

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-246367

(P2010-246367A)

(43) 公開日 平成22年10月28日(2010.10.28)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
<b>HO2K</b>	<b>1/06</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/06	Z	5H601
<b>HO2K</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/02	A	
<b>HO2K</b>	<b>1/12</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/12	Z	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-54964 (P2010-54964)  
 (22) 出願日 平成22年3月11日 (2010.3.11)  
 (31) 優先権主張番号 特願2009-65373 (P2009-65373)  
 (32) 優先日 平成21年3月18日 (2009.3.18)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000003067  
 TDK株式会社  
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号  
 (74) 代理人 100115738  
 弁理士 鷲頭 光宏  
 (74) 代理人 100121681  
 弁理士 緒方 和文  
 (74) 代理人 100130982  
 弁理士 黒瀬 泰之  
 (74) 代理人 100127199  
 弁理士 三谷 拓也  
 (72) 発明者 中江 亦鴻  
 東京都中央区日本橋一丁目13番1号TDK株式会社内

最終頁に続く

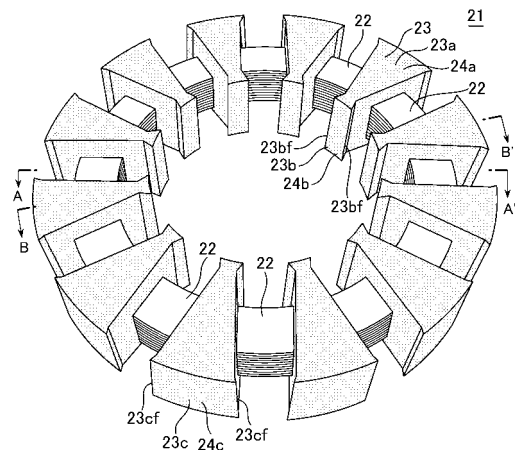
(54) 【発明の名称】 回転機用コア部材及び回転機

(57) 【要約】

【課題】 三次元回転機の効率を向上させる。

【解決手段】 ステータコア21は、側面24b又は側面24cの少なくとも一方と側面24aとに磁石対向面を有し、環状に配置された複数の磁極部23と、それぞれ巻線が巻回され、かつ複数の磁極部23のいずれか少なくとも1つと接合する少なくとも1つヨーク部22とを備え、各磁極部23は軟磁性金属圧粉材によって構成され、各ヨーク部22は積層鋼板によって構成される。ヨーク部22が積層鋼板によって構成されているので、ステータコア21内を通る磁束の量が増加する。一方で、磁極部23が軟磁性金属圧粉材により構成されているので、ステータコア21を三次元回転機用として用いることができる。したがって、三次元回転機の効率が向上する。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ラジアル方向の一方側面とアキシャル方向の一方側面とに磁石対向面を有し、環状に配置された複数の磁極部と、

それぞれ巻線が巻回され、かつ前記複数の磁極部のいずれか少なくとも1つと接合する少なくとも1つのヨーク部とを備え、

前記各磁極部は軟磁性金属圧粉材によって構成され、前記各ヨーク部は積層鋼板によって構成されることを特徴とする回転機用コア部材。

## 【請求項 2】

前記各磁極部は、前記ラジアル方向の他方側面又は前記アキシャル方向の他方側面にも磁石対向面を有することを特徴とする請求項 1 に記載の回転機用コア部材。 10

## 【請求項 3】

前記ヨーク部は、隣り合う一对の前記磁極部ごとに設けられ、該一对の前記磁極部と接合することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の回転機用コア部材。

## 【請求項 4】

前記磁極部は、対応する前記ヨーク部と嵌合する凹部を有することを特徴とする請求項 3 に記載の回転機用コア部材。

## 【請求項 5】

前記各ヨーク部の端面は、前記凹部への挿入方向に対して傾斜する傾斜面であることを特徴とする請求項 4 に記載の回転機用コア部材。 20

## 【請求項 6】

前記ヨーク部は環状の部材であり、

前記複数の磁極部はそれぞれU字状の部材であり、

前記複数の磁極部は、それぞれが前記ヨーク部に嵌合することにより、環状に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の回転機用コア部材。

## 【請求項 7】

前記各磁極部は、前記アキシャル方向の他方側面にも磁石対向面を有することを特徴とする請求項 6 に記載の回転機用コア部材。

## 【請求項 8】

前記ヨーク部を構成する前記積層鋼板の積層方向は前記アキシャル方向であり、 30

前記ヨーク部の前記アキシャル方向の側面と前記各磁極部との間にギャップが設けられることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の回転機用コア部材。

## 【請求項 9】

前記ギャップ内に絶縁物又は非磁性体を介在させることを特徴とする請求項 8 に記載の回転機用コア部材。

## 【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載された回転機用コア部材と、

前記各磁極部の各磁石対向面に対向する永久磁石を有する磁石支持部材とを備えることを特徴とする回転機。

## 【発明の詳細な説明】 40

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は回転機用コア部材及び回転機に関し、特にラジアル方向及びアキシャル方向の両方に磁石対向面を有する三次元回転機用コア部材及びこのコア部材を用いる回転機に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

回転機は一般に、ステータコアとロータを備えている。ステータコアは珪素鋼板の積層体（積層鋼板）であり、コイルが巻回される。一方、ロータには永久磁石が配置される。ロータの永久磁石とステータコアとは、微小な間隙（ギャップ）をもって対向配置される 50

。

## 【0003】

回転機を発電機として用いる場合には、外力によってロータを回転させる。すると、永久磁石とステータコアの位置関係が変動するため、コイルの鎖交磁束が変動し、電圧が発生する。一方、回転機を電動機として用いる場合には、コイルに交流電流を流す。すると、ステータコア内部の磁界が変動し、この変動磁界と永久磁石との相互作用により、ロータに回転トルクが発生する。

## 【0004】

特許文献1～3には電動機の例が開示されている。これらの特許文献はいずれも、ステータコアとロータのギャップがラジアル方向に設けられる所謂ラジアル型の電動機を開示してあり、ステータコアの内周側と外周側の両方に永久磁石が配置されている。このようにステータコアのラジアル方向両側に永久磁石を配置することで、片側のみに永久磁石を配置する場合に比べて利用可能な磁束の量が増え、電動機の効率がよくなっている。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開昭61-35145号公報

【特許文献2】特開平10-271782号公報

【特許文献3】特開2003-164125号公報

## 【発明の概要】

20

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

ところで、ステータコアのラジアル方向だけでなくアキシャル方向（ロータの回転軸方向）にも永久磁石を配置すれば、利用可能な磁束の量が増え、回転機の出力密度と効率の向上が実現される。以下、このような回転機を三次元回転機と称する。

## 【0007】

しかしながら、三次元回転機のステータコアは、上述した積層鋼板ではなく、軟磁性金属圧粉材を成型して作られることになる。積層鋼板は珪素鋼板間に渦電流防止のための絶縁物を有するため、積層方向に磁束が通りにくいからである。軟磁性金属圧粉材は飽和磁束密度や透磁率などの点で積層鋼板に及ばないので、このようにステータコアに軟磁性金属圧粉材を用いなければならないことは、三次元回転機の効率向上の点でネックとなっている。

30

## 【0008】

したがって、本発明の目的のひとつは、三次元回転機の効率を向上させられるコア部材及びこのコア部材を用いる回転機を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

上記目的を達成するための本発明による回転機用コア部材は、ラジアル方向の一方側面とアキシャル方向の一方側面とに磁石対向面を有し、環状に配置された複数の磁極部と、それぞれ巻線が巻回され、かつ前記複数の磁極部のいずれか少なくとも1つと接合する少なくとも1つのヨーク部とを備え、前記各磁極部は軟磁性金属圧粉材によって構成され、前記各ヨーク部は積層鋼板によって構成されることを特徴とする。

40

## 【0010】

本発明の回転機用コア部材によれば、ヨーク部が積層鋼板によって構成されているので、コア部材内を通る磁束の量が増加する。一方で、磁極部が軟磁性金属圧粉材により構成されているので、三次元回転機用として用いることができる。したがって、三次元回転機の効率が向上する。

## 【0011】

本発明の第一の側面による回転機用コア部材は、上記回転機用コア部材において、前記各磁極部は、前記ラジアル方向の他方側面又は前記アキシャル方向の他方側面にも磁石対

50

向面を有することを特徴とする。

【0012】

また、上記第一の側面による回転機用コア部材において、前記ヨーク部は、隣り合う一対の前記磁極部ごとに設けられ、該一対の前記磁極部と接合することとしてもよい。これによれば、より大きいサイズのコア部材を、簡易に製造することが可能になる。

【0013】

また、上記第一の側面による回転機用コア部材において、前記磁極部は、対応する前記ヨーク部と嵌合する凹部を有することとしてもよい。これによれば、ヨーク部と磁極部とを強固に接合することが可能になる。

【0014】

また、上記第一の側面による回転機用コア部材において、前記各ヨーク部の端面は、前記凹部への挿入方向に対して傾斜する傾斜面であることとしてもよい。これによれば、アキシャル方向から各磁極部に入射する磁束を、効率よくヨーク部に流すことが可能になる。

【0015】

本発明の第二の側面による回転機用コア部材は、上記回転機用コア部材において、前記ヨーク部は環状の部材であり、前記複数の磁極部はそれぞれU字状の部材であり、前記複数の磁極部は、それぞれが前記ヨーク部に嵌合することにより、環状に配置されることを特徴とする。これによれば、回転機用コア部材の作製が容易になるとともに、磁極部の数の変更を柔軟に行えるようになる。

【0016】

また、上記第二の側面による回転機用コア部材において、前記ヨーク部を構成する前記積層鋼板の積層方向は前記アキシャル方向であり、前記ヨーク部の前記アキシャル方向の側面と前記各磁極部との間にギャップが設けられることとしてもよい。これによれば、ヨーク部内で渦電流が発生することを防止できる。

【0017】

また、上記第二の側面による回転機用コア部材において、前記ギャップ内に絶縁物又は非磁性体を介在させることとしてもよい。

【0018】

また、本発明による回転機は、上記各回転機用コア部材のいずれかと、前記各磁極部の各磁石対向面に対向する永久磁石を有する磁石支持部材とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、三次元回転機の効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の第1の実施の形態による回転機を軸方向で切断した断面図の模式図（概略図）である。（a）のステータコア部分は図3のA-A'線断面に対応し、（b）のステータコア部分は図3のB-B'線断面に対応している。

【図2】図1に示した回転機から、磁石、ステータコア、及びコイルのみを抜き出して記載した斜視図である。

【図3】図1に示した回転機から、ステータコアのみを抜き出して記載した斜視図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態による回転機のステータコアの磁極部のひとつを拡大して示した図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態による回転機の磁極部とヨーク部の接合部を含むこれらの断面を模式的に示した図である。（a）は接合前、（b）は接合後の状態を示している。

【図6】本発明の第1の実施の形態による回転機における磁束の流れを説明するための模式図である。

10

20

30

40

50

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態による回転機のヨーク部と磁極部の接合部における磁束の流れを説明するための模式図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態の変形例による回転機を軸方向で切断した断面図の模式図（概略図）である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態の変形例による回転機のヨーク部と磁極部の接合部における磁束の流れを説明するための模式図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施の形態による回転機を軸方向で切断した断面図の模式図（概略図）である。（a）のステータコア部分は図 12 の C - C' 線断面に対応し、（b）のステータコア部分は図 12 の D - D' 線断面に対応している。

【図 11】図 10 に示した回転機から一部の構成のみを抜き出して記載した斜視片側断面図であり、図 12 の E - E' 線斜視片側断面に対応している。

【図 12】図 10 に示した回転機から、ステータコアのみを抜き出して記載した斜視図である。

【図 13】本発明の第 2 の実施の形態による回転機のヨーク部と磁極部の接合部における磁束の流れを説明するための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

【0022】

図 1（a）及び図 1（b）は、本発明の第 1 の実施の形態による三次元回転機 1 を軸方向で切断した断面図の模式図（概略図）である。図 2 は、三次元回転機 1 から磁石 13 a ~ 13 c、ステータコア 21、及びコイル 25 のみを抜き出して記載した斜視図である。また、図 3 は三次元回転機 1 からステータコア 21 のみを抜き出して記載した斜視図である。なお、図 1（a）及び図 1（b）に示した断面図内のステータコア 21 部分は、それぞれ図 3 の A - A' 線断面、図 3 の B - B' 線断面に対応している。

【0023】

図 1 に示すように、三次元回転機 1 は、同図に示した X 軸を中心に回転自在に構成されたシャフト 10 及びロータ 11（磁石支持部材）と、ベース 20 に固定されて回転しないステータコア 21（コア部材）とを備えている。この三次元回転機 1 は、プリンタやファ

ン、車載用モータ、洗濯機等、種々の用途で用いられるものである。

【0024】

ベース 20 は中央に円筒形部分 20 a を有しており、シャフト 10 は、この円筒形部分 20 a の内部に挿入されている。シャフト 10 は、円筒形部分 20 a の内壁に嵌められた 2 つのベアリング 30 によって支持されており、このベアリング 30 の内周に沿い、X 軸を回転軸として回転する。

【0025】

ロータ 11 は X 軸に垂直な主面を有する円盤状部分 11 a を含む部材であり、鉄などの磁性体で作られている。円盤状部分 11 a の中央部はシャフト 10 と嵌合しており、これにより、ロータ 11 はシャフト 10 とともに回転する。

【0026】

円盤状部分 11 a の下部には 2 つの円筒形部分 11 b, 11 c が設けられている。各円筒形部分 11 b, 11 c の中心はいずれも X 軸に一致している。円筒形部分 11 b の内径はベース 20 の円筒形部分 20 a の外径より大きくなっており、円筒形部分 20 a は円筒形部分 11 b の内側に挿入される。また、円筒形部分 11 c の内径は円筒形部分 11 b の外径よりも大きくなっており、円筒形部分 11 b と円筒形部分 11 c の間に作られる環状（ドーナツ状）の空間にはステータコア 21 が挿入される。

【0027】

上記環状の空間の内面 12 a, 12 b, 12 c はそれぞれ、ステータコア 21 の上面 24 a、内周面 24 b、外周面 24 c（後述）に対向する対向面となる。内面 12 a には所

10

20

30

40

50

定個数（図2では10個）の磁石13aが設置される。同様に、内面12b及び内面12cにはそれぞれ、同数（図2では10個）の磁石13b及び磁石13cが設置される。

【0028】

磁石13aは、図2に示すような扇型の永久磁石であり、S極をステータコア21側に向けた永久磁石13a(S)と、N極をステータコア21側に向けた永久磁石13a(N)とを含んでいる。永久磁石13a(S)と永久磁石13a(N)とは、円周方向に交互に配置される。なお、図2では、永久磁石13a(S)の表面に「N」、永久磁石13a(N)の表面に「S」が記載されているが、これは各永久磁石13aの内面12a側の面に現れる磁極を示している。以下に説明する磁石13b、13cでも同様である。

【0029】

磁石13bは、図2に示すように、円筒の一部を切り取った形状の永久磁石であり、S極をステータコア21側に向けた永久磁石13b(S)と、N極をステータコア21側に向けた永久磁石13b(N)とを含んでいる。永久磁石13b(S)及び永久磁石13b(N)は、それぞれ永久磁石13a(S)及び永久磁石13a(N)と対応する位置に、円周方向に交互に配置される。

【0030】

磁石13cも、図2に示すように、円筒の一部を切り取った形状の永久磁石であり、S極をステータコア21側に向けた永久磁石13c(S)と、N極をステータコア21側に向けた永久磁石13c(N)とを含んでいる。永久磁石13c(S)及び永久磁石13c(N)は、それぞれ永久磁石13a(S)及び永久磁石13a(N)と対応する位置に、円周方向に交互に配置される。

【0031】

ステータコア21は環状の部材であり、図2及び図3に示すように、円周方向に沿って交互に配置された複数のヨーク部22及び複数の磁極部23を有している。

【0032】

各ヨーク部22はステータコア21の接線方向に延伸する四角柱状の部材であり、図1及び図2に示すように、棒状の部分にコイル25が巻回される。ヨーク部22は、回転面に平行な珪素鋼板を複数積層してなる積層鋼板によって構成される。なお、珪素鋼板間には、渦電流防止のための絶縁物が設けられるため、積層方向には磁束が通りにくくなっている。

【0033】

各磁極部23は、上向きに突出した上側突起部23aと、内向きに突出した内側突起部23bと、外向きに突出した外側突起部23cと、下向きに突出した下側突起部23dとを含んで構成される。このうちの下側突起部23dは、図1に示すようにベース20に固定されている。各磁極部23は、粉体粒子の表面が所定の絶縁膜により電気絶縁被覆された軟磁性金属圧粉材を所定の圧力下で成型することにより形成される。したがって、各磁極部23は、3次元いずれの方向にも磁束を通すことができる。

【0034】

上側突起部23aの上面24a（アキシャル方向の一方側面）、内側突起部23bの内周面24b（ラジアル方向の一方側面）、外側突起部23cの外周面24c（ラジアル方向の他方側面）はそれぞれ、磁石13a、磁石13b、磁石13cと対向する磁石対向面となっている。これらの各面は対向する磁石に沿う形状を有しており、これにより、各面と各磁石の間には一定幅の間隙が設けられる。

【0035】

内側突起部23bは、図3に示すように、隣接するヨーク部22方向に張り出した鏝部23bfを有している。同様に、外側突起部23cも、隣接するヨーク部22方向に張り出した鏝部23cfを有している。これらの鏝部23bf、23cfは内周面24b及び外周面24cの面積を拡大するために設けられているもので、これによりステータコア21内部に取り込まれる磁束の量が増加する。

【0036】

10

20

30

40

50

磁極部 2 3 とヨーク部 2 2 の接合について説明する。

【 0 0 3 7 】

図 4 は、磁極部 2 3 のひとつを拡大して示した図である。また、図 5 ( a ) 及び図 5 ( b ) は、磁極部 2 3 とヨーク部 2 2 の接合部を含むこれらの断面を模式的に示した図である。

【 0 0 3 8 】

図 4 に示すように、磁極部 2 3 のヨーク部 2 2 側の側面 2 4 e には、対応するヨーク部 2 2 と嵌合する凹部 2 6 が設けられている。凹部 2 6 は、側面 2 4 e に設けられた四角形の穴であり、その深さは、上側 ( 上面 2 4 a 側 ) に近いほど浅くなっている。結果として、凹部 2 6 の底面は、穿孔方向に対して角度 ( 図 5 ) だけ傾斜する傾斜面 2 6 a となっている。

10

【 0 0 3 9 】

図 5 ( a ) に示すヨーク部 2 2 の断面図には個々の珪素鋼板 2 2 a を描画している。同図に示すように、ヨーク部 2 2 の端部では、各珪素鋼板 2 2 a の端部が傾斜面 2 6 a の傾斜角と同じ角度で傾斜している。これにより、ヨーク部 2 2 の端面は、凹部 2 6 への挿入方向に対し、傾斜面 2 6 a の傾斜角と同じ角度 だけ傾斜する傾斜面 2 2 b となっている。

【 0 0 4 0 】

磁極部 2 3 とヨーク部 2 2 とを接合する際には、図 5 ( b ) に示すように、ヨーク部 2 2 の両端を、対応する一对の磁極部 2 3 の凹部 2 6 に挿入し、密着させる。このとき、接着剤を用いてもよい。これをすべての磁極部 2 3 とヨーク部 2 2 について行うことにより、図 3 に示した形状のステータコア 2 1 が完成する。

20

【 0 0 4 1 】

次に、三次元回転機 1 における磁束の流れについて説明する。

【 0 0 4 2 】

図 6 は、三次元回転機 1 における磁束の流れを説明するための模式図である。同図においては、矢印付きの破線により磁束の流れを示している。

【 0 0 4 3 】

破線 A で示すように、ある磁石 1 3 a ( N ) の N 極から出る磁束は、対向する上面 2 4 a からステータコア 2 1 内部に入り、上側突起部 2 3 a、ヨーク部 2 2、隣接する上側突起部 2 3 a、及びその上面 2 4 a を順に通過して、隣接する磁石 1 3 a ( S ) の S 極に戻る。

30

【 0 0 4 4 】

同様に、破線 B で示すように、ある磁石 1 3 b ( N ) の N 極から出る磁束は、対向する内周面 2 4 b からステータコア 2 1 内部に入り、内側突起部 2 3 b、ヨーク部 2 2、隣接する内側突起部 2 3 b、及びその内周面 2 4 b を順に通過して、隣接する磁石 1 3 b ( S ) の S 極に戻る。

【 0 0 4 5 】

また、破線 C で示すように、ある磁石 1 3 c ( N ) の N 極から出る磁束は、対向する外周面 2 4 c からステータコア 2 1 内部に入り、外側突起部 2 3 c、ヨーク部 2 2、隣接する外側突起部 2 3 c、及びその外周面 2 4 c を順に通過して、隣接する磁石 1 3 c ( S ) の S 極に戻る。

40

【 0 0 4 6 】

このように、三次元回転機 1 では、3 方向に磁束の流れが確保され、いずれの磁束もヨーク部 2 2 を通過する。このため、例えばステータコアの両側のみに永久磁石を配置した場合に比べ、利用可能な磁束の量は多くなっている。なお、図 6 に示されるように、ヨーク部 2 2 内における磁束の成分は回転面に平行な成分のみとなるため、磁束は、回転面に平行な珪素鋼板を複数積層してなる積層鋼板で構成されたヨーク部 2 2 を支障なく通過できる。

【 0 0 4 7 】

50

磁極部 2 3 とヨーク部 2 2 の接合部における磁束の流れについて説明する。

【 0 0 4 8 】

図 7 は、磁極部 2 3 とヨーク部 2 2 の接合部の断面の拡大図に、図 6 の矢印 A に対応する磁束の流れを示す矢印を加えたものである。ヨーク部 2 2 を構成する個々の珪素鋼板 2 2 a に着目すると、ヨーク部 2 2 の接合部に傾斜面 2 2 b を設けたことにより、上方向への露出面 2 2 a a ができている。これにより、上面 2 4 a を通じて磁極部 2 3 に入入りする磁束を、各珪素鋼板 2 2 a に効率よく取り込むことが可能になっている。

【 0 0 4 9 】

以上説明したように、三次元回転機 1 では、ヨーク部 2 2 が積層鋼板によって構成されている。したがって、ステータコア 2 1 全体を軟磁性金属圧粉材で構成する場合に比べ、ステータコア 2 1 内を通過する磁束の量が増加し、回転機の効率が向上する。

10

【 0 0 5 0 】

また、磁極部 2 3 とヨーク部 2 2 の接合部に傾斜面 2 2 b , 2 5 a を設けたことにより、上面 2 4 a を通じて磁極部 2 3 に入入りする磁束を、各珪素鋼板 2 2 a に効率よく取り込むことができるので、回転機の効率がさらに向上する。

【 0 0 5 1 】

また、三次元回転機 1 では、ヨーク部 2 2 に飽和磁束密度や透磁率が優れている積層鋼板を用いたことで、ステータコア 2 1 全体を軟磁性金属圧粉材で構成する場合に比べ、ヨーク部 2 2 を細くすることが可能になる。このことはコイル 2 5 の断面積を小さくできることを意味しており、コイル 2 5 の線長が短くなるので、コイル 2 5 の直流抵抗（銅損）を低減することが可能になっている。

20

【 0 0 5 2 】

最後に、三次元回転機 1 の動作について説明しておく。

【 0 0 5 3 】

各コイル 2 5 に方向を適宜切り替えながら電流を流した場合、ステータコア 2 1 に回転磁界が生じ、その回転磁界に追従するようにしてロータ 1 1 及びシャフト 1 0 が回転する。これにより、三次元回転機 1 は電動機（モータ）として機能する。

【 0 0 5 4 】

一方、シャフト 1 0 を外力によって回転させると、電磁誘導作用によって各コイル 2 5 に電圧が発生する。これにより、三次元回転機 1 は発電機（ジェネレータ）としても機能する。

30

【 0 0 5 5 】

以上、本発明の好ましい実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明が、その要旨を逸脱しない範囲において、種々なる態様で実施され得ることは勿論である。

【 0 0 5 6 】

例えば、上記実施の形態では、コア部材（ステータコア 2 1 ）がベース 2 0 に固定され、磁石支持部材（ロータ 1 1 ）が X 軸を回転軸として回転する構成を採用したが、磁石支持部材がコア部材に対して相対的に回転できればよいので、この関係を逆にしてもよい。つまり、磁石支持部材がベース 2 0 に固定され、コア部材が X 軸を回転軸として回転する構成を採用してもよい。

40

【 0 0 5 7 】

また、上記実施の形態では、ステータコアの上面、内周面、外周面を磁石対向面としたが、本発明はこのような形態に限られるものではない。具体的には、ステータコアの上面、下面のいずれか少なくとも一方及び内周面、外周面のいずれか少なくとも一方を磁石対向面とすればよい。

【 0 0 5 8 】

図 8 ( a ) 及び図 8 ( b ) は、ステータコアの上面、下面、外周面を磁石対向面とした三次元回転機の断面図の例を示す図である。同図に示す三次元回転機 5 0 でも、ステータコア 5 1 が環状の部材であり、円周方向に沿って交互に配置された複数のヨーク部 5 2 及

50

び複数の磁極部 5 3 を有している点は三次元回転機 1 と同様である。しかし、三次元回転機 5 0 では、磁極部 5 3 の上面 5 4 a (アキシャル方向の一方側面)、外周面 5 4 c (ラジアル方向の他方側面)、下面 5 4 d (アキシャル方向の他方側面) がそれぞれ、磁石 6 3 a、磁石 6 3 c、磁石 6 3 d と対向する磁石対向面となっている。

【 0 0 5 9 】

図 9 は、磁極部 5 3 とヨーク部 5 2 の接合部の断面の拡大図に、磁束の流れを示す矢印を加えたものである。同図に示すように、ヨーク部 5 2 の端面 5 2 b は、アキシャル方向の上半分 (上面 5 4 a 側) が、上面 5 4 a 側に向けて傾斜する傾斜面となり、アキシャル方向の下半分 (下面 5 4 d 側) が、下面 5 4 d 側に向けて傾斜する傾斜面となっている。このような傾斜面を設けたことで、上面 5 4 a 及び下面 5 4 d を通じて磁極部 5 3 に出入りする磁束を、ヨーク部 5 2 を構成する各珪素鋼板に効率よく取り込むことが可能になる。

10

【 0 0 6 0 】

図 1 0 ( a ) 及び図 1 0 ( b ) は、本発明の第 2 の実施の形態による三次元回転機 6 0 を軸方向で切断した断面図の模式図 (概略図) である。図 1 1 は、三次元回転機 6 0 の一部の構成のみを抜き出して記載した斜視片側断面図である。なお、図 1 1 では、図 1 0 と比べて上下が反転している。また、図 1 2 は三次元回転機 6 0 からステータコア 6 1 のみを抜き出して記載した斜視図である。なお、図 1 0 ( a ) 及び図 1 0 ( b ) に示した断面図内のステータコア 6 1 部分は、それぞれ図 1 2 の C - C ' 線断面、図 1 2 の D - D ' 線断面に対応している。また、図 1 1 は、図 1 2 の E - E ' 線斜視片側断面に対応している。

20

【 0 0 6 1 】

三次元回転機 6 0 は、シャフト 1 0、ロータ 1 1 (磁石支持部材)、及びベース 2 0 を備える点で第 1 の実施の形態による三次元回転機 1 と類似する一方、ステータコア 2 1 に代えてステータコア 6 1 (コア部材) を備える点で三次元回転機 1 と相違している。

【 0 0 6 2 】

ステータコア 6 1 は、ステータコア 2 1 と同様に、ロータ 1 1 の円筒形部分 1 1 b と円筒形部分 1 1 c の間に作られる環状 (ドーナツ状) の空間に挿入される環状の部材である。ステータコア 6 1 の上面 6 4 a、内周面 6 4 b、外周面 6 4 c (後述) はそれぞれ、この環状の空間の内面 1 2 a, 1 2 b, 1 2 c に対向している。内面 1 2 a, 1 2 b, 1 2 c にはそれぞれ、第 1 の実施の形態で説明したように、所定個数の磁石 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c が設置される。ステータコア 6 1 の上面 6 4 a、内周面 6 4 b、外周面 6 4 c と磁石 1 3 a, 1 3 b, 1 3 c との間では、図 6 を参照しながら説明した三次元回転機 1 における磁束の流れと同様の磁束の流れが生ずる。

30

【 0 0 6 3 】

ステータコア 6 1 は、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、環状のヨーク部 6 2 と、それぞれ U 字状の部材である複数の磁極部 6 3 とを有している。

【 0 0 6 4 】

ヨーク部 6 2 は、第 1 の実施の形態によるヨーク部 2 2 と同様、回転面に平行な珪素鋼板を複数積層してなる積層鋼板によって構成される。1 つ 1 つの珪素鋼板は、それぞれが環状の形状を有している。ヨーク部 6 2 のうち、磁極部 2 3 の間に位置する部分には、図 1 0 及び図 1 1 に示すようにコイル 6 5 が巻回される。

40

【 0 0 6 5 】

各磁極部 6 3 はそれぞれ U 字状 (コの字型) の部材である。すなわち、各磁極部 6 3 は、平行に配置された長さの等しい 2 本の棒状部材それぞれの一端を棒状部材で接続してなる形状を有している。

【 0 0 6 6 】

図 1 2 に示すように、各磁極部 6 3 はそれぞれ、上側からヨーク部 6 2 に嵌合している。磁極部 6 3 とヨーク部 6 2 の接合部では、ヨーク部 6 2 の内周面 6 2 b と外周面 6 2 c とがそれぞれ磁極部 6 3 に密着している一方、ヨーク部 6 2 の上面 6 2 a (アキシャル方

50

向の側面)と磁極部63との間には、図10(b)や図11に示すように、所定距離のギャップgが設けられる。このギャップgは、詳しくは後述するが、ヨーク部62内で渦電流が発生することを防止するために設けられるもので、ギャップg内には、磁束を通しにくい絶縁物又は非磁性体を介在させる。具体的には、図示したようにギャップg内に何も設けず、したがって空気を介在させてもよいし、ギャップg内に固体の絶縁物又は非磁性体を配置してもよい。

【0067】

各磁極部63は、第1の実施の形態による磁極部23と同様に、上向きに突出した上側突起部63aと、内向きに突出した内側突起部63bと、外向きに突出した外側突起部63cと、下向きに突出した下側突起部63dとを含んで構成される。このうちの下側突起部63dは2つの部分に分かれており、それぞれが図10(b)に示すようにベース20に固定されている。各磁極部63は、磁極部23と同様、粉体粒子の表面が所定の絶縁膜により電気絶縁被覆された軟磁性金属圧粉材を所定の圧力下で成型することにより形成される。

10

【0068】

上側突起部63aの上面64a(アキシャル方向の一方側面)、内側突起部63bの内周面64b(ラジアル方向の一方側面)、外側突起部63cの外周面64c(ラジアル方向の他方側面)はそれぞれ、磁石13a、磁石13b、磁石13cと対向する磁石対向面となっている。これらの各面は対向する磁石に沿う形状を有しており、これにより、各面と各磁石の間には一定幅の間隙が設けられる。

20

【0069】

磁極部63とヨーク部62の接合部における磁束の流れについて説明する。

【0070】

図13は、磁極部63とヨーク部62の接合部の断面の拡大図に、磁束の流れを示す矢印付きの破線を描き加えたものである。同図中のA、B、Cは、図6のA、B、Cに対応している。また、同図には、磁石13a~13cのステータコア対向面の磁極がいずれもN極である場合を示している。これらをS極とした場合には、磁束の流れを示す矢印の向きが図13とは反対になる。

【0071】

図13に示すように、磁石13b(N)のN極から出る磁束(破線B)は、対向する内周面64bからステータコア61内部に入り、内側突起部63bを通過して、内周面62bからヨーク部62内に進入する。同様に、磁石13c(N)のN極から出る磁束(破線C)は、対向する内周面64cからステータコア61内部に入り、外側突起部64bを通過して、外周面62cからヨーク部62内に進入する。

30

【0072】

一方、磁石13a(N)のN極から出る磁束(破線A)は、対向する内周面64aからステータコア61内部に入り、内側突起部63aを通過して、上面62aではなく側面62b、62cからヨーク部62内に進入する。つまり、図示したように、磁束は上面62aを大きく迂回してヨーク部62内に進入する。このような磁束の流れはギャップgを設けていることによって生ずるもので、これにより珪素鋼板の積層方向からの磁束の進入が妨げられ、ヨーク部62内における磁束の成分は回転面に平行な成分のみとなる。したがって、磁束はヨーク部62を支障なく通過できるようになる。また、ヨーク部62の積層方向に磁束が進入すると、ヨーク部62内で渦電流が発生するが、そのような渦電流の発生が防止される。

40

【0073】

以上説明したように、三次元回転機60でも、ヨーク部62が積層鋼板によって構成されている。したがって、ステータコア61全体を軟磁性金属圧粉材で構成する場合に比べ、ステータコア61内を通過する磁束の量が増加し、回転機の効率が向上する。

【0074】

また、ヨーク部62を環状の部材とし、磁極部63をヨーク部62に嵌合するU字状の

50

部材としたことから、ステータコア 6 1 の作製が容易になるとともに、磁極部 6 3 の数の変更を柔軟に行えるようになる。

【 0 0 7 5 】

また、ヨーク部 6 2 の上面 6 2 a と磁極部 6 3 との間にギャップ g を設けたことから、ヨーク部 6 2 内での渦電流の発生が防止されている。

【 0 0 7 6 】

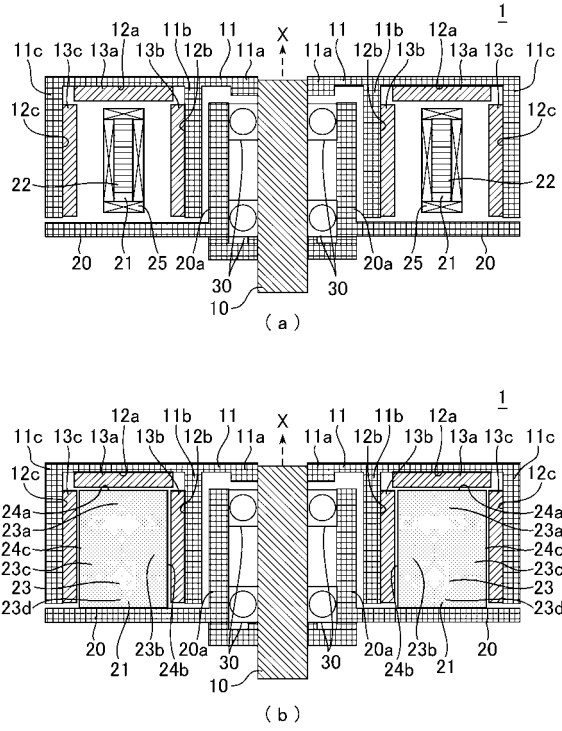
また、三次元回転機 6 0 でも、三次元回転機 1 と同様に、ステータコア 6 1 全体を軟磁性金属圧粉材で構成する場合に比べ、ヨーク部 6 2 を細くすることが可能になる。したがって、コイル 6 5 の直流抵抗（銅損）を低減することが可能になっている。

【 符号の説明 】

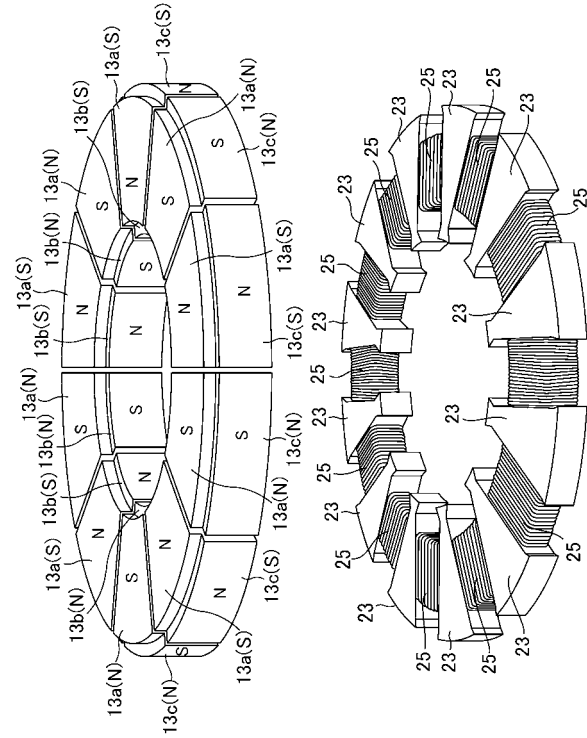
【 0 0 7 7 】

1, 5 0, 6 0	三次元回転機	
1 0	シャフト	
1 1	ロータ	
1 1 a	ロータの円盤状部分	
1 1 b, 1 1 c	ロータの円筒形部分	
1 2 a, 1 2 b, 1 2 c	ロータのステータコア対向面	
1 3 a ~ 1 3 c, 6 3 a, 6 3 c, 6 3 d	磁石	
2 0	ベース	
2 0 a	ベースの円筒形部分	20
2 1, 5 1, 6 1	ステータコア	
2 2, 5 2, 6 2	ヨーク部	
2 2 a	珪素鋼板	
2 2 a a	珪素鋼板の上側露出面	
2 2 b, 5 2 b	ヨーク部端面	
2 3, 5 3, 6 3	磁極部	
2 3 a, 6 3 a	上側突起部	
2 3 b, 6 3 b	内側突起部	
2 3 c, 6 3 c	外側突起部	
2 3 d, 6 3 d	下側突起部	30
2 3 b f, 2 3 c f	鍔部	
2 4 a, 6 4 a	上側突起部の上面	
2 4 b, 6 4 b	内側突起部の内周面	
2 4 c, 6 4 c	外側突起部の外周面	
2 4 e	ヨーク部側の側面	
2 5, 6 5	コイル	
2 6	凹部	
2 6 a	凹部底面	
3 0	ベアリング	
5 4 a	ステータコアの上面	40
5 4 c	ステータコアの外周面	
5 4 d	ステータコアの下面	
6 2 a	ヨーク部の上面	
6 2 b	ヨーク部の内周面	
6 2 c	ヨーク部の外周面	

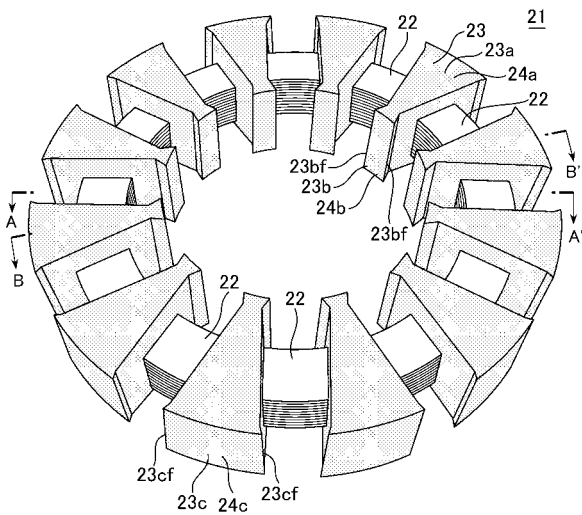
【 図 1 】



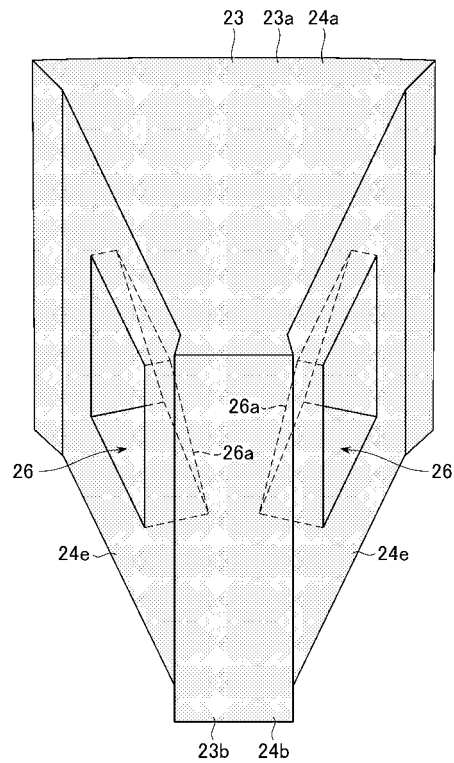
【 図 2 】



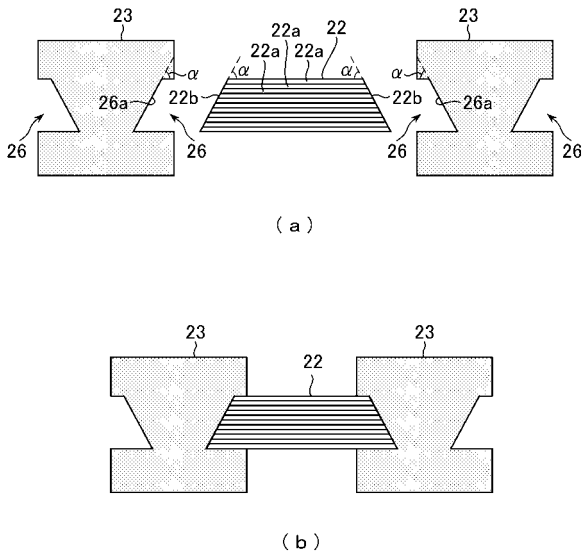
【 図 3 】



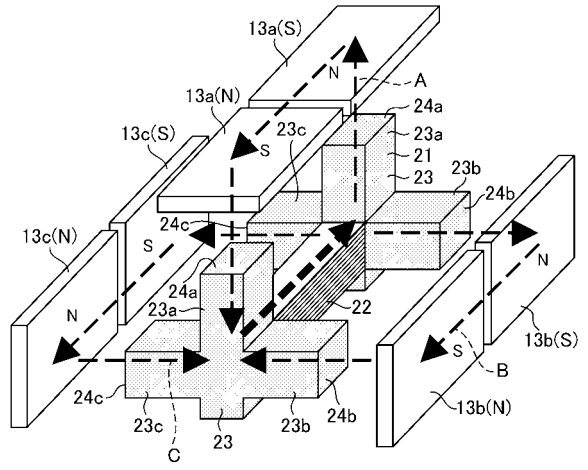
【 図 4 】



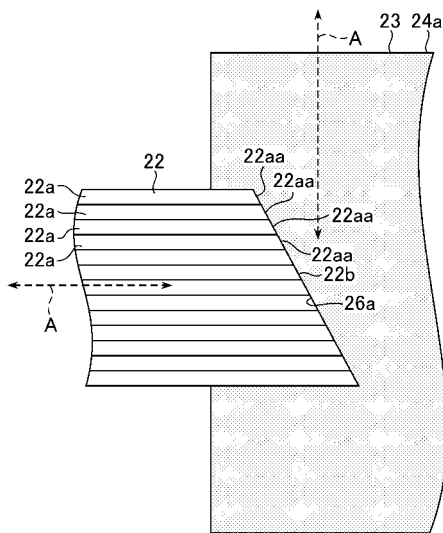
【 図 5 】



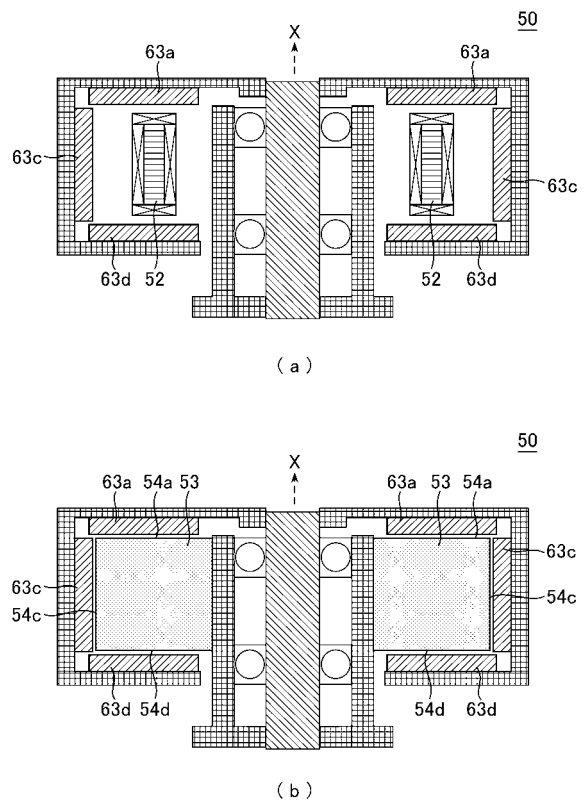
【 図 6 】



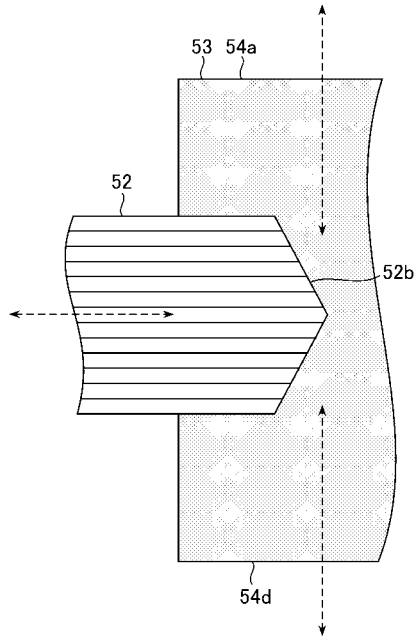
【 図 7 】



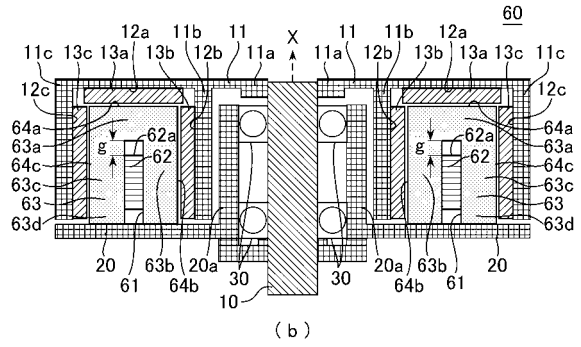
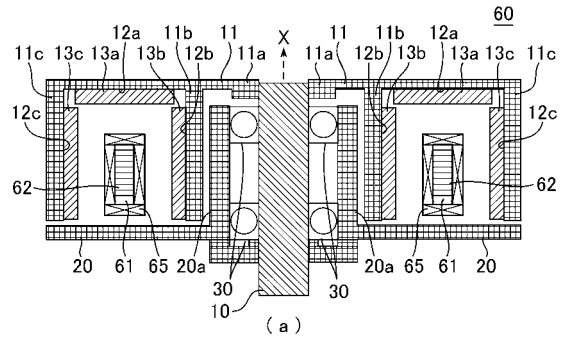
【 図 8 】



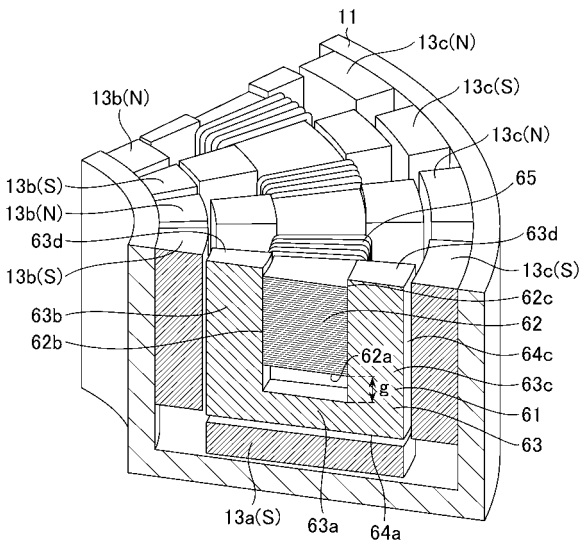
【 図 9 】



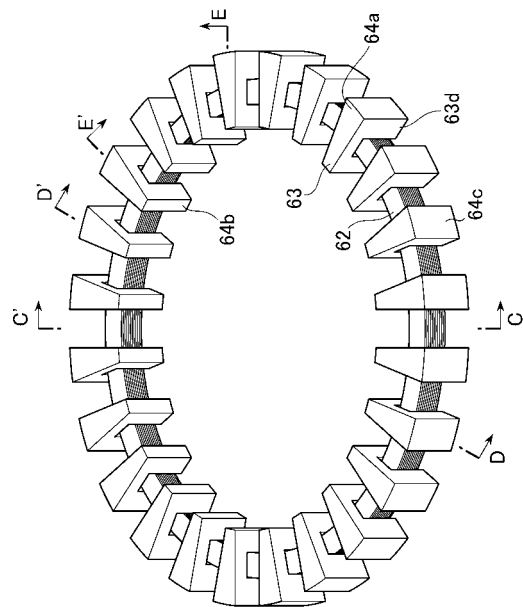
【 図 10 】



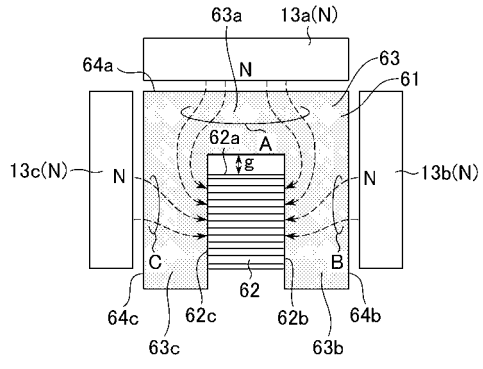
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 眞保 信之

東京都中央区日本橋一丁目13番1号TDK株式会社内

(72)発明者 綱 隆満

東京都中央区日本橋一丁目13番1号TDK株式会社内

(72)発明者 幸 洋

東京都中央区日本橋一丁目13番1号TDK株式会社内

Fターム(参考) 5H601 AA29 CC01 CC02 CC15 DD03 DD09 DD14 DD23 DD41 DD47  
EE03 EE12 EE27 GA13 GA47 GA50 HH05