

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4999990号  
(P4999990)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

(51) Int.Cl.

F I

H O 2 K 21/38 (2006.01)

H O 2 K 21/38 M

H O 2 K 9/06 (2006.01)

H O 2 K 9/06 C

H O 2 K 19/10 (2006.01)

H O 2 K 9/06 G

H O 2 K 1/14 (2006.01)

H O 2 K 19/10 A

H O 2 K 1/18 (2006.01)

H O 2 K 1/14 Z

請求項の数 17 (全 33 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-511055 (P2010-511055)  
 (86) (22) 出願日 平成21年4月28日(2009.4.28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/058376  
 (87) 国際公開番号 W02009/136574  
 (87) 国際公開日 平成21年11月12日(2009.11.12)  
 審査請求日 平成22年6月23日(2010.6.23)  
 (31) 優先権主張番号 特願2008-122082 (P2008-122082)  
 (32) 優先日 平成20年5月8日(2008.5.8)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2008-122085 (P2008-122085)  
 (32) 優先日 平成20年5月8日(2008.5.8)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2008-122087 (P2008-122087)  
 (32) 優先日 平成20年5月8日(2008.5.8)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
 (74) 代理人 100110423  
 弁理士 曾我 道治  
 (74) 代理人 100094695  
 弁理士 鈴木 憲七  
 (74) 代理人 100111648  
 弁理士 梶並 順  
 (74) 代理人 100122437  
 弁理士 大宅 一宏  
 (74) 代理人 100147566  
 弁理士 上田 俊一  
 (74) 代理人 100161171  
 弁理士 吉田 潤一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電動機およびそれを用いた送風機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内周側に開口するスロットを画成するティースが円筒状のコアバックの内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで配設された第1固定子コアおよび第2固定子コアを、軸方向に所定距離離反して、かつ上記ティースの周方向位置を一致させて同軸に配置して構成された第1コア対を有する固定子コア、および上記固定子コアに巻装された固定子コイルを有する固定子と、

上記第1固定子コアのコアバック外周面上に配設され、着磁方向が径方向の一方の方向となるように着磁配向された第1永久磁石と、

上記第1永久磁石の外周面と上記第2固定子コアのコアバックの外周面とを連結するように軸方向に延設された軸方向磁路形成部材と、

突極が周方向に等角ピッチで配設された第1回転子コアおよび第2回転子コアを、それぞれ上記第1固定子コアおよび上記第2固定子コアの内周側に位置させ、かつ互いに周方向に半突極ピッチずらして回転軸に同軸に固着して構成された回転子と、  
 を備えていることを特徴とする回転電動機。

【請求項2】

内周側に開口するスロットを画成するティースが円筒状のコアバックの内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで配設された第1固定子コアおよび第2固定子コアを、軸方向に所定距離離反して、かつ上記ティースの周方向位置を一致させて同軸に配置して構成された第1コア対が、該第1固定子コア同士、又は該第2固定子コア同士を隣

10

20

り合わせ、かつ該ティースの周方向位置を一致させて同軸に軸方向に複数対配列されて構成された固定子コア、および上記固定子コアに巻装された固定子コイルを有する固定子と、

上記第1固定子コアのそれぞれのコアバック外周面上に配設され、着磁方向が径方向の一方の方向となるように着磁配向された第1永久磁石と、

上記第1永久磁石の外周面と上記第2固定子コアのコアバックの外周面とを連結するように軸方向に延設された軸方向磁路形成部材と、

突極が周方向に等角ピッチで配設された第1回転子コアおよび第2回転子コアを、それぞれ上記第1固定子コアおよび上記第2固定子コアのそれぞれの内周側に位置させ、かつ互いに周方向に半突極ピッチずらして回転軸に同軸に固着して構成された回転子と、  
を備えていることを特徴とする回転電動機。

10

【請求項3】

上記第1永久磁石と上記第2固定子コアのコアバックとの間に配設された第3永久磁石を更に備え、該第3永久磁石は、上記第1永久磁石の着磁方向が径方向外方に向かう場合には、着磁方向が該第1永久磁石から該第2固定子コアのコアバックに向かうように着磁配向され、該第1永久磁石の着磁方向が径方向内方に向かう場合には、着磁方向が該第2固定子コアのコアバックから該第1永久磁石に向かうように着磁配向されていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の回転電動機。

【請求項4】

上記第1永久磁石が単一の円筒体に作製されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の回転電動機。

20

【請求項5】

上記第1永久磁石が所定厚みを有する断面円弧形の短冊状に作製された複数の磁石体を周方向に配列して構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の回転電動機。

【請求項6】

上記第1永久磁石が複数の円筒体を軸方向に配列して構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の回転電動機。

【請求項7】

上記第2固定子コアのコアバック外周面上に配設され、着磁方向が径方向の他方の方向となるように着磁配向された第2永久磁石を備え、

30

上記第2固定子コアが上記第2永久磁石および上記軸方向磁路形成部材を介して上記第1永久磁石に連結されていることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の回転電動機。

【請求項8】

上記第1永久磁石と上記第2永久磁石との間に配設された第3永久磁石を更に備え、該第3永久磁石は、上記第1永久磁石の着磁方向が径方向外方に向かう場合には、着磁方向が該第1永久磁石から該第2永久磁石に向かうように着磁配向され、該第1永久磁石の着磁方向が径方向内方に向かう場合には、着磁方向が該第2永久磁石から該第1永久磁石に向かうように着磁配向されていることを特徴とする請求項7記載の回転電動機。

【請求項9】

40

上記第1永久磁石および上記第2永久磁石が単一の円筒体に作製されていることを特徴とする請求項7又は請求項8記載の回転電動機。

【請求項10】

上記第1永久磁石および上記第2永久磁石が所定厚みを有する断面円弧形の短冊状に作製された複数の磁石体を周方向に配列して構成されていることを特徴とする請求項7又は請求項8記載の回転電動機。

【請求項11】

上記第1永久磁石および上記第2永久磁石が複数の円筒体を軸方向に配列して構成されていることを特徴とする請求項7又は請求項8記載の回転電動機。

【請求項12】

50

上記第1固定子コアおよび上記第2固定子コアは、磁性鋼板を積層してなる積層鉄心、もしくは圧粉鉄心で構成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項11のいずれか1項に記載の回転電動機。

【請求項13】

上記固定子コアは、内周側に開口するスロットを画成するティースが円筒状のコアバックの内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで配設された第3固定子コアおよび第4固定子コアを、軸方向に所定距離離反して、かつ上記ティースの周方向位置を一致させて同軸に配置して構成された少なくとも1つの第2コア対を備え、上記第2コア対は、上記第3固定子コアおよび上記第4固定子コアのティースの周方向位置を上記第1固定子コアおよび上記第2固定子コアのティースの周方向位置に一致させて上記第1コア対と同軸に、かつ隣り合うように配置されており、

10

上記第3固定子コアの外周面と上記第4固定子コアの外周面とが上記軸方向磁路形成部材により連結され、

上記第1回転子コアおよび上記第2回転子コアが、上記第3固定子コアおよび上記第4固定子コアのそれぞれの内周側に位置し、かつ互いに周方向に半突極ピッチずらして上記回転軸に同軸に固着され、

界磁コイルが上記第3固定子コアのコアバックと上記第4固定子コアのコアバックとの間に介装されていることを特徴とする請求項1乃至請求項11のいずれか1項に記載の回転電動機。

【請求項14】

20

上記第1固定子コア乃至上記第4固定子コアは、磁性鋼板を積層してなる積層鉄心、もしくは圧粉鉄心で構成されていることを特徴とする請求項13記載の回転電動機。

【請求項15】

上記請求項1乃至請求項14のいずれか1項に記載の回転電動機と、

上記回転電動機を内部に収納し、風路方向を軸方向とする通風路が該回転電動機の径方向外周面に沿って形成されるケースと、

上記回転電動機により駆動される送風ファンと、

上記送風ファンを覆うように上記ケースに取り付けられたファンカバーと、を備え、

上記送風ファンが上記回転電動機により駆動され、上記ファンカバー内に吸気された空気に圧力を与えて上記通風路内を軸方向に流通させて上記ケース外に排気するように構成された送風機。

30

【請求項16】

上記送風ファンが、上記回転電動機の回転軸に固着された遠心ファンと、上記遠心ファンにより遠心方向に曲げられた空気を軸方向の流れに整流するディヒューザと、を備えていることを特徴とする請求項15記載の送風機。

【請求項17】

上記送風ファンが、上記回転電動機の回転軸に固着された動翼と、上記動翼の下流側に配置され、該動翼により圧力が高められた空気を軸方向の流れに整流する静翼と、を備えていることを特徴とする請求項15記載の送風機。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば高速運転される回転電動機およびそれを用いた送風機に関し、特に界磁起磁力発生手段として固定子に配置した永久磁石を用いた回転電動機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の固定子に配置した永久磁石を有する電動機は、軸方向に着磁されたリング状の永久磁石の軸方向の両側に固定子薄板を積層して構成された固定子コアと、突極状の積層薄板が永久磁石によって作られる磁極のN極側とS極側とで突極が半ピッチひねって積層さ

50

れて構成された回転子と、を備えている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 08 - 214519 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の電動機では、永久磁石が 2 分割された固定子コア間に挟み込まれ、かつ軸方向に着磁されているので、永久磁石による磁束は、永久磁石の N 極から N 極側固定子コアに入り、N 極側固定子コアのティース部から回転子の一侧の突極に入り、回転子内を他側に流れ、回転子の他側の突極から S 極側固定子コアに入り、永久磁石の S 極に戻るよう

10

【0005】

ここで、固定子コアを構成する固定子薄板は絶縁被膜が被覆されているので、積層された固定子薄板間に存在する絶縁被膜が磁気的な隙間となり、磁気抵抗を増大させる要因となる。したがって、N 極側および S 極側固定子コアでは、固定子薄板の積層方向における磁気抵抗は、積層枚数が増えるほど大きくなる。そこで、磁束が永久磁石から軸方向に流れて N 極側固定子コア内を固定子薄板の積層方向に流れる際に、磁束は N 極側固定子コア内に深くまで入り込めず、N 極側固定子コアの永久磁石側の固定子薄板内を径方向内方に流れることになる。つまり、従来の電動機では、永久磁石による磁束は 2 つの固定子コアの永久磁石側に偏って流れ、有効磁束が減少し、効率が低下するという課題があった。

20

【0006】

また、有効磁束量は、永久磁石の着磁方向と直交する磁石断面積に比例する。従来の電動機では、永久磁石が軸方向に着磁されているので、永久磁石の着磁方向に直交する断面は回転軸の軸心を中心とする所定の径方向幅を有するリング状の面となる。そこで、従来の電動機では、有効磁束量を増やすには、即ち永久磁石の着磁方向に直交する磁石断面積を大きくするには、永久磁石の径方向幅、即ち内径と外径との差を大きくする必要がある。そして、回転子トルクの都合で、内径がある大きさに規定された場合、永久磁石の外径を大きくする必要があり、その結果、回転電動機の外径そのものが大きくなってしま

30

【0007】

特に、7 ~ 10 万回転 / 分といった高速モータをファンと組み合わせた場合、遠心力による強度の制約からファン径は小径化する必要がある、その結果、ファンの吹き出し風路も小径化する傾向にある。それに対し、モータの径が大きいと、ファンの吹き出し風路を阻害してしまい、吹き出し風路とモータとの配置を互いに干渉しないようにレイアウトを工夫する必要が生じる。

例えば、小径軸流ファンとモータとを一体化し、ファンの風路内周側にモータを内蔵することを考える場合、軸流ファンのファン径に合わせてモータ外径も小さくしたいが、従来の電動機は、外径の小径化に対して十分対応できず、特に高速ファンモータの用途には適用が困難である、という課題があった。

40

【0008】

この発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、永久磁石の着磁方向を径方向として径方向寸法を増やすことなく磁石断面積を大きくして、かつ固定子コアを流れる磁束の偏在をなくして有効磁束量を確保し、高効率化、小型化、かつ高速化を実現する回転電動機およびそれを用いた送風機を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明による回転電動機は、内周側に開口するスロットを画成するティースが円筒状のコアバックの内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで配設された第 1 固定子コアおよび第 2 固定子コアを、軸方向に所定距離離反して、かつ上記ティースの周

50

方向位置を一致させて同軸に配置して構成された第1コア対を有する固定子コア、および上記固定子コアに巻装された固定子コイルを有する固定子と、上記第1固定子コアのコアバック外周面上に配設され、着磁方向が径方向の一方の方向となるように着磁配向された第1永久磁石と、上記第1永久磁石の外周面と上記第2固定子コアのコアバックの外周面とを連結するように軸方向に延設された軸方向磁路形成部材と、突極が周方向に等角ピッチで配設された第1回転子コアおよび第2回転子コアを、それぞれ上記第1固定子コアおよび上記第2固定子コアの内周側に位置させ、かつ互いに周方向に半突極ピッチずらして回転軸と同軸に固着して構成された回転子と、を備えている。

【発明の効果】

【0010】

10

この発明によれば、第1固定子コアと第2固定子コアとが軸方向に所定距離離反して配設され、着磁方向が径方向の一方の方向となるように着磁配向された第1永久磁石が第1固定子コアのコアバック外周面上に配設されている。そこで、第1永久磁石の径方向寸法を変えることなく、軸方向寸法を大きくして、第1永久磁石の着磁方向と直交する磁石断面積を大きくできる。これにより、径方向寸法を増やすことなく有効磁束量を確保できるので、小型かつ高速モータの用途に適用できる回転電動機を簡易に実現できる。

【0011】

さらに、軸方向磁路形成部材が第1永久磁石の外周面と第2固定子コアのコアバックの外周面とを連結するように軸方向に延設されている。そこで、第1永久磁石の着磁方向が径方向外方である場合には、第1永久磁石による磁束は、軸方向磁路形成部材内を第2固定子コア側に軸方向に流れ、第2固定子コア内に均等に流れる。また、第1永久磁石の着磁方向が径方向内方である場合には、第1永久磁石による磁束は、第1固定子コア内を均等に流れ、回転子の第1回転子コアを径方向内方に流れて回転軸に入り、回転軸内を軸方向に第2回転子コア側に流れ、第2回転子コアおよび第2固定子コア内を均等に径方向外方に流れる。これにより、磁束が第1および第2固定子コアの相対する端部側、即ち第1コア対の中心側に偏って流れることに起因する有効磁束量の減少が抑えられるので、高効率の回転電動機を実現できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】この発明の実施の形態1に係る回転電動機を示す一部破断斜視図である。

30

【図2】この発明の実施の形態1に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【図3】この発明の実施の形態2に係る回転電動機を示す一部破断斜視図である。

【図4】この発明の実施の形態2に係る回転電動機における第2永久磁石による効果を説明する縦断面図である。

【図5】この発明の実施の形態3に係る回転電動機を示す横断面図である。

【図6】この発明の実施の形態4に係る回転電動機を示す縦断面図である。

【図7】この発明の実施の形態5に係る回転電動機を示す一部破断斜視図である。

【図8】この発明の実施の形態5に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

40

【図9】この発明の実施の形態6に係る回転電動機を示す一部破断斜視図である。

【図10】この発明の実施の形態6に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【図11】この発明の実施の形態7に係る回転電動機を示す一部破断斜視図である。

【図12】この発明の実施の形態7に係る回転電動機における第3永久磁石による効果を説明する縦断面図である。

【図13】この発明の実施の形態8に係る回転電動機を示す横断面図である。

【図14】この発明の実施の形態9に係る回転電動機を示す縦断面図である。

【図15】この発明の実施の形態10に係る回転電動機を示す一部破断斜視図である。

【図16】この発明の実施の形態10に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦

50

断面図である。

【図 17】この発明の実施の形態 11 に係る回転電動機を示す一部破断斜視図である。

【図 18】この発明の実施の形態 11 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【図 19】この発明の実施の形態 12 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【図 20】この発明の実施の形態 13 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【図 21】この発明の実施の形態 14 に係る回転電動機を示す横断面図である。

【図 22】この発明の実施の形態 15 に係る回転電動機を示す縦断面図である。

10

【図 23】この発明の実施の形態 16 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【図 24】この発明の実施の形態 17 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【図 25】この発明の実施の形態 18 に係る送風機を示す分解斜視図である。

【図 26】この発明の実施の形態 18 に係る送風機における風の流れを説明する分解斜視図である。

【図 27】この発明の実施の形態 19 に係る送風機を示す分解斜視図である。

【図 28】この発明の実施の形態 20 に係る送風機における回転電動機の構成を説明する分解斜視図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の回転電動機の好適な実施の形態につき図面を用いて説明する。

【0014】

実施の形態 1 .

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る回転電動機を示す一部破断斜視図、図 2 はこの発明の実施の形態 1 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【0015】

図 1 および図 2 において、回転電動機 100 は、永久磁石を有する同期回転機であり、磁性材料で作製された回転軸 1 に同軸に固着された回転子 2 と、回転子 2 を圍繞するように同軸に配設された固定子コア 7 にトルク発生用駆動コイルとしての固定子コイル 10 を巻装してなる固定子 6 と、界磁起磁力を発生する界磁起磁力発生手段としての第 1 永久磁石 14 と、回転子 2、固定子 6 および第 1 永久磁石 14 を内部に収納、保持するフレーム 16 と、を備えている。ここで、フレーム 16 は、例えば鉄等の磁性材料で円筒状に作製され、軸方向磁路形成部材としても機能する。

30

【0016】

回転子 2 は、例えば所定形状に成形された多数枚の磁性鋼板を積層一体化して作製された第 1 および第 2 回転子コア 3、4 と、所定枚の磁性鋼板を積層一体化して作製され、軸心位置に回転軸挿入孔が穿設された円盤状の隔壁 5 と、を備える。第 1 および第 2 回転子コア 3、4 は、同一形状に作製され、軸心位置に回転軸挿入孔が穿設された円筒状の基部 3a、4a と、基部 3a、4a の外周面から径方向外方に突設され、かつ軸方向に延設されて、周方向に等角ピッチで例えば 4 つ設けられた突極 3b、4b と、から構成されている。第 1 および第 2 回転子コア 3、4 は、周方向に半突極ピッチずらして、隔壁 5 を介して相対して互いに密接して配置され、それらの回転軸挿入孔に挿通された回転軸 1 に固着され、回転子 2 が構成されている。

40

【0017】

固定子コア 7 は、所定形状に成形された多数枚の磁性鋼板を積層一体化して第 1 および第 2 回転子コア 3、4 と同じ軸方向厚みに作製された第 1 および第 2 固定子コア 8、9 を備える。第 1 固定子コア 8 は、円筒状のコアバック 8a と、コアバック 8a の内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで例えば 6 つ設けられたティース 8b と、を

50

備える。内周側に開口するスロット 8 c が、周方向に隣り合うティース 8 b 間に画成されている。第 2 固定子コア 9 は、円筒状のコアバック 9 a と、コアバック 9 a の内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで例えば 6 つ設けられたティース 9 b と、を備える。内周側に開口するスロット 9 c が、周方向に隣り合うティース 9 b 間に画成されている。ここで、第 2 固定子コア 9 は、外径が第 1 永久磁石 1 4 の厚み分大きくなっている点を除いて、第 1 固定子コア 8 と同じ形状に作製されている。

#### 【 0 0 1 8 】

スペーサ 1 2 は、ステンレスやアルミなどの金属材料、およびポリフェニレンサルファイド樹脂などの合成樹脂などの非磁性材料を用いて、隔壁 5 と同じ軸方向厚さで、コアバック 9 a と同じ径方向寸法の円筒体に作製されている。第 1 永久磁石 1 4 は、第 1 固定子

10

#### 【 0 0 1 9 】

このように構成された第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 は、スペーサ 1 2 を挟んで、ティース 8 b , 9 b の周方向位置を一致させて同軸に配置され、第 1 コア対を構成している。そして、第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 が、それぞれ第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 の内周側に位置するように配設されている。さらに、第 1 永久磁石 1 4 が、第 1 固定子コア 8 を囲繞するように嵌着されている。

#### 【 0 0 2 0 】

固定子コイル 1 0 は、スロット 8 c , 9 c を跨がないで軸方向に相対して対をなすティース 8 b , 9 b に導線を巻回する、いわゆる集中巻き方式に巻装された 6 相の相コイル 1 1 を有する。図 1 では、1 対のティース 8 b , 9 b に集中巻きに巻回された 1 相の相コイル 1 1 のみを示しているが、固定子コイル 1 0 は、実際には、6 対のティース 8 b , 9 b に対して、順次 U , V , W の 3 相を 2 回繰り返して集中巻きに巻回して構成されている。

20

#### 【 0 0 2 1 】

回転電動機 1 0 0 は、固定子 6 が第 1 永久磁石 1 4 を装着されてフレーム 1 6 内に圧入、保持され、回転子 2 が一對の端板（図示せず）に回転軸 1 を軸支されて固定子 6 内に回転自在に収納されて構成されている。この時、第 1 永久磁石 1 4 の外周面と第 2 固定子コア 9 のコアバック 9 a の外周面とがフレーム 1 6 により連結されている。

#### 【 0 0 2 2 】

30

この回転電動機 1 0 0 においては、第 1 永久磁石 1 4 による磁束は、図 2 に矢印で示されるように、第 1 永久磁石 1 4 からフレーム 1 6 を介して第 2 固定子コア 9 側に流れ、ついでフレーム 1 6 から第 2 固定子コア 9 、第 2 回転子コア 4 、隔壁 5 および回転軸 1 を介して第 1 回転子コア 3 に流れ、ついで第 1 回転子コア 3 から第 1 固定子コア 8 を介して第 1 永久磁石 1 4 に戻る磁路を形成する。これにより、N 極が第 1 回転子コア 3 の突極 3 b に生じ、S 極が第 2 回転子コア 4 の突極 4 b に生じる。この時、第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 の突極 3 b , 4 b が周方向に半突極ピッチずれているので、軸方向から見ると、N 極と S 極とが周方向に交互に配置される。そして、第 1 永久磁石 1 4 による磁束と固定子コイル 1 0 による磁束とが作用し合ってトルクを発生する。そこで、回転電動機 1 0 0 は、無整流子モータとして動作し、磁気的には、8 極 6 スロットの集中巻き方式の永久磁石式回転電機と同様に動作する。

40

#### 【 0 0 2 3 】

この実施の形態 1 では、第 1 永久磁石 1 4 が第 1 固定子コア 8 を囲繞する円筒体に作製され、かつ径方向に着磁配向されているので、第 1 永久磁石 1 4 の着磁方向 1 7 に直交する磁路断面は回転軸 1 の軸心を中心とする円筒面となる。そこで、径方向寸法を大きくすることなく、軸方向寸法を大きくすることで、第 1 永久磁石 1 4 の着磁方向 1 7 に直交する磁石断面積を大きくすることができる。したがって、径方向寸法を増やすことなく磁石断面積を大きくして有効磁束量を確保できるので、小型かつ高速モータの用途に適用できる回転電動機 1 0 0 を簡易に実現できる。

#### 【 0 0 2 4 】

50

この実施の形態 1 では、第 1 永久磁石 1 4 が第 1 固定子コア 8 を囲繞する円筒体に作製され、かつ径方向に着磁配向され、磁性材料からなるフレーム 1 6 が第 1 永久磁石 1 4 の外周面と第 2 固定子コア 9 のコアバック 9 a の外周面とを連結するように配設されているので、第 1 永久磁石 1 4 と第 2 固定子コア 9 とがフレーム 1 6 を介して磁氣的に接続される。そこで、第 1 永久磁石 1 4 による磁束は、フレーム 1 6 に入りフレーム 1 6 内を軸方向に流れて第 2 固定子コア 9 側に到達し、第 2 固定子コア 9 の軸方向長さの全域にわたるフレーム 1 6 の領域から第 2 固定子コア 9 に入る。これにより、磁束は第 2 固定子コア 9 の各磁性鋼板にほぼ均等に流れる。したがって、磁束が第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 の相対する端部側、即ち第 1 コア対の中心側に偏って流れることに起因する有効磁束量の減少が抑えられるので、高効率の回転電動機 1 0 0 を実現できる。

10

#### 【 0 0 2 5 】

この実施の形態 1 では、第 1 永久磁石 1 4 が円筒体に作製されているので、第 1 永久磁石 1 4 の第 1 固定子コア 8 への装着が簡易となるとともに、磁束量を多くできる。

また、磁性材料で作製されたフレーム 1 6 を軸方向磁路形成部材として用いているので、新たに軸方向磁路形成部材を用意する必要がなく、部品点数の削減が図られる。

#### 【 0 0 2 6 】

実施の形態 2 .

図 3 はこの発明の実施の形態 2 に係る回転電動機を示す一部破断斜視図、図 4 はこの発明の実施の形態 2 に係る回転電動機における第 3 永久磁石による効果を説明する縦断面図である。

20

#### 【 0 0 2 7 】

図 3 において、スペーサ 1 2 A は、コアバック 8 a と同じ径方向寸法の円筒体に作製され、第 3 永久磁石 1 8 は、スペーサ 1 2 A と同じ軸方向長さを有し、第 1 永久磁石 1 4 と同等の径方向寸法の円筒体に作製され、スペーサ 1 2 A を囲繞するように装着され、第 1 永久磁石 1 4 と第 2 固定子コア 9 のコアバック 9 a との間に介装されている。そして、第 3 永久磁石 1 8 は、その着磁方向 1 9 が第 1 永久磁石 1 4 から第 2 固定子コア 9 のコアバック 9 a に向かうように軸方向に着磁配向されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

#### 【 0 0 2 8 】

このように構成された回転電動機 1 0 1 においては、第 3 永久磁石 1 8 による磁束は、図 4 中一点鎖線で示されるように、第 2 固定子コア 9 のコアバック 9 a からフレーム 1 6 に入り、フレーム 1 6 内を第 1 永久磁石 1 4 側に流れ、第 1 永久磁石 1 4 を介して第 3 永久磁石 1 8 に戻る磁路を形成する。この時、第 3 永久磁石 1 8 による磁束は、第 1 永久磁石 1 4 による磁束と逆向きにフレーム 1 6 内を流れ、フレーム 1 6 の磁気飽和が緩和される。つまり、第 3 永久磁石 1 8 は軸方向磁路形成部材の磁気飽和緩和手段を構成する。

30

#### 【 0 0 2 9 】

このように、この実施の形態 2 によれば、フレーム 1 6 の磁気飽和が緩和されるので、有効磁束量が増え、出力を向上させることができるとともに、フレーム 1 6 を薄肉化でき、回転電動機 1 0 1 の小型、軽量化が図られる。

#### 【 0 0 3 0 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 では、第 1 永久磁石が、それぞれ所定厚みを有する断面円弧形の短冊状に作製された複数の磁石体で構成されている点を除いて、上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

40

#### 【 0 0 3 1 】

図 5 はこの発明の実施の形態 3 に係る回転電動機を示す横断面図である。

図 5 において、第 1 永久磁石が上述の円筒体の第 1 永久磁石 1 4 を周方向に例えば 8 つに等分割した形状である断面円弧形の短冊状の磁石体 2 0 a ~ 2 0 h により構成されている。そして、各磁石体 2 0 a ~ 2 0 h は、着磁方向 1 7 が径方向外方に向くように着磁配向されている。

50



## 【 0 0 3 2 】

ここで、永久磁石が単一の円筒体に作製されている場合、回転子の回転に伴い永久磁石に鎖交する磁束成分が若干変動し、それに伴って永久磁石には変動磁束による渦電流損失が発生する。

このように構成された回転電動機 1 0 2 においては、永久磁石が複数の磁石体 2 0 a ~ 2 0 h に分割されているので、渦電流路も同時に分割されることになり、結果として、渦電流が低減し、永久磁石に発生する渦電流損も低減できる。

## 【 0 0 3 3 】

なお、上記実施の形態 3 では、磁石体 2 0 a ~ 2 0 h が第 1 固定子コア 8 の外周面上に周方向に隙間なく配列されているものとしているが、複数の磁石体を固定子コアの外周面上に周方向に所定の隙間を持って配列してもよく、1 つの磁石体のみを配設してもよい。複数の磁石体を固定子コアの外周面上に周方向に配列する場合、等角ピッチに配列すれば、磁気バランスがよくなる。

## 【 0 0 3 4 】

実施の形態 4 .

実施の形態 4 では、第 1 永久磁石が、それぞれ円筒体に作製された複数の磁石体で構成されている点を除いて、上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

## 【 0 0 3 5 】

図 6 はこの発明の実施の形態 4 に係る回転電動機を示す縦断面図である。

図 6 において、第 1 永久磁石が上述の円筒体の第 1 永久磁石 1 4 を軸方向に 2 つに等分割した形状である円筒体の磁石体 2 1 a , 2 1 b により構成されている。そして、磁石体 2 1 a , 2 1 b は、それぞれ着磁方向 1 7 が径方向外方に向くように着磁配向されている。

## 【 0 0 3 6 】

このように構成された回転電動機 1 0 3 においては、磁石体 2 1 a , 2 1 b が、着磁方向 1 7 を径方向外方に向けて、かつ軸方向に隣接して第 1 固定子コア 8 を囲繞するように嵌着されている。

したがって、この回転電動機 1 0 3 においても、永久磁石を分割することにより、渦電流路も分割され、永久磁石渦電流損を低減することができる。

## 【 0 0 3 7 】

なお、上記実施の形態 4 では、第 1 永久磁石が軸方向に 2 つに分割された円筒体の磁石体により構成されているものとしているが、第 1 永久磁石は軸方向に 3 つ以上に分割されていてもよい。また、各磁石体は軸方向に隙間を持って配設されてもよい。

## 【 0 0 3 8 】

実施の形態 5 .

図 7 はこの発明の実施の形態 5 に係る回転電動機を示す一部破断斜視図、図 8 はこの発明の実施の形態 5 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

## 【 0 0 3 9 】

図 7 において、固定子 6 A は、固定子コア 7 A と、固定子コイル 1 0 と、を備えている。固定子コア 7 A は、スペーサ 1 2 を挟んで、ティース 8 b , 9 b の周方向位置を一致させて同軸に配置された第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 の第 1 コア対が、第 1 固定子コア 8 同士を密接させて、かつティース 8 b の周方向位置を一致させて同軸に軸方向に 2 対配列されて構成されている。さらに、固定子コア 7 A は、第 1 永久磁石 1 4 が装着されてフレーム 1 6 内に収納、保持される。この時、第 1 永久磁石 1 4 が第 1 固定子コア 8 のそれぞれを囲繞するように嵌着されている。

## 【 0 0 4 0 】

固定子コイル 1 0 は、それぞれスロット 8 c , 9 c を跨がないで軸方向に 1 列に配列しているティース 8 b , 9 b の組に導線を巻回してなる 6 相の相コイル 1 1 を有する。図 7 では、1 つのティース 8 b , 9 b の組に集中巻きに巻回された 1 相の相コイル 1 1 のみを示しているが、固定子コイル 1 0 は、実際には、6 つのティース 8 b , 9 b の組に対して

10

20

30

40

50

、順次 U , V , W の 3 相を 2 回繰り返して集中巻きに巻回して構成されている。

【 0 0 4 1 】

回転子 2 A は、隔壁 5 を挟んで第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 を周方向に半突極ピッチずらして互いに密接して配置した回転子コア対を、第 1 回転子コア 3 同士を密接させて、かつ突極 3 b の周方向位置を一致させて軸方向に 2 対並設し、それらの回転軸挿入孔に挿通された回転軸 1 に固着されて構成されている。この回転子 2 A は、第 1 回転子コア 3 を第 1 固定子コア 8 の内周側に位置させ、第 2 回転子コア 4 を第 2 固定子コア 9 の内周側に位置させて、固定子コア 7 A 内に回転自在に配設される。

なお、他の構成は上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

【 0 0 4 2 】

このように構成された回転電動機 1 0 4 においても、図 8 に矢印で示されるように、第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 からなるコア対のそれぞれにおいて、磁束は、第 1 永久磁石 1 4 からフレーム 1 6 内を第 2 固定子コア 9 側に流れ、ついでフレーム 1 6 から第 2 固定子コア 9 、第 2 回転子コア 4 、隔壁 5 および回転軸 1 を介して第 1 回転子コア 3 に流れ、ついで第 1 回転子コア 3 から第 1 固定子コア 8 を介して第 1 永久磁石 1 4 に戻る磁路を形成する。

【 0 0 4 3 】

したがって、この実施の形態 5 においても、上記実施の形態 1 と同様の効果を奏する。また、この実施の形態 5 によれば、第 1 永久磁石 1 4 からの磁束がフレーム 1 6 内を軸方向の両側に分岐して流れるので、1 極当たりの磁束量を低減することができる。その結果、フレーム 1 6 の径方向厚みを薄くしても、磁気飽和しにくくなり、フレーム 1 6 の径を小さくできる。これにより、回転電動機 1 0 4 の小径化が可能となる。

【 0 0 4 4 】

ここで、上記実施の形態 5 では、第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 からなる 2 対の第 1 コア対を、第 1 固定子コア 8 同士を密接させて隣り合わせに軸方向に並設するものとしているが、2 対の第 1 コア対は第 1 固定子コア 8 同士を非磁性材料からなるスペーサなどを介して隣り合わせに軸方向に並設されてもよい。この場合、第 1 回転子コア 3 同士も、非磁性体からなるスペーサなどを介して隣り合わせに軸方向に並設される。

【 0 0 4 5 】

また、上記実施の形態 5 では、第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 からなる 2 対の第 1 コア対を、第 1 固定子コア 8 同士を密接させて隣り合わせに軸方向に並設するものとしているが、2 対の第 1 コア対は第 2 固定子コア 9 同士を密接させて隣り合わせに軸方向に並設されてもよい。

また、上記実施の形態 5 では、第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 からなる 2 対の第 1 コア対を軸方向に並設するものとしているが、軸方向に並設される第 1 コア対の対数は 3 対以上でもよい。この場合、3 対以上の第 1 コア対は、第 1 固定子コア 8 同士又は第 2 固定子コア 9 同士を、ティースの周方向位置を一致させて、かつ隣り合わせに、軸方向に並設される。

【 0 0 4 6 】

なお、上記実施の形態 1 ~ 5 では、第 1 永久磁石は、着磁方向が径方向外方を向くように着磁配向されているものとしているが、第 1 永久磁石は、着磁方向が径方向内方を向くように着磁配向されてもよい。ここで、実施の形態 2 において、第 1 永久磁石と第 2 固定子コアのコアバックとの間に介装されている第 3 永久磁石の着磁方向は、第 1 永久磁石の着磁方向に応じて変える必要がある。つまり、第 3 永久磁石は、第 1 永久磁石の着磁方向が径方向外方に向かう場合には、着磁方向が第 1 永久磁石から第 2 固定子コアのコアバックに向かうように着磁配向され、第 1 永久磁石の着磁方向が径方向内方に向かう場合には、着磁方向が第 2 固定子コアのコアバックから第 1 永久磁石に向かうように着磁配向される。

【 0 0 4 7 】

実施の形態 6 .

10

20

30

40

50

図 9 はこの発明の実施の形態 6 に係る回転電動機を示す一部破断斜視図、図 10 はこの発明の実施の形態 6 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【0048】

図 9 および図 10 において、回転電動機 105 は、永久磁石を有する同期回転機であり、磁性材料で作製された回転軸 1 に同軸に固着された回転子 2 と、回転子 2 を圍繞するように同軸に配設された固定子コア 7 B にトルク発生用駆動コイルとしての固定子コイル 10 を巻装してなる固定子 6 B と、界磁起磁力を発生する界磁起磁力発生手段 13 と、回転子 2、固定子 6 および界磁起磁力発生手段 13 を内部に収納、保持するフレーム 16 と、を備えている。ここで、フレーム 16 は、例えば鉄等の磁性材料で円筒状に作製され、軸方向磁路形成部材としても機能する。

10

【0049】

回転子 2 は、例えば所定形状に成形された多数枚の磁性鋼板を積層一体化して作製された第 1 および第 2 回転子コア 3, 4 と、所定枚の磁性鋼板を積層一体化して作製され、軸心位置に回転軸挿入孔が穿設された円盤状の隔壁 5 と、を備える。第 1 および第 2 回転子コア 3, 4 は、同一形状に作製され、軸心位置に回転軸挿入孔が穿設された円筒状の基部 3 a, 4 a と、基部 3 a, 4 a の外周面から径方向外方に突設され、かつ軸方向に延設されて、周方向に等角ピッチで例えば 4 つ設けられた突極 3 b, 4 b と、から構成されている。第 1 および第 2 回転子コア 3, 4 は、周方向に半突極ピッチずらして、隔壁 5 を介して相対して互いに密接して配置され、それらの回転軸挿入孔に挿通された回転軸 1 に固着され、回転子 2 が構成されている。

20

【0050】

固定子コア 7 B は、所定形状に成形された多数枚の磁性鋼板を積層一体化して第 1 および第 2 回転子コア 3, 4 と同じ軸方向厚みに作製された第 1 および第 2 固定子コア 8, 9 A を備える。第 1 固定子コア 8 は、円筒状のコアバック 8 a と、コアバック 8 a の内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで例えば 6 つ設けられたティース 8 b と、を備える。内周側に開口するスロット 8 c が、周方向に隣り合うティース 8 b 間に画成されている。第 2 固定子コア 9 A は、第 1 固定子コア 8 と同一形状に作製され、円筒状のコアバック 9 a と、コアバック 9 a の内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで例えば 6 つ設けられたティース 9 b と、を備える。内周側に開口するスロット 9 c が、周方向に隣り合うティース 9 b 間に画成されている。

30

【0051】

スペーサ 12 は、ステンレスやアルミなどの金属材料、およびポリフェニレンサルファイド樹脂などの合成樹脂などの非磁性材料を用いて、隔壁 5 と同じ軸方向厚さで、コアバック 8 a, 9 a と同じ径方向寸法の円筒体に作製されている。界磁起磁力発生手段 13 は、第 1 固定子コア 8 と同じ軸方向厚さで、第 1 固定子コア 8 の外径と同等の内径を有する円筒体に作製され、着磁方向 17 が径方向外方となるように着磁配向されている第 1 永久磁石 14 と、第 2 固定子コア 9 A と同じ軸方向厚さで、第 2 固定子コア 9 A の外径と同等の内径を有する円筒体に作製され、着磁方向 17 が径方向内方となるように着磁配向されている第 2 永久磁石 15 と、から構成されている。

【0052】

40

このように構成された第 1 および第 2 固定子コア 8, 9 A は、スペーサ 12 を挟んで、ティース 8 b, 9 b の周方向位置を一致させて同軸に配置され、第 1 コア対を構成している。そして、第 1 および第 2 回転子コア 3, 4 が、それぞれ第 1 および第 2 固定子コア 8, 9 A の内周側に位置するように配設されている。さらに、第 1 および第 2 永久磁石 14, 15 が、それぞれ第 1 および第 2 固定子コア 8, 9 A を圍繞するように嵌着されている。

【0053】

固定子コイル 10 は、スロット 8 c, 9 c を跨がないで軸方向に相対して対をなすティース 8 b, 9 b に導線を巻回する、いわゆる集中巻き方式に巻装された 6 相の相コイル 11 を有する。図 9 では、1 対のティース 8 b, 9 b に集中巻きに巻回された 1 相の相コイ

50

ル 1 1 のみを示しているが、固定子コイル 1 0 は、実際には、6 対のティース 8 b , 9 b に対して、順次 U , V , W の 3 相を 2 回繰り返して集中巻きに巻回して構成されている。

【 0 0 5 4 】

回転電動機 1 0 5 は、固定子 6 が第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 を装着されてフレーム 1 6 内に圧入、保持され、回転子 2 が一對の端板（図示せず）に回転軸 1 を軸支されて固定子 6 内に回転自在に収納されて構成されている。この時、第 1 永久磁石 1 4 の外周面と第 2 永久磁石 1 5 の外周面とがフレーム 1 6 により連結されている。

【 0 0 5 5 】

この回転電動機 1 0 5 においては、界磁起磁力発生手段 1 3 による磁束は、図 1 0 に矢印で示されるように、第 1 永久磁石 1 4 からフレーム 1 6 を介して第 2 永久磁石 1 5 に流れ、ついで第 2 永久磁石 1 5 から第 2 固定子コア 9 A、第 2 回転子コア 4、隔壁 5 および回転軸 1 を介して第 1 回転子コア 3 に流れ、ついで第 1 回転子コア 3 から第 1 固定子コア 8 を介して第 1 永久磁石 1 4 に戻る磁路を形成する。これにより、N 極が第 1 回転子コア 3 の突極 3 b に生じ、S 極が第 2 回転子コア 4 の突極 4 b に生じる。この時、第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 の突極 3 b , 4 b が周方向に半突極ピッチずれているので、軸方向から見ると、N 極と S 極とが周方向に交互に配置される。そして、界磁起磁力発生手段 1 3 による磁束と固定子コイル 1 0 による磁束とが作用し合ってトルクを発生する。そこで、回転電動機 1 0 0 は、無整流子モータとして動作し、磁氣的には、8 極 6 スロットの集中巻方式の永久磁石式回転電機と同様に動作する。

【 0 0 5 6 】

この実施の形態 6 では、第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 が第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 A を圍繞する円筒体に作製され、かつ径方向に着磁配向されているので、第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 の着磁方向 1 7 に直交する磁路断面は回転軸 1 の軸心を中心とする円筒面となる。そこで、径方向寸法を大きくすることなく、軸方向寸法を大きくすることで、第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 の着磁方向 1 7 に直交する磁石断面積を大きくすることができる。したがって、径方向寸法を増やすことなく磁石断面積を大きくして有効磁束量を確保できるので、小型かつ高速モータの用途に適用できる回転電動機 1 0 5 を簡易に実現できる。

【 0 0 5 7 】

この実施の形態 6 では、第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 が第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 A を圍繞する円筒体に作製され、かつ径方向に着磁配向され、磁性材料からなるフレーム 1 6 が第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 の外周面を連結するように配設されているので、第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 がフレーム 1 6 を介して磁氣的に接続されている。そこで、第 1 永久磁石 1 4 による磁束は、フレーム 1 6 に入りフレーム 1 6 内を軸方向に流れて第 2 永久磁石 1 5 側に到達し、第 2 固定子コア 9 A の軸方向長さの全域にわたるフレーム 1 6 の領域から第 2 永久磁石 1 5 による磁束と共に第 2 固定子コア 9 A に入る。これにより、磁束は第 2 固定子コア 9 A の各磁性鋼板にほぼ均等に流れる。したがって、磁束が第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 A の相対する端部側、即ち第 1 コア対の中心側に偏って流れることに起因する有効磁束量の減少が抑えられるので、高効率の回転電動機 1 0 0 を実現できる。

【 0 0 5 8 】

この実施の形態 6 では、第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 が円筒体に作製されているので、第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 の第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 A への装着が簡易となるとともに、磁束量を多くできる。

また、磁性材料で作製されたフレーム 1 6 を軸方向磁路形成部材として用いているので、新たに軸方向磁路形成部材を用意する必要がなく、部品点数の削減が図られる。

【 0 0 5 9 】

実施の形態 7 .

図 1 1 はこの発明の実施の形態 7 に係る回転電動機を示す一部破断斜視図、図 1 2 はこの発明の実施の形態 7 に係る回転電動機における第 3 永久磁石による効果を説明する縦断

10

20

30

40

50

面図である。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 において、スペーサ 1 2 A は、径方向寸法が第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 の径方向厚み分縮小された円筒体に作製され、第 3 永久磁石 1 8 は、スペーサ 1 2 A と同じ軸方向長さを有し、第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 と同等の径方向寸法の円筒体に作製され、スペーサ 1 2 を囲繞するように装着され、第 1 および第 2 永久磁石 1 4 , 1 5 の間に介装されている。そして、第 3 永久磁石 1 8 は、その着磁方向 1 9 が第 1 永久磁石 1 4 から第 2 永久磁石 1 5 に向かうように軸方向に着磁配向されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 6 と同様に構成されている。

【 0 0 6 1 】

このように構成された回転電動機 1 0 6 においては、第 3 永久磁石 1 8 による磁束は、図 1 2 中一点鎖線で示されるように、第 2 永久磁石 1 5 からフレーム 1 6 に入り、フレーム 1 6 内を第 1 永久磁石 1 4 側に流れ、第 1 永久磁石 1 4 を介して第 3 永久磁石 1 8 に戻る磁路を形成する。この時、第 3 永久磁石 1 8 による磁束は、界磁起磁力発生手段 1 3 による磁束と逆向きにフレーム 1 6 内を流れ、フレーム 1 6 の磁気飽和が緩和される。つまり、第 3 永久磁石 1 8 は軸方向磁路形成部材の磁気飽和緩和手段を構成する。

【 0 0 6 2 】

このように、この実施の形態 7 によれば、フレーム 1 6 の磁気飽和が緩和されるので、有効磁束量が増え、出力を向上させることができるとともに、フレーム 1 6 を薄肉化でき、回転電動機 1 0 1 の小型、軽量化が図られる。

【 0 0 6 3 】

実施の形態 8 .

実施の形態 8 では、第 1 および第 2 永久磁石が、それぞれ所定厚みを有する断面円弧形の短冊状に作製された複数の磁石体で構成されている点を除いて、上記実施の形態 6 と同様に構成されている。なお、第 1 および第 2 永久磁石は、同様に構成されているので、ここでは、第 1 永久磁石についてのみ説明し、第 2 永久磁石についての説明を省略する。

【 0 0 6 4 】

図 1 3 はこの発明の実施の形態 8 に係る回転電動機を示す横断面図である。

図 1 3 において、第 1 永久磁石が上述の円筒体の第 1 永久磁石 1 4 を周方向に例えば 8 つに等分割した形状である断面円弧形の短冊状の磁石体 2 0 a ~ 2 0 h により構成されている。そして、各磁石体 2 0 a ~ 2 0 h は、着磁方向 1 7 が径方向外方に向くように着磁配向されている。

【 0 0 6 5 】

ここで、永久磁石が単一の円筒体に作製されている場合、回転子の回転に伴い永久磁石に鎖交する磁束成分が若干変動し、それに伴って永久磁石には変動磁束による渦電流損失が発生する。

このように構成された回転電動機 1 0 7 においては、永久磁石が複数の磁石体 2 0 a ~ 2 0 h に分割されているので、渦電流路も同時に分割されることになり、結果として、渦電流が低減し、永久磁石に発生する渦電流損も低減できる。

【 0 0 6 6 】

なお、上記実施の形態 8 では、磁石体 2 0 a ~ 2 0 h が第 1 固定子コア 8 の外周面上に周方向に隙間なく配列されているものとしているが、複数の磁石体を固定子コアの外周面上に周方向に所定の隙間を持って配列してもよく、1 つの磁石体のみを配設してもよい。複数の磁石体を固定子コアの外周面上に周方向に配列する場合、等角ピッチに配列すれば、磁気バランスがよくなる。

また、上記実施の形態 8 では、第 1 および第 2 永久磁石を周方向に 8 つに分割された短冊状の磁石体により構成するものとしているが、第 1 および第 2 永久磁石の一方のみを周方向に 8 つに分割された短冊状の磁石体により構成してもよい。

【 0 0 6 7 】

実施の形態 9 .

図 1 4 はこの発明の実施の形態 9 に係る回転電動機を示す縦断面図である。

【 0 0 6 8 】

図 1 4 において、第 1 永久磁石が上述の円筒体の第 1 永久磁石 1 4 を軸方向に 2 つに等分割した形状である円筒体の第 1 磁石体 2 1 a , 2 1 b により構成されている。そして、第 1 磁石体 2 1 a , 2 1 b は、それぞれ着磁方向 1 7 が径方向外方に向くように着磁配向されている。第 2 永久磁石が上述の円筒体の第 2 永久磁石 1 5 を軸方向に 2 つに等分割した形状である円筒体の第 2 磁石体 2 2 a , 2 2 b により構成されている。そして、第 2 磁石体 2 2 a , 2 2 b は、それぞれ着磁方向 1 7 が径方向内方に向くように着磁配向されている。

なお、実施の形態 9 では、第 1 および第 2 永久磁石が、それぞれ円筒体に作製された複数の磁石体で構成されている点を除いて、上記実施の形態 6 と同様に構成されている。

【 0 0 6 9 】

このように構成された回転電動機 1 0 8 においては、第 1 磁石体 2 1 a , 2 1 b が、着磁方向 1 7 を径方向外方に向けて、かつ軸方向に隣接して第 1 固定子コア 8 を圍繞するように嵌着されている。また、第 2 磁石体 2 2 a , 2 2 b が、着磁方向 1 7 を径方向内方に向けて、かつ軸方向に隣接して第 2 固定子コア 9 A を圍繞するように嵌着されている。

したがって、この回転電動機 1 0 8 においても、永久磁石を分割することにより、渦電流路も分割され、永久磁石渦電流損を低減することができる。

【 0 0 7 0 】

なお、上記実施の形態 9 では、第 1 および第 2 永久磁石が軸方向に 2 つに分割された円筒体の磁石体により構成されているものとしているが、第 1 および第 2 永久磁石は軸方向に 3 つ以上に分割されていてもよい。また、各磁石体は軸方向に隙間を持って配設されてもよい。

また、上記実施の形態 9 では、第 1 および第 2 永久磁石を軸方向に 2 つに分割された円筒体の磁石体により構成するものとしているが、第 1 および第 2 永久磁石の一方のみを軸方向に 2 つに分割された円筒体の磁石体により構成してもよい。

【 0 0 7 1 】

実施の形態 1 0 .

図 1 5 はこの発明の実施の形態 1 0 に係る回転電動機を示す一部破断斜視図、図 1 6 はこの発明の実施の形態 1 0 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

【 0 0 7 2 】

図 1 5 において、固定子 6 C は、固定子コア 7 C と、固定子コイル 1 0 と、を備えている。固定子コア 7 C は、スペーサ 1 2 を挟んで、ティース 8 b , 9 b の周方向位置を一致させて同軸に配置された第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 A の第 1 コア対が、第 1 固定子コア 8 同士を密接させて、かつティース 8 b の周方向位置を一致させて同軸に軸方向に 2 対配列されて構成されている。さらに、固定子コア 7 C は、第 1 永久磁石 1 4 および第 2 永久磁石 1 5 が装着されてフレーム 1 6 内に収納、保持される。この時、第 1 永久磁石 1 4 が第 1 固定子コア 8 のそれぞれを圍繞するように嵌着され、第 2 永久磁石 1 5 が第 2 固定子コア 9 A のそれぞれを圍繞するように嵌着されている。

【 0 0 7 3 】

固定子コイル 1 0 は、それぞれスロット 8 c , 9 c を跨がないで軸方向に 1 列に配列しているティース 8 b , 9 b の組に導線を巻回してなる 6 相の相コイル 1 1 を有する。図 1 5 では、1 つのティース 8 b , 9 b の組に集中巻きに巻回された 1 相の相コイル 1 1 のみを示しているが、固定子コイル 1 0 は、実際には、6 つのティース 8 b , 9 b の組に対して、順次 U , V , W の 3 相を 2 回繰り返して集中巻きに巻回して構成されている。

【 0 0 7 4 】

回転子 2 A は、隔壁 5 を挟んで第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 を周方向に半突極ピッチずらして互いに密接して配置した回転子コア対を、第 1 回転子コア 3 同士を密接させて、かつ突極 3 b の周方向位置を一致させて軸方向に 2 対並設し、それらの回転軸挿入孔に

10

20

30

40

50

挿通された回転軸 1 に固着されて構成されている。この回転子 2 A は、第 1 回転子コア 3 を第 1 固定子コア 8 の内周側に位置させ、第 2 回転子コア 4 を第 2 固定子コア 9 A の内周側に位置させて、固定子コア 7 C 内に回転自在に配設される。

なお、他の構成は上記実施の形態 6 と同様に構成されている。

#### 【0075】

このように構成された回転電動機 109 においても、図 16 に矢印で示されるように、第 1 および第 2 固定子コア 8, 9 A からなる第 1 コア対のそれぞれにおいて、磁束は、第 1 永久磁石 14 からフレーム 16 を介して第 2 永久磁石 15 に流れ、ついで第 2 永久磁石 15 から第 2 固定子コア 9 A、第 2 回転子コア 4、隔壁 5 および回転軸 1 を介して第 1 回転子コア 3 に流れ、ついで第 1 回転子コア 3 から第 1 固定子コア 8 を介して第 1 永久磁石 14 に戻る磁路を形成する。

10

#### 【0076】

したがって、この実施の形態 10 においても、上記実施の形態 6 と同様の効果を奏する。

また、この実施の形態 10 によれば、第 1 永久磁石 14 からの磁束がフレーム 16 内を軸方向の両側に分岐して流れるので、1 極当たりの磁束量を低減することができる。その結果、フレーム 16 の径方向厚みを薄くしても、磁気飽和しにくくなり、フレーム 16 の径を小さくできる。これにより、回転電動機 104 の小径化が可能となる。

#### 【0077】

ここで、上記実施の形態 10 では、第 1 および第 2 固定子コア 8, 9 A からなる 2 対の第 1 コア対を、第 1 固定子コア 8 同士を密接させて隣り合わせに軸方向に並設するものとしているが、2 対の第 1 コア対は第 1 固定子コア 8 同士を非磁性材料からなるスペーサなどを介して隣り合わせに軸方向に並設されてもよい。この場合、第 1 回転子コア 3 同士も、非磁性体からなるスペーサなどを介して隣り合わせに軸方向に並設される。

20

#### 【0078】

また、上記実施の形態 10 では、第 1 および第 2 固定子コア 8, 9 A からなる 2 対の第 1 コア対を、第 1 固定子コア 8 同士を密接させて隣り合わせに軸方向に並設するものとしているが、2 対の第 1 コア対は第 2 固定子コア 9 A 同士を密接させて隣り合わせに軸方向に並設されてもよい。

また、上記実施の形態 10 では、第 1 および第 2 固定子コア 8, 9 A からなる 2 対の第 1 コア対を軸方向に並設するものとしているが、軸方向に並設される第 1 コア対の対数は 3 対以上でもよい。この場合、3 対以上のコア対は、第 1 固定子コア 8 同士又は第 2 固定子コア 9 A 同士を、ティースの周方向位置を一致させて、かつ隣り合わせに、軸方向に並設される。

30

#### 【0079】

なお、上記実施の形態 1 ~ 10 では、第 1 および第 2 固定子コアが磁性鋼板を積層して作製されているものとしているが、第 1 および第 2 固定子コアは磁性鋼板を積層してなる積層鉄心に限定されるものではなく、例えば磁性金属の粉末を絶縁処理した後、加圧成形、熱処理を施して得られる圧粉鉄心を用いてもよい。

#### 【0080】

また、上記実施の形態 1 ~ 10 では、磁性材料で作製されたフレームを軸方向磁路形成部材として用いるものとしているが、軸方向磁路形成部材は軸方向に関して磁性材料で連続して作製されていればよく、例えば磁性材料で短冊状に作製された磁性部材を用いてもよい。この場合、短冊状の磁性部材を第 1 永久磁石の外周面と第 2 永久磁石の外周面とを連結するように軸方向に延設すればよい。

40

#### 【0081】

実施の形態 11 .

図 17 はこの発明の実施の形態 11 に係る回転電動機を示す一部破断斜視図、図 18 はこの発明の実施の形態 11 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

50

## 【 0 0 8 2 】

図 1 7 および図 1 8 において、回転電動機 1 1 0 は、永久磁石を有する同期回転機であり、磁性材料で作製された回転軸 1 に同軸に固着された回転子 2 B と、回転子 2 B を圍繞するように同軸に配設された固定子コア 7 D にトルク発生用駆動コイルとしての固定子コイル 1 0 を巻装してなる固定子 6 D と、界磁起磁力を発生する界磁起磁力発生手段 1 3 A と、回転子 2 B、固定子 6 D および界磁起磁力発生手段 1 3 A を内部に収納、保持するフレーム 1 6 と、を備えている。ここで、フレーム 1 6 は、例えば鉄等の磁性材料で円筒状に作製され、軸方向磁路形成部材としても機能する。

## 【 0 0 8 3 】

回転子 2 B は、2 つの回転子コア対から構成されている。各回転子コア対は、例えば所定形状に成形された多数枚の磁性鋼板を積層一体化して作製された第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 と、所定枚の磁性鋼板を積層一体化して作製され、軸心位置に回転軸挿入孔が穿設された円盤状の隔壁 5 と、を備える。第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 は、同一形状に作製され、軸心位置に回転軸挿入孔が穿設された円筒状の基部 3 a , 4 a と、基部 3 a , 4 a の外周面から径方向外方に突設され、かつ軸方向に延設されて、周方向に等角ピッチで例えば 4 つ設けられた突極 3 b , 4 b と、から構成されている。回転子コア対は、第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 を、周方向に半突極ピッチずらして、隔壁 5 を介して相対して互いに密接して配置して構成される。そして、回転子 2 B は、第 2 回転子コア 4 同士を密接させて 2 つの回転子コア対を軸方向に並設し、第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 および隔壁 5 の回転軸挿入孔に挿通された回転軸 1 に固着されて構成されている。

## 【 0 0 8 4 】

固定子コア 7 D は、所定形状に成形された多数枚の磁性鋼板を積層一体化して第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 と同じ軸方向厚みに作製された第 1 乃至第 4 固定子コア 8 , 9 , 2 5 , 2 6 を備える。第 1 固定子コア 8 は、円筒状のコアバック 8 a と、コアバック 8 a の内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで例えば 6 つ設けられたティース 8 b と、を備える。内周側に開口するスロット 8 c が、周方向に隣り合うティース 8 b 間に画成されている。第 2 固定子コア 9 は、円筒状のコアバック 9 a と、コアバック 9 a の内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで例えば 6 つ設けられたティース 9 b と、を備える。内周側に開口するスロット 9 c が、周方向に隣り合うティース 9 b 間に画成されている。ここで、第 2 固定子コア 9 は、外径が第 1 永久磁石 1 4 の厚み分大きくなっている点を除いて、第 1 固定子コア 8 と同じ形状に作製されている。

## 【 0 0 8 5 】

第 3 固定子コア 2 5 は、円筒状のコアバック 2 5 a と、コアバック 2 5 a の内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで例えば 6 つ設けられたティース 2 5 b と、を備える。内周側に開口するスロット 2 5 c が、周方向に隣り合うティース 2 5 b 間に画成されている。第 4 固定子コア 2 6 は、円筒状のコアバック 2 6 a と、コアバック 2 6 a の内周面から径方向内方に突設されて周方向に等角ピッチで例えば 6 つ設けられたティース 2 6 b と、を備える。内周側に開口するスロット 2 6 c が、周方向に隣り合うティース 2 6 b 間に画成されている。なお、第 3 および第 4 固定子コア 2 5 , 2 6 は、第 2 固定子コア 9 と同じ形状に作製されている。

## 【 0 0 8 6 】

スペーサ 1 2 は、ステンレスやアルミなどの金属材料、およびポリフェニレンサルファイド樹脂などの合成樹脂などの非磁性材料を用いて、隔壁 5 と同じ軸方向厚さで、コアバック 9 a と同じ径方向寸法の円筒体に作製されている。

第 1 永久磁石 1 4 は、第 1 固定子コア 8 と同じ軸方向厚さで、第 1 固定子コア 8 の外径と同等の内径を有する円筒体に作製され、着磁方向 1 7 が径方向外方となるように着磁配向されている。界磁コイル 2 4 は、導線を所定回巻回して作製された円筒状コイルである。第 1 永久磁石 1 4 および界磁コイル 2 4 が界磁起磁力発生手段 1 3 A を構成する。

## 【 0 0 8 7 】

第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 は、スペーサ 1 2 を挟んで、ティース 8 b , 9 b の周

10

20

30

40

50



方向位置を一致させて同軸に配置され、第1コア対30を構成している。第3および第4固定子コア25, 26は、界磁コイル24を挟んで、ティース25b、26bの周方向位置を一致させて同軸に配置され、第2コア対31を構成している。第1コア対30と第2コア対31とが、ティース8b、9b、25b、26bの周方向位置を一致させ、かつ第2固定子コア9と第3固定子コア25とを密接させて同軸に並設されて、固定子コア7Dを構成している。そして、第1永久磁石14が第1固定子コア8に外嵌状態に嵌合されている。

#### 【0088】

固定子コイル10は、スロット8c、9c、25c、26cを跨がないで、軸方向に1列に配列している4つのティース8b、9b、25b、26bに導線を巻回する、いわゆる集中巻き方式に巻装された6相の相コイル11を有する。図17では、1組のティース8b、9b、25b、26bに集中巻きに巻回された1相の相コイル11のみを示しているが、固定子コイル10は、実際には、6組のティース8b、9b、25b、26bに対して、順次U、V、Wの3相を2回繰り返して集中巻きに巻回して構成されている。

#### 【0089】

回転電動機110は、固定子6Dが第1永久磁石14および界磁コイル24を装着されてフレーム16内に圧入、保持され、回転子2Bが一对の端板(図示せず)に回転軸1を軸支されて固定子6D内に回転自在に収納されて構成されている。この時、第1永久磁石14の外周面と第2固定子コア9のコアバック9aの外周面とがフレーム16により磁氣的に連結されている。また、第3固定子コア25のコアバック25aの外周面と第4固定子コア26のコアバック26aの外周面がフレーム16により磁氣的に連結されている。第1乃至第4固定子コア8, 9, 25, 26は、それぞれ第1回転子コア3、第2回転子コア4、第2回転子コア4および第1回転子コア3を囲繞している。

#### 【0090】

この回転電動機110においては、界磁起磁力発生手段13Aである第1永久磁石14による磁束は、図18に矢印で示されるように、第1永久磁石14からフレーム16を介して第2固定子コア9に流れ、ついで第2固定子コア9から第2回転子コア4、隔壁5および回転軸1を介して第1回転子コア3に流れ、ついで第1回転子コア3から第1固定子コア8を介して第1永久磁石14に戻る磁路を形成する。また、界磁起磁力発生手段13Aである界磁コイル24による磁束は、図18に矢印で示されるように、第4固定子コア26からフレーム16を介して第3固定子コア25に流れ、ついで第3固定子コア25から第2回転子コア4、隔壁5および回転軸1を介して第1回転子コア3に流れ、ついで第1回転子コア3から第4固定子コア26に戻る磁路を形成する。これにより、N極が第1回転子コア3の突極3bに生じ、S極が第2回転子コア4の突極4bに生じる。

#### 【0091】

この時、第1および第2回転子コア3, 4の突極3b, 4bが周方向に半突極ピッチずれているので、軸方向から見ると、N極とS極とが周方向に交互に配置される。そして、界磁起磁力発生手段13Aによる磁束と固定子コイル10による磁束とが作用し合ってトルクを発生する。そこで、回転電動機110は、無整流子モータとして動作し、磁氣的には、8極6スロットの集中巻き方式の永久磁石式回転電機と同様に動作する。また、界磁コイル24への界磁電流量や通電方向を変えることで、磁束量や磁束の流れ方向が変わり、界磁起磁力発生手段13Aによる起磁力を調整することができる。

#### 【0092】

この実施の形態11では、第1永久磁石14が第1固定子コア8を囲繞する円筒体に作製され、かつ径方向に着磁配向されているので、第1永久磁石14の着磁方向17に直交する磁路断面は回転軸1の軸心を中心とする円筒面となる。そこで、径方向寸法を大きくすることなく、軸方向寸法を大きくすることで、第1永久磁石14の着磁方向17に直交する磁石断面積を大きくすることができる。したがって、径方向寸法を増やすことなく磁石断面積を大きくして有効磁束量を確保できるので、小型かつ高速モータの用途に適用できる回転電動機110を簡易に実現できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 3 】

また、第 1 永久磁石 1 4 が第 1 固定子コア 8 を圍繞する円筒体に作製され、かつ径方向に着磁配向され、磁性材料からなるフレーム 1 6 が第 1 永久磁石 1 4 の外周面と第 2 固定子コア 9 の外周面とを連結するように配設されているので、第 1 永久磁石 1 4 による磁束は、フレーム 1 6 に入りフレーム 1 6 内を軸方向に流れて第 2 固定子コア 9 側に到達し、第 2 固定子コア 9 の軸方向長さの全域にわたるフレーム 1 6 の領域から第 2 固定子コア 9 に入る。これにより、磁束は第 2 固定子コア 9 の各磁性鋼板にほぼ均等に流れる。また、界磁コイル 2 4 が第 3 および第 4 固定子コア 2 5 , 2 6 の間に介装されているので、界磁コイル 2 4 による磁束は、第 3 および第 4 固定子コア 2 5 , 2 6 の各磁性鋼板にほぼ均等に流れる。したがって、磁束が第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 のスペーサ 1 2 側、および第 3 および第 4 固定子コア 2 5 , 2 6 の界磁コイル 2 4 側、即ち第 1 コア対 3 0 および第 2 コア対 3 1 の中心側に偏って流れることに起因する有効磁束量の減少が抑えられるので、高効率の回転電動機 1 1 0 を実現できる。

10

## 【 0 0 9 4 】

また、界磁コイル 2 4 を挟み込んだ第 3 および第 4 固定子コア 2 5 , 2 6 が第 1 永久磁石 1 4 を装着した第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 に並設されているので、外径の増大を抑えて、界磁起磁力発生手段 1 3 A による起磁力を調整することができる。

また、第 1 永久磁石 1 4 が円筒体に作製されているので、第 1 永久磁石 1 4 の第 1 固定子コア 8 への装着が簡易となるとともに、磁束量を多くできる。

また、磁性材料で作製されたフレーム 1 6 を軸方向磁路形成部材として用いているので、新たに軸方向磁路形成部材を用意する必要がなく、部品点数の削減が図られる。

20

## 【 0 0 9 5 】

つぎに、界磁起磁力発生手段 1 3 A として第 1 永久磁石 1 4 と界磁コイル 2 4 とを併用することの効果について説明する。

まず、界磁起磁力発生手段として高効率かつ高力率である永久磁石のみを用いた場合、高速運転時には、大きな逆起電力が発生し、定出力運転ができなくなる。そこで、広い速度範囲での定出力運転を実現するには、高速回転時に、永久磁石による起磁力を小さくして界磁磁束を減少することが必要となる。

## 【 0 0 9 6 】

従来技術では、永久磁石を径方向に移動させる機構を付加したり、永久磁石に外部漏れ磁路を付加したりすることによって、回転子の起磁力を調整できるようにしていた。しかし、この従来技術では、永久磁石を径方向に移動させるための煩雑な機構が必要となるとともに、永久磁石が引き出されるスペースや外部漏れ磁路を形成するためのスペースを径方向外方に確保する必要があり、装置の高コスト化および大型化をもたらす。

30

また、界磁起磁力発生手段として界磁コイルのみを用いることも考えられる。この場合、界磁コイルへの通電電流を制御することで、起磁力を簡易に調整できる。しかし、永久磁石と同等の起磁力を得るためには、界磁コイルの大型化が避けられず、電源容量の大きな界磁電源が必要となる。

## 【 0 0 9 7 】

実施の形態 1 1 では、界磁起磁力発生手段 1 3 A として第 1 永久磁石 1 4 と界磁コイル 2 4 とを併用しているので、高速回転時に、界磁コイル 2 4 に流す界磁電流量を小さくし、或いは逆向きの界磁電流を流すことで、界磁起磁力発生手段 1 3 A による起磁力を小さくして界磁磁束を減少することができる。その結果、広い速度範囲での定出力運転を実現することができる。この時、永久磁石を径方向に移動させる機構も必要がなく、装置の大型化が抑えられるので、外径の小径化が要求される高速モータの用途に適用できる回転電動機を実現できる。さらに、界磁コイル 2 4 が 1 つで済み、界磁電流量を低減できるとともに、界磁電源を減らすことができる。

40

## 【 0 0 9 8 】

なお、上記実施の形態 1 1 では、第 1 永久磁石 1 4 の着磁方向 1 7 が径方向外方となっているものとしているが、第 1 永久磁石 1 4 の着磁方向 1 7 は径方向内方であってもよい

50

。

また、上記実施の形態 1 1 では、回転軸 1 が磁性材料で作製されているものとしているが、回転子 2 B において、十分な磁束量が回転軸 1 を介することなく第 2 回転子コア 4 から第 1 回転子コア 3 に流れるように構成されていれば、回転軸 1 は必ずしも磁性材料で作製する必要はない。

また、上記実施の形態 1 1 では、第 2 回転子コア 4 同士が密接して隣り合わせに配設されているものとしているが、第 2 回転子コア 4 同士は、軸方向に隙間をもって隣り合わせに配設されてもよい。

#### 【0099】

また、上記実施の形態 1 1 では、第 1 コア対 3 0 と第 2 コア対 3 1 とが第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 とを密接させて隣り合わせに配設されているものとしているが、第 1 コア対 3 0 と第 2 コア対 3 1 とは、第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 とを非磁性材料からなるスペーサなどを介して隣り合わせに配設されてもよい。

また、上記実施の形態 1 1 では、第 1 永久磁石 1 4 が第 1 固定子コア 8 の外周に配設されているものとしているが、第 1 永久磁石 1 4 は、第 2 固定子コア 9 の外周に配設されていてもよい。この場合、隣り合う第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 との間に隙間を設け、第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 とフレーム 1 6 とによる閉磁路の形成を回避し、回転子 2 B に流れる磁束量の低減を抑制することが好ましい。

#### 【0100】

実施の形態 1 2 .

図 1 9 はこの発明の実施の形態 1 2 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

#### 【0101】

図 1 9 において、第 2 固定子コア 9 A は、径方向寸法が第 1 固定子コア 8 と同じであり、第 2 永久磁石 1 5 は、第 1 永久磁石 1 4 と同じ寸法の円筒体に作製され、第 2 固定子コア 9 A を囲繞するように装着されている。そして、第 2 永久磁石 1 5 は、その着磁方向 1 7 が径方向内方となるように着磁配向されている。つまり、第 2 永久磁石 1 5 の着磁方向 1 7 は第 1 永久磁石 1 4 の着磁方向 1 7 と逆向きとなっている。また、スペーサ 1 2 が第 2 固定子コア 9 A と第 3 固定子コア 2 5 との間に介装されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 1 1 と同様に構成されている。

#### 【0102】

従って、この実施の形態 1 2 においても、上記実施の形態 1 1 と同様の効果が得られる。

。

このように構成された回転電動機 1 1 1 においては、第 1 永久磁石 1 4 と第 2 永久磁石 1 5 との着磁方向 1 7 が磁路中の磁束の流れ方向に関して一致しているので、それぞれの磁石厚みを薄くすることができ、径方向寸法を縮小することができる。

また、スペーサ 1 2 が隣り合う第 2 固定子コア 9 A と第 3 固定子コア 2 5 との間に介装されているので、第 2 永久磁石 1 5 の磁束が第 2 固定子コア 9 A から軸方向に流れて第 3 固定子コア 2 5 に入り、第 3 固定子コア 2 5 から径方向外方に流れてフレーム 1 6 に入り、フレーム 1 6 内を軸方向に流れて第 2 永久磁石 1 5 に戻る閉磁路の形成が阻止される。そこで、第 2 永久磁石 1 5 の磁束が当該閉磁路を流れることなく回転子 2 B に流れるので、回転子 2 B を流れる磁束量の低減が抑制される。

#### 【0103】

実施の形態 1 3 .

図 2 0 はこの発明の実施の形態 1 3 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

#### 【0104】

図 2 0 において、スペーサ 1 2 A は、コアバック 8 a と同じ径方向寸法の円筒体に作製され、第 3 永久磁石 1 8 は、スペーサ 1 2 A と同じ軸方向長さを有し、第 1 永久磁石 1 4 と同等の径方向寸法の円筒体に作製され、スペーサ 1 2 A を囲繞するように装着され、第

1 永久磁石 1 4 と第 2 固定子コア 9 との間に介装されている。そして、第 3 永久磁石 1 8 は、その着磁方向 1 9 が第 1 永久磁石 1 4 から第 2 固定子コア 9 のコアバック 9 a に向かうように軸方向に着磁配向されている。

なお、他の構成は上記実施の形態 1 1 と同様に構成されている。

#### 【0105】

このように構成された回転電動機 1 1 2 においては、第 3 永久磁石 1 8 による磁束は、図 2 0 中一点鎖線で示されるように、第 3 永久磁石 1 8 から第 2 固定子コア 9 を介してフレーム 1 6 に入り、フレーム 1 6 内を第 1 永久磁石 1 4 側に流れ、第 1 永久磁石 1 4 を介して第 3 永久磁石 1 8 に戻る磁路を形成する。この時、第 3 永久磁石 1 8 による磁束は、第 1 永久磁石 1 4 による磁束と逆向きにフレーム 1 6 内を流れ、フレーム 1 6 の磁気飽和が緩和される。つまり、第 3 永久磁石 1 8 は軸方向磁路形成部材の磁気飽和緩和手段を構成する。

10

#### 【0106】

このように、この実施の形態 1 3 によれば、フレーム 1 6 の磁気飽和が緩和されるので、有効磁束量が増え、出力を向上させることができるとともに、フレーム 1 6 を薄肉化でき、回転電動機 1 1 2 の小型、軽量化が図られる。

#### 【0107】

なお、上記実施の形態 1 3 では、第 1 永久磁石 1 4 の着磁方向 1 7 が径方向外方となっているものとしているが、第 1 永久磁石 1 4 の着磁方向 1 7 は径方向内方であってもよい。この場合、第 3 永久磁石 1 8 は、第 2 固定子コア 9 から第 1 永久磁石 1 4 に向かうように軸方向に着磁配向される。

20

#### 【0108】

実施の形態 1 4 .

図 2 1 はこの発明の実施の形態 1 4 に係る回転電動機を示す横断面図である。

#### 【0109】

図 2 1 において、第 1 永久磁石が上述の円筒体の第 1 永久磁石 1 4 を周方向に例えば 8 つに等分割した形状である断面円弧形の短冊状の磁石体 2 0 a ~ 2 0 h により構成されている。そして、各磁石体 2 0 a ~ 2 0 h は、着磁方向 1 7 が径方向外方に向くように着磁配向されている。なお、他の構成は上記実施の形態 1 1 と同様に構成されている。

#### 【0110】

30

ここで、永久磁石が単一の円筒体に作製されている場合、回転子の回転に伴い永久磁石に鎖交する磁束成分が若干変動し、それに伴って永久磁石には変動磁束による渦電流損失が発生する。

このように構成された回転電動機 1 1 3 においては、永久磁石が複数の磁石体 2 0 a ~ 2 0 h に分割されているので、渦電流路も同時に分割されることになり、結果として、渦電流が低減し、永久磁石に発生する渦電流損も低減できる。

#### 【0111】

なお、上記実施の形態 1 3 では、磁石体 2 0 a ~ 2 0 h が第 1 固定子コア 8 の外周面上に周方向に隙間なく配列されているものとしているが、複数の磁石体を第 1 固定子コアの外周面上に周方向に所定の隙間を持って配列してもよく、1 つの磁石体のみを配設してもよい。複数の磁石体を第 1 固定子コアの外周面上に周方向に配列する場合、等角ピッチに配列すれば、磁気バランスがよくなる。

40

#### 【0112】

実施の形態 1 5 .

図 2 2 はこの発明の実施の形態 1 5 に係る回転電動機を示す縦断面図である。

#### 【0113】

図 2 2 において、第 1 永久磁石が上述の円筒体の第 1 永久磁石 1 4 を軸方向に 2 つに等分割した形状である円筒体の磁石体 2 1 a , 2 1 b により構成されている。そして、磁石体 2 1 a , 2 1 b は、それぞれ着磁方向 1 7 が径方向外方に向くように着磁配向されている。なお、他の構成は上記実施の形態 1 と同様に構成されている。

50

## 【 0 1 1 4 】

このように構成された回転電動機 1 1 4 においては、磁石体 2 1 a , 2 1 b が、着磁方向 1 7 を径方向外方に向けて、かつ軸方向に隣接して第 1 固定子コア 8 を圍繞するように嵌着されている。

したがって、この回転電動機 1 1 4 においても、永久磁石を分割することにより、渦電流路も分割され、永久磁石の渦電流損を低減することができる。

## 【 0 1 1 5 】

なお、上記実施の形態 1 5 では、第 1 永久磁石が軸方向に 2 つに分割された円筒体の磁石体により構成されているものとしているが、第 1 永久磁石は軸方向に 3 つ以上に分割されていてもよい。また、各磁石体は軸方向に隙間を持って配設されてもよい。

10

## 【 0 1 1 6 】

実施の形態 1 6 .

図 2 3 はこの発明の実施の形態 1 6 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦断面図である。

## 【 0 1 1 7 】

図 2 3 において、固定子 6 E は、固定子コア 7 E と固定子コイル 1 0 とから構成されている。

## 【 0 1 1 8 】

固定子コア 7 E は、スペーサ 1 2 を挟んで、ティース 8 b、9 b の周方向位置を一致させて同軸に配置された第 1 および第 2 固定子コア 8 , 9 からなる 2 対の第 1 コア対 3 0 と、界磁コイル 2 4 を挟んで、ティース 2 5 b、2 6 b の周方向位置を一致させて同軸に配置された第 3 および第 4 固定子コア 2 5 , 2 6 からなる 1 対の第 2 コア対 3 0 と、から構成されている。そして、2 対の第 1 コア対 3 1 は、第 1 固定子コア 8 同士を密接させて、かつティース 8 b の周方向位置を一致させて同軸に軸方向に配列されている。さらに、第 2 コア対 3 1 は、2 対の第 1 コア対 3 0 の軸方向他側に、第 3 固定子コア 2 5 を一方の第 1 コア対 3 0 の第 2 固定子コア 9 に密接させて、かつティース 9 b、2 5 b の周方向位置を一致させて同軸に配列されている。

20

## 【 0 1 1 9 】

第 1 永久磁石 1 4 が、各第 1 コア対 3 0 の第 1 固定子コア 8 に外嵌状態に嵌着されている。各第 1 永久磁石 1 4 は、着磁方向 1 7 が径方向外方となるように着磁配向されている。2 つの第 1 永久磁石 1 4 と 1 つの界磁コイル 2 4 により界磁起磁力発生手段を構成している。

30

## 【 0 1 2 0 】

固定子コア 7 E は、第 1 永久磁石 1 4 および界磁コイル 2 4 が装着されてフレーム 1 6 内に収納、保持される。第 1 永久磁石 1 4、第 2 固定子コア 9、第 3 固定子コア 2 5、および第 4 固定子コア 2 6 の外周面が、フレーム 1 6 により磁気的に連結される。

固定子コイル 1 0 は、それぞれスロット 8 c、9 c、2 5 c、2 6 c を跨がないで軸方向に 1 列に配列しているティース 8 b、9 b、2 5 b、2 6 b の組に導線を巻回してなる 6 相の相コイル 1 1 を有する。

## 【 0 1 2 1 】

40

回転子 2 C は、隔壁 5 を挟んで第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 を周方向に半突極ピッチずらして互いに密接して配置した固定子コア対を軸方向に 1 列に 3 対配列し、それらの回転軸挿入孔に挿通された回転軸 1 に固着されて構成されている。そして、軸方向中央の回転子コア対と軸方向一側の回転子コア対とは、第 1 回転子コア 3 同士を密接させて、かつ突極 3 b の周方向位置を一致させている。また、軸方向中央の回転子コア対と軸方向他側の回転子コア対とは、第 2 回転子コア 4 同士を密接させて、かつ突極 4 b の周方向位置を一致させている。この回転子 2 C は、一対の端板（図示せず）に回転軸 1 を軸支されて固定子コア 7 E 内に回転自在に収納されて構成されている。なお、第 1 および第 2 回転子コア 3 , 4 は、第 1 乃至第 4 固定子コア 8 , 9 , 2 5 , 2 6 の内周側にそれぞれ位置している。

50

## 【 0 1 2 2 】

このように構成された回転電動機 1 1 5 においても、図 2 3 に矢印で示されるように、第 1 コア対 3 0 のそれぞれにおいて、磁束は、第 1 永久磁石 1 4 からフレーム 1 6 を介して第 2 固定子コア 9 に流れ、ついで第 2 固定子コア 9 から第 2 回転子コア 4、隔壁 5 および回転軸 1 を介して第 1 回転子コア 3 に流れ、ついで第 1 回転子コア 3 から第 1 固定子コア 8 を介して第 1 永久磁石 1 4 に戻る磁路を形成する。第 2 コア対 3 1 では、界磁コイル 2 4 による磁束は、第 4 固定子コア 2 6 からフレーム 1 6 を介して第 3 固定子コア 2 5 に流れ、ついで第 3 固定子コア 2 5 から第 2 回転子コア 4、隔壁 5 および回転軸 1 を介して第 1 回転子コア 3 に流れ、ついで第 1 回転子コア 3 から第 4 固定子コア 2 6 に戻る磁路を形成する。

10

## 【 0 1 2 3 】

また、界磁コイル 2 4 への界磁電流量や通電方向を変えることで、磁束量や磁束の流れ方向が変わり、界磁起磁力発生手段による起磁力を調整することができる。

したがって、この実施の形態 1 6 においても、上記実施の形態 1 1 と同様の効果を奏する。また、この実施の形態 1 6 によれば、第 1 永久磁石 1 4 からの磁束がフレーム 1 6 内を軸方向の両側に分岐して流れるので、1 極当たりの磁束量を低減することができる。その結果、フレーム 1 6 の径方向厚みを薄くしても、磁気飽和しにくくなり、フレーム 1 6 の径を小さくできる。これにより、回転電動機 1 1 5 の小径化が可能となる。

## 【 0 1 2 4 】

なお、上記実施の形態 1 6 では、2 つの第 1 コア対 3 0 が第 1 固定子コア 8 同士を密接させて隣り合わせに配設されているものとしているが、2 つの第 1 コア対 3 0 は、非磁性材料からなるスペーサなどを介して隣り合わせに配設されてもよい。

20

また、上記実施の形態 1 6 では、第 1 回転子コア 3 同士および第 2 回転子コア 4 同士が密接して隣り合わせに配設されているものとしているが、第 1 回転子コア 3 同士および第 2 回転子コア 4 同士は、それぞれ軸方向に隙間をもって隣り合わせに配設されてもよい。

## 【 0 1 2 5 】

また、上記実施の形態 1 6 では、第 1 永久磁石 1 4 が第 1 固定子コア 8 の外周に配設されているものとしているが、第 1 永久磁石 1 4 は、第 2 固定子コア 9 の外周に配設されていてもよい。この場合、第 1 永久磁石 1 4 が配設されている第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 とが隣り合っているので、隣り合っている第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 との間に隙間を設け、第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 とフレーム 1 6 とによる閉磁路の形成を回避し、回転子 2 C に流れる磁束量の低減を抑制することが好ましい。

30

## 【 0 1 2 6 】

また、上記実施の形態 1 6 では、2 つの第 1 コア体 3 0 が第 1 固定子コア 8 同士を密接させて隣り合わせに配設されているものとしているが、2 つの第 1 コア対 3 0 は、第 2 固定子コア 9 同士を密接させて隣り合わせに配設されてもよい。この場合、第 1 永久磁石 1 4 が配設されている第 1 固定子コア 8 と第 3 固定子コア 2 5 とが隣り合っているので、隣り合っている第 1 固定子コア 8 と第 3 固定子コア 2 5 との間に隙間を設け、第 1 固定子コア 8 と第 3 固定子コア 2 5 とフレーム 1 6 とによる閉磁路の形成を回避し、回転子 2 C に流れる磁束量の低減を抑制することが好ましい。

40

## 【 0 1 2 7 】

また、この実施の形態 1 6 においても、上記実施の形態 1 2 と同様に、第 1 固定子コア 8 の外周に配設された第 1 永久磁石 1 4 に加えて、第 2 永久磁石を少なくとも一方の第 2 固定子コア 9 の外周に配設してもよい。この場合においても、第 2 永久磁石が第 3 固定子コア 2 5 と隣り合う第 2 固定子コア 9 に配設されていれば、隣り合う第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 との間に隙間を設け、第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 とフレーム 1 6 とによる閉磁路の形成を回避することが好ましい。

## 【 0 1 2 8 】

実施の形態 1 7 .

図 2 4 はこの発明の実施の形態 1 7 に係る回転電動機における磁束の流れを説明する縦

50

断面図である。

【 0 1 2 9 】

図 2 4 において、固定子 6 F は、固定子コア 7 F と固定子コイル 1 0 とから構成されている。

【 0 1 3 0 】

固定子コア 7 F は、スパーサ 1 2 を挟んで、ティース 8 b、9 b の周方向位置を一致させて同軸に配置された第 1 および第 2 固定子コア 8、9 からなる 2 対の第 1 コア対 3 0 と、界磁コイル 2 4 を挟んで、ティース 2 5 b、2 6 b の周方向位置を一致させて同軸に配置された第 3 および第 4 固定子コア 2 5、2 6 からなる 1 対の第 2 コア対 3 1 と、から構成されている。そして、一方の第 1 コア対 3 0 は、第 2 固定子コア 9 を第 3 固定子コア 2 5 に密接させて、かつティース 9 b、2 5 b の周方向位置を一致させて、第 2 コア対 3 1 の軸方向一側に同軸に配列されている。さらに、他方の第 1 コア対 3 0 は、第 2 固定子コア 9 を第 4 固定子コア 2 6 に密接させて、かつティース 9 b、2 6 b の周方向位置を一致させて、第 2 コア対 3 1 の軸方向他側に同軸に配列されている。

10

【 0 1 3 1 】

第 1 永久磁石 1 4 が、各第 1 コア対 3 0 の第 1 固定子コア 8 に外嵌状態に嵌着されている。第 2 コア対 3 1 の軸方向一側の第 1 コア対 3 0 に装着された第 1 永久磁石 1 4 は、着磁方向 1 7 が径方向外方となるように着磁配向され、第 2 コア対 3 1 の軸方向他側の第 1 コア対 3 0 に装着された第 1 永久磁石 1 4 は、着磁方向 1 7 が径方向内方となるように着磁配向されている。

20

【 0 1 3 2 】

回転子 2 D は、隔壁 5 を挟んで第 1 および第 2 回転子コア 3、4 を周方向に半突極ピッチずらして互いに密接して配置した固定子コア対を軸方向に 1 列に 3 対配列し、それらの回転軸挿入孔に挿通された回転軸 1 に固着されて構成されている。そして、軸方向中央の回転子コア対と軸方向一側の回転子コア対とは、第 2 回転子コア 4 同士を密接させて、かつ突極 4 b の周方向位置を一致させている。また、軸方向中央の回転子コア対と軸方向他側の回転子コア対とは、第 1 回転子コア 3 同士を密接させて、かつ突極 3 b の周方向位置を一致させている。この回転子 2 D は、一对の端板（図示せず）に回転軸 1 を軸支されて固定子コア 7 F 内に回転自在に収納されて構成されている。なお、第 1 および第 2 回転子コア 3、4 は、第 1 乃至第 4 固定子コア 8、9、2 5、2 6 の内周側にそれぞれ位置している。

30

なお、他の構成は上記実施の形態 1 6 と同様に構成されている。

【 0 1 3 3 】

このように構成された回転電動機 1 1 6 においては、図 2 4 に矢印で示されるように、第 2 コア対 3 1 では、界磁コイル 2 4 による磁束は、第 4 固定子コア 2 6 からフレーム 1 6 を介して第 3 固定子コア 2 5 に流れ、ついで第 3 固定子コア 2 5 から第 2 回転子コア 4、隔壁 5 および回転軸 1 を介して第 1 回転子コア 3 に流れ、ついで第 1 回転子コア 3 から第 4 固定子コア 2 6 に戻る磁路を形成する。第 2 コア対 3 1 の軸方向一側の第 1 コア対 3 0 では、磁束は、第 1 永久磁石 1 4 からフレーム 1 6 を介して第 2 固定子コア 9 に流れ、ついで第 2 固定子コア 9 から第 2 回転子コア 4、隔壁 5 および回転軸 1 を介して第 1 回転子コア 3 に流れ、ついで第 1 回転子コア 3 から第 1 固定子コア 8 を介して第 1 永久磁石 1 4 に戻る磁路を形成する。また、第 2 コア対 3 1 の軸方向他側の第 1 コア対 3 0 では、磁束は、第 1 永久磁石 1 4 から第 1 固定子コア 8、第 1 回転子コア 3、隔壁 5 および回転軸 1 を介して第 2 回転子コア 4 に流れ、ついで第 2 回転子コア 4 から第 2 固定子コア 9、フレーム 1 6 を介して第 1 永久磁石 1 4 に戻る磁路を形成する。

40

【 0 1 3 4 】

また、界磁コイル 2 4 への界磁電流量や通電方向を変えることで、磁束量や磁束の流れ方向が変わり、界磁起磁力発生手段による起磁力を調整することができる。

したがって、この実施の形態 1 7 においても、上記実施の形態 1 6 と同様の効果を奏する。

50

## 【 0 1 3 5 】

ここで、上記実施の形態 1 7 では、2つの第 1 コア対 3 0 が、第 2 固定子コア 9 を第 3 固定子コア 2 5 と第 4 固定子コア 2 6 とに密接させて第 2 コア対 3 1 の両側に配設されているものとしているが、2つの第 1 コア対 3 0 は、非磁性材料からなるスペーサなどを介して第 2 コア対 3 1 の両側に配設されてもよい。

また、上記実施の形態 1 7 では、第 1 回転子コア 3 同士および第 2 回転子コア 4 同士が密接して隣り合わせに配設されているものとしているが、第 1 回転子コア 3 同士および第 2 回転子コア 4 同士は、それぞれ軸方向に隙間をもって隣り合わせに配設されてもよい。

## 【 0 1 3 6 】

また、上記実施の形態 1 7 では、第 1 永久磁石 1 4 が第 1 固定子コア 8 の外周に配設されているものとしているが、第 1 永久磁石 1 4 は、第 2 固定子コア 9 の外周に配設されていてもよい。この場合、第 1 永久磁石 1 4 が配設されている第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 とが隣り合っているため、隣り合っている第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 との間に隙間を設け、第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 とフレーム 1 6 とによる閉磁路の形成を回避し、回転子 2 D に流れる磁束量の低減を抑制することが好ましい。同様に、第 1 永久磁石 1 4 が配設されている第 2 固定子コア 9 と第 4 固定子コア 2 6 とが隣り合っているため、隣り合っている第 2 固定子コア 9 と第 4 固定子コア 2 6 との間に隙間を設け、第 2 固定子コア 9 と第 4 固定子コア 2 5 とフレーム 1 6 とによる閉磁路の形成を回避し、回転子 2 D に流れる磁束量の低減を抑制することが好ましい。

## 【 0 1 3 7 】

また、この実施の形態 1 7 においても、上記実施の形態 1 2 と同様に、第 1 固定子コア 8 の外周に配設された第 1 永久磁石 1 4 に加えて、第 2 永久磁石を少なくとも一方の第 2 固定子コア 9 の外周に配設してもよい。この場合においても、第 2 永久磁石が第 3 固定子コア 2 5 と隣り合う第 2 固定子コア 9 に配設されていれば、第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 との間に隙間を設け、第 2 固定子コア 9 と第 3 固定子コア 2 5 とフレーム 1 6 とによる閉磁路の形成を回避することが好ましい。

## 【 0 1 3 8 】

また、上記実施の形態 1 6 , 1 7 では、2対の第 1 コア対 3 0 と 1 対の第 2 コア対 3 1 とを軸方向に同軸に配列するものとしているが、第 1 および第 2 コア対 3 0 , 3 1 の対数はこれに限定されるものではなく、第 1 コア対 3 0 が 2 対以上、第 2 コア対 3 1 が 1 対以上であればよい。この場合、第 1 コア対 3 0 同士は、第 1 固定子コア 8 同士を隣り合わせに配設される。また、第 2 コア対 3 1 は、第 3 固定子コア 2 5 又は第 4 固定子コア 2 6 を第 2 固定子コア 9 に隣り合わせて、第 1 コア対 3 0 に並設される。さらに、隣り合う第 1 コア対 3 0 に装着される第 1 永久磁石 1 4 は同一の着磁方向 1 7 に着磁配向され、第 2 コア対 3 1 を挟んで配設された第 1 コア対 3 0 に装着される第 1 永久磁石 1 4 は逆向きの着磁方向 1 7 に着磁配向される。

## 【 0 1 3 9 】

なお、上記各実施の形態 1 1 ~ 1 7 では、第 1 乃至第 4 固定子コアが磁性鋼板を積層して作製されているものとしているが、第 1 乃至第 4 固定子コアは磁性鋼板を積層してなる積層鉄心に限定されるものではなく、例えば磁性金属の粉末を絶縁処理した後、加圧成形、熱処理を施して得られる圧粉コアを用いてもよい。

## 【 0 1 4 0 】

また、上記実施の形態 1 1 ~ 1 7 では、磁性材料で作製されたフレームを軸方向磁路形成部材として用いるものとしているが、軸方向磁路形成部材は軸方向に関して磁性材料で連続して作製されていればよく、例えば磁性材料で短冊状に作製された磁性部材を用いてもよい。この場合、短冊状の磁性部材を第 1 永久磁石の外周面と第 2 固定子コアの外周面とを連結するように、かつ第 3 固定子コアの外周面と第 4 固定子コアの外周面とを連結するように軸方向に延設すればよい。

## 【 0 1 4 1 】

また、上記実施の形態 1 ~ 1 7 では、回転子を構成する第 1 および第 2 回転子コアが磁

10

20

30

40

50



性鋼板を積層して作製されているものとしているが、第１および第２回転子コアが磁性鋼材の塊状体で作製されていてもよい。

また、上記実施の形態１～１７では、固定子コイルが導線を集中巻きに巻回して構成されているものとしているが、固定子コイルは導線を分布巻きに巻回して構成されたものでもよい。

#### 【０１４２】

また、上記実施の形態１～１７では、スペーサを第１および第２固定子コア間に介装するものとしているが、所定の隙間が第１および第２固定子コア間に確保されていれば、スペーサを省略してもよい。

また、上記実施の形態１～１７では、回転軸が磁性材料で作製されているものとしているが、回転子において、十分な磁束量が回転軸を介することなく第２回転子コアから第１回転子コアに流れるように構成されていれば、回転軸は必ずしも磁性材料で作製する必要はない。

#### 【０１４３】

実施の形態１８．

図２５はこの発明の実施の形態１８に係る送風機を示す分解斜視図、図２６はこの発明の実施の形態１８に係る送風機における風の流れを説明する分解斜視図である。

#### 【０１４４】

図２５において、ケース４０は、有底円筒状に作製され、フランジ部４１がその開口側に形成され、軸受４２が底部中央部に形成され、排気窓４３がケース４０の周壁の底部側に穿設されている。ブラケット４４は、軸受４５および通風窓４６を有し、フランジ部４１に締着固定されてケース４０の開口を塞口する。そして、回転電動機１０４が回転軸１をケース４０およびブラケット４４の軸受４２、４５に軸支されてケース４０内に収納されている。このとき、フレーム１６の外周壁面とケース４０の内周壁面との間に形成される隙間が、風路方向を軸方向とする通風路となる。ディヒューザ４７がブラケット４４のケース４０と反対側に固定状態に取り付けられる。遠心ファン４８がブラケット４４の軸受４５からの回転軸１の延出端に固着されて、ディヒューザ４７の内径側に回転自在に収納されている。ファンカバー４９は、ブラケット４４に取り付けられて、ディヒューザ４７および遠心ファン４８を内部に収納する。なお、ディヒューザ４７および遠心ファン４８が送風ファンを構成する。

#### 【０１４５】

このように構成された送風機２００は、回転電動機１０４の回転駆動により、遠心ファン４８が回転駆動される。これにより、図２６中矢印で示されるように、ファンカバー４９から吸気された空気が、遠心ファン４８により径方向外方に曲げられ、ディヒューザ４７により軸方向の流れに整流される。ついで、ディヒューザ４７により軸方向の流れに整流された空気は、ブラケット４４により内径側に曲げられて通風窓４６からケース４０内に流入し、フレーム１６とケース４０の内周壁面との間の通風路を流通し、排気窓４３から排気される。

#### 【０１４６】

そして、送風機２００は、空気の吸入機能を利用すれば、掃除機などに適用でき、空気の排気機能を利用すれば、ハンドドライヤーなどに適用できる。

#### 【０１４７】

この実施の形態１８では、遠心ファン４８の駆動用モータとして小型化、高速化が可能な回転電動機１０４を用いている。そこで、回転電動機１０４が遠心ファン４８の吹き出し風路を阻害してしまうことがなく、回転電動機１０４の配置が容易となる。さらに、遠心ファン４８を大径化することなく所定の吸引力、あるいは送風圧力が得られるとともに、遠心ファン４８の小型化により、高速運転に対する耐遠心力性が確保される。

また、永久磁石１４が固定子鉄心に装着されているので、固定子の起磁力高調波成分がほとんど永久磁石１４を通過することがない。そこで、永久磁石１４の渦電流損失を低く抑えることができ、永久磁石１４の温度上昇が抑制される。

## 【 0 1 4 8 】

また、回転電動機 1 0 4 が高速回転されると、軸受 4 2 , 4 5 での発熱量が増大する。しかし、ケース 4 0 内に流入した空気が、回転電動機 1 0 4 のフレーム 1 6 とケース 4 0 の内周壁面との間の通風路をフレーム 1 6 の外周壁面に沿って軸方向に流れて排気窓 4 3 から排気されるように構成されている。さらに、永久磁石 1 4 の磁石構成面のなかで最も大面積の外周面がフレーム 1 6 の内周壁面に接している。そこで、軸受 4 2 , 4 5 で発生した熱が永久磁石 1 4 に伝達されても、熱は永久磁石 1 4 からフレーム 1 6 に伝達され、フレーム 1 6 の外周壁面に沿って流れる空気に放熱される。したがって、永久磁石 1 4 の過度の温度上昇が抑えられ、永久磁石 1 4 が熱減磁することもない。そこで、高価なジスプロシウム ( D y ) 元素の添加量を増やして、耐熱性を高める必要もないので、永久磁石 1 4 の低コスト化が図られる。

10

## 【 0 1 4 9 】

実施の形態 1 9 .

図 2 7 はこの発明の実施の形態 1 9 に係る送風機を示す分解斜視図である。

## 【 0 1 5 0 】

図 2 7 において、静翼 5 0 は、回転電動機 1 0 4 のフレーム 1 6 の外径と同等の内径を有し、軸方向長さがフレーム 1 6 の軸方向長さより長い円筒状に作製されたパイプ 5 1 と、パイプ 5 1 の軸方向の側の外周面に形成されたブレード 5 2 と、を有し、パイプ 5 1 をフレーム 1 6 の外周面に接するように回転電動機 1 0 4 に外嵌状態に嵌着されている。ケース 5 3 は、軸方向長さがパイプ 5 1 の軸方向長さより長い円筒状に作製され、パイプ 5 1 との間に隙間を形成するように静翼 5 0 に外嵌状態に嵌着されている。このとき、パイプ 5 1 の外周壁面とケース 5 3 の内周壁面との間に形成される隙間が、風路方向を軸方向とする通風路となる。一对の動翼 5 4 a , 5 4 b は、回転電動機 1 0 4 の回転軸 1 の両端にそれぞれ固着され、ケース 5 3 の軸方向両側に配設されている。ファンカバーとしてのベルマウス 5 5 がケース 5 3 の軸方向側の開口に嵌着されている。なお、動翼 5 4 a , 5 4 b と静翼 5 0 とにより軸流ファンを構成している。

20

## 【 0 1 5 1 】

このように構成された送風機 2 0 1 は、回転電動機 1 0 4 の回転駆動により、一对の動翼 5 4 a , 5 4 b が回転駆動される。これにより、図 2 7 中矢印で示されるように、空気がベルマウス 5 5 から軸方向に流入し、動翼 5 4 a により圧力を高められる。そして、その周方向成分を持った空気の流れが、動翼 5 4 a の下流側に配設された静翼 5 0 のブレード 5 2 により軸方向に向けられてパイプ 5 1 とケース 5 3 との間の通風路をパイプ 5 1 の外周壁面に沿って流れる。そして、パイプ 5 1 とケース 5 3 との間の通風路を流れた空気が動翼 5 4 b により外部に排出される。

30

## 【 0 1 5 2 】

この送風機 2 0 1 は、上述の送風機 2 0 0 と同様に、空気の吸入機能を利用すれば、掃除機などに適用でき、空気の排気機能を利用すれば、ハンドドライヤーなどに適用できる。

## 【 0 1 5 3 】

この実施の形態 1 9 では、動翼 5 4 a , 5 4 b の駆動用モータとして小型化、高速化が可能な回転電動機 1 0 4 を用いている。そこで、回転電動機 1 0 4 が遠軸流ファンの吹き出し風路を障害してしまうことがなく、回転電動機 1 0 4 の配置が容易となる。さらに、動翼 5 4 a , 5 4 b を大径化することなく所定の吸引力、あるいは送風圧力が得られるとともに、動翼 5 4 a , 5 4 b の小型化により、高速運転に対する耐遠心力性が確保される。

40

また、永久磁石 1 4 が固定子鉄心に装着されているので、固定子の起磁力高調波成分がほとんど永久磁石 1 4 を通過することがない。そこで、永久磁石 1 4 の渦電流損失を低く抑えることができ、永久磁石 1 4 の温度上昇が抑制される。

## 【 0 1 5 4 】

また、ケース 5 3 内に流入した空気が、回転電動機 1 0 4 のフレーム 1 6 に接するよう

50

に外嵌状態に嵌着されたパイプ51の外周壁面とケース53の内周壁面との間の通風路を軸方向に流通するように構成されている。さらに、永久磁石14の磁石構成面のなかで最も大面積の外周面がパイプ51と接するフレーム16の内周壁面に接している。そこで、軸受（図示せず）などで発生した熱が永久磁石14に伝達されても、熱は永久磁石14からフレーム16を介してパイプ51に伝達され、パイプ51の外周壁面に沿って流れる空気に放熱される。さらに、パイプ51の外周壁面に形成されたブレード52が放熱フィンとして作用し、永久磁石14の熱が効果的に放熱される。したがって、永久磁石14の過度の温度上昇が抑えられ、永久磁石14が熱減磁することもない。そこで、高価なジスプロシウム(Dy)元素の添加量を増やして、耐熱性を高める必要もないので、永久磁石14の低コスト化が図られる。

10

#### 【0155】

なお、上記実施の形態19では、軸流ファンが静翼と動翼を挟むように配置された一对の動翼とから構成されているものとしているが、軸流ファンは、少なくとも静翼と動翼とを有していればよい。

また、上記実施の形態19では、静翼が回転電動機のフレームに外嵌状態に嵌着されているものとしているが、静翼を回転電動機の上流側に動翼に近接して配置してもよい。この場合、動翼と静翼との位置が近接するので、動翼と静翼との間での流体剥離の発生が抑制され、流体損失を低減することができる。

#### 【0156】

実施の形態20

20

図28はこの発明の実施の形態20に係る送風機における回転電動機の構成を説明する分解斜視図である。

#### 【0157】

図28において、ブレード52がフレーム16の軸方向一側の外周面に形成されている。そして、フレーム16とブレード52とにより静翼を構成している。

なお、他の構成は上記実施の形態19と同様に構成されている。

また、図28中、固定子コイルが省略され、第1回転子コア3、第1固定子コア8、および第1永久磁石14は、それぞれ隣り合う第1回転子コアの対、第1固定子コアの対、および第1永久磁石の対に対応している。

#### 【0158】

30

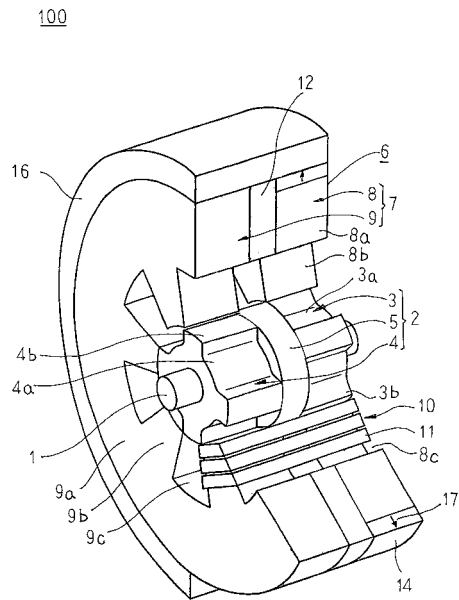
この実施の形態20では、回転電動機104Aのフレーム16が静翼のパイプを兼用しているので、送風機の小型化が図られる。

また、熱は永久磁石14からフレーム16に伝達され、フレーム16の外周壁面に沿って流れる空気に放熱されるので、永久磁石14がより効果的に冷却される。

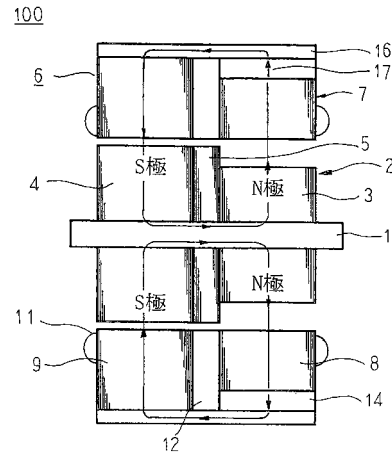
#### 【0159】

ここで、上記実施の形態18～20では、送風機の駆動モータとして実施の形態5による回転電動機104を用いるものとしているが、他の実施の形態による回転電動機を用いても同様の効果が得られる。

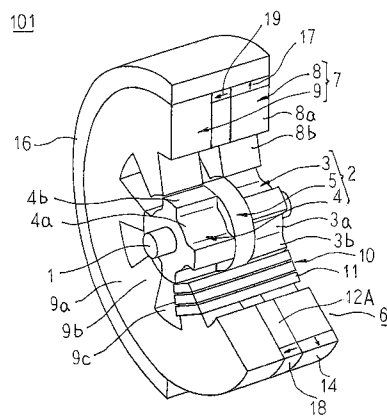
【図 1】



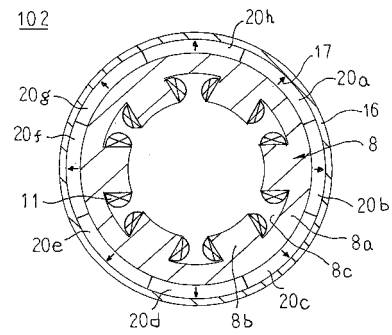
【図 2】



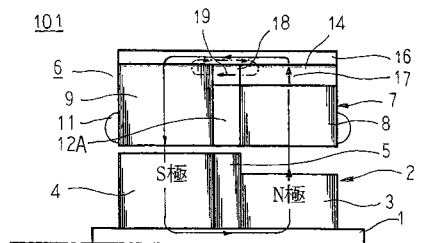
【図 3】



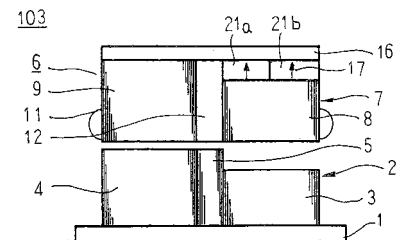
【図 5】



【図 4】

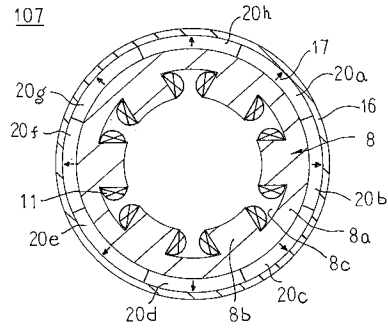


【図 6】

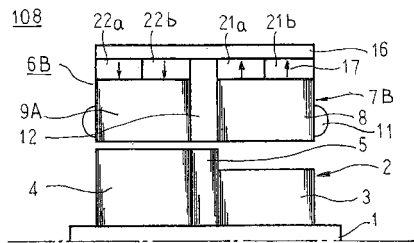




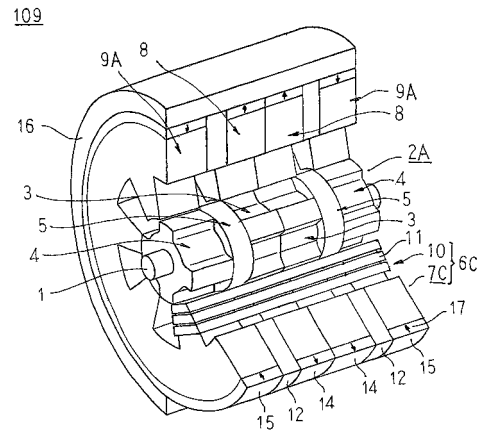
【図 13】



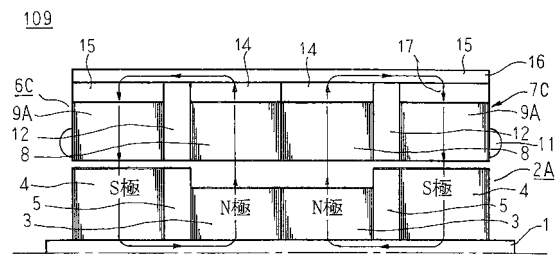
【図 14】



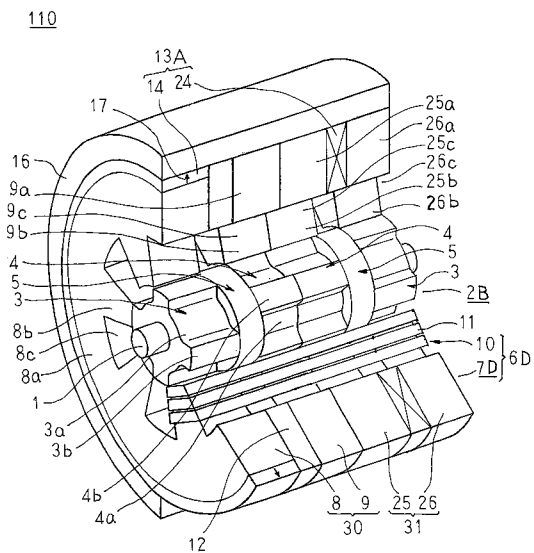
【図 15】



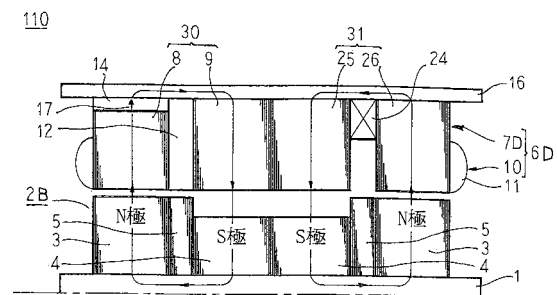
【図 16】



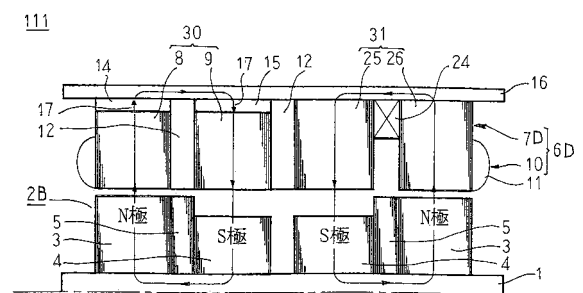
【図 17】



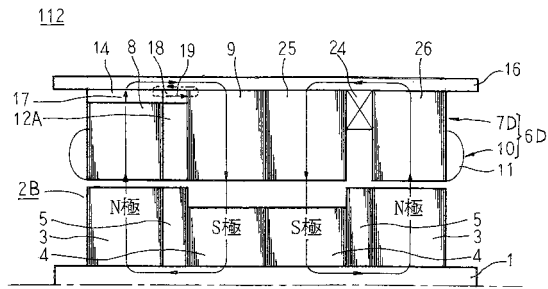
【図 18】



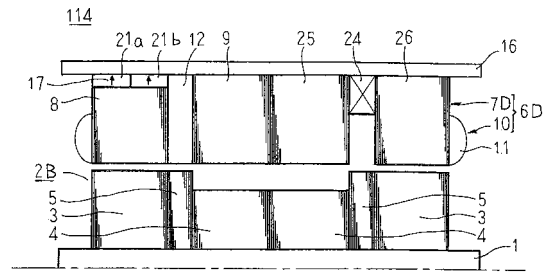
【図 19】



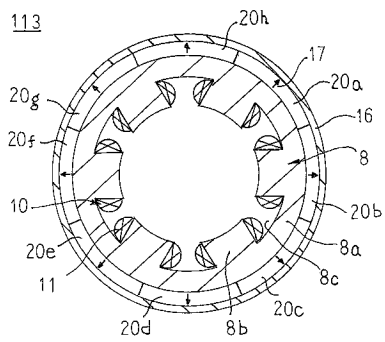
【図 20】



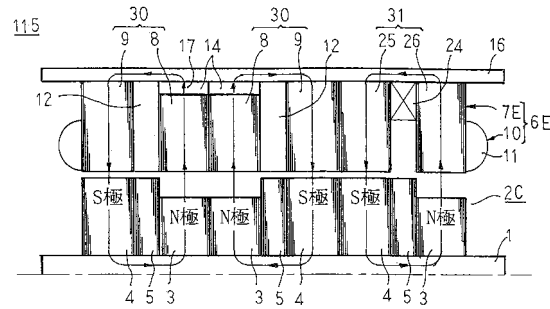
【図 22】



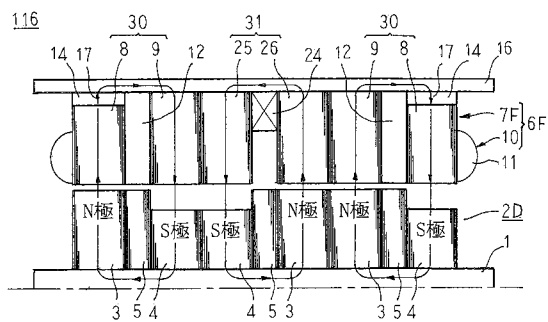
【図 21】



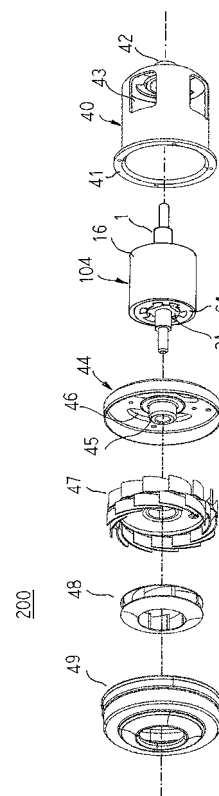
【図 23】



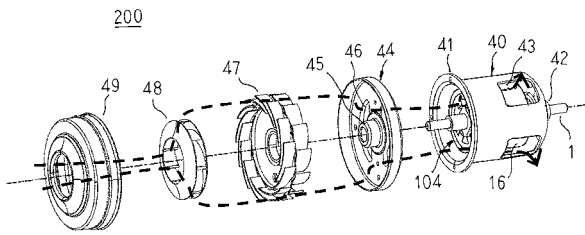
【図 24】



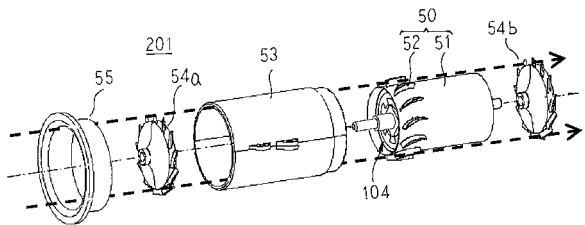
【図 25】



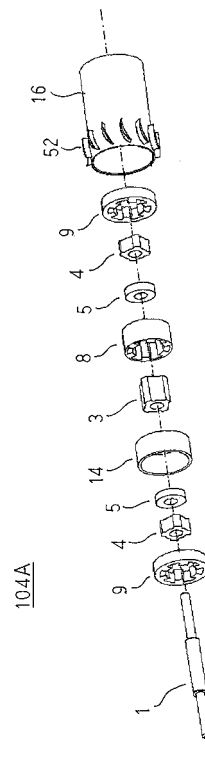
【図 26】



【図 27】



【図 28】





## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 2 K 21/04	(2006.01)	H 0 2 K 1/18	C
H 0 2 K 1/02	(2006.01)	H 0 2 K 21/04	
		H 0 2 K 1/02	A

(74)代理人 100161115  
弁理士 飯野 智史

(72)発明者 有田 秀哲  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 井上 正哉  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 家澤 雅宏  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 吉野 勇人  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 馬場 和彦  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 川口 仁  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 三宅 俊彦  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開平8-214519(JP,A)  
特開昭53-67819(JP,A)  
特開2007-104830(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 21/00-21/48  
H02K 1/00- 1/24  
H02K 9/06  
H02K 19/10