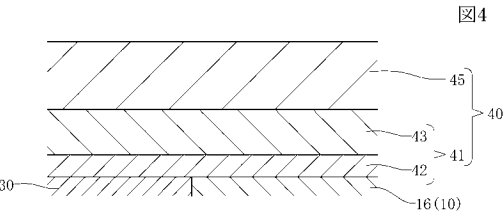


図4

フロントページの続き

(72)発明者 本田 賢治
東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社内

審査官 羽鳥 友哉

(56)参考文献 国際公開第2004/025745 (WO, A1)
国際公開第01/046708 (WO, A1)
特開2004-247408 (JP, A)
特開平03-263886 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 43/08
G01R 33/09