

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-106984

(P2015-106984A)

(43) 公開日 平成27年6月8日(2015.6.8)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H 0 2 K 1/26 (2006.01) H 0 2 K 1/26 Z 5 H 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2013-247974 (P2013-247974)	(71) 出願人	501137636
(22) 出願日	平成25年11月29日 (2013.11.29)		東芝三菱電機産業システム株式会社
		(71) 出願人	000006013
			三菱電機株式会社
		(74) 代理人	110000235
			特許業務法人 天城国際特許事務所
		(72) 発明者	坪井 雄一
			東京都港区三田三丁目13番16号 東芝
			三菱電機産業システム株式会社内
		(72) 発明者	森 寧
			東京都港区三田三丁目13番16号 東芝
			三菱電機産業システム株式会社内

最終頁に続く

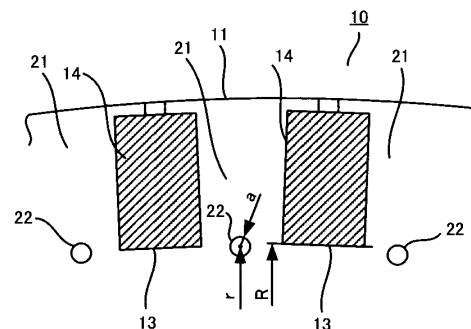
(54) 【発明の名称】 回転電機の回転子

(57) 【要約】

【課題】回転子本体部の磁路であるティース部分に生じるフープ応力を緩和し、高速回転化を可能とした応力に強い回転電機の回転子を提供する。

【解決手段】軸中心が回転軸12の回転中心と同心に構成された本体部11の外周面近くに、導体14を収容するための軸方向に沿う溝13が複数本、円周方向に等間隔で設けられた回転電機の回転子10であって、本体部11に設けられた、複数本の溝13の隣り合う溝間のティース21に、軸方向に沿って応力緩和用の孔22を設けた。この孔22は、その中心が、周方向については、隣り合う溝13相互間の中間部に位置し、半径方向については、孔22の半径を a 、回転中心から孔22の中心までの距離を r 、溝13の底部までの距離を R としたとき、 $R - a < r < R + a$ を満足するように位置決めした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円柱状に形成され、その軸中心が回転軸の回転中心と同心に構成された本体部を有し、この本体部の外周面近くに、導体を収容するための軸方向に沿う溝が複数本、円周方向に等間隔で設けられた回転電機の回転子であって、

前記本体部に設けられた、前記複数本の溝の隣り合う溝間のティースに、前記軸方向に沿う応力緩和用の孔を、前記本体部の周方向については、前記隣り合う溝相互間の中間部に位置し、前記本体部の半径方向については、前記孔の半径を a 、前記回転中心から前記孔の中心までの距離を r 、前記回転中心から前記溝底部までの距離を R としたとき、 $R - a < r < R + a$ を満足するように位置決めした、

10

ことを特徴とする回転電機の回転子。

【請求項 2】

円柱状に形成され、その軸中心が回転軸の回転中心と同心に構成された本体部を有し、この本体部の外周面近くに、導体を収容するための軸方向に沿う溝が複数本、円周方向に等間隔で設けられた回転電機の回転子であって、

前記本体部に設けられた、前記複数本の溝は、平行な溝幅間隔を有する部分と溝底部に向かうに従って溝幅間隔が縮小する部分からなり、これら複数本の溝の隣り合う溝間のティースに、前記軸方向に沿う応力緩和用の孔を、前記本体部の周方向については、前記隣り合う溝相互間の中間部に位置し、前記本体部の半径方向については、前記孔の半径を a 、前記回転中心から前記孔の中心までの距離を r 、前記回転中心から前記溝底部までの距離を R_1 、同回転中心から前記溝の溝幅縮小部分の縮小開始点までの半径を R_2 としたとき、 $R_1 - a < r < R_2 + a$ を満足するように位置決めした、

20

ことを特徴とする回転電機の回転子。

【請求項 3】

前記本体部は、鋼板を前記軸方向に積層して形成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の回転電機の回転子。

【請求項 4】

前記導体は、ダイキャストにより製造されているロータバーであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の回転電機の回転子。

【請求項 5】

30

前記応力緩和用の孔の両端は閉塞されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の回転電機の回転子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、円柱状に形成され、その軸中心が、回転軸の回転中心と同心に構成された本体部の外周面近くに、導体を収容するための軸方向に沿う溝が複数本、円周方向に等間隔で設けられた回転電機の回転子に関する。

【背景技術】

【0002】

40

回転電機の回転子として、円柱状に形成された本体部を、その軸中心が回転軸の回転中心と同心となるように一体的に構成し、その外周面近くに、導体を収容するための軸方向に沿う溝を複数本、円周方向に等間隔で設けたものがある（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

このような回転子では、回転電機の運転時、回転に伴って、本体部の外周近くに設けられた複数の溝の相互間の、磁路を形成するティースと呼ばれる部分に応力が生じる。この応力は、回転子の回転による遠心力に起因するフープ応力であり、回転速度が高くなるに連れて大きくなる。

【0004】

このため、電動機などの回転電機を高速化するには、設計を大幅に変更するか、回転子

50

の本体部を構成する抜き板を強度の高いものにすることがあった。

【0005】

しかしながら、設計的にはほぼ限界であり、抜き板強度を増やすと材料費が高騰する等、入手性が問題となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-254011号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

このように回転電機の高速度化は、ティースに生じるフープ応力により限界があり、この応力の緩和が望まれていた。

【0008】

本発明が解決しようとする課題は、回転子本体部の磁路であるティース部分に生じるフープ応力を緩和し、高速回転化を可能とした応力に強い回転電機の回転子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の実施の形態に係る回転電機の回転子は、円柱状に形成され、その軸中心が回転軸の回転中心と同心に構成された本体部を有し、この本体部の外周面近くに、導体を収容するための軸方向に沿う溝が複数本、円周方向に等間隔で設けられた回転電機の回転子であって、前記本体部に設けられた、前記複数本の溝の隣り合う溝間のティースに、前記軸方向に沿う応力緩和用の孔を、前記本体部の周方向については、前記隣り合う溝相互間の中間部に位置し、前記本体部の半径方向については、前記孔の半径を a 、前記回転中心から前記孔の中心までの距離を r 、前記回転中心から前記溝底部までの距離を R としたとき、 $R - a < r < R + a$ を満足するように位置決めしたことを特徴とする。

20

【0010】

上記構成によれば、遠心力による応力を緩和することができ、最高速度を上げられる。また、製作に当っては、抜き型を変えるだけでよいので、大幅な設計変更は不要である。

30

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の一実施の形態に係る回転電機の回転子の要部拡大図である。

【図2】図1で示した回転電機の回転子の全体構造を示す横断面図である。

【図3】回転に伴ってティース部分に作用する力の方向を示す図である。

【図4】応力集中状態を説明する図である。

【図5】応力緩和状態を説明する図である。

【図6】ティース部分に応力緩和孔を設けない場合の応力集中状態を示す図である。

【図7】ティース部分に応力緩和孔を設けた場合の応力緩和状態を示す図である。

【図8】溝及び収容される導体の断面形状の変形例を示す図である。

40

【図9】溝及び収容される導体の断面形状の他の変形例を示す図である。

【図10】本発明の他の実施の形態に係る回転電機の回転子の要部拡大図である。

【図11】本発明のさらに他の実施の形態に係る回転電機の回転子の要部拡大図である。

【図12】本発明の実施の形態に用いられる応力緩和孔の他の形状例を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態に用いられる応力緩和孔のさらに他の形状例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0013】

50

先ず、図 2 によりこの実施の形態に係る回転子の全体構造を説明する。図 2 は回転子 10 の横断面を示しており、円柱状に形成された本体部 11 を有する。この本体部 11 は、鋼板を軸方向に積層して形成されており、その軸中心が回転軸 12 の回転中心と同心になるように、回転軸 12 に対して一体的に構成されている。また、この本体部 11 の外周面近くには、軸方向（紙面と直交する方向）に沿う溝（スロット）13 を複数本、円周方向に等間隔で設けている。この溝 13 内には導体 14 が収容される。導体 14 は、この回転子 10 が適用される回転電機が誘導機の場合はロータバーとなり、同期機の場合は界磁コイルもしくはダンパーバーとなる。

【0014】

次に、図 1 により回転子 10 の本体部 11 に設けられた溝 13 部分の構造を拡大して説明する。本体部 11 に設けられた複数本の溝 13 の隣り合う溝 13 間の部分 21 は磁路となる部分で、ティースと呼ばれる。この実施の形態では、このティース 21 に、応力緩和用の孔 22 を軸方向に沿って設ける。

【0015】

この応力緩和用の孔 22 が設けられる位置は、本体部 11 の周方向については、孔 22 の中心が、隣り合う溝 13 相互間の中間部とする。また、本体部 11 の半径方向については、孔 22 の半径を a 、本体部 11 の回転中心から孔 22 の中心までの距離を r 、同じく本体部 11 の回転中心から溝 13 の底部までの距離を R としたとき、 $R - a < r < R + a$ を満足する範囲に、孔 22 の中心が位置するように設定する。

【0016】

通常、外周近くに溝 13 を設けた回転子 10 の本体部 11 が回転すると、溝 13 間のティース 21 部分には、図 3 で示すように、横方向に拡大しようとする力 F_1 と外方に伸びようとする力 F_2 が加わる。これらの力 F_1 、 F_2 によりティース 21 には、図 6 で示すように、線 S_1 で示す応力が集中する。すなわち、ティース 21 の図示下部に応力が集中するので、回転子 10 の回転速度が高速になると、構造的に弱い溝 13 内の底辺角部 13a に応力が集中し、この部分が損傷するおそれがある。したがって、回転電機の高速化に限界が生じる。このことは、言い換えると、ティース 21 の図示下部における応力の集中を緩和すれば、同じ材質の本体部 11 であっても、より高速化が可能となることを意味する。

【0017】

そこで、この実施の形態では、図 1 で示したように、ティース 21 の図示下部に、前述した位置関係で応力緩和用の孔（以下、応力緩和孔と呼ぶ）22 を設けた。

【0018】

一般に、図 4 で示すように、板材 31 に丸孔 32 を開け、この板材 31 を矢印 F_{11} で示すように左右に引張した場合、板材 31 には線 S_{11} で示す応力が生じ、丸孔 32 の図示上下部に集中する。これに対し、図 5 で示すように、同じ板材 31 に比較的小径の丸孔 33 を 2 個開け、同じくこの板材 31 を矢印 F_{11} で示すように左右に引張した場合、板材 31 に生じる応力は線 S_{21} で示すように、2 個の丸孔 33 に沿って分散され、緩和されることが当業者において知られている。

【0019】

この実施の形態では、上述した応力緩和作用を用いたものであり、前述した $R - a < r < R + a$ を満足する位置関係で、応力緩和孔 22 をティース 21 の図示下部に設けたことにより、図 7 において線 S_2 で示すように、応力は分散され、緩和される。その結果、同じ材質の本体部 11 であっても、これまで以上に回転速度を高速化することが可能となった。

【0020】

なお、応力緩和孔 22 の軸方向両端部を開放しておけば、回転電機としての運転時に、この孔 22 を通って回転子本体部 11 の軸方向に通風されるので、冷却効果を上げる機能も生じる。しかし、本来の目的である応力緩和機能上は、必ずしも両端を開放しておく必要はなく、閉塞しても構わない。誘導機の場合、溝 13 内の導体 14 としてロータバーが

10

20

30

40

50

設けられるが、このロータバーはダイキャストにより製造されるものがあり、このようにダイキャスト製の場合は、むしろ塞いだ方がよい。

【 0 0 2 1 】

また、導体 1 4、及びそれを収容する溝 1 3 の横断面形状も矩形に限らない。例えば、図 8 で示す横断面が台形のものや、図 9 で示すように横断面が逆台形状のものなどでもよい。これら図 8、図 9 の場合も、孔 2 2 の位置は前述した $R - a < r < R + a$ を満足する位置関係に設定する。但し、孔 2 2 の大きさは、この孔 2 2 が設けられるティース 2 1 の図示横幅寸法に応じて図示のように適宜調整する。

【 0 0 2 2 】

さらに、溝形状の例としては、図 1 0、図 1 1 で示すような形状の溝 1 3 でもよい。すなわち、複数本の溝 1 3 は、平行な溝幅間隔を有する部分と溝底部に向かうに従って溝幅間隔が縮小する部分から形状とする。溝幅が縮小する形状としては、図 1 0 で示す直線的なテーパ形状や、図 1 1 で示す円弧形状とする。軸方向に沿う応力緩和孔 2 2 は、これら複数本の溝 1 3 の、隣り合う溝間のティース 2 1 に設けるが、その位置関係は次のように定める。すなわち、応力緩和孔 2 2 は、本体部 1 1 の周方向については、隣り合う溝 1 3 相互間の中間部に位置させる。また、本体部 1 1 の半径方向については、図 1 と同様に、応力緩和孔 2 2 の半径を a 、本体部 1 1 の回転中心から応力緩和孔 2 2 の中心までの距離を r とした場合、本体部 1 1 の回転中心から溝 1 3 底部までの距離を $R 1$ 、同回転中心から溝 1 3 の溝幅縮小部分の縮小開始点までの半径を $R 2$ として、 $R 1 - a < r < R 2 + a$ を満足するように位置決めする。

【 0 0 2 3 】

このように溝 1 3 の形状を、平行な溝幅間隔を有する部分と溝底部に向かうに従って溝幅間隔が縮小する部分から形状としても、上述した $R 1 - a < r < R 2 + a$ を満足する位置関係で、応力緩和孔 2 2 をティース 2 1 の図示下部に設ければ、応力は分散され、緩和される。その結果、同じ材質の本体部 1 1 であっても、これまで以上に回転速度を高速化することが可能となった。

【 0 0 2 4 】

さらに応力緩和孔 2 2 の横断面形状は丸に限定されず、図 1 2 で示す長丸形や図 1 3 に示すおにぎり形等でもよい。このような横断面形状の応力緩和孔 2 2 は、もちろん図 8 乃至図 1 1 で示す形状の溝 1 3 間のティース 2 1 に設けても、同等の作用効果を奏する。

【 0 0 2 5 】

ここで、従来技術においても、電気的には永久磁石モータでは、鉄損を減らすために磁石周辺に孔を空ける構造は見られるが、この実施の形態のように、磁路であるティースの中央に孔を設けて応力を緩和する構成は見られない。また、応力的には外径部分に切り欠きや、へこみ等を設ける場合はあるが、この実施の形態のように内径側に加工を施すものは見られない。さらに、冷却的には発熱体の周りに冷却孔を設けることはあるが、磁路中央に孔はあけない。

【 0 0 2 6 】

このように、この実施の形態における応力緩和孔 2 2 を前述した位置関係で設けることは、いずれの従来技術とも異なるものである。

【 0 0 2 7 】

この実施の形態によれば、回転電機の回転子のティースの下部中央部分に応力緩和用の孔 2 2 を設けたので、遠心力による応力を緩和することができ、回転電機としての最高速度を上げることができる。また、孔 2 2 の形成に当っては、抜き型を変えるだけでよいので、大幅な設計変更は不要である。

【 0 0 2 8 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他のさまざまな形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範

10

20

30

40

50

囲や要旨に含まれると共に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

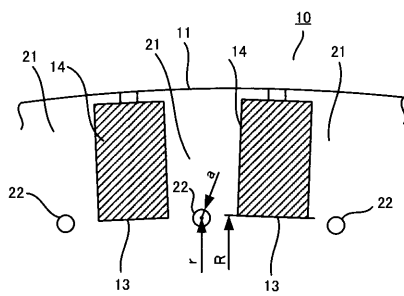
【符号の説明】

【 0 0 2 9 】

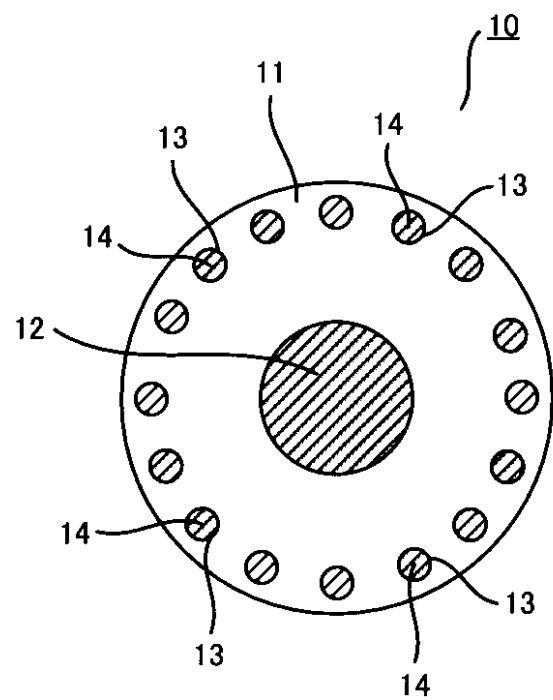
- 1 0 . . . 回転子
- 1 1 . . . 本体部
- 1 2 . . . 回転軸
- 1 3 . . . 溝
- 1 4 . . . 導体
- 2 1 . . . ティース
- 2 2 . . . 応力緩和用の孔

10

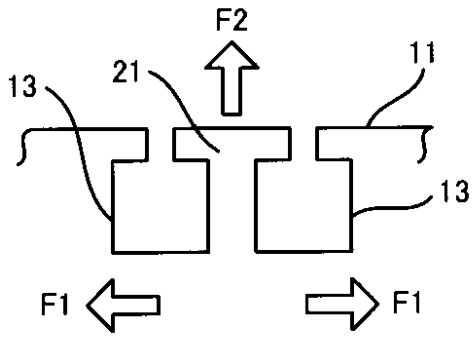
【 図 1 】



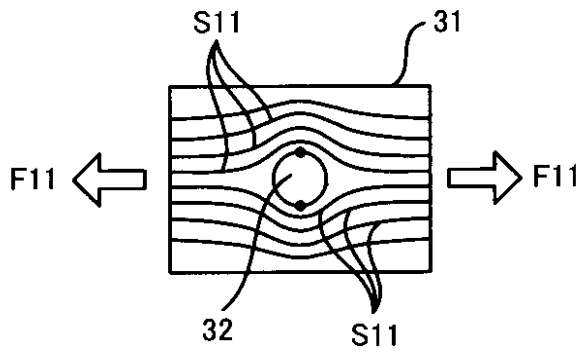
【 図 2 】



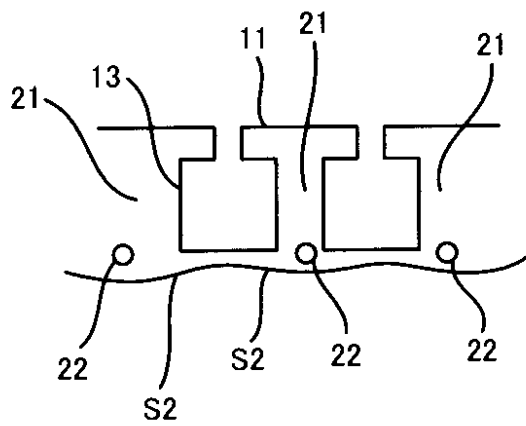
【図 3】



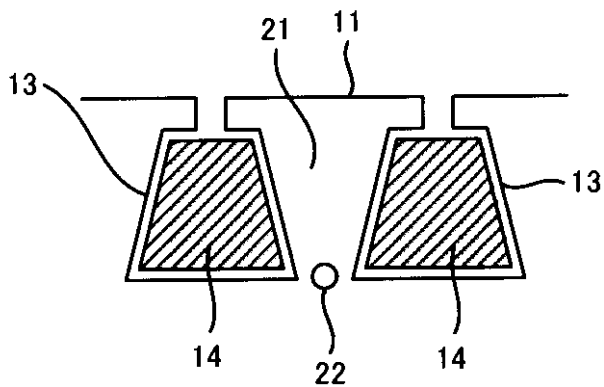
【図 4】



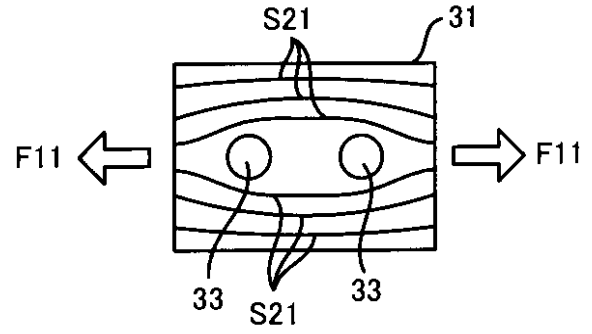
【図 7】



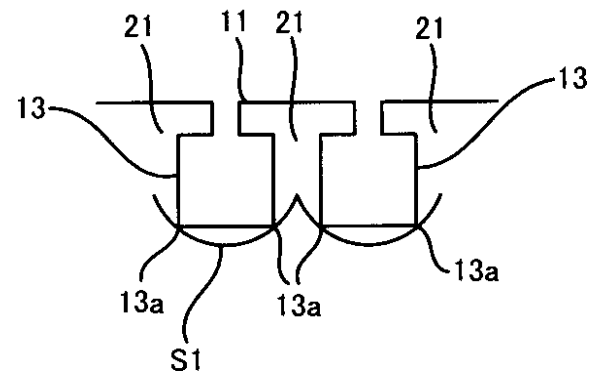
【図 8】



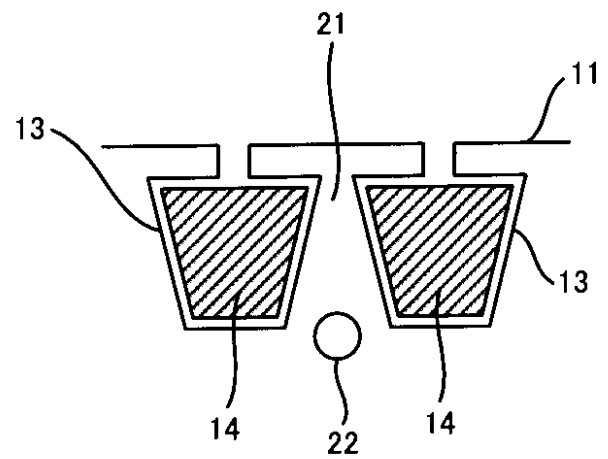
【図 5】



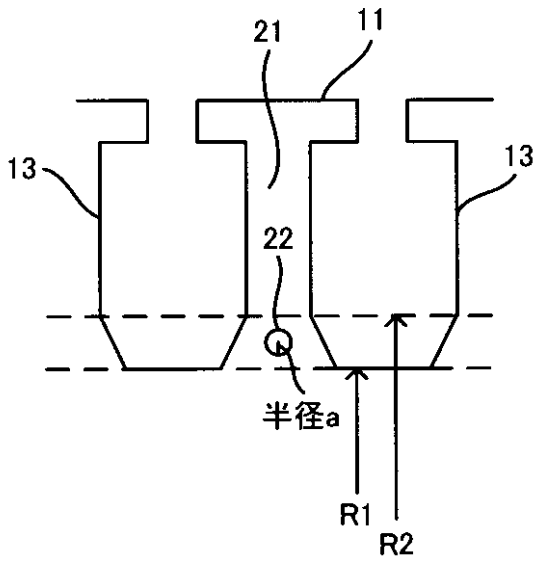
【図 6】



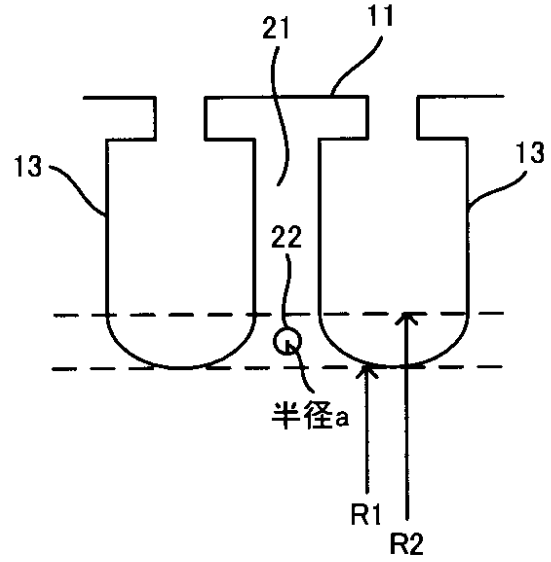
【図 9】



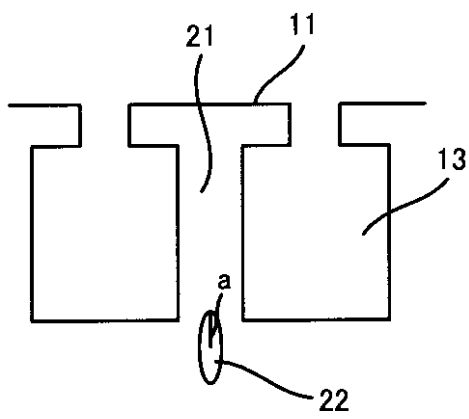
【図 1 0】



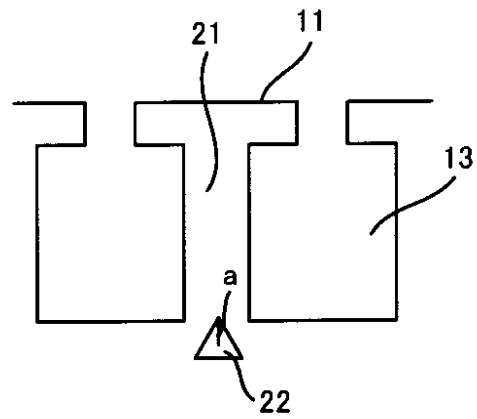
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 笹井 拓真

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 米谷 晴之

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 吉瀬 幸司

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H601 AA01 CC01 CC02 CC14 CC19 DD01 DD09 DD11 FF02 FF15

GA02 GA21 GA33 GB05 GB12 GB33