(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6548357号
(P6548357)

(45)発行日　令和1年7月24日(2019.7.24)　(24)登録日　令和1年7月5日(2019.7.5)

(51)Int.Cl.　F I
G01D 5/245 (2006.01)　G01D 5/245 110A
G01D 5/244 (2006.01)　G01D 5/245 N
G01D 5/244 F

請求項の数 1　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2014-68956(P2014-68956)
(22)出願日　平成26年3月28日(2014.3.28)
(65)公開番号　特開2015-190880(P2015-190880A)
(43)公開日　平成27年11月2日(2015.11.2)
審査請求日　平成29年1月12日(2017.1.12)

前置審査

(73)特許権者　000146847
ＤＭＧ森精機株式会社
奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地
(74)代理人　110000925
特許業務法人信友国際特許事務所
(72)発明者　久須美　雅昭
神奈川県伊勢原市鈴川４５　株式会社マグネスケール内
(72)発明者　武井　祐介
神奈川県伊勢原市鈴川４５　株式会社マグネスケール内
(72)発明者　石本　茂
神奈川県伊勢原市鈴川４５　株式会社マグネスケール内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】位置検出装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
磁性媒体に磁気記録されたスケールと、
バリア層を挟んだ第１及び第２の磁性層を有する素子によって構成され、前記第１の磁性層の磁化方向は、位置検出を行う方向と平行又は反平行に固定された状態とし、前記第２の磁性層は、前記スケールからの漏洩磁気の内の位置検出を行う方向と平行又は反平行の方向の磁界の量に応じて磁化方向を変化させることで抵抗値を変化させて、前記漏洩磁気を検出した位置に応じた記録信号を出力する磁気検出素子と、
前記第２の磁性層にバイアス磁場を印加し、スケールからの漏洩磁気がない状態で前記第２の磁性層の磁化方向を前記第１の磁性層の前記磁化方向とは異なる方向とするバイアス磁場発生処理を、個々の前記磁気検出素子に対して個別に行うバイアス磁場発生部と、
前記記録信号に基づいて、前記スケールに対する前記磁気検出素子の相対的な位置を検出する位置検出部と、を備え、
前記バイアス磁場発生部は、個々の磁気検出素子を挟んだ位置から、前記磁気検出素子毎に前記バイアス磁場を印加するものであり、
前記第１の磁性層と前記バリア層と前記第２の磁性層とを積層した方向とは直交する位置で、前記バイアス磁場発生部が前記磁気検出素子を挟むように配置した上で、前記バイアス磁場発生部が、前記第１の磁性層の前記磁化方向に対して直交方向から所定の角度を有する方向に前記バイアス磁場を印加することで、前記磁気検出素子の抵抗変化特性カーブが、外部磁場が０の時の抵抗値を中心にほぼ１８０°対称になるようにして、前記磁気

検出素子の抵抗変化特性が、前記スケールから得られる交番磁界に対して対称的な特性を示すようにし、

前記スケールからの漏洩磁気がない状態での、前記第２の磁性層にバイアス磁場を印加したときの前記抵抗値は、最大の抵抗値と最小の抵抗値の中間値となるようにした

位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、磁気スケールとヘッドとの相対位置を検出する位置検出装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来、直線変位や回転変位等の精密な変位位置を検出する位置検出装置として、磁気スケールと検出ヘッドを備えた位置検出装置が知られている。この位置検出装置は、例えば搬送物の高精度な位置決め制御が必要とされる電子部品の実装装置や部品の寸法を検出（測定）する検出（測定）装置等に広く利用されている。

【０００３】

図１０は、従来の磁気式の位置検出装置の原理構成を示す図である。この図１０の位置検出装置は、直線変位を検出するものであり、磁気媒体で構成された磁気スケール１を備える。磁気スケール１は、Ｓ極とＮ極の磁化方向を一定の距離ごとに反転させている。このＳ極とＮ極が繰り返される１単位が磁気スケール１の記録信号の１波長となる。

そして、図１０の位置検出装置においては、磁気スケール１の磁化方向が反転する長手方向（図中のｘ方向）に沿って移動する磁気ヘッド２が用意され、その磁気ヘッド２に２つの磁気センサ２ａ，２ｂが配置されている。それぞれの磁気センサ２ａ，２ｂは、近接した磁気スケール１に記録された磁化方向を検出するセンサであり、再生信号の１波長の１／４周期に相当する距離だけ配置位置がずれている。このため、一方の磁気センサ２ａは、磁気スケール１の記録信号を正弦波形の信号（ＳＩＮ信号）として検出し、他方の磁気センサ２ｂは、磁気スケール１の記録信号を余弦波形の信号（ＣＯＳ信号）として検出する。

【０００４】

ここで、磁気スケール１と磁気ヘッド２の相対位置をｘとし、磁気センサ２ａが出力するＳＩＮ信号ｓｉｎ（ｘ）と、磁気センサ２ｂが出力するＣＯＳ信号ｃｏｓ（ｘ）とから、相対位置ｘを算出する。なお、このＳＩＮ信号とＣＯＳ信号を用い、ｓｉｎ（ｘ）／ｃｏｓ（ｘ）の演算をしてｔａｎ（ｘ）を求め、このｔａｎ（ｘ）の値から、磁気スケール１と磁気ヘッド２の１波長内の相対位置ｘを求め（内挿処理）、１波長の長さよりも細かい分解能で位置ｘが算出される。算出された位置の情報は、位置情報の表示装置や制御装置に伝えられる。

特許文献１には、このような磁気式の位置検出装置の例についての記載がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２００９－３６６３７号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

ところで、近年、トンネル磁気抵抗効果（ＴＭＲ効果:tunnel Magneto-Resistance Effect）を利用したトンネル磁気接合素子（以下、「ＴＭＲ素子」と称する。）が開発されている。このＴＭＲ素子は、ハードディスクなどの磁気記録分野での利用が進んでおり、例えばＴＭＲ素子を使用したハードディスクドライブ装置は、従来よりも大幅に記録密度が向上している。

磁気スケールを使用した位置検出装置においても、磁気ヘッドにＴＭＲ素子を適用する

ことで、位置検出精度の向上が期待できる。

【０００７】

ところで、磁気スケールと磁気ヘッドとの相対位置を検出する場合には、磁気ヘッドで検出される信号の歪みや誤差を極力少なくすることが好ましい。すなわち、磁気スケールを使用した位置検出装置の場合、磁気ヘッドで検出される信号は、図１０で説明したように正弦波形や余弦波形である。位置検出装置は、これらの検出波形の内挿処理で、正確な相対位置を検出するため、磁気ヘッドで検出される信号波形が歪むことは、極力避ける必要がある。

ＴＭＲ素子は、従来から位置検出装置に使用されている検出素子とは異なった歪み特性を持つものであり、位置検出装置に適用する場合、新たな歪み除去手法が必要になっていた。例えば、ＴＭＲ素子は、磁場による抵抗の変化率が大きい効果を有するが、ＴＭＲ素子に加わる磁場による抵抗値の変化特性の線形性が確保できないと、磁気スケールからの正確な磁場の検出ができないという問題がある。

【０００８】

本発明の目的は、ＴＭＲ素子のような従来とは異なる特性を持つ素子を使用して、精度の高い位置検出が可能な位置検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明の位置検出装置は、磁性媒体に磁気記録されたスケールと、スケールに記録された信号を検出する磁気検出素子と、磁気検出素子に対してバイアス磁場を印加するバイアス磁場発生処理を個々の磁気検出素子に対して個別に行うバイアス磁場発生部と、磁気検出素子が検出した記録信号に基づいて、スケールに対する磁気検出素子の相対的な位置を検出する位置検出部とを備える。

ここで、バイアス磁場発生部は、個々の磁気検出素子を挟んだ位置から、磁気検出素子毎にバイアス磁場を印加するものであり、第１の磁性層とバリア層と第２の磁性層とを積層した方向とは直交する位置で、バイアス磁場発生部が前記磁気検出素子を挟むように配置した上で、バイアス磁場発生部が、第１の磁性層の磁化方向に対して直交方向から所定の角度を有する方向にバイアス磁場を印加することで、磁気検出素子の抵抗変化特性カーブが、外部磁場が０の時の抵抗値を中心にほぼ１８０°対称になるようにして、磁気検出素子の抵抗変化特性が、スケールから得られる交番磁界に対して対称的な特性を示すようにした。さらに、スケールからの漏洩磁気がない状態での、第２の磁性層にバイアス磁場を印加したときの抵抗値は、最大の抵抗値と最小の抵抗値の中間値となるようにした。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によると、磁気検出素子がスケールからの漏洩磁気を検出する際に、適切なバイアス磁場が印加されているため、磁気検出素子をスケールに記録された信号の変換効率や変換線形性の良い検出素子とする事が出来、結果的に高精度な位置検出が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の一実施の形態による位置検出装置を含む機構全体構成の例を示す構成図である。

【図２】本発明の一実施の形態による磁気スケールに対する磁気検出素子の配置例を示す原理図である。

【図３】本発明の一実施の形態による磁気検出素子の構成例を示す斜視図である。

【図４】本発明の一実施の形態による磁気検出素子がスケール磁場により磁化方向が変わる様子を示す説明図である。

【図５】本発明の一実施の形態による磁気検出素子の抵抗値の変化例を示す説明図である。

【図６】バイアス磁場の大きさにより検出状態が変化する例を示す説明図である。

【図７】本発明の一実施の形態によるバイアス磁場とスケール磁場との関係の例を示す説

明図である。
【図８】本発明の一実施の形態による適正なバイアス磁場の例（Ａ）と直交するバイアス磁場の例（Ｂ）を示す説明図である。
【図９】バイアス磁場の向きにより磁気検出素子が検出する特性の変化例を示す説明図である。
【図１０】従来の磁気スケールと磁気検出素子との配置例を示す斜視図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下、本発明の一実施の形態の例（以下、「本例」と称する。）を、図１～図９を参照して説明する。
【００１３】
［１．位置検出装置の構成例］
図１は、本例の位置検出装置を駆動機構に組み込んだ際の、位置検出装置を含む機構全体構成の例を示す図である。
図１に示す装置１００は、工作機械に適用した例である。すなわち、装置１００は、固定部１０１の上に移動自在に配置された移動台１０２とを備えた工作機械における、固定部１０１上の移動台１０２の移動距離を検出するものである。
移動台１０２には被工作物１０３が固定され、加工具１０５により被工作物１０３の加工が行われる。移動台１０２は、駆動部１０６による駆動で位置が変化する。
【００１４】
移動台１０２には、磁気スケール１１が配置される。磁気スケール１１は、一定の距離ごとにＮ極とＳ極に交互に着磁させて信号を記録した磁性媒体を、金属板の表面に貼り付けた構成である。この磁気スケール１０は、装置１００で移動を検出する最大の距離以上の長さに形成されている。
【００１５】
また、固定部１０１側には検出部２０が配置され、この検出部２０が磁気スケール１１と近接している。そして、検出部２０内の検出素子（図２に示す磁気検出素子２１）が、磁気スケール１１に記録された信号を検出する。ここでは、検出部２０が複数の検出素子を備えて、それぞれの検出素子で、正弦波形ＳＩＮと磁気スケール１の記録信号を正弦波形の信号（ＳＩＮ信号）及び余弦波形の信号（ＣＯＳ信号）が検出される。
【００１６】
検出部２０が検出したＳＩＮ信号とＣＯＳ信号は、位置検出部１０４に供給され、位置検出部１０４で、演算処理でこれらＳＩＮ信号とＣＯＳ信号から、磁気スケール１１と検出部２０との相対位置が算出される。位置検出部１０４が算出した位置情報は、制御部１０７に供給される。制御部１０７は、目標位置入力部１０８から入力した目標位置情報と、位置検出部１０４から供給された位置情報との差分を算出し、その差分だけ移動台１０２を移動させる駆動信号を生成する。そして、制御部１０７が生成した駆動信号が駆動部１０６に供給される。駆動部１０６は、供給された駆動信号で示された移動量だけ移動台１０２を移動させる。
【００１７】
［２．磁気検出素子構成とバイアス磁場印加部の配置例］
次に、図２及び図３を参照して、検出部２０が備える磁気検出素子構成とバイアス磁場印加部の配置例について説明する。
磁気スケール１１からの信号を検出する検出部２０は、図２に示すように、磁気検出素子２１を備える。磁気検出素子２１は、磁気スケール１１の表面に近接した状態に配置される。なお、図２は磁気スケール１１と磁気検出素子２１との位置関係を示す模式図であり、実際の磁気検出素子２１は、この図２に示す形状のものより小さいサイズとしてもよい。また、図２では、１個の磁気検出素子２１だけを示すが、実際にはＳＩＮ信号とＣＯＳ信号のそれぞれを検出するために、複数個の磁気検出素子２１を配置する。
【００１８】

磁気スケール１１には、Ｎ極着磁部１１ＮとＳ極着磁部１１Ｓとが、一定の距離ごとに交互に形成されている。ここでは、磁気スケール１１には、２００μｍ間隔でＮ極着磁部１１ＮとＳ極着磁部１１Ｓとが形成されている。磁気検出素子２１が検出する信号としては、Ｎ極とＳ極が変化する１つの周期が１波長になる。すなわち、Ｎ極着磁部１１Ｎによる磁界方向ＨＮとＳ極着磁部１１Ｓによる磁界方向ＮＳとが２００μｍごとに反転し、１波長の長さが４００μｍになる。

【００１９】

本例の場合、磁気検出素子２１としては、トンネル磁気抵抗効果を利用したＴＭＲ素子が利用される。

図３は、ＴＭＲ素子である磁気検出素子２１の構成例を示す図である。

図３に示すように、磁気検出素子２１は、固定層２１ａとバリア層２１ｂとフリー層２１ｃの３層を有する構造になっている。なお、磁気検出素子２１は、これらの層の他、信号の引き出しの為の配線層、保護層等各種の層構造が有るがここでは省略した。

【００２０】

固定層２１ａは、磁化方向が固定された層である。ここでは、図２に示すように固定層２１ａの磁化方向Ｈ１は、Ｎ極着磁部１１Ｎによる磁界方向ＨＮと同じ方向になっている。

フリー層２１ｃは、磁気スケール１１から漏洩する磁気により磁化方向が変化する層である。これら固定層２１ａとフリー層２１ｃは強磁性層であり、バリア層２１ｂは絶縁層である。磁気検出素子２１は、固定層２１ａとフリー層２１ｃの磁化方向が同じとき、素子２１全体の抵抗値が小さくなり、固定層２１ａとフリー層２１ｃの磁化方向が逆のとき、素子２１全体の抵抗値が大きくなる。ＴＭＲ素子の場合、この磁化方向の変化による抵抗値の変化が非常に大きい特徴がある。磁気検出素子２１の抵抗値が変化する状態の詳細は後述する。

【００２１】

そして本例においては、図２に示すように、磁気検出素子２１の近傍に、バイアス磁場発生部３１，３２が配置される。２つのバイアス磁場発生部３１，３２は、磁気スケール１１の長手方向とほぼ直交する方向に隣接し、２つのバイアス磁場発生部３１，３２で磁気検出素子２１のフリー層２１ｃを挟むように配置される。２つのバイアス磁場発生部３１，３２により発生するバイアス磁界は、固定層２１ａの磁化方向Ｈ１とほぼ直交する方向Ｈ２とする。磁気スケール１１からの漏洩する外部磁界がない状態のとき、磁気検出素子２１のフリー層２１ｃの磁化方向は、このバイアス磁界の方向Ｈ２になる。

なお、バイアス磁界の方向Ｈ２を発生させる２つのバイアス磁場発生部３１，３２は、磁化方向Ｈ１と直交する方向から若干シフトした方向に配置することが好ましいが、この点については後述する。また、上述したように磁気検出素子２１は複数個配置されるが、バイアス磁場発生部３１，３２は、全ての磁気検出素子２１に個々に配置し、それぞれが個々の磁気検出素子２１にバイアス磁界を印加するような配置とする。

【００２２】

［３．磁気検出素子がスケール磁場を検出する原理］

次に、磁気検出素子２１が磁気スケール１１の磁場を検出する原理について説明する。

図４は、固定層２１ａの磁化方向Ｈ１と、バイアス磁界によるフリー層２１ｃの磁化方向Ｈ２と、磁気スケール１１の磁界方向ＨＮ，ＨＳの関係を示す図である。

図４に示すように、固定層２１ａの磁化方向Ｈ１は、磁気スケール１１のＮ極着磁部１１Ｎの磁界方向ＨＮと同じ方向であり、Ｓ極着磁部１１Ｓの磁界方向ＨＳと１８０°反対の方向である。

そして、磁気スケール１１の磁界が影響ない状態での、バイアス磁界によるフリー層２１ｃの磁化方向Ｈ２は、固定層２１ａの磁化方向Ｈ１と直交する方向である。

【００２３】

ここで、磁気検出素子２１が磁気スケール１１の信号を検出する際には、バイアス磁界によるフリー層２１ｃの磁化方向Ｈ２と、磁気スケール１１の磁界方向ＨＮ，ＨＳとを合

成した磁化方向Ｈ２Ｎ，Ｈ２Ｓが、フリー層２１ｃの磁化方向になる。
すなわち、磁気検出素子２１が磁気スケール１１のＮ極着磁部１１Ｎの上に位置するときは、フリー層２１ｃの磁化方向Ｈ２と、Ｎ極着磁部１１Ｎの磁化方向ＨＮとを合成した磁化方向Ｈ２Ｎが、フリー層２１ｃの磁化方向になる。また、磁気検出素子２１が磁気スケール１１のＳ極着磁部１１Ｓの上に位置するときは、フリー層２１ｃの磁化方向Ｈ２と、Ｓ極着磁部１１Ｓの磁化方向ＨＳとを合成した磁化方向Ｈ２Ｓが、フリー層２１ｃの磁化方向になる。

【００２４】

したがって、磁気検出素子２１の出力信号としては、Ｎ極着磁部１１Ｎの上に磁気検出素子２１が位置したときに検出される磁化方向Ｈ２Ｎと、Ｓ極着磁部１１Ｓの上に磁気検出素子２１が位置したときに検出される磁化方向Ｈ２Ｓとがなす角度θ_0が大きいことが好ましい。

【００２５】

図５は、磁気検出素子２１内の各層の磁化方向と、抵抗値との関係を示す図である。
図５Ａは、固定層２１ａの磁化方向とフリー層２１ｃの磁化方向とが同じ方向であるときを示し、図５Ｂは、固定層２１ａの磁化方向とフリー層２１ｃの磁化方向とが逆向きあるときを示す。この図５Ａ，Ｂに示す磁気検出素子２１は、図２に示す磁気検出素子２１とは上下が逆である。
図５Ｃに示すグラフは、フリー層２１ｃの磁化方向の変化による抵抗値の変化を示す。フリー層２１ｃの磁化方向が０°のときが、図５Ａに示す状態であり、フリー層２１ｃの磁化方向が１８０°のときが、図５Ｂに示す状態である。

【００２６】

図５Ｃから判るように、フリー層２１ｃの磁化方向が０°のとき、磁気検出素子２１の抵抗値が最低になり、フリー層２１ｃの磁化方向が１８０°のとき、磁気検出素子２１の抵抗値が最大になる。そして、図５Ｃに示す特性の曲線から判るように、フリー層２１ｃの磁化方向が０°から１８０°の間であるとき、それぞれの角度に応じた抵抗値が得られる。

【００２７】

ここで、図２に示したバイアス磁場発生部３１，３２を設けて、図５Ｃに示すように、バイアス磁場ありの０磁場位置Ｘが、スピン方向が０°から１８０°のほぼ中間で、磁気スケール１１の磁場がない状態（＝無磁場）での磁化方向とほぼ直交する方向となるように設定する。
このようにバイアス磁場を発生させることで、ＴＭＲ素子よりなる磁気検出素子２１が、線形性のよいところで検出動作を行うようになる。

【００２８】

［４．バイアス磁場が与える影響］

次に、バイアス磁場が与える影響について説明する。
図４に示すように、バイアス磁場を磁気スケール１１の磁界方向と幾何学的に直角方向とした場合に、そのバイアス磁場の強さによっては、磁気検出素子２１のフリー層２１ｃの磁化方向が、バイアス磁場と直角になるまで回転できない場合がある。バイアス磁場を大きくすれば、そのバイアス磁場によりフリー層２１ｃの磁化方を確実に回転させることができるが、その場合には、スケール磁場に対してバイアス磁場の量が大きくなるため、同一のスケール磁場に対して磁化方向を変動させる角度が減少する。

【００２９】

図６はバイアス磁場が弱い場合とバイアス磁場が強い場合とを比較した図である。
図６Ａは、バイアス磁場Ｈ２－１が弱い場合の例である。このようにバイアス磁場Ｈ２－１が弱い場合には、磁気スケール１１のＮ極着磁部１１Ｎの磁化方向ＨＮとバイアス磁場Ｈ２－１とを合成した磁化方向が検出される状態と、磁気スケール１１のＳ極着磁部１１Ｓの磁化方向ＨＳとバイアス磁場Ｈ２－１とを合成した磁化方向が検出される状態のいずれかになる。したがって、磁気検出素子２１で検出される磁化方向の変化範囲は、角度

θ_1となる。

【００３０】

図６Ｂは、バイアス磁場Ｈ２－２が強い場合の例である。このようにバイアス磁場Ｈ２－２が強い場合でも、Ｎ極着磁部１１Ｎの磁化方向ＨＮとバイアス磁場Ｈ２－２とを合成した磁化方向が検出される状態と、磁気スケール１１のＳ極着磁部１１Ｓの磁化方向ＨＳとバイアス磁場Ｈ２－２とを合成した磁化方向が検出される状態のいずれかである点は、図６Ａに示す状態と同じである。しかしながら、この図６Ｂに示す例の場合に磁気検出素子２１で検出される磁化方向の変化範囲は、角度θ_2となる。このバイアス磁場Ｈ２－２が強い場合の角度範囲θ_2は、バイアス磁場Ｈ２－２が弱い場合の角度範囲θ_1よりも狭くなってしまう。

このようにバイアス磁場Ｈ２－２が強い場合の角度範囲θ_2が狭いということは、磁気スケール１１の磁場の変化による抵抗変化量が減少し、磁気検出素子２１の出力信号の振幅が減少することになり、検出精度を確保する上で好ましくない。

【００３１】

ところで、ここまで説明したバイアス磁界の強弱とは別の問題として、磁気検出素子２１の抵抗変化が、プラス方向とマイナス方向とで完全には対称的な特性でないという問題がある。すなわち、磁気検出素子２１の抵抗変化の中心は、必ずしも図６に示す角度範囲θ_1，θ_2の中央になるとは限らない。さらに、上述したようにバイアス磁界を強くしたとき、磁気検出素子２１の出力信号の振幅が減少するという問題があり、これらを両立して解決するために、本例においては、バイアス磁界を適度な強さとした上で、バイアス磁場を加える方向を、磁気スケール１１の長手方向に対して幾何学的な直角方向から若干シフトした方向にする。

すなわち、磁気スケール１１からの磁場がない状態で、磁気検出素子２１の抵抗値が、ほぼ最大の抵抗値と最小の抵抗値の中間点になるように、バイアス磁場の方向を変えて設定する。

【００３２】

図７は、この抵抗値が中間点になる状態を説明する図である。図７Ａは、バイアス磁場発生部３１，３２からのバイアス磁場だけがフリー層２１ｃに加わった状態を示す。この図７Ａのときのバイアス磁場の方向は、最大の抵抗値と最小の抵抗値の中間値Ｒ０となる方向とする。

図７Ｂ及びＣは、このバイアス磁場が加わった状態で、磁気スケール１１からの一方又は他方の磁場が検出された状態を示す。図７Ｂに示す状態では、磁気検出素子２１の固定層２１ａの磁化方向とフリー層２１ｃの磁化方向は同じであり、図７Ｃに示す状態では、磁気検出素子２１の固定層２１ａの磁化方向とフリー層２１ｃの磁化方向は１８０°異なる方向である。

磁気検出素子２１は、図７Ｂに示す状態のとき最小の抵抗値Ｒ１となり、図７Ｃに示す状態のとき最大の抵抗値Ｒ２となる。

【００３３】

図７Ｄは、磁気検出素子２１の最小の抵抗値Ｒ１と最大の抵抗値Ｒ２と中間値Ｒ０の関係を示す図である。このように、バイアス磁場だけがフリー層２１ｃに加わった状態での磁気検出素子２１の抵抗値Ｒ０が、最小値Ｒ１と最大値Ｒ２の中間になるようにしたことで、磁気検出素子２１の特性が、磁気スケール１１の交番磁界に対して対称な特性になる。

【００３４】

図８は、バイアス磁場発生部３１，３２が磁気検出素子２１に与えるバイアス磁場の例を示す図である。

図８Ａは、磁気検出素子２１の固定層２１ａの磁化方向と直交する方向から、角度θ_aだけシフトした角度で、バイアス磁場発生部３１，３２がバイアス磁場を加えた場合を示す。この状態が、上述した図７Ｄに示す磁気検出素子２１の中間の抵抗値Ｒ０のときである。角度θ_aは、磁気検出素子２１の配置状態などにより異なるが、例えば１０°程度の

値である。
バイアス磁場発生部３１，３２の配置状態として、この図８Ａに示す状態に設定することで、磁気検出素子２１に加わる磁気量と、磁気検出素子２１で検出される抵抗値とが、一定の関係で正確に一致するようになる。したがって、信号歪みの少ない検出が可能で、位置検出装置として検出される位置情報の高精度に貢献する。
【００３５】
図８Ｂは、バイアス磁場発生部３１，３２が磁気検出素子２１に与えるバイアス磁場が、磁気スケール１１の交番磁界と直交方向である例を参考に示したものである。この図８Ｂの場合には、中間の抵抗値Ｒ０からずれた抵抗値が検出されてしまい、好ましくない。
【００３６】
図９は、図８Ａに示すようにバイアス磁場発生部３１，３２を直交位置から角度θａだけシフトして配置した場合の抵抗値の変化特性H_xと、図８Ｂに示すようにバイアス磁場発生部３１，３２を直交位置に配置した場合の抵抗値の変化特性H_yとを示す。
図９の横軸は、磁気スケール１１の交番磁界の強さ（Ｏｅ）を示し、縦軸は抵抗値を示す。なお、抵抗値はH_xで外部磁場がゼロの時の抵抗値を１００とした相対値である。
この図９から判るように、バイアス磁場発生部３１，３２を直交位置から角度θａだけシフトして配置した場合の特性H_xは、磁気スケール１１の交番磁界の磁場０［Ｏｅ］のときが、抵抗値変化の中心になる。すなわち、磁気検出素子２１の抵抗変化特性カーブが、外部磁場が０の時の抵抗値を中心にほぼ１８０°対称になる。
一方、バイアス磁場発生部３１，３２を直交位置に配置した場合の特性H_yは、磁気スケール１１の交番磁界の磁場０［Ｏｅ］のときが、抵抗値変化の中心からずれた状態になる。
【００３７】
このように本例の位置検出装置によると、磁気検出素子２１の抵抗変化特性が、バイアス磁界を加えた位置を中心として対称的な特性を示すようになり、結果的に磁気スケール１１の交番磁界に対して対称に変化する特性が得られる。このことは、磁気検出素子２１が、この素子に加わる磁気量を抵抗値に変換する際に、その変換特性の質がよい状態で抵抗値を変換することになる。このため、本例の位置検出装置は、信号歪みの少ない状態で、位置検出を行うことになり、位置検出の高精度化に貢献する。
【００３８】
なお、ここまで説明したようにバイアス磁界の印加方向として、磁気スケール１１の交番磁界に対して直交する方向から若干シフトした位置にすることが最も望ましいが、図８Ｂに示すように磁気スケール１１の交番磁界に対して直交した方向にバイアス磁界を印加した場合でも、それなりに特性の改善効果がある。すなわち、図７Ｄで説明した様に、バイアス磁界を加えて動作点を移動させる事で、磁界に対する感度（＝変化率）の高い領域を使って抵抗変化させる事が出来るので信号が大きくＳ／Ｎ比の良い、高精度な信号処理に適した信号を得る事が出来る。
【００３９】
［５．変形例］
なお、上述した実施の形態例で説明した角度や１波長などの各値は、好適な一例を示したものであり、本発明は、これらの数値に限定されるものではない。
また、上述した実施の形態例では、磁気検出素子として、トンネル磁気抵抗効果を利用したＴＭＲ素子を使用したが、バイアス磁界を加えることで特性が良好になる素子であれば、その他の構成の素子を使用してもよい。
【００４０】
また、図２に示すように、磁気検出素子２１を挟むように２つのバイアス磁場発生部３１，３２を配置する構成についても、好適な例を示すものであり、本発明は、このような配置位置に限定されるものではない。
【００４１】
また、上述した実施の形態例では、スケールが直線状の位置検出装置に適用した例を説

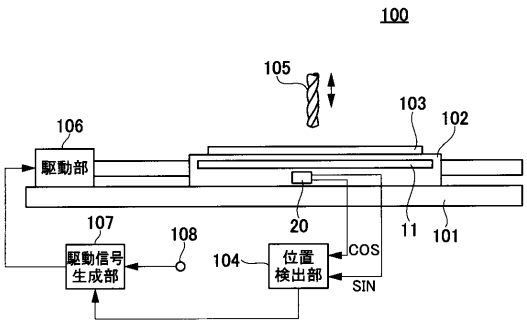
明した。これに対して、磁気スケールを円形に配置することで、スケールとヘッドとの相対回転角度を検出する位置検出装置に本発明を適用してもよい。スケールが直線状の位置検出装の例として示した図１の構成についても、一例であり、本発明は、その他の各種機器用の位置検出装置に適用してもよい。

【符号の説明】

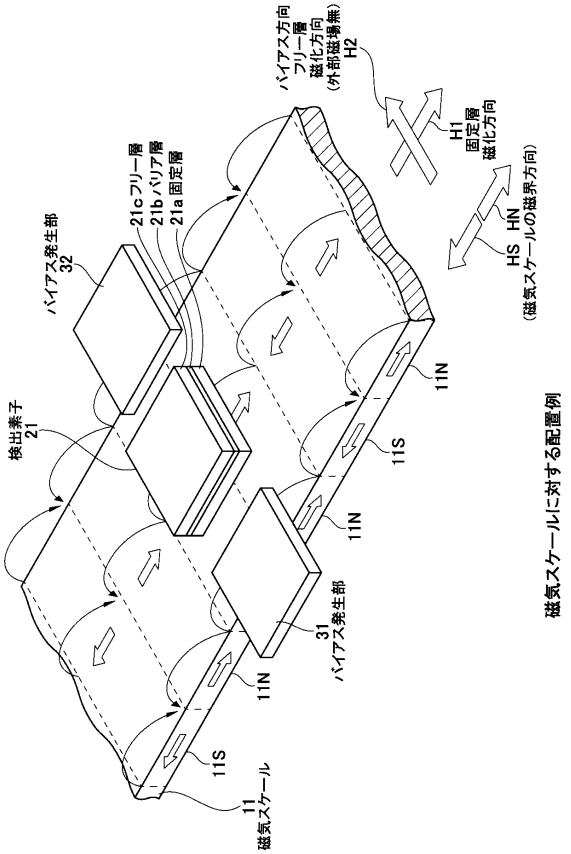
【００４２】

１１…磁気スケール、２０…検出部、２１…検出素子、２１ａ…固定層、２１ｂ…バリア層、２１ｃ…フリー層、３１，３２…バイアス磁場発生部、１００…装置、１０１…固定部、１０２…移動台、１０３…被工作物、１０４…位置検出部、１０５…加工具、１０６…駆動部、１０７…制御部、１０８…目標位置入力部

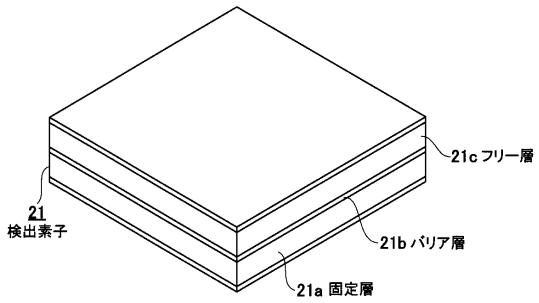
【図１】



【図２】

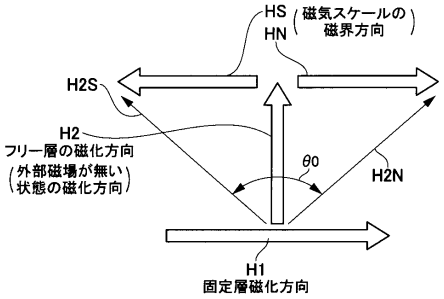


【図３】



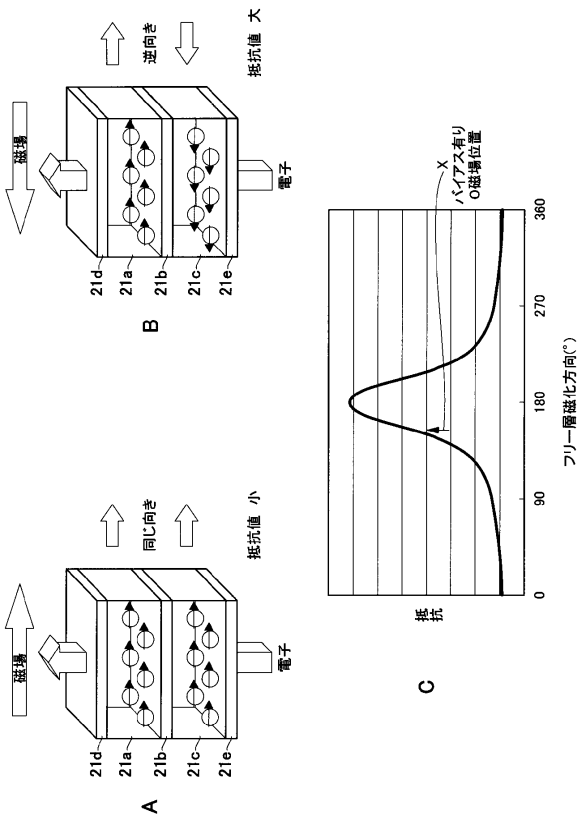
検出素子の構成例

【図４】

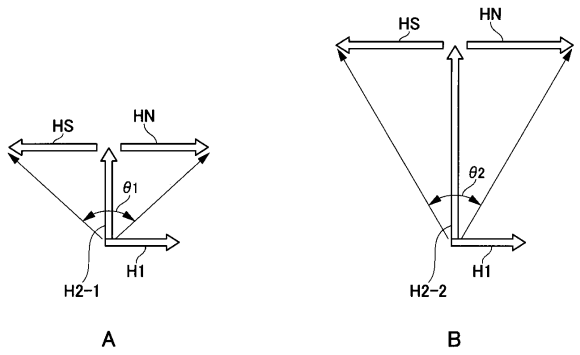


フリー層がスケール磁場により
磁化方向が変わる様子

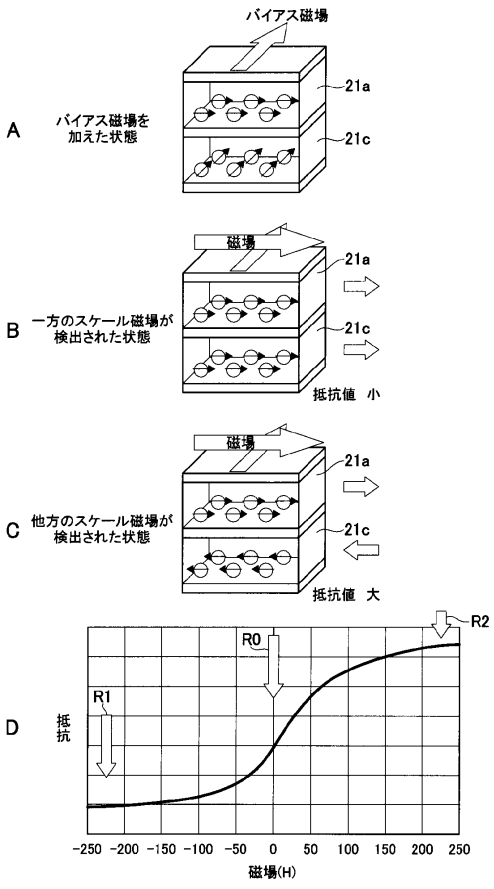
【図５】



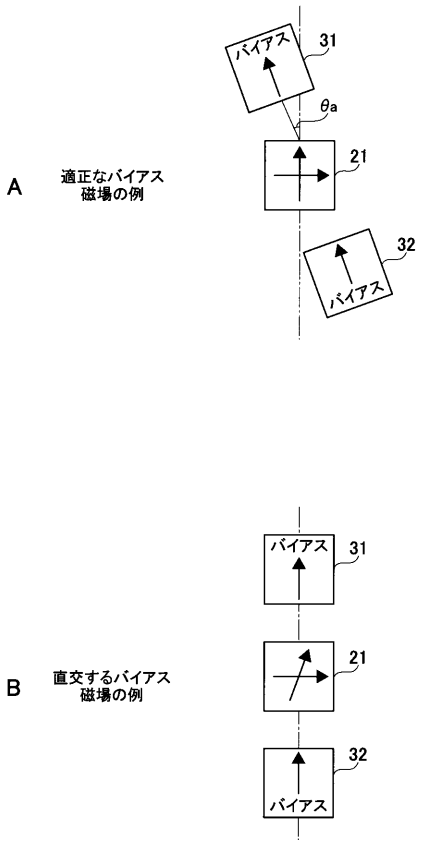
【図６】



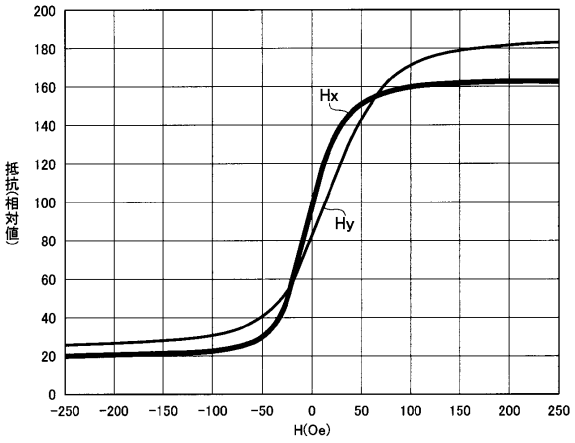
【図７】



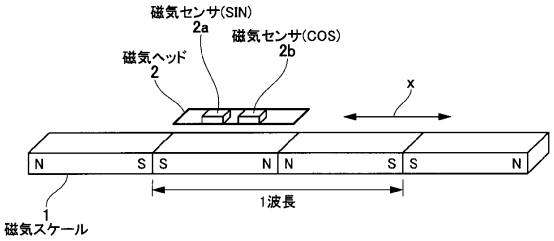
【図８】


A
適正なバイアス
磁場の例
バイアス
31
θa
21
32
バイアス
B
直交するバイアス
磁場の例
バイアス
31
21
32
バイアス

【図９】


200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
抵抗(相対値)
Hx
Hy
−250
−200
−150
−100
−50
0
50
100
150
200
250
H(Oe)

【図１０】


磁気センサ(SIN)
2a
磁気センサ(COS)
2b
磁気ヘッド
2
x
N
S
S
N
N
S
S
N
1波長
1
磁気スケール

フロントページの続き

審査官　吉田　久

(56)参考文献　特開２００８－１５１７５９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１３／０２９５１０（WO，Ａ1）
特開２００７－２２０９４５（ＪＰ，Ａ）
特表２０１４－５０７００１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－７３２４１（ＪＰ，Ａ）
特表２０１３－５３５６７４（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２１５１４５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－６０３９９（ＪＰ，Ａ）
特開平８－６２２３３（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１９３４０７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｄ　　５／００－５／２５２
Ｇ０１Ｒ　３３／００－３３／１８
Ｇ０１Ｂ　　７／００－７／３４