

(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2005-136309

(P2005-136309A)

(43) 公開日 平成17年5月26日(2005.5.26)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 43/08	HO 1 L 43/08	5 D O 3 4
G 1 1 B 5/39	G 1 1 B 5/39	5 F O 8 3
HO 1 L 27/105	HO 1 L 43/10	
HO 1 L 43/10	HO 1 L 43/12	
HO 1 L 43/12	HO 1 L 27/10 4 4 7	
	審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 14 頁)	

(21) 出願番号 特願2003-372451 (P2003-372451)

(22) 出願日 平成15年10月31日 (2003.10.31)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦

(74) 代理人 100091351

弁理士 河野 哲

(74) 代理人 100088683

弁理士 中村 誠

(74) 代理人 100108855

弁理士 蔵田 昌俊

(74) 代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74) 代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

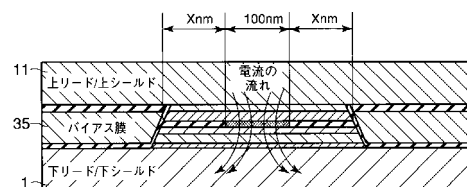
(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果素子、磁気ヘッド、ヘッドサスペンションアッセンブリ、磁気再生装置、磁気抵抗効果素子の製造方法、および、磁気抵抗効果素子製造装置

(57) 【要約】

【課題】感度を犠牲にすること無くトラック幅を狭めることができるようにし、高い出力と記録密度の向上との両立を図った磁気抵抗効果素子を提供する。

【解決手段】 C P P 方式の磁気抵抗効果素子において、絶縁体領域 8 b に電流制御領域 8 a が局所的に形成される混成層 8 を設ける。スペーサ層 6 を形成する金属膜に局所的に A r イオンビームを照射し、そののちに当該金属膜を酸化処理する。この工程によりビーム照射領域を電流制御領域 8 a とし、他の部分を絶縁体領域 8 b とする。このような構成により、電流制御領域 8 a の電流狭窄効果によって高い再生出力レベルを得る。またバイアス膜 3 5 の間隔を既存の磁気抵抗効果素子と同様に保てるので、再生感度が劣化することも防止できる。さらに、電流制御領域 8 a の幅に相当する、実効的に狭いトラック幅を得られるようにして、記録密度の向上を促すようにした。

【選択図】 図 6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の導電性層の積層面に垂直にセンス電流を流す C P P (Current Perpendicular-to-the-Plane)方式の磁気抵抗効果素子において、

互いに異なる複数の領域が共通の層内に混在して形成される混成層を具備し、

この混成層は、

当該混成層の積層面積よりも狭く形成され前記センス電流の流量を制限する電流制御領域と、

前記センス電流の流れを遮断する絶縁体領域とを備えることを特徴とする磁気抵抗効果素子。

10

【請求項 2】

磁気記録媒体の記録面に対向配置して使用され、

前記電流制御領域は、前記磁気記録媒体への対向面において当該磁気記録媒体のトラック幅に相当する幅で形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 3】

前記電流制御領域は、

前記混成層に隣接する層間を電氣的に絶縁する絶縁体と、

当該絶縁体内に分散的に形成され前記隣接する層間を電氣的に接続して前記センス電流を狭窄的に通過させる導電体とを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気抵抗効果素子。

20

【請求項 4】

磁化自由層と磁化固着層とを備えるスピバルブ型の磁気抵抗効果素子であって、

前記混成層は、前記磁化自由層と前記磁化固着層との間にスペーサ層として形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 5】

さらに、前記磁化固着層の磁化方向を固着させる反強磁性層を具備することを特徴とする請求項 4 に記載の磁気抵抗効果素子。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の磁気抵抗効果素子と、

当該磁気抵抗効果素子に前記センス電流を印加する電極部と、

当該磁気抵抗効果素子にバイアス磁界を印加するバイアス磁界印加部とを具備することを特徴とする磁気ヘッド。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載の磁気ヘッドと、当該磁気ヘッドを磁気記録媒体の記録面に対向支持する支持機構とを具備することを特徴とするヘッドサスペンションアッセンブリ。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の磁気ヘッドを具備し、磁気記録媒体に記録された磁気的情報を前記磁気ヘッドを用いて読み取ることを特徴とする磁気再生装置。

【請求項 9】

請求項 7 に記載のヘッドサスペンションアッセンブリを具備し、磁気記録媒体に記録された磁気的情報を前記磁気ヘッドを用いて読み取ることを特徴とする磁気再生装置。

40

【請求項 10】

複数の導電性層の積層面に垂直にセンス電流を流す C P P (Current Perpendicular-to-the-Plane)方式の磁気抵抗効果素子の製造方法において、

金属膜を成膜する成膜工程と、

前記金属膜を、前記センス電流の流れを遮断する絶縁体領域と前記センス電流の流量を制限する電流制御領域とが共通の層内に混在する混成層に変性させる変性工程とを具備し、

この変性工程は、

前記成膜された金属膜に局所的にエネルギーを供給する供給工程と、

50

この供給工程の終了後に前記金属膜を酸化する酸化工程とを具備することを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項 1 1】

前記供給工程は、前記金属膜に荷電粒子ビームを局所的に照射して当該金属膜にエネルギーを供給する工程であることを特徴とする請求項 1 0 に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項 1 2】

前記荷電粒子ビームは、イオンビームであることを特徴とする請求項 1 1 に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項 1 3】

前記荷電粒子ビームは、電子ビームであることを特徴とする請求項 1 1 に記載の磁気抵抗効果素子の製造方法。

【請求項 1 4】

複数の導電性層の積層面に垂直にセンス電流を流す C P P (Current Perpendicular-to-the-Plane) 方式の磁気抵抗効果素子を製造する磁気抵抗効果素子製造装置において、

金属膜を成膜する成膜手段と、

前記金属膜を、前記センス電流の流れを遮断する絶縁体領域と前記センス電流の流量を制限する電流制御領域とが共通の層内に混在する混成層に変性させる変性手段とを具備し

、この変性手段は、

前記成膜された金属膜に局所的に荷電粒子ビームを照射する照射手段と、

前記荷電粒子ビームの照射された金属膜を酸化する酸化手段とを具備することを特徴とする磁気抵抗効果素子製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、複数の導電性層の積層方向に対しセンス電流を垂直に流す C P P (current perpendicular to plane) 方式による磁気抵抗効果素子とその製造方法、および、当該磁気抵抗効果素子を具備する磁気ヘッド、ヘッドサスペンションアセンブリ、磁気再生装置、および、磁気抵抗効果素子製造装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、ハードディスク装置を代表とする磁気記録装置の小型化、高密度化が著しく、この傾向は今後さらに進展することが予想されている。記録密度が高まるにつれ高感度なセンサが要求されており、これに応えるものとして C P P (Current Perpendicular-to-the-Plane) - G M R (巨大磁気抵抗効果) 素子が開発されている。この種の素子はトンネル磁気抵抗効果 (T M R) や C I P (Current In Plane) - G M R 素子とは区別されるもので、磁界検出のためのセンス電流を、複数の誘電体膜の積層方向に対して略垂直方向に通電する構造を持つ (例えば、特許文献 1 および 2 を参照)。

【0 0 0 3】

記録密度向上のためには狭ギャップ化、および狭トラック化が必要である。特に、シールド型の磁気ヘッドに C P P - G M R 素子を適用して狭ギャップ化を促すためには、通電用の電極と磁気シールドとを共用することが必要である。特許文献 1 および 2 には、センス電流を通電するために磁気シールドを用いる例が示される。このような磁気ヘッドを用いることで、記録ビットサイズが小さくても記録信号を再生することが可能になってきている。ただし、C P P - G M R 素子においては C P P - G M R 膜の膜厚方向の抵抗が小さいために抵抗変化量の絶対値が小さくなり、高出力を得難いことが知られている。

【0 0 0 4】

そこで、電流狭窄効果を利用し、適切な抵抗値と高い抵抗変化率とを有する C P P - G M R 素子が考案されている (例えば、特許文献 3 および 4 を参照)。電流狭窄効果とは、

10

20

30

40

50

絶縁体を主体とする層に散在的に設けられる導電部に電流を狭窄的に流すことで抵抗変化率を拡大させる効果である。電流狭窄効果を生じさせる層を、以下、電流制御層と称する。

【0005】

ところで、磁気ヘッドにおいては、磁区の影響により生じるバルクハウゼンノイズに対処することが重要である。既存の技術では外部からバイアス磁界を印加することでこのノイズを除去するようにしている。しかしながら高密度化のためトラック幅を狭くすると、外部磁界（すなわち記録媒体からもたらされる磁界）への感応領域がバイアス磁界の影響を受けるために、再生感度が低下するなどといった不具合を生じる。また既存の磁気抵抗効果素子においては、その物理的な幅がそのままトラック幅にも反映される。しかしながら、主にフォトリソグラフィ技術の限界から磁気抵抗効果素子の幅を狭くすることが困難になってきており、トラック幅の縮小化が頭打ちになってきている。

10

【特許文献1】特開平10-55512号公報

【特許文献2】米国特許第5,668,688号公報

【特許文献3】特開平9-172212号公報

【特許文献4】米国特許第6,560,077号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

以上述べたように、トラック幅を狭めることと高い再生感度を得ることとの間にはトレードオフの関係が有り、またフォトリソグラフィ技術の限界とも相俟って、既存の技術では磁気ヘッドのトラック幅を狭めることが難しくなっている。

20

本発明は上記事情によりなされたもので、その目的は、感度を犠牲にすること無くトラック幅を狭めることができるようにし、高い出力と記録密度の向上との両立を図った磁気抵抗効果素子とその製造方法、および、当該磁気抵抗効果素子を具備する磁気ヘッド、ヘッドサスペンションアセンブリ、磁気再生装置、および、磁気抵抗効果素子製造装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本願発明の一態様によれば、複数の導電性層の積層面に垂直にセンス電流を流すCPP方式の磁気抵抗効果素子において、互いに異なる複数の領域が共通の層内に混在して形成される混成層を具備し、この混成層は、当該混成層の積層面積よりも狭く形成され前記センス電流の流量を制限する電流制御領域と、前記センス電流の流れを遮断する絶縁体領域とを備えることを特徴とする磁気抵抗効果素子が提供される。

30

【0008】

このような手段を講じることにより、電流制御領域において電流狭窄効果による高い抵抗変化率を得ることができ、従って高レベルの再生出力を得ることが可能となる。また電流制御領域の面積は、混成層の積層面積よりも狭く形成される。すなわち電流制御領域の幅は磁気抵抗効果素子の幅よりも狭いサイズで形成される。これにより磁気抵抗効果素子の物理的幅よりも実効的に狭いトラック幅を得ることができ、バイアス磁界による感度低下の虞なく記録密度の高密度化を促進することが可能となる。

40

【0009】

また本願発明の別の一態様によれば、複数の導電性層の積層面に垂直にセンス電流を流すCPP方式の磁気抵抗効果素子の製造方法において、金属膜を成膜する成膜工程と、前記金属膜を、前記センス電流の流れを遮断する絶縁体領域と前記センス電流の流量を制限する電流制御領域とが共通の層内に混在する混成層に変性させる変性工程とを具備し、この変性工程は、前記成膜された金属膜に局所的にエネルギーを供給する供給工程と、この供給工程の終了後に前記金属膜を酸化する酸化工程とを具備することを特徴とする磁気抵抗効果素子の製造方法が提供される。

50

【0010】

このような手段を講じることにより、金属膜におけるイオンビーム（または電子ビーム）の照射部分が酸化により電流制御領域として形成され、他の部分は酸化されて絶縁体となる。これにより、フォトリソグラフィなどの手法に頼ること無く、電流制御領域の幅を簡易に狭めることが可能となる。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、感度を犠牲にすること無くトラック幅を狭めることができるようになり、これにより高い出力と記録密度の向上との両立を図り得る磁気抵抗効果素子とその製造方法、および当該磁気抵抗効果素子を具備する磁気ヘッド、ヘッドサスペンションアッセンブリ、磁気再生装置、および、磁気抵抗効果素子製造装置を提供することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態につき説明する。

〔第1の実施形態〕

図1は、本発明に係わる磁気抵抗効果素子の第1の実施形態を概略的に示す断面図である。図1の断面は、図示しないディスク媒体に対向する面である。図1において、図示しない基板上にシード層2、反強磁性層12、ピン層3、スペーサ層6、フリー層5、混成層8、およびキャップ層10がこの順に積層される。シード層2およびキャップ層10にはTaなどの導電性膜を主に用いることができる。反強磁性層12にはPtMnを主成分とする金属磁性体を主に用いることができる。ピン層3にはCoFe/Ru/CoFeなどの積層磁性膜を主に用いることができる。スペーサ層6には、Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Osなどの導電性膜を主に用いることができる。フリー層5にはCoFe/NiFeを主成分とする金属磁性体を主に用いることができる。

20

【0013】

混成層8は、互いに導電率の異なる電流制御領域8aと、絶縁体領域8bとを備える。電流制御領域8aは、絶縁体領域8bを主体とする膜内に局所的に形成される。好ましくは、絶縁体領域8bの中央部に電流制御領域8aを形成するようにする。すなわち電流制御領域8aと絶縁体領域8bとは、共通の混成層8内に混在して形成される。電流制御領域8aは、混成層8の積層面積よりも狭い面積で形成される。電流制御領域8aは例えばアルミナおよびCuを主成分とし、センス電流の流量を制限して電流狭窄効果をもたらす。絶縁体領域8bはセンス電流の流れを遮断して、センス電流が電流制御領域8aに流れるようにする。

30

【0014】

なお電流制御領域8aは、B, Si, Ge, Ta, W, Nb, Al, Mo, P, V, As, Sb, Zr, Ti, Zn, Pb, Th, Be, Cd, Sc, Y, Cr, Sn, Ga, In, Rh, Pd, Mg, Li, Ba, Ca, Sr, Mn, Fe, Co, Ni, Rbおよび希土類金属から選択される少なくとも1種の元素の酸化物、窒化物または酸窒化物を主成分とすることができる。さらに電流制御領域8aは、Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Ir, Osから選択される少なくとも1種の金属を1%以上50%以下の範囲で含有することができる。

40

【0015】

図1の磁気抵抗効果素子は垂直通電型(CPP)であり、センス電流は各層の積層面に垂直に通電される。またこの素子は、外部磁気に感応してフリー層5の磁化方向が変化することにより抵抗変化を生じるスピンプル構造を有する。

【0016】

図2は、図1の磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの要部構成を概念的に表す断面図である。図2において、磁気抵抗効果素子の両側に、この磁気抵抗効果素子を挟み込むようにバイアス膜35が形成される。この状態の部材の上下に、さらに上リード11と下リード1とが形成される。すなわち上リード11はキャップ層10に重ねて積層される。下

50

リード1はシード層2の外側に形成される。

【0017】

バイアス膜35は例えばC o P tからなる強磁性体膜であり、フリー層5にバイアス磁界を印加してバルクハウゼンノイズを抑制する。バイアス膜35は、例えばアルミナからなる絶縁膜34により磁気抵抗効果素子、上リード11および下リード1と絶縁される。上リード11および下リード1は例えばN i F eを主成分とし、磁気シールドと、センス電流を供給する電極とを兼ねる。

【0018】

図2において、センス電流は、混成層8においては電流制御領域8aに集中して流れる。すなわちセンス電流は、磁気抵抗効果素子の中央部分に集中する。これにより、外部磁界に対してフリー層5の磁化方向が変化したときに抵抗値の変化に寄与する幅を、実効的に狭くすることが可能になる。言い換えれば、磁気ヘッドの再生トラック幅を実効的に狭くすることが可能になる。

10

【0019】

図3は、図2の磁気ヘッドにおいて実効トラック幅を測定した結果を示すグラフである。横軸に、図1の磁気抵抗効果素子の幅がプロットされる。パラメータXは、図2に示されるように電流制御領域8aの両側における絶縁体領域8bの幅を示し、電流制御領域8aの幅を100nmとすると磁気抵抗効果素子の幅は $[100 + 2 \cdot X]$ (nm)で表される。図3に示されるように、磁気抵抗効果素子の物理的幅が100, 200, 300nmと変化しても、実効トラック幅は100~150nmの範囲に留まる。すなわち磁気抵抗効果素子幅よりも狭い実効トラック幅を得ることができ、しかも磁気抵抗効果素子幅が拡大しても、実効トラック幅はあまり変化しないことがわかる。

20

【0020】

図4は、図2の磁気ヘッドを用いてディスク媒体からの再生出力をXを変化させて測定した結果を示すグラフである。Hc = 4500Oe、Mrt = 0.3 memu/cm²の特性を持つディスク媒体を用い、浮上量 = 5nmの条件で孤立再生波からの再生出力を測定した。その結果、図4に示すようにXが長くなるに伴い出力が増加するという結果が得られた。これは、電流通電部分(すなわち電流制御領域8a)における電流狭窄効果による出力上昇だけでなく、電流通電部分とバイアス膜35との距離が離れる(すなわちXが大きくなる)ことにより、電流通電部分にかかるバイアス磁界が弱まったことが大きく関係している。

30

【0021】

このように本実施形態では、C P P方式の磁気抵抗効果素子において、絶縁体領域8bに電流制御領域8aが局所的に形成される混成層8を設けるようにした。これにより、電流制御領域8aにより電流狭窄効果がもたらされることで高い再生出力レベルを得られるようになる。またバイアス膜35の間隔を既存の磁気抵抗効果素子と同様に保てるので、再生感度が劣化することも防止できる。さらには、電流通電部分の幅が狭くなることから実効的に狭いトラック幅を得ることが可能となり、従って記録密度を向上させることも可能となる。

【0022】

40

[第2の実施形態]

図5は、本発明に係わる磁気抵抗効果素子の第2の実施形態を概略的に示す断面図である。なお図5において図1と共通する部分には同じ符号を付し、ここでは異なる部分についてのみ説明する。

【0023】

図5において、スペーサ層6はピン層3とフリー層5との間に積層され、電流制御領域8aと絶縁体領域8bとを備える。すなわち本実施形態では、図1のスペーサ層6に電流制御領域8aと絶縁体領域8bとを形成し、混成層8としての作用を兼用させるようにしたものである。

【0024】

50

図6は、図5の磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの要部構成を概念的に表す断面図である。図6においても、図2と同様に磁気抵抗効果素子の両側にバイアス膜35が形成される。またセンス電流は、磁気抵抗効果素子の中央部分に集中して流れる。

【0025】

図7は、図6の磁気ヘッドにおいて実効トラック幅を測定した結果を示すグラフである。測定条件は図3と同様である。図3と比較すると、図7に示される実効トラック幅は図3よりも狭くなっていることが判る。すなわち、トラック幅をより効果的に狭くすることが可能であることが判る。

【0026】

図8は、図6の磁気ヘッドを用いてディスク媒体からの再生出力をXを変化させて測定した結果を示すグラフである。測定条件は図4と同様である。図4と比較すると、図4よりも再生出力のレベルが増加していることが判る。これは、スピバルブ積層体のスペーサ層6に混成層を形成することにより、電流制御領域8aにおける電流狭窄効果をより促進することができるためである。このように本実施形態によれば、電流狭窄効果により得られる抵抗変化率をさらに増加させることができ、第1の実施形態により得られる効果に加えてさらに高い再生出力を得られるとともに、トラック幅をさらに狭くして記録密度をさらに向上させることが可能になる。

【0027】

[第3の実施形態]

次に、本発明の第3の実施の形態を説明する。ここでは、本発明に係わる磁気抵抗効果素子の製造方法を説明する。本発明に係わる磁気抵抗効果素子は、例えば金属膜を成膜する真空蒸着装置と、金属膜にイオンビームを照射するビーム照射装置とを組み合わせた装置により製造することができる。また、試料を酸素雰囲気中にて処理する機能を真空蒸着装置に持たせるようにする。すなわち、成膜装置と、適切な酸素分圧、暴露時間、温度管理のもとで試料を酸化させる機能を備える装置と、ビーム照射装置とを組み合わせれば、本発明に係わる磁気抵抗効果素子製造装置を実施することが可能である。

【0028】

図9は、図5に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第1の工程を説明するための図である。図9において、図示しないアルティック基板上にNiFeを成膜し、下リード/下シールド1(図6)とする。次に、下リード/下シールド1をフォトリソグラフィおよびドライエッチングによりパターンングした後、Taからなるシード層2、PtMnからなる反強磁性層12、CoFe/Ru/CoFeからなるピン層3をこの順に成膜する。ここまでの工程で磁気抵抗効果膜の下部が形成される。次に、この上部にCuとAlとをこの順に成膜し、スペーサ層6とする。

【0029】

図10は、図5に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第2の工程を説明するための図である。図9の状態に引き続き、図10の工程では、スペーサ層6の中央部付近に、トラック幅に相当する幅でイオンビームを照射する。イオンビームとしては例えばArイオンビームを用いることができる。これにより、ビームを照射領域にエネルギーが注入され、図11に示されるように変質領域6aが形成される。

【0030】

図11は、図5に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第3の工程を説明するための図である。この工程では、図10の状態の多層膜にIAO(Ion Assisted oxidation)法などの手法により酸化処理を施し、スペーサ層6を酸化させる。これにより変質領域6aとそれ以外の領域との電気抵抗特性を、それぞれ異ならせることができる。すなわちイオンビームの照射時間、酸化処理の時間などを適切に制御することで、変質領域6aを電流制御領域とし、それ以外の領域を絶縁体領域とすることができる。

【0031】

図12は、図10の工程におけるイオンビーム照射時間と変質領域6aの面積抵抗との関係を測定した結果を示すグラフである。縦軸が面積抵抗を示す。同図に示されるように

10

20

30

40

50

、イオンビームの照射時間に応じて面積抵抗が急激に減少することがわかる。例えば100秒以上の照射時間では、面積抵抗は $1 \mu\text{m}^2$ 以下となり、ほぼ導体となる。逆にイオンビーム照射時間が0の場合、すなわちイオンビーム照射をせず酸化処理のみ行った場合には $1 \text{k} \mu\text{m}^2$ 程度の面積抵抗が得られ、絶縁体となる。酸化処理を行わない場合、すなわちスペーサ層6が金属の場合は $0.05 \sim 0.1 \mu\text{m}^2$ 程度の面積抵抗となる。照射時間を120～150秒程度とすると、 $0.5 \mu\text{m}^2$ 程度の面積抵抗が得られる。

【0032】

図13は、図5に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第4の工程を説明するための図である。すなわち、Arイオンビームを120～150秒程度照射したのち酸化処理を施すと、図12によれば中間的な面積抵抗を得られることから、変質領域6aを電

10

【0033】

図14は、図5に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第5の工程を説明するための図である。図13の状態に引き続き、Cuを積層したのちフリー層5となるCoFe/NiFeを成膜し、さらにキャップ層10としてTaを成膜する。これにより磁気抵抗効果膜上部が形成される。

【0034】

図15は、図5に示される磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの製造方法における第1の工程を説明するための図である。図14の状態の積層膜のキャップ層10に重ねて、電流制御領域8aの幅よりも幅の広いレジスト100を形成する。スペーサ層6の電流制

20

【0035】

図16は、図5に示される磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの製造方法における第2の工程を説明するための図である。図15の状態から、レジスト100をマスクとしてイオンミリングにより磁気抵抗効果膜をエッチングする。そうすると、図16に示されるように磁気抵抗効果素子が整形され、磁気ヘッドとして用いるのに必要最小限のサイズとすることができる。

【0036】

図17および図18は、図5に示される磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの製造方法における第3および第4の工程を説明するための図である。図16の状態からレジスト100を残したままアルミナを成膜して絶縁膜34を形成し、これに重ねてCrを成膜してのバイアス膜35の下地とする。その上にCoptを成膜してバイアス膜35とし、最後にアルミナを成膜して絶縁膜34としたのちリフトオフする。このような工程により本発明に係わる磁気ヘッドを形成することができる。

30

【0037】

このように本実施形態によれば、第2の実施形態と同様に狭いトラック幅と高い再生出力を得ることのできる磁気ヘッドを得ることが可能となる。すなわち磁気抵抗効果素子の物理的幅よりも狭い実効トラック幅を持つ再生ヘッドを提供できるとともに、トラック幅を狭くしても出力の低下を抑制できる磁気抵抗効果型ヘッドを提供できる。

40

【0038】

さらに本実施形態では、スピンバルブ膜のスペーサ層6にイオンビームを照射することで変質領域6aを形成し、これに酸化処理を施すことで混成層8を形成するようにしている。近年のビーム照射装置においては5～10nmのスポット径が達成されており、本実施形態よれば電流制御領域8aの幅を5～10nm程度にまで狭くすることが可能となる。すなわちトラック幅をイオンビームの直径程度にまで狭くでき、記録密度を飛躍的に高密度化できるといった効果を得ることが可能になる。

【0039】

近年のフォトリソグラフィ技術では、80～90nm程度のトラック幅が限界であることが知られている。これに対し本実施形態によれば、フォトリソグラフィ技術の限界

50

により規定される磁気抵抗効果素子の物理幅よりもさらに狭い実効トラック幅を得ることができる。すなわち既存のトラック幅の数分の一～十数分の一の狭さのトラック幅を得ることができるため、ディスク媒体における記録密度の高密度化への寄与は大きい。

【0040】

[第4の実施形態]

図19は、本発明の実施の形態に係わる磁気抵抗効果素子を搭載可能なハードディスク装置を示す外観斜視図である。本発明に係わる磁気抵抗効果素子は、ハードディスクドライブのプラッタに代表されるような磁気記録媒体に磁氣的に記録されるデジタルデータを読み取る磁気再生装置に搭載することが可能である。さらに本発明に係わる磁気抵抗効果素子は、磁気記録媒体にデジタルデータを書き込む機能を併せ持つ磁気記録再生装置に搭載することが可能である。

10

【0041】

図19のハードディスク装置150は、ロータリーアクチュエータを用いる形式である。図19において、記録用のディスク媒体200はスピンドル152に装着され、駆動装置制御部(図示せず)からの制御信号に応答するモータ(図示せず)により、矢印Aの方向に回転駆動される。なおディスク媒体200を複数備え、複数プラッタ型としても良い。

【0042】

ディスク媒体200に記録される情報の記録/再生を行うヘッドスライダ153は、薄膜状のサスペンション154の先端に取り付けられる。ヘッドスライダ153は、図2または図6の磁気ヘッドをその先端付近に搭載する。

20

【0043】

ディスク媒体200が回転することにより、ヘッドスライダ153の媒体対向面(ABS)はディスク媒体200の表面から一定の浮上量で保持される。あるいはスライダがディスク媒体200と接触するいわゆる「接触走行型」であってもよい。

【0044】

サスペンション154は、駆動コイル(図示せず)を保持するボビン部(図示せず)などを有するアクチュエータアーム155の一端に接続される。アクチュエータアーム155の他端には、リニアモータの一種であるボイスコイルモータ156が設けられる。ボイスコイルモータ156は、アクチュエータアーム155のボビン部に巻き上げられた駆動コイル(図示せず)と、このコイルを挟み込むように対向して配置される永久磁石および対向ヨークからなる磁気回路とから構成される。

30

【0045】

アクチュエータアーム155は、スピンドル157の上下2箇所には設けられた図示しないボールベアリングによって保持され、ボイスコイルモータ156により回転摺動が自在にできるようになっている。

【0046】

[第5の実施形態]

図20は、図19のハードディスク装置における磁気ヘッドアッセンブリ160のアクチュエータアーム155から先端の部分をディスク側から眺めた拡大斜視図である。図20において、磁気ヘッドアッセンブリ160はアクチュエータアーム155を有する。アクチュエータアーム155の一端にはサスペンション154が接続される。サスペンション154の先端には、図2または図6の磁気ヘッドを備えるヘッドスライダ153が取り付けられる。サスペンション154は信号の書き込みおよび読み取り用のリード線164を有し、ヘッドスライダ153に組み込まれる磁気ヘッドの各電極がリード線164に電氣的に接続される。リード線164は電極パッド165に接続される。

40

【0047】

ディスク媒体200が回転すると、ヘッドスライダ153の媒体対向面(ABS)はディスク媒体200の表面から所定の浮上量をもって保持される。あるいはスライダがディスク媒体200と接触するいわゆる「接触走行型」であってもよい。

50

【0048】

サスペンション154は、図示しない駆動コイルを保持するボビン部などを有するアクチュエータアーム155の一端に接続されている。アクチュエータアーム155の他端には、リニアモータの一種であるボイスコイルモータ156が設けられている。ボイスコイルモータ156は、アクチュエータアーム155のボビン部に巻き上げられた図示しない駆動コイルと、このコイルを挟み込むように対向して配置された永久磁石および対向ヨークからなる磁気回路とから構成される。

【0049】

アクチュエータアーム155は、スピンドル157の上下2箇所に設けられた図示しないボールベアリングによって保持され、ボイスコイルモータ156により回転摺動が自在にできるようになっている。

【0050】

図19および図20に示されるように、図1、図5の磁気抵抗効果素子、ひいては図2、図6の磁気ヘッドを用いてハードディスク装置を実施することにより、既存のハードディスク装置よりもトラック幅が狭く、かつ再生出力の高い磁気記録再生装置を実現することができる。これにより、記録密度の更なる高密度化に寄与することができる。

【0051】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されるものではない。

【0052】

例えば本発明は、フリー層、スペーサ層、および、ピン層により形成されるユニットを2つ備え、各ユニットによりフリー層が共有される、いわゆるデュアルスピバルブ型の磁気抵抗効果素子にも適用することができる。この場合、2つのスペーサ層のいずれかを混成層8として形成することができる。もちろん、両方のスペーサ層を混成層8として形成しても良い。

また第3の実施形態では、A rイオンビームを照射して電流制御領域8aを形成するようにしたが、これに代えて、電子ビームを照射することによっても電流制御領域8aを形成することができる。このほか、放射線を照射するなどの手法を考えることもできる。

【0053】

さらに本発明は、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0054】

本発明に係わる技術思想は、ハードディスク装置を代表として、情報を磁気的に記録する媒体からの読み出し技術に好適に利用し得る。さらに、本発明に係わる技術思想は、磁気的に情報を書き換え可能なM R A M (Magnetic Random Access Memory) に適用した場合にも、M R A Mでの技術課題である書き込み電流の低減を解決することができる。一般に、高集積化のために磁気抵抗効果膜を微細化すると反磁界のために書き換えに必要な電流磁界が増加するため、高い電流が必要となってくる。しかし電流を高くすると消費電力の増大や信頼性の低下を招いてしまう。そこで本発明をM R A Mに適用すると、微細化の目安である配線幅にあわせて電流制御領域8a部分を作り、それよりも一回り大きい磁気抵抗効果膜とすることが可能となる。従って、配線幅に合わせた磁気抵抗効果膜を形成する場合に比べ反磁界を低減できるため、書き込み電流を少なくすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明に係わる磁気抵抗効果素子の第1の実施形態を概略的に示す断面図。

【図2】図1の磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの要部構成を概念的に表す断面図。

【図3】図2の磁気ヘッドにおいて実効トラック幅を測定した結果を示すグラフ。

10

20

30

40

50

【図 4】図 2 の磁気ヘッドを用いてディスク媒体からの再生出力を X (絶縁体領域 8 b の幅) を変化させて測定した結果を示すグラフ。

【図 5】本発明に係わる磁気抵抗効果素子の第 2 の実施形態を概略的に示す断面図。

【図 6】図 5 の磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの要部構成を概念的に表す断面図。

【図 7】図 6 の磁気ヘッドにおいて実効トラック幅を測定した結果を示すグラフ。

【図 8】図 6 の磁気ヘッドを用いてディスク媒体からの再生出力を X (絶縁体領域 8 b の幅) を変化させて測定した結果を示すグラフ。

【図 9】図 5 に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第 1 の工程を説明するための図。

【図 10】図 5 に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第 2 の工程を説明するための図。 10

【図 11】図 5 に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第 3 の工程を説明するための図。

【図 12】図 10 の工程におけるイオンビーム照射時間と変質領域 6 a の面積抵抗との関係を測定した結果を示すグラフ。

【図 13】図 5 に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第 4 の工程を説明するための図。

【図 14】図 5 に示される磁気抵抗効果素子の製造方法における第 5 の工程を説明するための図。

【図 15】図 5 に示される磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの製造方法における第 1 の工程を説明するための図。 20

【図 16】図 5 に示される磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの製造方法における第 2 の工程を説明するための図。

【図 17】図 5 に示される磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの製造方法における第 3 の工程を説明するための図。

【図 18】図 5 に示される磁気抵抗効果素子を備える磁気ヘッドの製造方法における第 4 の工程を説明するための図。

【図 19】本発明の実施の形態に係わる磁気抵抗効果素子を搭載可能なハードディスク装置を示す外観斜視図。

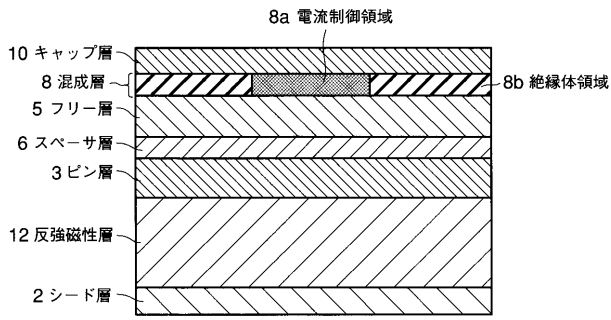
【図 20】図 19 のハードディスク装置における磁気ヘッドアッセンブリ 160 のアクチュエータアーム 155 から先端の部分をディスク側から眺めた拡大斜視図。 30

【符号の説明】

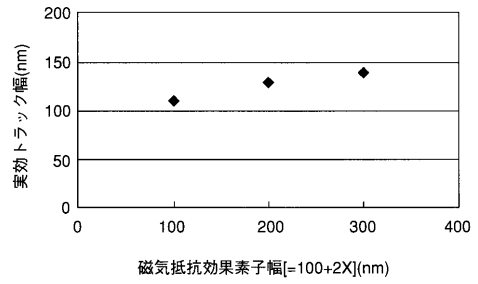
【0056】

1 ... 下リード/下シールド、2 ... シード層、3 ... ピン層、5 ... フリー層、6 ... スペース層、6 a ... 変質領域、8 ... 混成層、8 a ... 電流制御領域、8 b ... 絶縁体領域、10 ... キャップ層、11 ... 上リード/上シールド、12 ... 反強磁性層、34 ... 絶縁膜、35 ... バイアス膜、100 ... レジスト、150 ... ハードディスク装置、152 ... スピンドル、153 ... ヘッドスライダ、154 ... サスペンション、155 ... アクチュエータアーム、156 ... ボイスコイルモータ、157 ... スピンドル、160 ... 磁気ヘッドアッセンブリ、164 ... リード線、165 ... 電極パッド、200 ... ディスク媒体

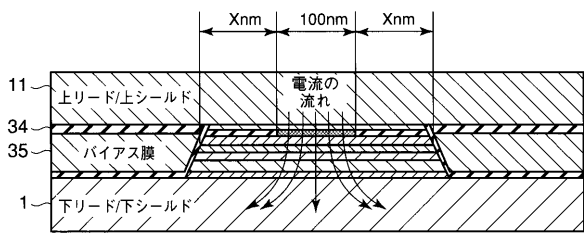
【 図 1 】



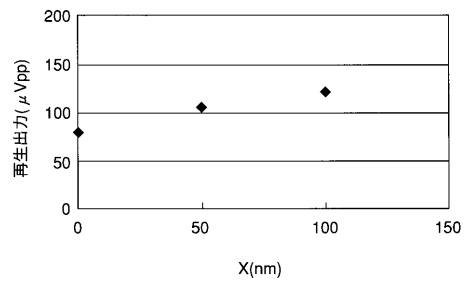
【 図 3 】



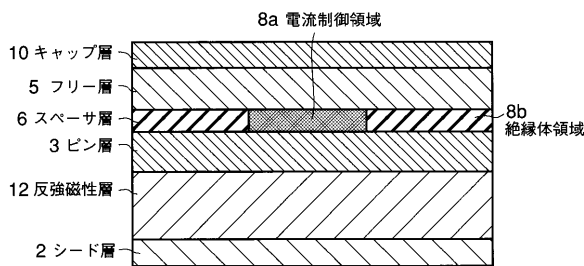
【 図 2 】



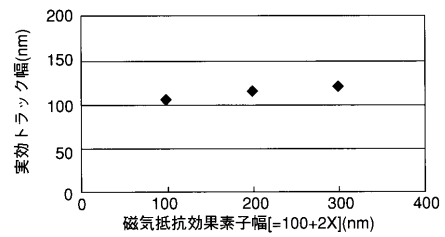
【 図 4 】



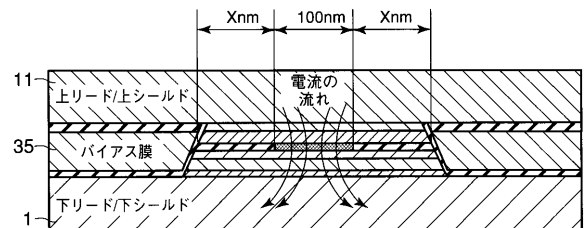
【 図 5 】



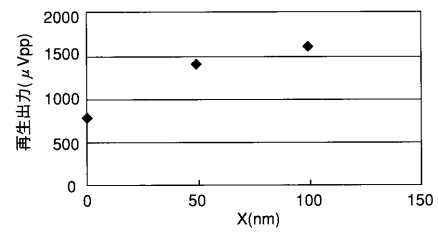
【 図 7 】



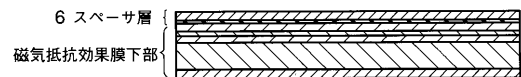
【 図 6 】



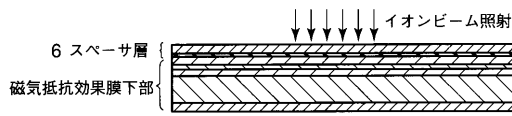
【 図 8 】



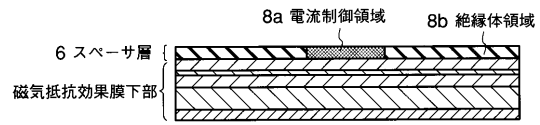
【 図 9 】



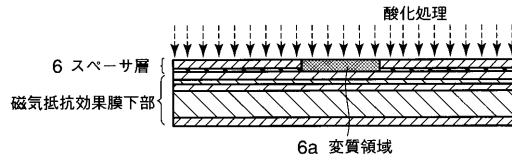
【図10】



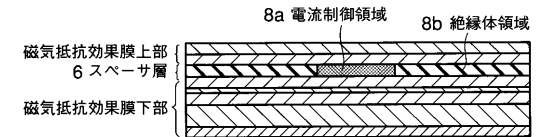
【図13】



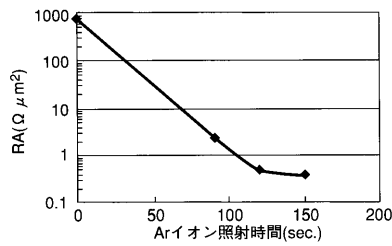
【図11】



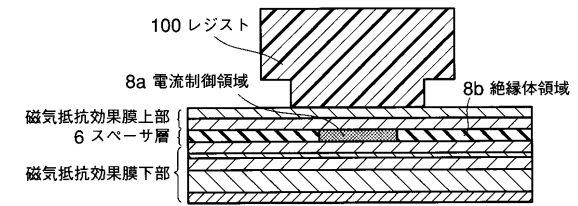
【図14】



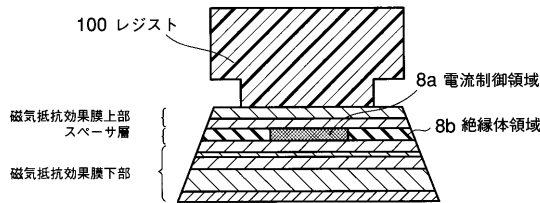
【図12】



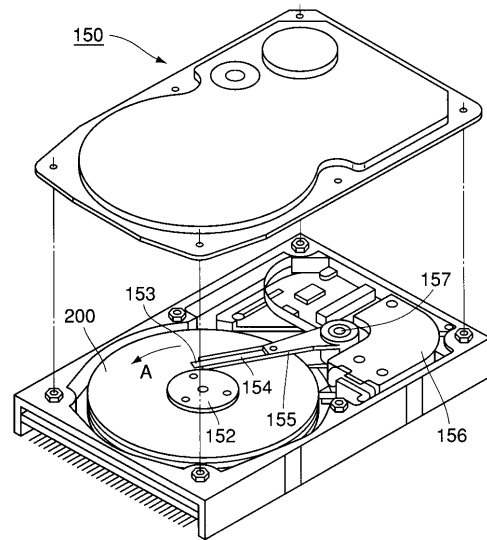
【図15】



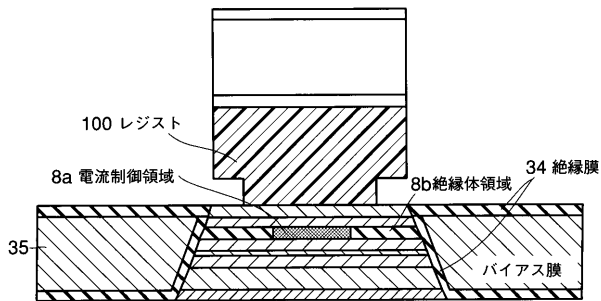
【図16】



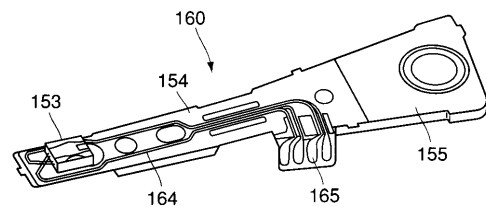
【図19】



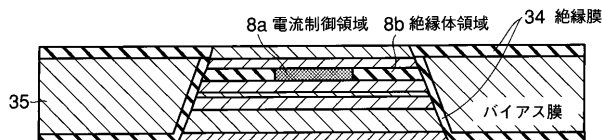
【図17】



【図20】



【図18】



フロントページの続き

(72)発明者 船山 知己

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅事業所内

Fターム(参考) 5D034 BA03 BA05 BA15 DA07

5F083 FZ10 GA05