

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5759054号
(P5759054)

(45) 発行日 平成27年8月5日(2015.8.5)

(24) 登録日 平成27年6月12日(2015.6.12)

(51) Int.Cl.	F 1	
HO2K 21/16 (2006.01)	HO2K 21/16	M
HO2K 1/27 (2006.01)	HO2K 1/27	501M
HO2K 1/28 (2006.01)	HO2K 1/28	D
HO2K 1/22 (2006.01)	HO2K 1/22	A
HO2K 16/00 (2006.01)	HO2K 16/00	

請求項の数 12 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-248975 (P2014-248975)	(73) 特許権者 597073450
(22) 出願日 平成26年12月9日 (2014.12.9)	市山 義和
審査請求日 平成26年12月17日 (2014.12.17)	東京都府中市押立町5-13-16
早期審査対象出願	(72) 発明者 市山 義和
	東京都府中市押立町5-13-16
	審査官 田村 耕作

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁石励磁回転電機システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ハウジングと、複数の電機子コイルが周方向に配置された電機子と、複数の磁氣的突極が周方向に配置された回転子とを有し、回転子は電機子と微小間隙を介して半径方向に対向し且つ回転軸と共に回転可能に構成された回転電機装置であって、前記回転子は磁氣的突極の数が等しい3個の回転子を軸方向に並べて電機子に対向させると共に少なくとも両軸端の回転子は磁石励磁され、一方の軸端側回転子が固定回転子として回転軸に固定され、中間の回転子及び他方の軸端側回転子は変位回転子として固定回転子に対して周方向の同じ方向に変位可能に構成され、二つの変位回転子の何れかを周方向に変位させると両軸端の回転子が中間の回転子に対して互いに逆の周方向に相対変位されるよう3個の回転子が機械的に結合され、更に回転子位置制御手段を有し、誘起電圧が所定の値より大の時に回転子位置制御手段は固定回転子に対して変位回転子を回転方向に先行する周方向に変位させる変位量を大にさせて誘起電圧を減少させ、誘起電圧が所定の値より小の時に回転子位置制御手段は前記変位量を小にさせて誘起電圧を増大させ、回転力が最適に制御される事を特徴とする回転電機システム

【請求項2】

請求項1記載の回転電機システムに於いて、電機子コイルと中間の回転子との相対位置関係を基準に駆動電流の極性を切替て回転子が回転駆動される事を特徴とする回転電機システム

【請求項3】

請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、誘起電圧抑圧比が予め定めた範囲内に留まるよう変位回転子の変位量を制限する機械的なストッパを設けた事を特徴とする回転電機システム

【請求項 4】

請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、回転子を増速中に回転子位置制御手段は変位回転子を回転軸に拘束する力を緩め、回転駆動力を利用して変位回転子の変位量を大にさせ、回転子を回生制動により減速中に回転子位置制御手段は変位回転子を回転軸に拘束する力を緩め、回生制動力を利用して変位回転子の変位量を小にさせ、誘起電圧が所定の値になるよう制御される事を特徴とする回転電機システム

10

【請求項 5】

請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、回転子位置制御手段は、第一遊星ギア機構、第二遊星ギア機構、アクチュエータを有し、第一遊星ギア機構は、回転軸に固定された第一サンギア、ハウジングに固定された第一リングギア、第一サンギア及び第一リングギアに噛み合う第一プラネタリーギア、プラネタリーギア支持軸を有して構成され、第二遊星ギア機構は、二つの変位回転子の何れかに固定された第二サンギア、アクチュエータにより回動可能に配置された第二リングギア、第二サンギア及び第二リングギアに噛み合う第二プラネタリーギア、プラネタリーギア支持軸を有してプラネタリーギア支持軸は第一遊星ギア機構と第二遊星ギア機構とで共有され、ハウジング側に配置されたアクチュエータが第二リングギアを周方向に変位させて変位回転子が回転軸に対して周方向に変位される事を特徴とする回転電機システム

20

【請求項 6】

請求項 5 記載の回転電機システムに於いて、回転子を増速中に回転子位置制御手段は第二サンギアが第一サンギアより速く回転させる方向に第二リングギアを周方向に回転させる回転速度を制御し、回転駆動力を利用して変位回転子の変位量が増大され、回転子を回生制動により減速中に回転子位置制御手段は第二サンギアが第一サンギアより遅く回転させる方向に第二リングギアを周方向に回転させる回転速度を制御し、回生制動力を利用して変位回転子の変位量が減少される事を特徴とする回転電機システム

【請求項 7】

請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、回転子位置制御手段は、第一遊星ギア機構、第二遊星ギア機構、クラッチ機構を有し、第一遊星ギア機構は、回転軸に固定された第一サンギア、ハウジングに固定された第一リングギア、第一サンギア及び第一リングギアに噛み合う第一プラネタリーギア、プラネタリーギア支持軸を有して構成され、第二遊星ギア機構は、二つの変位回転子の何れかに固定された第二サンギア、ハウジングに回動可能に配置された第二リングギア、第二サンギア及び第二リングギアに噛み合う第二プラネタリーギア、プラネタリーギア支持軸を有してプラネタリーギア支持軸は第一遊星ギア機構と第二遊星ギア機構とで共有され、クラッチ機構は第二リングギアをハウジングに拘束出来る構成とし、回転子を増速中にクラッチ機構は第二リングギアをハウジングに拘束する力を緩める方向に制御され、回転駆動力を利用して変位回転子の変位量が増大され、回転子を回生制動により減速中にクラッチ機構は第二リングギアをハウジングに拘束する力を緩める方向に制御され、回生制動力を利用して変位回転子の変位量が減少される事を特徴とする回転電機システム

30

40

【請求項 8】

請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、回転子位置制御手段は、クラッチ機構を有し、クラッチ機構は、二つの変位回転子の何れかを回転軸に拘束出来る構成とし、回転子を増速中にクラッチ機構は変位回転子を回転軸に拘束する力を緩める方向に制御され、回転駆動力を利用して変位回転子の変位量が増大され、回転子を回生制動により減速中にクラッチ機構は変位回転子を回転軸に拘束する力を緩める方向に制御され、回生制動力を利用して変位回転子の変位量が減少される事を特徴とする回転電機システム

50

【請求項 9】

請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、両軸端の回転子は電機子と対向する回転子周縁部を周方向に沿う磁気抵抗を均一としてリラクタンストルクが存在し難いよう構成されている事を特徴とする回転電機システム

【請求項 10】

複数の電機子コイルが周方向に配置された電機子と、複数の磁氣的突極が周方向に配置された回転子とを有し、回転子は電機子と微小間隙を介して半径方向に対向し且つ回転可能に構成された回転電機装置の電機子コイルに誘起される誘起電圧制御方法であって、前記回転子は磁氣的突極の数が等しい 3 個の回転子を軸方向に並べて電機子に対向させると共に少なくとも両軸端の回転子を磁石励磁構造とし、一方の軸端側回転子を固定回転子として回転軸に固定し、中間の回転子及び他方の軸端側回転子を変位回転子として固定回転子に対して周方向の同じ方向に変位可能に構成し、二つの変位回転子の何れを周方向に変位させても中間回転子に対して軸端の二つの回転子が互いに逆の周方向に相対変位するよう 3 個の回転子を機械的に結合し、更に固定回転子に配置された第一サンギア、ハウジングに固定された第一リングギア、第一サンギア及び第一リングギアに噛み合う第一プラネタリーギアを有する第一遊星ギア機構を有し、2 つの変位回転子の何れかに配置された第二サンギア、アクチュエータにより回動可能に配置された第二リングギア、第二サンギア及び第二リングギアと噛み合う第二プラネタリーギアを有する第二遊星ギア機構を有し、第一プラネタリーギアと第二プラネタリーギアとは共通のプラネタリーギア支持軸とを有するよう構成し、回転子を増速中に回転速度増大を継続させると共に誘起電圧が所定の値になるようアクチュエータにより回転子の回転方向とは逆方向に回転させる第二リングギアの回転速度を制御して変位回転子を固定回転子に対して回転方向に変位させ、回転子を回生制動により減速中に回転速度減少を継続させると共に誘起電圧が所定の値になるようアクチュエータにより第二リングギアを回転子の回転方向に回転させる回転速度を制御して変位回転子を固定回転子に対して回転方向と逆方向に変位させる事を特徴とする誘起電圧制御方法

10

20

【請求項 11】

複数の電機子コイルが周方向に配置された電機子と、複数の磁氣的突極が周方向に配置された回転子とを有し、回転子は電機子と微小間隙を介して半径方向に対向し且つ回転可能に構成された回転電機装置の回転力制御方法であって、前記回転子は磁氣的突極の数が等しい 3 個の回転子を軸方向に並べて電機子に対向させると共に少なくとも両軸端の回転子を磁石励磁構造とし、一方の軸端側回転子を固定回転子として回転軸に固定し、中間の回転子及び他方の軸端側回転子を変位回転子として固定回転子に対して周方向の同じ方向に変位可能に構成し、二つの変位回転子の何れを周方向に変位させても中間回転子に対して軸端の二つの回転子が互いに逆の周方向に相対変位するよう 3 個の回転子を機械的に結合し、電機子と対向する回転子周縁部を周方向に沿う磁気抵抗を均一としてリラクタンストルクが存在し難いよう両軸端の回転子を構成し、電機子と対向する回転子周縁部を周方向に沿う磁気抵抗を周期的に変えてリラクタンストルクが得られるよう中間の回転子を構成し、変位回転子の変位量を大にさせて誘起電圧を減少させて誘起電圧に対する電源電圧の余裕分を大にし、変位回転子の変位量を小にさせて誘起電圧を増大させて発生させる回転駆動力を大にさせ、回転力を最適に制御する事を特徴とする回転力制御方法

30

40

【請求項 12】

磁氣的突極の数が等しい 3 個の回転子を軸方向に並べて電機子に対向させると共に少なくとも両軸端の回転子を磁石励磁構造とし、一方の軸端側回転子を固定回転子として回転軸に固定し、中間の回転子及び他方の軸端側回転子を変位回転子として固定回転子に対して周方向の同じ方向に変位可能に構成し、二つの変位回転子の何れを周方向に変位させても中間回転子に対して軸端の二つの回転子が互いに逆の周方向に相対変位するよう 3 個の回転子を機械的に結合し、更に変位回転子を回転軸に拘束する手段を有する回転電機システムを駆動源とする車両の駆動力制御方法であって、車両を増速中に回転駆動力から変位回

50

転子の変位力及び車両の駆動力を得るよう変位回転子を回転軸に拘束する力を制御し、変位回転子の変位量を大にさせて誘起電圧が電源電圧に対して所定の値になるよう制御し、車両を回生制動により減速中に変位回転子の変位力及び車両の減速駆動力を得るよう変位回転子を回転軸に拘束する力を制御し、変位回転子の変位量を小にさせて誘起電圧が電源電圧に対して所定の値になるよう制御し、車両の駆動力を滑らかに制御する方法

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、永久磁石界磁を持つ発電機、電動機を含む回転電機システムに関する。

【背景技術】

10

【0002】

永久磁石を回転子表面近傍の磁性体内に埋め込んだ回転電機装置（IPM）は駆動電流の位相制御による弱め界磁が可能で普及している。しかしながら、低速回転に於いて銅損が顕著であり、高速回転では弱め界磁の為に直接駆動に寄与しない電流を必要としてエネルギー効率を低下させ、また不完全な弱め界磁の故に更なる回転速度範囲拡大は望めない。

【0003】

弱め界磁を実現する他の方法として、永久磁石励磁の回転子を2分し、一方の回転子を他方に対して変位させ、電機子コイルと鎖交する磁束の位相を制御して実効的に弱め界磁を実現する提案がある（特許文献1, 2, 3, 4）。この方法は広い回転速度範囲を磁石励磁のエネルギー効率の高さを犠牲にすることなく実現できる。しかし、回転子間の磁気結合が大になる課題が存在し（特許文献4）、変位の為に大出力のアクチュエータを必要としている。特許文献4では、回転子を3分して磁気結合力の低減を図るが、回転速度範囲を狭くさせ、変位制御に拘わる構造及び手順を複雑にする結果を招いている。

20

【0004】

発明者は先に磁氣的突極の数が等しい3つの回転子を電機子に対向させ、二つの回転子を他に対して周方向の互いに逆方向に相対変位させて誘起電圧を制御する回転電機システムを提案した（特願2014-165617）。この発明によれば、回転子間の磁気結合力が小の範囲内で大きな誘起電圧抑圧が可能であり、従来構造の課題を解消出来たが、広い回転速度範囲内で連続的な誘起電圧制御を具体化する方法に関しては必ずしも十分な記述が為されていなかった。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許3713015

【特許文献2】特開平10-155262

【特許文献3】特開2002-165426

【特許文献4】特開2010-154699

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

したがって、本発明が解決しようとする課題は、磁氣的突極の数が等しい3つの回転子を電機子に対向させ、二つの回転子を他に対して周方向の互いに逆方向に相対変位させて誘起電圧を制御する回転電機システムに於いて、連続的な誘起電圧制御を可能とする回転電機システム、車両の駆動力を滑らかに制御する方法を提供する事である。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1の発明は、ハウジングと、複数の電機子コイルが周方向に配置された電機子と、複数の磁氣的突極が周方向に配置された回転子とを有し、回転子は電機子と微小間隙を介して半径方向に対向し且つ回転軸と共に回転可能に構成された回転電機装置であって、

50

前記回転子は磁氣的突極の数が等しい3個の回転子を軸方向に並べて電機子に対向させると共に少なくとも両軸端の回転子は磁石励磁され、一方の軸端側回転子が固定回転子として回転軸に固定され、中間の回転子及び他方の軸端側回転子は変位回転子として固定回転子に対して周方向の同じ方向に変位可能に構成され、二つの変位回転子の何れかを周方向に変位させると両軸端の回転子が中間の回転子に対して互いに逆の周方向に相対変位されるよう3個の回転子が機械的に結合され、更に回転子位置制御手段を有し、誘起電圧が所定の値より大の時に回転子位置制御手段は固定回転子に対して変位回転子を回転方向に先行する周方向に変位させる変位量を大にさせて誘起電圧を減少させ、誘起電圧が所定の値より小の時に回転子位置制御手段は前記変位量を小にさせて誘起電圧を増大させ、回転力が最適に制御される事の特徴とする。

10

【0008】

本発明は電機子と回転子とが径方向に対向する回転電機装置に於いて、回転子は磁氣的突極の数が等しい3個の回転子で構成されると共に少なくとも両軸端の回転子は磁石励磁され、一方の軸端にある回転子を回転軸に固定し、他の二つの回転子を変位回転子として周方向に変位可能に構成し、両軸端の回転子が中間の回転子に対して互いに逆の周方向に相対変位されるよう変位回転子を変位させ、誘起電圧を制御する回転電機システムである。

【0009】

磁氣的突極は、電機子と対向する回転子の周縁部に於いて、永久磁石により磁化された区分、或いは空隙を含む非磁性体により磁氣的に凸極形状とされた磁性体区分を指し、磁石励磁構造の場合は隣接する区分が互いに逆極性に磁化された区分の数を以て磁氣的突極の数とする。

20

【0010】

軸方向の長さが等しい二つの回転子の一方を他方に対して変位させる従来構造では、二つの回転子間の変位量を電気角で 2θ とすると、電機子コイルに現れる誘起電圧は $C \cos \theta$ に比例する。本発明に於いて、両軸端の回転子それぞれからの誘起電圧振幅が中間の回転子からの誘起電圧振幅の半分である場合、軸方向に隣接する回転子間の相対変位量を電気角で 2θ とすると、誘起電圧は $C \cos \theta$ の自乗に比例する。

【0011】

3個の回転子が同じ磁石励磁構成である場合、誘起電圧振幅が最大となるのは3個の回転子の同じ極性の磁氣的突極が軸方向に並ぶ位置である。両軸端の回転子を中間の回転子に対して互いに逆の周方向に相対変位させる事により誘起電圧振幅が制御される。従来構造で変位量 2θ は電気角でゼロから 180 度までであるが、本発明で軸方向に隣接する回転子間の周方向間隔範囲 2θ は電気角でそれぞれ 0 から 180 度まで、両端の回転子間の周方向間隔はゼロから 360 度までである。

30

【0012】

3個の回転子それぞれの軸方向長さを変える或いは3個の回転子それぞれの磁極構造を互いに異ならせる事で誘起電圧がゼロになる変位量 2θ は変わり、上記隣接回転子間の周方向間隔範囲は 180 度より小さくできる。誘起電圧ピークが最大になる点からほぼゼロになる条件をそれぞれの設計仕様毎に確認し、変位回転子の変位範囲を定める。

40

【0013】

高速回転では隣接する回転子間の周方向間隔を大として誘起電圧を減少させ、電源電圧と誘起電圧間に差を確保して更に高速回転でも駆動電流を供給する余裕が確保される。低速回転では前記周方向間隔を小として誘起電圧を大とし、発生するトルクが大とされ、回転力が最適化される。従来構造に比して隣接回転子間の磁気結合力が小さな領域で大きな誘起電圧抑圧比が得られ、回転力の最適化が容易である。

【0014】

本発明は更に中間回転子に種々の磁極構成を採用可能にしている。すなわち、二つの回転子の一方を他方に対して変位させる従来構造では、回転駆動に際して進み位相、遅れ位相の磁界が二つの回転子それぞれに加えられるのでリラクタンストルクを有する回転子構

50

造は採用し難かった。本発明に於いては、電機子コイルと中間の回転子との相対位置関係を基準に駆動電流の極性を切替えて回転子が回転駆動されるので中間の回転子への制約は少なく、リラクタンストルク、マグネットトルク、或いは双方を共に有する回転子構造採用が可能である。

【 0 0 1 5 】

回転子位置制御手段には、種々の方法が利用可能である。例えば、回転軸方向の変位を周方向変位に変える斜交溝を用いた構成、遊星ギア機構、油圧制御機構、クラッチ機構等がある。

【 0 0 1 6 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、電機子コイルと中間の回転子との相対位置関係を基準に駆動電流の極性を切替えて回転子が回転駆動される事を特徴とする。中間回転子の磁氣的突極は回転子全体の合成磁極と同じ位置にあり、回転子を回転駆動するには電機コイルと中間回転子の磁氣的突極との相対位置関係を基準に駆動電流極性を切り替える。

10

【 0 0 1 7 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、誘起電圧抑圧比が予め定めた範囲内に留まるよう変位回転子の変位量を制限する機械的なストッパーを設けた事を特徴とする。固定回転子に対して変位回転子を周方向に変位させる場合、理論的に軸方向に隣接する回転子間の周方向間隔範囲 2 は電気角でそれぞれ 0 から 180 度まで、両端の回転子間の周方向間隔はゼロから 360 度までである。回転駆動中或いは回生制動中に於いて、変位量の限界近辺では中間回転子、両端の回転子に加わる回転駆動力、回生制動力の方向が互いに逆になり、制御が困難になる可能性があるので変位回転子の変位量が予め定めた誘起電圧抑圧比の範囲内に留まるよう機械的なストッパーを設ける。

20

【 0 0 1 8 】

請求項 4 の発明は、請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、回転子を増速中に回転子位置制御手段は変位回転子を回転軸に拘束する力を緩め、回転駆動力を利用して変位回転子の変位量を大にさせ、回転子を回生制動により減速中に回転子位置制御手段は変位回転子を回転軸に拘束する力を緩め、回生制動力を利用して変位回転子の変位量を小にさせ、誘起電圧が所定の値になるよう制御される事を特徴とする。

30

【 0 0 1 9 】

電機子から回転子に加えられる力を利用して変位回転子を変位させる。本発明により、変位回転子を回転軸に対して変位させるに必要な力を小にできる。電機子から回転子に加えられる力とは回転駆動力及び回生制動力であって、変位回転子を回転軸に拘束する力を制御してその一部が変位回転子の変位力として配分され、前記拘束する力の緩める程度により変位力への配分が制御される。

【 0 0 2 0 】

請求項 5 の発明は、請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、回転子位置制御手段は、第一遊星ギア機構、第二遊星ギア機構、アクチュエータを有し、第一遊星ギア機構は、回転軸に固定された第一サンギア、ハウジングに固定された第一リングギア、第一サンギア及び第一リングギアに噛み合う第一プラネタリーギア、プラネタリーギア支持軸を有して構成され、第二遊星ギア機構は、二つの変位回転子の何れかに固定された第二サンギア、アクチュエータにより回動可能に配置された第二リングギア、第二サンギア及び第二リングギアに噛み合う第二プラネタリーギア、プラネタリーギア支持軸を有してプラネタリーギア支持軸は第一遊星ギア機構と第二遊星ギア機構とで共有され、ハウジング側に配置されたアクチュエータが第二リングギアを周方向に変位させて変位回転子が回転軸に対して周方向に変位される事を特徴とする。

40

【 0 0 2 1 】

回転子位置制御手段に遊星ギア機構を利用し、ハウジング側に固定されたアクチュエータで第二リングギアを回転させる事で固定回転子と変位回転子間の周方向間隔が変更され

50

る。第一遊星ギア機構及び第二遊星ギア機構のプラネタリーギア支持軸は共通であり、プラネタリーギア支持軸の回転を外部に出力させれば、減速された回転出力が得られる。

【0022】

請求項6の発明は、請求項5記載の回転電機システムに於いて、回転子を増速中に回転子位置制御手段は第二サンギアが第一サンギアより速く回転させる方向に第二リングギアを周方向に回転させる回転速度を制御し、回転駆動力を利用して変位回転子の変位量が増大され、回転子を回生制動により減速中に回転子位置制御手段は第二サンギアが第一サンギアより遅く回転させる方向に第二リングギアを周方向に回転させる回転速度を制御し、回生制動力を利用して変位回転子の変位量が減少される事の特徴とする。

10

【0023】

回転駆動力は固定回転子及び変位回転子に加えられるので第二サンギアを第一サンギアより速く回転させる方向にアクチュエータを介して第二リングギアを周方向に変位させる事は変位回転子を回転軸に拘束する力を弱める事になり、更に回転駆動力により変位回転子が固定回転子に対して変位させられる。回生制動力の場合は逆方向の回転力が回転子に加えられる場合で動作原理は同じである。

【0024】

アクチュエータによる第二リングギアの変位速度を大にする事で変位回転子を回転軸に拘束する力を小にし、前記変位速度を小にする事で変位回転子を回転軸に拘束する力を大にする事になり、第二リングギアの変位速度で電気子から回転子に加えられる力を変位回転子の変位力への配分が制御される。本発明により小出力のアクチュエータで変位回転子の変位制御が可能となる。アクチュエータにより第二リングギアを周方向に変位させる速度を制御する事で変位回転子を回転軸に拘束させる力を制御出来る。

20

【0025】

請求項7の発明は、請求項1記載の回転電機システムに於いて、回転子位置制御手段は、第一遊星ギア機構、第二遊星ギア機構、クラッチ機構を有し、第一遊星ギア機構は、回転軸に固定された第一サンギア、ハウジングに固定された第一リングギア、第一サンギア及び第一リングギアに噛み合う第一プラネタリーギア、プラネタリーギア支持軸を有して構成され、第二遊星ギア機構は、二つの変位回転子の何れかに固定された第二サンギア、ハウジングに回動可能に配置された第二リングギア、第二サンギア及び第二リングギアに噛み合う第二プラネタリーギア、プラネタリーギア支持軸を有してプラネタリーギア支持軸は第一遊星ギア機構と第二遊星ギア機構とで共有され、クラッチ機構は第二リングギアをハウジングに拘束出来る構成とし、回転子を増速中にクラッチ機構は第二リングギアをハウジングに拘束する力を緩める方向に制御され、回転駆動力を利用して変位回転子の変位量が増大され、回転子を回生制動により減速中にクラッチ機構は第二リングギアをハウジングに拘束する力を緩める方向に制御され、回生制動力を利用して変位回転子の変位量が減少される事の特徴とする。

30

【0026】

回転駆動力は固定回転子及び変位回転子に加えられるので第二リングギアをハウジングに拘束する力を緩めれば、回転駆動力により変位回転子が固定回転子に対して変位させられる。クラッチ機構による第二リングギアをハウジングに拘束する力の制御により回転駆動力を変位回転子の変位力、回転軸の回転力への配分が変えられる。回生制動力の場合は逆方向の回転力が回転子に加えられる場合で動作原理は同じである。

40

【0027】

請求項8の発明は、請求項1記載の回転電機システムに於いて、回転子位置制御手段は、クラッチ機構を有し、クラッチ機構は、二つの変位回転子の何れかを回転軸に拘束出来る構成とし、回転子を増速中にクラッチ機構は変位回転子を回転軸に拘束する力を緩める方向に制御され、回転駆動力を利用して変位回転子の変位量が増大され、回転子を回生制動により減速中にクラッチ機構は変位回転子を回転軸に拘束する力を緩める方向に制御され、回生制動力を利用して変位回転子の変位量が減少される事の特徴とする。

50

【 0 0 2 8 】

回転駆動力は固定回転子及び変位回転子に加えられるので変位回転子を回転軸に拘束する力を緩めれば、回転駆動力により変位回転子が固定回転子に対して変位させられ、前記拘束力の制御により回転駆動力の変位力への配分が変えられる。回生制動力の場合は逆方向の回転力が回転子に加えられる場合で動作原理は同じである。

【 0 0 2 9 】

請求項 9 の発明は、請求項 1 記載の回転電機システムに於いて、両軸端の回転子は電機子と対向する回転子周縁部を周方向に沿う磁気抵抗を均一としてリラクタンストルクが存在し難いよう構成されている事の特徴とする。

【 0 0 3 0 】

両軸端の回転子の各磁極には中間の回転子磁極より位相が進み或いは遅れた駆動磁界が加えられる。駆動磁界の位相が進とリラクタンストルクはマグネットトルクより速い周期で変化し、両軸端の回転子に現れるリラクタンストルクは回転駆動力を減少させる可能性がある。両軸端の回転子にはリラクタンストルクフリーの構造が望ましく、表面磁石構造の回転子はリラクタンストルクが存在し難い磁極構成の一つである。

【 0 0 3 1 】

請求項 10 の発明は、複数の電機子コイルが周方向に配置された電機子と、複数の磁氣的突極が周方向に配置された回転子とを有し、回転子は電機子と微小間隙を介して半径方向に対向し且つ回転可能に構成された回転電機装置の電機子コイルに誘起される誘起電圧制御方法であって、前記回転子は磁氣的突極の数が等しい 3 個の回転子を軸方向に並べて電機子に対向させると共に少なくとも両軸端の回転子を磁石励磁構造とし、一方の軸端側回転子を固定回転子として回転軸に固定し、中間の回転子及び他方の軸端側回転子を変位回転子として固定回転子に対して周方向の同じ方向に変位可能に構成し、二つの変位回転子の何れを周方向に変位させても中間回転子に対して軸端の二つの回転子が互いに逆の周方向に相対変位するよう 3 個の回転子を機械的に結合し、更に固定回転子に配置された第一サンギア、ハウジングに固定された第一リングギア、第一サンギア及び第一リングギアに噛み合う第一プラネタリーギアを有する第一遊星ギア機構を有し、2つの変位回転子の何れかに配置された第二サンギア、アクチュエータにより回動可能に配置された第二リングギア、第二サンギア及び第二リングギアと噛み合う第二プラネタリーギアを有する第二遊星ギア機構を有し、第一プラネタリーギアと第二プラネタリーギアとは共通のプラネタリーギア支持軸とを有するよう構成し、回転子を増速中に回転速度増大を継続させると共に誘起電圧が所定の値になるようアクチュエータにより回転子の回転方向とは逆方向に回転させる第二リングギアの回転速度を制御して変位回転子を固定回転子に対して回転方向に変位させ、回転子を回生制動により減速中に回転速度減少を継続させると共に誘起電圧が所定の値になるようアクチュエータにより第二リングギアを回転子の回転方向に回転させる回転速度を制御して変位回転子を固定回転子に対して回転方向と逆方向に変位させる事の特徴とする誘起電圧制御方法である。

【 0 0 3 2 】

回転駆動力は固定回転子及び変位回転子に加えられるので第二サンギアを第一サンギアより速く回転させる方向にアクチュエータを介して第二リングギアを周方向に変位させる事は変位回転子を回転軸に拘束する力を弱める事になり、回転駆動力により変位回転子が固定回転子に対して変位させられ、第二リングギアの回転速度により回転駆動力を変位回転子を変位させる変位力への配分が制御される。回生制動力の場合は逆方向の回転力が回転子に加えられる場合で動作原理は同じである。

【 0 0 3 3 】

請求項 11 の発明は、複数の電機子コイルが周方向に配置された電機子と、複数の磁氣的突極が周方向に配置された回転子とを有し、回転子は電機子と微小間隙を介して半径方向に対向し且つ回転可能に構成された回転電機装置の回転力制御方法であって、前記回転子は磁氣的突極の数が等しい 3 個の回転子を軸方向に並べて電機子に対向させると共に少なくとも両軸端の回転子を磁石励磁構造とし、一方の軸端側回転子を固定回転子として回

10

20

30

40

50

回転軸に固定し、中間の回転子及び他方の軸端側回転子を変位回転子として固定回転子に対して周方向の同じ方向に変位可能に構成し、二つの変位回転子の何れを周方向に変位させても中間回転子に対して軸端の二つの回転子が互いに逆の周方向に相対変位するよう3個の回転子を機械的に結合し、磁性体外周に沿う磁気抵抗を均一としてリラクタンストルクが存在し難いよう両軸端の回転子を構成し、磁性体外周に沿う磁気抵抗を周期的に変えてリラクタンストルクが得られるよう中間の回転子を構成し、変位回転子の変位量を大にさせて誘起電圧を減少させて誘起電圧に対する電源電圧の余裕分を大にし、変位回転子の変位量を小にさせて誘起電圧を増大させて発生させる回転駆動力を大にさせ、回転力を最適に制御する事を特徴とする回転力制御方法である。

【0034】

両軸端の回転子はリラクタンストルクが存在し難い磁極構成とし、中間回転子をリラクタンストルクが得られるよう構成として高速回転域でのトルク確保を図る。

【0035】

請求項12の発明は、磁氣的突極の数が等しい3個の回転子を軸方向に並べて電機子に対向させると共に少なくとも両軸端の回転子を磁石励磁構造とし、一方の軸端側回転子を固定回転子として回転軸に固定し、中間の回転子及び他方の軸端側回転子を変位回転子として固定回転子に対して周方向の同じ方向に変位可能に構成し、二つの変位回転子の何れを周方向に変位させても中間回転子に対して軸端の二つの回転子が互いに逆の周方向に相対変位するよう3個の回転子を機械的に結合し、更に変位回転子を回転軸に拘束する手段を有する回転電機システムを駆動源とする車両の駆動力制御方法であって、車両を増速中に回転駆動力から変位回転子の変位力及び車両の駆動力を得るよう変位回転子を回転軸に拘束する力を制御し、変位回転子の変位量を大にさせて誘起電圧が電源電圧に対して所定の値になるよう制御し、車両を回生制動により減速中に変位回転子の変位力及び車両の減速駆動力を得るよう変位回転子を回転軸に拘束する力を制御し、変位回転子の変位量を小にさせて誘起電圧が電源電圧に対して所定の値になるよう制御し、車両の駆動力を滑らかに制御する方法である。

【0036】

磁氣的突極の数が等しい3個の回転子を軸方向に並べて電機子に対向させ、一方の軸端側回転子を固定回転子として回転軸に固定し、他の二つの回転子を変位回転子として固定回転子に対して周方向の同じ方向に変位可能に構成する回転電機システムを駆動源として有する車両に於いて、車両の駆動力を滑らかに制御する方法である。

【0037】

車両を増速中に回転駆動力を変位回転子の変位力及び移動体の駆動力が得られるようトルク配分を行い、車両の駆動力を継続して得ながら変位回転子の変位力を得て変位量を大にさせて誘起電圧に対する電源電圧の余裕分を大にするよう制御し、更なる高速回転での回転駆動を可能にする。前記回転駆動力のトルク配分は、変位回転子の回転軸への拘束力を制御して行われる。車両を回生制動により減速中の場合も同様にして行われ、前記変位量を小にさせて回生制動力を大にすると共に低速回転での発生トルクを大とする。

【0038】

変位回転子の回転軸への拘束力制御によるトルク配分は、前記変位量と拘束力との関係を予めデータマップとして制御装置内に記憶して参照しながら拘束力を制御する、或いは回転電機システムの回転出力をトルクセンサーその他の手段で監視し、或いは車両の速度を監視しながら前記拘束力を制御する。本発明により、車両の駆動を全速度範囲で連続的且つ滑らかに制御出来る。

【発明の効果】

【0039】

電機子に対向する回転子を磁氣的突極の数を同じくする3個の回転子で構成し、二つの回転子を他に対して周方向に変位させて誘起電圧を制御する回転電機システムであって回転子間の磁気結合力が小の範囲内で大きな誘起電圧抑圧が可能である。回転駆動力及び回生制動力を利用して小さな力で変位回転子の変位制御を可能にし、更に本発明の回転電機

10

20

30

40

50

システムを駆動源として有する車両の駆動力制御方法を提案している。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】第一の実施例による回転電機装置の縦断面図である。

【図2】図1に示された回転電機装置のA - A'に沿う断面図を示す。

【図3】図1に示された回転電機装置の第一回転子を第二回転子側から見た平面図である。

【図4】回転子結合機構を説明する為の斜視図である。

【図5】図1に示された回転電機装置のB - B'に沿う断面図を示す。

【図6】図1に示された回転電機装置に於いて、第一回転子の変位量を規制するストッパーを示す為の図である。同図(a)は第一サンギア1fを第二サンギア1g側から見た平面図を、同図(b)は第二サンギア1gを第一サンギア1f側から見た平面図をそれぞれ示す。

10

【図7】図1に示された回転電機装置に於いて、第二回転子に対して第一、第三回転子の相対変位方向をモデル的に示す図である。同図(a)は斜視図を、同図(b)は平面図をそれぞれ示す。

【図8】回転子を二分して一方を他方に対して変位させる従来構造の回転電機装置に於いて、回転子間の変位方向をモデル的に示す図である。同図(a)は斜視図を、同図(b)は平面図をそれぞれ示す。

【図9】図1に示された本発明による回転電機装置、図8に示された従来構造の回転電機装置に於いて、回転子変位量と誘起電圧振幅との関係を示す。

20

【図10】回転子変位と磁極の関係をモデル的に示す斜視図であり、同図(a)、同図(b)、同図(c)はそれぞれ隣接回転子間の周方向間隔が電気角で45度、90度、135度である場合を示す。

【図11】駆動電流を進角させた場合に回転子が受ける回転駆動力の変化の様子を示す。

【図12】誘起電圧制御を行う回転電機システムのブロック図である。

【図13】第二の実施例による回転電機装置の縦断面図である。

【図14】図12に示された回転電機装置のC - C'に沿う断面図を示す。

【図15】図12に示された回転電機装置の第一回転子を第二回転子側から見た平面図である。

30

【図16】図12に示された回転電機装置の回転子位置制御手段を第一回転子側から見た平面図である。

【図17】図12に示された回転電機装置の拡大された回転子位置制御手段を示し、クラッチ板を介して回転力が伝達されている状態を示す。

【図18】図12に示された回転電機装置の拡大された回転子位置制御手段を示し、クラッチ板を介して回転力が伝達されていない状態を示す。

【図19】第三の実施例による車両の駆動システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0041】

以下に本発明による回転電機システムについて、その実施例及び原理作用等を図面を参照しながら説明する。

40

【実施例1】

【0042】

本発明による回転電機装置の実施例1が図1から図12を用いて説明される。磁石励磁の3個の回転子が第一回転子、第二回転子、第三回転子として電機子に対向し、第三回転子に対して第一、第二回転子が遊星ギア機構を用いて同じ周方向に変位され、回転力が最適に制御される回転電機装置である。

【0043】

図1はインナーロータ構造の回転電機装置に本発明を適用した実施例の縦断面図を示し、回転軸11がベアリング13を介してハウジング12に回転可能に支持されている。第

50

一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 はベアリングを介して回転軸 1 1 に変位可能に保持され、第三回転子 1 6 は回転軸 1 1 に固定されている。第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 が変位制御される領域は、第三回転子 1 6 に対して常用の回転方向前方の領域であり、同じ極性の磁極に着目して第一回転子 1 4 が回転方向の先頭、第三回転子 1 6 が最後部、第二回転子 1 5 が両者の中間に並ぶよう構成されている。第一回転子 1 4 の軸長、第二回転子 1 5 の軸長、第三回転子 1 6 の軸長は比率にして 3 : 4 : 3 に設定されている。番号 1 9 は電機子コイル、番号 1 7 は電機子コア、番号 1 8 は非磁性絶縁素材のスペーサを示す。スペーサ 1 8 の厚みは隣接回転子間の間隔より小に設定されている。

【 0 0 4 4 】

番号 1 a は第一回転子 1 4 側面に固定されたサイドギア、番号 1 b は第三回転子 1 6 側面に固定されたサイドギア、番号 1 c はサイドギア 1 a と噛み合うカップリングギア、番号 1 e はカップリングギア支持軸、番号 1 d はカップリングギア支持軸 1 e に固定されてカップリングギア 1 c と共に回転するカップリングギアをそれぞれ示す。カップリングギア支持軸 1 e は第二回転子 1 4 に回転可能に支持されている。サイドギア 1 b と噛み合うカップリングギア、カップリングギア 1 d と噛み合うカップリングギア及びそれらの支持軸は図 1 に図示されていないが、カップリングギア 1 c , カップリングギア 1 d , カップリングギア支持軸 1 e と共に回転子結合機構が構成され、後に説明される。

【 0 0 4 5 】

番号 1 f は回転軸 1 1 に固定された第一サンギア、番号 1 k はハウジング 1 2 に固定された第一リングギア、番号 1 p は第一サンギア 1 f 及び第一リングギア 1 k と噛み合う第一プラネタリーギアをそれぞれ示し、第一プラネタリーギア 1 p はプラネタリーギア軸 1 r に回転可能に支持されて第一遊星ギア機構が構成されている。番号 1 g は第一回転子 1 4 に固定された第二サンギア、番号 1 m はハウジング 1 2 に回転可能に支持された第二リングギア、番号 1 q は第二サンギア 1 g 及び第二リングギア 1 m と噛み合う第二プラネタリーギアをそれぞれ示し、第二プラネタリーギア 1 q はプラネタリーギア軸 1 r に回転可能に支持されて第二遊星ギア機構が構成されている。

【 0 0 4 6 】

第一プラネタリーギア 1 p , 第二プラネタリーギア 1 q , プラネタリーギア軸 1 r は 3 組が周方向に配置されてプラネタリーギア軸 1 r がプラネタリーギアキャリア 1 t に支持されている。番号 1 s はウオームギアを示し、第二リングギア 1 m 側面に刻まれたギアと噛み合うよう構成されている。更にウオームギア 1 s は図示されていないアクチュエータにより回転駆動可能に接続されている。第一サンギア 1 f と第二サンギア 1 g , 第一リングギア 1 k と第二リングギア 1 m , 第一プラネタリーギア 1 p と第二プラネタリーギア 1 q それぞれ同じ仕様のギアであり、上記二組の遊星ギア機構及びウオームギア 1 s , 図示されていないアクチュエータは回転子位置制御手段を構成している。

【 0 0 4 7 】

図 2 は図 1 に示された回転電機装置の A - A ' に沿う断面図であり、電機子及び第二回転子 1 5 の断面を示す。電機子コア 1 7 はケイ素鋼板を積層して構成され、電機子コイル 1 9 が巻回されている。電機子コイル 1 9 は 1 2 個配置され、8 ポールの回転子磁極と組み合わせる 8 ポール 1 2 スロット構成となるよう結線されている。他の構成、例えば 8 ポール 1 2 スロット相当の分布巻、8 ポール 9 スロット、1 0 ポール 1 2 スロット等を用いても本発明を構成する事は出来る。

【 0 0 4 8 】

第二回転子 1 5 は第二回転子サポート 2 5 , その外周に配置された磁極部とで構成されている。磁極部はマグネットトルクとリラクタンストルクが得られるよう永久磁石が磁性体中に埋め込まれている。すなわち、積層して構成された回転子コア 2 2 のスロットに永久磁石 2 1 が挿入されて回転子の磁極部が構成されている。番号 2 3 は永久磁石 2 1 の磁化方向を示し、周方向に交互に極性が反転した 8 個の磁氣的突極 (8 ポール) が配置されている。第二回転子サポート 2 5 は非磁性のステンレススチールで構成されて回転軸 1 1 に変位可能に保持されている。3 組の互いに噛み合うカップリングギア 1 d , カップリン

10

20

30

40

50

グギア 26 が第二回転子サポート 25 内に配置されている。カップリングギア 26 と共に回転するカップリングギア支持軸 27 はカップリングギア支持軸 1e と同様に第二回転子サポート 25 に回転可能に支持されている。

【0049】

図 3 は第一回転子 14 を第二回転子 15 側から見た平面図であり、磁極部はケイ素鋼板を積層して構成された回転子コア 32、永久磁石 31 とより構成され、矢印 33 は永久磁石の磁化方向を示し、周方向に交互に極性が反転した 8 個の磁氣的突極（8 ポール）が配置されている。番号 34 は永久磁石 31 の飛散を防ぐ為の円筒状外皮であり、非磁性のステンレススチールで構成されている。リラクタンストルクが存在し難いよう表面磁石構成であるが、誘起電圧波形が正弦波に近くなるよう一つの磁極を構成する永久磁石が 3 分割して構成されている。磁極中心部より磁極周辺部に於ける永久磁石密度を平均的に小としたが、磁極周辺部に於いて残留磁束密度の小さい永久磁石を配置しても同様の効果が得られる。

10

【0050】

第一回転子サポート 35 にサイドギア 1a が配置され、サイドギア 1a 内周面にはカップリングギア 1c と噛み合うギア 36 が刻まれている。図 1 に縦断面図が示されるように第三回転子 16 側面に配置されているサイドギア 1b はサイドギア 1a と同じ形状である。第三回転子 16 の磁極構成も第一回転子 14 と同じである。

【0051】

図 4 は回転子結合機構を説明する為の斜視図であり、図 1、2、3 に一部の部材が示された回転子結合機構が組み合わされ、モデル的に示されている。カップリングギア支持軸 1e 及びカップリングギア支持軸 27 は第二回転子 15 に回転可能に支持され、カップリングギア支持軸 1e にはカップリングギア 1c、1d が固定され、カップリングギア支持軸 27 にはカップリングギア 26、41 が固定されている。カップリングギア 1d、カップリングギア 26 は互いに噛み合うよう配置されている。カップリングギア 1c はサイドギア 1a 内周面に刻まれたギア 36 と噛み合い、カップリングギア 41 はサイドギア 1b 内周面に刻まれたギアと噛み合うよう構成されている。

20

【0052】

カップリングギア 1c、1d、26、41、カップリングギア支持軸 1e、27 等で構成され、周方向に 3 組配置されたカップリングギア群が第一回転子 14 のサイドギア 1a と第三回転子 16 のサイドギア 1b と結合され、カップリングギア 1d、カップリングギア 26 は互いに逆方向に回転するので第一回転子 14、第三回転子 16 の何れか一方が第二回転子 15 に対して周方向に変位すれば他方は逆の周方向に変位する構造である。本実施例では第三回転子 16 が回転軸 11 に固定され、第一回転子 14、第二回転子 15 が第三回転子 16 及び回転軸 11 に対して同じ周方向に変位可能に構成されているので第三回転子 16 - 第二回転子 15 間、第三回転子 16 - 第一回転子 14 間の周方向間隔は 1:2 に保たれて第一回転子 14、第二回転子 15 が第三回転子 16 に対して変位させられる。

30

【0053】

図 5 は図 1 に示された回転電機装置の B - B' に沿う断面図であり、第一回転子 14 と結合されている第二遊星ギア機構が示されている。同図に於いて、第二サンギア 1g は図示されていない第一回転子 14 に固定され、周方向に 3 個配置されている第二プラネタリーギア 1q と噛み合い、第二プラネタリーギア 1q は第二リングギア 1m と噛み合うよう構成されている。更に 3 個の第二プラネタリーギア 1q のプラネタリーギア軸 1r は図 1 に示されたプラネタリーギアキャリア 1t に支持されている。第二リングギア 1m はハウジング 12 に対しては変位可能であり、更に図示していないアクチュエータにより回転可能に構成されている。回転軸 11 に配置された第一遊星ギア機構は第一リングギア 1k がハウジング 12 に固定されている事を除いて同じ構成であり、説明は省略される。

40

【0054】

図 5 に於いて、番号 51 の矢印は第二サンギア 1g の回転方向を示し、番号 52 の矢印は第二プラネタリーギア 1q の回転方向を示し、番号 53 の矢印はプラネタリーギア軸 1

50

rの回転方向を示す。第二リングギア1mが静止している状態で、第二サンギア1gが矢印51の方向に回転すると、第二プラネタリーギア1qは矢印52の方向に回転し、プラネタリーギア軸1r及びプラネタリーギアキャリア1tは矢印53の方向に回転される。第一遊星ギア機構と第二遊星ギア機構とは同じ構成であり、プラネタリーギア軸1rを共有しているので第一回転子14、回転軸11、第三回転子16は同じ回転数で回転する。第二回転子15も回転子結合機構により第一回転子14、第三回転子16と結合されているので同じ回転数で回転する。プラネタリーギアキャリア1tは回転軸11の減速された出力として取り出す事は可能である。

【0055】

第二リングギア1mが回転子の回転方向(矢印51と同じ方向)に外部のアクチュエータにより回転させられると、プラネタリーギア軸1rは矢印53の方向への回転速度を変更し難いので第二プラネタリーギア1qの回転速度が遅くなり、第二サンギア1gの回転速度が遅くなる。したがって第一回転子14が第三回転子16に対して矢印51と逆方向(回転子の回転方向とは逆方向)に相対的に変位させられる。第二リングギア1mが外部のアクチュエータにより回転子の回転方向とは逆方向に回転させられると第一回転子14が第三回転子16に対して矢印51と同じ方向(回転子の回転方向と同じ方向)に相対的に変位させられる。第二回転子15も回転子結合機構により第一回転子14、第三回転子16と結合されているので常に両者の中間に位置するよう変位させられる。

【0056】

図6は第三回転子16に対する第一回転子14の周方向変位を規制する為のストッパー構造を示す。図6(a)は第一サンギア1fを第二サンギア1g側から見た平面図、図6(b)は第二サンギア1gを第一サンギア1f側から見た平面図である。番号61は第一サンギア1f側面に設けられた凹部を示し、この凹部61に第一回転子サポート31側面に配置されたピン62が勘合するよう構成されている。番号63は回転軸11の回転方向を示している。ピン62は第一回転子サポート31側面に配置されるが、ピン62は凹部61との関係を明確にする為に図6(a)内に示されている。図6(a)でピン62は凹部61内の端部に存在し、誘起電圧抑圧比が1.0から0.1の範囲に留まるようピン62は凹部61内を機械角で65度、電気角で260度だけ回転方向63に移動できるよう設定されている。すなわち、第一回転子14が第三回転子16に対して回転方向に電気角で260度相対変位可能に構成されている。

【0057】

図1から図6までを用いて実施例1の回転電機装置の構成が説明された。本実施例に於いて、中間の回転子である第二回転子15はマグネットトルクとリラクタンストルクとが利用可能である。駆動電流は第二回転子15の磁氣的突極と電機子コイル19とが正対した位置を基準に極性を切り替えられるが、駆動電流の位相を進めた位置(例えば電気角で20度程度)で第二回転子15の発生トルクは最大になる。これは第一回転子14、第三回転子16の発生トルクが最大となる条件と異なるので合成トルクが最大となる電気角だけ進角させて駆動電流を電機子コイルに供給する、或いは変位回転子の基準位置を第二回転子15、第一回転子14、第三回転子16それぞれのトルクが最大になる位置に設定する事は可能である。

【0058】

回転子の回転駆動には電機コイル19内の一つの電機子コイルと第二回転子15の磁極との相対位置を基準に駆動電流極性が切り替えられるので第一回転子14、第三回転子16は第二回転子15に対して位相が進み或いは遅れた駆動電流により回転駆動される事と等価である。本実施例では両軸端にある第一回転子14、第三回転子16では永久磁石21が表面に配置され、回転子外周に沿う磁気抵抗はほぼ均一であるのでリラクタンストルクは発生し難く、変位回転子の各変位量に於いて第一回転子14、第三回転子16の発生トルクはほぼ等しい。

【0059】

図1から図6までを用いて実施例1の回転電機装置の構成及び第一回転子14、第二回

10

20

30

40

50

転子 15 を第三回転子 16 に対して周方向に変位可能である事を示した。本実施例に於いて、第三回転子 16 - 第二回転子 15 間、第三回転子 16 - 第一回転子 14 間の周方向間隔は 1 : 2 に保たれるが、これは第一回転子 14、第三回転子 16 を第二回転子 15 に対して互いに逆の周方向に相対変位させる事と同じであり、電機子コイル 19 への誘起電圧振幅を制御出来る動作原理が以下に説明される。図 7 は第一回転子 14、第二回転子 15、第三回転子 16 の相対的位置関係が理解されやすいようにモデル的に示された図であって、図 7 (a) は斜視図を、図 7 (b) は平面図をそれぞれ示している。

【 0 0 6 0 】

図 7 (a) は 3 つの回転子が第一回転子 14、第二回転子 15、第三回転子 16 の順に軸方向に並び、第一回転子 14 と第三回転子 16 が矢印 71、72 で示されるように第二回転子 15 に対して互いに逆の周方向に相対変位させられる状態をモデル的に示す。更にこれを回転軸 11 側から見た図が図 7 (b) である。回転子内の一つの磁極に着目して番号 73 は第二回転子 15 の磁極位置を、番号 74 は変位した第一回転子 14 の磁極位置を、番号 75 は変位した第三回転子 16 の磁極位置をそれぞれ示す。番号 76、77 は第一回転子 14、第三回転子 16 の相対変位量を示すが、本実施例でそれら相対変位量は等しく設定されている。番号 63 は回転子全体の回転方向を示す。

【 0 0 6 1 】

を回転角周波数、 t を時間、変位量 76 、 77 を電気角 2 とすると、第二回転子 15、第一回転子 14、第三回転子 16 から電機子コイル 19 への誘起電圧はそれぞれ $\sin t$ 、 $\sin(t + 2)$ 、 $\sin(t - 2)$ に比例する。第一回転子 14、第二回転子 15、第三回転子 16 から誘起電圧振幅への寄与する比を $q : p : q$ とすると、誘起電圧は $(4 * q * \cos * \cos + p - 2 * q) * \sin t$ と表される。本実施例で第一回転子 14、第二回転子 15、第三回転子 16 から誘起電圧振幅への寄与する比は 3 : 4 : 3 であり、最大振幅を 1.0 に正規化して合成された誘起電圧振幅は $1.2 * \cos * \cos - 0.2$ である。

【 0 0 6 2 】

したがって、図 1 に示された本実施例の回転電機装置は図示されていない制御装置により、電機子コイル 19 に誘起される誘起電圧が所定の値より大の時には図示していないアクチュエータ、ウオームギア 1s を介して第二リングギア 1m を回転子の回転方向と逆方向（矢印 51 と逆方向）に変位させると第三回転子 16 に対する第一回転子 14、第二回転子 15 の相対変位量を大にさせて誘起電圧を減少させ、更に高速回転で駆動できるように誘起電圧に対する電源電圧の余裕を大にさせる。

【 0 0 6 3 】

誘起電圧が所定の値より小の時には図示していないアクチュエータ、ウオームギア 1s を介して第二リングギア 1m を回転子の回転方向（矢印 51）に変位させると第三回転子 16 に対する第一回転子 14、第二回転子 15 の相対変位量を小にさせて誘起電圧を増大させ、回転子を駆動するトルクを大にさせる。

【 0 0 6 4 】

本発明の特徴を示す為に、回転子を 2 分割し、一方を他方に対して周方向に変位させる従来構造の回転電機装置と比較される。図 8 (a) にモデル的に斜視図を示すように二つに分割された一方の回転子 82 が他方の回転子 81 に対して変位される。番号 83 は変位方向を示す。図 8 (b) は回転軸側から見た図であり、回転子内の一つの磁極に着目して番号 84 は回転子 81 の磁極位置を、番号 85 は回転子 82 の磁極位置をそれぞれ示す。番号 87 は変位量を、番号 86 は合成磁極の位置をそれぞれ示している。

【 0 0 6 5 】

合成磁極の位置 86 を基準にして回転子 81、回転子 82 から電機子コイルへの誘起電圧はそれぞれ $\sin(t -)$ 、 $\sin(t +)$ に比例する。回転子 81、回転子 82 の軸長は等しいとして最大振幅を 1.0 に正規化すると、誘起電圧は $(\sin(t -) + \sin(t +)) / 2$ と表される。この表現式は $\cos * \sin t$ と変形され、回転子 81 に対する回転子 82 の変位量を 2 として誘起電圧振幅は \cos に

10

20

30

40

50

比例する。

【0066】

従来構造と対比して本発明の回転電機装置の特徴は図9を参照して説明される。図9に於いて、縦軸95は変位量2がゼロの最大振幅を1.0に正規化して誘起電圧振幅を表し、横軸96は変位量2を電気角で0から180度まで示している。番号93は本実施例の誘起電圧振幅を、番号92は回転子81, 回転子82の軸長を等しく構成した従来構造での誘起電圧振幅をそれぞれ示す。

【0067】

図9から明かな事は、誘起電圧振幅92は変位量2が90度程度までの小さい領域ではなかなか誘起電圧振幅を減少させる事が出来ないという点である。本実施例による誘起電圧振幅93は比較的小さい変位量2の領域から減少する。本実施例では第一回転子14, 第二回転子15, 第三回転子16の軸長の比は3:4:3としたが、このように第一回転子14, 第二回転子15, 第三回転子16から誘起電圧振幅への寄与度合いが3:4:3となる構成を343構成と称し、軸長比を変え、或いは各回転子から誘起電圧振幅への寄与度合いを変えて誘起電圧対変位量2の特性を変える事が可能である。例えば、121構成では、誘起電圧振幅は $\cos 2 \cdot \cos 1$ となり、番号91で示される。また更に212構成では $1.6 \cdot \cos 2 \cdot \cos 1 - 0.6$ となり、番号94で示される。

【0068】

誘起電圧を抑圧しない条件での最高回転速度を基底回転速度とし、実用的に可能な誘起電圧抑圧比で駆動可能な回転速度が決まるとシンプルに考え、誘起電圧振幅が0.1となる変位量2で比較する。番号97を付された直線は0.1の誘起電圧振幅を示し、直線97と誘起電圧振幅91, 92, 93, 94とが交叉する点の変位量2はそれぞれおよそ143度, 169度, 120度, 97度である。従来構造では180度に近く、変位量の余裕が殆ど無いが、本発明による回転電機装置の誘起電圧振幅91, 93, 94では180度までかなり余裕がある。すなわち、本発明によれば、実現できる変位量2の範囲で誘起電圧振幅を0.1まで減少させる事が出来る。表現を変えれば、基底回転速度の10倍以上の広い回転速度範囲の回転電機装置が実現される。

【0069】

更に本発明の特徴が図10により説明される。図10は回転子変位と磁極の関係を示す図であり、第二回転子15内の磁極に着目して隣接磁極が第一回転子14, 第三回転子16の周方向変位に伴ってどのように変わるかをモデル的に示す斜視図である。図10(a)は2が電気角で45度、図10(b)は2が90度、図10(c)は2が135度である場合をそれぞれ示している。番号101は第二回転子15内のN極を、番号102, 103は第二回転子15内で隣接するS極をそれぞれ示している。

【0070】

番号104, 105は2が0度では第二回転子15内のN極101と同じ周方向位置にある第一回転子14, 第三回転子16内のN極をそれぞれ示している。番号107は2が0度では第二回転子15内のS極102と同じ周方向位置にある第三回転子16内のS極を、番号106は2が0度では第二回転子15内のS極103と同じ周方向位置にある第一回転子14内のS極をそれぞれ示している。番号108は第一回転子14の変位方向、番号109は第三回転子16の変位方向をそれぞれ示す。

【0071】

変位角2が45度, 90度, 135度と大になると、N極101周辺の磁極は図10(a), 図10(b), 図10(c)と変遷する。注目すべきは図10(b)である。N極104とS極107, N極105とS極106がそれぞれ周方向の同じ位置となる。互いに異なる極性の磁極が軸方向に並んで第一回転子14と第三回転子16とが電機子コア17を介して磁氣的に結合する懸念があるが、二つの回転子の軸方向の間に第二回転子15が存在してその懸念は少ない。電機子コア17には回転子の軸方向間隙に対応して非磁性のスペーサ18が配置されて軸方向の磁気抵抗は大きく構成されているので軸方向の磁気抵抗は大きく、第一回転子14と第三回転子16とを磁氣的に結合する磁束が存在し難

10

20

30

40

50

い。

【 0 0 7 2 】

更に図 1 0 (b) での変位角 2 は 9 0 度であるが、N 極 1 0 5 と N 極 1 0 4 間の周方向間隔は 1 8 0 度である。回転子を二分割した従来構造は図 1 0 に於いて第二回転子 1 5 の軸長がゼロ、すなわち N 極 1 0 1 が存在しない場合に相当して図 1 0 (b) が制御の限界であり、軸方向に異極同士の磁極が隣接する事になるので磁気吸引力は無視し難い。図 9 に示されたように従来構造で誘起電圧を大きく減少させようとすると、変位角 2 を 1 8 0 度近傍の領域にまで大きくする必要があるが、実現は困難であった。

【 0 0 7 3 】

更に図 1 0 (c) は変位角 2 が 1 3 5 度と大になった図であり、N 極 1 0 1 には軸方向に隣接する異極の S 極 1 0 6、S 極 1 0 7 が近づいている。しかし、図 9 を用いて説明されたように誘起電圧振幅が 0 . 1 となる変位量 2 はおよそ 1 2 0 度であり、第二回転子 1 5 と第一回転子 1 4、第三回転子 1 6 とが磁気吸引力の為に変位制御不能となる以前の段階で変位を停める事が出来る。更に第二回転子 1 5 の誘起電圧振幅への寄与度合いを本実施例より小さくする構成では変位角 2 に対する誘起電圧振幅減少率を大にできるので更に磁気吸引力による変位障害要因を小にできる。上記に説明したように本発明で、回転子それぞれの軸長、磁極構成を最適に選び、第一回転子 1 4、第二回転子 1 5、第三回転子 1 6 の順で軸方向に並ぶ構造として異極同士の磁極が軸方向に隣接する事態を起り難くして、回転子変位を障害する磁気吸引力は発生し難く出来る。

【 0 0 7 4 】

また、電機子コア 1 7 に設けられた非磁性のスペーサ 1 8 の軸方向長さは隣接回転子間の間隔より小に設定され、電機子コア 1 7 の磁性体が隣接回転子間隙に張り出しているので回転子内の磁極から隣接回転子間に漏れだした磁束は電機子コア 1 7 内の磁性体に流入しやすく、隣接回転子の同極磁極間の斥力は小さく抑えられる。上記説明のように本実施例の構成により隣接回転子の異極同士の磁気結合が大きな障害にならない事で可能にされた対処策であり、本実施例により隣接回転子間隙の斥力及び吸引力等の磁気力低減が実現される。

【 0 0 7 5 】

上記説明のように第一回転子 1 4 と第二回転子 1 5 が第三回転子 1 6 に対して変位される事により電機子コイル 1 9 への誘起電圧振幅が制御される事が説明された。本実施例に於いては、第一回転子 1 4 の軸長、第二回転子 1 5 の軸長、第三回転子 1 6 の軸長は比率にして 3 : 4 : 3 に設定されているので軸方向に隣接する回転子間隙の相対的変位量を電気角で 2 とすると、電機子コイルへの誘起電圧振幅は $1 . 2 * \cos * \cos - 0 . 2$ に比例する。この誘起電圧振幅の極性が逆転するまでが相対的変位量 2 の範囲として相対的変位量 2 の範囲はゼロから約 1 3 2 度迄である。したがって、第三回転子 1 6 に対して第二回転子 1 5 の変位範囲はゼロから約 1 3 2 度まで、第一回転子 1 4 の変位範囲はゼロから約 2 6 4 度までである。第一回転子 1 4 の変位範囲はゼロから 2 6 0 度までとなるようストッパーが配置されている。

【 0 0 7 6 】

以上の説明に於いて、誘起電圧の検出について特に説明はしなかったが、第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 の相対的変位量を知る上で誘起電圧振幅は重要なパラメータであり、誘起電圧振幅を常時把握する事は重要である。誘起電圧振幅と回転速度とを知れば、予め記憶してあるデータマップから第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 の第三回転子 1 6 に対する相対変位量を知る事が出来、駆動電流に対する回転駆動力を知り、更に次の制御への方向性を判断できる。

【 0 0 7 7 】

以上、図 1 から図 1 0 に示した回転電機装置に於いて、第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 を第三回転子 1 6 に対して変位させる事で電機子コイル 1 9 への誘起電圧を制御できることを説明した。しかしながら、回転子の少なからぬ質量、本発明で軽減されたとしても残存する回転子間隙の磁気力等は第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 の速やかなる変位を障害

10

20

30

40

50

する要因である。本発明ではこの課題への解決策も提供し、小出力のアクチュエータにより第二リングギア 1 m を変位させる事で迅速に第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 を変位させる事が出来る。

【0078】

すなわち、回転子の増速中に第二リングギア 1 m が外部のアクチュエータにより矢印 5 1 と逆方向に回転させられると、第二リングギア 1 m を介したアクチュエータの作用力に回転駆動力が加わって第一回転子 1 4 の回転方向前方への変位が早められる。更に電機子コイル 1 9 から電力が引き出される回生制動中に第二リングギア 1 m が外部のアクチュエータにより矢印 5 1 と同じ方向に回転させられると、第一回転子 1 4 はアクチュエータの作用力に回生制動力も加わって回転方向と逆方向への変位が早められる。このように本発明によれば、前記アクチュエータを小型・小出力タイプを採用出来る。

10

【0079】

回転子の増速中には第二リングギア 1 m が矢印 5 1 と逆方向への変位圧力を受ける。したがって、矢印 5 1 と逆方向に第二リングギア 1 m を変位させる事は第二リングギア 1 m をハウジング 1 2 に拘束する力、第一回転子 1 4 を回転軸 1 1 に拘束する力を緩める事と等価である。また、回生制動により回転子の減速中には矢印 5 1 方向に第二リングギア 1 m を変位させる事は第二リングギア 1 m をハウジング 1 2 に拘束する力、第一回転子 1 4 を回転軸 1 1 に拘束する力を緩める事と等価である。このように第一回転子 1 4 を回転軸 1 1 に拘束する力を緩めて電機子から回転子に働く力を回転子の変位に利用出来るが、前記拘束力の制御は精密さを必要とする領域がある。

20

【0080】

図 1 1 は電機子コイル 1 9 に供給される駆動電流を進角させた場合にリラクタンストルクを有しない回転子が受ける回転駆動力の減少度合いを示す。回転子の磁極が電機子コイル 1 9 に正対した時を基準に駆動電流の極性を反転させて回転子を回転駆動させるとしてその時点から駆動電流の切替タイミングをずらすと回転子が受ける回転駆動力は減少する。図 1 1 に於いて番号 1 1 1 は駆動電流の進角量に対して変化する回転駆動力を示し、縦軸 1 1 2 は最大値を 1.0 に正規化された回転駆動力を示し、横軸 1 1 3 は駆動電流の進角量を電気角で表している。負の進角量は遅れの角度を意味する。

【0081】

本実施例に於いて、3個の回転子の合成磁極は中間の第二回転子 1 5 の磁極位置と同じであるので回転子を回転駆動中に電機子コイル 1 9 を流れる駆動電流は第二回転子 1 5 の磁極位置を基準に極性が切り替えられ、第一回転子 1 4、第三回転子 1 6 には常に位相が進んだ或いは遅れた駆動電流による回転駆動力が加えられている。注目すべき点は、同図に示されるように進角量が 90 度より大になった領域であり、回転駆動力の方向が反転する。

30

【0082】

すなわち、第二回転子 1 5 と第一回転子 1 4、第三回転子 1 6 間それぞれの周方向間隔が電気角で 90 度以上になると、第二回転子 1 5 に加わる回転駆動力と第一回転子 1 4、第三回転子 1 6 への回転駆動力とは方向が逆になる。したがって、回転子の加速中に第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 を回転軸 1 1 に拘束する力を緩めて第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 をフリーにすると、第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 に働く回転駆動力は全てが第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 の変位に利用され、第三回転子 1 6 に作用する回転駆動力のみで回転軸 1 1 が回転駆動される事になるが、第三回転子 1 6 への回転駆動力は回転軸 1 1 の回転方向とは逆で減速駆動される事になる。

40

【0083】

本発明はこの点に関し、第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 に働く回転駆動力を第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 の変位力、回転軸 1 1 の回転駆動力に適切に配分する制御方法を提案し、回転軸 1 1 を継続的に回転駆動させながら第一回転子 1 4、第二回転子 1 5 を変位させる。本実施例では、回転子の増速中に第二リングギア 1 m を外部のアクチュエータにより矢印 5 1 と逆方向に回転させる回転速度を制御して第一回転子 1 4 を回転軸 1 1 に

50

拘束する力を制御する。第二リングギア 1 m の回転速度大では第一回転子 1 4 を回転軸 1 1 に拘束する力が弱められて第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 への変位力が大にされ, 第二リングギア 1 m の回転速度小では前記拘束力が強められて第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 への変位力が小にされる。回生制動力を第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 への変位力に利用する場合は第二リングギア 1 m を回転させる方向が逆になる以外は同様である。

【 0 0 8 4 】

本実施例は回転駆動力を利用して誘起電圧を制御し, 出力を最適化するシステムであり, 回転電機システムとしての制御を更に説明する。図 1 2 は誘起電圧制御を行う回転電機システムのブロック図を示している。回転電機装置 1 2 1 は入力 1 2 2 , 出力 1 2 3 を有するとし, 制御装置 1 2 4 は回転電機装置 1 2 1 の出力 1 2 3 及び回転子の位置信号 1 2 7 を入力として誘起電圧を制御する。番号 1 2 6 は回転子位置制御手段を制御するアクチュエータを示し, 番号 1 2 5 は電機子コイル 1 9 に駆動電流を供給する駆動回路を示す。回転電機装置 1 2 1 が発電機として用いられるのであれば, 入力 1 2 2 は回転力であり, 出力 1 2 3 は発電電力となる。回転電機装置 1 2 1 が電動機として用いられるのであれば, 入力 1 2 2 は駆動回路 1 2 5 から電機子コイル 1 9 に供給される駆動電流であり, 出力 1 2 3 は回転トルク, 回転速度となる。

10

【 0 0 8 5 】

回転電機装置が電動機として用いられる場合に於いて, 回転駆動力を利用して誘起電圧制御を行って回転駆動力が最適に制御される。制御装置 1 2 4 は電機子コイル 1 9 に誘起される誘起電圧が所定の値より大となった時には第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 を第三

20

【 0 0 8 6 】

すなわち, 駆動回路 1 2 5 から駆動電流を電機子コイル 1 9 に供給して回転子を増速中に, 出力 1 2 3 の回転速度増大を継続させると共に電機子コイル 1 9 に現れる誘起電圧が所定の値になるようアクチュエータ 1 2 6 により第二リングギア 1 m を矢印 5 1 と逆方向 (回転子の回転方向とは逆方向) に回転させる回転速度を制御し, 第一回転子 1 4 , 第二

【 0 0 8 7 】

制御装置 1 2 4 は誘起電圧が所定の値より小となった時には第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 を第三回転子 1 6 に対して回転方向とは逆方向に変位させて誘起電圧を増大させ, 回転子を駆動するトルクを大にさせる。すなわち, 回生制動により回転子を減速中に, 出力 1 2 3 の回転速度減少を継続させると共に電機子コイル 1 9 に現れる誘起電圧が所定の値になるようアクチュエータ 1 2 6 により第二リングギア 1 m を矢印 5 1 の方向 (回転子の回転方向) に回転させる回転速度を制御し, 第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 を第三

30

【 0 0 8 8 】

本実施例では第二リングギア 1 m を回転駆動するアクチュエータ及び回転電機装置の回転駆動力を用いて第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 を周方向に変位させた。回転駆動力を利用して第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 を周方向に変位させるので小出力のアクチュエータで構成される。更にウォームギア 1 s とアクチュエータを第二リングギア 1 m の周方向位置を保持するクラッチ, プレーキシシステムに替え, 第二リングギア 1 m をハウジング 1 2 に拘束する力を制御して第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 に電機子から加えられる回転駆動力, 回生制動力を適切に第一回転子 1 4 , 第二回転子 1 5 を周方向に変位させる力, 回転軸 1 1 を駆動する力に配分して回転電機システムを構成出来る。これら何れの構成も本発明に含まれる。

40

【 0 0 8 9 】

本実施例では第一回転子 1 4 , 第三回転子 1 6 の第二回転子 1 5 に対する相対変位量は等しく設定した。しかし, 第一回転子 1 4 には進み位相の駆動磁界が加えられ, 第三回転

50

子 1 6 には遅れ位相の駆動磁界が加えられる。その結果としてそれぞれの回転子の永久磁石は減磁，増磁される。また，リラクタンストルクが僅かに存在する回転子構造を採用した場合も含め，第一回転子 1 4 ，第三回転子 1 6 から回転子全体のトルクに対する寄与度合いが変位量によって変化する可能性もある。その場合には第一回転子 1 4 ，第三回転子 1 6 の第二回転子 1 5 に対する相対変位量が異なるよう図 4 に示すギアのギア比を選んで構成する事が出来る。

【 0 0 9 0 】

本実施例に於いて，第二回転子 1 5 に対して第一回転子 1 4 ，第三回転子 1 6 それぞれの周方向変位範囲はゼロから約 1 3 2 度までとしたが，前記変位範囲はゼロから 9 0 度までとし，更に高速の回転速度領域では駆動電流の位相を進めて弱め界磁とする回転駆動方法も利用可能である。隣接回転子間の変位量が 9 0 度の状態は図 1 0 (b) に示す状態であり，第一回転子 1 4 ，第三回転子 1 6 から回転トルクへの寄与はゼロとなり，第二回転子 1 5 の発生トルクのみとなる。変位回転子の変位によって誘起電圧振幅を抑圧した場合，マグネットトルクはその抑圧比に準じて減少するが，リラクタンストルクは残存し，高速回転領域で必要な回転トルクの確保が容易となる。

10

【 実施例 2 】

【 0 0 9 1 】

本発明による回転電機装置の実施例 2 が図 1 3 から図 1 8 を用いて説明される。磁気的突極の数が等しい 3 個の回転子が第一回転子，第二回転子，第三回転子として電機子に対向し，両軸端の第一，第三回転子が磁石励磁構造，中間の第二回転子が磁石を持たない構造である。

20

【 0 0 9 2 】

図 1 3 はインナーロータ構造の回転電機装置に本発明を適用した実施例の縦断面図を示し，回転軸 1 1 がベアリング 1 3 を介してハウジング 1 3 1 に回転可能に支持されている。第一回転子 1 3 2 ，第二回転子 1 3 3 はベアリングを介して回転軸 1 1 に変位可能に保持され，第三回転子 1 3 4 は回転軸 1 1 に固定されている。第一回転子 1 3 2 ，第二回転子 1 3 3 が変位制御される領域は，第三回転子 1 3 4 に対して常用の回転方向前方の領域であり，一つの磁性体突極に着目して第一回転子 1 3 2 が回転方向の先頭，第三回転子 1 3 4 が最後部，第二回転子 1 3 3 が両者の中間に位置するよう構成されている。番号 1 9 は電機子コイル，番号 1 7 は電機子コア，番号 1 8 は非磁性絶縁素材のスペーサを示す。

30

【 0 0 9 3 】

番号 1 3 5 はカップリングギア，番号 1 3 6 はカップリングギア支持軸を示し，第二回転子 1 3 3 に回転可能に保持されている。カップリングギア支持軸 1 3 6 は径方向であり，本実施例ではカップリングギア 1 3 5 ，カップリングギア支持軸 1 3 6 の組み合わせが周方向に 3 個配置されている。番号 1 3 7 ， 1 3 8 はそれぞれ第一回転子 1 3 2 ，第三回転子 1 3 4 側面に配置されたサイドギアであり，周方向にギアが刻まれてそれぞれがカップリングギア 1 3 5 と噛み合うよう配置されている。カップリングギア 1 3 5 ，カップリングギア支持軸 1 3 6 ，サイドギア 1 3 7 ，サイドギア 1 3 8 等で回転子結合機構が構成され，サイドギア 1 3 7 ，サイドギア 1 3 8 は互いに逆方向に回転するので第二回転子 1 3 3 に対して第一回転子 1 3 2 ，第三回転子 1 3 4 の何れか一方が周方向に変位すれば他方は逆の周方向に変位する構成である。

40

【 0 0 9 4 】

番号 1 3 9 は第一回転子 1 3 2 側面に固定されたクラッチ板，番号 1 3 a は可動クラッチ板，番号 1 3 d はスプリング，番号 1 3 e はスプリングストッパーをそれぞれ示し，可動クラッチ板 1 3 a がスプリング 1 3 d によりクラッチ板 1 3 9 に押しつけられている。更に番号 1 3 c ， 1 3 b はアームを示し，回転軸 1 1 とアーム 1 3 c ，アーム 1 3 c とアーム 1 3 b ，アーム 1 3 b と可動クラッチ板 1 3 a とはそれぞれ回動可能なジョイントで接続され，このアーム組立が周方向に 3 組配置されて可動クラッチ板 1 3 a が回転軸 1 1 と平行方向に変位可能であると共に回転軸 1 1 と共に回転するよう構成されている。

【 0 0 9 5 】

50

番号 13 g は回転軸 11 を周回する励磁コイル，番号 13 f は断面が C 字状で回転軸 11 を周回する励磁コアを示し，励磁コア 13 f はハウジング 131 に固定されている。可動クラッチ板 13 a の励磁コア 13 f 側部材には少なくとも磁性材料が用いられ，クラッチ板 139，可動クラッチ板 13 a，アーム 13 c，アーム 13 b，スプリング 13 d，スプリングストッパー 13 e，励磁コア 13 f，励磁コイル 13 g 等により回転子位置制御手段が構成されている。

【0096】

図 14 は図 13 に示された回転電機装置の C - C' に沿う断面図であり，電機子及び第二回転子 133 の断面を示す。電機子は実施例 1 と同じ構成であり，同一の部材には同じ番号が付され，繰り返しての説明は省略される。第二回転子 133 の磁極部は内周側に凸の弧状スリットが形成されたケイ素鋼板 142 が積層され，スリット内に非磁性体 143 が挿入されてフラックスバリアが構成されている。フラックスバリアにより 8 個の磁氣的突極が配置されるよう第二回転子 133 の外周に沿う磁気抵抗が大，小に区分されている。第二回転子サポート 141 は非磁性のステンレススチールで構成されて回転軸 11 に変位可能に保持されている。3 組のカップリングギア 135，カップリングギア支持軸 136 が第二回転子サポート 141 内に配置されている。

10

【0097】

図 15 は第一回転子 132 を第二回転子 133 側から見た平面図である。磁極部はケイ素鋼板より成る磁性体 153 中に径方向のスリットが周方向に等間隔に配置され，スリット内に永久磁石 152，非磁性体 155 が挿入されてリラクタンストルクが存在し難いよう構成されている。番号 154 の矢印は永久磁石 152 の磁化方向を示し，周方向に隣接する磁氣的突極の極性が互いに異極に磁化されて 8 個の磁氣的突極が配置されている。第一回転子サポート 151 にサイドギア 137 が配置されている。図 13 に縦断面図が示されるように第三回転子 134 側面にはサイドギア 137 と同じ形状のサイドギア 138 が配置され，第三回転子 134 の磁極構成は第一回転子 132 の磁極構成と同じである。

20

【0098】

図 14，図 15 を用いて説明されたように第二回転子 133 はリラクタンストルクで回転駆動される構成であり，第一回転子 132，第三回転子 134 はマグネットトルクのみで回転駆動される構成である。それぞれの回転子の発生トルクが最大となる周方向位置で各回転子が軸方向に並ぶ位置が基準位置であり，回転速度に応じて基準位置から変位回転子である第一回転子 132，第二回転子 133 が常用回転方向に変位させられ，第二回転子 133 に対して第一回転子 132，第三回転子 134 が互いに逆の周方向に相対的変位される。第一回転子 132，第三回転子 134 間の周方向間隔が電気角で 180 度になった位置で互いに逆極性となる第一回転子 132 の磁氣的突極と第三回転子 134 の磁氣的突極とが軸方向に対向し，誘起電圧及び回転トルクは相殺される。したがって，この位置で変位回転子である第一回転子 132，第二回転子 133 の変位は停止され，第二回転子 133 のリラクタンストルクのみで回転駆動される。

30

【0099】

図 16 は回転子位置制御手段を第一回転子 132 側から見た平面図であり，回転子位置制御手段の構成を更に説明する。可動クラッチ板 13 a は回転軸 11 を周回する構造でクラッチ板 139 と接する面は摺動面 161 である。クラッチ板 139 と可動クラッチ板 13 a の摺動面 161 との間で回転力が伝達される構成である。

40

【0100】

図 16 に示されるように可動クラッチ板 13 a は 3 組のアーム組立で回転軸 11 に支持されている。アーム組立の一つは各部材に番号が付されているようにアーム 13 c の両端にはジョイント部 162，163 が配置されている。ジョイント部 162 は回転軸 11 に固定されたピン 165 を中心に回動可能に構成され，ジョイント部 163 はアーム 13 b に固定されたピン 166 を中心に回動可能に構成されている。更にアーム 13 b に配置されたジョイント部 164 は可動クラッチ板 13 a に固定されたピン 167 を中心に回動可能に構成されている。

50

【0101】

このようにアーム13c,アーム13b,ジョイント部162,ジョイント部163,ジョイント部164等で構成された3組のアーム組立で可動クラッチ板13aは回転軸11に支持され,ジョイント部162,ジョイント部163,ジョイント部164は図13に示された縦断面図の面内で回転可能に構成されている。したがって,可動クラッチ板13aは回転軸11と平行方向に変位可能であると共に回転軸11と共に回転する。

【0102】

回転子位置制御手段の動作が図17,図18を用いて説明される。図17は図13に示された回転子位置制御手段が拡大された縦断面図であり,クラッチ板139に可動クラッチ板13aがスプリング13dにより押しつけられ,クラッチ板139と可動クラッチ板13aとの間で回転トルクが伝達されている状態である。この状態では第一回転子132,第二回転子133,第三回転子134が回転軸11と共に回転する。

10

【0103】

図18は図17に於いて,可動クラッチ板13aがクラッチ板139から離間させられた図を示す。励磁コイル13gに励磁電流が流されると,励磁コア13fには励磁磁束181が誘起され,少なくとも一部が磁性体で構成されている可動クラッチ板13aが励磁コア13f側に引きつけられ,可動クラッチ板13aがクラッチ板139から引き離される。図18はこの状態を示し,第三回転子134が回転軸11と共に回転するが,第一回転子132と回転軸11との結合は解除され,第一回転子132は回転軸11に対してフリーに回転できる状態となる。

20

【0104】

図18に示される状態に於いて,電機子コイル19から回転子に回転駆動力が与えられると,第三回転子134は回転軸11及び回転軸11に接続されている回転負荷と共に加速され,第一回転子132及び第二回転子133は第三回転子134より慣性モーメントが小さいので更に容易に加速されて第三回転子134に対して回転方向に変位させられる。回転子を減速させるように逆方向の回転駆動力が加えられた場合,或いは電機子コイルから電力を取り出す回生制動が掛けられた場合に第一回転子132及び第二回転子133は第三回転子134に対して回転方向とは逆方向に変位させられる。

【0105】

励磁コイル13gに流される励磁電流を大にすればスプリング13dに抗する力は大きくなり,励磁電流を小にすればスプリング13dに抗する力は小になる。本実施例では励磁電流の大きさを制御して可動クラッチ板13aをクラッチ板139に押しつける力を調整し,図17と図18の中間状態として可動クラッチ板13aとクラッチ板139とを互いに摺動させ,可動クラッチ板13aとクラッチ板139との間で伝達される回転駆動力或いは回生制動力を第一回転子132及び第二回転子133の変位力として配分させる。

30

【0106】

第一回転子132及び第二回転子133が回転駆動力或いは回生制動力により変位させられるが,第一回転子132,第二回転子133,第三回転子134は回転子結合機構により互いに結合されているので常に第二回転子133は第一回転子132,第三回転子134間の中間に位置するよう変位させられる。すなわち,常に第二回転子133の第三回転子134に対する変位量は,第一回転子132の第三回転子134に対する変位量の半分である。

40

【0107】

以上,図13から図18に示した回転電機装置に於いて,第一回転子132,第二回転子133を第三回転子134に対して変位できることを説明した。本実施例は誘起電圧を制御して出力を最適化するシステムであり,図12を参照して回転電機システムとしての制御が更に説明される。図12は誘起電圧制御を行う回転電機システムのブロック図を示し,実施例1に於いて既に説明されているが,本実施例で番号126は励磁コイル13gに励磁電流を供給する励磁回路と読み替える。

【0108】

50

回転電機装置が電動機として用いられる場合に於いて、誘起電圧制御を行って回転駆動力が最適に制御されるが、その誘起電圧制御に回転駆動力、回生制動力が利用される。制御装置 1 2 4 は電機子コイル 1 9 に現れる誘起電圧が所定の値より大となった時には第一回転子 1 3 2、第二回転子 1 3 3 を第三回転子 1 3 4 に対して回転方向に変位させ、第一回転子 1 3 2、第二回転子 1 3 3 間及び第二回転子 1 3 3、第三回転子 1 3 4 間の周方向間隔を大にして誘起電圧を減少させ、更に高速回転で駆動できるよう誘起電圧に対する電源電圧の余裕を大にさせる。

【 0 1 0 9 】

すなわち、駆動回路 1 2 5 から駆動電流を電機子コイル 1 9 に供給して回転子を増速中に、出力 1 2 3 の回転速度増大を継続させると共に電機子コイル 1 9 に現れる誘起電圧が所定の値になるよう励磁回路 1 2 6 により励磁コイル 1 3 g に励磁電流を制御させてクラッチ板 1 3 9 に可動クラッチ板 1 3 a を押しつける力を制御し、第一回転子 1 3 2、第二回転子 1 3 3 を第三回転子 1 3 4 に対して回転方向に変位させる。第一回転子 1 3 2、第三回転子 1 3 4 間の周方向間隔が電気角で 1 8 0 度に達した位置で第一回転子 1 3 2、第二回転子 1 3 3 の変位制御は停止する。

【 0 1 1 0 】

制御装置 1 2 4 は予め定めた値より回転速度より低くなったら変位回転子の変位制御を再開し、電機子コイル 1 9 に現れる誘起電圧が所定の値より小となった時には第一回転子 1 3 2、第二回転子 1 3 3 を第三回転子 1 3 4 に対して回転方向とは逆方向に変位させて誘起電圧を増大させ、回転子を駆動するトルクを大にさせる。すなわち、回生制動により回転子を減速中に、出力 1 2 3 の回転速度減少を継続させると共に電機子コイル 1 9 に現れる誘起電圧が所定の値になるよう励磁回路 1 2 6 により励磁コイル 1 3 g に励磁電流を制御させてクラッチ板 1 3 9 に可動クラッチ板 1 3 a を押しつける力を制御し、第一回転子 1 3 2、第二回転子 1 3 3 を第三回転子 1 3 4 に対して回転方向と逆方向に変位させる。

【 0 1 1 1 】

本実施例に於いて、第一回転子 1 3 2 及び第二回転子 1 3 3 が回転駆動力或いは回生制動力により変位させられるが、低回転速度では回生制動力が十分ではなく、回転が停止しても変位回転子が基準位置に戻らない可能性がある。その場合には回転軸 1 1 を回転し難いよう拘束し、第一回転子 1 3 2 及び第二回転子 1 3 3 を基準位置方向に回転駆動するよう電機子コイル 1 9 に駆動電流を供給し、同時に励磁回路 1 2 6 により励磁コイル 1 3 g に励磁電流を制御させてクラッチ板 1 3 9 に可動クラッチ板 1 3 a を押しつける力を緩める方向に制御し、第一回転子 1 3 2、第二回転子 1 3 3 を変位させる。

【 0 1 1 2 】

本実施例に於いて、可動クラッチ板 1 3 a の押しつけ力を制御して可動クラッチ板 1 3 a とクラッチ板 1 3 9 とを互いに摺動させ、可動クラッチ板 1 3 a とクラッチ板 1 3 9 との間で伝達される回転駆動力或いは回生制動力が第一回転子 1 3 2 及び第二回転子 1 3 3 の変位力に配分された。可動クラッチ板 1 3 a、クラッチ板 1 3 9 それぞれの相対する面を互いに勘合する凹凸形状で構成し、図 1 7 と図 1 8 の状態を交互に繰り返させ、図 1 7 と図 1 8 それぞれの持続時間比率を制御して第一回転子 1 3 2 及び第二回転子 1 3 3 の変位力が制御される方法も可能である。

【 実施例 3 】

【 0 1 1 3 】

本発明による車両システムが実施例 3 として図 1 9 及び図 1 を用いて説明される。実施例 1 に説明された回転電機装置が駆動装置として搭載され、低速度から高速度まで車両の駆動力が滑らかに制御される。

【 0 1 1 4 】

図 1 9 は車両の駆動システムをブロック図で示す図であって、番号 1 9 1 は実施例 1 に説明された回転電機装置を、番号 1 9 2 はウォームギア 1 s を回転させるアクチュエータを、番号 1 9 3 はバッテリーを、番号 1 9 4 は車両駆動システムの制御装置を、番号 1 9

10

20

30

40

50

5は回転電機装置191に駆動電流を供給する駆動回路を、番号196はアクチュエータ192の制御回路を、番号197は車両の速度信号を発生するセンサンプを、番号198は車輪をそれぞれ示す。

【0115】

制御装置194はセンサンプ197の出力を監視し、電機子19に現れる誘起電圧が所定の値より大となった時には第一回転子14、第二回転子15を第三回転子16に対して回転方向に変位させ、第一回転子14、第二回転子15間及び第二回転子15、第三回転子16間の周方向間隔を大にして誘起電圧を減少させ、更に高速回転で駆動できるように常に誘起電圧が所定に値に留まるよう制御する。

【0116】

すなわち、駆動回路195から駆動電流を電機子コイル19に供給して車両を増速中に、回転速度増大を継続させると共に誘起電圧が所定の値になるよう制御回路196からアクチュエータ192を回転駆動して第二リングギア1mを回転子の回転方向とは逆方向に回転させる回転速度を制御し、第一回転子14、第二回転子15を第三回転子16に対して回転方向に変位させる。

【0117】

制御装置194はセンサンプ197の出力を監視し、誘起電圧が所定の値より小となった時には第一回転子14、第二回転子15を第三回転子16に対して回転方向とは逆方向に変位させて誘起電圧を増大させ、常に誘起電圧を所定に値に留まらせながら回転子を駆動するトルクを大にさせる。すなわち、回生制動により車両を減速中に、回転速度減少を継続させると共に電機子コイル19に現れる誘起電圧が所定の値になるよう制御回路196からアクチュエータ192を回転駆動して第二リングギア1mを回転子の回転方向に回転させる回転速度を制御し、第一回転子14、第二回転子15を第三回転子16に対して回転方向と逆方向に変位させる。

【0118】

本実施例によれば、上記に説明されたように車両の増速中に駆動力の一部を利用し、回生制動により車両を減速中に回生制動力の一部を利用し、第一回転子14、第二回転子15が第三回転子16に対して変位される。アクチュエータ192は小出力に出来るので車両の駆動システムは軽量化され、また回転電機装置の回転速度領域制御は連続的に行われるので車両の駆動力は全速度範囲に渡って滑らかに制御される。

【0119】

以上、本発明の回転電機システム及び車両の駆動方法について、実施例を挙げて説明した。これらの実施例は本発明の趣旨、目的を実現する例を示したのであって本発明の範囲を限定するわけでは無い。例えば上記実施例に於ける回転子の磁極構成、電機子の構成等はそれぞれ組み合わせを変えて本発明の趣旨を実現する回転電機装置を構成できる事は勿論である。

【要約】 (修正有)

【課題】誘起電圧の位相制御により回転速度範囲の広い磁石励磁回転電機を実現する。

【解決手段】電機子に対向する回転子を磁氣的突極の数を同じくする3個の回転子で構成し、二つの回転子を他に対して周方向に変位させて誘起電圧を制御する回転電機システムであって回転子間の磁気結合力が小の範囲内で大きな誘起電圧抑圧が可能である。回転駆動力及び回生制動力を利用して小さな力で変位回転子の変位制御を可能にし、更に本発明の回転電機システムを駆動源として有する車両の駆動力制御方法を提案している。

【選択図】図1

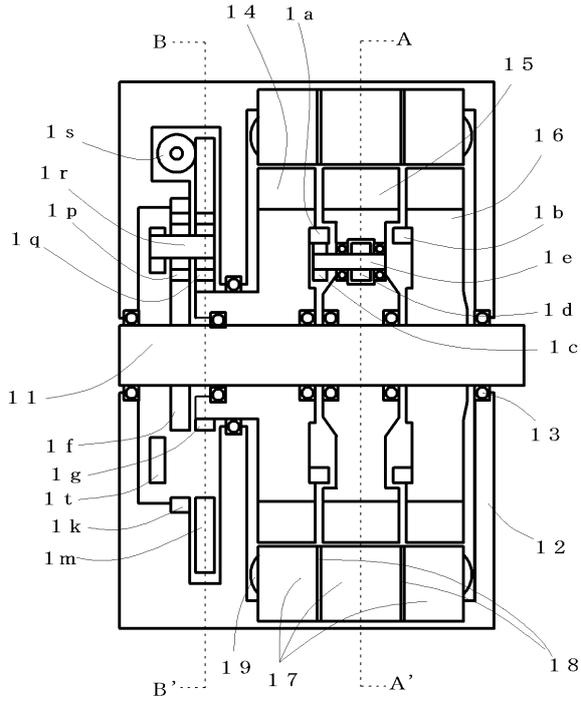
10

20

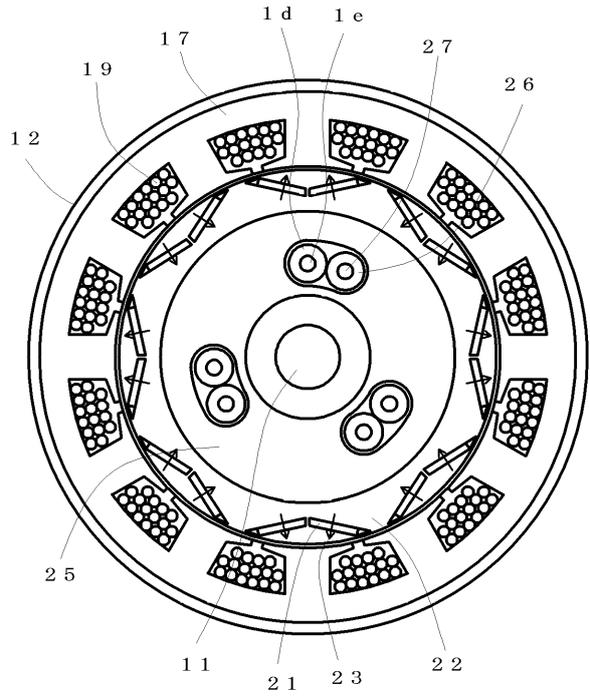
30

40

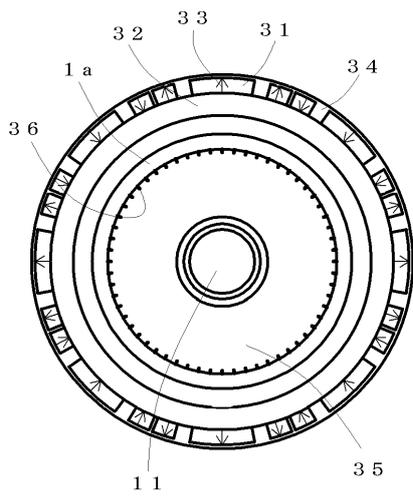
【図1】



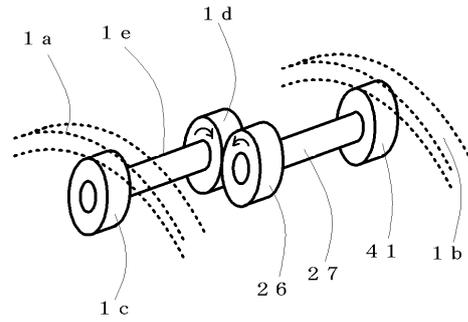
【図2】



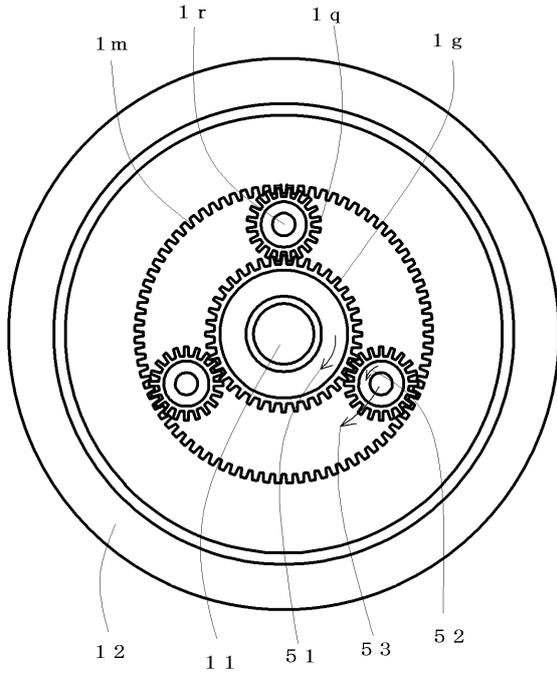
【図3】



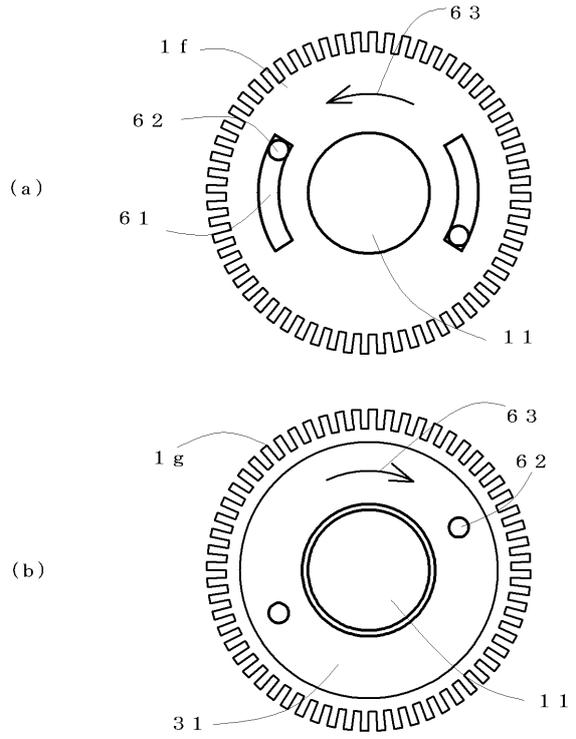
【図4】



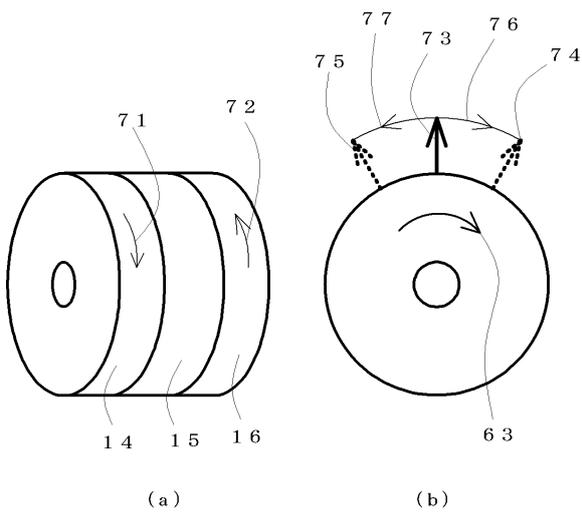
【 図 5 】



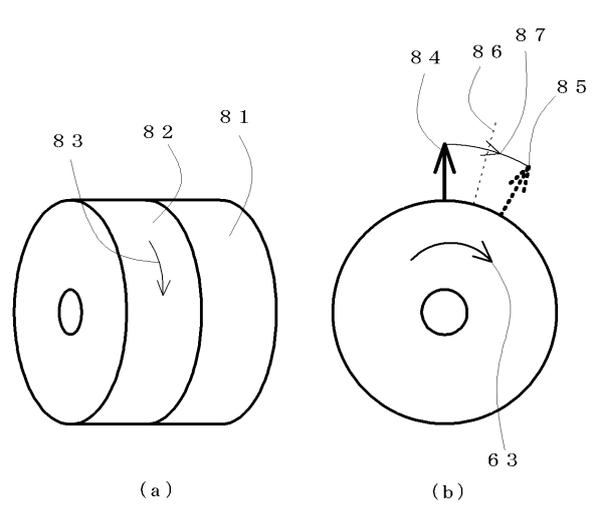
【 図 6 】



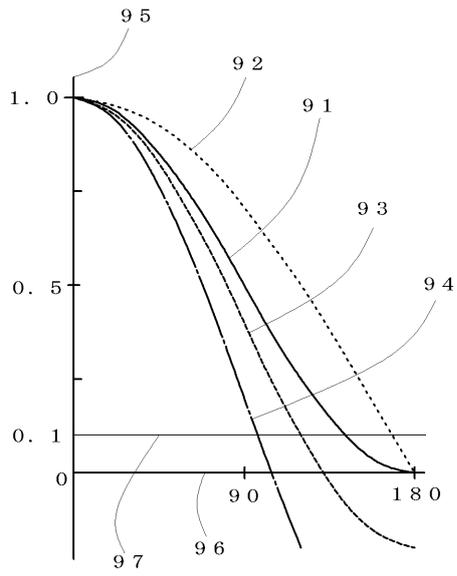
【 図 7 】



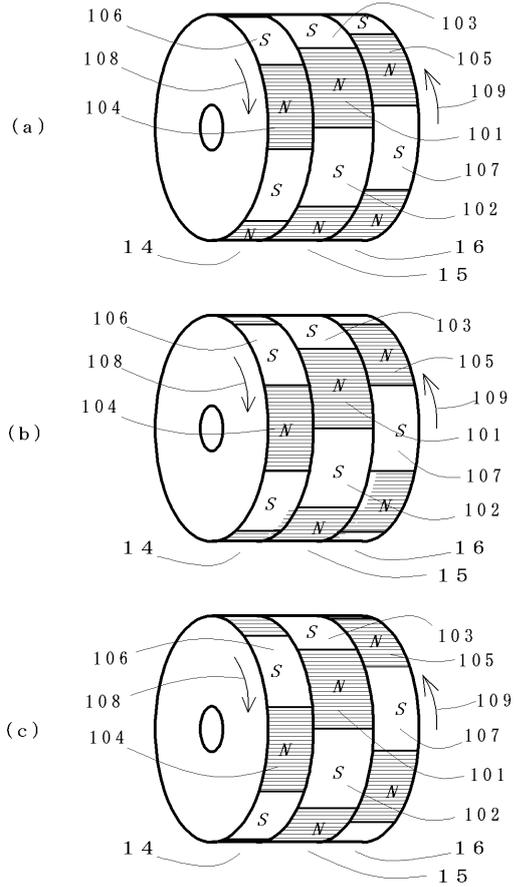
【 図 8 】



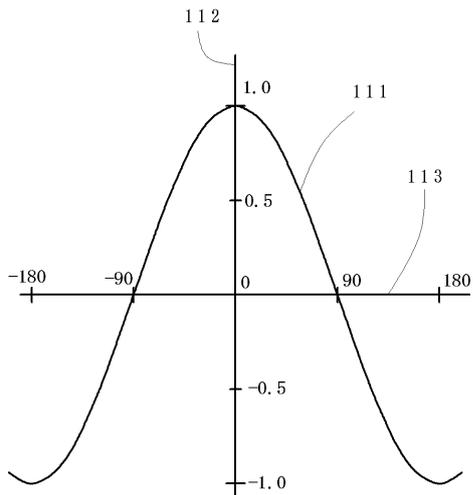
【図 9】



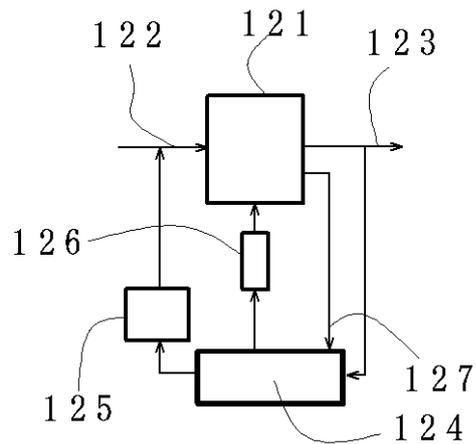
【図 10】



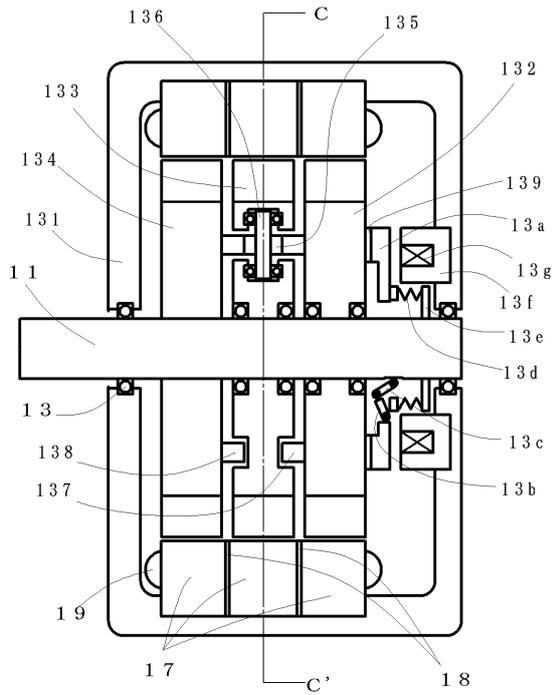
【図 11】



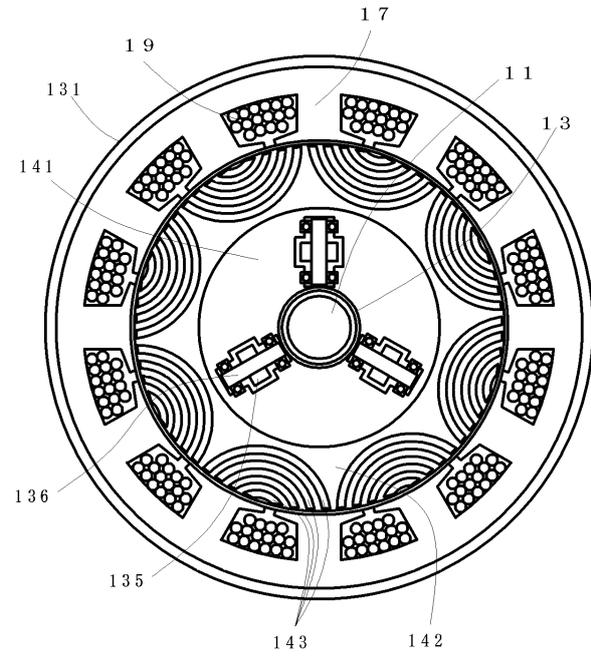
【図 12】



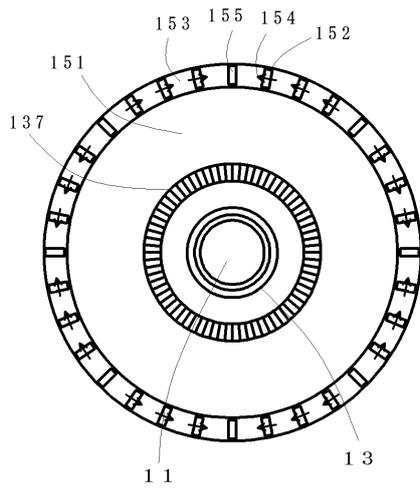
【図13】



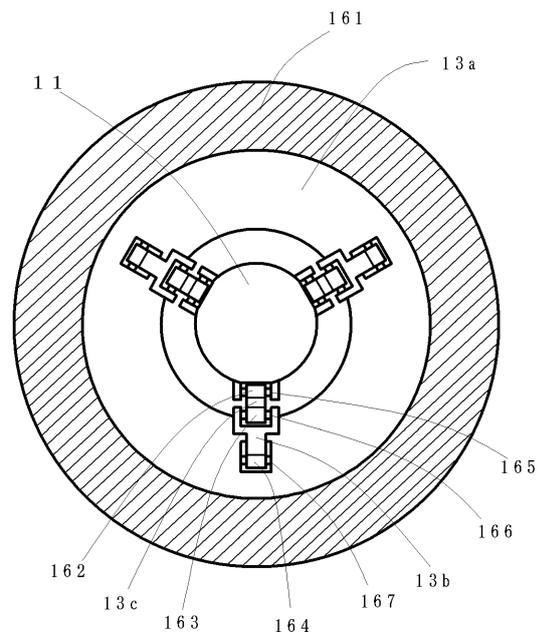
【図14】



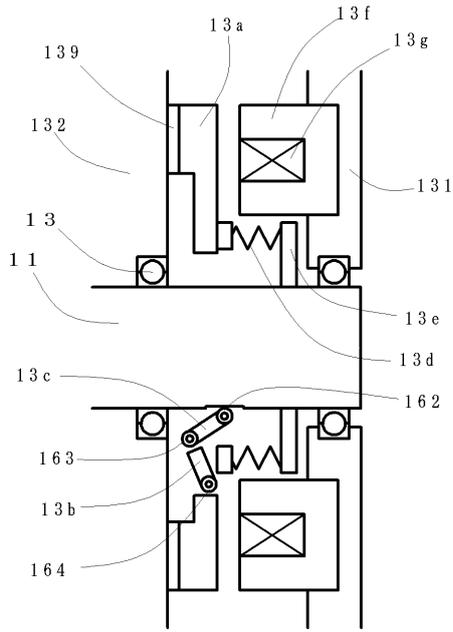
【図15】



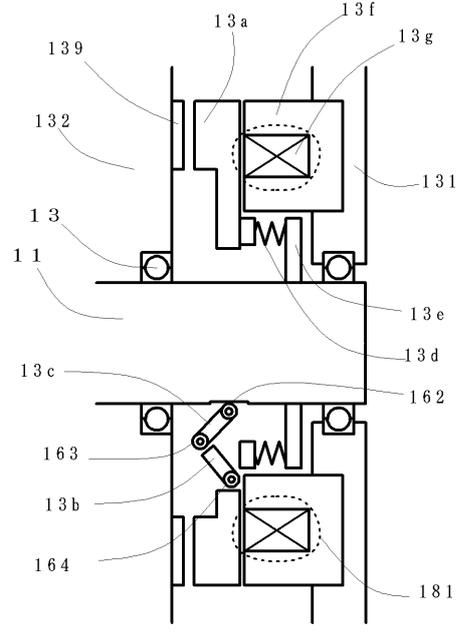
【図16】



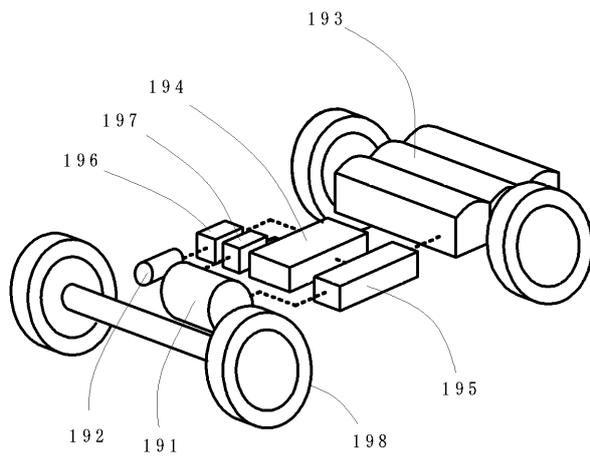
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 2 K 7/12 (2006.01) H 0 2 K 7/12

(56) 参考文献 特開 2 0 1 0 - 2 4 6 1 9 6 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 1 4 0 6 8 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 4 6 4 4 0 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 0 9 7 2 8 4 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 6 5 4 2 6 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 9 1 6 9 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 4 2 4 6 1 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 5 4 6 9 9 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 5 5 2 6 2 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 2 5 4 6 0 9 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 0 / 0 9 8 0 0 6 (W O , A 1)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 2 K 2 1 / 1 4 - 2 1 / 1 6
H 0 2 K 1 / 2 2
H 0 2 K 1 / 2 7
H 0 2 K 1 / 2 8
H 0 2 K 7 / 1 2
H 0 2 K 1 6 / 0 0 - 1 6 / 0 2