

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6333345号
(P6333345)

(45) 発行日 平成30年5月30日(2018.5.30)

(24) 登録日 平成30年5月11日(2018.5.11)

(51) Int.Cl.

G O 1 D 5/20 (2006.01)

F 1

G O 1 D 5/20 1 1 O H

請求項の数 12 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-237422 (P2016-237422)
 (22) 出願日 平成28年12月7日 (2016.12.7)
 (65) 公開番号 特開2017-106920 (P2017-106920A)
 (43) 公開日 平成29年6月15日 (2017.6.15)
 審査請求日 平成30年3月13日 (2018.3.13)
 (31) 優先権主張番号 10 2015 224 589.6
 (32) 優先日 平成27年12月8日 (2015.12.8)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 390014281
 ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイイン・ゲ
 ゼルシヤフト・ミット・ペシユレンクテル
 ・ハフツング
 D R. JOHANNES HEIDEN
 H A I N G E S E L L S C H A F T M
 I T B E S C H R A N K T E R H A F
 T U N G
 ドイツ連邦共和国、83301 トラン
 ロイト、ドクトル・ヨハネス・ハイデンハ
 イン・ストラーセ、5
 (74) 代理人 100069556
 弁理士 江崎 光史
 (74) 代理人 100111486
 弁理士 鍛治澤 實

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電磁誘導式エンコーダ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アブソリュート式に位置を測定するための電磁誘導式エンコーダであって、この電磁誘導式エンコーダは、1つのスケール装置(1,100)と1つの走査装置(2,2.1)とを有し、

・前記スケール装置(1,100)は、測定方向(X)に延在する1つの第1測定目盛(11)と、この第1測定目盛(11)に対して平行に延在し、この第1測定目盛(11)に対向する1つの第2測定目盛(12)とを有し、

・前記走査装置(2,2.1)は、前記第1測定目盛(11)と前記第2測定目盛(12)との間の隙間に配置されていて、位置を測定するために前記スケール装置(1,100)に対して測定方向(X)に移動可能であり、前記走査装置(2,2.1)は、前記第1測定目盛(11)を走査し、第1の位置に依存する第1走査信号(S1,S11)を生成するために1つの第1コイル装置(21)を有し、前記走査装置(2,2.1)は、前記第2測定目盛(12)を走査し、第2の位置に依存する第2走査信号(S2,S21)を生成するために前記第1コイル装置(21)に対向する1つの第2コイル装置(22)を有し、

軟磁性材料から成る少なくとも1つの中間層(6,6.1)が、前記第1コイル装置(21)と前記第2コイル装置(22)との間に配置されている当該電磁誘導式エンコーダ。

【請求項 2】

前記中間層(6)は、軟磁性コア(7)と、この軟磁性コア(7)の両面上に配置された非導電性の複数の軟磁性層(8, 9)とから構成されることを特徴とする請求項1に記載の電磁誘導式エンコーダ。

【請求項3】

前記コア(7)は、導電性の軟磁性金属から成る請求項2に記載の電磁誘導式エンコーダ。

【請求項4】

前記コア(7)の透磁率は、2つの前記層(8, 9)の透磁率よりも大きい請求項2又は3に記載の電磁誘導式エンコーダ。

【請求項5】

複数の前記層(8, 9)はそれぞれ、軟磁性粒子が封入されている非導電性のマトリックス材料を含む請求項2～4のいずれか1項に記載の電磁誘導式エンコーダ。

10

【請求項6】

前記コア(7)は、鋼から成り、複数の前記層(8, 9)がそれぞれ、フラックス・フィールド・ディレクショナル・マテリアルから成るフィルムである請求項2～5のいずれか1項に記載の電磁誘導式エンコーダ。

【請求項7】

前記中間層(6, 1)は、 μ メタルを含む請求項1に記載の電磁誘導式エンコーダ。

【請求項8】

前記第1測定目盛(11)は、第1目盛周期(P1)を有する周期的なインクリメンタル目盛であり、前記第2測定目盛(12)は、前記第1目盛周期(P1)と僅かに異なる、第2目盛周期(P2)を有する周期的なインクリメンタル目盛であり、絶対位置測定が、バーニヤスケール原理に基づく請求項1～7のいずれか1項に記載の電磁誘導式エンコーダ。

20

【請求項9】

前記第1コイル装置(21)と前記第2コイル装置(22)とはそれぞれ、1つの励磁巻線(210, 220)に割り当てられた前記測定目盛(11, 12)の複数の目盛周期を同時に走査するために、前記1つの励磁巻線(210, 220)と、互いに移相されている周期的な複数の走査巻線(211, 212, 221, 222)とを有する請求項8に記載の電磁誘導式エンコーダ。

30

【請求項10】

前記走査装置(2, 2, 1)は、1つの評価装置(3)を有し、結果として生成される1つの絶対位置(AP)を、前記位置に依存する第1走査信号(S1, S11)と、前記位置に依存する第2走査信号(S2, S21)とから生成し、デジタルデータ語として出力部に提供するように、この評価装置(3)は構成されている請求項1～9のいずれか1項に記載の電磁誘導式エンコーダ。

40

【請求項11】

前記スケール装置(1)は、U字形の形材であり、前記第1測定目盛(11)と前記第2測定目盛(12)とが互いに対向して、こU字形の形材の、互いに平行に延在する2つの脚部内に形成されている請求項1～10のいずれか1項に記載の電磁誘導式エンコーダ。

【請求項12】

前記第1測定目盛(11)及び前記第2測定目盛(12)はそれぞれ、前記U字形の形材の前記脚部内の連続する複数の歯と複数の歯間とから構成されている請求項11に記載の電磁誘導式エンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

電磁誘導式エンコーダは、互いに移動可能な2つの構造部品の位置を測定するために使用される。この電磁誘導式エンコーダは、例えば、互いに相対回転可能な2つの機械部品

50

の角度位置を測定するためのロータリーエンコーダとして又は軸に沿った長手方向の移動を直接に測定するための測長システムとして使用される。

【0002】

このような電磁誘導式エンコーダは、電気駆動用の測定機器として対応する複数の機械部品の相対移動又は相対位置を測定するために使用される。この場合には、生成された位置値が、対応するインターフェース装置を介して当該駆動を制御するための後続電子装置に供給される。エンコーダは、インクリメンタル式エンコーダとアブソリュート式エンコーダとに区別される。アブソリュート式エンコーダが、益々要求されつつある。

【背景技術】

【0003】

このような種類のアブソリュート式の電磁誘導式エンコーダは、欧州特許第1081454号明細書から公知である。絶対位置が、僅かに異なる周期の測定目盛を有する2つの測定目盛を電磁誘導式に走査することによって得られる(バーニヤスケール原理)。これらの測定目盛はそれぞれ、1つの励磁巻線と1つの走査巻線との間の電磁誘導結合の強さに位置に応じて影響を及ぼす。当該2つの測定目盛を走査するための複数のコイル装置が、これらの測定目盛間の中間空間内又は隙間に配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】欧州特許第1081454号明細書

10

【特許文献2】欧州特許出願公開第2851655号明細書

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の課題は、正確な絶対位置が検出され得、コンパクトで且つ丈夫な構造を有する電磁誘導式エンコーダを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によれば、この課題は、請求項1に記載の特徴によって解決される。

【0007】

30

したがって、前記電磁誘導式エンコーダは、1つのスケール装置と1つの走査装置とを有する。

・前記スケール装置は、測定方向に延在する1つの第1測定目盛と、この第1測定目盛に対して平行に延在し、この第1測定目盛に対向する1つの第2測定目盛とを有する。

・前記走査装置は、前記第1測定目盛と前記第2測定目盛との間の隙間に配置されていて、位置を測定するために前記スケール装置に対して測定方向に移動可能である。この場合、前記走査装置は、前記第1測定目盛を走査し、第1の位置に依存する第1走査信号を生成するために1つの第1コイル装置を有し、前記走査装置は、前記第2測定目盛を走査し、第2の位置に依存する第2走査信号を生成するために前記第1コイル装置に対向する1つの第2コイル装置を有する。

40

【0008】

この場合、軟磁性材料から成る少なくとも1つの中間層が、前記第1コイル装置と前記第2コイル装置との間に配置されている。

【0009】

軟磁性材料は、磁場内で容易に磁化され得る強磁性材料である。当該材料中の磁気分極が、外部磁場をその材料の透磁率だけ增幅する。当該軟磁性材料は、塊状の金属として、結合された金属粉末として、セラミック材料、いわゆるフェライトとして、又は合成樹脂で結合されたフェライト粉末として存在する。

【0010】

中間層としての前記軟磁性材料は、前記第1コイル装置から発生する交番磁場の磁力線

50

を前記中間層の材料の層中に通させる結果、閉じて空間的に限定された磁気ループを形成し、且つ前記第2コイル装置から発生する交番磁場の磁力線を前記中間層の材料の層中に通させる結果、閉じて空間的に限定された磁気ループを形成する機能を有する。これにより、前記中間層は、前記第1コイル装置から発生する磁力線を前記第2コイル装置から発生する磁力線から分離する。

【0011】

1つのコアと、このコアの両面上に配置された軟磁性材料から成る1つの層とから構成されるサンドイッチ構造が、中間層として特に適する。当該軟磁性材料は、2MHz程度の範囲内の交番磁場の場合に、例えば 1×10^6 の大きさの大きい電気抵抗を有する、すなわち実質的に非導電性である。このような材料は、FFD材料(Flux Field 10
Directional Material; フラックス・フィールド・ディレクショナル・マテリアル)であり、「焼結フェライトシート」としてフィルムの形で商業的に入手可能である。悪い導電率に起因して、それぞれのコイル装置の励磁磁場を減衰させる渦電流が、この材料中で発生しない。

【0012】

当該コアが、同様に、特に軟磁性材料から成る。特に、当該コアの材料の透磁率は、その両面に配置された層の透磁率よりも十分に - 特に数倍だけ - 大きい。この場合には、当該コアが、外部磁場から発生する干渉磁束を吸収し、当該層を飽和させない。すなわち、エンコーダが、外部磁場に曝されている場合、この外部磁場が、当該機能層を飽和させることが回避される必要がある。何故なら、飽和が回避されない場合は、磁束を増幅させる作用がもはや与えられないからである。特に軟磁性鋼が、当該コア用の材料として適する。

【0013】

当該金属製の中間層は、 μ メタル、すなわち10,000を超える非常に高い透磁率を有する金属でもよい。この軟磁性材料は、良好な導電性である。2MHzの大きさの交番磁場の場合の当該極めて高い透磁率に起因して、当該交番磁場の侵入深さは、非常に浅く、当該侵入深さは、数 μ mの深さに及ぶだけである。その結果、その実効電気抵抗は、非常に大きいので、同様に、当該それぞれのコイル装置の励磁磁場に逆らって作用し、当該励磁磁場を減衰させ得る渦電流が発生しないか又は無視できる程度にしか発生しない。

【0014】

本発明の好適な構成は、従属請求項に記載されている。

【0015】

本発明の電磁誘導式エンコーダの詳細及び利点は、添付図面に基づく以下の実施の形態に記載されている。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明による第1の電磁誘導式エンコーダの斜視図である。

【図2】図1による電磁誘導式エンコーダの横断面図である。

【図3】第1走査目盛と第2走査目盛との構造及び走査部分を詳細に示す。

【図4】第1測定目盛中に発生する渦電流を示す。

【図5】本発明による第2の電磁誘導式エンコーダの断面図である。

【図6】スケール装置の別の構造を示す。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の第1の実施の形態を図1～4に基づいて詳しく説明する。図1は、測定方向Xに延在する2つの測定目盛11及び12を有するスケール装置1を示す。これらの測定目盛11及び12は、互いに対向して配置されていて、これらの測定目盛11及び12間に隙間を形成する。第1測定目盛11は、第1目盛周期P1を有する目盛要素を備え、第2測定目盛12は、第2目盛周期P2を有する目盛要素を備える。両測定目盛11,12の周期的に配置されたこれらの測定目盛11,12は、電磁誘導式に走査可能に形成されて

10

20

30

40

50

いる。このため、これらの測定目盛 1 1, 1 2 はそれぞれ、測定方向 X に互いに離間して周期的に連続する導電性の複数の目盛要素から構成される。当該図示された実施の形態では、これらの目盛要素は、扁平な複数の長方形である。しかし、これらの目盛要素は、別の形、例えば湾曲された外輪郭又は三角形状の外輪郭を成してもよい。これらの目盛要素は、複数の電磁誘導結合要素を形成する。励磁磁場に逆らって作用する渦電流が、1 つの目盛要素ごとに発生することによって、これらの電磁誘導結合要素は、励磁巻線 2 1 0, 2 2 0 と走査巻線 2 1 1, 2 1 2, 2 2 1, 2 2 2 との間の電磁誘導結合の強さを位置に応じて変調する。図 4 には、測定目盛 1 1 のこれらの目盛要素中に発生する渦電流が概略的に示されている。

【0018】

10

第 1 測定目盛 1 1 の目盛周期 P 1 と、第 2 測定目盛 1 2 の目盛周期 P 2 とは、僅かだけ相違する。その結果、絶対位置が、これらの目盛周期 P 1, P 2 のうちの複数の目盛周期によって当該僅かな相違から導き出され得る。したがって、当該絶対位置測定は、バーニヤスケール原理に基づく。

【0019】

20

さらに、当該電磁誘導式エンコーダは、スケール装置 1 の 2 つの測定目盛 1 1 及び 1 2 を走査するために、第 1 測定目盛 1 1 と第 2 測定目盛 1 2 との間に配置されている走査装置 2 を有する。この走査装置 2 は、位置測定のために、スケール装置 1 に対して測定方向 X に相対移動可能である。この走査装置 2 は、第 1 測定目盛 1 1 を走査し、第 1 の位置に依存する少なくとも 1 つの第 1 走査信号 S 1 を生成するために、第 1 コイル装置 2 1 を有する。この走査装置 2 は、第 2 測定目盛 1 2 を走査し、第 2 の位置に依存する少なくとも 1 つの第 2 走査信号 S 2 を生成するために、第 2 コイル装置 2 2 を有する。

【0020】

30

第 1 コイル装置 2 1 は、1 つの第 1 励磁巻線 2 1 0 と、互いに移相されている周期的な複数の第 1 走査巻線 2 1 1, 2 1 2 を有する。同様に、第 2 コイル装置 2 2 は、第 2 測定目盛 1 2 を走査するために、1 つの第 2 励磁巻線 2 2 0 と、互いに移相されている周期的な複数の第 2 走査巻線 2 2 1, 2 2 2 を有する。第 1 走査巻線 2 1 1, 2 1 2 はそれぞれ、第 1 測定目盛 1 1 の、測定方向 X に配置された複数の目盛要素を同時に走査し、互いに移相されている、信号周期 P 1 を有する複数の第 1 走査信号 S 1, S 1 1 を生成するために、測定方向 X に延在する周期的な複数の巻線を有する。第 2 走査巻線 2 2 1, 2 2 2 はそれぞれ、第 2 測定目盛 1 2 の、測定方向 X に配置された複数の目盛要素を同時に走査し、互いに移相されている、信号周期 P 2 を有する複数の第 2 走査信号 S 2, S 2 1 を生成するために、測定方向 X に延在する周期的な複数の巻線を有する。

【0021】

スケール装置 1 との協働時の電磁誘導走査の機能を詳しく説明するため、走査装置 2 が、図 3 に概略的に示されている。

【0022】

40

時間的に交番する電磁的な励磁磁場が、第 1 測定目盛 1 1 の複数の目盛要素の領域内に生成されるように、扁平な励磁巻線 2 1 0 が、励磁電流によって通電される。この励磁電流は、1 0 0 k H z ~ 1 0 M H z の周波数を有する。励磁巻線 2 1 0 が、第 1 測定目盛 1 1 の、対向して連続する複数の目盛要素内に、可能な限り均一な電磁場を形成するように、この励磁巻線 2 1 0 は空間配置されている。

【0023】

50

走査巻線 2 1 1, 2 1 2 は、励磁巻線 2 1 0 の内部に存在する。この励磁巻線 2 1 0 から発生した励磁磁場が、当該複数の目盛要素中に当該励磁磁場に逆らう対抗磁場として作用する渦電流を生成する。当該導電性の複数の目盛要素に対する相対位置によって決まる電圧が、これらの走査巻線 2 1 1, 2 1 2 に割り当てられた当該励磁磁場に起因してこれらの走査巻線 2 1 1, 2 1 2 内に誘導される。すなわち、励磁巻線 2 1 0 が、当該複数の目盛要素に対する相対位置に応じて測定方向 X に走査巻線 2 1 1, 2 1 2 と電磁誘導結合されている。当該電磁的な交番磁場が、これらの目盛要素によって測定方向 X に位置に応

じて変調される。これにより、走査巻線 211, 212 中に誘導された電圧も、位置に応じて変化する。これらの走査巻線 211, 212 中にそれぞれ誘導された電圧が、走査信号 S1, S11 として評価装置 3 に供給される。

【0024】

時間的に交番する電磁的な励磁磁場が、第 2 測定目盛 12 の複数の目盛要素の領域内に生成されるように、扁平な励磁巻線 220 が、励磁電流によって通電される。この励磁電流は、数 MHz の周波数を有する。励磁巻線 220 が、対向して連続する複数の目盛要素内に、可能な限り均一な電磁場を形成するように、この励磁巻線 220 は空間配置されている。

【0025】

走査巻線 221, 222 は、励磁巻線 220 の内部に存在する。この励磁巻線 220 から発生した励磁磁場が、当該複数の目盛要素中に当該励磁磁場に逆らう対抗磁場として作用する渦電流を生成する。当該導電性の複数の目盛要素に対する相対位置によって決まる電圧が、これらの走査巻線 221, 222 に割り当てられた当該励磁磁場に起因してこれらの走査巻線 221, 222 内に誘導される。すなわち、励磁巻線 220 が、当該複数の目盛要素に対する相対位置に応じて測定方向 X に電磁誘導結合されている。当該電磁的な交番磁場が、これらの目盛要素によって測定方向 X に位置に応じて変調される。これにより、走査巻線 221, 222 中に誘導された電圧も、位置に応じて変化する。これらの走査巻線 221, 222 中にそれぞれ誘導された電圧が、走査信号 S2, S21 として評価装置 3 に供給される。

10

【0026】

走査信号 S1, S11, S2, S21 が、走査装置 2 の評価装置 3 に入力される。スケール装置 1 に対する走査装置 2 の一義的な絶対位置 AP を示すビート信号を、複数の位相位置の比較から既知の方法で生成するように、この評価装置 3 は構成されている。コード化すべき絶対測定範囲が、2 つの目盛周期 P1, P2 の選択された差によって既知の方法で決まる。目盛周期 P1 の数と、目盛周期 P2 の数とが、コード化すべき絶対測定範囲の全体にわたって 1 だけ異なると、特に有益である。絶対位置 AP が、デジタルデータ語として走査装置 2 の出力部に供給される。この場合、当該出力は、シリアルに実行される。走査装置 2 の構成を断面図である図 2 に基づいて詳しく説明する。励磁巻線 210 と走査巻線 211, 212 とを有する第 1 コイル装置 21 が、第 1 測定目盛 11 に対して僅かな走査間隔をあけて第 1 回路基板側 4 に配置されている。励磁巻線 220 と走査巻線 221, 222 とを有する第 2 コイル装置 22 が、第 2 測定目盛 12 に対して僅かな走査間隔をあけて第 2 回路基板側 5 に配置されている。軟磁性材料から成る中間層 6 が、第 1 コイル装置 21 と第 2 コイル装置 22 との間に配置されている。

20

【0027】

中間層 6 としての当該軟磁性材料は、第 1 コイル装置 21 から発生する交番磁場の磁力線を中間層 6 の材料の層中に通させる結果、閉じて空間的に限定された磁気ループを形成し、且つ第 2 コイル装置 22 から発生する交番磁場の磁力線を中間層 6 の材料の層中に通させる結果、閉じて空間的に限定された磁気ループを形成する機能を有する。これにより、中間層 6 は、第 1 コイル装置 21 から発生する磁力線を第 2 コイル装置 22 から発生する磁力線から分離する。

30

【0028】

当該第 1 の実施の形態では、当該中間層が、軟磁性コア 7 から成る。この軟磁性コア 7 は、両面に非導電性の軟磁性材料から成るそれぞれ 1 つの層 8, 9 を有する。交番磁場の数 MHz (例えは、2 MHz) の周波数の場合の悪い導電率に起因して、それぞれのコイル装置 21, 22 の励磁磁場を減衰させる渦電流が、層 8, 9 中に発生しない。これらの層 8, 9 の比較的高い (1 よりも非常に高い) 透磁率に起因して、当該励磁磁場が、これらの層 8, 9 中に誘導される、したがって増幅される。

40

【0029】

これにより、非常に多くの磁束が、コア 7 まで達することが回避される。その結果、当

50

該励磁磁場を減衰させ得る渦電流が、コア7で発生し得ない。層8，9の厚さはそれぞれ、特に100μm～1000μmである。好ましくは、コア7は、導電性の軟磁性金属から成る。特に軟磁性鋼が、当該コア用の材料として適する。コア7の厚さは、数mmである。

【0030】

コア7の透磁率は、特に2つの層8，9の透磁率よりも大きい。したがって、コア7中の磁束密度が、層8，9中よりも大きいことが達成される。それ故に、外部磁場（干渉磁場）の大部分が、コア7を透過し、層8，9が、容易に飽和し得ない。コア7の透磁率は、特に層8，9の透磁率よりも約数倍大きい。当該コアの透磁率が、300の大きさの場合、これらの層の透磁率は、100kHz～10MHzの周波数のときに100未満の範囲内になければならない。10

【0031】

特に、軟磁性粒子が封入されている非導電性のマトリックス材料が、それぞれの層8，9のために適する。それ故に、当該層8，9は、Flex Field Directional Materialから成るフィルムから形成され得る。軟磁性粒子が粉末状に混入されている合成樹脂、特にエポキシ樹脂が、マトリックス材料として適する。

【0032】

中央に配置されたコア7と、その両面上に配置された層8，9と、当該層上に装着された回路基板4，5と、当該回路基板上に装着された扁平なコイル装置21，22とが、サンドイッチ状のスタックを形成する。コンパクトな構造が達成され、機械的に安定な構造も、金属製のコア7によって達成される。20

【0033】

層8，9と回路基板4，5とが、繊維とマトリックス材料と軟磁性粒子とを含むプレプレグとして一緒に製造されてもよい。コア7と、層8，9と、回路基板4，5とは、多層構造を形成し得る。この場合、個々の層が、熱作用の下で互いにプレスされている。硬くてコンパクトなサンドイッチ構造が得られる。

【0034】

図5には、走査装置2.1の別の構造が示されている。軟磁性の中間層6.1が、この場合にはμメタルから成る。この実施の形態では、層8，9は必ずしも必要でない。その結果、コイル装置21，22を有する回路基板4，5が、当該μメタル上に直接に装着され得る。μメタルとしての中間層6.1は、導電性である。しかし、2MHzの大きさの交番磁場の場合の極めて高い透磁率に起因して、当該交番磁場の侵入深さは、非常に浅く、数μmの深さに及ぶだけである。その結果、その実効電気抵抗は、非常に大きいので、同様に、当該それぞれのコイル装置の励磁磁場に逆らって作用し、当該励磁磁場を減衰させ得る渦電流が発生しないか又はほとんど発生しない。30

【0035】

上記の実施の形態では、スケール装置1は、U字形の形材から形成されている。測定目盛11，12が、このスケール装置1の互いに平行に延在する2つの脚部内に又は当該脚部に形成されている。第1測定目盛11が、当該2つの脚部のうちの1つの脚部内に形成されていて、第2測定目盛12が、この第1測定目盛11に対して対向し且つ平行に延在する当該U字形の形材の別の脚部内に形成されている。スケール装置1は、走査装置2又は2.1を言わば包囲する。40

【0036】

当該実施の形態では、複数の目盛要素が、複数の電磁誘導結合要素を形成する。励磁磁場に逆らって作用する渦電流が、1つの目盛要素ごとに発生することによって、これらの電磁誘導結合要素は、励磁巻線210，220と走査巻線211，212，221，222との間の電磁誘導結合の強さを位置に応じて変調する。この場合には、特に良好な導電性で且つ非磁性の材料、例えばアルミニウムが、スケール装置1用の材料として適する。

【0037】

図1は、U字断面状（U字状の形材）のスケール装置1の特に好適な構造を示す。この50

場合、第1測定目盛11及び第2測定目盛12はそれぞれ、連続する複数の歯と複数の歯間とから構成される。これらの歯間が、当該U字状断面の底部まで達しないならば、すなわち、これらの歯間の両側が、当該U字状断面の底部に接しても依然として測定方向Xに連続して延在する複数のウェブを残すならば、当該スケール装置1は、非常に曲がりにくい。

【0038】

U字状断面としてのスケール装置1の実施の形態には、スケール装置1が一体的に形成されていて、測定目盛11, 12が、必要な精度で互いに整向して形成され得るという利点がある。第1測定目盛11及び第2測定目盛12は、レーザー又はウォータージェットを用いた打ち抜き、切断によって形成され得る。当該第1測定目盛11及び第2測定目盛12は、その後にU字状断面に曲げられる。当該U字状断面は、特にリニアスケール装置として使用するために高い曲げ剛性を有し、自己支持形であり、それ故にスケール装置1として良好に取り扱い可能である。

10

【0039】

代わりに、スケール装置100の目盛要素は、図6にしたがって形成されてもよい。この場合、歯間がそれぞれ、材料減少部分によって置換されていて、目盛要素が、走査装置2を先導する隆起部分として形成されている。この別の構造も、U字状断面の互いに対向する2つの脚部内に設けられ得る。この場合、非常に曲がりにくい構造が得られる。

【0040】

上記の実施の形態及びバーニヤスケール原理の利用では、第1測定目盛11の目盛周期P1が、付随する走査巻線211, 212の目盛周期P1と一致し、第2測定目盛12の目盛周期P2が、付随する走査巻線221, 222の目盛周期P2と一致する。この場合、P1とP2とは、僅かに相違する。この代わりに、バーニヤスケール原理を利用する場合は、第1測定目盛11を走査するための走査巻線の目盛周期と、第2測定目盛12を走査するための目盛周期とは、欧州特許出願公開第2851655号明細書で説明されているように同一でもよい。

20

【0041】

上記の実施の形態では、複数の目盛要素が、複数の電磁誘導結合要素を形成する。励磁磁場に逆らって - すなわち、磁束を減衰させるように - 作用する渦電流が、1つの目盛要素ごとに発生することによって、これらの電磁誘導結合要素は、励磁巻線210, 220と走査巻線211, 212, 221, 222との間の電磁誘導結合の強さを位置に応じて変調する。しかし、当該複数の目盛要素が、磁束を增幅するように、当該スケール装置が構成されてもよい。この場合には、当該スケール装置は、例えば粉末状の軟磁性材料又はフェライトで充填されている合成樹脂から成り得る。このとき、当該スケール装置は、射出成形部材として形成され得る。

30

【0042】

図示されていない構成では、スケール装置の第1測定目盛が、チェーンコードでもよい。当該チェーンコードは、知られているようにビット列から構成される。これらのビットのうちの複数のビットが、測定方向に連続して同時に走査され、絶対位置を一義的に決定する1つのコード語を粗い絶対位置として形成する。この場合には、第2測定目盛が、周期的なインクリメンタル目盛でもよい。当該インクリメンタル目盛は、補間によってチェーンコードから測定される絶対位置をさらに分割し、1つの精密な位置を形成する。評価装置が、当該チェーンコードの粗い絶対位置と当該インクリメンタル目盛の精密な位置とをその結果として生成される1つの絶対位置に結合する。

40

【0043】

代わりに、1つの測定目盛が、周期的なそれぞれ1つのインクリメンタル目盛を有する複数のトラックから構成されてもよい。

【0044】

図示されていない構成では、複数の走査装置が、位置を測定するためにスケール装置に付設されてもよい。前後して配置された継ぎ目のある複数のスケール装置を走査する場合

50

、当該構成は、冗長な位置測定のために使用され得るか、又はその継ぎ目を横切るときの中止しない位置測定を保証するために使用され得る。この場合、一方の走査装置から他方の走査装置への切り換えが、その継ぎ目で実行される。

【0045】

全体の厚さが数mmであるエンコーダが、本発明によって可能である。当該構造は、機械的に非常に安定であり、干渉をほとんど受けない。

【0046】

本発明のエンコーダは、特に、リニア駆動に関連する搬送システム及び自動化技術に適する。

【0047】

本発明による電磁誘導式エンコーダは、測長装置として又は測角装置として構成され得る。

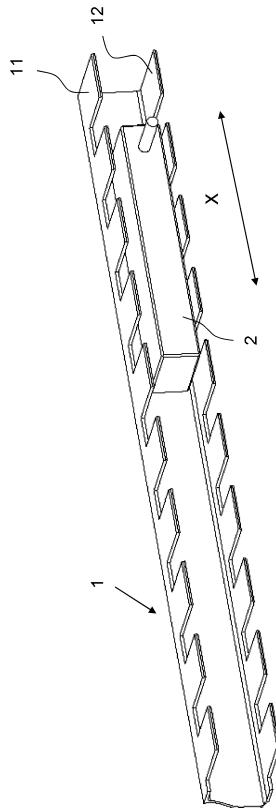
10

【符号の説明】

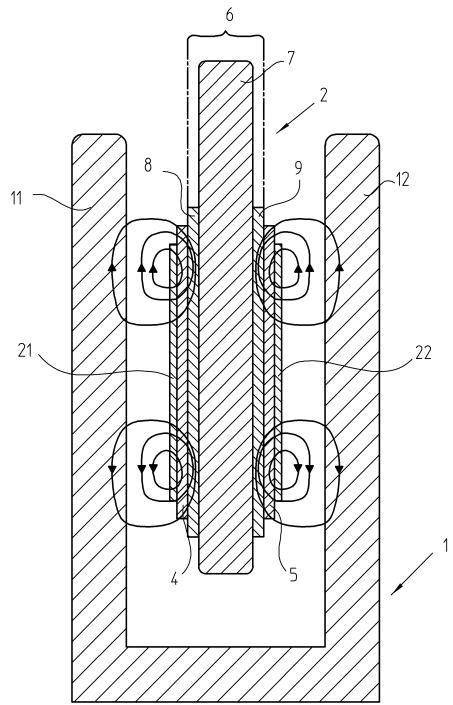
【0048】

1	スケール装置	20
2	走査装置	
2.1	走査装置	
3	評価装置	
4	第1回路基板	
5	第2回路基板	
6	中間層	
6.1	中間層	
7	軟磁性コア	
8	非導電性の軟磁性層	
9	非導電性の軟磁性層	
11	第1測定目盛	
12	第2測定目盛	
21	第1コイル装置	
22	第2コイル装置	
100	スケール装置	30
210	励磁巻線	
211	走査巻線	
212	走査巻線	
220	励磁巻線	
221	走査巻線	
222	走査巻線	
P1	第1目盛周期	
P2	第2目盛周期	
S1	第1走査信号	
S2	第2走査信号	40
S11	第1走査信号	
S21	第2走査信号	
AP	絶対位置	
X	測定方向	

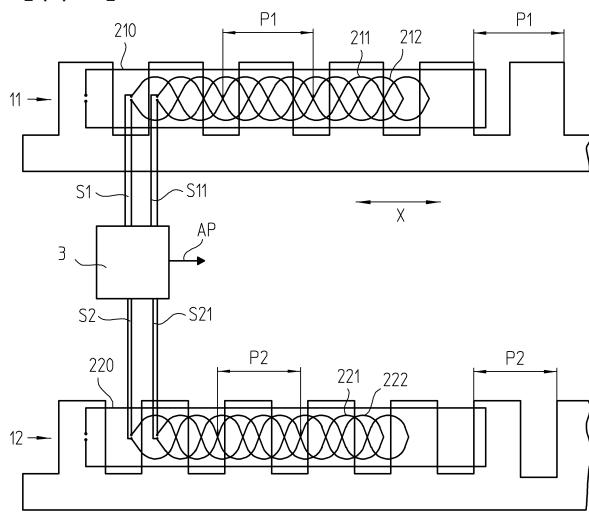
【図1】



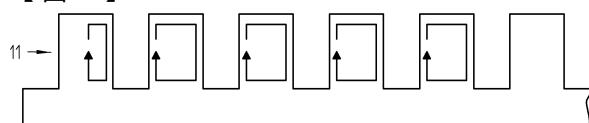
【図2】



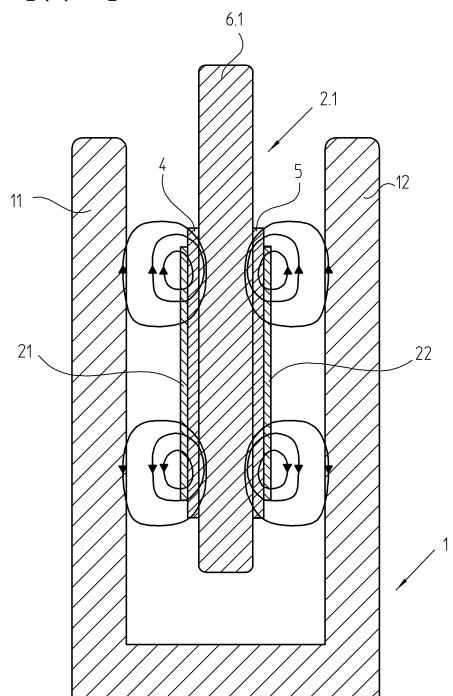
【図3】



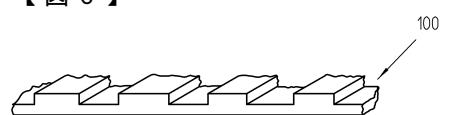
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(74)代理人 100173521
弁理士 篠原 淳司
(74)代理人 100191835
弁理士 中村 真介
(74)代理人 100153419
弁理士 清田 栄章
(74)代理人 100139527
弁理士 上西 克礼
(74)代理人 100164781
弁理士 虎山 一郎
(72)発明者 マルティン・ホイマン
ドイツ連邦共和国、8 3 2 7 8 トランシュタイン、レーオンロートストラーセ、1 2
(72)発明者 マルク・オーリヴァー・ティーマン
ドイツ連邦共和国、8 3 3 2 9 ヴァーギング・アム・ゼー、アム・ザントベルク、1 1
(72)発明者 アレクサンダー・フランク
ドイツ連邦共和国、8 3 3 7 7 ヴァヘンドルフ、カペレンヴェーク、2 1

審査官 深田 高義

(56)参考文献 特開2015-59934 (JP, A)
欧州特許出願公開第2581711 (EP, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 D 5 / 20