

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4253198号
(P4253198)

(45) 発行日 平成21年4月8日(2009.4.8)

(24) 登録日 平成21年1月30日(2009.1.30)

(51) Int. Cl. F I
G O 1 D 5/20 (2006.01) G O 1 D 5/20 J

請求項の数 24 (全 23 頁)

| | |
|--|---|
| <p>(21) 出願番号 特願2003-47644 (P2003-47644) (22) 出願日 平成15年2月25日 (2003. 2. 25) (65) 公開番号 特開2004-3975 (P2004-3975A) (43) 公開日 平成16年1月8日 (2004. 1. 8) 審査請求日 平成17年12月7日 (2005. 12. 7) (31) 優先権主張番号 10/082, 252 (32) 優先日 平成14年2月26日 (2002. 2. 26) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p> | <p>(73) 特許権者 000137694 株式会社ミットヨ 神奈川県川崎市高津区坂戸一丁目20番1号 (74) 代理人 100092820 弁理士 伊丹 勝 (72) 発明者 ミシェル エム ミルビッチ アメリカ合衆国 ワシントン州 シアトル 1番 アベニュー ノース #338 00 審査官 藤原 伸二</p> |
|--|---|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導電流式位置変換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定軸に沿って相対移動可能に配置された第1および第2の部材を備え、
 前記第1および第2の部材は、前記測定軸と直交する方向に分離された前記測定軸と平行に延びる第1および第2の領域で互いに対向し、

前記第1の部材は、

駆動信号に応答して第1の変化磁束を前記第1の領域に発生する少なくとも1つの磁界発生器と、

前記第1の変化磁束に応答して前記第2の部材の前記第2の領域に発生する誘導電流およびそれに基づく第2の変化磁束の少なくとも一方を検出して前記第1および第2の部材の間の相対位置の関数である出力信号を出力する少なくとも1つの磁束検出器とを備え、

前記磁界発生器と前記磁束検出器の少なくとも一方が、前記測定軸を横切る電流の向きを前記測定軸に沿って交互に反転させるように空間変調された、前記測定軸に沿って延びるワイヤ状導体を備えて構成され、

前記第2の部材は、

前記第1の領域に配置される第1の部分と前記第2の領域に配置される第2の部分とをそれぞれ有する複数の開口が、前記測定軸に沿って形成され、前記磁界発生器の駆動信号および前記第1の変化磁束の少なくとも一方と応答し、且つ前記開口の測定軸を横切る方向に延びるエッジが前記磁界発生器と交差することによって前記複数の開口によって前記

第1および第2の領域での発生パターンが制御された誘導電流を流す少なくとも1つの導

10

20

体路を有する

ことを特徴とする誘導電流式位置変換器。

【請求項 2】

前記開口の前記第 2 の部分は、第 1 の波長で周期的に前記測定軸に沿って配置されている請求項 1 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 3】

前記導体路は、印刷配線基板材上の導体路、金属シート内の導体路、金属ブロック内の導体路および金属ストリップ内の導体路のうちの 1 つである請求項 1 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 4】

前記ワイヤ状導体は、交番極性領域のパターンの境界を形成する請求項 1 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 5】

前記交番極性領域のパターンは、前記第 1 の部材の表面上に、前記測定軸に沿って繰り返し配置されている請求項 4 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 6】

前記第 1 の部材は、印刷回路基板であって、前記磁界発生器および磁束検出器の少なくとも一方は、印刷回路基板処理によって製造されている請求項 1 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 7】

前記磁界発生器へ駆動信号を出力する駆動信号発生器と、
前記磁束検出器からの出力信号を入力し、前記第 2 の部材に対する前記第 1 の部材の位置を決定し、前記第 2 の部材に対する前記第 1 の部材の前記位置を示す位置信号を第 1 レベルの解像度で出力する分析回路と
を更に備える請求項 1 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 8】

前記ワイヤ状導体の配置は、1 つの波長で空間変調されている請求項 1 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 9】

前記複数の開口は、前記波長と等しいピッチで前記測定軸に沿って配列された第 1 の複数の開口を含む請求項 8 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 10】

前記複数の開口は、前記第 1 の複数の開口から前記波長の $1/2$ だけオフセットされ、かつ前記波長と等しいピッチで前記測定軸に沿って配列された第 2 の複数の開口を含み、前記第 1 の複数の開口と前記第 2 の複数の開口は、前記第 2 の領域内で、前記測定軸に沿って交互に配置されている請求項 9 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 11】

前記複数の開口の前記第 1 の部分は、前記測定軸に平行な幅を有し、この幅は、前記複数の開口の前記第 2 の部分の前記測定軸に平行な幅とは異なる請求項 1 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 12】

前記測定軸は、リニアである請求項 1 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 13】

前記測定軸は、円形である請求項 1 記載の誘導電流式位置検出器。

【請求項 14】

所望の測定軸に沿って配列された複数の開口が形成された少なくとも 1 つの導体路を備えたテープスケールと、

このテープスケールに対して前記測定軸に沿って相対移動可能に配置された誘導式リードヘッドと

を備えた誘導電流式位置変換器であって、

10

20

30

40

50

前記テープスケールおよび誘導式リードヘッドは、前記測定軸と直交する方向に分離された前記測定軸と平行に延びる第1および第2の領域で互いに対向し、

前記誘導式リードヘッドの前記第1の領域には、駆動信号に応答して第1の変化磁束を前記第1の領域に発生する少なくとも1つの磁界発生器が配置され、

前記誘導式リードヘッドの前記第2の領域には、前記第1の変化磁束に응答して前記テープスケールの前記第2の領域に発生する誘導電流およびそれに基づく第2の変化磁束の少なくとも一方を検出して前記誘導式リードヘッドの前記テープスケールに対する相対位置の関数である出力信号を出力する少なくとも1つの磁束検出器が配置され、

前記複数の開口のそれぞれは、前記第1の領域に配置される第1の部分と前記第2の領域に配置される第2の部分とを有し、前記各開口は、測定軸を横切る方向に延びるエッジが前記磁界発生器と交差することによって前記磁界発生器の駆動信号および前記第1の変化磁束の少なくとも一方と응答して前記導体路に発生する誘導電流の前記第1および第2の領域での発生パターンを制御する

ものであることを特徴とする誘導電流式位置変換器。

【請求項15】

前記誘導式リードヘッドはさらに、前記テープスケールに対する前記誘導式リードヘッドの前記測定軸に沿った位置を、前記磁束検出器の出力の少なくとも一部に基づいて決定するものであり、

前記出力は、前記第2の領域で検知された誘導電流および第2の変化磁束の少なくとも一方に基づいている請求項14記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項16】

前記開口の前記第2の部分は、第1の波長で周期的に前記測定軸に沿って配置されている請求項14記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項17】

前記開口の各第2の部分は、前記測定軸に平行な前記波長の1/2以下の幅を有し、前記開口の前記第1の部分は、前記測定軸に平行な前記第2の部分の幅以上の幅を有する請求項16記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項18】

前記導体路は、印刷配線基材上の導体路、金属シート材内の導体路、金属ブロック材内の導体路および金属ストリップ材内の導体路の1つである請求項14記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項19】

前記開口は、前記テープスケールに形成された貫通孔であることを特徴とする請求項14記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項20】

前記テープスケールには、前記開口に代えてに凸部が形成されていることを特徴とする請求項14記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項21】

前記開口は、前記テープスケールに形成された凹部であり、前記開口の内部の領域を構成する導体材料は、前記テープスケールの表面からそれに垂直な方向に150 μm以上後方に配置され、前記誘導式リードヘッドから離れている請求項18記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項22】

前記導体路は、リニア路、面内のアーク、面内の円、円筒回りのアーク、円筒回りの円の1つである請求項16記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項23】

前記第1の領域と第2の領域とは、第1の期間と第2の期間とで交互に入れ替わり、

前記誘導式リードヘッドの前記第1の期間で第1および第2の領域となる部分に、第1の磁界発生器および第1の磁束検出器が配置され、前記誘導式リードヘッドの前記第2の期間で第1および第2の領域となる部分に、第2の磁界発生器および第2の磁束検出器が

10

20

30

40

50

それぞれ配置され、

前記第 1 の期間では、前記第 1 の磁界発生器への駆動信号およびこれに基づく第 1 の変化磁束の少なくとも一方によって前記テープスケールに発生した誘導電流およびこれに基づく第 2 の変化磁束の少なくとも一方を前記第 1 の磁束検出器によって検出し、

前記第 2 の期間では、前記第 2 の磁界発生器への駆動信号およびこれに基づく第 1 の変化磁束の少なくとも一方によって前記テープスケールに発生した誘導電流およびこれに基づく第 2 の変化磁束の少なくとも一方を前記第 2 の磁束検出器によって検出する

ことを特徴とする請求項 1 4 記載の誘導電流式位置変換器。

【請求項 2 4】

前記複数の開口の前記第 1 の期間で前記第 1 の領域に含まれる第 1 の部分は、第 1 の周期で前記測定軸に沿って配列され、

前記複数の開口の前記第 1 の期間で前記第 2 の領域に含まれる第 2 の部分は、前記第 1 の周期とは異なる第 2 の周期で前記測定軸に沿って配列され、

前記第 1 の期間に得られる前記第 1 の磁束検出器の出力と、前記第 2 の期間に得られる前記第 2 の磁束検出器の出力とに基づいて、前記テープスケールに対する前記誘導式リードヘッドの絶対的な位置を検出する

ことを特徴とする請求項 2 3 記載の誘導電流式位置変換器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、誘導電流式リニアおよびロータリ位置センサ等の誘導電流式位置変換器に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より種々の誘導電流式位置変換器が知られている。例えば米国特許 5,973,494 号(特許文献 1)には、誘導電流式位置変換器を用いた電子ノギスが開示されている。また、米国特許 6,005,387 号(特許文献 2)には、種々の低オフセット型高精度誘導電流式位置変換器とそれに関連した信号処理技術が開示されている。米国特許 6,329,813 号(特許文献 3)と米国特許出願 09/421,497 号(特許文献 4)には、種々の低オフセット型高精度誘導電流式絶対位置変換器とそれに関連した信号処理技術が開示されている。米国特許 RE037490 号(特許文献 5)および 6,049,204 号(特許文献 6)には、低オフセット型高精度誘導電流式ノギスと、低オフセット型誘導電流式リニアスケール、並びにそれらに関連した信号処理技術が開示されている。

【0003】

低オフセット型誘導電流式位置変換器は、一般に、送信器巻線と、それに対応する受信器巻線と、信号生成処理回路とをリードヘッド上に備えている。低オフセット型誘導電流式位置変換器は、送信器巻線および対応する受信器巻線がリードヘッド上の分離された領域を占めるように構成されている。送信器巻線および対応する受信器巻線は、位置変換器の測定軸を交差する方向に分離されて配置されている。この変換器はまた、少なくとも 1 つのスケールループを有したスケールを備える。送信器巻線は、スケールループの第 1 の部分に誘導結合され、このスケールループの第 2 の部分は、対応する受信器巻線に誘導結合される。

【0004】

信号生成処理回路から発せられる時間的に変化する信号電流が送信器巻線を流れると、一次磁界が発生する。この一次磁界によって、送信器巻線はスケールループの第 1 の部分に誘導結合される。これによりスケールループの第 2 の部分は、二次磁界を発生する。この二次磁界によって、受信器巻線はスケールループの第 2 の部分に誘導結合される。

【0005】

送信器巻線および受信器巻線の少なくとも一方は、これらと結合されたスケールループに対応した長さの周期的パターン、例えば正弦パターンに形成されている。この装置に対す

10

20

30

40

50

る外部からの誘導結合を低減または消去するための種々の巻線構成が従来から知られている。複数の受信器巻線は、リードヘッドに対するスケールの位置に応じて、互いに異なる度合いでスケールループの第2の部分に誘導結合する。

【0006】

米国特許6,011,389号(特許文献7)は、インクリメント型誘導電流式位置変換器を開示している。米国特許5,804,963号(特許文献8)、4,853,684号(特許文献9)および6,259,249号(特許文献10)は、他の種類の誘導電流式位置変換器を開示している。389号,963号,684号および249号特許は、いくつかの実施形態において、周期的に配置されたスケール要素が導電性ループを備えるスケール構成を有している。

10

【0007】

米国特許出願09/987,400号(特許文献11)は、改良されたスケールループ構造を有する誘導電流式位置変換器を開示している。

【0008】

【特許文献1】

米国特許5,973,494号

【特許文献2】

米国特許6,005,387号

【特許文献3】

米国特許6,329,813号

20

【特許文献4】

米国特許出願09/421,497号

【特許文献5】

米国特許RE037490号

【特許文献6】

米国特許6,049,204号

【特許文献7】

米国特許6,011,389号

【特許文献8】

米国特許5,804,963号

30

【特許文献9】

米国特許4,853,684号

【特許文献10】

米国特許6,259,249号

【特許文献11】

米国特許出願09/987,400号

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

誘導電流式位置変換器におけるスケールの目的は、周期的に変化する磁界を生じさせる誘導電流のパターンを伝えることである。磁界および/または誘導電流は、受信器巻線によって検知できる。これは、スケールの近傍に保持された送信器巻線に電流を誘導し、この電流が、スケール位置を決定するために周期的磁界を必要とするスケール領域に、望み通りに流れるように、条件を操作することによって達成される。既知の低オフセット型誘導電流式位置変換器で使用されるスケールは、典型的には、互いに電氣的に絶縁された複数の導電性ループにより構成される。このような電氣的に絶縁された複数の導電性ループは、回路基板上に導体路を印刷することによって製造される。送信器巻線に近いループの一部に電流が誘導され、その誘導された電流は、ループを流れて、受信器巻線によって測定される磁場を生成する。

40

【0010】

上述した引用文献のそれぞれは、商用的に適した誘導電流式位置変換器を提供してはいる

50

が、従来の装置の機能をより安価に達成できる装置が常に要求されている。

この発明は、このような点に鑑み、必要な信号利得と許容レベルの位置誤差で動作すると共に、低コストで製造および組立できる低オフセット型の誘導電流式位置変換器を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の誘導電流式位置変換器は、測定軸に沿って相対移動可能に配置された第1および第2の部材を備え、前記第1および第2の部材が、前記測定軸と直交する方向に分離された前記測定軸と平行に延びる第1および第2の領域で互いに対向し、前記第1の部材が、駆動信号に応答して第1の変化磁束を前記第1の領域に発生する少なくとも1つの磁界発生器と、前記第1の変化磁束に応答して前記第2の部材の前記第2の領域に発生する誘導電流およびそれに基づく第2の変化磁束の少なくとも一方を検出して前記第1および第2の部材の間の相対位置の関数である出力信号を出力する少なくとも1つの磁束検出器とを備え、前記磁界発生器と前記磁束検出器の少なくとも一方が、前記測定軸を横切る電流の向きを前記測定軸に沿って交互に反転させるように空間変調された、前記測定軸に沿って延びるワイヤ状導体を備えて構成され、前記第2の部材が、前記第1の領域に配置される第1の部分と前記第2の領域に配置される第2の部分とをそれぞれ有する複数の開口を、前記測定軸に沿って形成し、前記磁界発生器の駆動信号および前記第1の変化磁束の少なくとも一方と応答し、且つ前記複数の開口によって前記第1および第2の領域での発生パターンが制御された誘導電流を流す少なくとも1つの導体路を有することを特徴とする。

10

20

【 0 0 1 2 】

また、本発明の第2の誘導電流式位置変換器は、所望の測定軸に沿って配列された複数の開口が形成された少なくとも1つの導体路を備えたテープスケールと、このテープスケールに対して前記測定軸に沿って相対移動可能に配置された誘導式リードヘッドとを備えた誘導電流式位置変換器であって、前記テープスケールおよび誘導式リードヘッドが、前記測定軸と直交する方向に分離された前記測定軸と平行に延びる第1および第2の領域で互いに対向し、前記誘導式リードヘッドの前記第1の領域には、駆動信号に応答して第1の変化磁束を前記第1の領域に発生する少なくとも1つの磁界発生器が配置され、前記誘導式リードヘッドの前記第2の領域には、前記第1の変化磁束に応答して前記テープスケールの前記第2の領域に発生する誘導電流およびそれに基づく第2の変化磁束の少なくとも一方を検出して前記誘導式リードヘッドの前記テープスケールに対する相対位置の関数である出力信号を出力する少なくとも1つの磁束検出器が配置され、前記複数の開口のそれぞれが、前記第1の領域に配置される第1の部分と前記第2の領域に配置される第2の部分とを有し、前記各開口が、前記磁界発生器の駆動信号および前記第1の変化磁束の少なくとも一方と応答して前記導体路に発生する誘導電流の前記第1および第2の領域での発生パターンを制御するものであることを特徴とする。

30

【 0 0 1 3 】

すなわち、この発明の例示的な実施形態である低オフセット型誘導電流式位置変換器は、導電性のテープスケールを有する。このテープスケールは、周期的に変化する磁界を誘起する誘導電流のパターンを伝えるという意味では既知のスケールと同じ目的を提供するが、このことを、電流が閉じ込められる電氣的に絶縁されたループを使用しないで行うのである。この発明に係るテープスケールは、テープスケール自身の開口を使用することで、この課題を達成する。電流がテープスケールに誘導されると、この電流はテープスケールの表面に沿って流れる。この誘導電流は、テープスケールを形成している導電性シートの全体に存在するが、導電性シートが送信器巻線に最も近づけられた所に集められる。この発明に係るテープスケールのように、テープスケールに開口が加えられると、誘導電流はこの開口の回りを流れなければならない。このため、開口の位置は、送信器によって誘導される電流のパターンを決定する。テープスケールにおける開口の配置とサイズを注意深く構成することによって、電流の位置と方向が予測および制御可能になり、そしてこのテ

40

50

ープスケールが低オフセット型誘導電流式位置変換器に使用されるときは、正確な測定値が得られる。

【0014】

本発明の例示的な実施形態では、この発明に係る低オフセット型誘導電流式位置変換器は、第1の部材と、測定軸を有する第2の部材とを備える。第1の部材は、前記測定軸に沿って移動可能である。少なくとも1つの磁界発生器が、前記第1及び第2の部材の一方に配置される。各磁界発生器は、駆動信号に応答して、それぞれの第1の領域に第1の変化磁束を発生する。

【0015】

本発明の例示的な実施形態では、前記第1及び第2の部材の他方は、導電性ストリップに形成された複数の開口を備えている。各開口の第1の部分は、それぞれの第1の領域内に配置され、各開口の第2の部分は、それぞれの第1の領域とは区別されたそれぞれの第2の領域内に配置される。第1の変化磁束に応答して導電性ストリップに誘導電流が生成される。前記誘導電流は、それぞれの第2の領域に流れる誘導電流を含む。開口は、第2の領域内における誘導電流のパターンおよびそれに基づき周期的に変化する磁界を決定する。

【0016】

本発明の例示的な実施形態では、少なくとも1つの磁束検出器が前記第1および第2の部材の一方に配置される。前記少なくとも1つの磁束検出器と、前記少なくとも1つの磁界発生器の、少なくとも一方は、前記測定軸に沿って延びる導電路またはワイヤを有する。前記測定軸と交差するワイヤ状導体の配置は、前記測定軸と交差する第1の向きに電流が流れる導体と、これと逆向きに前記測定軸と交差する第2の向きに電流が流れる導体とが交互となるように、前記測定軸に沿って空間変調されている。各磁束検出器は、それぞれの第2の領域内のそれぞれの第1の磁束領域の外側に配置されて、それぞれの第2の領域内の誘導電流パターン及びこれに基づく周期的に変化する磁界の少なくとも一方を検知する。磁束検出器の交互配置構造と、それぞれの第2の領域における誘導電流およびそれに基づく周期的に変化する磁界のパターンとの間の誘導結合は、磁束検出器が導電性ストリップおよび開口に対して、測定軸に沿って移動するに伴って変化する。各磁束検出器は、磁束検出器と少なくともいくつかの開口との間の相対位置の関数である出力信号を発生する。

【0017】

この発明のこれら及び他の特徴および利点は、この発明に係るシステムおよび方法の種々の例示的な実施形態において説明され、あるいはそれらから明らかとなる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の種々の例示的な実施形態を図面を参照して詳細に説明する。

低オフセット型誘導電流式位置変換器において、周期的に変化する磁界を誘起するパターンの誘導電流を伝えるために、スケールが使用される。この誘導電流のパターンおよび/またはこれに基づく周期的磁界は、受信器巻線（磁束検出器）によって検知される。このことは、送信器巻線（磁界発生器）を使用することによって達成される。この送信器巻線は、スケールの近くに保持されたときに、スケールの領域に電流を誘導する。その領域では、電流および/またはこれに基づく周期的磁界が検知される。従来の低オフセット型誘導電流式位置変換器におけるスケールは、典型的には、電氣的に絶縁された導電性ループのレイとして設計されている。時間的に変化する電流は、送信器に近いループの一部に誘導され、そしてそのループ構成に基づいて、誘導された電流は、送信器巻線から離れた領域に流入して、受信器によって検知される変化する磁場を生成する。この発明に係る誘導電流式位置変換器で使用されるテープスケールは、同じ基本的目的を、電流を閉じ込めるための電氣的に絶縁されたループを使用せずに達成する。

【0019】

この発明のテープスケールを流れる電流は、特別なスケール路に閉じ込められることはな

10

20

30

40

50

いが、その電流の位置と方向、即ち、高い電流密度の位置と方向は、いくつかの既知の特性によって制御できる。第1に、変化する磁界は、その変化に対向する電流を誘導する。第2に、導体の1つの領域に流入する電流と、そこから流出する電流は、バランスされなければならない。第3に、高い周波数では、電流は、導体の表面かエッジに沿って流れる傾向がある。

【0020】

図1は、開口112, 116を有した例示的なテープスケール110(第2の部材)を備えた低オフセット型誘導電流式位置変換器100の例示的な実施形態を示している。図1に示すように、変換器100のリードヘッド120(第1の部材)は、第1送信器巻線部分123Aおよび第2送信器巻線部分123Bを有した送信器巻線122を備える。第1送信器巻線部分123Aは、リードヘッド120の第1の横方向エッジに設けられている。第2送信器巻線部分123Bは、リードヘッド120の他方の横方向エッジに設けられている。第1および第2の送信器巻線部分123Aおよび123Bはそれぞれ、測定軸300に沿って延びる同一の長い寸法を有する。第1および第2の送信器巻線部分123Aおよび123Bはそれぞれ、測定軸300に直交する方向に距離d1の短い幅を有する。

10

【0021】

送信器巻線122の端子122A, 122Bは、送信器駆動信号発生器150に接続されている。この送信器駆動信号発生器150は、時間的に変化する駆動信号を送信器巻線端子122Aに出力する。このため、時間的に変化する電流は、図1に示されるように、送信器巻線部分122を通して、送信器巻線端子122Aから送信器巻線端子122Bまで

20

【0022】

時間的に変化する電流が流れると、第1送信器巻線部分123Aは、第1送信器巻線部分123A内の図1の平面から立ち上がり、そして第1送信器巻線部分123Aにより形成されるループの外の図1の平面に降下する一次磁界を発生する。これに対し、第2送信器巻線部分123Bは、第2送信器巻線部分123Bにより形成されるループの外の図1の平面から立ち上がり、そして第2送信器巻線部分123Bにより形成されるループ中の図1の平面に降下する一次磁界を発生する。時間的に変化する電流およびこれに基づく一次磁界に応答して、時間的に変化する誘導電流がテープスケール110に誘導され、これに基づく変化磁界を生成する。この電流のパターンは、第1および第2の複数の開口112および116によって決定される。この電流は、変化する一次磁界を打ち消すように流れる。時間的に変化する誘導電流およびこれに基づく変化磁界は、第1および第2の受信器巻線124および126によって、後に詳述するように検知される。

30

【0023】

図1の例示的なテープスケール110は、交互に挿入される第1の複数の開口112および第2の複数の開口116を有する。

第1の複数の開口112はそれぞれ、第1の部分113と第2の部分114とを有する。同様に、第2の複数の開口116はそれぞれ、第1の部分117と第2の部分118とを有する。

【0024】

第1の複数の開口112において、第1の部分113は、スケール100の1つの横方向エッジに沿って配置され、かつ測定軸300に沿って配列されている。第2の部分114は、スケール100の中心に沿って配置され、かつ測定軸300に沿って配列されている。

40

同様に、第2の複数の開口116において、第1の部分117は、スケール100の第2の横方向エッジに沿って配置され、かつ測定軸300に沿って配列されている。第2の部分118は、スケール100の中心に沿って測定軸300に沿って配置され、第1の複数の開口112の第2の部分114の間に交互に挿入されている。

【0025】

テープスケール110とリードヘッド120と第1の複数の開口112と第2の複数の開

50

口 1 1 6 は、測定軸 3 0 0 と平行に並ぶ区画された機能領域またはトラックによって説明することができる。第 1 の複数の開口 1 1 2 の第 1 の部分 1 1 3 および第 1 送信器巻線部分 1 2 3 A が並んでいるのは、第 1 の領域 1 5 1 である。第 2 の複数の開口 1 1 6 の第 1 の部分 1 1 7 および第 2 送信器巻線部分 1 2 3 B が並んでいるのは、第 2 の領域 1 5 3 である。第 1 の複数の開口 1 1 2 の第 2 の部分 1 1 4、第 2 の複数の開口 1 1 6 の第 2 の部分 1 1 8、および第 1 および第 2 受信器巻線部分 1 2 4、1 2 6 が並んでいるのは、中央領域 1 5 2 である。中央領域 1 5 2 は、第 1 の複数の開口 1 1 2 の第 2 の部分 1 1 4 と、第 2 の複数の開口 1 1 6 の第 2 の部分 1 1 8 との間に、それぞれ中央テープスケール部分 1 5 5 および 1 5 7 を有する。

【 0 0 2 6 】

図 3 および 4 は、導電性シート中の誘導電流の経路を示している。図 3 は、送信器巻線 3 2 5 の近傍に保持された導電性シート 3 1 0 を示している。変化電流 i は、送信器巻線 3 2 5 内を時計方向に流れる。送信器巻線 3 2 5 に流れる変化電流 i によって導電性シート 3 1 0 に誘導された電流の経路は、図 3 の矢印によって示されている。この誘導電流は、電流 i が送信器巻線 3 2 5 中を流れる方向とは逆方向に、導電性シート 3 1 0 の表面に沿って流れる。誘導電流は、導電性シート 3 1 0 のどこにでも存在する。しかしながら、誘導電流は、導電性シート 3 1 0 が送信器巻線 3 2 5 に最も近接される場所並びに図 3 の矢印によって示される他の場所に集中する。

【 0 0 2 7 】

図 4 は、同様に、送信器巻線 4 2 5 の近傍に保持された導電性シート 4 1 0 中の誘導電流の経路を示している。変化電流 i は、送信器巻線 4 2 5 内を時計方向に流れる。しかしながら、導電性シート 4 1 0 は、開口 4 5 0 を有する。この開口 4 5 0 は、導電性シート 4 1 0 内に位置しているので、この開口 4 5 0 は、送信器巻線 4 2 5 を流れる変化電流 i によって生じられる誘導電流の流れのパターンを制御する。この開口 4 5 0 が図 4 に示すように導電性シート 4 1 0 に形成されている場合、送信器巻線 4 2 5 によって生じられる誘導電流は、図 4 の矢印によって示されるように、開口 4 5 0 の回りを流れることになる。開口 4 5 0 の存在に起因して、誘導電流はまた、矢印 4 3 0 ~ 4 3 2 によって示されるように、導電性シート 4 1 0 の送信器巻線 4 2 5 の下のない領域にも流れる。この誘導電流は、米国特許 6, 0 0 5, 3 8 7 号および 6, 3 2 9, 8 1 3 号で説明されているように、導電路（トレース）によって形成されたスケールループの第 2 のループ部分に存在する誘導電流と同じである。丁度、スケールループの所定のパターンを作成するのに、スケール導電路（トレース）が印刷または組み立てによって形成され得ると同様に、テープスケールを形成するのに、開口は、導電性シートに生成することができる。しかしながら、開口を有したテープスケールは、一般に、スケールループを印刷または組み立てたスケールよりも、経済的に、且つ長い長さに製造できる。

【 0 0 2 8 】

図 4 から類推されるように、図 1 および図 2 において、開口 1 1 2、1 1 6 の近傍でテープスケール 1 1 0 を流れる誘導電流パターンは、送信器ループ 1 2 3 A、1 2 3 B のそれぞれの近傍部分を流れる電流の向きと概ね逆向きである。図 1 に示すように、テープスケールの中央部の第 2 の部分 1 1 4、1 1 8 の隣接するもの同士は、テープスケールの交互に配置された中央テープスケール部分 1 5 5、1 5 7 を規定する。図 1 に示される例示的な実施形態では、中央テープスケール部分 1 5 5 または 1 5 7 から次の部分 1 5 7 または 1 5 5 へと交互に変化する極性を有した中央テープスケール部分 1 5 5、1 5 7 に、電流が誘導される。交互に変化する極性を有したこれらの誘導電流は、中央領域 1 5 2 に沿って周期的に分布された逆極性の場部分を有する二次磁界を生成することになる。周期的な二次磁界の波長は、連続する中央テープスケール部分 1 5 5 または連続する中央テープスケール部分 1 5 7 の中心間距離に等しい。

【 0 0 2 9 】

リードヘッド 1 2 0 はまた、第 1 および第 2 の受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 を有している。図 1 に示す例示的な実施形態では、第 1 および第 2 の受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6

10

20

30

40

50

はそれぞれ、複数の正弦状のループセグメント 1 2 8 および 1 2 9 によって形成されている。これらループセグメント 1 2 8 および 1 2 9 は、リードヘッド 1 2 0 を形成する印刷回路基板の絶縁層の互いに反対側に形成されたものである。種々の他の例示的な実施形態では、ループセグメントは、矩形や台形等の他の形状でも良い。ループセグメント 1 2 8 および 1 2 9 は、フィードスルー 1 3 0 を通して接続され、第 1 および第 2 の受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 のそれぞれに交互に正極性ループ 1 3 2 および負極性ループ 1 3 4 を形成している。受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 は、第 1 および第 2 の送信器巻線部分 1 2 3 A および 1 2 3 B 間のリードヘッド 1 2 0 の中央に配置されている。第 1 および第 2 の受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 のそれぞれは、測定軸 3 0 0 に直交する方向に距離 d_2 の幅を持つ。第 1 および第 2 の受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 は、第 1 および第 2 の送信器巻線部分 1 2 3 A および 1 2 3 B の内側部分から等距離 d_3 だけ離れて配置されている。

10

【 0 0 3 0 】

第 1 および第 2 の受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 のそれぞれのループ 1 3 2 および 1 3 4 は、測定軸 3 0 0 に沿って $\lambda/2$ に等しい幅を有する。したがって、各隣接するループ 1 3 2 および 1 3 4 の対は、 $\lambda/4$ に等しい幅を有する。これにより、 $\lambda/4$ は、正弦波長、即ち、第 1 および第 2 の受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 の空間周期に対応する。さらに、第 2 の受信器巻線 1 2 6 は、測定軸 3 0 0 に沿って第 1 の受信器巻線 1 2 4 から $\lambda/4$ だけオフセットされている。即ち、第 1 および第 2 の受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 は、直交関係にある。

【 0 0 3 1 】

送信器駆動信号発生器 1 5 0 からの時間的に変化する駆動信号は、送信器巻線に印加される。この結果、電流が、第 1 の端子 1 2 2 A から送信器巻線 1 2 2 に流入し、送信器巻線 1 2 2 を通して第 2 の端子 1 2 2 B から流出する。これにより、送信器巻線 1 2 2 によって発生される磁界は、第 1 の送信器巻線部分 1 2 3 A 内の図 1 の平面から立ち上がり、そして第 1 送信器巻線部分 1 2 3 A により形成されるループの外の図 1 の平面に降下し、また第 2 送信器巻線部分 1 2 3 B により形成されるループの外の図 1 の平面から立ち上がり、そして第 2 送信器巻線部分 1 2 3 B により形成されるループの中の図 1 の平面に降下する。従って、送信器巻線 1 2 2 内の变化磁界は、受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 に形成されたループ 1 3 2 および 1 3 4 のそれぞれに誘導起電力 (E M F) を発生させる。

20

【 0 0 3 2 】

ループ 1 3 2 および 1 3 4 は、逆の巻線方向を有する。このため、ループ 1 3 2 に誘起される E M F は、ループ 1 3 4 に誘起される E M F の極性と逆の極性を有する。ループ 1 3 2 および 1 3 4 は、同じサイズの面積であるため、理論的には同じ量の磁束を囲んでいる。従って、ループ 1 3 2 および 1 3 4 のそれぞれで発生される E M F の絶対的な大きさは、理論的には等しい。

30

【 0 0 3 3 】

図 1 に示すように、第 1 の複数の開口 1 1 2 の第 1 の部分 1 1 3 のそれぞれは、第 1 および第 2 の受信器巻線 1 2 4 および 1 2 6 の波長 λ に等しいピッチで配列されている。また、第 1 の複数の開口 1 1 2 の第 1 の部分 1 1 3 は、測定軸 3 0 0 に直交する方向におよそ距離 d_1 だけ延びている。同様に、第 2 の複数の開口 1 1 6 の第 1 の部分 1 1 7 のそれぞれもまた、波長 λ に等しいピッチで配列されている。また、第 2 の複数の開口 1 1 6 の第 1 の部分 1 1 7 もまた、測定軸 3 0 0 に直交する方向におよそ距離 d_1 だけ延びている。

40

【 0 0 3 4 】

図 1 に示される例示的な実施形態では、第 1 の複数の開口 1 1 2 の第 2 の部分 1 1 4 は、波長 λ に等しいピッチで配列されている。第 2 の複数の開口 1 1 6 の第 2 の部分 1 1 8 もまた、波長 λ に等しいピッチで配列されている。第 1 および第 2 の複数の開口 1 1 2 および 1 1 6 の第 2 の部分 1 1 4 および 1 1 8 は、スケール 1 1 0 の長さ方向に沿って、交互に挿入されている。更に、第 2 の部分 1 1 4 および 1 1 8 のそれぞれは、測定軸 3 0 0 に直交する方向におよそ距離 d_2 だけ延びている。

【 0 0 3 5 】

50

リードヘッド 120 がテープスケール 110 の近傍に配置されると、図 1 に示すように、第 1 の送信器巻線部分 123 A は、第 1 の領域 151 に沿った第 1 の複数の開口 112 の第 1 の部分 113 と合致する。同様に、第 2 の送信器巻線部分 123 B は、第 2 の領域 153 に沿った第 2 の複数の開口 116 の第 1 の部分 117 と合致する。最後に、第 1 および第 2 の受信器巻線 124 および 126 は、中央領域 152 に沿って、第 1 および第 2 の複数の開口 112 および 116 の第 2 の部分 114 および 118 と合致する。

【0036】

動作において、時間的に変化する駆動信号は、送信器駆動信号発生器 150 によって送信器巻線端子 122 A へ出力される。これにより、第 1 の送信器巻線部分 123 A は、第 1 の方向を有する第 1 の変化磁界を発生し、第 2 の送信器巻線部分 123 B は、第 1 の方向とは反対の第 2 の方向を有する第 2 の磁界を発生する。この第 2 の磁界は、第 1 の送信器巻線部分 123 A によって発生される第 1 の磁界の磁界強度と等しい磁界強度を有する。

10

【0037】

第 1 の送信器巻線部分 123 A に重なるテープスケール 110 の第 1 の領域 151 に沿った部分は、第 1 の送信器巻線部分 123 A に誘導結合している。同時に、第 2 の送信器巻線部分 123 B に重なるテープスケール 110 の第 2 の領域 153 に沿った部分は、第 2 の送信器巻線部分 123 B に誘導結合している。図 4 を参照して説明した電流と同様に、図 1 に示す例示的な実施形態では、リードヘッド 120 に重なるテープスケール 110 に結果として生ずる時間的に変化する誘導電流は、図 2 の矢印によって示されるパターンで流れる。時間的に変化する誘導電流のパターンはまた、これに基づく時間的に変化する二次（誘導）磁界を生ずる。

20

【0038】

前述したように、周期的な二次磁界の波長は、連続する中央テープスケール部分 155 または連続する中央テープスケール部分 157 の中心間距離に等しい。より一般的に述べると、テープスケール 110 に流れる誘導電流のパターンは、これに基づく二次磁界と同様に、連続する第 1 の開口 112 または連続する第 2 の開口 116 間の測定軸に沿った中心間距離に等しい波長を有する。

【0039】

従って、第 1 の受信器巻線 124 の正極性ループ 132 が、中央テープスケール部分 155 または 157 のいずれかと合致した時は、第 1 の受信器巻線 124 の負極性ループ 134 は、中央テープスケール部分 155 または 157 の他方と合致する。このことは又、第 2 の受信器巻線 126 の正極性ループ 132 と負極性ループ 134 が中央テープスケール部分 155 または 157 と合致したときも同様である。中央テープスケール部分 155 および 157 によって中央領域 152 に沿って発生された変化する二次磁界は、第 1 および第 2 の受信器巻線 124 および 126 の空間変調と同じ波長で空間的に変調されているので、正および負極性ループ 132 および 134 のそれぞれが中央テープスケール部分 155 または 157 と合致したときに生じた E M F は、正および負極性ループ 132 および 134 のそれぞれが中央テープスケール部分 155 または 157 の他方と合致したときに生じた E M F と等しく逆向きである。

30

【0040】

前述した参照文献には、磁界発生器をなす送信器巻線と、磁束検出器をなす受信器巻線とが、スケールに含まれるループと同様に、明確に規定された領域を囲む「ワイヤ」ループを、しばしば備えることが認められる。このため、参照文献では、明確に規定された領域を通して結合された磁束という見地から、変換器の動作を理解することが便利であり、簡単である。

40

【0041】

しかしながら、上述したように、また図 2 および 4 を参照して示したように、この発明に係るテープスケール中の誘導電流パターンは、明確に規定されたループ領域を提供していない。さらには、この発明に係る種々の例示的な実施形態では、受信器巻線は、主として、図 2 に示すように意味のある誘導電流を伝えるテープスケールの部分、例えば図 1 およ

50

び2の中央テープスケール部分155または157と重なっている。

【0042】

また、変換器の動作を、ループおよび磁束結合という点で考慮することに加えて、この発明に係る変換器の動作を、隣接する導体間の相互インダクタンスという点で理解することは、ときには便利である。例えば、相互に重なる受信器巻線124および126と中央テープスケール部分155および157との間の相互インダクタンスについてである。従って、磁界発生器および磁束検出器なる用語は、前述した参考文献との整合性のために、ここでも使用されているが、これらの用語は制限的なものではなく、また、これらの用語によって参照される構造は、相互インダクタンスの原理に従って動作すると理解する必要がある。

10

【0043】

低オフセット型誘導電流式位置変換器100の動作を理解するのに必要な概念的枠組みに係わりなく、第1の受信器巻線124の純粋な出力と第2の受信器巻線126の純粋な出力はそれぞれ、リードヘッド120がテープスケール110に対して移動するとき、テープスケール110の測定軸300に沿ったリードヘッド120の位置「x」の正弦関数となる。外来結合に起因する出力信号のオフセット成分は、名目上ゼロである。

【0044】

最後に、第1および第2の受信器巻線124および126は、直交関係にある。このため、第1の受信器巻線124によってxの関数として生成され、受信器信号処理回路140に出力された出力信号は、これもまたxの関数として生成され、受信器信号処理回路140に出力された第2の受信器巻線126による出力信号から90°位相がずれている。

20

【0045】

受信器信号処理回路140と制御部160とで分析回路が構成されている。受信器信号処理回路140は、第1および第2の受信器巻線124および126からの出力信号を入力してサンプリングし、これら信号をデジタル値に変換して制御部160に出力する。制御部160は、これらデジタル出力信号を処理して、リードヘッド120とテープスケール110との間の相対位置xを波長λの範囲内で決定する。

【0046】

第1および第2の受信器巻線124および126からの直交出力の性質に基づいて、制御部160は、リードヘッド120とテープスケール110との間の相対運動の方向を決定することが可能である。制御部160は、前述した参考文献にも開示されている周知の信号処理方法によって、部分的または全体的に「インクリメンタル」な波長λの反転の数をカウントする。制御部160は、そのカウント数と波長λ内における相対位置とに基づいて、リードヘッド120とテープスケール110との間の、設定原点からの相対位置を出力する。

30

【0047】

制御部160はまた、送信器駆動信号発生器150に制御信号を出力して、時間的に変化する送信器駆動信号を発生する。参考文献に示されている信号発生および処理回路のいずれもが、受信器信号処理回路140と、送信器駆動信号発生器150と、制御部160とを実現するために使用できる。よって、これらの回路は、ここではこれ以上詳細に説明しない。

40

【0048】

この発明に係るテープスケールは、図1および2に示された開口デザインに限定されるものではない。図5~13は、この発明に係るテープスケールの種々の形状を有するいくつかの例示的な実施形態を示している。図5~13に示されたテープスケールは、この発明に係る他のいかなるテープスケールとも同様に、既知のまたは後に開発される手法で、そして誘導電流式位置変換器で使用される既知のまたは後に開発される送信器巻線によって電流が誘導できる材料を使用して形成できる。

【0049】

例えば、テープスケールの開口パターンは、印刷回路基板をエッチングすることにより、

50

あるいは印刷回路基板の導電性領域を直接メッキまたは印刷することにより、あるいは金属製のストリップ、シートまたはブロック等の固体導電性材料を穿孔、打ち抜き、エンボス加工、エッチング、機械加工、もしくはその他で形成することによって、製造することができる。製造方法には係わりなく、この開口は、時間的に変化する誘導電流の主たる搬送体となることが意図された導電性材料の表面と直交する方向に、動作可能な距離だけに延びていれば足りる点が理解されるべきである。即ち、この発明に係る誘導電流リードヘッドが適正に搭載されたときに、テープスケールが使用可能であるように、開口は、テープスケールに誘導電流の動作可能なパターンニングを達成するのに十分な深さであるべきである。

【0050】

本発明者は、印刷回路基板型テープスケールの下地の非導電性基板等を通して、開口が延びている必要はないと判断している。本発明者は、導電性材料、例えば、金属製のストリップ、シートまたはブロックに約150 μ m以上の深さを有する開口は、この発明に係るテープスケールに誘導電流の動作可能なパターンニングを与えるに十分であると判断している。そのようなテープスケールは、広範囲の測定応用に使用できる。そのようなスケールでは、開口深さがおよそ500 μ mに増加されると、信号強度は最大値付近に増加する。このため、テープスケールの開口は、およそ150 μ mよりも厚いテープスケールの導電性材料全体を貫通して延びている必要はなく、凹部であっても良い。導電性材料がテープスケールの動作可能な表面のおよそ150 μ m後方に位置するように、より薄い材料もまた、穿孔あるいはエッチングして、搭載できる。より薄い材料はまた、開口に一致する領域で導電性材料をおよそ150 μ m以上の深さに変位させるために、打ち抜きあるいはエンボス加工することもできる。

【0051】

図5は、テープスケール110が、貫通孔である開口112, 116を有する例、図6は、テープスケール110'が、凹部である開口112', 116'を有する例、図7は、テープスケール110"が、凸部112", 116"を有する例である。

【0052】

図8~10は、図1および2に示されたテープスケールとデザインが同じ矩形開口を有するテープスケールを示している。図8~10は、矩形開口型テープスケール1110, 1210, 1310をそれぞれ示している。図8~10のテープスケール1110, 1210, 1310はそれぞれ、図8のテープスケール1110の特徴を全て備え、かつ同様に動作する。例えば、テープスケール1110は、第1および第2の部分1113および1114、並びに1117および1118をそれぞれ有する開口1112および開口1116を備える。テープスケール1210は、第1および第2の部分1213および1214、並びに1217および1218をそれぞれ有する開口1212および開口1216を備える。テープスケール1310は、第1および第2の部分1313および1314、並びに1317および1318をそれぞれ有する開口1312および開口1316を備える。

【0053】

しかしながら、テープスケール1110, 1210, 1310のそれぞれは、開口1112および1116、並びに1212および1216、並びに1312および1316の幅が、測定軸300に沿う方向に異なっている。図8に示すように、開口1112および1116の幅は、設計上0.33とし、また中央テープスケール部分1155および1157の幅は、設計上0.17とすることができる。図9に示すように、開口1212および1216の幅は、設計上0.35とし、また中央テープスケール部分1255および1257の幅は、設計上0.15とすることができる。図10に示すように、開口1312および1316の幅は、設計上0.40とし、また中央テープスケール部分1355および1357の幅は、設計上0.10とすることができる。

【0054】

開口1112および1116、1212および1216、並びに1312および1316のサイズは、図8~10に示す手法で変化可能であるが、テープスケール110, 111

10

20

30

40

50

0, 1210 および / または 1310 が使用される誘導電流式位置変換器で用いられる受信器巻線の波長は、動作中に受信器巻線の上に重なる開口または開口部分のピッチに対応すべきである点が理解されるべきである。

【0055】

上述した例示的なテープスケールは、矩形開口を有するものに限定されているが、この発明に係るテープスケールにそのような限定は存在しない。図11～13は、図1に示すリードヘッド120のような低オフセットリードヘッドで使用可能な「可変幅」開口型テープスケールのデザインの種々の例示的な実施形態を示している。図11に示すように、テープスケール1410は、交互に挿入されたピッチの第1の複数の開口1412と同じピッチの第2の複数の開口1416とを備える。

10

【0056】

第1の複数の開口1412のそれぞれは、第1の領域151に概ね一致する第1の部分1413と、中央領域152に概ね一致する第2の部分1414とを備える。同様に、第2の複数の開口1416のそれぞれは、第2の領域153に概ね一致する第1の部分1417と、中央領域152に概ね一致する第2の部分1418とを備える。第1の複数の開口1412において、第1の部分1413は、スケール1410の一方の横方向エッジに沿って配置され、かつ測定軸300に沿って配列されている。第2の部分1414は、スケール1410の中心に沿って配置され、また測定軸300に沿って配列されている。同様に、第2の複数の開口1416において、第1の部分1417は、スケール1410の第2の横方向エッジに沿って配置され、かつ測定軸300に沿って配列されている。第2の部分1418は、スケール1410の中心に沿って測定軸300に沿って配置され、第1の複数の開口1412の第2の部分1414と交互に挿入されている。

20

【0057】

テープスケール部分1451は、第1の複数の開口1412の第1の部分1413の間に存在する。テープスケール部分1453は、第2の複数の開口1416の第1の部分1417相互の間に存在する。中央テープスケール部分1455および1457は、第1の複数の開口1412および第2の複数の開口1416の第2の部分1414および1418の間にそれぞれ存在する。テープスケール部分1451および1453並びに中央テープスケール部分1455および1457の幅は、任意に選択できる。例えば、テープスケール部分1451および1453並びに中央テープスケール部分1455および1457の幅は、0.2 や 0.3 等とすることができる。

30

【0058】

前述した矩形開口を有するテープスケールとは対照的に、テープスケール1410の第1の複数の開口1412の第1の部分1413と第2の複数の開口1416の第1の部分1417は、測定軸300に平行な寸法が比較的広く作られている点が理解されるべきである。これは、下地の送信器巻線との結合を強化し、かつテープスケール1410によって与えられる信号強度を増加するためである。このことは一般に、送信器巻線が測定軸に沿って周期的な巻線構成を有しないときに許容される。

【0059】

これに対し、第1の複数の開口1412および第2の複数の開口1416の第2の部分1414および1418は、それらがの1/2の中心間隔で相互に挿入されることを可能にする幅を維持する。この結果、中央領域152に沿った関連する二次磁界は、種々の矩形開口型テープスケールを参照して既に説明したように、下地の受信器巻線の波長と一致するように波長の周期を維持する。

40

【0060】

さらには、テープスケール1410が、図1のリードヘッド120のようなリードヘッドと共に動作されるときに、その動作が、図1を参照して説明されたものに似たものとなる点が認められるべきである。この場合、図11の中央テープスケール部分1455および1457に矢印で示された誘導電流の流れは、図1を参照して説明された誘導電流の流れと似たものとなる。テープスケール1410が、図1のリードヘッド120のようなリー

50

ドヘッドと共に動作されるときに、寸法 1 4 6 1 は一般に寸法 d 1 と一致し、また寸法 1 4 6 3 は一般に寸法 d 3 と一致し、さらに寸法 1 4 6 2 は一般に寸法 d 2 と一致する。

【 0 0 6 1 】

図 1 2 および図 1 3 は、異なる例示的な可変幅テープスケールのデザインを示している。テープスケール 1 5 1 0 および 1 6 1 0 は、サイズは異なるが、図 1 1 によって示されるテープスケール 1 4 1 0 の対応する形とほぼ同等な形を有する。従って、それらの詳細は説明しない。テープスケール 1 5 1 0 および 1 6 1 0 では、そのテープスケールの中央テープスケール部分 1 5 5 5 および 1 5 5 7、並びに 1 6 5 5 および 1 6 5 7 が正弦セグメントを近似するように、第 1 および第 2 の複数の開口の第 2 の部分 1 5 1 4, 1 5 1 8, 1 6 1 4 および 1 6 1 8 が形成されている。以下で説明されるように、そのような構成は、中央テープスケール部分と下地の正弦状受信器巻線との間の誘導結合を変更または強化するための変形例、および / または、出力信号の調波成分を変位の関数として変更するための変形例を提供する。これらの要因は全て、低オフセット型誘導電流式位置変換器を使用して得られた測定値中の全般的エラーを決定する役割を果たすことができる。

10

【 0 0 6 2 】

図 1 4 ~ 1 6 は、考え得る送信器巻線構成に対する開口の代替構成例である。考え得る送信器巻線構成と、それに関係した受信器巻線構成 (図示せず) は、既に前述した特許文献に説明されている。図 2 および図 4 と同様に、図 1 4 ~ 1 6 は、例示的なテープスケールのセグメント中の誘導電流のパターンを示している。図 1 4 では、テープスケール 5 1 0 は、送信器巻線 5 2 5 の近傍に保持されている。ここでは、電流が、送信器巻線 5 2 5 に沿って、矢印で示される方向に流れる。テープスケール 5 1 0 は、測定軸 3 0 0 に沿って整列された矩形開口 5 5 0 を有する。

20

【 0 0 6 3 】

単一の送信器巻線 5 2 5 は、大きい方の寸法を測定軸 3 0 0 と平行に有するループである。高周波で動作する送信器巻線 5 2 5 によってテープスケール 5 1 0 中に誘導される電流のパターンは、矢印によって示されている。テープスケール 5 1 0 のどこにでも電流は存在するが、この電流は、矢印によって示されるように、テープスケール 5 1 0 が送信器巻線 5 2 5 に最近接する箇所に集められる。前述したように、開口 5 5 0 は、送信器巻線 5 2 5 によって誘導される電流の流れのパターンを決定する。このパターンは周期的であり、その現象は、位置を確認するために、受信器巻線によって測定できる。

30

【 0 0 6 4 】

図 1 5 は、同様のテープスケール 6 1 0 を示している。これは、開口 6 5 0 に対して別々に重なった 2 つの受信器巻線 6 2 5 および 6 3 0 に近接して保持されている。図 1 に示すように接続された送信器巻線とは対照的に、図 1 5 では、巻線は、2 つの受信器巻線 6 2 5 および 6 3 0 に流れる電流がスケールの中線を中心として対称にはならないように、接続されている。テープスケール 6 1 0 に誘導された電流の流れのパターンが、矢印によって示されている。このパターンは周期的であり、その現象は、位置を確認するために、受信器巻線によって測定できる。

【 0 0 6 5 】

図 1 6 は、図 1, 2 および図 8 ~ 1 3 において上述した例示的な実施形態におけるように、交互に挿入された開口 7 5 0 を有するテープスケール 7 1 0 を通して流れる電流を示している。開口 7 5 0 の互いに挿入されていない部分は、開口 7 5 0 に対して別々に重なった 2 つの受信器巻線 7 2 5 および 7 3 0 に近接して保持されている。図 1 に示すように接続された送信器巻線と同様に、図 1 6 では、巻線は、2 つの受信器巻線 7 2 5 および 7 3 0 に流れる電流がスケールの中線を中心として対称になるように、接続されている。しかしながら、図 1 6 に示された電流は、図 1 を参照して説明されたものと比較して逆の極性を有する。テープスケール 7 1 0 に誘導された電流の流れのパターンは、矢印によって示されている。これは、図 2 に示された電流と比較して逆の極性である。図 1 4 および 1 5 と同様に、このパターンは周期的であり、その現象は、位置を確認するために、受信器巻線によって測定できる。

40

50

【 0 0 6 6 】

図 1 7 は、開口 2 5 2 を有する例示的な絶対テープスケール 2 1 0 を備えた低オフセット型誘導電流式絶対位置変換器 2 0 0 の例示的な実施形態を示している。前述され、前述した 8 1 3 号特許および 4 9 7 号出願で説明されている単一波長「インクリメンタル」低オフセット型誘導電流式位置変換器とは対照的に、低オフセット型誘導電流式絶対位置変換器は、複数の波長を組み入れたスケールを使用する。複数の波長は、誘導スケールに沿った各位置における唯一の関係を提示する信号を発生することに使用され、8 1 3 号特許および 4 9 7 号出願で説明されているように、1 つの位置を「絶対的に」決定することを可能にする。

【 0 0 6 7 】

図 1 7 に示すように、変換器 2 0 0 のリードヘッド 2 1 4 は、それぞれが測定軸 3 0 0 を横切る寸法 2 6 3 を有する第 1 の送信器巻線 2 1 6 と第 2 の送信器巻線 2 1 8 とを備える。図 1 7 に示すように、第 1 の送信器巻線 2 1 6 は、リードヘッド 2 1 4 の第 1 の横方向エッジに設けられているのに対して、第 2 の送信器巻線 2 1 8 は、リードヘッド 2 1 4 の第 2 の横方向エッジに設けられている。送信器巻線 2 1 6 および 2 1 8 のそれぞれは、測定軸 3 0 0 に沿って延びる同じ長い寸法を有し、またそれぞれは、測定軸 3 0 0 を横切る寸法 2 6 3 を有する。

【 0 0 6 8 】

第 1 の送信器巻線 2 1 6 の端子 2 1 6 A および 2 1 6 B と、第 2 の送信器巻線 2 1 8 の端子 2 1 8 A および 2 1 8 B は、送信器駆動信号発生器 2 2 0 に接続されている。送信器駆動信号発生器 2 2 0 は、時間的に変化する駆動信号を第 1 の送信器巻線 2 1 6 か第 2 の送信器巻線 2 1 8 のいずれかに選択的に出力する。このため、時間的に変化する電流が第 1 の送信器巻線 2 1 6 か第 2 の送信器巻線 2 1 8 のいずれかに流れる。図 1 7 に示すように、第 1 の送信器巻線 2 1 6 に第 1 の瞬間に時計回りの電流を流す時間的に変化する駆動信号を印加する送信器駆動信号発生器 2 2 0 に応答して、第 1 の送信器巻線 2 1 6 は、図 1 7 の面内で第 1 の送信器巻線 2 1 6 中に降下し、そして第 1 の送信器巻線 2 1 6 によって形成されるループの外の図 1 7 の面から立ち上がる一次磁界を発生する。

【 0 0 6 9 】

時間的に変化する電流およびそれに基づく一次磁界に応答して、時間的に変化する誘導電流の第 1 のパターンがテープスケール 2 1 0 中に誘導され、これに基づく変化磁界を発生する。その電流のパターンは、複数の開口 2 5 2 によって決定される。この電流は、変化する一次磁界を打ち消すように流れる。時間的に変化する誘導電流の第 1 のパターンおよびこれに基づく変化磁界は、以下で更に説明されるように、第 1 および第 2 の受信器巻線 2 2 6 A および 2 2 6 B を含んだ第 2 の受信器巻線群 2 2 6 によって検知される。

【 0 0 7 0 】

同様に、第 2 の送信器巻線 2 1 8 に第 2 の瞬間に時計回りの電流を流す時間的に変化する駆動信号を印加する送信器駆動信号発生器 2 2 0 に応答して、第 2 の送信器巻線 2 1 8 は、図 1 7 の面内で第 2 の送信器巻線 2 1 8 中に降下し、そして第 2 の送信器巻線 2 1 8 によって形成されるループの外の図 1 7 の面から立ち上がる一次磁界を発生する。時間的に変化する電流およびそれに基づく一次磁界に応答して、時間的に変化する誘導電流の第 2 のパターンがテープスケール 2 1 0 中に誘導され、これに基づく変化磁界を発生する。その電流のパターンは、複数の開口 2 5 2 によって決定される。この電流は、変化する一次磁界を打ち消すように流れる。時間的に変化する誘導電流の第 2 のパターンおよびこれに基づく一次磁界は、以下で更に説明されるように、第 1 および第 2 の受信器巻線 2 2 4 A および 2 2 4 B を含んだ第 1 の受信器巻線群 2 2 4 によって検知される。

【 0 0 7 1 】

図 1 7 に示された例示的なテープスケール 2 1 0 の第 1 の複数の開口 2 5 2 のそれぞれは、第 1 の部分 2 5 3 と第 2 の部分 2 5 4 とを有する。第 1 の部分 2 5 3 は、スケール 2 1 0 の第 1 の横方向エッジに沿って配列され、かつ第 1 の送信器巻線 2 1 6 および第 1 の受信器巻線群 2 2 4 と一致する領域 2 6 1 に配置されている。第 1 の部分 2 5 3 は、第 1 の

10

20

30

40

50

送信器巻線の寸法 263 とほぼ同じで、それと合致している寸法を、測定軸 300 を横切る方向に有している。第 2 の部分 254 は、スケール 210 の第 2 の横方向エッジに沿って配列され、かつ第 2 の送信器巻線 218 および第 2 の受信器巻線群 226 と一致する領域 262 に配置されている。第 2 の部分は、第 2 の送信器巻線 218 の寸法 263 とほぼ同じで、それと合致している寸法を、測定軸 300 を横切る方向に有している。開口 252 の第 1 の部分 253 は、図 17 に示すように、中央部分 255 によって第 2 の部分 254 に接続されている。テープスケール部分 257 は、開口 252 相互の間にある。

【0072】

リードヘッド 214 は、第 1 および第 2 の受信器巻線群 224 および 226 を備える。第 1 の受信器巻線群 224 は、それぞれが関連した波長 1 を有する第 1 および第 2 の送信器巻線 224 A および 224 B を有する。第 2 の受信器巻線群は、それぞれが関連した波長 2 を有する第 1 および第 2 の受信器巻線 226 A および 226 B を有する。あるいは、第 1 および第 2 の受信器巻線群 224 および 226 のそれぞれは、図 1 の受信器巻線 124 および 126 を参照して説明したように構築され、そして第 1 および第 2 の瞬間における受信器巻線 124 および 126 とほぼ同様に動作する。それ故、受信器巻線群 224 および 226 は、ここではこれ以上詳細に説明しない。

【0073】

例示的な絶対テープスケール 210 では、前述した原理に従うと、第 1 の部分 253 のそれぞれは、下地の第 1 の受信器巻線群 224 の波長 1 に等しい中心間隔で、測定軸 300 に沿う方向に配置されている。このため、テープスケール 210 中の誘導電流のパターンは、これに基づく二次磁界と共に、第 1 の受信器巻線群 224 によって検知するに適するように、第 2 の瞬間に、領域 261 に波長 1 を有する。各第 1 の部分 253 は、測定軸 300 に沿って、波長 1 の約 1/2 の寸法 264 を有する。種々の例示的な実施形態では、寸法 264 は、最良の精度を提供するために、テスト結果に基づいて選択される。

【0074】

同様の原理に従うと、第 2 の部分 254 のそれぞれは、下地の第 2 の受信器巻線群 226 の波長 2 に等しい中心間隔で、測定軸 300 に沿う方向に配置されている。このため、テープスケール 210 中の誘導電流のパターンは、これに基づく二次磁界と共に、第 2 の受信器巻線群 222 によって検知するに適するように、第 1 の瞬間に、領域 262 に波長 2 を有する。各第 2 の部分 254 は、測定軸に沿って、波長 2 の約 1/2 の寸法 265 を有する。種々の例示的な実施形態では、寸法 265 は、最良の精度を提供するために、テスト結果に基づいて選択される。

【0075】

図 18 は、第 1 の送信器巻線 216 が前述した第 1 の瞬間に駆動されるときに、テープスケール 210 のセグメントを流れる誘導電流のパターンを示している。図 14 を参照して先に説明された電流と同様に、図 17 に示される例示的な実施形態では、第 1 の瞬間に、リードヘッド 214 を覆うテープスケール 210 のセグメントに結果として生じた時間的に変化する誘導電流は、図 18 の矢印によって示されるパターンで流れる。テープスケール 210 に流れる誘導電流のパターンは、これに基づく二次磁界と共に、領域 262 における極性を、第 2 の受信器巻線群 226 によって検知するに適するように、波長 2 の約 1/2 で周期的に変化させる。

【0076】

図 19 は、第 2 の送信器巻線 218 が前述した第 2 の瞬間に駆動されるときに、テープスケール 210 のセグメントを流れる誘導電流のパターンを示している。図 18 を参照して先に説明された電流と類似の手法で、図 17 に示される例示的な実施形態では、第 2 の瞬間に、リードヘッド 214 を覆うテープスケール 210 のセグメントに結果として生じた時間的に変化する誘導電流は、図 19 の矢印によって示されるパターンで流れる。テープスケール 210 に流れる誘導電流のパターンは、これに基づく二次磁界と共に、領域 261 における極性を、第 1 の受信器巻線群 224 によって検知するに適するように、波長 1 の約 1/2 で周期的に変化させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

図 1 7 に示される例示的な絶対テープスケール 2 1 0 と例示的な低オフセット型誘導電流式絶対位置変換器 2 0 0 は、第 1 および第 2 の瞬間ではそれぞれ、図 1 に示された例示的な低オフセット型誘導電流式位置変換器 1 0 0 とほぼ同様に動作する。このため、低オフセット型誘導電流式絶対位置変換器 2 0 0 の構成および動作は、ここではこれ以上詳細に説明しない。低オフセット型誘導電流式絶対リードヘッド 2 1 4 の構成および動作は、絶対値測定を提供するための制御部 2 4 4 および受信器信号処理器 2 4 2 の動作を含めて、前述した 8 1 3 号特許および 4 9 7 号出願に詳細に説明および教示されている。

【 0 0 7 8 】

先の実施形態はリニア変換器として示されたが、そのデザインは、前述した 3 8 9 号特許の適用可能な教示に従って、容易に円筒形および円形ロータリ型の応用に転換できることが理解されるべきである。そのような場合に、開口は、円形ディスクまたは円筒のように形成された導電性シート内に、トラックに沿って、含まれるべきである。このトラックは、ここで説明され、図示されたテープスケールと電気的にほぼ等価である。さらには、先の実施形態は、送信器巻線として指定された空間的に均一な巻線と、受信器巻線として指定された空間的に変調された巻線とを伴って示されたが、開示された変換器巻線構成は、送信器巻線と受信器巻線の役割が、適切な信号処理と関連して、「反転」させられても、それらの発明としての利益を全て維持するものであることが当業者には明らかであるものと理解されるべきである。そのような 1 つの適切な信号処理技術は、前述した 3 8 9 号特許の図 2 1 を参照して開示されている。他の適用可能な信号処理技術は、当業者には

【 0 0 7 9 】

この発明が特定の実施形態に関連して説明されてきたが、多くの変形、組み合わせ、修正、および変化が当業者に明らかとなることは明白である。従って、上述したこの発明の好ましい実施形態は、説明することを意図されたものであって、制限的なものではない。この発明の精神と範囲を逸脱することなく、種々の変化をなすことができる。

【 0 0 8 0 】

【 発明の効果 】

以上述べたように本発明によれば、必要な信号利得と許容レベルの位置エラーで動作すると共に、低コストで製造および組立できる低オフセット型誘導電流式位置変換器を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 この発明に係る低オフセット型誘導電流式位置変換器の例示的な実施形態の説明図であり、テープスケールの例示的な実施形態の平面図を含んでいる。

【 図 2 】 図 1 のテープスケールを流れる誘導電流のパターンの模式的説明図であり、動作中の図 1 のリードヘッドと重なるテープスケール部分に対するものである。

【 図 3 】 開口がない導電性シートに誘導された電流の経路を示す模式図である。

【 図 4 】 開口がある導電性シートに誘導された電流の経路を示す模式図である。

【 図 5 】 この発明に係るテープスケールの貫通孔の開口を有する例示的な実施形態の斜視図である。

【 図 6 】 この発明に係るテープスケールの凹部の開口を有する例示的な実施形態の斜視図である。

【 図 7 】 この発明に係るテープスケールの凸部を有する例示的な実施形態の斜視図である。

【 図 8 】 この発明に係るテープスケールの矩形の開口を有する例示的な実施形態の平面図である。

【 図 9 】 この発明に係るテープスケールの矩形の開口を有する例示的な実施形態の平面図である。

【 図 1 0 】 この発明に係るテープスケールの矩形の開口を有する例示的な実施形態の平面図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】 この発明に係るテープスケールの可変幅の開口を有する例示的な実施形態の平面図である。

【図 1 2】 この発明に係るテープスケールの可変幅の開口を有する例示的な実施形態の平面図である。

【図 1 3】 この発明に係るテープスケールの可変幅の開口を有する例示的な実施形態の平面図である。

【図 1 4】 仮定の送信器巻線構成に対し位置決めされたこの発明に係る例示的なテープスケール中の誘導電流パターンの模式図である。

【図 1 5】 仮定の送信器巻線構成に対し位置決めされたこの発明に係る例示的なテープスケール中の誘導電流パターンの模式図である。

【図 1 6】 仮定の送信器巻線構成に対し位置決めされたこの発明に係る例示的なテープスケール中の誘導電流パターンの模式図である。

【図 1 7】 この発明に係る低オフセット型誘導電流式絶対位置変換器の例示的な実施形態の説明図であり、絶対テープスケールの例示的な実施形態の平面図を含んでいる。

【図 1 8】 図 1 7 の絶対テープスケールを流れる誘導電流のパターンの模式的説明図であり、第 1 の瞬間における動作中の図 1 7 のリードヘッドと重なるテープスケール部分に対するものである。

【図 1 9】 図 1 7 の絶対テープスケールを流れる誘導電流のパターンの模式的説明図であり、第 2 の瞬間における動作中の図 1 7 のリードヘッドと重なるテープスケール部分に対するものである。

【符号の説明】

1 0 0 ... 低オフセット型誘導電流式位置変換器

1 1 0 ... テープスケール

1 1 2 , 1 1 6 ... 開口

1 2 0 ... リードヘッド

1 2 2 ... 送信器巻線

1 2 4 , 1 2 6 ... 受信器巻線

1 4 0 ... 受信器信号処理回路

1 5 0 ... 送信器駆動信号発生器

1 6 0 ... 制御部

2 0 0 ... 低オフセット型誘導電流式絶対位置変換器

2 1 0 ... 絶対テープスケール

2 1 4 ... リードヘッド

2 1 6 ... 第 1 の送信器巻線

2 1 8 ... 第 2 の送信器巻線

2 2 0 ... 送信器駆動信号発生器

2 2 4 ... 第 1 の受信器巻線群

2 2 6 ... 第 2 の受信器巻線群

2 4 2 ... 受信器信号処理回路

2 4 4 ... 制御部

2 5 2 ... 開口

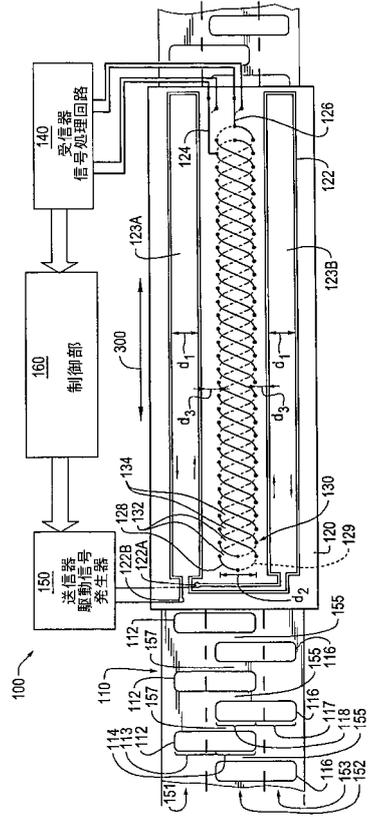
10

20

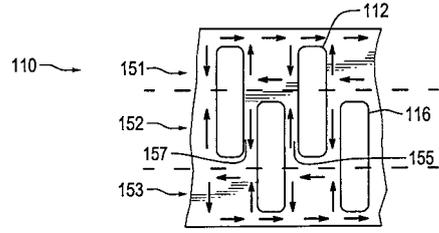
30

40

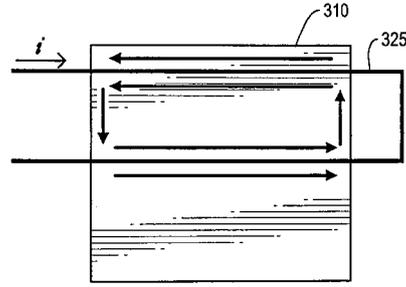
【 図 1 】



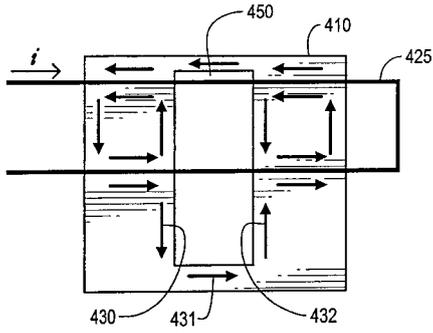
【 図 2 】



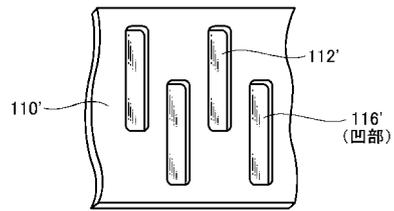
【 図 3 】



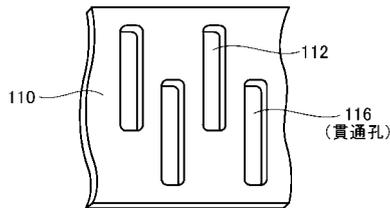
【 図 4 】



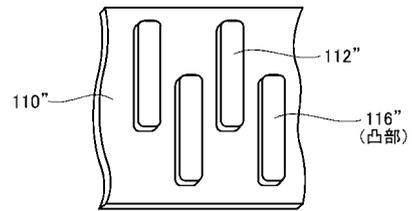
【 図 6 】



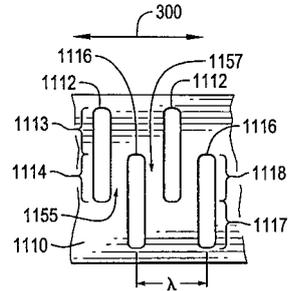
【 図 5 】



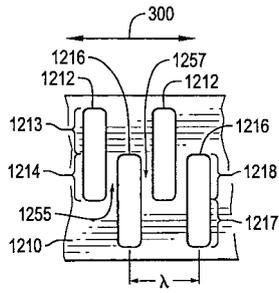
【 図 7 】



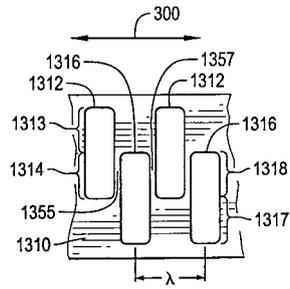
【 図 8 】



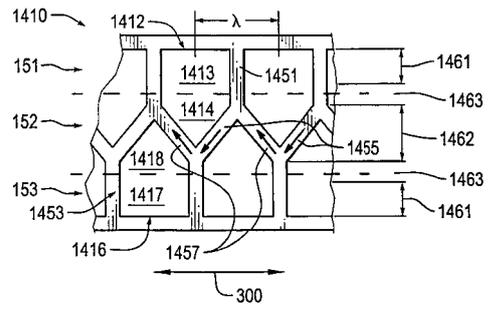
【 図 9 】



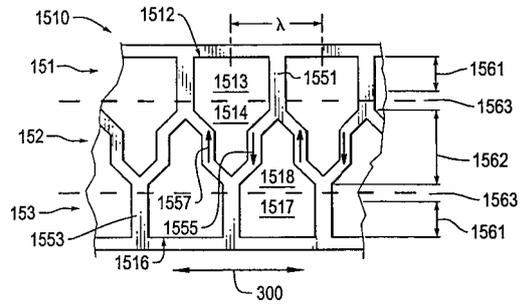
【 図 10 】



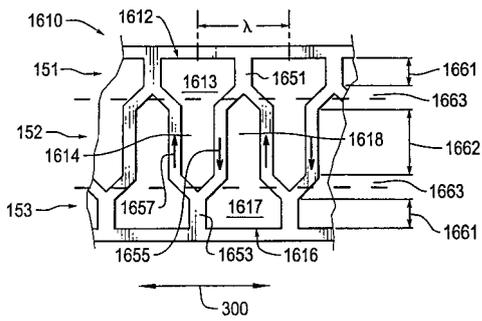
【 図 11 】



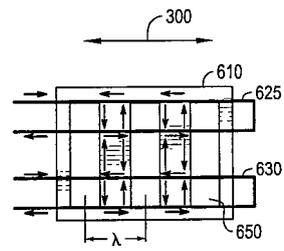
【 図 12 】



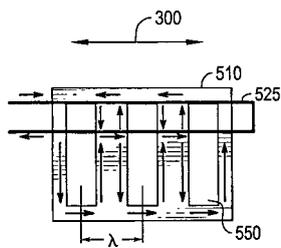
【 図 13 】



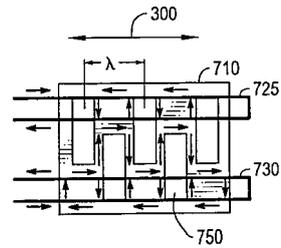
【 図 15 】



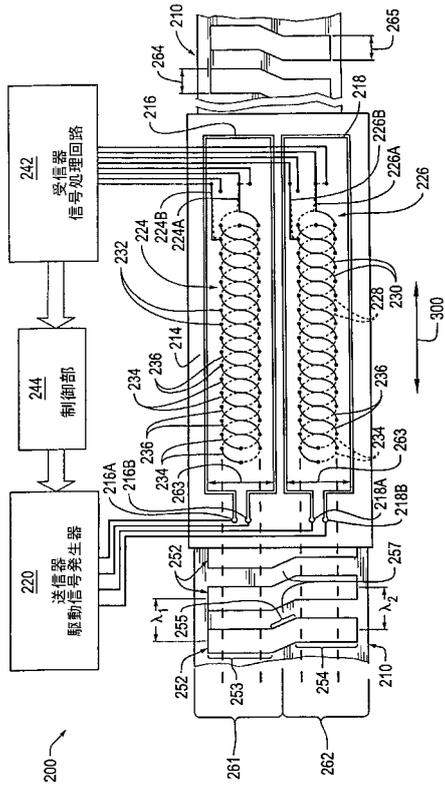
【 図 14 】



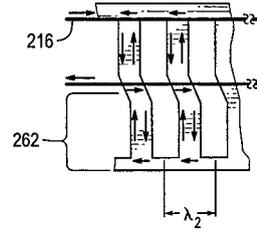
【 図 16 】



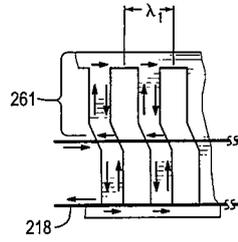
【 図 17 】



【 図 18 】



【 図 19 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 2 3 5 0 5 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 8 0 2 0 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 1 8 7 8 1 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 6 5 5 9 7 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G01D 5/00-5/252