

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5094390号  
(P5094390)

(45) 発行日 平成24年12月12日(2012.12.12)

(24) 登録日 平成24年9月28日(2012.9.28)

(51) Int.Cl. F I  
**GO1D 5/20 (2006.01)** GO1D 5/20 A

請求項の数 10 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-523917 (P2007-523917)                  (86) (22) 出願日 平成18年6月23日(2006.6.23)                  (86) 国際出願番号 PCT/JP2006/312636                  (87) 国際公開番号 W02007/000952                  (87) 国際公開日 平成19年1月4日(2007.1.4)                  審査請求日 平成21年6月23日(2009.6.23)                  (31) 優先権主張番号 特願2005-213405 (P2005-213405)                  (32) 優先日 平成17年6月26日(2005.6.26)                  (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 597156971                  株式会社アミテック                  東京都八王子市東町1番6 橋元LKビル                  (74) 代理人 100077539                  弁理士 飯塚 義仁                  (72) 発明者 後藤 忠敏                  東京都府中市新町1丁目77番2号                  審査官 井上 昌宏</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数層のフラットコイルを重ねて配置し、重ねられたフラットコイルを直列接続して1つのコイル極を構成し、該コイル極を交流信号で励磁するコイル部と、

前記コイル極に非接触的に対向するように配置された磁気応答部材とを具備し、前記コイル部と磁気応答部材の少なくとも一方を検出対象位置に連動して回転変位させることで、前記コイル部と磁気応答部材の相対的位置を検出対象位置に応じて変化させ、この相対的位置の変化に応じて前記磁気応答部材の前記コイル極に対する対応が変化して該コイル極のインピーダンスが変化し、このインピーダンス変化に応じた出力信号を該コイル極から取り出すことに基づき位置検出信号を得るようにした位置センサであって、

前記磁気応答部材の形状は、前記相対的変位の方向を横切る方向に関して限られた幅を持ち、かつ、この幅が前記相対的変位の方向に沿って漸増または漸減する形状であって、かつ、回転中心に対する該磁気応答部材の該幅の外側が偏心円状の輪郭を持つのみならず、回転中心に対する該磁気応答部材の該幅の内側が偏心円状に開けられている偏心リング形状をなしており、また、

該相対的変位の方向を横切る方向に関して、該磁気応答部材の幅が最大となる部分でも、前記コイル極のフラットコイルの幅からはみ出ないように、該磁気応答部材の最大の幅の部分が該フラットコイルの幅より狭くなるように配置されていることを特徴とする位置センサ。

## 【請求項 2】

同一構成の 2 つの前記磁気応答部材で、前記フラットコイルの軸方向に関して前記コイル部をその両側から挟んで配置してなることを特徴とする請求項 1 に記載の位置センサ。

## 【請求項 3】

複数層のフラットコイルを重ねて配置し、重ねられたフラットコイルを直列接続して 1 つのコイル極を構成し、該コイル極を交流信号で励磁するコイル部と、

前記コイル極に非接触的に対向するように配置された磁気応答部材とを具備し、前記コイル部と磁気応答部材の少なくとも一方を検出対象位置に連動して変位させることで、前記コイル部と磁気応答部材の相対的位置を検出対象位置に応じて変化させ、この相対的位置の変化に応じて前記磁気応答部材の前記コイル極に対する対応が変化して該コイル極のインピーダンスが変化し、このインピーダンス変化に応じた出力信号を該コイル極から取り出すことに基づき位置検出信号を得るようにした位置センサであって、

10

同一構成の 2 つの前記磁気応答部材で、前記フラットコイルの軸方向に関して前記コイル部をその両側から挟んで配置してなることを特徴とする位置センサ。

## 【請求項 4】

前記コイル部は、前記フラットコイルをプリント基板上にプリント形成してなる請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の位置センサ。

## 【請求項 5】

前記コイル部は、2 以上の前記フラットコイルをプリント基板上に多層形成してなる請求項 4 に記載の位置センサ。

20

## 【請求項 6】

前記コイル部は、前記検出対象位置に応じた前記相対的位置の変化の方向に沿って複数の前記コイル極を配置してなる請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の位置センサ。

## 【請求項 7】

前記複数のコイル極には、前記相対的位置の変化に応じてプッシュプル特性で変化するインピーダンス特性を提供するよう配置された 2 つのコイル極を含み、このプッシュプル特性の 2 つのコイル極の出力を差動合成することで、前記検出対象位置に応じた出力信号を得る請求項 6 に記載の位置センサ。

## 【請求項 8】

前記プッシュプル特性の 2 つのコイル極でなる対を少なくとも 2 対具備し、各対の前記差動合成出力として、前記検出対象位置に応じて互いに異なる出力特性を示す出力信号を得る請求項 7 に記載の位置センサ。

30

## 【請求項 9】

前記 1 つのコイル極における前記フラットコイルの径が前記相対的位置の変化の方向に延びた形状を成している請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の位置センサ。

## 【請求項 10】

前記 1 つのコイル極に対応して、横並びに複数の前記積層されたフラットコイルのグループを配置し、これらのグループの出力を加算して当該 1 つのコイル極の出力信号とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の位置センサ。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、小型化が可能でありながら出力レベルも大きく取れる精度のよい非接触式の位置センサに関し、例えば内燃機関のスロットル位置センサやその他自動車における部品の機械的動きの位置センサとして使用するのに適し、その他様々な用途に使用される位置センサに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

下記特許文献 1 には、接点摺動式の可変抵抗器（ポテンショメータ）で構成されるスロ

50

ットル位置センサが示されている。また、下記特許文献2には、磁気抵抗素子を使用した非接触式のスロットル位置センサが示されている。また、下記特許文献3には、ホール素子を使用した非接触式のスロットル位置センサが示されている。

【特許文献1】実開昭59-41708号

【特許文献2】特開平2-298802号

【特許文献3】特開平5-26610号

【0003】

しかし、特許文献1に示されたようなポテンショメータからなるものは、接点摺動式であるため、寿命や故障の問題があり、また、抵抗素子の温度ドリフトの問題もある。特許文献2に示されたような磁気抵抗素子を使用したものは、検出精度と温度ドリフト補償の点で難がある。特許文献3に示されたようなホール素子を使用したものは、連続的位置検出に適していないという欠点がある。また、シート状のフラットコイルも従来知られているが、十分なインダクタンスを得ることができないため、位置センサとして実用的なものを構成することはできなかった。

【発明の開示】

【0004】

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、小型化された構成であり、また、十分なインダクタンスを確保できるようにしたコイルを用いた非接触式の位置センサを提供しようとするものである。

【0005】

本発明に係る位置センサは、複数層のフラットコイルを重ねて配置し、重ねられたフラットコイルを直列接続して1つのコイル極を構成し、該コイル極を交流信号で励磁するコイル部と、前記コイル極に非接触的に対向するように配置された磁気応答部材とを具備し、前記コイル部と磁気応答部材の少なくとも一方を検出対象位置に連動して回転変位させることで、前記コイル部と磁気応答部材の相対的位置を検出対象位置に応じて変化させ、この相対的位置の変化に応じて前記磁気応答部材の前記コイル極に対する対応が変化して該コイル極のインピーダンスが変化し、このインピーダンス変化に応じた出力信号を該コイル極から取り出すことに基づき位置検出信号を得るようにした位置センサであって、前記磁気応答部材の形状は、前記相対的変位の方向を横切る方向に関して限られた幅を持ち、かつ、この幅が前記相対的変位の方向に沿って漸増または漸減する形状であって、かつ、回転中心に対する該磁気応答部材の該幅の外側が偏心円状の輪郭を持つのみならず、回転中心に対する該磁気応答部材の該幅の内側が偏心円状に開けられている偏心リング形状をなしており、また、該相対的変位の方向を横切る方向に関して、該磁気応答部材の幅が最大となる部分でも、前記コイル極のフラットコイルの幅からはみ出ないように、該磁気応答部材の最大の幅の部分が該フラットコイルの幅より狭くなるように配置されていることを特徴とする。

【0006】

本発明によれば、フラットコイルを複数層重ね、重ねられたフラットコイルを直列接続して1つのコイル極を構成するので、1つのフラットコイルのコイル径を小さくすることでその巻数が制限されることになっても、重複された複数のフラットコイルのインダクタンスの加算合計により、該コイル極全体のインダクタンスを大きくすることができる。従って、検出対象位置に応じたコイル部と磁気応答部材の相対的位置関係に依存するコイル極のインピーダンス変化を大きくとることができ、検出対象位置に応じたコイル出力信号のレベルを大きく取ることができ、小型/薄型でありながら精度のよい位置検出が可能となる。また、フラットコイル(プリントコイル)を使用するため、センサ全体の製造コストを安価にすることができる。

【0007】

また、本発明によれば、前記磁気応答部材の形状は、前記相対的変位の方向を横切る方向に関して限られた幅を持ち、かつ、この幅が前記相対的変位の方向に沿って漸増または漸減する形状からなり、また、該相対的変位の方向を横切る方向に関して、該磁気応答部

10

20

30

40

50

材の幅が最大となる部分でも、前記コイル極のフラットコイルの幅からはみ出ないように、該磁気応答部材の最大の幅の部分が該フラットコイルの幅より狭くなるように配置されていることを特徴としているので、ラジアル誤差のような相対的変位の方向を横切る方向に関する組み立て誤差あるいは機械的ガタつきによる検出誤差を除去できる。

本発明の別の観点によれば、同一構成の2つの前記磁気応答部材で、前記フラットコイルの軸方向に関して前記コイル部をその両側から挟んで配置してなることを特徴とする。これにより、スラスト誤差のようなコイル軸方向に関する組み立て誤差あるいは機械的ガタつきによる検出誤差を除去できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】(A)はこの発明の一実施の形態に係る回転型位置センサの構造を略示する正面略図、(B)は(A)におけるA-A'線矢視断面略図。

【図2】A)は、コイル部を一方側のプリント回路基板P3から見た平面図、(B)は(A)におけるB-B'線矢視断面略図、(C)は中間のプリント回路基板P2の平面図、(D)は(B)におけるフラットコイル部分の一部を拡大して示す図。

【図3】(A)~(F)は、図2(D)の矢印C方向から見た、コイル極L4についての各フラットコイルL41~L46の平面図。

【図4】各コイル極の各フラットコイル同士の電気的接続を示す回路図。

【図5】図1に示された位置センサに適用される測定用の回路構成例を示す図。

【図6】コイル部における各コイル極の配置の別の例を示す平面図。

【図7】コイル部における各コイル極の配置の更に別の例を示す平面図。

【図8】スラスト誤差及びラジアル誤差の両方に関するロバスト対策を施した実施例を示すもので、(A)はラジアル方向の断面略図、(B)はロータにおける磁気応答部材のパターン構成例を略示する正面略図。

【図9】本発明の一実施例に係るリニア位置センサを示し、(A)は正面略図、(B)は側面略図。

【図10】磁気飽和原理に基づく検出方式を採用した本発明に係る回転位置センサの実施例を示し、(A)は正面略図、(B)は径方向断面略図。

【図11】磁気飽和原理に基づく検出方式を採用した本発明に係るリニア位置センサの実施例を示し、(A)は正面略図、(B)は側面略図。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態につき詳細に説明しよう。

図1(A)はこの発明の一実施の形態に係る回転型位置センサの構造を略示する正面略図、同図(B)は(A)におけるA-A'線矢視断面略図、である。この回転型位置センサはステータ部とロータ部とで構成され、該ステータ部はセンサケース1にコイル部2を取り付けてなり、該ロータ部は該センサケース1に対して回転可能に取り付けられたロータ軸3とこれと一体的に回転変位するように該ロータ軸3に取り付けられた磁気応答部材からなるロータ4とで構成される。

【0011】

コイル部2は、円周方向に沿って所定間隔で複数のコイル極L1, L2, L3, L4を配置してなる。この実施例では、90度の間隔で4つのコイル極L1, L2, L3, L4を設けており、1回転全周にわたる回転位置が検出可能となっている。しかし、コイル極の数及び配置間隔は、これに限らない。コイル部2において、各コイル極L1, L2, L3, L4は、シート状のフラットコイルを複数枚重ね、多層状に重複したフラットコイルを直列接続して、それぞれ1つのコイル極を構成している。勿論、多層状に重複した各フラットコイルの面は絶縁されており、所定の接続端でのみ隣接するフラットコイルが接続される。

【0012】

図2は、コイル部2の具体的構成例を示す。この実施例においては、コイル部2は3枚

10

20

30

40

50

の薄いシート状のプリント回路基板 P 1 , P 2 , P 3 を含み、絶縁体からなる各プリント回路基板 P 1 , P 2 , P 3 の両面にそれぞれ渦巻き状にプリントされた導線からなるフラットコイル（換言すれば、プリントコイル）が形成されている。つまり、フラットコイル（プリントコイル）とは、コイルの巻き方向が軸方向（磁束方向）ではなくラジアル方向（磁束に直交する平面方向）であるものである。1つの平面上で巻くことのできるコイルの巻数に従って、1つのコイル極は、3枚の薄いシート状のプリント回路基板 P 1 , P 2 , P 3 の両面に形成された合計6個のフラットコイルを直列接続したものである。図2（A）は、コイル部2を一方側のプリント回路基板 P 3 から見た平面図、（B）は（A）における B - B '線矢視断面略図、（C）は中間のプリント回路基板 P 2 の平面図、（D）は（B）におけるフラットコイル部分の一部を拡大して示す図である。

10

## 【0013】

図2（A）あるいは（C）に示すように、1枚のプリント回路基板の一面には、4つのコイル極 L 1 , L 2 , L 3 , L 4 のそれぞれの構成要素であるフラットコイル L 1 6 , L 2 6 , L 3 6 , L 4 6 あるいは L 1 4 , L 2 4 , L 3 4 , L 4 4 が形成されており、反対面にも同様に4つのコイル極 L 1 , L 2 , L 3 , L 4 のそれぞれの構成要素であるフラットコイルが形成されている。

## 【0014】

図2（D）は、コイル部2における1つのコイル極 L 4 の部分の断面を示しており、そこに示すように、第1のプリント回路基板 P 1 の一面に第1層のフラットコイル L 4 1 が形成され、該基板 P 1 の反対面に第2層のフラットコイル L 4 2 が形成され、第2のプリント回路基板 P 2 の一面に第3層のフラットコイル L 4 3 が形成され、該基板 P 2 の反対面に第4層のフラットコイル L 4 4 が形成され、第3のプリント回路基板 P 3 の一面に第5層のフラットコイル L 4 5 が形成され、該基板 P 3 の反対面に第6層のフラットコイル L 4 6 が形成されている。同一のコイル極 L 4 についてのこれらのフラットコイル L 4 1 ~ L 4 6 は、図示のように同軸的に重なるように配置され、各プリント回路基板 P 1 ~ P 3 におけるそれぞれのフラットコイルの中央は開口して、磁性体コア5（図1）を該コイル中央開口に配置させることができるようになっている。

20

## 【0015】

図3（A）～（F）は、図2（D）の矢印C方向から見た、コイル極 L 4 についての各フラットコイル L 4 1 ~ L 4 6 の平面図を示す。（A）は、第3のプリント回路基板 P 3 の一面に形成される第6層のフラットコイル L 4 6 の平面図である。この基板 P 3 の一面には、図2（A）に示すように、各コイル極 L 1 ~ L 4 の接続端子 T 1 1 , T 1 2 , T 2 1 , T 2 2 , T 3 1 , T 3 2 , T 4 1 , T 4 2 も形成されている。この基板 P 3 の一面において、フラットコイル L 4 6 の最外周の端部 a が一方の接続端子 T 4 2 に接続される配線につながるように形成される。そして、該フラットコイル L 4 6 は、最外周の端部 a から始まって、図で時計回りに中心方向に向う渦巻きをなすように形成される。そして、その最内周の端部は隣接するフラットコイルとの接続部 T H 6 につながっている。この接続部 T H 6 は、第3のプリント回路基板 P 3 の板厚を貫いて該基板 P 3 の反対面に導通している。該基板 P 3 の反対面には、図3（B）に示すように、第5層のフラットコイル L 4 5 が形成されている。ただし、図3（B）は、第5層のフラットコイル L 4 5 が形成された該基板 P 3 の面の裏側から見た（矢印Cから見た）該フラットコイル L 4 5 の平面図である。第5層のフラットコイル L 4 5 の最内周の端部は接続部 T H 6 に接続され、該フラットコイル L 4 5 は、最内周の端部から始まって、図で時計回りに外周方向に向う渦巻きをなすように形成される。従って、フラットコイル L 4 6 に対して L 4 5 は同相直列接続される。そして、その最外周の端部は接続部 T H 5 に接続される。この接続部 T H 5 は、プリント回路基板 P 3 に隣接するプリント回路基板 P 2 の最外周の端部に接続される。

30

40

## 【0016】

図3（C）は、第2のプリント回路基板 P 2 の一面（P 3 に向き合う面）に形成される第4層のフラットコイル L 4 4 の平面図である。フラットコイル L 4 4 の渦巻き方向は図（A）の L 4 6 と同じであり、接続部 T H 5 に接続された最外周の端部から始まって、図

50

で時計回りに中心方向に向う渦巻きをなし、その最内周の端部は接続部 T H 4 に接続される。この接続部 T H 4 は、第 2 のプリント回路基板 P 2 の板厚を貫いて該基板 P 2 の反対面に導通している。該基板 P 2 の反対面には、図 3 ( D ) に示すように、第 3 層のフラットコイル L 4 3 が形成されている。図 3 ( D ) も図 3 ( B ) と同様に、第 3 層のフラットコイル L 4 3 が形成された該基板 P 2 の面の裏側から見た ( 矢印 C から見た ) 該フラットコイル L 4 3 の平面図である。フラットコイル L 4 3 の渦巻き方向は図 ( B ) の L 4 5 と同じであり、接続部 T H 4 に接続された最内周の端部から始めて、図で時計回りに外周方向に向う渦巻きをなすように形成される。従って、フラットコイル L 4 6、L 4 5、L 4 4、L 4 3 は同相直列接続される。その最外周の端部は接続部 T H 3 に接続され、この接続部 T H 3 は、プリント回路基板 P 2 に隣接するプリント回路基板 P 1 の最外周の端部に接続される。

10

## 【 0 0 1 7 】

図 3 ( E ) は、第 1 のプリント回路基板 P 1 の一面 ( P 2 に向き合う面 ) に形成される第 2 層のフラットコイル L 4 2 の平面図である。フラットコイル L 4 2 の渦巻き方向は図 ( A ) の L 4 6 と同じであり、接続部 T H 3 に接続された最外周の端部から始めて、図で時計回りに中心方向に向う渦巻きをなし、その最内周の端部は接続部 T H 2 に接続される。この接続部 T H 2 は、第 1 のプリント回路基板 P 1 の板厚を貫いて該基板 P 1 の反対面に導通している。該基板 P 1 の反対面には、図 3 ( F ) に示すように、第 1 層のフラットコイル L 4 1 が形成されている。図 3 ( F ) も図 3 ( B ) と同様に、第 1 層のフラットコイル L 4 1 が形成された該基板 P 1 の面の裏側から見た ( 矢印 C から見た ) 該フラットコイル L 4 1 の平面図である。フラットコイル L 4 1 の渦巻き方向は図 ( B ) の L 4 5 と同じであり、接続部 T H 2 に接続された最内周の端部から始めて、図で時計回りに外周方向に向う渦巻きをなすように形成され、その最外周の端部は接続部 T H 1 に接続される。従って、全てのフラットコイル L 4 6、L 4 5、L 4 4、L 4 3、L 4 2、L 4 1 が同相直列接続される。こうして、6 層で重なるフラットコイル L 4 1 ~ L 4 6 を同相直列接続して 1 つのコイル極 L 4 を構成することで、小型化のためにコイル径を小さくする要請上から個々のフラットコイル L 4 1 ~ L 4 6 の巻数は少なくても、合計巻数は必要十分に確保することができることとなり、超薄型 / 小型のコイル構成でありながら、当該コイル極 L 4 のインダクタンス ( インピーダンス ) を高める ( 必要十分なものにできる ) ことができる。なお、接続部 T H 1 は、各プリント回路基板 P 1、P 2、P 3 を貫いて、基板 P 3 の一面に出現し、図 2 ( A ) に示すように該基板 P 3 の一面に配置された接続端子 T 4 1 に接続される配線につながる。こうして、当該コイル極 L 4 の両端の接続端子 T 4 1、T 4 2 が基板 P 3 の同じ面に配置される。

20

30

## 【 0 0 1 8 】

他のコイル極 L 1、L 2、L 3 も、図 3 を参照して説明したコイル極 L 4 と同様に、それぞれの 6 層のフラットコイルが同相直列接続されてそれぞれ 1 つのコイル極を構成することで、超薄型 / 小型のコイル構成でありながら、当該コイル極のインダクタンス ( インピーダンス ) を高めることができるものとなっている。そして、図 2 ( A ) に示すように、各コイル極 L 1 ~ L 4 の各両端の接続端子 T 1 1、T 1 2、T 2 1、T 2 2、T 3 1、T 3 2、T 4 1、T 4 2 が基板 P 3 の同じ面に配置される。図 4 は、各コイル極 L 1 ~ L 4 の各フラットコイルの電氣的接続を示す回路図であり、各コイル極 L 1 ~ L 4 において、それぞれのフラットコイルが同相直列接続されることを示している。なお、図 1 に示すように、各プリント回路基板 P 1、P 2、P 3 において、各コイル極 L 1 ~ L 4 のフラットコイルの内側を開口させて、そこにアモルファス金属等からなる磁性体コア 5 を設けるとよい。しかし、そのような磁性体コア 5 は必須ではなく、設けなくてもよい。

40

## 【 0 0 1 9 】

ロータ軸 3 に取り付けられたロータ 4 は磁気応答部材 ( 鉄のような磁性体又は銅のような良導電体 ) からなるもので、ロータ軸 3 の回転位置に応じてコイル部 2 の各コイル極に対して及ぼす磁気応答特性が変化するような形状、図 1 に示す例では偏心円板形状、からなっている。コイル部 2 とロータ 4 との間には一定距離の空隙が形成されるようにそれぞ

50

れ配置することによって、ロータ4はコイル部2に対して非接触で回転する。この空隙の距離は、一定に保たれるように、適切に位置決め配置する。この種のセンサにおいて公知のように、コイル部2の偏心円形状によって、ロータ軸3の回転変位に応じてコイル部2の各コイル極L1~L4に対向するロータ4の磁気応答部材の部分の面積が変化(漸増又は漸減)し、この対向面積に応じた可変の磁気抵抗が各コイル極L1~L4に生じ、各コイル極L1~L4のインダクタンス(インピーダンス)が変化する。

#### 【0020】

図1に示す例では、ロータ軸3の1回転につきロータ4の形状は1サイクルの変化を示し、また、コイル部2における各コイル極L1~L4は回転円周方向に沿って機械角で90度(1/4サイクル)の間隔で配置されている。このような配置によって、180度反対方向で対向する(1/2サイクル間隔で配置された)コイル極L1とL3は、ロータ4の回転位置に対するそれらの磁気抵抗変化特性が逆特性で(つまりプッシュプルで)変化することになる。よって、コイル極L1について、ロータ4の回転位置に対するその磁気抵抗変化特性をサイン関数 $\sin$ で表すとすると、コイル極L3については、ロータ4の回転位置に対するその磁気抵抗変化特性をマイナスサイン関数 $-\sin$ で表せる。コイル極L1とL3は、検出対象たる回転位置に関してプッシュプル特性で変化するインピーダンス特性を提供する1つの対(サイン関数特性の対)をなす。

10

#### 【0021】

また、コイル極L2のロータ4の回転位置に対する磁気抵抗変化特性は、コイル極L1の特性に対して90度(1/4サイクル)ずれているので、コサイン関数 $\cos$ で表せる。そして、コイル極L2に対して180度反対方向で対向する(1/2サイクル間隔で配置された)コイル極L4は、ロータ4の回転位置に対するその磁気抵抗変化特性がコイル極L2に対して逆特性で(つまりプッシュプルで)変化することになり、その磁気抵抗変化特性をマイナスコサイン関数 $-\cos$ で表せる。コイル極L2とL4は、検出対象たる回転位置に関してプッシュプル特性で変化するインピーダンス特性を提供する別の1つの対(コサイン関数特性の対)をなす。

20

#### 【0022】

なお、ロータ4の形状を適切に設定することにより、コイル極L1についてロータ4の回転位置に応じて生じる磁気抵抗変化特性が正確なサイン関数 $\sin$ となるようにすることができ、必ずしもそのようにする必要はなく略サイン関数に近いもの、要するに周期的関数であればよい(他の極L2~L4も同様である)。

30

#### 【0023】

図5は、図1に示された位置センサに適用される測定用の回路30の回路構成例を示す。この測定用の回路30は、センサケース1内の適宜箇所、例えばコイル部2の基板上に配置され、該位置センサと機械的に一体化されるようにするのがよい。図5において、各コイル極L1~L4はそれぞれ可変インダクタンス要素として等価的に示されている。各コイル極L1~L4は、基準交流信号源40から与えられる所定の高周波交流信号(便宜上、これを $\sin t$ で示す)によって1相で励磁される。各コイル極L1~L4に生じる電圧 $V_a$ 、 $V_b$ 、 $V_c$ 、 $V_d$ は、等価的に、検出対象たる回転位置に対応する角度変数に応じたコイル極L1~L4毎のインピーダンス値すなわち上記磁気抵抗変化特性 $\sin$ 、 $\cos$ 、 $-\sin$ 、 $-\cos$ に応じた大きさを示す。

40

#### 【0024】

アナログ演算器31は、サイン相に相当するコイル極L1の出力電圧 $V_a$ と、それに対して差動変化する(プッシュプルの)マイナスサイン相に相当するコイル極L3の出力電圧 $V_c$ との差「 $V_a - V_c$ 」を求め(差動合成)、角度変数のサイン関数特性の振幅係数を持つ交流出力信号を生成する。この差「 $V_a - V_c$ 」は、等価的に、「 $\sin \sin t$ 」と表すことができる。

アナログ演算器32は、コサイン相に相当するコイル極L2の出力電圧 $V_b$ と、それに対して差動変化する(プッシュプルの)マイナスコサイン相に相当するコイル極L4の出力電圧 $V_d$ との差「 $V_b - V_d$ 」を求め(差動合成)、角度変数のコサイン関数特性の

50

振幅係数を持つ交流出力信号を生成する。この差「 $V_b - V_d$ 」は、等価的に、「 $\cos \sin t$ 」と表すことができる。

【0025】

こうして、検出対象たる回転位置に相関する角度変数を含む2つの周期的振幅関数（ $\sin$ と $\cos$ ）によってそれぞれ振幅変調された2つの交流出力信号「 $\sin \sin t$ 」と「 $\cos \sin t$ 」が得られる。これは、従来からレゾルバとして知られた検出器のサイン相出力信号 $\sin \sin t$ 及びコサイン相出力信号 $\cos \sin t$ と同等のものである。なお、サイン相及びコサイン相という呼び名、及び2つの交流出力信号の振幅関数のサイン、コサインの表わし方は便宜的なものであり、一方がサインで他方がコサインでありさえすれば、どちらをサインと言ってもよい。

10

【0026】

アナログ演算器31, 32で得られる各交流出力信号は、それぞれ、サイン関数特性の振幅係数つまり振幅レベル（ $\sin$ ）とコサイン関数特性の振幅係数つまり振幅レベル（ $\cos$ ）とを持っているが故に、これに対して適用可能な公知のどのような位置データ変換方式を適用して、位置データを得るようにすることもできる。適用可能な公知の位置データ変換方式としては、例えば電圧整流（直流電圧出力）方式、位相検出方式、PWM変換方式等がある。センサ側に付属する測定用回路30からは、アナログ演算器31, 32から出力される交流出力信号「 $\sin \sin t$ 」と「 $\cos \sin t$ 」を、該センサの出力信号として出力するようにし、外部の利用装置（例えばマイコン）でこれを受け取って、該利用装置（例えばマイコン）が具備する任意の位置データ変換方式に従って、位置データを得るようにしてよい。あるいは、アナログ演算器31, 32の出力を所望の位置データ変換方式に見合った信号に処理するための適当な回路を、更に、このセンサ側の測定用回路30に具備していてもよい。例えば、位相検出方式は特開平9-126809号公報に示されたような技術を用いればよい。また、PWM変換方式は特開2005-55235号公報に示されたような構成を用いればよい。

20

【0027】

図5では、電圧整流方式を適用した例を示している。すなわち、各アナログ演算器31, 32から出力される交流出力信号を整流回路33, 34で整流し、それぞれの交流成分を除去してその振幅レベル $\sin$ と $\cos$ を示す直流電圧を出力するようにしている。この場合、 $\theta$ が0度から90度の範囲の振幅レベルを示す直流電圧が検出信号として利用可能である。図中に付記して示すように、 $\theta$ が0度から90度の範囲では、サイン相 $\sin$ の検出出力信号の特性とコサイン相 $\cos$ の検出出力信号の特性とが逆特性を示す。この場合、利用装置（例えばマイコン）の側では、出力されたサイン相とコサイン相のどちらか一方の直流電圧出力（ $\sin$ 又は $\cos$ ）のみを位置検出データとして使用すればよい。しかし、このように、2種類の互いに逆特性の位置検出データを出力できることは、冗長性をもたせることができるので、故障対策上、好ましいことが知られている。なお、利用装置の側では、受け取ったアナログ直流電圧信号をそのまま制御等に利用してもよいし、あるいは、これをデジタルデータに変換してから制御等に利用するようにしてもよいのは勿論である。なお、この出力レベル特性は、必ずしも $\theta$ が0度から90度の範囲のサイン関数又はコサイン関数の正確な振幅レベル特性を示す曲線である必要はなく、直線状であってもよく、要するに、極小値から極大値に（又はその逆に極大値から極小値に）変化する特性であってよい。

30

40

【0028】

なお、図5に示したような直流電圧出力方式では、 $\theta$ が0度から90度の範囲でしか、位置検出を行うことができないが、検出対象が1回転フルの変化を示さず、90度未満の変化しか示さないような場合に適用しうる。また、検出対象が90度乃至1回転フル（360度）の変化を示すものにあっても、必要な検出対象角度範囲に関して、 $\sin$ 及び $\cos$ の電気角 $\theta$ が0度から90度の範囲の変化特性を示すように、各コイル極L1~L4の配置及びロータ4の形状を、図1とは異なる態様に、設定すればよい。

【0029】

50

ここで、温度ドリフト特性の補償について説明すると、温度に応じて各コイル極 L 1 ~ L 4 のインピーダンスが変化し、その出力電圧  $V_a \sim V_d$  も変動する。しかし、これらをプッシュプル変化するもの同士で差動演算合成して、サイン及びコサイン関数特性の交流出力信号  $\sin \sin t$  及び  $\cos \sin t$  を得ているので、コイルの温度ドリフト誤差が補償されることとなり、温度ドリフトによるコイルインピーダンス変化の影響を受けないものとなる。

#### 【 0 0 3 0 】

なお、図 1 の例では、コイル部 2 の各フラットコイルは、各プリント回路基板 P 1 ~ P 3 の両面にそれぞれ 1 層ずつ形成されるように説明した。しかし、これに限らず、公知の多層プリント基板によって、1つの基板の一面に複数層のフラットコイルを形成するよう  
10  
にしてもよい。また、一極を構成するために重複されるフラットコイルの数は 6 層に限らないのは勿論である。例えば、1枚のプリント基板の両面に 2 層ずつのプリント回路を形成できる多層プリント基板を 1 枚だけ使用して合計 4 層のフラットコイル（プリントコイル）からなるコイル部 2 を構成してもよい。このように多層プリント基板製造技術を利用して、複数層のフラットコイル（プリントコイル）のパターンを基板上に多層形成するようにすれば、複数のフラットコイルを所定の配置で積層して組み立てる工程が手作業によらずに自動化されるので、極めて簡単にコイル部 2 を製造・提供することができる。

#### 【 0 0 3 1 】

次に、コイル部 2 における各コイル極 L 1 ~ L 4 の出力レベルを高めるための工夫について説明する。  
20

図 6 は、コイル部 2 における各コイル極 L 1 ~ L 4 の配置の別の例を示す平面図である。この例では、各極毎の各層のフラットコイル（プリントコイル）FL は、真円形に巻かれているのではなく、機械角で略 90 度弱の範囲で、円周に沿って湾曲した楕円状に巻かれている。これによって、各コイル極 L 1 ~ L 4 に生じる磁束が増すので、その出力レベルを高めることができる。

#### 【 0 0 3 2 】

図 7 は、コイル部 2 における各コイル極 L 1 ~ L 4 の配置の更に別の例を示す平面図である。この例では、各極 L 1 ~ L 4 毎に、1 層につき複数のフラットコイル（プリントコイル）が設けられる。例えば、極 L 1 について説明すると、1 層につき、円周に沿って機械角で略 90 度弱の範囲で 4 つのフラットコイル（プリントコイル）L 1 - 1、L 1 - 2  
30、L 1 - 3、L 1 - 4 が配置されている。この場合、重複する各層のフラットコイル（プリントコイル）が直列接続され、更に、同一極の各フラットコイル（プリントコイル）の直列接続出力が直列接続又は加算されて、当該 1 つのコイル極についての 1 つの出力を得る。これによって、各コイル極 L 1 ~ L 4 の出力レベルを高めることができる。

#### 【 0 0 3 3 】

次に、ロバスト対策について説明する。

コイル部 2 とロータ 4 の相対的位置関係は、検出対象位置の変化にのみに依存して変化することが、検出精度を維持するために要求される。しかし、組み立て誤差や回転時の機械的ガタつきなどにより、コイル部 2 とロータ 4 の相対的位置関係がロータ軸 3 のスラスト方向又はラジアル方向に幾分ずれることが起こりうる。そのような場合、コイル極 L 1  
40 ~ L 4 とロータ 4 の磁気応答部材との間のギャップが変動したり（スラスト誤差）、コイル極 L 1 ~ L 4 とロータ 4 の磁気応答部材との対向面積が（検出対象位置に依存せずに）変動する（ラジアル誤差）。このようなスラスト誤差及びラジアル誤差は、位置検出誤差をもたらす。本発明では、このような誤差を容易に吸収しうる画期的な構成を提案する。

#### 【 0 0 3 4 】

図 8 は、そのようなスラスト誤差及びラジアル誤差の両方に関するロバスト対策を施した実施例を示すもので、(A) はラジアル方向の断面略図、(B) はロータにおける磁気  
50 応答部材のパターン構成例を略示する正面略図、である。図 8 において、コイル部 2 は上述と同様に複数層のフラットコイル（プリントコイル）を積層形成してなる各コイル極 L 1 ~ L 4 を具備しており、その両側に、つまり軸方向に関してコイル部 2 を両側から挟ん

で、同一構成の2枚のロータ4 a, 4 bが配置されている。各ロータ4 a, 4 bはロータ軸3に結合して一体的に回転可能である。

【0035】

まず、ラジアル誤差対策について説明すると、図8(B)に示すように、ロータ4 aは、非磁気応答性(つまり非磁性及び非導電性)のロータベース4 c上に配置された所定の形状パターンの磁気応答部材(磁性体又は良導電体)からなる。この磁気応答部材からなるロータ4 aの形状パターンは、基本的には、図1に示されたロータ4と同様に、ロータ軸3の回転位置に応じてコイル部2の各コイル極に対して及ぼす磁気応答特性が変化するような形状(つまり検出対象変位の方向に沿って漸増または漸減する形状)を成すものであるが、外側が偏心円状の輪郭を持つのみならず、内側が偏心円状に開けられている偏心リング形状を有している。そして、この磁気応答部材からなるロータ4 aの偏心リング形状は、最も幅の広い部分Wであっても、それに対向しているコイル極(例えば図中のL4)のフラットコイルのラジアル方向の径の長さXからはみ出ることがないように配置されている。この構成を換言すると、すなわち、磁気応答部材からなるロータ4 aの形状は、検出対象変位の方向を横切る方向(ラジアル方向)に関して限られた幅を持ち、かつ、この幅が検出対象変位の方向(円周方向)に沿って漸増または漸減する形状からなり、また、該検出対象変位の方向を横切る方向(ラジアル方向)に関して、該磁気応答部材4 aの幅が最大となる部分Wでも、前記コイル極のフラットコイルの幅Xからはみ出ないように、該磁気応答部材4 aの最大の幅の部分Wが該フラットコイルの幅Xより狭くなるように配置されていることを特徴とする。これによって、組み立て誤差や回転時の機械的ガタつきなどにより、コイル部2とロータ4 aの相対的位置関係がロータ軸3のラジアル方向に幾分ずれることが起こったとしても、ロータ4 aのどの部分においてもコイル部2の対向するフラットコイルのラジアル方向の幅からはみ出ることがなく、従ってラジアル誤差によってその対向面積が変化することが起こらなくなる。こうして、ラジアル誤差つまり検出対象変位方向を横切る方向に関する誤差を吸収し解消することができる。なお、もう一方のロータ4 bもロータ4 aと同様に構成されてラジアル誤差を除去している。

【0036】

次に、スラスト誤差対策について説明すると、図8(A)に示すように、軸方向に関してコイル部2を両側から挟んで、同一構成の2枚のロータ4 a, 4 bが配置されている。これにより、組み立て誤差や回転時の機械的ガタつきなどにより、コイル部2とロータ4 a, 4 bの相対的位置関係がロータ軸3の軸方向に幾分ずれることが起こったとしても、コイル部2とロータ4 a間のエアギャップとコイル部2とロータ4 b間のエアギャップは、プッシュプルで変化するので、合計のエアギャップに変化は生じず、コイル部2に対して磁気特性(磁気抵抗)の誤差・変化を及ぼすことがない。こうして、スラスト誤差つまりコイル部とロータ間のエアギャップ変動による誤差を吸収し解消することができる。

【0037】

上記各実施例において、コイル部2におけるコイル極は1対(例えばL1とL3)のみ設けるようにしてもよい。その場合は、回転位置検出可能範囲は例えば略90度等の限られた範囲であり、この略90度等の限られた範囲にわたる検出対象位置に応じて漸減(又は漸増)する出力レベル特性を持つ出力信号を、該対のプッシュプル差動合成出力信号として得ることができる。また、コイル部2におけるコイル極は1個(例えばL1)のみ設けるようにしてもよい。その場合も、回転位置検出可能範囲は略90度等の限られた範囲であり、この略90度等の限られた範囲にわたる検出対象位置に応じて漸減(又は漸増)する出力レベル特性を持つ出力信号を得ることができる。しかし、1個の極しか設けない場合は、プッシュプルによる温度補償効果が得られないのは勿論である。

【0038】

上記各実施例においては回転位置センサについて説明したが、リニア位置センサに対しても本発明を適用することができる。図9は、その一例を示し、(A)は正面略図、(B)は側面略図である。検出対象たる直線変位に応じてコイル部20と磁気応答部材21とが矢印方向に相対的に直線変位するように配置され、コイル部20は、前述と同様に、複

10

20

30

40

50

数層のフラットコイルを重ねて配置して該積層されたフラットコイルを直列接続して1つのコイル極を構成し、そのようなコイル極  $L a, L b, L c, L d, \dots$  を直線変位方向に沿って1又は複数設けてなる。磁気応答部材 2 1 は、直線変位方向に関して所定の長さ  $d$  を持ち、この長さ  $d$  は例えば隣接するコイル極の配置間隔に略対応する。この場合、磁気応答部材 2 1 が1つのコイル極 ( $L a, L b, L c, L d, \dots$ ) を横切る距離  $d$  の範囲で、検出対象位置に応じて漸減又は漸増する出力レベル特性を持つ出力信号を該コイル極から得ることができる。また、図9 (B) に示すように、磁気応答部材 2 1 は2つの磁気応答部材部分 2 1 a, 2 1 b を、コイル部 2 0 のフラットコイルの軸方向に関して該コイル部 2 0 をその両側から挟むような配置で具備しており、これにより、スラスト誤差を解消している。

10

## 【0039】

更に、本発明は、特開平9 - 318304号に示すようなコイルの磁性体コアに対して相対的に変位する永久磁石による磁気飽和原理に基づく検出方式においても適用することができる。図10は、そのような磁気飽和原理に基づく検出方式を採用した本発明に係る回転位置センサの実施例を示し、(A)は正面略図、(B)は径方向断面略図である。検出対象たる回転軸に連結されたロータ41は、N極とS極の磁極をもつ永久磁石Mを具備している。コイル部2は、前述と同様に、複数層のフラットコイルを重ねて配置して該積層されたフラットコイルを直列接続して1つのコイル極L1を構成し、そのようなコイル極L1を回転円周方向に複数有する。コイル部2の両面において、各コイル極に対応して磁性体22a, 22bが設けられている。各コイル極L1は磁性体22a, 22bの存在によって、永久磁石Mが近接しなければインダクタンス(インピーダンス)大であるが、ロータ41の回転位置に応じて永久磁石Mが近接すると、その箇所で磁気飽和が生じ(過飽和となり)、インダクタンス(インピーダンス)が低下する。従って、各コイル極L1に、ロータ41の回転位置に応じたレベルの出力信号が生じる。

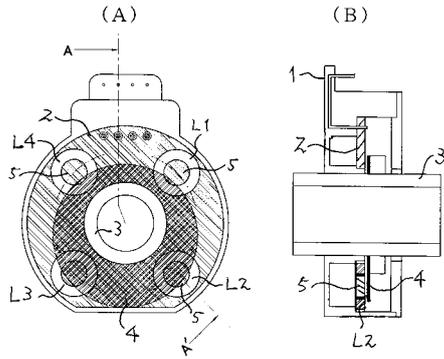
20

## 【0040】

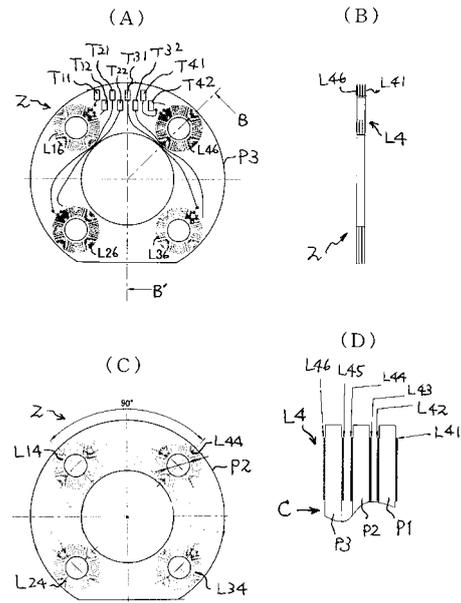
図11は、そのような磁気飽和原理に基づく検出方式を採用した本発明に係るリニア位置センサの実施例を示し、(A)は正面略図、(B)は側面略図である。コイル部20は、前述と同様に、複数層のフラットコイルを重ねて配置して該積層されたフラットコイルを直列接続して1つのコイル極を構成し、そのようなコイル極を直線変位方向に沿って1又は複数設けてなる。コイル部20の一面において、各コイル極に対応して磁性体22cが設けられている。検出対象たる直線変位に応じてコイル部20と永久磁石Mとが矢印方向に相対的に直線変位するように配置される。この場合も、各コイル極は磁性体22cの存在によって、永久磁石Mが近接しなければインダクタンス(インピーダンス)大であるが、永久磁石Mが近接すると、その箇所で磁気飽和が生じ(過飽和となり)、インダクタンス(インピーダンス)が低下する。従って、各コイル極において検出対象直線位置に応じたレベルの出力信号が生じる。

30

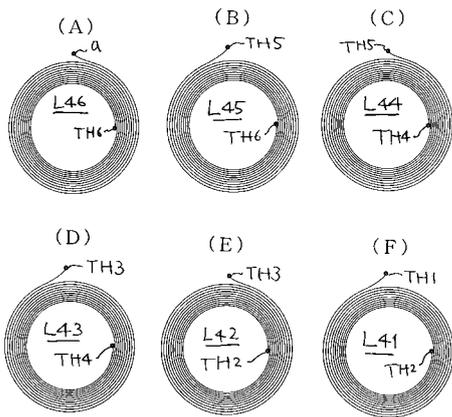
【図1】



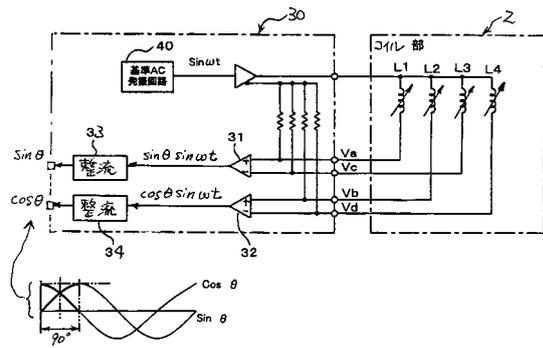
【図2】



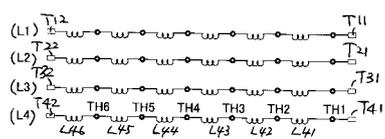
【図3】



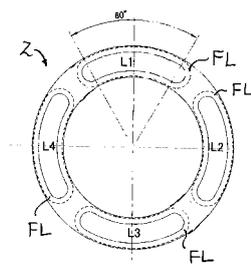
【図5】



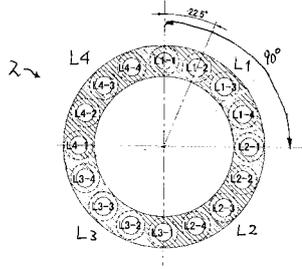
【図4】



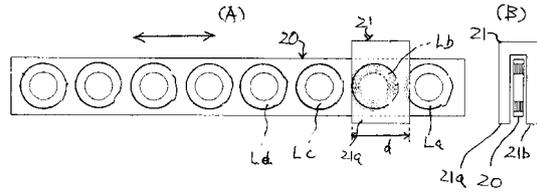
【図6】



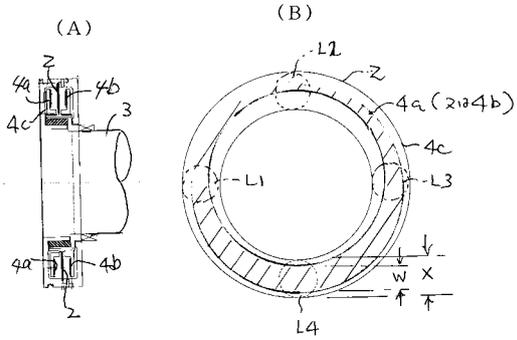
【図7】



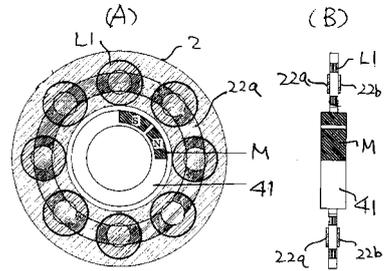
【図9】



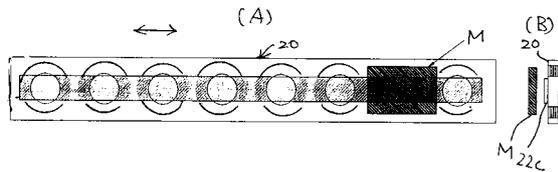
【図8】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-235307(JP,A)  
特開昭61-169715(JP,A)  
特開2001-296103(JP,A)  
特開2001-141410(JP,A)  
特開2003-139812(JP,A)  
特開平10-082608(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01D5/00~5/252、5/39~5/62  
H02K11/00