

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2008年11月6日 (06.11.2008)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2008/132996 A1

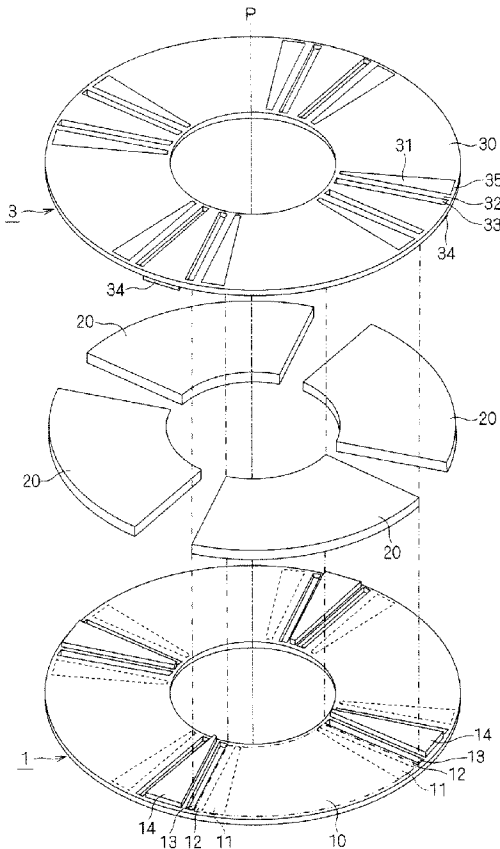
- (51) 国際特許分類:  
H02K 1/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/056943
- (22) 国際出願日: 2008年4月8日 (08.04.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2007-109351 2007年4月18日 (18.04.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 青田 桂治 (AOTA, Keiji) [JP/JP]; 〒5258526 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイキン工業株式会社 滋賀製作所内 Shiga (JP). 浅野 能成 (ASANO, Yoshinari) [JP/JP]; 〒5258526 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の2 ダイキン工業株式会社 滋賀製作所内 Shiga (JP).
- (74) 代理人: 吉竹 英俊, 外 (YOSHITAKE, Hidetoshi et al.); 〒5400001 大阪府大阪市中央区城見1丁目4番70号住友生命OBPプラザビル10階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,

[ 続葉有 ]

(54) Title: FIELD PIECE

(54) 発明の名称: 界磁子

[ 図1 ]



(57) Abstract: This invention is directed to a field piece to reduce harmonic components of magnetic flux density. A permanent magnet (20) is in contacts with a first magnetic plate (1, 3) in a direction in parallel with a rotation axis (P). The first magnetic plate (1) is provided with first and second magnetic members (10, 12) and first and second non-magnetic members (11, 13). The first magnetic member (10) includes the pole center and is in contact with one permanent magnet in the rotation axis direction. The first magnet member (10), the first non-magnetic members (11), the second magnetic member (12) and the second non-magnetic member (13) are disposed in this order in a circumferential direction starting from the pole center as a start point and centering the rotation axis. If a pole logarithm ( $P_n$ ) and a not less than three odd number ( $i$ ) are given, an angle ( $\theta_1$ ) defined by an edge (131) of the second non-magnetic member (13) on the pole center side with respect to a pole gap is  $0 < \theta_1 < 180 / (i \cdot P_n)$ . Similarly, an angle ( $\theta_2$ ) defined by an edge (111) of the second non-magnetic member (11) on the pole center side with respect to a pole gap is  $180 / (i \cdot P_n) \leq \theta_2 \leq 180 \cdot 2 / (i \cdot P_n)$ .

(57) 要約: 本発明は、磁束密度の高調波成分を低減する界磁子である。回転軸 (P) に平行な方向で永久磁石 (20) は第1の磁性板 (1, 3) と接している。第1の磁性板 (1) は第1及び第2の磁性体 (10, 12) と、第1及び第2の非磁性体 (11, 13) とを備えている。第1の磁性体 (10) は極中心を含んで一の永久磁石と回転軸方向で接している。第1の磁性体 (10)、第1の非磁性体 (11)、第2の磁性体 (12)、第2の非磁性体 (13) は、極中心を始点として回転軸を中心とした周方向においてこの順に配置されている。極中心側の第2の非磁性体 (13) の端部 (131) が極間からなす角度  $\theta_1$  は、極対数を  $P_n$ 、3以上の奇数を  $i$  としたとき、

$0 < \theta_1 < 180 / (i \cdot P_n)$  である。極中心側の第1の非磁性体 (11) の端部 (111) が極間からなす角度  $\theta_2$  は  $180 / (i \cdot P_n) \leq \theta_2 \leq 180 \cdot 2 / (i \cdot P_n)$  である。

WO 2008/132996 A1



ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,  
SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,  
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,  
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,  
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可  
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,  
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

## 明 細 書

### 界磁子

### 技術分野

[0001] 本発明は、界磁子に関し、例えばアキシヤルギャップ型の界磁子に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、回転軸を中心とした周方向で複数の永久磁石を埋没したラジアル型の回転子が開示されている。当該回転子において、周方向における永久磁石の両端に空隙が設けられている。これらの空隙の極中心寄りの端部が回転軸に対してなす角度を、極毎に変えることによってコギングトルクを低減している。

[0003] なお、本発明に関する技術として特許文献2～4が開示されている。

[0004] 特許文献1:特開平11-98731号公報

特許文献2:特開平10-201147号公報

特許文献3:特開2000-69695号公報

特許文献4:特開2002-44888号公報

### 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の技術では、回転子が極毎に同一の形状ではないため、回転力にアンバランスが生じ、振動を誘発する一因となっていた。

[0006] また、アキシヤル型の回転電機においても、振動や騒音の低減が望まれていた。

[0007] そこで、本発明は振動や騒音を低減できる界磁子を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る界磁子の第1の態様は、所定の軸(P)の周囲で環状に配置された複数の永久磁石(20)と、前記軸に平行な第1方向で一の前記永久磁石の磁極面と接する第1の磁性体(10)と、前記軸を中心とした周方向である第2方向において前記第1の磁性体(10)と隣接し、前記第1方向で前記永久磁石(20)の一部と重なる第1の非磁性体(11)と、前記第2方向において、前記第1の磁性体(10)とは反対側で前記第1の非磁性体(11)と隣接する第2の磁性体(12)と、前記第2方向において、前記第1の非

磁性体(11)とは反対側で前記第2の磁性体(12)と隣接する第2の非磁性体(13)とを備え、前記第2方向における前記第1の磁性体(10)と前記第2の非磁性体(13)との境界(131)が、前記軸(P)を中心として、前記一の前記永久磁石と前記第2の非磁性体(13)側で隣り合う前記永久磁石と、前記一の前記永久磁石との中点を通り且つ前記軸(P)を中心とした径方向に平行な基準軸(Q)、に対してなす第1の角度  $\theta 1$ 、及び前記第2方向における前記第1の磁性体(10)と前記第1の非磁性体(11)との境界(111)が前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第2の角度  $\theta 2$ が、前記永久磁石が前記軸(P)の周囲で呈する磁極の対の数を  $P_n$ 、3以上の整数を  $i$ としたとき、 $0 < \theta 1 < 180 / (i \cdot P_n)$ かつ  $180 / (i \cdot P_n) \leq \theta 2 \leq 180 \cdot 2 / (i \cdot P_n)$ である。

- [0009] 本発明に係る界磁子の第2の態様は、第1の態様に係る界磁子であって、記永久磁石(20)と前記第1の非磁性体(11)との間に、前記第1の磁性体(10)の一部が介在する。
- [0010] 本発明に係る界磁子の第3の態様は、第1又は第2の態様に係る界磁子であって、前記第2方向において、前記一の前記永久磁石と、前記一の永久磁石と隣り合う前記永久磁石との間に位置し、前記第1方向に延在する第3の磁性体(14, 34)を更に備える。
- [0011] 本発明に係る界磁子の第4の態様は、第1乃至第3のいずれか一つの態様に係る界磁子であって、前記軸(P)を中心とした径方向である第3方向における、前記第1の非磁性体(11)の少なくとも前記軸(P)とは反対の一端側に、前記第1の磁性体(10)及び前記第2の磁性体(12)を連結する第4の磁性体(15)を更に備える。
- [0012] 本発明に係る界磁子の第5の態様は、第4の態様に係る界磁子であって、前記第4の磁性体(15)は、前記第3方向において前記第2の非磁性体(13)を越えて前記第2方向に延在している。
- [0013] 本発明に係る界磁子の第6の態様は、第1乃至第5のいずれか一つの態様に係る界磁子であって、前記第1の角度  $\theta 1$ は、 $\theta 1 = 90 / (i \cdot P_n)$ であり、前記第2の角度  $\theta 2$ は、 $\theta 2 = 180 / (i \cdot P_n)$ である。
- [0014] 本発明に係る界磁子の第7の態様は、第1乃至第6のいずれか一つの態様に係る界磁子であって、 $i$ は5又は7である。

[0015] 本発明に係る界磁子の第8の態様は、第1乃至第7のいずれか一つの態様に係る界磁子であって、前記第1の非磁性体(11)は、第1の非磁性体部(11a)と、前記第2方向において前記第1の磁性体(10)側で前記第1の非磁性体部(11a)と隣接し、前記第1方向又は前記第3方向に平行な方向についての自身の長さが前記第1の非磁性体部(11a)と異なる第2の非磁性体部(11b)とを備え、前記第2の非磁性体(13)は、前記第3の非磁性体部(13a)と、前記第2方向において前記第1の磁性体(10)側で前記第3の非磁性体部(13a)と隣接し、前記第1方向又は前記第3方向に平行な方向についての自身の長さが前記第3の非磁性体部(13a)と異なる第4の非磁性体部(13b)とを備え、前記第2方向における前記第3の非磁性体部(13a)と前記第4の非磁性体部(13b)との境界(131b)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第3の角度 $\theta_3$ 、及び前記第2方向における前記第1の非磁性体部(11a)と前記第2の非磁性体部(11b)との境界(111b)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第4の角度 $\theta_4$ が、3以上の整数をj、但しjはiと異なる値、としたとき、 $0 < \theta_3 < 180 / (j \cdot Pn)$ かつ $180 / (j \cdot Pn) \leq \theta_4 \leq 180 \cdot 2 / (j \cdot Pn)$ かつ $\theta_3 < \theta_1 < \theta_4 < \theta_2$ である。

[0016] 本発明に係る界磁子の第9の態様は、第8の態様に係る界磁子であって、前記第3の角度 $\theta_3$ は、 $\theta_3 = 90 / (j \cdot Pn)$ であり、前記第4の角度 $\theta_4$ は、 $\theta_4 = 180 / (j \cdot Pn)$ である。

[0017] 本発明に係る界磁子の第10の態様は、第8又は第9の態様に係る界磁子であって、jは5又は7である。

[0018] 本発明に係る界磁子の第11の態様は、第1乃至第10のいずれか一つの態様に係る界磁子であって、前記第1方向において前記第1の磁性体(10)とは反対側で前記永久磁石(20)と接する第5の磁性体(30)と、前記第2方向において前記第5の磁性体(30)と隣接し、前記第1方向で前記永久磁石(20)の一部と重なる第3の非磁性体(31)と、前記第2方向において前記第5の磁性体(30)とは反対側で前記第3の非磁性体(31)と隣接する第6の磁性体(32)と、前記第2方向において前記第3の非磁性体(31)とは反対側で前記第6の磁性体(32)と隣接する第4の非磁性体(33)とを更に備え、前記第2方向における前記第5の磁性体(30)と前記第4の非磁性体(33)との境界(331)が、前

記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第5の角度 $\phi 1$ 、及び前記第2方向における前記第5の磁性体(30)と前記第3の非磁性体(31)との境界(311)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第6の角度 $\phi 2$ が、3以上の整数をKとしたとき、 $0 < \phi 1 < 180 / (K \cdot Pn)$ かつ $180 / (K \cdot Pn) \leq \phi 2 \leq 180 \cdot 2 / (K \cdot Pn)$ である。

- [0019] 本発明に係る界磁子の第12の態様は、第11の態様に係る界磁子であって、前記永久磁石(20)と前記第3の非磁性体(31)との間に、前記第5の磁性体(30)の一部が存在する。
- [0020] 本発明に係る界磁子の第13の態様は、第11又は第12の態様に係る界磁子であって、前記第3方向における前記第3の非磁性体(31)の少なくとも前記軸(P)とは反対の一端側で、前記第5の磁性体(30)及び前記第6の磁性体(32)を連結する第7の磁性体(35)を更に備える。
- [0021] 本発明に係る界磁子の第14の態様は、第13の態様に係る界磁子であって、前記第7の磁性体(35)は、前記第3方向において前記第4の非磁性体(33)を越えて前記第2方向に延在している。
- [0022] 本発明に係る界磁子の第15の態様は、第11乃至第14のいずれか一つの態様に係る界磁子であって、前記第5の角度 $\phi 1$ は、 $\phi 1 = 90 / (K \cdot Pn)$ であり、前記第6の角度 $\phi 2$ は、 $\phi 2 = 180 / (K \cdot Pn)$ である。
- [0023] 本発明に係る界磁子の第16の態様は、第11乃至第15のいずれか一つの態様に係る界磁子であって、Kは5又は7である。
- [0024] 本発明に係る界磁子の第17の態様は、第11乃至第16のいずれか一つの態様に係る界磁子であって、前記第3の非磁性体(31)は、第5の非磁性体部(31a)と、前記第2方向において前記第5の磁性体(30)側で前記第5の非磁性体部(31a)と隣接し、前記第1方向又は前記第3方向に平行な方向についての自身の長さが前記第5の非磁性体部(31a)と異なる第6の非磁性体部(31b)とを備え、前記第4の非磁性体(33)は、第7の非磁性体部(33a)と、前記第2方向において前記第5の磁性体(30)側で前記第7の非磁性体部(33a)と隣接し、前記第1方向又は前記第3方向に平行な方向についての自身の長さが前記第7の非磁性体部(33a)と異なる第8の非磁性体部(33b)とを

備え、前記第2方向における前記第7の非磁性体部(33a)と前記第8の非磁性体部(33b)との境界(331b)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第7の角度 $\phi 3$ 、及び前記第2方向における前記第5の非磁性体部(31a)と前記第6の非磁性体部(31b)との境界(311b)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第8の角度 $\phi 4$ が、3以上の整数をL、但しLはKと異なる値、としたとき、 $0 < \phi 3 < 180 / (L \cdot Pn)$ かつ $180 / (L \cdot Pn) \leq \phi 4 \leq 180 \cdot 2 / (L \cdot Pn)$ かつ $\phi 3 < \phi 1 < \phi 4 < \phi 2$ である。

[0025] 本発明に係る界磁子の第18の態様は、第17の態様に係る界磁子であって、前記第7の角度 $\phi 3$ は、 $\phi 3 = 90 / (L \cdot Pn)$ であり、前記第8の角度 $\phi 4$ は、 $\phi 4 = 180 / (L \cdot Pn)$ である。

[0026] 本発明に係る界磁子の第19の態様は、第17又は第18の態様に係る界磁子であって、Lは5又は7である。

[0027] 本発明に係る界磁子の第20の態様は、第1乃至第19のいずれか一つの態様に係る界磁子であって、前記第1の磁性体(10)及び前記第2の磁性体(12)は圧粉鉄心からなる。

### 発明の効果

[0028] 本発明に係る界磁子の第1の態様によれば、第1方向において永久磁石と反対側の第1の磁性体の表面に生じる磁束密度のi次調波成分を相殺することができ、以って磁束密度のi次調波成分を低減することができる。ひいては、第1方向で本界磁子と対向するよう電機子を配置して回転電機を構成した際に、当該電機子に生じる誘起電圧のi次調波成分を低減することができ、以って回転電機の振動や騒音を低減することができる。

[0029] 本発明に係る界磁子の第2の態様又は第12の態様によれば、永久磁石の動作点を上げることができる。

[0030] 本発明に係る界磁子の第3の態様によれば、q軸インダクタンスを増大させることができ、以ってリラクタンストルクを増大することができる。

[0031] 本発明に係る界磁子の第4の態様又は第13の態様によれば、強度を向上することができる。

- [0032] 本発明に係る界磁子の第5の態様又は第14の態様によれば、強度を更に向上することができる。
- [0033] 本発明に係る界磁子の第6の態様によれば、第2の角度  $\theta_2$  が最も小さい値であるので、第2方向において第1の磁性体が広がり、以って第1の磁性体の中央の表面に生じる磁束密度を向上することができる。
- [0034] 本発明に係る界磁子の第7の態様、第10の態様、第16の態様、又は第19の態様によれば、5次調波成分及び7次調波成分が大きい場合に、特に効果が高い。
- [0035] 本発明に係る界磁子の第8の態様によれば、第1方向において永久磁石と反対側の第1の磁性体の表面に生じる磁束密度のj次調波成分を更に相殺することができる。
- [0036] 本発明に係る界磁子の第9の態様によれば、第2方向における第1の磁性体の中央の表面に生じる磁束密度を向上することができる。
- [0037] 本発明に係る界磁子の第11の態様によれば、第1方向において永久磁石と反対側の第5の磁性体の表面に生じる磁束密度のK次調波成分を相殺することができ、以って磁束密度のK次調波成分を低減することができる。ひいては、第1方向で本界磁子の両側で対向するよう電機子を配置して回転電機を構成した際に、当該電機子に生じる誘起電圧のi次調波成分及びK次調波成分を低減することができ、以って回転電機の振動や騒音を低減することができる。
- [0038] 本発明に係る界磁子の第15の態様によれば、第6の角度  $\phi_2$  が最も小さい値であるので、第2方向において第5の磁性体が広がり、以って第5の磁性体の中央の表面に生じる磁束密度を向上することができる。
- [0039] 本発明に係る界磁子の第17の態様によれば、第1方向において永久磁石と反対側の第5の磁性体の表面に生じる磁束密度のL次調波成分を更に相殺することができる。
- [0040] 本発明に係る界磁子の第18の態様によれば、第2方向における第5の磁性体の中央の表面に生じる磁束密度を向上することができる。
- [0041] 本発明に係る界磁子の第20の態様によれば、生産が容易である。
- [0042] この発明の目的、特徴、局面、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによ

って、より明白となる。

#### 図面の簡単な説明

- [0043] [図1]第1の実施の形態に係る界磁子を回転軸に沿って分離して示した概念的な斜視図である。
- [図2]第1の実施の形態の一の永久磁石に相当する界磁子の下面図である。
- [図3]図2に示す界磁子の周方向における断面図である。
- [図4]非磁性体の端部がなす角度を規定方法の一例を示す図である。
- [図5]磁性板の表面に生じる磁束密度分布の一例を示す図である。
- [図6]第1の実施の形態の一の永久磁石に相当する界磁子の上面図である。
- [図7]図6に示す界磁子の周方向における断面図である。
- [図8]第2の実施の形態の一の永久磁石に相当する界磁子の下面図である。
- [図9]図8に示す界磁子の周方向における断面図である。
- [図10]第3の実施の形態の一の永久磁石に相当する界磁子の下面図である。
- [図11]第4の実施の形態に係る界磁子を回転軸に沿って分離して示した概念的な斜視図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0044] 本発明に係る実施の形態について、図を参照して説明する。なお、同一符号は同一又は相当部分を示し、重畳する説明は省略する。
- [0045] 第1の実施の形態。
- 本発明に係る第1の実施の形態の界磁子について説明する。図1は本界磁子を回転軸Pに沿って分解した模式的な斜視図である。図1に示す界磁子はいわゆるアキシシャルギャップ型の界磁子である。
- [0046] 本界磁子は、永久磁石20と、磁性板1, 3とを備えている。
- [0047] 永久磁石20は回転軸Pに平行な方向(以下、回転軸方向と呼ぶ)に磁化されている。永久磁石20は回転軸Pの周囲で磁化方向が交互に異なるように環状に配置されている。図1においては、4つの永久磁石20が配置された、いわゆる4極の界磁子が例示されている。
- [0048] 磁性板1, 3は例えば回転軸Pを中心とした環状の平板形状を有している。磁性体1

, 3及び永久磁石20は図1では分解して示されているが実際には、永久磁石20は磁性板1, 3によって回転軸方向における両端面を挟まれる。図2, 3も参照して、より具体的な磁性板1, 3の形状について説明する。図2は図1に示す界磁子のうち、一つの永久磁石20に相当する部分の下面図である。図3は図2に示す界磁子の、回転軸Pを中心とした周方向(以下、周方向と呼ぶ)における、非磁性体11, 13が存在する位置での断面図である。なお、図2においては、磁性板1に対する一の永久磁石20の相対位置を二点破線で示している。

[0049] 磁性板1は、磁性体10, 12, 14, 15と、非磁性体11, 13とを有している。磁性板3は、磁性体30, 32, 34, 35と、非磁性体31, 33とを有している。磁性板3は磁性板1と同一形状を有している。具体的には、磁性体30, 32, 34, 35及び非磁性体31, 33は磁性体10, 12, 14, 15及び非磁性体11, 13とそれぞれ同一形状を有している。以下においては、代表的に磁性板1について説明し、磁性板3についての説明は省略する。

[0050] 磁性体10は回転軸方向で一の永久磁石20の磁極面と接している。非磁性体11は、例えば空気層であって、周方向において磁性体10と隣接し、回転軸方向で一の永久磁石20の一部と重なっている。より具体的には、周方向における一の永久磁石20の両端に相当する位置に、非磁性体11が設けられている。非磁性体11は回転軸を中心とした径方向(以下、径方向と呼ぶ)に延在している。

[0051] また図3においては、非磁性体11は回転軸方向において永久磁石20と反対側に開口した凹部として例示され、永久磁石20と非磁性体11との間に磁性体10の一部が介在している。なお、非磁性体11と永久磁石20との間に磁性体10の一部が介在することは必須の要件ではないが、これによって永久磁石20の動作点をあげることができる。

[0052] 磁性体12は周方向において磁性体10とは反対側で非磁性体11と隣接している。磁性体12も径方向に延在している。

[0053] 非磁性体13は、例えば空気層であって、周方向において非磁性体11とは反対側で磁性体12と隣接している。非磁性体13は回転軸方向で永久磁石20と重ならない位置に設けられ、図3においては貫通孔として例示されている。また、非磁性体13は

、ほぼ等幅で径方向に延在している。

- [0054] 非磁性体13は磁性板1を回転軸方向で貫通しているため、永久磁石20の漏れ磁束を低減することができる。但し、この効果を奏するためには、周方向についての非磁性体13の幅はある程度の大きさを有することが望ましい。非磁性体13は漏れ磁束低減のために一般的に設けられている。
- [0055] 磁性体14は周方向において隣り合う永久磁石20同士の間位置し、回転軸方向に延在している。図3においては、回転軸方向における永久磁石20の厚みの半分だけ回転軸方向に突出した突起形状を有している。そして、磁性板3が有する磁性体34と回転軸方向で連続する。
- [0056] なお、磁性体14, 34は必須の要件ではないが、この磁性体14, 34によってq軸インダクタンスを増大でき、以ってリラクタンストルクを向上することができる。
- [0057] 磁性体15は径方向における非磁性体11の少なくとも回転軸Pとは反対の一端側で、磁性体10, 12を連結している。図1～3に例示される界磁子においては、磁性体15は、径方向における非磁性体11の両端側で磁性体10, 12を連結している。なお、磁性体15は必須の要件ではないが、この磁性体15によって、磁性板1の強度を向上することができる。また、磁性体15は径方向において非磁性体13を越えて周方向に延在している。これによって、磁性板1の強度を更に向上できる。なお、径方向における磁性体15の幅は小さいほうが望ましい。磁性体15を通ることで生じる漏れ磁束を防止できるからである。
- [0058] そして、本界磁子は、回転軸方向における両側に所定の間隙(エアギャップ)を介して不図示の電機子が配置されて、当該電機子とともに回転電機を構成することができる。なお、界磁子の保持については、回転軸Pを中心とした円柱状の非磁性体シャフトを用いる態様や、非磁性体のボスを用いる態様、界磁子全体を非磁性体で保持する態様、モールドして保持する態様等がある。
- [0059] このような構成の回転電機において、永久磁石20によって、永久磁石20と反対側の磁性板1, 3の表面には磁束が生じる。一の永久磁石20に相当する当該表面に生じる磁束密度分布は、周方向における一の永久磁石の中央(以下、極中心と呼ぶ)を通り径方向に平行な軸Rに関して対称である。これは、図2, 3に示すように、一の

永久磁石20に相当する部分の界磁子の形状が、軸Rに関して対称であるためである。

[0060] また、周方向で隣り合う永久磁石20が磁性板1(あるいは磁性板3)に呈する磁極の極性が相互に異なる。よって、磁性板1, 3の表面に生じる磁束密度分布は、周方向での隣り合う永久磁石20同士の中点(以下、極間と呼ぶ)において、磁束密度はゼロとなる。

[0061] 即ち、この磁束密度分布は、隣り合う極間同士の間での周方向における長さを半波長とした波形と、当該波形を基本波成分とした奇数次の高調波成分を含む。これらの高調波成分は振動や騒音の一因となり、特に5次調波成分、7次調波成分は、11次調波成分以上の高調波成分と比べると振幅が大きく、騒音になりやすい。

[0062] ここで、図2を参照して、周方向における磁性体12と非磁性体13との境界131が、回転軸Pを中心として基準軸Qに対してなす角度を $\theta_1$ とし、周方向における磁性体10と非磁性体11との境界111が、回転軸Pを中心として基準軸Qに対してなす角度を $\theta_2$ とする。なお、基準軸Qは、極間を通り径方向に平行な軸である。そして、界磁子の極対数を $P_n$ 、3以上の奇数を $i$ とすると、

$$0 < \theta_1 < 180 / (i \cdot P_n) \quad \dots (1)$$

かつ

$$180 / (i \cdot P_n) \leq \theta_2 \leq 180 \cdot 2 / (i \cdot P_n) \quad \dots (2)$$

を満たす位置に非磁性体11, 13がそれぞれ設けられる。なお、極対数とは永久磁石20が回転軸Pの周囲で呈する磁極の対の数である。

[0063] なお、図2においては、境界111, 131は略径方向に沿って伸びていることを前提としているがこれに限らない。例えば図4に示すように、境界111が径方向に対して傾斜している場合には、角度 $\theta_2$ は電機子と対向する部分の平均角度と規定できる。具体的には、図4において二点鎖線で挟まれた部分に電機子(特に巻線が巻回されるコア)が位置する場合、例えば境界111のうち電機子と対向する部分の中点Mが、回転軸Pを中心として基準軸Qに対してなす角度を $\theta_2$ と規定してもよい。

[0064] 図5は、一の永久磁石20に相当する界磁子における、非磁性体11, 13が存在する位置での断面図と、磁性板1, 3の表面に生じる磁束密度の一例を示す図である。

図5を参照して、非磁性体13が関係式(1)を満たす位置に在るとき、磁性板1の表面に生じる磁束密度分布では、この範囲で磁束密度が低下し、以って、この範囲で谷となるi次調波成分(極間でゼロ)が生じる。つまり、漏れ磁束を低減するために設けられた非磁性体13に起因して、i次調波成分が生じる。

[0065] そして、非磁性体13に起因したi次調波成分を低減すべく、関係式(2)を満たす位置に非磁性体11を設けている。非磁性体11によって、磁性板1の表面に生じる磁束密度分布では、この範囲で磁束密度が低下し、以ってこの範囲で谷となるi次調波成分(極間ではゼロ)が生じる。

[0066] 即ち、非磁性体13に起因して生じたi次調波成分と位相が $180^\circ$  (半波長)ずれたi次調波成分が、非磁性体11に起因して生じる。よって、これらが互いに相殺し合い、当該磁束密度のi次調波成分を低減することができる。なお、磁性板3は磁性板1と同一形状を有しているので、同様にして、磁性板3の表面に生じる磁束密度のi次調波成分を低減することができる。

[0067] よって、非磁性体13を設けて漏れ磁束を低減しつつも、本界磁子の両側に配置された電機子、に生じる誘起電圧のi次調波成分を低減することができ、以って振動や騒音を低減することができる。

[0068] なお、角度 $\theta 2 = 180 / (i \cdot P_n)$ であることが望ましい。このとき、角度 $\theta 2$ は最も小さい値であるので、周方向において磁性体10が広がり、以って磁性体10の中央の表面に生じる磁束密度を向上できる。このとき、磁性体12, 14の位置を考慮して、非磁性体13は角度 $\theta 1 = 90 / (i \cdot P_n)$ を満たす位置にあるとよい。

[0069] ここで、電機子が集中巻きにより構成されているときは、一般的に5次調波成分及び7次調波成分が大きい。この場合、例えば、本界磁子において磁束密度の5次調波成分を低減するためには $i=5$ を、ここでは極対数が2であるとして $P_n=2$ を、それぞれ関係式(1), (2)に代入して、 $0 < \theta 1 < 18^\circ$  かつ  $18^\circ \leq \theta 2 \leq 36^\circ$  を満たすように、非磁性体11, 13を設ければよく、より望ましくは $\theta 1=9^\circ$ 、 $\theta 2=18^\circ$ である。

[0070] なお、磁性板3は磁性板1と同一形状であるとして説明したが、必ずしもこれに限らない。例えば、磁性板3に対する非磁性体31, 33の相対位置が、磁性板1に対する

非磁性体11, 13の相対位置とそれぞれ異なってもよい。以下、具体的に説明する。

- [0071] 図6は、図1に示す界磁子の概念的な上面図のうち、一の永久磁石20に相当する部分を示している。図7は、図6に示す界磁子の周方向における、非磁性体部31, 33が存在する位置での断面図である。周方向において磁性体32と非磁性体33との境界331が、回転軸Pを中心として基準軸Qに対してなす角度を $\phi 1$ 、周方向において磁性体30と非磁性体31との境界311が、回転軸Pを中心として基準軸Qに対してなす角度を $\phi 2$ とする。3以上の奇数をKとすると、

$$0 < \phi 1 < 180 / (K \cdot Pn) \quad \dots (3)$$

かつ

$$180 / (K \cdot Pn) \leq \phi 2 \leq 180 \cdot 2 / (K \cdot Pn) \quad \dots (4)$$

を満たす位置に、非磁性体31, 33をそれぞれ設けてもよい。

- [0072] この場合、一の永久磁石20と反対側の磁性体30の表面に生じる磁束密度分布において、K次調波成分を低減することができる。即ち、回転軸方向において本界磁子の両側に配置された電機子、に生じる誘起電圧のi次調波成分のみならずK次調波成分をも低減することができる。以って振動や騒音を更に低減できる。なお、磁性板1と同様に、 $\phi 1 = 90 / (K \cdot Pn)$ かつ $\phi 2 = 180 / (K \cdot Pn)$ であることが望ましい。また、例えば $i = 5$ ,  $K = 7$ として磁性板1, 3を構成した場合には、集中巻の電機子を用いた回転電機において特に効果が高い。

- [0073] なお、磁性板3は非磁性体31を必ずしも備える必要はない。例えば磁性板1に設けた非磁性体11, 13によって十分にi次調波成分を低減でき、その他の次数の高調波成分を低減する必要がなければ、非磁性体31を設けなくてもよい。非磁性体33についても同様であるが、永久磁石20の漏れ磁束低減という観点では、非磁性体33が回転軸方向で磁性板3を貫通して設けられていることが望ましい。

- [0074] なお、上述したいずれの界磁子においても一の永久磁石20に相当する部分の形状が、軸Rに関して対称であり、また、全ての永久磁石20に相当する部分の形状も同一であれば、界磁子の回転軸Pに対する傾斜を防止することができる。これにより、電機子と本界磁子との間の間隙(エアギャップ)精度を維持することができ、当該傾斜

に起因する回転電機の特性格化を防止することができる。

[0075] なお、上述したような非磁性体11, 13, 31, 33を空気層で構成すると、強度が低下して回転による遠心力により磁性板1, 3が変形する可能性がある。しかしながら、本界磁子によれば、回転軸方向の変形は生じにくいので、界磁子と電機子との間の距離(エアギャップ)に影響を与えにくい。よって、回転電機の特性格化しにくいという利点がある。

[0076] なお、磁性板1, 3は圧粉鉄心から構成されることが望ましい。例えば磁性板1, 3を積層鋼板などにより構成した場合、磁性板1に非磁性体11, 13を設けるために、打ち抜きにより積層鋼板に貫通孔が設けられる。このような貫通孔を形成するための打ち抜き部材は、例えば数万回の打ち抜きによって磨耗されて、使用できなくなる。他方、本界磁子は、磁性板1, 3を圧粉鉄心から構成することができるので、このような打ち抜き部材の耐久性の問題が生じず、以って生産性を向上することができる。

[0077] また、磁性板1, 3を圧粉鉄心で構成する場合、磁性板1, 3は回転軸方向における厚みについての段差が小さいほうがよい。当該段差が大きい場合は、例えば繰り返しプレス成形を行う必要があり、生産性の低下を招く場合がある。よって、磁性体14, 34の一组は磁性板1, 3とは別個に成形してもよい。その場合、生産性を向上することができる。

[0078] また、一般的にアキシヤルギャップ型の回転電機を組み立てる際に、所望のエアギャップを得るために、ギャップゲージを用いて組立又は検査を行う。具体的には、磁性板1, 3の外周側からギャップゲージを電機子と界磁子の間とに差込んで組立又は検査を行う。このとき、磁性体15, 35によって、それぞれ磁性板1, 3の外周が連続している場合であれば、いずれの方向からギャップゲージを差し込んでもよいので、容易に組立又は検査を行うことができる。なお、回転電機の特性格化という観点では、磁性体15, 35は電機子が有するコアと回転軸方向において対向しないことが望ましい。

[0079] なお、本第1の実施の形態においては、磁性板1, 3は周方向において連続しているが、何れか一方は周方向において永久磁石20ごとに分離されてもよい。この場合、分離された磁性板側では漏れ磁束を更に低減できる。

[0080] 第2の実施の形態、

第1の実施の形態と相違する点について述べることで、本発明に係る第2の実施の形態の界磁子について説明する。図8は本界磁子の概念的な下面図である。図9は図8に示す界磁子の周方向における、非磁性体11, 13が存在する位置での断面図である。図8, 9においては、一つの永久磁石20に相当する部分を示している。

[0081] 非磁性体11は非磁性体部11a, 11bを備え、非磁性体13は非磁性体部13a, 13bを備えている。非磁性体31は非磁性体部31a, 31bを備え、非磁性体33は非磁性体部33a, 33bを備えている。以下では、まず磁性板1, 3が互いに同一形状を有している場合について説明する。

[0082] 非磁性体部11aは例えば空気層である。非磁性体部11bは例えば空気層であって、周方向において磁性体10側で非磁性体部11aと隣接している。また、非磁性体部11a, 11bは回転軸方向の自身の長さ(即ち、回転軸方向の厚み;以下、厚みと呼ぶ)が互いに異なっている。より具体的には、非磁性体部11bの厚みは非磁性体部11aの厚みよりも薄い。

[0083] 非磁性体部13aは例えば空気層である。非磁性体部13bは例えば空気層であって、周方向において磁性体10側で非磁性体部13aと隣接している。また、非磁性体部13a, 13bは厚みが互いに異なっている。より具体的には、非磁性体部13bの厚みは非磁性体部13aの厚みよりも薄い。なお、非磁性体部13aの厚みは磁性体10の厚みと同一である。言い換えると非磁性体部13aは磁性板1を回転軸方向に貫通している。

[0084] 周方向における非磁性体部13aと非磁性体部13bとの境界131bが、回転軸Pを中心として基準軸Qに対してなす角度を $\theta_3$ 、周方向における非磁性体部11aと非磁性体部11bとの境界111bが、回転軸Pを中心として基準軸Qに対してなす角度を $\theta_4$ とする。そして、3以上の奇数をj、但しjはiと異なる値、とすると、

$$0 < \theta_1 < 180 / (i \cdot P_n) \quad \dots (1)$$

かつ

$$180 / (i \cdot P_n) \leq \theta_2 \leq 180 \cdot 2 / (i \cdot P_n) \quad \dots (2)$$

かつ

$$0 < \theta_3 < 180 / (j \cdot P_n) \quad \dots (5)$$

かつ

$$180 / (j \cdot P_n) \leq \theta_3 \leq 180 \cdot 2 / (j \cdot P_n) \quad \dots (6)$$

かつ

$$\theta_3 < \theta_1 < \theta_4 < \theta_2 \quad \dots (7)$$

を満たす位置に非磁性体部11a, 11b, 13a, 13bがそれぞれ設けられる。

[0085] なお、第1の実施の形態と同様に、境界111b, 131bは略径方向に延在することを前提としているがこれに限らない。

[0086] そして、第1の実施の形態で述べたのと同様に、磁性板1の表面には、非磁性体部11a, 13aに起因して互いに位相が180°（半波長）ずれたj次調波成分が生じる。よって、これらが相殺しあって、磁性板1の表面に生じる磁束密度分布のj次調波成分を低減することができる。よって、電機子に生じる誘起電圧のi次調波成分のみならずj次調波成分をも低減でき、以って振動や騒音を更に低減できる。

[0087] また、第1の実施の形態と同様に  $\theta_3 = 90 / (j \cdot P_n)$ ,  $\theta_4 = 180 / (j \cdot P_n)$  であることが望ましい。この場合であれば、回転軸方向の厚みが小さい非磁性体部11bが周方向において広いので、磁性板1の表面に生じる磁束密度を向上することができる。

[0088] なお、非磁性体11(13)は厚みの異なる2つの非磁性体部11a, 11b(13a, 13b)をそれぞれ有していたがこれに限らず、相互に厚みの異なる3つの非磁性体部を備えていてもよい。この場合であれば、3つの次数の高調波成分を低減することができる。もちろん4つ以上の非磁性体部を備えていてもよい。

[0089] なお、第1の実施の形態と同様に、磁性板3は磁性板1と同一形状に限らない。具体的には、周方向における非磁性体部33aと非磁性体部33bとの境界331bが、回転軸Pを中心として基準軸Qに対してなす角度を  $\phi_3$ 、周方向における非磁性体部31aと非磁性体部31bとの境界311bが、回転軸Pを中心として基準軸Qに対してなす角度を  $\phi_4$  とし、互いに異なる3以上の奇数をL、但しLはKと異なる値、とすると、

$$0 < \phi_1 < 180 / (K \cdot P_n) \quad \dots (3)$$

かつ

$$180 / (K \cdot P_n) \leq \phi_2 \leq 180 \cdot 2 / (K \cdot P_n) \quad \dots (4)$$

かつ

$$0 < \phi 3 < 180 / (L \cdot Pn) \quad \dots (8)$$

かつ

$$180 / (L \cdot Pn) \leq \phi 4 \leq 180 \cdot 2 / (L \cdot Pn) \quad \dots (9)$$

かつ

$$\phi 3 < \phi 1 < \phi 4 < \phi 2 \quad \dots (10)$$

を満たす位置に非磁性体部31a, 31b, 33a, 33bを設けてもよい。

[0090] この場合、磁性板3の表面に生じる磁束密度分布のK次調波成分及びL次調波成分を低減することができる。よって、電機子に生じる誘起電圧のi次調波成分、j次調波成分、K次調波成分、及びL次調波成分を低減でき、以って更に振動や騒音を低減できる。なお、 $\phi 3 = 90 / (L \cdot Pn)$ 、 $\phi 4 = 180 / (L \cdot Pn)$ が望ましい。また、非磁性体31, 33はそれぞれ相互に厚みの異なる3つ以上の非磁性体部を備えていてもよい。また、i, j, K又はLを適宜に5又は7に設定すると、5次調波成分及び7次調波成分が大きい場合(例えば電機子が集中巻で構成されている場合)に特に効果が高い。

[0091] 第3の実施の形態.

第2の実施の形態との相違点を説明することで、本発明に係る第3の実施の形態の界磁子について説明する。図10は本界磁子の下面図のうち、一の永久磁石20に相当する部分を示す。なお、図10に示す界磁子の周方向における、非磁性体11, 13が存在する位置での概念的な断面図は図3とほぼ同一である。

[0092] 非磁性体部11a, 11bは径方向における自身の長さ(以下、単に長さと呼ぶ)が互いに異なっている。具体的には、非磁性体部11bの長さは非磁性体部11aの長さよりも短い。なお、非磁性体部11a, 11bの厚みは互いに同一である。

[0093] 非磁性体部13a, 13bは長さが互いに異なっている。具体的には、非磁性体部13bの長さは非磁性体部13aの長さよりも短い。なお、非磁性体部13a, 13bの厚みは磁性体10と同一である。言い換えると非磁性体部13a, 13bは磁性板1を回転軸方向に貫通している。

[0094] 第2の実施の形態と同様に、磁性板3が磁性板1と同一の形状を有しており、非磁性体部11a, 11b, 13a, 13bを関係式(1)(2)(5)(6)(7)を満たす位置に設ける。

よって、電機子に生じる誘起電圧の*i*次調波成分及び*j*次調波成分を低減できる。

[0095] また、磁性板3に対する非磁性体部31a, 31b, 33a, 33bの相対位置が、磁性板1に対する非磁性体部11a, 11b, 13a, 13bの相対位置と異なる場合では、非磁性体部31a, 31b, 33a, 33bを関係式(3)(4)(8)(9)(10)を満たす位置に設ける。よって、電機子に生じる誘起電圧の*i*次調波成分、*j*次調波成分、*K*次調波成分、及び*L*次調波成分を低減できる。

[0096] なお、非磁性体11, 13, 31, 33はそれぞれ4つ以上の非磁性体部を備えていてもよく、第2の実施の形態の観点も考慮して、これらの回転軸方向の厚み又は径方向の長さが相互に異なってもよい。

[0097] 第4の実施の形態、

本発明に係る第4の実施の形態について説明する。図11は本界磁子を回転軸Pに沿って分解して示した概念的な斜視図である。

[0098] 本界磁子は磁性板1と、永久磁石20と、磁性板4とを備えている。

[0099] 磁性板1は、第1乃至第3の実施の形態のいずれかで述べた磁性板1である。図11においては、第2の実施の形態で述べた磁性板1のうち磁性体14, 15を備えていない磁性板が示されている。即ち、磁性板1は周方向において永久磁石20ごとに分離されている。

[0100] 磁性板4は、回転軸Pを中心として環状を呈する周縁を有した平板形状を有している。また、磁性板4はいわゆるバックヨークとしての機能を果たすのに十分な厚みを有している。

[0101] そして、本界磁子は、回転軸方向において磁性板1側で所定の間隙を介して電機子が配置され、当該電機子と共に回転電機を構成することができる。この場合であっても、電機子に生じる誘起電圧の*i*次調波成分及び*j*次調波成分を低減できる。また、磁性板1は周方向において永久磁石20ごとに分離されているので、更に永久磁石20の漏れ磁束を低減することができる。

[0102] この発明は詳細に説明されたが、上記した説明は、すべての局面において、例示であって、この発明がそれに限定されるものではない。例示されていない無数の変形例が、この発明の範囲から外れることなく想定され得るものと解される。

## 請求の範囲

- [1] 所定の軸(P)の周囲で環状に配置された複数の永久磁石(20)と、  
前記軸に平行な第1方向で一の前記永久磁石の磁極面と接する第1の磁性体(10)と、  
と、  
前記軸を中心とした周方向である第2方向において前記第1の磁性体(10)と隣接し、  
前記第1方向で前記永久磁石(20)の一部と重なる第1の非磁性体(11)と、  
前記第2方向において、前記第1の磁性体(10)とは反対側で前記第1の非磁性体(11)と隣接する第2の磁性体(12)と、  
前記第2方向において、前記第1の非磁性体(11)とは反対側で前記第2の磁性体(12)と隣接する第2の非磁性体(13)と  
を備え、  
前記第2方向における前記第2の磁性体(12)と前記第2の非磁性体(13)との境界(131)が、前記軸(P)を中心として、前記一の前記永久磁石と前記第2の非磁性体(13)側で隣り合う前記永久磁石と、前記一の前記永久磁石との中点を通り且つ前記軸(P)を中心とした径方向に平行な基準軸(Q)、に対してなす第1の角度  $\theta_1$ 、及び前記第2方向における前記第1の磁性体(10)と前記第1の非磁性体(11)との境界(111)が前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第2の角度  $\theta_2$ が、前記永久磁石が前記軸(P)の周囲で呈する磁極の対の数を  $P_n$ 、3以上の整数を  $i$ としたとき、  
$$0 < \theta_1 < 180 / (i \cdot P_n) \text{ かつ } 180 / (i \cdot P_n) \leq \theta_2 \leq 180 \cdot 2 / (i \cdot P_n)$$
  
である、界磁子(1)。
- [2] 前記永久磁石(20)と前記第1の非磁性体(11)との間に、前記第1の磁性体(10)の一部が介在する、請求項1に記載の界磁子。
- [3] 前記第2方向において、前記一の前記永久磁石と、前記一の前記永久磁石と隣り合う前記永久磁石との間に位置し、前記第1方向に延在する第3の磁性体(14, 34)を更に備える、請求項1又は2に記載の界磁子。
- [4] 前記軸(P)を中心とした径方向である第3方向における、前記第1の非磁性体(11)の少なくとも前記軸(P)とは反対の一端側で、前記第1の磁性体(10)及び前記第2の磁性体(12)を連結する第4の磁性体(15)

を更に備える、請求項1又は2に記載の界磁子。

[5] 前記第4の磁性体(15)は、前記第3方向において前記第2の非磁性体(13)を越えて前記第2方向に延在している、請求項4に記載の界磁子。

[6] 前記第1の角度  $\theta 1$  は、

$$\theta 1 = 90 / (i \cdot P_n)$$

であり、前記第2の角度  $\theta 2$  は、

$$\theta 2 = 180 / (i \cdot P_n)$$

である、請求項1又は2に記載の界磁子。

[7]  $i$  は5又は7である、請求項1又は2に記載の界磁子。

[8] 前記第1の非磁性体(11)は、

第1の非磁性体部(11a)と、

前記第2方向において前記第1の磁性体(10)側で前記第1の非磁性体部(11a)と隣接し、前記第1方向又は前記第3方向に平行な方向についての自身の長さが前記第1の非磁性体部(11a)と異なる第2の非磁性体部(11b)とを備え、

前記第2の非磁性体(13)は、

前記第3の非磁性体部(13a)と、

前記第2方向において前記第1の磁性体(10)側で前記第3の非磁性体部(13a)と隣接し、前記第1方向又は前記第3方向に平行な方向についての自身の長さが前記第3の非磁性体部(13a)と異なる第4の非磁性体部(13b)とを備え、

前記第2方向における前記第3の非磁性体部(13a)と前記第4の非磁性体部(13b)との境界(131b)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第3の角度  $\theta 3$ 、及び前記第2方向における前記第1の非磁性体部(11a)と前記第2の非磁性体部(11b)との境界(111b)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第4の角度  $\theta 4$  が、3以上の整数を  $j$ 、但し  $j$  は  $i$  と異なる値、としたとき、

$$0 < \theta 3 < 180 / (j \cdot P_n) \text{ かつ } 180 / (j \cdot P_n) \leq \theta 4 \leq 180 \cdot 2 / (j \cdot P_n) \text{ かつ } \theta 3 <$$

$$\theta 1 < \theta 4 < \theta 2$$

である、請求項1又は2に記載の界磁子。

[9] 前記第3の角度  $\theta 3$  は、

$$\theta 3 = 90 / (j \cdot Pn)$$

であり、前記第4の角度  $\theta 4$  は、

$$\theta 4 = 180 / (j \cdot Pn)$$

である、請求項8に記載の界磁子。

[10]  $j$  は5又は7である、請求項8に記載の界磁子。

[11] 前記第1方向において、前記第1の磁性体(10)とは反対側で前記永久磁石(20)と接する第5の磁性体(30)と、

前記第2方向において前記第5の磁性体(30)と隣接し、前記第1方向で前記永久磁石(20)の一部と重なる第3の非磁性体(31)と、

前記第2方向において、前記第5の磁性体(30)とは反対側で前記第3の非磁性体(31)と隣接する第6の磁性体(32)と、

前記第2方向において、前記第3の非磁性体(31)とは反対側で前記第6の磁性体(32)と隣接する第4の非磁性体(33)と

を更に備え、

前記第2方向における前記第6の磁性体(32)と前記第4の非磁性体(33)との境界(331)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第5の角度  $\phi 1$ 、及び前記第2方向における前記第5の磁性体(30)と前記第3の非磁性体(31)との境界(311)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第6の角度  $\phi 2$  が、3以上の整数をKとしたとき、

$$0 < \phi 1 < 180 / (K \cdot Pn) \text{ かつ } 180 / (K \cdot Pn) \leq \phi 2 \leq 180 \cdot 2 / (K \cdot Pn)$$

である、請求項1又は2に記載の界磁子。

[12] 前記永久磁石(20)と前記第3の非磁性体(31)との間に、前記第5の磁性体(30)の一部が介在する、請求項11に記載の界磁子。

[13] 前記第3方向における前記第3の非磁性体(31)の少なくとも前記軸(P)とは反対の一端側で、前記第5の磁性体(30)及び前記第6の磁性体(32)を連結する第7の磁性体(35)

を更に備える、請求項11に記載の界磁子。

[14] 前記第7の磁性体(35)は、前記第3方向において前記第4の非磁性体(33)を越えて前記第2方向に延在している、請求項13に記載の界磁子。

[15] 前記第5の角度  $\phi 1$  は、  

$$\phi 1 = 90 / (K \cdot Pn)$$
 であり、前記第6の角度  $\phi 2$  は、  

$$\phi 2 = 180 / (K \cdot Pn)$$

である、請求項11に記載の界磁子。

[16] Kは5又は7である、請求項11に記載の界磁子。

[17] 前記第3の非磁性体(31)は、  
 第5の非磁性体部(31a)と、  
 前記第2方向において前記第5の磁性体(30)側で前記第5の非磁性体部(31a)と隣接し、前記第1方向又は前記第3方向に平行な方向についての自身の長さが前記第5の非磁性体部(31a)と異なる第6の非磁性体部(31b)と  
 を備え、

前記第4の非磁性体(33)は、  
 第7の非磁性体部(33a)と、  
 前記第2方向において前記第5の磁性体(30)側で前記第7の非磁性体部(33a)と隣接し、前記第1方向又は前記第3方向に平行な方向についての自身の長さが前記第7の非磁性体部(33a)と異なる第8の非磁性体部(33b)と  
 を備え、

前記第2方向における前記第7の非磁性体部(33a)と前記第8の非磁性体部(33b)との境界(331b)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第7の角度  $\phi 3$ 、及び前記第2方向における前記第5の非磁性体部(31a)と前記第6の非磁性体部(31b)との境界(311b)が、前記軸(P)を中心として前記基準軸(Q)に対してなす第8の角度  $\phi 4$  が、3以上の整数をL、但しLはKと異なる値、としたとき、

$$0 < \phi 3 < 180 / (L \cdot Pn) \text{ かつ } 180 / (L \cdot Pn) \leq \phi 4 \leq 180 \cdot 2 / (L \cdot Pn) \text{ かつ } \phi 3 < \phi 1 < \phi 4 < \phi 2$$

である、請求項11に記載の界磁子。

[18] 前記第7の角度  $\phi 3$ は、

$$\phi 3 = 90 / (L \cdot Pn)$$

であり、前記第8の角度  $\phi 4$ は、

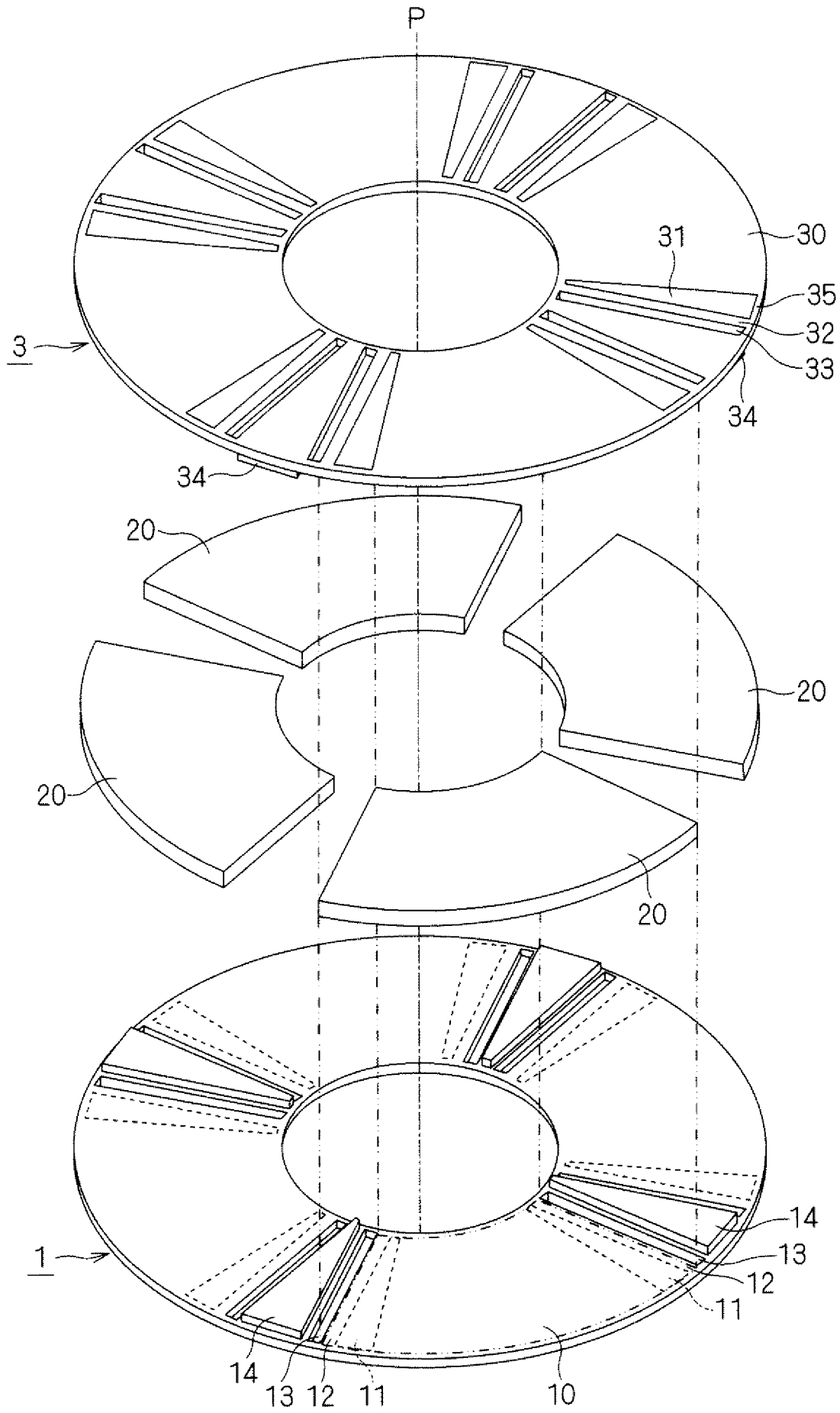
$$\phi 4 = 180 / (L \cdot Pn)$$

である、請求項17に記載の界磁子。

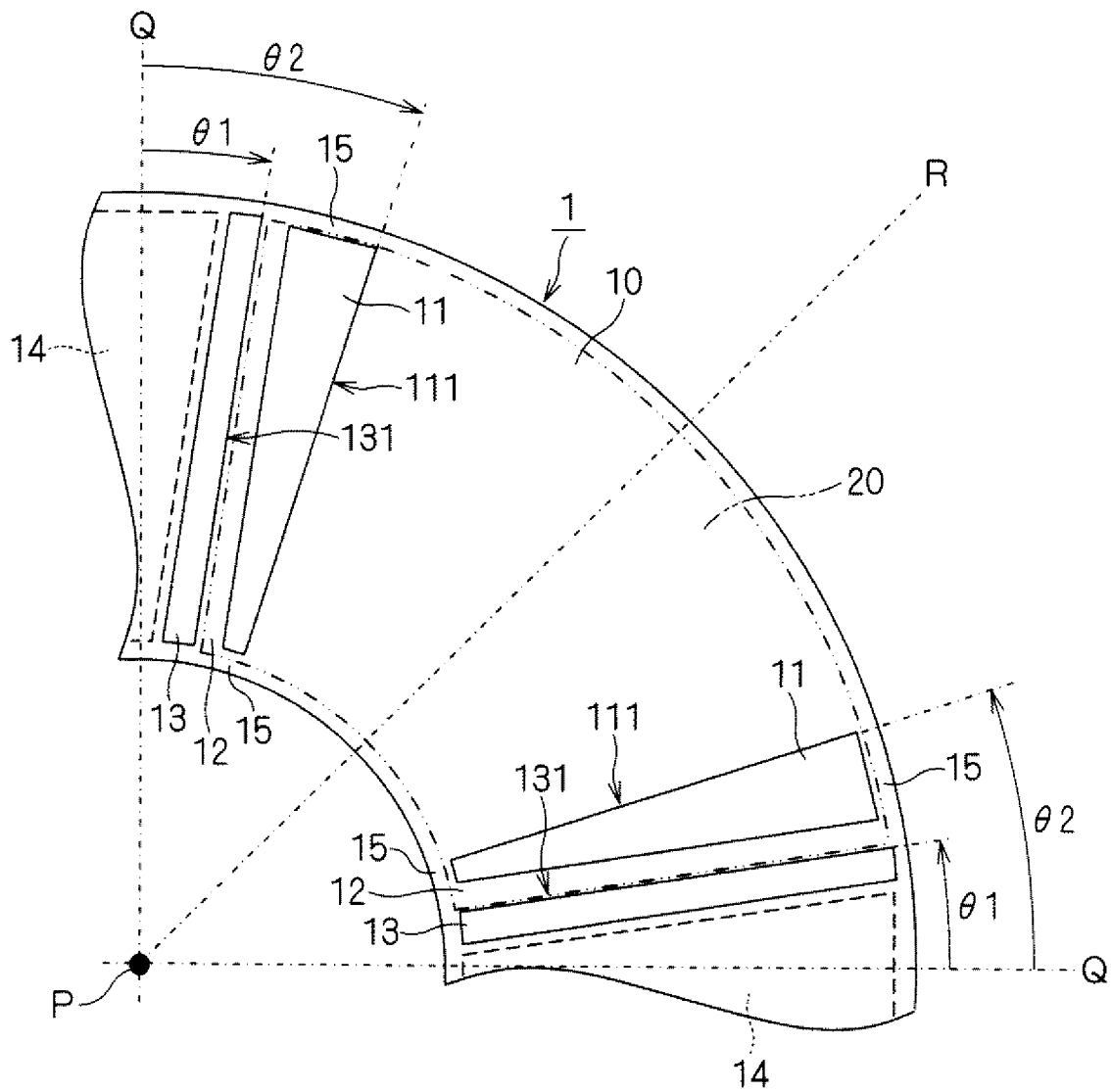
[19] Lは5又は7である、請求項17に記載の界磁子。

[20] 前記第1の磁性体(10)及び前記第2の磁性体(12)は圧粉鉄心からなる、請求項1又は2に記載の界磁子。

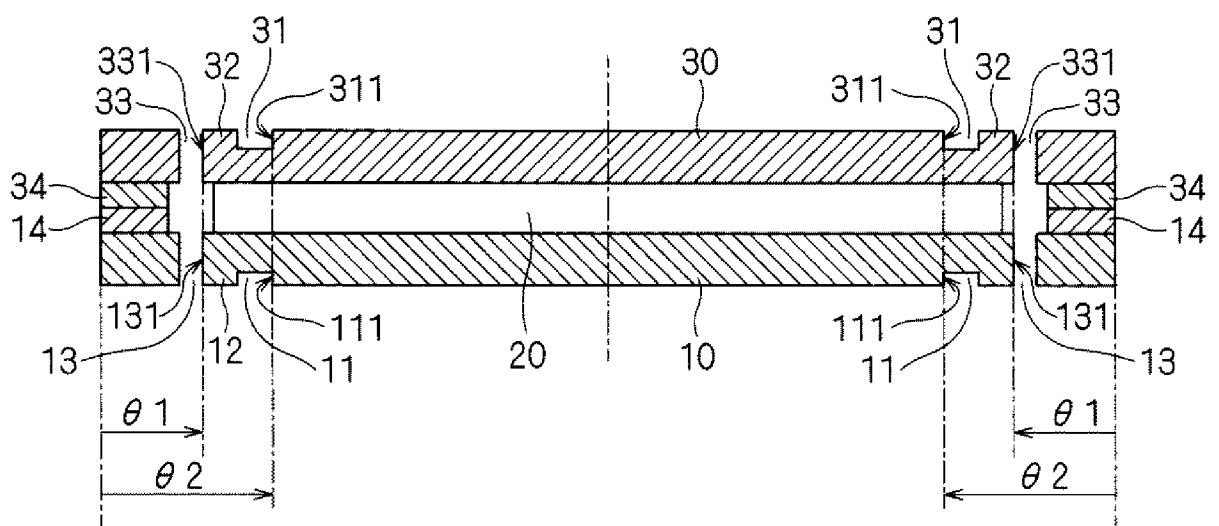
[図1]



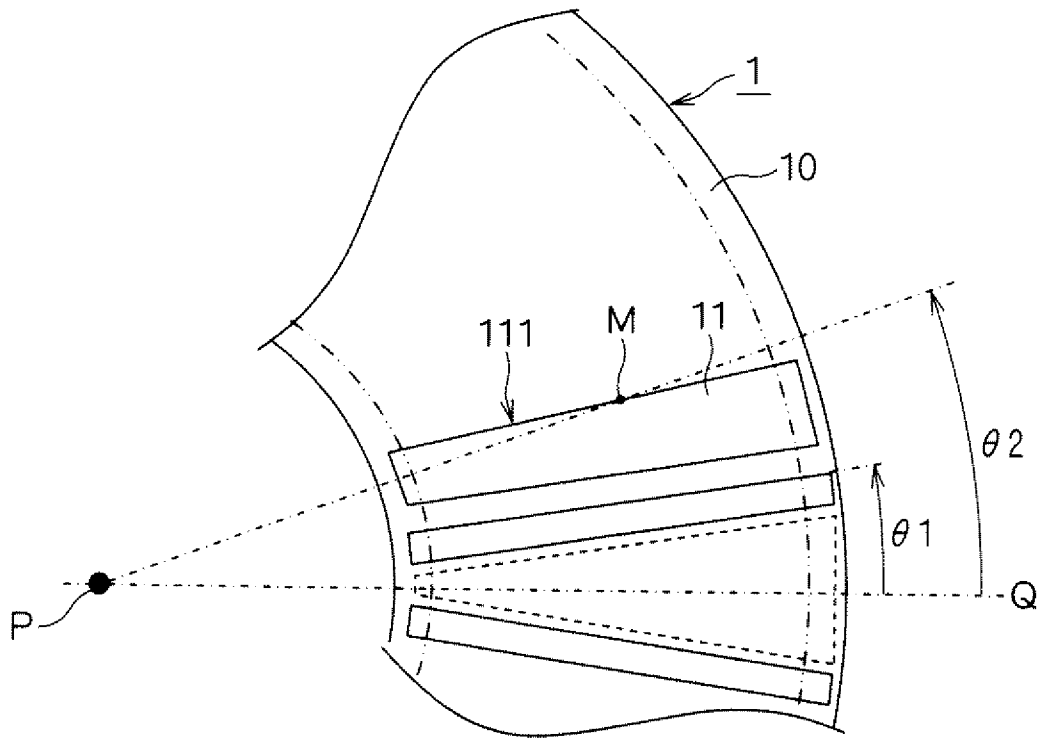
[図2]



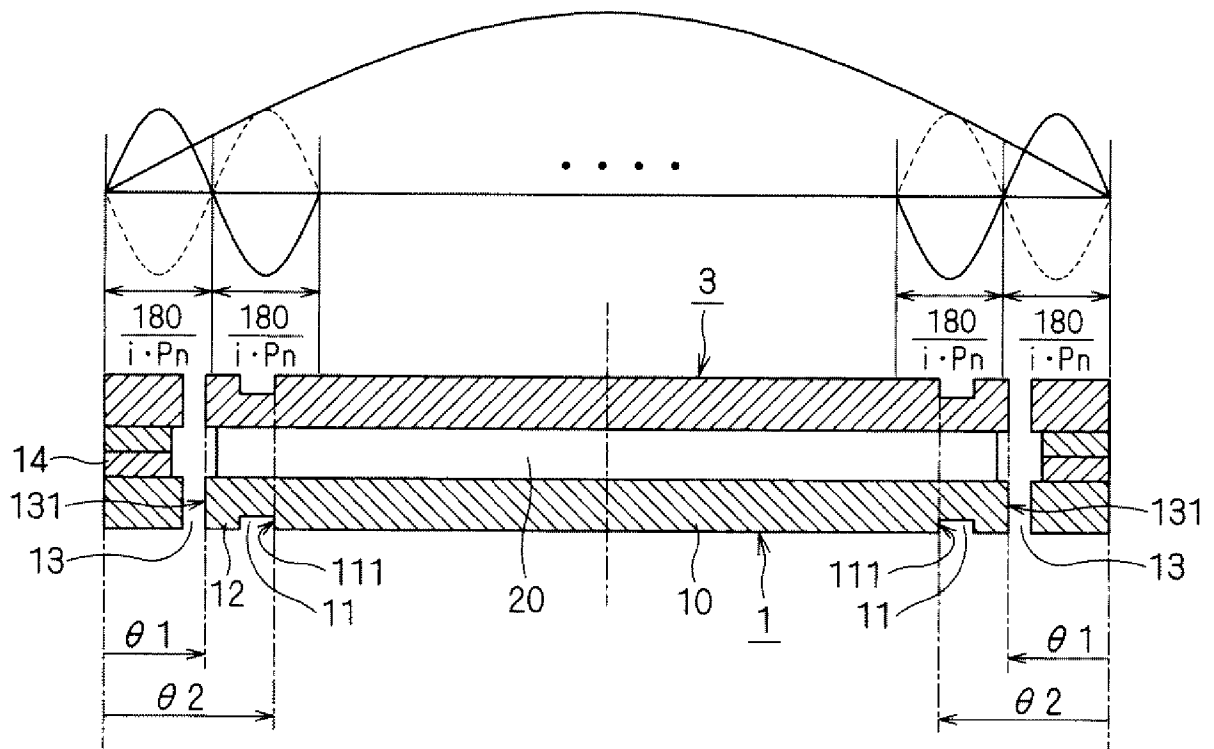
[図3]



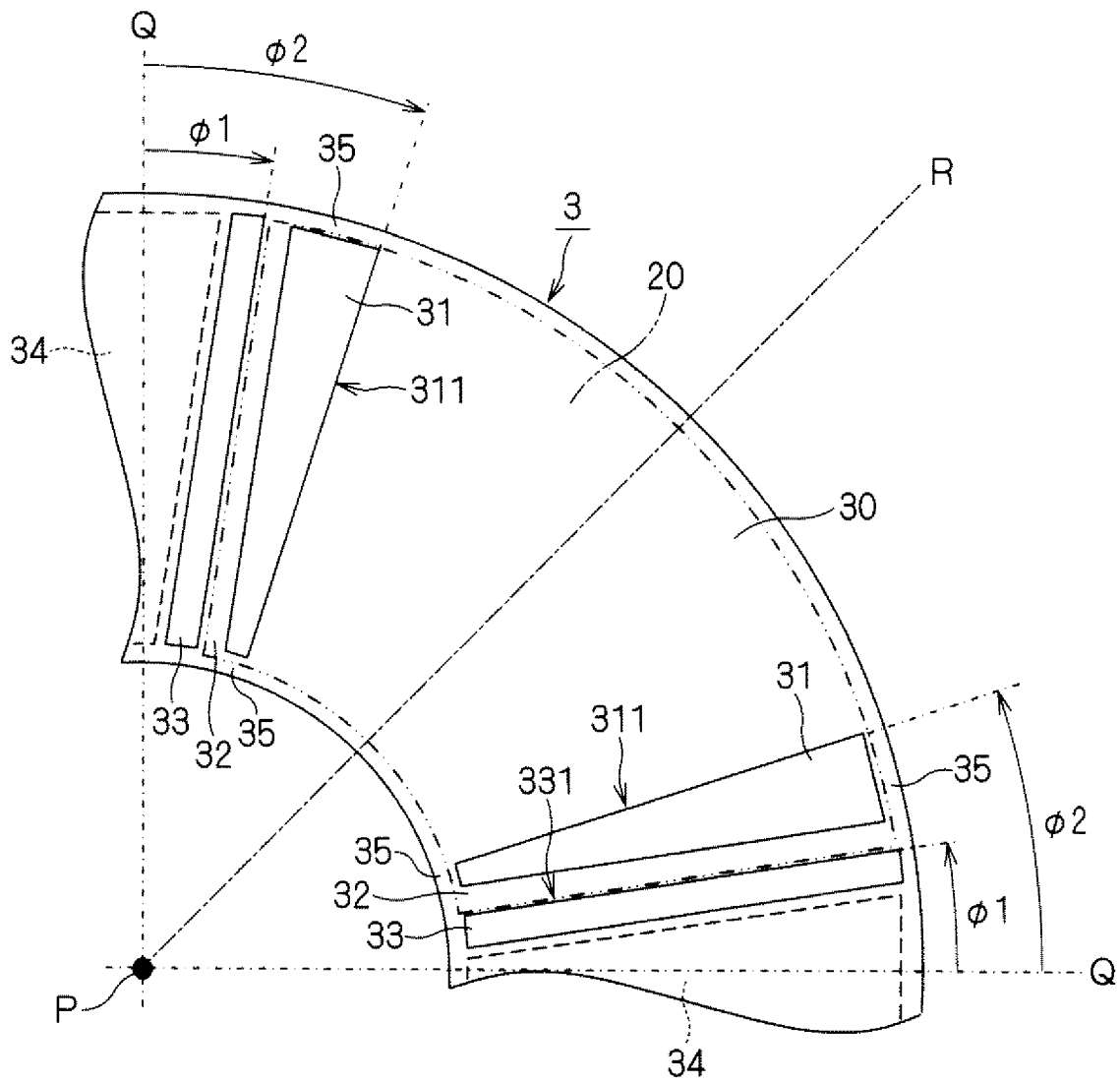
[図4]



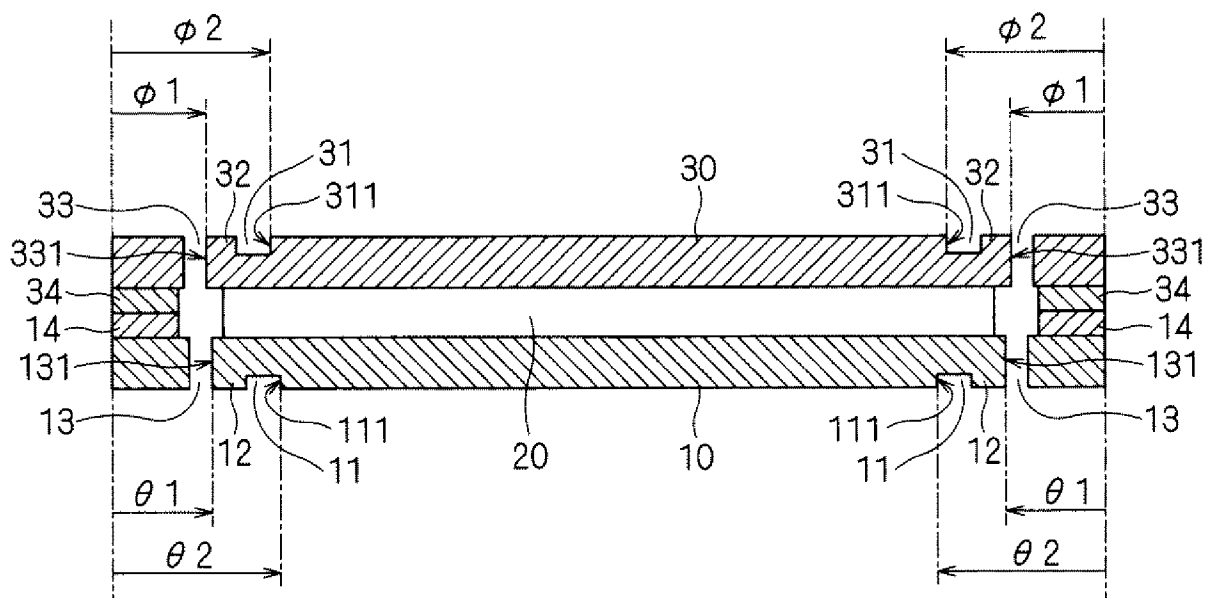
[図5]



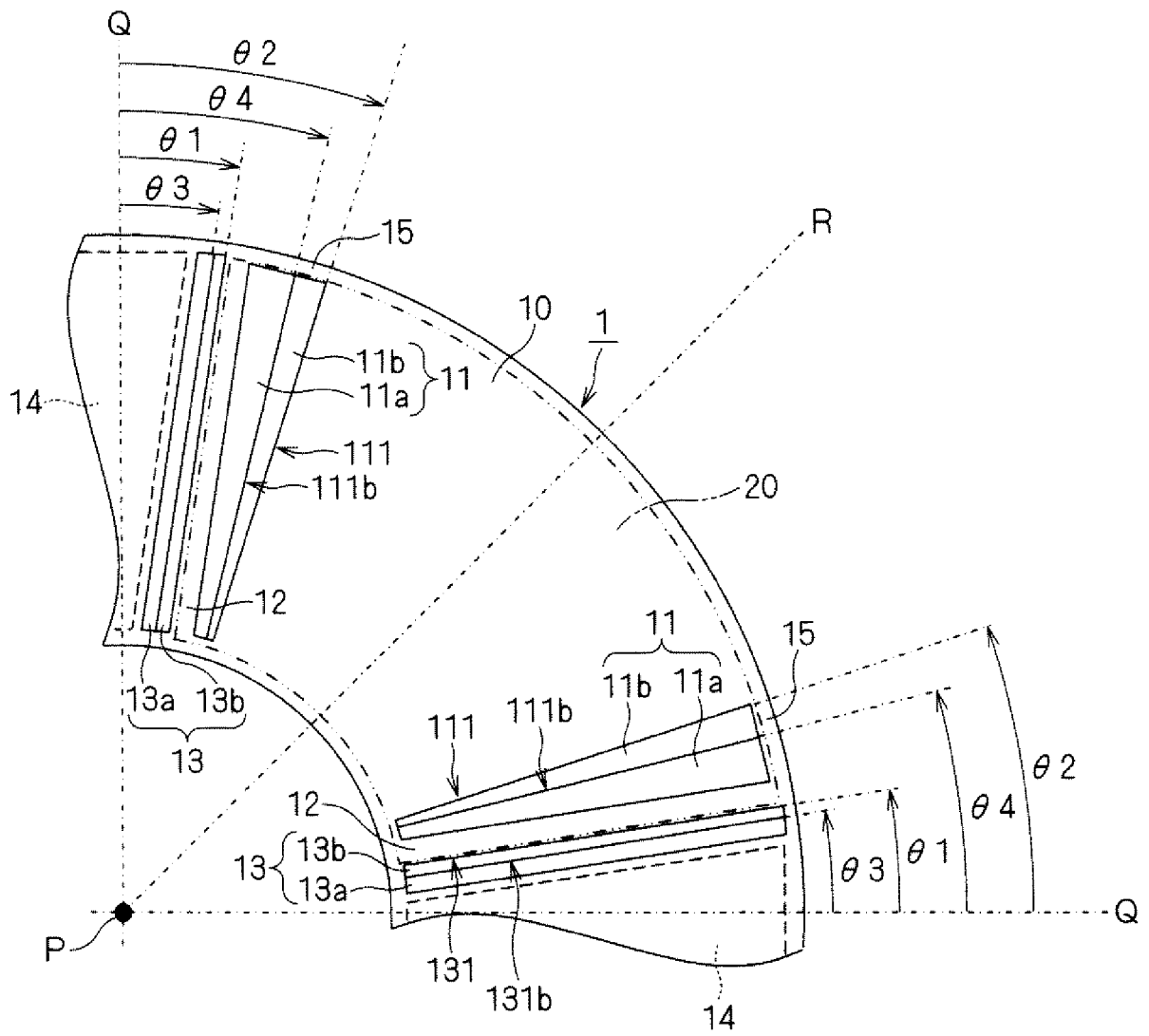
[図6]



[図7]

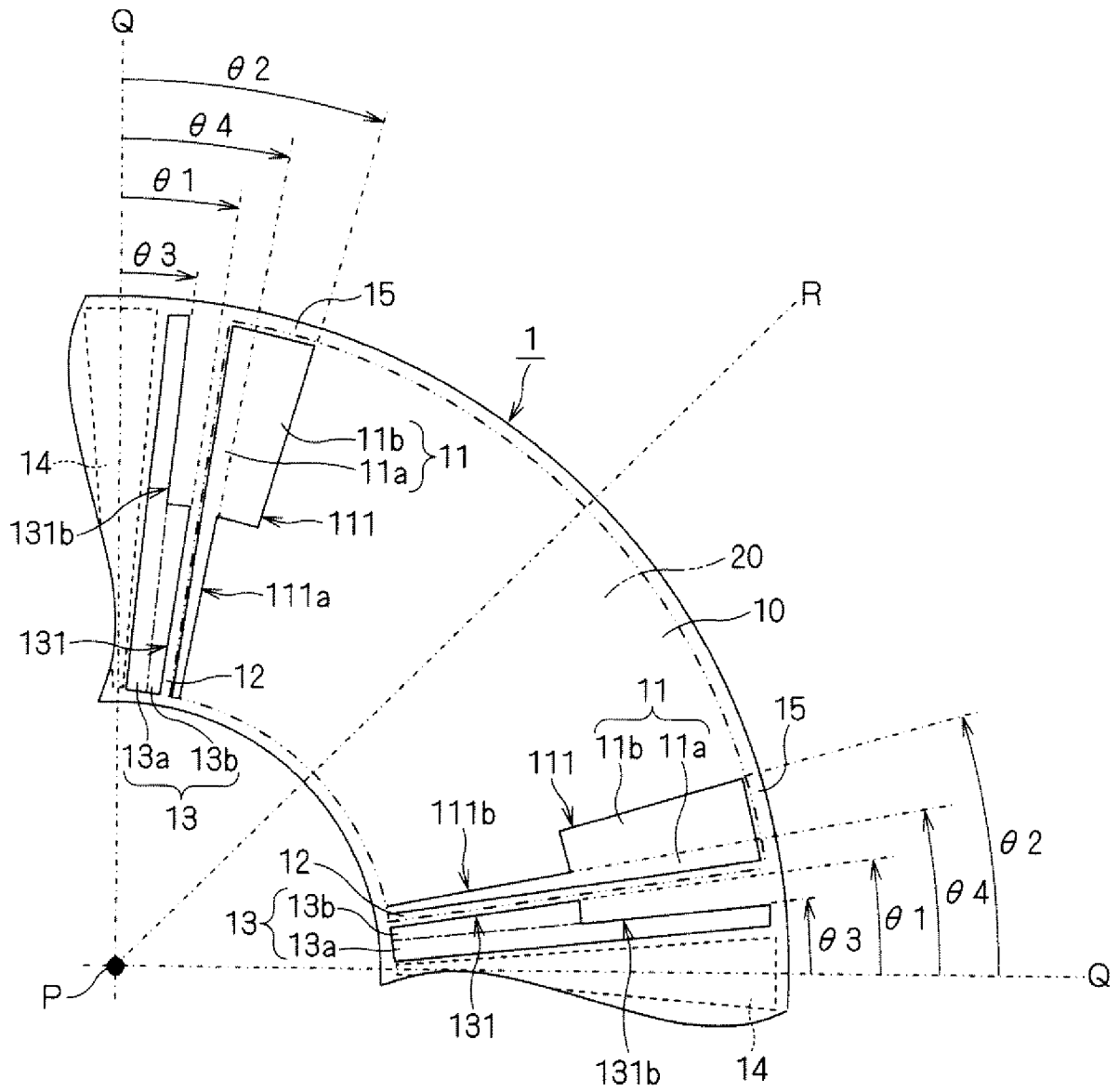


[図8]

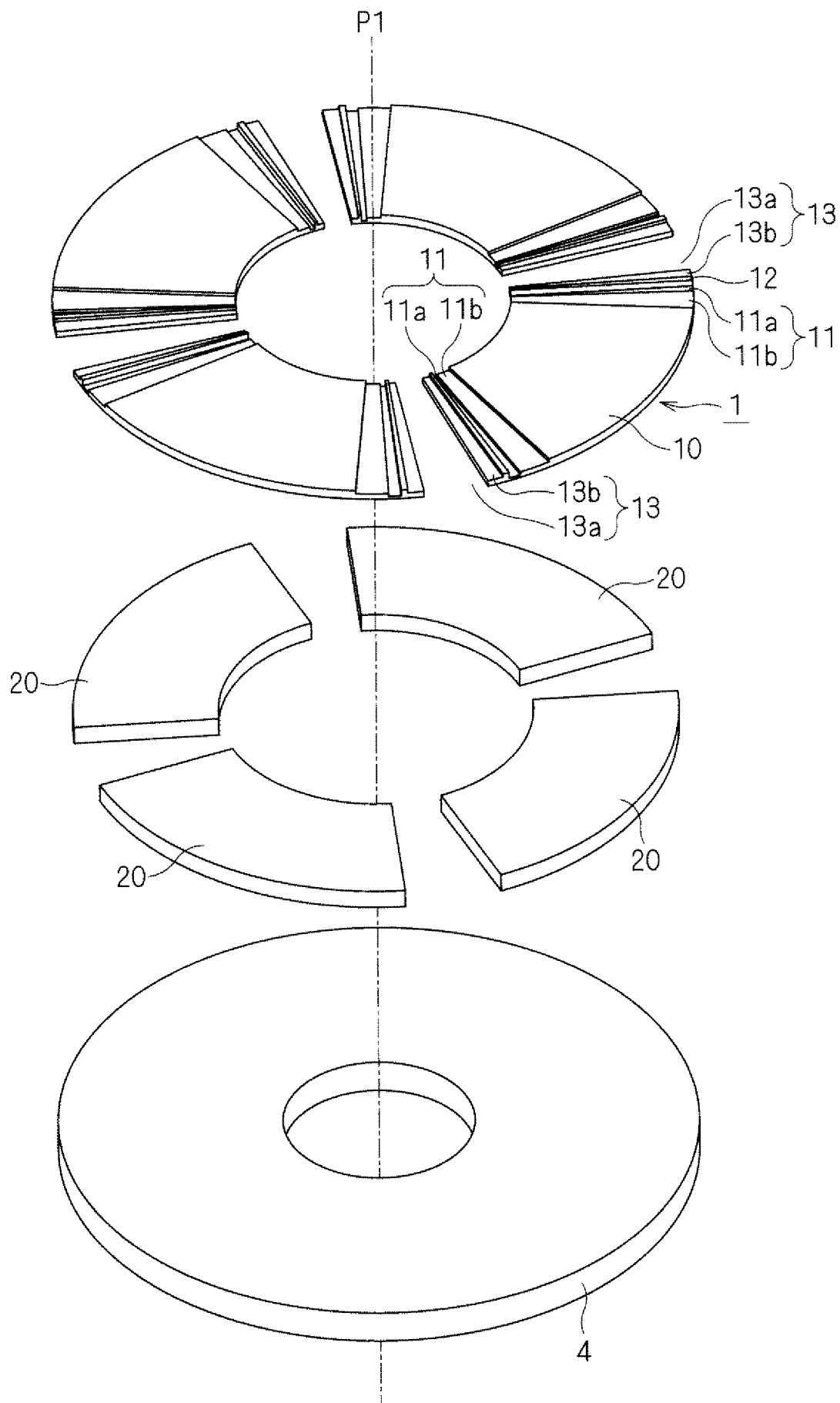




[図10]



[図11]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/056943

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER<br>H02K1/22 (2006.01) i  |  |  |
|--|--|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |  |  |
| B. FIELDS SEARCHED   |  |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>H02K1/22  |  |  |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008  |  |  |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)   |  |  |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT   |  |  |
| Category*  | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.  |
| Y  | JP 2006-230184 A (Daikin Industries, Ltd.),<br>31 August, 2006 (31.08.06),<br>Full text; Figs. 2 to 8<br>& EP 1841047 A1 & WO 2006/077709 A1   | 1-7, 11-16, 20   |
| Y  | Microfilm of the specification and drawings<br>annexed to the request of Japanese Utility<br>Model Application No. 105856/1988 (Laid-open<br>No. 30275/1990)<br>(Toshiba Corp.),<br>26 February, 1990 (26.02.90),<br>Full text; Figs. 4, 5<br>(Family: none) | 1-7, 11-16, 20   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.   |  |  |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |  |  |
| Date of the actual completion of the international search<br>07 July, 2008 (07.07.08)  |  | Date of mailing of the international search report<br>15 July, 2008 (15.07.08) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office   |  | Authorized officer   |
| Facsimile No.  |  | Telephone No.  |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/056943

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y         | JP 2007-97387 A (Toshiba Corp.),<br>12 April, 2007 (12.04.07),<br>Full text; Fig. 16<br>& WO 2007/026802 A  | 1-7, 11-16, 20        |
| Y         | JP 8-251846 A (Matsushita Electric Industrial<br>Co., Ltd.),<br>27 September, 1996 (27.09.96),<br>Full text; Fig. 5<br>(Family: none)                       | 1-7, 11-16, 20        |
| Y         | JP 2002-78260 A (Toyota Motor Corp.),<br>15 March, 2002 (15.03.02),<br>Full text; Figs. 1, 3, 5<br>(Family: none)   | 1-7, 11-16, 20        |
| Y         | JP 2005-143276 A (Equos Research Co., Ltd.),<br>02 June, 2005 (02.06.05),<br>Full text; Figs. 1 to 3<br>& US 2005/0179337 A1                                | 3                     |
| Y         | JP 2007-89270 A (Toyota Central Research and<br>Development Laboratories, Inc.),<br>05 April, 2007 (05.04.07),<br>Full text; Figs. 1 to 5<br>(Family: none) | 11-16, 20             |
| Y         | JP 2007-28868 A (Nissan Motor Co., Ltd.),<br>01 February, 2007 (01.02.07),<br>Full text; Figs. 1, 2<br>& US 2007/0018520 A1 & CN 1901327 A                  | 11-16                 |
| A         | JP 11-98731 A (Matsushita Electric Industrial<br>Co., Ltd.),<br>09 April, 1999 (09.04.99),<br>Full text; Figs. 1, 5, 6<br>& US 6008559 A & CN 1267943 A     | 1-20                  |

|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))<br>Int.Cl. H02K1/22(2006.01)i  |  |                    |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))<br>Int.Cl. H02K1/22  |  |                    |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2008年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2008年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2008年   |  |                    |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  |  |                    |
| C. 関連すると認められる文献  |  |                    |
| 引用文献の<br>カテゴリー*  | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号   |
| Y  | JP 2006-230184 A (ダイキン工業株式会社) 2006.08.31, 全文,<br>第2-8図 & EP 1841047 A1 & WO 2006/077709 A1                                       | 1-7, 11-<br>16, 20 |
| Y  | 日本国実用新案登録出願 63-105856 号(日本国実用新案登録出願公開<br>2-30275 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロ<br>フィルム (株式会社東芝) 1990.02.26, 全文, 第4, 5図 (ファミリーなし) | 1-7, 11-<br>16, 20 |
| Y  | JP 2007-97387 A (株式会社東芝) 2007.04.12, 全文, 第16図<br>& WO 2007/026802 A  | 1-7, 11-<br>16, 20 |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。  |  |                    |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの<br>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)<br>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献<br>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>「&」 同一パテントファミリー文献 |  |                    |
| 国際調査を完了した日<br>07.07.2008   | 国際調査報告の発送日<br>15.07.2008   |                    |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/J P)<br>郵便番号100-8915<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号  | 特許庁審査官 (権限のある職員)<br>河村 勝也<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3358   | 3V 3923            |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |   |                    |
|-----------------------|---|--------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号   |
| Y                     | JP 8-251846 A (松下電器産業株式会社) 1996.09.27, 全文, 第5図<br>(ファミリーなし)                               | 1-7, 11-<br>16, 20 |
| Y                     | JP 2002-78260 A (トヨタ自動車株式会社) 2002.03.15, 全文,<br>第1, 3, 5図 (ファミリーなし)                       | 1-7, 11-<br>16, 20 |
| Y                     | JP 2005-143276 A (株式会社エクォス・リサーチ) 2005.06.02, 全文,<br>第1-3図 & US 2005/0179337 A1            | 3                  |
| Y                     | JP 2007-89270 A (株式会社豊田中央研究所) 2007.04.05, 全文,<br>第1-5図 (ファミリーなし)                          | 11-16, 20          |
| Y                     | JP 2007-28868 A (日産自動車株式会社) 2007.02.01, 全文,<br>第1, 2図 & US 2007/0018520 A1 & CN 1901327 A | 11-16              |
| A                     | JP 11-98731 A (松下電器産業株式会社) 1999.04.09, 全文,<br>第1, 5, 6図 & US 6008559 A & CN 1267943 A     | 1-20               |