

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

拡張磁気窓を使用するマルチターン磁気センサによってターン数を記録する方法であって、

前記マルチターン磁気センサに磁界を印加することであって、前記磁界が、前記マルチターン磁気センサにおける磁壁伝播磁壁伝播が想定されるエリアの外側に向いており、前記磁界は、磁壁が前記マルチターン磁気センサを通過して予測可能に伝播する範囲を下回る第 1 の強度を有する、印加することと、

前記磁界が前記エリアの外側に向いている間、前記磁界の前記強度を、磁壁が前記マルチターン磁気センサを通して予測可能に伝播する前記範囲内である第 2 の強度まで増大させることと、

前記磁界が前記第 2 の強度を有している間、前記マルチターン磁気センサの状態を調整するために前記磁界ベクトルが前記エリア内に向くように、前記磁界をターンさせることと、を含む、方法。

【請求項 2】

前記磁界を印加することが、磁性ターゲットによって前記マルチターン磁気センサに前記磁界を印加することを含み、前記磁界をターンさせることが、前記磁性ターゲットを前記マルチターン磁気センサに対して回転させることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記磁界を印加することが、磁性ターゲットによって前記マルチターン磁気センサに前記磁界を印加することを含み、前記磁界をターンさせることが、前記磁性ターゲットを前記マルチターン磁気センサに対して直線的に平行移動させることを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記磁界を印加することが、磁性ターゲットによって前記マルチターン磁気センサに前記磁界を印加することを含み、前記方法が、

前記磁性ターゲットとは別の初期化磁石によって、かつ前記マルチターン磁気センサに、磁壁が前記マルチターン磁気センサを通過して予測可能に伝播する前記範囲内である第 3 の強度を有する初期化磁界を印加することと、

前記マルチターン磁気センサに対して前記初期化磁界をターンさせて、前記マルチターン磁気センサ内に少なくとも 1 つの磁壁を作成することと、をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記磁界が前記エリアの外側に向いている間、前記磁界を、前記マルチターン磁気センサを通した磁壁のあらゆる伝播が想定される範囲を下回る第 3 の強度まで低減させることをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

拡張磁気窓を有するマルチターン磁気検知システムであって、

マルチターン磁気センサであって、磁気抵抗素子を備え、前記マルチターン磁気センサを通した磁壁伝播に基づいて磁界のターン数を記録するように構成された、マルチターン磁気センサと、

前記マルチターン磁気センサに対する第 1 の位置と、前記マルチターン磁気センサに対する第 2 の位置との間で移動するように構成された磁性ターゲットであって、前記磁性ターゲットは、

前記第 1 の位置において、前記磁性ターゲットが、前記マルチターン磁気センサに第 1 の強度を有する前記磁界を印加するように構成され、前記第 1 の強度は、磁壁が前記マルチターン磁気センサを通過して予測可能に伝播する範囲を下回り、かつ

前記第 2 の位置において、前記磁性ターゲットが、前記マルチターン磁気センサに第 2 の強度を有する前記磁界を印加するように構成され、前記第 2 の強度は、磁壁が前記マルチターン磁気センサを通過して予測可能に伝播する範囲内であるように構成されている、

10

20

30

40

50

磁性ターゲットと、を備える、システム。

【請求項 7】

前記磁性ターゲットが、

第 1 の磁気双極子を形成する磁性材料の第 1 の部分と、

第 2 の磁気双極子を形成する前記磁性材料の第 2 の部分と、を備え、前記第 1 の磁気双極子が、前記第 2 の磁気双極子に対して反転され、前記磁性材料の前記第 1 および第 2 の部分が、略円形の周縁に沿って配設され、前記磁性材料の前記第 1 の部分の少なくとも一部が、前記磁性材料の前記第 2 の部分に隣接して配設されている、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記磁性ターゲットが前記第 1 の位置にあるとき、前記磁性材料の前記第 2 の部分が、前記マルチターン磁気センサから離れて配設される、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記磁性ターゲットが前記第 2 の位置にあるとき、前記磁性材料の前記第 2 の部分が、前記マルチターン磁気センサに隣接して配設される、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記略円形の周縁が、中心を有する円を画定し、前記第 1 の磁気双極子は、前記第 1 の磁気双極子が前記円の前記中心に向いている N 磁極と、前記円の前記中心から離れて向いている S 磁極とを有するように配向され、前記第 2 の磁気双極子は、前記第 2 の磁気双極子が前記円の前記中心に向いている S 磁極と、前記円の前記中心から離れて向いている N 磁極とを有するように配向されている、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記略円形の周縁が、平面内に位置する円を画定し、前記第 1 の磁気双極子は、前記第 1 の磁気双極子が前記平面に対して垂直に向いている N 磁極と、前記平面に対して非垂直に向いている S 磁極とを有するように配向され、前記第 2 の磁気双極子は、前記第 2 の磁気双極子が前記平面に対して垂直に向いている S 磁極と、前記平面に対して非垂直に向いている N 磁極とを有するように配向されている、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記磁性ターゲットが、前記略円形の周縁を有するリングを備え、前記磁性材料の前記第 1 および第 2 の部分が、ともに前記リングの略円形の周縁の略全体に及ぶ、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記磁性ターゲットが、第 3 の磁気双極子を形成する前記磁性材料の第 3 の部分を備え、前記第 3 の磁気双極子が、前記第 2 の磁気双極子に対して反転され、前記磁性材料の前記第 2 の部分が、前記磁性材料の前記第 1 および第 3 の部分の間に配設される、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記磁性ターゲットが前記第 1 の位置にあるとき、前記磁性材料の前記第 2 の部分が、前記マルチターン磁気センサから離れて配設され、前記磁性ターゲットが前記第 2 の位置にあるとき、前記磁性材料の前記第 2 の部分が、前記マルチターン磁気センサに隣接して配設される、請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記磁性ターゲットが、延伸方向と、前記延伸方向に対して直角に磁化された少なくとも 1 つの極対とを有する線形磁性ターゲットを備え、前記極対は、前記磁性ターゲットが前記第 1 の位置にあるときに、前記磁性ターゲットが前記第 2 の位置にあるときよりも前記マルチターン磁気センサに近接している、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 16】

拡張磁気窓を有する磁気検知システムであって、

磁気センサであって、磁気抵抗素子を備え、前記磁気センサを通した磁壁伝播に基づいて位置データを記録するように構成された、磁気センサと、

10

20

30

40

50

磁性ターゲットであって、

前記磁気センサに対する第 1 の位置において、前記磁性ターゲットが、前記磁気センサに第 1 の強度を有する前記磁界を印加するように構成され、前記第 1 の強度は、磁壁が前記磁気センサを通して 95% を下回る非ゼロの確率で伝播する範囲内であり、かつ

前記磁気センサに対する第 2 の位置において、前記磁性ターゲットが、前記磁気センサに第 2 の強度を有する前記磁界を印加するように構成され、前記第 2 の強度は、磁壁が前記磁気センサを通して予測可能に伝播する範囲内であるように、前記磁気センサに対して配置されている、磁性ターゲットと、を備える、磁気検知システム。

【請求項 17】

前記磁性ターゲットは、前記磁気センサに対する第 3 の位置において、前記磁性ターゲットが前記磁気センサに第 3 の強度を有する前記磁界を印加するように構成され、前記第 3 の強度が、前記磁気センサを通して伝播することが想定されない範囲内であるように、前記磁気センサに対して配置されている、請求項 16 に記載の磁気検知システム。

10

【請求項 18】

前記磁性ターゲットが、リングの形状であり、前記リングの中心に向かって半径方向内側に向いている磁極と、前記リングの前記中心から半径方向外側に向いている磁極とを有する、請求項 16 に記載の磁気検知システム。

【請求項 19】

前記磁性ターゲットが、平面内に位置するリングの形状であり、前記磁性ターゲットが、前記リングの前記平面に対して垂直に向いている磁極と、前記リングの前記平面に対して非垂直に向いている磁極とを有する、請求項 16 に記載の磁気検知システム。

20

【請求項 20】

前記磁性ターゲットが、延伸方向を有する線形磁性ターゲットを備え、前記線形磁性ターゲットが、前記線形磁性ターゲットの前記延伸方向に対して直角に向いている磁極を有する、請求項 16 に記載の磁気検知システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

説明される技術は、磁気センサならびに関連するシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

30

【0002】

360° を超える角度を測定することができる回転カウンタは、多種多様な用途で使用され、往々にしてマルチターンカウンタと称される。マルチターンカウンタの 1 つの実施は、強磁性層が薄い非磁性膜によって分離される磁気抵抗現象を使用する。磁気抵抗現象に基づくマルチターンカウンタは、様々な望ましい性質を有する。回転する磁性ターゲットによって生成され、センサによって検知された磁界の強度を、比較的狭い磁性窓内に維持し続けることが望ましい場合がある。磁界の強度が低すぎると、センサは磁性ターゲットの回転を正しく記録できない可能性がある。反対に、磁界の強度が高すぎる場合、磁界はセンサによって記録されたデータをスクランブルする可能性がある。いずれの場合も、センサからの回転カウントは、もはや信頼することができない。最小および最大許容可能磁界強度の間の差は、磁気窓と称されることもある。

40

【0003】

様々な用途において、ターゲットのすべての回転角度に対して磁気窓内に維持される磁界を提供する磁性ターゲットを提供することは困難である可能性がある。一例として、磁性ターゲットが回転シャフトの端に位置することができない用途では、非実用的に大きな磁気窓を伴う可能性がある。

【発明の概要】

【0004】

特許請求の範囲に記載された革新は、各々がいくつかの態様を有し、そのうちのどの 1 つもその望ましい特質を単独で担うものではない。特許請求の範囲を限定することなく、

50

本開示のいくつかの顕著な特徴を、ここで簡単に説明する。

【0005】

本開示の一態様は、拡張磁気窓を使用するマルチターン磁気センサによってターン数を記録する方法である。本方法は、マルチターン磁気センサに磁界を印加することによって、磁界が、マルチターン磁気センサにおける磁壁伝播が想定されるエリアの外側に向いており、磁界が、磁壁がマルチターン磁気センサを通して予測可能に伝播する範囲を下回る第1の強度を有する、印加することを含む。本方法は、磁界がエリアの外側に向いている間、磁界の強度を、磁壁がマルチターン磁気センサを通して予測可能に伝播する範囲内である第2の強度まで増大させることと、磁界が第2の強度を有している間、磁界ベクトルがエリア内部に向かい、マルチターン磁気センサの状態を調整するように、磁界をターンさせることと、を含む。

10

【0006】

本方法は、磁界を印加することが、磁性ターゲットによってマルチターン磁気センサに磁界を印加することと、磁性ターゲットを、マルチターン磁気センサに対して回転させるか、マルチターン磁気センサに対して直線的に平行移動させることと、を含むことができる。

【0007】

本方法は、磁性ターゲットとは別の初期化磁石によって、かつマルチターン磁気センサに、磁壁がマルチターン磁気センサを通して予測可能に伝播する範囲内である第3の強度を有する初期化磁界を印加することと、マルチターン磁気センサに対して初期化磁界をターンさせて、マルチターン磁気センサ内に少なくとも1つの磁壁を作成することと、を含むことができる。

20

【0008】

本方法は、磁界がエリアの外側に向いている間、磁界を、マルチターン磁気センサを通した磁壁のあらゆる伝播が想定される範囲を下回る第3の強度まで低減させることとを含むことができる。

【0009】

本開示の別の態様は、拡張磁気窓を有するマルチターン磁気検知システムである。本マルチターン磁気検知システムは、マルチターン磁気センサであって、磁気抵抗素子を備え、マルチターン磁気センサを通した磁壁伝播に基づいて磁界のターン数を記録するように構成された、マルチターン磁気センサと、マルチターン磁気センサに対する第1の位置と、マルチターン磁気センサに対する第2の位置との間で移動するように構成された磁性ターゲットと、を備える。磁性ターゲットは、第1の位置において、マルチターン磁気センサに第1の強度を有する磁界を印加するように構成され、第1の強度は、磁壁がマルチターン磁気センサを通して予測可能に伝播する範囲を下回り、かつ第2の位置において、マルチターン磁気センサに第2の強度を有する磁界を印加するように構成され、第2の強度は、磁壁がマルチターン磁気センサを通して予測可能に伝播する範囲内である、ように構成されることができる。

30

【0010】

磁性ターゲットは、第1の磁気双極子を形成する磁性材料の第1の部分と、第2の磁気双極子を形成する磁性材料の第2の部分とを含むことができ、第1の磁気双極子が、第2の磁気双極子に対して反転され、磁性材料の第1および第2の部分が、略円形の周縁に沿って配設され、磁性材料の第1の部分の少なくとも一部が、磁性材料の第2の部分に隣接して配設される。

40

【0011】

磁性ターゲットが第1の位置にあるとき、磁性材料の第2の部分は、マルチターン磁気センサから離れて配設されることができる。磁性ターゲットが第2の位置にあるとき、磁性材料の第2の部分は、マルチターン磁気センサに隣接して配設されることができる。

【0012】

略円形の周縁が、中心を有する円を画定することができる。第1の磁気双極子は、第1

50

の磁気双極子が円の中心に向いているN磁極と、円の中心から離れて向いているS磁極とを有するように配向されることができる。第2の磁気双極子は、第2の磁気双極子が円の中心に向いているS磁極と、円の中心から離れて向いているN磁極とを有するように配向されることができる。

【0013】

磁性材料の略円形の周縁は、平面内に位置する円を画定することができる。第1の磁気双極子は、第1の磁気双極子が平面に対して垂直に向いているN磁極と、平面に対して非垂直に向いているS磁極とを有するように配向されることができる。第2の磁気双極子は、第2の磁気双極子が平面に対して垂直に向いているS磁極と、平面に対して非垂直に向いているN磁極とを有するように配向されることができる。

10

【0014】

磁性ターゲットは、略円形の周縁を有するリングを備えることができ、磁性材料の第1および第2の部分は、ともにリングの略円形の周縁の略全体に及ぶ。

【0015】

磁性ターゲットは、第3の磁気双極子を形成する磁性材料の第3の部分を備えることができ、第3の磁気双極子は、第2の磁気双極子に対して反転され、磁性材料の第2の部分は、磁性材料の第1および第3の部分の間に配設されている。

【0016】

磁性ターゲットが第1の位置にあるとき、磁性材料の第2の部分は、マルチターン磁気センサから離れて配設されることができる。磁性ターゲットが第2の位置にあるとき、磁性材料の第2の部分は、マルチターン磁気センサに隣接して配設されることができる。

20

【0017】

磁性ターゲットは、延伸方向と、延伸方向に対して直角に磁化された少なくとも1つの極対とを有する線形磁性ターゲットを備えることができる。極対は、磁性ターゲットが第1の位置にあるときに、磁性ターゲットが第2の位置にあるときよりもマルチターン磁気センサにより近接することができる。

【0018】

本開示の別の態様は、拡張磁気窓を有するマルチターン磁気検知システムである。磁気検知システムは、磁気センサであって、磁気抵抗素子を備え、磁気センサを通した磁壁伝播に基づいて位置データを記録するように構成された磁気センサと、磁性ターゲットであって、磁気センサに対する第1の位置において、磁性ターゲットが、磁気センサに第1の強度を有する磁界を印加するように構成され、第1の強度は、磁壁が磁気センサを通して95%を下回る非ゼロの確率で伝播する範囲内であり、かつ磁気センサに対する第2の位置において、磁性ターゲットが、磁気センサに第2の強度を有する磁界を印加するように構成され、第2の強度は、磁壁が磁気センサを通して予測可能に伝播する範囲内であるように、磁気センサに対して配置されている、磁性ターゲットと、を備える。

30

【0019】

磁性ターゲットは、磁気センサに対する第3の位置において、磁性ターゲットが、磁気センサに第3の強度を有する磁界を印加するように構成され、第3の強度は、磁壁が磁気センサを通して伝播することが想定されない範囲内であるように、磁気センサに対して配置されることができる。

40

【0020】

磁性ターゲットは、リングの形状であることができ、リングの中心に向かって半径方向内側に向いている磁極と、リングの中心から半径方向外側に向いている磁極とを有することができる。

【0021】

磁性ターゲットは、平面内に位置するリングの形状であることができ、リングの平面に対して垂直に向いている磁極と、リングの平面に対して非垂直に向いている磁極とを有することができる。

【0022】

50

磁性ターゲットは、延伸方向を有する線形磁性ターゲットを含み、線形磁性ターゲットの延伸方向に対して直角に向けられた磁極を有することができる。

【0023】

本開示を要約する目的のために、本明細書では、本革新の特定の態様、利点および新規な特徴が説明されている。すべてのそのような利点が、必ずしも任意の特定の実施形態によって達成され得るわけではないことが理解されるべきである。このように、本革新は、必ずしも本明細書で教示され得るかまたは提案され得るような他の利点を達成することなく、本明細書で教示されたような1つの利点または利点群を達成するかまたは最適化するような方法で具体され得るか、実施され得る。

【図面の簡単な説明】

【0024】

これらの図面および本明細書における関連する説明は、特定の実施形態を例証するために提供され、限定することは意図されない。

【図1】対応する回路概略表現によるマルチターン磁気センサの磁気ストリップレイアウト表現の一例を示す。

【図2】説明的な記号による磁気ストリップレイアウト表現の一例を示す。

【図3】拡張磁気窓によって動作することができるマルチターン磁気センサを示す。

【図4】一実施形態による、反転した極対を有するリングを有する磁性リングから形成された磁性ターゲットの、そして磁性ターゲットからの磁界に対して高感度な磁気センサで形成される磁性ターゲットの一例を示す。

【図5A】図4の磁性ターゲットの回転角度の関数としての図4のマルチターン磁気センサにおける磁界強度のグラフを示す。

【図5B】図4の磁性ターゲットの回転角度の関数としての図4のマルチターン磁気センサにおける磁界方向のグラフを示す。

【図6】一実施形態による、磁極を有するリングから形成された磁性ターゲットの、そして磁性ターゲットからの磁界に対して高感度な磁気センサの一例を示す。

【図7A】図6の磁性ターゲットの回転角度の関数としての図6のマルチターン磁気センサにおける磁界強度のグラフを示す。

【図7B】図6の磁性ターゲットの回転角度の関数としての図6のマルチターン磁気センサにおける磁界方向のグラフを示す。

【図8】一実施形態による、反転した極対を有する磁性リングから形成され、マルチターン磁気センサによる軸方向検知のために構成された磁性ターゲットの一例を示す。

【図9】一実施形態による、磁極を有するリングから形成され、マルチターン磁気センサによる軸方向検知のために構成された磁性ターゲットの一例を示す。

【図10】一実施形態による磁性ターゲットのターンをカウントするための方法の一例のフロー図である。

【図11】一実施形態による1つ以上の磁壁を有する磁気センサを初期化するための方法の一例を示すフロー図である。

【図12】一実施形態による少なくとも1つの反転した極対を有する磁性棒から形成された線形磁性ターゲットの一例を示す。

【図13】一実施形態による磁極対を有する線形ターゲットから形成された線形磁性ターゲットの一例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下の詳細な説明は、特定の実施形態の様々な説明を提示する。しかしながら、本明細書で説明された革新は、例えば、特許請求の範囲によって定義およびカバーされるように、多数の異なる方法で具現化されることができる。本説明では、図面について言及され、図面においては、同様の参照番号は同一または機能的に類似した要素を示すことができる。図面中に図示された要素は、必ずしも縮尺どおり描かれていないことが理解されよう。また、特定の実施形態は、図中に図示されているよりも多くの要素、および/または図中

10

20

30

40

50

に図示された要素のサブセットを含むことができることが理解されよう。さらに、いくつかの実施形態は、2つ以上の図面からの特徴の任意の好適な組み合わせを組み入れることができる。

【0026】

本開示の態様は、マルチターン磁気センサおよび磁性ターゲットを含む磁気検知システムに関する。磁性ターゲットによって生成された磁界の第1の強度が、磁界強度の範囲内にあるとき、磁壁は、マルチターン磁気センサを通して予測可能に伝播することができる。第1の位置では、磁性ターゲットは、第1の磁界強度を有する磁界をマルチターンセンサに印加することができる。磁性ターゲットは、第1の位置から第2の位置まで回転することができる。第2の位置では、磁性ターゲットは、磁壁伝播が想定されるエリア内に、第2の磁界強度を有する磁界を生成することができ、第2の磁界強度は、マルチターン磁気センサを通して予測可能に伝播する磁壁の磁界強度の範囲を下回る。マルチターン磁気センサは、磁性ターゲットが第1の位置から第2の位置まで、そしてひいては第1の位置まで回転するような状態を維持することができる。したがって、磁気検知システムは、様々な他の磁気検知システムよりも広い範囲の磁界強度で動作することができる。本明細書で述べられた磁気検知システムの磁性ターゲットは、様々な他の磁気検知システムよりも少ない磁性材料を含むことができる。これにより、スペースおよびコストを節約することができる。

10

【0027】

本明細書で説明される磁界検知システムは、様々な用途においてターン数を測定するためのコンパクトなモジュール式機構を提供することができる。開示された磁界センサの例示的な一用途は、ステアリングコラムのターン数を測定することである。いくつかの機構では、開示された磁界センサは、その動作強度がセンサの従来の磁気窓を超えることができると同時に、センサの欠陥のない動作を維持することができる磁性ターゲットとともに使用され得る。そのような機構は、磁気センサが回転シャフトの端に位置しない場合であっても、回転シャフトのターン数の検知を容易にし得る。

20

【0028】

いくつかの実施形態では、磁気異方性を有する磁気ストリップは、螺旋の形状で物理的に配置されている。磁気ストリップの一端に結合された磁壁発生器は、回転する磁界の向きに従って磁気ストリップを通して1つ以上の磁壁を生成および移送するように構成される。駆動回路は、螺旋の一部を励磁する（例えば、電圧および/または電流を供給する）ことができ、検知回路は、螺旋の一部に関連する電磁的読み取りを行うことができる。このように、検知回路は、磁気ストリップの隔離された磁気抵抗素子の抵抗を検知することができる。制御回路は、螺旋の異なる部分が電力供給され、かつ検知回路によって検知されることができるシーケンスを制御することができる。例えば、制御回路は、検知回路が抵抗を示す値を検知することができる螺旋の特定の磁気抵抗素子を選択するようにスイッチを制御することができる。検知回路は、螺旋の様々な部分の磁気状態に関連する螺旋の様々な部分の一連の電氣的読み取りを行うことができる。いくつかの例では、検知回路は電磁的読み取り値の比較を行うことができる。検知回路の出力は、磁気ストリップの磁気抵抗素子の累積ターン状態を判定するようにデコードされることことができる。

30

40

【0029】

図1は、対応する回路概略表現150を備える例示的な磁気ストリップの配置100を示す。図1は、互いに対して直列に配置された磁気抵抗素子R1~R14を形成する角105およびセグメント103a~103nと、磁壁発生器107とを有する磁気ストリップ101を示す。磁気抵抗素子は、磁気整列状態に応じて抵抗を変化させる可変抵抗器として機能することができる。図1に図示される磁気ストリップ101は、マルチターンカウンタ内に実装されることができる。

【0030】

磁気ストリップ101は、螺旋の形状で物理的に配置された巨大磁気抵抗型(GMR)トラックであることができる。図1に示されるように、そのような螺旋形状の磁気ストリ

50

ップ101は、丸められた角105およびセグメント103a~103nを有することができる。磁気ストリップ101は、その磁気ストリップ101の材料および断面寸法に基づいて、高異方性などの磁気異方性を有することができる。磁気ストリップ101は、磁気エネルギーを蓄積することができる。磁壁発生器(DWG)107は、磁気ストリップ101の一端に結合される。DWG107は、低異方性などの磁気異方性を有することができる。磁壁発生器は、磁界内の回転に反応して磁壁を生成することができる。磁壁は、磁気ストリップ101に注入されることことができる。

【0031】

図1の例では、磁気ストリップ101のセグメント103a~103nが磁気ストリップ101の直線の側面として示されている。セグメント103a~103nは、セグメントの磁気ドメインに基づいて可変抵抗を有することができる。セグメントの磁気ドメインが変化すると、そのセグメントの抵抗が変化する可能性がある。したがって、セグメント103a~103nは、本明細書では可変抵抗器R1~R14とも呼ばれる磁気抵抗素子として動作することができる。磁気抵抗素子R1~R14は、磁気的に書き込まれ、電気的に読み取られることことができる不揮発性の磁気メモリとしても機能することができる。磁気抵抗素子R1~R14は、螺旋形状の磁気ストリップ101に配置されると、互いに直列に結合される。対応する回路図表現150は、直列に接続された対応する磁気抵抗素子R1~R14として描画されたセグメント103a~103nを示す。

10

【0032】

図2は、説明的な記号による磁気ストリップレイアウト表現200の一例を示す。図1の磁気抵抗素子セグメント等価物R1~R14を有する磁気ストリップ101は、DWG107、外部磁界201、外部磁界201の回転を示す矢印203、および磁壁213とともに示されている。ドメイン配向205、207、209、および211は、磁気ストリップのセグメント内側のドメインの配向を示す。

20

【0033】

DWG107は、外部磁界201の影響を受ける可能性がある。外部磁界201が矢印203で示されるように回転すると、DWG107は、磁気ストリップ101を通して磁壁213を注入することができる。磁界201が回転して、ドメイン配向205、207、209、および211が変化すると、磁壁213はセグメントを通して伝播することができる。図2は、明確にするために、直角位置での外部磁界201を示しているが、磁界は、任意の角度、例えば螺旋角に向かって45度の角度に向いていてもよい。

30

【0034】

磁気ストリップ101のセグメントの抵抗率は、磁気ストリップセグメント内部のドメイン配向によって影響を受ける可能性がある。各セグメントのドメイン配向は、セグメントの配向に応じて、そのセグメントが高抵抗(「H」または「HR」)または低抵抗(「L」または「LR」)を有する原因となる可能性がある。ドメイン配向205を有する、垂直方向に図示された磁気ストリップセグメントは、低抵抗を有するドメイン配向207を有する垂直磁気ストリップセグメントよりも高い抵抗率を有する。ドメイン配向213を有する、水平方向に図示された磁気ストリップセグメントは、低抵抗を有するドメイン配向211を有する水平方向の磁気ストリップセグメントよりも高い抵抗率を有する。ドメイン配向205および213を有する磁気ストリップセグメントは、同等の抵抗を有することができる。同様に、ドメイン配向207および211を有する磁気ストリップセグメントは、同等の抵抗を有することができる。

40

【0035】

図1および図2に示された例は、四辺形に基づく開かれた螺旋として螺旋形状の磁気ストリップ101を描画している。しかしながら、いくつかの他の実施形態では、異なる多角形または楕円螺旋構成が可能である。また、螺旋は、閉じられた螺旋であることもでき、または重複部分を有する多層螺旋であってもよい。

【0036】

上述のように、回転磁性ターゲットによって生成され、マルチターン磁気センサによ

50

て検知された磁界の強度が、本明細書で第1の磁気窓と称される比較的狭い磁気窓内に留まることが望ましい。第1の磁気窓は、磁壁がマルチターン磁気センサを通して予測可能に伝播する磁界強度の範囲を含み得る。このように、第1の磁気窓は、最大磁界強度 H_{max} よりも強くなく、信頼性の高い磁壁伝播に対する最小磁界強度よりも弱くない強度を有するマルチターン磁気センサにおける強度を有する磁界を含み得る。磁界の強度が高すぎる（例えば、最大磁界強度 H_{max} を上回る）場合、磁界の回転なしであっても、磁界は新しい磁壁を作り出すことができる。これにより、センサによって記録されたデータをスクランブルすることができる。反対に、磁界の強度が低すぎる（例えば、信頼できる磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} を下回る）場合、磁壁は、確実には伝播し得ず、センサは磁性ターゲットの回転数の追跡を失う場合がある。このように、障害のない動作を確保するために、磁界が第1の磁気窓（例えば、 H_{min} と H_{max} との間）内に留まることが望ましい場合がある。

10

【0037】

本開示では、第1の磁気窓の外側に出る磁界を用いて動作する一方で、依然として障害のない動作を提供するマルチターン検知システムが提供される。一例として、本開示において提供されるマルチターン検知システムは、時として第2の磁気窓内であり得、時として第3の磁気窓内であり得る磁界で動作し得る。

【0038】

第2の磁気窓は、磁壁がマルチターン磁気センサを通過して、しかし信頼性の低い方法で伝播する範囲の磁界強度を含み得る。強度が第2の磁気窓（高信頼の磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} と磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min2} との間であり、ここで H_{min2} は H_{min} を下回る）内にある場合、磁壁は、特定の確率（例えば、1を下回る確実性または確率、時として95%を下回る確実性または確率と称される）で伝播する。

20

【0039】

第3の磁気窓は、十分に弱く、マルチターン磁気センサにおける磁壁伝播が生じないことが想定される磁界強度を含み得る。磁界の強度が第3の磁気窓内にある場合（例えば、磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min2} よりも低い場合）、磁壁は、磁界の方向に関係なくセンサ内部で伝播しないはずである。第2及び第3の磁気窓の性質は、第1の磁気窓の外側で動作するセンサを形成する際に（例えば、磁界強度が一定の期間中に第1の磁気窓内にあることを確保することによって）使用されてもよい。

30

【0040】

図3は、時として第1の磁気窓の外側にある（例えば、磁壁が予測可能にマルチターン磁気センサ300を通過して伝播する磁気窓の外側にある）センサにおいて磁界強度を発生させる磁性ターゲットによって確実に動作させることができるマルチターン磁気センサ300の例を示している。

【0041】

磁界方向が4つのエリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つの範囲内に留まる限り、外部磁界301は、第2の磁気窓（例えば、磁壁伝播が起こるが、100%未満の確率で生じる磁気窓）に低下し得る。特に、外部磁界301の方向が4つのエリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つの範囲内に留まる場合、磁壁伝播は想定されない。このように、第2の磁気窓内での磁壁伝播の100%未満の確率は許容可能である（例えば、磁壁伝播がこの領域内では想定されないため、その伝播の信頼性は無関係である）。第2の磁気窓に入る前に、外部磁界301の方向は、4つのエリア302a、302b、302c、ならびに302dのうちの1つの範囲内にあるはずであり、方向は、磁界強度が第2の磁気窓内（例えば、 H_{min2} ~ H_{min} ）にある限り、同じエリア内に留まるはずである。

40

【0042】

磁気センサ300の磁気窓の様々な性質、例えば最大磁界強度 H_{max} 、高信頼の磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} 、および磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min2} に対応する磁界強度は、磁気センサ300の形状に加えて、磁気ストリップを形成する材料

50

に依存し得る。特に、ストリップを形成する材料とともに、磁気ストリップの厚さおよび幅は、 H_{max} 、 H_{min} 、および H_{min2} の値を定義する役割を果たし得る。磁気ストリップを形成するために、鉄およびコバルト鉄などの様々な材料を使用することができる。選択された材料および/または磁気ストリップの厚さならびに/もしくは幅を変えることによって、 H_{max} 、 H_{min} 、および H_{min2} の値を調整することができる。第1の実施におけるセンサ300の磁気窓の典型的な値は、約1000エルステッドの最大磁界強度 H_{max} と、約700エルステッドの高信頼性の磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} とを含み得る。第2の実施では、センサ300の H_{max} は約350エルステッド、 H_{min} は約150エルステッド、および磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min2} は約50エルステッドである。いくつかの例では、高信頼の磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} は、最大磁界強度 H_{max} の値の約半分であり得、一方、磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min2} は、最大磁界強度 H_{max} の値の約20パーセントであり得る。

10

20

30

40

50

【0043】

磁界強度が磁気窓から外れる可能性がある磁気センサ300内のエリア302a、302b、302c、および302dの場所、サイズ、および偶数は、磁気センサ300を形成する磁気ストリップ（例えば、螺旋状）の物理的屬性の少なくとも一部に依存し得、また、磁気ストリップを形成する材料（これらは、本明細書で述べられるように、磁気窓の性質を部分的に決定し得る）にも依存し得る。いくつかの実施形態では、エリア302a、302b、302c、および302dは、各々おおよそ60度に及ぶ場合があり、エリア間にはおおよそ30度に及ぶ空隙がある。いくつかの他の実施形態では、エリア302a、302b、302c、および302dの間の空隙は、10～30度に及び得る。

【0044】

加えて、外部磁界301は、第2の磁気窓から第3の磁気窓（例えば、磁壁の伝播が生じないと想定される、磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min2} を下回る磁気窓）に低下する可能性がある。第3の磁気窓では、センサ300の記録データを変更することなく、外部磁界301の方向を任意の方向に回転させることができる。しかしながら、外部磁界301の強度が第3の磁気窓内から第2の磁気窓内に調整される前に、外部磁界301の磁界ベクトルは、4つのエリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つ内あるべきである。

【0045】

いくつかの実施形態では、外部磁界301の方向は、その強度が第2の磁気窓外に低下したときのように、その強度が第2の磁気窓内に上昇するとき、エリア302a、302b、302c、および302dのうちの同じエリア内に向けられるはずである。一例として、磁界301は、第1の時点において、エリア302a内のどこかを指し得、かつ第2の磁気窓内の強度を有し得る。そして、第2の後の時点で、磁界301が第3の磁気窓内に低下し得、その方向は制限なしに変わり得る。最終的に、第3の後の時点で、磁界301は、第2の磁気窓内に上昇して戻り得る一方で、その方向はエリア302a内にある。

【0046】

いくつかの他の実施形態では、外部磁界301の方向は、エリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つから別のものに変化し得る一方で、磁界強度は、第3の磁気窓内にある。言い換えると、外部磁界301は、（エリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つにある間に）強度を第2の磁気窓から第3の磁気窓に低下する可能性があり、エリア302a、302b、302c、および302dのうちの別の1つにシフトする場合があり、新しいエリアにある間、強度が第3の電磁窓から第2の磁気窓まで上昇する場合がある。そのような実施形態では、第3の磁気窓に入った時点での磁界301の方向と、第2の磁気窓に戻ったときの磁界301の方向との間に予測可能な関係があり得る。予測可能な関係は、センサ300および回転磁性ターゲットの物理的レイアウトに基づいて判定され得る。一例として、磁界301は、第1の時点で、エリア302a内のある場所に向けられ、第2の磁気窓内の初期強度を有し、次いで第3の磁気窓内に低下し得る。次に、磁界301の方向は、予測可能な方法でエリア302

c内に向けられるようにシフトされ得、エリア302cに方向をシフトした後、強度が第2の磁気窓内に上昇する。エリア302aから302cへの変化は、少なくともいくつかの実施形態では、第3の磁気窓内にある間、磁性ターゲットのターンを示し得る。

【0047】

図4は、反転した極対406を有する磁性リング404から形成されたマルチターン磁気センサ400および磁性ターゲット402を含むマルチターン磁気検知システムの一例を示す。反転した極対406とともに磁性リング404は、ターゲット(例えば、センサ402によってその回転が追跡されているシャフトまたは他の対象物)と協調してセンサ400に対して回転し得る。磁性リング404は、同心リングから形成されてもよく、この場合、外側リングが第1の磁極を形成し、内側リングが第2の磁極を形成する。同心リングは、磁気双極子を形成し得、反転した極対406は、同心リングに対して反転されたさらなる磁気双極子を形成し得る。少なくともいくつかの実施形態では、磁性ターゲット402は、異なるエリアで異なるように磁化されたリングから形成されてもよい。このように、磁性ターゲット402は、反転した極対406から第1の方向に離れ、反転した極対406において第2の方向に磁化された単一のリングの磁石であってもよい。

10

【0048】

マルチターン磁気検知システムは、本明細書に開示されたマルチターン磁気センサからデータを読み取るための読み出し回路、例えば図4に示されるような読み出し回路430を含んでもよい。読み出し回路430は、マルチターン磁気センサ400とは別個に設けられてもそれと組み合わされて設けられてもよい。読み出し回路、例えば図4の読み出し回路430は、磁気センサ内の磁壁の位置および数を検知し得る(例えば、磁気センサを構成するトラックのうちの一つ以上の抵抗を検知することによるものであり、磁気センサの抵抗は、磁気抵抗効果、例えば巨大磁気抵抗(GMR)、異方性磁気抵抗(AMR)、トンネル磁気抵抗(TMR)、巨大磁気抵抗(CMR)、および異常な磁気抵抗(EMR)効果によって変化し得る)。読み出し回路は、磁壁の検知された位置および数を分析し、外部回路に磁性ターゲットの回転カウント(または、直線的に平行移動するターゲットを利用する実施形態では、直線位置)を示す出力を提供し得る。

20

【0049】

磁性ターゲット402は、磁気センサ400に対する磁性ターゲット402の回転とともに変動するセンサ400での磁界を誘発し得、ひいては、センサ400が磁性ターゲット402の回転または回転カウントを追跡することを可能にする。一例として、磁性リング404に沿った一つ以上の場所における極対406などの反転した極対があり得、この場合、磁極の位置は、磁性リング404に対して反転している。一例として、図4の網掛け領域はN磁極を表し得、非網掛け領域はS磁極を表し得、またはその逆も同様である。反転した極対406に起因して、磁性リング404は、磁性リング404の回転を追跡し続けるために使用されることができ、不均一な磁界を生成し得る。所望であれば、反転した極対406以外の構造が、不均一な磁界を誘発し、磁性リング404の回転の追跡をおよび/または回転カウントを可能にするために、磁性リング404の一部として含まれてもよい。

30

【0050】

図4のマルチターン磁気検知システムでは、センサ400はフルターンの分解能でターン数をカウントすることができる。センサ400は、累積ターン数に対応する状態を記憶することができ、この場合、累積ターン数は1よりも大きくなることができる。

40

【0051】

少なくともいくつかの実施形態では、磁性ターゲット402の磁界強度は、反転した極対406の近くでは高いが、磁性リング404の他の部分に沿っては弱い。言い換えると、磁性リング404の回転が、反転した極対406をセンサ400から離れて動かすときはいつでも、センサ400によって受信された電界強度は低い場合がある。対照的に、リング404の回転が、反転した極対406をセンサ400の近くに移動させるときはいつでも、センサ400によって受信される電界強度は高くなり得る。

50

【0052】

図4の例では、磁気リング404のS磁極は、磁性ターゲット402の平面に対して半径方向にあり得（例えば、リングの中心に対して内側に向けられる）、一方で磁気リング404のN磁極は、磁性ターゲット402の平面に対して反半径方向（例えば、リングの中心に対して内側に向けられる）、またその逆も同様である（例えば、N極およびS極を入れ替えてもよい）。同様に、反転した極対406のN磁極およびS磁極は、磁性ターゲット402の平面に対して半径方向および反半径方向（またはその逆も同様）であり得る。

【0053】

磁気センサ400において、図4の磁性ターゲット402によって誘起される磁界強度曲線502および磁界角度曲線510（例えば、磁気角）を含むグラフを、それぞれ図5Aおよび図5Bに示す。図5Aおよび図5Bはそれぞれ、磁気センサ400に対する磁性ターゲット402の回転角度の関数としての磁界強度および角度を示す。

10

【0054】

図5Aに示されるように、磁界強度は、信頼性の高い磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} を上回り、角度504～506間の磁気センサ400の磁気窓内にあり得る。磁界強度曲線502のピークは、角度504～506間のおおよその中間点で生じ、磁気センサ400に近接している磁性ターゲット402の反転した極対406の位置に概ね対応し得る。特に、磁界強度曲線502は、磁性ターゲット402が回転されたときに最大値になり得、それによって、反転した極対406が磁気センサ400に隣接する。これは、図4に図示された位置であり得る。磁性ターゲット402が回転し、それによって、反転した極対406が磁気センサ400から離れると、磁界強度曲線502は減少し、高信頼性な磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} が、第2の磁気窓へと減少し得、この場合磁界方向の変化に伴う磁壁伝播が想定されるが、確率は100%を下回る。

20

【0055】

図5Bに示されるように、そして少なくともいくつかの実施形態では、ターゲット402が角度504を下回るかまたは角度506を上回って回転されるときはいつでも、磁界方向は、角度512の範囲内にあり得る。角度512の範囲は、図3に図示される4つのエリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つに対応し得る。特に、磁性ターゲット402によって生成される磁界は、磁性ターゲット402が角度504を下回るかまたは角度506を上回る角度まで回転されると、4つのエリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つの範囲内にあり得る。図3に関連して述べられたように、磁気角が4つのエリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つの範囲内に維持される間、磁壁伝播は想定されない。このように、磁性ターゲットが504を下回るかまたは角度506を上回る角度にある間、磁界強度は、高信頼性の磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} を下回り、第2の磁気窓に低下し得、データの損失なしに、磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min2} から第3の磁気窓に低下し得る。

30

【0056】

磁性ターゲット402が回転し、反転した極対406がセンサ400を通過すると、図5Bに示されるように、磁界強度は磁気窓内にあり、360度のフル回転を完了する。磁界方向の回転は、センサ400によって記録され、磁性ターゲット402の回転カウントを追跡するために使用されることができる。

40

【0057】

図5Aおよび5Bに示されるように、磁界強度は、磁界角度曲線510が角度512の範囲外である場合は常に、高信頼性な磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} を上回り、磁気センサ400の磁気窓内であり得る。このように、磁性ターゲット402は、磁性ターゲット402の回転に起因して、磁界の方向が実質的に変化しているときはいつでも、磁気センサ400内に高信頼性の磁壁伝播を生じさせるのに十分な磁界強度を提供し得る。

50

【0058】

少なくともいくつかの実施形態では、本明細書に開示された磁気センサ、例えば磁気センサ400、600、800、および900は、磁性ターゲットの回転の追跡における能動的な動作の前に、1つ以上の磁壁によって予めロードされてもよく、および/または初期化されてもよい。一例として、磁性ターゲット以外（例えば、磁気初期化源）からの磁界を磁気センサに適用して、図2の磁壁213などの1つ以上の磁壁を生成し、これらの磁壁をトラックに沿った好適な場所に位置付け得る。この初期化プロセスは、磁性ターゲットの回転が磁気センサ内で磁壁を移動させることは可能であるが、新しい磁壁を生成することは可能ではない機構において有益であり得る。

【0059】

図6は、センサ600などの磁気センサによって追跡されることができるときの代替の磁気ターゲット602を示す。磁気ターゲット602は、交番極を有し得る3つの磁極対604、606、および608を含み得る。特に、磁極対606は、極対604および608に対して反転され得る。加えて、磁極対604および608は、中間の極対606からの距離が増大すると、磁界強度が場合によってはゼロまで低下するように構成され得る。磁極対604および608は、厚さが漸減する磁性材料から形成されてもよく、最も厚い領域は、反転した極対606に隣接し、反転した極対606からの距離が増加するにしたがって、厚さが漸減する。少なくともいくつかの実施形態では、本明細書に開示されたターゲット602およびその他のターゲットなどの磁性ターゲットは、異なる磁化を有する異なる領域を備える単一の磁性材料から形成され得る。一例として、中間の対極606に対応する単一片の磁性材料の領域は、第1の方向に磁化され得、一方で極対604および608に対応する単一片の磁性材料の領域は、第2の方向に磁化される。さらに他の実施形態では、本明細書で開示されたターゲット602およびその他のターゲットなどの磁性ターゲットは、互いに接合された複数片の磁性材料から形成されてもよい。

【0060】

図4の磁性ターゲット402とは対照的に、磁性ターゲット602は、実質的により少ない磁性材料を含み得る。特に、磁性ターゲット602は、ターゲット650に沿った1つ以上の場所に組み込まれるか、取り付けられるか、さもなければ配置された磁極対604、606、および608から実質的に形成され得る。少なくともいくつかの実施形態では、ターゲット650の回転をカウントするために、磁極対604、606、および608を形成する磁性材料をターゲット650に取り付けることによって、磁性ターゲット602を形成することができる。所望であれば、ターゲット650は非磁性であってもよい。また、磁性ターゲット602は、線形ターゲットの延伸方向に沿って間隔を空けられた2つまたは3つの磁極対のうちの1つ以上のグループとともに、線形形状で設けられてもよい。

【0061】

図6の例では、磁極対604および608のN磁極は、磁性ターゲット602の平面に対して放射状である（例えば、リングの中心に対して内側に向いている）と言え得、一方で磁極対604および608のS磁極は、磁性ターゲット602の平面に対して反放射状である（例えば、リングから外側に向いている）と言え得、またはその逆も同様である（例えば、N極およびS極が交換され得る）。同様に、反転した極対606のN磁極およびS磁極は、それぞれ、磁性ターゲット602の平面に対して反放射状および放射状であると言え得る。

【0062】

磁気センサ600において、図6の磁性ターゲット602によって誘起される磁界強度曲線702および磁界角曲線710（例えば、磁気角）のグラフを、それぞれ図7Aおよび図7Bに示す。図7Aおよび図7Bはそれぞれ、磁気センサ600に対する磁性ターゲット602の回転角度の関数としての磁界強度および角度を示す。

【0063】

図7Aに示されるように、磁界強度は、信頼性の高い磁壁伝播に対する最小磁界強度H

10

20

30

40

50

minを上回り、角度704～706間の磁気センサ600の磁気窓内にあり得る。磁界強度曲線702のピークは、角度704～706間のおおよその中間点で生じ、磁性ターゲット602の反転した極対606の位置に概ね対応し得る。特に、磁界強度曲線702は、磁性ターゲット602が回転されたときに最大値になり得、それによって、反転した極対606が磁気センサ600に隣接するようにされ、これは、図6に図示された位置であり得る。磁性ターゲット602が回転し、それによって、反転した極対606が磁気センサ600から離れると、磁界強度曲線702は減少し、高信頼性な磁壁伝播に対する最小磁界強度Hminが、第2の磁気窓へと減少し得、この場合磁界方向の変化に伴う磁壁伝播が想定されるが、確率は100%を下回る。磁性ターゲット602がさらに回転され、それによって、極対604および608が磁気センサ600から離れるようにされると、磁界強度曲線702はさらに減少し、磁壁伝播に対する最小磁界強度Hmin2は、第3の磁気窓へと低下し得、この場合、磁壁伝播は想定されない。

10

20

30

40

50

【0064】

図7Bに示されるように、そして少なくともいくつかの実施形態では、ターゲット602が角度704を下回るかまたは角度706を上回って回転されるときはいつでも、磁界方向は、角度712の範囲内にあり得る。角度712の範囲は、図3に図示される4つのエリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つに対応し得る。特に、磁性ターゲット602によって生成される磁界は、磁性ターゲットが磁気センサ600に対して角度704を下回るかまたは角度706を上回る角度まで回転されると、4つのエリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つの範囲内にある。図3に関連して述べられたように、磁気角が4つのエリア302a、302b、302c、および302dのうちの1つの範囲内に維持される間、磁壁伝播は想定されない。このように、磁性ターゲット602が704を下回るかまたは角度706を上回る角度にある間、磁界強度曲線702は高信頼性の磁壁伝播に対する最小磁界強度Hminを下回り、第2の磁気窓に低下し得、データの損失なしに、磁壁伝播に対する最小磁界強度Hmin2から第3の磁気窓に低下し得る。磁界強度が第3の磁気窓内にある間、磁界の方向は無関係であることに留意すべきである。このように、浮遊磁界または他の磁界方向の変更は、強度が第3の磁気窓内に維持される限り、磁気センサ600の動作に影響しない。

【0065】

磁性ターゲット602が回転し、反転した極対606がセンサ600を通過すると、図7Bに示されるように、磁界強度は磁気窓内にあり、360度のフル回転を完了する。磁界方向の回転は、センサ600によって記録され、磁性ターゲット602の回転カウントを追跡するために使用されることができる。

【0066】

図7Aおよび7Bに示されるように、磁界強度は、磁界方向が角度712の範囲外である場合は常に、高信頼性な磁壁伝播に対する最小磁界強度Hminを上回り、磁界センサ600の磁気窓内であり得る。このように、磁性ターゲット602は、センサ600に対する磁性ターゲット602の回転に起因して、磁界の方向が実質的に変化しているときはいつでも、磁気センサ600内に高信頼性の磁壁伝播を生じさせるのに十分な磁界強度を提供し得る。

【0067】

必要に応じて、本明細書で述べられた原則および利点が、異なる形状のターゲットに適用されてもよい。一例として、円形の磁性ターゲットに代えて、図12および13の例に図示されたターゲットなどの線形磁性ターゲットが設けられてもよい。線形の用途では、磁気棒は、その延伸方向に対して直角に磁化され得、その延伸方向に沿って配設された1つ以上の逆極を有し得る。マルチターン磁気センサは、(円形ターゲットに関して本明細書で述べられたものと同様の方法で)逆極をカウントすることができ、それによって、磁気センサに対する磁性ターゲットの線形運動を追跡することができる。代替的にまたは追加的に、マルチターン磁気センサは、線形磁性ターゲットに対して回転し、マルチターン磁気センサの回転のターン数をカウントするように構成されることができる。

【0068】

別の例として、本明細書で述べられた原理および利点は、図8および9の例に示されるような軸方向の検知用に構成された磁性リングに適用されてもよい。

【0069】

図8の例に示されるように、磁性ターゲット802は、磁性ターゲット802の平面の上方に配設されたセンサ800などの磁気センサによる検知のために構成され得る。磁性ターゲット802は、ターゲット850に組み込まれるか、取り付けられるか、さもなければ配置された磁性リング804および反転した極対804を含むことができる。磁性リング804は、図8に示されるように磁化されてもよく、ここで磁極は、図4の同心円機構とは対照的に、リングの対向面に配置される。磁性ターゲット802は、回転ターゲット850と協働して回転軸810を中心に回転し、磁性ターゲット802の、そしてひいてはターゲット850の回転数が、本明細書で述べられた技術を使用して磁気センサ800によって記録され得る。

10

【0070】

図8の例では、磁性リング804のN磁極は、磁性ターゲット902の平面に対して垂直であり得（例えば、リングの平面の上方に向けられる）、一方で磁性リング804のS磁極は、磁性ターゲット802の平面に対して非垂直であり得（例えば、リングの平面の下方に向けられる）、またはその逆も同様である（例えば、N極およびS極が入れ替えられてもよい）。同様に、反転した極対806のN磁極およびS磁極は、磁性ターゲット802の平面に対して非垂直および垂直（またはその逆）であり得る。

20

【0071】

図8の磁性ターゲット802は、磁気センサ800のための磁界を生成することができ、これは、図4の磁性ターゲット402の磁界と同様に、上述したマルチターン磁気センサのうちのいずれかであることができる。特に、磁性ターゲット802によって作成された磁界の強度は、磁性ターゲット802が回転されると、第2のまたは第3の磁気窓内にあり得、それによって、反転した極対806が磁気センサ800から離れて配置されるようにされる。加えて、磁性ターゲット802が回転され、それによって、反転した極対806が磁気センサ800を通過するようにされると、磁性ターゲット802によって作成された磁界は、センサ800の磁気窓内の強度を有し得、センサ800によって記録されることができるといった方法で方向の変化を記録し得、これにより、センサ800は、磁性ターゲット802の回転カウントを追跡することが可能になる。

30

【0072】

図9の例に示されるように、磁気センサ900による軸方向検知用に構成された磁性ターゲット902は、反転した極対906の両側に配設された極対904および908から形成され得る。極対904、906、および908は、ターゲット950に沿った1つ以上の場所に組み込まれるか、取り付けられるか、さもなければ配置され得る。磁性ターゲット902は、回転ターゲット950と協働して回転軸910を中心として回転し得、磁性ターゲット902の、そしてひいてはターゲット950の回転数が、本明細書で述べられた技術を使用して磁気センサ900によって記録され得る。磁性ターゲット902は、図6に関して本明細書で述べられたものと同様の利点を有し得る。

40

【0073】

図9の磁性ターゲット902は、図6の磁性ターゲット602の磁界と同様である磁石センサ900用の磁界を生成し得る。特に、磁性ターゲット902が回転されたときに、磁性ターゲット902によって作成された磁界の強度は、第3の磁気窓内にあり得、それによって、反転した極対906が磁気センサ900から離れて配設されるようにされる。加えて、磁性ターゲット902が回転され、それによって、反転した極対906が磁気センサ900を通過するようにされると、磁性ターゲット902によって作成された磁界は、センサ900の磁気窓内の強度を有し得、センサ900によって記録されることができるといった方法で方向の変化を記録し得、これにより、センサ900は、磁性ターゲット902の回転カウントを追跡することが可能になる。

50

【0074】

図9の例では、磁極対904および908のN磁極は、磁性ターゲット902の平面に対して垂直であり得（例えば、リングの平面の上方に向けられる）、一方で磁極対904および908のS磁極は、磁性ターゲット902の平面に対して非垂直であり得（例えば、リングの平面の下方に向けられる）、またはその逆も同様である（例えば、N極およびS極が入れ替えられてもよい）。同様に、反転した極対906のN磁極およびS磁極は、磁性ターゲット902の平面に対して非垂直および垂直（またはその逆）であり得る。

【0075】

図10は、磁気センサによって磁性ターゲットのターンをカウントするための例示的な方法1000を示す。磁性ターゲットおよびセンサは、本明細書に開示されている磁性ターゲットおよびセンサのいずれであってもよい。

10

【0076】

ブロック1002において、磁気センサは、センサの第1の磁気窓内にある強度を有する磁界を受信し得る。一例として、磁界は、磁気センサに対して回転する（さもなければ動く）磁性ターゲットによって生成され得る。磁界は、磁気センサによる磁壁の高信頼の伝播を引き起こすのに十分である（例えば、高信頼性磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min} よりも小さくない）が、対応する磁界の回転なしに磁気センサ内で新しい磁壁を作り出すかまたは核となる程度には強力ではない（例えば、最大磁界強度 H_{max} 以下）強度を有し得る。

【0077】

ブロック1004において、磁気センサは、センサの磁気窓を下回る強度を有する磁界を受信し得る。加えて、磁界は、ブロック1004において、磁壁伝播と関連していない方向を有し得る。一例として、磁界の方向は、図3のエリア302a、302b、302cまたは302dのうちの1つの範囲内であってもよい。少なくともいくつかの実施形態では、ブロック1004は、磁界強度が、それによって、磁壁伝播が想定されないような第2の磁気窓を下回る（例えば、磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min2} 未満の磁界）ことを伴い得る。そのような実施形態では、磁界の方向は無関係かつ無制限であり得、一方で磁界強度は、磁壁伝播に対する最小磁界強度 H_{min2} を下回る。

20

【0078】

ブロック1006において、磁気センサは、センサの磁気窓内の強度を有する磁界を受信し得る。加えて、磁界は、ブロック1006において、磁壁伝播、例えば図3のエリア302a、302b、302cまたは302dのうちの1つに関連しない方向を有し得る。

30

【0079】

ブロック1008において、かつ磁界が磁気窓内にある間に、磁気センサは、磁性ターゲットによって生成された磁界の方向における変化を追跡または記録し得る。特に、磁気センサは、螺旋状トラック内で磁壁を作り出すか、消去するか、または移動させ得る。磁壁の位置および/または数は、磁性ターゲットによって作成された磁界の方向における変化を追跡するために使用されてもよい。

40

【0080】

ブロック1010において、磁気センサは、磁性ターゲットの回転カウントを取得するために読み出しを行い得る。特に、磁気センサに結合された読み取り回路は、（例えば、GMR効果に起因して抵抗が変動し得る磁気センサを構成するトラックのうちの1つ以上の抵抗を検知することによって）磁気センサ内部の磁壁の位置および数を検知し得る。磁気センサは、磁性ターゲットがセンサに対して何回ターンしたかを追跡し続け得る。磁気センサは、磁性ターゲットが第1の方向に回転すると、カウントを加算し、磁性ターゲットが第1の方向と反対の第2の方向に回転すると、カウントを減算することが可能であり得る。このように、ブロック1010において、読み出し回路は、ある方向において、磁性ターゲットがある基準状態に対して何回どの方向に向かって回転したかを判定し得る。

50

そのような情報は、一例として、自動車のステアリングホイールが直進しているか、時計回りに360度回転しているか、または反時計回りに360度回転しているかを判定するために使用され得る。

【0081】

少なくともいくつかの実施形態では、本明細書に開示された磁気センサ、例えば磁気センサ400、600、800、および900は、磁性ターゲットの回転の追跡に使用する前に、1つ以上の磁壁によって事前にロードされるかまたは初期化され得る。一例として、磁性ターゲット以外のソースからの磁界（例えば、初期化磁石）を磁気センサに適用して、1つ以上の磁壁、例えば図2の磁壁213を生成し、トラックに沿った好適な場所にこれらの磁壁を位置付け得る。この初期化プロセスは、磁性ターゲットの回転により磁気センサ内で磁壁を移動させることが可能であるが、磁性ターゲットが新しい磁壁を生成するのが困難である機構において有益であり得る。

10

【0082】

図11は、1つ以上の磁壁によって磁気センサを初期化するための方法例1100を示している。図11で参照される磁性ターゲットおよびセンサは、本明細書に開示される磁性ターゲットおよびセンサのいずれかであってもよい。

【0083】

ブロック1102では、1つ以上の磁気センサは、少なくとも1つの磁壁を有するように初期化され得る。一例として、初期化源からの磁界（例としては、センサが最終的に追跡するであろう磁性ターゲット以外の他のもの）を磁気センサに適用して、センサの磁性螺旋内にもう1つの磁壁を発生させ得る。ブロック1102の初期化プロセスは、センサの磁気窓内の強度で初期化磁界を適用し、次いで部分的旋回、全体的旋回または2回以上の全体的旋回によって磁界を回転させることを含み得る。

20

【0084】

ブロック1104では、磁気センサは、磁性ターゲットを検知するように構成され得る。一例として、磁気センサは、磁性ターゲットの近くの装置に設置され得、それによって、磁性ターゲットの回転（または線形移動）が磁気センサによって追跡されることができるようになる。

【0085】

ブロック1106では、ブロック1102で生成された磁壁を含むことができる1つ以上の磁壁の移動が、磁性ターゲットの回転と、磁性ターゲットによって生成され、磁気センサによって受信された磁界の対応する変化とに応答して磁気センサによって記録され得る。

30

【0086】

ブロック1108において、磁気センサは、磁性ターゲットの回転カウントを取得するために読み出しを行い得る。特に、磁気センサに結合された読み取り回路は、（例えば、GM R効果に起因して抵抗が変動し得る磁気センサを構成するトラックのうちの1つ以上の抵抗を検知することによって）磁気センサ内部の磁壁の位置および数を検知し得る。磁気センサは、磁性ターゲットがセンサに対して何回ターンしたかを追跡し続け得る。磁気センサは、磁性ターゲットが第1の方向に回転すると、カウントを加算し、磁性ターゲットが第1の方向と反対の第2の方向に回転すると、カウントを減算することが可能であり得る。このように、ブロック1108において、読み出し回路は、ある方向において、磁性ターゲットがある基準状態に対して何回どの方向に向かって回転したかを判定し得る。そのような情報は、一例として、自動車のステアリングホイールが直進しているか、時計回りに360度回転しているか、または反時計回りに360度回転しているかを判定するために使用され得る。

40

【0087】

本明細書で述べられたように、本明細書で述べられた原理および利点は、線形ターゲット、例えば図12および13の例で図示された線形ターゲットを含む異なる形状のターゲットに適用され得る。

50

【0088】

図12は、磁気センサ1200によって追跡されることが出来る代替の磁性ターゲット1202を示す。図12に示されるように、磁性ターゲット1202は、少なくとも1つの反転した極対を有する線形磁性部材1204から形成され得る。図12の例は、2つの反転した極対1206aおよび160bを有する磁性ターゲット1202を図示し、これは、線形磁性部材1204の長さに沿った任意の所望の場所に位置し得る。線形磁性部材1204は、その延伸方向に対して直角に磁化され得る。一例として、図12の網掛け領域は、N磁極を表し得、非網掛け領域はS磁極を表し得、またはその逆も同様である。1206aおよび1206bなどの反転した極対に起因して、磁性ターゲット1202は、センサ1200に対して軸1210に沿った磁性ターゲット1202の直線移動の追跡を維持するために使用されることが出来る不均一な磁界を生成し得る（または、その逆も同様である）。磁性ターゲット1202は、センサ1200に対して直線的に、例えば軸1210に沿って移動し得る。磁気センサ1200は、各方向において、反転した極対の通過を記録することによって、磁性ターゲット1202の直線位置を追跡することができる。

10

【0089】

図13は、磁気センサ、例えばセンサ1300によって追跡されることが出来る代替の磁性ターゲット1302を示す。図13に示されるように、磁気センサ1300によって線形に検知するために構成された磁性ターゲット1302は、反転した極対のいずれかの側に配設された少なくとも1つの極対群から形成され得る。図13は、2つのそのような群を示し、極対1304aと1308aとの間に配設された反転した極対1306aと、極対1304bと1308bとの間に配設された反転した極対1306bとを含む。図13の極対および反転した極対は、ターゲット1350に沿った1つ以上の場所に組み入れられてもよく、そこに取り付けられてもよく、さもなければそこに配設されてもよい。一例として、図13の網掛け領域は、N磁極を表し得、一方で非網掛け領域は、S磁極を表し得、またその逆も同様である。

20

【0090】

ターゲット1350は、軸1310に沿ったセンサ1300に関して直線的に平行移動し得る。軸1310に沿ったターゲット1350の直線位置は、本明細書で述べられた技術を使用した磁気センサ1300によって記録され得る。磁性ターゲット1302は、図6に関連して本明細書で述べられたものと同様の利点を有し得る。

30

【0091】

本明細書に開示された技術は、多種多様な電子システムに実装されることが出来る。本開示の態様は、本明細書に開示された磁気検知技術から利益を得ることが出来る任意のシステムおよび/または装置に適用可能である。

【0092】

本開示の態様は、様々な電子装置に実装されることが出来る。例えば、本開示の態様は、本明細書に開示された技術から恩恵を受けることが出来る任意の電子装置または電子部品において実施されることが出来る。電子装置の例は、民生用電化製品、民生用電化製品のパーツ、電子試験機器、車両用電子機器システムなどを含むことができるが、これらに限定されない。電子装置の例は、コンピュータ装置、通信装置、電子家電製品、自動車用電子装置、他の車両用電子装置、産業用制御電子システムなどを含むことができるが、これらに限定されない。さらに、電子装置は、未完成の製品を含むことができる。

40

【0093】

本明細書および特許請求の範囲全体を通して、「備える (comprise)」、「備える (comprising)」、「含む (include)」、「含む (including)」などの用語は、排他的または網羅的な意味とは対照的に、概して包括的な意味で、すなわち「含むがそれに限定されない (including, but not limited to)」の意味で解釈されるべきである。用語「結合された」は、本明細書で一般的に使用される場合、互いに直接結合されるか、または1つ以上の中間的要素を介

50

して結合されるかのいずれかであり得る2つ以上の要素を指す。同じように、用語「接続された (connected)」は、概して本明細書で使用される場合、直接接続されるか、または1つ以上の中間的要素によって接続され得る2つ以上の要素を指す。加えて、用語「本明細書で (herein)」、「上で (above)」、「以下で (below)」および類似の意味の用語は、本明細書で使用される場合、本出願を全体的に見て言及するものとし、本出願の特定の部分に言及するものではない。文脈が許す場合、上記の詳細な説明において単数形または複数形を使用する単語もまた、それぞれ複数形または単数形を含み得る。2つ以上の項目のリストに関する「または (or)」という用語は、概して当該単語の以下の解釈のすべて、すなわちリスト内の項目のいずれか、リスト内の項目のすべて、およびリスト内の項目の任意の組み合わせを包含することが意図されている。

10

【0094】

また、本明細書で使用される条件付きの文言、例えば、とりわけ、「できる (can)」、「できる (could)」、「する可能性がある (might)」、「してもよい (may)」、「例えば (例えば)」、「例えば (for example)」、「例えば (such as)」などは、別段の記載がない限り、または使用中の文脈内で理解される場合、概して特定の実施形態が特定の特徴、要素および/または状態を含むが、一方で他の実施形態では含まれないことを伝えることが意図されている。したがって、そのような条件付きの文言は、概して特徴、要素および/または状態が1つ以上の実施形態に対して多少なりとも必要であること、または1つ以上の実施形態がこれらの特徴、要素および/または状態が含まれているかについて、またはいずれかの特定の実施形態で行われるべき

20

【0095】

本発明の特定の実施形態を説明してきたが、これらの実施形態は、例示のみを目的として提示され、本開示の範囲を限定することを意図するものではない。実際、本明細書に記載の新規な方法、器機、およびシステムは、多種多様な他の形態で具現化され得る。さらに、本開示の本質から逸脱することなく、本明細書で説明された方法、器機、およびシステムの形態に、様々な省略、置換、および変更がなされてもよい。例えば、本明細書で説明された回路ブロックおよび/または回路要素は、削除、移動され、追加され、細分化され、結合され、および/または修正されてもよい。これらの回路ブロックおよび/または回路要素の各々は、多種多様な異なる方法で実施されてもよい。添付の特許請求の範囲およびそれらの均等物は、本開示の範囲および本質の範囲内に含まれるように、任意のそのような形態または修正を網羅することが意図されている。

30

【符号の説明】

【0096】

- 101 磁気ストリップ
- 103 セグメント
- 107 磁壁発生器
- 201 磁界
- 205 ドメイン配向
- 207 ドメイン配向
- 209 ドメイン配向
- 211 ドメイン配向
- 300 磁気センサ
- 301 磁界
- 400 センサ
- 402 磁性ターゲット
- 404 リング
- 430 読み出し回路
- 600 センサ

40

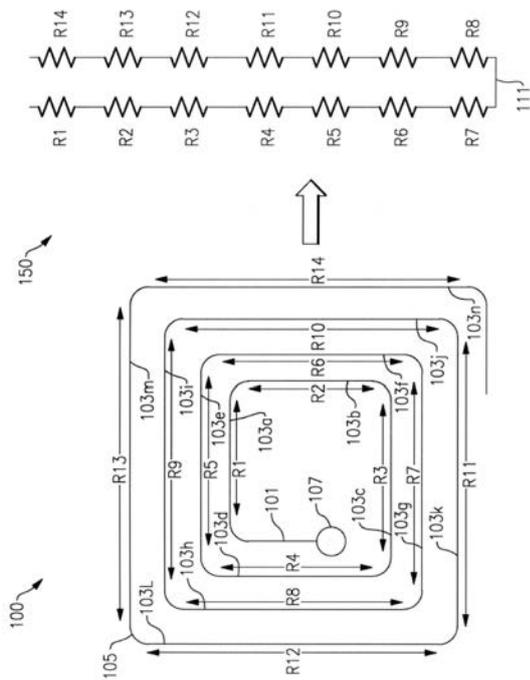
50

- 6 0 2 ターゲット
- 6 5 0 ターゲット
- 8 0 0 磁気センサ
- 8 0 2 磁性ターゲット
- 8 0 4 磁性リング
- 8 1 0 回転軸
- 8 5 0 回転ターゲット
- 9 0 0 磁気センサ
- 9 0 2 磁性ターゲット
- 9 0 4 磁極対
- 9 0 6 極対
- 9 0 8 磁極対
- 9 1 0 回転軸
- 9 5 0 回転ターゲット
- 1 2 0 0 磁気センサ
- 1 2 0 2 磁性ターゲット
- 1 2 0 4 線形磁性部材
- 1 3 0 0 磁気センサ
- 1 3 0 2 磁性ターゲット
- 1 3 0 4 極対
- 1 3 0 6 極対
- 1 3 1 0 軸
- 1 3 5 0 ターゲット

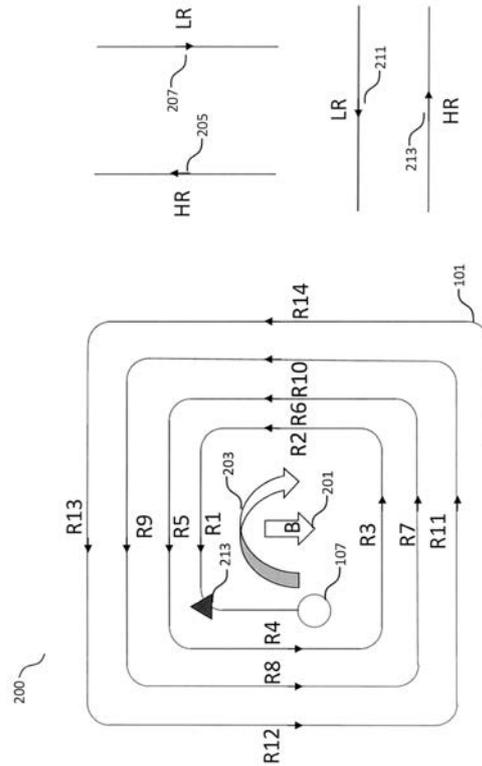
10

20

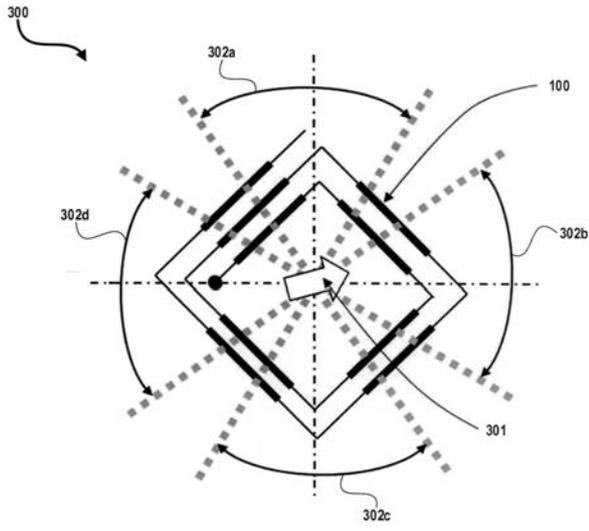
【図 1】



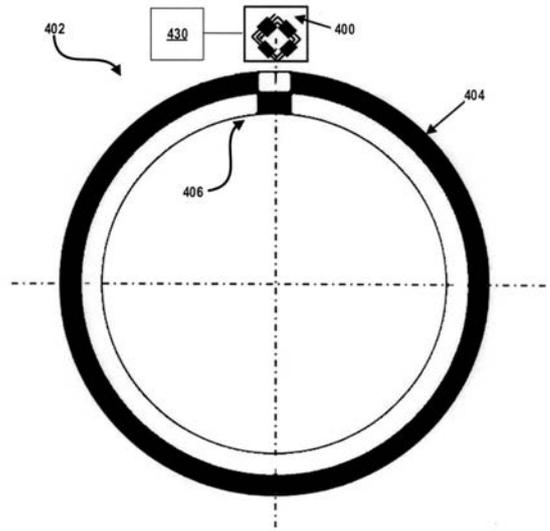
【図 2】



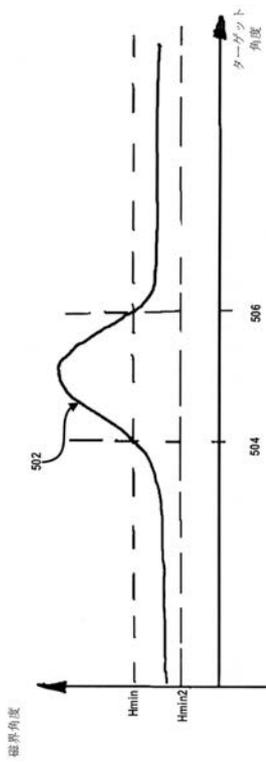
【 図 3 】



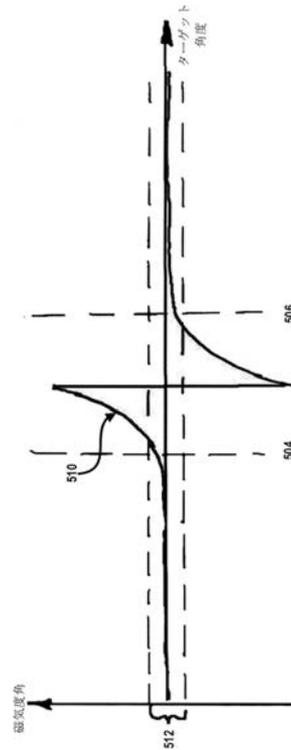
【 図 4 】



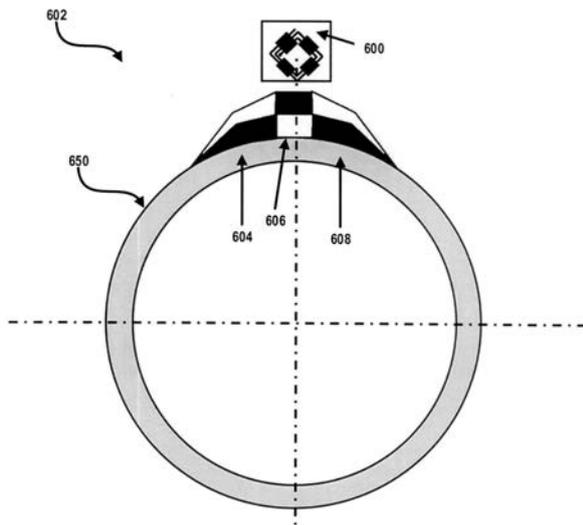
【 図 5 A 】



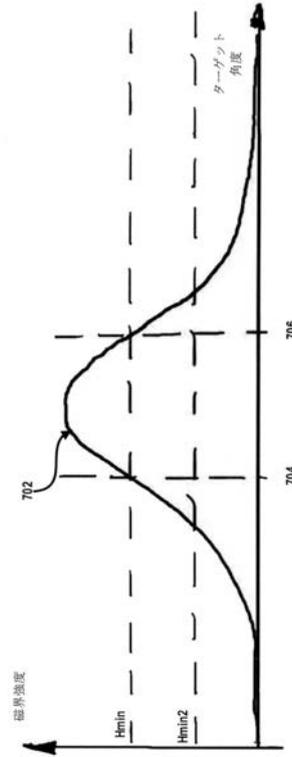
【 図 5 B 】



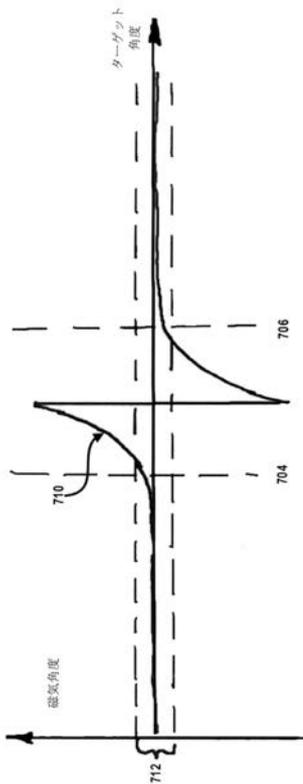
【図6】



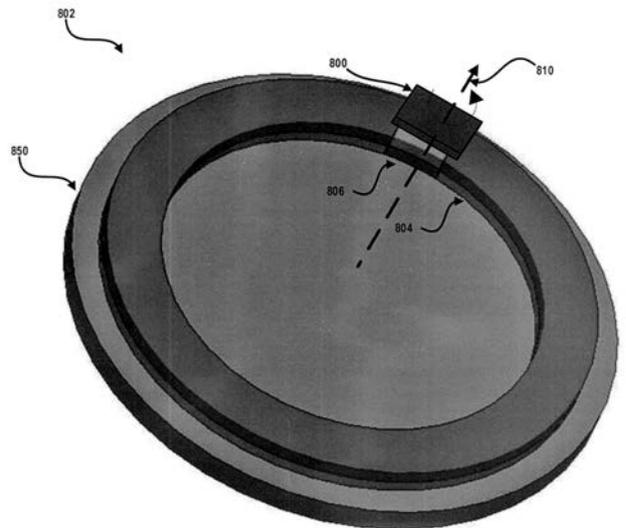
【図7A】



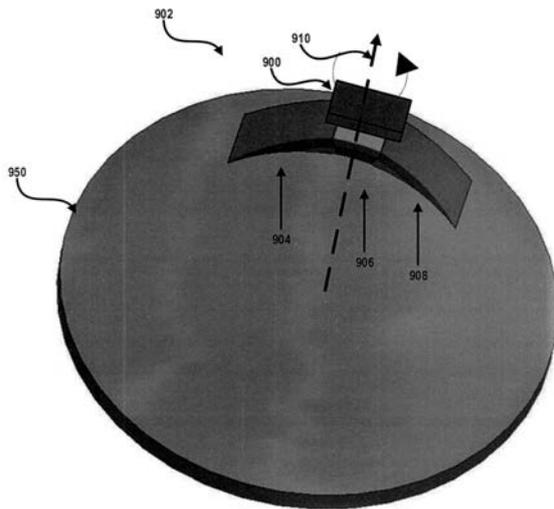
【図7B】



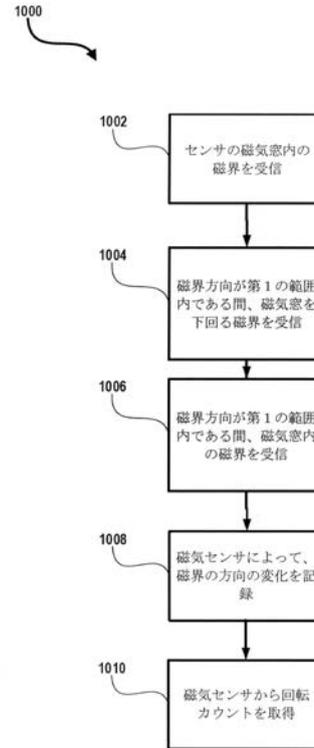
【図8】



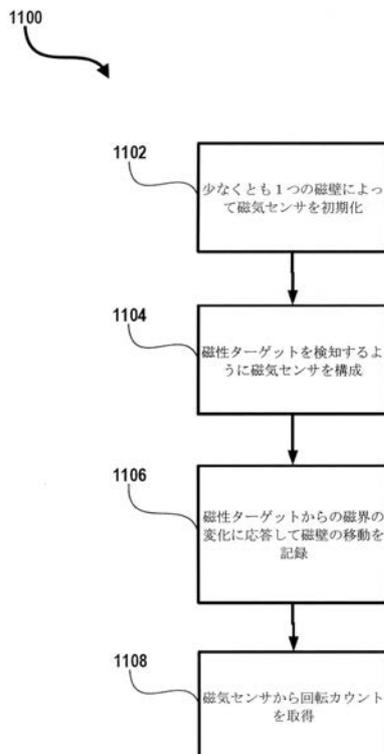
【 図 9 】



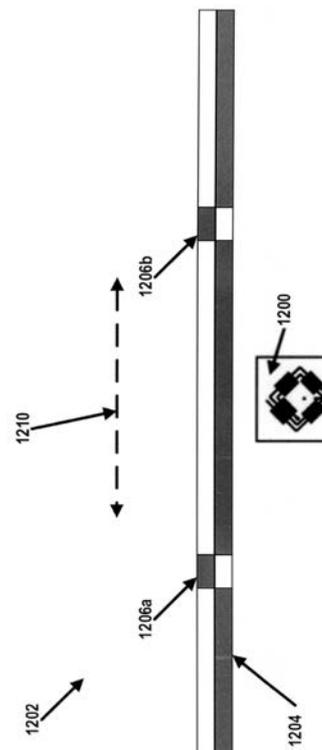
【 図 10 】



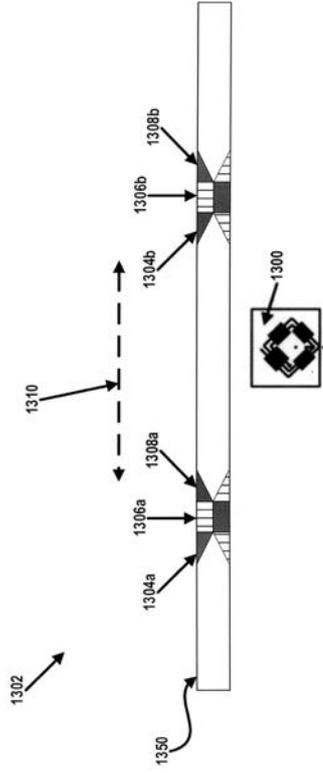
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 エンダ・ジョセフ・ニコール

アイルランド・キルマロック・グレンジ・ローリーズタウン・(番地なし)

Fターム(参考) 2F077 AA28 NN04 NN06 NN17 NN24 PP14 QQ17 UU11

【外国語明細書】

2019219392000001.pdf