

(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2010-81780

(P2010-81780A)

(43) 公開日 平成22年4月8日(2010.4.8)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02K 16/02 (2006.01)	H02K 16/02	5H505
H02P 21/00 (2006.01)	H02P 5/408	C
H02P 27/04 (2006.01)		

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2008-309582 (P2008-309582)	(71) 出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成20年12月4日 (2008.12.4)	(74) 代理人	100095566 弁理士 高橋 友雄
(31) 優先権主張番号	特願2008-222880 (P2008-222880)	(72) 発明者	坏 重光 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
(32) 優先日	平成20年8月29日 (2008.8.29)	(72) 発明者	大矢 聡義 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	笠岡 広太 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内

最終頁に続く

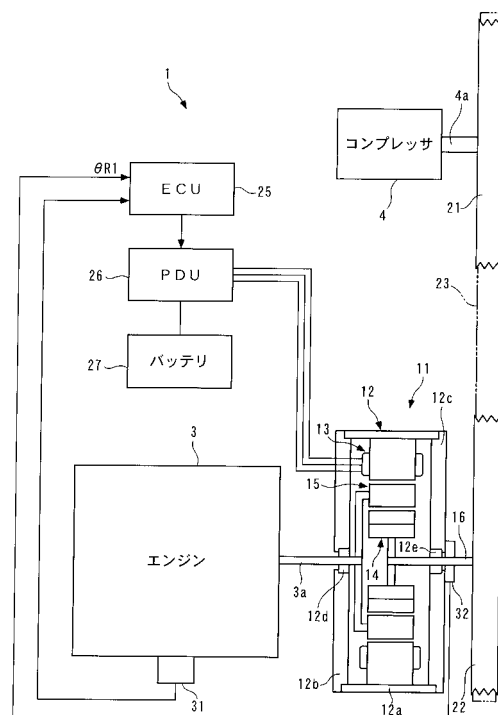
(54) 【発明の名称】 補機駆動装置

(57) 【要約】

【課題】駆動効率の低下を防止できるとともに、構成の単純化、小型化およびコストの削減を図ることができる補機駆動装置を提供する。

【解決手段】補機駆動装置1は、原動機3の出力軸3aおよび補機4の一方に連結された第1ロータ14と、他方に連結された第2ロータ15と、ステータ13とを有する回転機11を備え、第1ロータ14は、周方向に並んだ磁極14aで構成され、かつ隣り合う各2つの磁極14aが互いに異なる極性を有するように配置された磁極列を有し、ステータ13は、電機子磁極により周方向に回転する回転磁界を磁極列との間に発生させるための電機子列を有し、第2ロータ15は、互いに間隔を隔てて周方向に並んだ軟磁性体15aで構成され、かつ磁極列と電機子列の間に配置された軟磁性体列を有し、電機子磁極の数と磁極14aの数と軟磁性体15aの数との比が、 $1:m:(1+m)/2$ ($m \neq 1.0$) に設定されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

動力を出力するための出力軸を有する原動機に連結され、補機を駆動する補機駆動装置であって、

前記原動機の前記出力軸および前記補機の一方に連結された、周方向に回転自在の第 1 ロータと、前記原動機の前記出力軸および前記補機他方に連結された、前記周方向に回転自在の第 2 ロータと、不動のステータとを有する回転機を備え、

前記第 1 ロータは、前記周方向に並んだ所定の複数の磁極で構成され、かつ隣り合う各 2 つの前記磁極が互いに異なる極性を有するように配置された磁極列を有し、

前記ステータは、前記周方向に並んだ複数の電機子で構成され、前記磁極列に対向するように配置されるとともに、前記複数の電機子に発生する所定の複数の電機子磁極により前記周方向に回転する回転磁界を前記磁極列との間に発生させるための電機子列を有し、

前記第 2 ロータは、互いに間隔を隔てて前記周方向に並んだ所定の複数の軟磁性体で構成され、かつ前記磁極列と前記電機子列の間に配置された軟磁性体列を有し、

前記電機子磁極の数と前記磁極の数と前記軟磁性体の数との比が、 $1 : m : (1 + m) / 2$ ($m \neq 1, 0$) に設定されていることを特徴とする補機駆動装置。

【請求項 2】

前記ステータ、前記第 1 および第 2 のロータの間の相対的な回転角度位置関係を検出する相対回転角度位置関係検出手段と、

前記検出されたステータ、第 1 および第 2 のロータの間の相対的な回転角度位置関係に基づいて、前記回転磁界を制御する制御手段と、

をさらに備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の補機駆動装置。

【請求項 3】

前記相対回転角度位置関係検出手段は、前記ステータ、前記第 1 および第 2 のロータの間の相対的な回転角度位置関係として、前記ステータに対する前記第 1 および第 2 のロータの電気角度位置をそれぞれ検出し、

前記制御手段は、前記検出された第 2 ロータの電気角度位置に $(1 + m)$ を乗算した値と、前記検出された第 1 ロータの電気角度位置に m を乗算した値との差に基づいて、前記回転磁界を制御することを特徴とする、請求項 2 に記載の補機駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原動機に連結され、補機を駆動する補機駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の補機駆動装置として、例えば特許文献 1 に開示されたものが知られている。この補機駆動装置は、回転機を備えており、この回転機は、第 1 ロータ、第 2 ロータ、および単一のステータを有している。これらの第 1 ロータ、第 2 ロータおよびステータは、径方向に、内側からこの順で並んでおり、第 1 および第 2 のロータの一方（以下「一方のロータ」という）は、原動機の出力軸に連結され、他方（以下「他方のロータ」という）は、補機に連結されている。

【0003】

第 1 ロータは、各々が周方向に並んだ複数の第 1 永久磁石および第 2 永久磁石を有しており、第 1 および第 2 の永久磁石は、軸線方向に互いに並列に並んでいる。ステータは、周方向に回転する第 1 回転磁界および第 2 回転磁界を発生可能に構成されており、これらの第 1 および第 2 の回転磁界は、第 1 ロータの第 1 および第 2 の永久磁石側の部分との間にそれぞれ発生する。第 2 ロータは、各々が周方向に並んだ複数の第 1 コアおよび第 2 コアを有している。これらの第 1 および第 2 のコアは、軟磁性体で構成されており、第 1 コアは、第 1 ロータの第 1 永久磁石側の部分とステータの間に配置され、第 2 コアは、第 1 ロータの第 2 永久磁石側の部分とステータの間に配置されている。第 1 および第 2 の永久

磁石の磁極、第 1 および第 2 の回転磁界の磁極、ならびに、第 1 および第 2 のコアの数は、互いに同じに設定されている。

【 0 0 0 4 】

上記の従来の補機駆動装置では、内燃機関の停止中、回転機を駆動源として、補機が次のように駆動される。すなわち、ステータに電力を供給することによって、第 1 および第 2 の回転磁界を発生させる。これに伴い、第 1 および第 2 の回転磁界の磁極と第 1 および第 2 の永久磁石の磁極により、第 1 および第 2 のコアが磁化されることによって、これらの要素の間に磁力線が発生する。そして、この磁力線の磁力による作用により、ステータに供給された電力が動力に変換され、この動力が他方のロータを介して補機に伝達される結果、補機が駆動される。

10

【 0 0 0 5 】

また、内燃機関の運転中には、内燃機関の動力を、回転機を介して補機に次のように伝達することによって、補機が駆動される。すなわち、内燃機関の出力軸から一方のロータに伝達された動力の一部を用いて、ステータで発電を行うことにより、一方のロータに伝達された動力の残りが、他方のロータを介して補機に伝達される結果、補機が駆動される。

【 0 0 0 6 】

しかし、上記の従来の補機駆動装置では、次のような不具合がある。すなわち、上述した回転機では、その構成上、ステータに供給した電力を動力に変換して一方のロータから出力すべく、上記の磁力線による磁力を適切に作用させるためには、複数の第 1 コアから成る第 1 軟磁性体列だけでなく、複数の第 2 コアから成る第 2 軟磁性体列が必要不可欠であり、回転機の構成の複雑化を招き、ひいては、補機駆動装置の構成の複雑化やコストの増大を招くことは避けられない。また、回転機は、その構成上、第 1 および第 2 の回転磁界の回転数と第 2 ロータの回転数との差と、第 2 ロータの回転数と第 1 ロータの回転数との差が同じになるような速度関係でしか成立しない。このため、補機の駆動中、第 1 および第 2 の回転磁界の回転数が過大になる場合があり、その場合には、回転機における損失が大きくなる結果、補機駆動装置による補機の駆動効率が低下してしまう。

20

【 0 0 0 7 】

さらに、ステータへの供給電力ならびに第 1 および第 2 の回転磁界の回転数と等価のトルクを駆動用等価トルクとし、ステータでの発電電力ならびに第 1 および第 2 の回転磁界の回転数と等価のトルクを発電用等価トルクとする。回転機は、その構成上、駆動用等価トルク（または発電用等価トルク）と、第 1 ロータに伝達されるトルクと、第 2 ロータに伝達されるトルクとの比が 1 : 1 : 2 になるようなトルクの関係でしか成立しない。このため、補機の駆動に必要なとされる駆動用等価トルク（発電用等価トルク）が大きくなるをえず、その結果、ステータの小型化を図れず、ひいては、補機駆動装置の小型化およびコストの削減を図ることができない。

30

【 0 0 0 8 】

本発明は、以上のような課題を解決するためになされたものであり、駆動効率の低下を防止できるとともに、構成の単純化、小型化およびコストの削減を図ることができる補機駆動装置を提供することを目的とする。

40

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 8 - 4 3 1 3 8 号公報

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記の目的を達成するため、請求項 1 に係る発明は、動力を出力するための出力軸（実施形態における（以下、本項において同じ）クランク軸 3 a）を有する原動機（エンジン 3）に連結され、補機（コンプレッサ 4、オイルポンプ 5）を駆動する補機駆動装置 1、1 A、1 B、1 C であって、原動機の出力軸および補機の一方に連結された、周方向に回転自在の第 1 ロータ 1 4 と、原動機の出力軸および補機他方に連結された、周方向に回

50

転自在の第 2 ロータ 1 5 と、不動のステータ 1 3 とを有する回転機 1 1、1 1 A を備え、第 1 ロータ 1 4 は、周方向に並んだ所定の複数の磁極（永久磁石 1 4 a）で構成され、かつ隣り合う各 2 つの磁極が互いに異なる極性を有するように配置された磁極列を有し、ステータ 1 3 は、周方向に並んだ複数の電機子（鉄芯 1 3 a、U 相コイル 1 3 c、V 相コイル 1 3 d、W 相コイル 1 3 e）で構成され、磁極列に対向するように配置されるとともに、複数の電機子に発生する所定の複数の電機子磁極により周方向に回転する回転磁界を磁極列との間に発生させるための電機子列を有し、第 2 ロータ 1 5 は、互いに間隔を隔てて周方向に並んだ所定の複数の軟磁性体（コア 1 5 a）で構成され、かつ磁極列と電機子列の間に配置された軟磁性体列を有し、電機子磁極の数と磁極の数と軟磁性体の数との比が、 $1 : m : (1 + m) / 2$ ($m \neq 1, 0$) に設定されていることを特徴とする。

10

【0011】

この補機駆動装置の回転機によれば、周方向に回転自在の第 1 ロータの磁極列と、不動のステータの電機子列が互に対向しており、これらの磁極列と電機子列の間に、周方向に回転自在の第 2 ロータの軟磁性体列が配置されている。また、これらの磁極列、電機子列および軟磁性体列をそれぞれ構成する複数の磁極、電機子および軟磁性体は、周方向に並んでいる。さらに、ステータの電機子列は、その複数の電機子に発生する所定の複数の電機子磁極によって周方向に回転する回転磁界を磁極列との間に発生させることが可能である。また、隣り合う各 2 つの磁極が互いに異なる極性を有しており、隣り合う各 2 つの軟磁性体間には、間隔が空いている。上記のように、磁極列と電機子列の間において、複数の電機子磁極による回転磁界が発生するとともに軟磁性体列が配置されていることから、各軟磁性体は、電機子磁極と磁極によって磁化される。このことと、上記のように隣り合う各 2 つの軟磁性体間に間隔が空いていることによって、磁極と軟磁性体と電機子磁極を結ぶような磁力線が発生する。このため、電機子への電力の供給により回転磁界を発生させると、この磁力線による磁力の作用によって、電機子に供給された電力は動力に変換され、その動力が、第 1 ロータや第 2 ロータから出力される。

20

【0012】

ここで、電機子に供給された電力および回転磁界の電気角速度 $\omega_m f$ と等価のトルクを駆動用等価トルク T_e という。以下、この駆動用等価トルク T_e と、第 1 および第 2 のロータに伝達されるトルク（以下、それぞれ「第 1 ロータ伝達トルク T_1 」「第 2 ロータ伝達トルク T_2 」という）の関係、および、回転磁界、第 1 および第 2 のロータの電気角速度の間の関係について説明する。

30

【0013】

本発明の回転機を次の条件（A）および（B）の下に構成した場合には、回転機に相当する等価回路は図 30 のように示される。

（A）電機子が U 相、V 相および W 相の 3 相コイルを有する

（B）電機子磁極が 2 個、磁極が 4 個、すなわち、電機子磁極の N 極および S 極を 1 組とする極対数が値 1、磁極の N 極および S 極を 1 組とする極対数が値 2 であり、軟磁性体が 3 個である

なお、このように、本明細書で用いる「極対」は、N 極および S 極の 1 組をいう。

【0014】

この場合、軟磁性体のうちの第 1 軟磁性体を通過する磁極の磁束 Ψ_{k1} は、次式（1）で表される。

40

【数 1】

$$\Psi_{k1} = \psi_f \cdot \cos[2(\theta_2 - \theta_1)] \quad \dots\dots (1)$$

ここで、 ψ_f は磁極の磁束の最大値、 θ_1 および θ_2 は、U 相コイルに対する磁極の回転角度位置および第 1 軟磁性体の回転角度位置である。また、この場合、電機子磁極の極対数に対する磁極の極対数の比が値 2 . 0 であるため、磁極の磁束が回転磁界に対して 2 倍の周期で回転（変化）するので、上記の式（1）では、そのことを表すために、 $(\theta_2 - \theta_1)$ に値 2 . 0 が乗算されている。

50

【 0 0 1 5 】

したがって、第 1 軟磁性体を介して U 相コイルを通過する磁極の磁束 Ψ_{u1} は、式 (1) に $\cos \theta_2$ を乗算することで得られた次式 (2) で表される。

【 数 2 】

$$\Psi_{u1} = \psi f \cdot \cos [2(\theta_2 - \theta_1)] \cos \theta_2 \quad \dots\dots (2)$$

【 0 0 1 6 】

同様に、軟磁性体のうちの第 2 軟磁性体を通過する磁極の磁束 Ψ_{k2} は、次式 (3) で表される。

【 数 3 】

10

$$\Psi_{k2} = \psi f \cdot \cos [2(\theta_2 + \frac{2\pi}{3} - \theta_1)] \quad \dots\dots (3)$$

電機子に対する第 2 軟磁性体の回転角度位置が、第 1 軟磁性体に対して $2\pi/3$ だけ進んでいるため、上記の式 (3) では、そのことを表すために、 θ_2 に $2\pi/3$ が加算されている。

【 0 0 1 7 】

したがって、第 2 軟磁性体を介して U 相コイルを通過する磁極の磁束 Ψ_{u2} は、式 (3) に $\cos (\theta_2 + 2\pi/3)$ を乗算することで得られた次式 (4) で表される。

【 数 4 】

20

$$\Psi_{u2} = \psi f \cdot \cos [2(\theta_2 + \frac{2\pi}{3} - \theta_1)] \cos (\theta_2 + \frac{2\pi}{3}) \quad \dots\dots (4)$$

【 0 0 1 8 】

同様に、軟磁性体のうちの第 3 軟磁性体を介して U 相コイルを通過する磁極の磁束 Ψ_{u3} は、次式 (5) で表される。

【 数 5 】

30

$$\Psi_{u3} = \psi f \cdot \cos [2(\theta_2 + \frac{4\pi}{3} - \theta_1)] \cos (\theta_2 + \frac{4\pi}{3}) \quad \dots\dots (5)$$

【 0 0 1 9 】

図 30 に示すような回転機では、軟磁性体を介して U 相コイルを通過する磁極の磁束 Ψ_u は、上記の式 (2)、(4) および (5) で表される磁束 $\Psi_{u1} \sim \Psi_{u3}$ を足し合わせたものになるので、次式 (6) で表される。

【 数 6 】

40

$$\begin{aligned} \Psi_u = & \psi f \cdot \cos [2(\theta_2 - \theta_1)] \cos \theta_2 + \psi f \cdot \cos [2(\theta_2 + \frac{2\pi}{3} - \theta_1)] \cos (\theta_2 + \frac{2\pi}{3}) \\ & + \psi f \cdot \cos [2(\theta_2 + \frac{4\pi}{3} - \theta_1)] \cos (\theta_2 + \frac{4\pi}{3}) \quad \dots\dots (6) \end{aligned}$$

【 0 0 2 0 】

また、この式 (6) を一般化すると、軟磁性体を介して U 相コイルを通過する磁極の磁束 Ψ_u は、次式 (7) で表される。

【 数 7 】

$$\Psi_u = \sum_{i=1}^b \psi f \cdot \cos \{a[\theta_2 + (i-1)\frac{2\pi}{b} - \theta_1]\} \cos \{c[\theta_2 + (i-1)\frac{2\pi}{b}]\} \quad \dots\dots (7)$$

ここで、 a 、 b および c はそれぞれ、磁極の極対数、軟磁性体の数および電機子磁極の

50

極対数である。また、この式(7)を、三角関数の和と積の公式に基づいて変形すると、次式(8)が得られる。

【数8】

$$\Psi_u = \sum_{i=1}^b \frac{1}{2} \cdot \psi f \left\{ \cos \left[(a+c) \theta_2 - a \cdot \theta_1 + (a+c) (i-1) \frac{2\pi}{b} \right] \right. \\ \left. + \cos \left[(a-c) \theta_2 - a \cdot \theta_1 + (a-c) (i-1) \frac{2\pi}{b} \right] \right\} \dots\dots (8)$$

【0021】

この式(8)において、 $b = a + c$ するとともに、 $\cos(\theta + 2\pi) = \cos \theta$ に 10
基づいて整理すると、次式(9)が得られる。

【数9】

$$\Psi_u = \frac{b}{2} \cdot \psi f \cdot \cos \left[(a+c) \theta_2 - a \cdot \theta_1 \right] \\ + \sum_{i=1}^b \frac{1}{2} \cdot \psi f \left\{ \cos \left[(a-c) \theta_2 - a \cdot \theta_1 + (a-c) (i-1) \frac{2\pi}{b} \right] \right\} \dots\dots (9)$$

この式(9)を三角関数の加法定理に基づいて整理すると、次式(10)が得られる。

【数10】

$$\Psi_u = \frac{b}{2} \cdot \psi f \cdot \cos \left[(a+c) \theta_2 - a \cdot \theta_1 \right] \quad 20 \\ + \frac{1}{2} \cdot \psi f \cdot \cos \left[(a-c) \theta_2 - a \cdot \theta_1 \right] \sum_{i=1}^b \cos \left[(a-c) (i-1) \frac{2\pi}{b} \right] \\ - \frac{1}{2} \cdot \psi f \cdot \sin \left[(a-c) \theta_2 - a \cdot \theta_1 \right] \sum_{i=1}^b \sin \left[(a-c) (i-1) \frac{2\pi}{b} \right] \dots\dots (10)$$

【0022】

この式(10)の右辺の第2項は、 $a - c \neq 0$ を条件として、級数の総和やオイラーの 30
公式に基づいて整理すると、次式(11)から明らかなように値0になる。

【数11】

$$\sum_{i=1}^b \cos \left[(a-c) (i-1) \frac{2\pi}{b} \right] = \sum_{i=0}^{b-1} \frac{1}{2} \left\{ e^{j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} i \right]} + e^{-j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} i \right]} \right\} \\ = \frac{1}{2} \left\{ \frac{e^{j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} b \right]} - 1}{e^{j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} \right]} - 1} + \frac{e^{-j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} b \right]} - 1}{e^{-j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} \right]} - 1} \right\} \\ = \frac{1}{2} \left\{ \frac{e^{j \left[(a-c) 2\pi \right]} - 1}{e^{j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} \right]} - 1} + \frac{e^{-j \left[(a-c) 2\pi \right]} - 1}{e^{-j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} \right]} - 1} \right\} \quad 40 \\ = \frac{1}{2} \left\{ \frac{0}{e^{j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} \right]} - 1} + \frac{0}{e^{-j \left[(a-c) \frac{2\pi}{b} \right]} - 1} \right\} \\ = 0 \quad \dots\dots (11)$$

【0023】

また、上記の式(10)の右辺の第3項も、 $a - c \neq 0$ を条件として、級数の総和やオイラーの公式に基づいて整理すると、次式(12)から明らかなように値0になる。

【数12】

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^b \sin[(a-c)(i-1) \frac{2\pi}{b}] &= \sum_{i=0}^{b-1} \frac{1}{2} \left\{ e^{j[(a-c)\frac{2\pi}{b}i]} - e^{-j[(a-c)\frac{2\pi}{b}i]} \right\} \\ &= \frac{1}{2} \left\{ \frac{e^{j[(a-c)\frac{2\pi}{b}b]} - 1}{e^{j[(a-c)\frac{2\pi}{b}]} - 1} - \frac{e^{-j[(a-c)\frac{2\pi}{b}b]} - 1}{e^{-j[(a-c)\frac{2\pi}{b}]} - 1} \right\} \\ &= \frac{1}{2} \left\{ \frac{e^{j[(a-c)2\pi]} - 1}{e^{j[(a-c)\frac{2\pi}{b}]} - 1} - \frac{e^{-j[(a-c)2\pi]} - 1}{e^{-j[(a-c)\frac{2\pi}{b}]} - 1} \right\} \\ &= \frac{1}{2} \left\{ \frac{0}{e^{j[(a-c)\frac{2\pi}{b}]} - 1} - \frac{0}{e^{-j[(a-c)\frac{2\pi}{b}]} - 1} \right\} \\ &= 0 \end{aligned} \quad \dots\dots (12)$$

10

20

【0024】

以上により、 $a - c \neq 0$ のときには、軟磁性体を介してU相コイルを通過する磁極の磁束 Ψ_u は、次式(13)で表される。

【数13】

$$\Psi_u = \frac{b}{2} \cdot \psi_f \cdot \cos[(a+c)\theta_2 - a \cdot \theta_1] \quad \dots\dots (13)$$

また、この式(13)において、 $a/c = \alpha$ とすると、次式(14)が得られる。

【数14】

$$\Psi_u = \frac{b}{2} \cdot \psi_f \cdot \cos[(\alpha+1)c \cdot \theta_2 - \alpha \cdot c \cdot \theta_1] \quad \dots\dots (14)$$

30

【0025】

さらに、この式(14)において、 $c \cdot \theta_2 = \theta_e2$ とするとともに、 $c \cdot \theta_1 = \theta_e1$ とすると、次式(15)が得られる。

【数15】

$$\Psi_u = \frac{b}{2} \cdot \psi_f \cdot \cos[(\alpha+1)\theta_e2 - \alpha \cdot \theta_e1] \quad \dots\dots (15)$$

40

ここで、 θ_e2 は、U相コイルに対する第1軟磁性体の回転角度位置 θ_2 に電機子磁極の極対数 c を乗算していることから明らかなように、U相コイルに対する軟磁性体の電気角度位置を表す。また、 θ_e1 は、U相コイルに対する磁極の回転角度位置 θ_1 に電機子磁極の極対数 c を乗算していることから明らかなように、U相コイルに対する磁極の電気角度位置を表す。

【0026】

同様に、軟磁性体を介してV相コイルを通過する磁極の磁束 Ψ_v は、V相コイルの電気角度位置がU相コイルに対して電気角 $2\pi/3$ だけ進んでいることから、次式(16)で表される。また、軟磁性体を介してW相コイルを通過する磁極の磁束 Ψ_w は、W相コイルの電気角度位置がU相コイルに対して電気角 $2\pi/3$ だけ遅れていることから、次式(1

50

7) で表される。

【数 1 6】

$$\Psi_v = \frac{b}{2} \cdot \psi_f \cdot \cos[(\alpha+1)\theta_{e2} - \alpha \cdot \theta_{e1} - \frac{2\pi}{3}] \quad \dots\dots (16)$$

【数 1 7】

$$\Psi_w = \frac{b}{2} \cdot \psi_f \cdot \cos[(\alpha+1)\theta_{e2} - \alpha \cdot \theta_{e1} + \frac{2\pi}{3}] \quad \dots\dots (17)$$

【0 0 2 7】

10

また、上記の式(15)～(17)でそれぞれ表される磁束 $\Psi_u \sim \Psi_w$ を時間微分すると、次式(18)～(20)がそれぞれ得られる。

【数 1 8】

$$\frac{d\Psi_u}{dt} = -\frac{b}{2} \cdot \psi_f \{[(\alpha+1)\omega_{e2} - \alpha \cdot \omega_{e1}] \sin[(\alpha+1)\theta_{e2} - \alpha \cdot \theta_{e1}]\} \quad \dots\dots (18)$$

【数 1 9】

$$\frac{d\Psi_v}{dt} = -\frac{b}{2} \cdot \psi_f \{[(\alpha+1)\omega_{e2} - \alpha \cdot \omega_{e1}] \sin[(\alpha+1)\theta_{e2} - \alpha \cdot \theta_{e1} - \frac{2\pi}{3}]\} \quad \dots\dots (19)$$

20

【数 2 0】

$$\frac{d\Psi_w}{dt} = -\frac{b}{2} \cdot \psi_f \{[(\alpha+1)\omega_{e2} - \alpha \cdot \omega_{e1}] \sin[(\alpha+1)\theta_{e2} - \alpha \cdot \theta_{e1} + \frac{2\pi}{3}]\} \quad \dots\dots (20)$$

ここで、 ω_{e1} は、第1ロータ電気角速度であり、 θ_{e1} の時間微分値、すなわち、ステータに対する第1ロータの角速度を電気角速度に換算した値である。また、 ω_{e2} は、第2ロータ電気角速度であり、 θ_{e2} の時間微分値、すなわち、ステータに対する第2ロータの角速度を電気角速度に換算した値である。

30

【0 0 2 8】

さらに、軟磁性体を介さずにU相～W相のコイルを直接、通過する磁極の磁束は、極めて小さく、その影響は無視できる。このため、軟磁性体を介してU相～W相のコイルをそれぞれ通過する磁極の磁束 $\Psi_u \sim \Psi_w$ の時間微分値 $d\Psi_u/dt \sim d\Psi_w/dt$ (式(18)～(20))は、電機子列に対して磁極や軟磁性体が回転するのに伴ってU相～W相のコイルに発生する逆起電圧(誘導起電圧)をそれぞれ表す。

【0 0 2 9】

このことから、U相、V相およびW相のコイルをそれぞれ流れる電流 I_u 、 I_v および I_w は、次式(21)、(22)および(23)で表される。

40

【数 2 1】

$$I_u = I \cdot \sin[(\alpha+1)\theta_{e2} - \alpha \cdot \theta_{e1}] \quad \dots\dots (21)$$

【数 2 2】

$$I_v = I \cdot \sin[(\alpha+1)\theta_{e2} - \alpha \cdot \theta_{e1} - \frac{2\pi}{3}] \quad \dots\dots (22)$$

【数 2 3】

$$I_w = I \cdot \sin[(\alpha+1)\theta_{e2} - \alpha \cdot \theta_{e1} + \frac{2\pi}{3}] \quad \dots\dots (23)$$

ここで、 I は、 U 相～ W 相のコイルをそれぞれ流れる電流 $I_u \sim I_w$ の振幅（最大値）である。

【0 0 3 0】

また、これらの式（21）～（23）より、 U 相コイルに対する回転磁界のベクトルの電気角度位置 θ_{mf} は、次式（24）で表されるとともに、 U 相コイルに対する回転磁界の電気角速度（以下「磁界電気角速度」という） ω_{mf} は、次式（25）で表される。

10

【数 2 4】

$$\theta_{mf} = (\alpha+1)\theta_{e2} - \alpha \cdot \theta_{e1} \quad \dots\dots (24)$$

【数 2 5】

$$\omega_{mf} = (\alpha+1)\omega_{e2} - \alpha \cdot \omega_{e1} \quad \dots\dots (25)$$

【0 0 3 1】

さらに、 U 相～ W 相のコイルに電流 $I_u \sim I_w$ がそれぞれ流れることで第 1 および第 2 のロータに出力される機械的出力（動力） W は、リラクタンス分を除くと、次式（26）で表される。

20

【数 2 6】

$$W = \frac{d\Psi_u}{dt} \cdot I_u + \frac{d\Psi_v}{dt} \cdot I_v + \frac{d\Psi_w}{dt} \cdot I_w \quad \dots\dots (26)$$

この式（26）に上記の式（18）～（23）を代入し、整理すると、次式（27）が得られる。

【数 2 7】

$$W = -\frac{3 \cdot b}{4} \cdot \psi_f \cdot I [(\alpha+1)\omega_{e2} - \alpha \cdot \omega_{e1}] \quad \dots\dots (27)$$

30

【0 0 3 2】

また、この機械的出力 W と、前述した第 1 および第 2 のロータ伝達トルク T_1 、 T_2 と、第 1 および第 2 のロータ電気角速度 ω_{e1} 、 ω_{e2} との関係は、次式（28）で表される。

【数 2 8】

$$W = T_1 \cdot \omega_{e1} + T_2 \cdot \omega_{e2} \quad \dots\dots (28)$$

これらの式（27）および（28）から明らかなように、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク T_1 、 T_2 は、次式（29）および（30）でそれぞれ表される。

【数 2 9】

40

$$T_1 = \alpha \cdot \frac{3 \cdot b}{4} \cdot \psi_f \cdot I \quad \dots\dots (29)$$

【数 3 0】

$$T_2 = -(\alpha+1) \cdot \frac{3 \cdot b}{4} \cdot \psi_f \cdot I \quad \dots\dots (30)$$

【0 0 3 3】

さらに、電機子列に供給された電力と機械的出力 W が互いに等しい（ただし、損失は無視）ことと、式（25）および（27）から、前述した駆動用等価トルク T_e は、次式（

50

3 1) で表される。

【数 3 1】

$$T_e = \frac{3 \cdot b}{4} \cdot \psi f \cdot I \quad \dots\dots (31)$$

また、これらの式 (29) ~ (31) より、次式 (32) が得られる。

【数 3 2】

$$T_e = \frac{T_1}{\alpha} = \frac{-T_2}{(\alpha+1)} \quad \dots\dots (32)$$

10

この式 (32) で表されるトルクの関係、および式 (25) で表される電気角速度の関係は、遊星歯車装置のサンギヤとリングギヤとキャリアにおけるトルクおよび回転速度の関係とまったく同じである。

【0034】

さらに、前述したように、 $b = a + c$ および $a - c \neq 0$ を条件として、式 (25) の電気角速度の関係および式 (32) のトルクの関係が成立する。この条件 $b = a + c$ は、磁極の数を p 、電機子磁極の数を q とすると、 $b = (p + q) / 2$ 、すなわち、 $b / q = (1 + p / q) / 2$ で表される。ここで、 $p / q = m$ とすると、 $b / q = (1 + m) / 2$ が得られることから明らかなように、上記の $b = a + c$ という条件が成立していることは、電機子磁極の数と磁極の数と軟磁性体の数との比が、 $1 : m : (1 + m) / 2$ であることを表す。また、上記の $a - c \neq 0$ という条件が成立していることは、 $m \neq 1, 0$ であることを表す。本発明の回転機によれば、電機子磁極の数と磁極の数と軟磁性体の数との比が、 $1 : m : (1 + m) / 2$ ($m \neq 1, 0$) に設定されているので、式 (25) に示す電気角速度の関係と式 (32) に示すトルクの関係が成立し、回転機が適正に作動することが分かる。

20

【0035】

また、式 (25) および (32) から明らかなように、 $\alpha = a / c$ 、すなわち、電機子磁極の極対数に対する磁極の極対数の比 (以下「極対数比」という) を設定することによって、磁界電気角速度 $\omega_m f$ 、第 1 および第 2 のロータ電気角速度 ω_{e1} 、 ω_{e2} の間の関係と、駆動用等価トルク T_e 、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク T_1 、 T_2 の間の関係を自由に設定でき、したがって、回転機の設計の自由度を高めることができる。この効果は、複数の電機子のコイルの相数が前述した値 3 以外の場合にも同様に得られる。

30

【0036】

以上のように、回転機では、電機子への電力供給により回転磁界を発生させると、前述した磁極と軟磁性体と電機子磁極を結ぶような磁力線が発生し、この磁力線による磁力の作用によって、電機子に供給された電力は動力に変換され、その動力が、第 1 ロータや第 2 ロータから出力されるとともに、上述したような電気角速度やトルクの関係が成立する。このため、電機子に電力を供給していない状態で、第 1 および第 2 のロータの少なくとも一方に動力を入力することにより、この少なくとも一方のロータを電機子に対して回転させると、電機子において、発電が行われるとともに、回転磁界が発生し、この場合にも、磁極と軟磁性体と電機子磁極を結ぶような磁力線が発生するとともに、この磁力線による磁力の作用によって、上述した式 (25) に示す電気角速度の関係と式 (32) に示すトルクの関係が成立する。

40

【0037】

すなわち、発電した電力および磁界電気角速度 $\omega_m f$ と等価のトルクを発電用等価トルクとすると、この発電用等価トルク、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク T_1 、 T_2 の間にも、式 (32) のような関係が成立する。以上から明らかなように、本発明の回転機は、遊星歯車装置と一般的な 1 ロータタイプの回転機を組み合わせた装置と同じ機能を有する。

【0038】

50

また、前述した構成によれば、そのような回転機の第1ロータが、原動機の出力軸および補機の一方に連結され、第2ロータが、原動機の出力軸および補機他方に連結されている。以上から、本発明の補機駆動装置によれば、次のようにして補機を駆動することができる。以下、第1および第2のロータが補機および原動機の出力軸にそれぞれ連結されている補機駆動装置を、「第1補機駆動装置」といい、第1および第2のロータが原動機の出力軸および補機にそれぞれ連結されている補機駆動装置を、「第2補機駆動装置」という。まず、第1補機駆動装置において原動機が停止しているときの補機の駆動について説明する。この場合において、原動機が例えば内燃機関であるときには、第2ロータには、内燃機関のフリクションが作用しており、このフリクションは、補機を駆動するのに必要なトルクよりも非常に大きい。このことと、前述した回転機の機能から、ステータに電力を供給すると、この電力に基づく駆動用等価トルクが、第2ロータに上記のように作用するフリクションを反力として、第1ロータを介して補機に伝達され、その結果、補機が駆動される。

10

20

30

40

50

【0039】

次に、第1補機駆動装置において原動機が運転しているときの補機の駆動について説明する。この場合において、第1および第2のロータの回転数によって定まる回転磁界の回転方向が、第2ロータの回転方向と同方向であるときには、原動機の出力軸から第2ロータに伝達される動力を用いて、ステータにおいて発電を行う。これにより、回転機の前述した機能から、原動機の出力軸から第2ロータに伝達されたトルクの一部が、発電用等価トルクを反力として、第1ロータを介して補機に伝達され、その結果、補機が駆動される。一方、第1および第2のロータの回転数によって定まる回転磁界の回転方向が、第2ロータの回転方向と逆方向であるときには、ステータに電力を供給する。これにより、回転機の機能から、原動機の出力軸から第2ロータに伝達されたトルクの一部が、駆動用等価トルクを反力として、第1ロータを介して補機に伝達され、その結果、補機が駆動される。

【0040】

以上のように、第1補機駆動装置における原動機の停止中および運転中のいずれにおいても、補機を駆動することができる。

【0041】

また、第1補機駆動装置において、第1および第2のロータがそれぞれ、補機および原動機の出力軸に、ギヤ等の変速機構を介さずに直結されている場合には、第1ロータの回転数と補機の回転数は、互いに等しく、第2ロータの回転数と原動機の出力軸の回転数は、互いに等しい。このことと、式(25)から、原動機の運転中で、かつ、補機の駆動中における原動機の出力軸、補機、回転磁界、第1および第2のロータの回転数の間の関係は、例えば図31のように表される。同図は、いわゆる速度共線図であり、値0を示す横線に交わる縦線は、各種の回転要素の回転速度を表すためのものであり、この縦線上に表される白丸と横線との隔たりが、縦線の一端に表記された回転要素の回転数に相当する。このことは、後述する他の速度共線図についても同様である。なお、本明細書において「直結」とは、ギヤなどの変速機構を用いずに各種の要素を連結することをいう。

【0042】

一方、前述したように、従来の補機駆動装置では、第1および第2の回転磁界の回転数と第2ロータの回転数との差と、第2ロータの回転数と第1ロータの回転数との差が同じになるため、第1および第2の回転磁界の回転数は、図31に破線で表記した速度共線図のように示される。上述した各種の回転要素が共線関係にあることから、同図に示すように、原動機の回転数が比較的高いことによって、第2ロータの回転数が第1ロータよりも高いときには、第1および第2の回転磁界の回転数は、第2ロータの回転数よりも高くなり、過大になる。これに対して、本発明の第1補機駆動装置によれば、図31に破線で示す速度共線図と、実線で示す速度共線図との比較から明らかなように、従来の場合よりも、回転磁界の回転数を低減できるので、回転磁界の回転数の過大化による損失の発生により補機の駆動効率が低下するのを、防止することができる。

【 0 0 4 3 】

次に、第 2 補機駆動装置（第 1 および第 2 のロータが原動機の出力軸および補機にそれぞれ連結）において原動機が停止しているときの補機の駆動について説明する。この場合において、原動機が例えば内燃機関であるときには、補機の駆動に必要なトルクよりも非常に大きな内燃機関のフリクションが、第 1 ロータに作用している。このため、ステータに電力を供給すると、この電力に基づく駆動用等価トルクが、第 1 ロータに上記のように作用するフリクションを反力として、第 2 ロータを介して補機に伝達され、その結果、補機が駆動される。

【 0 0 4 4 】

次に、第 2 補機駆動装置において原動機が運転しているときの補機の駆動について説明する。この場合において、第 1 および第 2 のロータの回転数によって定まる回転磁界の回転方向が、第 1 ロータの回転方向と逆方向であるときには、原動機の出力軸から第 1 ロータに伝達された動力を用いて、ステータにおいて発電を行う。これにより、回転機の機能から、原動機の出力軸から第 1 ロータに伝達されたトルクが、発電用等価トルクを反力として、第 2 ロータを介して補機に伝達され、その結果、補機が駆動される。一方、第 1 および第 2 のロータの回転数によって定まる回転磁界の回転方向が、第 1 ロータの回転方向と同方向であるときには、ステータに電力を供給する。これにより、回転機の機能から、原動機の出力軸から第 1 ロータに伝達されたトルクが、駆動用等価トルクを反力として、第 2 ロータを介して補機に伝達され、その結果、補機が駆動される。

【 0 0 4 5 】

以上のように、第 2 補機駆動装置における原動機の停止中および運転中のいずれにおいても、補機を駆動することができる。

【 0 0 4 6 】

また、第 1 および第 2 の補機駆動装置における補機の駆動中、前記式（32）から明らかのように、前述した極対数比 α が大きいほど、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク T_1 、 T_2 に対し、駆動用等価トルク T_e がより小さくなる。このことは、電力供給による回転磁界の発生中のみならず、発電による回転磁界の発生中にも同様に当てはまる。したがって、極対数比 α をより大きな値に設定することによって、ステータの小型化を図ることができ、ひいては、第 1 および第 2 の補機駆動装置を含む補機駆動装置の小型化およびコストの削減を、図ることができる。さらに、前述した従来の場合と異なり、単一の軟磁性体列によって回転機を作動させ、補機を駆動することができるので、回転機の構成を単純化でき、ひいては、補機駆動装置の構成の単純化と、さらなるコストの削減を図ることができる。

【 0 0 4 7 】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 に記載の補機駆動装置 1、1A、1B、1C において、ステータ 13、第 1 および第 2 のロータ 14、15 の間の相対的な回転角度位置関係を検出する相対回転角度位置関係検出手段（クランク角センサ 31、回転角センサ 32、ECU 25、電気角変換器 25b）と、検出されたステータ 13、第 1 および第 2 のロータ 14、15 の間の相対的な回転角度位置関係に基づいて、回転磁界を制御する制御手段（ECU 25、PDU 26）と、をさらに備えることを特徴とする。

【 0 0 4 8 】

この構成によれば、相対回転角度位置関係検出手段によって、ステータ、第 1 および第 2 のロータの間の相対的な回転角度位置関係が検出されるとともに、検出されたステータ、第 1 および第 2 のロータの間の相対的な回転角度位置関係に基づき、回転磁界が制御手段によって制御される。これにより、磁極と軟磁性体と電機子磁極の間に磁力線を適切に発生させ、この磁力線による磁力を適切に作用させることができるので、回転機の適正な動作を確保することができ、ひいては、補機駆動装置の適正な動作を確保することができる。なお、本明細書における「検出」には、センサなどによる直接的な検出に加え、演算による算出や推定を含むものとする。

【 0 0 4 9 】

請求項 3 に係る発明は、請求項 2 に記載の補機駆動装置 1、1 A、1 B、1 C において、相対回転角度位置関係検出手段は、ステータ 1 3、第 1 および第 2 のロータ 1 4、1 5 の間の相対的な回転角度位置関係として、ステータ 1 3 に対する第 1 および第 2 のロータ 1 4、1 5 の電気角度位置（第 1 ロータ電気角 θ_{ER1} 、第 2 ロータ電気角 θ_{ER2} ）をそれぞれ検出し、制御手段は、検出された第 2 ロータ 1 5 の電気角度位置に $(1 + m)$ を乗算した値と、検出された第 1 ロータ 1 4 の電気角度位置に m を乗算した値との差に基づいて、回転磁界を制御することを特徴とする。

【0050】

この構成によれば、ステータに対する第 2 ロータの電気角度位置に $(1 + m)$ を乗算した値と、ステータに対する第 1 ロータの電気角度位置に m を乗算した値との差に基づいて、回転磁界が制御される。この m は、請求項 1 から明らかなように、電機子磁極の数に対する磁極の数の比を表す。また、請求項 1 の作用で述べたように、回転機の作動中、回転磁界の電気角度位置と第 1 および第 2 のロータの電気角度位置の関係は、式 (24) で表される。この式 (24) における極対数比 α は、電機子磁極の極対数に対する磁極の極対数の比 (a / c) 、すなわち、電機子磁極の数に対する磁極の数の比を表し、 m と等しい。したがって、上述した構成によれば、回転機のより適正な動作を確保することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0051】

以下、図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態について説明する。なお、図面中の断面を示す部分については、便宜上、ハッチングを省略するものとする。図 1 は、本発明の第 1 実施形態による補機駆動装置 1 を、内燃機関 3（原動機）およびコンプレッサ 4（補機）とともに概略的に示している。この内燃機関（以下「エンジン」という）3 は、例えば、車両（図示せず）に駆動源として搭載されたガソリンエンジンであり、エンジン 3 には、電磁誘導式のクランク角センサ 3 1（相対回転角度位置関係検出手段）が設けられている。このクランク角センサ 3 1 は、エンジン 3 のクランク軸 3 a（出力軸）のクランク角度位置を検出し、その検出信号を後述する ECU 2 5（相対回転角度位置関係検出手段、制御手段）に出力する。ECU 2 5 は、検出されたクランク角度位置に基づき、エンジン 3 の回転数（以下「エンジン回転数」という）NE を算出する。上記のコンプレッサ 4 は、車両に搭載されたエアコンディショナ用のものであり、その入力軸 4 a には、

【0052】

図 1 に示すように、補機駆動装置 1 は、回転機 1 1 と、この回転機 1 1 の動作を制御するための ECU 2 5 およびパワードライブユニット（以下「PDU」という）2 6（制御手段）と、バッテリー 2 7 を有している。回転機 1 1 は、その後述する回転軸 1 6 に出力プーリ 2 2 が一体に設けられており、この出力プーリ 2 2 と上述した入力プーリ 2 1 には、ベルト 2 3 が巻き掛けられている。

【0053】

図 1 および図 2 に示すように、回転機 1 1 は、不動のケース 1 2 と、ケース 1 2 内に設けられたステータ 1 3 と、ケース 1 2 内にステータ 1 3 に対向するように設けられた第 1 ロータ 1 4 と、両者 1 3、1 4 の間に設けられた第 2 ロータ 1 5 と、回転軸 1 6 を有している。

【0054】

ケース 1 2 は、円筒状の周壁 1 2 a と、この周壁 1 2 a の両端部に一体に設けられたドーナツ板状の一对の側壁 1 2 b、1 2 c を有している。これらの側壁 1 2 b および 1 2 c の中央には、軸受け 1 2 d および 1 2 e がそれぞれ取り付けられており、これらの軸受け 1 2 d および 1 2 e には、クランク軸 3 a および回転軸 1 6 が回転自在にそれぞれ支持されている。クランク軸 3 a および回転軸 1 6 は、互いに同心状に配置されており、両者 3 a、1 6 はいずれも、その一部がケース 1 2 内に収容され、残りの部分がケース 1 2 の外方に突出している。また、上記のステータ 1 3、第 2 ロータ 1 5 および第 1 ロータ 1 4 は

、回転軸 16 の径方向（以下、単に「径方向」という）に、外側からこの順で並んでおり、同心状に配置されている。

【0055】

上記のステータ 13 は、回転磁界を発生させるものであり、図 2 および図 3 に示すように、鉄芯 13a（電機子）と、この鉄芯 13a に設けられた U 相、V 相および W 相のコイル 13c, 13d, 13e（電機子）を有している。なお、図 2 では、便宜上、U 相コイル 13c のみを示している。鉄芯 13a は、複数の鋼板を積層した円筒状のものであり、回転軸 16 の軸線方向（以下、単に「軸線方向」という）に延びており、ケース 12 の周壁 12a の内周面に取り付けられている。また、鉄芯 13a の内周面には、12 個のスロット 13b が形成されており、これらのスロット 13b は、軸線方向に延びるとともに、回転軸 16 の周方向（以下、単に「周方向」という）に等間隔で並んでいる。上記の U 相～W 相のコイル 13c～13e は、スロット 13b に分布巻き（波巻き）で巻回されるとともに、PDU26 を介して、バッテリー 27 に接続されている。この PDU26 は、インバータなどからなる電気回路で構成されており、ECU25 に接続されている。

【0056】

以上の構成のステータ 13 では、バッテリー 27 から PDU26 を介して電力が供給され、U 相～W 相のコイル 13c～13e に電流が流れたときに、または、後述するように発電したときに、鉄芯 13a の第 1 ロータ 14 側の端部に、4 個の磁極が周方向に等間隔で発生する（図 5 参照）とともに、これらの磁極による回転磁界が周方向に回転する。以下、鉄芯 13a に発生する磁極を「電機子磁極」という。また、周方向に隣り合う各 2 つの電機子磁極の極性は、互いに異なっている。なお、図 5 や後述する他の図面では、電機子磁極を、鉄芯 13a や U 相～W 相のコイル 13c～13e の上に、（N）および（S）で表記している。

【0057】

図 3 に示すように、第 1 ロータ 14 は、8 個の永久磁石 14a（磁極）から成る磁極列を有している。これらの永久磁石 14a は、周方向に等間隔で並んでおり、この磁極列は、ステータ 13 の鉄芯 13a に対向している。各永久磁石 14a は、軸線方向に延びており、その軸線方向の長さが、ステータ 13 の鉄芯 13a のそれと同じに設定されている。

【0058】

また、永久磁石 14a は、リング状の取付部 14b の外周面に取り付けられている。この取付部 14b は、軟磁性体、例えば鉄または複数の鋼板を積層したもので構成されており、その内周面が、円板状のフランジ 14c の外周面に取り付けられている。このフランジ 14c は、前述した回転軸 16 に一体に設けられている。以上により、永久磁石 14a を含む第 1 ロータ 14 は、回転軸 16 と一体に回転自在になっており、また、回転軸 16、出力プーリ 22、ベルト 23 および入力プーリ 21 を介して、コンプレッサ 4 に連結されている。さらに、上記のように軟磁性体で構成された取付部 14b の外周面に永久磁石 14a が取り付けられているので、各永久磁石 14a には、ステータ 13 側の端部に、（N）または（S）の 1 つの磁極が現れる。なお、図 3 や後述する他の図面では、永久磁石 14a の磁極を（N）および（S）で表記している。また、周方向に隣り合う各 2 つの永久磁石 14a の極性は、互いに異なっている。

【0059】

第 2 ロータ 15 は、6 個のコア 15a（軟磁性体）から成る単一の軟磁性体列を有している。これらのコア 15a は、周方向に等間隔で並んでおり、この軟磁性体列は、ステータ 13 の鉄芯 13a と第 1 ロータ 14 の磁極列との間に、それぞれ所定の間隔を隔てて配置されている。各コア 15a は、軟磁性体、例えば複数の鋼板を積層したものであり、軸線方向に延びている。また、コア 15a の軸線方向の長さは、永久磁石 14a と同様、ステータ 13 の鉄芯 13a のそれと同じに設定されている。さらに、コア 15a は、円板状のフランジ 15b の外端部に、軸線方向に若干延びる筒状の連結部 15c を介して取り付けられている。このフランジ 15b は、前述したクランク軸 3a に一体に設けられている。以上により、コア 15a を含む第 2 ロータ 15 は、クランク軸 3a に直結されており、

クランク軸 3 a と一体に回転自在になっている。なお、図 3 や図 5 では、便宜上、連結部 1 5 c およびフランジ 1 5 b を省略している。

【 0 0 6 0 】

次に、以上の構成の回転機 1 1 の動作について説明する。前述したように、回転機 1 1 では、電機子磁極が 4 個、永久磁石 1 4 a の磁極（以下「磁石磁極」という）が 8 個、コア 1 5 a が 6 個である。すなわち、電機子磁極の数と磁石磁極の数とコア 1 5 a の数との比（以下「極数比」という）は、 $1 : 2 : 0 : (1 + 2 : 0) / 2$ に設定されている。このことと、前述した式 (1 8) ~ (2 0) から明らかなように、ステータ 1 3 に対して第 1 ロータ 1 4 や第 2 ロータ 1 5 が回転するのに伴って U 相 ~ W 相のコイル 1 3 c ~ 1 3 e にそれぞれ発生する逆起電圧（以下、それぞれ「U 相逆起電圧 V_{cu} 」、「V 相逆起電圧 V_{cv} 」、「W 相逆起電圧 V_{cw} 」という）は、次式 (3 3)、(3 4) および (3 5) で表される。

10

【 数 3 3 】

$$V_{cu} = -3 \cdot \psi F [(3 \cdot \omega_{ER2} - 2 \cdot \omega_{ER1}) \sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1})] \quad \dots\dots (33)$$

【 数 3 4 】

$$V_{cv} = -3 \cdot \psi F [(3 \cdot \omega_{ER2} - 2 \cdot \omega_{ER1}) \sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} - \frac{2\pi}{3})] \quad \dots\dots (34)$$

20

【 数 3 5 】

$$V_{cw} = -3 \cdot \psi F [(3 \cdot \omega_{ER2} - 2 \cdot \omega_{ER1}) \sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} + \frac{2\pi}{3})] \quad \dots\dots (35)$$

【 0 0 6 1 】

ここで、 ψF は、磁石磁極の磁束の最大値である。また、 θ_{ER1} は、第 1 ロータ電気角であり、特定の U 相コイル 1 3 c（以下「基準コイル」という）に対する第 1 ロータ 1 4 の特定の永久磁石 1 4 a の回転角度位置を、電気角度位置に換算した値である。すなわち、第 1 ロータ電気角 θ_{ER1} は、この特定の永久磁石 1 4 a の回転角度位置（以下「第 1 ロータ回転角 θ_{R1} 」という）に、電機子磁極の極対数、すなわち値 2 を乗算した値である。さらに、 θ_{ER2} は、第 2 ロータ電気角であり、上記の基準コイルに対する第 2 ロータ 1 5 の特定のコア 1 5 a の回転角度位置を、電気角度位置に換算した値である。すなわち、第 2 ロータ電気角 θ_{ER2} は、この特定のコア 1 5 a の回転角度位置（以下「第 2 ロータ回転角 θ_{R2} 」という）に、電機子磁極の極対数（値 2）を乗算した値である。

30

【 0 0 6 2 】

また、上記の式 (3 3) ~ (3 5) における ω_{ER1} は、第 1 ロータ電気角速度であり、第 1 ロータ電気角 θ_{ER1} の時間微分値、すなわち、ステータ 1 3 に対する第 1 ロータ 1 4 の角速度を電気角速度に換算した値である。さらに、 ω_{ER2} は、第 2 ロータ電気角速度であり、第 2 ロータ電気角 θ_{ER2} の時間微分値、すなわち、ステータ 1 3 に対する第 2 ロータ 1 5 の角速度を電気角速度に換算した値である。

40

【 0 0 6 3 】

また、前述した極数比と前記式 (2 1) ~ (2 3) から明らかなように、U 相、V 相および W 相のコイル 1 3 c, 1 3 d, 1 3 e をそれぞれ流れる電流（以下、それぞれ「U 相電流 I_u 」、「V 相電流 I_v 」、「W 相電流 I_w 」という）は、次式 (3 6)、(3 7) および (3 8) で表される。

【 数 3 6 】

$$I_u = I \cdot \sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1}) \quad \dots\dots (36)$$

【数 3 7】

$$I_v = I \cdot \sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} - \frac{2\pi}{3}) \quad \dots\dots (37)$$

【数 3 8】

$$I_w = I \cdot \sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} + \frac{2\pi}{3}) \quad \dots\dots (38)$$

【0064】

ここで、 I は、 U 相～ W 相の電流 $I_u \sim I_w$ の振幅（最大値）である。さらに、極数比と前記式（24）および（25）から明らかなように、基準コイルに対するステータ 13 の回転磁界のベクトルの電気角度位置 θ_{MFR} は、次式（39）で表され、ステータ 13 に対する回転磁界の電気角速度（以下「磁界電気角速度 ω_{MFR} 」という）は、次式（40）で表される。

10

【数 3 9】

$$\theta_{MFR} = 3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} \quad \dots\dots (39)$$

【数 4 0】

$$\omega_{MFR} = 3 \cdot \omega_{ER2} - 2 \cdot \omega_{ER1} \quad \dots\dots (40)$$

20

【0065】

このため、磁界電気角速度 ω_{MFR} と第 1 ロータ電気角速度 ω_{ER1} と第 2 ロータ電気角速度 ω_{ER2} の関係をいわゆる速度共線図で表すと、例えば図 4 のように示される。

【0066】

また、ステータ 13 に供給された電力および磁界電気角速度 ω_{MFR} と等価のトルクを駆動用等価トルク T_{SE} とすると、この駆動用等価トルク T_{SE} と、第 1 ロータ 14 に伝達されるトルク（以下「第 1 ロータ伝達トルク T_{R1} 」という）と、第 2 ロータ 15 に伝達されるトルク（以下「第 2 ロータ伝達トルク T_{R2} 」という）との関係は、極数比と前記式（32）から明らかなように、次式（41）で表される。

【数 4 1】

$$T_{SE} = \frac{T_{R1}}{2} = \frac{-T_{R2}}{3} \quad \dots\dots (41)$$

30

【0067】

上記の式（40）および（41）でそれぞれ表される電気角速度およびトルクの関係は、サンギヤおよびリングギヤのギヤ比が 1：2 である遊星歯車装置のサンギヤ、リングギヤおよびキャリアにおける回転速度およびトルクの関係とまったく同じである。

【0068】

次に、ステータ 13 に供給された電力が、具体的にどのようにして動力に変換され、第 1 ロータ 14 や第 2 ロータ 15 から出力されるかについて説明する。まず、図 5～図 7 を参照しながら、第 1 ロータ 14 を回転不能に保持した状態でステータ 13 に電力を供給した場合について説明する。なお、図 5～図 7 では、便宜上、複数の構成要素の符号を省略している。このことは、後述する他の図面においても同様である。また、理解の容易化のために、図 5～図 7 に示される同じ 1 つの電機子磁極およびコア 15a に、ハッチングを付している。

40

【0069】

まず、図 5（a）に示すように、ある 1 つのコア 15a の中心と、ある 1 つの永久磁石 14a の中心が、周方向に互いに一致するとともに、そのコア 15a から 3 つ目のコア 15a の中心と、その永久磁石 14a から 4 つ目の永久磁石 14a の中心が、周方向に互いに一致した状態から、回転磁界を、同図の左方に回転するように発生させる。その発生の

50

開始時においては、互いに同じ極性を有する 1 つおきの電機子磁極の位置を、中心がコア 15 a と一致している各永久磁石 14 a の中心と周方向に一致させるとともに、この電機子磁極の極性をこの永久磁石 14 a の磁石磁極の極性と異ならせる。

【0070】

前述したようにステータ 13 による回転磁界が第 1 ロータ 14 との間に発生することと、コア 15 a を有する第 2 ロータ 15 がステータ 13 と第 1 ロータ 14 の間に配置されていることから、電機子磁極および磁石磁極により、各コア 15 a は磁化される。このことと、隣り合う各コア 15 a の間に間隔が空いていることから、電機子磁極とコア 15 a と磁石磁極を結ぶような磁力線 M L が発生する。なお、図 5 ~ 図 7 では、便宜上、鉄芯 13 a や取付部 14 b における磁力線 M L を省略している。このことは、後述する他の図面においても同様である。

10

【0071】

図 5 (a) に示す状態では、磁力線 M L は、周方向の位置が互いに一致している電機子磁極、コア 15 a および磁石磁極を結び、かつ、これらの電機子磁極、コア 15 a および磁石磁極のそれぞれの周方向の各両側に隣り合う電機子磁極、コア 15 a および磁石磁極を結ぶように発生する。また、この状態では、磁力線 M L が直線状であることにより、コア 15 a には、周方向に回転させるような磁力は作用しない。

【0072】

そして、回転磁界の回転に伴って電機子磁極が図 5 (a) に示す位置から図 5 (b) に示す位置に回転すると、磁力線 M L が曲がった状態になり、それに伴い、磁力線 M L が直線状になるように、コア 15 a に磁力が作用する。この場合、磁力線 M L で互いに結ばれた電機子磁極および磁石磁極を結ぶ直線に対して、磁力線 M L が、このコア 15 a において回転磁界の回転方向（以下「磁界回転方向」という）と逆方向に凸に曲がった状態になるため、上記の磁力は、コア 15 a を磁界回転方向に駆動するように作用する。このような磁力線 M L による磁力の作用により、コア 15 a は、磁界回転方向に駆動され、図 5 (c) に示す位置に回転し、コア 15 a が設けられた第 2 ロータ 15 も、磁界回転方向に回転する。なお、図 5 (b) および (c) における破線は、磁力線 M L の磁束量が極めて小さく、電機子磁極とコア 15 a と磁石磁極の間の磁氣的なつながりが弱いことを表している。このことは、後述する他の図面においても同様である。

20

【0073】

また、回転磁界がさらに回転するのに伴い、上述した一連の動作、すなわち、「磁力線 M L がコア 15 a において磁界回転方向と逆方向に凸に曲がる → 磁力線 M L が直線状になるようにコア 15 a に磁力が作用する → コア 15 a および第 2 ロータ 15 が、磁界回転方向に回転する」という動作が、図 6 (a) ~ (d)、図 7 (a) および (b) に示すように、繰り返し行われる。以上のように、第 1 ロータ 14 を回転不能に保持した状態で、ステータ 13 に電力を供給した場合には、上述したような磁力線 M L による磁力の作用によって、ステータ 13 に供給された電力は動力に変換され、その動力が第 2 ロータ 15 から出力される。

30

【0074】

また、図 8 は、図 5 (a) の状態から電機子磁極が電気角 2π だけ回転した状態を示しており、図 8 と図 5 (a) の比較から明らかなように、コア 15 a は、電機子磁極に対して $1/3$ の回転角度だけ、同方向に回転していることが分かる。この結果は、前記式 (40) において、 $\omega_{ER1} = 0$ とすることによって、 $\omega_{ER2} = \omega_{MFR} / 3$ が得られることと合致する。

40

【0075】

次に、図 9 ~ 図 11 を参照しながら、第 2 ロータ 15 を回転不能に保持した状態で、ステータ 13 に電力を供給した場合の動作について説明する。なお、図 9 ~ 図 11 では、図 5 ~ 図 7 と同様、理解の容易化のために、同じ 1 つの電機子磁極および永久磁石 14 a に、ハッチングを付している。まず、図 9 (a) に示すように、前述した図 5 (a) の場合と同様、ある 1 つのコア 15 a の中心と、ある 1 つの永久磁石 14 a の中心が、周方向に

50

互いに一致するとともに、そのコア 15 a から 3 つ目のコア 15 a の中心と、その永久磁石 14 a から 4 つ目の永久磁石 14 a の中心が、周方向に互いに一致した状態から、回転磁界を、同図の左方に回転するように発生させる。その発生の開始時においては、互いに同じ極性を有する 1 つおきの電機子磁極の位置を、中心がコア 15 a と一致している各永久磁石 14 a の中心と周方向に一致させるとともに、この電機子磁極の極性をこの永久磁石 14 a の磁石磁極の極性と異ならせる。

【0076】

図 9 (a) に示す状態では、図 5 (a) の場合と同様、磁力線 M L は、周方向の位置が互いに一致している電機子磁極、コア 15 a および磁石磁極を結び、かつ、これらの電機子磁極、コア 15 a および磁石磁極のそれぞれの周方向の各両側に隣り合う電機子磁極、コア 15 a および磁石磁極を結ぶように発生する。また、この状態では、磁力線 M L が直線状であることにより、永久磁石 14 a には、周方向に回転させるような磁力は作用しない。

【0077】

そして、回転磁界の回転に伴って電機子磁極が図 9 (a) に示す位置から図 9 (b) に示す位置に回転すると、磁力線 M L が曲がった状態になり、それに伴い、磁力線 M L が直線状になるように、永久磁石 14 a に磁力が作用する。この場合、この永久磁石 14 a が、磁力線 M L で互いに結ばれた電機子磁極およびコア 15 a の延長線上よりも磁界回転方向に進んだ位置にあるため、上記の磁力は、この延長線上に永久磁石 14 a を位置させるように、すなわち、永久磁石 14 a を磁界回転方向と逆方向に駆動するように作用する。このような磁力線 M L による磁力の作用により、永久磁石 14 a は、磁界回転方向と逆方向に駆動され、図 9 (c) に示す位置に回転し、永久磁石 14 a が設けられた第 1 ロータ 14 も、磁界回転方向と逆方向に回転する。

【0078】

また、回転磁界がさらに回転するのに伴い、上述した一連の動作、すなわち、「磁力線 M L が曲がり、磁力線 M L で互いに結ばれた電機子磁極およびコア 15 a の延長線上よりも、永久磁石 14 a が磁界回転方向に進んだ位置に位置する→磁力線 M L が直線状になるように永久磁石 14 a に磁力が作用する→永久磁石 14 a および第 1 ロータ 14 が、磁界回転方向と逆方向に回転する」という動作が、図 10 (a) ~ (d)、図 11 (a) および (b) に示すように、繰り返し行われる。以上のように、第 2 ロータ 15 を回転不能に保持した状態で、ステータ 13 に電力を供給した場合には、上述したような磁力線 M L による磁力の作用によって、ステータ 13 に供給された電力は動力に変換され、その動力が第 1 ロータ 14 から出力される。

【0079】

また、図 11 (b) は、図 9 (a) の状態から電機子磁極が電気角 2π だけ回転した状態を示しており、図 11 (b) と図 9 (a) の比較から明らかなように、永久磁石 14 a は、電機子磁極に対して $1/2$ の回転角度だけ、逆方向に回転していることが分かる。この結果は、前記式 (40) において、 $\omega_{ER2} = 0$ とすることによって、 $-\omega_{ER1} = \omega_{MFR}/2$ が得られることと合致する。

【0080】

また、図 12 および図 13 は、電機子磁極、コア 15 a および永久磁石 14 a の数を、値 16、値 18 および値 20 にそれぞれ設定し、第 1 ロータ 14 を回転不能に保持するとともに、ステータ 13 への電力の供給により第 2 ロータ 15 から動力を出力した場合におけるシミュレーション結果を示している。図 12 は、第 2 ロータ電気角 θ_{ER2} が値 $0 \sim 2\pi$ まで変化する間における U 相 ~ W 相の逆起電圧 $V_{cu} \sim V_{cw}$ の推移の一例を示している。

【0081】

この場合、第 1 ロータ 14 が回転不能に保持されていることと、電機子磁極および磁石磁極の極対数がそれぞれ値 8 および値 10 であることと、前記式 (25) から、磁界電気角速度 ω_{MFR} 、第 1 および第 2 のロータ電気角速度 ω_{ER1} 、 ω_{ER2} の間の関係は、

10

20

30

40

50

$\omega MFR = 2.25 \cdot \omega ER2$ で表される。図 12 に示すように、第 2 ロータ電気角 $\theta ER2$ が値 $0 \sim 2\pi$ まで変化する間に、U 相 ~ W 相の逆起電圧 $Vcu \sim Vcw$ は、ほぼ 2.25 周期分、発生している。また、図 12 は、第 2 ロータ 15 から見た U 相 ~ W 相の逆起電圧 $Vcu \sim Vcw$ の変化状態を示しており、同図に示すように、これらの逆起電圧は、第 2 ロータ電気角 $\theta ER2$ を横軸として、W 相逆起電圧 Vcw 、V 相逆起電圧 Vcv および U 相逆起電圧 Vcu の順に並んでおり、このことは、第 2 ロータ 15 が磁界回転方向に回転していることを表す。以上のような図 12 に示すシミュレーション結果は、上述した式 (25) に基づく $\omega MFR = 2.25 \cdot \omega ER2$ の関係と合致する。

【0082】

さらに、図 13 は、駆動用等価トルク TSE 、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク $TR1$ 、 $TR2$ の推移の一例を示している。この場合、電機子磁極および磁石磁極の極対数がそれぞれ値 8 および値 10 であることと、前記式 (32) から、駆動用等価トルク TSE 、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク $TR1$ 、 $TR2$ の間の関係は、 $TSE = TR1 / 1.25 = -TR2 / 2.25$ で表される。図 13 に示すように、駆動用等価トルク TSE は、ほぼ $TREF$ に、第 1 ロータ伝達トルク $TR1$ は、ほぼ $1.25 \cdot (-TREF)$ に、第 2 ロータ伝達トルク $TR2$ は、ほぼ $2.25 \cdot TREF$ になっている。この $TREF$ は所定のトルク値 (例えば 200Nm) である。このような図 13 に示すシミュレーション結果は、上述した式 (32) に基づく $TSE = TR1 / 1.25 = -TR2 / 2.25$ の関係と合致する。

【0083】

また、図 14 および図 15 は、電機子磁極、コア 15a および永久磁石 14a の数を図 12 および図 13 の場合と同様に設定し、第 1 ロータ 14 に代えて第 2 ロータ 15 を回転不能に保持するとともに、ステータ 13 への電力の供給により第 1 ロータ 14 から動力を出力した場合におけるシミュレーション結果を示している。図 14 は、第 1 ロータ電気角 $\theta ER1$ が値 $0 \sim 2\pi$ まで変化する間における U 相 ~ W 相の逆起電圧 $Vcu \sim Vcw$ の推移の一例を示している。

【0084】

この場合、第 2 ロータ 15 が回転不能に保持されていることと、電機子磁極および磁石磁極の極対数がそれぞれ値 8 および値 10 であることと、前記式 (25) から、磁界電気角速度 ωMFR 、第 1 および第 2 のロータ電気角速度 $\omega ER1$ 、 $\omega ER2$ の間の関係は、 $\omega MFR = -1.25 \cdot \omega ER1$ で表される。図 14 に示すように、第 1 ロータ電気角 $\theta ER1$ が値 $0 \sim 2\pi$ まで変化する間に、U 相 ~ W 相の逆起電圧 $Vcu \sim Vcw$ は、ほぼ 1.25 周期分、発生している。また、図 14 は、第 1 ロータ 14 から見た U 相 ~ W 相の逆起電圧 $Vcu \sim Vcw$ の変化状態を示しており、同図に示すように、これらの逆起電圧は、第 1 ロータ電気角 $\theta ER1$ を横軸として、U 相逆起電圧 Vcu 、V 相逆起電圧 Vcv および W 相逆起電圧 Vcw の順に並んでおり、このことは、第 1 ロータ 14 が磁界回転方向と逆方向に回転していることを表す。以上のような図 14 に示すシミュレーション結果は、上述した式 (25) に基づく $\omega MFR = -1.25 \cdot \omega ER1$ の関係と合致する。

【0085】

さらに、図 15 は、駆動用等価トルク TSE 、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク $TR1$ 、 $TR2$ の推移の一例を示している。この場合にも、図 13 の場合と同様、式 (32) から、駆動用等価トルク TSE 、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク $TR1$ 、 $TR2$ の間の関係は、 $TSE = TR1 / 1.25 = -TR2 / 2.25$ で表される。図 15 に示すように、駆動用等価トルク TSE は、ほぼ $TREF$ に、第 1 ロータ伝達トルク $TR1$ は、ほぼ $1.25 \cdot TREF$ に、第 2 ロータ伝達トルク $TR2$ は、ほぼ $-2.25 \cdot TREF$ になっている。このような図 15 に示すシミュレーション結果は、上述した式 (32) に基づく $TSE = TR1 / 1.25 = -TR2 / 2.25$ の関係と合致する。

【0086】

以上のように、回転機 11 では、ステータ 13 への電力供給により回転磁界を発生させると、前述した磁石磁極とコア 15a と電機子磁極を結ぶような磁力線 ML が発生し、こ

10

20

30

40

50

の磁力線 M_L による磁力の作用によって、ステータ 13 に供給された電力は動力に変換され、その動力が、第 1 ロータ 14 や第 2 ロータ 15 から出力される。この場合、磁界電気角速度 ω_{MFR} 、第 1 および第 2 のロータ電気角速度 ω_{ER1} 、 ω_{ER2} の間に、前記式 (40) に示す関係が成立するとともに、駆動用等価トルク T_{SE} 、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク T_{R1} 、 T_{R2} の間に、前記式 (41) に示す関係が成立する。

【0087】

このため、ステータ 13 に電力を供給していない状態で、第 1 および第 2 のロータ 14、15 の少なくとも一方に動力を入力することにより、この少なくとも一方をステータ 13 に対して回転させると、ステータ 13 において、発電が行われるとともに、回転磁界が発生し、この場合にも、磁石磁極と軟磁性体と電機子磁極を結ぶような磁力線 M_L が発生するとともに、この磁力線 M_L による磁力の作用によって、式 (40) に示す電気角速度の関係と式 (41) に示すトルクの関係が成立する。

10

【0088】

すなわち、発電した電力および磁界電気角速度 ω_{MFR} と等価のトルクを発電用等価トルク T_{GE} とすると、この発電用等価トルク T_{GE} 、第 1 および第 2 のロータ伝達トルク T_{R1} 、 T_{R2} の間にも、式 (41) に示す関係が成立する。以上から明らかなように、回転機 11 は、遊星歯車装置と一般的な 1 ロータタイプの回転機とを組み合わせた装置と同じ機能を有する。

【0089】

また、回転機 11 には、電磁誘導式の回転角センサ 32 (相対回転角度位置関係検出手段) が設けられており、この回転角センサ 32 は、前述した第 1 ロータ回転角 θ_{R1} を検出し、その検出信号を ECU 25 に出力する。さらに、図 32 に示すように、回転機 11 には、第 1 電流センサ 33 および第 2 電流センサ 34 が設けられている。これらの第 1 および第 2 の電流センサ 33、34 はそれぞれ、前述した U 相電流 I_u および V 相電流 I_v を表す検出信号を ECU 25 に出力する。

20

【0090】

ECU 25 は、I/O インターフェース、CPU、RAM および ROM などからなるマイクロコンピュータで構成されている。また、ECU 25 は、第 2 ロータ 15 がクランク軸 3a に直結されていることから、検出されたクランク角度位置に基づいて、前述した第 2 ロータ回転角 θ_{R2} を算出するとともに、第 1 ロータ 14 がコンプレッサ 4 の入力軸 4a に連結されていることから、検出された第 1 ロータ回転角 θ_{R1} に基づいて、コンプレッサ 4 の入力軸 4a の回転数 (以下「コンプレッサ回転数 N_A 」という) を算出する。

30

【0091】

さらに、ECU 25 は、第 1 および第 2 のロータ回転角 θ_{R1} 、 θ_{R2} に応じ、前記式 (39) に基づき、回転磁界を制御することによって、回転機 11 の動作を制御する。具体的には、図 32 に示すように、ECU 25 は、目標電流算出部 25a、電気角変換器 25b (相対回転角度位置関係検出手段)、電流座標変換器 25c、偏差算出部 25d、電流制御器 25e、および電圧座標変換器 25f を有している。上記の回転磁界の制御は、いわゆるベクトル制御で U 相 ~ W 相の電流 I_u 、 I_v 、 I_w を制御することによって、行われる。

40

【0092】

上記の目標電流算出部 25a は、後述する d 軸電流 I_d および q 軸電流 I_q の目標値 (以下、それぞれ「目標 d 軸電流 I_{d_tar} 」「目標 q 軸電流 I_{q_tar} 」という) を算出するとともに、算出した目標 d 軸電流 I_{d_tar} および目標 q 軸電流 I_{q_tar} を、偏差算出部 25d に出力する。なお、これらの目標 d 軸および q 軸の電流 I_{d_tar} 、 I_{q_tar} は、例えば、第 1 ロータ 14 に作用するコンプレッサ 4 の負荷などに応じて算出される。

【0093】

電気角変換器 25b には、検出 (算出) された第 1 および第 2 のロータ回転角 θ_{R1} 、 θ_{R2} が入力される。電気角変換器 25b は、入力された第 1 および第 2 のロータ回転角

50

θ_{R1} , θ_{R2} に、電機子磁極の極対数 (値 2) を乗算することによって、前述した第 1 および第 2 のロータ電気角 θ_{ER1} , θ_{ER2} を算出する。また、算出した第 1 および第 2 のロータ電気角 θ_{ER1} , θ_{ER2} を、電流座標変換器 25c および電圧座標変換器 25f に出力する。

【 0 0 9 4 】

電流座標変換器 25c には、第 1 および第 2 のロータ電気角 θ_{ER1} , θ_{ER2} に加え、検出された U 相および V 相の電流 I_u , I_v が入力される。電流座標変換器 25c は、入力された U 相および V 相の電流 I_u , I_v と第 1 および第 2 のロータ電気角 θ_{ER1} , θ_{ER2} に基づいて、そのときどきの 3 相交流座標上での U 相 ~ W 相の電流 $I_u \sim I_w$ を、d q 座標上での d 軸電流 I_d および q 軸電流 I_q に変換する。この d q 座標は、 $(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1})$ を d 軸とし、この d 軸に直交する軸を q 軸として、 $(3 \cdot \omega_{ER2} - 2 \cdot \omega_{ER1})$ で回転するものである。具体的には、d 軸電流 I_d および q 軸電流 I_q は、次式 (42) によって算出される。また、電流座標変換器 25c は、算出した d 軸電流 I_d および q 軸電流 I_q を偏差算出部 25d に出力する。

【 数 4 2 】

$$\begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1}) & \cos(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} - \frac{2}{3}\pi) & \cos(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} + \frac{2}{3}\pi) \\ -\sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1}) & -\sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} - \frac{2}{3}\pi) & -\sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} + \frac{2}{3}\pi) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_u \\ I_v \\ I_w \end{bmatrix} \quad \dots\dots (42)$$

【 0 0 9 5 】

偏差算出部 25d は、入力された目標 d 軸電流 I_{d_tar} と d 軸電流 I_d との偏差 (以下「d 軸電流偏差 dI_d 」という) を算出するとともに、入力された目標 q 軸電流 I_{q_tar} と q 軸電流 I_q との偏差 (以下「q 軸電流偏差 dI_q 」という) を算出する。また、算出した d 軸電流偏差 dI_d および q 軸電流偏差 dI_q を、電流制御器 25e に出力する。

【 0 0 9 6 】

電流制御器 25e は、入力された d 軸電流偏差 dI_d および q 軸電流偏差 dI_q に基づき、所定のフィードバック制御アルゴリズム、例えば P I 制御アルゴリズムによって、d 軸電圧 V_d および q 軸電圧 V_q を算出する。これにより、d 軸電圧 V_d は、d 軸電流 I_d が目標 d 軸電流 I_{d_tar} になるような値に算出され、q 軸電圧 V_q は、q 軸電流 I_q が目標 q 軸電流 I_{q_tar} になるような値に算出される。また、算出した d 軸および q 軸の電圧 V_d , V_q を、電圧座標変換器 25f に出力する。

【 0 0 9 7 】

電圧座標変換器 25f は、入力された d 軸電圧 V_d および q 軸電圧 V_q を、入力された第 1 および第 2 のロータ電気角 θ_{ER1} , θ_{ER2} に基づいて、3 相交流座標上での U 相 ~ W 相の電圧 V_u , V_v , V_w の指令値 (以下、それぞれ「U 相電圧指令値 V_{u_cmd} 」「V 相電圧指令値 V_{v_cmd} 」「W 相電圧指令値 V_{w_cmd} 」という) に変換する。具体的には、U 相 ~ W 相の電圧指令値 $V_{u_cmd} \sim V_{w_cmd}$ は、次式 (43) によって算出される。また、電圧座標変換器 25f は、算出した U 相 ~ W 相の電圧指令値 $V_{u_cmd} \sim V_{w_cmd}$ を前述した P D U 26 に出力する。

【数 4 3】

$$\begin{bmatrix} V_{u_cmd} \\ V_{v_cmd} \\ V_{w_cmd} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1}) & -\sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1}) \\ \cos(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} - \frac{2}{3}\pi) & -\sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} - \frac{2}{3}\pi) \\ \cos(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} + \frac{2}{3}\pi) & -\sin(3 \cdot \theta_{ER2} - 2 \cdot \theta_{ER1} + \frac{2}{3}\pi) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix}$$

..... (43)

10

【0098】

これに伴い、PDU26は、U相～W相の電圧 $V_u \sim V_w$ を、U相～W相の電圧指令値 $V_{u_cmd} \sim V_{w_cmd}$ にそれぞれなるように回転機11に印可する。これにより、U相～W相の電流 $I_u \sim I_w$ が制御され、この場合、これらの電流 $I_u \sim I_w$ は、前記式(36)～(38)でそれぞれ表される。また、電流の振幅 I は、目標d軸電流 I_{d_tar} および目標q軸電流 I_{q_tar} に基づいて定まる。

【0099】

以上のようなECU25による制御によって、磁界電気角度位置 θ_{MFR} は、前記式(39)が成立するように制御され、磁界電気角速度 ω_{MFR} は、前記式(40)が成立するように制御される。

20

【0100】

以上の構成の補機駆動装置1は、その動作モードとして、エンジン3の停止中および運転中にそれぞれコンプレッサ4を駆動する「ENG停止モード」および「ENG運転モード」を有している。以下、これらの動作モードについて、ENG停止モードから順に説明する。

【0101】

・ENG停止モード

図16は、このENG停止モード中における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係の一例とともに示している。前述したように第2ロータ15がクランク軸3aに直結されているので、第2ロータ15の回転数とエンジン回転数 N_E は、互いに等しい。また、第1ロータ14が、回転軸16、出力プーリ22、ベルト23および入力プーリ21を介して、コンプレッサ4の入力軸4aに連結されているので、両プーリ22, 21による変速を無視すれば、第1ロータ14の回転数と、コンプレッサ回転数 N_A は、互いに等しい。これらのことと、前述した回転機11の機能から、ENG停止モード中における回転磁界、第1および第2のロータ14, 15の間の回転数の関係と、エンジン回転数 N_E とコンプレッサ回転数 N_A の関係は、例えば図16のように示される。

30

【0102】

なお、図16では、図4と同様、値0を示す横線に交わる縦線上に表された白丸と横線との隔たりが、縦線の一端に表記されたパラメータの回転数に相当しており、便宜上、エンジン回転数 N_E およびコンプレッサ回転数 N_A を表す符号を、白丸の付近に表記している。また、図16では、正転方向および逆転方向を、「+」および「-」でそれぞれ表している。これらのことは、後述する他の速度共線図についても同様である。

40

【0103】

ENG停止モード中、第2ロータ15には、エンジン3のフリクション(以下「エンジンフリクションTEF」という)が作用しており、このエンジンフリクションTEFは、コンプレッサ4を駆動するのに必要なトルクよりも非常に大きい。そのような状態で、ECU25によるPDU26の制御によって、ステータ13に電力を供給し、回転磁界を逆転させる。これにより、ステータ13への電力供給に伴って発生した駆動用等価トルク T_{SE} は、第2ロータ15に作用するエンジンフリクションTEFを反力として、第1ロー

50

タ 1 4 に伝達され、第 1 ロータ 1 4 を正転させるように作用する（図 1 6 参照）。また、第 1 ロータ 1 4 に伝達された第 1 ロータ伝達トルク $T R 1$ は、回転軸 1 6、出力プーリ 2 2、ベルト 2 3 および入力プーリ 2 1 を介して、コンプレッサ 4 に伝達され、その結果、コンプレッサ 4 の入力軸 4 a が正転する。この場合、エンジン回転数 $N E$ が値 0 になり、ステータ 1 3 に供給された電力はすべて、動力としてコンプレッサ 4 に伝達される。

【 0 1 0 4 】

さらに、図 1 6 に示すように、ENG 停止モード中、前記式（40）、第 1 および第 2 のロータ回転角 $\theta R 1$ 、 $\theta R 2$ に応じ、回転磁界の回転数を制御することによって、コンプレッサ回転数 $N A$ が、コンプレッサ 4 の作動に適した所定値 $N R E F$ に保持される。以上のように、ENG 停止モード中、コンプレッサ 4 は、回転機 1 1 のみを駆動源として駆動される。

10

【 0 1 0 5 】

・ ENG 運転モード

この ENG 運転モード中、基本的には、クランク軸 3 a から第 2 ロータ 1 5 に伝達される動力の一部を用いて、ステータ 1 3 で発電を行う。図 1 7（a）は、ENG 運転モードの開始時における各種の回転要素の回転数の関係を、各種の回転要素のトルクの関係とともに示している。同図に示すように、ENG 運転モードの開始時、第 2 ロータ 1 5 がクランク軸 3 a とともに正転するのに対し、第 1 ロータ 1 4 が停止しているので、第 1 および第 2 のロータ 1 4、1 5 の回転数によって定まる回転磁界の回転方向は、正転方向になる。

20

【 0 1 0 6 】

このため、エンジン 3 から第 2 ロータ 1 5 に伝達された第 2 ロータ伝達トルク $T R 2$ は、発電用等価トルク $T G E$ を反力として、第 1 ロータ 1 4 を介してコンプレッサ 4 に伝達され、コンプレッサ 4 が駆動される（図 1 7 参照）。換言すれば、第 2 ロータ 1 5 に伝達されたエンジン 3 の動力の一部が、ステータ 1 3 に電力として分配されるとともに、残りが、第 1 ロータ 1 4 を介してコンプレッサ 4 に分配される。また、正転している回転磁界の回転数を低下させることにより、ステータ 1 3 に電力として分配されるエンジン 3 の動力を低下させることによって、第 1 ロータ 1 4 を介してコンプレッサ 4 に分配されるエンジン 3 の動力を増大させる。以上の結果、図 1 7（b）に示すように、コンプレッサ回転数 $N A$ が、図 1 7（a）に示す値 0 の状態から上昇する。

30

【 0 1 0 7 】

以上のように、ENG 運転モード中、エンジン 3 は、コンプレッサ 4 の駆動源として用いられ、回転機 1 1 は、エンジン 3 の動力をコンプレッサ 4 に伝達する伝達機構として機能する。また、ステータ 1 3 で上述したように発電した電力は、バッテリー 2 7 に充電され、それにより、次の ENG 停止モード中に、バッテリー 2 7 に充電した電力を用いて、コンプレッサ 4 を駆動することができる。

【 0 1 0 8 】

さらに、図 1 7（b）に示すように、ENG 運転モード中、ENG 停止モードと同様、前記式（40）、第 1 および第 2 のロータ回転角 $\theta R 1$ 、 $\theta R 2$ に応じ、回転磁界の回転数を制御することによって、コンプレッサ回転数 $N A$ が、コンプレッサ 4 の作動に適した所定値 $N R E F$ に保持される。この場合、図 1 7（b）に実線で示す速度共線図と破線で示す速度共線図から明らかなように、エンジン回転数 $N E$ の高低にかかわらず、コンプレッサ回転数 $N A$ を、コンプレッサ 4 の作動に適した所定値 $N R E F$ に保持することができる。

40

【 0 1 0 9 】

また、図 1 8 に示すように、ENG 運転モード中、エンジン回転数 $N E$ が非常に低い場合には、同図に破線で示すように、発電に伴って発生した回転磁界の回転数を制御しても、コンプレッサ回転数 $N A$ を所定値 $N R E F$ まで上昇させることができない場合がある。そのような場合には、ステータ 1 3 に電力を供給し、回転磁界を逆転させる。これにより、エンジン 3 から第 2 ロータ 1 5 に伝達された第 2 ロータ伝達トルク $T R 2$ は、駆動用等

50

価トルク TSE を反力として、第 1 ロータ 14 を介してコンプレッサ 4 に伝達され、コンプレッサ 4 が駆動される。さらに、逆転する回転磁界の回転数を制御することによって、図 18 に実線で示すように、コンプレッサ回転数 NA を、所定値 $NREF$ に上昇させ、保持することができる。

【0110】

また、エンジン運転モード中、コンプレッサ 4 を停止するときには、第 1 ロータ 14 の回転数が値 0 になればよいので、前記式 (40) から明らかなように、回転磁界の回転数を、エンジン回転数 NE の 3 倍になるように制御する。さらに、発電用等価トルク TGE を、第 1 ロータ 14 に作用するコンプレッサ 4 のフリクションのトルク相当値の $1/2$ になるように制御する。以上により、第 1 ロータ 14 の回転数が値 0 に制御され、コンプレッサ 4 が停止されるとともに、回転機 11 に入力されたエンジン 3 の動力のほぼ 100% が、電力に変換される。

10

【0111】

以上のように、本実施形態によれば、回転機 11 において、電機子磁極の極対数に対する永久磁石 14a の磁石磁極の極対数の比 (以下「極対数比 α 」という) が値 2.0 に設定されている。これにより、前記式 (41) から明らかなように、コンプレッサ 4 を駆動するためには、駆動用等価トルク TSE および発電用等価トルク TGE を、第 1 ロータ 14 を介してコンプレッサ 4 に伝達されるトルクの $1/2$ の大きさに制御すれば足りる。一方、前述した従来の補機駆動装置を用いてコンプレッサを駆動するためには、駆動用等価トルク (発電用等価トルク) と、第 1 ロータに伝達されるトルクと、第 2 ロータに伝達されるトルクとの比が 1:1:2 であるので、駆動用等価トルク (発電用等価トルク) を、第 1 ロータを介してコンプレッサ 4 に伝達されるトルクと同じ大きさに制御しなければならない。以上のように、従来の場合と比較して、駆動用等価トルク TSE および発電用等価トルク TGE を低減できるので、ステータ 13 の小型化を図ることができ、ひいては、補機駆動装置 1 の小型化およびコストの削減を図ることができる。

20

【0112】

また、従来の場合と異なり、コア 15a から成る単一の軟磁性体列によって回転機 11 を作動させ、コンプレッサ 4 を駆動することができるので、回転機 11 の構成を単純化でき、ひいては、補機駆動装置 1 の構成の単純化と、さらなるコストの削減を図ることができる。

30

【0113】

さらに、第 1 および第 2 のロータ電気角 $\theta ER1$, $\theta ER2$ を算出するとともに、算出された両電気角 $\theta ER1$, $\theta ER2$ に応じ、回転磁界の磁界電気角度位置 θMFR を、前記式 (39) が成立するように制御するので、回転機 11 の適正な動作を確保でき、ひいては、補機駆動装置 1 の適正な動作を確保することができる。

【0114】

次に、図 19 を参照しながら、本発明の第 2 実施形態による補機駆動装置 1A について説明する。この補機駆動装置 1A は、上述した第 1 実施形態と比較して、回転機 11A の構成が主に異なっている。回転機 11A は、第 1 実施形態の回転機 11 と異なり、後述する取付部 12f の径方向 (以下、単に「径方向」という) の内側から、ステータ 13、第 2 ロータ 15 および第 1 ロータ 14 の順に配置されている。同図において、補機駆動装置 1A の構成要素のうち、第 1 実施形態と同じものについては、同じ符号を用いて示している。このことは、後述する他の実施形態の図面についても同様である。以下、第 1 実施形態と異なる点を中心として説明する。

40

【0115】

ステータ 13 の鉄芯 13a は、円柱状の取付部 12f の外周面に取り付けられており、この取付部 12f は、連結部 12g を介して、エンジン 3 に固定されている。これにより、鉄芯 13a を含むステータ 13 は、移動不能になっている。また、スロットは、鉄芯 13a の外周面に形成されている。

【0116】

50

さらに、第 1 ロータ 1 4 の永久磁石 1 4 a は、リング状の取付部 1 4 d の内周面に取り付けられており、この取付部 1 4 d の外周面は、リング状の出力プーリ 2 2 A の内周面に一体に取り付けられている。この出力プーリ 2 2 A には、ベルト 2 3 が巻き掛けられている。さらに、上記の取付部 1 4 d は、円筒状の第 1 連結部 1 6 a の一端部に一体に取り付けられており、この第 1 連結部 1 6 a の他端部は、ドーナツ板状の第 2 連結部 1 6 b を介して、中空の回転軸 1 6 c に取り付けられている。この回転軸 1 6 c は、軸受け 1 7 に回転自在に支持されており、その内側には、クランク軸 3 a が同心状に回転自在に嵌合している。以上により、永久磁石 1 4 a を含む第 1 ロータ 1 4 は、出力プーリ 2 2 A と一体に回転自在になっており、出力プーリ 2 2 A、ベルト 2 3、および入力プーリ 2 1 を介して、コンプレッサ 4 に連結されている。なお、鉄芯 1 3 a のスロット、永久磁石 1 4 a、および第 2 ロータ 1 5 のコア 1 5 a は、取付部 1 2 f の周方向に等間隔に並んでおり、これらの数は、第 1 実施形態と同じに設定されている。

【0117】

以上の構成の補機駆動装置 1 A では、ENG 停止モードおよび ENG 運転モードによる動作が、第 1 実施形態と同様に行われる。この場合、回転機 1 1 A の制御は、図 3 2 を用いて説明したように行われる。以上により、この第 2 実施形態によれば、第 1 実施形態による前述した効果を同様に得ることができる。また、第 1 実施形態では、出力プーリ 2 2 が回転機 1 1 などと別個に設けられているのに対し、第 2 実施形態では、出力プーリ 2 2 A の内側に第 1 ロータ 1 4、第 2 ロータ 1 5 およびステータ 1 3 が設けられているので、補機駆動装置 1 A をさらに小型化することができる。

【0118】

次に、図 2 0 を参照しながら、本発明の第 3 実施形態による補機駆動装置 1 B について説明する。同図に示すように、この補機駆動装置 1 B は、第 1 実施形態と比較して、回転機 1 1 がプーリやベルトを用いずに補機としてのオイルポンプ 5 に直結されている点が、主に異なっている。具体的には、第 1 ロータ 1 4 の取付部 1 4 b は、ドーナツ板状の連結部 1 4 e を介して、オイルポンプ 5 の入力軸 5 a に直結されている。この入力軸 5 a は、中空に形成されるとともに、軸受け 1 2 d に回転自在に支持されており、その内側には、クランク軸 3 a が同心状に回転自在に嵌合している。

【0119】

また、以上の構成の補機駆動装置 1 B では、ENG 停止モードおよび ENG 運転モードによる動作が、第 1 実施形態と同様に行われる。この場合、回転機 1 1 の制御は、図 3 2 を用いて説明したように行われる。ただし、前述した目標 d 軸および q 軸の電流 I_{d_tar} 、 I_{q_tar} は、例えば、第 1 ロータ 1 4 に作用するオイルポンプ 5 の負荷などに応じて算出される。以上により、この第 3 実施形態によれば、第 1 実施形態による効果を同様に得ることができる。また、第 3 実施形態では、第 1 実施形態と比較して、入力プーリ 2 1、出力プーリ 2 2 およびベルト 2 3 が省略されている分、補機駆動装置 1 B の小型化およびコストの削減を、より一層、図ることができる。

【0120】

なお、第 1 ~ 第 3 の実施形態では、前述した極対数比 α を値 2.0 に設定しているが、極対数比 α を値 1.0 未満に設定した場合には、次のような効果が得られる。図 2 1 に実線で示す速度共線図は、この場合における各種のパラメータの回転速度の関係を、エンジン 3 の運転中で、かつ、コンプレッサ 4 (オイルポンプ 5) の駆動中について示している。また、前述したように、従来の補機駆動装置では、第 1 および第 2 の回転磁界の回転数と第 2 ロータの回転数との差と、第 2 ロータの回転数と第 1 ロータの回転数との差が同じになるため、第 1 および第 2 の回転磁界の回転数は、図 2 1 に破線で表記した速度共線図のように示される。なお、同図では、コンプレッサ 4 およびオイルポンプ 5 のうち、両者を代表して、コンプレッサ 4 を表記している。

【0121】

図 2 1 に破線で示すように、エンジン回転数 NE が比較的高いことによって、第 2 ロータの回転数が第 1 ロータよりも高いときには、第 1 および第 2 の回転磁界の回転数は、第

2ロータよりも高くなり、過大になる。これに対して、上述したように極対数比 α を値1.0未満に設定することによって、図21に破線で示す速度共線図と、実線で示す速度共線図との比較から明らかなように、前述した従来の場合よりも、回転磁界の回転数を低減できるので、回転磁界の回転数の過大化による損失の発生によりコンプレッサ4（オイルポンプ5）の駆動効率が低下するのを、防止することができる。

【0122】

図22は、本発明の第4実施形態による補機駆動装置1Cを示している。以下、この補機駆動装置1Cについて、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。図22に示すように、補機駆動装置1Cは、第1実施形態と比較して、クランク軸3aおよびコンプレッサ4に対する第1および第2のロータ14, 15の連結関係が逆になっている点が、主に異なっている。具体的には、第1ロータ14はクランク軸3aに直結されており、第2ロータ15は、回転軸16、出力プーリ22、ベルト23および入力プーリ21を介して、コンプレッサ4の入力軸4aに連結されている。また、回転角センサ32は、第1実施形態と異なり、第1ロータ回転角 $\theta R1$ ではなく、第2ロータ回転角 $\theta R2$ を検出し、その検出信号をECU25に出力する。

10

【0123】

さらに、ECU25は、第1ロータ14がクランク軸3aに直結されていることから、クランク角センサ31で検出されたクランク角度位置に基づいて、第1ロータ回転角 $\theta R1$ を算出するとともに、第2ロータ15がコンプレッサ4の入力軸4aに連結されていることから、検出された第2ロータ回転角 $\theta R2$ に基づいて、コンプレッサ回転数 N_A を算出する。また、ECU25は、第1および第2のロータ回転角 $\theta R1$, $\theta R2$ とコンプレッサ回転数 N_A に応じて、回転機11の動作を制御する。さらに、上述したような第1実施形態との構成上の違いから、補機駆動装置1CにおけるENG停止モードおよびENG運転モードは、第1実施形態の場合と異なっている。以下、これらの動作モードについて、ENG停止モードから順に説明する。

20

【0124】

・ENG停止モード

図23は、このENG停止モード中における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係の一例とともに示している。上述したように第1ロータ14がクランク軸3aに直結されているので、第1ロータ14の回転数とエンジン回転数 N_E は、互いに等しい。また、第2ロータ15が、回転軸16、出力プーリ22、ベルト23および入力プーリ21を介して、コンプレッサ4の入力軸4aに連結されているので、両プーリ22, 21による変速を無視すれば、第2ロータ15の回転数とコンプレッサ回転数 N_A は、互いに等しい。これらのことと、前述した回転機11の機能から、ENG停止モード中における回転磁界、第1および第2のロータ14, 15の間の回転数の関係と、エンジン回転数 N_E とコンプレッサ回転数 N_A の関係は、例えば図23のように示される。

30

【0125】

ENG停止モード中、第1ロータ14には、エンジンフリクションTEFが作用しており、このエンジンフリクションTEFは、コンプレッサ4を駆動するのに必要なトルクよりも非常に大きい。そのような状態で、ECU25によるPDU26の制御によって、ステータ13に電力を供給し、回転磁界を正転させる。これにより、図23に示すように、ステータ13への電力供給に伴って発生した駆動用等価トルクTSEは、第1ロータ14に作用するエンジンフリクションTEFを反力として、第2ロータ15に伝達され、第2ロータ15を正転させるように作用する。また、第2ロータ15に伝達された第2ロータ伝達トルクTR2は、回転軸16などを介して、コンプレッサ4に伝達され、その結果、コンプレッサ4の入力軸4aが正転する。この場合、エンジン回転数 N_E が値0になり、ステータ13に供給された電力はすべて、動力としてコンプレッサ4に伝達される。

40

【0126】

さらに、図23に示すように、ENG停止モード中、前記式(40)、第1および第2

50

のロータ回転角 $\theta R1$, $\theta R2$ に応じ、回転磁界の回転数を制御することによって、コンプレッサ回転数 NA が、コンプレッサ 4 の作動に適した所定値 $NREF$ に保持される。以上のように、ENG 停止モード中、第 1 実施形態と同様、コンプレッサ 4 は、回転機 11 のみを駆動源として駆動される。

【0127】

・ENG 運転モード

この ENG 運転モードの開始時、クランク軸 3a から第 1 ロータ 14 に伝達される動力の一部を用いて、ステータ 13 で発電を行う。図 24 (a) は、ENG 運転モードの開始時における各種の回転要素の回転数の関係を、各種の回転要素のトルクの関係とともに示している。同図に示すように、ENG 運転モードの開始時、第 1 ロータ 14 がクランク軸 3a とともに正転するのに対し、第 2 ロータ 15 が停止しているので、第 1 および第 2 のロータ 14 , 15 の回転数によって定まる回転磁界の回転方向は、逆転方向になる。

【0128】

このため、エンジン 3 から第 1 ロータ 14 に伝達された第 1 ロータ伝達トルク $TR1$ は、発電用等価トルク TGE を反力として、第 2 ロータ 15 に伝達され、さらに、コンプレッサ 4 に伝達され、コンプレッサ 4 が駆動される (図 24 参照)。換言すれば、第 1 ロータ 14 に伝達されたエンジン 3 の動力の一部が、ステータ 13 に電力として分配されるとともに、残りが、第 2 ロータ 15 を介してコンプレッサ 4 に分配される。また、逆転している回転磁界の回転数を値 0 になるように制御することにより、ステータ 13 に電力として分配されるエンジン 3 の動力を低下させることによって、第 2 ロータ 15 を介してコンプレッサ 4 に分配されるエンジン 3 の動力を増大させる。以上の結果、図 24 (b) に示すように、コンプレッサ回転数 NA が、図 24 (a) に示す値 0 の状態から上昇する。

【0129】

そして、ENG 運転モード中、回転磁界の回転数が値 0 になった後には、ステータ 13 に電力を供給するとともに、回転磁界を正転させる。これにより、図 25 に示すように、エンジン 3 から第 1 ロータ 14 に伝達された第 1 ロータ伝達トルク $TR1$ は、駆動用等価トルク TSE を反力として、第 2 ロータ 15 に伝達され、さらに、コンプレッサ 4 に伝達される。換言すれば、エンジン 3 から第 1 ロータ 14 に伝達された動力と、ステータ 13 に供給された電力に相当する動力とが合成された後、第 2 ロータ 15 を介してコンプレッサ 4 に伝達される。

【0130】

さらに、図 25 に示すように、ENG 運転モード中、ENG 停止モードと同様、前記式 (40)、第 1 および第 2 のロータ回転角 $\theta R1$, $\theta R2$ に応じ、回転磁界の回転数を制御することによって、コンプレッサ回転数 NA が、コンプレッサ 4 の作動に適した所定値 $NREF$ に保持される。この場合、図 25 に実線で示す速度共線図と破線で示す速度共線図から明らかなように、エンジン回転数 NE の高低にかかわらず、コンプレッサ回転数 NA を、コンプレッサ 4 の作動に適した所定値 $NREF$ に保持することができる。

【0131】

また、図 26 に示すように、ENG 運転モード中、エンジン回転数 NE が非常に高い場合には、同図に破線で示すように、正転する回転磁界の回転数を制御しても、コンプレッサ回転数 NA を所定値 $NREF$ に制御できない場合がある。そのような場合には、ステータ 13 で発電を行い、回転磁界を逆転させるとともに、回転磁界の回転数を制御することによって、図 26 に実線で示すように、コンプレッサ回転数 NA を、所定値 $NREF$ に保持することができる。以上のように、エンジン 3 の極高回転中には、ステータ 13 で発電しながら、コンプレッサ 4 を駆動することができる。また、発電した電力は、バッテリー 27 に充電され、それにより、次の ENG 停止モード中に、バッテリー 27 に充電した電力を用いて、コンプレッサ 4 を駆動することができる。

【0132】

また、エンジン 3 の運転中、コンプレッサ 4 を停止するときには、コンプレッサ回転数 NA が値 0、すなわち、第 2 ロータ 15 の回転数が値 0 になればよいので、前記式 (40

）から明らかなように、回転磁界を、エンジン回転数 N_E の 2 倍の速度で逆転するように制御する。また、発電用等価トルク T_{GE} を、第 2 ロータ 15 に作用するコンプレッサ 4 のフリクションのトルク相当値の $1/3$ になるように制御する。以上により、第 2 ロータ 15 の回転数が値 0 に制御され、コンプレッサ 4 が停止されるとともに、回転機 11 に入力されたエンジン 3 の動力のほぼ 100% が、電力に変換される。

【0133】

また、以上の ENG 停止モードおよび ENG 運転モード中、ECU 25 による回転機 11 の制御は、図 32 を用いて説明したように行われ、それにより、回転磁界の磁界電気角位置 θ_{MFR} が、前記式 (39) が成立するように制御される。ただし、この場合、目標 d 軸および q 軸の電流 I_{d_tar} 、 I_{q_tar} は、例えば、第 2 ロータ 15 に作用するコンプレッサ 4 の負荷などに応じて算出される。

10

【0134】

以上のように、上述した第 4 実施形態によれば、回転機 11 において、極対数比 α が値 2.0 に設定されている。これにより、前記式 (41) から明らかなように、コンプレッサ 4 を駆動するためには、駆動用等価トルク T_{SE} および発電用等価トルク T_{GE} を、第 2 ロータ 15 を介してコンプレッサ 4 に伝達されるトルクの $1/3$ の大きさに制御すれば足りる。一方、前述した従来の補機駆動装置を用いてコンプレッサ 4 を駆動するためには、駆動用等価トルク（発電用等価トルク）と、第 1 ロータに伝達されるトルクと、第 2 ロータに伝達されるトルクとの比が $1:1:2$ であるので、駆動用等価トルク（発電用等価トルク）を、第 2 ロータを介してコンプレッサ 4 に伝達されるトルクの $1/2$ の大きさに

20

【0135】

また、第 1 実施形態と同様、従来の場合と異なり、コア 15a から成る単一の軟磁性体列によって回転機 11 を作動させ、コンプレッサ 4 を駆動することができるので、回転機 11 の構成を単純化でき、ひいては、補機駆動装置 1C の構成の単純化と、さらなるコストの削減を図ることができる。さらに、第 1 および第 2 のロータ電気角 θ_{ER1} 、 θ_{ER2} を算出するとともに、算出された両電気角 θ_{ER1} 、 θ_{ER2} に応じ、回転磁界の磁界電気角度位置 θ_{MFR} を、前記式 (39) が成立するように制御するので、回転機 11 の適正な動作を確保でき、ひいては、補機駆動装置 1C の適正な動作を確保することが

30

【0136】

なお、補機駆動装置 1 および 1A ~ 1C は、コンプレッサ 4 などの補機の駆動用だけでなく、エンジン 3 の始動用のスタータとして兼用することができる。図 27 は、そのように構成された補機駆動装置 1D などを示している。この補機駆動装置 1D は、前述した第 2 実施形態の回転機 11A を有している。同図に示すように、第 1 ロータ 14 は、第 1 および第 2 の連結部 16a、16b、ワンウェイクラッチ 41、および連結部 12g を介して、エンジン 3 の本体に連結されている。このワンウェイクラッチ 41 は、第 1 ロータ 14 に正転させるような動力が伝達された場合には、第 1 ロータ 14 とエンジン 3 の本体との間を遮断し、それにより、第 1 ロータ 14 の回転を許容する一方、第 1 ロータ 14 に逆転させるような動力が伝達された場合には、第 1 ロータ 14 とエンジン 3 の本体との間を接続し、それにより、第 1 ロータ 14 の回転を阻止する。

40

【0137】

図 28 は、補機駆動装置 1D において、エンジン 3 を始動する際の各種の回転要素の回転数の関係を、各種の回転要素のトルクの関係とともに示している。エンジン 3 の始動時、ステータ 13 に電力を供給するとともに、回転磁界を正転させる。これにより、駆動用等価トルク T_{SE} は、エンジン 3 の本体からワンウェイクラッチ 41 を介して第 1 ロータ 14 に作用する反力 T_C により、第 2 ロータ 15 に伝達され、さらに、クランク軸 3a に伝達される結果、クランク軸 3a が正転する。その状態で、エンジン 3 の燃料噴射弁や点

50

火プラグ（図示せず）の点火動作を制御することによって、エンジン 3 を始動することができる。

【0138】

この場合、図 28 に示すトルクの関係から明らかなように、エンジン 3 を始動すべく、クランク軸 3a を回転させるためには、駆動用等価トルク TSE を、第 2 ロータ 15 を介してクランク軸 3a に伝達されるトルクの $1/3$ の大きさに制御すれば足りる。一方、従来の補機駆動装置を用いてクランク軸 3a を駆動する場合には、駆動用等価トルク（発電用等価トルク）と、第 1 ロータに伝達されるトルクと、第 2 ロータに伝達されるトルクとの比が $1:1:2$ であるので、駆動用等価トルクを、第 2 ロータを介してクランク軸 3a に伝達されるトルクの $1/2$ の大きさに制御しなければならない。以上のように、従来の場合と比較して、駆動用等価トルク TSE を低減できるので、ステータ 13 の小型化を図ることができる。ひいては、補機駆動装置 1D の小型化およびコストの削減を図ることができる。

10

【0139】

なお、以上のようなエンジン 3 の始動中、ECU 25 による回転機 11A の制御は、図 32 を用いて説明したように行われ、それにより、回転磁界の電気角度位置 θMFR が、前記式 (39) が成立するように制御される。ただし、この場合、目標 d 軸および q 軸の電流 I_{d_tar} 、 I_{q_tar} は、例えば、第 2 ロータ 15 に作用するエンジンフリクション T_{EF} などに応じて算出される。

【0140】

また、上述した補機駆動装置 1D のように、第 1 および第 2 のロータ 14、15 が補機（コンプレッサ 4）およびクランク軸 3a にそれぞれ連結されている場合に限らず、これとは逆に、第 4 実施形態の補機駆動装置 1C のように、第 1 および第 2 のロータ 14、15 がクランク軸 3a および補機にそれぞれ連結されている場合にも、エンジン 3 を始動することができる。この場合、回転軸 16 を第 2 ロータ 15 とともにクラッチなどにより回転不能に保持した状態で、ステータ 13 に電力を供給するとともに、回転磁界を逆転させる。これにより、図 29 に示すように、駆動用等価トルク TSE は、クラッチから第 2 ロータ 15 に作用する反力 TC によって、第 1 ロータ 14 に伝達され、さらに、クランク軸 3a に伝達される結果、クランク軸 3a が正転する。その状態で、エンジン 3 の燃料噴射弁や点火プラグの点火動作を制御することによって、エンジン 3 を始動することができる。

20

30

【0141】

この場合、図 29 に示すトルクの関係から明らかなように、エンジン 3 を始動すべく、クランク軸 3a を回転させるためには、駆動用等価トルク TSE を、第 1 ロータ 14 を介してクランク軸 3a に伝達されるトルクの $1/2$ の大きさに制御すれば足りる。一方、前述した従来の補機駆動装置を用いてクランク軸 3a を駆動する場合には、駆動用等価トルク（発電用等価トルク）と、第 1 ロータに伝達されるトルクと、第 2 ロータに伝達されるトルクとの比が $1:1:2$ であるので、駆動用等価トルクを、第 1 ロータを介してクランク軸 3a に伝達されるトルクと同じ大きさに制御しなければならない。以上のように、補機駆動装置 1C をエンジン 3 の始動用として兼用する場合にも、従来の場合と比較して、駆動用等価トルク TSE を低減できるので、ステータ 13 の小型化を図ることができ、ひいては、補機駆動装置 1C の小型化およびコストの削減を図ることができる。

40

【0142】

なお、以上のようなエンジン 3 の始動中、ECU 25 による回転機 11 の制御は、図 32 を用いて説明したように行われ、それにより、回転磁界の電気角度位置 θMFR が、前記式 (39) が成立するように制御される。ただし、この場合、目標 d 軸および q 軸の電流 I_{d_tar} 、 I_{q_tar} は、例えば、第 1 ロータ 14 に作用するエンジンフリクション T_{EF} などに応じて算出される。

【0143】

なお、本発明は、説明した実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施すること

50

ができる。例えば、本実施形態は、補機がコンプレッサ 4 やオイルポンプ 5 の例であるが、本発明は、これらに限らず、他の様々な補機に適用できることはもちろんである。例えば、車両用の燃料ポンプや過給コンプレッサ、または船舶用や航空機用などの補機に適用することができる。また、実施形態は、電機子磁極が 4 個、磁石磁極が 8 個、コア 15 a が 6 個であり、すなわち、本発明における電機子磁極の数と磁極の数と軟磁性体の数との比が、 $1 : 2 : 1.5$ の例であるが、これらの数の比が $1 : m : (1 + m) / 2$ ($m \neq 1, 0$) を満たすものであれば、電機子磁極、磁石磁極およびコア 15 a の数として、任意の数を採用可能である。さらに、実施形態では、コア 15 a を鋼板で構成しているが、他の軟磁性体で構成してもよい。また、実施形態では、ステータ 13、第 1 および第 2 のロータ 14, 15 を径方向に並ぶように配置し、いわゆるラジアルタイプとして回転機 11、11 A を構成しているが、ステータ 13、第 1 および第 2 のロータ 14, 15 を軸線方向に並ぶように配置し、いわゆるアキシアルタイプとして回転機 11、11 A を構成してもよい。

10

20

30

40

50

【0144】

さらに、実施形態では、1つの磁極を、単一の永久磁石 14 a の磁極で構成しているが、複数の永久磁石の磁極で構成してもよい。例えば、2つの永久磁石の磁極がステータ 13 側で近づき合うように、これらの2つの永久磁石を逆 V 字状に並べることにより、1つの磁極を構成することによって、前述した磁力線 M L の指向性を高めることができる。また、実施形態における永久磁石 14 a に代えて、電磁石や回転磁界を発生可能な電機子を用いてもよい。さらに、実施形態では、U 相 ~ W 相のコイル 13 c ~ 13 e をスロット 13 b に分布巻きで巻回しているが、これに限らず、集中巻きでもよい。また、実施形態では、コイル 13 c ~ 13 e を、U 相 ~ W 相の 3 相コイルで構成しているが、回転磁界を発生できれば、このコイルの相数はこれに限らず、任意である。さらに、スロット 13 b の数として、実施形態で示した以外の任意の数を採用してもよいことはもちろんである。また、実施形態では、スロット 13 b や、永久磁石 14 a、コア 15 a を等間隔に配置しているが、不等間隔に配置してもよい。

【0145】

さらに、実施形態では、第 1 および第 2 のロータ回転角 $\theta R 1$, $\theta R 2$ として、基準コイルすなわち特定の U 相コイル 13 c に対する特定の永久磁石 14 a およびコア 15 a の回転角度位置をそれぞれ検出しているが、ステータ 13 に対する第 1 および第 2 のロータ 14, 15 の回転角度位置を表すのであれば、他の部位の回転角度位置を検出してもよい。例えば、特定の V 相コイル 13 d や、特定の W 相コイル 13 e、ケース 12 の特定の部位に対する、取付部 14 b、14 d やフランジ 14 c などの特定の部位の回転角度位置を第 1 ロータ回転角 $\theta R 1$ として、フランジ 15 b や連結部 15 c の特定の部位の回転角度位置を第 2 ロータ回転角 $\theta R 2$ として、それぞれ検出してもよい。

【0146】

また、実施形態では、回転角センサ 32 は、電磁誘導式のものであるが、光学式のものでもよい。さらに、第 1 ~ 第 3 の実施形態では、第 2 ロータ回転角 $\theta R 2$ を、第 4 実施形態では第 1 ロータ回転角 $\theta R 1$ を、検出されたクランク角度位置に基づいて算出しているが、第 1 および第 2 のロータ回転角 $\theta R 1$, $\theta R 2$ をセンサなどで直接、検出してもよい。この場合、そのセンサとして、電磁誘導式や、光学式などといった任意のタイプのものを用いてもよいことは、もちろんである。また、実施形態では、回転磁界の制御に用いる磁界電気角度位置 $\theta M F R$ を、クランク角センサ 31 および回転角センサ 32 で検出 (算出) された第 1 および第 2 のロータ回転角 $\theta R 1$, $\theta R 2$ を用い、式 (39) によって算出しているが、特願 2007 - 280916 号に記載された手法によって求めてもよい。具体的には、サンギヤとリングギヤの歯数の比が電機子磁極および磁石磁極の一方の数に対する他方の数の比と同じ値である遊星歯車装置と、単一の回転角センサを用意し、サンギヤおよびリングギヤの一方を第 1 ロータ 14 に、キャリアを第 2 ロータ 15 に、それぞれ連結するとともに、特定の U 相コイル 13 c に対するサンギヤおよびリングギヤの他方の回転角度位置を、回転角センサで検出する。この場合、電機子磁極の数が磁石磁極の数

よりも大きい場合、第 1 ロータ 1 4 には、サンギヤが連結される。

【 0 1 4 7 】

以上により、上記の回転角センサで検出される回転角度位置は、電機子磁極の数に対する磁石磁極の数の比を γ とすると、 $(1 + \gamma) \theta R 2 - \gamma \cdot \theta R 1$ を表す。このことから明らかなように、第 1 および第 2 のロータ 1 4 , 1 5 の回転角度位置を 2 つのセンサで別個に検出することなく、遊星歯車装置と単一の回転角センサによって、回転磁界の制御に用いる磁界電気角度位置 $\theta M F R$ を求めることができる。

【 0 1 4 8 】

さらに、実施形態では、回転機 1 1、1 1 A の動作を制御する制御装置として、E C U 2 5 および P D U 2 6 を用いているが、これに限らず、例えば、マイクロコンピュータを搭載した電気回路などを用いてもよい。また、コンプレッサ回転数 $N A$ を、第 1 ~ 第 3 の実施形態では第 1 ロータ回転角 $\theta R 1$ に基づいて、第 4 実施形態では第 2 ロータ回転角 $\theta R 2$ に基づいて、それぞれ算出しているが、コンプレッサ回転数 $N A$ をセンサなどで直接、検出してもよい。この場合のセンサとして、電磁誘導式や光学式など、任意のタイプのものを用いることができる。

【 0 1 4 9 】

さらに、実施形態では、本発明における原動機は、車両用のガソリンエンジンであるが、動力を出力するための出力軸を有する任意の原動機でもよい。例えば、ディーゼルエンジンや、クランク軸が鉛直方向に配置された船外機などのような船舶推進機用エンジンを含む様々な産業用の内燃機関を用いてもよく、あるいは、外燃機関や、電動機、水車、風車などを用いてもよい。その他、本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜、変更することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 5 0 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態による補機駆動装置を、エンジンおよびコンプレッサとともに概略的に示す図である。

【図 2】図 1 に示す回転機の拡大断面図である。

【図 3】図 1 に示す回転機のステータ、第 1 および第 2 のロータを周方向に展開し、概略的に示す図である。

【図 4】図 1 に示す回転機における磁界電気角速度、第 1 および第 2 のロータ電気角速度の間の関係の一例を示す速度共線図である。

【図 5】図 1 に示す回転機の第 1 ロータを回転不能に保持した状態で、ステータに電力を供給した場合における動作を説明するための図である。

【図 6】図 5 の続きの動作を説明するための図である。

【図 7】図 6 の続きの動作を説明するための図である。

【図 8】図 5 に示す状態から、電機子磁極が電気角 2π だけ回転したときにおける電機子磁極やコアの位置関係を説明するための図である。

【図 9】図 1 に示す回転機の第 2 ロータを回転不能に保持した状態で、ステータに電力を供給した場合における動作を説明するための図である。

【図 1 0】図 9 の続きの動作を説明するための図である。

【図 1 1】図 1 0 の続きの動作を説明するための図である。

【図 1 2】本発明の回転機の第 1 ロータを回転不能に保持した場合における U 相 ~ W 相の逆起電圧の推移の一例を示す図である。

【図 1 3】本発明の回転機の第 1 ロータを回転不能に保持した場合における駆動用等価トルク、第 1 および第 2 のロータ伝達トルクの推移の一例を示す図である。

【図 1 4】本発明の回転機の第 2 ロータを回転不能に保持した場合における U 相 ~ W 相の逆起電圧の推移の一例を示す図である。

【図 1 5】本発明の回転機の第 2 ロータを回転不能に保持した場合における駆動用等価トルク、第 1 および第 2 のロータ伝達トルクの推移の一例を示す図である。

【図 1 6】図 1 に示す補機駆動装置における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各

10

20

30

40

50

種の回転要素のトルクの関係の一例とともに、ENG停止モード中について示す速度共線図である。

【図17】図1に示す補機駆動装置における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係の一例とともに、(a)ENG運転モードの開始時について、(b)ENG運転モード中について、それぞれ示す速度共線図である。

【図18】図1に示す補機駆動装置における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係の一例とともに、ENG運転モード中で、かつ、エンジン回転数が非常に低い場合について示す速度共線図である。

【図19】本発明の第2実施形態による補機駆動装置を、エンジンおよびコンプレッサとともに概略的に示す図である。

【図20】本発明の第3実施形態による補機駆動装置を、エンジンおよびオイルポンプとともに概略的に示す図である。

【図21】本発明の第1～第3の実施形態による補機駆動装置において、極対数比を値1未満に設定した場合における各種の回転要素の回転数の関係の一例(実線)を、従来の場合(破線)とともに示す速度共線図である。

【図22】本発明の第4実施形態による補機駆動装置を、エンジンおよびコンプレッサとともに概略的に示す図である。

【図23】図22に示す補機駆動装置における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係の一例とともに、ENG停止モード中について示す速度共線図である。

【図24】図22に示す補機駆動装置における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係の一例とともに、(a)ENG運転モードの開始時について、(b)ENG運転モード中で、かつ、回転磁界が逆転している場合について、それぞれ示す速度共線図である。

【図25】図22に示す補機駆動装置における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係の一例とともに、ENG運転モード中で、かつ、回転磁界が正転している場合について示す速度共線図である。

【図26】図22に示す補機駆動装置における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係の一例とともに、ENG運転モード中で、かつ、エンジン回転数が非常に高い場合について示す速度共線図である。

【図27】第1および第2のロータが補機およびクランク軸にそれぞれ連結された、エンジン始動用のスタータとして兼用される補機駆動装置を、エンジンおよびコンプレッサとともに概略的に示す図である。

【図28】図27に示す補機駆動装置における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係とともに、エンジンの始動時について示す速度共線図である。

【図29】第1および第2のロータがクランク軸およびコンプレッサにそれぞれ連結された補機駆動装置をエンジン始動用のスタータとして兼用する場合における各種の回転要素の回転数の関係の一例を、各種の回転要素のトルクの関係とともに、エンジンの始動時について示す速度共線図である。

【図30】本発明の回転機の等価回路を示す図である。

【図31】本発明の第1補機駆動装置において極対数比を値1未満に設定した場合における各種の回転要素の回転数の関係の一例(実線)を、従来の場合(破線)とともに示す速度共線図である。

【図32】図1に示す回転機やECUなどを示すブロック図である。

【符号の説明】

【0151】

- 1 補機駆動装置
- 1A 補機駆動装置
- 1B 補機駆動装置

10

20

30

40

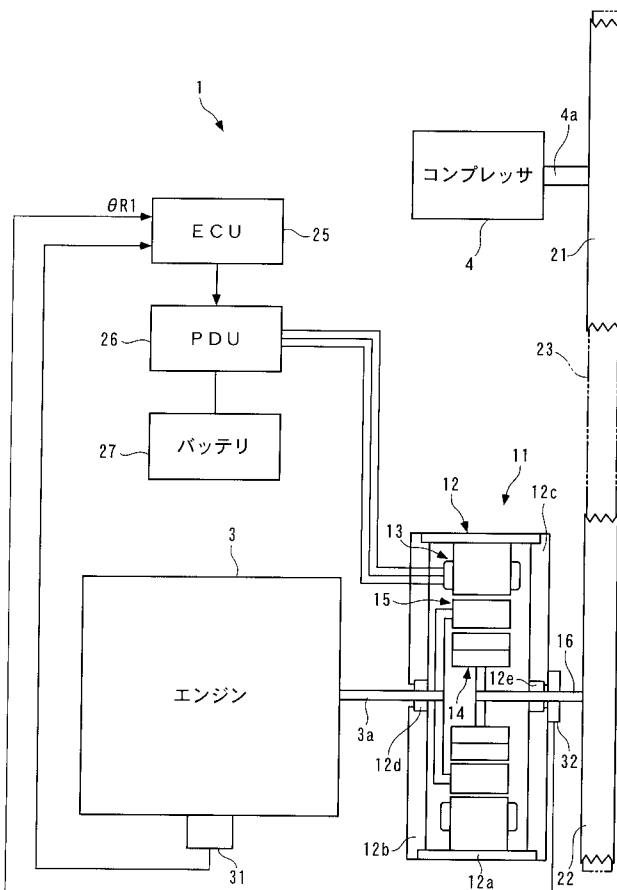
50

- 1 C 補機駆動装置
- 3 エンジン（原動機）
- 3 a クランク軸（出力軸）
- 4 コンプレッサ（補機）
- 5 オイルポンプ（補機）
- 1 1 回転機
- 1 3 ステータ
- 1 3 a 鉄芯（電機子）
- 1 3 c U相コイル（電機子）
- 1 3 d V相コイル（電機子）
- 1 3 e W相コイル（電機子）
- 1 4 第1ロータ
- 1 4 a 永久磁石（磁極）
- 1 5 第2ロータ
- 1 5 a コア（軟磁性体）
- 2 5 ECU（相対回転角度位置関係検出手段、制御手段）
- 2 5 b 電気角変換器（相対回転角度位置関係検出手段）
- 2 6 PDU（制御手段）
- 3 1 クランク角センサ（相対回転角度位置関係検出手段）
- 3 2 回転角センサ（相対回転角度位置関係検出手段）
- θ E R 1 第1ロータ電気角（第1ロータの電気角度位置）
- θ E R 2 第2ロータ電気角（第2ロータの電気角度位置）

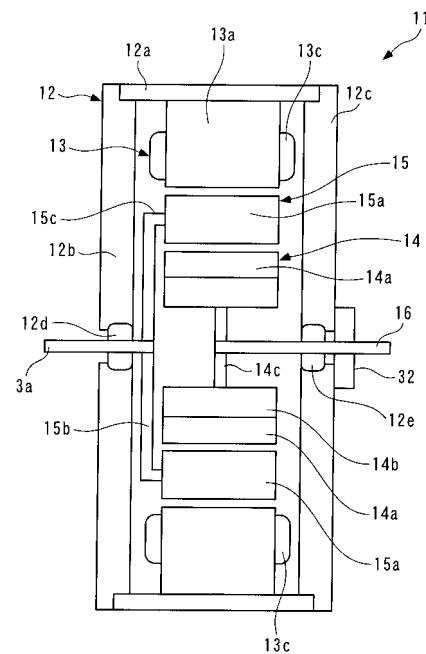
10

20

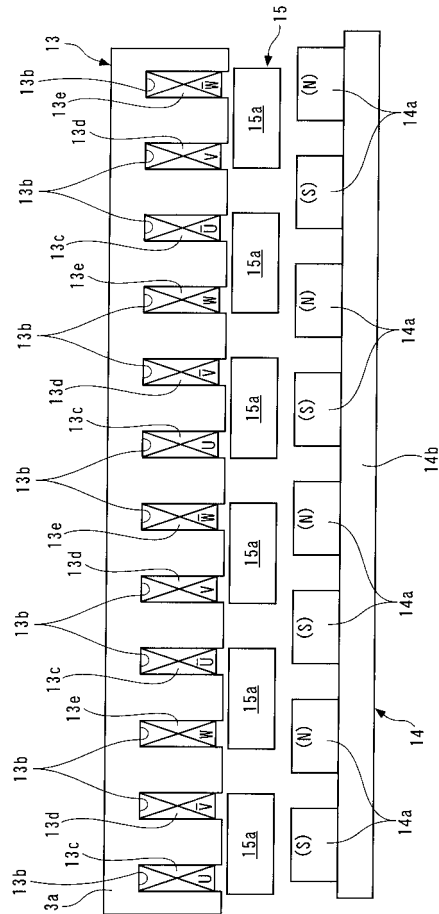
【図1】



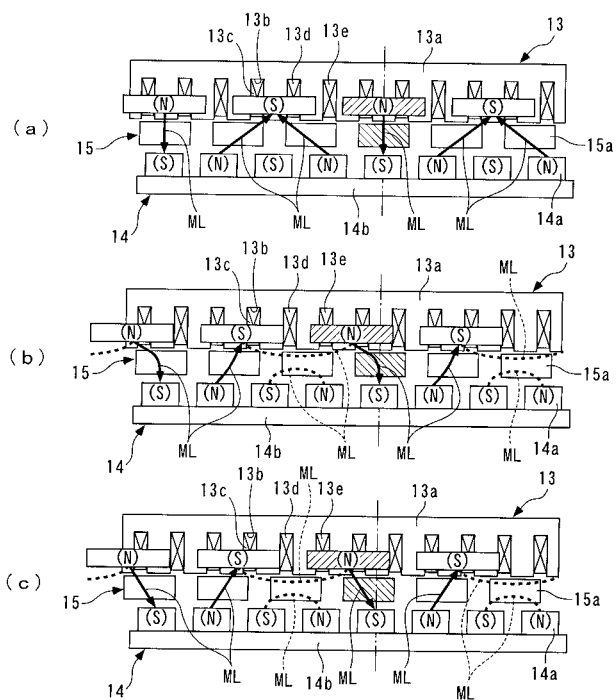
【図2】



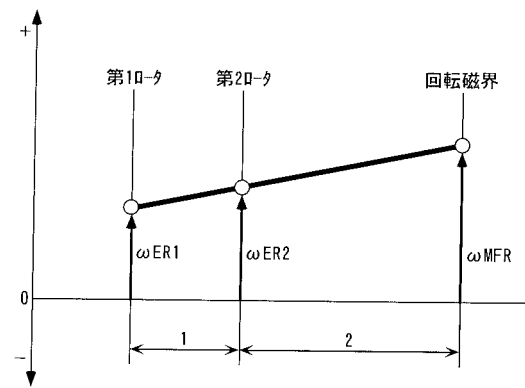
【 図 3 】



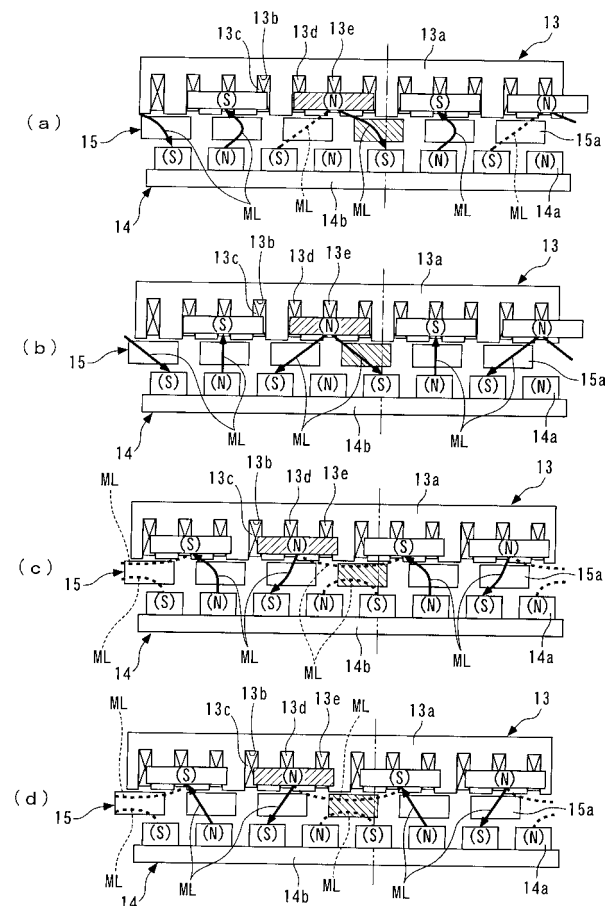
【 図 5 】



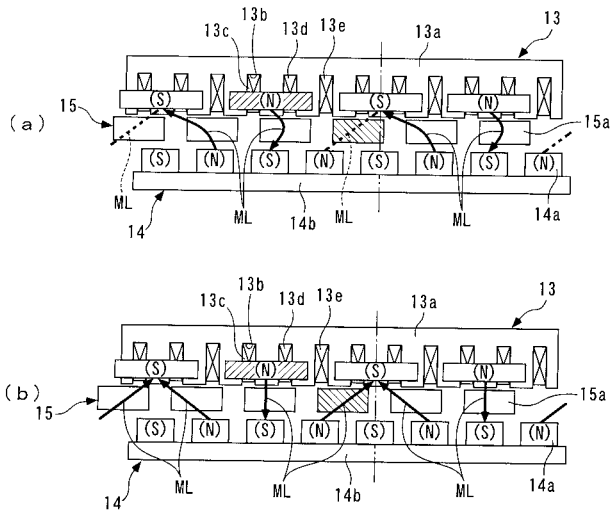
【 図 4 】



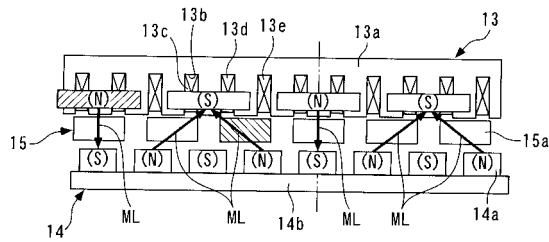
【 図 6 】



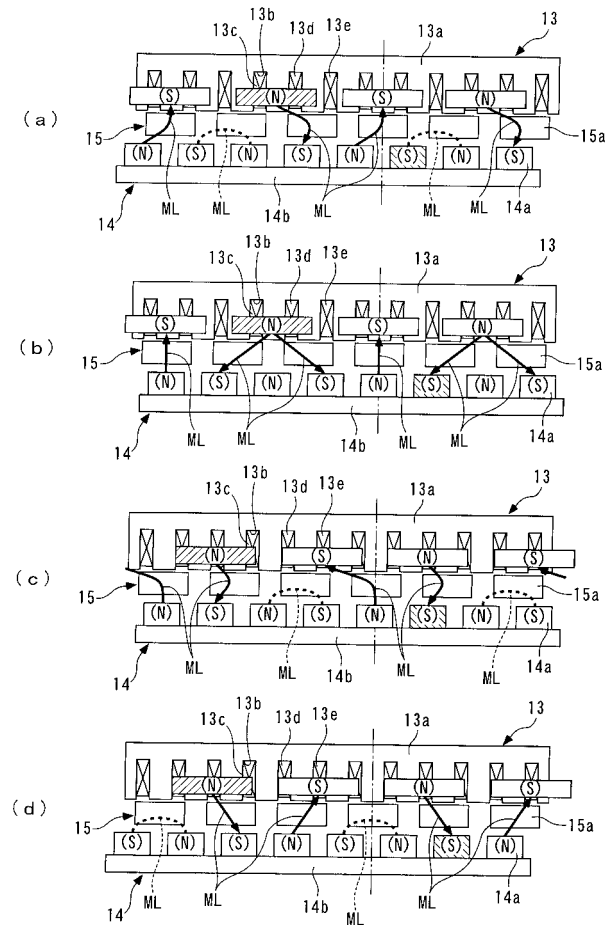
【図 7】



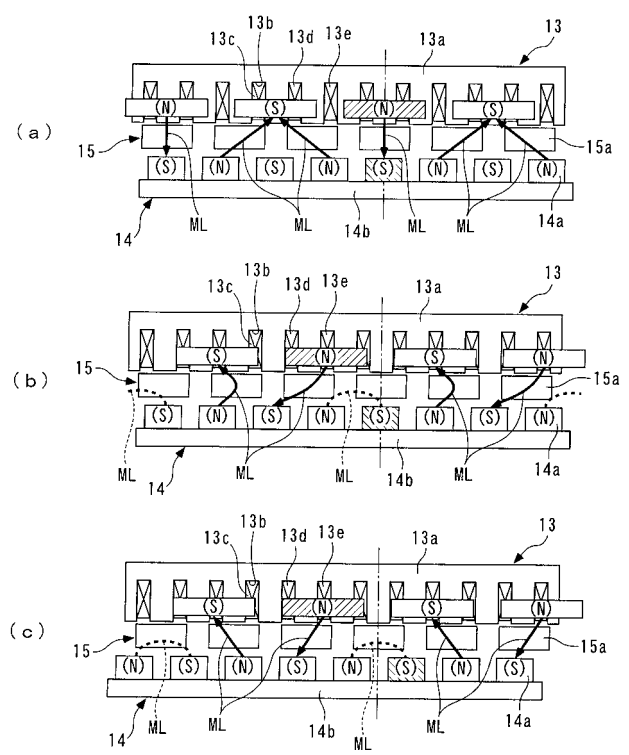
【図 8】



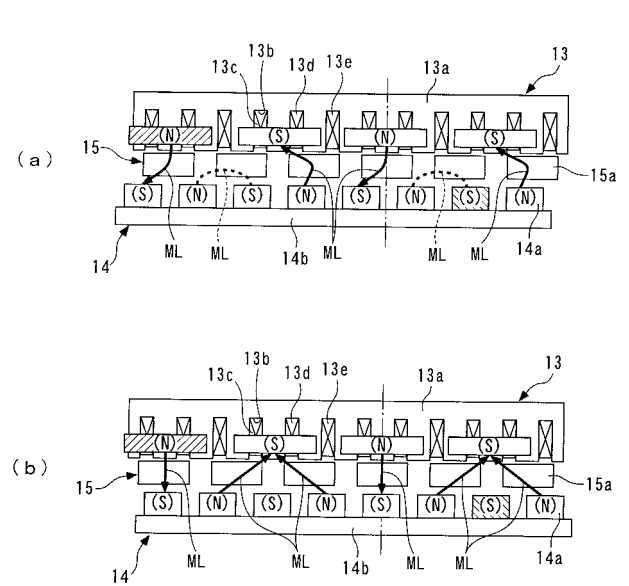
【図 10】



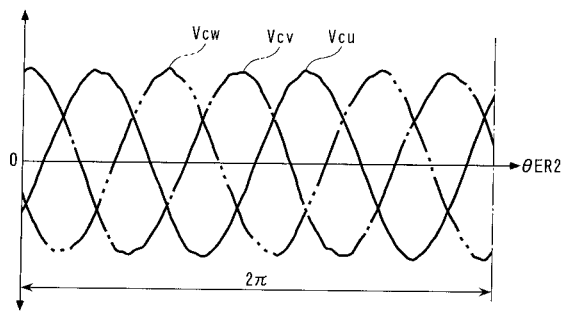
【図 9】



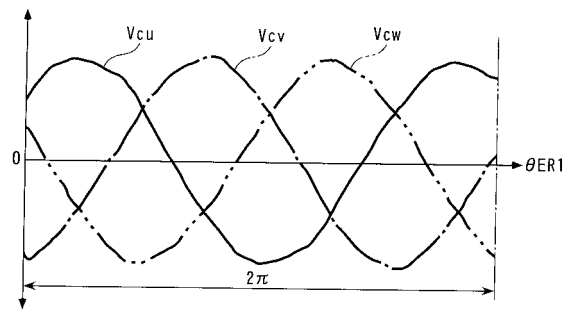
【図 11】



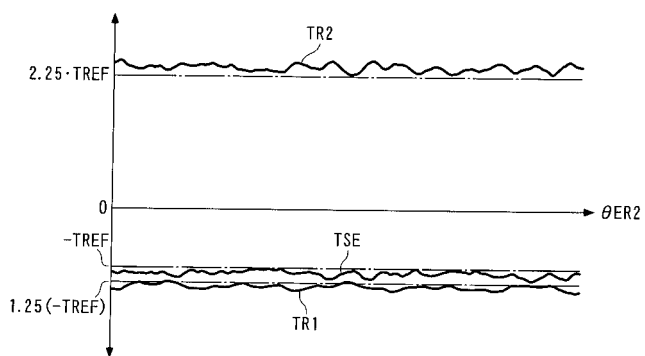
【図 1 2】



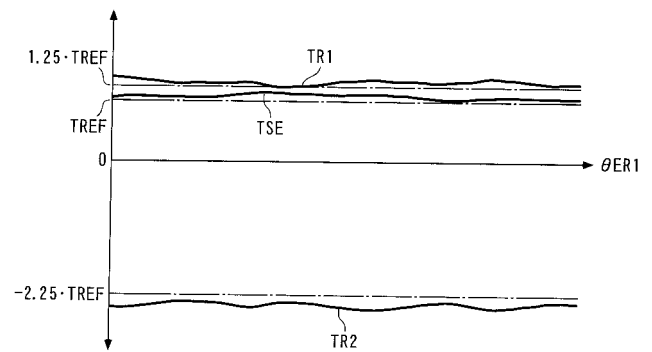
【図 1 4】



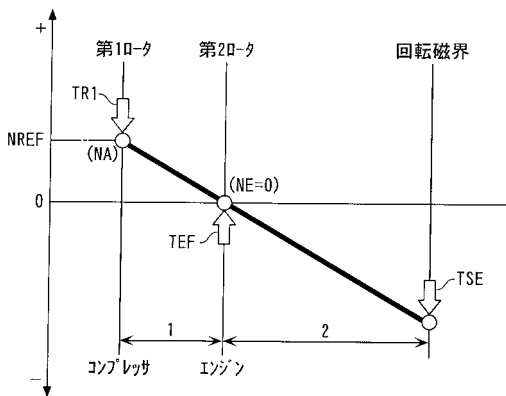
【図 1 3】



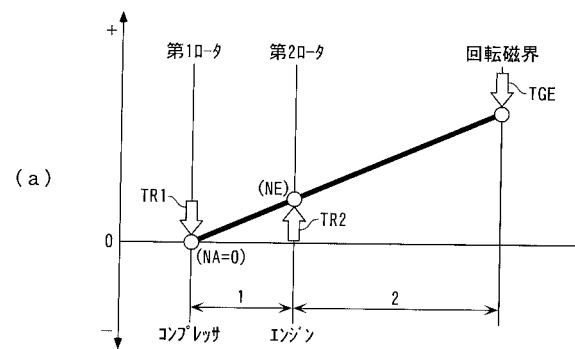
【図 1 5】



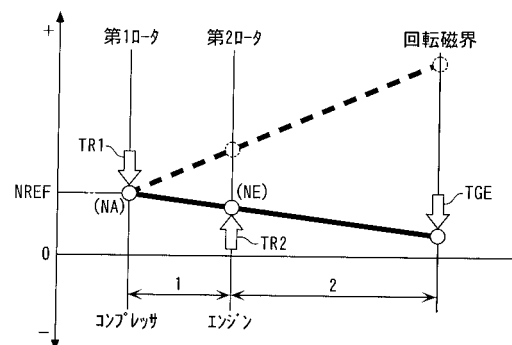
【図 1 6】



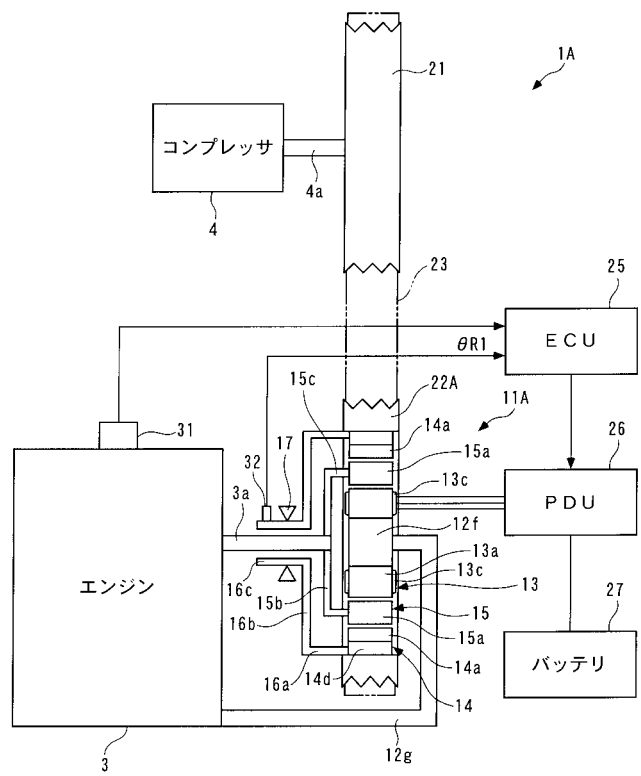
【図 1 7】



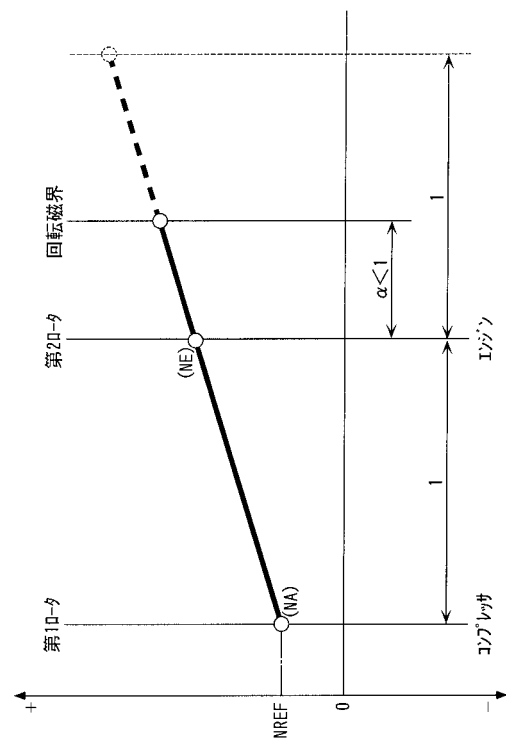
(b)



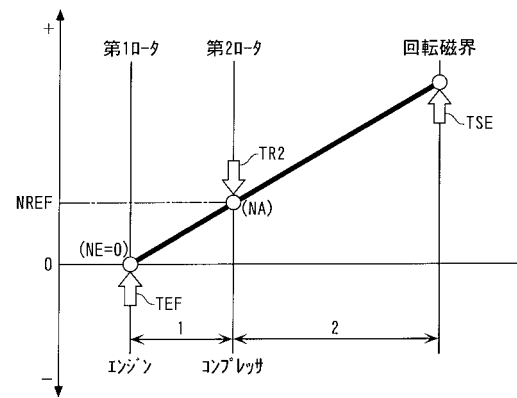
【 図 1 9 】



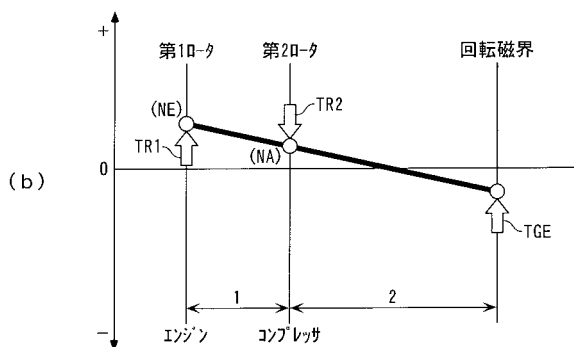
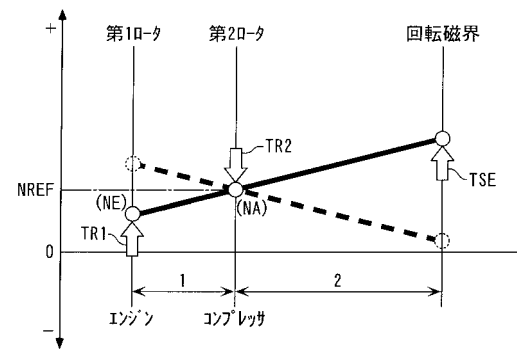
【 図 2 1 】



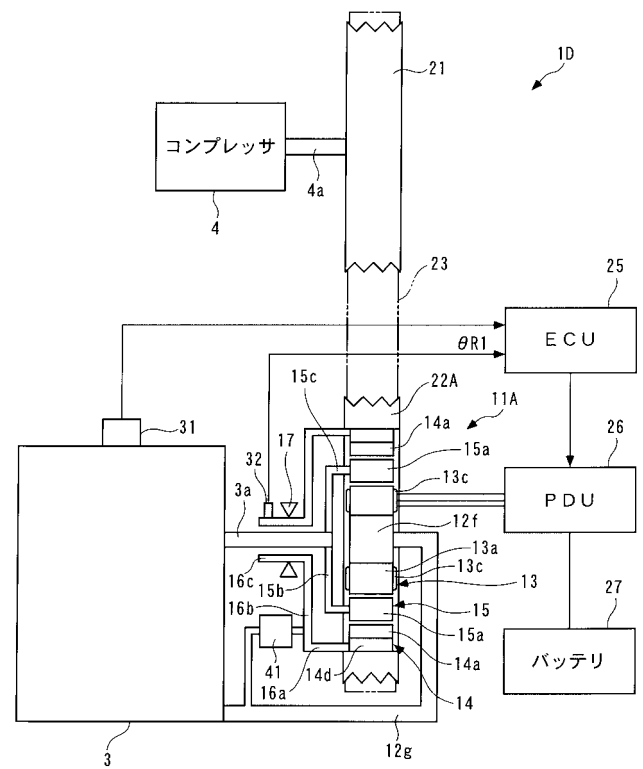
【 図 2 3 】



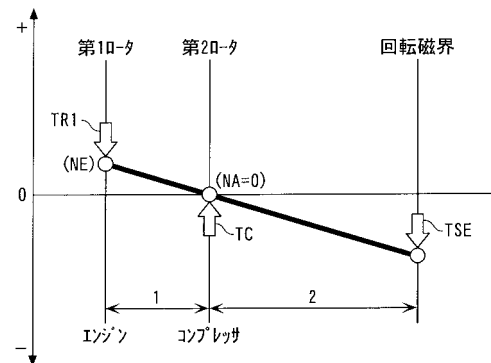
【 図 2 5 】



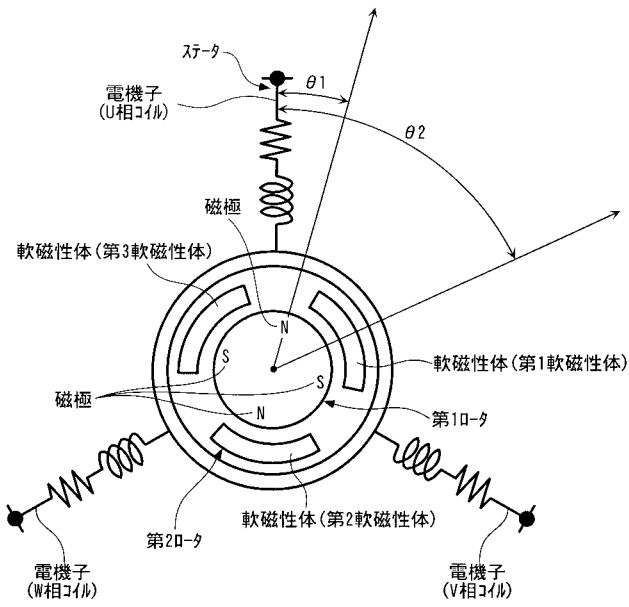
【圖 27】



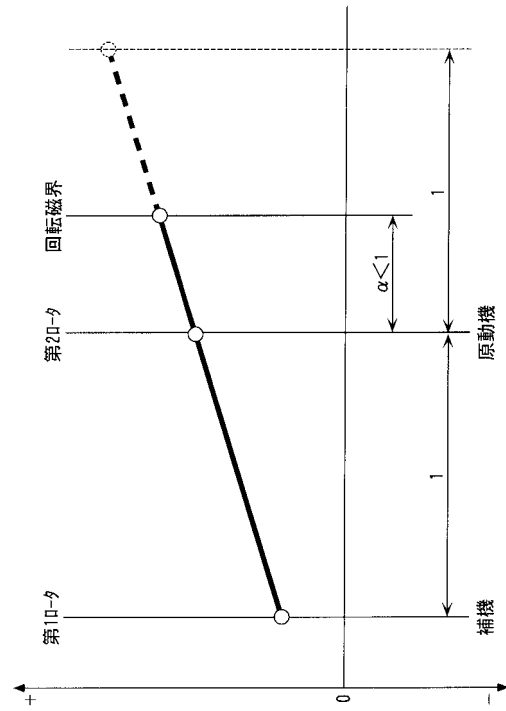
【 ㄨ 2 9 】



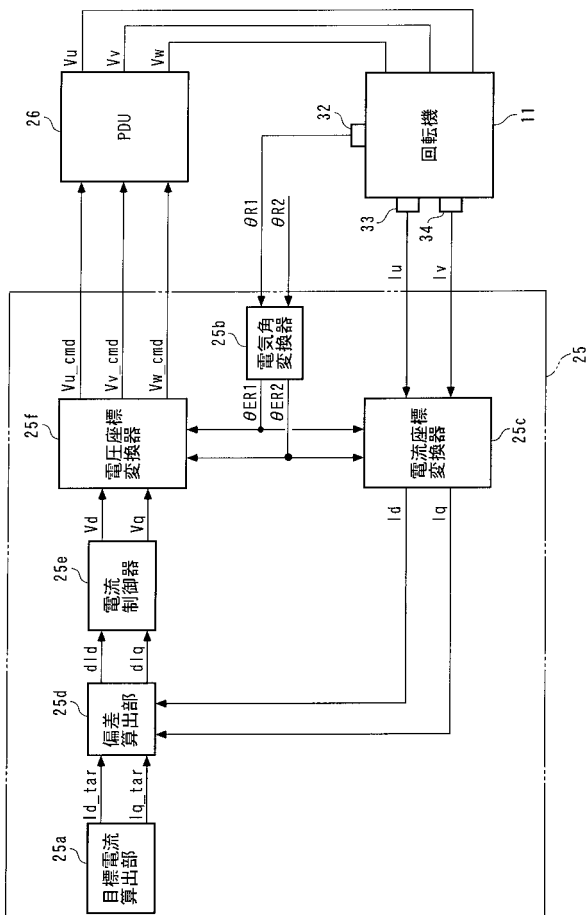
【図 3 0】



【図 3 1】



【図 3 2】



フロントページの続き

(72)発明者 阿部 典行

埼玉県和光市中央 1 丁目 4 番 1 号 株式会社本田技術研究所内

F ターム(参考) 5H505 AA16 DD03 DD06 EE41 HB01 LL22 LL41