

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4411319号

(P4411319)

(45) 発行日 平成22年2月10日(2010.2.10)

(24) 登録日 平成21年11月20日(2009.11.20)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 D 5/245 (2006.01)

G O 1 D 5/245 N

G O 1 R 33/09 (2006.01)

G O 1 R 33/06 R

H O 1 L 43/08 (2006.01)

H O 1 L 43/08 Z

H O 1 L 43/08 P

請求項の数 24 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2006-501932 (P2006-501932)
 (86) (22) 出願日 平成16年2月24日(2004.2.24)
 (65) 公表番号 特表2006-519370 (P2006-519370A)
 (43) 公表日 平成18年8月24日(2006.8.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2004/001791
 (87) 国際公開番号 W02004/074764
 (87) 国際公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)
 審査請求日 平成18年2月22日(2006.2.22)
 (31) 優先権主張番号 10308030.9
 (32) 優先日 平成15年2月24日(2003.2.24)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 505317300
 エムイーエイエス・ドイツユラント・ゲゼ
 ルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル・
 ハフツング
 MEAS Deutschland Gm
 bH
 ドイツ44227ドルトムント・ハウエル
 ト13
 (74) 代理人 110000741
 特許業務法人小田島特許事務所
 (72) 発明者 バルトス, アセル
 ドイツ45731ワルトロプ・イムザウア
 ーフエルト30

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角度又は位置決定用の磁気抵抗式センサー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサーに関して回転し得る磁場 (H_h) に関するセンサー整列の角度を決定するため、又はセンサーに関して移動し得、且つ移動方向に周期的である磁場に関するセンサーの位置を決定するための磁気抵抗式センサーであって、位相のずれた周期的信号を供給する少なくとも2個の半ブリッジ又は全ブリッジを備え、そしてその抵抗器は、抵抗値が電流の方向 (I) と磁気 (M) の方向との間の抵抗決定角度 (α) により決定される異方性磁気抵抗 (AMR) 効果、或いは抵抗値が第1成分の、磁場で回転できる磁化 (M_1) と磁気抵抗材料の第2成分の、磁場内で一定である磁化 (M_2) との間の抵抗決定角度 (β) により決定される巨大磁気抵抗 (GMR) 効果のいずれかを表わす磁気抵抗材料のストリップから形成される磁気抵抗式センサーにおいて、

信号中の調和関数を抑えるために、抵抗決定角度 (α 、 β) は、

AMR 効果の場合には、電流 (I) の方向がストリップの長手方向の長さに沿って所々で連続的に変化するようにストリップが形成されるような状態が、或いは

GMR 効果の場合には、磁気抵抗材料の第2成分の、磁場内で一定である磁化 (M_2) の方向が所々で連続的に変化するようにストリップの長手方向の長さ (X) に沿って調節されるような状態に、

ストリップの長手方向の長さ (x) に沿って連続的に変化されることを特徴とする磁気抵抗式センサー。

【請求項 2】

10

20

各々の場合のストリップ(1、12)の端部において、電流の方向又は一定の磁化(M_2)が、長手方向の長さ(x)の方向と同じ大きさの角度を形成することを特徴とする請求項1による磁気抵抗式センサー。

【請求項3】

長手方向の長さ(x)に対する電流(I)の角度又は長手方向の長さ(x)に対する一定の磁化(M_2)の角度が、ストリップの中心に関して対称的に走ることを特徴とする請求項2による磁気抵抗式センサー。

【請求項4】

ストリップの長手方向の長さ(x)に対する電流(I)又は一定の磁化(M_2)の角度が、ストリップの長手方向に周期的に走ることを特徴とする請求項1による磁気抵抗式センサー。

10

【請求項5】

半ブリッジ又は全ブリッジの全ての抵抗器が、互いに平行であり且つ互いに同じ形状を有し、その長手方向が測定方向と直角に伸びるストリップ(1、12)により形成されることを特徴とする請求項1による位置決定用の磁気抵抗式センサー。

【請求項6】

半ブリッジ又は全ブリッジの各抵抗器が、同じ形状を有する互いに平行なストリップ(1、12)により構成され、異なる抵抗器のストリップ(1、12)の長手方向が、特定のオフセット角度の回転により互いに関連することを特徴とする請求項1による、角度決定用の磁気抵抗式センサー。

20

【請求項7】

抵抗器のストリップ(1)が、AMR効果を表わす材料から作られ、各半ブリッジ内のオフセット角度が 90° であり、2個の半ブリッジ又は全ブリッジの相互に対応している抵抗器間のオフセット角度が 45° であることを特徴とする請求項6による磁気抵抗式センサー。

【請求項8】

抵抗器のストリップ(12)が、GMR効果を表わす材料から作られ、各半ブリッジ内のオフセット角度が 180° であり、2個の半ブリッジ又は全ブリッジの相互に対応している抵抗器間のオフセット角度が 90° であることを特徴とする請求項6による磁気抵抗式センサー。

30

【請求項9】

ストリップにおける電流の方向が所々で連続的に変化し、ストリップの縁(2、3)がストリップの長手方向にて連続的に変化する関数によって表わし得、電流が、少なくとも縁に近い区域において縁(2、3)と平行であることを特徴とする、AMR効果を表わす材料から構成されるストリップ(1)を有する請求項1による磁気抵抗式センサー。

【請求項10】

各ストリップ(1)の両方の縁(2、3)が同じ連続変化関数により表すことができ、従ってストリップの長手方向の各点において平行に走ることを特徴とする請求項9による磁気抵抗式センサー。

【請求項11】

連続変化関数が周期的関数であることを特徴とする請求項9による磁気抵抗式センサー。

40

【請求項12】

連続的な周期関数が、ストリップ(1)の幅(14)よりかなり大きい周期長(13)を有することを特徴とする請求項11による磁気抵抗式センサー。

【請求項13】

周期的関数が正弦関数として表し得ることを特徴とする請求項12による磁気抵抗式センサー。

【請求項14】

周期的関数が、代替曲線の円弧の連鎖として表し得ることを特徴とする請求項12による

50

る磁気抵抗式センサー。

【請求項 1 5】

周期的関数が、代替曲線の 2 次及び 4 次の放物線の和の連鎖として表し得ることを特徴とする請求項 1 2 による磁気抵抗式センサー。

【請求項 1 6】

センサーに関する磁場 (H_h) の回転における出力電圧のできるだけ大きな振幅を有する半ブリッジ又は全ブリッジの出力電圧の低い調波関数に関する最適化によって、周期的関数の振幅が決定されることを特徴とする請求項 1 2 による磁気抵抗式センサー。

【請求項 1 7】

ストリップ (1) 内の電流の方向 (I) がストリップ (1) の縁 (2、3) と異なる角度を形成し、磁気抵抗材料のストリップ (1) に、互いにある距離を置いて多数の導電性層状ストリップ (11) が設けられ、該導電性層状ストリップが磁気抵抗ストリップの幅 (14) と同じ幅を有し、その長手方向が磁気抵抗ストリップ (1) の長手方向に沿って所々に且つこの長手方向によって異なった中間の角度を形成することを特徴とする、真つすぐな縁 (2、3) により境界を定められ且つ一定の幅 (14) を有するストリップ (1) を備えた、請求項 1 による磁気抵抗式センサー。

【請求項 1 8】

磁気抵抗ストリップ (1) の長手方向 (X) における電流の方向 (I) が、正弦関数により表し得るように、中間角度が選択されることを特徴とする請求項 1 7 による磁気抵抗式センサー。

【請求項 1 9】

磁気抵抗ストリップ (1) の長手方向における電流の方向 (I) が、代替曲線の 2 次及び 4 次の放物線の和によって表し得るように、中間角度が選択されることを特徴とする請求項 1 7 による磁気抵抗式センサー。

【請求項 2 0】

ストリップの両側の縁 (2、3) が、ストリップの長手方向で連続的に変化する同様な関数により表され得て、及び第 2 の構成要素の磁化方向 (M_2) がストリップを通る電流 (I) の磁場により調節され、このため磁化方向 (M_2) が常にそれぞれの縁 (2、3) に直角であることを特徴とする GMR 効果を表す材料から作られた抵抗器のストリップを有する請求項 1 による磁気抵抗式センサー。

【請求項 2 1】

連続的に変化している関数が、正弦曲線で表し得ることを特徴とする請求項 2 0 による磁気抵抗式センサー。

【請求項 2 2】

連続的に変化している関数が、代替曲線の円弧の連鎖として表し得ることを特徴とする請求項 2 0 による磁気抵抗式センサー。

【請求項 2 3】

周期的な関数が、代替曲線の 2 次及び 4 次の放物線の和の連鎖として表わし得ることを特徴とする請求項 2 0 による磁気抵抗式センサー。

【請求項 2 4】

第 2 の構成要素の磁化方向 (M_2) が、外部から適用された均質な磁場 (H_h) と関連してストリップ (12) を通る電流の磁場により調節されることを特徴とする請求項 2 0 による磁気抵抗式センサー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センサーが磁気スケールと向かい合っていてかつ周期的磁気パターンを有する状態において、センサーに関して回転可能な磁石の角度又は位置を決定するための磁気抵抗式センサーに関する。かかる角度又は位置の測定装置は、例えば機械の製作、自動車技術及び精密機械において多く使用されている。

【背景技術】

【0002】

角度又は位置決定用の磁気抵抗式センサーは知られている。特許文献1は異方性磁気抵抗(AMR)効果、巨大磁気抵抗(GMR)効果及び電磁抵抗層間のトンネル効果(TMR)に基づいた磁気抵抗式センサーに関する従来技術の概要を提供する。AMR効果の場合は、層状ストリップの抵抗は、電流の方向と磁化の方向との間の角度により支配される。これは、関係式 $R(\alpha) = R_0 + (\Delta R / 2)(1 - \cos(2\alpha))$ により定義することができる。この式から見られるように、抵抗の変化は、角度 α から 180° における変化後に完全な1サイクルを経験する。近隣と共に回転し得るように取り付けられた永久磁石の、層状ストリップに作用している場の方向と磁化の方向とが一致する場合は、永久磁石の完全な1回転に対して抵抗変化の完全な2サイクルが作られる。これは、層状ストリップを通して電流が流れるときの電圧変化として測定することができる。

10

【0003】

GMR効果及びTMR効果の場合は、層状ストリップ又はトンネル遷移の抵抗は、磁気抵抗材料の2層間又は層状構成要素の方向間の角度 β に依存する。もし一つの層の構成要素の磁化の方向が、直接接触している天然又は人工の反強磁性体の手段により固定され、そして第2の構成要素の磁気方向だけが適用された回転可能な永久磁石の場に従うならば、磁気変化は、関係式 $R(\beta) = R_0 + (\Delta R / 2)(1 - \cos(\beta))$ により定められる。この場合、これは、層状ストリップ又はトンネルジャンクションにおける、信号として使用し得る永久磁石の1回転に対する抵抗変化の、又は電圧の完全な1周期において生ずる。

20

【0004】

前述の式により、コサイン関数に対する角度の理想的な変換が得られる。しかし、實際上、この変換は誤差なしでは実行し得ないことが見いだされた。信号内に関係の基本波の高調波が生じ、その周期長は、上述の 180° 又は 360° の整数分の1である。誤差の理由は、層の磁気方向と適用された磁場の方向との間の想定された一致が十分に正確ではないことである。AMRセンサーの場合は、述べられた方向間の一致は高い永久磁場強度により改良することができる。しかし、これは、高価な高保磁力の磁石材料の使用によってのみ、或いはセンサーの直近の永久磁石の機械的に複雑な適合によってのみ達成することができる。GMR又はTMRセンサーの場合は、より高い磁気強度の使用は、信号の正弦曲線特性の改良によっては導くことができない。これは場の強度が、反強磁性体と組み合わせられた磁気抵抗層の磁化の回転を生ずるためである。

30

【0005】

適用される磁場の方向からの、自由なAMR層状ストリップの磁化の方向の不一致についての二つの可能な理由がある。第1は、基本的に物理的性質のものであり、特許文献2に既に述べられている。これは、次の方程式を、磁化の方向とストリップの長手方向との間の角度 φ が満足されねばならない場合である。

【0006】

$$H_x / H_0 \tan(\varphi) + \sin(\varphi) - H_y / H_0 = 0$$

この場合、 H_x はストリップの長手方向における磁場の成分であり、 H_y はこれに直角な方向における成分である。

40

【0007】

$$\tan(\alpha) = H_y / H_x$$

の適用に対する上述の角度 α と角度 φ との間の適合は、 H_x / H_0 と H_y / H_0 とが極めて大きい値を取った状況においてのみ達成され、これは高磁場強度を使用するための上述の必要条件に相当する。第2の理由は次の通りである。即ち、限定された角度範囲及び永久磁石からの比較的弱い磁場のため、磁化の方向がドメインに、特にストリップの端部と縁とに分割され、これが理想的な挙動とは異なる抵抗に導き、かつ角度範囲のヒステリシスを導くためである。

【0008】

50

2 個の文書、特許文献 1 及び特許文献 2 は、磁気抵抗式角度センサーの手段により達成し得る測定精度を改良するために、各が磁気抵抗器を形成する層状ストリップの特定配列であって、センサーからの出力信号を濾波しこれから高調波を除去するに適した配列を持つ。この濾波は、比較的低い磁場強度にも有用である。これは次のように達成される。A M R センサーの場合は、長手方向が互いに平行である長い真っすぐな磁気抵抗ストリップの代わりに、高調波を濾波することなしに、ストリップの長手方向間の正確に定められた角度を有する平行でかつ真っすぐなストリップの 2 個以上のグループが使用される。使用されるストリップのグループ数が増えると、濾波して信号から除去し得る高調波の次数が高くなる。しかし、一つの欠点は次の通りである。即ち、既に存在しているストリップに関して新たに固定された傾斜角度を有するストリップの新しいグループの各が、適用される磁場の新たな角度範囲を生じ、これらの角度を測定する必要がある、かつドメインに分割し従ってヒステリシスが生ずることである。これは、ストリップの異方性の場の強度より大きくない場の強度に対して特に当てはまる。

10

【0009】

G M R 及び T M R センサーの場合に、平行な長い磁気抵抗ストリップを使用することは通常は明らかに可能である。しかし、ストリップの種々のグループにおいて関係の反強磁性体と組み合わせられた層の磁化の方向は、これらの間に正確に定められた角度を形成しなければならない。ストリップの長手方向に直角に整列された成分の磁化を避けることは基本的に不可能であり、この場合も同様に、多数の角度範囲の形成が生じ、これはストリップのグループの数とともに増加し、特に経済的に生産し得る比較的弱い磁場強度の場合にヒステリシスが発生する。

20

【特許文献 1】W O 02 / 06845 A 1 号 明細書

【特許文献 2】ドイツ特許第 198 39 450 A 1 号 明細書

【特許文献 3】ドイツ特許第 35 14 457 号 明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

測定方向で動き得るように磁気スケールの表面の近くに配置された位置決定用の磁気抵抗式センサーは、センサーの位置におけるストリップの方向で磁場を形成する角度から関係の位置の値を決定する。磁気スケールが周期的に交互方向に磁化された永久磁石材料から構成されるならば、この角度の値は、測定方向での進行とともにほぼ線形に変化する。高い測定精度を達成するために解決すべき問題は、本質的に、角度センサーの場合における問題に相当する。これは、本来、高調波の濾波用として使用に適用する。

30

【0011】

従って、本発明の目的は、磁気抵抗効果に基づく位置及び角度のセンサーの設計を特定することである。比較的弱い磁場において測定値を劣化させるヒステリシスによる面積を生ずることなく信号から高調波成分を濾波することによりその測定精度を増加させる。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この目的は、請求項 1 又は請求項 18 の特徴に相当するセンサー要素の創製により達成される。本発明により、センサー抵抗を形成する磁気抵抗ストリップにおける抵抗決定角度の急激な変化がないことが、この例における第 1 の本質的な特徴である。A M R 効果が使用されるときは、電流の方向と磁化の方向との間の角度が抵抗決定角度である。磁気抵抗器において高調波濾波を達成するために、ストリップにおける異なる抵抗決定角度が必要である。これは、ストリップの縁の形状により抵抗決定角度の急激な変化なしに達成することができる。例えば、ストリップの両方の縁を、平行して走っている正弦曲線として表すことができるならば、ストリップ内の電流の方向はこの形状に適合し、かつ端部間の直線的な連結により形成されたストリップの長手方向に関する電流の方向の角度は、同様に正弦関数の形で走るであろう。磁場の強度が比較的弱い場合のストリップの磁気抵抗材料の磁化の方向は、ストリップに適用される磁場の強度により、材料の結晶異方性の場の

40

50

強さにより、及び形状の異方性の場の強さにより支配される。材料の結晶異方性は、センサーチップの面積内の全ての場所で同じ強さと方向とを持つ。形状の異方性は、同様に、引用された例において縁と平行に走る。従って、ストリップに沿う磁化の方向もまた連続的に変化する。従って磁化方向の急激な変化がなく、これがドメインに分割するための一つの理由を回避する。

【 0 0 1 3 】

ストリップの縁の形状に加えて、AMR材料からなるストリップにおける電流の方向を変更させるための第2の可能な方法がある。これは理髪店のサインポール式の構造の使用であり、これは特許文献3に既に述べられているが、角度及び長さ測定用の高調波濾波についてはいかなる参考文献もない。理髪店のサインポール式の構造の場合は、磁気抵抗材料のストリップに多数の導電性層状ストリップがあり、これらは磁気抵抗ストリップの幅と同程度の大きさの距離にあり、かつ導電性層状ストリップの長手方向が磁気抵抗ストリップの方向と中間角度を形成する。導電性層状ストリップの比較的高い導電率のため、電流の方向はそれらの長手方向とほぼ直角である。そこで、異なる中間角度を選ぶことにより、真っすぐでかつ平行な縁を有する磁気抵抗ストリップにおいて異なる電流方向を設定することができ、このため、同じ磁化方向により所要の異なった抵抗決定角度を達成することができる。このため、互いに異なる角度で傾けられた多数の磁気抵抗ストリップを必要とせず、かつこれが角度測定においてヒステリシスを受ける区域の発生の増加を排除する。

【 0 0 1 4 】

GMR効果の場合は、層状システムのムであって、その第1の構成要素がセンサーに関して回転し得る磁石の磁場に本質的に追従できる磁化方向を有し、第2の構成要素の磁化が更なる磁気構成要素との結合により作動している磁場の方向とは本質的に無関係のままである前記層状システムが、角度測定に特に適している。抵抗決定角度は、第1構成要素の磁化の方向と第2の構成要素の磁化の方向との間の角度である。高調波濾波のために異なった抵抗決定角度が要求される。本発明により、これは、第2の構成要素の磁化の方向が磁気抵抗ストリップの長手方向に沿って連続的に変更されることで達成される。かかる連続的変動は、更なる構成要素が反強磁性でありその軸方向に第2の構成要素の磁化が結合されるように、及び軸方向が磁気抵抗ストリップを通る電流の場的手段により調整されるように、例えばストリップの両側の縁が同様な連続的に変動する関数により表されるような方法で達成される。従って、第2の構成要素の磁化の方向は常に縁と直角でありかつストリップの長手方向で連続的に変化する。第2の構成要素の磁化の方向の連続的変化が、第2の構成要素及び(第1の構成要素と第2の構成要素との不可避の弱い結合による)第1の構成要素の両者におけるヒステリシス区域の発生を増加させるドメインの形成を回避する。第2の構成要素の磁化の方向は、これを、ストリップを通る電流の場と関連した一定磁場の使用により調節することができ有利である。従って、長手方向に沿った抵抗決定角度の輪郭のための異なった連続関数を作ることが可能である。

【 0 0 1 5 】

磁気抵抗ストリップの縁の輪郭のための特別な関数は、AMRセンサー及びGMRセンサーの両者の使用に対して従属請求項において特定される。信号の高調波成分と振幅とを評価する計算の結果として周期的な縁の関数の周期長と振幅との間の最適な関係の選択がなされ有利である。

【 0 0 1 6 】

本発明は、例示の実施例を参照して更に説明されるであろう。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 7 】

図1は、AMRストリップのx-y層の平面を示す。ストリップの長手方向は、この場合は、x軸と一致すると意図される。ストリップ上のある点に対する電流Iの方向が示される。一般に、この方向は、ストリップ長手方向xとは一致しない。外部磁場の影響下で、考えている点における磁化Mは示された方向を指す。電流Iの方向と磁化Mの方向との

間の角度が α である。磁化層の抵抗 ρ_a はこの角度により与えられる。即ち、場に依存しない成分を ρ_{a0} とし、抵抗の場に依存する変化の振幅を $\Delta\rho_a$ としたとき、

$$\rho_a(\alpha) = \rho_{a0} + (\Delta\rho_a / 2)(1 - \cos(2\alpha))$$

である。ストリップ上の任意の点における抵抗決定角度は α である。抵抗は、同様に、電流 I の方向と磁化 M の方向とがストリップの長手方向 x で変化するとき、 x の関数である。

【0018】

図2は、 $x-y$ 層の平面上のある点におけるGMR層システムを示す。層システムより形成されたストリップの長手方向が、 x 軸と一致するように計画される。GMR層システムは2個の成分を含み、これらの磁化 M_1 と M_2 とを互いに無関係に異なる方向に設定することができる。 M_1 は、この場合は第1の成分の磁化であり、その方向は、考慮している点における適用された外部磁場の方向と一致する。 M_2 は第2の磁化であり、この場合は、第3の反強磁性成分の整列と本質的に結合される。磁化 M_1 と M_2 との方向の間の角度は β である。考慮点におけるGMR層の抵抗 ρ_g は次式で与えられる。

【0019】

$$\rho_g(\beta) = \rho_{g0} + (\Delta\rho_g / 2)(1 - \cos(\beta))$$

ここに、 β はストリップ上の任意の点における抵抗決定角度である。抵抗は、磁化 M_1 の方向と磁化 M_2 の方向がストリップの長手方向 x において変動するとき、同様に x の関数である。

【0020】

図3は、長手方向の長さが x 方向で伸びているAMRストリップ1を示す。AMRストリップ1は、第1の縁2及び第2の縁3を境界とする。一般に、本発明により、 x 方向において連続的に変動する任意の希望の関数により縁2及び3を表すことが可能である。図示の場合は、両方の縁2、3は平行に走りかつ正弦曲線状である。正弦関数の周期長13は、AMRストリップ1の幅14よりも相当に大きい。従って、AMRストリップ内の電流 I は、どこにおいても縁2、3と平行に走り、そしてその方向は x の進行とともに連続的に変化する。AMRストリップ1の異方性磁場強度より大きい磁場強度を有するAMRストリップ1の平面上で、一様な磁場 H_h が作用する。AMRストリップ1上の任意の点における磁化 M の方向は、本質的に、一様な磁場 H_h の方向により与えられ、そして抵抗決定角度 α は、同様に x 方向における進行とともに連続的に変動する。角度、位置又は長さの決定のためにAMRストリップ1を使用するときは、示された一様な磁場 H_h が $x-y$ 平面上で回転する。一様磁場 H_h が x 軸と形成する角度の関数としてのAMRストリップ1の抵抗は、この場合は、高調波比率が最小である。この目的で、 x 軸を含む電流の角度範囲は、 0° から少なくとも 15° の間の値を含むべきである。電流と x 方向との間の角度の上限は 45° である。

【0021】

この角度について述べられた値は、AMRストリップの縁が正弦曲線で表し得ない状況についても準拠すべきである。縁2、3は、円弧形式の曲線により又は2次及び4次の放物線の和により形成できることが有利である。

【0022】

スケール9に関する位置決定のためにチップ表面4上の、図3に示されたAMRストリップ1に基づいて形成されたセンサブリッジが図4に示される。スケール9は、断面の形で示され、そしてチップ表面4の平面は断面の表面と一致する。スケール9は、断面の表面において、一定長さ10の極で交互に周期的に上向き及び下向きに磁化される。図面における寸法関係は縮尺にはなっていない。例えば、ストリップの幅は拡大して示されている。各例における2個のAMRストリップ1が、ホイートストンブリッジの1分枝を形成する。AMRストリップ1は、非磁性導電層ストリップを介して互いに電氣的に接続される。ブリッジの作動電圧の正極は接続用接触片6に接続され、負極は接続用接触片5に接続される。ブリッジの出力電圧は、出力接触片7及び8から取り出すことができる。図4から分かるように、AMRストリップ1は、互いに並んで極の長さ10の半分の距離に

10

20

30

40

50

配置される。電流 I 及び磁化 M の方向は、図示の位置における磁石スケール 9 の磁場の影響でこれらが生ずるので、各事例において、全ての AMR ストリップに対して、下方のストリップ端部から等距離の点において示される。この位置から AMR ストリップ 1 の抵抗の関数としての高調波成分の抑制は、ブリッジからの出力信号が、極の長さ 10 に相当する周期長を有し、位置により周期的に変動する電圧であることを意味する。この電圧は、本質的に単純な正弦関数により表すことができる。

【 0 0 2 3 】

完全な位置センサーは、 n を整数 ($n = 1, 2, 3, \dots$) として極の長さ 10 の $(n + 1/4)$ 倍まで、互いにオフセットされた図示のホイートストンブリッジを 2 組備える。位置は、既に移動した極の長さ 10 の数及びアークタンジェント補間の使用により 2 個のブリッジ信号の比率から作られる分数から公知の方法により決定される。ブリッジ信号中の高調波成分の抑制のため、位置の表示誤差は小さい。

【 0 0 2 4 】

位置センサー用のブリッジの抵抗を大きくするため及びチップ面積 4 の利用をより良くするために、各個別 AMR ストリップ 1 の代わりに、同様に設計された多数の AMR ストリップを並列でかつ曲がった形状に配置することができる。

【 0 0 2 5 】

本発明の別の実施例として、図 5 は、角度センサーの部分であるチップ表面 4 上のブリッジ配列を示す。接続用接触片 5、6 及び出力用接触片 7、8 の用途は、図 4 に示されたものと同じである。AMR ストリップ 1 は、この例においては、互いに鏡像関係で作ることができる縁 2、3 を境界とすることができる。電流の方向は、AMR ストリップ 1 の長手方向軸線上にちょうどあるときだけその方向と一致する。しかし、これは、考慮点がそれぞれ縁 2 又は 3 に近くなると、より長く縁 2、3 の方向と平行に走るであろう。そこで、この場合も同様に、電流の方向は AMR ストリップ 1 の長手方向において連続的に変化する。AMR ストリップ 1 の磁化の方向が、本質的に一様な磁場 H_h の方向と同じであるならば、抵抗決定角度 α は、同様に連続的な変化を受ける。異なった抵抗決定角度 α は、AMR ストリップ 1 における高調波濾波のための予備条件である。これらの角度の連続変化が、ヒステリシスの発生を防ぐ。抵抗決定角度 α は、図 5 において、AMR ストリップの端部から及びその長手方向軸線から等しい距離の点において示される。各がブリッジの 1 個のアームを形成する 2 個の AMR ストリップ 1 の長手方向は互いに直角である。角度センサーによりその方向が決定されるように計画された一様な磁場 H_h の回転中、各ブリッジアームの AMR ストリップ 1 の向かい合ったセンサーにおける抵抗変化がこうして確保される。一様な磁場 H_h が 180° まで回転されたとき、完全な 1 周期を通しての出力信号変化として正弦波状の出力電圧が作られる。完全な角度センサーは、図示のブリッジに加えて、図示されたブリッジに関して 45° まで回転される同様なブリッジを含むこともできる。角度の値は、公知のアークタンジェント補間法を使用して 2 個のブリッジからの出力信号の比率から決定される。

【 0 0 2 6 】

角度センサーにおけるブリッジの抵抗を大きくするため、及びチップ面積 4 のより良い使用のために、各個別 AMR ストリップ 1 の代わりに、多数の同様な AMR ストリップを並列に配列できかつ曲がった形状に接続することができる。

【 0 0 2 7 】

図 6 は、AMR ストリップ 1 における異なる電流方向に対する更なる装置オプションを示す。AMR ストリップ 1 は、真っすぐでかつ平行な縁 2、3 を持つ。長手方向に関して傾けられた導電性の層状ストリップ 11 が AMR ストリップ 1 上に配列される。これらの導電性は、AMR ストリップのそれより数オーダー大きい。従って、電流は、一つの導電性層状ストリップ 11 から次のものに最短経路で流れ、そして電流の方向は導電性層状ストリップ 11 の長手方向に対して直角である。電流 I の方向は、導電性層状ストリップ 11 の傾斜により調整することができる。図 6 は、ただ 2 種の異なった電流方向しか示さない。しかし、続く各導電性層状ストリップ 11 のその先行ストリップに関する傾斜角度の

10

20

30

40

50

変動により電流方向の連続的な変化を達成し得ることが明らかである。AMRストリップの長さは、幅より約1000倍大きいことがしばしばである。導電性層状ストリップ間の距離はその幅の大きさと同程度のものとすべきである。要求される導電性層状ストリップ11の数が多いため、ある導電性層状ストリップ11とその次のものに要求される傾斜角度の変化は、連続的な変化と考えることができるに十分に小さい。磁化もまたこの方向を指す。導電性層状ストリップの2個の傾斜角度に対する得られた抵抗決定角度 α が示される。

【0028】

図7は、チップ表面4上のホイートストンブリッジを示し、これは、導電性層状ストリップ11を有する4個の同様なAMRストリップ1から形成され、そして位置測定用に使
10
用される。チップ表面4は、図面に断面が示されたスケール9の表面の垂直方向上方にある。スケール9は、等しい長さの極の長さ10内で交互方向に磁化される。AMRストリップ1の位置及びこれらの接続及び回路は、図4に説明されたものと同様である。図示された特定の事例においては、導電性層状ストリップ11は、電流IがAMRストリップ1
20
1の等長の4個の要素の各の中で同じ方向に流れるようにAMRストリップ1に適用される。電流の方向がAMRストリップ1の長手方向と形成する角度は $\pm 6^\circ$ 及び $\pm 24^\circ$ である。AMRストリップ1の抵抗の位置依存性から3次及び5次の高調波が無くされる。偶数次の高調波はブリッジにおける減算により削除される。このようにして、7次までの全ての高調波が、ブリッジの出力信号から除去される。この場合も同様に、完全な位置センサ
20
ーのために、2個のブリッジを極の長さ10の $(1 + 1/4)$ 倍までオフセットさせることが必要である。この場合も同様に、ブリッジ抵抗を増加させるために、各AMRストリップ1を、曲がった形に接続された複数の並列でかつ同様なAMRストリップにより置換することができる。

【0029】

図7に示された状況と対比して、AMRストリップ1の長手方向に関する電流方向の角度も、導電性層状ストリップ11と次のものとの間の距離から連続的に変更させることができ。位置の値についての所要測定精度への最適の適合は、ブリッジ出力信号の計算により可能である。

【0030】

本発明により、上に配置された導電性層状ストリップ11を有するAMRストリップ1
30
から角度センサーを形成することもできる。この場合は、導電性層状ストリップ11の長手方向とAMRストリップの長手方向との間の角度の適切な選択により、1個のブリジアーム内の両抵抗におけるAMRストリップ1の長手方向を互いに平行に整列させ、又は互いに 90° で傾けさせ、又はこれらを 0° から 90° の間の任意の角度値を含むようにすることが可能である。

【0031】

高調波の濾波を有する全ての磁気抵抗センサー装置において、高調波なしのものと比較して、角度又は位置の関数としての出力信号の振幅の減少を避けることは不可能である。導電性層状ストリップ11を有するAMRストリップ1の場合は、この減少は最小の値を持つ。これは、この例においては、ストリップの各抵抗における異なった電流角度につい
40
てのみ平均化を実行することが必要であり、それぞれのAMRストリップ1における磁化の異なった角度についてはそうでないためである。AMRストリップ1における磁化の方向はどこでも同じである。

【0032】

GMRセンサーに対する本発明の使用が、図8及び図9の更なる例を使用して説明される。図8は、GMRストリップ12を示し、その層の平面がX-Y平面上に定められ、かつその長手方向がx方向と一致している。GMR層の第1の構成要素の、本質的に外部の場の方向に追従する磁化 M_1 (図2)の方向はここでは示されない。GMRストリップ12は、縁2及び3により境界が定められる。縁2、3は、図面においては、同様な正弦曲線で表され、そして各xの値について平行に走る。図から見られるように、GMR層の第
50

2の構成要素の磁化 M_2 の方向は、全ての例において縁2、3に直角である。磁化 M_2 のこの分布は、GMRストリップ12が高温からそのネール温度以下に冷却されるときに供給されてGMRストリップを通過する電流の場の結果である。この磁化設定方法の詳細は知られていて、本発明の対象事項ではない。 x 値が増加するときの磁化 M_2 の連続的な変動は、外部磁場が適用されかつ第1の構成要素の磁化 M_1 の方向が本質的に一定であるとき(図2)の、抵抗決定角度 β の連続的な変動を生ずる。

【0033】

図9は、図8に示されたようにGMRストリップから形成された角度センサブリッジを示す。4個のGMRストリップ12がチップ表面4上に置かれ、そしてホイートストンブリッジを形成するために、図4に関する説明に対応する導電性でかつ非磁性体の接続具及び接続用接触片が追加される。チップ表面4は一樣な磁場 H_h に曝され、この磁場の方向はチップ表面4の平面上で回転でき更にチップ表面4の下の縁に関するその角度が決定されるように意図される。4個のGMRストリップ12の長手方向は平行であり、かつ各ブリッジの2個のGMRストリップは鏡像関係で互いに直交する。これも、GMR層の第2の構成要素の磁化 M_2 の方向に適用する。これにより、磁場 H_h の回転中、各ブリッジの抵抗器の抵抗が逆の磁化方向で変化することが確保される。GMR層の第1の構成要素の磁化 M_1 は、本質的に磁場 H_h の方向を指す。抵抗決定角度 β は、適用された磁場 H_h のために、各GMRストリップ12に沿って連続的に変化し、こうしてヒステリシス区域を形成することをより難しくする。各ブリッジ抵抗における異なる抵抗決定角度の使用が高調波濾波を生ずる。高調波成分の抑制のレベルを事実上達成するために、縁の曲線の最大勾配角度の大きさを 30° から 90° の間の範囲内に選ばねばならない。縁の曲線の最大勾配角度と周期の長さとの間の最適な関係の選択は、ブリッジ出力信号の計算によりなされる。

【0034】

この場合も同様に、完全な角度センサは、同じ設計の第2のブリッジを含むが、これは図示のものに関して 90° まで回転され配列される。決定すべき角度の値は、アークタンジェント補間法の使用により2個のブリッジ信号の比率から得られる。

【0035】

GMRストリップの縁2、3は、連続的な輪郭を有する異なった曲線により再生することができる。円弧の形又は2次及び4次放物線の和の形の曲線部分が有利である。

【0036】

ブリッジの抵抗の値は、各個別GMRストリップ12の代わりに、曲がった形を有し互いに同様な並列GMRストリップの使用により大きくすることができる。

【0037】

GMR層の第2の構成要素の磁化 M_2 の方向は、GMRストリップを通る電流による場と外部から適用された磁場との組合せにより整列され、同時にGMRストリップ12がネール温度以下に冷却されることが有利である。

【0038】

GMRストリップ12に基づく位置センサの構成はここでは詳細には示されないが、これは本発明の一部でありかつ説明された実施例から容易に誘導することができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】AMR効果のための抵抗決定角度を示す。

【図2】GMR効果のための抵抗決定角度を示す。

【図3】AMRセンサー用のストリップの縁により設定された電流の方向を示す。

【図4】本発明によるAMR長さセンサーのブリッジを示す。

【図5】本発明によるAMR角度センサーのブリッジを示す。

【図6】AMRセンサー用の理髪店のサインポール式構造の手段により設定された電流方向を示す。

【図7】理髪店のサインポール式構造を有する本発明によるAMR長さセンサーを示す。

【図 8】 GMR センサーのための磁場と無関係の磁化方向の連続して変化しているプロフィールを示す。

【図 9】 本発明による GMR 角度センサブリッジを示す。

【符号の説明】

【 0 0 4 0 】

1	AMR ストリップ	
2	第 1 の縁	
3	第 2 の縁	
4	チップ表面	
5	作動電圧接触片	10
6	作動電圧接触片	
7	ブリッジ出力電圧接触片	
8	ブリッジ出力電圧接触片	
9	スケール	
10	スケールの極の長さ	
11	導電性層状ストリップ	
12	GMR ストリップ	
13	縁の曲線の周期長	
14	ストリップの幅	
α	抵抗決定角度	20
β	抵抗決定角度	
H_h	一様な磁場	
M	AMR 層の磁化	
M_1	GMR 層の第 1 の構成要素の磁化	
M_2	GMR 層の第 2 の構成要素の磁化	
I	電流	
X, Y	層平面の座標	

【図 1】

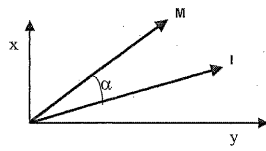


Fig.1

【図 2】

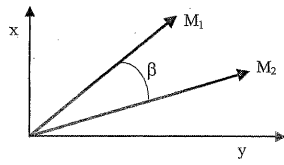


Fig.2

【図 3】

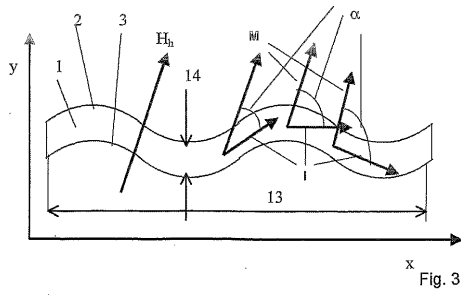


Fig.3

【図 6】

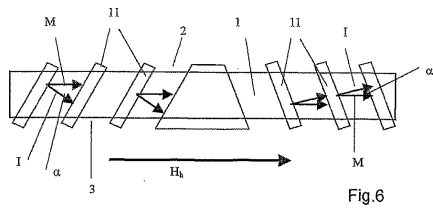


Fig.6

【図 7】

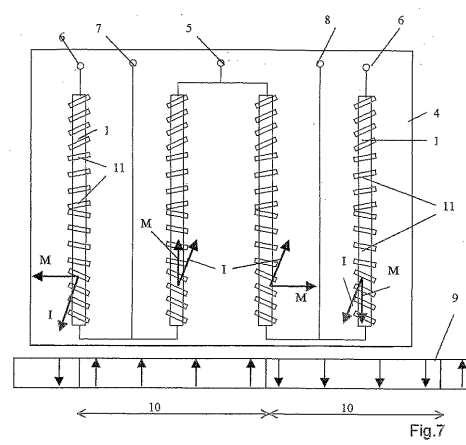


Fig.7

【図 4】

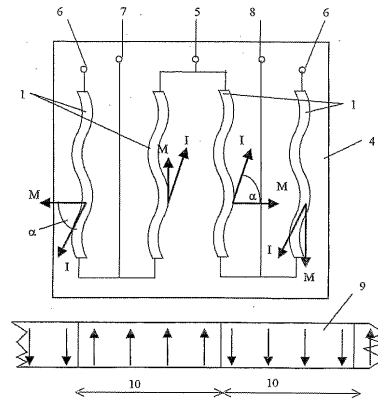


Fig.4

【図 5】

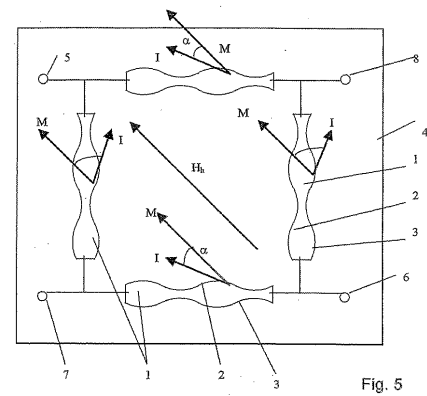


Fig.5

【図 8】

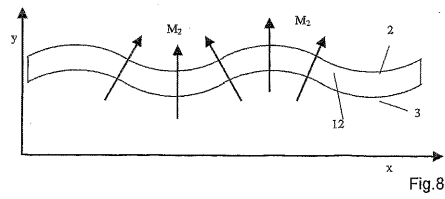


Fig.8

【図 9】

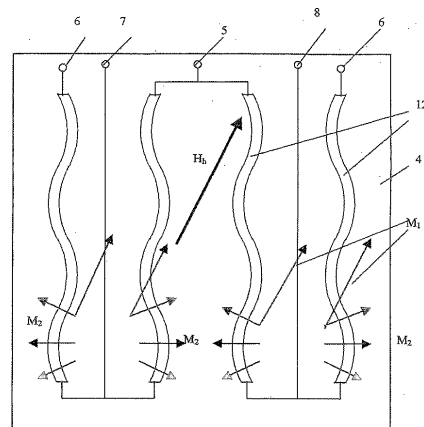


Fig.9

フロントページの続き

(72)発明者 マイゼンベルク, アルミン

ドイツ44227ドルトムント・メングリングハウザーシュトラッセ4アー

(72)発明者 デトマン, フリッツ

ドイツ35619ブラウンフェルス - フイリツプシュタイン・フリーダーベーク3アー

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特表2004 - 504713 (JP, A)

特表平8 - 511873 (JP, A)

独国特許出願公開第19839450 (DE, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D 5/00- 5/252

G01D 5/39- 5/62

G01B 7/00- 7/34

G01R33/09

H01L43/08