

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6689839号
(P6689839)

(45) 発行日 令和2年4月28日(2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月10日(2020.4.10)

(51) Int.Cl.

G O 1 D 5/245 (2006.01)

F 1

G O 1 D 5/245

R

請求項の数 33 (全 56 頁)

(21) 出願番号 特願2017-522906 (P2017-522906)
 (86) (22) 出願日 平成27年10月13日 (2015.10.13)
 (65) 公表番号 特表2017-533435 (P2017-533435A)
 (43) 公表日 平成29年11月9日 (2017.11.9)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/055230
 (87) 國際公開番号 WO2016/108992
 (87) 國際公開日 平成28年7月7日 (2016.7.7)
 審査請求日 平成30年9月12日 (2018.9.12)
 (31) 優先権主張番号 14/529,606
 (32) 優先日 平成26年10月31日 (2014.10.31)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)

(73) 特許権者 501105602
 アレグロ・マイクロシステムズ・エルエル
 シー
 アメリカ合衆国ニューハンプシャー州03
 103-3353, マンチェスター, ペリ
 メーター・ロード955番
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100118902
 弁理士 山本 修
 (74) 代理人 100106208
 弁理士 宮前 徹
 (74) 代理人 100120112
 弁理士 中西 基晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】対象物体の動きを検知するための磁場センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象特徴物幅をもつ強磁性対象物体特徴物を有する強磁性対象物体の動きを検知するための磁場センサであって、

基板と、

前記強磁性対象物体特徴物の動きに応答して第1の信号を生成するための、前記基板上に配置された第1の磁気抵抗素子と、

前記強磁性対象物体特徴物の動きに応答して第2の信号を生成するための、前記基板上に配置された第2の磁気抵抗素子と、

前記第1の信号と前記第2の信号とを合成して、強磁性対象物体特徴物が前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子の中央にあるときに最大値をとる特徴信号を生成するように構成される、前記基板上に配置された第1の合成回路と、

前記第1の信号と前記第2の信号とを合成して、前記第1の磁気抵抗素子が対象特徴物のエッジの一方側にあり前記第2の磁気抵抗素子が同じエッジの反対側にあるときに最大値をとるエッジ信号を生成するように構成される、前記基板上に配置された第2の合成回路と、

前記基板上に配置され、前記特徴信号及び前記エッジ信号を受信するために結合された電子回路であって、前記電子回路は、前記エッジ信号を1又は複数の閾値と比較して第1の2値信号を生成するよう動作可能であり、前記特徴信号を他の1又は複数の閾値と比較して第2の2値信号を生成するよう動作可能であり、前記磁場センサによって生成された

10

20

出力信号は、前記第1の2値信号又は前記第2の2値信号のうちの選択された一方の状態遷移のタイミングを生成する信号エンコーディングを含み、前記状態遷移のタイミングが、前記特徴信号のピーク、前記エッジ信号のピーク、前記特徴信号のゼロクロス、又は、前記エッジ信号のゼロクロスによって決定される、電子回路と

を含む、磁場センサ。

【請求項2】

前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子は、前記強磁性対象物体の動きの方向に対する接線に平行なライン上に配置される。

請求項1に記載の磁場センサ。

【請求項3】

前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子は、前記対象特徴物幅の約1/2から約2倍の間の間隔で配置される。

請求項2に記載の磁場センサ。

【請求項4】

前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成するための磁石をさらに含み、前記強磁性対象物体は、前記強磁性対象物体の動きが前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子において前記磁場の変化をもたらすような位置に配置される。

請求項1に記載の磁場センサ。

【請求項5】

前記強磁性対象物体は、交互のN極及びS極を有するリング磁石を含み、前記リング磁石は前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成し、前記強磁性対象物体は、前記強磁性対象物体の動きが前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子において前記磁場の変化をもたらすような位置に配置される。

請求項1に記載の磁場センサ。

【請求項6】

前記基板上に配置され、前記特徴信号及び前記エッジ信号を受信するために結合され、前記特徴信号と前記エッジ信号との間の位相差の符号を計算して前記強磁性対象物体の動きの方向のインジケーションを生成するように構成される電子回路をさらに含む、

請求項1に記載の磁場センサ。

【請求項7】

前記出力信号は、前記対象物体の前記動きの速度を表すパルスレート、及び、前記第1の2値信号又は前記第2の2値信号のうちの前記選択された一方の前記状態遷移に整合するパルスエッジ、を有するパルスを含む、

請求項1に記載の磁場センサ。

【請求項8】

前記第1の2値信号と前記第2の2値信号との間の相対位相は、前記強磁性対象物体の前記動きの方向を表し、前記パルスは、前記強磁性対象物体の前記動きの方向を表すパルス幅を含む、

請求項1に記載の磁場センサ。

【請求項9】

前記基板は、第1及び第2の平行な最大面を含み、前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子は、前記基板の前記第1の最大面内又は前記基板の前記第1の最大面上に配置され、前記強磁性対象物体は、第1及び第2の平行な最大面を有し、前記基板の前記第1の最大面は、前記強磁性対象物体の前記第1の最大面に対して実質的に平行である、

請求項1に記載の磁場センサ。

【請求項10】

前記基板上に配置された第1の抵抗素子と、

前記基板上に配置された第2の抵抗素子と、をさらに含み、

10

20

30

40

50

前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子は、前記第1の抵抗素子及び前記第2の抵抗素子とともにフルブリッジ回路内に結合され、前記フルブリッジ回路は、前記第1の信号が生成される第1のノード及び前記第2の信号が生成される第2のノードを有する、

請求項1に記載の磁場センサ。

【請求項1-1】

前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子は、前記強磁性対象物体の動きの方向に対する接線に平行なライン上に配置される、

請求項1-0に記載の磁場センサ。

【請求項1-2】

前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子は、前記対象特徴物幅の約1/2から約2倍の間の間隔で配置される、

請求項1-1に記載の磁場センサ。

【請求項1-3】

前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成するための磁石をさらに含み、前記強磁性対象物体は、前記強磁性対象物体の動きが前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子において前記磁場の変化をもたらすような位置に配置される、

請求項1-0に記載の磁場センサ。

【請求項1-4】

前記強磁性対象物体は、交互のN極及びS極を有するリング磁石を含み、前記リング磁石は前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成し、前記強磁性対象物体は、前記強磁性対象物体の動きが前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子において前記磁場の変化をもたらすような位置に配置される、

請求項1-0に記載の磁場センサ。

【請求項1-5】

前記基板上に配置され、前記特徴信号及び前記エッジ信号を受信するために結合され、前記特徴信号と前記エッジ信号との間の位相差の符号を計算して前記強磁性対象物体の動きの方向のインジケーションを生成するように構成される電子回路をさらに含む、

請求項1-0に記載の磁場センサ。

【請求項1-6】

前記基板上に配置され、前記特徴信号及び前記エッジ信号を受信するために結合された電子回路をさらに含み、前記電子回路は、前記エッジ信号を1又は複数の閾値と比較して第1の2値信号を生成するよう動作可能であり、前記特徴信号を他の1又は複数の閾値と比較して第2の2値信号を生成するよう動作可能であり、前記磁場センサによって生成された出力信号は、前記第1の2値信号又は前記第2の2値信号のうちの選択された一方の状態遷移の整合を特定する信号エンコーディングを含む、

請求項1-0に記載の磁場センサ。

【請求項1-7】

前記出力信号は、前記対象物体の前記動きの速度を表すパルスレート、及び、前記第1の2値信号又は前記第2の2値信号のうちの前記選択された一方の前記状態遷移に整合するパルスエッジ、を有するパルスを含む、

請求項1-6に記載の磁場センサ。

【請求項1-8】

前記第1の2値信号と前記第2の2値信号との間の相対位相は、前記強磁性対象物体の前記動きの方向を表し、前記パルスは、前記強磁性対象物体の前記動きの方向を表すパルス幅を含む、

請求項1-7に記載の磁場センサ。

【請求項1-9】

前記基板は、第1及び第2の平行な最大面を含み、前記第1の磁気抵抗素子及び前記第

10

20

30

40

50

2 の磁気抵抗素子は、前記基板の前記第 1 の最大面内又は前記基板の前記第 1 の最大面上に配置され、前記強磁性対象物体は、第 1 及び第 2 の平行な最大面を有し、前記基板の前記第 1 の最大面は、前記強磁性対象物体の前記第 1 の最大面に対して実質的に平行である、

請求項 1 0 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 0】

前記基板上に配置された第 3 の磁気抵抗素子と、

前記基板上に配置された第 4 の磁気抵抗素子と、をさらに含み、

前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子は、前記第 3 の磁気抵抗素子及び前記第 4 の磁気抵抗素子とともにフルブリッジ回路内に結合され、前記フルブリッジ回路は、前記第 1 の信号が生成される第 1 のノード及び前記第 2 の信号が生成される第 2 のノードを有する、

請求項 1 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 1】

前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子は、前記強磁性対象物体の動きの方向に対する接線に平行な第 1 のライン上に配置され、前記第 3 の磁気抵抗素子及び前記第 4 の磁気抵抗素子は、前記第 1 のラインに平行であり且つ前記強磁性対象物体から前記第 1 のラインよりも遠くにある、第 2 のライン上に配置される、

請求項 2 0 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 2】

前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子は、前記対象特徴物幅の約 1 / 2 から約 2 倍の間の間隔で配置される、

請求項 2 1 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 3】

前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成するための磁石をさらに含み、前記強磁性対象物体は、前記強磁性対象物体の動きが前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子において前記磁場の変化をもたらすような位置に配置される、

請求項 2 0 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 4】

前記強磁性対象物体は、交互の N 極及び S 極を有するリング磁石を含み、前記リング磁石は前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成し、前記強磁性対象物体は、前記強磁性対象物体の動きが前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子において前記磁場の変化をもたらすような位置に配置される、

請求項 2 0 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 5】

前記基板上に配置され、前記特徴信号及び前記エッジ信号を受信するために結合され、前記特徴信号と前記エッジ信号との間の位相差の符号を計算して前記強磁性対象物体の動きの方向のインジケーションを生成するように構成される電子回路をさらに含む、

請求項 2 0 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 6】

前記基板上に配置され、前記特徴信号及び前記エッジ信号を受信するために結合された電子回路をさらに含み、前記電子回路は、前記エッジ信号を 1 又は複数の閾値と比較して第 1 の 2 値信号を生成するよう動作可能であり、前記特徴信号を他の 1 又は複数の閾値と比較して第 2 の 2 値信号を生成するよう動作可能であり、前記磁場センサによって生成された出力信号は、前記第 1 の 2 値信号又は前記第 2 の 2 値信号のうちの選択された一方の状態遷移の整合を特定する信号エンコーディングを含む、

請求項 2 0 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 7】

前記出力信号は、前記対象物体の前記動きの速度を表すパルスレート、及び、前記第 1

10

20

30

40

50

の 2 値信号又は前記第 2 の 2 値信号のうちの前記選択された一方の前記状態遷移に整合するパルスエッジ、を有するパルスを含む、

請求項 2 6 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 8】

前記第 1 の 2 値信号と前記第 2 の 2 値信号との間の相対位相は、前記強磁性対象物体の前記動きの方向を表し、前記パルスは、前記強磁性対象物体の前記動きの方向を表すパルス幅を含む、

請求項 2 7 に記載の磁場センサ。

【請求項 2 9】

前記基板は、第 1 及び第 2 の平行な最大面を含み、前記第 1 の磁気抵抗素子、前記第 2 の磁気抵抗素子、前記第 3 の磁気抵抗素子、及び、前記第 4 の磁気抵抗素子は、前記基板の前記第 1 の最大面内又は前記基板の前記第 1 の最大面上に配置され、前記強磁性対象物体は、第 1 及び第 2 の平行な最大面を有し、前記基板の前記第 1 の最大面は、前記強磁性対象物体の前記第 1 の最大面に対して実質的に平行である、

請求項 2 0 に記載の磁場センサ。

【請求項 3 0】

前記特徴信号及び前記エッジ信号はアナログ信号である、

請求項 1 に記載の磁場センサ。

【請求項 3 1】

対象特徴物幅をもつ強磁性対象物体特徴物を有する強磁性対象物体の動きを検知するための磁場センサであって、

基板と、

前記強磁性対象物体特徴物の動きに応答して第 1 の信号を生成するための、前記基板上に配置された第 1 の磁気抵抗素子と、

前記強磁性対象物体特徴物の動きに応答して第 2 の信号を生成するための、前記基板上に配置された第 2 の磁気抵抗素子と、

前記第 1 の信号と前記第 2 の信号とを合成して、強磁性対象物体特徴物が前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子の中央にあるときに最大値をとる特徴信号を生成するように構成される、前記基板上に配置された第 1 の合成回路と、

前記第 1 の信号と前記第 2 の信号とを合成して、前記第 1 の磁気抵抗素子が対象特徴物のエッジの一方側にあり前記第 2 の磁気抵抗素子が同じエッジの反対側にあるときに最大値をとるエッジ信号を生成するように構成される、前記基板上に配置された第 2 の合成回路と、

を含み、

前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子は、前記強磁性対象物体の動きの方向に対する接線に平行なライン上に配置され、

前記第 1 の磁気抵抗素子及び前記第 2 の磁気抵抗素子は、前記対象特徴物幅の約 1 / 2 から約 2 倍の間の間隔で配置され、前記磁場センサはさらに、

前記基板上に配置され、前記特徴信号及び前記エッジ信号を受信するために結合された電子回路をさらに含み、前記電子回路は、前記エッジ信号を 1 又は複数の閾値と比較して第 1 の 2 値信号を生成するよう動作可能であり、前記特徴信号を他の 1 又は複数の閾値と比較して第 2 の 2 値信号を生成するよう動作可能であり、前記磁場センサによって生成された出力信号は、前記第 1 の 2 値信号又は前記第 2 の 2 値信号のうちの選択された一方の状態遷移のタイミングを生成する信号エンコーディングを含み、前記状態遷移のタイミングが、前記特徴信号のピーク、前記エッジ信号のピーク、前記特徴信号のゼロクロス、又は、前記エッジ信号のゼロクロスによって決定される、

磁場センサ。

【請求項 3 2】

前記出力信号は、前記対象物体の前記動きの速度を表すパルスレート、及び、前記第 1 の 2 値信号又は前記第 2 の 2 値信号のうちの前記選択された一方の前記状態遷移に整合す

10

20

30

40

50

るパルスエッジ、を有するパルスを含む、

請求項 3 1 に記載の磁場センサ。

【請求項 3 3】

前記第 1 の 2 値信号と前記第 2 の 2 値信号との間の相対位相は、前記強磁性対象物体の前記動きの方向を表し、前記パルスは、前記強磁性対象物体の前記動きの方向を表すパルス幅を含む、

請求項 3 2 に記載の磁場センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

10

本発明は、概して磁場センサに関し、より詳細には、基板及び基板上に配置され、様々な相対的位置に全てが配置される強磁性物体の動きを検知する磁場検知素子を有する磁場センサに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

ホール効果素子及び磁気抵抗素子など、様々な種類の磁場検知素子が知られている。一般に、磁場センサは、磁場検知素子及び他の電子部品を含む。また、ある種の磁場センサは、以下でより詳細に説明される「バックバイアス」配置と呼ばれる永久磁石（ハード強磁性物体）をも含む。他の磁場センサは、磁石の動きを検知する。

【0 0 0 3】

20

磁場センサは、検知した磁場を表す電気信号を提供する。磁石（バックバイアス配置）を有するいくつかの実施形態において、検知された磁場は磁石によって生成された磁場であり、この場合、動いている強磁性物体が存在すると、磁石によって生成され磁場センサによって検知された磁場は、動作中の強磁性物体の形状又は輪郭に応じて変化する。これに対して、動作中の磁石を直接検知する磁場センサは、磁石の動きから生じる磁場の大きさ及び方向の変化を検知する。

【0 0 0 4】

磁場センサ（バックバイアス）は、ギア歯及び／又はギアスロット又は谷などの強磁性ギアの特徴物の動きを検出するために用いられることが多い。この用途における磁場センサは、一般に、「ギア歯」センサと称される。

30

【0 0 0 5】

ある種の構成において、ギアは、例えば、エンジン内のカムシャフトなどの強磁性対象物体（ferrromagnetic target object）上に配置される。このようにして、ギアの動作する特徴物を検出することにより、強磁性対象物体（例えば、カムシャフト）の回転が検知される。ギア歯センサは、例えば、点火時期制御、燃料管理、アンチロックブレーキシステム、車輪速度センサ、及び他の動作のためのエンジン制御プロセッサに情報を提供するために、自動車分野において利用される。

【0 0 0 6】

ギア歯センサによりエンジン制御プロセッサへと提供される情報は、強磁性対象物体（例えば、カムシャフト）が回転する際の絶対回転角、回転速度、及び回転方向を含み得るが、これに限定されるものではない。この情報により、エンジン制御プロセッサは、点火システムの点火時期、及び燃料噴射システムの燃料噴射時期を調整可能である。

40

【0 0 0 7】

多くのタイプの磁場センサは、パワーアップの直後に、ゼロ回転速度からの強磁性対象物体の移動の直後に、及び／又は、ゼロ回転速度へと遅くなる移動の直後に、正確な出力信号（例えば、回転の絶対角度、速度、又は方向のインジケーション）を提供しないが、その代わりに、強磁性対象物体がかなりの回転で移動したときだけ、又は、かなりの速度で移動しているときだけ、正確な出力信号を提供する。例えば、2003年2月25日発行の「Detection of Passing Magnetic Articles while Adapting the Detection Threshold

50

(検出閾値を適合させつつ通過する磁性物品を検出すること)」という名称の米国特許第6,525,531号に説明される1つのタイプの磁場センサでは、プラスのデジタルアナログコンバータ(PDAC)及びマイナスのデジタルアナログコンバータ(NDAC)が、それぞれ、閾値信号を発生させる際の使用のために、磁場信号のプラスピーク及びマイナスピークをトラッキングする。変動する磁場信号が、閾値信号と比較される。しかし、PDAC及びNDACの出力は、信号のいくつかのサイクル(すなわち、信号ピーク)が起こるまでは(すなわち、いくつかのギア歯が通過するまでは)、磁場信号のプラスピーク及びマイナスピークの正確なインジケーションであることはできない。このタイプの磁場センサは、一般的に、十分に正確になるための時間を必要とし、本明細書で、いわゆる「精密回転検出器」と称される。

10

【0008】

それとは対照的に、「トゥルーパワーオンステート」(TPoS)検出器は、ゼロ回転速度、もしくは、いくつかの用途では例えば、100 rpm未満の低い回転速度からの強磁性対象物体(例えば、カムシャフト)の移動の直後に、又は、ゼロ回転速度へと遅くなる移動の少し前にも、正確な出力信号を提供することが可能である。そのうえ、強磁性対象物体が移動していないときでも、TPoS検出器は、TPoS検出器がギアの歯又は谷の前にいるかどうかというインジケーションを提供することが可能である。しかし、強磁性対象物体が静止しているときには、従来のTPoS検出器は、強磁性対象物体の回転の絶対的な角度又は相対的な角度を識別することができない。TPoS検出器は、共通の集積回路の中の精密回転検出器と関連して使用され得、それぞれが、異なる時間に、エンジン制御プロセッサに情報を提供する。簡単にするために、TPoS検出器及び精密回転検出器は、本明細書では、共通の集積回路の中に示される。しかし、TPoS検出器又は精密回転検出器は、別々の回路の中で単独で使用することも可能である。

20

【0009】

上記に述べたように、従来のTPoS検出器は、精密回転検出器が正確な出力信号を提供することができる前に、強磁性対象物体の小さな最初の回転だけに関して正確な出力信号を提供する。TPoS検出器は、強磁性対象物体の回転の始め及び終わりの期間の間(例えばエンジン及びカムシャフトの開始及び停止の期間の間)、精密回転検出器によって提供される情報より正確であり得る情報をエンジン制御プロセッサに提供することができるが、しかしその情報は、物体がスピードを出して回転しているとき、それほど正確でないことがある。TPoS検出器及び精密回転検出器の両方を共通の集積回路内に有する磁場センサ配置にとって、物体が回転していないか遅く回転しているときには、エンジン制御プロセッサはTPoS検出器を使用することができる。物体がスピードを出して回転しているとき、エンジン制御プロセッサは、精密回転検出器によって提供される回転情報を主として使用することができる。ほとんどの従来の用途では、一度磁場センサが精密回転検出器の使用に切り替わると、磁場センサは、強磁性対象物体が回転を停止するまで、又は回転をほぼ停止するまで、TPoS検出器の使用に戻らない。

30

【0010】

従来のTPoS検出器は、2008年4月22日発行の「Method and Apparatus for Magnetic Article Detection(磁性物品検出のための方法及び装置)」という名称の米国特許第7,362,094号に記載される。従来のTPoS検出器は、磁場信号を固定された、しばしば調整された閾値信号と比較するための比較器を含む。従来のTPoS検出器は、TPoSカム(歯車と同様の)とともに使用して、それについての回転情報を検出することができ、その検出器は、強磁性対象物体、例えば回転するように構成されたエンジンのカムシャフト上に配置される。

40

【0011】

従来のTPoS検出器からの出力信号の例は、少なくとも2つの状態、通常ハイ状態及びロー状態を有する。従来のTPoS出力信号の状態は、強磁性対象物体が回転するにつれて、強磁性対象物体に取り付けられたTPoSカム(又はギア)上の特徴物に従って、

50

ある時点ではハイであり、他の時点ではローである。

【0012】

同様に、従来の精密回転検出器からの出力信号は、少なくとも2つの状態、通常ハイ状態及びロー状態を有する。従来の精密回転検出器出力信号の状態は、強磁性対象物体が回転するにつれて、強磁性対象物体に取り付けられたTPOSカム（又はギア）上の特徴物に従って、ある時点ではハイであり、他の時点ではローである。

【0013】

上述の通り、従来のTPOS検出器は、ギア歯をギア谷と区別することが可能であり、ギアが回転しているとき及びギアが回転していないときにそのような検出を行うことができる。これに対して、ある種の従来の精密回転検出器は、ギアが回転しているときにはギア歯をギア谷と区別することが可能であるが、ギアが静止しているときにはできない。ギア歯をギア谷と区別することが可能な検出器は、「歯検出器」と呼ばれることがある。したがって、TPOS検出器は通常、歯検出器である。ある種の精密回転検出器もまた歯検出器であり得る。

【0014】

他のいくつかの従来の精密回転検出器は、ギア歯をギア谷と区別することができないが、その代わり、ギア歯のエッジを歯又は谷と区別することができる。このような検出器は、「エッジ検出器」と呼ばれることがある。通常、TPOS検出器はエッジ検出器ではない。しかしながら、ある種の精密回転検出器はエッジ検出器であり得る。

【0015】

従来の磁場センサは、たとえ磁場センサとギアとの間に組み立て状態又はその時々によって変化し得る空隙が存在したとしてもギア歯とギア谷を正確に区別する正確な出力信号を実現しなければならなかった。さらに、従来の磁場センサは、磁場センサ内の磁石及び磁場検知素子の位置に関するユニット間のばらつきが存在したとしてもこの区別を実現しなければならなかった。さらに、従来の磁場センサは、磁石によって生成される磁場のユニット間のばらつきが存在したとしてもこの区別を実現しなければならなかった。さらに、従来の磁場センサは、ギアに対する磁場センサの軸回転のばらつきが存在したとしてもこの区別を実現しなければならなかった。さらに、従来の磁場センサは、磁場センサの雰囲気温度のばらつきが存在したとしてもこの区別を実現しなければならなかった。

【0016】

上記の影響によって高価な設計選択を迫られる。特に、上記のいくつかの影響によって図1において以下説明される高価な磁石を使用することになる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

簡素でかつ低価格の磁石を使用してギア歯をギア谷と正確に区別する正確な出力信号を実現することができる磁場センサを提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0018】

磁場センサは、簡素でかつ低価格の磁石を使用してギア歯をギア谷と正確に区別する正確な出力信号を実現する。このような区別は、磁場センサに関する機械的及び熱的パラメータのばらつきが存在したとしても実現される。

【0019】

本発明の態様を理解するために役立つ例において、対象特徴物幅（target feature width）をもつ強磁性対象物体特徴物（ferromagnetic target object features）を有する強磁性対象物体の動きを検知するための磁場センサは、基板と、強磁性対象物体特徴物の動きに応答する第1の信号を生成するための、基板上に配置された第1の磁気抵抗素子と、強磁性対象物体特徴物の動きに応答する第2の信号を生成するための、基板上に配置された第2の磁気抵抗素子と、

10

20

30

40

50

を備える。磁場センサは、さらに、第1の信号と第2の信号とを合成して、強磁性対象物体特徴物が前記第1の磁気抵抗素子及び前記第2の磁気抵抗素子の中央にあるときに最大値をとる特徴信号 (feature signal) を生成するように構成される、基板上に配置された第1の合成回路 (combining circuit) を備える。磁場センサは、さらに、第1の信号と第2の信号とを合成して、第1の磁気抵抗素子が対象特徴物のエッジの一方側にあり第2の磁気抵抗素子が同じエッジの反対側にあるときに最大値をとるエッジ信号を生成するように構成される、基板上に配置された第2の合成回路を備える。

【0020】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、1又は複数の以下の態様を任意の組み合わせで備え得る。 10

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、強磁性対象物体の動きの方向に対する接線に平行なライン上に配置される。

【0021】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、対象特徴物幅の約1/2から約2倍の間の間隔で配置される。

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成するための磁石をさらに備えることができ、強磁性対象物体は、強磁性対象物体の動きが第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子において磁場の変化をもたらすような位置に配置される。 20

【0022】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、強磁性対象物体は、交互のN極及びS極を有するリング磁石を含み、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成し、強磁性対象物体は、強磁性対象物体の動きが第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子において磁場の変化をもたらすような位置に配置される。

【0023】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、基板上に配置され、特徴信号及びエッジ信号を受信するために結合され、特徴信号とエッジ信号との間の位相差の符号を計算して強磁性対象物体の動きの方向のインジケーションを生成するようになっている電子回路をさらに備えることができる。 30

【0024】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、基板上に配置され、特徴信号及びエッジ信号を受信するために結合された電子回路をさらに備えることができ、電子回路は、エッジ信号を1又は複数の閾値と比較して第1の2値信号を生成するよう動作可能であり、特徴信号を他の1又は複数の閾値と比較して第2の2値信号を生成するよう動作可能であり、磁場センサによって生成された出力信号は、第1の2値信号又は第2の2値信号の選択された一方の状態遷移との整合を特定する信号エンコーディングを含む。

【0025】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、出力信号は、対象物体の動きの速度を表すパルスレート、及び、第1の2値信号又は第2の2値信号の選択された一方の状態遷移に整合するパルスエッジ、を有するパルスを含む。 40

【0026】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、第1の2値信号と第2の2値信号との間の相対位相は、強磁性対象物体の動きの方向を表し、パルスは、強磁性対象物体の動きの方向を表すパルス幅を含む。

【0027】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、基板は、第1及び第2の平行な最大面を含み、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、基板の第1の最大面内又は基板の第1の最大面上に配置され、強磁性対象物体は、第1及び第2の平行な最大面を有し、基板の第1の最大面は、強磁性対象物体の第1の最大面に対して実質的に平行である。 50

【0028】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、基板上に配置された第1の抵抗素子と、基板上に配置された第2の抵抗素子と、をさらに備えることができ、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、第1の抵抗素子及び第2の抵抗素子とともにフルブリッジ回路内に結合され、フルブリッジ回路は、第1の信号が生成される第1のノード及び第2の信号が生成される第2のノードを有する。

【0029】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、強磁性対象物体の動きの方向に対する接線に平行なライン上に配置される。

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、対象特徴物幅の約1/2から約2倍の間の間隔で配置される。 10

【0030】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成するための磁石をさらに備えることができ、強磁性対象物体は、強磁性対象物体の動きが第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子において磁場の変化をもたらすような位置に配置される。

【0031】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、強磁性対象物体は、交互のN極及びS極を有するリング磁石を含み、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子のそれぞれにおいて磁場を生成し、強磁性対象物体は、強磁性対象物体の動きが第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子において磁場の変化をもたらすような位置に配置される。 20

【0032】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、基板上に配置され、特徴信号及びエッジ信号を受信するために結合され、特徴信号とエッジ信号との間の位相差の符号を計算して強磁性対象物体の動きの方向のインジケーションを生成するように構成される電子回路をさらに備えることができる。

【0033】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、基板上に配置され、特徴信号及びエッジ信号を受信するために結合された電子回路をさらに備えることができ、電子回路は、エッジ信号を1又は複数の閾値と比較して第1の2値信号を生成するよう動作可能であり、特徴信号を他の1又は複数の閾値と比較して第2の2値信号を生成するよう動作可能であり、磁場センサによって生成された出力信号は、第1の2値信号又は第2の2値信号の選択された一方の状態遷移との整合を特定する信号エンコーディングを含む。 30

【0034】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、出力信号は、対象物体の動きの速度を表すパルスレート、及び、第1の2値信号又は第2の2値信号の選択された一方の状態遷移に整合するパルスエッジ、を有するパルスを含む。

【0035】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、第1の2値信号と第2の2値信号との間の相対位相は、強磁性対象物体の動きの方向を表し、パルスは、強磁性対象物体の動きの方向を表すパルス幅を含む。 40

【0036】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、基板は、第1及び第2の平行な最大面を含み、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、基板の第1の最大面内又は基板の第1の最大面上に配置され、強磁性対象物体は、第1及び第2の平行な最大面を有し、基板の第1の最大面は、強磁性対象物体の第1の最大面に対して実質的に平行である。

【0037】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、基板上に配置された第3の磁気抵抗素子と、基板上に配置された第4の磁気抵抗素子と、をさらに備えることができ、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、第3の磁気抵抗素子及び第4の磁気抵抗素子 50

とともにフルブリッジ回路内に結合され、フルブリッジ回路は、第1の信号が生成される第1のノード及び第2の信号が生成される第2のノードを有する。

【0038】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、強磁性対象物体の動きの方向に対する接線に平行な第1のライン上に配置され、第3の磁気抵抗素子及び第4の磁気抵抗素子は、強磁性対象物体から第1のラインよりも遠くにある第2のライン上に配置される。

【0039】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子は、対象特徴物幅の約1/2から約2倍の間の間隔で配置される。

10

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子のそれれにおいて磁場を生成するための磁石をさらに備えることができ、強磁性対象物体は、強磁性対象物体の動きが第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子において磁場の変化をもたらすような位置に配置される。

【0040】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、強磁性対象物体は、交互のN極及びS極を有するリング磁石を含み、第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子のそれれにおいて磁場を生成し、強磁性対象物体は、強磁性対象物体の動きが第1の磁気抵抗素子及び第2の磁気抵抗素子において磁場の変化をもたらすような位置に配置される。

【0041】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、基板上に配置され、特徴信号及びエッジ信号を受信するために結合され、特徴信号とエッジ信号との間の位相差の符号を計算して強磁性対象物体の動きの方向のインジケーションを生成するように構成される電子回路をさらに備えることができる。

20

【0042】

いくつかの実施形態において、上記の磁場センサは、基板上に配置され、特徴信号及びエッジ信号を受信するために結合された電子回路をさらに備えることができ、電子回路は、エッジ信号を1又は複数の閾値と比較して第1の2値信号を生成するよう動作可能であり、特徴信号を他の1又は複数の閾値と比較して第2の2値信号を生成するよう動作可能であり、磁場センサによって生成された出力信号は、第1の2値信号又は第2の2値信号の選択された一方の状態遷移との整合を特定する信号エンコーディングを含む。

30

【0043】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、出力信号は、対象物体の動きの速度を表すパルスレート、及び、第1の2値信号又は第2の2値信号の選択された一方の状態遷移に整合するパルスエッジ、を有するパルスを含む。

【0044】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、第1の2値信号と第2の2値信号との間の相対位相は、強磁性対象物体の動きの方向を表し、パルスは、強磁性対象物体の動きの方向を表すパルス幅を含む。

【0045】

上記の磁場センサのいくつかの実施形態において、基板は、第1及び第2の平行な最大面を含み、第1の磁気抵抗素子、第2の磁気抵抗素子、第3の磁気抵抗素子、及び、第4の磁気抵抗素子は、基板の第1の最大面内又は基板の第1の最大面上に配置され、強磁性対象物体は、第1及び第2の平行な最大面を有し、基板の第1の最大面は、強磁性対象物体の第1の最大面に対して実質的に平行である。

40

【0046】

本発明自体はもちろん、本発明の上記の特徴は、以下の図面の詳細な説明からより理解される。

【図面の簡単な説明】

【0047】

50

【図1】磁場検知素子、電子回路、及び磁石を有する従来技術の磁場センサのブロック図である。

【図1A】図1の電子回路として用い得る電子回路の例のブロック図である。

【図2】3個の磁場検知素子、電子回路、及び磁石を有する他の従来技術の磁場センサのブロック図である。

【図2A】図2の電子回路として用い得る電子回路の例のブロック図である。

【図3】両方とも基板に配置された磁場検知素子及び電子回路、ならびに磁石も有し、強磁性ギアの形式の強磁性物体に近接して配置された磁場センサの例を示すブロック図である。

【図4】強磁性物体に重ねて配置された図3の磁場センサの例を示すブロック図である。 10

【図5】強磁性物体に近接して配置されるが異なる方向の図3の磁場センサの例を示すブロック図である。

【図6】両方とも基板に配置された磁場検知素子及び電子回路、ならびに異なる磁石も有し、強磁性物体に近接して配置された磁場センサの他の例を示すブロック図である。

【図7】両方とも基板に配置された磁場検知素子及び電子回路を有し、磁石を有さず、リング磁石の形式の異なる強磁性物体に近接して配置された磁場センサの他の例を示すブロック図である。

【図8】強磁性物体に重ねて配置された図7の磁場センサの例を示すブロック図である。

【図9】強磁性物体に近接して配置されるが異なる方向の図7の磁場センサの例を示すブロック図である。 20

【図10】基板上に配置された2個の磁気抵抗素子及び電子回路を示し、全て強磁性物体に近接して配置された上記の図3～9の任意の磁場検知素子を表し得るブロック図である。

【図11】上記の図3～9の任意の磁場検知素子の磁場検知素子として用いられ得、また図10の2個の磁気抵抗素子として用いられ得る2個の磁気抵抗素子のブロック図である。

【図12】ブリッジ配置された2個の磁気抵抗素子の例を示す模式図であり、2個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図10～11の2個の磁気抵抗素子として用いられ得る。 30

【図13】ブリッジ配置された2個の磁気抵抗素子の他の例を示す模式図であり、2個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図10～11の2個の磁気抵抗素子として用いられ得る。

【図14】基板上に配置された4個の磁気抵抗素子及び電子回路の例を示し、全て強磁性物体に近接して配置された上記の図3～9の任意の磁場検知素子を表し得るブロック図である。

【図15】基板上に配置された4個の磁気抵抗素子及び電子回路の他の例を示し、全て強磁性物体に近接して配置された上記の図3～9の任意の磁場検知素子を表し得るブロック図である。

【図16】別々に配置された4個の磁気抵抗素子の例を示す模式図であり、4個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図14～15の4個の磁気抵抗素子として用いられ得る。 40

【図17】ブリッジ配置された4個の磁気抵抗素子の例を示す模式図であり、4個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図14～15の4個の磁気抵抗素子として用いられ得る。

【図18】ブリッジ配置された4個の磁気抵抗素子の他の例を示す模式図であり、4個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図14～15の4個の磁気抵抗素子として用いられ得る。

【図19】ブリッジ配置された4個の磁気抵抗素子の例を示す模式図であり、4個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図14～15の4個の磁気抵抗素子として用いられ得る。 50

【図20】ブリッジ配置された4個の磁気抵抗素子の例を示す模式図であり、4個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図14～15の4個の磁気抵抗素子として用いられ得る。

【図21】基板上に配置された8個の磁気抵抗素子及び電子回路の例を示し、全て強磁性物体に近接して配置された上記の図3～9の任意の磁場検知素子を表し得るブロック図である。

【図22】基板上に配置された8個の磁気抵抗素子及び電子回路の他の例を示し、全て強磁性物体に近接して配置された上記の図3～9の任意の磁場検知素子を表し得るブロック図である。

【図23】2個のブリッジに配置された8個の磁気抵抗素子の例を示す模式図であり、8個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図21～22の8個の磁気抵抗素子として用いられ得る。 10

【図24】2個のブリッジに配置された8個の磁気抵抗素子の他の例を示す模式図であり、8個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図21～22の8個の磁気抵抗素子として用いられ得る。

【図25】2個のブリッジに配置された8個の磁気抵抗素子の例を示す模式図であり、8個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図21～22の8個の磁気抵抗素子として用いられ得る。

【図26】2個のブリッジに配置された8個の磁気抵抗素子の例を示す模式図であり、8個の磁気抵抗素子は図3～9の任意の磁場検知素子及び図21～22の8個の磁気抵抗素子として用いられ得る。 20

【図27】上記の任意の磁場センサによって生成された2個の信号を処理するために用いられ得る電子回路を示す模式図である。

【図28】上記の任意の磁場センサによって生成された2個の信号の例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0048】

本発明について説明する前に、前置きとしていくつかのコンセプト及び用語の説明を行う。

本明細書で使用される用語「磁場検知素子」は、磁場を検知することができる様々な電子的要素を述べるために使用される。磁場検知素子は、ただしこれらに限定されないが、ホール効果素子、磁気抵抗素子又は磁気トランジスタとすることができる。知られているように、異なるタイプのホール効果素子、例えば平面ホール素子、縦型ホール素子及び円形縦型ホール(CVH)素子が存在する。また知られているように、異なるタイプの磁気抵抗素子、例えばアンチモン化インジウム(InSb)、巨大磁気抵抗(GMR)素子などの半導体磁気抵抗素子、例えばスピナルブ、異方性磁気抵抗素子(AMR)、トンネル磁気抵抗(TMR)素子及び磁気トンネル接合(MTJ)が存在する。磁場検知素子は、単一素子とすることができます、又は代替で、様々な構成で、例えばハーフブリッジ又はフル(ホイートストン)ブリッジで配置された2つ以上の磁場検知素子を含むことができる。デバイスタイプ及び他の用途の要件に応じて、磁場検知素子は、シリコン(Si)又はゲルマニウム(Ge)などのタイプI-V半導体材料、又はガリウムヒ素(GaAs)又はインジウム化合物、例えばアンチモン化インジウム(InSb)のようなタイプI-II-V半導体材料から作られるデバイスとすることができます。 30

【0049】

知られているように、上記に述べた磁場検知素子のいくつかは、磁場検知素子を支持する基板に対して平行な軸が最大感度を有する傾向があり、上記に述べた磁場検知素子の他は、磁場検知素子を支持する基板に対して垂直な軸が最大感度を有する傾向がある。具体的には、平面ホール素子は、基板に対して垂直な軸が感度を有する傾向があり、一方金属ベースの、又は金属を含む磁気抵抗素子(例えばGMR、TMR、AMR)及び縦型ホール素子は、基板に対して平行な軸が感度を有する傾向がある。 40

【0050】

本明細書で使用される用語「磁場センサ」は、一般に他の回路と組み合わせて磁場検知素子を使用する回路を記述するために使用される。磁場センサは、様々な用途で使用され、ただしこれらに限定されないが、磁場の方向の角度を検知する角度センサ、通電導体を流れる電流によって生成された磁場を検知する電流センサ、強磁性物体の近接を検知する磁気スイッチ、通過する強磁性品物、例えばリング磁石又は強磁性対象（例えばギアの歯）の磁気領域を検知する回転検出器を含み、磁場センサは、逆バイアスされた、又は他の磁石及び磁場の磁場密度を検知する磁場センサとの組み合わせで使用される。

【0051】

本明細書で使用される用語「正確性」は、磁場センサを参照する際に、磁場センサの様々な側面を参照するために使用される。これらの側面は、ギアが回転していない及び／又はギアが回転しているときに（又は、より一般的には、強磁性物体が動いているか又は動いていないときに）、ギア歯をギア谷と区別する（又は、より一般的には、強磁性物体の存在を強磁性物体の不存在と区別する）磁場センサの能力、ギア歯のエッジをギア歯又はギア谷（又は、より一般的には、強磁性物体のエッジ又はハード強磁性物体の磁化方向の変化）と区別する磁場センサの能力、及び、ギア歯のエッジとともに特定される回転の正確性（又は、より一般的には、強磁性物体又はハード強磁性物体のエッジとともに特定され得る位置の正確性）を含むが、これらには限定されない。最終的には、正確性は、出力信号のエッジ配置の正確性、及び、磁場センサを通り過ぎるギア歯のエッジに対する一貫性、を参照する。

10

【0052】

用語「平行」及び「垂直」は、本明細書において様々な文脈で使用される。平行及び垂直という用語は、精密な垂直又は精密な平行を必要とせず、その代わり、通常の製造許容誤差が適用され、許容誤差は用語が使用される文脈に依存することを理解すべきである。ある例では用語「実質的に」は、用語「平行」又は「垂直」を修正するために使用される。一般的に、「実質的に」という用語の使用は、例えば+/-10度以内という製造許容誤差を超える角度を反映する。

20

【0053】

磁場センサとギアとの間に組み立て状態又はその時々によって変化し得る空隙の変動が存在したとしても、磁場センサは所定のレベル又は量の正確性を実現することが望まれる。磁場センサ内で磁石と磁場検知素子の相対位置の変動が存在したとしても、磁場センサは正確性を実現することもまた望まれる。磁場センサ内の磁石によって生成される磁場のユニット間のばらつきが存在したとしても、磁場センサは正確性を実現することもまた望まれる。ギアに対する磁場センサの軸回転のばらつきが存在したとしても、磁場センサは正確性を実現することもまた望まれる。磁場センサの温度のばらつきが存在したとしても、磁場センサは正確性を実現することもまた望まれる。

30

【0054】

以下の実施例では、エンジンのカムシャフトの強磁性対象物体上で使用することができるような特定のギア（又は特定のリング磁石）を述べる。しかし、同様の回路及び技法は、エンジンのカムシャフト上に、又はエンジンの他の回転部分（例えばクランクシャフト、トランスミッションギア、アンチロックブレーキシステム（A B S : a n t i - l o c k b r a k i n g s y s t e m ））上に、又はエンジンでない装置の回転部分上に配置される他のカム又はギア又はリング磁石に関して使用することができる。他の用途は、線形移動センサ又は対象が回転ギアではない他のセンサを含み得る。

40

【0055】

ギア（又は対象）又はリング磁石は、以下に説明される磁場センサの一部ではない。ギアは、一般的にソフト強磁性物体であるが、しかしハード強磁性物体もあり得る強磁性ギア歯、パターン、又は、形状が実際に物理的に変化したり変化しなかったりする磁区を有し得る。

【0056】

50

また、回転するように構成されるギア上の強磁性ギア歯又はギア歯エッジを検知することができる磁場センサの例が以下に示されるが、磁場センサは他の用途でも使用することができる。他の用途は、線形に移動するように構成された構造上の強磁性物体を検知することを含むが、これに限定されない。

【0057】

本明細書で使用される用語「ベースライン」及び語句「ベースラインレベル」は、磁場センサがシステム内で動作しているときに磁場センサ内の磁場検知素子にかかる磁場の最も低い大きさ（ゼロ付近であり得るか又はいくつかの他の磁場であり得る）を説明するために用いられる。いくつかのシステムにおいて、この最も低い磁場は、磁場センサがギア歯と対照的なギア谷に近接した際に生じる。

10

【0058】

一般的に、ベースラインレベルとより高く実現されたレベルとの間の差は、例えばギア歯が磁場センサに近接した際に、ギア歯と谷とを区別するための磁場センサの能力に関係し、磁場センサの正確性に関係するということが理解されるであろう。

【0059】

ベースラインレベルは磁場センサがギア谷に近接した際に生成され、より高いレベルは磁場センサがギア歯に近接した際に実現されるということが上記で説明されたが、他の物理的な配置、例えば、ベースラインレベルは磁場センサがギア歯に近接した際に生成され、より高いレベルは磁場センサがギア谷に近接した際に実現されるという逆の配置も可能である。

20

【0060】

本明細書で使用される「プロセッサ」という用語は、機能、動作、又は、一連の動作を行う電子回路を説明するために使用される。機能、動作、又は、一連の動作は、電子回路の中へハードコード化されるか、又は、メモリデバイスの中に保持されているインストラクションによってソフトコード化され得る。「プロセッサ」は、デジタル値を使用して、又は、アナログ信号を使用して、機能、動作、又は、一連の動作を行うことが可能である。

【0061】

いくつかの実施形態では、「プロセッサ」は、特定用途向け集積回路（ASIC）の中に具現化され得、特定用途向け集積回路（ASIC）は、アナログASIC又はデジタルASICであることが可能である。いくつかの実施形態では、「プロセッサ」は、関連のプログラムメモリとともにマイクロプロセッサの中に具現化され得る。いくつかの実施形態では、「プロセッサ」は、ディスクリート電子回路の中に具現化され得、ディスクリート電子回路は、アナログ又はデジタルであることが可能である。

30

【0062】

本明細書で使用される「モジュール」という用語は、「プロセッサ」を説明するために使用される。

プロセッサは、内部プロセッサ又は内部モジュールを含むことができ、それは、プロセッサの機能、動作又は一連の動作の一部を果たす。同様に、モジュールは、内部プロセッサ又は内部モジュールを含むことができ、それは、モジュールの機能、動作又は一連の動作の一部を果たす。

40

【0063】

アナログ機能として以下に説明され得る電子機能は、デジタル回路、プロセッサ、又はモジュール内において実現されてもよいことを理解すべきである。例えば、比較器は、アナログ電圧を比較するアナログ比較器として、デジタル値を比較するデジタル比較器として、又はデジタル値を比較するプロセッサ又はモジュールとして、実現され得ることが理解されるであろう。アナログ例として本明細書に示される例示は、アナログの実施形態として説明される実施形態のみの範囲に限定されない。

【0064】

本明細書で使用される用語「所定の」は、値又は信号を参照する際に、工場において製

50

造のときに、又は製造後に例えばプログラミングなどの外部手段によって設定又は固定された値又は信号を参照するために使用される。本明細書で使用される用語「決定された」は、値又は信号を参照する際に、動作中、製造後に回路によって特定された値又は信号を参照するために使用される。

【0065】

本明細書で使用される用語「能動電子部品」は、少なくとも1つのp-n接合を有する電子部品を説明するために使用される。トランジスタ、ダイオード、及び論理ゲートは、能動電子部品の一例である。これに対して、本明細書で使用される用語「受動電子部品」は、少なくとも1つのp-n接合を有さない電子部品を説明するために使用される。コンデンサ及び抵抗は、受動電子部品の一例である。

10

【0066】

いくつかの実施形態において、用語「磁場検知素子」及び用語「磁気抵抗素子」は、1個の磁場検知素子及び1個の磁気抵抗素子のそれぞれを説明するために使用される。しかしながら、いくつかの実施形態において、用語「磁場検知素子」及び用語「磁気抵抗素子」は、磁場に応答する1個の信号を生成するように相互に結合された2個以上の物理的な半導体構造（例えば、2個以上の磁気抵抗素子ヨーク）を説明するために使用される。したがって、以下の図面に示された個々の磁気抵抗素子はそれぞれ、2個以上の磁気抵抗素子であってもよい。

【0067】

図1を参照すると、一例の磁場センサ10は、例えばギア歯22a、22b、22cなどの強磁性ギア歯を有するギア22に応答する。ギア22は、磁場センサ10が応答し得る「強磁性対象物体」又は単なる「対象」の一種にすぎないことを理解すべきである。

20

【0068】

磁場センサ10は、電子回路16に結合された磁場検知素子12を備える。磁場検知素子12及び電子回路16は、基板14上（すなわち、基板14内に統合されるか又は基板14上）に配置され得る。明確にするために、磁場検知素子12は誇張されたサイズでホール素子として示され、基板14の平面から離れて回転する。さらに、明確にするために、ホール素子12は基板14の上部に示されるが、ホール素子は通常、統合された回路の基板の面上又は面内に配置されると理解される。

【0069】

30

磁場センサ10は、磁石18（例えば、永久磁石又はハード材強磁性体）を備え得る。磁石18は、磁場を生成するように構成され、磁場は、磁場検知素子12の場所において全体的に軸24に沿って方向づけられ、磁場センサ10に対するギア歯22a、22b、22cの位置に応じた方向及び振幅変化に依存する。しかしながら、磁石18の表面における磁場の構造は、コア20に起因してより複雑化し得る。

【0070】

電子回路16は、（図示しない）出力信号を生成するように構成される。ギアが動いていないときに、出力信号は、磁場センサ10がギア歯の上にあるのかギアの谷にあるのかを示す。したがって、磁場センサ10は「エッジ検出器」と対比される「歯検出器」として参照されることもある。ギアが回転しているときに、出力信号は、エッジレート又はギアの回転速度の周波数表示を有する。出力信号のエッジ又は状態の遷移は、磁場センサを通り過ぎるギア歯のエッジの位置を特定するために用いられ得る。

40

【0071】

磁石18は、磁石18内に配置されたソフト材強磁性体に含まれる中央コア20を備えることができる。コアを有する磁石の一例は、2001年8月21日発行の「Magnet Structure（磁石構造）」という名称の米国特許第6,278,269号に記述され、この特許は本発明の譲受人に譲渡され、記載内容の全体が本明細書に援用される。米国特許第6,278,269号に記載されるように、コア20を有する磁石18によって提供される磁極構成は、ギア22の谷が磁場センサ10に近接したときに、コア20の表面上（例えば、示されるようにコアの左側）のいくつかのポイントにおいて、磁場

50

の磁束密度のベースフィールド（又はベースライン）を低下させる。磁場検知素子 12 における所定のベースライン（例えば、約 + / 600 ガウスの範囲内）、及び結果として生じるゼロに近い差動磁場信号 12a、12b（すなわちアナログ差動近接信号）は、適切な設計で得られ得る。

【 0072 】

これに対して、ギア 22 のギア歯が磁場検知素子 12 に近接すると、磁場検知素子 12 は、より高い磁場を感じてより高い値の差動磁場信号 12a、12b を生成する。上記の通り、ベースライン磁場とより高い磁場との間の差は、磁場センサ 10 の最終的な正確性に関連する。

【 0073 】

磁場センサ 10 がギア 22 の谷に近接したときに生じ得るベースライン磁場は、ギア 22 と磁場センサ 10 との間の空隙が変化したとしても、変化が小さく比較的低いままである。実質的に空隙とは無関係な低いベースラインのこの有利な結果は、コア 20 の動作によって得られ、これによって、特に磁場検知素子 12 がギア 22 の谷に近接するときに、磁場検知素子 12 に近接するコア 20 の表面（すなわち図示されるように左側）に反対磁極が現れるという結果をもたらす。この効果は、1998年7月14日発行の「Hall-Effect Ferromagnetic Article-Proximity Sensor（ホール効果鉄物品近接センサ）」という名称の米国特許第 5,781,005 号にも記述され、この特許は本発明の譲受人に譲渡され、記載内容の全体が本明細書に援用される。

10

【 0074 】

磁場センサがギアの谷に近接したときに生じる上記の低いベースラインは、ギア歯の存在をギアの谷と識別する電子回路 16 の性能を強化するという結果をもたらす。

ベースライン磁場は比較的小さく、これにより磁場センサ 10 がギア 22 の谷に近接したときに温度によって生じる回路変動の影響を少なくすることができるので、上記の低いベースラインは、温度効果をより容易に補償する性能も提供する。本質的に、（ゼロ付近の）エラーの増加は小さいので、回路におけるエラーは、ベースライン磁場レベル又はベースライン磁場範囲の近くで十分に修正され得る。したがって、温度又は湿度などの動作状態によるシステムのノイズ又はエラーが少ないので、歯を谷と区別するために用いられる磁場閾値は、正確性を維持している間は小さく設定され得る。

20

【 0075 】

上記に記載された、コア 20 を有する磁石 18 によって提供される磁場は、磁場センサ 10 の正確性を向上させるという結果をもたらす。例えば、低いベースラインによれば、磁場センサ 10 の正確性を犠牲にすることなく、ユニット間の機械的位置合わせのばらつきによって磁場検知素子 12 が磁石 18 の中心から静的に多少ずれることを許容する。正確性については、上記で議論される。

30

【 0076 】

図 1A を参照すると、例示の従来技術の電子回路 50 は、図 1 の電子回路 16 と同一又は同様であり得る。電子回路 50 は、図 1 の磁場検知素子 12 によって生成された差動信号 12a、12b と同一又は同様であり得る差動信号 52a、52b を受信するために結合された増幅器 54 を含み得る。増幅器 54 は、増幅された信号 54a を生成するように構成され、いくつかの実施形態では、増幅された信号 54a は、TOPS 検出チャネル及び精密回転検出チャネルという 2 個のチャネルに分割され得る。

40

【 0077 】

真のパワーオン状態 (TOPS: true power on state) チャネルにおいて、TOPS 検出器 56 は、増幅された信号 54a を受信するために結合され、TOPS 出力信号 56a を生成するように構成され得る。ある実施形態では、TOPS 検出器 56 は、増幅された信号 54a を固定された（及び調整された）閾値と比較するように構成された（図示されない）比較器を備え得る。これらの実施形態では、TOPS 出力信号 56a は、2 個の状態の 2 進信号であってもよく、高状態はギア歯が図 1 の磁場センサ

50

10に近接していることを示し、低状態はギアの谷が磁場センサ10に近接していることを示し、又はこの逆であってもよい。

【0078】

精密回転検出チャネルにおいて、自動利得制御（A G C）58は、増幅された信号54aを受信するために結合され、利得制御信号58aを生成するように構成され得る。精密回転検出器60は、利得制御信号58aを受信するために結合され、精密回転検出器出力信号60aを生成するように構成され得る。T P O S出力信号56aと同様に、精密回転検出器出力信号60aは、2個の状態の2進信号であってもよく、高状態はギア歯が図1の磁場センサ10に近接していることを示し、低状態はギアの谷が磁場センサ10に近接していることを示し、又はこの逆であってもよい。したがって、T P O S検出器56及び精密回転検出器60の両者は、「歯検出器」であり得る。しかしながら、精密回転検出チャネルはA G C58を使用し、A G C58は、ギア22が回転していないときに望ましくない利得を安定させ、ギア22が回転し始めたら、利得が不正確でありかつ正確な回転検出を十分に精度高く行えない期間を生じさせるということを理解すべきである。たとえA G C58が使用されなかったとしても、精密回転検出器60は、ギア22が回転しているときにのみ適切に更新される内部閾値を使用する。しかしながら、他の実施形態においては、閾値は電子回路50の外部から供給され得る。

10

【0079】

代替の実施形態においては、精密回転検出器60は、特にギアが動いていないときに磁場センサ12がギア歯又はギア谷に近接しているかを特定することができないが、磁場センサ10を通り過ぎるギア歯のエッジを検知することが可能な「エッジ検出器」であり得る。

20

【0080】

精密回転検出器、例えば精密回転検出器60は、様々な形態を有することができる。いくつかの形態は上記の米国特許第6,525,531号に記載される。しかしながら、2個以上の磁場検知素子を含むものなど、他の形態の精密回転検出器も知られている。

【0081】

一般的に、上記の議論から、T P O S出力信号56aは、たとえギア、例えば図1のギア22が静止しているときにも、磁場検知素子12がギア歯又はギアの谷に近接しているかを示すことが理解される。しかしながら、T P O S検出器56はいくつかの実施形態において電源投入時に限定された調整を有する固定の閾値を使用するので、T P O S出力信号56aにおけるエッジ配置の変動が、これらに限定されるものではないが、温度変化及び磁場検知素子12とギア22との間の空隙の変化を含む様々な要因に起因して生じ得る。

30

【0082】

固定の閾値を用いるT P O S検出器56とは異なり、精密回転検出器60は、ギア歯の物理的な位置に対する精密回転検出器出力信号60aのエッジ配置の正確性を高めた精密回転検出器出力信号60aを供給するために断続的に閾値の調整を行う。上記の通り、これらの調整は、部分的には、最初に電源が投入されたとき又はギア22が最初に回転し始めたときに精密回転検出器の正確性を低くする。

40

【0083】

T P O S検出器56及び精密回転検出器60が共通の基板に統合されたいくつかの実施形態において、マルチプレクサ／出力モジュール62は、T P O S出力信号56a及び精密回転検出器出力信号60aを受信するために結合され得る。選択ロジック64は、マルチプレクサ／出力モジュール62によって受信される選択信号64aを供給し得る。選択信号64aの状態に応じて、マルチプレクサ／出力モジュール62は、T P O S出力信号56a又は精密回転検出器出力信号60aのうちの選択された一方を示す出力信号62aを生成するように構成される。出力信号62aは、これらに限定されるものではないが、S E N Tフォーマット、I²Cフォーマット、P W Mフォーマット、又はT P O S出力信号56a及び精密回転検出器出力信号60aで元々用いられる二状態フォーマット、を含

50

む様々な信号形態で供給され得る。

【0084】

いくつかの実施形態において、選択ロジック64は、ギア22が回転し始めた後TPO
S出力信号56aによって示された所定の時間はTPOS出力信号56aを表す出力信号
62aを選択する。その後、選択ロジック64は、精密回転検出器出力信号60aを表す
出力信号62aを選択する。

【0085】

図2を参照すると、他の例の従来技術の磁場センサ200は、例えばギア歯214a、
214b、214cなどのギア歯を有するギア214に応答する。磁場センサ200は、
電子回路210に結合された3個の磁場検知素子202、204、206を備える。いく
つかの実施形態において、磁場検知素子202、204は、軸216に直交する方向に約
1.5ミリメートルから約3.0ミリメートルの距離だけ離れており、磁場検知素子20
6は、磁場検知素子202、204の中間に配置される。

【0086】

3個の磁場検知素子202、204、206及び電子回路210は、基板208上(す
なわち基板208内に統合されるか又は基板208上)に配置され得る。明確にするため
に、磁場検知素子202、204、206は誇張されたサイズでホール素子として示され
、基板208の平面から離れて回転する。さらに、明確にするために、ホール素子202
、204、206は基板208の上部に示されるが、ホール素子は通常、統合された回路
の基板の面上又は面内に配置されると理解される。

【0087】

磁場センサ200は、磁石212も備え得る。磁石212は、磁場を生成するように構
成され、磁場は、磁場検知素子202、204、206の場所において全体的に軸216
に沿って方向づけられる。

【0088】

電子回路210は、(図示しない)出力信号を生成するように構成される。例示の電子
回路210は、図2Aと合わせて以下に記載される。ここでは電子回路は信号の相違を生
成するというだけで十分である。したがって、磁場センサ200は、エッジ検出器であり
、歯検出器ではないということが理解される。

【0089】

ギア214が回転しているときに、出力信号は、ギア214の回転速度を表し、ギア歯
のエッジの位置も表す。磁場センサ200は、TPOS機能を提供することはできず、ギ
ア214が静止しているときに、磁場検知素子202、204、206がギア歯又はギア
214の谷に近接しているかを特定することができない。

【0090】

磁石212は、単一の材料によって構成されてもよく、図1に合わせて図示され説明さ
れた中央コアを備えなくてもよい。しかしながら、他の実施形態においては、磁石212
は、図1に合わせて図示され説明された中央コアと同一又は同様の中央コアを備え得る。

【0091】

磁場センサ200は、3個の差動信号202a、202bと、204a、204bと、
206a、206bとをそれぞれ生成するために3個の磁場検知素子202、204、2
06を使用する。単純な磁石212は、コアを有する磁石の低いベースラインを提供しな
いが、上記の差動信号の差は、低いベースラインの効果をもたらす。本質的には、3個の
磁場検知素子202、204、206に同じ磁場がかかったときに、上記の差動信号の相
違が電気信号においてゼロになる。

【0092】

図2Aを参照すると、例示の従来技術の電子回路250は、図2の電子回路210と同
一又は同様であり得る。電子回路250は、差動信号252a、252bと、254a、
254bと、256a、256bとをそれぞれ受信するために結合された増幅器258、
260、262を含み得る。差動信号252a、252bと、254a、254bと、2

10

20

30

40

50

56a、256bとは、図2の磁場検知素子202、204、206によってそれぞれ生成された差動信号202a、202bと、204a、204bと、206a、206bと同一又は同様であり得る。増幅器258、260、262はそれぞれ、増幅された信号258a、260a、262aを生成するように構成される。

【0093】

増幅された信号258a、260aは、第1の差異信号264aを生成するように構成された第1の差異モジュール264によって受信される。増幅された信号260a、262aは、第2の差異信号266aを生成するように構成された第2の差異モジュール266によって受信される。

【0094】

電子回路250は、図1Aに合わせて説明された2個の精密回転検出チャネルを備える。AGC270、276は、図1AのAGC56と同一又は同様であり得る。精密回転検出器272、278は、図1Aの精密回転検出器60と同一又は同様であり得る。精密回転検出器272は、精密回転検出器出力信号272aを生成することができ、精密回転検出器278は、精密回転検出器出力信号278aを生成することができる。精密回転検出器出力信号272a、278aは、図1Aの精密回転検出器出力信号60aと同一又は同様であり得る。

【0095】

速度及び方向モジュール274は、精密回転検出器出力信号272a、278aを受信するに結合され得る。

精密回転検出器出力信号272a、278aは、ギア214の回転方向によって決定される相対位相であることは明らかである。精密回転検出器出力信号272a、278aの状態遷移レートはギア214の回転速度を表すことも明らかである。

【0096】

速度及び方向モジュールは、ギア214の回転速度又は回転方向の少なくとも一方を表し得る出力信号を生成するように構成される。いくつかの実施形態において、出力信号62aは、回転速度及び回転方向の両方を表す。

【0097】

図3を参照すると、磁場センサ300は、例えばギア歯322a、322b、322cなどのギア歯を有するギア322に応答する。ギア322は、強磁性ギア、すなわち強磁性歯を有する強磁性対象物体、また強磁性対象であり得、本明細書において対象特性として参照される。磁場センサ300は、主面302aを有する基板302を備え得る。

【0098】

磁場センサ300は、基板302の主面302aに配置された磁場検知素子304を備え得る。磁場検知素子304のさらなる詳細は以下に記載される。しかしながら、ここでは磁場検知素子304が少なくとも2個の磁気抵抗素子を備え得るというだけで十分である。

【0099】

磁場検知素子304は、基板302の主面302aに配置された電子回路314に、又は電子回路314内に結合され得る。

磁場センサ300は、磁石332も備えることもできる。磁石332は、磁場を生成するに構成され、磁場は、磁場検知素子304の場所において全体的に軸308に沿って方向づけられ、基板302の主面302aに全体的に平行である。

【0100】

磁場検知素子304は、基板302の主面302aに平行なそれぞれの最大応答軸を有する。いくつかの実施形態において、最大応答軸は互いに平行である。いくつかの実施形態において、最大応答軸は、軸308に実質的に平行である。いくつかの実施形態において、最大応答軸は、軸308に実質的に直交する。

【0101】

基板の主面302aに直交するライン（すなわちページ内へのライン）は、磁石332

10

20

30

40

50

と交差し、ギア 322 と交差しない。さらに、いくつかの実施形態において、磁場検知素子 304 は、磁場検知素子 304 間の（すなわち通過する）軸（例えば軸 308）がギア 322 と交差しない位置に配置される。いくつかの実施形態において、磁場検知素子 304 間の（すなわち通過する）軸（例えば軸 308）は、ギア 322 の移動方向例えば 326 に対する接線 330 に実質的に平行である。

【0102】

示される実施形態において、磁石 332 の北（N）極と南（S）極との間のラインは、基板 302 の正面 302a に対して実質的に平行であり、2 個の磁場検知素子 304、306 間の（すなわち通過する）軸（例えば軸 308）に対して実質的に平行である。いくつかの実施形態において、磁石 332 の N 極と S 極との間のラインは、ギア 322 に交差せず、ギア 322 の方向に向いていない。10

【0103】

電子回路 314 は、（図示されない）出力信号を生成するように構成される。例示の電子回路 314 は、図 26 と合わせて以下に記載される。ここでは電子回路 314 は信号の相違及び信号の合計を生成するというだけで十分である。したがって、磁場センサ 300 は、エッジ検出器及び歯検出器の両方であるということが明らかである。

【0104】

ギア 322 が回転しているときに、出力信号は、ギア 322 の回転速度を表し、ギア歯のエッジの位置も表す。磁場センサ 300 は、歯検出（例えば TPOS）機能を提供することができ、ギア 322 が静止しているときに、磁場検知素子 304 がギア歯又はギア 322 の谷に近接しているかを特定することができる。20

【0105】

磁石 332 は、単一の材料によって構成されてもよく、図 1 と合わせて図示され説明された中央コアを備えなくてもよい。しかしながら、他の実施形態においては、磁石 332 は、図 1 と合わせて図示され説明された中央コアと同一又は同様の中央コアを備え得る。このようなコアは軸 324 と整列された軸を有し得る。

【0106】

磁場センサ 300 は、性能を低下させることなく、図示される位置から離れて方向 316 において次の位置へ 360 度回転し得る。しかしながら、中間回転は性能の低下を生じ得る。30

【0107】

磁場センサ 300 は、実質的に性能を低下させることなく、ライン 324 に沿った任意の場所の回転中心に対して矢印 318 の方向に + / - 20 度の範囲で回転し得る。

いくつかの実施形態において、磁場検知素子 304 は、磁気抵抗素子である。

【0108】

図 4 を参照すると、図 3 と同様の参照符号が付された同様の要素が示され、磁場センサ 300 は、基板 302、及び基板 302 上の磁場検知素子 304 がギア 322 に重なる配置で図示される。基板の面 302a に直交し磁場検知素子 304 を通過するラインは、ギア 322 に交差する。

【0109】

図 5 を参照すると、図 3 と同様の参照符号が付された同様の要素が示され、磁場センサ 300 は、図 3 に示された配置と比べると x 軸の周りに 90 度ページの外側又はページの内側へ回転した配置で図示される。磁場検知素子 304 はギア 322 に近接したまま配置される。

【0110】

図 6 を参照すると、図 3 と同様の参照符号が付された同様の要素が示され、磁場センサ 600 は、図 3 の磁場センサ 300 と同様であるが、磁場センサ 600 は、異なる磁石 602 を有する。磁場センサ 600 は、磁石 602 の北（N）極と南（S）極との間のラインが基板 302 の正面 302a に対して実質的に平行であるが、磁場検知素子間の（すなわち通過する）軸（例えば軸 308）に対して実質的に直交する、異なる磁石 602 を有40

する。いくつかの実施形態において、磁石 602 の N 極と S 極との間のラインは、ギア 322 の方向に向く。

【0111】

いくつかの実施形態において、磁石 602 は、図 1 と合わせて説明されたようなコアを有さない単純な磁石である。他の実施形態において、磁石 602 は、ライン 324 に沿った軸を有するコアを有する。

【0112】

上記に図示され説明された磁場センサは、ギア又はカムの形態の強磁性対象物体の動きを検知するために示された。しかしながら、以下に記載される図 7 ~ 9 は、リング磁石の動きを検知するための同一又は同様の磁場センサを示す。エッジ検出器、歯検出器、及び TPOS 機能に関して上記でなされたコメントは、リング磁石を検知する際に同様に適用される。

10

【0113】

図 7 を参照すると、図 3 ~ 6 と同様の参照符号が付された同様の要素が示され、磁場センサ 700 は、図 3 の磁場センサ 300 と同様である。しかしながら、磁場センサ 700 は、内部磁石を有さない。その代わり、磁場センサ 700 は、リング磁石 702 の例えば 702a の通過する磁区に応答する。

【0114】

いくつかの実施形態において、リング磁石 702 の磁区は、ページに平行に分極される。いくつかの他の実施形態において、リング磁石 702 の磁区はページに直交して分極される。

20

【0115】

図 8 を参照すると、図 3 ~ 7 と同様の参照符号が付された同様の要素が示され、磁場センサ 700 は、基板 302、及び基板 302 上の磁場検知素子 304 がリング磁石 702 に重なる配置で図示される。磁場センサ 700 は、磁場検知素子 304 がなおリング磁石 702 の例えば 702a の磁区に重なるように y 軸の周りに 180 度回転し得ることは明らかである。基板 302 の面 302a に直交し磁場検知素子 304 を通過するラインは、リング磁石 702 に交差する。

【0116】

図 9 を参照すると、図 3 ~ 8 と同様の参照符号が付された同様の要素が示され、磁場センサ 700 は、図 5 に示された配置と比べると x 軸の周りに 90 度ページの外側又はページの内側へ回転した配置で図示される。磁場検知素子 304 はリング磁石 702 に近接したまま配置される。

30

【0117】

以下の図では、符号 A、B、C、D、A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2、P1、P2、P3、P4 は、磁気抵抗素子を表す符号として示される。これらの符号は、同様の図面における同様に符合間の論理関係を表すことを理解すべきである。しかしながら、これらの符号は、1 図面において示された磁気抵抗素子が他の図面において同じ符号が付されたものと同じ磁気抵抗素子であることを意味しない。

【0118】

40

同様に、以下の図面では、符号 V1、V2 は、2 個の信号を表す符号として示される。これらの符号は、同様の図面における同様の符合間の論理関係を表すことを理解すべきである。しかしながら、これらの符号は、1 図面において示された信号が他の図面において同じ符号が付されたものと同じ信号であることを意味しない。

【0119】

同様に、以下の図面では、符号 R1、R2 は、2 個の固定抵抗を表す符号として示される。これらの符号は、同様の図面における同様の符合間の論理関係を表すことを理解すべきである。しかしながら、これらの符号は、1 図面において示された抵抗が他の図面において同じ符号が付されたものと同じ抵抗であることを意味しない。

【0120】

50

図10を参照すると、磁場センサ1000は、面1002aを有する基板1002を備えることができ、面1002aは、基板1002の2個の平行な主面のうちの一方である。

【0121】

2個の磁気抵抗素子1004、1006（本明細書では磁気抵抗素子A及びBとしても参照される）は、軸1010に沿って面1002a上に配置され得る。2個の磁気抵抗素子1004、1006（A、B）は、基板1002の面1002a上又は面1002a内に配置された電子回路1008の一部であるか又は電子回路1008に結合され得る。2個の磁気抵抗素子1004、1006（A、B）は、図3～9の磁場検知素子304と同一又は同様であり得る。軸1010は、図3～9の軸308と平行であり得る。

10

【0122】

磁気抵抗素子、例えば1004、1006（A、B）は、C形状（又は反転C形状）を有する「ヨーク」と呼ばれる形態で本明細書の全ての実施形態で示される。いくつかの実施形態において、ヨークは、軸1010に実質的に直交する最も長いヨーク軸を有することができる。ヨーク形状の利点は知られている。本明細書の実施形態で用いられる他の磁気抵抗素子は、例えば、ライン状、ポリライン状、又は矩形状などの他の形状を有し得ることが理解される。

【0123】

磁気抵抗素子1004、1006（A、B）の最大応答軸は、軸1010に沿って同じ方向に軸1010と平行であり得る。軸1010に平行な最大応答軸を有する磁気抵抗素子1004、1006（A、B）もまた、基板1002の平面において（かつ基板1002の平面外において）他の角度で磁場に応答することが理解される。磁気抵抗素子1004、1006（A、B）が軸1010に平行ではない（かつ最も長いヨーク軸に直交しない）他の角度において磁場に応答する角度は、軸1010上の他の角度における磁場の幾何放射の大きさによって決定される。したがって、「放射磁場」という用語は、以下、この放射を説明するために使用される。

20

【0124】

他のいくつかの実施形態において、磁気抵抗素子1004、1006のヨーク形状は、最も長いヨーク軸が軸1010に直交しないように回転することができ、磁気抵抗素子1004、1006（A、B）が軸1010に平行ではない他の角度において磁場に応答する角度は、ヨーク形状の最も長い軸に直交する軸上の他の角度における磁場の幾何放射の大きさによって決められる。これは本明細書において放射磁場としても参照される。

30

【0125】

磁場センサ1000は、幅1014をもつ特徴物、例えば1012aを有する強磁性対象物体1012の動きに応答する。強磁性対象物体1012は、図3～6のギア322と同一又は同様であってもよく、又は図7～9のリング磁石702と同一又は同様であってもよい。例えば1012aの特徴物は、図3～6の例えば322aのギア歯と同一又は同様であってもよく、又は図7～9のリング磁石702の例えば702aの磁区と同一又は同様であってもよい。

40

【0126】

磁場センサ1000は、図3～5の磁場センサ300、図6の磁場センサ600、及び図7～9の磁場センサ700と同一又は同様であってもよい。しかしながら、磁場センサ1000は、上記の図5及び図9と合わせて説明された回転位置では図示されない。それにもかかわらず、磁場センサ1000は、同様にページの内側又は外側に回転することができる。

【0127】

いくつかの実施形態において、2個の磁気抵抗素子1004、1006（A、B）は、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物1012aの幅1014の約1/2から約1.5倍の間の間隔1016を有する。いくつかの他の実施形態において、2個の磁気抵抗素子1004、1006（A、B）は、対象特徴物1012

50

a の幅 1 0 1 4 の約 1 / 2 から約 2 倍の間の間隔 1 0 1 6 を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 1 0 1 6 は、例えば、幅 1 0 1 4 の百分の一のように幅 1 0 1 4 の半分よりももっと小さく、又は幅 1 0 1 4 の 2 倍よりも大きい。

【 0 1 2 8 】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 1 0 1 6 は、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物 1 0 1 2 a の幅 1 0 1 4 と略等しい。

【 0 1 2 9 】

動作中において、2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 (A、B) は、2 個の出力信号を生成することができる。以下に示され説明される図面は、2 個の磁場検知素子 1 0 0 4、1 0 0 6 が 2 個の出力信号を生成し得る様々な方法を表す。

【 0 1 3 0 】

例示として 2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 間の間隔 1 0 1 6 と等しい幅 1 0 1 4 を有する対象特徴物 1 0 1 2 a を用いると、対象特徴物 1 0 1 2 a が 2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 の中央 (すなわちこれらの間) にあるときに、対象特徴物 1 0 1 2 a の中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 1 0 0 4 (A)) にも軸 1 0 1 0 に沿って一方向に向けられた放射磁場がかかり、対象特徴物 1 0 1 2 a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 1 0 0 6 (B)) にも反対方向に向けられた放射磁場がかかることが示され得る。

【 0 1 3 1 】

したがって、対象特徴物 1 0 1 2 a が 2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 の中央にあるときに、対象特徴物 1 0 1 2 a の中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 1 0 0 4 (A)) も一方向に抵抗が変化し、対象特徴物 1 0 1 2 a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 1 0 0 6 (B)) も反対方向に抵抗が変化する。

【 0 1 3 2 】

これに対して、対象特徴物 1 0 1 2 a のエッジが 2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 の中央 (すなわちこれらの間) にあるときには、2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 (A、B) に軸 1 0 1 0 に沿って同じ方向に向けられた放射磁場がかかることが示され得る。したがって、2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 (A、B) の両方の抵抗は同じ方向に変化する。

【 0 1 3 3 】

図 3 の磁石 3 3 2 のような磁石は図示されないが、いくつかの実施形態において、磁場センサ 1 0 0 0 は磁石を備え得ることが理解される。

図 1 1 を参照すると、図 1 0 と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 (A、B) は、それぞれの電流源 1 1 0 2、1 1 0 4 とグラウンドとの間に結合される。2 個の出力信号 1 1 0 6 = V 1 と 1 1 0 8 = V 2 が生じる。以下、上記の説明を明確にするために符号 V 1 及び V 2 が用いられる。

【 0 1 3 4 】

2 個の出力信号 V 1、V 2 の処理は図 2 6 と合わせてより詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図 1 0 の対象特徴物 1 0 1 2 a が 2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 (A、B) の中央にあるときに、2 個の出力信号 V 1、V 2 の差 V 1 - V 2 が (正又は負の) 最大の瞬時値をとるというだけで十分である。上記の通り、対象特徴物 1 0 1 2 a は、図 3 のギア 3 2 2 の例えば 3 2 2 a の歯 (又は代替では谷)、又は図 7 のリング磁石 7 0 2 の例えば 7 0 2 a の磁区 (北又は代替で南) であり得る。したがって、差 V 1 - V 2 は、歯の近接又は磁区の近接を表し、それゆえ強磁性対象物体の「特徴物」を表す。

【 0 1 3 5 】

これに対して、2 個の磁気抵抗素子 1 0 0 4、1 0 0 6 (A、B) が図 1 0 の対象特徴物 1 0 1 2 a のエッジ 1 0 1 2 a の反対側にあるときに、2 個の出力信号 V 1、V 2 の和 V 1 + V 2 は、(正又は負の) 最大の瞬時値をとる。したがって、和 V 1 + V 2 はエッジ

10

20

30

40

50

の近接を表し、それゆえ強磁性対象物体の「エッジ」を表す。

【0136】

2個の信号V1、V2の差V1-V2及び2個の信号V1、V2の和V1+V2の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、図示のように結合された2個の磁気抵抗素子1004、1006を用いる磁場センサは、真のパワーオン状態(TPOS)機能を備えて動作することが可能となる。

【0137】

以下の図27、28と合わせて説明するように、ここでの、及び以下の図面における2個の信号V1、V2は、移動する強磁性物体の速度及び方向の両方を決定するために用いられる。以下の議論から2個の信号の和V1+V2は2個の信号の差V1-V2から90度離れていることも明らかになるはずである。

10

【0138】

図12を参照すると、図10と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、2個の磁気抵抗素子1004、1006(A、B)は、本明細書において抵抗R1、R2としても参照される固定抵抗1202、1204を有するブリッジ配置1200内に結合される。いくつかの実施形態において、固定抵抗1202、1204(R1、R2)は、例えば2010年8月17日に発行され、本出願の譲受人に譲渡され、記載内容の全体が本明細書に援用される米国特許第7,777,607号に記載される磁気抵抗素子のようないくつかの層を有する磁気不感要素(又は感度が低い要素)であり得る。このような磁気不感要素は、2個の磁気抵抗素子1004、1006(A、B)と同一の温度係数を有する傾向にあり、したがって、ブリッジ1200は実質的に温度変化に不感とすることができます。

20

【0139】

ブリッジ1200は、電圧源1206によって電源を供給され得る。2個の出力信号1208=V1、1210=V2が生じる。以下、上記の説明を明確にするために符号V1及びV2が用いられる。

【0140】

ブリッジ配置においてはしばしば、2個の出力信号V1、V2は、1個の差動信号V1、V2として扱われる。しかしながら、ここでは、2個の出力信号V1、V2は、別々に扱われる。

30

【0141】

2個の出力信号V1、V2の処理は、以下の図26と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図10の対象特徴物1012aが2個の磁気抵抗素子1004、1006(A、B)の中央にあるときに、2個の出力信号V1、V2の差V1-V2が(正又は負の)最大の瞬時値をとるというだけで十分である。上記の通り、対象特徴物1012aは、図3のギア322の例えば322aの歯(又は代替では谷)、又は図7のリング磁石702の例えば702aの磁区(北又は代替で南)であり得る。したがって、差V1-V2は、歯の近接又は磁区の近接を表し、それゆえ強磁性対象物体の「特徴物」を表す。

【0142】

40

これに対して、2個の磁気抵抗素子1004、1006(A、B)が図10の対象特徴物1012aのエッジ1012aの反対側にあるときに、2個の出力信号V1、V2の和V1+V2は、(正又は負の)最大の瞬時値をとる。したがって、和V1+V2はエッジの近接を表し、それゆえ強磁性対象物体の「エッジ」を表す。

【0143】

2個の信号V1、V2の差V1-V2及び2個の信号V1、V2の和V1+V2の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、図示のように結合された2個の磁気抵抗素子1004、1006(A、B)を用いる磁場センサは、真のパワーオン状態(TPOS)機能を備えて動作することが可能となる。

50

【0144】

図13を参照すると、図10と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、2個の磁気抵抗素子1004、1006(A、B)は、(本明細書においてR1、R2としても参考される)固定抵抗1302、1304を有するブリッジ配置1300内に結合される。いくつかの実施形態において、固定抵抗1302、1304は、例えば2010年8月17日発行の米国特許第7,777,607号に記載されている磁気抵抗素子のようないくつかの層を有する磁気不感要素であり得る。

【0145】

ブリッジ1300は、電圧源1306によって電源を供給され得る。2個の出力信号1308 = V1、1310 = V2が生じる。以下、上記の説明を明確にするために符号V1及びV2が用いられる。 10

【0146】

ブリッジ配置においてはしばしば、2個の出力信号V1、V2は、1個の差動信号V1、V2として扱われる。しかしながら、ここでは、2個の出力信号V1、V2は、別々に扱われる。

【0147】

2個の出力信号V1、V2の処理は、以下の図26と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図10の対象特徴物1012aが2個の磁気抵抗素子1004、1006(A、B)の中央にあるときに、2個の出力信号V1、V2の和V1 + V2が(正又は負の)最大の瞬時値をとるというだけで十分である。上記の通り、対象特徴物1012aは、図3のギア322の例えば322aの歯(又は代替では谷)、又は図7のリング磁石702の例えば702aの磁区(北又は代替で南)であり得る。したがって、和V1 + V2は、歯の近接又は磁区の近接を表し、それゆえ強磁性対象物体の「特徴物」を表す。 20

【0148】

これに対して、2個の磁気抵抗素子1004、1006(A、B)が図10の対象特徴物1012aのエッジ1012aの反対側にあるときに、2個の出力信号V1、V2の差V1 - V2は、(正又は負の)最大の瞬時値をとる。したがって、差V1 - V2はエッジの近接を表し、それゆえ強磁性対象物体の「エッジ」を表す。 30

【0149】

2個の信号V1、V2の和V1 + V2及び2個の信号V1、V2の差V1 - V2の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、図示のように結合された2個の磁気抵抗素子1004、1006(A、B)を用いる磁場センサは、真のパワーオン状態(TPOS)機能を備えて動作することが可能となる。

【0150】

上記の図12及び図13は、特にブリッジ配置について示したが、明らかになるはずである他のブリッジ配置の可能性もある。例えば、磁場検知素子1004、1006は、位置が置き換わってもよい。

【0151】

図14を参照すると、磁場センサ1400は、面1402aを有する基板1402を備えることができ、面1402aは、基板1402の2個の平行な主面のうちの一方である。

【0152】

4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(本明細書ではA、B、C、Dとしても参考される)は、面1402a上に配置され得る。4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)は、基板1412の面1402a又は面1402a内に配置された電子回路1412の一部であるか又は電子回路1412に結合され得る。4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)は、図3~9の磁場検知素子304と同一又は同様であり得る。 50

【0153】

磁気抵抗素子 1404、1410 (A、D) の最大応答軸は、軸 1414 に沿って軸 1414 と平行であり得る。磁気抵抗素子 1406、1408 (B、C) の最大応答軸は、軸 1416 に沿って軸 1416 と平行であり得る。軸 1414、1416 は、図 3～9 の軸 308 と平行であり得る。

【0154】

磁場の角度は図 10 において上記で議論された。上記に記載の通り、「放射磁場」という用語は、軸 1414、1416 上の磁場の幾何放射を説明するために使用される。

磁場センサ 1400 は、幅 1424 をもつ特徴物、例えば 1418a を有する強磁性対象物体 1418 の動きに応答する。強磁性対象物体 1418 は、図 3～6 のギア 322 と同一又は同様であってもよく、又は図 7～9 のリング磁石 702 と同一又は同様であってもよい。例えば 1418a の特徴物は、図 3～6 の例えば 322a のギア歯と同一又は同様であってもよく、又は図 7～9 のリング磁石 702 の例えば 502a の磁区と同一又は同様であってもよい。

10

【0155】

磁場センサ 1400 は、図 3～5 の磁場センサ 300、図 6 の磁場センサ 600、及び図 7～9 の磁場センサ 700 と同一又は同様であってもよい。しかしながら、磁場センサ 1400 は、上記の図 5 及び図 9 と合わせて説明された回転位置では図示されない。それにもかかわらず、磁場センサ 1400 は、同様にページの内側又は外側に回転することができる。

20

【0156】

いくつかの実施形態において、磁気抵抗素子 1404、1410 は、軸 1414 に沿って強磁性対象物体 1418 に近接して配置され、磁気抵抗素子 1406、1408 は、軸 1416 に沿って強磁性対象物体 1418 からより距離を離して配置される。

【0157】

軸 1414、1416 は、図 3～9 の軸 308 と平行であってもよい。

いくつかの実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 1404、1408 (A、C) は、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物 1418a の幅 1424 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 1420 を有する。いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 1404、1408 (A、C) は、対象特徴物 1418a の幅 1424 の約 1/2 から約 2 倍の間の間隔 1420 を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 1420 は、例えば、幅 1424 の百分の一のよう幅 1424 の半分よりももっと小さく、又は幅 1424 の 2 倍よりも大きい。

30

【0158】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 1420 は、対象特徴物 1418a の幅 1424 と略等しい。

同様に、いくつかの実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 1406、1410 (B、D) は、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物 1418a の幅 1424 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 1422 を有する。いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 1406、1410 (B、D) は、対象特徴物 1418a の幅 1424 の約 1/2 から約 2 倍の間の間隔 1422 を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 1422 は、例えば、幅 1424 の百分の一のよう幅 1424 の半分よりもっと小さく、又は幅 1424 の 2 倍よりも大きい。

40

【0159】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 1422 は、対象特徴物 1418a の幅 1424 と略等しい。

いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 1404、1406 (A、B) は、対象特徴物 1418a の幅 1424 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 1428 を有する。いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 1404、1406 (A、B) は、対象特徴物 1418a の幅 1424 の約 1/2 から約 2 倍の間の間隔 1428 を有する。

50

を有する。以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 1428 は、対象特徴物 1418a の幅 1424 と略等しい。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 1428 は、例えば、幅 1424 の百分の一のように幅 1424 の半分よりももっと小さく、又は幅 1424 の 2 倍よりも大きい。

【0160】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 1428 は、対象特徴物 1418a の幅 1424 と略等しい。

同様に、いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 1408、1410 (C、D) は、対象特徴物 1418a の幅 1424 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 1430 を有する。いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 1408、1410 (C、D) は、対象特徴物 1418a の幅 1424 の約 1/2 から約 2 倍の間の間隔 1430 を有する。以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 1430 は、対象特徴物 1418a の幅 1424 と略等しい。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 1430 は、例えば、幅 1424 の百分の一のように幅 1424 の半分よりももっと小さく、又は幅 1424 の 2 倍よりも大きい。

【0161】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 1430 は、対象特徴物 1418a の幅 1424 と略等しい。

動作中において、4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) は、少なくとも 2 個の出力信号を生成することができる。以下に示され説明される図面は、4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) が少なくとも 2 個の出力信号を生成し得る様々な方法を表す。

【0162】

例示として間隔 1420、1422 と等しい幅 1424 を有する対象特徴物 1418a を用いると、対象特徴物 1418a が 4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) の中央 (すなわちこれらの間) にあるときに、対象特徴物 1418a の中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 1404、1406 (A、B)) にも軸 1414、1416 に沿って一方に向かれた放射磁場がかかり、対象特徴物 1418a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 1408、1410 (C、D)) にも反対方向に向かれた放射磁場がかかることが示され得る。

【0163】

したがって、対象特徴物 1418a が 4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) の中央にあるときに、対象特徴物 1418a の中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 1404、1406 (A、B)) も一方に抵抗が変化し、対象特徴物 1418a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 1408、1410 (C、D)) も反対方向に抵抗が変化する。しかしながら、4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) のこの特定の物理的な配置において、対象特徴物 1418a から離れている 2 個の磁気抵抗素子 1406、1408 (B、C) には、強磁性対象物体 1418 が移動すると比較的小さな磁場変動が生じ、比較的小さな抵抗変化が生じることを理解すべきである。

【0164】

これに対して、対象特徴物 1418a のエッジが 4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) の中央 (すなわちこれらの間) にある場合には、2 個の磁気抵抗素子 1404、1410 (A、D) に軸 1414 に沿って同じ方向に向かれた放射磁場がかかることが示され得る。したがって、2 個の磁気抵抗素子 1404、1410 (A、D) の両方の抵抗は同じ方向に変化する。

【0165】

同時に、対象特徴物 1418a のエッジが中央にあるときには、2 個の磁気抵抗素子 1406、1408 (B、C) に軸 1416 に沿って同じ方向に向かれた放射磁場がかかるが、2 個の磁気抵抗素子 1404、1410 (A、D) にかかる放射磁場の方向とは反

10

20

30

40

50

対である。したがって、2個の磁気抵抗素子1406、1408（B、C）の両方の抵抗は、同じ方向に変化するが、2個の磁気抵抗素子1404、1410（A、D）の抵抗変化とは反対である。しかしながら、上記の通り、2個の磁気抵抗素子1406、1408（B、C）の抵抗変化はたとえあったとしても小さい。

【0166】

対象特徴物1418aの幅1424に対する間隔1420、1422及び、1428、1430の特定の例が上記に記載されたが、他の相対寸法において、4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）における磁場は正確に上記の通りになるわけではなく、いくつかの抵抗変化は他の方向にも生じ得ることを理解すべきである。しかしながら、特徴信号及びエッジ信号の両方を実現するために以下の図面に示された等式をどのように修正するかは明らかになるはずである。10

【0167】

図3の磁石332のような磁石は図示されないが、いくつかの実施形態において、磁場センサ1400は磁石を備え得ることが理解される。

図15を参照すると、図14と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、磁場センサ1500は、面1502aを有する基板1502を備えることができ、面1502aは、基板1502の2個の平行な主面のうちの一方である。

【0168】

4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）は、軸1514に沿って面1502a上に配置され得る。4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）は、基板1502の面1502a上又は面1502a内に配置された電子回路1412の一部であるか又は電子回路1412に結合され得る。4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）は、図3～9の磁場検知素子304と同一又は同様であり得る。軸1514は、図3～9の軸308と同一又は同様であり得る。20

【0169】

4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）の最大応答軸は、軸1514に沿って同じ方向に軸1514と平行であり得る。磁場の角度は図10と合わせて上記で議論された。上記に記載の通り、「放射磁場」という用語は、軸1514上の磁場の幾何放射を説明するために使用される。30

【0170】

磁場センサ1500は、強磁性対象物体1418の動きに応答する。

いくつかの実施形態において、4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）は、軸1514に沿って強磁性対象物体1418に近接して配置される。

【0171】

磁場センサ1500は、図3～5の磁場センサ300、図6の磁場センサ600、及び図7～9の磁場センサ700と同一又は同様であってもよい。しかしながら、磁場センサ1500は、上記の図5及び図9と合わせて説明された回転位置では図示されない。それにもかかわらず、磁場センサ1500は、同様にページの内側又は外側に回転することができる。40

【0172】

図14において上記で説明したように、4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）は、図3～9の磁場検知素子304と同一又は同様であり得る。

【0173】

また、図14において上記で説明したように、強磁性対象物体1418は、図3～6のギア322又は図7～9のリング磁石702と同一又は同様であり得る。

軸1514は、図3～9の軸308と平行であってもよい。

【0174】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態において、2個の磁気抵抗素子1404、1408(A、C)は、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物1418aの幅1424の約1/2から約1.5倍の間の間隔1520を有する。いくつかの他の実施形態において、2個の磁気抵抗素子1404、1408(A、C)は、対象特徴物1418aの幅1424の約1/2から約2倍の間の間隔1520を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔1520は、例えば、幅1424の百分の一のように幅1424の半分よりももっと小さく、又は幅1424の2倍よりも大きい。

【0175】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔1520は、対象特徴物1418aの幅1424と略等しい。

10

同様に、いくつかの実施形態において、2個の磁気抵抗素子1406、1410(B、D)は、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物1418aの幅1424の約1/2から約1.5倍の間の間隔1522を有する。いくつかの実施形態において、2個の磁気抵抗素子1406、1410(B、D)は、対象特徴物1418aの幅1424の約1/2から約2倍の間の間隔1522を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔1522は、例えば、幅1424の百分の一のように幅1424の半分よりもっと小さく、又は幅1424の2倍よりも大きい。

【0176】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔1522は、対象特徴物1418aの幅1424と略等しい。

20

いくつかの他の実施形態において、2個の磁気抵抗素子1404、1406(A、B)は、対象特徴物1418aの幅1424の約1/2から約1.5倍の間の間隔1524を有する。いくつかの他の実施形態において、2個の磁気抵抗素子1404、1406(A、B)は、対象特徴物1418aの幅1424の約1/2から約2倍の間の間隔1524を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔1424は、例えば、幅1424の百分の一のように幅1424の半分よりもっと小さく、又は幅1424の2倍よりも大きい。

【0177】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔1524は、対象特徴物1418aの幅1424と略等しい。

30

同様に、いくつかの他の実施形態において、2個の磁気抵抗素子1408、1410(C、D)は、対象特徴物1418aの幅1424の約1/2から約1.5倍の間の間隔1526を有する。いくつかの他の実施形態において、2個の磁気抵抗素子1408、1410(C、D)は、対象特徴物1418aの幅1424の約1/2から約2倍の間の間隔1526を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔1526は、例えば、幅1424の百分の一のように幅1424の半分よりもっと小さく、又は幅1424の2倍よりも大きい。

【0178】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔1526は、対象特徴物1418aの幅1424と略等しい。

40

動作中において、4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)は、少なくとも2個の出力信号を生成することができる。以下に示され説明される図面は、4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)が少なくとも2個の出力信号を生成し得る様々な方法を表す。

【0179】

例示として間隔1520、1522と等しい幅1014を有する対象特徴物1012aを用いると、対象特徴物1418aが4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)の中央(すなわちこれらの間)にあるときに、対象特徴物1418aの中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子(例えば1404、1406(A、B))にも軸1514に沿って一方向に向けられた放射磁場がかかり、対象特徴物1418

50

a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子（例えば 1408、1410（C、D））にも反対方向に向けられた放射磁場がかかることが示され得る。

【0180】

したがって、対象特徴物 1418a が 4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）の中央にあるときに、対象特徴物 1418a の中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子（例えば 1404、1406（A、B））も一方向に抵抗が変化し、対象特徴物 1418a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子（例えば 1408、1410（C、D））も反対方向に抵抗が変化する。

【0181】

これに対して、対象特徴物 1418a のエッジが 4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）の中央（すなわちこれらの間）にあるときには、2 個の磁気抵抗素子 1404、1410（A、D）に軸 1514 に沿って同じ方向に向けられた放射磁場がかかることが示され得る。したがって、2 個の磁気抵抗素子 1404、14010 の両方の抵抗は同じ方向に変化する。

【0182】

同時に、対象特徴物 1418a のエッジが中央にあるときには、2 個の磁気抵抗素子 1406、1408（B、C）に軸 1514 に沿って同じ方向に向けられた放射磁場がかかるが、2 個の磁気抵抗素子 1404、1410（A、D）にかかる放射磁場の方向とは反対である。したがって、2 個の磁気抵抗素子 1406、1408（B、C）の両方の抵抗は、同じ方向に変化するが、2 個の磁気抵抗素子 1404、1410（A、D）の抵抗変化とは反対である。

【0183】

対象特徴物 1418a の幅 1424 に対する間隔 1520、1522 及び 1524、1526 の特定の例が上記に記載されたが、他の相対寸法において、4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）における磁場は正確に上記の通りになるわけではなく、いくつかの抵抗変化は他の方向にも生じ得ることを理解すべきである。しかしながら、特徴信号及びエッジ信号の両方を実現するために以下の図面に示された等式をどのように修正するかは明らかになるはずである。

【0184】

図 3 の磁石 332 のような磁石は図示されないが、いくつかの実施形態において、磁場センサ 1400 は磁石を備え得ることが理解される。

以下の図面は上記の例で用いた間隔を使用する。

【0185】

図 16 を参照すると、図 14、15 と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 は、それぞれの電流源 1602、1604、1606、1608 に結合され、本明細書において全体的にそれぞれ信号 VA、VB、VC、VD としても参照されるそれぞれの信号 1610、1612、1614、1616 を生じさせる。

【0186】

いくつかの実施形態において、 $V1 = VA - VC$ であり $V2 = VB -VD$ である。他の実施形態においては、 $V1 = VA + VB$ であり $V2 = -(VC + VD)$ である。

2 個の信号 V1、V2 の処理は、以下の図 26 と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図 14、15 の対象特徴物 1418a が 4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）の中央にあるときに、2 個の信号 V1、V2 の和 $V1 + V2$ が（正又は負の）最大の瞬時値をとるというだけで十分である。したがって、和 $V1 + V2$ は、特徴信号を提供する。

【0187】

これに対して、対象特徴物 1418a のエッジが 4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410（A、B、C、D）の中央（すなわちこれらの間）にあるときには、2 個の出力信号 V1、V2 の差 $V1 - V2$ は、（正又は負の）最大の瞬時値をとる。間

10

20

30

40

50

隔 1520、1522 が間隔 1424 と等しいときに最大信号が得られる。

【0188】

4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) を用い、かつ、2 個の信号 V1、V2 の和 V1 + V2 及び 2 個の信号 V1、V2 の差 V1 - V2 の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) を用いる磁場センサは、真のパワーオン状態 (TPOS) 機能を備えて動作することが可能となる。

【0189】

図 17 を参照すると、図 14、15 と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) は、ブリッジ配置 1700 内に結合される。

【0190】

ブリッジ 1700 は、電圧源 1702 によって電源を供給される。2 個の出力信号 1704 = V1、1706 = V2 が生じる。以下、明確にするために符号 V1 及び V2 が用いられる。

【0191】

ブリッジ配置においてはしばしば、2 個の出力信号 V1、V2 は、1 個の差動信号 V1、V2 として扱われる。しかしながら、ここでは、2 個の出力信号 V1、V2 は、別々に扱われる。

【0192】

2 個の出力信号 V1、V2 の処理は、以下の図 26 と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図 14、15、特に図 14 の対象特徴物 1418a が 4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) の中央にあるときに、2 個の信号 V1、V2 の差 V1 - V2 が (正又は負の) 最大の瞬時値をとるというだけで十分である。したがって、差 V1 - V2 は、特徴信号を提供する。

【0193】

これに対して、対象特徴物 1418a のエッジが 4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) の中央 (すなわちこれらの間) にあるときに、2 個の出力信号 V1、V2 の和 V1 + V2 は、(正又は負の) 最大の瞬時値をとる。

【0194】

ブリッジ 1700 とともに 2 個の信号 V1、V2 の差 V1 - V2 及び 2 個の信号 V1、V2 の和 V1 + V2 の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) を用いる磁場センサは、真のパワーオン状態 (TPOS) 機能を備えて動作することが可能となる。

【0195】

ブリッジ 1700 は、図 14 の配置に最も適しているが、図 15 の配置でも機能することができる。

図 18 を参照すると、図 14、15 と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、4 個の磁気抵抗素子 1404、1406、1408、1410 (A、B、C、D) は、ブリッジ配置 1800 内に結合される。

【0196】

ブリッジ 1800 は、電圧源 1802 によって電源を供給される。2 個の出力信号 1804 = V1、1806 = V2 が生じる。以下、明確にするために符号 V1 及び V2 が用いられる。

【0197】

ブリッジ配置においてはしばしば、2 個の出力信号 V1、V2 は、1 個の差動信号 V1、V2 として扱われる。しかしながら、ここでは、2 個の出力信号 V1、V2 は、別々に

10

20

30

40

50

扱われる。

【0198】

2個の出力信号V1、V2の処理は、以下の図26と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図14、15の対象特徴物1418aが4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)の中央にあるときに、2個の信号V1、V2の差V1-V2が(正又は負の)最大の瞬時値をとるというだけで十分である。したがって、差V1-V2は、特徴信号を提供する。

【0199】

これに対して、対象特徴物1418aのエッジが4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)の中央(すなわちこれらの間)にあるときに、2個の出力信号V1、V2の和V1+V2は、(正又は負の)最大の瞬時値をとる。

10

【0200】

ブリッジ1700とともに2個の信号V1、V2の差V1-V2及び2個の信号V1、V2の和V1+V2の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)を用いる磁場センサは、真のパワーオン状態(TPOS)機能を備えて動作することが可能となる。

【0201】

ブリッジ1800は、図14、15の配置によく適している。

20

図19を参照すると、図14、15と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)は、ブリッジ配置1900内に結合される。

【0202】

ブリッジ1900は、電圧源1902によって電源を供給される。2個の出力信号1904=V1、1906=V2が生じる。以下、明確にするために符号V1及びV2が用いられる。

【0203】

ブリッジ配置においてはしばしば、2個の出力信号V1、V2は、1個の差動信号V1、V2として扱われる。しかしながら、ここでは、2個の出力信号V1、V2は、別々に扱われる。

30

【0204】

2個の出力信号V1、V2の処理は、以下の図26と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図14、15、特に図14の対象特徴物1418aが4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)の中央にあるときに、2個の信号V1、V2の和V1+V2が(正又は負の)最大の瞬時値をとるというだけで十分である。したがって、和V1+V2は、特徴信号を提供する。

【0205】

これに対して、対象特徴物1418aのエッジが4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)の中央(すなわちこれらの間)にあるときに、2個の出力信号V1、V2の差V1-V2は、(正又は負の)最大の瞬時値をとる。

40

【0206】

ブリッジ1900とともに2個の信号V1、V2の和V1+V2及び2個の信号V1、V2の差V1-V2の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、ブリッジ1900を用いる磁場センサは、真のパワーオン状態(TPOS)機能を備えて動作することが可能となる。

【0207】

ブリッジ1900は、図14の配置に最も適しているが、図15の配置でも機能することができる。

50

図20を参照すると、図14、15と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)は、ブリッジ配置2000内に結合される。

【0208】

ブリッジ2000は、電圧源2002によって電源を供給され得る。2個の出力信号2004=V1、2006=V2が生じる。以下、明確にするために符号V1及びV2が用いられる。

【0209】

ブリッジ配置においてはしばしば、2個の出力信号V1、V2は、1個の差動信号V1、V2として扱われる。しかしながら、ここでは、2個の出力信号V1、V2は、別々に扱われる。

10

【0210】

2個の出力信号V1、V2の処理は、以下の図26と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図14、15の対象特徴物1418aが4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)の中央にあるときに、2個の出力信号V1、V2の和V1+V2が(正又は負の)最大の瞬時値をとるというだけで十分である。したがって、和V1+V2は、特徴信号を提供する。

【0211】

これに対して、対象特徴物1418aのエッジが4個の磁気抵抗素子1404、1406、1408、1410(A、B、C、D)の中央(すなわちこれらの間)にあるときに、2個の出力信号V1、V2の差V1-V2は、(正又は負の)最大の瞬時値をとる。

20

【0212】

ブリッジ2000とともに2個の信号V1、V2の和V1+V2及び2個の信号V1、V2の差V1-V2の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、ブリッジ2000を用いる磁場センサは、真のパワーオン状態(TPOS)機能を備えて動作することが可能となる。

【0213】

ブリッジ2000は、図14、15の配置によく適している。

図17-20において様々なブリッジ配置が示されたが、特徴信号及びエッジ信号を生成するために用いられ得る他の同様のブリッジ配置もあり得る。

30

【0214】

図21を参照すると、磁場センサ2100は、面2102aを有する基板2102を備えることができ、面2102aは、基板2102の2個の平行な主面のうちの一方である。

【0215】

8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(本明細書ではA1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2としても参照される)は、面2102a上に配置され得る。8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)は、近接ペアP1、P2、P3、P4として配置され得る。

40

【0216】

8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)は、基板2102の面2102a又は面2102a内に配置された電子回路2112の一部であるか又は電子回路2112に結合され得る。8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)は、図3~9の磁場検知素子304と同一又は同様であり得る。

50

【0217】

磁気抵抗素子 2104a、2104b、2110a、2110b (A1、A2、D1、D2) の最大応答軸は、軸 2114 に沿って軸 2114 と平行であり得る。磁気抵抗素子 2106a、2106b、2108a、2108b (B1、B2、C1、C2) の最大応答軸は、軸 2116 に沿って軸 2116 と平行であり得る。軸 2114、2116 は、図 3~9 の軸 308 と平行であり得る。

【0218】

磁場の角度は図 10 と合わせて上記で議論された。上記に記載の通り、「放射磁場」という用語は、軸 2114、2116 上の磁場の幾何放射を説明するために使用される。

磁場センサ 2100 は、幅 2124 をもつ特徴物、例えば 2118a を有する強磁性対象物体 2118 の動きに応答する。強磁性対象物体 2118 は、図 3~6 のギア 322 と同一又は同様であってもよく、又は図 7~9 のリング磁石 702 と同一又は同様であってもよい。例えば 2118a の特徴物は、図 3~6 の例えば 322a のギア歯と同一又は同様であってもよく、又は図 7~9 のリング磁石 702 の例えば 502a の磁区と同一又は同様であってもよい。

10

【0219】

磁場センサ 2100 は、図 3~5 の磁場センサ 300、図 6 の磁場センサ 600、及び図 7~9 の磁場センサ 700 と同一又は同様であってもよい。しかしながら、磁場センサ 2100 は、上記の図 5 及び図 9 と合わせて説明された回転位置では図示されない。それにもかかわらず、磁場センサ 2100 は、同様にページの内側又は外側に回転することができる。

20

【0220】

いくつかの実施形態において、磁気抵抗素子 2104a、2104b、2110a、2110b (A1、A2、D1、D2) は、軸 2114 に沿って強磁性対象物体 2118 に近接して配置され、磁気抵抗素子 2106a、2106b、2108a、2108b (B1、B2、C1、C2) は、軸 2116 に沿って強磁性対象物体 2118 からより距離を離して配置される。

【0221】

軸 2114、2116 は、図 3~9 の軸 308 と平行であってもよい。

いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b (A1、A2) は、2 個の磁気抵抗素子 2108a、2108b (C1、C2) に対して、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物 2118a の幅 2124 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 2120 を有する。いくつかの実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b (A1、A2) は、2 個の磁気抵抗素子 2108a、2108b (C1、C2) に対して、対象特徴物 2118a の幅 2124 の約 1/2 から約 2 倍の間の間隔 2120 を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 2120 は、例えば、幅 2124 の百分の一のように幅 2124 の半分よりももっと小さく、又は幅 2124 の 2 倍よりも大きい。

30

【0222】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 2120 は、対象特徴物 2118a の幅 2124 と略等しい。

40

同様に、いくつかの実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2106a、2106b (B1、B2) は、2 個の磁気抵抗素子 2110a、2110b (D1、D2) に対して、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物 2118a の幅 2124 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 2122 を有する。いくつかの実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2106a、2106b (B1、B2) は、2 個の磁気抵抗素子 2110a、2110b (D1、D2) に対して、対象特徴物 2118a の幅 2124 の約 1/2 から約 2 倍の間の間隔 2122 を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 2122 は、例えば、幅 2124 の百分の一のように幅 2124 の半分よりももっと小さく、又は幅 2124 の 2 倍よりも大きい。

50

【0223】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 2122 は、対象特徴物 2118a の幅 2124 と略等しい。

いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b (A1、A2) は、2 個の磁気抵抗素子 2106a、2106b (B1、B2) に対して、対象特徴物 2118a の幅 2124 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 2124 を有する。いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b (A1、A2) は、2 個の磁気抵抗素子 2106a、2106b (B1、B2) に対して、対象特徴物 2118a の幅 2124 の約 1/2 から約 2 倍の間の間隔 2124 を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 2124 は、例えば、幅 2124 の百分の一のように幅 2124 の半分よりももっと小さく、又は幅 2124 の 2 倍よりも大きい。10

【0224】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 2124 は、対象特徴物 2118a の幅 2124 と略等しい。

同様に、いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2108a、2108b (C1、C2) は、2 個の磁気抵抗素子 2110a、2110b (D1、D2) に対して、対象特徴物 2118a の幅 2124 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 2126 を有する。いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2108a、2108b (C1、C2) は、2 個の磁気抵抗素子 2110a、2110b (D1、D2) に対して、対象特徴物 2118a の幅 2124 の約 1/2 から約 2 倍の間の間隔 2126 を有する。20 しかしながら、他の実施形態においては、間隔 2126 は、例えば、幅 2124 の百分の一のように幅 2124 の半分よりもっと小さく、又は幅 2124 の 2 倍よりも大きい。

【0225】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 2126 は、対象特徴物 2118a の幅 2124 と略等しい。

動作中において、8 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) は、少なくとも 2 個の出力信号を生成することができる。以下に示され説明される図面は、8 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) が少なくとも 2 個の出力信号を生成し得る様々な方法を表す。30

【0226】

例示として間隔 2120、2122 と等しい幅 2124 を有する対象特徴物 2118a を用いると、対象特徴物 2118a が 8 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) の中央 (すなわちこれらの間) にあるときに、対象特徴物 2118a の中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 2104a、4104b、2106a、2106b (A1、A2、B1、B2)) にも軸 2114、2116 に沿って一方向に向けられた放射磁場がかかり、対象特徴物 2118a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 2108a、2108b、2110a、2110b (C1、C2、D1、D2)) にも反対方向に向けられた放射磁場がかかることが示され得る。40

【0227】

したがって、対象特徴物 2118a が 8 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) の中央にあるときに、対象特徴物 2118a の中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 2104a、2104b、2106a、2106b (A1、A2、B1、B2)) も一方向に抵抗が変化し、対象特徴物 2118a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 2108a、2108b、2110a、2110b) にも反対方向に抵抗が変化し、対象特徴物 2118a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 2108a、2108b、2110a、2110b) にも反対方向に抵抗が変化する。50

、 2 1 1 0 b (C 1、 C 2、 D 1、 D 2)) も反対方向に抵抗が変化する。しかしながら、8個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 0 6 a、 2 1 0 6 b、 2 1 0 8 a、 2 1 0 8 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 B 1、 B 2、 C 1、 C 2、 D 1、 D 2) のこの特定の物理的な配置において、対象特徴物 2 1 1 8 a から離れている 4 個の磁気抵抗素子 2 1 0 6 a、 2 1 0 6 b、 2 1 0 8 a、 2 1 0 8 b (B 1、 B 2、 C 1、 C 2) には、強磁性対象物体 2 1 1 8 が移動すると比較的小さな磁場変動が生じ、比較的小さな抵抗変化が生じることを理解すべきである。

【 0 2 2 8 】

これに対して、対象特徴物 2 1 1 8 a のエッジが 8 個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 0 6 a、 2 1 0 6 b、 2 1 0 8 a、 2 1 0 8 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 B 1、 B 2、 C 1、 C 2、 D 1、 D 2) の中央 (すなわちこれらの間) にあるときには、4 個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 D 1、 D 2) に軸 2 1 1 4 に沿って同じ方向に向けられた放射磁場がかかることが示され得る。したがって、4 個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 D 1、 D 2) の抵抗は同じ方向に変化する。

【 0 2 2 9 】

同時に、対象特徴物 2 1 1 8 a のエッジが中央にあるときには、4 個の磁気抵抗素子 2 1 0 6 a、 2 1 0 6 b、 2 1 0 8 a、 2 1 0 8 b (B 1、 B 2、 C 1、 C 2) に軸 2 1 1 6 に沿って同じ方向に向けられた放射磁場がかかるが、4 個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 D 1、 D 2) にかかる放射磁場の方向とは反対である。したがって、4 個の磁気抵抗素子 2 1 0 6 a、 2 1 0 6 b、 2 1 0 8 a、 2 1 0 8 b (B 1、 B 2、 C 1、 C 2) の抵抗は、同じ方向に変化するが、4 個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 D 1、 D 2) の抵抗変化とは反対である。しかしながら、上記の通り、2 個の磁気抵抗素子 1 4 0 6、 1 4 0 8 (B、 C) の抵抗変化はたとえあったとしても小さい。

【 0 2 3 0 】

対象特徴物 2 1 1 8 a の幅 2 1 2 4 に対する間隔 2 1 2 0、 2 1 2 2 及び 2 1 2 4、 2 1 2 6 の特定の例が上記に記載されたが、他の相対寸法において、8 個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 0 6 a、 2 1 0 6 b、 2 1 0 8 a、 2 1 0 8 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 B 1、 B 2、 C 1、 C 2、 D 1、 D 2) における磁場は正確に上記の通りになるわけではなく、いくつかの抵抗変化は他の方向にも生じ得ることを理解すべきである。しかしながら、特徴信号及びエッジ信号の両方を実現するために以下の図面に示された等式をどのように修正するかは明らかになるはずである。

【 0 2 3 1 】

図 3 の磁石 3 3 2 のような磁石は図示されないが、いくつかの実施形態において、磁場センサ 2 1 0 0 は磁石を備え得ることが理解される。

図 2 2 を参照すると、図 2 1 と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、磁場センサ 2 2 0 0 は、面 2 2 0 2 a を有する基板 2 2 0 2 を備えることができ、面 2 2 0 2 a は、基板 2 2 0 2 の 2 個の平行な主面のうちの一方である。

【 0 2 3 2 】

8 個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 0 6 a、 2 1 0 6 b、 2 1 0 8 a、 2 1 0 8 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 B 1、 B 2、 C 1、 C 2、 D 1、 D 2) は、軸 2 2 1 4 に沿って面 2 2 0 2 a 上に配置され得る。8 個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 0 6 a、 2 1 0 6 b、 2 1 0 8 a、 2 1 0 8 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 B 1、 B 2、 C 1、 C 2、 D 1、 D 2) は、基板 2 2 0 2 の面 2 2 0 2 a 上又は面 2 2 0 2 a 内に配置された電子回路 2 1 1 2 の一部であるか又は電子回路 2 1 1 2 に結合され得る。8 個の磁気抵抗素子 2 1 0 4 a、 2 1 0 4 b、 2 1 0 6 a、 2 1 0 6 b、 2 1 0 8 a、 2 1 0 8 b、 2 1 1 0 a、 2 1 1 0 b (A 1、 A 2、 B 1、 B 2、 C 1、 C 2、 D 1、 D 2) は、図 3 ~ 9 の磁場検知素子 3 0 4 と同一又は同様であり得る。軸 2 2 1 4 は、図 3 ~ 9 の軸 3 0 8 と同一又は同様であり得る。

10

20

30

40

50

【0233】

8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)の最大応答軸は、軸2214に沿って同じ方向に軸2214と平行であり得る。磁場の角度は図10と合わせて上記で議論された。上記に記載の通り、「放射磁場」という用語は、軸2214上の磁場の幾何放射を説明するために使用される。

【0234】

磁場センサ2200は、強磁性対象物体2118の動きに応答する。

いくつかの実施形態において、8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)は、軸2214に沿って強磁性対象物体2118に近接して配置される。

【0235】

磁場センサ2200は、図3～5の磁場センサ300、図6の磁場センサ600、及び図7～9の磁場センサ700と同一又は同様であってもよい。しかしながら、磁場センサ1500は、上記の図5及び図9と合わせて説明された回転位置では図示されない。それにもかかわらず、磁場センサ2200は、同様にページの内側又は外側に回転することができる。

【0236】

図21と合わせて上記で説明したように、8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)は、図3～9の磁場検知素子304と同一又は同様であり得る。

【0237】

また、図21と合わせて上記で説明したように、強磁性対象物体2118は、図3～6のギア322又は図7～9のリング磁石702と同一又は同様であり得る。

軸2214は、図3～9の軸308と平行であってもよい。

【0238】

いくつかの実施形態において、2個の磁気抵抗素子2104a、2104b(A1、A2)は、2個の磁気抵抗素子2108a、2108b(C1、C2)に対して、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物2118aの幅2124の約1/2から約1.5倍の間の間隔2220を有する。いくつかの実施形態において、2個の磁気抵抗素子2104a、2104b(A1、A2)は、2個の磁気抵抗素子2108a、2108b(C1、C2)に対して、対象特徴物2118aの幅2124の約1/2から約2倍の間の間隔2220を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔2220は、例えば、幅2124の百分の一のよう幅2124の半分よりももっと小さく、又は幅2124の2倍よりも大きい。

【0239】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔2220は、対象特徴物2118aの幅2124と略等しい。

同様に、いくつかの実施形態において、2個の磁気抵抗素子2106a、2106b(B1、B2)は、2個の磁気抵抗素子2110a、2110b(D1、D2)に対して、例えば強磁性ギアのギア歯又は強磁性リング磁石の磁区などの対象特徴物2118aの幅2124の約1/2から約1.5倍の間の間隔2222を有する。いくつかの実施形態において、2個の磁気抵抗素子2106a、2106b(B1、B2)は、2個の磁気抵抗素子2110a、2110b(D1、D2)に対して、対象特徴物2118aの幅2124の約1/2から約2倍の間の間隔2222を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔2221は、例えば、幅2124の百分の一のよう幅2124の半分よりももっと小さく、又は幅2124の2倍よりも大きい。

【0240】

10

20

30

40

50

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 2222 は、対象特徴物 2118 a の幅 2124 と略等しい。

いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2104 a、2104 b (A1、A2) は、2 個の磁気抵抗素子 2106 a、2106 b (B1、B2) に対して、対象特徴物 2118 a の幅 2124 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 2224 を有する。いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2104 a、2104 b (A1、A2) は、2 個の磁気抵抗素子 2106 a、2106 b (B1、B2) に対して、対象特徴物 2118 a の幅 2124 の約 1/2 から約 2 倍の間の間隔 2224 を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 2224 は、例えば、幅 2124 の百分の一のよう 10 に幅 2124 の半分よりももっと小さく、又は幅 2124 の 2 倍よりも大きい。

【0241】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 2224 は、対象特徴物 2118 a の幅 2124 と略等しい。

同様に、いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2108 a、2108 b (C1、C2) は、2 個の磁気抵抗素子 2110 a、2110 b (D1、D2) に対して、対象特徴物 2118 a の幅 2124 の約 1/2 から約 1.5 倍の間の間隔 2226 を有する。いくつかの他の実施形態において、2 個の磁気抵抗素子 2108 a、2108 b (C1、C2) は、2 個の磁気抵抗素子 2110 a、2110 b (D1、D2) に対して、対象特徴物 2118 a の幅 2124 の約 2 倍の間の間隔 2226 を有する。しかしながら、他の実施形態においては、間隔 2226 は、例えば、幅 2124 の百分の一のよう 20 に幅 2124 の半分よりもっと小さく、又は幅 2124 の 2 倍よりも大きい。

【0242】

以下の例で用いられるいくつかの実施形態において、間隔 2226 は、対象特徴物 2118 a の幅 2124 と略等しい。

動作中において、8 個の磁気抵抗素子 2104 a、2104 b、2106 a、2106 b、2108 a、2108 b、2110 a、2110 b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) は、少なくとも 2 個の出力信号を生成することができる。以下に示され説明される図面は、8 個の磁気抵抗素子 2104 a、2104 b、2106 a、2106 b、2108 a、2108 b、2110 a、2110 b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) が少なくとも 2 個の出力信号を生成し得る様々な方法を表す。 30

【0243】

例示として間隔 2220、2222 と等しい幅 2124 を有する対象特徴物 2118 a a を用いると、対象特徴物 2118 a が 8 個の磁気抵抗素子 2104 a、2104 b、2106 a、2106 b、2108 a、2108 b、2110 a、2110 b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) の中央 (すなわちこれらの間) にあるときに、対象特徴物 2118 a の中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 2104 a、4104 b、2106 a、2106 b (A1、A2、B1、B2)) にも軸 2114 に沿って一方向に向けられた放射磁場がかかり、対象特徴物 2118 a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 2108 a、2108 b、2110 a、2110 b (C1、C2、D1、D2)) にも反対方向に向けられた放射磁場がかかることが示され得る。 40

【0244】

したがって、対象特徴物 2118 a が 8 個の磁気抵抗素子 2104 a、2104 b、2106 a、2106 b、2108 a、2108 b、2110 a、2110 b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) の中央にあるときに、対象特徴物 2118 a の中央の片側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 2104 a、2104 b、2106 a、2106 b (A1、A2、B1、B2)) も一方向に抵抗が変化し、対象特徴物 2118 a の中央の反対側上のいかなる磁気抵抗素子 (例えば 2108 a、2108 b、2110 a、2110 b (C1、C2、D1、D2)) も反対方向に抵抗が変化する。

【0245】

これに対して、対象特徴物 2118 a のエッジが 8 個の磁気抵抗素子 2104 a、21

04b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) の中央 (すなわちこれらの間) にあるときには、4個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2110a、2110b (A1、A2、D1、D2) に軸 2114 に沿って同じ方向に向けられた放射磁場がかかることが示され得る。したがって、4個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2110a、2110b (A1、A2、D1、D2) の抵抗は同じ方向に変化する。

【0246】

同時に、対象特徴物 2118a のエッジが中央にあるときには、4個の磁気抵抗素子 2106a、2106b、2108a、2108b (B1、B2、C1、C2) に軸 2116 に沿って同じ方向に向けられた放射磁場がかかるが、4個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2110a、2110b (A1、A2、D1、D2) にかかる放射磁場の方向とは反対である。したがって、4個の磁気抵抗素子 2106a、2106b、2108a、2108b (B1、B2、C1、C2) の抵抗は、同じ方向に変化するが、4個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2110a、2110b (A1、A2、D1、D2) の抵抗変化とは反対である。

【0247】

対象特徴物 2118a の幅 2124 に対する間隔 2220、2222 及び 2224、2226 の特定の例が上記に記載されたが、他の相対寸法において、8個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) における磁場は正確に上記の通りになるわけではなく、いくつかの抵抗変化は他の方向にも生じ得ることを理解すべきである。しかしながら、特徴信号及びエッジ信号の両方を実現するために以下の図面に示された等式をどのように修正するかは明らかになるはずである。

【0248】

図 3 の磁石 332 のような磁石は図示されないが、いくつかの実施形態において、磁場センサ 2200 は磁石を備え得ることが理解される。

図 23 ~ 26 を参照すると、図 21、22 の 8 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) の 4 種類の異なる配置が示される。それぞれの配置において、8 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) は、2 個の異なるブリッジ回路内に結合される。ブリッジから信号 V1、V2 を 2 個の別々の信号として扱う上記のブリッジとは異なり、図 23 ~ 26においては、信号 V1、V2 は、差動信号として扱われ、信号 V1、V2 の任意の和又は差は差動信号として扱われる。

【0249】

差動信号 V1、V2 の極性はプラス及びマイナスシンボルで示される。プラス及びマイナスシンボルの反転は、図面に示された等式の変更という結果をもたらす。

図 23 を参照すると、図 21、22 と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、8 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) は、ブリッジ配置 2300a、2300b 内に結合される。

【0250】

ブリッジ 2300a は、電圧源 2302a によって電源を供給され、ブリッジ 2300b は、電圧源 2302b によって電源を供給され得る。2 個の差動出力信号 2304a、2306a = V1、2304a、2306b = V2 が生じる。以下、明確にするために符号 V1 及び V2 が用いられる。

【0251】

2 個の出力信号 V1、V2 は、2 個の差動信号 V1、V2 として扱われる。

2 個の差動信号 V1、V2 の処理は、以下の図 27 と合わせて詳細に説明される。しか

10

20

30

40

50

しながら、ここでは、この配置において、図21、22の対象特徴物2118aが8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)の中央にあるときに、2個の信号V1、V2の和V1+V2が(正又は負の)最大の瞬時値をとるというだけで十分である。したがって、和V1+V2は、特徴信号を提供する。

【0252】

これに対して、対象特徴物2118aのエッジが8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)の中央(すなわちこれらの間)にあるときに、2個の出力信号V1、V2の差V1-V2は、(正又は負の)最大の瞬時値をとる。

10

【0253】

2個のブリッジ2300a、2300bとともに2個の信号V1、V2の和V1+V2及び2個の信号V1、V2の差V1-V2の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、2個のブリッジ2300a、2300bを用いる磁場センサは、真のパワーオン状態(TPOS)機能を備えて動作することが可能となる。

【0254】

2個のブリッジ2300a、2300bを用いる磁場センサは、図21、22の配置によく適している。

20

図24を参照すると、図21、22と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)は、ブリッジ配置2400a、2400b内に結合される。

【0255】

ブリッジ2400aは、電圧源2402aによって電源を供給され、ブリッジ2400bは、電圧源2402bによって電源を供給され得る。2個の差動出力信号2404a、2406a=V1、2406a、2406b=V2が生じる。以下、明確にするために符号V1及びV2が用いられる。

【0256】

30

2個の出力信号V1、V2は、2個の差動信号V1、V2として扱われる。

2個の差動信号V1、V2の処理は、以下の図27と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図21、22の対象特徴物2118aが8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)の中央にあるときに、2個の信号V1、V2の和V1+V2が(正又は負の)最大の瞬時値をとるというだけで十分である。したがって、和V1+V2は、特徴信号を提供する。

【0257】

これに対して、対象特徴物2118aのエッジが8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)の中央(すなわちこれらの間)にあるときに、2個の出力信号V1、V2の差V1-V2は、(正又は負の)最大の瞬時値をとる。間隔2120、2122が間隔2124と等しいときに最大信号が得られ得る。

40

【0258】

2個のブリッジ2400a、2400bとともに2個の信号V1、V2の和V1+V2及び2個の信号V1、V2の差V1-V2の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、2個のブリッジ2400a、2400bを用いる磁場センサは、真のパワーオン状態(TPOS)機能を備えて動作することが可能となる。

【0259】

50

2個のブリッジ2400a、2400bを用いる磁場センサは、図21、22の配置によく適している。

図25を参照すると、図21、22と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)は、ブリッジ配置2500a、2500b内に結合される。

【0260】

ブリッジ2500aは、電圧源2502aによって電源を供給され、ブリッジ2500bは、電圧源2502bによって電源を供給され得る。2個の差動出力信号2504a、2506a = V1、2506b = V2が生じる。以下、明確にするために符号V1及びV2が用いられる。

【0261】

2個の出力信号V1、V2は、2個の差動信号V1、V2として扱われる。

2個の差動信号V1、V2の処理は、以下の図27と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図21、22の対象特徴物2118aが8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)の中央にあるときに、2個の信号V1、V2の和V1 + V2が(正又は負の)最大の瞬時値をとるというだけで十分である。したがって、和V1 + V2は、特徴信号を提供する。

【0262】

これに対して、対象特徴物2118aのエッジが8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)の中央(すなわちこれらの間)にあるときに、2個の出力信号V1、V2の差V1 - V2は、(正又は負の)最大の瞬時値をとる。

【0263】

2個のブリッジ2500a、2500bとともに2個の信号V1、V2の和V1 + V2及び2個の信号V1、V2の差V1 - V2の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、2個のブリッジ2500a、2500bを用いる磁場センサは、真のパワーオン状態(TPOS)機能を備えて動作することが可能となる。

【0264】

2個のブリッジ2600a、2600bを用いる磁場センサは、図21の配置に最も適しているが、図22の配置でも機能することができる。

図26を参照すると、図21、22と同様の要素が同様の参照符号とともに示され、8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)は、ブリッジ配置2600a、2600b内に結合される。

【0265】

ブリッジ2600aは、電圧源2602aによって電源を供給され、ブリッジ2600bは、電圧源2602bによって電源を供給され得る。2個の差動出力信号2604a、2606a = V1、2306a、2306b = V2が生じる。以下、明確にするために符号V1及びV2が用いられる。

【0266】

2個の出力信号V1、V2は、2個の差動信号V1、V2として扱われる。

2個の差動信号V1、V2の処理は、以下の図27と合わせて詳細に説明される。しかしながら、ここでは、この配置において、図21、22の対象特徴物2118aが8個の磁気抵抗素子2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b(A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2)の中央にあるときに、2個の信号V1、V2の和V1 + V2が(正又は負の)最大の瞬時値を

10

20

30

40

50

とるというだけで十分である。したがって、和 $V_1 + V_2$ は、特徴信号を提供する。

【0267】

これに対して、対象特徴物 2118a のエッジが 8 個の磁気抵抗素子 2104a、2104b、2106a、2106b、2108a、2108b、2110a、2110b (A1、A2、B1、B2、C1、C2、D1、D2) の中央 (すなわちこれらの間) にあるときに、2 個の出力信号 V_1 、 V_2 の差 $V_1 - V_2$ は、(正又は負の) 最大の瞬時値をとる。

【0268】

2 個のブリッジ 2600a、2600b とともに 2 個の信号 V_1 、 V_2 の和 $V_1 + V_2$ 及び 2 個の信号 V_1 、 V_2 の差 $V_1 - V_2$ の両方を用いる磁場センサは、それぞれ歯検出器及びエッジ検出器の両方として動作することができる。いくつかの実施形態において、歯検出器の性能により、2 個のブリッジ 2600a、2600b を用いる磁場センサは、真のパワーオン状態 (TPOS) 機能を備えて動作することが可能となる。

10

【0269】

2 個のブリッジ 2600a、2600b を用いる磁場センサは、図 21 の配置に最も適しているが、図 22 の配置でも機能することができる。

図 23 ~ 26 において様々な 2 個のブリッジ配置が示されたが、特徴信号及びエッジ信号を生成するために用いられ得る他の同様のブリッジ配置もあり得る。

【0270】

図 27 を参照すると、例示の磁場センサ 2700 は、図 3 ~ 9 の電子回路 314、図 10 の電子回路 1006、図 14、15 の電子回路 1412、及び図 21、22 の電子回路 2122 と同一又は同様であり得る電子回路 2701 を備え得る。電子回路 2700 は、図 10 ~ 26 と合わせて上記で説明した磁気抵抗素子と同一又は同様であり得る磁気抵抗素子 2702 に結合され得る。上記の通り、図 10 ~ 26 の磁気抵抗素子は、シングルエンド又は差動信号であり得る 2 個の信号 $V_1 = 2704$ 、 $V_2 = 2706$ を生成する。

20

【0271】

第 1 のチャネルにおいて、合成回路 2708 は、2 個の信号 2704、2706 (V_1 、 V_2) を受信するために結合され、差動特徴信号 2708a、2708b を生成するように構成される。差動特徴信号 2708、2708 は、強磁性対象物体特徴物が近接していることを示す特徴信号である。特徴信号は、図 10 ~ 26 と合わせて上記で説明される。差動特徴信号 2708a、2708b が図示されるが、特徴信号は、シングルエンドであってもよい。

30

【0272】

磁気抵抗素子 2702 の配置に依存して、第 1 の合成回路 2708 は、和回路又は差回路であってもよい。第 1 の合成回路 2708 の種類は、図 10 ~ 26 で用いられた用語体系から明らかになるはずである。

【0273】

アナログデジタル変換器 (ADC) 2710 は、差動合成信号 2708a、2708b を受信するために結合され、変換信号を生成するように構成される。

デジタルローパスフィルタ 2712 は、変換信号を受信するために結合され、ローパスフィルタ信号を生成するように構成される。例えばデジタルノッチフィルタなどの他のデジタルフィルタ 2714 は、ローパスフィルタ信号を受信するために結合され、ノッチフィルタ信号 2714a を生成するように構成され得る。しかしながら、いくつかの他の実施形態においては、デジタルフィルタ 2714 は、デジタルローパスフィルタであってもよい。

40

【0274】

第 2 のチャネルにおいて、第 2 の合成回路 2718 は、2 個の信号 2704、2706 (V_1 、 V_2) を受信するために結合され、差動エッジ信号 2718a、2718b を生成するように構成される。差動エッジ信号 2718a、2718b は、強磁性対象物体特徴物のエッジが近接していることを示すエッジ信号である。特徴信号は、図 10 ~ 26 と

50

合わせて上記で説明される。差動エッジ信号 2718a、2718b が図示されるが、エッジ信号は、シングルエンドであってもよい。

【0275】

磁気抵抗素子 2702 の配置に依存して、第 2 の合成回路 2718 は、和回路又は差回路であってもよい。第 2 の合成回路 2718 の種類は、図 10 ~ 26 で用いられた用語体系から明らかになるはずである。

【0276】

アナログデジタル変換器 (ADC) 2720 は、差動合成信号 2718a、2718b を受信するために結合され、変換信号を生成するように構成される。

デジタルローパスフィルタ 2722 は、変換信号を受信するために結合され、ローパスフィルタ信号を生成するように構成される。例えばデジタルノッチフィルタなどの他のデジタルフィルタ 2724 は、ローパスフィルタ信号を受信するために結合され、ノッチフィルタ信号 2724a を生成するように構成され得る。

【0277】

速度、方向、振動プロセッサ 2716 は、ノッチフィルタ信号 2714a 及びノッチフィルタ信号 2724a を生成するために結合される。速度、方向、振動プロセッサは、磁気抵抗素子 2702 が近接している強磁性対象物体の動きの速度、強磁性対象物体の動きの方向、及び、いくつかの実施形態においては強磁性対象物体の振動、を表す信号 2716a を生成するように構成される。速度及び方向の検出は、図 28 と合わせて以下で説明される。

【0278】

速度及び方向処理は、さらに図 28 と合わせて説明される。振動処理は、例えば 2010 年 8 月 10 日発行の米国特許第 7,772,838 号、2013 年 5 月 28 日発行の米国特許第 8,450,996 号、又は 2007 年 8 月 7 日発行の米国特許第 7,253,614 号に記述され、これらの特許は本出願の譲受人に譲渡され、記載内容の全体が本明細書に援用される。

【0279】

電子回路はまた、磁場センサ 2700 の 1 又は複数の自己テストを実施するように構成され自己テスト結果を表す自己テスト信号 2719a を生成するように構成される組み込み自己テスト (BIST) モジュール 2179 を備えてもよい。自己テスト結果は、信号 2716a が強磁性対象物体の動きの速度、強磁性対象物体の動きの方向、又は自己テスト結果の少なくとも 1 つを表すように、信号 2716a に組み込まれ得る。この目標を達成するために、速度、方向、振動プロセッサ 2716 は、信号 2716a をフォーマット信号として提供するように構成される出力フォーマットモジュール 2717 を備えるか、又は出力フォーマットモジュール 2717 に結合され得る。フォーマット信号は、2006 年 4 月 11 日発行の米国特許第 7,026,808 号又は上記の特許及び特許出願のいずれかに記載された種類の信号であり得、これらの特許は本出願の譲受人に譲渡され、記載内容の全体が本明細書に援用される。

【0280】

いくつかの実施形態において、信号 2716a は、電子回路 2701 からの出力信号として提供される。しかしながら、図示された例では、電子回路 2701 は、「2 線配置」と呼ばれる 2 個の結合ノード、信号 / 電源ノード 2701a、及びグラウンドノード 2701b のみを有する。

【0281】

2 線配置において、出力電流生成器 2728 は、信号 2716a を受信するために結合され、ターミナル 2728a と 2728b との間を流れる電流信号を生成するように構成される。同時に、出力電流生成器 2728 は、電子回路 2701 の外部に配置された電源 (Vcc) 2738 から電圧信号を受信するために結合される。結果信号 2738 は、電圧供給信号及び電流信号の両方であり、本明細書において電圧 / 電流信号 2738a として参照される。電圧 / 電流信号 2738a から電流信号をどのように取り出すかは明らか

10

20

30

40

50

である。

【0282】

電圧調節器 2740 は、電圧 / 電流信号 2738a を受信するために結合され、電子回路 2701 を介して分配される調節電圧 2740a を生成するように構成される。

電子回路 2701 は、信号 2726a として速度、方向、振動プロセッサ 2716 へ供給する設定値を保持するように構成される電気的消去再書き込み可能な読み出し専用メモリ (EEPROM) 2726 を備えることができる。EEPROM 2726 に記憶された値は、これらに限られないが、静的又は計算された閾値 (例えば図 28 の 2810a、2810b、2812a、2812b 参照)、アクションが行われたときに決定され得るピークの回数及び谷の値、及び POSCOMP 信号 (図 28 の 2806、2808 参照) の遷移に関連するエッジカウント値、及び / 又は以下で説明されるピーク間の値を特定するために用いられる上記のエッジ及び特徴信号の信号値、を含み得る。いくつかの実施形態において、EEPROM 2726 は、上記のエッジ信号又は上記の特徴信号のどちらが信号 2716a において出力パルスのためにタイミングマーカを提供するのに使用されるかを表す値も記憶し得る。出力パルスは、図 28 と合わせて以下により詳細に説明される。

【0283】

出力電流生成器 2728 は、電界効果トランジスタ (FET) 2730 を備え得る。

2 個のツエナーダイオード 2734、2736 は、出力電流生成器 2728 をまたいで直列に結合され、静電 (ESD) 保護を提供する。

【0284】

いくつかの実施形態において、電子回路は、例えば合成回路 2798、2718 の利得などの電子回路の特性を制御するために温度補償制御信号 2721a、2723a を提供するように構成された温度補償モジュール 2721、2723 を備え得る。

【0285】

図 28 を参照すると、グラフ 2800 は、任意単位の時間単位又は任意単位の強磁性対象物体の動きの位置単位のスケールの水平軸を有する。グラフ 2800 は、任意単位の電圧単位のスケールの垂直軸を有する。

【0286】

信号 2802 は、回転する強磁性対象物体に近接したときに、上記の図 3 ~ 26 と合わせて説明された任意の磁場センサ、ブリッジ、又は個々の磁気抵抗素子の組み合わせによって生成され得る特徴信号を表す。例えば、信号 2802 は、図 27 の差動特徴信号 2708a、2708b を表す。上記で説明したように、特徴信号は、強磁性対象物体特徴物が上記に示され説明された磁気抵抗素子に近接した (すなわち、磁気抵抗素子の中央にある) ときに、(正又は負の) 最大値をとる。

【0287】

信号 2804 は、回転する強磁性対象物体に近接したときに、上記の図 3 ~ 26 と合わせて説明された任意の磁場センサ、ブリッジ、又は個々の磁気抵抗素子の組み合わせによって生成され得るエッジ信号を表す。例えば、信号 2802 は、図 27 の差動エッジ信号 2718a、2718b を表す。上記で説明したように、エッジ信号は、強磁性対象物体特徴物のエッジが上記に示され説明された磁気抵抗素子に近接した (すなわち、磁気抵抗素子の中央にある) ときに、(正又は負の) 最大値をとる。

【0288】

特徴信号 2802 及びエッジ信号 2804 は、既知の位相差を有し、位相の符号は強磁性対象物体の回転方向によって決定される。特徴物がない箇所の幅と同じ幅の特徴物を有する強磁性対象物体 (例えば、ギアの谷と同じ幅のギア歯、又は S 極と同じ幅の N 極) において、既知の位相関係は 90 度となる。

【0289】

回転方向の変化は、ライン 2814 において発生するように示され、その時刻に、特徴信号 2802 とエッジ信号 2804 (2806、2808 もまた) との間の位相差は反転する。

10

20

30

40

50

【0290】

図27の速度、方向、振動プロセッサ2716が、強磁性対象物体の回転速度を決定するため、特徴信号2802又はエッジ信号2804の一方の周波数又はレートを計算することができるということは明らかである。図27の速度、方向、振動プロセッサ2716が、強磁性対象物体の回転方向を決定するために、特徴信号2802とエッジ信号2804との間の位相差の符号を計算することができるということもまた明らかである。

【0291】

この目的を達成するため、図27の速度、方向、振動プロセッサ2716は、デジタル信号であり得るいわゆるPOSCOMP信号2806、2808を内部で生成することができる。ここで信号として表されるが、図27の磁場センサ2700は、むしろPOSCOMP信号2806、2808として示されるエッジのそれぞれにおいて単にバイナリ状態遷移を生成するだけである。

10

【0292】

信号2806は、信号2802を上閾値2810a、下閾値2810bに対して比較することによって生成され得る。信号2808は、信号2804を上閾値2812a、下閾値2812bに対して比較することによって生成され得る。

【0293】

この目的を達成するために、閾値2810a、2810b、2812a、2812bは、様々な方法で図27の速度、方向、振動プロセッサ2716によって計算され得る。いくつかの実施形態において、閾値2810a、2810bは、信号2802の検出されたピークツーピーク値に従って計算され得る。同様に、閾値2812a、2812bは、信号2804の検出されたピークツーピーク値に従って計算され得る。例えば、いくつかの実施形態において、上閾値は、対応する信号2802又は信号2804のピークツーピーク値の約60%であり、下閾値は、対応する信号2802又は信号2804のピークツーピーク値の約40%であり得る。閾値を生成し得る他の方法は、以下に説明される。

20

【0294】

信号2806、2808が時間2814において方向が変化する強磁性対象物体の回転方向のそれぞれにおいて約90度の位相差を維持することは明らかである。

図27の速度、方向、振動プロセッサ2716によって生成された信号2716aは、速度、方向、ならびに任意で振動、及び/又は自己テスト結果を様々な異なる方法で1つの信号にエンコードすることができる。いくつかの方法は、例えば、2006年4月11日発行の米国特許第7,026,808号、2014年8月10日発行の米国特許第7,772,838号、2014年1月7日発行の米国特許第8,624,588号において説明され、これらの特許は本出願の譲受人に譲渡され、記載内容の全体が本明細書に援用される。他のフォーマットも可能である。

30

【0295】

1つのエンコーディング（例えば、米国特許7,026,808参照）がパルス2816a～2816eによって表され、信号2806の立ち上がりエッジは、強磁性対象物体が時間2814の前に第1の方向に回転するか又は移動したら、例えば45ミリ秒の第1のパルス幅を有するパルス2816a～2816cを生じさせる。時間2814の後、強磁性対象物体が他の方向に回転するか又は移動したら、信号2806の立ち上がりエッジは、例えば90ミリ秒又は180ミリ秒の第2の異なるパルス幅を有するパルス2816d、2816eを生じさせる。

40

【0296】

同じ種類のエンコーディング（例えば、米国特許第7,026,808号参照）の他の異なるタイミングはパルス2818a～2818fによって表され、信号2808の立ち上がりエッジは、強磁性対象物体が時間2814の前に第1の方向に回転するか又は移動したら、例えば45ミリ秒の第1のパルス幅を有するパルス2818a～2818cを生じさせる。時間2814の後、強磁性対象物体が他の方向に回転するか又は移動したら、信号2808の立ち上がりエッジは、例えば90ミリ秒又は180ミリ秒の第2の異なる

50

パルス幅を有するパルス 2 8 1 8 d ~ 2 8 1 8 f を生じさせる。

【 0 2 9 7 】

パルスを整合させるために用いられる信号 2 8 0 6 、 2 8 0 8 の一方を表す値は、図 2 7 の E E P R O M 2 7 2 6 に記憶され得る。いくつかの実施形態において、ユーザは値を選択することができる。しかしながら、他の実施形態において、図 2 7 の磁場センサ 2 7 0 0 は、一方又は他方の信号を使用するよう製造され得る。

【 0 2 9 8 】

図 2 7 の磁場センサ 2 7 0 0 が用いられる用途に応じて、特徴信号 2 8 0 2 のピーク、エッジ信号 2 8 0 4 のピーク、特徴信号 2 8 0 2 のゼロクロス、又はエッジ信号 2 8 0 4 のゼロクロスと整合された例えば 2 8 1 6 a ~ 2 8 1 6 e 、 2 8 1 8 a ~ 2 8 1 6 f (又は他のエンコーディング) のパルスとともに信号 2 7 1 6 a を生成することが望ましいことが理解される。パルスを整合させる信号 2 8 0 6 の遷移又は信号 2 8 0 8 の遷移を用いるか否かの上記に記載した選択又はオプションは、選択された整合を提供するための 1 つの方法である。また、閾値 2 8 1 0 a 、 2 8 1 0 b 、 2 8 1 2 a 、 2 8 1 2 b の選択は、整合に影響し得る。

【 0 2 9 9 】

上記の閾値 2 8 1 0 a 、 2 8 1 0 b 、 2 8 1 2 a 、 2 8 1 2 b は、閾値 (ピークツーピークパーセンテージ) 検出器によって決定された閾値に対応するが、他の実施形態では、閾値が信号 2 8 0 2 、 2 8 0 4 のピーク値に非常に近くなりやすいピーク (ピーク参照) 検出器を用いることができる。上記の通り、閾値の操作は、信号 2 7 1 6 a におけるパルス (又は他のエンコーディング) の整合の操作も招き得る。

【 0 3 0 0 】

閾値検出器のいくつかの種類は、例えば、2 0 0 3 年 2 月 2 5 日発行の米国特許第 6,525,531 号において説明され、ピーク検出器のいくつかの種類は、例えば、2 0 0 8 年 5 月 6 日発行の米国特許第 7,368,904 号及び 2 0 0 4 年 2 月 1 7 日発行の米国特許第 6,693,419 号において説明され、これらの特許は本出願の譲受人に譲渡され、記載内容の全体が本明細書に援用される。

【 0 3 0 1 】

本明細書で引用された全ての参考文献は、記載内容の全体が本明細書に援用される。

本特許の主題である様々なコンセプト、構造、及び技術を提供する好ましい実施形態を説明し、これらのコンセプト、構造、及び技術を組み込む他の実施形態が用いられ得ることが明らかとなった。したがって、特許の範囲を記載された実施形態に限定すべきではなく、むしろ以下の特許請求の精神及び範囲によってのみ限定すべきであることが提言される。

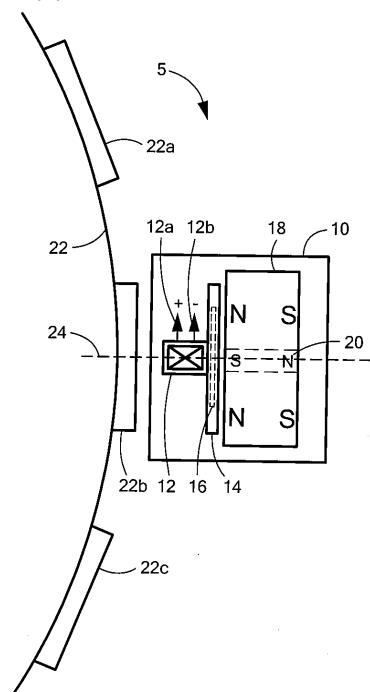
10

20

20

30

【図1】



【図3】

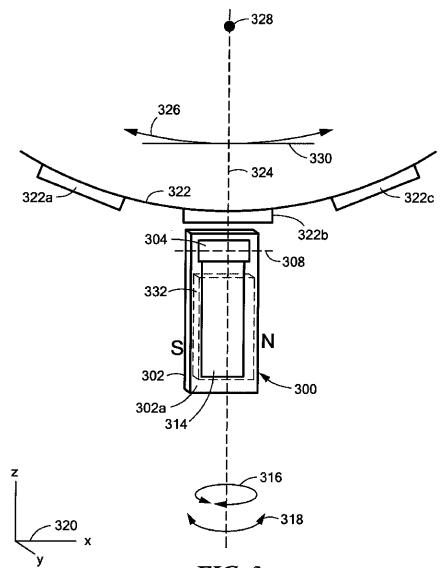


FIG. 3

【図4】

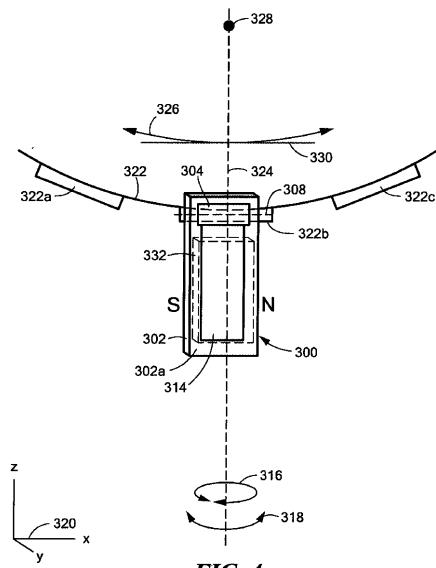


FIG. 4

【図5】

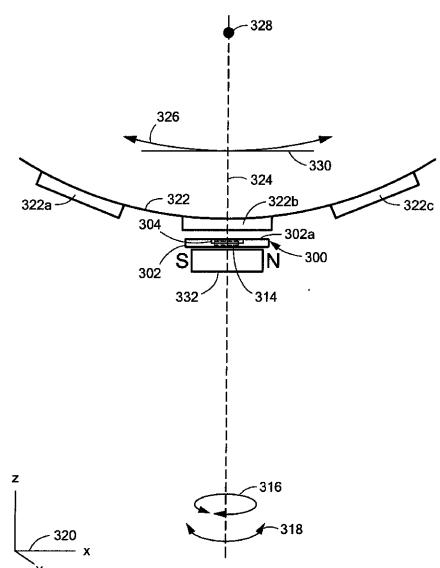


FIG. 5

【図6】

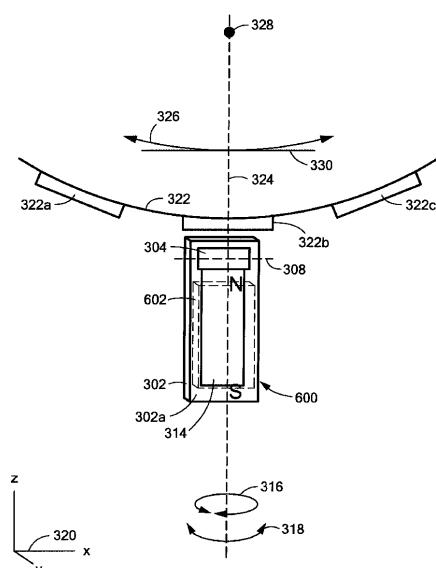


FIG. 6

【図7】

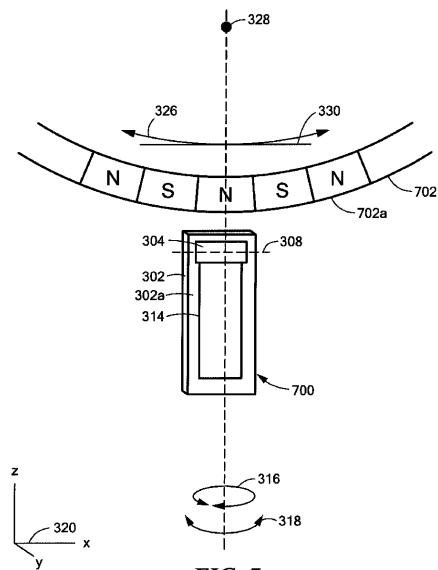


FIG. 7

【図8】

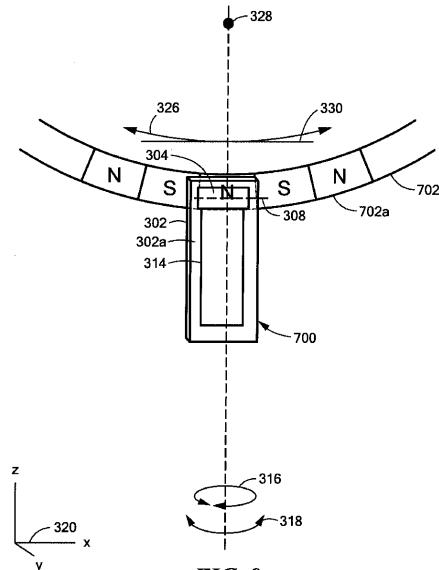


FIG. 8

【図9】

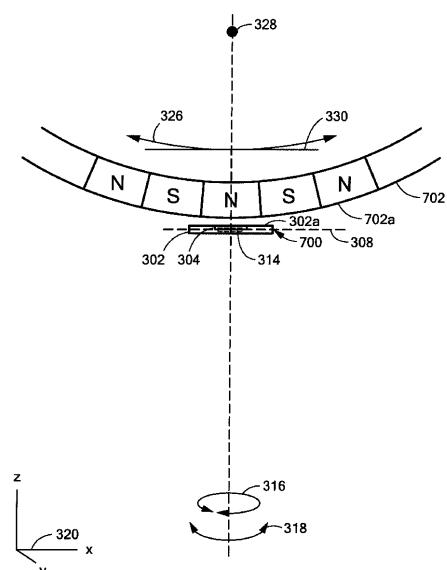


FIG. 9

【図10】

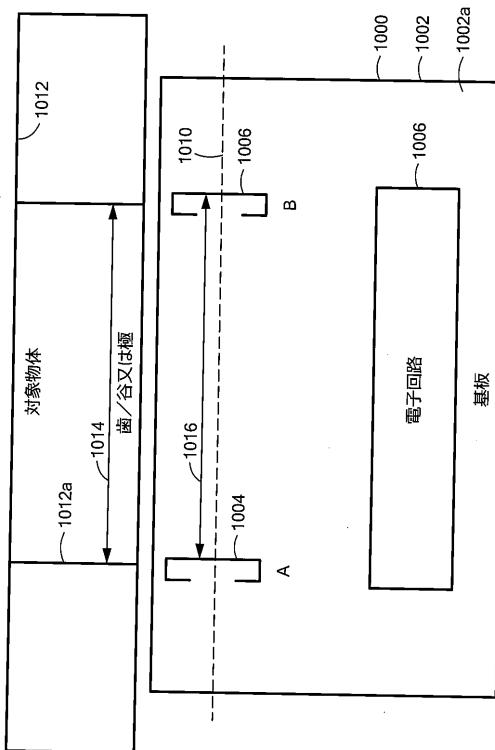


FIG. 10

【図 1 1】

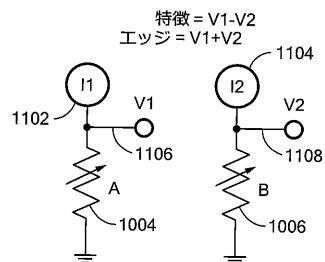


FIG. 11

【図 1 2】

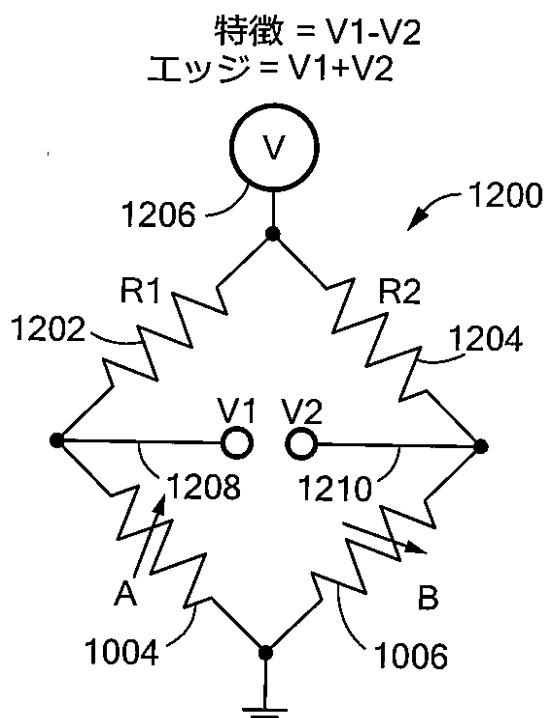


FIG. 12

【図 1 3】

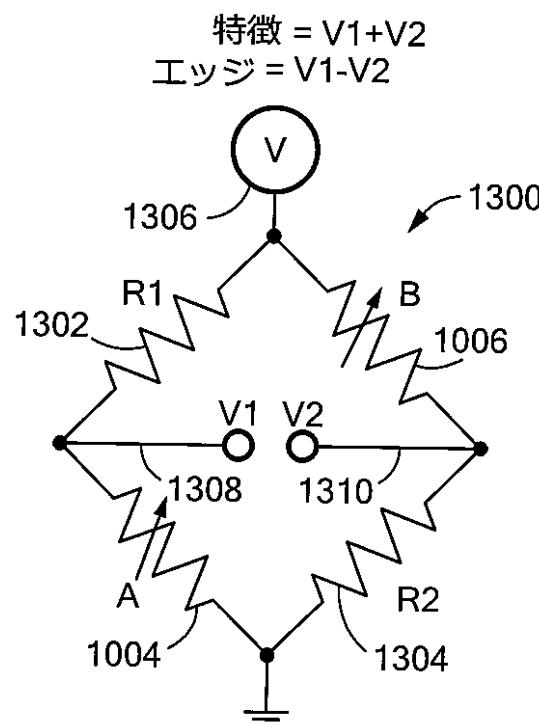


FIG. 13

【図 1 4】

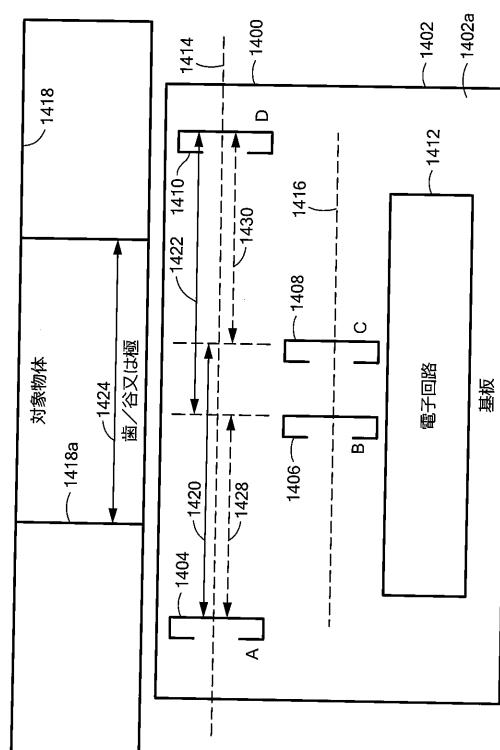


FIG. 14

【図15】

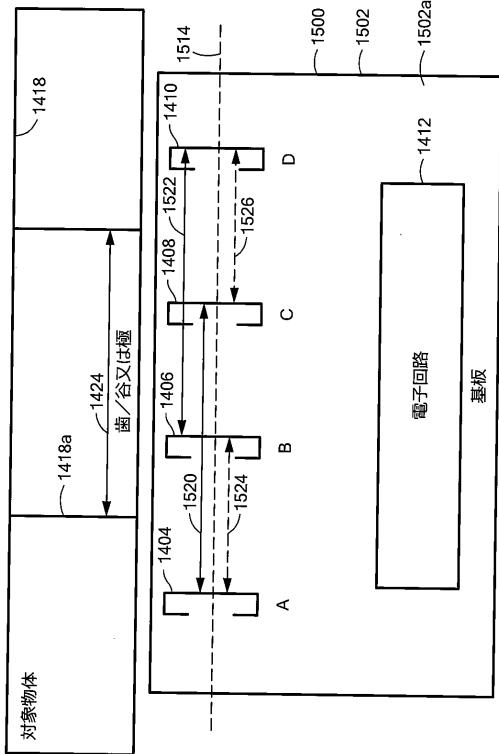


FIG. 15

【図16】

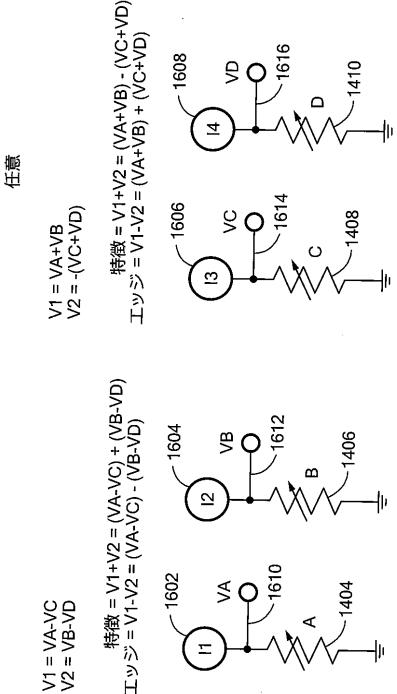


FIG. 16

【 図 1 7 】

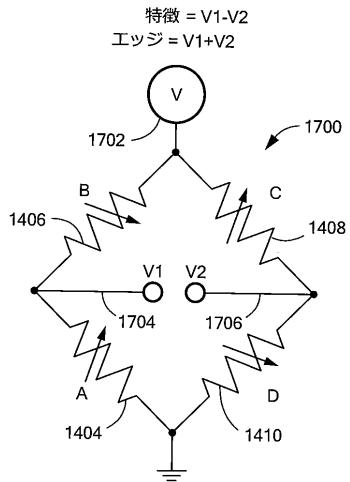


FIG. 17

【図18】

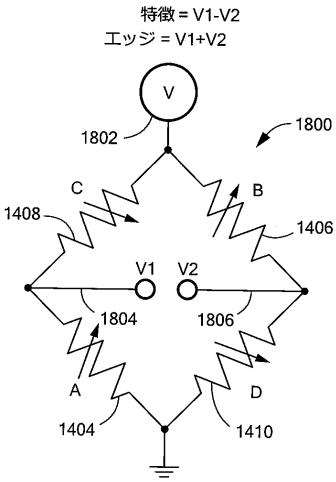


FIG. 18

【図 19】

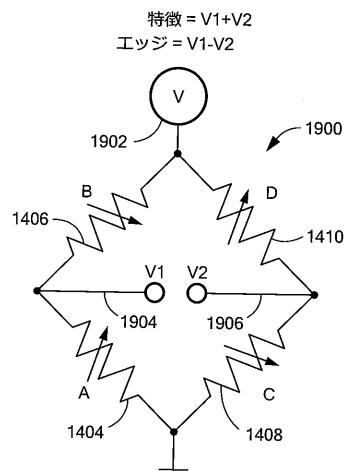


FIG. 19

【図 20】

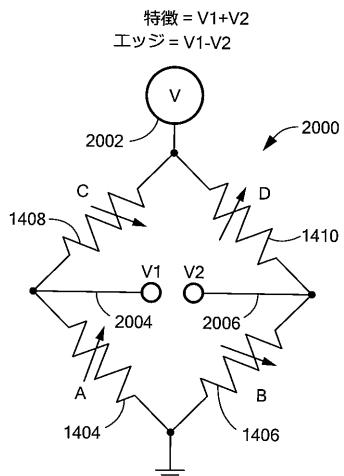


FIG. 20

【図 21】

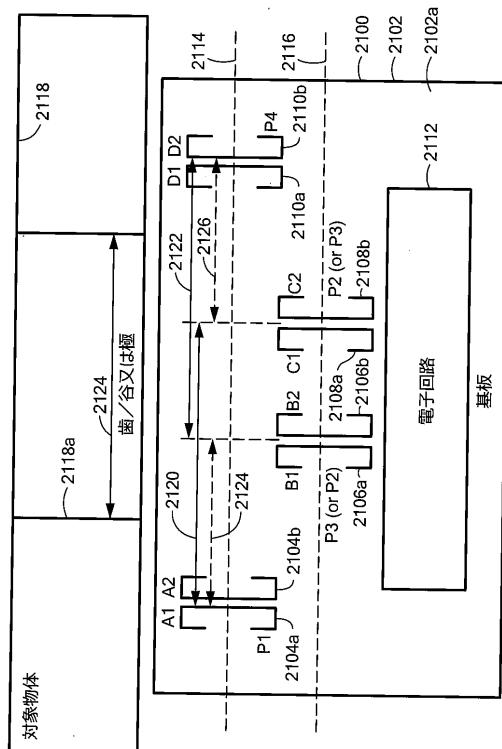


FIG. 21

【図 22】

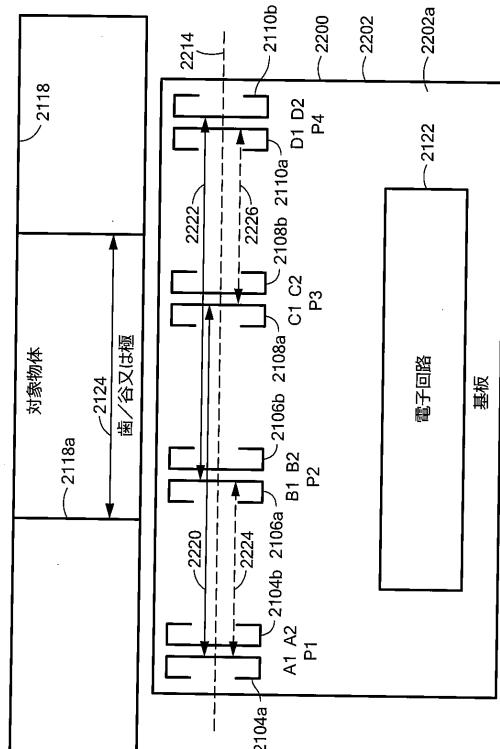


FIG. 22

【図 2 3】

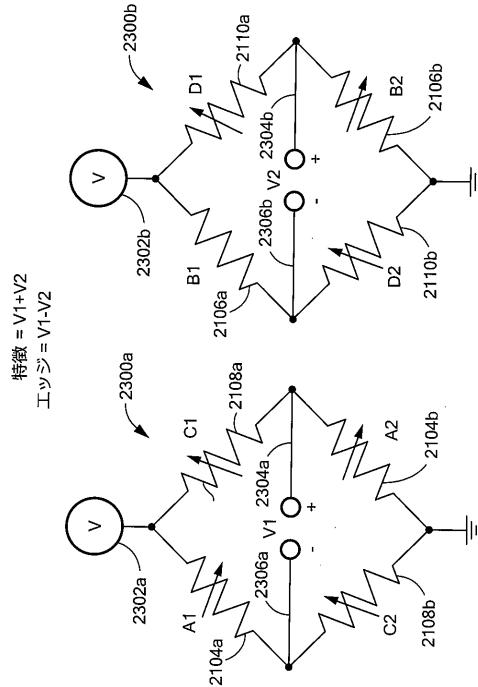


FIG. 23

【図 2 4】

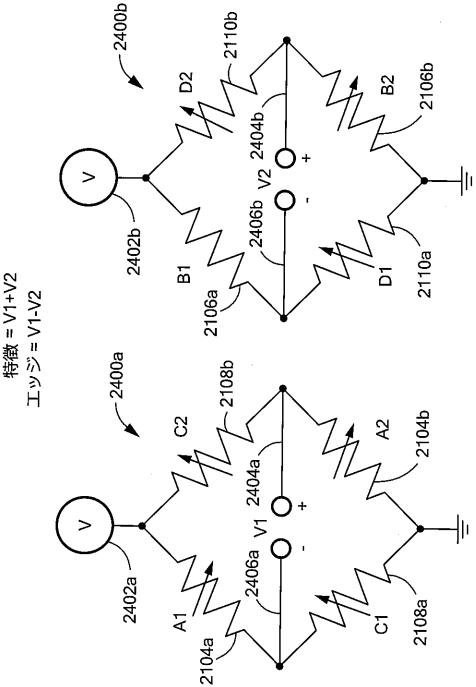


FIG. 24

【図 2 5】

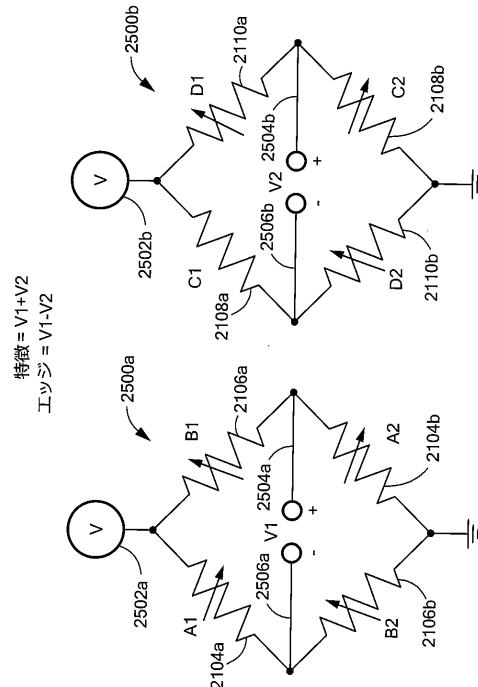


FIG. 25

【図 2 6】

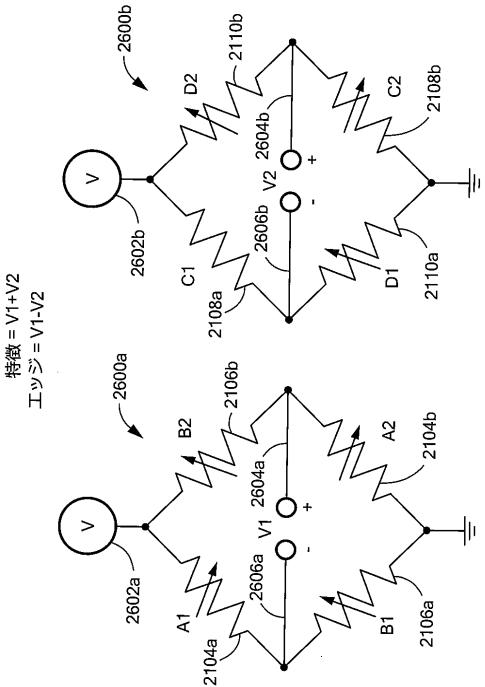


FIG. 26

【図27】

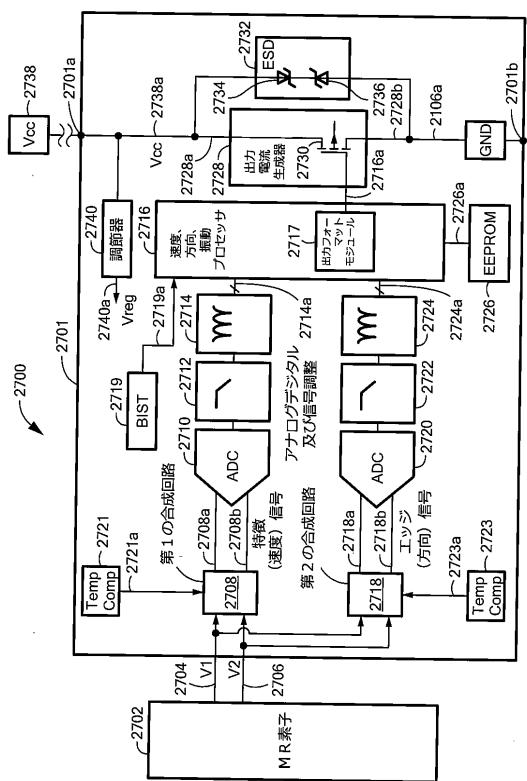


FIG. 27

【図28】

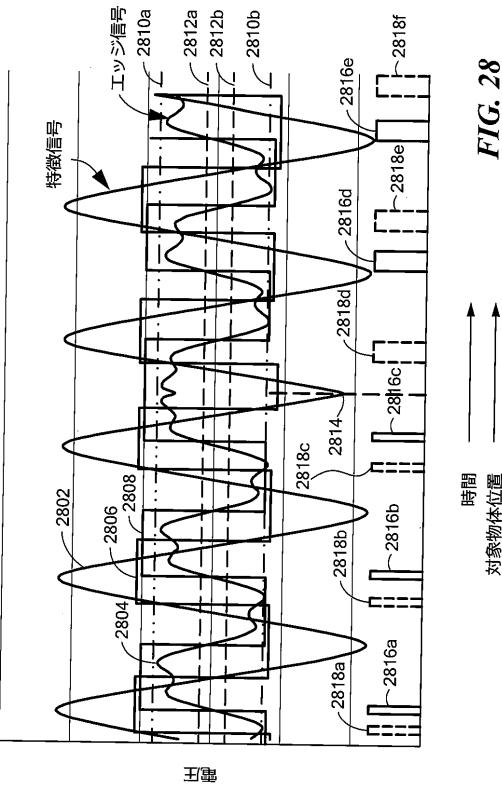


FIG. 28

フロントページの続き

(74)代理人 100147991

弁理士 鳥居 健一

(72)発明者 フォレット, アンドレア

フランス国 74000 アヌシー, リュー・デ・パヴィオン 1

(72)発明者 ピュイラーメット, ヤニック

フランス国 73420 ヴォグラン, シュマン・デ・マセット

(72)発明者 フリードリヒ, アンドレアス・ペ

フランス国 74370 メス-テシー, ルート・デ・グラン・プレ 51

審査官 菅藤 政明

(56)参考文献 特開2009-150732 (JP, A)

米国特許出願公開第2009/0326860 (US, A1)

欧州特許出願公開第0504583 (EP, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 D 5 / 12 - 5 / 252

G 01 B 7 / 30 - 7 / 315