

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006年9月8日 (08.09.2006)

PCT

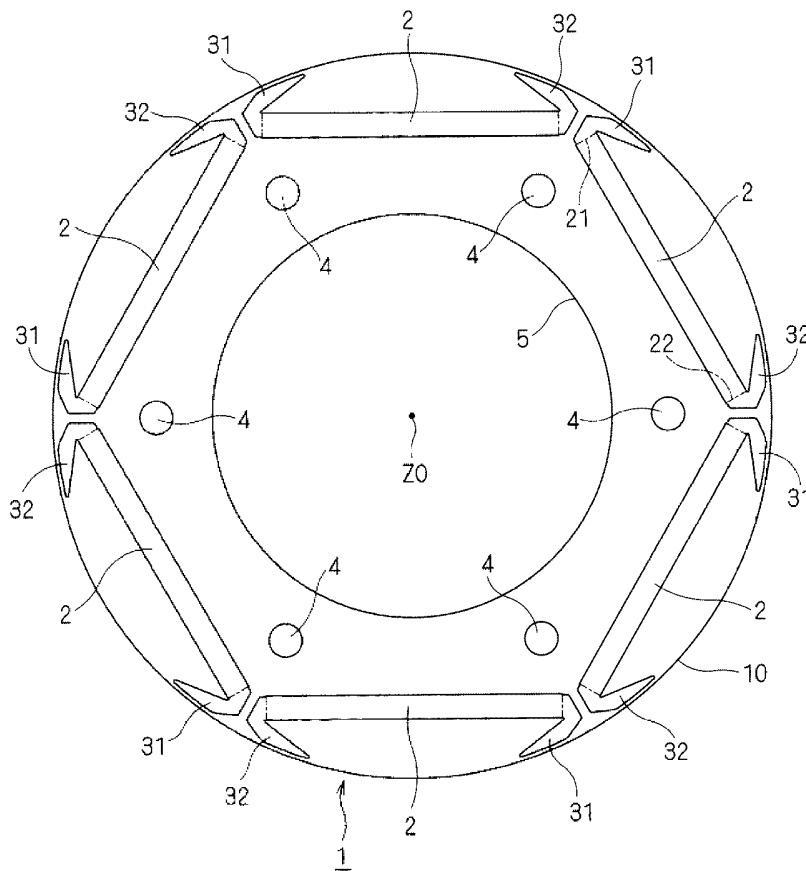
(10) 国際公開番号
WO 2006/092921 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/27 (2006.01) H02K 21/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/301671
- (22) 国際出願日: 2006年2月1日 (01.02.2006)
- (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2005-053669 2005年2月28日 (28.02.2005) 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): 西嶋清隆 (NISHIJIMA, Kiyotaka) [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: 吉田茂明, 外(YOSHIDA, Shigeaki 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC BODY, ROTOR, MOTOR

(54) 発明の名称: 磁性体、回転子、電動機



(57) Abstract: A magnetic body (1) has air gaps (31, 32) provided, respectively, at first ends (21, 22) of a field magnet through hole (2). The air gaps (31, 32) extend to second ends (22, 21) by passing by the periphery (10) in stead of the field magnet through hole (2). Accordingly, it is possible to make radial dimension of the magnetic body (1) at that portion smaller than that in the center of the magnetic pole and reduce a difference of thickness in the radial direction (100) of the magnetic body between the boundary of magnetic poles and the magnetic poles. Thus, torque ripple can be suppressed without requiring asymmetry in the profile of the rotor and without requiring a concave outer surface.

(57) 要約: 本発明では界磁磁石貫通孔(2)の一方の端(21, 22)にそれぞれ設けられた空隙(31, 32)は、界磁磁石貫通孔(2)よりも周縁10側を通してそれぞれ他方の端(22, 21)へと延びるので、この部分における磁性体(1)の径方向の寸法を磁極中心よりも小さくし、磁極の境界と磁極とで磁性体の径方向(100)の厚みの差を低減できる。よって回転子の形状の非対称性を必須とせず、外面を凹ませる必要もなく、トルクリプルを軽減する。

くし、磁極の境界と磁極とで磁性体の径方向(100)の厚みの差を低減できる。よって回転子の形状の非対称性を必須とせず、外面を凹ませる必要もなく、トルクリプルを軽減する。

WO 2006/092921 A1



SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

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,
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, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

磁性体、回転子、電動機

技術分野

[0001] この発明は電動機、特に回転子の構造に関する。

背景技術

[0002] 従来から電動機のトルクリプルを軽減する技術が提案されている。例えば下記の特許文献には種々の工夫が開示されている。

[0003] 特許文献1には回転子にスキューを設ける技術が、特許文献2には固定子にスキューを設ける技術が、それぞれ開示されている。しかし生産性の観点からはスキューを設けることは望ましくない。

[0004] 特許文献3では回転子の磁極間に存在する磁束障壁の形状に着目し、そのなす角度を所定の値に設定したり、不等なピッチにすることで、トルクリプルの低減を図っている。

[0005] 特許文献4には、回転子の磁気障壁と外周との間に存在するブリッジの厚さを変化させた技術が、特許文献5では回転子の磁極の角度を所定の範囲に設定する技術が、特許文献6では回転子の磁気障壁の先端の角度を所定の範囲に設定する技術が、それぞれ例示されている。

[0006] 特許文献1:特許第3028669号公報

特許文献2:特開2001-8417号公報

特許文献3:特開平11-98731号公報

特許文献4:特開2000-217287号公報

特許文献5:特開2002-44888号公報

特許文献6:特開2004-180460号公報

[0007] しかし、特許文献3のように不等なピッチを採用すると、回転子が磁極の境界に対して周方向に非対称な形状を必須とする。これは磁束の流れ方が磁極によって異なることを招き、振動や騒音の発生の観点からは望ましくない。

[0008] 特許文献4ではブリッジの厚さが磁極の境界近傍で薄くなっているため、回転子の

磁極の境界と磁極の中心とで磁性体の径方向の厚みの差は軽減されておらず、トルクリプルの十分な軽減には至れない。また回転子の外面を凹ませる態様も例示されているが、この形状では風損や風切り音の発生の観点からは望ましくない。

[0009] 特許文献5、特許文献6で紹介された技術は回転子の形状の非対称性を必須とせず、外面を凹ませる必要もないものの、回転子の磁極の境界と磁極の中心とで磁性体の径方向の厚みの差は軽減されておらず、まだなおトルクリプルの十分な軽減には至っていない。

発明の開示

[0010] 本発明は、回転子の形状の非対称性を必須とせず、外面を凹ませる必要もなく、更にトルクリプルを軽減することを目的とする。

[0011] この発明にかかる磁性体(1)の第1の態様は、周縁(10)と、周方向で環状に配置され、それぞれが周方向に一对の端(21, 22)を有する複数の界磁磁石貫通孔(2)と、前記一对の端に設けられた一对の空隙(31, 32)とを備える。そして、一の前記界磁磁石貫通孔の前記端の一方(21)に設けられた前記空隙(31)は、(i)当該界磁磁石貫通孔よりも前記周縁側を通して当該端の他方(22)へと延び、(ii)当該空隙は、当該端の前記他方側から周方向に沿って同一の第1距離(L1)で前記周縁と離隔する第1部分(311)と、前記第1部分から当該端の前記一方側で隣接する他の前記界磁磁石貫通孔へ向かうに従って前記周縁との距離が漸増する第2部分(312)とを有する。前記空隙は、前記第2部分と前記界磁磁石貫通孔との間に設けられる第3部分(313)を更に有する。

[0012] この発明にかかる磁性体(1)の第2の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態様であって、一の前記空隙において、前記第1部分(311;321)の径方向の幅は前記第2部分(312;322)から周方向に遠ざかるにつれ漸減し、前記第1部分の前記第2部分とは反対側の端部(311t;321t)の角度(θ 3)が15~25度の間に選定される。

[0013] この発明にかかる磁性体(1)の第3の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態様又は第2の態様であって、隣接する前記界磁磁石貫通孔にそれぞれ属して隣接する一对の前記空隙(31;32)の一方(31)の前記第1部分(311)の前記第2部分(

312)とは反対側の端部(311t)と、前記一対の前記空隙の他方(32)の前記第1部分(321)の前記第2部分(322)とは反対側の端部(321t)との間は、前記周縁(10)の中心(Z0)から見て周方向に第1角度($\theta 1$)で広がる。前記空隙の前記一方(31)の前記第1部分(311)の前記第2部分(312)側の周縁側端部(311s)と、前記空隙の前記他方(32)の前記第1部分(321)の前記第2部分(322)側の周縁側端部(321s)との間は、前記中心から見て周方向に第2角度($\theta 2$)で広がる。そして前記第2角度は1乃至16度の間に選定され、前記第1角度及び前記第2角度は図6に示す曲線L11, L12, L20で囲まれる範囲内に選定される。

- [0014] この発明にかかる磁性体(1)の第4の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態様乃至第3の態様のいずれかであって、前記第2部分(312;322)の前記第3部分(313;323)側の周縁側端部(312s;322s)と前記の周縁(10)とは第2距離(L2)で離隔する。そして前記第1距離は0.4~2.0mmに選定され、前記第2距離は前記第1距離の0.80倍よりも1.0mm以上大きく、前記第1距離の0.75倍に3.7mmを加えた長さ以下に選定される。
- [0015] この発明にかかる磁性体(1)の第5の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態様乃至第4の態様のいずれかであって、前記第2部分(312;322)と前記周縁(10)との距離は周方向において直線状に変化する。
- [0016] この発明にかかる磁性体(1)の第6の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態様乃至第4の態様のいずれかであって、前記第2部分(312;322)と前記周縁(10)との距離は周方向において曲線状に変化する。
- [0017] この発明にかかる磁性体(1)の第7の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態様乃至第4の態様のいずれかであって、前記第2部分(312;322)と前記周縁(10)との距離は周方向において階段状に変化する。
- [0018] この発明にかかる磁性体(1)の第8の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態様乃至第7の態様のいずれかであって、隣接する前記界磁磁石貫通孔にそれぞれ属して隣接する一対の前記空隙(31;32)の前記第3部分(313, 323)同士は、離隔して隣接する。
- [0019] この発明にかかる磁性体(1)の第9の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態

様乃至第7の態様のいずれかであって、隣接する前記界磁磁石貫通孔(2)にそれぞれ属して隣接する一対の前記空隙(31;32)の前記第3部分(313, 323)同士が連通する。

[0020] この発明にかかる磁性体(1)の第10の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態様乃至第9の態様のいずれかであって、前記空隙の前記第3部分(313, 323)と前記界磁磁石用貫通孔(2)とが連通する。

[0021] この発明にかかる磁性体(1)の第11の態様は、この発明にかかる磁性体の第10の態様であって、前記空隙(31, 32)は、前記第3部分(313, 323)の前記界磁磁石用貫通孔(2)側に凹部(310, 320)を更に有する。

[0022] この発明にかかる磁性体(1)の第12の態様は、この発明にかかる磁性体の第1の態様乃至第9の態様のいずれかであって、前記空隙の前記第3部分(313, 323)と前記界磁磁石用貫通孔(2)とは離隔して隣接する。

[0023] この発明にかかる回転子(100)は、この発明にかかる磁性体(1)の第1の態様乃至第12の態様のいずれかと、前記界磁磁石用貫通孔(2)に貫挿される界磁磁石(6)とを備える。

[0024] この発明にかかる電動機は、この発明にかかる回転子(100)と、前記回転子に対して所定の間隔を介して前記周縁(10)側に設けられた固定子(200)とを備える。

[0025] この発明にかかる磁性体の第1乃至第12の態様によれば、当該磁性体単体で、あるいは複数を積層して、界磁磁石貫通孔に界磁磁石を貫挿し、以て埋込磁石型の回転子を構成することができる。第2部分と周縁との間にある磁性体は、隣接する界磁磁石によってできる磁極の境界近傍において、周方向に沿って境界へと近づくにつれて径方向の寸法が漸増する。よって当該境界における磁性体の径方向の寸法を大きくでき、磁極の境界と中心とで磁性体の径方向の厚みの差を低減できる。かかる構造により、トルクリップルが軽減される。

[0026] しかも界磁磁石貫通孔の一方の端に設けられた空隙は、界磁磁石貫通孔よりも周縁側を通して他方の端へと延びるので、この部分における磁性体の径方向の寸法を磁極中心よりも小さくし、磁極の境界と磁極とで磁性体の径方向の厚みの差を低減できる。

- [0027] よって回転子の形状の非対称性を必須とせず、外面を凹ませる必要もなく、更にトルクリプルを軽減する。
- [0028] 中でもこの発明にかかる磁性体の第2の態様によれば、界磁磁石貫通孔に界磁磁石を貫挿した埋込磁石型の回転子を適用した電動機のトルクリプルを良好に軽減することができる。
- [0029] 中でもこの発明にかかる磁性体の第3の態様によれば、界磁磁石貫通孔に界磁磁石を貫挿した埋込磁石型の回転子を、36スロット6極電動機に適用して、当該電動機のトルクリプルを良好に軽減することができる。
- [0030] 中でもこの発明にかかる磁性体の第4の態様によれば、界磁磁石貫通孔に界磁磁石を貫挿した埋込磁石型の回転子を適用した電動機のトルクリプルを良好に軽減することができる。
- [0031] 中でもこの発明にかかる磁性体の第8の態様によれば、空隙が設けられた近傍での機械的強度が高められる。
- [0032] 中でもこの発明にかかる磁性体の第11の態様によれば、界磁磁石用貫通孔に貫挿される界磁磁石の位置決めが容易である。
- [0033] 中でもこの発明にかかる磁性体の第12の態様によれば、空隙が設けられた近傍での機械的強度が高められる。
- [0034] この発明にかかる回転子によれば、第2部分と周縁との間にある磁性体は、隣接する界磁磁石によってできる磁極の境界近傍において、周方向に沿って境界へと近づくにつれて径方向の寸法が漸増する。よって当該境界における磁性体の径方向の寸法を大きくでき、磁極の境界と中心とで磁性体の径方向の厚みの差を低減できる。かかる構造により、トルクリプルが軽減される。
- [0035] しかも界磁磁石貫通孔の一方の端に設けられた空隙は、界磁磁石貫通孔よりも周縁側を通して他方の端へと延びるので、この部分における磁性体の径方向の寸法を磁極中心よりも小さくし、磁極の境界での磁性体の径方向の厚みの段差を低減できる。
- [0036] この発明にかかる電動機によれば、そのトルクリプルが軽減される。
- [0037] 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

- [0038] [図1]本発明の第1の実施の形態にかかる磁性体の構成を示す平面図である。
- [図2]本発明の第1の実施の形態にかかる回転子の構造を示す断面図である。
- [図3]本発明の第1の実施の形態にかかる回転子の構造を示す断面図である。
- [図4]本発明の第1の実施の形態にかかる回転子の構造を示す断面図である。
- [図5]本発明の第1の実施の形態にかかる回転子と固定子コアとを備えた電動機の断面形状を示す断面図である。
- [図6]トルクリプル率の角度 $\theta 3$ に対する依存性を示すシミュレーショングラフである。
- [図7]トルクリプル率の角度 $\theta 1$, $\theta 2$ に対する依存性を示すシミュレーショングラフである。
- [図8]トルクリプル率が距離 $L1$, $L2$ に依存して減少する様子を示すシミュレーショングラフである。
- [図9]トルクを示すグラフである。
- [図10]ロータ表面力接線成分の回転角度 ϕA における関係を示すグラフである。
- [図11]ロータ表面力接線成分の回転角度 ϕA における関係を示すグラフである。
- [図12]ロータ表面力接線成分の回転角度 ϕA における関係を示すグラフである。
- [図13]回転子と固定子における磁束ベクトルを示すシミュレーションを示す断面図である。
- [図14]回転子と固定子における磁束ベクトルを示すシミュレーションを示す断面図である。
- [図15]ロータ表面力接線成分の回転角度 ϕB における関係を示すグラフである。
- [図16]ロータ表面力接線成分の回転角度 ϕB における関係を示すグラフである。
- [図17]ロータ表面力接線成分の回転角度 ϕB における関係を示すグラフである。
- [図18]回転子と固定子における磁束ベクトルを示すシミュレーションを示す断面図である。
- [図19]回転子と固定子における磁束ベクトルを示すシミュレーションを示す断面図である。

[図20]本発明の第2の実施の形態にかかる回転子の構造を示す断面図である。

[図21]本発明の第3の実施の形態にかかる回転子の構造を示す断面図である。

[図22]本発明の第4の実施の形態にかかる回転子の構造を示す断面図である。

[図23]本発明の第4の実施の形態の変形にかかる回転子の構造を示す断面図である。

[図24]本発明の第5の実施の形態にかかる回転子100の構造を部分的に示す断面図である。

[図25]本発明の第5の実施の形態にかかる回転子100の構造を部分的に示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0039] 第1の実施の形態.

<基本的な形状の説明>

図1は本発明の第1の実施の形態にかかる磁性体1の構成を示す平面図である。但し、当該磁性体1は、後述のように、埋込磁石型の回転子に資することができる。また磁性体1は紙面に垂直な方向に延在してもよいし、紙面に垂直な方向に薄くてもよい。前者の場合は、例えば圧粉鉄心で形成して回転子のコアとして採用することができる。後者の場合には、例えば鋼板を採用して形成し、相互に積層して回転子のコアとして採用することができる。その場合、図1は当該コアの断面図として把握できる。中心Z0は回転子のコアの回転軸に相当する。

[0040] 磁性体1は環状を呈する周縁10を備え、ここでは周縁10が外周として円形を呈している場合が例示されている。但し必ずしも真円である必要はなく、設計上の変更は適宜に可能である。上述の回転子を得た場合、当該回転子の周縁10に対向して電機子たる固定子を設けて、電動機を構成することが可能である。周縁10が内周側に設けられる場合には固定子は当該回転子の内側に配置されることになる(図示省略)。

[0041] 磁性体1は、周方向で環状に配置され、それぞれが周方向に一对の端21, 22を有する界磁磁石貫通孔2が複数個、ここでは6個設けられている。またいずれの界磁磁石貫通孔2においても、端21, 22にはそれぞれ空隙31, 32が設けられている。

- [0042] なお、磁性体1が複数積層される場合には締結具を貫挿するための締結用孔4が設けられることが望ましい。以下の説明では図示しているが、必須の構成要件ではなく、例えば磁性体1同士をカシメにより結合する場合や、磁性体1を圧粉鉄心で形成する回転子のコアとして形成する場合には不要である。
- [0043] また回転子の軸が貫挿される軸孔5も、磁性体1の中心に設けられた場合が図示されている。これも必須の構成要件ではなく、例えば軸方向の端において端板を設け、当該端板に回転軸を設ける場合には不要である。
- [0044] 図2は回転子100の構造を示す断面図であり、回転軸Z0に垂直な断面を示している。回転子100は、図1に示された磁性体1の、あるいはその複数を積層したものの、界磁磁石貫通孔2に界磁磁石6を貫挿して得られる。
- [0045] 界磁磁石6は周縁10側(ここでは外周側)とその反対側(ここでは内周側)とにそれぞれ異なる磁極面を呈する。ここで例示された回転子100の極対数は3であり、隣接する界磁磁石6同士は、周縁10に向けて異なる極性の磁極面を呈している。
- [0046] 図3は回転子100の磁極境界近傍を拡大して示す断面図であり、図4は磁極境界近傍で相互に隣接する空隙31、32の近傍を更に拡大して示す断面図である。
- [0047] ある界磁磁石貫通孔2の空隙31は、それが設けられた端21を有する界磁磁石貫通孔2(界磁磁石6が界磁磁石貫通孔2に貫挿されている場合には、今着目している空隙31が設けられた界磁磁石貫通孔2に貫挿された界磁磁石6:図4では当該端21は右側の界磁磁石6の磁極面61、62以外の端63に一致する)よりも周縁10側を通過して、同じ界磁磁石貫通孔2の端22へと延びる。
- [0048] 図4をも参照して、空隙31は第1部分311、第2部分312、第3部分313を有している。第1部分311は、その属する空隙31が設けられた端21を有する界磁磁石貫通孔2の端22側から、周方向に沿って、同一の距離L1で周縁10と離隔する。
- [0049] 第2部分312は、第1部分311から端21の側(図4では右側の界磁磁石6の端部63側)で隣接する他の界磁磁石貫通孔2へ向かうに従って周縁10との距離が漸増する。第3部分313は、第2部分312と界磁磁石貫通孔2との間に設けられる。第2部分312の、第3部分313側の周縁10側の端部312sと周縁10とは距離L2で離れている。
- [0050] 同様に、ある界磁磁石貫通孔2の空隙32は、それが設けられた端22を有する界磁

磁石貫通孔2(界磁磁石6が界磁磁石貫通孔2に貫挿されている場合には、今着目している空隙32が設けられた界磁磁石貫通孔2に貫挿された界磁磁石6:図4では当該端22は左側の界磁磁石6の磁極面61, 62以外の端63に一致する)よりも周縁10側を通過して、同じ界磁磁石貫通孔2の端21へと延びる。

- [0051] 空隙32は第1部分321、第2部分322、第3部分323を有している。第1部分321は、その属する空隙32が設けられた端22を有する界磁磁石貫通孔2の端21側から、周方向に沿って、同一の距離L1で周縁10と離隔する。
- [0052] 第2部分322は、第1部分321から端22の側(図4では左側の界磁磁石6の端部63側)で隣接する他の界磁磁石貫通孔2へ向かうに従って周縁10との距離が漸増する。第3部分323は、第2部分322と界磁磁石貫通孔2との間に設けられる。第2部分322の、第3部分323側の周縁10側の端部322sと周縁10とは距離L2で離れている。
- [0053] 空隙31, 32は、第3部分313, 323の界磁磁石用貫通孔2側に、それぞれ凹部310, 320を有している。これは界磁磁石用貫通孔2に貫挿される界磁磁石6の位置決めを容易とする。
- [0054] このようにして、磁性体1単体で、あるいは複数を積層して、界磁磁石貫通孔2に界磁磁石6を貫挿し、以て埋込磁石型の回転子100を構成することができる。
- [0055] 図5は回転子100と36スロット6極の固定子コア200とを備えた電動機の断面形状を示す断面図である。回転子100及び固定子200の磁極の境界を、それぞれ径方向に延びた6個の直線で示し、かつ回転子100から発生した磁束の分布をも併記した。図5では回転子100の中央の穴に磁性材からなる回転軸を貫挿した場合を示している。
- [0056] 第2部分312, 322と周縁10との間にある磁性体1は、隣接する界磁磁石6によってできる磁極の境界近傍において、周方向に沿って境界へと近づくにつれて径方向の寸法が距離L1から距離L2へと漸増する。よって当該境界における磁性体1の径方向の寸法を大きくでき、磁極の境界と中心とで磁性体1の径方向の厚みの差を低減できる。かかる構造により、トルクリプルが軽減される。
- [0057] しかも界磁磁石貫通孔2の端21, 22にそれぞれ設けられた空隙31, 32は、界磁磁石貫通孔2よりも周縁10側を通過してそれぞれ端22, 21へと延びるので、この部分

における磁性体1の径方向の寸法を磁極中心よりも小さくし、磁極の境界での磁性体1の径方向の厚みの段差を低減できる。

[0058] 本件発明は、距離L2が距離L1よりも大きいという特徴において特許文献5や特許文献6と大きく異なるものの、特許文献5や特許文献6の利点、即ち回転子の形状の非対称性を必須とせず、外面を凹ませる必要もなくトルクリプルを改善する点を楽しむことができる。しかも当該特徴は上述の特有の効果、即ち磁極の境界と中心とで磁性体1の径方向の厚みの差を低減することに由来する、更なるトルクリプルの改善を招来する。

[0059] <好適な形状>

さて、空隙31, 32についてのより好ましい形状について説明する。図4を参照して、空隙31において、第1部分311の径方向の幅は第2部分312から周方向に遠ざかるにつれ漸減し、第1部分311の第2部分312とは反対側の端部311tは角度 θ_3 をなす。同様に、空隙32において、第1部分321の径方向の幅は第2部分322から周方向に遠ざかるにつれ漸減し、第1部分321の第2部分322とは反対側の端部321tは角度 θ_3 をなす。

[0060] 空隙31の第1部分311の端部311tと、当該空隙31と最も近く隣接する空隙32の第1部分321の端部321tとの間は、周縁10の中心たる中心軸Z0から見て周方向に角度 θ_1 で広がる(図3及び図4を参照)。

[0061] また、空隙31の第1部分311の第2部分312側の周縁10側の端部311sと、当該空隙31と最も近く隣接する空隙32の第1部分321の第2部分322側の周縁10側端部321sとの間は、中心軸Z0から見て周方向に角度 θ_2 で広がる(図3及び図4を参照)。

[0062] 図6はL1=0.7mm、L2=3.2mm、 $\theta_1=25^\circ$ 、 $\theta_2=7.5^\circ$ とした場合の、回転子100と固定子200を備えた電動機のトルクリプル率(トルクの最大値と最小値との差の、トルクの平均値に対する百分率)の角度 θ_3 に対する依存性を示すシミュレーショングラフである。 $\theta_3=15\sim 25^\circ$ においてほぼ10%以下にトルクリプル率を抑制できる。なお、相互に最も隣接する第3部分313, 323の間でリブとして機能する磁性体は中心軸Z0に対して 1.1° で広がる場合を例に採っている。

- [0063] ちなみに、特許文献6に記載の技術に近づけるために、 $L1=L2=0.7\text{mm}$ 、 $\theta 1=25^\circ$ 、 $\theta 3=22^\circ$ の条件下では、トルクリプル率は20.8%であった。なお、 $L1=L2$ であるので、第2部分のように周縁10との距離が周方向にそって漸次変化する領域が存在せず角度 $\theta 2$ は定義できない。この場合、空隙31、32はリブとして機能する磁性体をその両側から挟み、かつ周縁10との間に距離 $L1$ を保ちつつ角度 $\theta 1$ で広がることになる。
- [0064] これに対して、 $L1$ 、 $\theta 1$ 、 $\theta 3$ の値をそのままにし、 $L2=3.2\text{mm}$ まで増大させた場合(これに伴って $\theta 2=7.5^\circ$ となる)にはトルクリプル率は8.1%にまで低下した。これにより特許文献6に記載の技術よりも本実施の形態の方がトルクリプル率が改善されていることがわかる。
- [0065] 図7はトルクリプル率の角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ に対する依存性を示すシミュレーショングラフであり、トルクリプル率は等高線で示している。図7中の二桁の数値はトルクリプル率をパーセントで表した数値であり、その横にある曲線が、当該トルクリプル率を与える角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ の座標を結んでいる。トルクリプル率が10%を示す等高線の内側の短線は、当該短線がある領域の方が、トルクリプル率が小さいことを示している。つまり、トルクリプル率が10%を示す等高線の内側にはトルクリプル率が10%を超えて大きな領域が存在しないことを示している。
- [0066] 二点鎖線は図7のグラフを得るためのシミュレーションの範囲を示している。また図6と同様に、 $L1=0.7\text{mm}$ 、 $L2=3.2\text{mm}$ に設定した。
- [0067] 図3から理解されるように、単に角度 $\theta 1$ を大きくすると、角度 $\theta 3$ は小さくなってしまふ。そこでシミュレーションにおいては角度 $\theta 3$ を、図6においてトルクリプル率を良好にする範囲($15\sim 25^\circ$)に保たせている。具体的には、 $\theta 1=40^\circ$ では $\theta 3=18.4^\circ$ 、 $\theta 1=30^\circ$ では $\theta 3=19.9^\circ$ 、 $\theta 1=25^\circ$ では $\theta 3=22.2^\circ$ 、 $\theta 1=20^\circ$ では $\theta 3=19.8\sim 22.0^\circ$ 、 $\theta 1=15$ では $\theta 3=17.8\sim 20.1^\circ$ とした。また $\theta 1=35^\circ$ のとき、 $\theta 3=18.4\sim 19.9^\circ$ である。
- [0068] 上述の通り、 $L1=L2=0.7\text{mm}$ 、 $\theta 1=25^\circ$ 、 $\theta 3=22^\circ$ の場合が特許文献6に記載の技術に近く、トルクリプル率は20.8%であった。このときの $L1$ 、 $\theta 1$ 、 $\theta 3$ の条件は、図7において最良の結果を示す範囲内にある(トルクリプル率が10%を示す等

高線の内側にある)。よって $\theta 1$ 、 $\theta 2$ の好適な値を得る条件として、トルクリプル率が20.8%よりも小さいことを、実際には簡単のためこれを近似して20%以下となることを、採用する。

- [0069] $\theta 1$ の上限値は曲線L11, L12で、下限値は曲線L20で、それぞれ規定される。 $\theta 2$ の上限値及び下限値は、それぞれ 16° 及び 1° であり、シミュレーションの境界から決定した。
- [0070] 曲線L11はトルクリプル率が20%となる曲線のうち $\theta 1$ の大きい方の一部である。曲線L11の左端は $\theta 1=33^\circ$ 及び $\theta 2=1^\circ$ の座標で決定されており、右端は $\theta 1=31^\circ$ 及び $\theta 2=14^\circ$ の座標で決定されている。曲線L12は $\theta 1=31^\circ$ 及び $\theta 2=14^\circ$ の座標を左端とし、ここにおいて曲線L11と連結している。また曲線L12は $\theta 2=14\sim 15^\circ$ においては $\theta 1=31^\circ$ に対応しており、 $\theta 2=15\sim 16^\circ$ においては $\theta 1$ が大きい方のシミュレーションの境界に対応している。
- [0071] 曲線L12はトルクリプル率が20%を示す曲線L11, L20と、トルクリプル率が15%を示す曲線との間に存在するので、また、曲線L11, L20の間にはトルクリプル率が25%を示す曲線が存在しない。
- [0072] 以上のことから、 $\theta 1=1\sim 16^\circ$ 、かつ $\theta 1$ 、 $\theta 2$ が図6に示す曲線L11, L12, L20で囲まれる範囲内に選定されることにより、トルクリプル率を20%以下とできること、即ち特許文献6に記載の技術よりも本実施の形態の方がトルクリプル率が改善されていることがわかる。
- [0073] なお、図6で示されたシミュレーショングラフにおいて採用された $\theta 1=25^\circ$ 、 $\theta 2=7.5^\circ$ の条件は、図7において最良の結果を示す範囲内にある。
- [0074] 図8は回転子100と固定子200を備えた電動機のトルクリプル率が距離L1, L2に依存して減少する様子を示すシミュレーショングラフである。
- [0075] 図8中の二桁の数値はトルクリプル率が、L1=L2の場合と比較した減少率をパーセントで表した数値であり、その横にある曲線が、当該減少率を与える距離L1, L2の座標を結んでいる。減少率が40%を示す等高線の内側の短線は、当該短線がある領域の方が、減少率が小さいことを示している。つまり、減少率が40%を示す等高線の内側には減少率が40%を超えて大きな領域が存在しないことを示している。

[0076] 二点鎖線は図8のグラフを得るためのシミュレーションの範囲を示している。また $\theta 1 = 24^\circ$ 、 $\theta 2 = 7.5^\circ$ ($L1=L2$ の場合には定義されない)、 $\theta 3 = 21^\circ$ とした。これらの角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ は、図6及び図7に鑑みて、ほぼ最適な値を採っている。

[0077] 距離 $L1$ は、回転子100の機械的強度を考慮すると薄くすることは望ましくない。他方、界磁磁石6の磁極面同士での磁束の短絡防止を考慮すると厚いことは望ましくない。これらの観点から、距離 $L1$ は0.4~2.0mmに選定されることが望ましい。距離 $L1$ が上限値2.0mmをとる近傍において、距離 $L2$ がほぼ2.6~4.5mmの間では距離 $L2$ に対する減少率の依存性が低いこと、及びシミュレーション範囲に鑑み、 $0.80 \cdot L1 + 1.0 \sim 0.75 \cdot L1 + 3.7$ (mm)に距離 $L2$ を選定することが望ましい。これにより、 $L1=L2$ の場合と比較して、トルクリプル率について、ほぼ4割以上の軽減を得ることができる。かかる望ましい範囲は図8において網掛けにて示した。

[0078] <効果が得られる理由についての考察>

さて次に、トルクリプル率が軽減される理由についての考察を簡単に説明する。図9はトルクを示すグラフである。曲線T1は、 $L1=L2=0.7$ mm、 $\theta 1=25^\circ$ 、 $\theta 3=22^\circ$ を採用した回転子と、36スロット6極の固定子200とを用いた電動機のトルクを示すグラフである。曲線T2は本実施の形態にかかる電動機のトルクを示し、 $L1=0.7$ mm、 $L2=3.2$ mm、 $\theta 1=25^\circ$ 、 $\theta 2=7.5^\circ$ 、 $\theta 3=22^\circ$ に設定されている。両者のトルクの平均トルクは等しく設定されている。

[0079] 但し図9では磁極一つ分、即ち機械角として $360^\circ / 6 = 60^\circ$ の間隔のみを例示している。回転角度は、回転子の磁極の境界と固定子の磁極の境界とが一致した状態を 0° としている(図5の径方向に延びる直線を参照)。

[0080] 曲線T1よりも曲線T2の方が変動は小さく、即ちトルクリプル率は小さい。より具体的には曲線T1は回転角度 ϕA 、 ϕB で、それぞれ最大値及び最小値を採る。曲線T2も回転角度 ϕA 、 ϕB の近傍で極大値、極小値を採る。しかし曲線T1の最大値と比較して曲線T2の極大値は小さく、曲線T1の最小値と比較して曲線T2の極小値は大きい。

[0081] これをより詳細に検討するため、回転子の表面に働く電磁力の接線成分(「ロータ表面力接線成分」と称す)と、回転子の位置角度(磁極境界を 0° とする)との関係を

グラフにした。図10乃至図12は回転角度 ϕ Aにおける関係を示し、図15乃至図17は回転角度 ϕ Bにおける関係を示した。

- [0082] 図10は磁極一つ分(ここでは回転子の極対数が3であるため、 $360^\circ / 3 / 2 = 60^\circ$)の、図11は $0 \sim 10^\circ$ 近傍の、図12は $50 \sim 60^\circ$ 近傍の、それぞれロータ表面力接線成分を示している。曲線F1A, F2Aはそれぞれ図9において曲線T1, T2を与える電動機におけるロータ表面力接線成分を示す。
- [0083] 回転角度 ϕ Aにおいて、位置角度が $7 \sim 40^\circ$ 近傍では曲線F1A, F2Aはいずれもほぼ零であり、ロータ表面力接線成分は二つの電動機の間で殆ど相違しない。しかし図11及び図12に示された位置角度では、曲線F1Aよりも曲線F2Aが、小さなロータ表面力接線成分を示していることがわかる。特に図12に示されるように位置角度が $55 \sim 58^\circ$ の領域においてその傾向は顕著である。
- [0084] 図13及び図14は、回転子と固定子における磁束ベクトルを示すシミュレーション結果であり、断面図に相当する。但し、シミュレーションを行うために、回転子と固定子とは複数の要素に細分されており、その要素の中心に磁束ベクトルの始点が配置されている。固定子の歯部201は、その回転子側に拡幅部202を備えている。
- [0085] 図13は回転子に $L1 = L2$ の構造が採用された場合を、図14は $L2 > L1$ の構造(即ち本発明にかかる回転子)が採用された場合を、それぞれ示す。図13、図14共に、径方向の鎖線JAが、ほぼ位置角度 56° の位置を示す。
- [0086] 図13と比較して図14では、鎖線JAで示された周方向の位置での磁束ベクトルは、周方向成分は殆ど変わらないものの、径方向成分が小さくなっている。これは、 $L2 > L1$ とすることにより、当該位置での磁束ベクトルが向かう方向と同じ向きの周方向側の磁性体が増厚し、換言すれば第2領域312と周縁10との間の磁性体量が図13に示された構造よりも多いからであると考えられる。即ち、図14に示された構造では図13に示された構造よりも、鎖線JAで示された周方向の位置での磁束ベクトルは、固定子の拡幅部202とは反対側へと向き易くなっているからであると考えられる。
- [0087] ロータ表面力接線成分は、磁束ベクトルの周方向成分と径方向成分の積に比例する。よって、磁束ベクトルの周方向成分が殆ど変わらないまま径方向成分が減少することにより、ロータ表面力接線成分は減少する。これが、図12に現れた曲線F2Aが

曲線F1Aに対して小さいことの原因であると考えられる。

- [0088] 図15は磁極一つ分(60°)の、図16は0~10°近傍の、図17は50~60°近傍の、それぞれロータ表面力接線成分を示している。曲線F1B, F2Bはそれぞれ図9において曲線T1, T2を与える電動機におけるロータ表面力接線成分を示す。
- [0089] 回転角度 ϕ_B において、位置角度が7~42°近傍では曲線F1B, F2Bはいずれもほぼ零であり、ロータ表面力接線成分は二つの電動機の間で殆ど相違しない。しかし図16及び図17に示された位置角度では、曲線F1Bよりも曲線F2Bが、大きなロータ表面力接線成分を示していることがわかる。特に図16に示されるように位置角度が0~5°の領域においてその傾向は顕著である。
- [0090] 図18及び図19は、回転子と固定子における磁束ベクトルを示すシミュレーション結果であり、回転角度が異なる以外は、図13及び図14と同様に示されている。図18は回転子に $L1=L2$ の構造が採用された場合を、図18は $L2>L1$ の構造(即ち本発明にかかる回転子)が採用された場合を、それぞれ示す。図18、図19共に、径方向の鎖線JBが、ほぼ位置角度4°の位置を示す。
- [0091] 図18と比較して図19では、鎖線JBで示された周方向の位置での磁束ベクトルは、周方向成分は殆ど変わらないものの、径方向成分が大きくなっている。これは、 $L2>L1$ とすることにより、当該位置での磁束ベクトルが向かう方向とは反対向きの周方向側の磁性体が増厚し、換言すれば第2領域322と周縁10との間の磁性体量が図18に示された構造よりも多いためであると考えられる。即ち、図19に示された構造では図18に示された構造よりも、鎖線JBで示された周方向の位置での磁束ベクトルは、固定子の拡幅部202側へと向き易くなっているからであると考えられる。
- [0092] よって、磁束ベクトルの周方向成分が殆ど変わらないまま径方向成分が増大することにより、ロータ表面力接線成分は増大する。これが、図12に現れた曲線F2Bが曲線F1Bに対して小さいことの原因であると考えられる。
- [0093] 以上のことをより定性的に考えると、次のように見ることもできる。即ち、図9に示されるように、回転子の磁極の境界近傍において磁性体が増厚していない場合($L1=L2$)と比較して、当該位置での磁性体を増厚すると、回転角度に対するトルクの依存性を緩和している。これは回転子の磁極の境界近傍において増厚した磁性体が、固

定子と回転子との間の磁束の流れの不規則性を改善しているからであると考えられる。

[0094] 第2の実施の形態.

図20は本発明の第2の実施の形態にかかる回転子100の構造を部分的に示す断面図である。もちろん、当該回転子100から界磁用磁石6を除いた構造も、本発明にかかる磁性体1として把握できる。

[0095] 本実施の形態における回転子100の特徴は、第2部分312, 322と周縁10との距離が周方向において曲線状に変化する点にあり、それ以外は第1の実施の形態に示された技術と同様である。このような構成であっても、第1の実施の形態で説明されたように、磁極の境界近傍において磁性体が増厚され、磁極の境界と中心とで磁性体の径方向の厚みの差を低減できる。よって第1の実施の形態と同様にトルクリプルを軽減することができる。もちろん、回転子100の形状の非対称性を必須とせず、外面を凹ませる必要もない。

[0096] 第3の実施の形態.

図21は本発明の第3の実施の形態にかかる回転子100の構造を部分的に示す断面図である。もちろん、当該回転子100から界磁用磁石6を除いた構造も、本発明にかかる磁性体1として把握できる。

[0097] 本実施の形態における回転子100の特徴は、隣接する界磁磁石貫通孔2にそれぞれ属して隣接する一对の第3部分313, 323同士が連通する点にあり、それ以外は第1の実施の形態に示された技術と同様である。このような構成であっても、第1の実施の形態で説明された作用、効果を得ることができることは明白である。また、第2の実施の形態に示された構造において、第3部分313, 323同士が連通してよい。

[0098] 但し、空隙31, 32近傍、即ち回転子の磁極境界近傍での機械的強度については、第3部分313, 323同士が離隔して隣接することが望ましい。

[0099] また、第3部分313, 323同士を連通させることにより、トルクリプルは幾分増大する。例えば、 $L1=0.7\text{mm}$ 、 $L2=3.2\text{mm}$ 、 $\theta 1=25^\circ$ 、 $\theta 2=7.5^\circ$ 、 $\theta 3=22^\circ$ とした場合、トルクリプル率は12.2%であり、第3部分313, 323同士が離隔して隣接する構成で得られたトルクリプル率8.1%と比較すると大きい。しかし $L1=L2=0.7$

mmである構成で得られたトルクリプル率20.8%と比較すると、依然、トルクリプル率の軽減という効果があることがわかる。

[0100] 第4の実施の形態.

図22は本発明の第4の実施の形態にかかる回転子100の構造を部分的に示す断面図である。もちろん、当該回転子100から界磁用磁石6を除いた構造も、本発明にかかる磁性体1として把握できる。

[0101] 本実施の形態における回転子100の特徴は、隣接する界磁磁石貫通孔2にそれぞれ属して隣接する一对の第3部分313, 323が、それぞれ界磁磁石貫通孔2と離隔している点にあり、それ以外は第1の実施の形態に示された技術と同様である。第3部分313, 323と界磁磁石貫通孔2の間には磁性体が、それぞれリブ314, 324として存在する。

[0102] このような構成であっても、第1の実施の形態で説明された作用、効果を得ることができることは明白である。また、第2の実施の形態に示された構造において、第3部分313, 323が界磁磁石貫通孔2と離隔してもよい。このような構造を採用することにより、機械的強度が増大する他、突起310, 320が不要となる利点がある。

[0103] 当該構造において、第3実施の形態に示されたように、第3部分313, 323同士を連通させてもよい。図23はそのように変形された構造を示す断面図である。

[0104] 第5の実施の形態.

図24及び図25は本発明の第5の実施の形態にかかる回転子100の構造を部分的に示す断面図である。もちろん、当該回転子100から界磁用磁石6を除いた構造も、本発明にかかる磁性体1として把握できる。

[0105] 本実施の形態における回転子100の特徴は、第2部分312, 322と周縁10との距離が周方向において階段状に変化する点にあり、それ以外は第1の実施の形態に示された技術と同様である。このような構成であっても、第1の実施の形態で説明された作用、効果を得ることができることは明白である。階段の数は図24、図25に示されるように適宜選択することができる。

[0106] 第2部分312, 322と周縁10との距離が周方向において階段状に変化することにより、トルクリプルは幾分増大する。例えば、 $L1=0.7\text{mm}$ 、 $L2=3.2\text{mm}$ 、 $\theta 1=25$

°、 $\theta 2=7.5^\circ$ 、 $\theta 3=22^\circ$ とした場合、トルクリプル率は13.2%であった。しかしなお、 $L1=L2=0.7\text{mm}$ である構成で得られたトルクリプル率20.8%と比較すると、トルクリプル率の軽減という効果があることがわかる。

[0107] 本実施の形態においても第3の実施の形態のように、隣接する界磁磁石貫通孔2にそれぞれ属して隣接する一对の第3部分313, 323同士を連通させる変形が可能である。また第4の実施の形態のように、第3部分313, 323が、それぞれ界磁磁石貫通孔2と離隔させる変形が可能である。

[0108] 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。

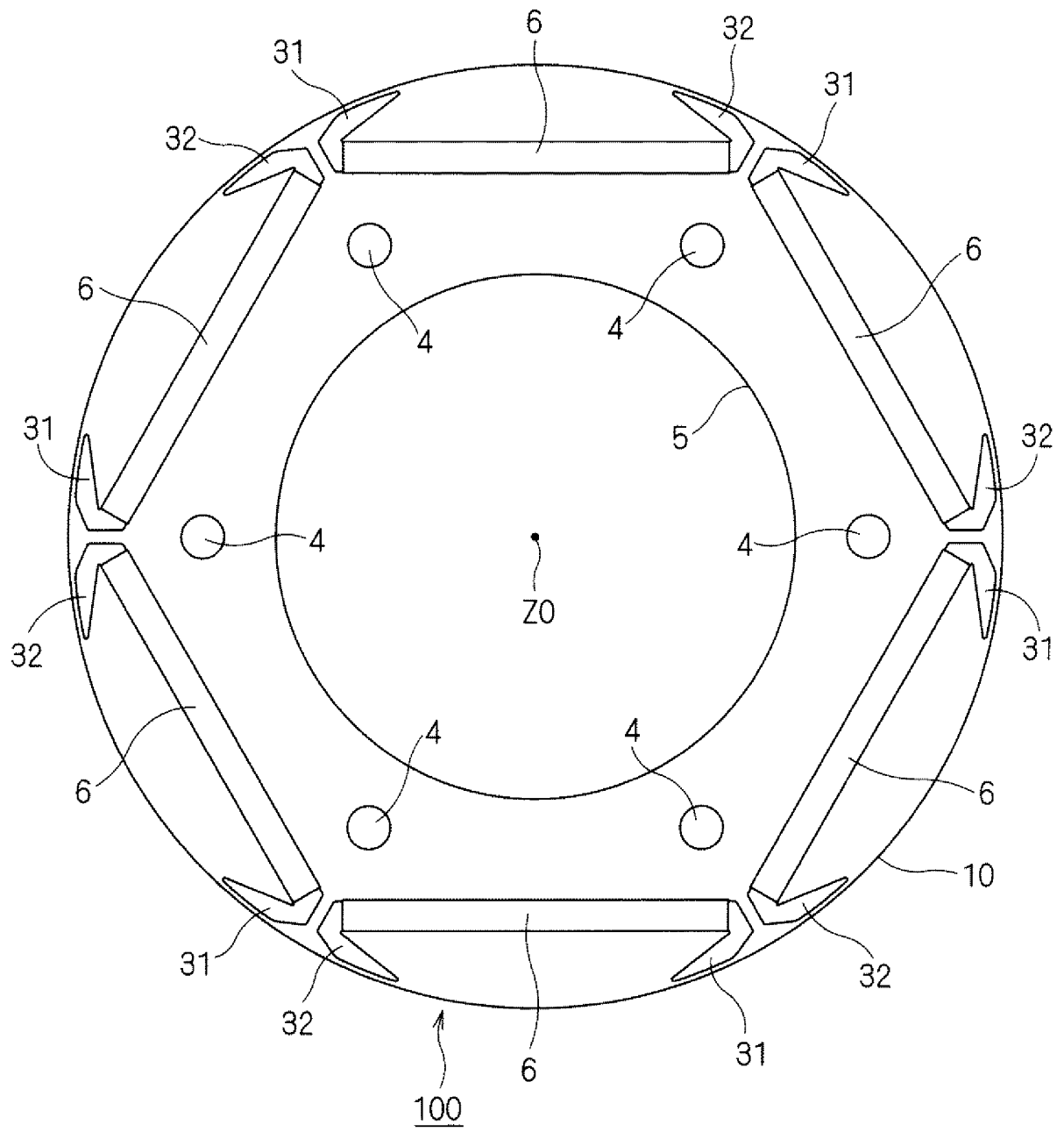
請求の範囲

- [1] 周縁(10)と、
周方向で環状に配置され、それぞれが周方向に一对の端(21, 22)を有する複数の界磁磁石貫通孔(2)と、
前記一对の端に設けられた一对の空隙(31, 32)と
を備え、
一の前記界磁磁石貫通孔の前記端の一方(21)に設けられた前記空隙(31)は、
(i)当該界磁磁石貫通孔よりも前記周縁側を通して当該端の他方(22)へと延び、
(ii)当該空隙は、当該端の前記他方側から周方向に沿って同一の第1距離(L1)で前記周縁と離隔する第1部分(311)と、前記第1部分から当該端の前記一方側で隣接する他の前記界磁磁石貫通孔へ向かうに従って前記周縁との距離が漸増する第2部分(312)とを有し、
前記空隙は、前記第2部分と前記界磁磁石貫通孔との間に設けられる第3部分(313)を更に有する磁性体(1)。
- [2] 一の前記空隙において、前記第1部分(311;321)の径方向の幅は前記第2部分(312;322)から周方向に遠ざかるにつれ漸減し、前記第1部分の前記第2部分とは反対側の端部(311t;321t)の角度($\theta 3$)が15~25度の間に選定される、請求項1に記載の磁性体(1)。
- [3] 隣接する前記界磁磁石貫通孔にそれぞれ属して隣接する一对の前記空隙(31;32)の一方(31)の前記第1部分(311)の前記第2部分(312)とは反対側の端部(311t)と、前記一对の前記空隙の他方(32)の前記第1部分(321)の前記第2部分(322)とは反対側の端部(321t)との間は、前記周縁(10)の中心(Z0)から見て周方向に第1角度($\theta 1$)で広がり、
前記空隙の前記一方(31)の前記第1部分(311)の前記第2部分(312)側の周縁側端部(311s)と、前記空隙の前記他方(32)の前記第1部分(321)の前記第2部分(322)側の周縁側端部(321s)との間は、前記中心から見て周方向に第2角度($\theta 2$)で広がり、
前記第2角度は1乃至16度の間に選定され、

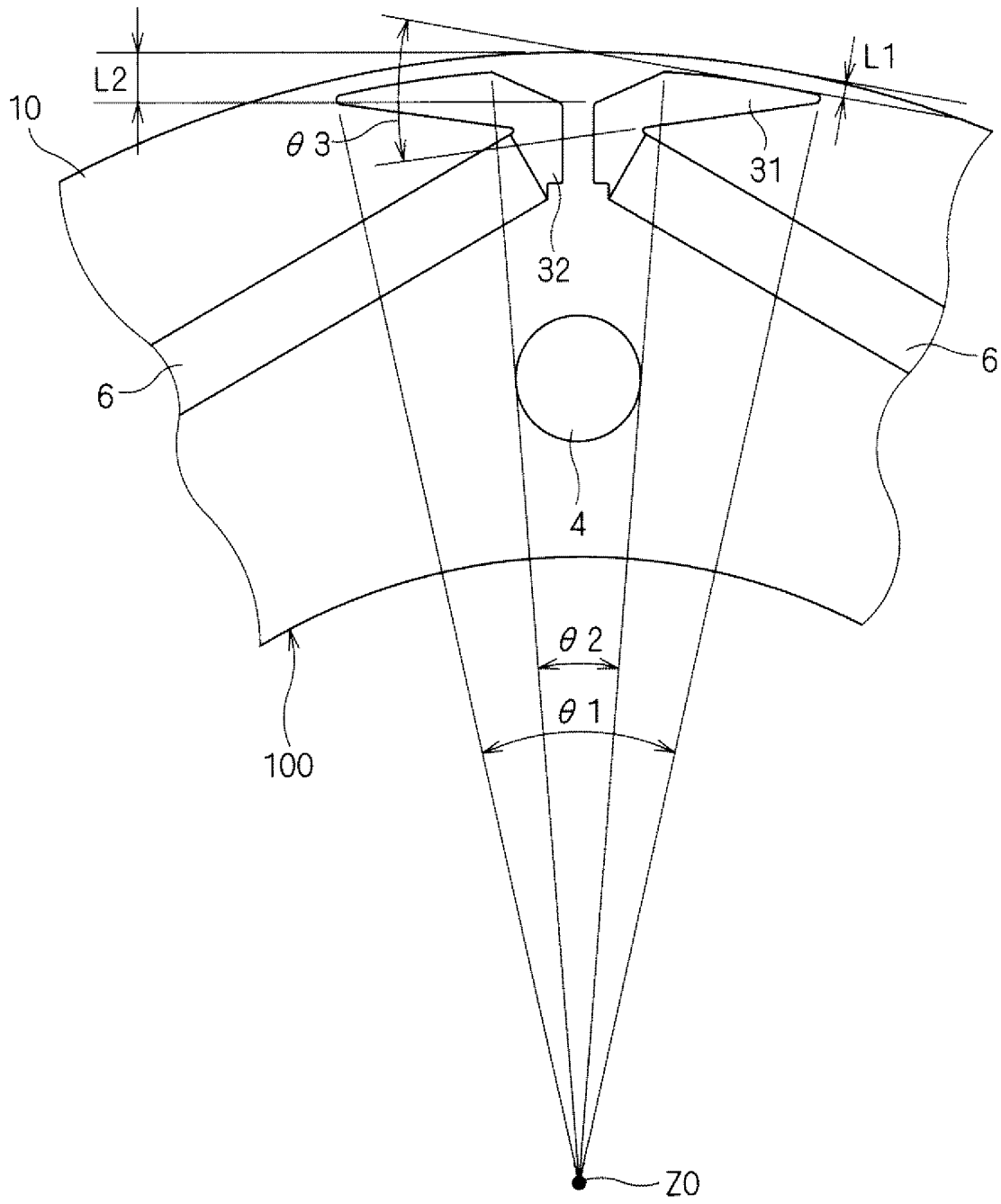
- 前記第1角度及び前記第2角度は図6に示す曲線L11, L12, L20で囲まれる範囲内に選定される、請求項2記載の磁性体(1)。
- [4] 前記第2部分(312;322)の前記第3部分(313;323)側の周縁側端部(312s;322s)と前記の周縁(10)とは第2距離(L2)で離隔し、
前記第1距離は0.4~2.0mmに選定され、
前記第2距離は前記第1距離の0.80倍よりも1.0mm以上大きく、前記第1距離の0.75倍に3.7mmを加えた長さ以下に選定される、請求項3記載の磁性体(1)。
- [5] 前記第2部分(312;322)と前記周縁(10)との距離は周方向において直線状に変化する、請求項1記載の磁性体(1)。
- [6] 前記第2部分(312;322)と前記周縁(10)との距離は周方向において曲線状に変化する、請求項1記載の磁性体(1)。
- [7] 前記第2部分(312;322)と前記周縁(10)との距離は周方向において階段状に変化する、請求項1記載の磁性体(1)。
- [8] 隣接する前記界磁磁石貫通孔にそれぞれ属して隣接する一対の前記空隙(31;32)の前記第3部分(313, 323)同士は、離隔して隣接する、請求項1記載の磁性体(1)。
- [9] 隣接する前記界磁磁石貫通孔(2)にそれぞれ属して隣接する一対の前記空隙(31;32)の前記第3部分(313, 323)同士が連通する、請求項1記載の磁性体(1)。
- [10] 前記空隙の前記第3部分(313, 323)と前記界磁磁石用貫通孔(2)とが連通する、請求項1記載の磁性体(1)。
- [11] 前記空隙(31, 32)は、前記第3部分(313, 323)の前記界磁磁石用貫通孔(2)側に凹部(310, 320)を更に有する、請求項10記載の磁性体(1)。
- [12] 前記空隙の前記第3部分(313, 323)と前記界磁磁石用貫通孔(2)とは離隔して隣接する、請求項1記載の磁性体(1)。
- [13] 請求項1乃至請求項12のいずれか一つに記載の磁性体(1)と、
前記界磁磁石用貫通孔(2)に貫挿される界磁磁石(6)と
を備える回転子(100)。
- [14] 請求項13記載の回転子(100)と、

前記回転子に対して所定の間隔を介して前記周縁(10)側に設けられた固定子(200)とを備える電動機。

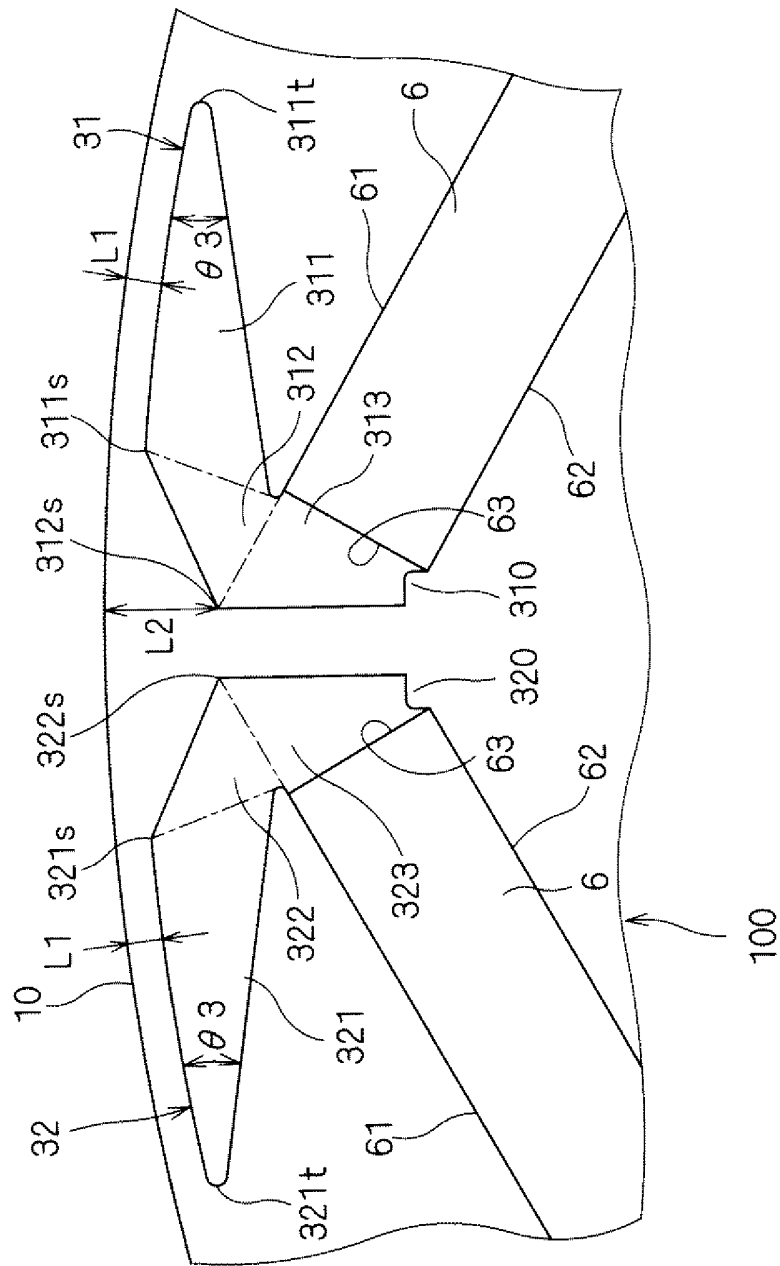
[図2]



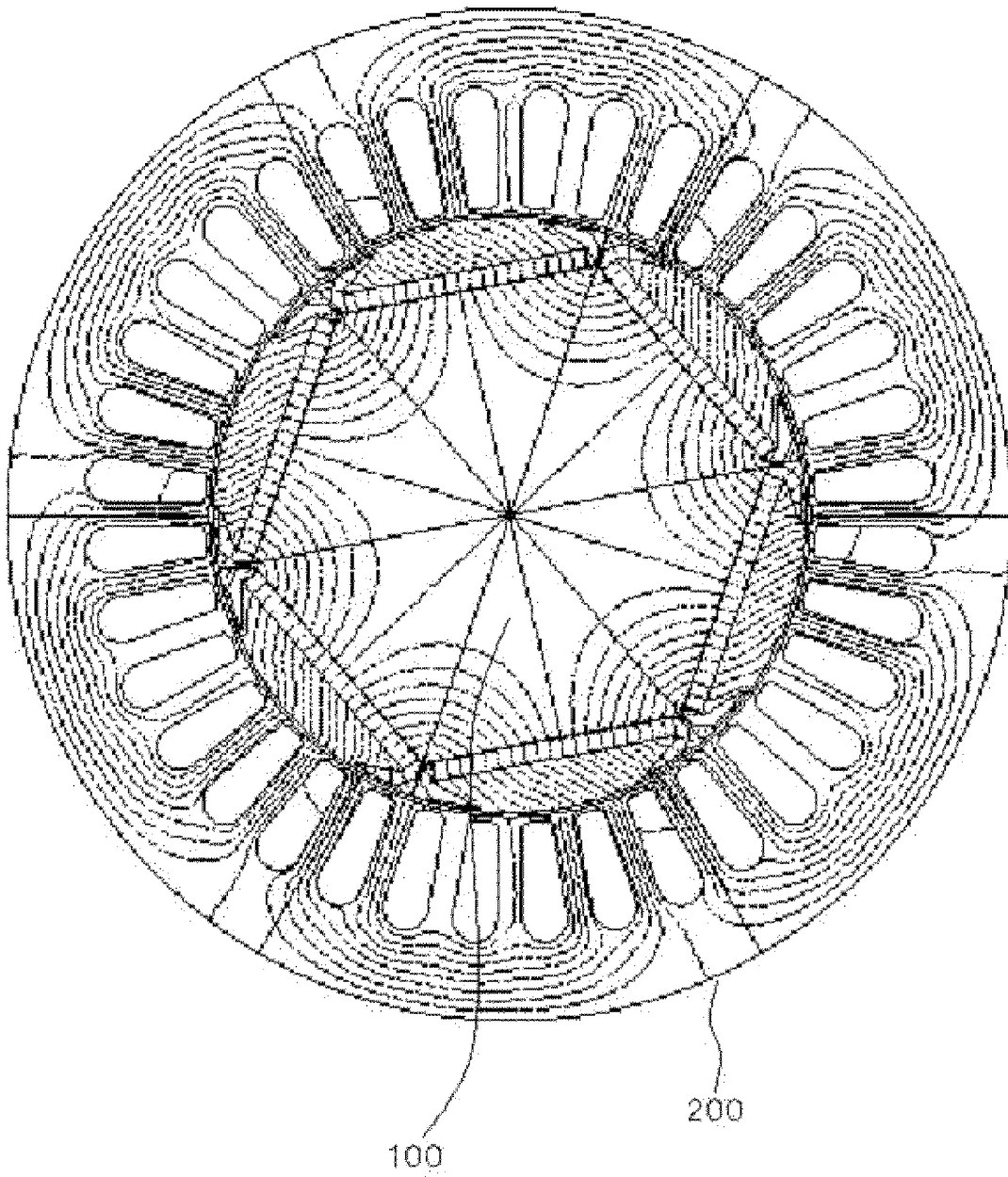
[図3]



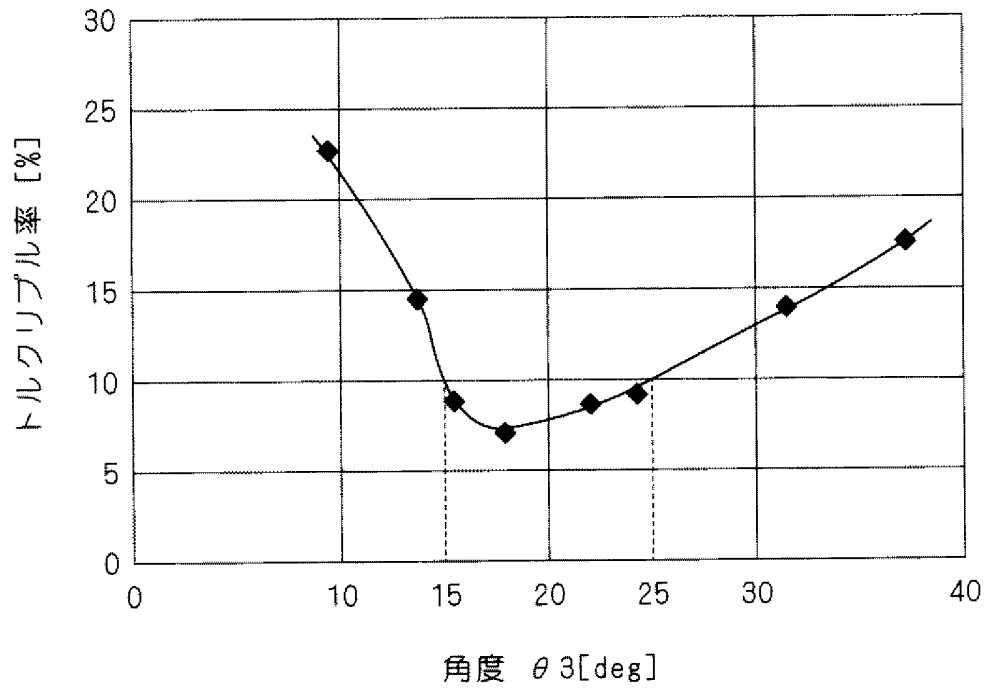
[図4]



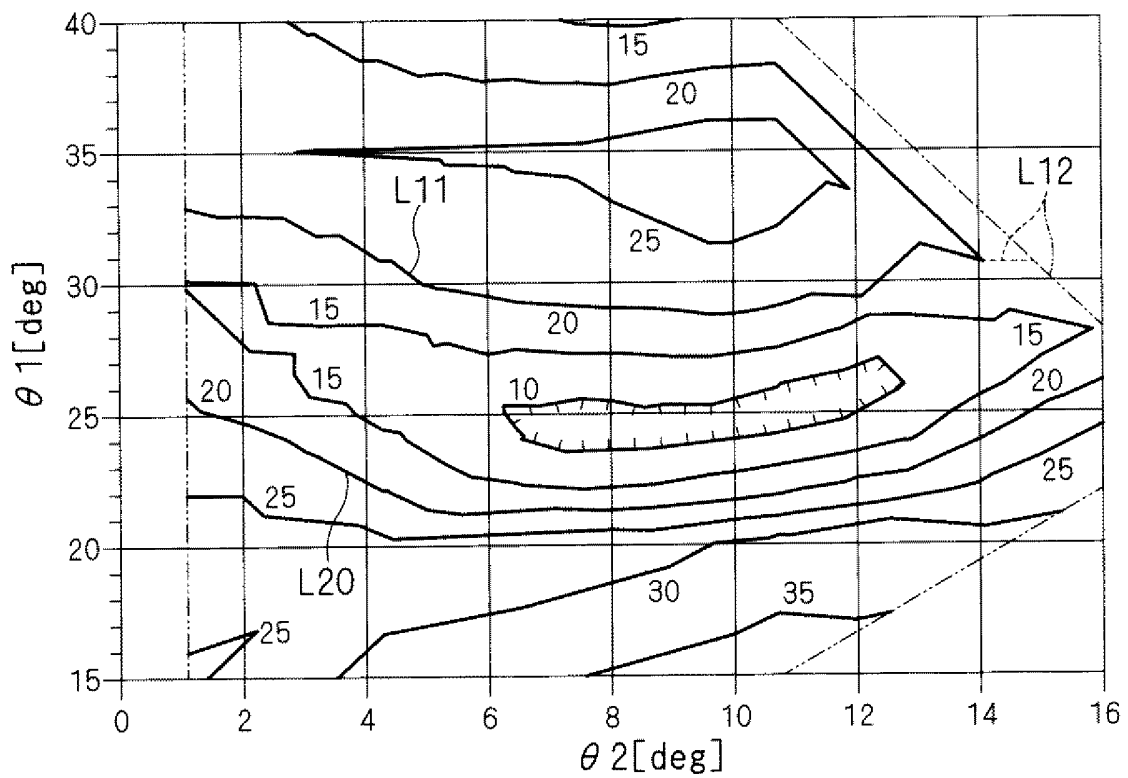
[図5]



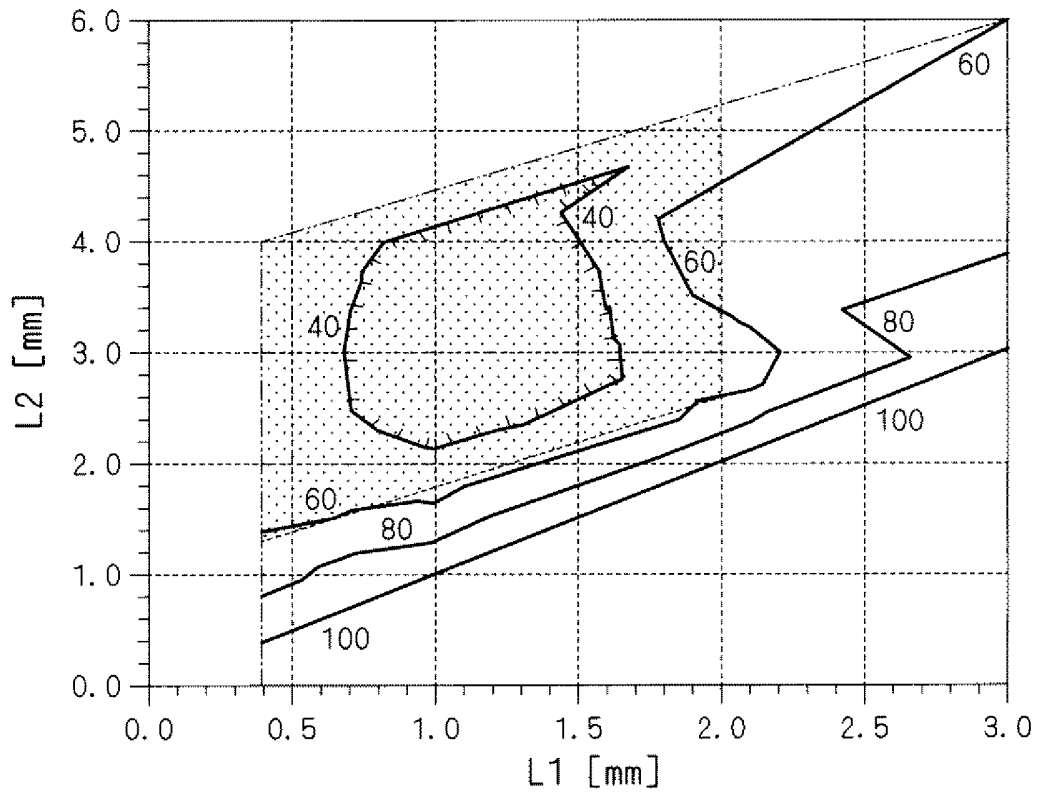
[図6]



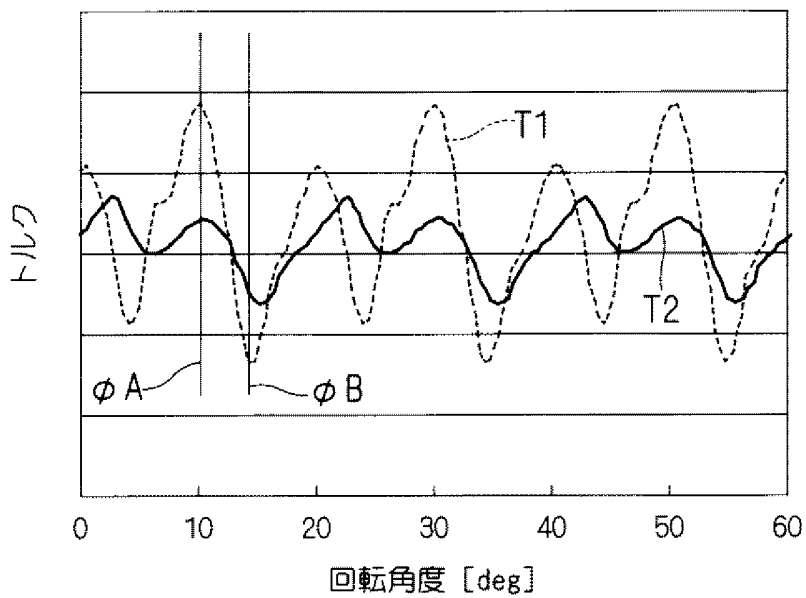
[図7]



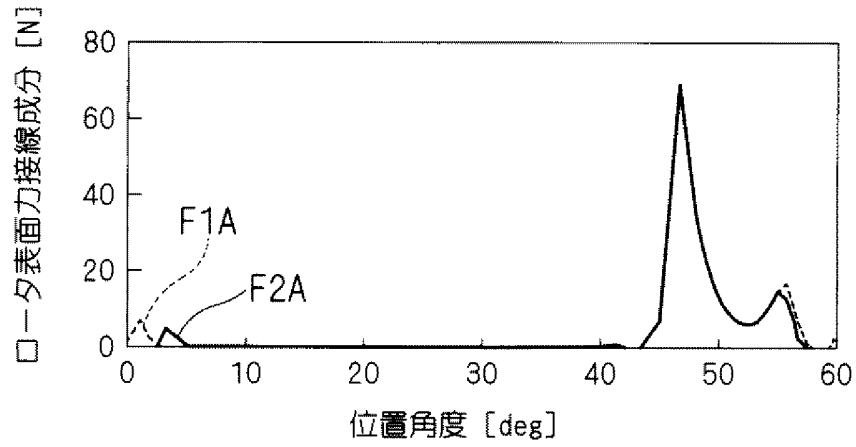
[図8]



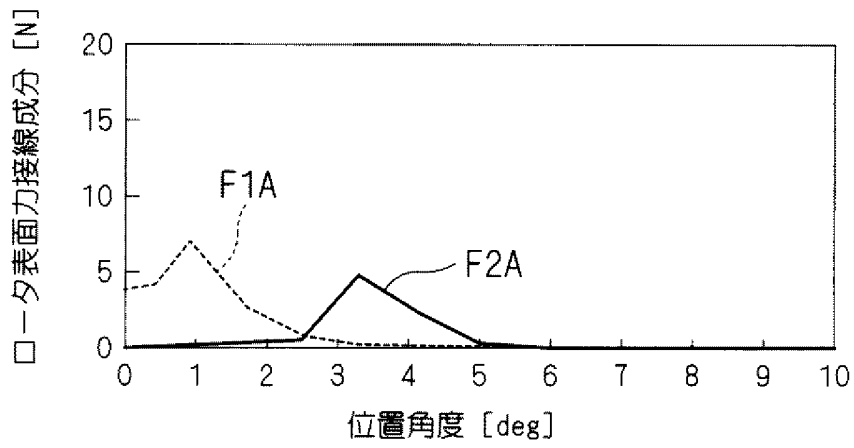
[図9]



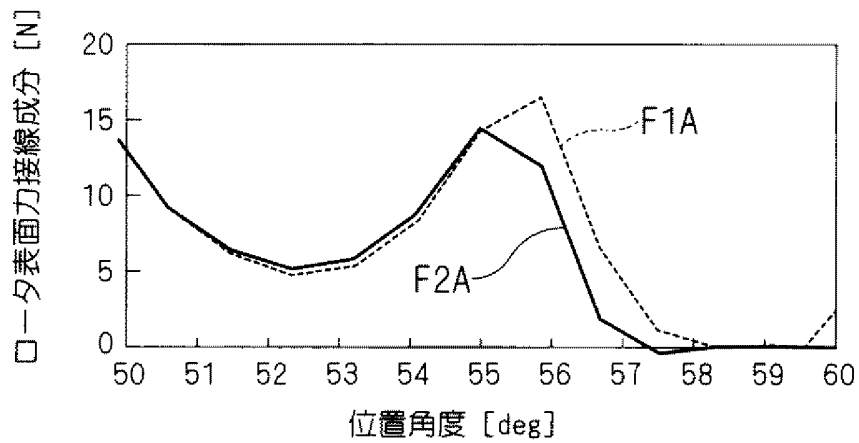
[図10]



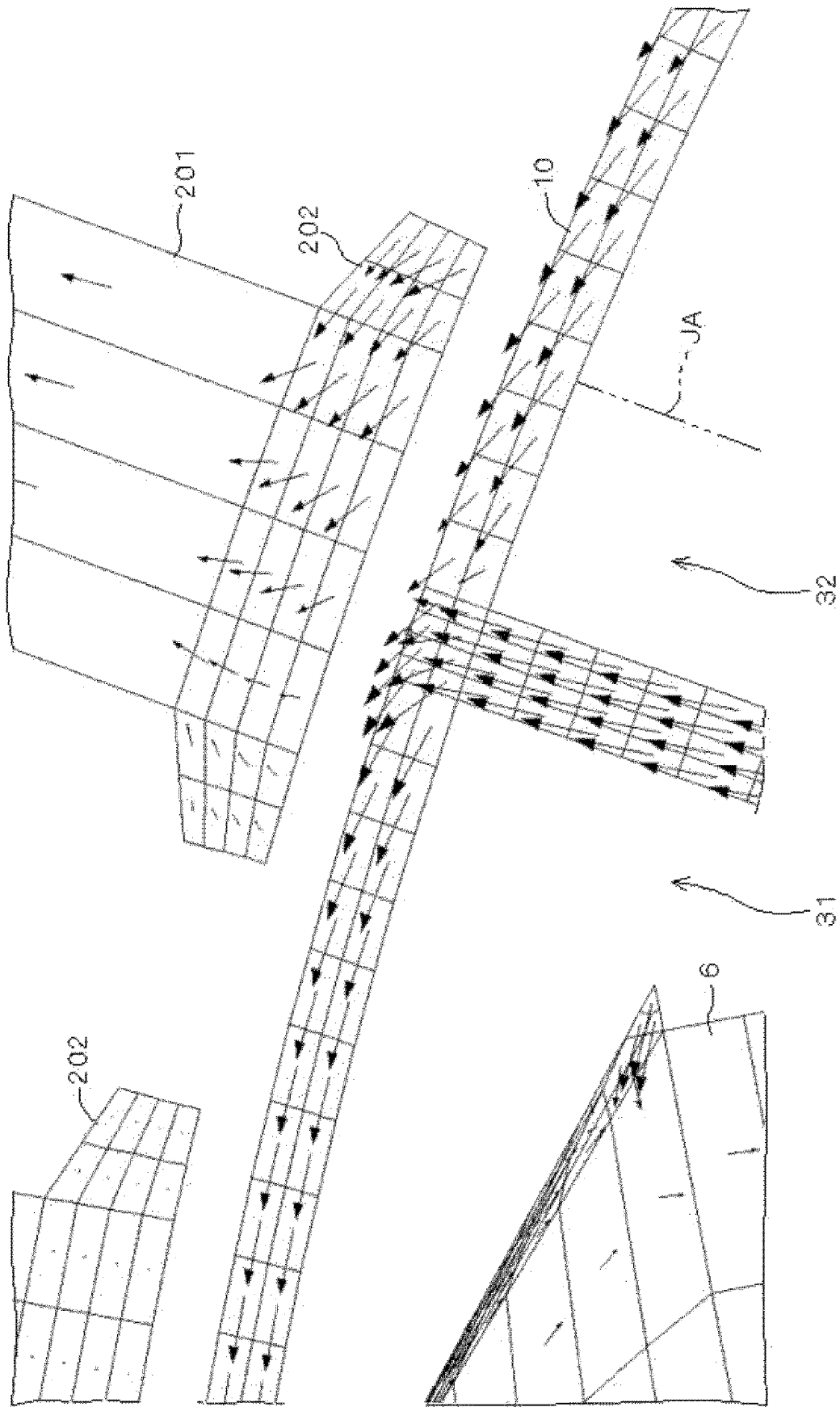
[図11]



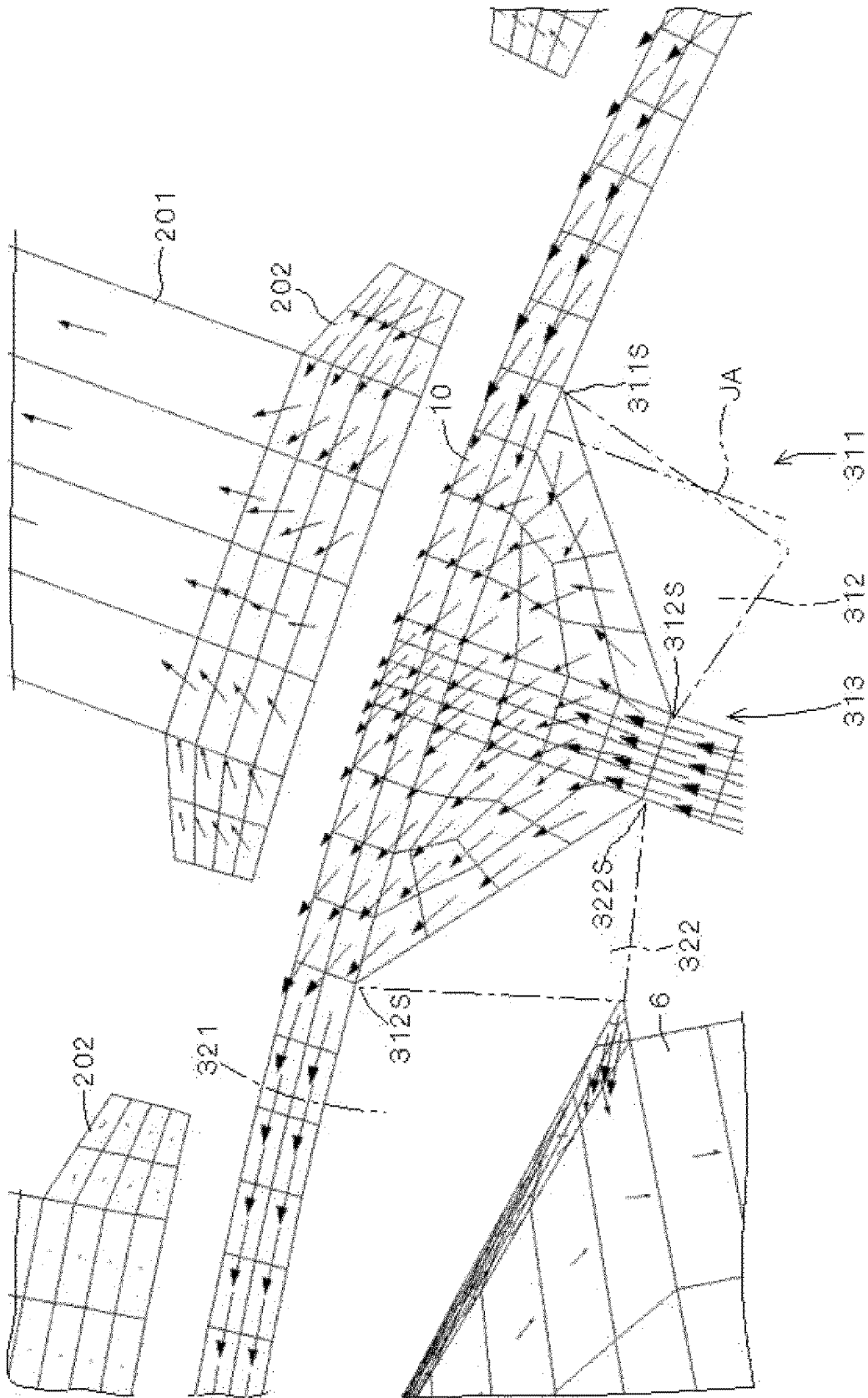
[図12]



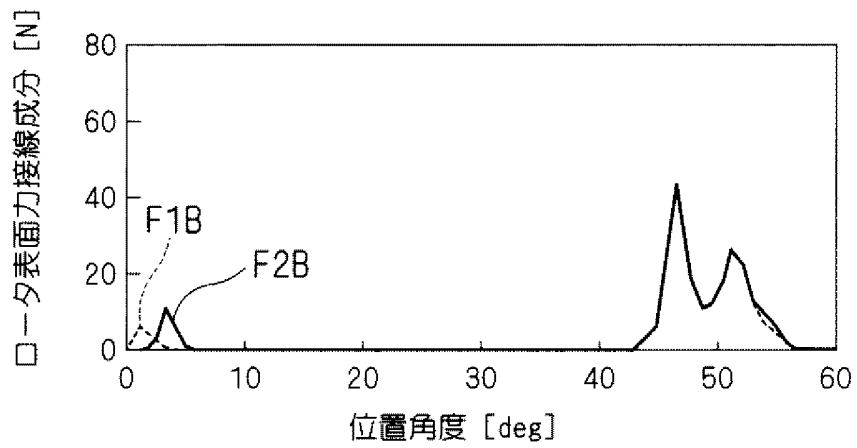
[図13]



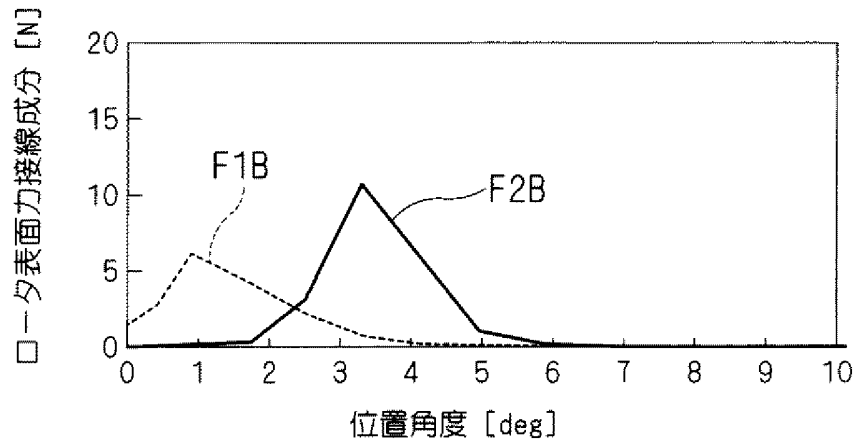
[図14]



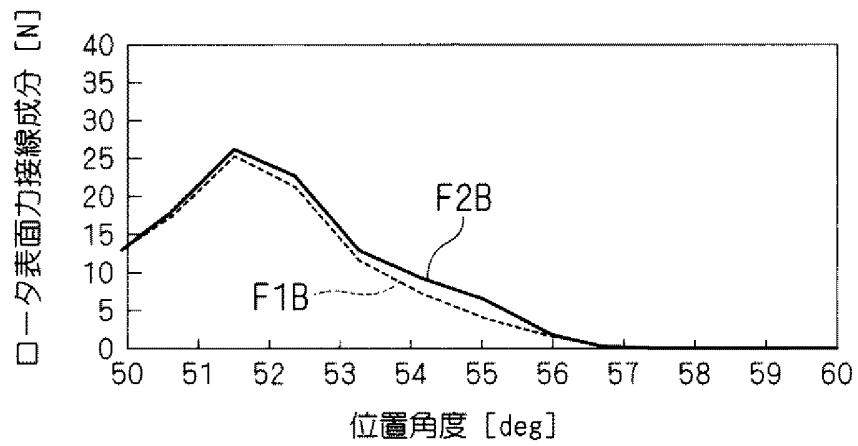
[図15]



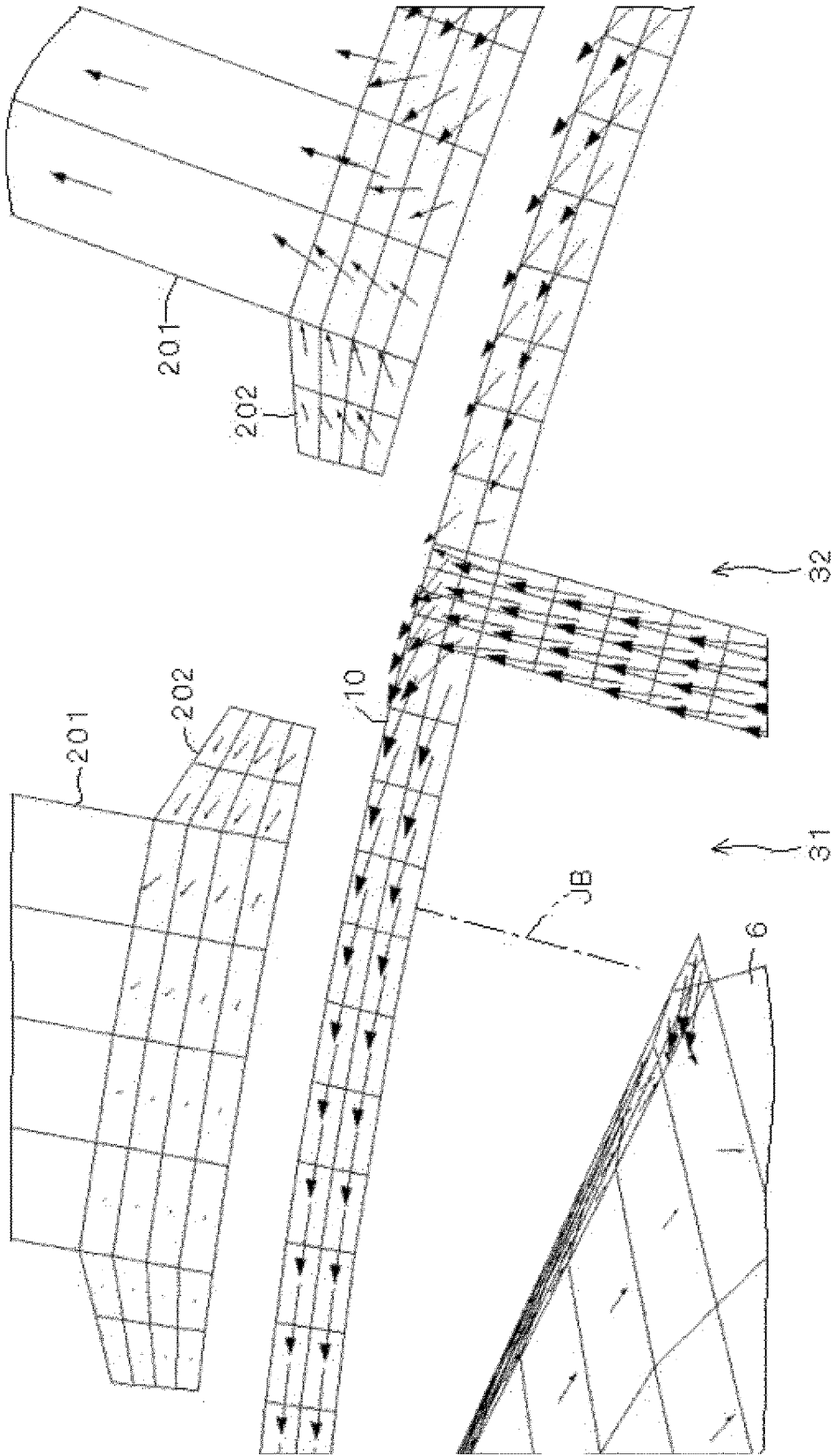
[図16]



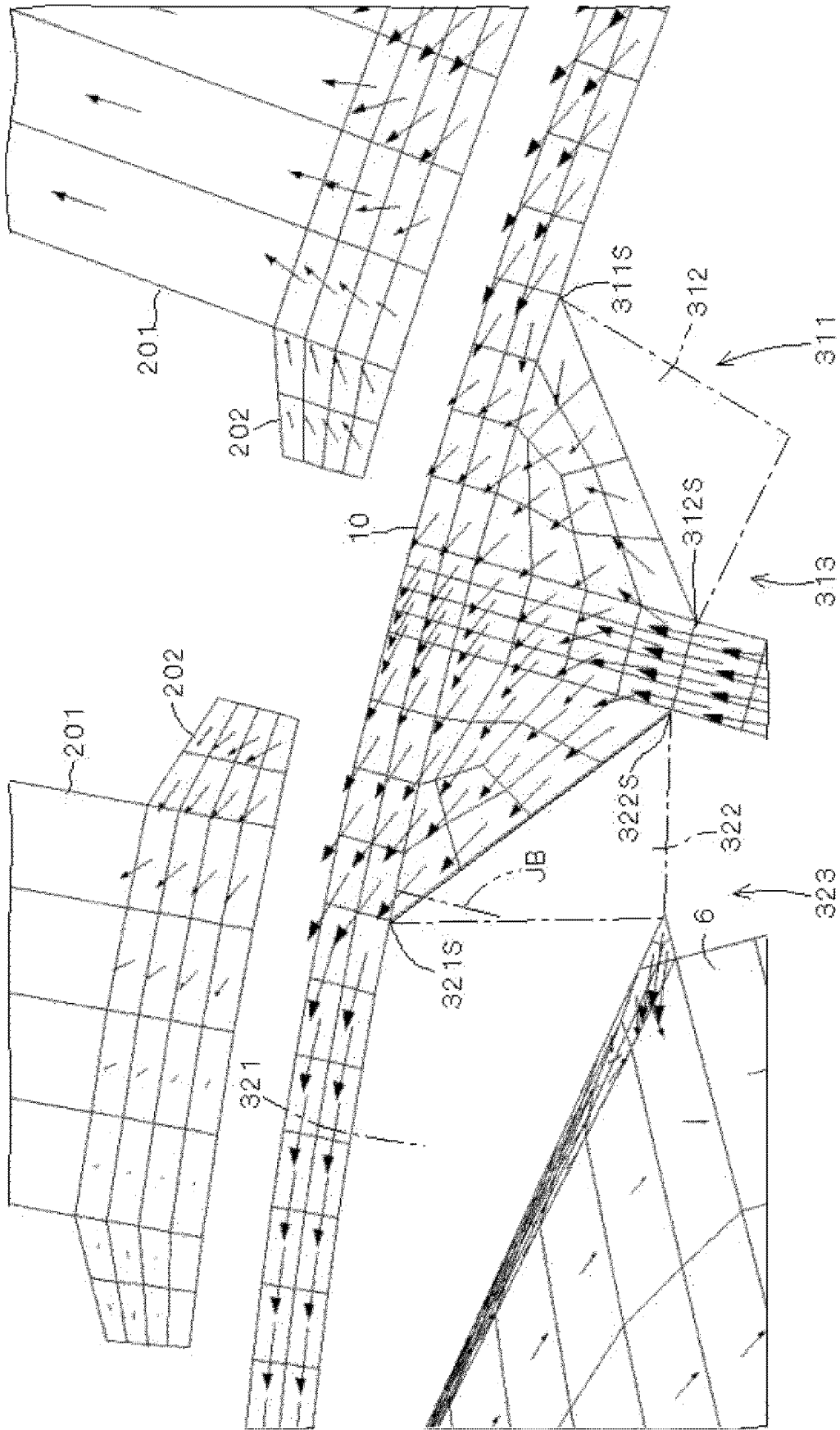
[図17]



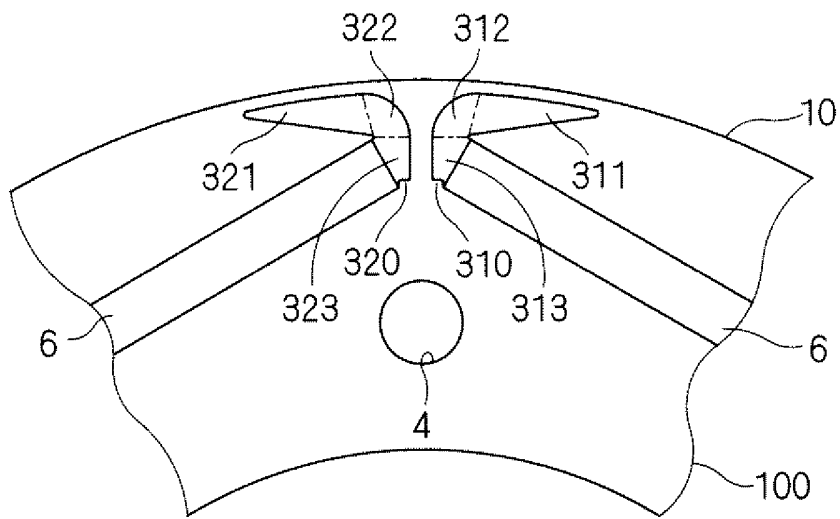
[図18]



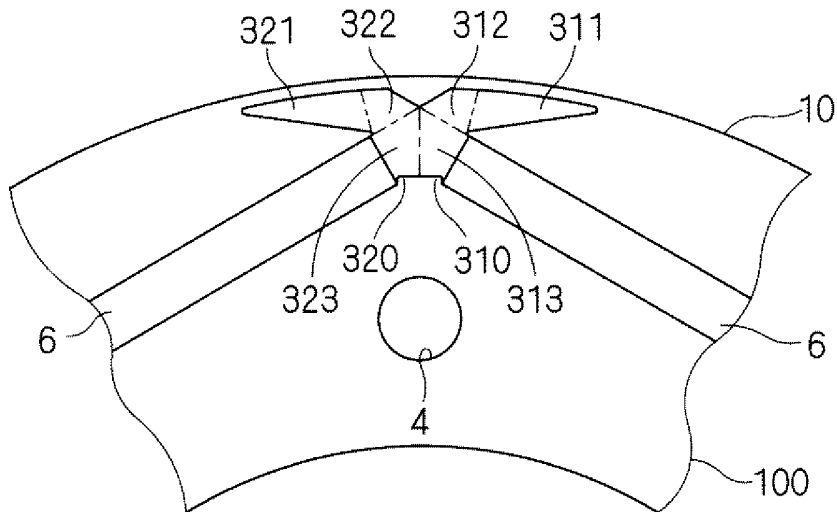
[図19]



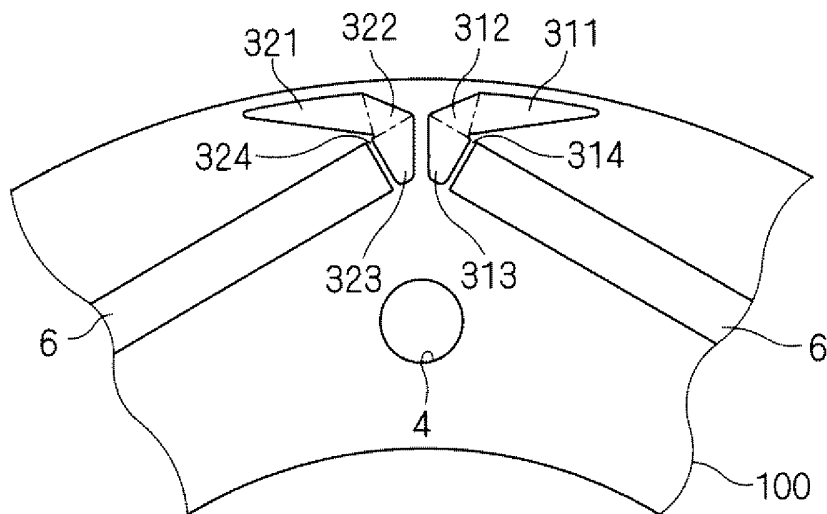
[図20]



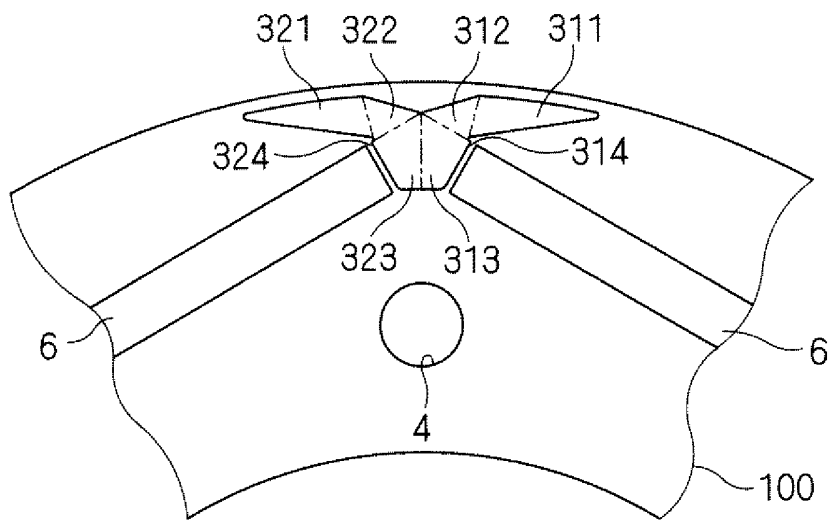
[図21]



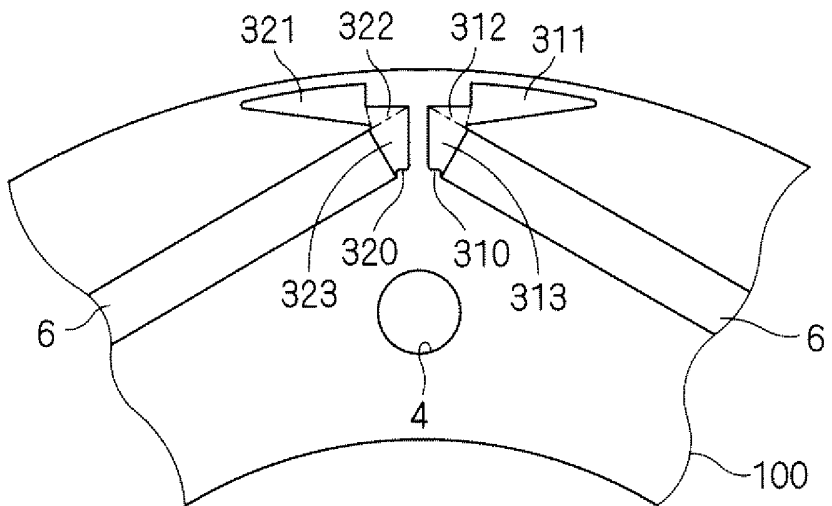
[図22]



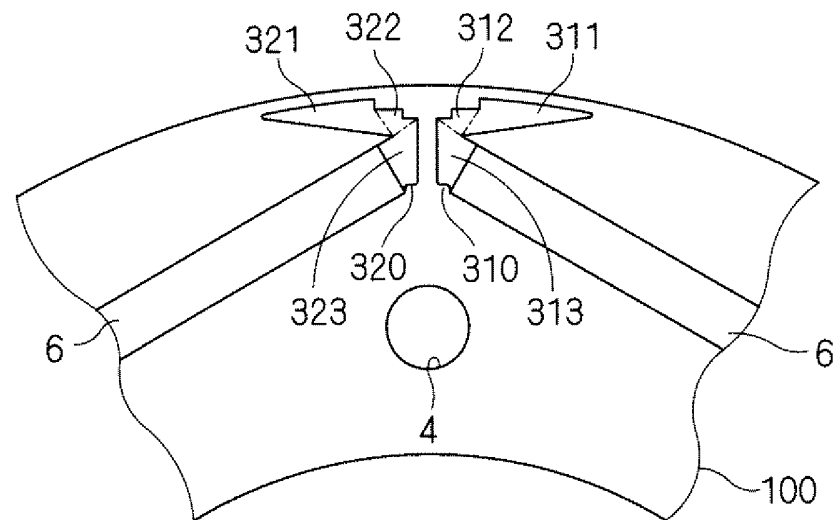
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301671

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/27(2006.01), **H02K21/14**(2006.01)

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)
H02K1/27, H02K21/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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 2004-180460 A (Daikin Industries, Ltd.), 24 June, 2004 (24.06.04), Full text; all drawings & WO 2004/049541 A1 & EP 1566876 A1	1-14
Y	JP 2001-16809 A (Toyota Motor Corp.), 19 January, 2001 (19.01.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-14
Y	JP 2000-217287 A (Toshiba Corp.), 04 August, 2000 (04.08.00), Fig. 11 (Family: none)	7, 11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
27 April, 2006 (27.04.06)

Date of mailing of the international search report
16 May, 2006 (16.05.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/301671

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 10-136594 A (Daikin Industries, Ltd.), 22 May, 1998 (22.05.98), Full text; all drawings (Family: none)	8-9
Y	JP 11-206049 A (Fujitsu General Ltd.), 30 July, 1999 (30.07.99), Full text; all drawings & EP 0930691 A1 & US 5962944 A	10-12
A	JP 11-93731 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 April, 1999 (09.04.99), Full text; all drawings & US 6008559 A	1-14
A	JP 2002-44888 A (Daikin Industries, Ltd.), 08 February, 2002 (08.02.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02K1/27 (2006.01), H02K21/14 (2006.01)		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02K 1/27, H02K 21/14		
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2006年 日本国実用新案登録公報 1996-2006年 日本国登録実用新案公報 1994-2006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 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-180460 A (ダイキン工業株式会社) 2004.06.24, 全文、全図 & WO 2004/049541 A1 & EP 1566876 A1	1-14
Y	JP 2001-16809 A (トヨタ自動車株式会社) 2001.01.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14
Y	JP 2000-217287 A (株式会社東芝) 2000.08.04, 【図11】 (ファミリーなし)	7, 11
<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 「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 「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 「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) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「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 「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 「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 「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 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 27.04.2006	国際調査報告の発送日 16.05.2006	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 佐々木 訓 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	3V 9818

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 請求の範囲の番号
Y	JP 10-136594 A (ダイキン工業株式会社) 1998.05.22, 全文、全図 (ファミリーなし)	8-9
Y	JP 11-206049 A (株式会社富士通ゼネラル) 1999.07.30, 全文、全図 & EP 0930691 A1 & US 5962944 A	10-12
A	JP 11-93731 A (松下電器産業株式会社) 1999.04.09, 全文、全図 & US 6008559 A	1-14
A	JP 2002-44888 A (ダイキン工業株式会社) 2002.02.08, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-14