

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-200416

(P2017-200416A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.

H02K 16/00 (2006.01)

H02K 21/14 (2006.01)

F I

H02K 16/00

H02K 21/14

テーマコード (参考)

5H621

M

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-183223 (P2016-183223)  
 (22) 出願日 平成28年9月20日 (2016. 9. 20)  
 (31) 優先権主張番号 特願2016-87327 (P2016-87327)  
 (32) 優先日 平成28年4月25日 (2016. 4. 25)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 516000088  
 株式会社空  
 福岡県福岡市博多区古門戸町3番5-1  
 松重ビル2F  
 (74) 代理人 100099508  
 弁理士 加藤 久  
 (74) 代理人 100182567  
 弁理士 遠坂 啓太  
 (74) 代理人 100195327  
 弁理士 森 博  
 (74) 代理人 100197642  
 弁理士 南瀬 透  
 (72) 発明者 藤野 勝昭  
 福岡県福岡市博多区半道橋一丁目5番32  
 -1105

最終頁に続く

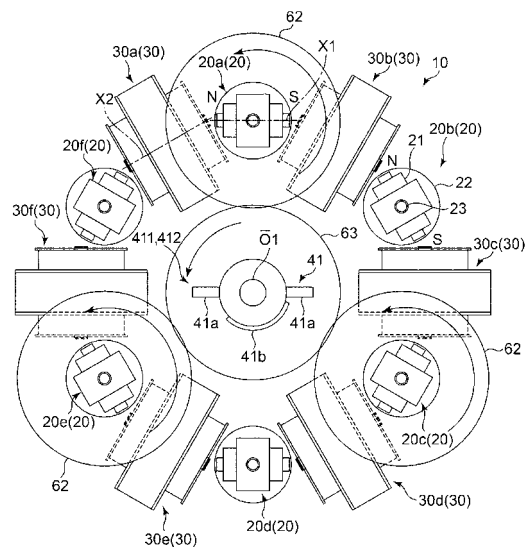
(54) 【発明の名称】 回転電機

## (57) 【要約】

【課題】巻線の個数を極端に増やすことなく、効率よく駆動力が得られる新規の回転電機を提供する。

【解決手段】電動機10は、N極またはS極のいずれか一方の磁極を回転半径方向の外側に向けて永久磁石21が回転する回転子20と、永久磁石21に軸線X2を向けた第1巻線31を有する固定子30と、永久磁石21の一方の磁極が対向位置にある第1巻線31に、一方の磁極と同極の磁界を発生させるための電流を通電する制御回路とを備えている。この回転子20は、円形状に配置されている。そして、固定子30は、回転子20の間にそれぞれに配置されている。そうすることで、どの回転子20も、両側に位置する固定子30により駆動することができる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

N 極または S 極のいずれか一方の磁極を回転半径方向の外側に向けて永久磁石が回転する回転子と、

前記永久磁石に軸線に向けた第 1 巻線を有する固定子とを備え、

前記回転子は、円形状に配置され、

前記固定子は、前記回転子の間のそれぞれに配置された回転電機。

**【請求項 2】**

前記回転子の 2 以上の回転軸に取り付けられた回転子用ギヤと、前記回転子用ギヤのそれぞれに噛み合う連結ギヤとを備えた請求項 1 記載の回転電機。

10

**【請求項 3】**

前記永久磁石は、前記一方の磁極と反対の磁極となる他方の磁極が、前記一方の磁極が向いた方向と反対方向を向いており、

前記永久磁石の一方の磁極が対向位置にある前記第 1 巻線に、前記一方の磁極と同極の磁界を発生させるための電流を通電する制御回路を備え、

前記制御回路は、前記永久磁石の他方の磁極と対向位置にある前記第 1 巻線に、前記他方の磁極と同極の磁界を発生させるための電流を通電する機能を備えた請求項 1 または 2 記載の回転電機。

**【請求項 4】**

前記第 1 巻線と同心円に配置された第 2 巻線を備えた請求項 3 記載の回転電機。

20

**【請求項 5】**

前記第 2 巻線からの電流を調整する回転速度調整部を備えた請求項 4 記載の回転電機。

**【請求項 6】**

前記回転速度調整部は、前記第 2 巻線からの電流を消費する消費部を備えた請求項 5 記載の回転電機。

**【請求項 7】**

前記回転速度調整部は、前記第 2 巻線に接続され、前記消費部へ電流を流す整流部を備えた請求項 6 記載の回転電機。

**【請求項 8】**

前記消費部は、短絡状態である請求項 6 または 7 記載の回転電機。

30

**【請求項 9】**

前記永久磁石は、回転中心側が太く、回転半径方向の外側に向かって細くなる請求項 1 から 7 のいずれかの項に記載の回転電機。

**【請求項 10】**

前記回転子の回転軸は、前記固定子が配置された円形水平平面と直交する方向に向いた請求項 1 から 9 のいずれかの項に記載の回転電機。

**【請求項 11】**

前記回転子の回転軸は、前記固定子が配置された円形水平平面の半径に沿った方向に向いた請求項 1 から 9 のいずれかの項に記載の回転電機。

**【発明の詳細な説明】**

40

**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の回転子を有する回転電機に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

複数の回転子を備え、電動機として機能したり、発電機とした機能したりする回転電機が知られている。この回転電機は、隣接する回転子同士の間固定子が配置されているものが知られている。例えば、特許文献 1 に記載の複合モータは、列状に並べられた回転子において、隣接する回転子の永久磁石が引き合い回転する再接近地点までを、回転子の異磁極が引き合う吸引力により回転させ、それ以降の部分は隔壁と鉄芯に巻いたコイル等で

50

閉塞して、コイルが発生する磁力の反発力により回転させるというものである、

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-204078号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、この特許文献1に記載の複合モータは、3個の回転子が列状に並べられ、その間に固定子が配置されているため、中央の回転子は両側に位置するコイルによって両方から反発力が得られるが、端に位置する回転子は、隣接する回転子との間の一方のコイルだけからしか反発力を得られない。両端の回転子の外側にそれぞれコイルとする巻線を設ければ、全部の回転子が巻線に挟まれた状態とすることができ、巻線の個数が増えてしまう。

10

【0005】

そこで本発明は、巻線の個数を極端に増やすことなく、効率よく駆動力が得られる新規の回転電機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】

【0006】

本発明の回転電機は、N極またはS極のいずれか一方の磁極を回転半径方向の外側に向けて永久磁石が回転する回転子と、前記永久磁石に軸線に向けた第1巻線を有する固定子とを備え、前記回転子は、円形状に配置され、前記固定子は、前記回転子の間のそれぞれに配置されたことを特徴とする。

20

【0007】

本発明の回転電機によれば、円形状に配置された回転子の間に固定子が配置されているため、どの回転子も、両側に位置する固定子により駆動することができる。

【0008】

前記回転子の2以上の回転軸に取り付けられた回転子用ギヤと、前記回転子用ギヤのそれぞれに噛み合う連結ギヤとを備えることができる。回転子の2以上の回転軸に取り付けられた回転子用ギヤが、連結ギヤに噛み合うことにより、回転子の駆動力が集約されるため、連結ギヤの出力軸から力強い動力を取り出すことができる。また、連結ギヤの回転が、それぞれの回転子に伝達されるため、それぞれの固定子からの電力を取り出すことができる。

30

【0009】

前記永久磁石は、前記一方の磁極と反対の磁極となる他方の磁極が、前記一方の磁極が向いた方向と反対方向を向いており、前記永久磁石の一方の磁極が対向位置にある前記第1巻線に、前記一方の磁極と同極の磁界を発生させるための電流を通電する制御回路を備え、前記制御回路は、前記永久磁石の他方の磁極が対向位置にある前記第1巻線に、前記他方の磁極と同極の磁界を発生させるための電流を通電する機能を備えることができる。制御回路が、永久磁石の一方の磁極と対向位置にある前記第1巻線に、前記一方の磁極と同極の磁界を発生させるための電流を通電することにより、本発明の回転電機を電動機として使用することができる。制御回路が第1巻線に一方の磁極を発生させるときに、第1巻線と対向位置にある他の第1巻線に他方の磁極を発生させることで、永久磁石の回転を加速させることができる。

40

【0010】

前記第1巻線と同心円に配置された第2巻線を備えることができる。本発明の回転電機を電動機として使用するとき、第1巻線による励磁と共に、回転子の回転により第2巻線にて発電を行うことができる。このとき、第2巻線が第1巻線と同心円に配置されているため、第2巻線に発生する磁界を、第1巻線を助勢するように作用させることができる。

50

## 【 0 0 1 1 】

前記第 2 巻線からの電流を調整する回転速度調整部を備えることができる。第 2 巻線に発生する磁界が第 1 巻線を助勢するため、回転速度調整部に流れる電流に応じて永久磁石の回転数を調整することができる。

## 【 0 0 1 2 】

前記回転速度調整部は、前記第 2 巻線からの電流を消費する消費部を備えることができる。消費部が第 2 巻線からの電流を消費する電流に応じて永久磁石の回転数を調整することができ、消費部で電流を有効活用することができる。

## 【 0 0 1 3 】

前記回転速度調整部は、前記第 2 巻線に接続され、前記消費部へ電流を流す整流部を備えることができる。整流部を備えることで、消費部に直流を供給することができる。

10

## 【 0 0 1 4 】

前記消費部が短絡状態であると、回転数を一定としたとき消費電力を最小に抑えることができる。

## 【 0 0 1 5 】

前記永久磁石は、回転中心側が軸線位置が太く、回転半径方向の外側に向かって細くなるようにすることができる。永久磁石は、回転中心から回転半径方向の外側に向かって細くなるため、永久磁石からの磁束を回転半径方向の外側に向かって集中させることができる。

## 【 0 0 1 6 】

前記回転子の回転軸を、前記固定子が配置された円形水平平面と直交する方向に向けることができる。

20

## 【 0 0 1 7 】

また、前記回転子の回転軸を、前記固定子が配置された円形水平平面の半径に沿った方向に向けることができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 8 】

本発明の回転電機によれば、円形状に配置された回転子の間に固定子が配置されているため、どの回転子も、両側に位置する固定子により駆動することができるので、巻線の個数を極端に増やすことなく、効率よく駆動力が得られる。

30

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 に係る回転電機としての電動機を説明するための図であり、筐体を省略した平面図である。

【 図 2 】 図 1 に示す電動機の筐体を省略した底面図である。

【 図 3 】 図 1 に示す電動機の側面図である。

【 図 4 】 図 1 に示す回転子の永久磁石を説明するための図である。

【 図 5 】 図 1 に示す固定子を説明するための図である。

【 図 6 】 図 1 に示す電動機の制御回路および回転速度調整部を説明するための図である。

【 図 7 】 図 1 に示す電動機のセンサ部の状態と、回転子および固定子の状態を説明するための図である。

40

【 図 8 】 図 7 から続くセンサ部の状態と、回転子および固定子の状態を説明するための図である。

【 図 9 】 図 8 から続くセンサ部の状態と、回転子および固定子の状態を説明するための図である。

【 図 1 0 】 図 9 から続くセンサ部の状態と、回転子および固定子の状態を説明するための図である。

【 図 1 1 】 図 1 0 から続くセンサ部の状態と、回転子および固定子の状態を説明するための図である。

【 図 1 2 】 第 1 巻線への入力電圧を一定にして、第 2 巻線からの出力電流を 0 A から増加

50

させたときの回転数の増減を説明するための表である。

【図 1 3】出力軸の回転数を一定にして、第 2 巻線からの出力電流を 0 A から増加させたときの消費電力の増減を説明するための表である。

【図 1 4】本発明の実施の形態 2 に係る回転電機としての電動機を説明するための図であり、筐体を省略した平面図である。

【図 1 5】図 1 4 に示す電動機の一部拡大図である。

【図 1 6】図 1 4 に示す電動機を固定子が配置された円形水平平面の半径方向から見た一部拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

10

(実施の形態 1)

本発明の実施の形態 1 に係る回転電機として電動機を例に、図面に基づいて説明する。なお、図 1 から図 3、図 7 から図 1 1 においては、ギヤの歯は省略されている。

図 1 から図 3 に示す電動機 1 0 は、出力軸 O 1 を中心とした円形状に配置された回転子 2 0 (回転子 2 0 a ~ 2 0 f) と、回転子 2 0 の間のそれぞれに配置された固定子 3 0 (固定子 3 0 a ~ 3 0 f) とが、仮想的な円形水平平面の上に配置されている。

回転子 2 0 の回転軸 2 3 は、固定子 3 0 が配置された円形水平平面と直交する方向に向いている。

図 3 に示すように、電動機 1 0 は、回転子 2 0 の回転軸 2 3 と固定子 3 0 とを挟みこむようにして保持する筐体部 1 1 を備えている。

20

【0021】

回転子 2 0 は、永久磁石 2 1 と、永久磁石を保持する円柱状の回転子本体 2 2 とを備えている。

永久磁石 2 1 は、回転子 2 0 の軸線 X 1 が、出力軸 O 1 を中心とした円周方向に沿った状態を基本位置として配置され、それぞれが同期して回転する。

永久磁石 2 1 は、回転子 2 0 の軸線 X 1 を中心に直径方向に沿って配置されていることで、一方の磁極 (例えば、N 極。) が回転半径方向の外側を向いていると共に、一方の磁極と反対の磁極となる他方の磁極 (例えば、S 極。) が一方の磁極が向いた方向と反対方向を向いている。

図 4 に示すように永久磁石 2 1 は、回転軸 2 3 (回転中心) に位置する中央部の第 1 部分 2 1 1 が太く、回転半径方向の外側に向かって第 2 部分 2 1 2、第 3 部分 2 1 3 と細く、短くなるように形成されている。永久磁石 2 1 は、磁力が他の磁石より強いネオジム磁石が使用できる。

30

【0022】

図 3 に示すように、回転子本体 2 2 は、軸線位置の上端および下端に回転軸 2 3 が突出して形成され、筐体部 1 1 に回転自在に保持される。図 1 および図 2 に示すように、回転子 2 0 は、60 度ごとに配置されていることで 6 個設けられている。

【0023】

固定子 3 0 は、回転子 2 0 と同様に、固定子 3 0 の軸線 X 2 が、出力軸 O 1 を中心とした円周方向に沿って配置されている。図 5 に示すように、固定子 3 0 は、永久磁石 2 1 (図 1 参照) に軸線 X 2 を向けて配置された第 1 巻線 3 1 (電動用巻線) と、第 1 巻線 3 1 の外周面に同心円で配置された第 2 巻線 3 2 (発電用巻線) と、第 1 巻線 3 1 と第 2 巻線 3 2 との軸線 X 2 に配置されたコア 3 3 とを備えている。

40

【0024】

図 1 および図 2 に示すように、第 1 巻線 3 1 は、60 度ごとに配置されていることで 6 個設けられている。第 2 巻線 3 2 も、第 1 巻線 3 1 と同軸に配置されていることで、6 個が設けられている。第 1 巻線 3 1 には、図 6 に示す制御回路 4 0 が接続されている。

【0025】

図 6 に示すように、制御回路 4 0 は、センサ部 4 1 と、励磁回路部 4 2 とを備えている。

。

50

図 6 に示す制御回路 40 は、1 個の第 1 巻線 31 および第 2 巻線 32 について図示しており、センサ部 41 は全体で 1 セット設けられ、励磁回路部 42 は、固定子 30 ごとに設けてもよいが、本実施の形態 1 では、固定子 30a, 30c, 30d 用として 1 つ、固定子 30b, 30d, 30f 用として 1 つ設けられている。

【0026】

センサ部 41 は、永久磁石 21 の N 極の位置を検出する第 1 センサ部 411 と、永久磁石 21 の S 極の位置を検出する第 2 センサ部 412 とを備えている。センサ部 41 は、図 3 に示すように出力軸 O1 に設けられている。図 6 および図 7 に示すように、第 1 センサ部 411 は、固定子 30a, 30c, 30d 用の第 1 センサ 411a と、固定子 30b, 30d, 30f 用の第 1 センサ 411b とが上下の位置関係となるように設けられている。同様に、第 2 センサ部 412 は、固定子 30a, 30c, 30d 用の第 2 センサ 412a と、固定子 30b, 30d, 30f 用の第 2 センサ 412b とが上下の位置関係となるように設けられている。

10

【0027】

第 1 センサ部 411 および第 2 センサ部 412 は、出力軸 O1 を挟んだ回転盤 41c の直径方向の両側の 2 カ所に配置され、図 3 に示すように発光ダイオードとフォトダイオードとによる透過型のフォトインタラプタ 41a と、回転子 20 と共に回転して、透過型のフォトインタラプタ 41a の発光ダイオードとフォトダイオードとの間を通過する遮蔽板 41b とを備えている。

【0028】

20

第 1 センサ部 411 および第 2 センサ部 412 の遮蔽板 41b は、遮蔽板 41b がドグとしてフォトインタラプタ 41a を通過することで、永久磁石 21 の位置を検出する機能を備えている。

第 1 センサ部 411 の遮蔽板 41b は、永久磁石 21 の N 極の位置に対応させて配置され、第 2 センサ部 412 の遮蔽板 41b は、永久磁石 21 の S 極の位置に対応させて配置されている。

【0029】

励磁回路部 42 は、同じ回転半径方向に位置する第 1 センサ部 411 部と第 2 センサ部 412 とを一組として、第 1 巻線 31 への通電方向を制御するものである。

励磁回路部 42 は、第 1 FET 421a, 421b から第 3 FET 423a, 423b までのトランジスタにより、第 1 巻線 31 への通電方向を制御している。

30

第 1 FET 421a と第 3 FET 423a とは n 型 FET である。第 2 FET 422a, 422b は、p 型 FET である。

【0030】

第 1 FET 421a, 421b は、ゲート端子 G が抵抗 R11, R12 を介してフォトインタラプタ 41a に接続されている。また、第 1 FET 421a, 421b は、ソース端子 S が接地されている。

【0031】

第 2 FET 422a, 422b は、ソース端子 S がダイオード D11, D12 を介して電源に接続されていると共に、コンデンサ C11, C12 を介して接地されている。また、第 2 FET 422a, 422b のゲート端子 G は、抵抗 R21, R22 を介して第 1 FET 421a, 421b のドレイン端子 D に接続されていると共に、抵抗 R31, R32 を介して第 2 FET 422a, 422b のソース端子 S に接続されている。第 2 FET 422a, 422b のドレイン端子 D は、ダイオード D21, D22 のアノード端子 A に接続されていると共に、第 3 FET 423a, 423b のドレイン端子 D に接続されている。

40

【0032】

第 3 FET 423a, 423b は、ゲート端子 G が抵抗 R41, R42 を介してフォトインタラプタ 41a に接続されている。第 3 FET 423a, 423b のソース端子 S は接地されている。

50

第 1 巻線 3 1 の一方の配線は、第 2 F E T 4 2 2 a のドレイン端子 D に接続されていると共に、第 3 F E T 4 2 3 a のドレイン端子 D に接続されている。

第 1 巻線 3 1 の他方の配線は、第 2 F E T 4 2 2 b のドレイン端子 D に接続されていると共に、第 3 F E T 4 2 3 b のドレイン端子 D に接続されている。

【 0 0 3 3 】

第 2 巻線 3 2 には、回転速度調整部 5 0 が接続されている。

回転速度調整部 5 0 は、整流部 5 1 と、消費部 5 2 とを備えている。整流部 5 1 は、ダイオードブリッジにより構成することができる。図 6 に示す回転速度調整部 5 0 では、整流部 5 1 に消費部 5 2 が 1 対 1 で接続されているが、回転速度調整部 5 0 は、他の第 2 巻線 3 2 にも整流部 5 1 が接続され、他の複数の整流部 5 1 も 1 個の消費部 5 2 に対して接

10

【 0 0 3 4 】

消費部 5 2 は、可変抵抗器とすることができるが、可変抵抗器の代わりに電気エネルギーを有効利用する負荷を接続してもよい。例えば、バッテリーの充電回路としたり、照明器具としたり、電動機としたりすることができる。消費部 5 2 は、短絡状態から開放状態までに抵抗値を設定できるものとすることができる。

【 0 0 3 5 】

図 2 および図 3 に示すように、回転子 2 0 は、回転軸 2 3 の一方の端部に、第 1 駆動ギヤ 6 1 が連結されている。これらの第 1 駆動ギヤ 6 1 は、隣接する第 1 駆動ギヤ 6 1 と互いに咬み合っている。また、図 1 に示すように、一つ置き回転子 2 0 ( 回転子 2 0 a , 2 0 c , 2 0 e ) には、回転軸 2 3 の他方の端部に、回転子用ギヤである第 2 駆動ギヤ 6 2 が取り付けられている。出力軸 O 1 には、連結ギヤである出力ギヤ 6 3 が設けられている。出力ギヤ 6 3 は、それぞれの第 2 駆動ギヤ 6 2 に外接して噛み合っている。

20

【 0 0 3 6 】

以上のように構成された本発明の実施の形態 1 に係る電動機の動作を図面に基づいて説明する。図 6 に示す制御回路 4 0 に電源が供給される。

例えば、永久磁石 2 1 の N 極が第 1 巻線 3 1 に位置することで、センサ部 4 1 のうち、第 1 センサ部 4 1 1 のフォトインタラプタ 4 1 a に遮蔽板 4 1 b が位置する。

フォトインタラプタ 4 1 a の光の透過が遮られることで、第 1 センサ部 4 1 1 のフォトインタラプタ 4 1 a のフォトランジスタが通電する。フォトランジスタが通電することで、フォトインタラプタ 4 1 a に、抵抗 R 1 1 , R 4 1 を介して接続された第 1 F E T 4 2 1 a のゲート端子 G と、第 3 F E T 4 2 3 a のゲート端子 G とは、第 1 F E T 4 2 1 a と第 3 F E T 4 2 3 a とがオン状態となる、第 1 電圧となる。

30

【 0 0 3 7 】

また、第 1 センサ部 4 1 1 のフォトインタラプタ 4 1 a に遮蔽板 4 1 b が位置するときには、第 2 センサ部 4 1 2 のフォトインタラプタ 4 1 a には遮蔽板 4 1 b が位置しないので、フォトインタラプタ 4 1 a は非通電状態にある。従って、第 2 センサ部 4 1 2 のフォトインタラプタ 4 1 a に、抵抗 R 1 2 , R 4 2 を介して接続された第 1 F E T 4 2 1 b のゲート端子 G と、第 3 F E T 4 2 3 b のゲート端子 G とは、第 1 F E T 4 2 1 b と第 3 F E T 4 2 3 b がオフ状態となる、第 1 電圧より低電圧の第 2 電圧 ( 0 V ) となる。

40

【 0 0 3 8 】

第 1 F E T 4 2 1 b がオフ状態であるときには、第 1 F E T 4 2 1 b のドレイン端子 D に抵抗 R 2 1 を介して接続された第 2 F E T 4 2 2 a のゲート端子 G は、電源 V s s に接続された抵抗 R 3 1 により第 2 F E T 4 2 2 a がオフ状態となる第 1 電圧となる。

【 0 0 3 9 】

第 1 F E T 4 2 1 a がオン状態であるときには、抵抗 R 2 2 が第 1 F E T 4 2 1 a のドレイン端子 D に接続されているため、第 2 F E T 4 2 2 b のゲート端子 G は、第 2 F E T 4 2 2 b がオン状態となる、第 2 電圧になる。

【 0 0 4 0 】

このようにして、第 1 F E T 4 2 1 a , 4 2 1 b ~ 第 3 F E T 4 2 3 a , 4 2 3 b のオ

50

ン状態とオフ状態とが決定されると、電源  $V_{ss}$  からの電流が、第2 FET 422bのソース端子SにダイオードD12を介して流れ込み、第2 FET 422bのドレイン端子Dから第1巻線31へ流れる。そして、第1巻線31の反対側から電流が、第3 FET 423aのドレイン端子Dからソース端子Sへ流れることで、第1巻線31は、永久磁石21のN極と反発する同極の磁界を発生する。

第1巻線31が発生した磁界により、永久磁石21のN極が反発して、回転子20が回転する。

#### 【0041】

一方、永久磁石21のS極側では、センサ部41のうち、第2センサ部412のフォトインタラプタ41aに遮蔽板41bが位置する。

フォトインタラプタ41aの光の透過が遮られることで、第2センサ部412のフォトインタラプタ41aのフォトランジスタが通電する。フォトランジスタが通電することで、フォトインタラプタ41aに、抵抗R12, R42を介して接続された第1 FET 421bのゲート端子Gと、第3 FET 423bのゲート端子Gとは、第1 FET 421bと第3 FET 423bとがオン状態となる、第1電圧となる。

#### 【0042】

また、第2センサ部412のフォトインタラプタ41aに遮蔽板41bが位置するときには、第1センサ部411のフォトインタラプタ41aには遮蔽板41bが位置しないので、フォトインタラプタ41aは非通電状態にある。従って、第1センサ部411のフォトインタラプタ41aに、抵抗R11, R41を介して接続された第1 FET 421aのゲート端子Gと、第3 FET 423aのゲート端子Gとは、第1 FET 421aと第3 FET 423aがオフ状態となる、第2電圧となる。

#### 【0043】

第1 FET 421aがオフ状態であるときには、第1 FET 421aのドレイン端子Dに抵抗R22を介して接続された第2 FET 422bのゲート端子Gは、電源  $V_{ss}$  に接続された抵抗R32により第2 FET 422bがオフ状態となる第1電圧となる。

#### 【0044】

第1 FET 421bがオン状態であるときには、抵抗R21が第1 FET 421bのドレイン端子Dに接続されているため、第2 FET 422aのゲート端子Gは、第2 FET 422aがオン状態となる、第2電圧になる。

#### 【0045】

このようにして、第1 FET 421a, 421b ~ 第3 FET 423a, 423bのオン状態とオフ状態とが決定されると、電源  $V_{ss}$  からの電流が、第2 FET 422aのソース端子SにダイオードD11を介して流れ込み、第2 FET 422aのドレイン端子Dから第1巻線31へ流れる。そして、第1巻線31の反対側から電流が、第3 FET 423bのドレイン端子Dからソース端子Sへ流れことで、第1巻線31は、永久磁石21のS極と反発する同極の磁界を発生する。

第1巻線31が発生した磁界により、永久磁石21のS極が反発して、回転子20が回転する。

#### 【0046】

次に、図7から図11に基づいて、回転子20の回転について詳細に説明する。

図7に示すように、回転子20a, 20c, 20eのN極が、固定子30a, 30c, 30eから離れようとするタイミングで、第1センサ部411aの遮蔽板41bがフォトインタラプタ41aへ進入する。これにより、回転子20a, 20c, 20e側に向いた固定子30a, 30c, 30eが回転子20a, 20c, 20eのN極に対して、同極を発生する。従って、固定子30a, 30c, 30eが発生する同極に、回転子20a, 20c, 20eの永久磁石21が反発して回転が加速される。

#### 【0047】

また、固定子30a, 30c, 30eを挟んで、回転子20a, 20c, 20eと反対側の回転子20b, 20d, 20fのS極は、固定子30a, 30c, 30eのS極に向

10

20

30

40

50

いているため、回転子 20b, 20d, 20f は、回転子 20a, 20c, 20e と反対方向に反発して回転する。

【0048】

次に、図 8 に示すように、第 1 センサ部 411b の遮蔽板 41b がフォトインタラプタ 41a へ進入する。これにより、回転子 20b, 20d, 20f の N 極が離れようとする固定子 30b, 30d, 30f に通電される。通電により固定子 30b, 30d, 30f は、回転子 20b, 20d, 20f の N 極に向けて同極を発生する。従って、固定子 30b, 30d, 30f が発生する同極に、回転子 20b, 20d, 20f の永久磁石 21 が反発して回転が加速される。

【0049】

このとき、固定子 30b, 30d, 30f を挟んで、回転子 20b, 20d, 20f と反対側の回転子 20a, 20c, 20e の S 極は、固定子 30b, 30d, 30f の S 極に向いているため反発して加速される。

また、固定子 30a, 30c, 30e は図 7 の状態を維持して、回転子 20a, 20c, 20e に向けて N 極を発生したままであるため、固定子 30 全体で、それぞれの回転子 20 が駆動される。

【0050】

次に、図 9 に示すように、第 1 センサ部 411a の遮蔽板 41b がフォトインタラプタ 41a から外れ離れると、固定子 30a, 30c, 30e の通電が解除される。

次に、図 10 に示すように、回転子 20a, 20c, 20e の S 極が、固定子 30a, 30c, 30e から離れようとするタイミングで、第 2 センサ部 412a の遮蔽板 41b がフォトインタラプタ 41a に進入する。これにより、回転子 20a, 20c, 20e 側に向いた固定子 30a, 30c, 30e に、これまでと反対方向に電流が流れることで、固定子 30a, 30c, 30e は、回転子 20a, 20c, 20e の S 極に対して、同極を発生する。従って、固定子 30a, 30c, 30e が発生する同極に、回転子 20a, 20c, 20e の永久磁石 21 が反発して回転が加速される。

【0051】

そして、図 11 に示すように、第 2 センサ部 412b の遮蔽板 41b がフォトインタラプタ 41a へ進入する。これにより、回転子 20b, 20d, 20f の S 極が離れようとする固定子 30b, 30d, 30f に、これまでと反対方向の電流が流れることで、固定子 30b, 30d, 30f は、回転子 20b, 20d, 20f の S 極に向けて同極を発生する。従って、固定子 30b, 30d, 30f が発生する同極に、回転子 20b, 20d, 20f の永久磁石 21 が反発して回転が加速される。

以上のようにして、固定子 30 (固定子 30a ~ 30f) のそれぞれの第 1 巻線 31 が励磁 (通電) されることで、円形に配置された回転子 20 がそれぞれ回転し続ける。

【0052】

このように、円形状に配置された回転子 20 の間に固定子 30 が配置されているため、どの回転子 20 でも、両側に位置する固定子 30 により駆動することができる。従って、極端に固定子となる巻線を増やすことなく、効率よく回転子 20 を回転させることができる。

また、回転子 20 の回転軸 23 は、固定子 30 が配置された円形水平平面と直交する方向に向いているため、回転子 20 の永久磁石 21 を水平回転させることができる。従って、永久磁石 21 を反発により回転させるときに、重力方向と反対方向に反発させることができる垂直回転と比較して、永久磁石 21 に安定した回転を付与することができる。

【0053】

永久磁石 21 は、回転半径方向の外側に向かって細くなるため、永久磁石 21 からの磁束を回転半径方向の外側に向かって集中させることができるので、第 1 巻線 31 に対する磁界をより強力なものとすることができる。

【0054】

それぞれに回転する回転子 20 は、第 1 駆動ギヤ 61 により同期して回転する。また、

10

20

30

40

50

回転子 20a, 20c, 20e の回転により、回転軸 23 に設けられた第 2 駆動ギヤ 62 が回転する。そして、第 2 駆動ギヤ 62 が回転することで、第 2 駆動ギヤ 62 に外接した出力ギヤ 63 が回転するため、それぞれの回転子 20 の駆動力が集約され、出力ギヤ 63 の出力軸 O1 から力強い動力を取り出すことができる。

【0055】

それぞれに回転する回転子 20 が、図 1 に示すような基本位置の状態にあるときには、回転子 20 (永久磁石 21) の軸線 X1 と、固定子 30 (第 1 巻線 31) の軸線 X2 とが円周状に並び、円形状に磁束が繋がる。従って、回転子 20 と固定子 30 とが円形状に配置されていることで、磁界を強めることができる。

【0056】

なお、本実施の形態 1 に係る電動機 10 では、6 個の回転子 20 から 1 つの出力軸 O1 により出力を得ているが、6 個の回転子 20 のそれぞれの回転軸 23 から動力を得てもよい。出力ギヤ 63 は、第 1 駆動ギヤ 61 と第 2 駆動ギヤ 62 とにより全部の回転子 20 からの駆動力が集約されているが、出力ギヤは、2 以上の回転子 20 から集約されるようにしてもよい。

【0057】

次に、発電用巻線として機能する第 2 巻線 32 からの電流を調整する回転速度調整部 50 の動作について詳細に説明する。

図 6 に示すように、第 1 巻線 31 が通電されることで第 2 巻線 32 に電力が発生する。第 2 巻線 32 からの電流は整流部 51 により全波整流され、消費部 52 に流れる。消費部 52 では、第 2 巻線 32 からの電力を、設定された抵抗値によって消費する。

【0058】

消費部 52 の消費電流が大きくなると、第 1 巻線 31 に同軸に配置された第 2 巻線 32 は、第 1 巻線 31 による電磁誘導よりも回転子 20 の永久磁石 21 による電磁誘導の方が大きくなり、発生した電流は第 1 巻線 31 を助勢する磁界を発生する。

【0059】

このとき、第 1 巻線 31 への入力電圧を一定にして、消費部 52 が第 2 巻線 32 から取り出す出力電流を大きくすると、消費部 52 への出力電圧は低下するが、回転子 20 の回転数は消費電流 (出力電流) 0 A からある電流までは低下するものの、その後、徐々に早くなる。

【0060】

このように、電動機 10 の回転速度調整部 50 により消費電流を調整することで、回転数を調整することができるので、電動機 10 は回転数を制御できる新規の電動機とすることができる。

【0061】

ここで、電動機 10 を作製して、第 1 巻線 31 への入力電圧および入力電流と、第 2 巻線 32 からの出力電圧および出力電流と、出力軸 O1 の回転数との関係を測定した。

第 1 巻線 31 は、銅線 (φ 1.4 mm) を 650 回巻いたものを使用した。また、第 2 巻線 32 は銅線 (φ 1.4 mm) を巻き数 1300 回巻いたものを使用した。

永久磁石 21 は、第 1 部分 211 が直径 80 mm、長さ 50 mm であり、第 2 部分 212 が直径 50 mm、長さ 20 mm、第 3 部分 213 が直径 20 mm、長さ 10 mm である。

【0062】

第 1 巻線 31 へ供給する電源 VSS として、菊水電子工業株式会社製のデジタルプログラマブル直流安定化電源「PVD150-40T」を使用した。また、第 1 センサ部 41 および第 2 センサ部 412 への電源 VEE として株式会社高砂製作所製「GP035-10」を使用した。更に、消費部 52 として、株式会社計測技術研究所製の多機能電子負荷装置「LN-1000C-G7」を使用した。

【0063】

出力軸 O1 の回転数は、横河メータ & インストルメンツ株式会社製のオシロスコープ「

10

20

30

40

50

D L M 2 0 3 4」により測定したセンサ部 4 1 の波形に基づいた周波数から算出した。

なお、オシロスコープに接続されたプローブは、横河電機株式会社製のパッシブプローブ 7 0 1 9 3 9 および差動プローブ 7 0 0 9 2 4 と、ピコテクノロジー社製の電流プローブ T A 0 1 8 を使用した。

【 0 0 6 4 】

( 実施例 1 )

まず、励磁回路部 4 2 への電源 V S S として、1 3 8 V を一定に印加し、消費部 5 2 から取り出す出力電流を 0 A から 2 1 A まで増加させて、出力軸 O 1 の回転数を測定した。

出力電流

図 1 2 に示すように、第 2 巻線 3 2 からの出力電流が 0 A のときでは 1 0 8 0 回転 / 分であったが、消費部 5 2 として機能する多機能電子負荷装置の抵抗値を低下させ、出力電流を 1 0 A まで増加させると、回転数は徐々に低下した。

10

【 0 0 6 5 】

しかし、消費部 5 2 の抵抗値を更に低下させると、出力電流が徐々に増加すると共に回転数は増加する。

消費部 5 2 を短絡状態としたときには、第 2 巻線 3 2 が負荷となる。また、整流部 5 1 も僅かだが負荷となる。この状態では、第 2 巻線 3 2 からの出力電流は 2 1 A であり、回転数は最大となる約 1 5 7 5 回転 / 分であった。

このように、第 2 巻線 3 2 から取り出し、消費部 5 2 によって消費される出力電流によって、電動機 1 0 の回転を変化させることができる。

20

【 0 0 6 6 】

( 実施例 2 )

次に、出力軸 O 1 の回転数を一定とし、第 2 巻線 3 2 からの出力電流を 0 A から増加させたときの消費電力の変動について測定した。

図 1 3 に示すように、第 2 巻線 3 2 からの出力電流が 0 A のときでは消費電力が 1 8 9 0 . 6 W であった。

次に、第 1 巻線 3 1 への入力電圧を調整すると共に、消費部 5 2 として機能する多機能電子負荷装置の抵抗値を低下させ、第 2 巻線 3 2 からの出力電流を増加させると、消費電力は徐々に増加し、出力電流が 1 0 A のときに消費電力が 2 1 0 2 . 8 W で最大となった。

30

しかし、更に、第 2 巻線 3 2 からの出力電流が増加するように、消費部 5 2 の抵抗値を低下させると、消費電力は徐々に低下する。

そして、消費部 5 2 を短絡状態としたときには、第 2 巻線 3 2 からの出力電流は 2 1 A であり、消費電力は 1 7 5 0 . 8 W と急激に低下した。

【 0 0 6 7 】

従って、出力軸 O 1 の回転数を一定とし、最大電流を第 2 巻線 3 2 から取り出した電動機 1 0 は、最小の消費電力となった。従って、電動機 1 0 は、回転数を一定とし、消費部 5 2 を短絡状態としたときに、消費電力を最小限に抑えることができる。

【 0 0 6 8 】

なお、消費部 5 2 として機能する多機能電子負荷装置は、整流部 5 1 を介して接続されていたが、消費部 5 2 を短絡状態とするときには整流部 5 1 は省略することができる。

40

【 0 0 6 9 】

なお、本実施の形態 1 では、回転電機を電動機 1 0 として使用していたが、回転子 2 0 の回転軸 2 3 を回転させたり、出力ギヤ 6 3 の出力軸 O 1 を回転させたりして、電動機 1 0 を発電機として使用することも可能である。

また、本実施の形態 1 では、回転速度調整部 5 0 が整流部 5 1 を備えているが、第 2 巻線 3 2 からの電力をそのまま消費できるのであれば、消費部 5 2 を直接第 2 巻線 3 2 に接続してもよい。

【 0 0 7 0 】

更に、本実施の形態 1 では、第 1 駆動ギヤ 6 1 により、それぞれの回転子 2 0 が同期し

50

て回転し、回転子 20a, 20c, 20e の回転により第 2 駆動ギヤ 62 が回転し、そして、第 2 駆動ギヤ 62 が回転することで、出力ギヤ 63 が回転して、出力軸 01 から出力が得られると共に、センサ部 41 により各回転子 20 の回転位置を検出していた。しかし、それぞれの回転子 20 の回転軸 23 にセンサ部 41 を設け、回転軸 23 のそれぞれから出力を得るようにするときには、第 1 駆動ギヤ 61、第 2 駆動ギヤ 62 および出力ギヤ 63 は省略することができる。

#### 【0071】

(実施の形態 2)

本発明の実施の形態 2 に係る電動機を図面に基づいて説明する。なお、図 14 ~ 図 16 においては、図 1 と同じ構成のものは同符号を付して説明を省略する。

図 14 に示すように、電動機 110 は、回転子 210 と固定子 30 とが、仮想的な円形水平平面の上に円形状に交互に配置されている。

本実施の形態 2 では、回転子 210 と固定子 30 とがそれぞれ 30 度ごとに 12 個ずつ配置されている。

#### 【0072】

回転子 210 は、球状の永久磁石 214 を備えている。永久磁石 214 は、第 1 実施の形態 1 の電動機 10 (図 1 参照) と異なり、N 極と S 極とが回転半径方向の外側を向くように回転軸 23 に取り付けられている。永久磁石 214 が球状に形成されていることで、永久磁石 214 は、回転中心側が太く、回転半径方向の外側に向かって細くなるように形成されているため、永久磁石からの磁束を回転半径方向の外側に向かって集中させることができる。

回転軸 23 は、固定子 30 が配置された円形水平平面の半径に沿った方向に向いている。

#### 【0073】

回転軸 23 の円形水平平面の中心側の先端には、小径の傘歯車 64 が設けられている。これらの傘歯車 64 は、固定子 30 が配置された円形水平平面の中心を出力軸 02 とした大径の傘歯車 65 に噛み合っている。

12 個の回転子 210 のうち 1 個の回転子 210 の回転軸 23 の基端には、センサ部 41 が設けられている。

#### 【0074】

このように電動機 110 が形成されていることで、センサ部 41 からの信号に基づいて図示しない制御回路 40 より、円形状に配置された固定子 30 の第 1 巻線 31 に、順次、通電されることにより、それぞれの固定子 30 の間に配置された回転子 210 が回転する。

回転子 210 の回転により、それぞれ回転子 210 に連結した傘歯車 64 が回転する。そして、傘歯車 64 の回転により、傘歯車 65 が回転するため、出力軸 02 から出力を得ることができる。

#### 【0075】

また、回転軸 23 が、垂直方向に延びておらず、固定子 30 が配置された円形水平平面の半径に沿った方向に向いているため、電動機 110 の厚みを薄くできる。

更に、回転軸 23 の円形水平平面の中心側の先端には、小径の傘歯車 64 が設けられているため、傘歯車 64 によって駆動され、回転する傘歯車 65 の直径を小さいものとすることができる。

#### 【0076】

なお、本実施の形態 2 に係る回転子 210 では、球状の永久磁石 214 を使用していたが、円柱状の永久磁石の軸線方向を、回転軸 23 の長さ方向に沿って配置するようにしてもよい。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0077】

本発明は、複数の回転子により効率よく駆動力を得ることができるため、電動機が用い

10

20

30

40

50

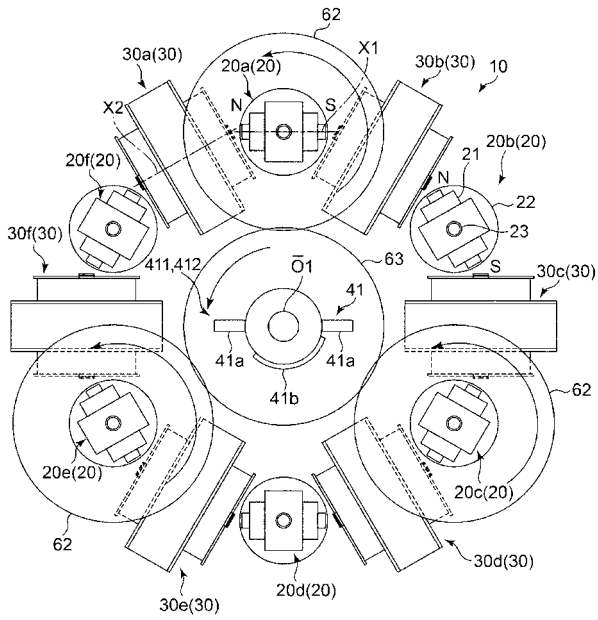
られる機械であれば好適である。

【符号の説明】

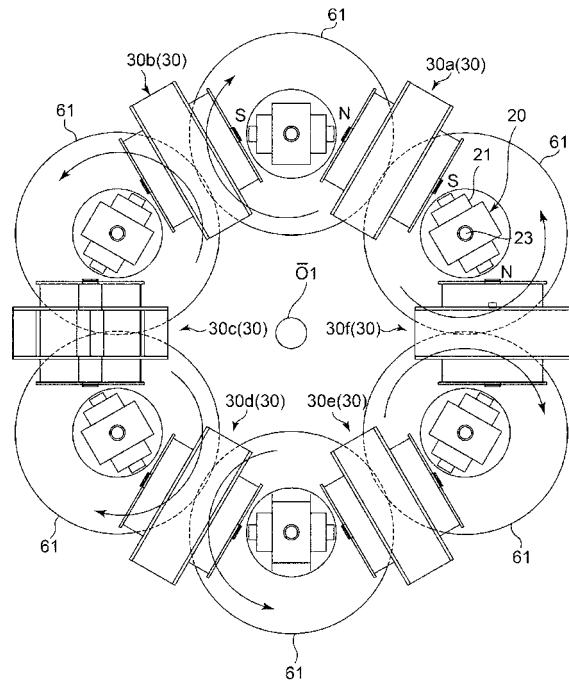
【0078】

|                                       |           |    |
|---------------------------------------|-----------|----|
| 10, 110                               | 電動機       |    |
| 11                                    | 筐体部       |    |
| 20, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, 210 | 回転子       |    |
| 21                                    | 永久磁石      |    |
| 211                                   | 第1部分      |    |
| 212                                   | 第2部分      |    |
| 213                                   | 第3部分      | 10 |
| 214                                   | 永久磁石      |    |
| 22                                    | 回転子本体     |    |
| 23                                    | 回転軸       |    |
| 30, 30a, 30b, 30c, 30d, 30e, 30f      | 固定子       |    |
| 31                                    | 第1巻線      |    |
| 32                                    | 第2巻線      |    |
| 33                                    | コア        |    |
| 40                                    | 制御回路      |    |
| 41                                    | センサ部      |    |
| 411, 411a, 411b                       | 第1センサ部    | 20 |
| 412, 412a, 412b                       | 第2センサ部    |    |
| 41a                                   | フォトインタラプタ |    |
| 41b                                   | 遮蔽板       |    |
| 41c                                   | 回転盤       |    |
| 42                                    | 励磁回路部     |    |
| 421a, 421b                            | 第1FET     |    |
| 422a, 422b                            | 第2FET     |    |
| 423a, 423b                            | 第3FET     |    |
| G                                     | ゲート端子     |    |
| S                                     | ソース端子     | 30 |
| D                                     | ドレイン端子    |    |
| R11, R12, R21, R22, R31, R32, R41, 42 | 抵抗        |    |
| C11, C12                              | コンデンサ     |    |
| D11, D12, D21, D22                    | ダイオード     |    |
| 50                                    | 回転速度調整部   |    |
| 51                                    | 整流部       |    |
| 52                                    | 消費部       |    |
| 61                                    | 第1駆動ギヤ    |    |
| 62                                    | 第2駆動ギヤ    |    |
| 63                                    | 出力ギヤ      | 40 |
| 64, 65                                | 傘歯車       |    |
| O1, O2                                | 出力軸       |    |
| X1, X2                                | 軸線        |    |

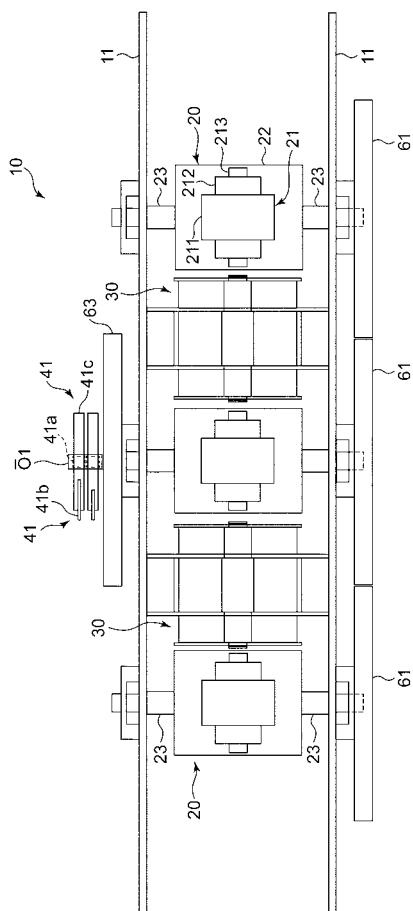
【図 1】



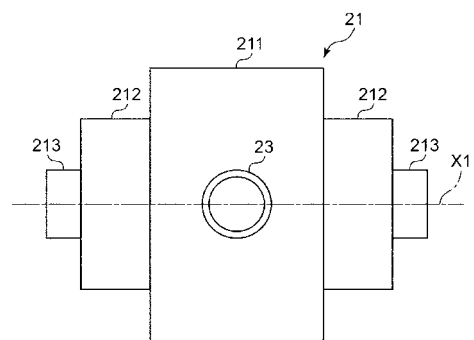
【図 2】



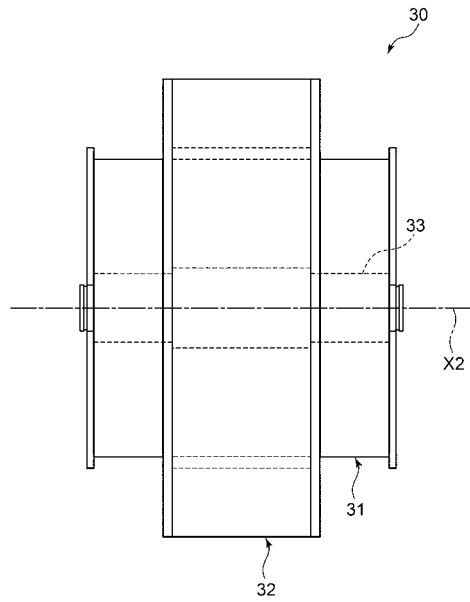
【図 3】



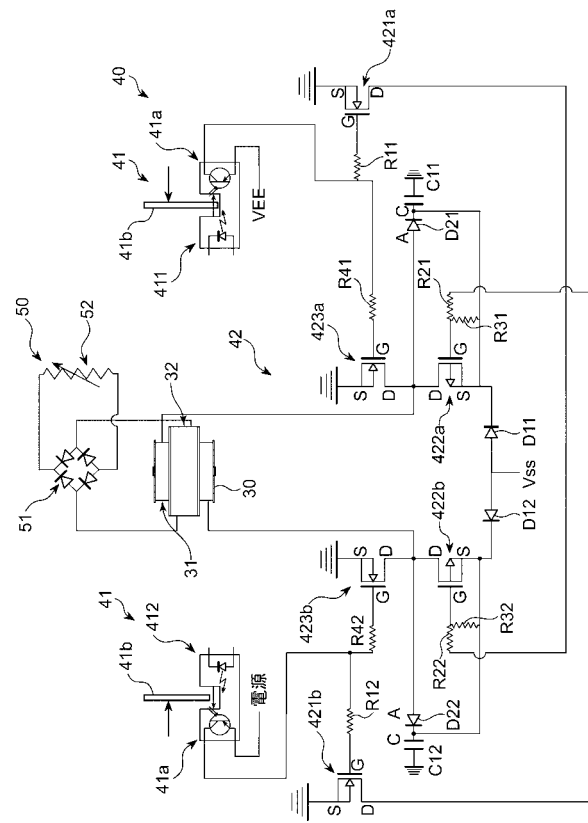
【図 4】



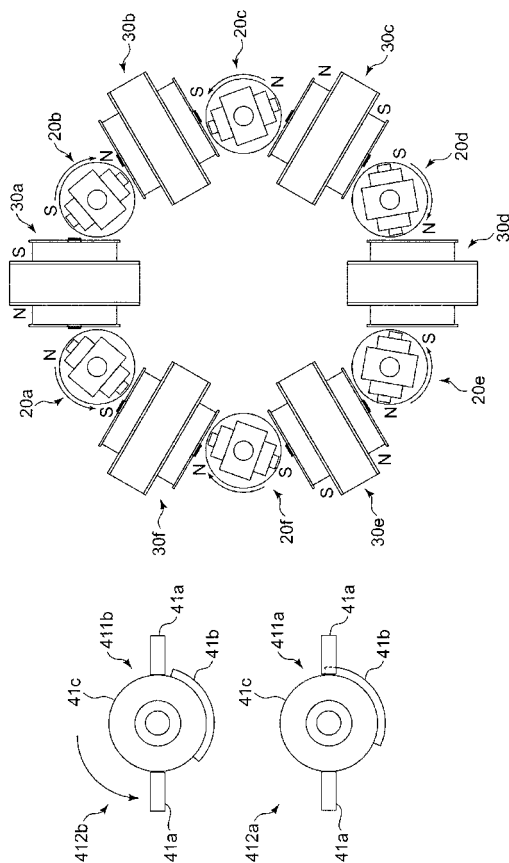
【図 5】



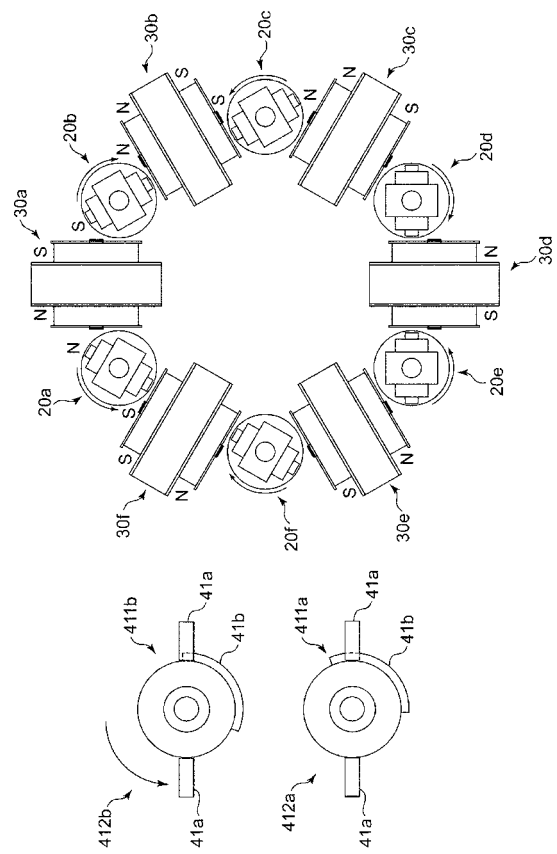
【図 6】



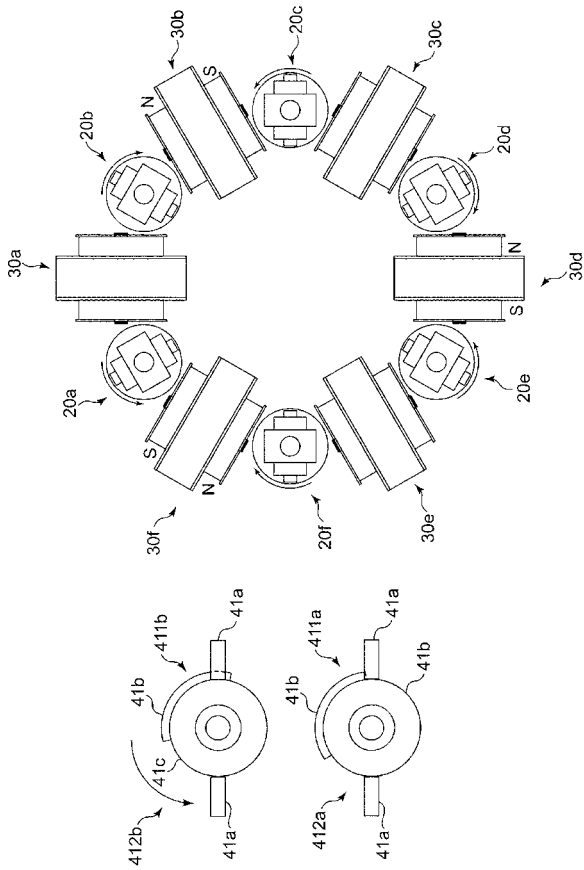
【図 7】



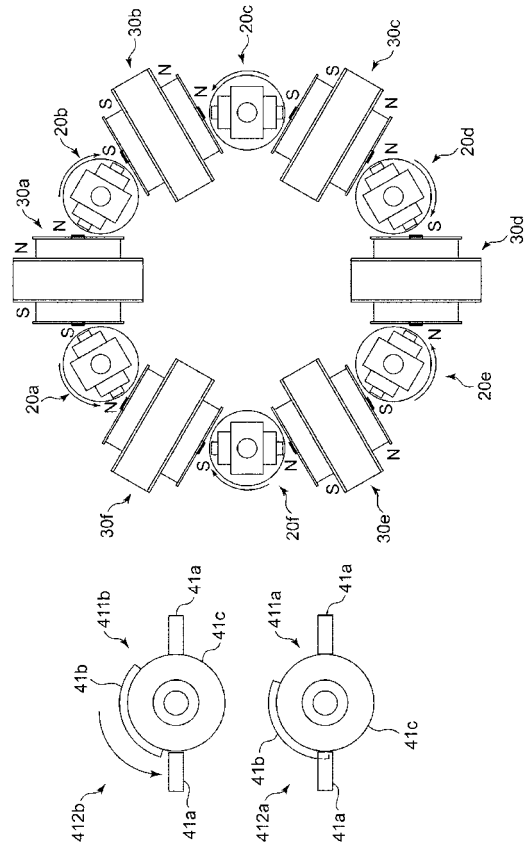
【図 8】



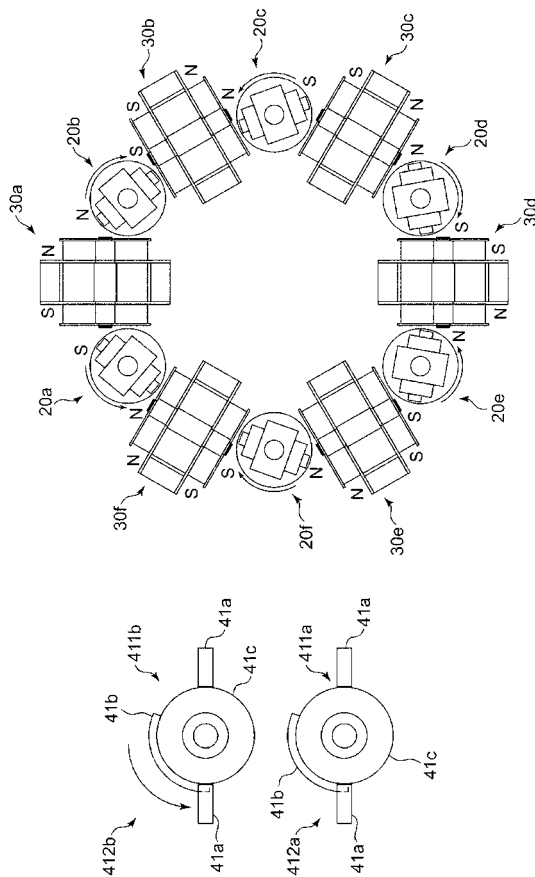
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



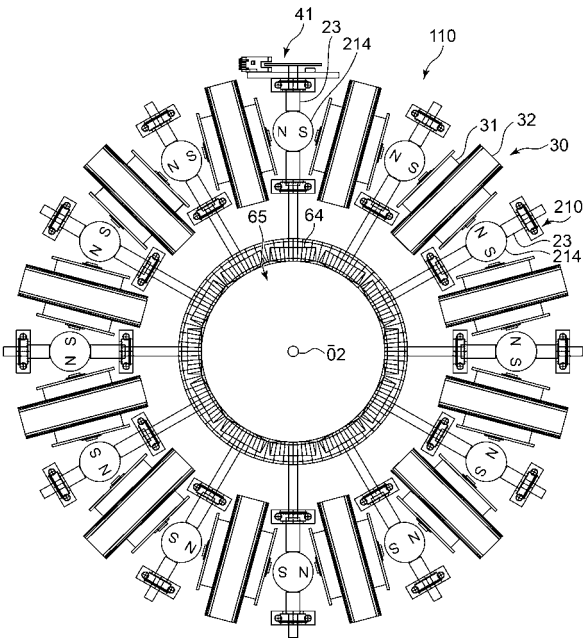
【 図 1 2 】

|             |         | 周波数Hz   | 18.00   | 17.50   | 17.22   | 16.99   | 17.06   | 17.39   | 17.84   | 18.38   | 19.35   | 20.87   | 23.39   | 26.25   |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|             |         | 回転数rpm  | 1,080.0 | 1,050.0 | 1,033.2 | 1,019.4 | 1,023.6 | 1,043.4 | 1,070.4 | 1,102.8 | 1,161.0 | 1,232.2 | 1,403.4 | 1,575.0 |
| 第 1 巻線      | 入力電圧(V) | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   | 138.0   |
|             | 入力電流(A) | 13.7    | 14.8    | 16.1    | 17.4    | 18.5    | 19.4    | 20.2    | 20.8    | 21.3    | 21.3    | 20.3    | 17.8    |         |
|             | 入力電力(W) | 1,890.6 | 2,042.4 | 2,221.6 | 2,404.0 | 2,553.0 | 2,677.2 | 2,787.6 | 2,870.4 | 2,939.4 | 2,939.4 | 2,806.9 | 2,456.4 |         |
| 第 2 巻線      | 出力電流(A) | 0       | 2       | 4       | 6       | 8       | 10      | 12      | 14      | 16      | 18      | 20      | 21      |         |
|             | 出力電圧(V) | 121.9   | 98.0    | 86.5    | 78.7    | 71.7    | 64.9    | 57.5    | 49.3    | 40.7    | 30.3    | 18.0    | 0.5     |         |
|             | 出力電力(W) | 0.0     | 190.0   | 346.0   | 472.2   | 573.6   | 649.0   | 690.0   | 690.2   | 651.2   | 545.4   | 316.6   | 10.5    |         |
| 消費電力(W)     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| (入力電力+出力電力) |         | 1,890.6 | 1,852.4 | 1,875.8 | 1,931.8 | 1,979.4 | 2,028.2 | 2,097.6 | 2,180.2 | 2,268.2 | 2,394.0 | 2,487.3 | 2,445.9 |         |

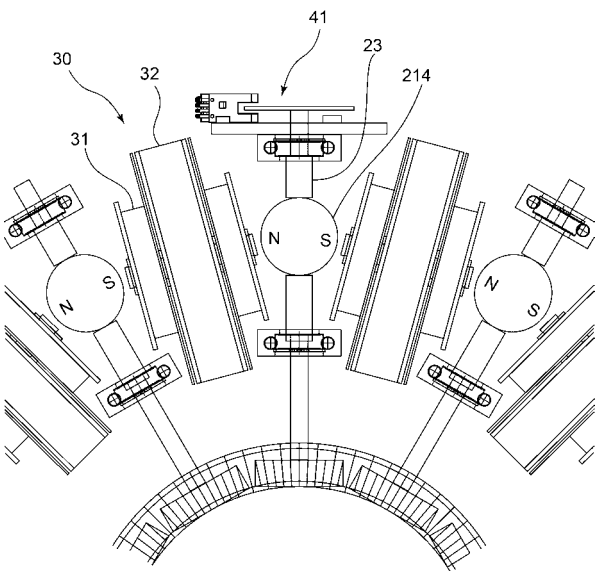
【図 1 3】

|                        |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 周波数Hz                  |         | 18.00   | 18.00   | 18.00   | 18.00   | 18.00   | 18.00   |
| 回転数rpm                 |         | 1,080.0 | 1,080.0 | 1,080.0 | 1,080.0 | 1,080.0 | 1,080.0 |
| 第1巻線                   | 入力電圧(V) | 138.0   | 143.2   | 140.8   | 131.2   | 112.8   | 103.0   |
|                        | 入力電流(A) | 13.7    | 17.2    | 19.7    | 20.9    | 20.0    | 17.1    |
|                        | 入力電力(W) | 1,890.6 | 2,463.0 | 2,773.8 | 2,742.1 | 2,256.0 | 1,761.3 |
| 第2巻線                   | 出力電流(A) | 0       | 5       | 10      | 15      | 20      | 21      |
|                        | 出力電圧(V) | 127.9   | 86.1    | 67.1    | 43.1    | 11.2    | 0.5     |
|                        | 出力電力(W) | 0.0     | 430.5   | 671.0   | 646.5   | 224.0   | 10.5    |
| 消費電力(W)<br>(入力電力-出力電力) |         | 1,890.6 | 2,032.5 | 2,102.8 | 2,095.6 | 2,032.0 | 1,750.8 |

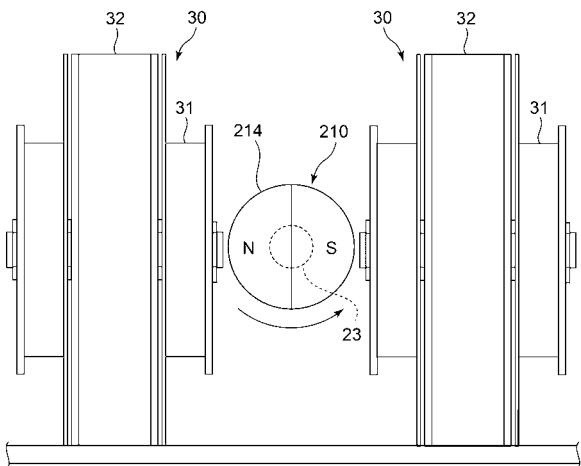
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 5H621 BB01 BB02 GA02 GA16 GB00 HH01 JK15