

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5851365号
(P5851365)

(45) 発行日 平成28年2月3日(2016.2.3)

(24) 登録日 平成27年12月11日(2015.12.11)

(51) Int.Cl.

F 1

H02K 1/27 (2006.01)
H02K 1/22 (2006.01)H02K 1/27
H02K 1/22501B
A

請求項の数 4 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2012-190815 (P2012-190815)
 (22) 出願日 平成24年8月31日 (2012.8.31)
 (65) 公開番号 特開2014-50208 (P2014-50208A)
 (43) 公開日 平成26年3月17日 (2014.3.17)
 審査請求日 平成27年1月19日 (2015.1.19)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (74) 代理人 100091720
 弁理士 岩崎 重美
 (72) 発明者 竹田 慶生
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイルと固定子鉄心とを備えた固定子と、
 前記固定子に空隙を介して対向し、永久磁石と回転子鉄心とを備える回転子とを有し、
 前記回転子は、前記回転子鉄心に設けられた穴状のスロットに、前記永久磁石がV字状に埋設されて1つの極を形成し、前記極が周方向に複数配列された回転電機において、
 前記スロットは、前記回転子鉄心の外周に向かって当該スロットの一部が開放されたオーブンスロットであり、
 前記回転子鉄心が、前記スロットの開放部において前記永久磁石を支持する鉤形構造を当該永久磁石の内径側長辺側から備え、

前記回転子の軸方向と垂直な断面にて、前記永久磁石の外径側長辺と前記回転子鉄心とが1箇所で接触するように、前記スロットに突起を設けた回転電機。

【請求項 2】

請求項1記載の回転電機において、
 前記回転子の軸方向と垂直な断面にて、前記永久磁石の外径側長辺の中点よりも内径側で、前記永久磁石と前記回転子鉄心とが接触するように、前記スロットに突起を設けた回転電機。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の回転電機において、
 前記回転子の軸方向と垂直な断面にて、前記永久磁石の前記外径側長辺に隣接する内径

側短辺と、前記回転子鉄心とが接触するように、前記スロットに第2の突起を設けた回転電機。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか一つに記載の回転電機において、
前記回転子の外周に薄膜が形成された回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

小型・軽量でかつ、高性能が要求される用途において、永久磁石を使用した回転電機（モータ、発電機）が適用されている。一般的に、永久磁石を使用した回転電機の回転子は、薄い鋼板を軸方向に積層して円筒状に形成した回転子鉄心を備えている。鋼板に永久磁石を挿入用の穴を設けて積層することで、回転子鉄心に永久磁石挿入用のスロットが形成され、永久磁石がスロットに取り付けられる。また、回転子鉄心は回転軸となるシャフトと固定され、回転子の主構成要素を成す。

【0003】

回転子鉄心に対する永久磁石の配置については、大きく分類すると、表面磁石型と埋め込み磁石型がある。表面磁石型は、例えば特許文献1に記載されているように、回転子鉄心の外周表面に所定の間隔をあいて永久磁石を貼り付けるものである。この表面磁石型の回転子は、永久磁石の磁束が回転子鉄心内で短絡することがないので、永久磁石の磁束を有効に使用できる。しかし、遠心力によって永久磁石が割れたり、剥がれたりする懸念があるため、高速回転の用途には向かない。加えて、渦電流損によって永久磁石の温度が上昇し、効率低下を招く恐れがある。このような短所を改善するために、特許文献1では回転子鉄心の外周表面に配置された第1の永久磁石に加えて、その内径側に第2の永久磁石を配置している。

【0004】

埋め込み磁石型のモータは、例えば特許文献2に記載されているように、回転子鉄心内の閉じた穴、すなわちクローズドスロットに永久磁石が含まれるため、遠心力による永久磁石の割れや剥がれを防ぐことができる。この回転子鉄心の1極分を図12に示す。この回転子構造では、永久磁石の破損防止に加えて、渦電流損を低減できるという利点を有する。さらに、特許文献2に記載のモータのように、1つの極を形成するために、V字状に2個のスロットを設け、その各々に永久磁石を埋め込むことで、極間の回転子鉄心においてリラクタンストルクを有效地に利用できるようになり、小型で高効率のモータが実現できる。また、特許文献2に記載のモータでは、回転子鉄心に設けられたスロットに弾性機構を配置することで、永久磁石と回転子鉄心を一体化させ、回転子の剛性を向上させている。

【0005】

特許文献3も埋め込み磁石型の回転子について言及している。回転子鉄心にV字状のスロットを設け、そのスロットに2個の永久磁石を埋め込む回転子構造は特許文献2と同様である。ただし、V字状のスロットを挟んで外径側と内径側に位置する回転子鉄心の磁極部とヨーク部は互いにつながっておらず、スロット内において2個の永久磁石の間を硬化性非磁性物質で充填することで、回転子を形成している。また、V字状のスロットには回転子鉄心の外周に向けて切り欠きが設けられている。したがって、スロットは回転子鉄心内の閉じた穴ではなく、回転子鉄心の外周に向かってスロットが開放部を有するオープンスロットが採用されている。

【0006】

特許文献4も埋め込み磁石型の回転子について言及している。回転子鉄心にV字状のスロットを設け、そのスロットに2個の永久磁石を埋め込む回転子構造は特許文献2、3と

10

20

30

40

50

同様である。ただし、回転子鉄心に設けられたスロットが、特許文献2に記載されたようなクローズドスロットの鋼板と、特許文献3に記載されたようなオープンスロットの鋼板を交互に積層して回転子鉄心を形成している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2003-61280号公報

【特許文献2】特開平9-308148号公報

【特許文献3】特開平2-179253号公報

【特許文献4】特開2011-4480号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

一般的な磁石埋め込み型の回転子は特許文献2に示されているように、回転子鉄心に穴状にスロットが設けられた、いわゆるクローズドスロットであるため、回転子鉄心内で磁束の短絡が発生する。また、マグネットトルクを大きくするために、できる限り永久磁石を外径側に配置することが望ましい。そのためには、V字状のスロットができる限り外径側に配置する必要があるが、その結果、図12に示すようにスロットよりも外径側の回転子鉄心に狭小部20a、20bが形成されることになる。このスロット外径側の狭小部20a、20bには遠心力によって高い応力が発生するので、機械的な破壊を生じさせないために、狭小部20a、20bはある値以上の寸法を有する必要がある。こうして、クローズドスロットに永久磁石を埋め込む形式の回転子構造では、マグネットトルクの利用に限界がある。

20

【0009】

このような回転子鉄心内の磁束短絡の防止と、マグネットトルクの最大利用を同時に実現する手段として、永久磁石を埋め込むスロットをオープンスロットとする方法が挙げられる。しかし、オープンスロットを採用すると、V字状に配置された2個のスロット間に存在する回転子鉄心の狭小部に、永久磁石の質量とスロットよりも外径側に位置する回転子鉄心の質量が回転子の回転時に加わることになる。すなわち、遠心力によって図12に示すスロット間の狭小部7に高い応力が発生する。この応力を許容値以内に抑えるために、スロット間の狭小部7はある値以上の寸法を有する必要がある。ただし、このスロット間狭小部の寸法を大きくすると、磁束の短絡が発生することになる。

30

【0010】

これを解決するために、特許文献3では1つの極を構成するスロット間に硬化性非磁性物質を充填しているが、回転子を形成するために必要な加工工数が多い。加えて、硬化性非磁性物質と回転子鉄心の接合部に遠心力による応力が発生するため、強度信頼性に優れた接合状態を実現しなければならない。また特許文献4では、オープンスロット構造の採用によって、スロット間狭小部の応力が増加することを避けるために、オープンスロットの鋼板とクローズドスロットの鋼板を数枚毎に交互に積層している。ただし、クローズドスロットの鋼板において、遠心力によって回転子鉄心の外径側の狭小部が負担する力が大きくなるため、全てをクローズドスロット構造にした場合よりも永久磁石を外径側に配置するのが難しくなる。

40

【0011】

そこで、本発明は、回転子鉄心内の磁束の短絡を抑え、かつ従来の埋め込み磁石型よりも永久磁石を外径側に配置することで、高効率と強度信頼性を両立する回転機械を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、コイルと固定子鉄

50

心とを備えた固定子と、前記固定子に空隙を介して対向し、永久磁石と回転子鉄心とを備える回転子とを有し、前記回転子は、前記回転子鉄心に設けられた穴状のスロットに、前記永久磁石がV字状に埋設されて1つの極を形成し、前記極が周方向に複数配列された回転電機において、前記スロットは、前記回転子鉄心の外周に向かって当該スロットの一部が開放されたオーブンスロットであり、前記回転子鉄心が、前記スロットの開放部において前記永久磁石を支持する鉤形構造を当該永久磁石の内径側長辺側から備え、前記回転子の軸方向と垂直な断面にて、前記永久磁石の外径側長辺と前記回転子鉄心とが1箇所で接触するように、前記スロットに突起を設けたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

10

本発明によれば、高効率と強度信頼性を両立する回転機械を提供できる。上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1の実施形態による回転電機の第1の構造例を示す斜視図。

【図2】第1の実施形態による回転電機の第1の構造例を示す回転子鉄心の断面図。

【図3】第1の実施形態による回転電機の第1の構造例を示す回転子鉄心と永久磁石の断面図。

【図4】第1の実施形態による回転電機の第1の構造例を示す断面のうち、1つの磁極分を拡大して示す断面図。

20

【図5】第1の実施形態による回転電機の第1の構造例から派生する構造例を示す断面のうち、1つの磁極分を拡大して示す断面図。

【図6】第1の実施形態による回転電機の第1の構造例を示す断面のうち、永久磁石と回転子鉄心の隙間を樹脂で充填した場合の1つの磁極分を拡大して示す断面図。

【図7】第1の実施形態による回転電機の第2の構造例を示す断面のうち、1つの磁極分を拡大して示す断面図。

【図8】第1の実施形態による回転電機の第2の構造例を示す断面のうち、永久磁石と回転子鉄心の隙間を樹脂で充填した場合の1つの磁極分を拡大して示す断面図。

【図9】第2の実施形態による回転電機の構造例を示す断面のうち、1つの磁極分を拡大して示す断面図。

30

【図10】第2の実施形態による回転電機の構造例を示す断面のうち、永久磁石と回転子鉄心の隙間を樹脂で充填した場合の1つの磁極分を拡大して示す断面図。

【図11】第3の実施形態による回転電機の構造例を示す断面のうち、1つの磁極分を拡大して示す断面図。

【図12】従来の埋め込み磁石型の回転子において、回転子鉄心の断面のうち1つの磁極分を示す断面図。

【図13】回転電機の全体を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

40

【0016】

まず、図13を用いて、本発明の実施形態に共通する回転電機100の全体構成を説明する。図13では、回転電機100の一部分を断面としている。回転電機100は、図1に示すように、ケース110の内部に配設されるものであり、ハウジング112と、ハウジング112に固定される固定子鉄心132を有する固定子130と、この固定子内に回転自在に配設される回転子150と、を備えている。ケース110は、エンジンのケースや変速機のケースによって構成される。

【0017】

この回転電機100は、永久磁石内蔵型の三相同期モータである。回転電機100は、固定子鉄心132に巻回される固定子コイル138に三相交流電流が供給されることで、

50

回転子 150 を回転させる電動機として作動する。また、回転電機 100 は、エンジンによって駆動されると、発電機として作動して三相交流の発電電力を出力する。つまり、回転電機 100 は、電気エネルギーに基づいて回転トルクを発生する電動機としての機能と、機械エネルギーに基づいて発電を行う発電機としての機能の両方を有しており、自動車の走行状態によって上記機能を選択的に利用することができる。

【0018】

固定子 130 はハウジング 112 に固定されている。固定子 130 は、ハウジング 112 に設けられたフランジ 115 がボルト 120 によりケース 110 に締結されることで、ケース 10 内に固定保持されている。シャフト 118 に固定された回転子 150 は、ケース 10 の軸受け 14A、14B により支承され、固定子鉄心 132 の内側において回転可能に保持されている。10

〔実施の形態 1〕

以下、図 1～図 6 を用いて、本発明の第 1 の実施形態による回転電機の、第 1 の構造例について説明する。図 1 は回転電機の埋め込み磁石型の回転子を構成する回転子鉄心と永久磁石を表す斜視図、図 2 は図 1 の回転子鉄心の軸方向に垂直な断面図、図 3 は図 2 に永久磁石が埋設された場合の断面図である。また、図 4、図 5 および図 6 は図 3 のうち 1 つの極を構成する角度分のみを拡大した断面図である。

【0019】

図 1 に示すように、埋め込み磁石型の回転子 150 では回転子鉄心 2 に永久磁石 3 が埋設された構造を有している。図 2 に示すように、回転子鉄心 2 には永久磁石を挿入するための穴であるスロット 4 が周方向にある間隔で設けられている。回転子鉄心 2 は図 2 の断面形状を有する薄い鋼板を回転軸 1 の方向に積層して構成されている。回転子鉄心 2 に V 字状に設けられた 2 個のスロット 4 に永久磁石 3 をそれぞれ挿入することで、回転子の周方向に 1 つの磁極 5 が形成される。永久磁石 3 にはネオジム磁石、サマリウムコバルト磁石、フェライト磁石などが使用される。これら以外の永久磁石によつても、本実施形態の構造例は実現できる。20

【0020】

スロット 4 に挿入された永久磁石 3 は回転軸 1 から回転子鉄心 2 の外周に向けて（即ち、径方向外側に向けて）V 字状に開くように配置されるため、図 4 に示すように、永久磁石 3 の断面の長辺と平行な中心線 L1 と中心線 L2 の交点は回転子の軸 1 の中心とは一致しない。スロット 4 の外径側は回転子鉄心 2 の外周に向けて開放され、開放部 19 が形成されている。開放部 19 の近傍の回転子鉄心には鉤形構造 6 が設けられており、永久磁石 3 の断面の外径側短辺 17 と接して遠心力によって永久磁石に作用する力を支える。30

【0021】

その結果、開放部 19 で回転子鉄心 2 を切断しているにもかかわらず、回転子鉄心 2 のスロット間の狭小部 7 に作用する応力の大きさは、従来のクローズドスロット構造で同一箇所に発生する応力の大きさと大差ない。さらに、永久磁石 3 の外径側長辺 9 は回転子鉄心 2 のスロット 4 に設けられた突起 8 と 1 点で接触しており、永久磁石 3 の外径側長辺 9 と回転子鉄心は線接触（3 次元で考えた場合は面接触）していない。この突起 8 は外径側長辺 9 の中点 10 よりも内径側短辺 18 に近い側に設けられている。突起 8 と鉤形構造 6 は、永久磁石 3 は製作時に図 4 に示す位置への配置を容易にする役割も担っている。40

【0022】

図 4 ではスロット 4 に設けられた突起 8 の先端が円弧になっているため、突起 8 と永久磁石の外径側長辺 9 は 1 点で接触している。これに対し、図 5 に示すように、突起 8 の先端に長さ a の直線を設けた場合、永久磁石 3 と突起 8 は線接触となる。しかし、永久磁石 3 の外径側長辺 9 の長さ A に比べて、相対的に突起 8 の先端の長さ a が短い場合、突起 8 が円弧の場合と同様に、永久磁石 3 に作用する遠心力のうちスロット間の狭小部 7 に伝達する割合が低減できる。

【0023】

したがって、図 5 の構造も本発明の本実施の形態の範疇に含まれるものである。また図50

6に示すように、永久磁石3と回転子鉄心2の内径側隙間11に樹脂を充填することで、回転電機稼働時の永久磁石3の動きを抑制でき、機械的に信頼性の高い回転電機を実現できる。

【0024】

図7および8は、本発明の第1の実施形態による回転電機の第2の構造例を示す断面図である。

【0025】

永久磁石3の内径側短辺18は回転子鉄心のスロット4に設けられた第2の突起12と接触している。この第2の突起12により、回転子の製作時に永久磁石3を図7に示す位置に容易に配置できる。加えて、図7に矢印で示すように永久磁石3に遠心力Fが作用した場合に、突起8を支点として永久磁石3にモーメントMが作用するが、第2の突起12はこのモーメントMを鉤形構造6とともに支える役割を果たす。10

【0026】

この第1の実施形態による第2の構造例においても、永久磁石3と回転子鉄心2の内径側隙間11に樹脂を充填することで、回転電機の稼働時に図7および8に示す位置に永久磁石3を安定して保持することができる。

【0027】

このように、本実施形態では、回転子鉄心の外周に向けてスロットが開放されているため、回転子鉄心のスロット外径側の狭小部を介した磁束の短絡が無い。また、スロット外径側の狭小部が存在しないため、永久磁石を極めて外径側に配置でき、マグネットトルクを最大限に利用できる。さらに、スロット外径側の狭小部が存在しないため、遠心力による該当部の機械的破壊を懸念する必要が無い。回転時に永久磁石に作用する遠心力の大部分はスロット開放部の近傍に設けられた鉤形構造が支持するため、寸法を大きくすることなく、スロット間の狭小部に発生する応力を許容値以内に抑えることができる。20

【0028】

特許文献3、4に記載されているように、永久磁石の外径側表面と回転子鉄心が面接觸している場合、永久磁石に作用する遠心力の大部分が回転子鉄心を通じてスロット間の狭小部に伝わる。その結果、クローズドスロット構造の場合と比較して、スロット間の狭小部に高い応力が発生する。これに対し、本実施形態に係る回転電機では、永久磁石の外径側表面と回転子鉄心が面接觸していないため、永久磁石に作用する遠心力の大部分はスロット開放部に設けられた鉤形構造で支えることができる。また、スロットに突起を設けることで、製造時にスロット内に永久磁石を挿入する際の位置決めが容易となる。30

【0029】

また、永久磁石の外径側長辺と回転子鉄心の接触点が、前記外径側長辺の中点よりも外径側に位置する場合、永久磁石に作用する遠心力の大部分がその接触点を介して回転子鉄心のスロット間狭小部に伝わってしまい、スロットの開放部に設けられた鉤形構造によって永久磁石に作用する遠心力を支える効果が小さくなる。永久磁石の外径側長辺と回転子鉄心の接触点を、外径側長辺の中点よりも内径側に設けることで、鉤形構造によって効果的に永久磁石の遠心力を支えることができる。

【0030】

更に、永久磁石がスロットに挿入された後、永久磁石と回転子鉄心が接觸する箇所が増加するため、スロット内の磁石の位置決めが容易になる。また回転子断面において、永久磁石の外径側長辺と接觸するように設けられたスロットの突起に加えて、永久磁石の隣り合う辺に接觸するもう一つの突起を設けることで、遠心力による永久磁石の動きを妨げることができ、安定した機械構造を実現することができる。

〔実施の形態2〕

次に、図9と図10を用いて、本発明の第2の実施形態による回転電機の構造例について説明する。図9は、本発明の第2の実施形態による回転電機の構造例を示す断面図である。また、図10は、図9の永久磁石3と回転子鉄心2の隙間を樹脂で充填した場合を示す断面図である。40

50

【0031】

図9では回転子鉄心2の外周に薄膜13を形成している。この薄膜13は、繊維強化プラスチックや非磁性の金属などで構成され得る。この薄膜13によって、回転電機の稼働時に永久磁石3の位置を安定化することができる。また、表面磁石型の回転子を採用した場合のように、永久磁石3に作用する遠心力の相当な割合を薄膜13で支える必要が無いので、薄膜13の膜厚を極めて薄くすることができるため、永久磁石3が回転子鉄心2の外周側からの距離が遠くなり、マグネットトルクが減少する影響を最小限に抑えることができる。また薄膜13を採用することで、図10に示すように、永久磁石3と回転子鉄心2の内径側隙間11のみならず、外径側隙間14にも樹脂が充填できるため、回転電機の安定稼働を実現できる。

10

【0032】

このように、回転子の外周に薄膜を形成することにより、永久磁石がより強固にスロット内に保持される。また、製造時に永久磁石と回転子鉄心の隙間に樹脂を充填しやすくなるため、剛で強度信頼性に優れた回転子が実現できる。

〔実施の形態3〕

次に、図11を用いて、本発明の第3の実施形態による回転電機の構造例について説明する。図11は、本発明の第3の実施形態による回転電機の構造例を示す断面図である。

【0033】

図11では、永久磁石3の外径側短辺17の長さb1と、内径側短辺18の長さb2が異なっている。ネオジム磁石などのように加工が難しい永久磁石では、図10までの実施の形態のように永久磁石3の断面形状は長方形となっている。一方、フェライト磁石などのように加工が容易な永久磁石の場合は、永久磁石3の断面形状を長方形とする必要は無い。

20

【0034】

したがって、例えば本実施形態の構造例のように、永久磁石3の断面形状を変化させた構造の選択が可能である。図11の構造例では永久磁石3の断面形状を台形としているが、最適な電機特性を実現する永久磁石3の断面形状を採用し、本発明の実施形態を実現すれば良い。すなわち、外径側長辺9、内径側長辺16、外径側短辺17および内径側短辺18は直線である必要はなく、開放部19に設けられた鉤形構造6および突起8（必要であれば図7に示す第2の突起12）と永久磁石3が接する構造とすれば本発明の実施形態の構造を実現できる。

30

【0035】

以上のように、本発明によれば、埋め込み磁石型の回転子の強度信頼性を維持しながら、回転子鉄心内の磁束の短絡を抑制でき、かつマグネットトルクを増加させることできる。これにより、高価なレアアースを含む永久磁石の使用量を削減できる他、レアアースを含まない永久磁石を使用して小型で優れた性能を有する回転電機を提供できる。

【0036】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

40

【符号の説明】

【0037】

- 1 回転軸
- 2 回転子鉄心
- 3 永久磁石
- 4 スロット
- 5 1つの磁極

50

- 6 鉤形構造
- 7 スロット間の狭小部
- 8 突起
- 9 永久磁石断面の外径側長辺
- 1 0 永久磁石断面の外径側長辺の中点
- 1 1 永久磁石と回転子鉄心の内径側隙間
- 1 2 第2の突起
- 1 3 薄膜
- 1 4 永久磁石と回転子鉄心の外径側隙間
- 1 5 先端が円弧でない突起
- 1 6 永久磁石断面の内径側長辺
- 1 7 永久磁石断面の内径側短辺
- 1 8 永久磁石断面の外径側短辺
- 1 9 スロットの開放部
- 2 0 a、2 0 b スロット外径側の狭小部

10

【図1】

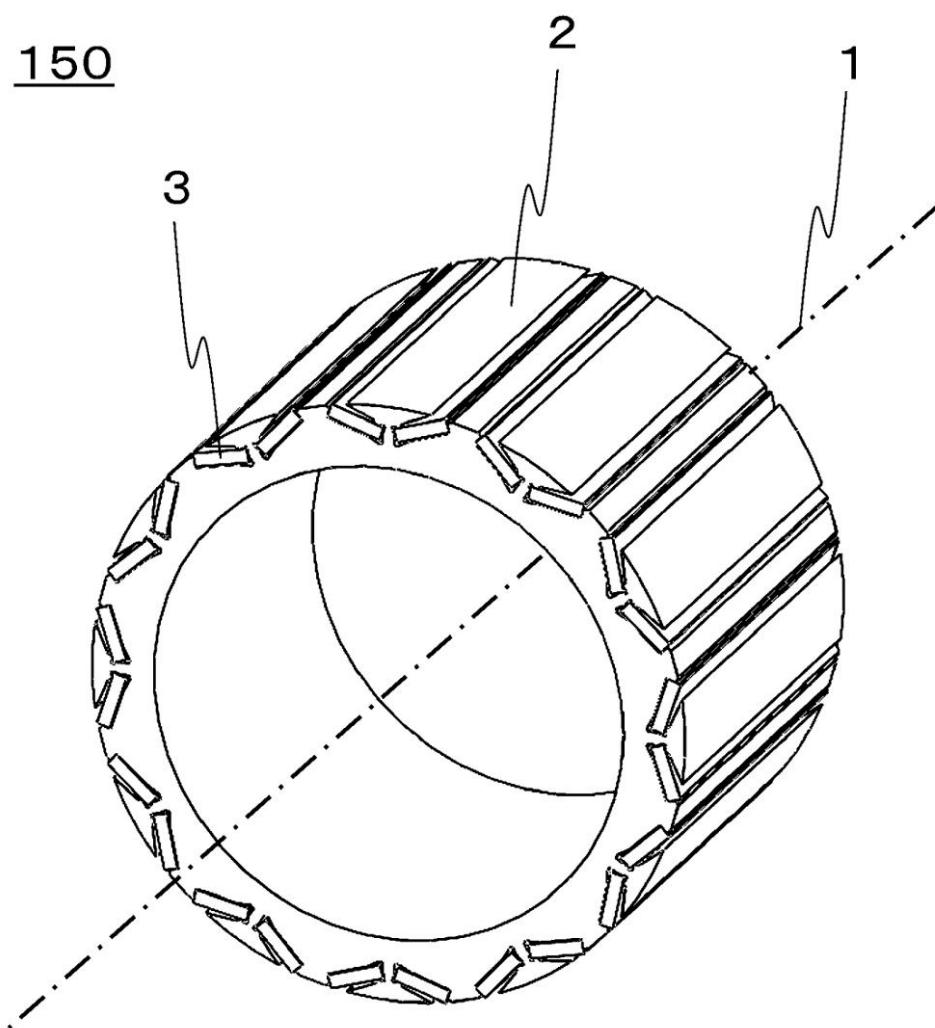


図1

【図2】

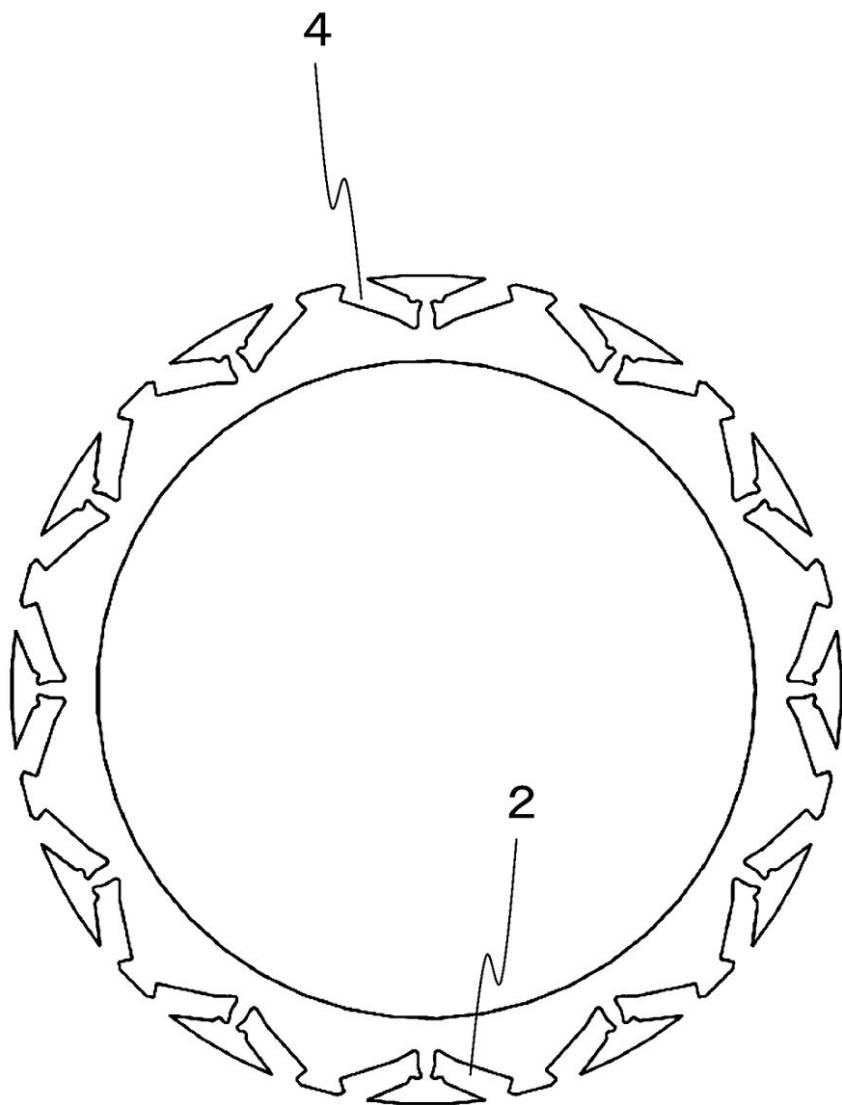


図2

【図3】

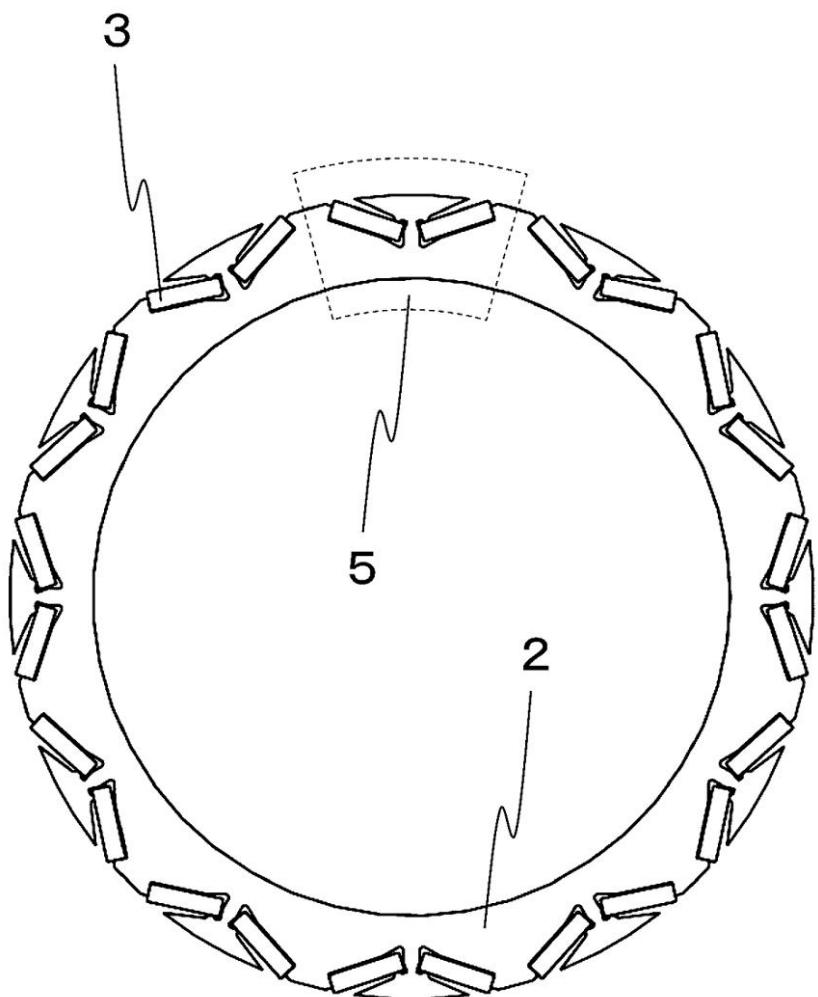


図3

【図4】

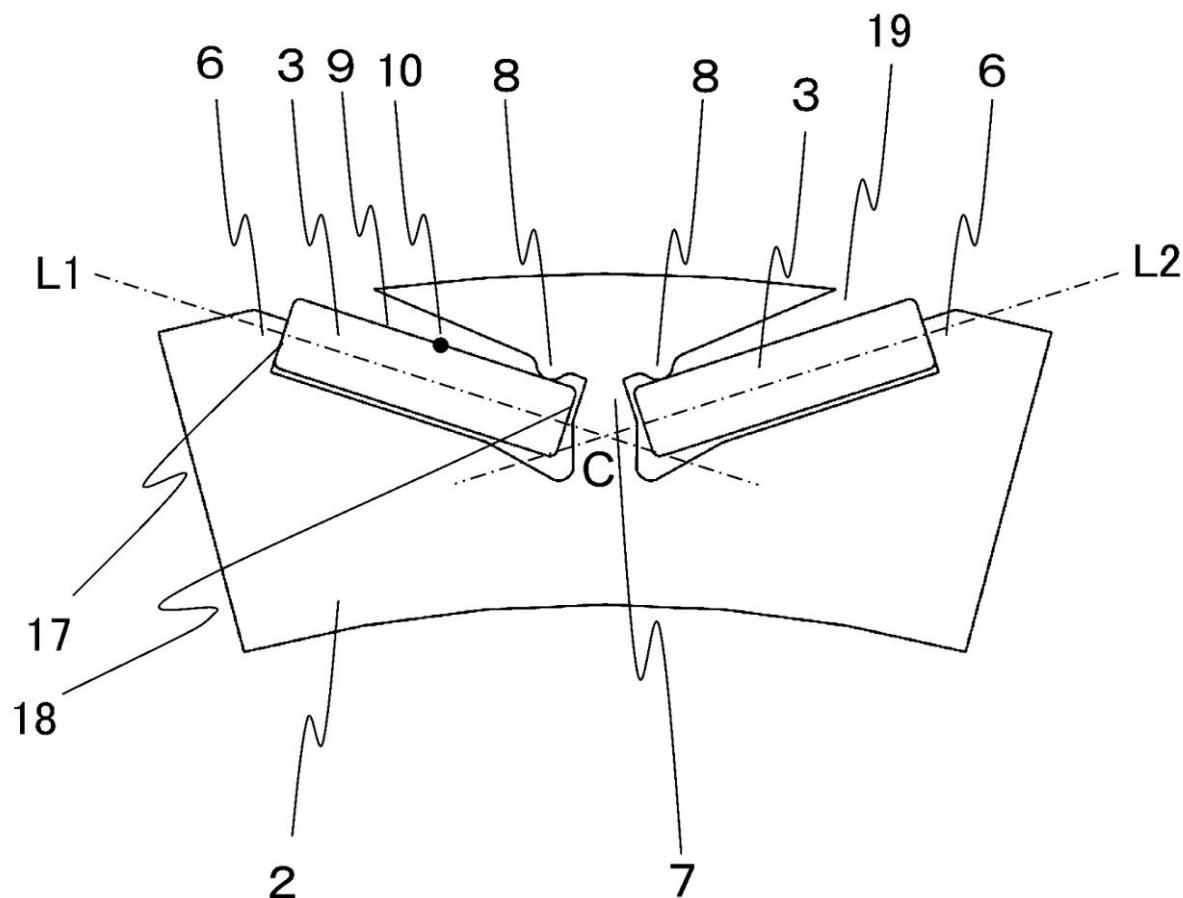


図4

【図5】

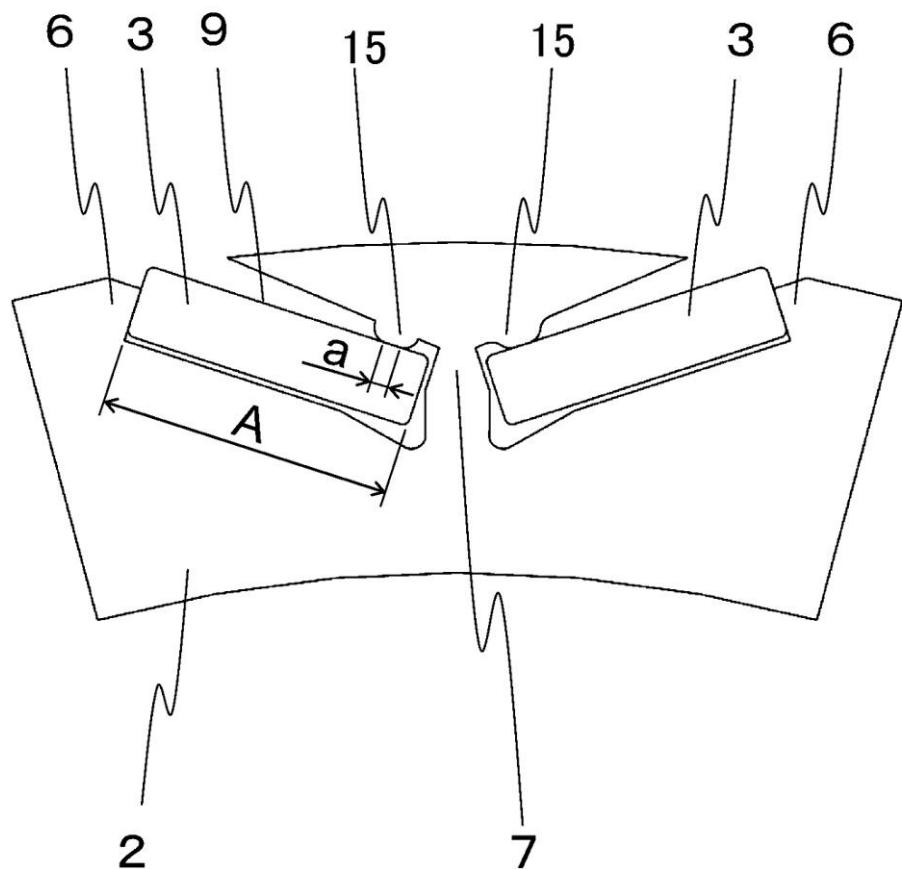


図5

【図6】

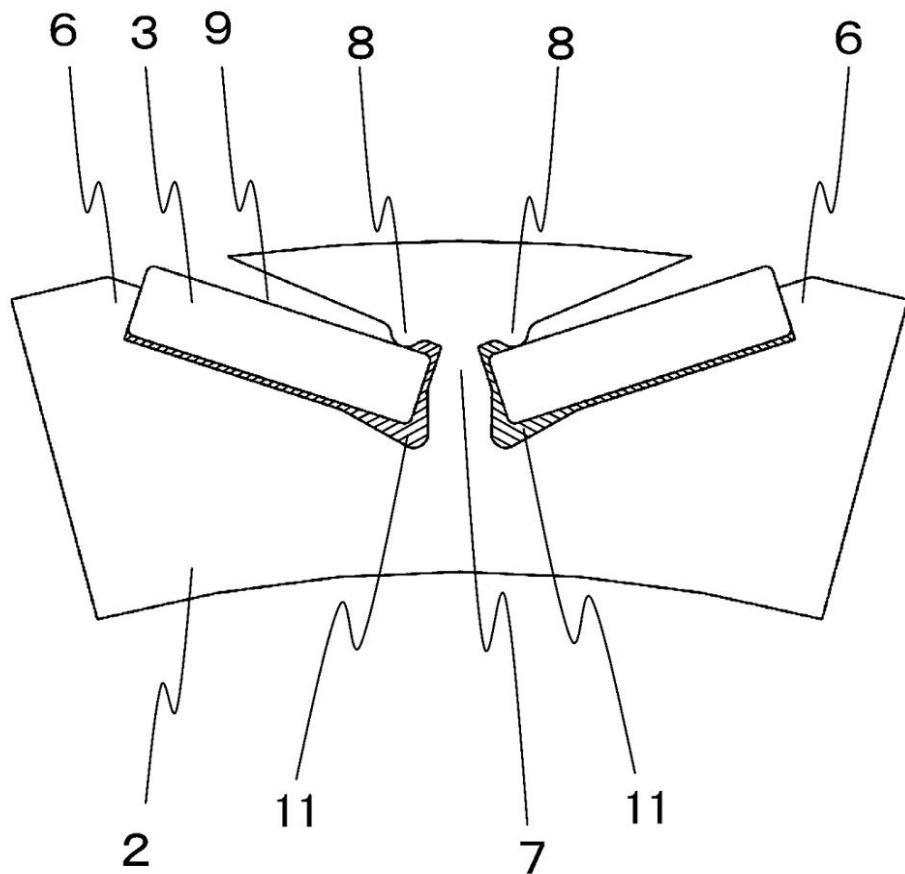


図6

【図7】

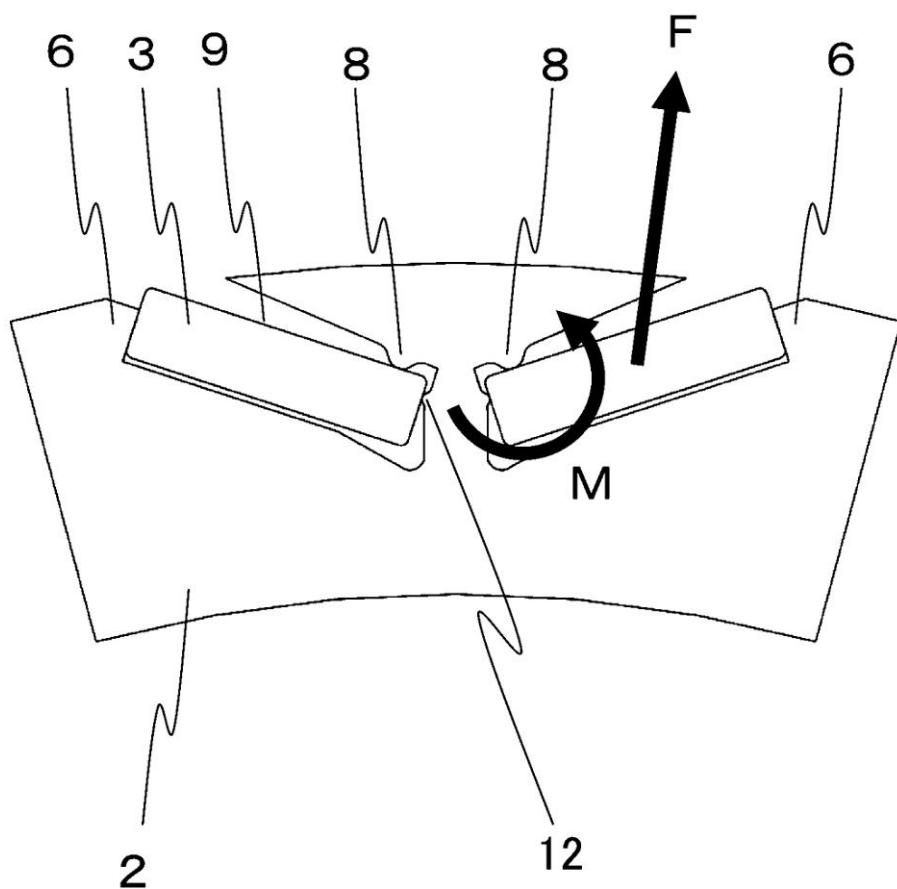


図7

【図8】

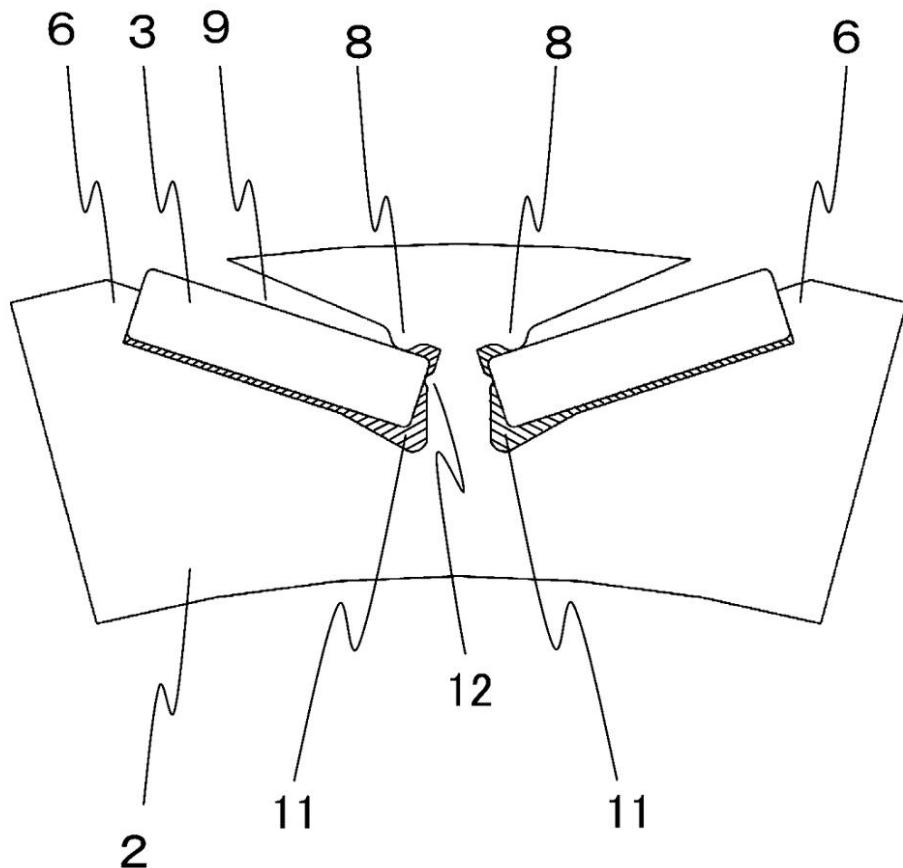


図8

【図9】

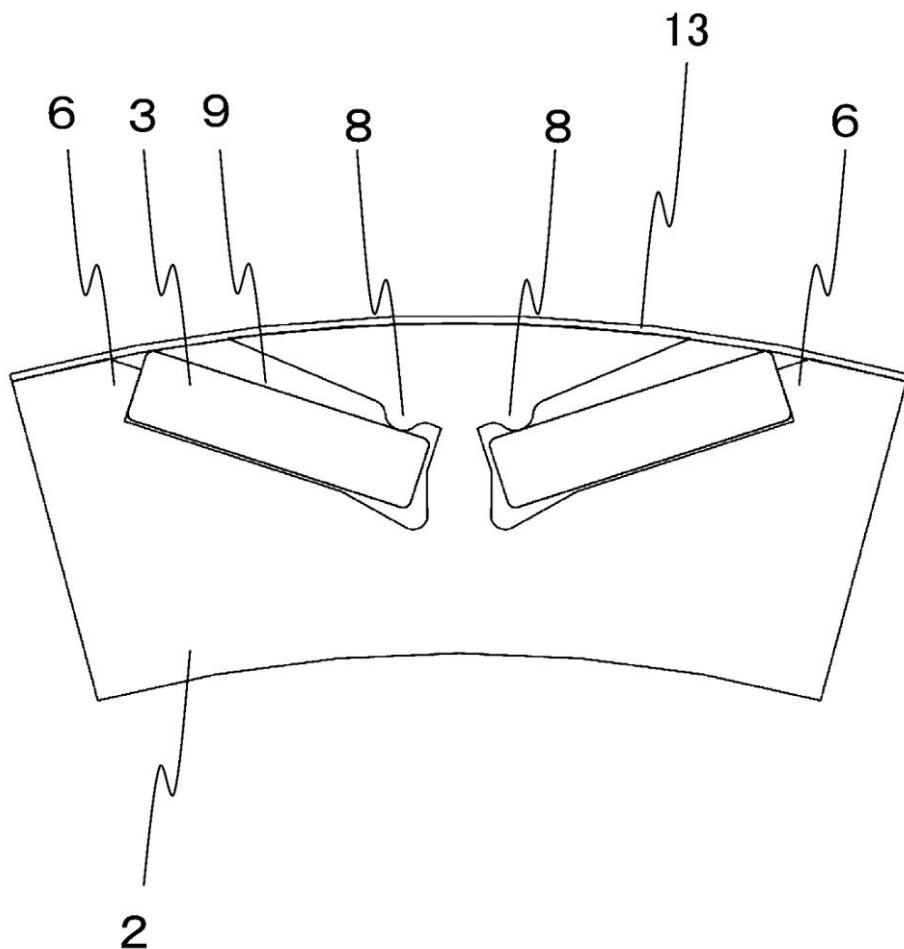


図9

【図10】

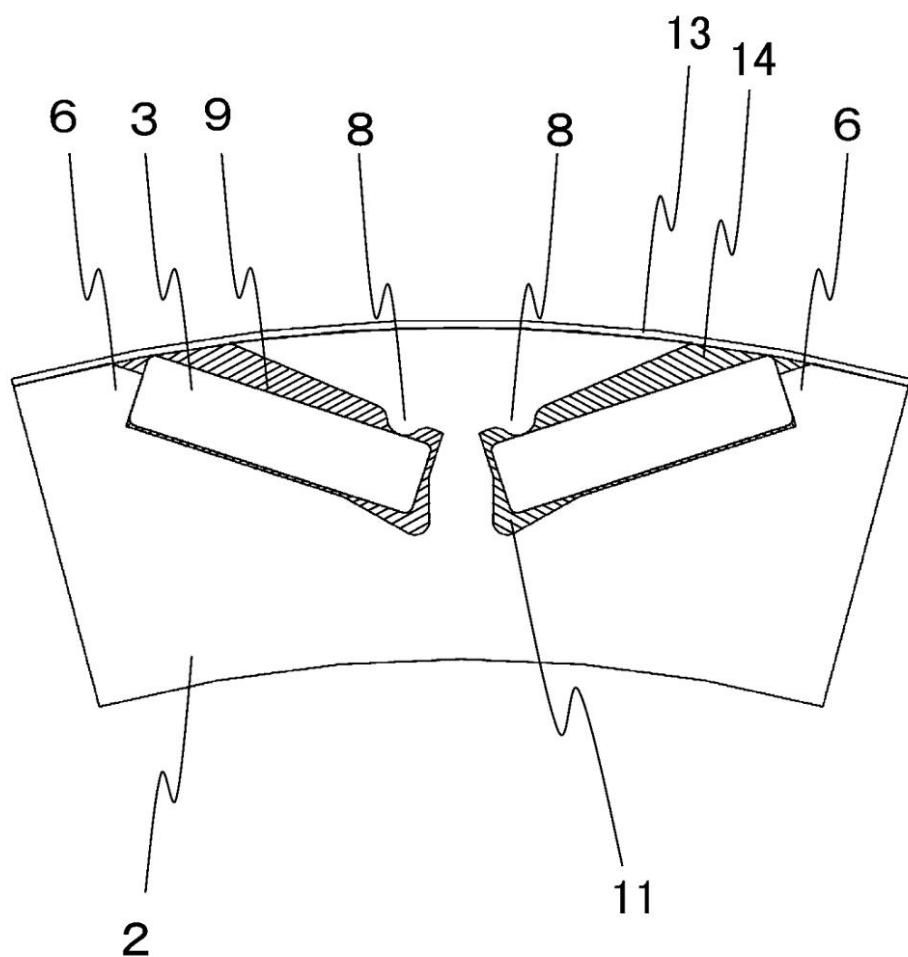


図10

【図11】

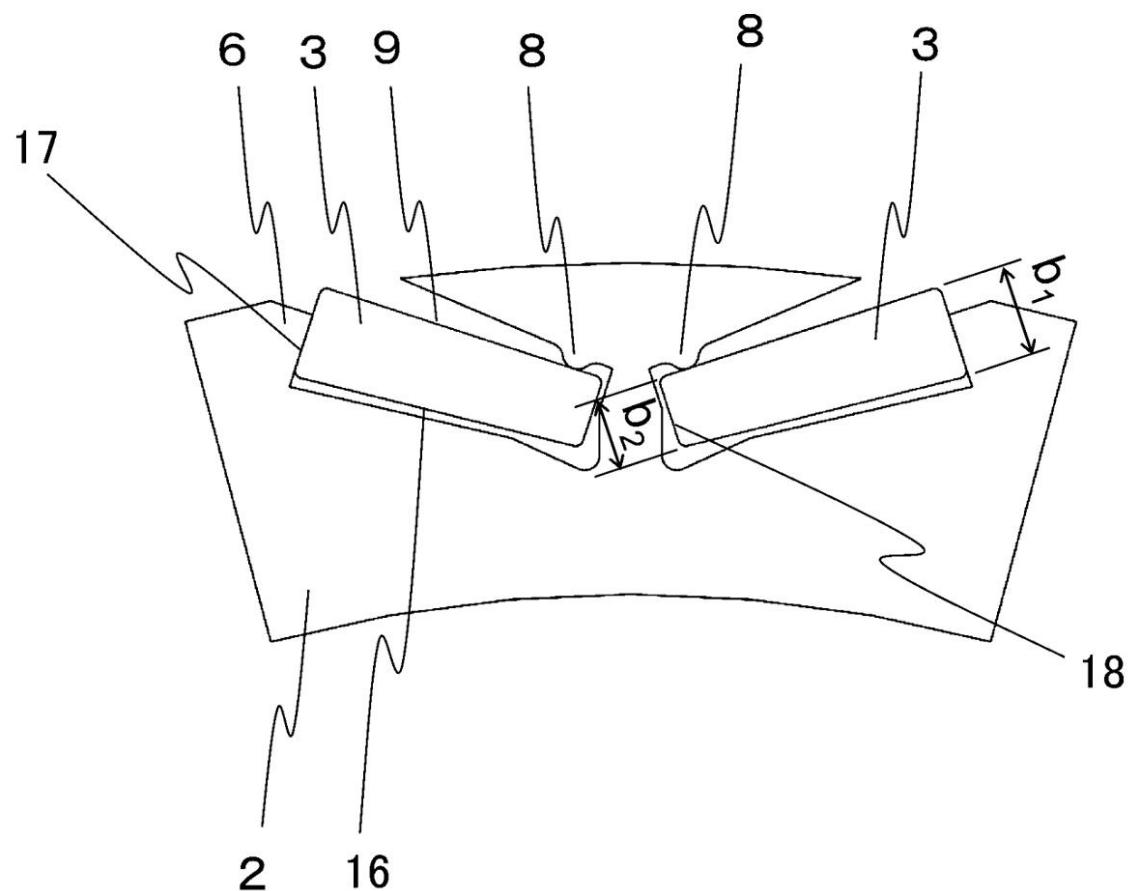


図11

【図12】

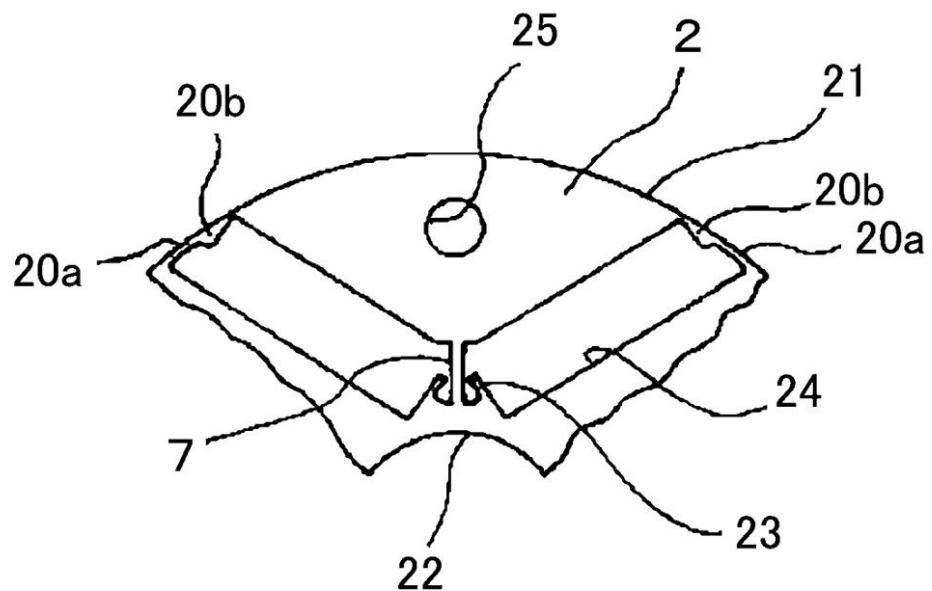


図12

【図13】

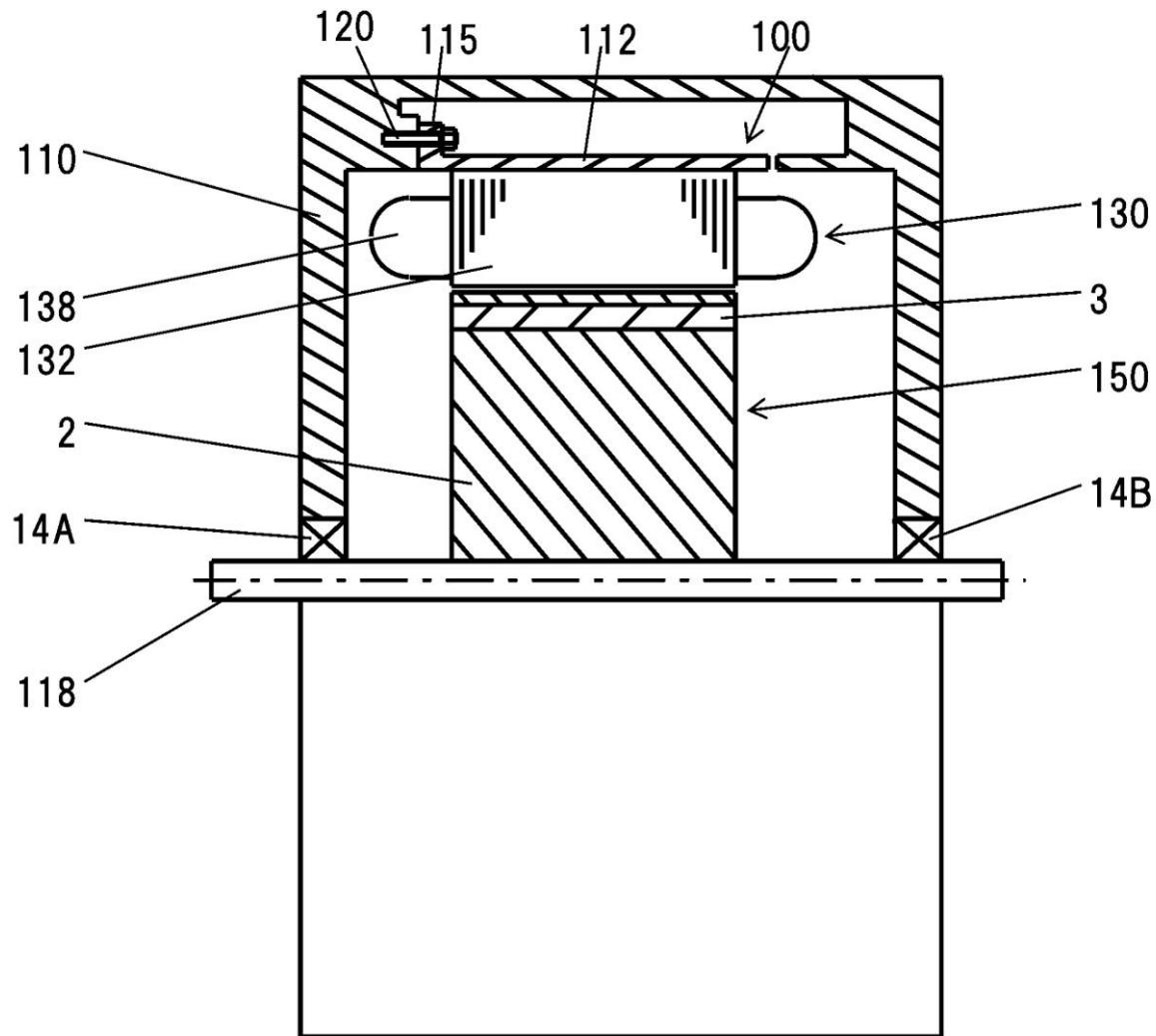


図13

フロントページの続き

(72)発明者 菊地 聰

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内

株式会社 日立製作所 日立研究

(72)発明者 松延 豊

茨城県ひたちなか市高場2520番地
式会社内

日立オートモティブシステムズ株

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開2004-104962(JP,A)

米国特許出願公開第2011/0291515(US,A1)

国際公開第2012/011191(WO,A1)

特開2001-314052(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/27

H02K 1/22