

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2012 年 1 月 5 日 (05.01.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
W O 2012/001817 A 1

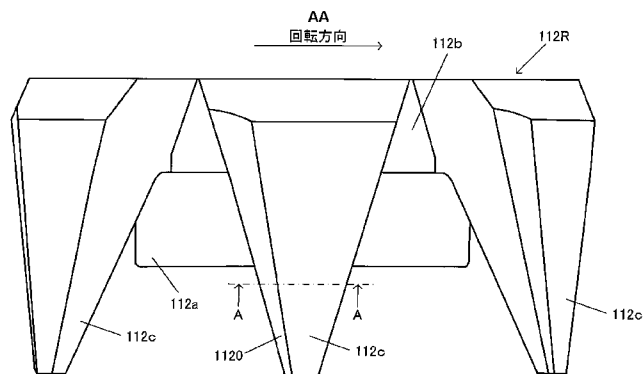
- (51) 国際特許分類 :
H02K 1/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 10/06 1349
- (22) 国際出願日 : 2010 年 7 月 2 日 (02.07.2010)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について) : 株式会社 日立製作所 (HITACHI, LTD) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者 ; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) : 石川 芳壽 (ISHIKAWA, Yoshihisa) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内 Ibaraki (JP). 宮田 健治 (MIYATA, Kenji) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内 Ibaraki (JP). 小山 貢之 (KOYAMA, Takayuki) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人 : 永井 冬紀 (NAGAI, Fuyuki); 〒1000011 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2 番 2 号 富国生命ビル 永井特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可^レ得) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可^レ得) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: A C GENERATOR FOR VEHICLE

(54) 発明の名称 : 車両用交流発電機

【図4】



AA DIRECTION OF ROTATION

(57) Abstract: Disclosed is an AC generator for a vehicle, the AC generator being provided with: a Lundell-type rotor; and a stator comprising a laminated core which is disposed at the outer peripheral side of the Lundell-type rotor to face the Lundell-type rotor with a rotation gap therebetween, and which has an armature coil wound therearound. The Lundell-type rotor has a pair of rotor cores, and the rotor cores (112R) comprise: a cylindrical part (112a) around which a field coil is wound; plate-shaped end plate parts (112b) arranged so as to axially face both end surfaces of the cylindrical part (112a); and a plurality of claw magnetic pole parts (112c) extending from the end plate parts (112b) in a parallel manner in the direction of the axis of rotation. Each of the claw magnetic pole parts (112c) has a bevel (1120) which is formed in a rear edge region of the outer peripheral surface of the claw magnetic pole part in the direction of rotation, and which constitutes an inclined surface that is inclined toward the inner peripheral side of the claw magnetic pole part (112c). The angle of inclination of the bevel (1120) is set to be between 10 degrees and 16 degrees.

(57) 要約 :

[続葉有]





添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

車両用交流発電機は、ルンデル型回転子と、ルンデル型回転子の外周側に回転空隙を有して対向配置され、電機子コイルが巻装された積層鉄心を有する固定子と、を備える。回転子是一对のロータコアを有し、ロータコア(112R)は、界磁コイルが巻装される円筒部(112a)と、円筒部(112a)の軸方向両端面に対向するように配置された板状の端板部(112b)と、端板部(112b)から回転軸に平行に伸延する複数の爪磁極部(112c)と、を有する。爪磁極部(112c)のそれぞれは、爪磁極部外周面の回転方向後側の縁領域に、爪磁極部(112c)の内周側に向けて傾斜した傾斜面であるベベル(1120)を有し、ベベル(1120)の傾斜角度は 10 deg 以上 16 deg 以下に設定されていることを特徴とする。

明 細 書

発 明 の 名 称 ： 車 両 用 交 流 発 電 機

技 術 分 野

[0001] 本発明は、乗用車、トラック等に搭載される車両用交流発電機に関する。

背景技術

[0002] 一般に、車両用交流発電機は、ヨーク部、継鉄部、爪状磁極部を有するルンデル型鉄心を有した回転子コアを備えている（例えば、特許文献１参照）。車両用交流発電機においては、電機子巻き線に負荷電流が流れる時に発生する磁気的騒音が課題の一つに挙げられている。

[0003] 上述した特許文献１に記載の技術では、爪状磁極部の回転方向に対して前方側縁および後方側縁に面取りを設けて、磁気騒音の低減を図っている。その際に、後方側縁に面取りと前方側縁の面取りとの比率を所定の範囲とすることで、出力効率の低下を抑えるようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特許第３２６５９６７号公報

発 明 の 概 要

発 明 が 解 決 し ょ う と す る 課 題

[0005] ところで、近年、自動車用交流発電機に対する要請として、小型化ならびに同一体格で発電能力の向上が求められている。即ち、小型で高出力の車両用交流発電機を合理的な価格で提供することが求められている。

[0006] 従来、磁気騒音対策のために上述のような面取りやベベル加工が知られているが、本発明では、ベベル加工によって爪磁極表面の渦電流損失が大幅に低減されることに着目し、上述した面取りに代えてベベル加工を行うとともにベベル加工の最適化を行うことで、効率および出力電流の改善を図るようにした。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するため、本発明の望ましい態様の一つは次の通りである。

界磁コイルが巻装された円筒部と、該円筒部の軸方向両端面に対向するように配置された板状の第1および第2の端板部と、第1の端板部から第2の端板部方向へと回転軸に平行に伸延する複数の第1の爪磁極部と、第2の端板部から第1の端板部方向へと回転軸に平行に伸延し、複数の第1の爪磁極部に対して周方向に交互に配置された複数の第2の爪磁極部と、を有するルンデル型回転子と、ルンデル型回転子の外周側に回転空隙を有して対向配置され、電機子コイルが巻装された積層鉄心を有する固定子と、を備えた車両用交流発電機であって、第1および第2の爪磁極部のそれぞれは、爪磁極部外周面の回転方向後側の縁領域に、爪磁極部外周面から爪磁極部の内周側に向けて傾斜した傾斜面を有し、傾斜面の傾斜角度は 10° 以上 16° 以下に設定されていることを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、効率および出力電流の改善を図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1] 車両用交流発電機 100 の構成を示す断面図。
[図2] 整流回路 11 の構成を示す図。
[図3] ロータの半断面図。
[図4] ロータコア 112 R の外観を示す図。
[図5] 図4 に示す ロータコア 112 R の A—A 断面図。
[図6] ベベルが無い場合と有る場合の効率を示す図。
[図7] ベベル角度 θ_1 と出力電流との関係を示す図。
[図8] ベベル角度 θ_1 を変化したときの加振力を示す図。
[図9] ベベル幅 (%) を変化したときの渦電流損失と出力電流とを示す図。
[図10] ベベルの形状を示す図。
[図11] 爪磁極部 112 c の側面形状を示す図。
[図12] 他の実施形態を示す図。

[図 13] 固定子巻線 5 を分散巻構造とした場合の概念図。

[図 14] 分散巻構造とダブル三相構造を組み合わせた場合の概念図。

[図 15] 固定子巻線 5 を分布巻構造とした場合の概念図。

[図 16] 爪磁極部 1 1 2 c の断面図。

[図 17] 爪間磁石 1 1 2 m の効果を説明する図。

[図 18] フェライト磁石およびネオジウム磁石の特質を比較して示した図。

[図 19] 爪間磁石 1 1 2 m の有無による出力電流を比較する図。

発明を実施するための形態

[001 0] 以下、図を参照して本発明を実施するための最良の形態について説明する。図 1 は本発明の一実施の形態を示す図であって、車両用交流発電機 1 0 0 の構成を示す断面図である。ロータ 1 1 2 が設けられたシャフト 1 8 の先端にはプーリ 1 が取り付けられており、このプーリ 1 と不図示のエンジンの駆動軸に取り付けられたプーリとの間にはベルトが架け回されている。シャフト 1 8 は、フロントブラケット 1 4 に設けられたベアリング 2 F と、リアブラケット 1 5 に設けられたベアリング 2 R とにより回転可能に支持されている。ロータ 1 1 2 と僅かなギャップを介して対向配置される固定子 4 は、フロントブラケット 1 4 とリアブラケット 1 5 によって挟持されるように保持されている。

[001 1] シャフト 1 8 の後端には、界磁コイル 1 2 に給電するためのスリップリング 9 が設けられている。界磁コイル 1 2 を構成するコイル導体の両端は、シャフト 1 8 に沿って延出し、スリップリング 9 に夫々接続されている。このスリップリング 9 に接触するブラシ 8 を介して、車両に搭載されたバッテリーから、磁界を発生するための電力が界磁コイル 1 2 に給電される。

[001 2] ロータ 1 1 2 の回転軸方向の前後両端面には、外周側に複数の羽根を有するフロントファン 7 F およびリアファン 7 R が取り付けられている。これらのファン 7 F, 7 R はロータ 1 1 2 と一体的に回転し、内周側から外周側に空気を流通させる。なお、フロントブラケット 1 4 側のフロントファン 7 F は、リアブラケット 1 5 側のリアファン 7 R よりも羽根が小さく、流通させ

る空気の流量もフロントファン7Fは、リアファン7Rよりも少ない。

[001 3] 固定子4は固定子コア21と固定子巻線5とから構成され、ロータ112と僅かなギャップを介して対向配置されている。固定子コア21は、フロントブラケット14とリアブラケット15によって前後から挟持されるように保持されている。固定子巻線5は三相巻線で構成されており、それぞれの巻線の口出し線は、整流回路11に接続されている。整流回路11はダイオード等の整流素子により構成され、全波整流回路を構成している。例えば、ダイオードを用いた場合、ダイオードのカソード端子はターミナル6に接続され、アノード側の端子は車両用交流発電機本体に電氣的に接続される。なお、冷却のための風穴が設けられたリアカバー10は、整流回路11の保護カバーの役割を果たしている。

[001 4] 図2は、整流回路11の構成を示す図である。本実施の形態の車両用交流発電機では、固定子巻線5は、30度位相ずらしで設けられた第1巻線と第2巻線とを備えている。各巻線に対して、3相全波整流を行う整流回路11がそれぞれ設けられている。各整流回路11は、2つのダイオード111から成る直列回路を3組並列接続したものである。

[001 5] U、V、W相の固定子巻線5は3相Y結線で接続されており、その反中性点側の端子は直列接続されたダイオード111の接続点に接続されている。上側（プラス側）のダイオード111のカソードは共通となっており、バッテリー99のプラス端子に接続されている。下側（マイナス側）のダイオード111のアノードはバッテリー99のマイナス端子に接続されている。

[001 6] なお、本実施形態では図2に示すようなダブルスター巻線を例に説明しているが、それ以外の巻線方式、例えば、シングルスター巻線、シングルデルタ巻線、ダブルデルタ巻線であっても、本発明は同様に適用することができる。

[001 7] 図3はロータ112の全体を示す図であり、上側半分を断面で示したものである。本実施の形態のロータ112は、ルンデル型回転子（爪状磁極型回転子）を構成している。磁性材料にて成形されたロータコア112F、11

２Ｒは、シャフト１８と一体に回転するように、シャフト１８の回転軸方向の略中央部にそれぞれセレーシヨン結合されている。フロント側のロータコア１１２Ｆとリア側のロータコア１１２Ｒとは、それぞれの円筒部１１２ａが向かい合って当接するようにシャフト１８に取り付けられ、各ロータコア１１２Ｆ、１１２Ｒの外側端をシャフト１８に形成した環状溝内に塑性流動させることで、軸方向の移動が規制されている。なお、ロータコア１１２Ｒとロータコア１１２Ｆとは同一形状である。

[001 8] ロータコア１１２Ｆ、１１２Ｒは、いずれも、界磁コイル１２が巻き回される円筒部１１２ａと、回転軸に垂直な端板部１１２ｂと、端板部１１２ｂの外周側端面に形成され、回転軸に対して平行に伸延している複数の爪磁極部１１２ｃとを有する。ロータコア１１２Ｆの爪磁極部１１２ｃとロータコア１１２Ｒの爪磁極部１１２ｃとは、所定の爪磁極間空隙を設けて周方向に交互に並んでいる。本実施の形態の形態では、ロータコア１１２Ｆ、１１２Ｒには爪磁極部１１２ｃがそれぞれ６つ形成されており、ロータ１１２の極数は１２極になっている。

[001 9] 円筒部１１２ａの外周と爪磁極部１１２ｃの内周との間には、コイルポビン１７に巻装された界磁コイル１２が配置される。コイルポビン１７はロータコア１１２Ｆ、１１２Ｒの円筒部１１２ａに外挿され、界磁コイル１２はコイルポビン１７の胴部に回転軸回りに巻装されている。ロータコア１１２Ｆ、１１２Ｒと界磁コイル１２との間に介在するコイルポビン１７によって、界磁コイル１２の絶縁が保たれている。

[0020] 次に、発電動作について説明する。上述したように、プーリ１とエンジン側プーリとはベルトで連結されており、エンジンの回転と共にロータ１１２が回転する。界磁コイル１２に電流が流れることでロータ１１２は磁化され、界磁コイル１２の周囲を周回する磁路がロータ１１２に形成される。一方のロータコアの爪磁極部１１２ｃから出た磁束は、固定子コア２１に入った後に、他方のロータコアの爪磁極部１１２ｃへと入る。そして、ロータ１１２が回転すると回転磁界が形成され、固定子巻線５に三相の誘導起電力が発

生する。その電圧は上述した整流回路 11 で全波整流され、直流電圧が発生する。この直流電圧のプラス側はターミナル 6 と接続されており、さらにバッテリー 99 と接続されている。

[0021] なお、詳細は省略するが、界磁コイル 12 に供給される界磁電流は、整流後の直流電圧がバッテリー 99 を充電するのに適した電圧となるように制御され、また、発電電圧が車両のバッテリー電圧より高くなったときに充電を開始するように、バッテリー 99 の状態に応じて制御される。この発電電圧を調整するための電圧制御回路としての IC レギュレータ (図示せず) は、図 1 に示したリアカバー 10 の内部に配置され、ターミナル 6 の端子電圧が常に一定電圧となるように制御している。

[0022] 次に車両用交流発電機の効率について説明する。効率は出力電力と入力電力との比で表されるが、これは交流発電機の損失の大きさによって決まる。例えば、ハーフ負荷 (定格電流の 50% の電流) 時の出力電流を 90 A、出力電圧を 14 V としたとき、効率が 76% であったとすると、以下に示すように損失は約 398 W ということになる。

$$\text{出力} : 14 \text{ V} \times 90 \text{ A} = 1260 \text{ W}$$

$$\text{入力} : 1260 \text{ W} \div 0.76 = 1658 \text{ W}$$

$$\text{損失} : 1658 \text{ W} - 1260 \text{ W} = 398 \text{ W}$$

[0023] 車両用交流発電機の損失の内訳は、(1) 整流損 (整流ダイオードにおける損失)、(2) 機械損、(3) 界磁銅損、(4) 鉄損 (ロータの渦電流損失も含む)、(5) 固定子銅損に分類される。本実施の形態では、これらの損失の内、渦電流損失の低減ができるロータコア形状を提供する。

[0024] 上述したロータにおける渦電流損失は、ロータコアの爪磁極 (爪磁極部 112c) 表面において偏磁 (磁束密度の偏り) が生じることに起因している。負荷時には固定子コイルに流れる電流 (誘起電圧による電流) によって磁界が生成される。この磁界は、回転子の磁界よりも 90 度位相がずれており、爪磁極部 112c のロータ回転方向後側においては磁束密度が増加し、爪磁極部 112c のロータ回転方向前側においては磁束密度が減少する。その

ため、爪磁極部 112c の方面において磁束密度の偏り (偏磁) が生じることになる。偏磁が生じていない場合には、爪磁極部 112c における磁界は正弦波的な分布になっているが、偏磁が生じた場合には、爪形磁極の回転方向下流側に磁界のピークが生じるように偏磁する。その結果、磁極表面付近に渦電流が生じて損失 (渦電流損失) が発生する。

[0025] そこで、本実施の形態では、この偏磁を緩和して磁束密度の均一化を図るために、ベベルと呼ぶ傾斜面を爪磁極部 112c の外周面に形成して、固定子コア 21 の内周面と爪磁極部 112c の外周面との間の隙間間隔を大きくするような構成とした。この間隔が大きくなった部分では磁束密度が減少し、偏磁が軽減されることになる。

[0026] 図 4 は、ベベルが形成されたロータコア 112R の外観を示す図である。また、図 5 は図 4 の A-A 断面を示す図である。なお、A-A 断面は、固定子コア 21 の軸方向中央に一致する断面である。図 4 に示すように、爪磁極部 112c の平面形状 (外周方向から見た形状) は、図示上側 (端板部 112b の側) から図示下側の爪先端にかけて先細りに窄まった台形形状をしている。爪磁極部 112c の回転方向後側の磁極表面 1121 (図 5 参照) には、角度の緩やかな傾斜面を成すベベル 1120 が形成されている。

[0027] 図 5 の断面図において、B0 は磁極表面 1121 の幅寸法を示し、B1 はベベル 1120 の幅寸法を示し、 $\theta 1$ はベベル 1120 の傾斜角度 (以下ではベベル角度と呼ぶ) を示す。直線 L1 は爪磁極部 112c の中央とロータコア軸心とを通る直線である。一方、直線 L2 は磁極表面 1121 のベベルの始点 (中心から $(B_0/2 - B_1)$ 離れた位置) における接線である。すなわち、図 5 において、ベベル角度 $\theta 1$ は、ベベル 1120 を構成する傾斜面と直線 L2 (ベベルの始点における接線) との成す角度である。図 5 に示す例では、ベベル角度 $\theta 1$ は、爪磁極部 112c の先端側から根元側の全てにおいて同一角度に設定されている。そのため、ベベル加工が容易となり、生産性に優れている。

[0028] 以下では、ベベル 1120 の幅については幅寸法 B1 を用いる代わりに、次

式に示すようなベベル幅 (%) を用いて説明する。この場合、ベベル 1 1 2 0 の幅寸法 B_i がベベル 1 1 2 0 の幅寸法 B_0 の半分となったときが、ベベル幅 (%) = 100% となる。

$$\text{ベベル幅 } (\%) = B_i / (B_0/2) \times 100 = (2 B_i / B_0) \times 100$$

[0029] 図 4, 5 に示す例では、ベベル幅 (%) はどの断面で考えても同一となっている。例えば、ベベル幅 = 60% の場合、図 4 の A—A 断面位置だけでなく、爪磁極部 1 1 2 c の根元付近でも先端付近でも等しく 60% と設定されている。

[0030] なお、図 5 に示す例では、爪磁極部 1 1 2 c の断面幅が、爪磁極部 1 1 2 c の外周側と内周側とが等しい場合について示したが、内周側の幅寸法が小さくなるように内周側に絞ったような形状の爪磁極部 (図 1 1 (a)) に対しても、本発明は同様に適用することができる。

[0031] 図 6 はベベルの有無による効率の違いを示す図であり、直線 L 11 はベベル 1 1 2 0 を形成した場合を示し、直線 L 12 はベベル 1 1 2 0 を形成しない場合を示す。ここでは、ベベル 1 1 2 0 のベベル角度 θ_1 を 12 deg とし、ベベル幅 (%) を 60% としている。図 6 に示すデータは実測値を示している。後述の図 7, 8 に示すデータは、3次元電磁界解析を用いて算出したものである。

[0032] 図 6 は、出力電流が定格電流の 50% の値での実測効率を示したものであり、回転数は 1800 ~ 10000 (r/min) の範囲とした。データを見ると、ベベル 1 1 2 0 の有無に依らず、回転数が 2000 ~ 3000 (r/min) の間において効率がピークとなり、それ以降は回転数が増えるにつれて効率が下がっている。いずれの回転数範囲においてもベベル 1 1 2 0 を形成した場合の方が効率が高く、1800 (r/min) では効率が約 2% 向上し、10000 (r/min) では約 10% の効率向上が得られた。高回転数ほど効率向上が大きい。このように、ベベル 1 1 2 0 を形成することにより偏磁が緩和され、その結果、渦電流損失が低減し、効率の向上が図られている。もちろん、ベベルであればどのような形状のものでも良いというわけではなく、ベベル角

度およびベベル幅 (%) には最適な範囲がある。以下では、ベベル角度およびベベル幅 ($<1/2$) について説明する。

[0033] 図7は、ベベル角度 θ_1 と出力電流との関係を示す図である。なお、回転数は1800 (r/min) とした。ここでは、ベベル幅 (%) とベベル角度 θ_1 の積を略一定としてある。すなわち一般的に言われているようにベベル角度が大きいときはベベルの幅を狭くし、ベベル角度が小さいときはベベルの幅を大きくしてある。その状態でベベル角度を変化させたときの出力電流をシミュレーション計算した。なお、図7においてベベルを形成しなかった部分の出力電流を直線で表示しベベル無と矢印で示している。図7では、ベベル角度 θ_1 を9.5 degから11 degまで変化させた場合の計算結果を示したが、その範囲内においては、いずれのベベル角度 θ_1 においても、ベベル1120を形成したほうがベベルを形成しない場合よりも出力電流が大きくなっている。

[0034] また、出力電流の変化の様子を見ると、11 deg付近に大きなピークが現れ、そのピーク位置よりもベベル角度が小さい場合には、ベベル角度の増加と共に出力電流が増加している。一方、ピーク位置を過ぎると、ベベル角度の増加と共に出力電流は減少し、16 degを越えた辺りからほぼ一定となる。

[0035] この結果は、次のように考えることができる。ベベルを形成すると、その部分においては固定子コア内周面と爪磁極部112cの外周面 (爪磁極面) とのギャップが広がり、偏磁が改善されて渦電流損失が低下する。その結果、効率が向上して出力電流が増加する。一方、ギャップが広がると磁気回路の磁気抵抗が大きくなり、その分、誘導起電力が低下して出力電流を低下させることになる。

[0036] 図7のピーク位置よりもベベル角度 θ_1 が小さな領域では、ベベル角度 θ_1 の増加に対して磁気抵抗増加の影響よりも渦電流損失低下の影響の方が大きく、出力電流が増加傾向を示すことになる可以考虑することができる。一方、ピーク位置よりもベベル角度 θ_1 が大きな領域では、ベベル角度 θ_1 を増加させた場合、磁気抵抗増加の影響よりも渦電流損失低下の影響の方が大きく、出

力電流が低下傾向を示すことになる可以考虑することができる。また、ベベル角度 θ_1 が 16 deg よりも大きな領域においてほぼ一定となるのは、 $\theta_1 = 16 \text{ deg}$ 付近で磁気抵抗増加の影響および渦電流損失低下の影響が飽和状態になり、それ以上ベベル角度 θ_1 を大きくしても出力電流への影響が変化しないものと考えられる。このようなことから、図 7 に示すような出力電流のピークが発生する。

[0037] ところで、上述した偏磁は加振力としても作用し、騒音の発生原因となる。図 8 は、図 7 の場合と同様にベベル角度 θ_1 を変化させたときの、加振力の変化を示したものである。なお、回転数は 1800 (r/min) とした。ベベル 1120 を形成しなかった場合の加振力を X 軸に平行な直線で表しベベル無と矢印で示している。ベベル 1120 を形成しない場合には加振力は 16000 Pa であったが、ベベル 1120 を形成すると加振力は 6000 Pa 以下へと大きく低下する。ベベル角度 $\theta_1 = 15 \sim 16 \text{ deg}$ において加振力は最低となっており、そこから両端に近付くにつれて加振力は大きくなる。

[0038] 図 7 の結果から、より効率の向上を図るためには、ベベル角度 θ_1 を 10 deg 以上 16 deg 以下の範囲が最適範囲となる。さらには、 11 deg 以上 12 deg 以下に設定するのが好ましい。なお、図 4 に示す例では、ベベル角度 θ_1 を爪磁極部 $112c$ の先端から根元部分まで同一としたが、上述した最適範囲 (10 deg 以上 16 deg 以下) 内の値において、先端から根元部分にかけて変化するようにしても良い。

[0039] 図 7, 8 では、ベベル幅 (%) を一定にしてベベル角度 θ_1 を変化させた場合の、出力電流および加振力について示した。一方、ベベル角度 θ_1 を一定とし、ベベル幅 (%) を変化させた場合のシミュレーション結果を図 9 に示す。ここでは、ベベル角度 θ_1 を $\theta_1 = 12 \text{ deg}$ とした。図 9 の曲線 L_{21} はベベル幅 (%) と渦電流損失との関係を示したもので、曲線 L_{22} はベベル幅 (%) と出力電流との関係を示したものである。なお、図 9 では、渦電流損失も出力電流も、ベベル幅 = 0% の場合の値を基準とする百分率で表した。

[0040] 渦電流損失の場合 (曲線 L_{21})、ベベル幅 (%) の増加と共に直線的に渦

電流損失が低下する。ただし、ベベル幅 = 40% 付近を境に直線の傾きが異なっている。一方、出力電流の場合（曲線 L22）には、ベベル無から幅40%付近までは100%を超えてベベルの効果により出力電流が増える傾向にあるが、40%を越えると出力電流が直線的に減少する。さらに、ベベル幅 = 60%を越えたところで曲線 L22の傾きが変化している。ここでは、渦電流損失の低下が20%以上となる範囲であって、かつ、出力電流の低下が95%以下となるように、すなわち、ベベル幅（%）を30%以上60%以下に設定するのが好ましい。図10の爪磁極部112c（固定子中心位置）の幅との比で表現すると、その比を0.15以上0.3以下に設定することになる。

[0041] なお、上述した実施の形態では、図10（a）に示すように、固定子コア21の軸方向中央位置における断面だけでなく、爪磁極部112cの先端から根元までのいずれの断面においても同一のベベル幅（%）とした。図10（a）に示す例では、ベベル幅 = 50%としている。しかしながら、ベベル1120の形状としては、図10（a）のように同一比率とする場合の他に、図10（b）に示すように、爪磁極部112cの先端部分から根元部分までベベル1120の幅寸法を同一とするような形状でも良い。このような形状の場合、固定子コア21の軸方向中央位置における比率をベベル幅（ $<1/2$ ）とする。図10（b）のベベル形状の場合には、固定子コア21の軸方向中央位置において比率 = 50%となっているので、ベベル幅（%）は50%であるとする。この場合にも、ベベル幅（%）は上述した最適範囲（30%以上60%以下）に設定される。

[0042] また、図10（a）に示すように爪磁極部先端から根元部にかけてベベル1120の幅寸法が大きくなる形状であって、各位置におけるベベル角度 θ_1 が上述した最適範囲（10deg以上14.5deg以下）になるようにベベル1120を構成するようにしても良い。

[0043] ところで、従来のルンデル型ロータでは、図11（a）に示すように、各爪磁極部112cは、隣接する爪磁極部112cに対向する2つの側面73aそれぞれ外径側から内径側にかけて絞ったような形状となっている。各

側面 7 3 はそれぞれ角度 θ だけ絞っており、2 つの側面 7 3 が成す角度は 2θ となっている。例えば、1 2 極の場合には、爪磁極部 1 1 2 c の側面 7 3 を片側で 1 5 deg 絞っており、1 6 極の場合には 1 1 . 2 5 deg 絞っている。

[0044] このような形状とすることで、ロータ 1 1 2 の隣接する爪磁極部間の隙間寸法、すなわち、ロータコア 1 1 2 F の爪磁極部 1 1 2 c とロータコア 1 1 2 R の爪磁極部 1 1 2 c との間の隙間寸法を、外径側から内径側にかけて一定に保つような構成としている。これは、爪磁極部 1 1 2 c 間の漏れ磁束の増加を防ぐ意図で、爪磁極部 1 1 2 c 間の隙間が内径側に近づいても小さくならないような構造としたものである。

[0045] しかしながら、本発明者による電磁界解析結果によれば、図 1 1 (b) に示すように、内径側に向けての絞り加工（例えば、1 2 極機の場合の片側 1 5 deg）を廃止して外径側も内径側も同一幅寸法とすることで爪磁極部 1 1 2 c の断面を大きくしたほうが出力電流増加に効果的であることが判明した。実際に計算を行うと、本実施の形態のように爪磁極部 1 1 2 c の幅寸法を内外径で同一とした場合のほうが、絞り加工を施した場合に比べて 1 0 % 程度の出力向上が図れる。

[0046] 上述したように、本実施の形態では以下に記載のような効果を奏する。車両用交流発電機は、ルンデル型回転子の外周側に回転空隙を有して対向配置され、電機子コイルが巻装された積層鉄心を有する固定子と、を備える。また、ルンデル型回転子は、界磁コイル 1 2 が巻装された円筒部 1 1 2 a と、円筒部 1 1 2 a の軸方向両端面に対向するように配置された板状の端板部 1 1 2 b と、一方の端板部 1 1 2 b から他方の端板部方向へと回転軸に平行に伸延する複数の爪磁極部 1 1 2 c と、他方の端板部 1 1 2 b から一方の端板部方向へと回転軸に平行に伸延し、前記複数の爪磁極部 1 1 2 c に対して周方向に交互に配置された複数の爪磁極部 1 1 2 c と、を有する。

[0047] 爪磁極部 1 1 2 c のそれぞれは、爪磁極部外周面の回転方向後側の縁領域に、爪磁極部 1 1 2 c の内周側に向けて傾斜した傾斜面としてのベベル 1 1 2 0 を備えており、ベベル 1 1 2 0 の傾斜角であるベベル角度 θ_1 は、最適な

出力電流を与える角度範囲である 10° 以上 16° 以下に設定される。その結果、図 7 に示すように、出力電流は、そのピークを含む最適範囲内の値となる。また、図 8 に示すように、効率も、ベベルを形成しない場合に比べて向上する。

[0048] さらに、固定子 4（すなわち固定子コア 21）の軸方向中央に対向する位置におけるベベル 1120 の幅と爪磁極部 112c の幅との比率を、 0.15 以上 0.3 以下、すなわち、ベベル幅（%）を 30% 以上 60% 以下に設定することにより、出力電流の低下を防止しつつ渦電流損失の低減を図ることができる。

[0049] さらに、爪磁極部 112c の幅を外周側から内周側まで等しく設定することで、すなわち、図 11（b）に示すように、爪磁極部 112c の側面 73 の内周側にかけての絞りを廃止することで、出力向上を図ることができる。

[0050] 図 12 は他の実施形態を示す図であり、上記実施形態のロータ 112 において、周方向に互いに隣り合った爪磁極部 112c の間に爪間磁石 112m を挿入し固定したものである。これを図 3 で説明した実施形態、すなわち周方向に互いに隣り合った爪磁極部 112c の間を単に空間にしたものと比べた場合、爪間磁石 112m を設けたことにより、図 17 のように爪間磁石 112m による起磁力による磁束 1300 力 通常の界磁コイルの起磁力によつて発生される磁束にプラスされることになる。その結果、磁束量が増加して誘起電圧が増加し、出力が向上し、効率が向上するという効果が得られる。なお、図 17 では、爪間磁石 112m と爪磁極部 112c との間に磁性体板 1200 を挟んだ構造としているが、磁性体板 1200 を設けない構成も可能である。

[0051] なお、この爪間磁石 112m としては、さまざまな種類の磁石を適用可能であるが、例えばネオジウム磁石やフェライト磁石を使用することが可能である。特に、フェライト磁石を使用することが好ましい。その理由は、ネオジウム磁石を使用した場合との比較を図 18 に示す。ネオジウム磁石は保持力が大きいため、ロータ表面におけるスロット高調波による渦電流損失も大

きい。そのためにロータ表面の温度が上昇し磁石の温度が減磁限界を超えるので、それを防止するためにグループ加工をしているが、磁束密度が高いために深さが0.5mm程度必要になる。また、そのために等価空隙が大きくなる。等価空隙の係数をカータ係数と称するが約1.4にもなる。

[0052] 一方、フェライト磁石の場合は、保持力が小さいこともありスロット高調波による渦電流損失も少ないため、グループ加工の深さも最大0.3mmで十分であり、等価空隙を表すカータ係数も1.3以下になる。従って、ネオジウム磁石の場合は保持力が高すぎてかえってグループを深くせざるを得ない。フェライト磁石の場合は適正な保持力であり、グループの深さも適正で加工も容易であり、生産性も向上する。また、ネオジウム磁石は密度が7.3〜7.5であるがフェライト磁石の密度は4.8であり、磁石重量が軽いために図17に示す磁石保持用の底1122の厚みが薄くて済む利点がある。

[0053] ここで、フェライト磁石とは、例えば次に示すような組成を有するものを指す。酸化鉄 (Fe₂O₃) を約85%、酸化ストロンチウム (SrO) を約10%、その他たとえばランタン (La) またはコバルト (Co) 等を含んでいる酸化鉄系焼結磁石である。また、ベベル1120と同等の効果を得るために、グループピングを設けることも可能である。ベベル1120と同様に、ネオジウム磁石を使用した場合に比べて、保持力が約1/3〜1/2と弱いため爪磁極表面の磁束密度がネオジウム磁石の場合に比し弱いためグループピングの深さを浅くすることができ、生産性向上や、材料の有効利用によるコスト低減が可能になるといった効果を得ることが可能である。

[0054] 図13及び図14を用いて、図1の固定子4に巻装された固定子巻線5の一例を説明する。ここでは、いわゆる分散巻コイルを用いたものを一例として説明する。図13は、本発明の一実施形例をなす交流発電機の概念図を示す。交流発電機の一部を直線状に展開して示したものである。なお、ここでは回転子は符号1001で示し、固定子は符号1002で示す。

[0055] 回転子1001には複数の回転子磁極1011が装備され、固定子1002には固定子1002の磁極を形成する複数のティース1021が装備され

ている。複数のテース 1021 には U 相 コイル 1031、V 相 コイル 1032、W 相 コイル 1033 が巻かれている。ここで、V 相 コイルとは U 相 コイルを流れる交流電流に対して位相が 120 度遅れた (240 度進んだ) 交流電流が流れるコイルと定義する。また、W 相 コイルとは U 相 コイルを流れる交流電流に対して位相が 240 度遅れた (120 度進んだ) 交流電流が流れるコイルと定義する。回転子 1001 は矢印で示した方向に回転する。

[0056] 実線で示したコイルは正巻き (テースを内径側から見て時計方向巻き) されたコイルであり、点線で示したコイルは逆巻き (テースを内径側から見て反時計方向巻き) されたコイルである。図 13 に示す例では、正巻きのコイルを回転子から遠い位置に巻いているが、逆に、正巻きのコイルを回転子から近い位置に巻いても良い。

[0057] 図 13 に示す固定子コイル構造は、2 つの集中巻コイルを互いに電気角 180 度ずれた位置に 2 重に配置し、それぞれの U 相 コイル、V 相 コイル、W 相 コイル同士を直列に接続した構造になっている。言い換えれば、次のような構造になっている。固定子 1002 が回転子 1001 に空隙を介して配置され、電気角幅 360 度領域内に、同相のコイルターンによって形成される 2 つの固定子磁極 1091, 1092 が配置されるようにコイルが巻回されている。そして、固定子磁極 1091, 1092 を形成するそれぞれのコイルターンは、周方向角度幅が電気角 180 度よりも小さく、コイルターン同士が互いに重ならないように設けられているとともに、固定子磁極 1091 と固定子磁極 1092 とが互いに逆極性をなすように巻回されている。

[0058] ここでは、2 つの固定子磁極 1091, 1092 をなすコイルターンは、互いに電気角 180 度ずらして設けられている。そして、U, V, W の 3 つの相のコイルターンは、それぞれ電気角 60 度ずつずらして配置されている。なお、V 相 コイルは U 相 コイルとは逆に巻回されているため、 $+60 \text{ 度} - 180 \text{ 度} = -120 \text{ 度}$ となり、V 相 コイルは U 相 コイルよりも位相が 120 度遅れる。また、W 相 コイルは、U 相 コイルと同じ向きに巻くため、U 相 コイルよりも $2 \times 60 \text{ 度} = 120 \text{ 度}$ だけ位相が進む。また、この実施例では、

1つのコイルターンがなす電気角幅は120度であり、同相では2つのコイルターンで240度の領域、すなわち全体の2/3の数のティースに巻かれている。このようなコイルの巻き方を、分散巻と呼ぶことにする。

[0059] このため、本実施形態における固定子コイルは、電気角360度以内に1つの集中巻コイルを設ける集中巻構造に比べて、回転子の磁束と鎖交する各コイルターンの回路面積が2倍であり、コイル利用効率は集中巻の2倍になっている。ティースに巻くコイルターン数を比較した場合、集中巻と同じ鎖交磁束を得るために必要なコイルターン数は、本実施形態の場合には集中巻の半分で済む。また、U相、V相、W相の各コイルは、集中巻に比べて2倍に分散されている。さらに、図15に示す分布巻のように全てのティースにコイルが巻かれた構造ではなく、全体の2/3の数のティースにしか巻かれていない。そのため、集中巻や分布巻に比べて、コイルインダクタンスを低く抑えることができる。

[0060] さらに本実施例は、集中巻に比べて、コイルが2倍に分散配置されており、U相コイル、V相コイル、およびW相コイルは半分程度重複しながら巻かれているので、電機子反作用は集中巻に比べて周方向に比較的なめらかに分布することになり、高次の電磁力高調波成分が低減された構造になっている。このため、集中巻に比べると、より静かな回転電機として機能できる。

[0061] なお、図13の例は、固定子ティースが電気角60度毎に1本配置され、コイルターンが電気角度幅120度で巻回された構造であるが、固定子ティースを電気角30度毎に1本配置し、コイルターンを電気角度幅で90度、あるいは120度、もしくは150度で巻回した構造としても、同様の効果を奏することができる。

[0062] 図14は、本発明の他の実施形態を示すであり、回転電機の概念図を示す。以下に述べる事項の他は、上記実施形態と同様である。図14に示す例では、上記の分散巻構造とダブル三相構造を組み合わせた構造を成す。すなわち、図13で示した巻線群を2つ設け、互いに位相をずらして配置したものである。

[0063] 図 14 に示すように、固定子 1002 において、テース 1021 の本数を電気角 360 度あたり 12 本にし、隣接するテース 1021 間の電気角位相差を 30 度とする。そして、一方の三相交流系（三相系 A）の分散巻構造の三相交流系コイルを、テース 1021 の半径方向外側の部分に配置し、他方の三相交流系（三相系 B）の分散巻構造の三相交流系コイルを、テース 1021 の半径方向内側の部分に配置するようにした。三相系 B は三相系 A に対して電気角で 30 度ずれた位置に配置され、三相系 A に対して並列に接続される。三相系 A、B ともに各コイルは例えば 4 本のテースを束ねるように巻く。

[0064] このように、固定子巻線として分散巻を採用するとともに、上記実施形態で説明したようにロータコア 112F、112R にベベル 1120 を設けることによって、図 6 に示したように大幅に効率が向上する効果が得られる。この場合、爪間磁石 112m を設けなくても、同様の効果が得られる。

[0065] さらに固定子巻線として、分散巻方式ではなく、図 15 に示した分布巻方式のコイルを採用するとともに、爪間磁石 112m を設け、さらに当該爪間磁石 112m としてフェライト磁石を採用することによって、図 19 に示すように大幅に出力電流が増加する。この場合、ベベル 1120 を設けると、効率は分散巻を採用した場合と同様に向上する。また、上述した実施形態では 3 相の分散巻、分布巻の固定子を例として説明したが、相の数は 3 に限らず本発明を適用可能である。例えば、3 相の巻線に、電気角で 30 度ずらしさらに 3 相を巻回した 6 相巻線や、また 5 相巻線などの特殊な形態であっても、上記と同様の効果が得られる。

[0066] 他の実施形態として、図 16 に爪磁極部 112c の断面図を示す。これは、爪磁極部 112c の先端部の内側（界磁コイル 12 側）に面取り 112z を設けたものである。この面取り 112z を設けることによって、爪磁極部 112c の先端での磁気抵抗が高くなり、当該先端から隣接する他の爪磁極部 112c などに漏れる磁束を減少させることができる。その結果、効率を向上させることができる。また、先端の重量が減ることによって、高速回転

時のコアの変形を軽減することができる。

[0067] 上述した各実施形態はそれぞれ単独に、あるいは組み合わせて用いても良い。それぞれの実施形態での効果を単独あるいは相乗して奏することができるからである。また、本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではない。

符号の説明

[0068] 4 : 固定子、5 : 固定子巻線、11 : 整流回路、12 : 界磁コイル、21 : 固定子コア、100 : 車両用交流発電機、112 : ロータ、112a : 円筒部、112b : 端板部、112c : 爪磁極部、112F, 112R : ロータコア、112m : 爪間磁石、1120 : ベベル

請求の範囲

[請求項 1] 界磁コイルが巻装された円筒部と、該円筒部の軸方向両端面に対向するように配置された板状の第 1 および第 2 の端板部と、前記第 1 の端板部から前記第 2 の端板部方向へと回転軸に平行に伸延する複数の第 1 の爪磁極部と、前記第 2 の端板部から前記第 1 の端板部方向へと回転軸に平行に伸延し、前記複数の第 1 の爪磁極部に対して周方向に交互に配置された複数の第 2 の爪磁極部と、を有するリンデル型回転子と、

前記リンデル型回転子の外周側に回転空隙を有して対向配置され、電機子コイルが巻装された積層鉄心を有する固定子と、を備え、

前記第 1 および第 2 の爪磁極部のそれぞれは、爪磁極部外周面の回転方向後側の縁領域に、前記爪磁極部外周面から前記爪磁極部の内周側に向けて傾斜した傾斜面を有し、

前記傾斜面の傾斜角度は 10deg 以上 16deg 以下に設定されていることを特徴とする車両用交流発電機。

[請求項 2] 請求項 1 に記載の車両用交流発電機において、

前記固定子の軸方向中央に対向する位置における前記傾斜面の幅と前記爪磁極部の幅との比率を、 0.15 以上 0.3 以下に設定したことを特徴とする車両用交流発電機。

[請求項 3] 請求項 2 に記載の車両用交流発電機において、

前記傾斜面の幅と前記爪磁極部の幅との比率を、前記爪磁極部の先端から根元部分において同一としたことを特徴とする車両用交流発電機。

[請求項 4] 請求項 1 に記載の車両用交流発電機において、

前記傾斜面の傾斜角度を、前記爪磁極部の先端から根元部分において同一としたことを特徴とする車両用交流発電機。

[請求項 5] 請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の車両用交流発電機において、

前記第 1 および第 2 の爪磁極部は、該爪磁極部の幅が外周側から内周側まで等しく設定されていることを特徴とする車両用交流発電機。

[請求項 6]

界磁コイルが巻装された円筒部と、該円筒部の軸方向両端面に対向するように配置された板状の第 1 および第 2 の端板部と、前記第 1 の端板部から前記第 2 の端板部方向へと回転軸に平行に伸延する複数の第 1 の爪磁極部と、前記第 2 の端板部から前記第 1 の端板部方向へと回転軸に平行に伸延し、前記複数の第 1 の爪磁極部に対して周方向に交互に配置された複数の第 2 の爪磁極部と、を有するルンデル型回転子と、

前記ルンデル型回転子の外周側に回転空隙を有して対向配置され、電機子コイルが巻装された積層鉄心を有する固定子と、を備え、

前記第 1 および第 2 の爪磁極部のそれぞれは、爪磁極部外周面の回転方向後側の縁領域に、前記爪磁極部外周面から前記爪磁極部の内周側に向けて 10 deg 以上 16 deg 以下の傾斜角度で傾斜した傾斜面を有し、

前記固定子は、前記回転子の爪磁極が成す電気角 360 deg 以内に、同相のコイルターンおよび固定子コアによって形成される固定子磁極が 2 つ配置されるようにコイルが巻回され、それぞれの固定子磁極を形成する前記コイルターンは周方向角度幅が電気角 180 deg よりも小さいコイルターンであり、前記 2 つの固定子磁極を成す前記コイルターンが互いに重ならないように設けられているとともに、隣接する前記固定子磁極が互いに逆極性をなすように前記コイルターンが巻回されていることを特徴とする車両用交流発電機。

[請求項 7]

界磁コイルが巻装された円筒部と、該円筒部の軸方向両端面に対向するように配置された板状の第 1 および第 2 の端板部と、前記第 1 の端板部から前記第 2 の端板部方向へと回転軸に平行に伸延する複数の第 1 の爪磁極部と、前記第 2 の端板部から前記第 1 の端板部方向へと回転軸に平行に伸延し、前記複数の第 1 の爪磁極部に対して周方向に

交互に配置された複数の第2の爪磁極部と、前記第1の爪磁極部と隣接する前記第2の爪磁極部との間の各々に配置されたフェライト磁石と、を有するルンデル型回転子と、

前記ルンデル型回転子の外周側に回転空隙を有して対向配置され、電機子コイルが巻装された積層鉄心を有する固定子と、を備え、

前記第1および第2の爪磁極部のそれぞれは、爪磁極部外周面の回転方向後側の縁領域に、前記爪磁極部外周面から前記爪磁極部の内周側に向けて傾斜した傾斜面を有し、

前記傾斜面の傾斜角度は 10° 以上 16° 以下に設定されていることを特徴とする車両用交流発電機。

[請求項8]

周方向に設けられた複数の爪磁極および前記爪磁極間に配置されたフェライト磁石を有するルンデル型回転子と、

前記ルンデル型回転子の外周側に回転空隙を有して対向配置され、電機子コイルが巻装された積層鉄心を有する固定子と、を備え、

前記固定子は、前記回転子の爪磁極が成す電気角 360° 以内に、同相のコイルターンおよび固定子コアによって形成される固定子磁極が2つ配置されるようにコイルが巻回され、それぞれの固定子磁極を形成する前記コイルターンは周方向角度幅が電気角 180° よりも小さいコイルターンであり、前記2つの固定子磁極を成す前記コイルターンが互いに重ならないように設けられているとともに、隣接する前記固定子磁極が互いに逆極性をなすように前記コイルターンが巻回されていることを特徴とする車両用交流発電機。

[請求項9]

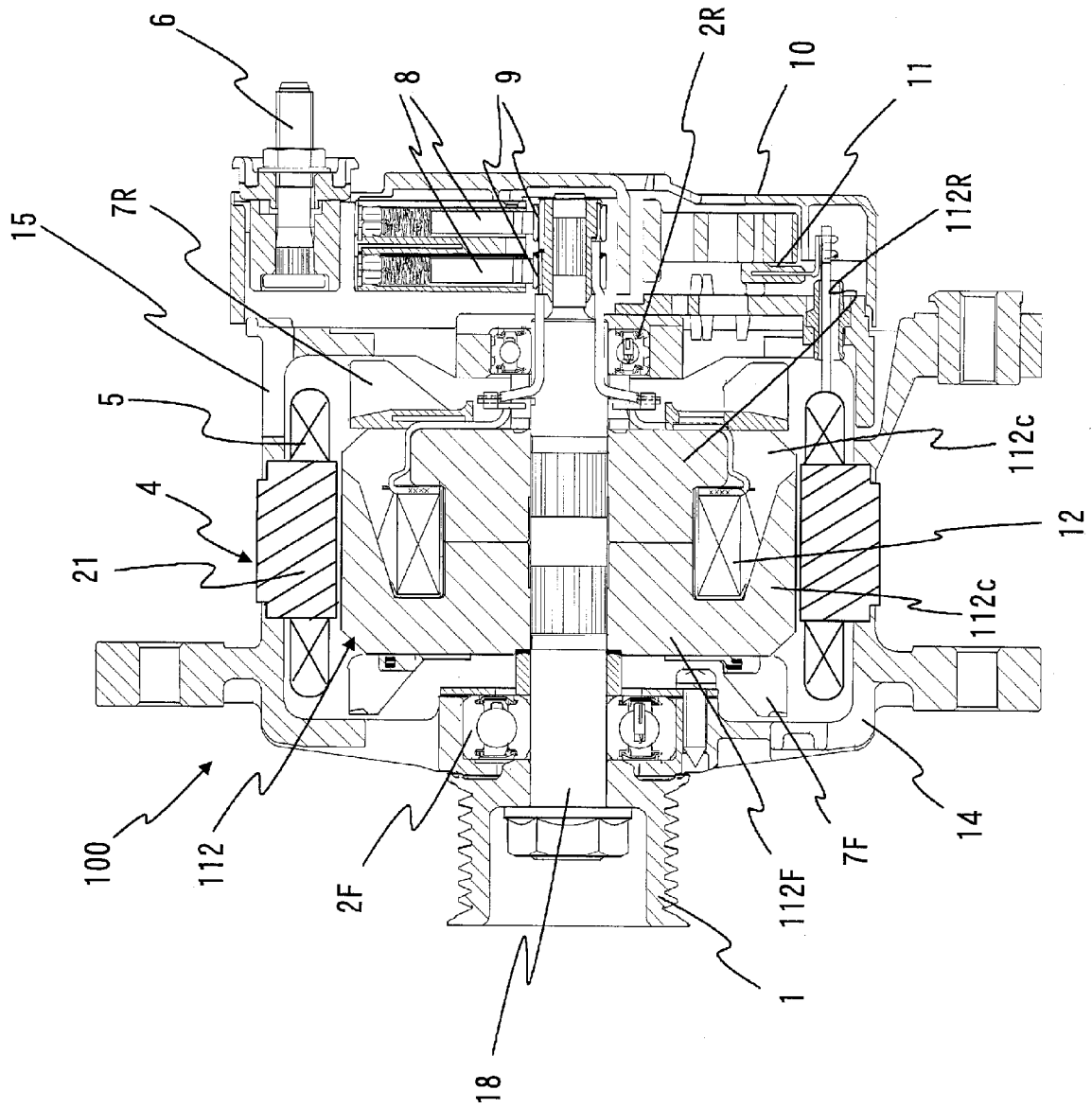
周方向に設けられた複数の爪磁極および前記爪磁極間に配置されたフェライト磁石を有するルンデル型回転子と、

前記ルンデル型回転子の外周側に回転空隙を有して対向配置され、電機子コイルが巻装された積層鉄心を有する固定子と、

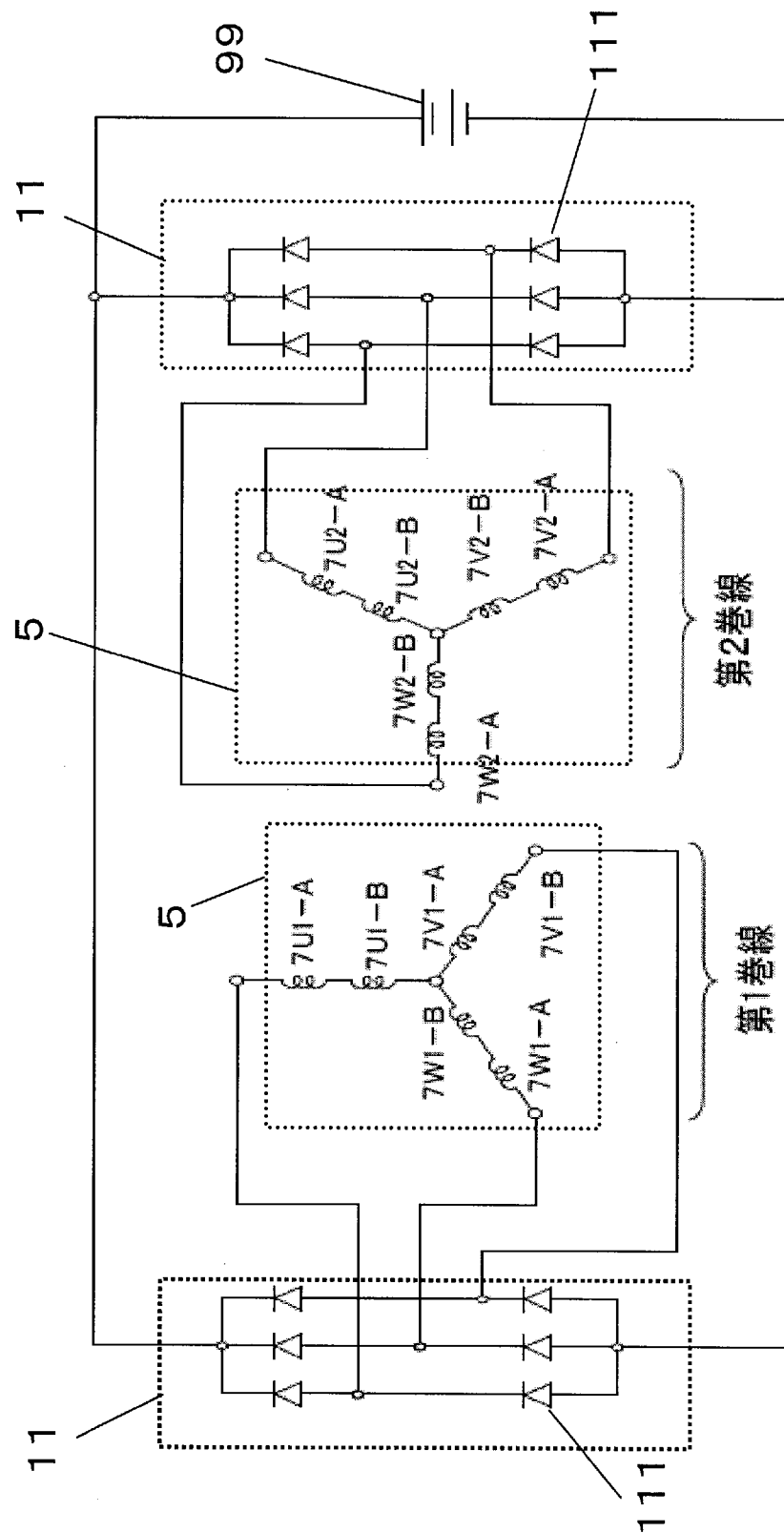
前記固定子は、前記回転子の爪磁極が成す電気角 360° 以内に、同相のコイルターンおよび固定子コアによって形成される固定子磁

極が2つ配置されるようにコイルが巻回され、それぞれの固定子磁極を形成する前記コイルターンは周方向角度幅が電気角180degであり、前記2つの固定子磁極を成す前記コイルターンは、一方のコイルターンは0degから180degの間で巻き回され、他方のコイルターンは180degから360degの間で逆極性を成すように巻き回されていることを特徴とする車両用交流発電機。

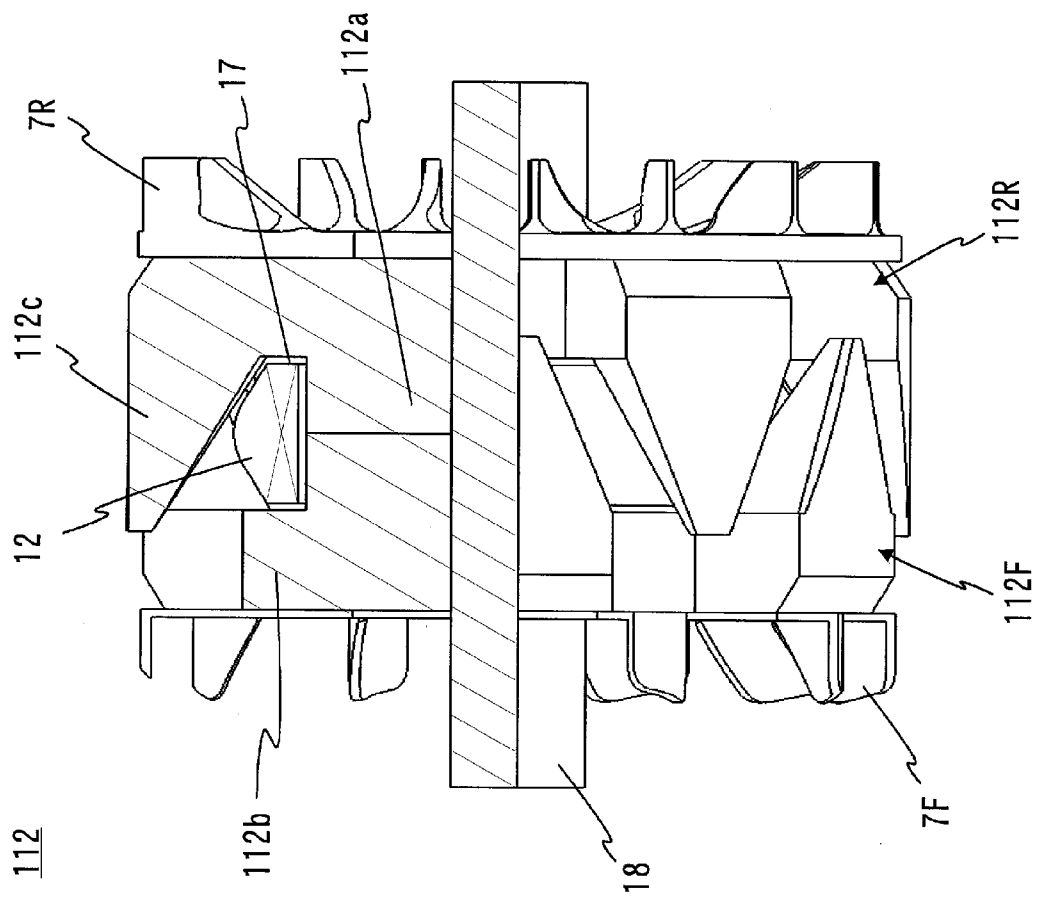
[図1]



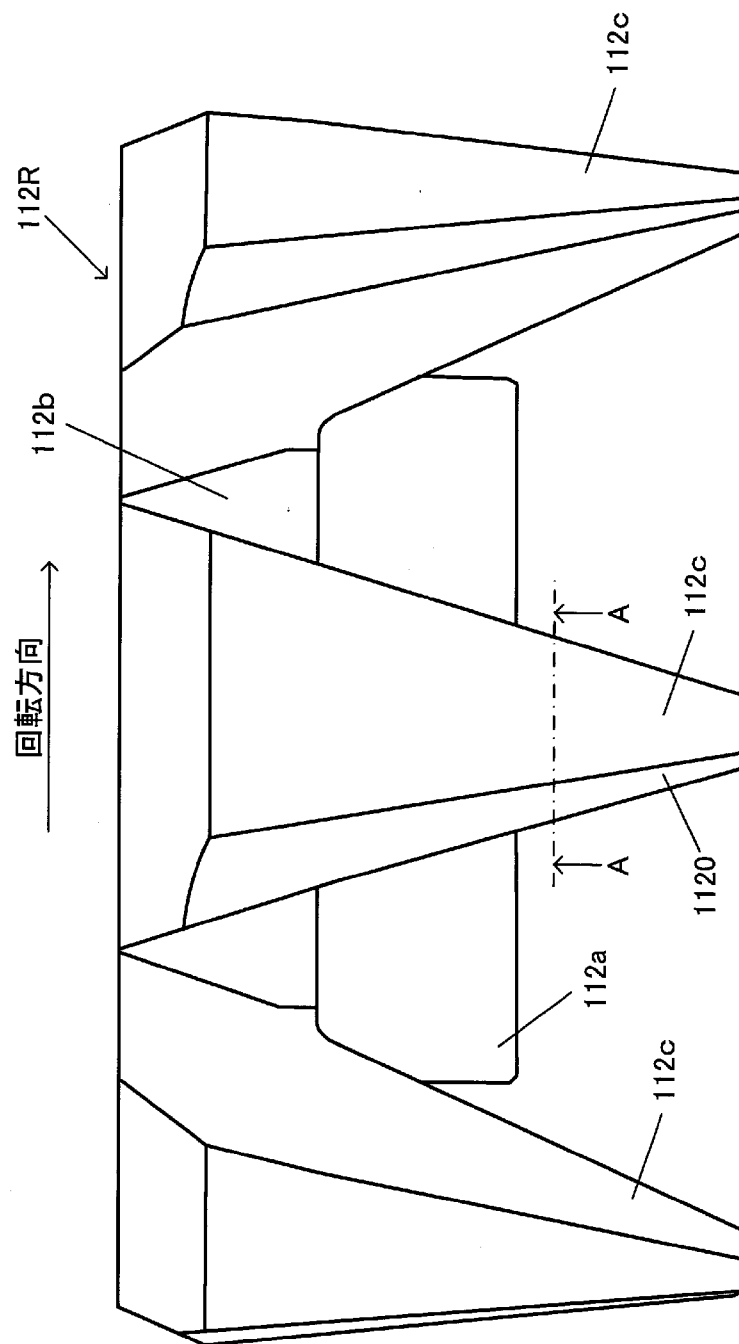
[図2]



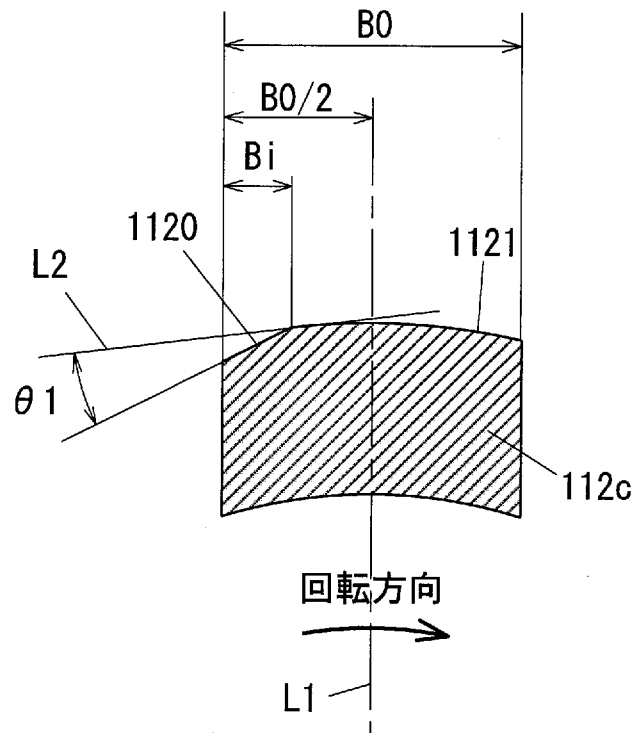
[図3]



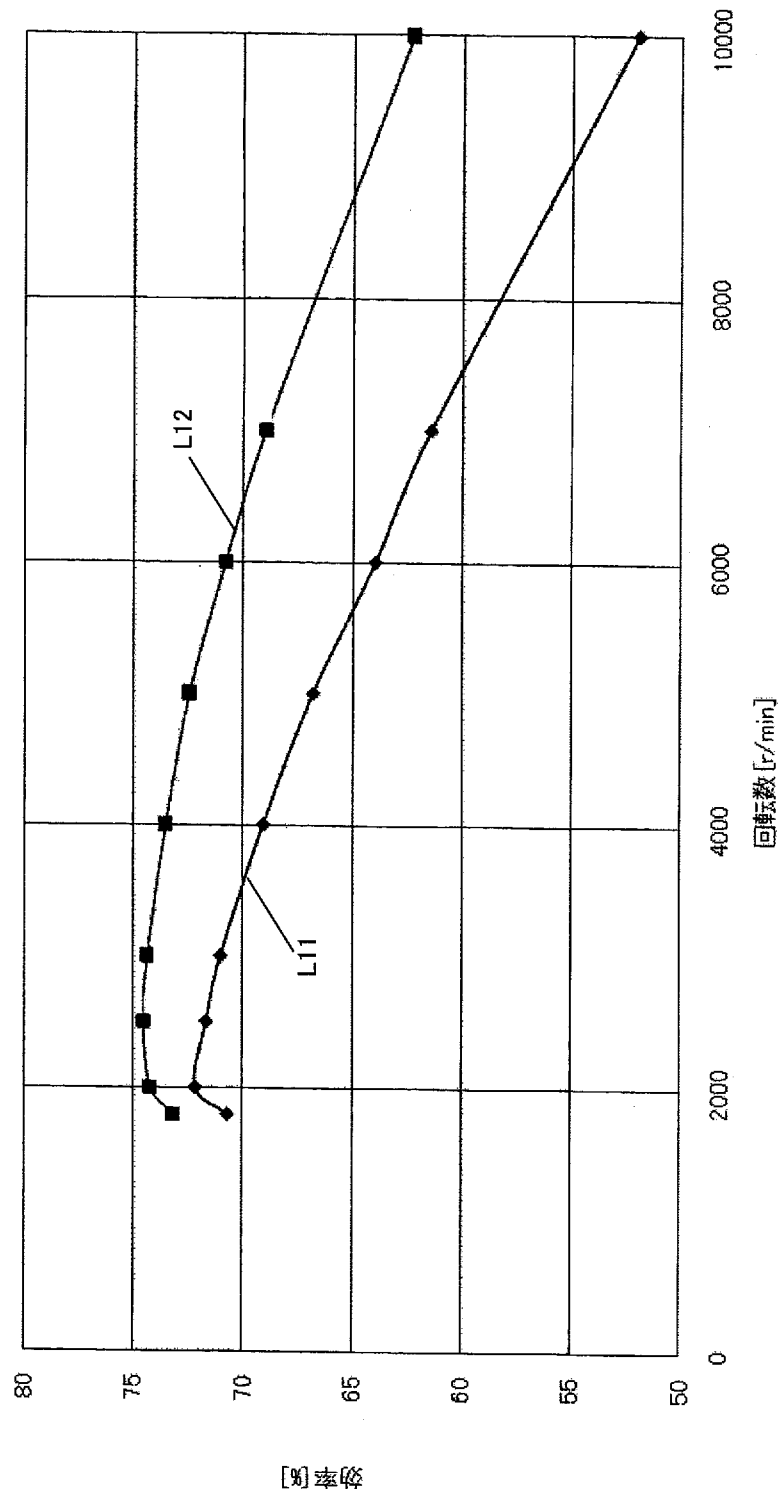
[図4]



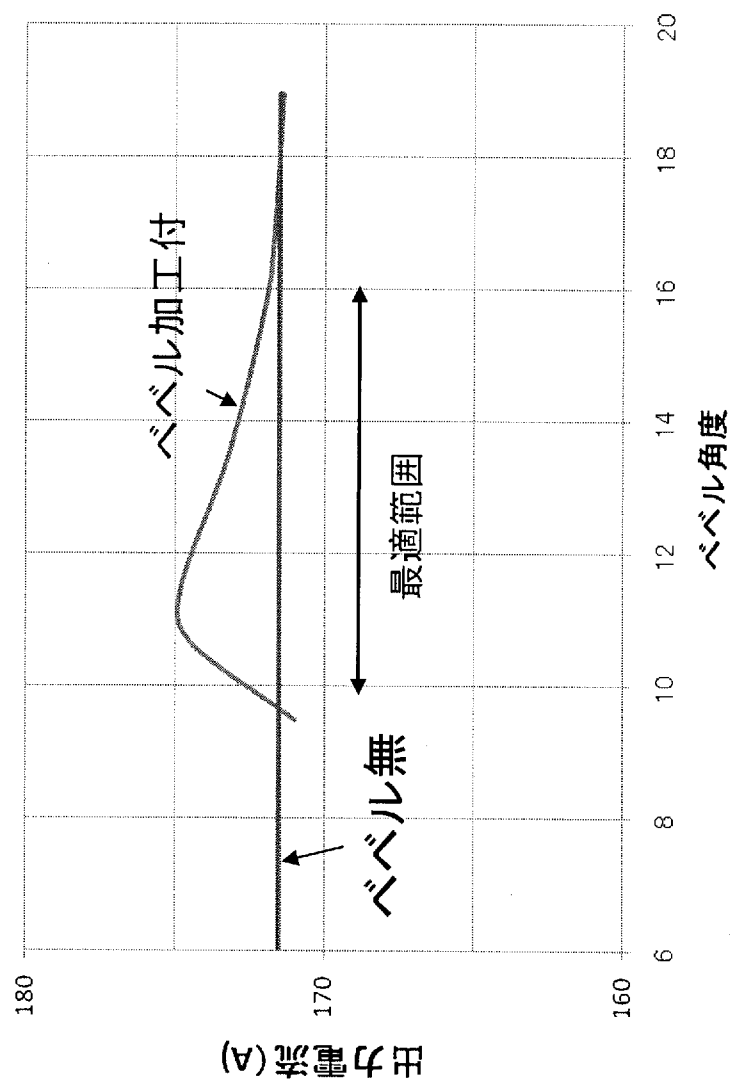
[図5]

A - A 断面

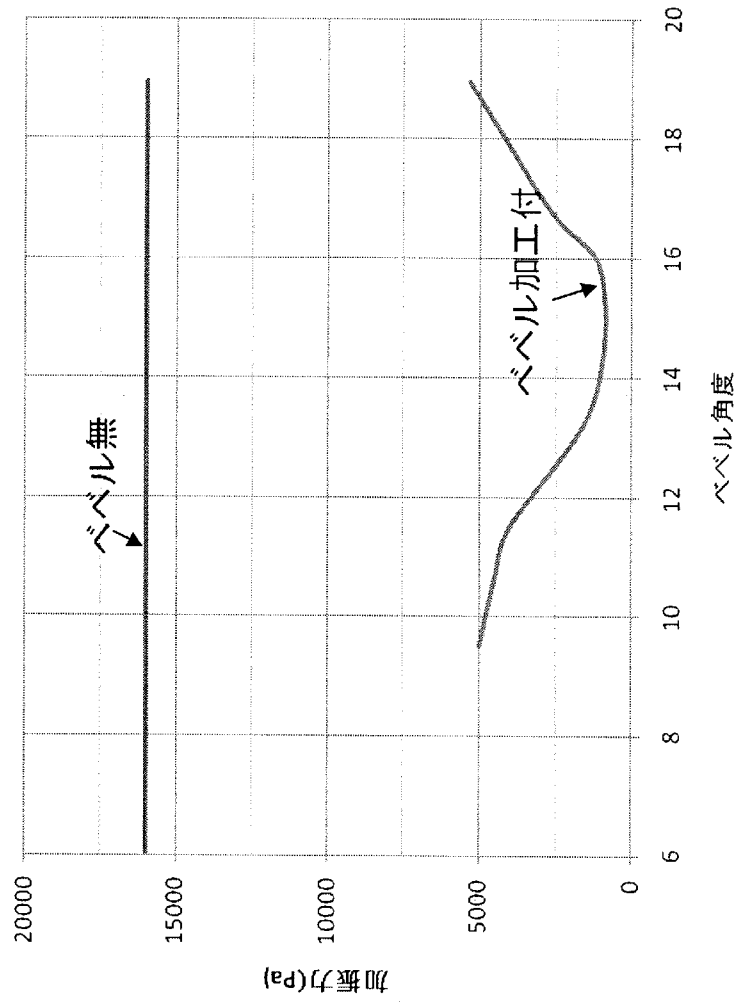
[図6]



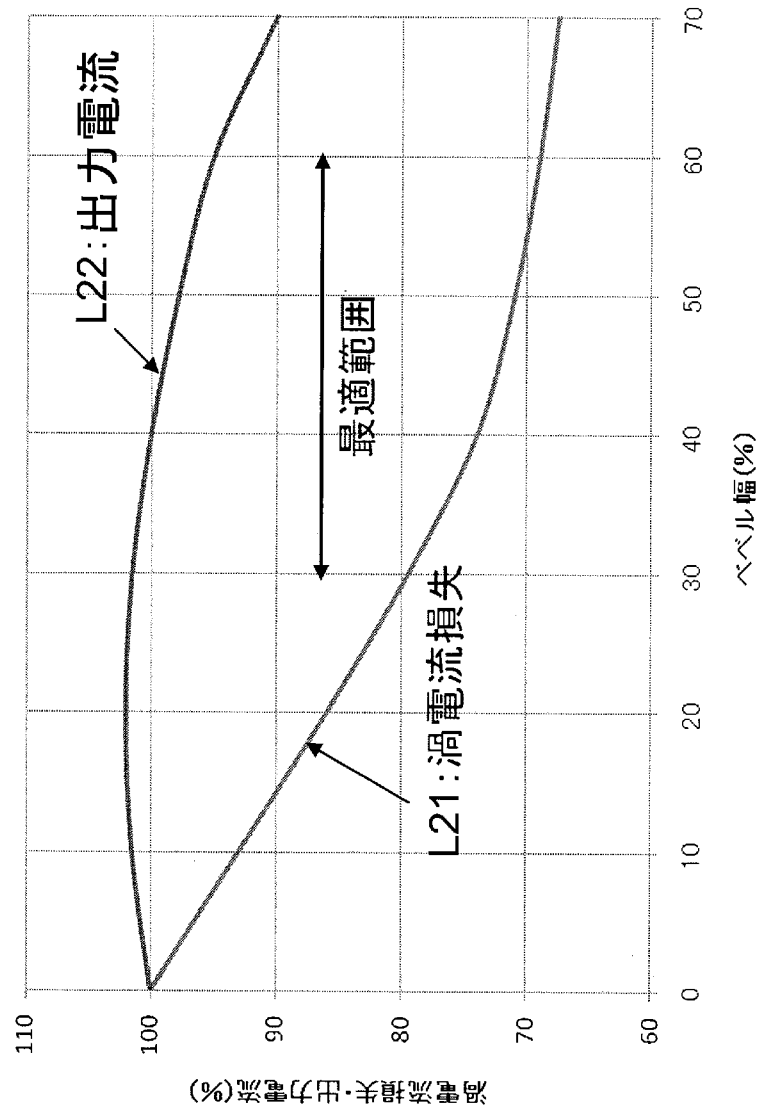
[図7]



[図8]

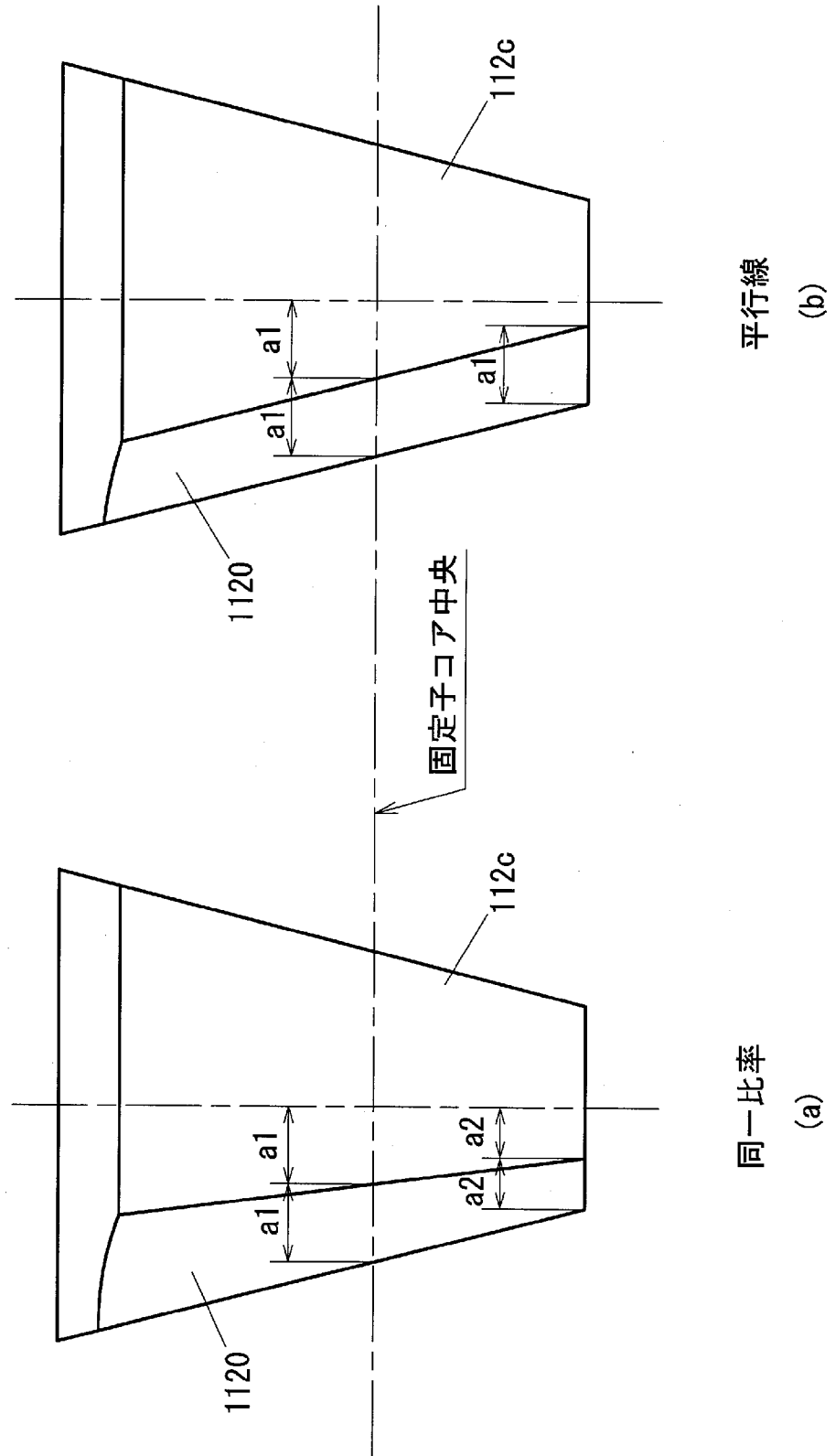


[図9]

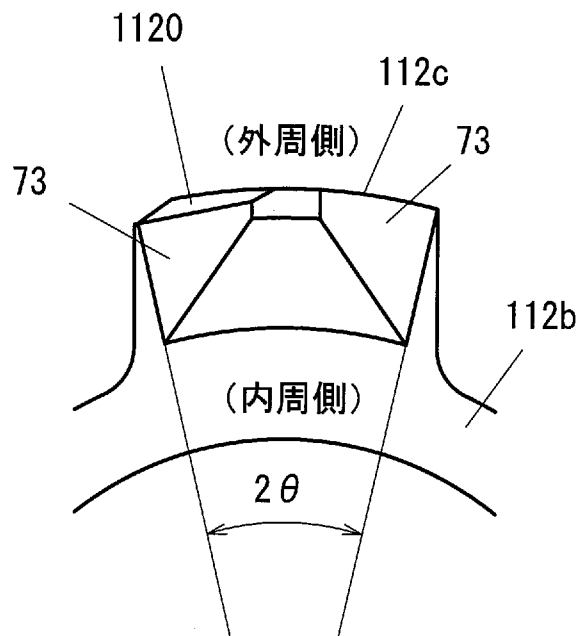


[図10]

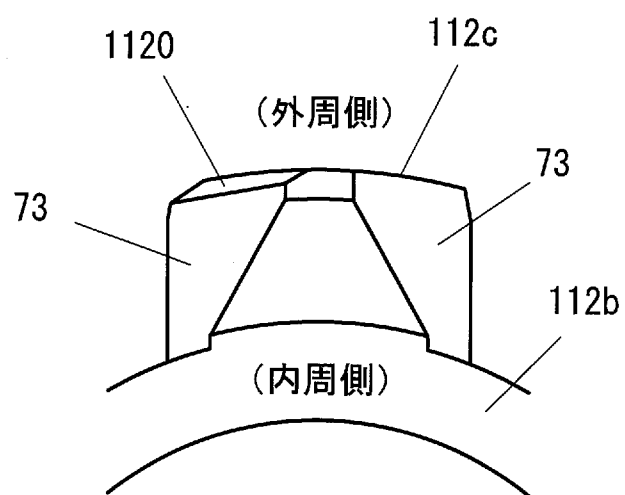
ベベル幅=50%



[図11]

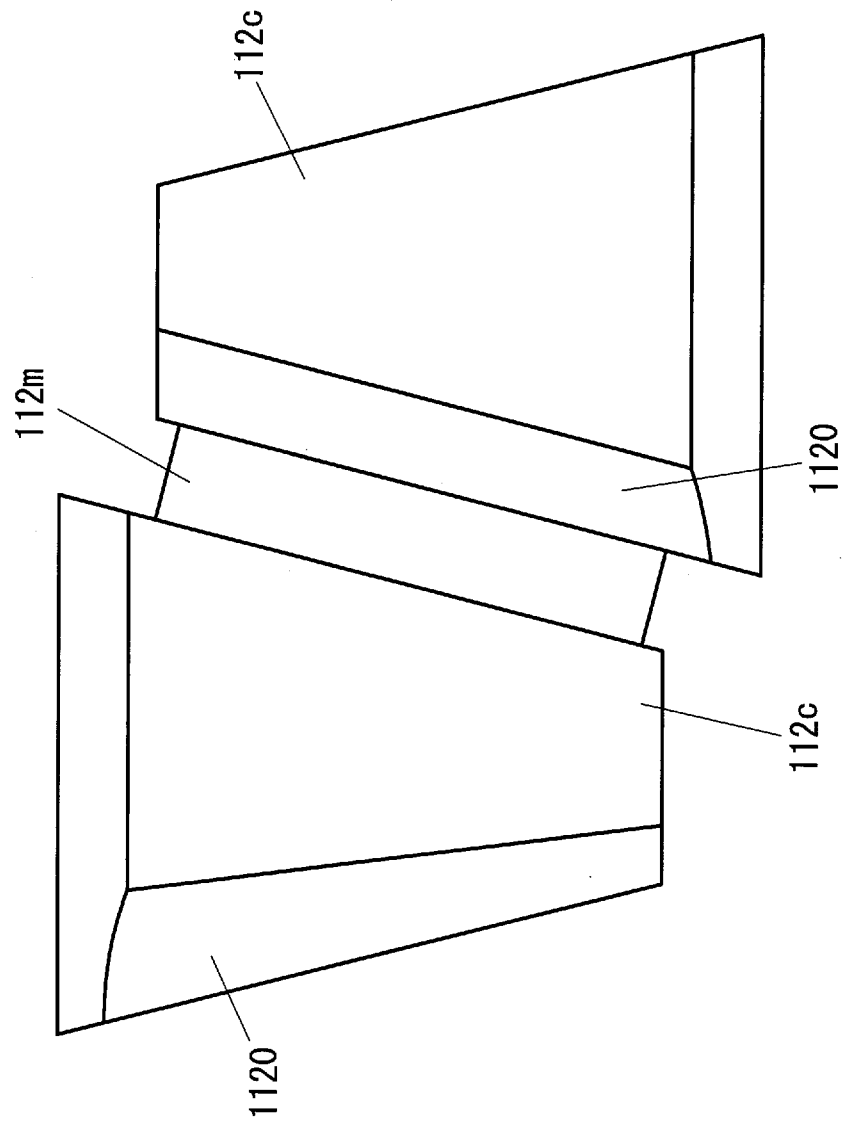


(a)

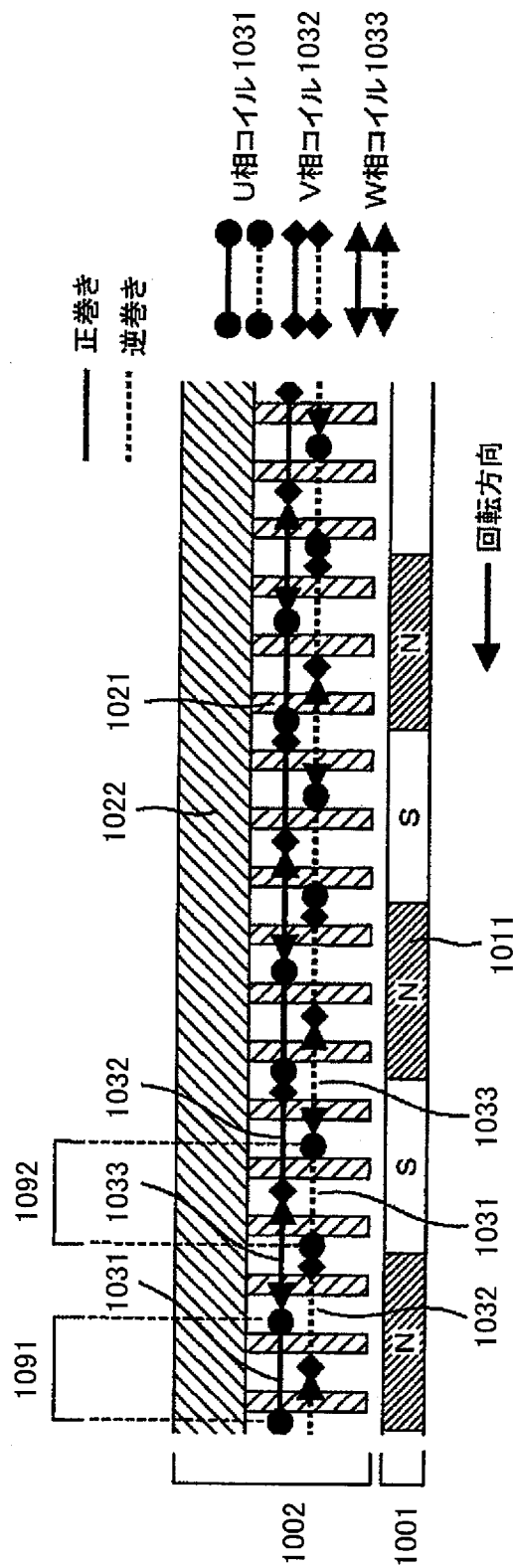


(b)

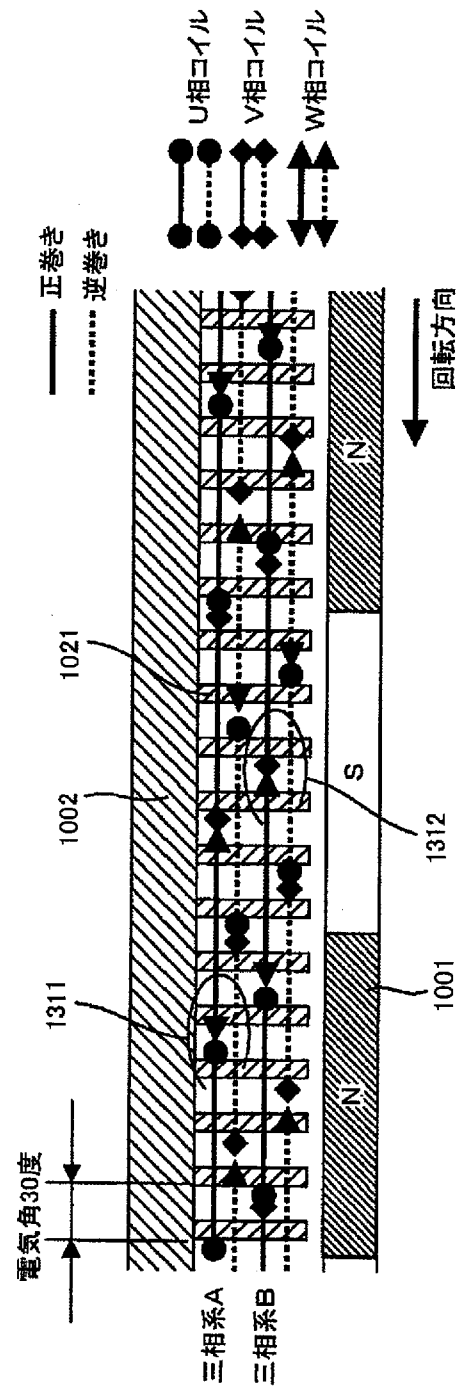
[図12]



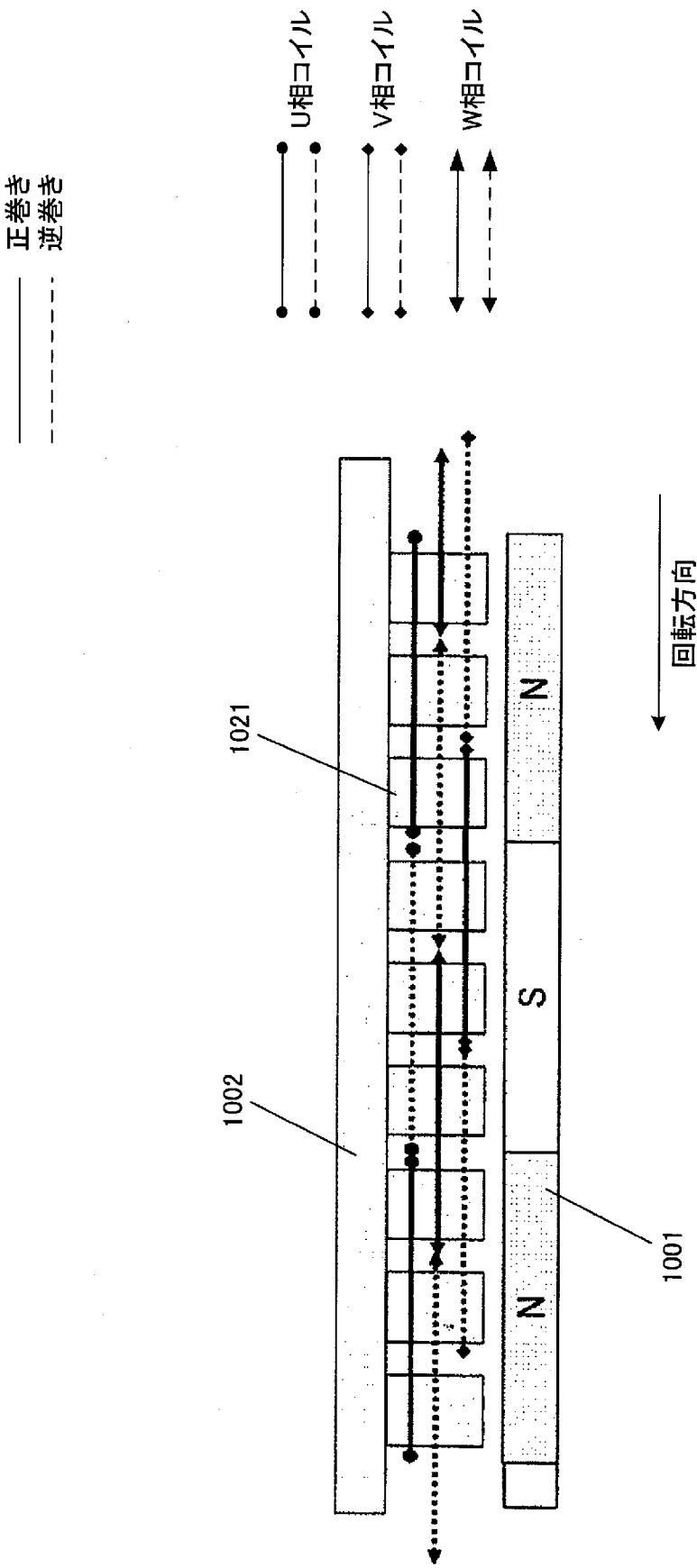
[図13]



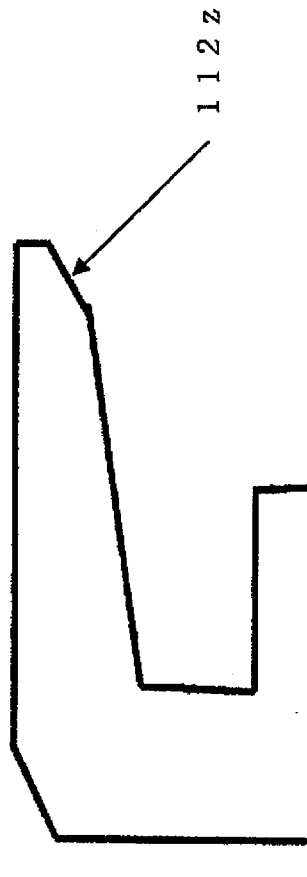
[図14]



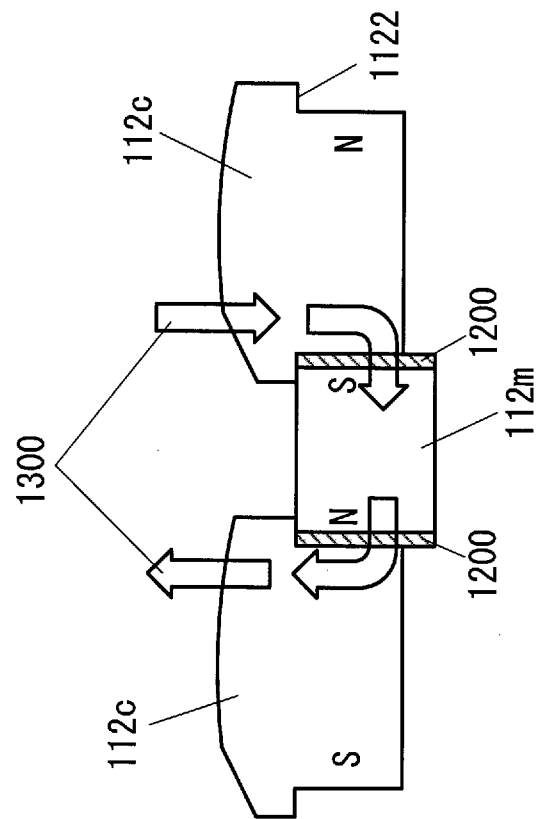
[図15]



[図16]



[図17]



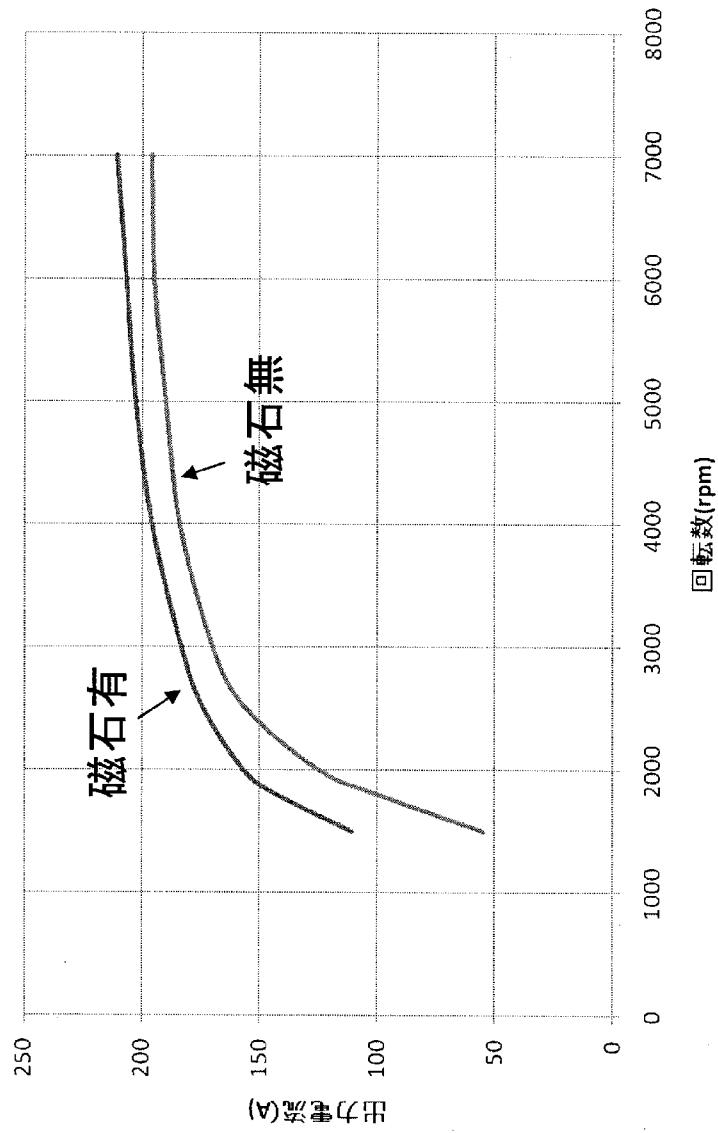
[図18]

極間磁石のネオジウム磁石とフェライト磁石との比較

No.	項目	ネオジウム磁石	フェライト磁石
1	グルーブ深さ	0.5mm	MAX.0.3mm
2	カータ係数	1.42	1.3
3	爪庇厚み	大(密度7.6)	小(密度4.8)

[図19]

極間磁石有無による出力電流比較



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061349

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1 / 2 4 (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)

H02K1 / 2 4

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

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1 996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2010	
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2010	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2010

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.
X Y	J P 9- 2 1 5 2 8 8 A (Den so Corp .) , 1 5 Augu st 1 9 9 7 (1 5 . 0 8 . 1 9 9 7) , ent i re text ; fig . 1 to 7 & US 5 7 0 8 3 1 8 A	1 - 2 , 4 5 - 6
X Y	J P 2 - 5 0 1 9 7 3 A (Robert Bosch GmbH) , 2 8 June 1 9 9 0 (2 8 . 0 6 . 1 9 9 0) , ent i re text ; fig . 1 to 5 & US 4 9 7 2 1 1 4 A & EP 3 4 6 3 4 6 A1 & W O 1 9 8 8 / 0 0 6 3 6 7 A1	1 - 2 , 4 5 - 6
X Y	J P 2 0 0 3 - 3 2 4 8 7 3 A (Hi tachi , Ltd .) , 1 4 November 2 0 0 3 (1 4 . 1 1 . 2 0 0 3) , ent i re text ; fig . 1 to 2 4 (Fami ly : none)	1 - 2 , 4 , 7 5 - 6 , 8 - 9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"I" 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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
2 7 Septembe r , 2 0 1 0 (2 7 . 0 9 . 1 0)Date of mailing of the international search report
0 5 Octobe r , 2 0 1 0 (0 5 . 1 0 . 1 0)Name and mailing address of the ISA/
Japane se Patent Of f i c e

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061349

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 53-96407 A (Hitachi, Ltd.), 23 August 1978 (23.08.1978), entire text; fig. 4 to 5 (Family: none)	5
Y	JP 2002-527015 A (Ford Motor Co.), 20 August 2002 (20.08.2002), entire text; fig. 1 to 5 & US 5793143 A & EP 1002357 A1 & WO 1999/008365 A1	5
Y	JP 9-51646 A (Dens o Corp.), 18 February 1997 (18.02.1997), paragraphs [0056] to [0060]; fig. 1 to 7 & EP 762603 A3	6, 8-9
Y	JP 2010-142035 A (Honda Motor Co., Ltd.), 24 June 2010 (24.06.2010), entire text; fig. 6 (Family: none)	9
A	JP 2003-219584 A (Dens o Corp.), 31 July 2003 (31.07.2003), entire text; fig. 1 to 8 & US 2003/0137214 A1	1-9
A	JP 5-91702 A (Nippondens o Co., Ltd.), 09 April 1993 (09.04.1993), entire text; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02K1/24 (2006. 01) i

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 (I P C))

Int.Cl. H02K1/24

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	1 9 2 2 — 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 — 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 — 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 — 2 0 1 0 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 請求項の番号
X Y	JP 9-215288 A (株式会社デンソー) 1997.08. 15, 全文, 第 1-7 図 & US 5708318 A	1-2,4 5-6
X Y	JP 2-501973 A (ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト ミット ベシユレン クテル ノ、フツング) 1990.06.28, 全文, 第 1-5 図 & US 4972114 A & EP 346346 A 1 & WO 1988/006367 A 1	1-2,4 5-6
X Y	JP 2003-324873 A (株式会社 日立製作所) 2003. 11. 14, 全文, 第 1-24 図 (ファミリーなし)	1-2,4,7 5-6,8-9

☒ c 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

- IA 「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」
- IE 「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」
- 「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)」
- IF 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
- IP 「国際出願 日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「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」
- rx 「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」
- IY 「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」
- I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

2 7 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 5 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 — 8 9 1 5

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)

河村 勝也

電話番号 0 3 — 3 5 8 1 — 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

3 V

3 9 2 3

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 請求項の番号
Y	JP 53-96407 A (株式会社 日立製作所) 1978.08.23, 全文, 第 4-5 図 (ファミリー なし)	5
Y	JP 2002-527015 A (フォード モーター カンパニー) 2002.08.20, 全文, 第 1-5 図 & US 5793143 A & EP 1002357 A I & WO 1999/008365 A I	5
Y	JP 9-51646 A (株式会社デンソー) 1997.02.18, 段落 0056 】ー 0060 】 , 第 1-7 図 & EP 762603 A 3	6,8-9
Y	JP 2010-142035 A (本田技研工業株式会社) 2010.06.24, 全文, 第 6 図 (ファミリー なし)	9
A	JP 2003-219584 A (株式会社デンソー) 2003.07.31, 全文, 第 1-8 図 & US 2003/0137214 A I	1-9
A	JP 5-91702 A (日本電装株式会社) 1993.04.09 , 全文, 第 1-5 図 (ファミリー なし)	1-9