

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4654366号  
(P4654366)

(45) 発行日 平成23年3月16日(2011.3.16)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 D 5/245 (2006.01)

GO 1 D 5/245 2 O 1 H

請求項の数 12 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-258169 (P2007-258169)</p> <p>(22) 出願日 平成19年10月1日(2007.10.1)</p> <p>(65) 公開番号 特開2008-107342 (P2008-107342A)</p> <p>(43) 公開日 平成20年5月8日(2008.5.8)</p> <p>審査請求日 平成20年3月11日(2008.3.11)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2006-266328 (P2006-266328)</p> <p>(32) 優先日 平成18年9月29日(2006.9.29)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>(出願人による申告)平成19年度、経済産業省、地域新生コンソーシアム研究開発事業、産業再生法第30条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000203634 多摩川精機株式会社 長野県飯田市大休1879番地</p> <p>(74) 代理人 100104709 弁理士 松尾 誠剛</p> <p>(72) 発明者 菊池 良巳 長野県飯田市大休1879番地 多摩川精機株式会社内</p> <p>(72) 発明者 北沢 完治 長野県飯田市大休1879番地 多摩川精機株式会社内</p> <p>(72) 発明者 三村 尚史 長野県飯田市大休1879番地 多摩川精機株式会社内</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レゾルバ及び角度検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

非磁性材料からなる輪状基板と、前記輪状基板に配設され磁性材料からなる輪状固定子板と、前記輪状固定子板の面上に突出してかつ円周方向に沿って配設されたn個(但し、nは4以上の整数。)の巻線磁芯と、前記巻線磁芯の周囲に配設された固定子巻線と、前記輪状固定子板の面上に突出して、かつ、前記巻線磁芯の内側又は外側に設置された磁束帰路台とを有する固定子と、

磁性材料からなる輪状回転子板と、前記輪状回転子板の内面に配設され波状に突出状態が変化する板内面を有し磁性材料からなる空隙形成板とを有する回転子とを備え、

前記回転子の回転により、前記空隙形成板の前記板内面と前記巻線磁芯との間隔dが変化するように構成されたレゾルバであって、

前記輪状固定子板は、前記巻線磁芯ごとにn個の分割固定子板に分割されていることを特徴とするレゾルバ。

【請求項2】

請求項1に記載のレゾルバにおいて、

前記空隙形成板の前記板内面は、突出状態が円周方向に沿って正弦波状に変化することを特徴とするレゾルバ。

【請求項3】

請求項1又は2に記載のレゾルバにおいて、

前記空隙形成板の前記板内面は、突出状態が円周方向に沿って複数の周期で変化するこ

とを特徴とするレゾルバ。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のレゾルバにおいて、

前記  $n$  個の巻線磁芯のうち円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度  $\theta$  は、 $(360/n)$  度に設定されていることを特徴とするレゾルバ。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のレゾルバにおいて、

前記  $n$  個の巻線磁芯のうち円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度  $\theta$  が  $(360/n)$  度とは異なる値に設定されているとともに、各中心間角度  $\theta$  のうち最大の中心間角度  $\theta_{max}$  が  $120$  度以上に設定されていることを特徴とするレゾルバ。

10

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のレゾルバにおいて、

前記固定子巻線は、整列巻線からなることを特徴とするレゾルバ。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のレゾルバにおいて、

前記固定子巻線は、シートコイルからなることを特徴とするレゾルバ。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のレゾルバにおいて、

前記シートコイルは、基材の表面に金属層が形成されたシートに、所定パターンでレーザー光を照射することにより形成されたシートコイルであることを特徴とするレゾルバ。

20

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 に記載のレゾルバにおいて、

前記シートコイルは、励磁巻線用のシートコイルと出力巻線用のシートコイルとがそれぞれ複数枚積層されたシートコイルであることを特徴とするレゾルバ。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のレゾルバにおいて、前記シートコイルを構成する各シートコイルは、スルーホールを用いて電氣的に接続されていることを特徴とするレゾルバ。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載のレゾルバにおいて、

前記輪状基板には、前記分割固定子の位置決めを行うための位置決め構造が形成されていることを特徴とするレゾルバ。

30

【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載のレゾルバが軸方向に複数個重合して配設されていることを特徴とする角度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レゾルバ及び角度検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図 18 は、従来のレゾルバ 900 を説明するために示す図である。図 18 (a) は従来のレゾルバ 900 の構造を示す図であり、図 18 (b) は従来のレゾルバ 900 からの出力電圧を示す図である。

40

【0003】

従来のレゾルバ 900 は、図 18 (a) に示すように、固定子巻線 (1 相の励磁巻線 904 及び 2 相の出力巻線 (SIN 出力巻線 906 及び COS 出力巻線 907)) が突極 903 に巻回された固定子 901 と、固定子 901 に対して回転自在に設けられた回転子 905 とを備えるバリアブルリラクタンス型のレゾルバである。回転子 905 は、鉄心のみで巻線を有しない偏心回転子であり、回転子 905 と固定子 901 との間のギャップパーミアンスが回転角度  $\theta$  に対して正弦波状に変化する。このため、従来のレゾルバ 900 に

50

よれば、図18(b)に示すように、上記したギャップパーミアンスを測定することにより回転角度を高精度で検出することができる。

【0004】

図19は、従来のレゾルバ950を説明するために示す図である。図19(a)は従来のレゾルバ950の構造を示す図であり、図19(b)は従来のレゾルバ950の各スロットにおける巻線構造を説明するために示す図である。

【0005】

従来のレゾルバ950は、図19(a)に示すように、固定子巻線(1相の励磁巻線954及び2相の出力巻線(SIN出力巻線956及びCOS出力巻線957(図19(a)では図示せず。))が突極953に巻回された固定子951と、固定子951に対して回転自在に設けられた回転子955とを備えるリアブリラクタンス型のレゾルバである。回転子955は、鉄心のみで巻線を有しない偏心回転子であり、従来のレゾルバ900の場合と同様に、回転子955と固定子951との間のギャップパーミアンスが回転角度に対して正弦波状に変化する。このため、従来のレゾルバ950によれば、図19(b)に示すように、上記したギャップパーミアンスを測定することにより回転角度を高精度で検出することができる。

【0006】

また、従来のレゾルバ950においては、2相の出力巻線(SIN出力巻線956及びCOS出力巻線957)が各スロット952に1スロットピッチ(スロット飛びを伴うことなく、各スロットに順次巻線を入れる状態)で巻回されており(図19(a)では図示せず。)、さらに、図19(b)に示すように、その誘起電圧分布が各々正弦波分布となるように分布巻き(その巻線の巻き数(量)も正弦波分布状となる。)されている。

【0007】

このため、従来のレゾルバ950によれば、出力電圧に含まれている低次から高次にわたる高周波次数を低減させることにより、回転角度の検出精度を向上することができる。

【0008】

【特許文献1】特開平8-178611号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、従来のレゾルバ900, 950においては、突極903, 953に巻回した固定子巻線が固定子の厚さ方向に出っ張るため、この巻線を覆う絶縁カバーを固定子に装着することが必要となり、レゾルバの厚さを薄くする(例えば、10mm以下の厚さにする。)ことが困難であるという問題がある。

【0010】

そこで、本発明は、このような問題を解決するためになされたもので、従来のレゾルバよりも厚さの薄いレゾルバを提供することを目的とする。また、このようなレゾルバが軸方向に複数個重合して配設された角度検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

(1)本発明のレゾルバは、非磁性材料からなる輪状基板と、前記輪状基板に配設され磁性材料からなる輪状固定子板と、前記輪状固定子板の面上に突出してかつ円周方向に沿って配設された $n$ 個(但し、 $n$ は4以上の整数。)の巻線磁芯と、前記巻線磁芯の周囲に配設された固定子巻線と、前記輪状固定子板の面上に突出して、かつ、前記巻線磁芯の内側又は外側に設置された磁束帰路台とを有する固定子と、磁性材料からなる輪状回転子板と、前記輪状回転子板の内面に配設され波状に突出状態が変化する板内面を有し磁性材料からなる空隙形成板とを有する回転子とを備え、前記回転子の回転により、前記空隙形成板の前記板内面と前記巻線磁芯との間隔 $d$ が変化するように構成されたレゾルバであって、前記輪状固定子板は、前記巻線磁芯ごとに $n$ 個の分割固定子板に分割されていることを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 2 】

このため、本発明のレゾルバによれば、回転子の回転により空隙形成板の板内面と巻線磁芯との間隔  $d$  が変化し、この間隔  $d$  の変化を用いて回転角度を検出することが可能となるため、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 の場合と同様にバリアブルリラクタンス型のレゾルバを構成することが可能となる。

## 【 0 0 1 3 】

また、本発明のレゾルバによれば、輪状固定子板の面上に突出して配設された巻線磁芯の周囲に固定子巻線を配設することとしているため、固定子巻線がレゾルバの厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバよりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

10

## 【 0 0 1 4 】

また、本発明のレゾルバによれば、輪状固定子板は、巻線磁芯ごとに  $n$  個の分割固定子板に分割されているため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、各巻線磁芯の磁気回路（磁束分布）が安定し、回転角度を高精度に検出することが可能となる。

## 【 0 0 1 5 】

また、本発明のレゾルバによれば、各巻線磁芯の内側又は外側には磁束帰路台が設置されているため、各巻線磁芯の磁気回路（磁束分布）が安定し、回転角度をさらに高精度に検出することが可能となる。

## 【 0 0 1 6 】

ところで、レゾルバを機器に組み込む際、まず機器に固定子を固定し、その後、当該固定子の横方向（固定子の軸に垂直な方向）から回転子を挿入し、その後、当該回転子を機器の回転軸に取り付ける手順でレゾルバを機器に組み込みたい場合がある。

20

## 【 0 0 1 7 】

このとき、従来のレゾルバ 8 0 0 , 9 0 0 においては、構造上の制約から、固定子の横方向から回転子を挿入することができず、上記のような要望にこたえることができないのであるが、本発明のレゾルバによれば、固定子と回転子とは軸方向に離隔して配置されることとなるため、レゾルバを機器に組み込む際、固定子の横方向から回転子を挿入することが可能となる。

## 【 0 0 1 8 】

( 2 ) 上記 ( 1 ) に記載のレゾルバにおいては、前記空隙形成板の前記板内面は、突出状態が円周方向に沿って正弦波状に変化することが好ましい。

30

## 【 0 0 1 9 】

このように構成することにより、回転子の回転により空隙形成板の板内面と巻線磁芯との間隔  $d$  が正弦波状に変化ようになるため、この間隔  $d$  における正弦波状の変化を用いて回転角度を高精度に検出することが可能となる。

## 【 0 0 2 0 】

( 3 ) 上記 ( 1 ) 又は ( 2 ) に記載のレゾルバにおいては、前記空隙形成板の前記板内面は、突出状態が円周方向に沿って単周期で変化してもよいが、突出状態が円周方向に沿って複数の周期で変化することも好ましい。

## 【 0 0 2 1 】

このように構成することにより、突出状態が円周方向に沿って単周期で変化する場合と同様に回転角度を高精度に検出することが可能となる。

40

## 【 0 0 2 2 】

( 4 ) 上記 ( 1 ) ~ ( 3 ) のいずれかに記載のレゾルバにおいては、前記  $n$  個の巻線磁芯のうち円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度  $\theta$  は、 $( 3 6 0 / n )$  度に設定されていることが好ましい。

## 【 0 0 2 3 】

このように構成することにより、 $n$  個の巻線磁芯が円周上の等分角度の位置に配置されることになるため、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 の場合と同様の検出特性を有するバリアブルリラクタンス型のレゾルバを構成することが可能となる。

50

## 【0024】

(5) 上記(1)～(3)のいずれかに記載のレゾルバにおいては、前記n個の巻線磁芯のうち円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度が $(360/n)$ 度とは異なる値に設定されているとともに、各中心間角度のうち最大の中心間角度が120度以上に設定されていることが好ましい。

## 【0025】

このように構成することにより、各中心間角度のうち最大の中心間角度が120度以上に設定されているため、当該最大の中心間角度をもって配置される2つの巻線磁芯の間には大きな空間が生まれる。その結果、レゾルバを機器に組み込む際、当該大きな空間が存在する側から回転子を挿入することとすれば、円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度が $(360/n)$ 度に設定されている場合と比較して、当該作業を容易に行うことが可能となる。

10

## 【0026】

なお、この観点からは、円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度のうち最大の中心間角度が150度以上に設定されていることがより好ましく、円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度のうち最大の中心間角度が180度以上に設定されていることがさらに好ましい。

## 【0027】

(6) 上記(1)～(5)のいずれかに記載のレゾルバにおいては、前記固定子巻線は、整列巻線からなることが好ましい。

20

## 【0028】

このように、整列巻線を用いる場合であっても、巻線磁芯の周囲に固定子巻線を配設することとしているため、固定子巻線がレゾルバの厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバよりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

## 【0029】

(7) 上記(1)～(5)のいずれかに記載のレゾルバにおいては、前記固定子巻線は、シートコイルからなることが好ましい。

## 【0030】

このように構成することにより、薄いシートコイルを用いて固定子巻線を形成することができるため、整列巻線を用いる場合に比べて、厚さのさらに薄いレゾルバを提供することが可能となる。

30

## 【0031】

(8) 上記(7)に記載のレゾルバにおいては、前記シートコイルは、基材の表面に金属層が形成されたシートに、所定パターンでレーザー光を照射することにより形成されたシートコイルであることが好ましい。

## 【0032】

このように構成することにより、シートコイルを製造する過程でエッチング液を使用する必要がなくなるため、レゾルバの使用中に、シートコイルを製造する過程で除去しきれなかったエッチング液の存在に起因してコイルが腐食したり断線したりすることがなくなる。このため、高信頼性のレゾルバを提供することが可能となる。

40

## 【0033】

(9) 上記(7)又は(8)に記載のレゾルバにおいては、前記シートコイルは、励磁巻線用のシートコイルと出力巻線用のシートコイルとがそれぞれ複数枚積層されたシートコイルであることが好ましい。

## 【0034】

このように構成することにより、十分大きな励磁性能及び十分大きな検出感度を得ることが可能となり、結果として、高感度なレゾルバを構成することが可能となる。

## 【0035】

(10) 上記(9)に記載のレゾルバにおいては、前記シートコイルを構成する各シートコイルは、スルーホールを用いて電氣的に接続されていることが好ましい。

50

## 【 0 0 3 6 】

このように構成することにより、シートコイルを構成する各シートコイルを良好に接続することが可能となり、高信頼性のレゾルバを提供することが可能となる。

## 【 0 0 3 7 】

( 1 1 ) 上記 ( 1 ) ~ ( 1 0 ) のいずれかに記載のレゾルバにおいては、前記輪状基板には、前記分割固定子の位置決めを行うための位置決め構造が形成されていることが好ましい。

## 【 0 0 3 8 】

このように構成することにより、輪状基板に対して分割固定子板を配置する作業を行う際に位置決め構造を利用することが可能となるため、当該作業を容易に行うことが可能となる。

10

## 【 0 0 3 9 】

( 1 2 ) 本発明の角度検出装置は、上記 ( 1 ) ~ ( 1 1 ) のいずれかに記載のレゾルバが軸方向に複数個重合して配設されていることを特徴とする。

## 【 0 0 4 0 】

このため、本発明の角度検出装置によれば、これらのレゾルバを互いに位相をずらして動作させるとともに、出力巻線からの複数の出力電圧のすべてを用いて信号処理することにより、1つのレゾルバからなる角度検出装置と比べて、高精度な角度検出装置となる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 4 1 】

以下、本発明のレゾルバについて、図に示す実施の形態に基づいて説明する。

20

## 【 0 0 4 2 】

## [ 実施形態 1 ]

図 1 は、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 を説明するために示す図である。図 1 ( a ) はレゾルバ 1 0 0 の斜視図であり、図 1 ( b ) は固定子 1 1 0 の斜視図である。なお、図 1 ( a ) 及び図 1 ( b ) においては配線の図示を省略している。また、図 1 ( a ) においては、回転子 1 3 0 の一部を切り欠いてレゾルバ 1 0 0 の構造を示している。

## 【 0 0 4 3 】

図 2 は、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 における励磁巻線 R 及び出力巻線 S a , S b を説明するために示す図である。図 2 ( a ) は励磁巻線 R を説明するために示す図であり、図 2 ( b ) は出力巻線 S a , S b を説明するために示す図である。なお、図 2 ( a ) においては励磁巻線 R を模式的に示し、図 2 ( b ) においては出力巻線 S a , S b を模式的に示す。また、図 2 ( a ) 及び図 2 ( b ) においては、各巻線磁芯 1 1 6 a ~ 1 1 6 d の中心位置と固定子 1 1 0 の略中心位置 O とを通る直線を、それぞれ直線 A - O、直線 B - O、直線 C - O、直線 D - O で示している。

30

## 【 0 0 4 4 】

図 3 は、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 における各巻線磁芯の磁気回路を説明するために示す図である。図 3 ( a ) は図 2 ( a ) の A - O 断面で示す巻線磁芯 1 1 6 a の磁気回路を示す図であり、図 3 ( b ) は図 2 ( a ) の B - O 断面で示す巻線磁芯 1 1 6 b の磁気回路を示す図であり、図 3 ( c ) は図 2 ( a ) の C - O 断面で示す巻線磁芯 1 1 6 c の磁気回路を示す図であり、図 3 ( d ) は図 2 ( a ) の D - O 断面で示す巻線磁芯 1 1 6 d の磁気回路を示す図である。

40

## 【 0 0 4 5 】

図 4 は、空隙形成板 1 3 4 の板内面 1 3 6 の突出状態の変化を説明するために示す図である。なお、図 4 においては、円周外側から見たレゾルバ 1 0 0 の構造を横方向に展開して図示している。また、図 4 中、矢印は各巻線磁芯 1 1 6 a ~ 1 1 6 d における磁束ベクトルの方向を示している。

## 【 0 0 4 6 】

実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 は、図 1 に示すように、固定子 ( ステータ ) 1 1 0 と、回転子 ( ロータ ) 1 3 0 とを備える。

50

## 【0047】

固定子110は、図1(b)に示すように、非磁性材料(例えば、ステンレス。)からなる輪状基板112と、輪状基板112に配設され磁性材料(例えば、電磁鋼板。)からなる輪状固定子板としての4個の分割固定子板114a~114dと、各分割固定子板114a~114dの面上に突出してかつ円周方向に沿って配設された4個の巻線磁芯116a~116dと、各巻線磁芯116a~116dの周囲に配設された固定子巻線118a~118dと、各分割固定子板114a~114dの面上に突出して、かつ、巻線磁芯116a~116dの内側に設置された磁束帰路台120a~120dとを有する。

## 【0048】

輪状固定子板は、巻線磁芯116a~116dごとに4個の分割固定子板114a~114dとして分割されている。

10

## 【0049】

円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度は、90度である。すなわち、図2に示すように、巻線磁芯116aと巻線磁芯116bとの中心間角度 $\theta_1$ は90度であり、巻線磁芯116bと巻線磁芯116cとの中心間角度 $\theta_2$ は90度であり、巻線磁芯116cと巻線磁芯116dとの中心間角度 $\theta_3$ は90度であり、巻線磁芯116dと巻線磁芯116aとの中心間角度 $\theta_4$ は90度である。

## 【0050】

固定子巻線118a~118dは、ここでは図示による説明を省略するが、1相の励磁巻線Rと2相の出力巻線Sa, Sb(COS出力巻線及びSIN出力巻線)とから構成されている。出力巻線Sa(COS出力巻線)は、巻線磁芯116a及び巻線磁芯116cに対してそれぞれ逆方向に巻回されており、出力巻線Sb(SIN出力巻線)は、巻線磁芯116b及び巻線磁芯116dに対してそれぞれ逆方向に巻回されている。固定子巻線118a~118dは、整列巻線(例えば、励磁巻線Rの巻回数=50、出力巻線の巻回数=150。)からなる。励磁巻線Rに入力する電圧の周波数は、例えば10kHzである。

20

## 【0051】

回転子130は、図1、図3及び図4に示すように、輪状回転子板132と、輪状回転子板132の内面に配設された空隙形成板134とを有する。輪状回転子板132は、非磁性材料(例えば、ステンレス。)からなり、空隙形成板134は、磁性材料(例えば、電磁鋼板。)からなる。

30

## 【0052】

空隙形成板134は、波状に突出状態が変化する板内面136を有する。空隙形成板134の板内面136は、図4に示すように、突出状態が円周方向に沿って正弦波状に単周期で変化している。

## 【0053】

実施形態1に係るレゾルバ100は、回転子130の回転により、空隙形成板134の板内面136と巻線磁芯116a~116dとの間隔d(図示せず。)が変化するように構成されたレゾルバである。

## 【0054】

以上のように構成された実施形態1に係るレゾルバ100によれば、回転子130の回転により空隙形成板134の板内面136と巻線磁芯116a~116dとの間隔dが変化し、この間隔dの変化を用いて回転角度を検出することが可能となるため、従来のレゾルバ900, 950の場合と同様にバリアブルリラクタンス型のレゾルバを構成することが可能となる。

40

## 【0055】

また、実施形態1に係るレゾルバ100によれば、輪状固定子板としての4個の分割固定子板114a~114dの面上に突出して配設された巻線磁芯116a~116dの周囲に固定子巻線118a~118dを配設することとしているため、固定子巻線118a~118dがレゾルバ100の厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバ90

50

0, 950よりも厚さの薄いレゾルバ(例えば、4mm。)を提供することが可能となる。

【0056】

また、実施形態1に係るレゾルバ100によれば、輪状固定子板は、巻線磁芯116a~116dごとに4個の分割固定子板114a~114dに分割されているため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、各巻線磁芯116a~116dの磁気回路(磁束分布)が安定し、回転角度を高精度に検出することが可能となる。

【0057】

また、実施形態1に係るレゾルバ100によれば、各巻線磁芯116a~116dの内側には磁束帰路台120a~120dが設置されているため、各巻線磁芯116a~116dの磁気回路(磁束分布)が安定し、回転角度をさらに高精度に検出することが可能となる。

10

【0058】

また、実施形態1に係るレゾルバ100によれば、固定子110と回転子130とは軸方向に離隔して配置されることとなるため、レゾルバ100を機器に組み込む際、固定子110の横方向から回転子130を挿入することが可能となる。

【0059】

実施形態1に係るレゾルバ100においては、空隙形成板134の板内面136は、突出状態が円周方向に沿って正弦波状に変化するため、回転子130の回転により空隙形成板134の板内面136と巻線磁芯116a~116dとの間隔dが正弦波状に変化するようになる。このため、この間隔dにおける正弦波状の変化を用いて回転角度を高精度に検出することが可能となる。

20

【0060】

実施形態1に係るレゾルバ100においては、4個の巻線磁芯116a~116dのうち円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度は、90度である。これにより、4個の巻線磁芯116a~116dが円周上の等分角度の位置に配置されることとなるため、従来のレゾルバ900, 950の場合と同様の検出特性を有するバリアブルリラクタンス型のレゾルバを構成することが可能となる。

【0061】

実施形態1に係るレゾルバ100においては、固定子巻線118a~118dは、整列巻線からなる。このように、整列巻線を用いる場合であっても、巻線磁芯116a~116dの周囲に固定子巻線118a~118dを配設することで、固定子巻線118a~118dがレゾルバ100の厚さ方向に出っ張ることがなくなるため、従来のレゾルバ900, 950よりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

30

【0062】

図5は、従来のレゾルバ900における回転子905の回転角度と出力巻線906, 907の出力電圧との関係を示す図である。なお、図5中、破線aはSIN出力巻線の出力電圧(SIN出力電圧曲線)を示し、実線bは破線aに対応する理想的なsin曲線(理想sin曲線)を示し、矢印cは破線aと実線bとから算出される電気角誤差を示し、破線dはCOS出力巻線の出力電圧(COS出力電圧曲線)を示し、実線eは破線dに対応する理想的なcos曲線(理想cos曲線)を示している。また、図5中の電気角誤差cの量は誇張して示している。

40

【0063】

図6は、従来のレゾルバ900における回転子905の回転角度とSIN出力巻線における電気角誤差との関係を示す図である。

【0064】

図7は、実施形態1に係るレゾルバ100における回転子130の回転角度と出力巻線Sa, Sbの出力電圧との関係を示す図である。なお、図7中、破線aはSIN出力巻線の出力電圧(SIN出力電圧曲線)を示し、実線bは破線aに対応する理想的なsin曲線(理想sin曲線)を示し、矢印cは破線aと実線bとから算出される電気角誤差を示

50

し、破線 d は C O S 出力巻線の出力電圧 ( C O S 出力電圧曲線 ) を示し、実線 e は破線 d に対応する理想的な c o s 曲線 ( 理想 c o s 曲線 ) を示している。また、図 7 中の電気角誤差 c の量は誇張して示している。

【 0 0 6 5 】

図 8 は、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 における回転子 1 3 0 の回転角度と S I N 出力巻線における電気角誤差との関係を示す図である。

【 0 0 6 6 】

ところで、従来のレゾルバ 9 0 0 においては、各突極 9 0 3 の大きさが有限であること、各突極 9 0 3 毎に形成される磁気回路のうち隣り合う磁気回路同士が干渉し合うことなどにより出力電圧曲線に歪みが発生する。出力電圧曲線が例えば S I N 出力電圧曲線である場合には、図 5 に示すように、理想 s i n 曲線 b にはならず理想 s i n 曲線 b を若干歪ませたような曲線 a となる。このため、従来のレゾルバ 9 0 0 においては、図 6 に示すように、例えば  $\pm 4 0$  分程度 ( レゾルバ 9 0 0 の電気角誤差としては  $\pm 6 0$  分程度。 ) の電気角誤差 c が発生する。

【 0 0 6 7 】

これに対して、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 によれば、上述したように、輪状固定子板が巻線磁芯 1 1 6 a ~ 1 1 6 d ごとに 4 個の分割固定子板 1 1 4 a ~ 1 1 4 d に分割されており、さらには各分割固定子板 1 1 4 a ~ 1 1 4 d ごとに磁束帰路台が設置されているため、各分割固定子板 1 1 4 a ~ 1 1 4 d ごとに独立して磁気回路が形成されることとなる。このため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、出力電圧曲線に発生する歪みを大幅に低減することが可能となる。その結果、出力電圧曲線が例えば S I N 出力電圧曲線である場合には、図 7 に示すように、理想 s i n 曲線 b からの歪量が従来のレゾルバ 9 0 0 の場合と比較して大幅に低減された曲線 a ' となる。その結果、発生する電気角誤差 c ' を大幅に低減することができる。実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 においては、S I N 出力巻線における電気角誤差 c ' を、図 8 に示すように、例えば  $\pm 0 . 8$  分以内 ( レゾルバ 1 0 0 の電気角誤差としては  $\pm 1 . 2$  分以内。 ) とすることも可能となる。

【 0 0 6 8 】

なお、レゾルバを使用する際には通常、電気角誤差を補償するように A / D 変換を行う A / D 変換素子をレゾルバの後段に接続する。このため、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 を、後段に A / D 変換素子を接続した状態で使用することにより、さらに高精度に回転角度を検出することが可能である。

【 0 0 6 9 】

[ 実施形態 2 ]

図 9 は、実施形態 2 に係るレゾルバ 2 0 0 を説明するために示す図である。図 9 ( a ) はレゾルバ 2 0 0 の斜視図であり、図 9 ( b ) は固定子 2 1 0 の斜視図であり、図 9 ( c ) は図 9 ( b ) の A - O 断面図である。なお、図 9 ( a ) においては、回転子 2 3 0 の一部を切り欠いてレゾルバ 2 0 0 の構造を示している。

【 0 0 7 0 】

実施形態 2 に係るレゾルバ 2 0 0 は、図 9 に示すように、基本的には実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 と同様の構成を有しているが、固定子巻線の構成が実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合とは異なっている。

すなわち、実施形態 2 に係るレゾルバ 2 0 0 においては、固定子巻線は、シートコイル 2 1 8 a ~ 2 1 8 d からなる。

【 0 0 7 1 】

シートコイル 2 1 8 a は、励磁巻線用のシートコイルと出力巻線用のシートコイルとがそれぞれ複数枚 ( 例えば、励磁巻線用のシートコイルは 1 0 枚、出力巻線用のシートコイルは 3 0 枚。 ) 積層されたシートコイルである。シートコイル 2 1 8 a を構成する各シートコイル ( 励磁巻線用のシートコイル及び出力巻線用のシートコイル ) は、スルーホールを用いて電氣的に接続されている。

他のシートコイル 2 1 8 b ~ 2 1 8 d も、シートコイル 2 1 8 a と同様の構成を有する

10

20

30

40

50

。

#### 【0072】

シートコイル218a~218dは、ここでは図示による説明を省略するが、基材の表面に金属層が形成されたシートに、所定パターンでレーザー光を照射することにより形成されたシートコイルである。

基材としては、例えば厚さ60 $\mu$ mのガラスエポキシ基板を用い、金属層としては、例えば厚さ15 $\mu$ mの銅からなる金属層を用いる。金属層にレーザー光を照射することにより得られる金属線の配列ピッチは例えば50 $\mu$ mであり、当該金属線の幅は例えば30 $\mu$ mである。金属線は、平面トラック状(約5周)に配置され、これがシートコイル218a~218dとなる。

10

#### 【0073】

このように、実施形態2に係るレゾルバ200は、固定子巻線の構成が実施形態1に係るレゾルバ100の場合とは異なっているが、実施形態1に係るレゾルバ100の場合と同様に、回転子230の回転により空隙形成板234の板内面と巻線磁芯216a~216dとの間隔dが変化し、この間隔dの変化を用いて回転角度を検出することが可能となるため、従来のレゾルバ900, 950の場合と同様にバリアブルリラクタンス型のレゾルバを構成することが可能となる。

#### 【0074】

また、実施形態2に係るレゾルバ200によれば、輪状固定子板としての4個の分割固定子板214a~214dの面上に突出して配設された巻線磁芯216a~216dの周囲に固定子巻線としてのシートコイル218a~218dを配設することとしているため、シートコイル218a~218dがレゾルバ200の厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバ900, 950よりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

20

#### 【0075】

また、実施形態2に係るレゾルバ200によれば、輪状固定子板は、巻線磁芯216a~216dごとに4個の分割固定子板214a~214dに分割されているため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、各巻線磁芯216a~216dの磁気回路(磁束分布)が安定し、回転角度を高精度に検出することが可能となる。

#### 【0076】

また、実施形態2に係るレゾルバ200によれば、各巻線磁芯216a~216dの内側には磁束帰路台220a~220dが設置されているため、各巻線磁芯216a~216dの磁気回路(磁束分布)が安定し、回転角度をさらに高精度に検出することが可能となる。

30

#### 【0077】

また、実施形態2に係るレゾルバ200によれば、固定子210と回転子230とは軸方向に離隔して配置されることとなるため、レゾルバ200を機器に組み込む際、固定子210の横方向から回転子230を挿入することが可能となる。

#### 【0078】

実施形態2に係るレゾルバ200においては、固定子巻線は、シートコイル218a~218dからなる。これにより、薄いシートコイルを用いて固定子巻線を形成することができるため、整列巻線を用いる場合に比べて、厚さのさらに薄いレゾルバを提供することが可能となる。

40

#### 【0079】

実施形態2に係るレゾルバ200においては、シートコイル218a~218dは、基材の表面に金属層が形成されたシートに、所定パターンでレーザー光を照射することにより形成されたシートコイルである。これにより、シートコイルを製造する過程でエッチング液を使用する必要がなくなるため、レゾルバの使用中に、シートコイルを製造する過程で除去しきれなかったエッチング液の存在に起因してコイルが腐食したり断線したりすることがなくなる。このため、高信頼性のレゾルバを提供することが可能となる。

50

## 【 0 0 8 0 】

実施形態 2 に係るレゾルバ 2 0 0 においては、シートコイル 2 1 8 a ~ 2 1 8 d は、励磁巻線用のシートコイルと出力巻線用のシートコイルとがそれぞれ複数枚積層されたシートコイルであるため、十分大きな励磁性能及び十分大きな検出感度を得ることが可能となり、結果として、高感度なレゾルバを構成することが可能となる。

## 【 0 0 8 1 】

実施形態 2 に係るレゾルバ 2 0 0 においては、シートコイル 2 1 8 a ~ 2 1 8 d を構成する各シートコイル（励磁巻線用のシートコイル及び出力巻線用のシートコイル）は、スルーホールを用いて電氣的に接続されているため、シートコイル 2 1 8 a ~ 2 1 8 d を構成する各シートコイル（励磁巻線用のシートコイル及び出力巻線用のシートコイル）を良好に接続することが可能となり、高信頼性のレゾルバを提供することが可能となる。

10

## 【 0 0 8 2 】

なお、実施形態 2 に係るレゾルバ 2 0 0 は、固定子巻線の構成以外の点では、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 と同様の構成を有するため、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

## 【 0 0 8 3 】

## [ 実施形態 3 ]

図 1 0 は、実施形態 3 に係るレゾルバ 3 0 0 を説明するために示す図である。図 1 0 ( a ) はレゾルバ 3 0 0 の斜視図であり、図 1 0 ( b ) は空隙形成板 3 3 4 の板内面 3 3 6 の突出状態の変化を説明するために示す図である。なお、図 1 0 ( a ) においては、回転子 3 3 0 の一部を切り欠いてレゾルバ 3 0 0 の構造を示している。

20

## 【 0 0 8 4 】

実施形態 3 に係るレゾルバ 3 0 0 は、図 1 0 に示すように、基本的には実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 と同様の構成を有しているが、空隙形成板の板内面の突出状態が実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合とは異なっている。

すなわち、実施形態 4 に係るレゾルバ 3 0 0 においては、図 1 0 ( a ) に示すように、空隙形成板 3 3 4 の板内面 3 3 6 は、突出状態が円周方向に沿って正弦波状に複数の周期（2 周期）で変化している。

## 【 0 0 8 5 】

このように、実施形態 3 に係るレゾルバ 3 0 0 は、空隙形成板の板内面の突出状態が実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合とは異なっているが、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合と同様に、回転子 3 3 0 の回転により空隙形成板 3 3 4 の板内面 3 3 6 と巻線磁芯 3 1 6 a ~ 3 1 6 d との間隔  $d$  が変化し、この間隔  $d$  の変化を用いて回転角度を検出することが可能となるため、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 の場合と同様にバリアブルリラクタンス型のレゾルバを構成することが可能となる。

30

## 【 0 0 8 6 】

また、実施形態 3 に係るレゾルバ 3 0 0 によれば、輪状固定子板としての 4 個の分割固定子板 3 1 4 a ~ 3 1 4 d の面上に突出して配設された巻線磁芯 3 1 6 a ~ 3 1 6 d の周囲に固定子巻線 3 1 8 a ~ 3 1 8 d を配設することとしているため、固定子巻線 3 1 8 a ~ 3 1 8 d がレゾルバ 3 0 0 の厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 よりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

40

## 【 0 0 8 7 】

また、実施形態 3 に係るレゾルバ 3 0 0 によれば、輪状固定子板は、巻線磁芯 3 1 6 a ~ 3 1 6 d ごとに 4 個の分割固定子板 3 1 4 a ~ 3 1 4 d に分割されているため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、各巻線磁芯 3 1 6 a ~ 3 1 6 d の磁気回路（磁束分布）が安定し、回転角度を高精度に検出することが可能となる。

## 【 0 0 8 8 】

また、実施形態 3 に係るレゾルバ 3 0 0 によれば、各巻線磁芯 3 1 6 a ~ 3 1 6 d の内側には磁束帰路台 3 2 0 a ~ 3 2 0 d が設置されているため、各巻線磁芯 3 1 6 a ~ 3 1 6 d の磁気回路（磁束分布）が安定し、回転角度をさらに高精度に検出することが可能と

50

なる。

【 0 0 8 9 】

また、実施形態 3 に係るレゾルバ 3 0 0 によれば、固定子 3 1 0 と回転子 3 3 0 とは軸方向に離隔して配置されることとなるため、レゾルバ 3 0 0 を機器に組み込む際、固定子 3 1 0 の横方向から回転子 3 3 0 を挿入することが可能となる。

【 0 0 9 0 】

また、実施形態 3 に係るレゾルバ 3 0 0 によれば、空隙形成板 3 3 4 の板内面 3 3 6 は、突出状態が円周方向に沿って複数の周期で変化するため、突出状態が円周方向に沿って単周期で変化する場合と同様に回転角度を高精度に検出することが可能となる。

【 0 0 9 1 】

なお、実施形態 3 に係るレゾルバ 3 0 0 は、空隙形成板の板内面の突出状態以外の点では、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 と同様の構成を有するため、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

【 0 0 9 2 】

[ 実施形態 4 ]

図 1 1 は、実施形態 4 に係るレゾルバ 4 0 0 を説明するために示す図である。図 1 1 ( a ) はレゾルバ 4 0 0 の斜視図であり、図 1 1 ( b ) は円周外側から見たレゾルバ 4 0 0 の構造を横方向に展開して模式的に示す図である。なお、図 1 1 ( a ) においては、回転子 4 3 0 の一部を切り欠いてレゾルバ 4 0 0 の構造を示している。

【 0 0 9 3 】

実施形態 4 に係るレゾルバ 4 0 0 は、図 1 1 に示すように、基本的には実施形態 3 に係るレゾルバ 1 0 0 と同様の構成を有しているが、輪状固定子板の分割数が実施形態 3 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合とは異なっている。

すなわち、実施形態 5 に係るレゾルバ 4 0 0 においては、図 1 1 ( b ) に示すように、輪状固定子板は、巻線磁芯 4 1 6 a ~ 4 1 6 h ごとに 8 個の分割固定子板 4 1 4 a ~ 4 1 4 h として分割されている。

【 0 0 9 4 】

このように、実施形態 4 に係るレゾルバ 4 0 0 は、輪状固定子板の分割数が実施形態 3 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合とは異なっているが、実施形態 3 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合と同様に、回転子 4 3 0 の回転により空隙形成板 4 3 4 の板内面 4 3 6 と巻線磁芯 4 1 6 a ~ 4 1 6 h との間隔 d が変化し、この間隔 d の変化を用いて回転角度を検出することが可能となるため、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 の場合と同様にバリアブルリラクタン

【 0 0 9 5 】

また、実施形態 4 に係るレゾルバ 4 0 0 によれば、輪状固定子板としての 8 個の分割固定子板 4 1 4 a ~ 4 1 4 h の面上に突出して配設された巻線磁芯 4 1 6 a ~ 4 1 6 h の周囲に固定子巻線 4 1 8 a ~ 4 1 8 h を配設することとしているため、固定子巻線 4 1 8 a ~ 4 1 8 h がレゾルバ 4 0 0 の厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 よりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

【 0 0 9 6 】

また、実施形態 4 に係るレゾルバ 4 0 0 によれば、輪状固定子板は、巻線磁芯 4 1 6 a ~ 4 1 6 h ごとに 8 個の分割固定子板 4 1 4 a ~ 4 1 4 h に分割されているため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、各巻線磁芯 4 1 6 a ~ 4 1 6 h の磁気回路 ( 磁束分布 ) が安定し、回転角度を高精度に検出することが可能となる。

【 0 0 9 7 】

また、実施形態 4 に係るレゾルバ 4 0 0 によれば、各巻線磁芯 4 1 6 a ~ 4 1 6 h の内側には磁束帰路台 4 2 0 a ~ 4 2 0 h が設置されているため、各巻線磁芯 4 1 6 a ~ 4 1 6 h の磁気回路 ( 磁束分布 ) が安定し、回転角度をさらに高精度に検出することが可能となる。

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50

また、実施形態 4 に係るレゾルバ 4 0 0 によれば、固定子 4 1 0 と回転子 4 3 0 とは軸方向に離隔して配置されることとなるため、レゾルバ 4 0 0 を機器に組み込む際、固定子 4 1 0 の横方向から回転子 4 3 0 を挿入することが可能となる。

【 0 0 9 9 】

なお、実施形態 4 に係るレゾルバ 4 0 0 は、輪状固定子板の分割数が異なる点以外の点では、実施形態 3 に係るレゾルバ 1 0 0 と同様の構成を有するため、実施形態 3 に係るレゾルバ 1 0 0 が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

【 0 1 0 0 】

[ 実施形態 5 ]

図 1 2 は、実施形態 5 に係るレゾルバ 5 0 0 を説明するために示す図である。図 1 2 ( a ) はレゾルバ 5 0 0 の斜視図であり、図 1 2 ( b ) は固定子 5 1 0 の斜視図である。なお、図 1 2 ( a ) においては、回転子 5 3 0 の一部を切り欠いてレゾルバ 5 0 0 の構造を示している。

【 0 1 0 1 】

実施形態 5 に係るレゾルバ 5 0 0 は、図 1 2 に示すように、基本的には実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 と同様の構成を有しているが、磁束帰路台の設置位置が実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合とは異なっている。

すなわち、実施形態 5 に係るレゾルバ 5 0 0 においては、図 1 2 ( b ) に示すように、磁束帰路台 5 2 0 a ~ 5 2 0 d は、巻線磁芯 5 1 6 a ~ 5 1 6 d の外側に設置されている。

【 0 1 0 2 】

このように、実施形態 5 に係るレゾルバ 5 0 0 は、磁束帰路台の設置位置が実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合とは異なっているが、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合と同様に、回転子 5 3 0 の回転により空隙形成板 5 3 4 の板内面 5 3 6 と巻線磁芯 5 1 6 a ~ 5 1 6 d との間隔 d が変化し、この間隔 d の変化を用いて回転角度を検出することが可能となるため、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 の場合と同様にバリエブルリラクタンス型のレゾルバを構成することが可能となる。

【 0 1 0 3 】

また、実施形態 5 に係るレゾルバ 5 0 0 によれば、輪状固定子板としての 4 個の分割固定子板 5 1 4 a ~ 5 1 4 d の面上に突出して配設された巻線磁芯 5 1 6 a ~ 5 1 6 d の周囲に固定子巻線 5 1 8 a ~ 5 1 8 d を配設することとしているため、固定子巻線 5 1 8 a ~ 5 1 8 d がレゾルバ 5 0 0 の厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 よりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

【 0 1 0 4 】

また、実施形態 5 に係るレゾルバ 5 0 0 によれば、輪状固定子板は、巻線磁芯 5 1 6 a ~ 5 1 6 d ごとに 4 個の分割固定子板 5 1 4 a ~ 5 1 4 d に分割されているため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、各巻線磁芯 5 1 6 a ~ 5 1 6 d の磁気回路 ( 磁束分布 ) が安定し、回転角度を高精度に検出することが可能となる。

【 0 1 0 5 】

また、実施形態 5 に係るレゾルバ 5 0 0 によれば、各巻線磁芯 5 1 6 a ~ 5 1 6 d の外側には磁束帰路台 5 2 0 a ~ 5 2 0 h が設置されているため、各巻線磁芯 5 1 6 a ~ 5 1 6 d の磁気回路 ( 磁束分布 ) が安定し、回転角度をさらに高精度に検出することが可能となる。

【 0 1 0 6 】

また、実施形態 5 に係るレゾルバ 5 0 0 によれば、固定子 5 1 0 と回転子 5 3 0 とは軸方向に離隔して配置されることとなるため、レゾルバ 5 0 0 を機器に組み込む際、固定子 5 1 0 の横方向から回転子 5 3 0 を挿入することが可能となる。

【 0 1 0 7 】

なお、実施形態 5 に係るレゾルバ 5 0 0 は、磁束帰路台の設置位置が異なる点以外の点では、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 と同様の構成を有するため、実施形態 1 に係るレ

10

20

30

40

50

ゾルバ100が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

【0108】

[実施形態6]

図13は、実施形態6に係るレゾルバ600を説明するために示す図である。図13(a)はレゾルバ600の斜視図であり、図13(b)は固定子610の斜視図であり、図13(c)は固定子610の平面図である。なお、図13(a)及び図13(b)においては配線の図示を省略し、図13(c)においては励磁巻線Rを模式的に示し、出力巻線(SIN出力巻線及びCOS出力巻線)の図示を省略している。また、図13(a)においては、回転子630の一部を切り欠いてレゾルバ600の構造を示している。また、図13(c)においては、各巻線磁芯616a~616dの中心位置と固定子610の略中心位置Oとを通る直線を、それぞれ直線A-O、直線B-O、直線C-O、直線D-Oで示している。

10

【0109】

図14は、実施形態6に係るレゾルバ600における各巻線磁芯の磁気回路を説明するために示す図である。図14(a)は図13(c)のA-O断面で示す巻線磁芯616aの磁気回路を示す図であり、図14(b)は図13(c)のB-O断面で示す巻線磁芯616bの磁気回路を示す図であり、図14(c)は図13(c)のC-O断面で示す巻線磁芯616cの磁気回路を示す図であり、図14(d)は図13(c)のD-O断面で示す巻線磁芯616dの磁気回路を示す図である。

20

【0110】

図15は、空隙形成板634の板内面636の突出状態の変化を説明するために示す図である。なお、図15においては、円周外側から見たレゾルバ600の構造を横方向に展開して図示している。また、図15中、矢印は各巻線磁芯616a~616dにおける磁束ベクトルの方向を示している。

【0111】

実施形態6に係るレゾルバ600は、図13~図15に示すように、基本的には実施形態1に係るレゾルバ100と同様の構成を有しているが、4個の巻線磁芯が円周上の等分角度の位置に配置されていない点で、実施形態1に係るレゾルバ100の場合とは異なっている。

【0112】

すなわち、実施形態6に係るレゾルバ600においては、4個の巻線磁芯616a~616dのうち円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度が90度とは異なる値に設定されているとともに、各中心間角度のうち最大の中心間角度が120度以上に設定されている。

30

具体的に説明すると、図13(c)に示すように、巻線磁芯616aと巻線磁芯616bとの中心間角度 $\theta_1$ は67.5度であり、巻線磁芯616bと巻線磁芯616cとの中心間角度 $\theta_2$ は67.5度であり、巻線磁芯616cと巻線磁芯616dとの中心間角度 $\theta_3$ は67.5度であり、巻線磁芯616dと巻線磁芯616aとの中心間角度 $\theta_4$ は157.5度である。

【0113】

このように、実施形態6に係るレゾルバ600は、4個の巻線磁芯が円周上の等分角度の位置に配置されていない点で、実施形態1に係るレゾルバ100の場合とは異なっているが、実施形態1に係るレゾルバ100の場合と同様に、回転子630の回転により空隙形成板634の板内面636と巻線磁芯616a~616dとの間隔dが変化し、この間隔dの変化を用いて回転角度を検出することが可能となるため、従来のレゾルバ900, 950の場合と同様にバリアブルリラクタンス型のレゾルバを構成することが可能となる。

40

【0114】

また、実施形態6に係るレゾルバ600によれば、輪状固定子板としての4個の分割固定子板614a~614dの面上に突出して配設された巻線磁芯616a~616dの周

50

囲に固定子巻線 618a ~ 618d を配設することとしているため、固定子巻線 618a ~ 618d がレゾルバ 600 の厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバ 900, 950 よりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

【0115】

また、実施形態 6 に係るレゾルバ 600 によれば、輪状固定子板は、巻線磁芯 616a ~ 616d ごとに 4 個の分割固定子板 614a ~ 614d に分割されているため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、各巻線磁芯 616a ~ 616d の磁気回路（磁束分布）が安定し、回転角度を高精度に検出することが可能となる。

【0116】

また、実施形態 6 に係るレゾルバ 600 によれば、各巻線磁芯 616a ~ 616d の内側には磁束帰路台 620a ~ 620d が設置されているため、各巻線磁芯 616a ~ 616d の磁気回路（磁束分布）が安定し、回転角度をさらに高精度に検出することが可能となる。

10

【0117】

また、実施形態 6 に係るレゾルバ 600 によれば、固定子 610 と回転子 630 とは軸方向に離隔して配置されることとなるため、レゾルバ 600 を機器に組み込む際、固定子 610 の横方向から回転子 630 を挿入することが可能となる。

【0118】

また、実施形態 6 に係るレゾルバ 600 によれば、4 個の巻線磁芯 616a ~ 616d のうち円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度  $\theta$  のうち最大の中心間角度  $\theta_{max}$  が 120 度以上に設定されているため、当該最大の中心間角度  $\theta_{max}$  をもって配置される 2 つの巻線磁芯の間には大きな空間が生まれる。その結果、レゾルバ 600 を機器に組み込む際、当該大きな空間が存在する側から回転子 630 を挿入することとすれば、円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の各中心間角度  $\theta$  が  $(360/n)$  度に設定されている場合と比較して、当該作業を容易に行うことが可能となる。

20

【0119】

なお、実施形態 6 に係るレゾルバ 600 は、4 個の巻線磁芯が円周上の等分角度の位置に配置されていない点以外の点では、実施形態 1 に係るレゾルバ 100 と同様の構成を有するため、実施形態 1 に係るレゾルバ 100 が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

30

【0120】

[実施形態 7]

図 16 は、実施形態 7 に係るレゾルバ 700 を説明するために示す図である。図 16 (a) はレゾルバ 700 の斜視図であり、図 16 (b) は固定子 710 の斜視図であり、図 16 (c) は固定子 710 の平面図である。なお、図 16 (a) 及び図 16 (b) においては配線の図示を省略し、図 16 (c) においては励磁巻線 R を模式的に示し、出力巻線 (SIN 出力巻線及び COS 出力巻線) の図示を省略している。また、図 16 (a) においては、回転子 730 の一部を切り欠いてレゾルバ 700 の構造を示している。また、図 16 (c) においては、各巻線磁芯 716a ~ 716d の中心位置と固定子 710 の略中心位置 O とを通る直線を、それぞれ直線 A - O、直線 B - O、直線 C - O、直線 D - O で示している。

40

【0121】

実施形態 7 に係るレゾルバ 700 は、図 16 に示すように、基本的には実施形態 6 に係るレゾルバ 600 と同様の構成を有しているが、一の分割固定子板の形状が実施形態 6 に係るレゾルバ 600 の場合とは異なっている。

すなわち、実施形態 7 に係るレゾルバ 700 においては、図 16 に示すように、分割固定子板 714d は、分割固定子板 714a, 714b, 714c と同様の形状を有しており、実施形態 6 に係るレゾルバ 600 において対応する分割固定子板 614d よりも円周方向の寸法が小さなものとなっている。

【0122】

50

このように、実施形態 7 に係るレゾルバ 7 0 0 は、一の分割固定子板の形状が実施形態 6 に係るレゾルバ 6 0 0 の場合とは異なっているが、実施形態 6 に係るレゾルバ 6 0 0 の場合と同様に、回転子 7 3 0 の回転により空隙形成板 7 3 4 の板内面 7 3 6 と巻線磁芯 7 1 6 a ~ 7 1 6 d との間隔 d が変化し、この間隔 d の変化を用いて回転角度を検出することが可能となるため、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 の場合と同様にバリアブルリラクタンス型のレゾルバを構成することが可能となる。

【 0 1 2 3 】

また、実施形態 7 に係るレゾルバ 7 0 0 によれば、輪状固定子板としての 4 個の分割固定子板 7 1 4 a ~ 7 1 4 d の面上に突出して配設された巻線磁芯 7 1 6 a ~ 7 1 6 d の周囲に固定子巻線 7 1 8 a ~ 7 1 8 d を配設することとしているため、固定子巻線 7 1 8 a ~ 7 1 8 d がレゾルバ 7 0 0 の厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 よりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

10

【 0 1 2 4 】

また、実施形態 7 に係るレゾルバ 7 0 0 によれば、輪状固定子板は、巻線磁芯 7 1 6 a ~ 7 1 6 d ごとに 4 個の分割固定子板 7 1 4 a ~ 7 1 4 d に分割されているため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、各巻線磁芯 7 1 6 a ~ 7 1 6 d の磁気回路 ( 磁束分布 ) が安定し、回転角度を高精度に検出することが可能となる。

【 0 1 2 5 】

また、実施形態 7 に係るレゾルバ 7 0 0 によれば、各巻線磁芯 7 1 6 a ~ 7 1 6 d の内側には磁束帰路台 7 2 0 a ~ 7 2 0 d が設置されているため、各巻線磁芯 7 1 6 a ~ 7 1 6 d の磁気回路 ( 磁束分布 ) が安定し、回転角度をさらに高精度に検出することが可能となる。

20

【 0 1 2 6 】

また、実施形態 7 に係るレゾルバ 7 0 0 によれば、固定子 7 1 0 と回転子 7 3 0 とは軸方向に離隔して配置されることとなるため、レゾルバ 7 0 0 を機器に組み込む際、固定子 7 1 0 の横方向から回転子 7 3 0 を挿入することが可能となる。

【 0 1 2 7 】

なお、実施形態 7 に係るレゾルバ 7 0 0 は、一の分割固定子板の形状が異なる点以外の点では、実施形態 6 に係るレゾルバ 6 0 0 と同様の構成を有するため、実施形態 6 に係るレゾルバ 6 0 0 が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

30

【 0 1 2 8 】

[ 実施形態 8 ]

図 1 7 は、実施形態 8 に係るレゾルバ 8 0 0 を説明するために示す図である。図 1 8 ( a ) はレゾルバ 8 0 0 の斜視図であり、図 1 8 ( b ) は固定子 8 1 0 の斜視図であり、図 1 8 ( c ) は輪状基板 8 1 2 の斜視図である。なお、図 1 8 ( a ) 及び図 1 8 ( b ) においては配線の図示を省略し、図 1 8 ( a ) においては、回転子 8 3 0 の一部を切り欠いてレゾルバ 8 0 0 の構造を示している。

【 0 1 2 9 】

実施形態 8 に係るレゾルバ 8 0 0 は、図 1 7 に示すように、基本的には実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 と同様の構成を有しているが、輪状基板の構造が実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合とは異なっている。

40

すなわち、実施形態 8 に係るレゾルバ 8 0 0 においては、図 1 8 に示すように、輪状基板 8 1 2 には、各分割固定子板 8 1 4 a , 8 1 4 b , 8 1 4 c , 8 1 4 d の位置決めを行うための位置決め構造 8 1 3 が形成されている。

【 0 1 3 0 】

このように、実施形態 8 に係るレゾルバ 8 0 0 は、輪状基板の構造が実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合とは異なっているが、実施形態 1 に係るレゾルバ 1 0 0 の場合と同様に、回転子 8 3 0 の回転により空隙形成板 8 3 4 の板内面 8 3 6 と巻線磁芯 8 1 6 a ~ 8 1 6 d との間隔 d が変化し、この間隔 d の変化を用いて回転角度を検出することが可能となるため、従来のレゾルバ 9 0 0 , 9 5 0 の場合と同様にバリアブルリラクタンス型の

50

レゾルバを構成することが可能となる。

【0131】

また、実施形態8に係るレゾルバ800によれば、輪状固定子板としての4個の分割固定子板814a～814dの面上に突出して配設された巻線磁芯816a～816dの周囲に固定子巻線818a～818dを配設することとしているため、固定子巻線818a～818dがレゾルバ800の厚さ方向に出っ張ることがなくなり、従来のレゾルバ900, 950よりも厚さの薄いレゾルバを提供することが可能となる。

【0132】

また、実施形態8に係るレゾルバ800によれば、輪状固定子板は、巻線磁芯816a～816dごとに4個の分割固定子板814a～814dに分割されているため、隣り合う磁気回路同士の干渉が防止され、各巻線磁芯816a～816dの磁気回路(磁束分布)が安定し、回転角度を高精度に検出することが可能となる。

10

【0133】

また、実施形態8に係るレゾルバ800によれば、各巻線磁芯816a～816dの内側には磁束帰路台820a～820dが設置されているため、各巻線磁芯816a～816dの磁気回路(磁束分布)が安定し、回転角度をさらに高精度に検出することが可能となる。

【0134】

また、実施形態8に係るレゾルバ800によれば、固定子810と回転子830とは軸方向に離隔して配置されることとなるため、レゾルバ800を機器に組み込む際、固定子810の横方向から回転子830を挿入することが可能となる。

20

【0135】

また、実施形態8に係るレゾルバ800によれば、輪状基板812に対して分割固定子板814a, 814b, 814c, 814dを配置する作業を行う際に位置決め構造813を利用することが可能となるため、当該作業を容易に行うことが可能となる。

【0136】

なお、実施形態8に係るレゾルバ800は、輪状基板の構造が異なる点以外の点では、実施形態1に係るレゾルバ100と同様の構成を有するため、実施形態1に係るレゾルバ100が有する効果のうち該当する効果をそのまま有する。

【0137】

以上、本発明のレゾルバを上記の各実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において実施することが可能であり、例えば、次のような変形も可能である。

30

【0138】

(1) 実施形態2に係るレゾルバ200においては、シートコイルとして、基材の片面に金属線が形成されたシートコイルを用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、基材の両面に金属線が形成されたシートコイルを用いることもできる。

【0139】

(2) 上記の各実施形態に係るレゾルバ100～800においては、固定子として、4個又は8個の巻線磁芯を有する固定子を用いているが、本発明はこれに限定されるものではない。10個、12個、16個その他の個数の巻線磁芯を有する固定子を用いてもよい。

40

【0140】

(3) 上記の各実施形態に係るレゾルバ100～800においては、回転子として、1×タイプ又は2×タイプの回転子を用いているが、本発明はこれに限定されるものではない。3×タイプ、4×タイプ、5×タイプ、7×タイプ、10×タイプ、14×タイプその他のタイプの回転子を用いてもよい。

【0141】

(4) なお、上記の各実施形態においては、本発明のレゾルバについて詳細に説明しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、上記各実施形態に係るレゾルバ100～800が軸方向に複数個重合して配設された角度検出装置も本発明の範囲に含まれる。

50

本発明の角度検出装置によれば、本発明のレゾルバ（各実施形態に係るレゾルバ100～800）を互いに位相をずらして動作させるとともに、出力巻線からの複数の出力電圧のすべてを用いて信号処理することにより、1つのレゾルバからなる角度検出装置と比べて、高精度な角度検出装置となる。

【図面の簡単な説明】

【0142】

【図1】実施形態1に係るレゾルバ100を説明するために示す図である。

【図2】実施形態1に係るレゾルバ100における励磁巻線R及び出力巻線Sa, Sbを説明するために示す図である。

【図3】実施形態1に係るレゾルバ100における各巻線磁芯の磁気回路を説明するために示す図である。

10

【図4】空隙形成板134の板内面136の突出状態の変化を説明するために示す図である。

【図5】従来のレゾルバ900における回転子905の回転角度と出力巻線の出力電圧との関係を示す図である。

【図6】従来のレゾルバ900における回転子905の回転角度とSIN出力巻線における電気角誤差との関係を示す図である。

【図7】実施形態1に係るレゾルバ100における回転子130の回転角度と出力巻線の出力電圧との関係を示す図である。

【図8】実施形態1に係るレゾルバ100における回転子130の回転角度とSIN出力巻線における電気角誤差との関係を示す図である。

20

【図9】実施形態2に係るレゾルバ200を説明するために示す図である。

【図10】実施形態3に係るレゾルバ300を説明するために示す図である。

【図11】実施形態4に係るレゾルバ400を説明するために示す図である。

【図12】実施形態5に係るレゾルバ500を説明するために示す図である。

【図13】実施形態6に係るレゾルバ600を説明するために示す図である。

【図14】実施形態6に係るレゾルバ600における各巻線磁芯の磁気回路を説明するために示す図である。

【図15】空隙形成板634の板内面636の突出状態の変化を説明するために示す図である。

30

【図16】実施形態7に係るレゾルバ700を説明するために示す図である。

【図17】実施形態8に係るレゾルバ800を説明するために示す図である。

【図18】従来のレゾルバ900を説明するために示す図である。

【図19】従来のレゾルバ950を説明するために示す図である。

【符号の説明】

【0143】

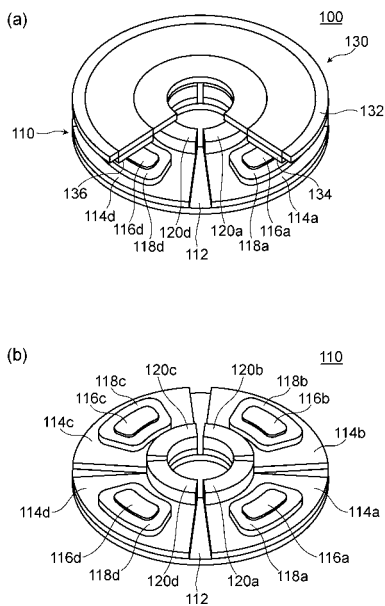
100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 950...  
レゾルバ、110, 210, 310, 410, 510, 610, 710, 810, 901  
, 951...固定子、112, 212, 312, 412, 512, 612, 712, 812  
...輪状基板、114a~114d, 214a~214d, 314a~314d, 414a  
~414h, 514a~514d, 614a~614d, 714a~714d, 814a  
~814d...分割固定子板、116a~116d, 216a~216d, 316a, 31  
6d, 416a, 416h, 516a~516d, 616a~616d, 716a~71  
6d, 816a~816d...巻線磁芯、118a~118d, 218a~218d, 31  
8a, 318d, 418a, 418h, 518a~518d, 618a~618d, 71  
8a~718d, 818a~818d...固定子巻線、120a~120d, 220a~2  
20d, 320a, 320d, 420a, 420h, 520a~520d, 620a~6  
20d, 720a~720d, 820a~820d...磁束帰路台、130, 230, 33  
0, 430, 530, 630, 730, 830, 905, 955...回転子、132, 23  
2, 332, 432, 532, 632, 732, 832...輪状回転子板、134, 234

40

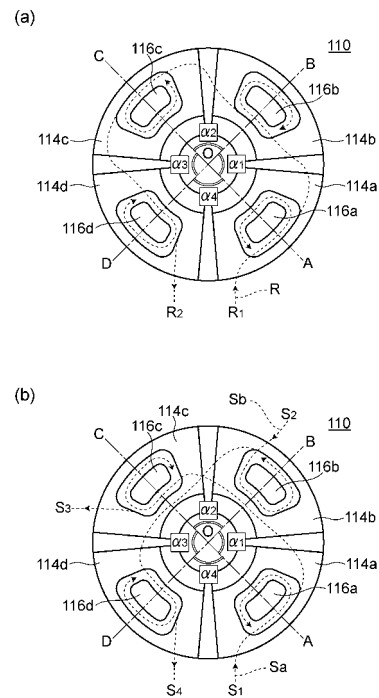
50

, 3 3 4 , 4 3 4 , 5 3 4 , 6 3 4 , 7 3 4 , 8 3 4 ... 空隙形成板、 1 3 6 , 2 3 6 , 3 3 6 , 4 3 6 , 5 3 6 , 6 3 6 , 7 3 6 , 8 3 6 ... 板内面、 8 1 3 ... 位置決め構造、 9 0 2 , 9 5 2 ... スロット、 9 0 3 , 9 5 3 ... 突極、 9 0 4 , 9 5 4 , R ... 励磁巻線、 9 0 6 , 9 0 7 , 9 5 6 , 9 5 7 , S a , S b ... 出力巻線、 9 0 8 , 9 5 8 ... S I N 出力電圧、 9 0 9 , 9 5 9 ... C O S 出力電圧、 ... 回転角度、  $\alpha_1$  ,  $\alpha_2$  ,  $\alpha_3$  ,  $\alpha_4$  ... 円周方向に沿って隣接する巻線磁芯の中心間角度、  $R_1$  ,  $R_2$  ,  $S_1$  ,  $S_2$  ,  $S_3$  ,  $S_4$  ... 端子

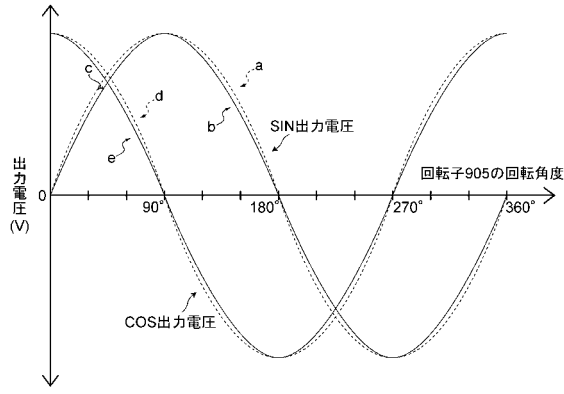
【 図 1 】



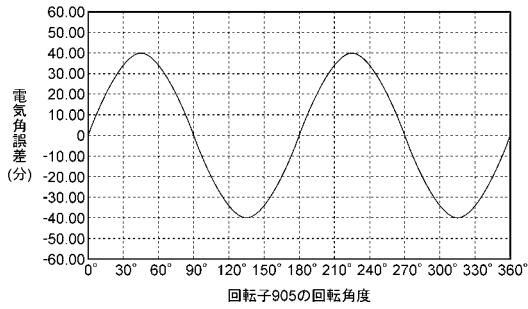
【 図 2 】



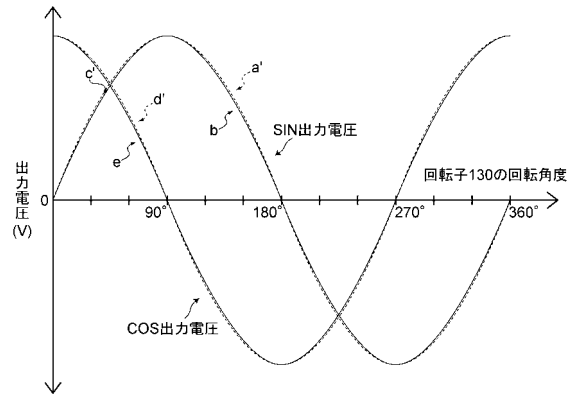
【図5】



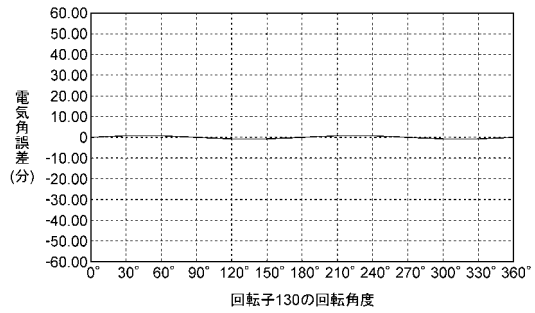
【図6】



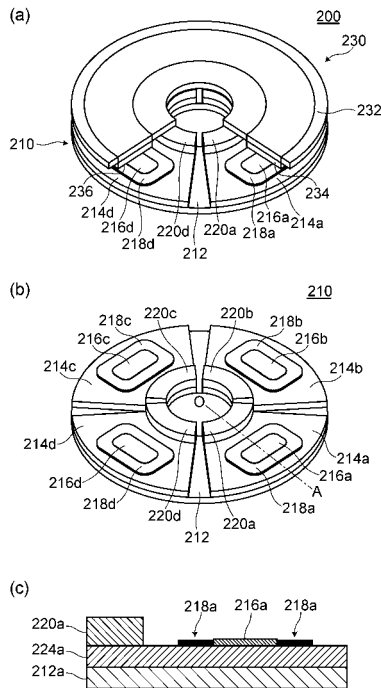
【図7】



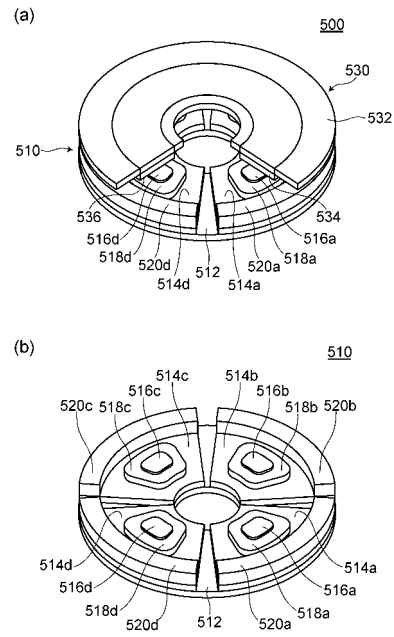
【図8】



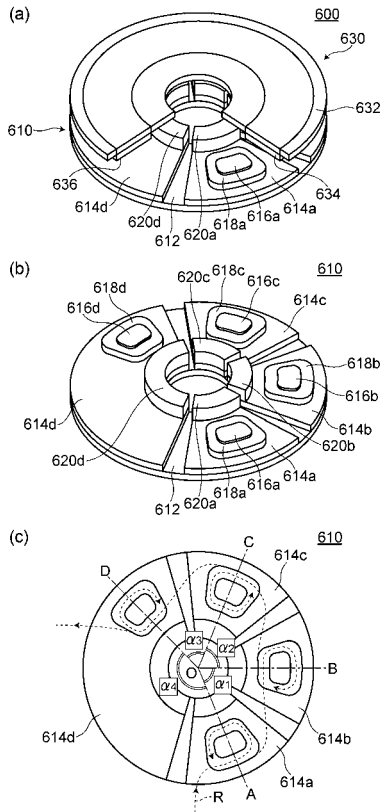
【図9】



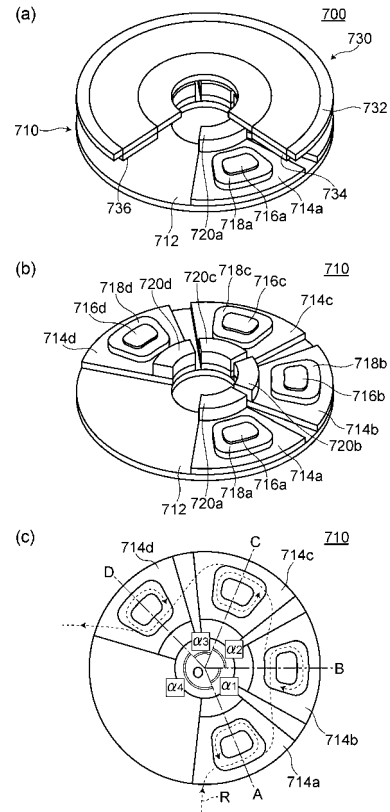
【図12】



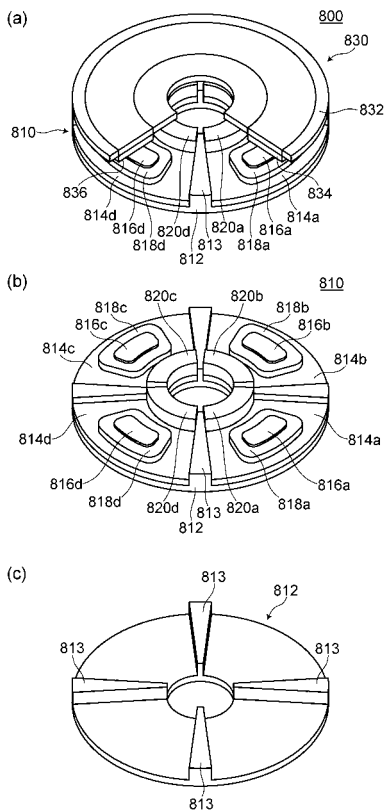
【図13】



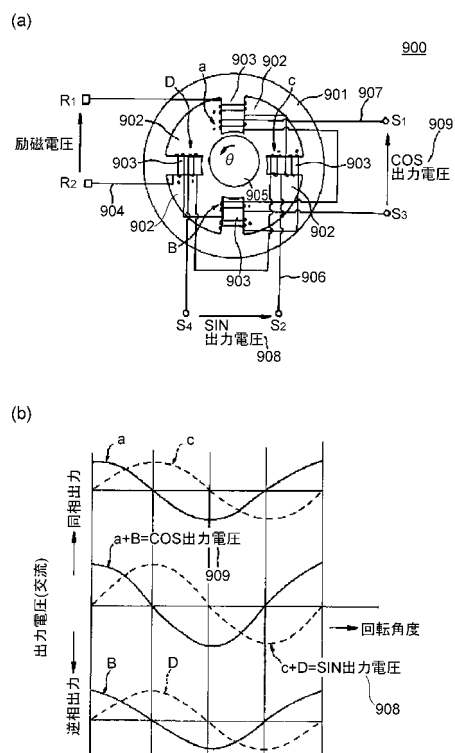
【図16】



【図17】



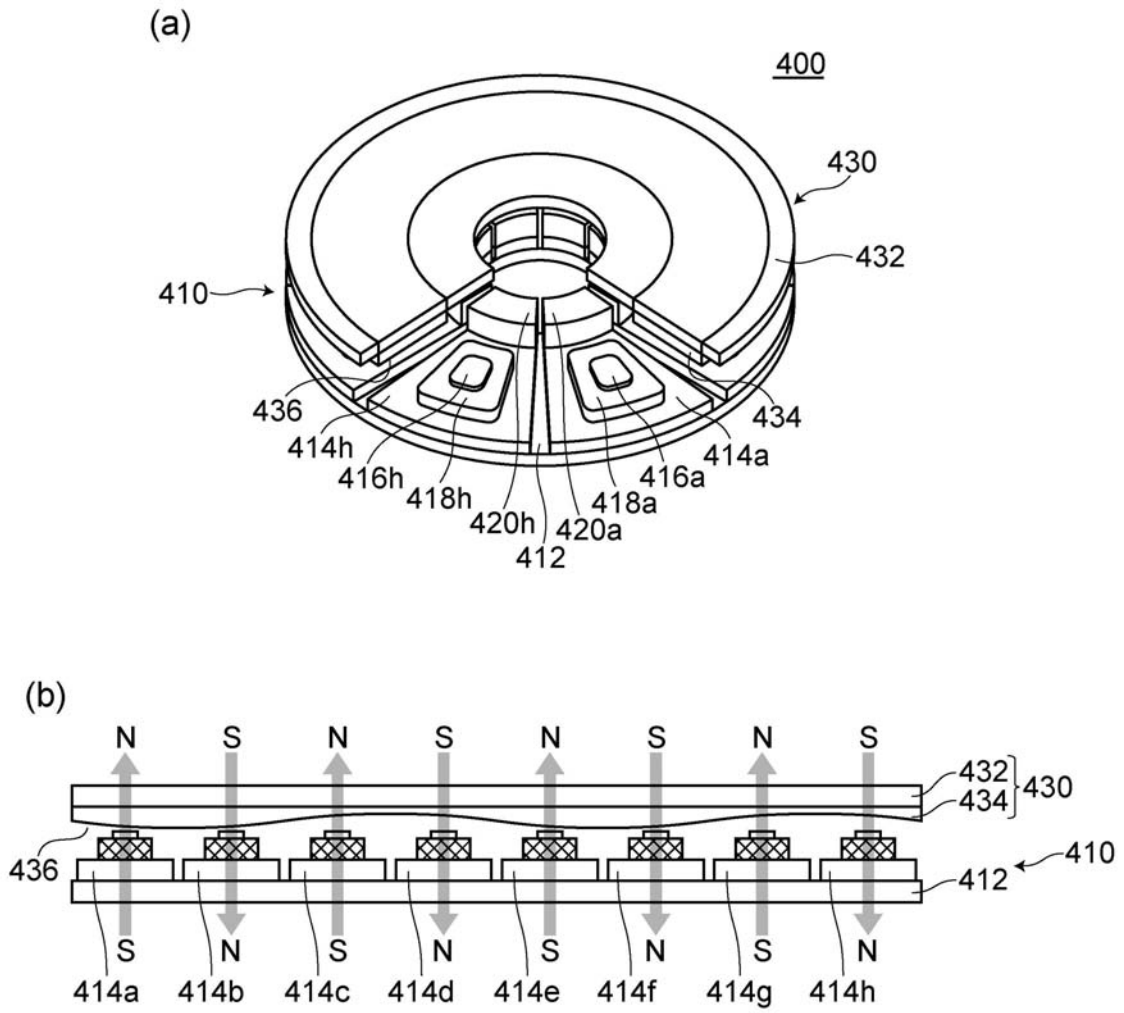
【図18】



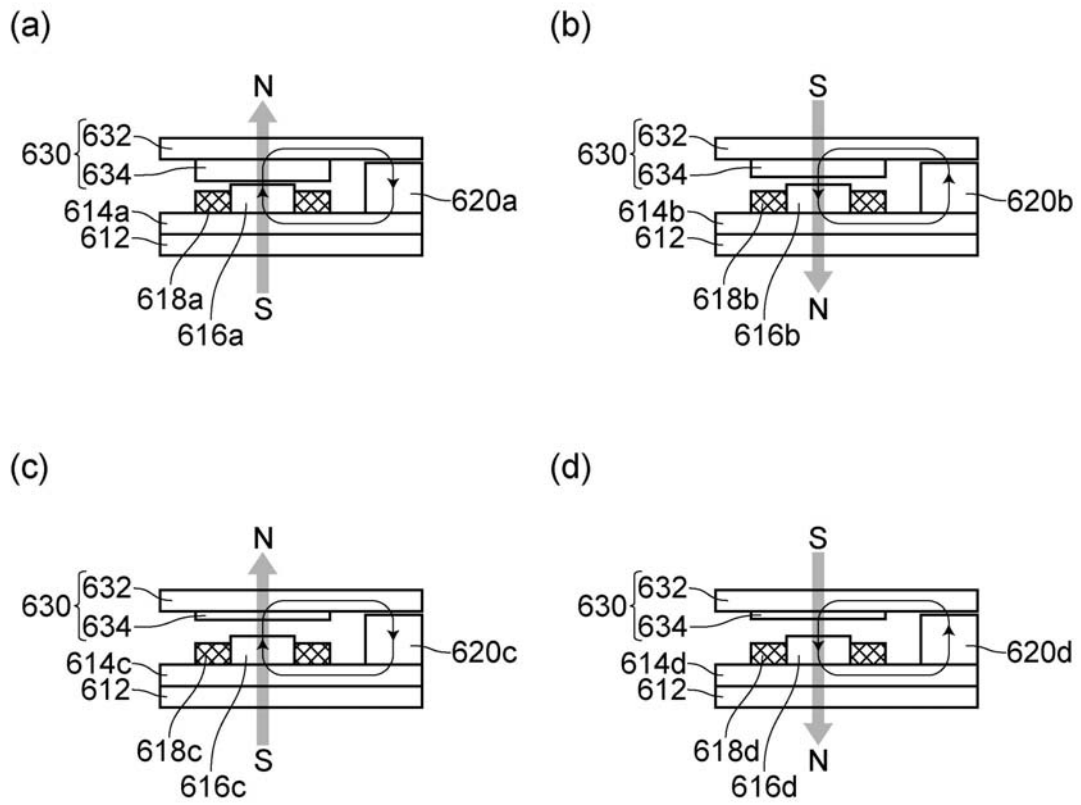




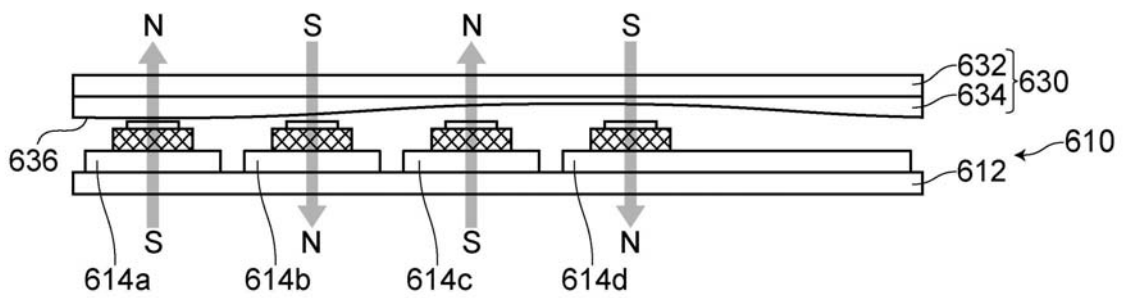
【 図 1 1 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 岡田 匡史  
長野県飯田市大休1879番地 多摩川精機株式会社内

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開平8-178611(JP,A)  
特開平5-10779(JP,A)  
特開2004-69359(JP,A)  
国際公開第2002/25216(WO,A1)  
特開昭61-169715(JP,A)  
特開2004-45211(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01D 5/00 - 5/252  
G01D 5/39 - 5/62  
G01B 7/00 - 7/34  
H02K24/00