

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6537246号  
(P6537246)

(45) 発行日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日(2019.6.14)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 L	25/07	(2006.01)	HO 1 L	25/04	C
HO 1 L	25/18	(2006.01)	HO 1 L	25/00	A
HO 1 L	25/00	(2006.01)	HO 2 M	7/48	Z
HO 2 M	7/48	(2007.01)	HO 2 K	11/30	
HO 2 K	11/30	(2016.01)			

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2014-211621 (P2014-211621)	(73) 特許権者	000006633 京セラ株式会社 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
(22) 出願日	平成26年10月16日(2014.10.16)	(74) 代理人	100090033 弁理士 荒船 博司
(65) 公開番号	特開2016-82056 (P2016-82056A)	(74) 代理人	100093045 弁理士 荒船 良男
(43) 公開日	平成28年5月16日(2016.5.16)	(74) 代理人	100113284 弁理士 上原 考幸
審査請求日	平成29年9月11日(2017.9.11)	(72) 発明者	田中 祐司 神奈川県秦野市首屋1204番地 日本イ ンター株式会社内
		(72) 発明者	森田 一樹 神奈川県秦野市首屋1204番地 日本イ ンター株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーモジュール及びパワーユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

P電極とN電極と間に2組の半導体スイッチ素子が直列に接続され、同2組の半導体スイッチ素子同士の接続点をAC電極としたブリッジが一の回路基板上に1又は複数構成されたパワーモジュールであって、

前記半導体スイッチ素子のそれぞれに対し並列に接続するフリーホイールダイオードが前記回路基板上に搭載され、

前記回路基板は、幅が異なる相対する端部を有し、そのうち比較的幅広の端部にP電極端子、N電極端子及びAC電極端子が配設され、比較的幅狭の端部に前記2組の半導体スイッチ素子に接続するための複数の信号端子が配設され、

前記回路基板の外形は、前記比較的幅狭の端部で幅方向に延在する直線状の辺を形成し、

前記複数の信号端子が前記辺に沿って配設されてなるパワーモジュール。

【請求項2】

前記P電極と前記信号端子との間に、カソード電極が前記P電極と等電位になるように接続するダイオードが前記回路基板上に搭載された請求項1に記載のパワーモジュール。

【請求項3】

前記AC電極端子は、前記P電極端子と前記N電極端子の間に配置されていることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のパワーモジュール。

【請求項4】

前記回路基板を平面視して、前記 A C 電極端子の中心位置は、前記 P 電極端子の中心位置と前記 N 電極端子の中心位置とを結ぶ直線より、外側に配置されている請求項 3 に記載のパワーモジュール。

【請求項 5】

前記回路基板を平面視して、前記 A C 電極端子の長手方向、前記 P 電極端子の長手方向、及び前記 N 電極端子の長手方向が同一方向である請求項 4 に記載のパワーモジュール。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のパワーモジュールが、前記比較的幅広の端部を外周側とし前記比較的幅狭の端部を内周側として円環状の配置スペースに複数配置されてなるパワーユニット。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パワーモジュール及びパワーユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献 1 にも記載されるように、P 電極と N 電極と間に MOS - FET、IGBT などの 2 組の半導体スイッチ素子が直列に接続され、同 2 組の半導体スイッチ素子同士の接続点を A C 電極としたブリッジ回路が D C - A C インバータ等に用いられている。よく知られるように、モータ制御系の多相出力インバータとして、このブリッジ回路を複数相分有した回路が構成される。

20

特許文献 1 に記載のパワーユニットにあつては、交流モータの端面に配置するために、複数のパワーモジュールを円環状の配置スペースに放射状に配置する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 4 7 0 8 9 5 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

しかしながら、特許文献 1 に記載のパワーモジュールにあつては、P 電極端子及び N 電極端子と A C 電極端子は反対側（対辺）に配置され、上アーム側の半導体スイッチング素子の信号端子と下アーム側の半導体スイッチング素子の信号端子も、反対側（対辺）に配置され、端子が配置される一組の対辺である辺々の長さが等しくなり、矩形状に構成されている。

図 8 に示すように、矩形状のパワーモジュール 100 を、円環状の配置スペースに複数配置すると、無駄なスペース 101 が生じ、スペース効率が悪化するという問題がある。

無駄なスペース 101 が生じている分だけ、円環状の配置スペースの外径 102 が大きくならざるを得ず、徒にパワーユニットを大型化させてしまうという問題がある。

【0005】

40

本発明は以上の従来技術における問題に鑑みてなされたものであつて、円環状の配置スペースにスペース効率よく複数を配置することができるパワーモジュールを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以上の課題を解決するための請求項 1 記載の発明は、P 電極と N 電極と間に 2 組の半導体スイッチ素子が直列に接続され、同 2 組の半導体スイッチ素子同士の接続点を A C 電極としたブリッジが一の回路基板上に 1 又は複数構成されたパワーモジュールであつて、

前記半導体スイッチ素子のそれぞれに対し並列に接続するフリーホイールダイオードが前記回路基板上に搭載され、

50

前記回路基板は、幅が異なる相対する端部を有し、そのうち比較的幅広の端部に P 電極端子、N 電極端子及び A C 電極端子が配設され、比較的幅狭の端部に前記 2 組の半導体スイッチ素子に接続するための信号端子が配設され、

前記回路基板の外形は、前記比較的幅狭の端部で幅方向に延在する直線状の辺を形成し、

前記複数の信号端子が前記辺に沿って配設されてなるパワーモジュールである。

【0007】

請求項 2 記載の発明は、前記 P 電極と前記信号端子との間に、カソード電極が前記 P 電極と等電位になるように接続するダイオードが前記回路基板上に搭載された請求項 1 に記載のパワーモジュールである。

10

【0008】

請求項 3 記載の発明は、前記 A C 電極端子は、前記 P 電極端子と前記 N 電極端子の間に配置されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のパワーモジュールである。

【0009】

請求項 4 記載の発明は、前記回路基板を平面視して、前記 A C 電極端子の中心位置は、前記 P 電極端子の中心位置と前記 N 電極端子の中心位置とを結ぶ直線より、外側に配置されている請求項 3 に記載のパワーモジュールである。

【0010】

請求項 5 記載の発明は、前記回路基板を平面視して、前記 A C 電極端子の長手方向、前記 P 電極端子の長手方向、及び前記 N 電極端子の長手方向が同一方向である請求項 4 に記載のパワーモジュールである。

20

【0011】

請求項 6 記載の発明は、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のパワーモジュールが、前記比較的幅広の端部を外周側とし前記比較的幅狭の端部を内周側として円環状の配置スペースに複数配置されてなるパワーユニットである。

【発明の効果】

【0012】

本発明のパワーモジュールによれば、比較的大電流を流すために比較的太くなる P 電極端子、N 電極端子及び A C 電極端子が比較的幅広の端部に配設され、比較的小さな電流を流すために比較的細くなる信号端子が比較的幅狭の端部に配設され、比較的幅広の端部を外周側とし比較的幅狭の端部を内周側として円環状の配置スペースに複数配置することができるから、円環状の配置スペースにおいて無駄なスペースを削減してスペース効率よく複数を配置することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】本発明の実施形態に係るパワーモジュールに構成される 1 ブリッジ分の回路図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態に係るパワーモジュールの平面図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態に係るパワーモジュールの平面図であって、図 2 のものとは異なる外形のものを示したものである。

40

【図 4】本発明の第 1 実施形態に係るパワーユニットにおけるパワーモジュールの配置を示した平面図である。

【図 5】本発明の第 2 実施形態に係るパワーモジュールの平面図である。

【図 6】本発明の第 2 実施形態に係るパワーモジュールの模式的斜視図である。

【図 7】本発明の第 2 実施形態に係るパワーユニットの斜視図である。

【図 8】従来の一例に係るパワーユニットにおけるパワーモジュールの配置を示した平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

50

以下に本発明の一実施形態につき図面を参照して説明する。以下は本発明の一実施形態であって本発明を限定するものではない。

#### 【0015】

〔パワーモジュールの回路基本構成〕

まず、パワーモジュールの回路の基本構成につき説明する。図1は、パワーモジュールに構成される1ブリッジ分の回路図を示す。

図1に示すように本回路は、P電極(図上「P」)とN電極(図上「N」)と間に2組の半導体スイッチ素子T1, T2が直列に接続され、同2組の半導体スイッチ素子T1, T2同士の接続点をAC電極(図上「AC」)としたブリッジBRを構成する。半導体スイッチ素子T1はP電極とAC電極とに接続され、半導体スイッチ素子T2はAC電極とN電極とに接続される。

本例では、半導体スイッチ素子T1, T2はIGBT(絶縁ゲートバイポーラトランジスタ)であり、半導体スイッチ素子T1にフリーホイールダイオードD1が並列に接続され、半導体スイッチ素子T2にフリーホイールダイオードD2が並列に接続される。

本実施形態のパワーモジュールは、このようなブリッジBRが一の回路基板上に1又は複数構成されたものである。

また、ダイオードD3がP電極と制御信号端子6(18)との間にカソード電極がP電極と等電位になるように接続する。なお、制御信号端子6(18)の内わけは、1つのブリッジにつき、素子T1のゲート電極及びエミッタ電極、ダイオードD3のアノード電極、素子T2のゲート電極及びエミッタ電極である(図2, 3, 5参照)。

#### 【0016】

〔第1実施形態〕

図2から図4を参照して第1実施形態のパワーユニットにつき説明する。第1実施形態に係るパワーモジュール1Aの平面図を図2に、第1実施形態に係るパワーモジュール1Bを図3に示す。図4に示すようにパワーモジュールが円環状に配置されてパワーユニットが構成される。パワーモジュール1Aはその外形を五角形としたものであり、パワーモジュール1Bはその外形を六角形としたものであり、その他は互いに同様である。

図2、図3に示すように、本実施形態に適用されるパワーモジュール1A, 1Bは、金属製のベースプレート(不図示)に接合された回路基板2に上述したブリッジBRが1つ構成されたものである。1つのブリッジ分の半導体スイッチ素子T1, T2、フリーホイールダイオードD1, D2及び制御用のダイオードD3を図2及び図3に示す。回路基板2は、絶縁基板の一表面(上面とする)に電極パターンが形成されたもので、絶縁基板の下面はベースプレートに接合されている。

#### 【0017】

図2及び図3により示すようにパワーモジュール1A, 1Bには、P電極端子3、N電極端子4、AC電極端子5、制御信号端子6が設けられている。制御信号端子6に駆動回路(不図示)からの制御信号が印加されて半導体スイッチ素子T1, T2をスイッチング動作させる。

図において回路基板2の上側の端部の幅をW1とし、下側の端部の幅をW2とする。幅W1は幅W2より広い。幅W1を有する端部と、幅W2を有する端部とは相対する端部である。すなわち、回路基板2は、幅が異なる相対する端部を有する。そのうち比較的幅広の端部は、幅W1を有する端部であり、幅W1を有する端部にP電極端子3、N電極端子4及びAC電極端子5が配設されている。比較的幅狭の端部は、幅W2を有する端部であり、幅W2を有する端部に2組の半導体スイッチ素子T1, T2に接続するための制御信号端子6が配設されている。AC電極端子5は、P電極端子3とN電極端子4の間に配置されている。

#### 【0018】

図2に示すようにパワーモジュール1Aにおいて、幅W1を有する端部の縁7Aは2辺で構成され、幅W1を有する端部の縁は一辺8で構成される。回路基板2は、縁7Aと、辺8と、これらを繋ぐ側辺9, 9とにより、五角形状の外形に形成されている。相対する

10

20

30

40

50

側辺 9 と側辺 9 は等しい長さである。

これに対し図 3 に示すようにパワーモジュール 1 B は、縁 7 B を 3 辺で構成し、六角形状の外形に構成したものである。

また、パワーモジュール 1 A , 1 B の外形は、円環状に複数を配置するための外形である。そのため、図 2 及び図 3 に示すように、点 O を中心とする外円弧 G T と内円弧 G I に挟まれる領域を点 O から伸ばした半径方向の直線により切り取った形状にほぼ一致する。側辺 9 , 9 は、この「点 O から伸ばした半径方向の直線」に重なる。

縁 7 A , 7 B の辺々は、外円弧 G T に沿ったものである。すなわち、縁 7 A , 7 B は、外円弧 G T を複数の線分（弦）の連結により近似的に置き換えたものである。縁 7 A , 7 B を構成する各線分の両端点の外円弧 G T 上にある。

また、辺 8 は内円弧 G I に沿ったものである。すなわち、辺 8 は内円弧 G I を一つ線分（弦）により近似的に置き換えたものである。辺 8 の両端点の内円弧 G I 上にある。

なお、縁 7 A , 7 B を直線状に構成せず、外円弧 G T に重なる円弧（外円弧 G T を側辺 9 , 9 と交わる点で切り取った円弧）としてもよいし、辺 8 を直線状に構成せず、内円弧 G I に重なる円弧（内円弧 G I を側辺 9 , 9 と交わる点で切り取った円弧）としてもよい。

P 電極端子 3、N 電極端子 4 及び A C 電極端子 5 は点 O を中心とした半径方向に見て、互いに重ならないように配置され、制御信号端子 6 を構成する個々の端子も点 O を中心とした半径方向に見て、互いに重ならないように配置される。パワーモジュール 1 A , 1 B の点 O を中心とした半径方向の寸法を抑えるためである。

以上のようにパワーモジュール 1 A , 1 B の外形が構成されるため、図 4 に示すようにパワーモジュール 1 A , 1 B をスペース効率良く円環状に配置し、パワーユニットを構成することができる。図 4 では代表してパワーモジュール 1 B を示す。

図 4 に示すように複数のパワーモジュール（1 B）が周方向に並べられる。

#### 【0019】

図 2 及び図 3 に示すように回路基板 2 を平面視して、真ん中の A C 電極端子 5 の中心位置は、P 電極端子 3 の中心位置と N 電極端子 4 の中心位置とを結ぶ直線より、外側に配置されている。この配置によって、P 電極端子 3、N 電極端子 4 及び A C 電極端子 5 を外円弧 G T に沿ってスペース効率よく配置することができる。

#### 【0020】

図 8 に示した矩形形状のパワーモジュール 1 0 0 を円環状に配置した場合の外径 1 0 2 を図 4 にも示す。

図 8 に示したように矩形形状のパワーモジュール 1 0 0 を円環状に配置した場合にあっては、パワーモジュール 1 0 0 , 1 0 0 間に無駄なスペース 1 0 1 が生じ、その分外径 1 0 2 が大きくなる。

パワーモジュールの形状的特徴に注目すると、パワーモジュール 1 0 0 の内周側に配置される端部の幅は、外周側に配置される端部の幅に等しい。円環状に配置されたパワーモジュール 1 0 0 の径方向の両端に P 電極端子、N 電極端子及び A C 電極端子のうちのいずれかが配置されるから、径方向の寸法が長くなる。これらが外径 1 0 2 を大きくする要因となっている。

これに対し、図 4 に示すように本発明の実施形態では、パワーモジュール（1 B , 1 B）間の無駄なスペースが削減され、その分外径を小さくすることができる。

パワーモジュールの形状的特徴に注目すると、パワーモジュール（1 B）の内周側に配置される端部の幅 W 2 が狭いために、複数のパワーモジュール（1 B）をより中心寄りに集合するように配置することができる。円環状に配置されたパワーモジュール（1 B）の外周側の端部のみに P 電極端子、N 電極端子及び A C 電極端子が配置されるから、径方向の寸法が短くなる。これらが外径を小さくする要因となっている。

また、従来、制御信号端子 6 に接続される制御回路に搭載されていたダイオード D 3 が本パワーモジュールの回路基板 2 上に搭載される。そのため、制御回路を小型化することが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

## 〔 第 2 実施形態 〕

次に、図 5 から図 7 を参照して第 2 実施形態のパワーユニットにつき説明する。第 2 実施形態に係るパワーモジュール 1 0 を図 5 及び図 7 に示す。

図 5 に示すように、本実施形態に適用されるパワーモジュール 1 0 は、金属製のベースプレート 1 1 に接合された回路基板 1 2 に上述したブリッジ B R が 2 つ構成されたものである。2 つのブリッジ分の半導体スイッチ素子 T 1 , T 2、フリーホイールダイオード D 1 , D 2 及び制御用のダイオード D 3 を図 5 に示す。回路基板 1 2 は、絶縁基板の一表面（上面とする）に電極パターンが形成されたもので、絶縁基板の下面はベースプレート 1 1 に接合されている。

10

## 【 0 0 2 2 】

図 5 及び図 6 により示すように回路基板 1 2 には、P 電極端子 1 3、N 電極端子 1 4 , 1 5、A C 電極端子 1 6 , 1 7、制御信号端子 1 8 が立設されている。P 電極端子 1 3 は、回路基板 1 2 に構成された 2 つのブリッジで共通に用いられている。回路基板 1 2 に構成された 2 つのブリッジのうち一方のブリッジは、N 電極端子 1 4 及び A C 電極端子 1 6 にその他の電極が引き出され、他方のブリッジは、N 電極端子 1 5 及び A C 電極端子 1 7 にその他の電極が引き出されている。

## 【 0 0 2 3 】

パワーモジュール 1 0 のベースプレート 1 1 の側縁に側方に突出した突起 1 1 a , 1 1 b が設けられている。

20

図 7 に示すように、本パワーユニット 1 は、円盤状のヒートシンク 2 0 と、ヒートシンク 2 0 に接合される上記パワーモジュール 1 0 と、パワーモジュール 1 0 に電氣的に接続される他のモジュールとして駆動回路基板 3 0 とを備える。

複数のパワーモジュール 1 0 , 1 0 , . . . がヒートシンク 2 0 上に円環状に配置されている。図ではパワーモジュール 1 0 の数が 5 の場合を示す。

ベースプレート 1 1 の突起 1 1 a、及び回路基板 1 2 に設けられた P 電極端子 1 3、N 電極端子 1 4 , 1 5、A C 電極端子 1 6 , 1 7 は、当該円環状の配置の外周側に配置されている。ベースプレート 1 1 の突起 1 1 b、及び回路基板 1 2 に設けられた制御信号端子 1 8 は、当該円環状の配置の内周側に配置されている。

駆動回路基板 3 0 は、パワーモジュール 1 0 を動作させる駆動回路が構成されたものであり、ヒートシンク 2 0 の逆側でパワーモジュール 1 0 に隣接して配置され、制御信号端子 1 8 を介してパワーモジュール 1 0 と電氣的に接続される。

30

なお、駆動回路基板 3 0 には、平滑コンデンサ 3 1 も搭載されており、P 電極端子 1 3、N 電極端子 1 4 , 1 5 も駆動回路基板 3 0 に接続され、平滑コンデンサ 3 1 の一端が P 極に、他端が N 極に接続される。

## 【 0 0 2 4 】

一方、ヒートシンク 2 0 には、パワーモジュール 1 0 の搭載面に対して垂直に突出する棒状の位置決め部材 2 1 が設けられている。

突起 1 1 a , 1 1 b は、位置決め部材 2 1 を保持するように切り欠き形状に形成されている。位置決め部材 2 1 は、パワーモジュール 1 0 の突起 1 1 a , 1 1 b の位置、数に対応した位置、数で設けられる。図 5 に示すパワーモジュール 1 0 においては、外周側に 1 つ、内周側に 1 つである。パワーモジュール 1 0 は、その突起 1 1 a , 1 1 b が位置決め部材 2 1 , 2 1 に当接することでヒートシンク 2 0 に対して位置決められている。

40

## 【 0 0 2 5 】

さらに位置決め部材 2 1 に対し駆動回路基板 3 0 が接続され、駆動回路基板 3 0 は位置決め部材 2 1 によってヒートシンク 2 0 に対して位置決められている。例えば、図 7 に示すように、駆動回路基板 3 0 に接続孔 3 2 を設け、接続孔 3 2 に位置決め部材 2 1 を嵌め入れることで位置決めされる。また、接続孔 3 2 でなく、駆動回路基板 3 0 に切欠きを設けてこの切欠きで位置決め部材 2 1 を保持する形としてもよい。

駆動回路基板 3 0 は、円環状に形成された基板をベースとして一体に構成されている。

50

駆動回路基板 30 に接続される位置決め部材 21 を、少なくとも 2 箇所好ましくは 3 か所以上とすることで安定的に位置決めすることができる。本実施形態では、突起 11a が当接する外周側の位置決め部材 21 が駆動回路基板 30 と接続し、突起 11b が当接する内周側の位置決め部材 21 は駆動回路基板 30 と接続しない。

#### 【0026】

以上の第 2 実施形態に係るパワーモジュール 10 においては、回路基板 12 は、幅が異なる相対する端部を有し、そのうち比較的幅広の端部に P 電極端子 13、N 電極端子 14、15 及び AC 電極端子 16、17 が配設され、比較的幅狭の端部に 2 組の半導体スイッチ素子 T1、T2 に接続するための制御信号端子 18 が配設されてなる。

また、AC 電極端子 16 は、P 電極端子 13 と N 電極端子 14 の間に配置されている。AC 電極端子 17 は、P 電極端子 13 と N 電極端子 15 の間に配置されている。

さらに、回路基板 12 を平面視して、AC 電極端子 16 の中心位置は、P 電極端子 13 の中心位置と N 電極端子 14 の中心位置とを結ぶ直線より、外側に配置されている。回路基板 12 を平面視して、AC 電極端子 17 の中心位置は、P 電極端子 13 の中心位置と N 電極端子 15 の中心位置とを結ぶ直線より、外側に配置されている。

以上の構成により、図 7 に示すように比較的幅広の端部を外周側とし比較的幅狭の端部を内周側として円環状の配置スペースにパワーモジュール 10 を複数配置することができる。したがって、上記第 1 実施形態と同様に円環状の配置スペースにおいて無駄なスペースを削減してスペース効率よく複数のパワーモジュール 10 を配置することができ、パワーユニット 1 の小型化を図ることができる。

また、従来、制御信号端子 18 に接続される制御回路に搭載されていたダイオード D3 が本パワーモジュールの回路基板 12 上に搭載される。そのため、制御回路を小型化することが可能となる。

#### 【0027】

また、第 2 実施形態にあつては、回路基板 12 を平面視して、AC 電極端子 16、17 の長手方向、P 電極端子 13 の長手方向、及び N 電極端子 14、15 の長手方向が同一方向である構成とした。ここで、P、N、AC の各電極端子の長手方向は、図 6 において突出した部分（接続部分）を図 5 に示すように平面視した場合の長手方向であり、よって、図 5 において左右方向である。

かかる構成により、端子の位置決めが容易である。

#### 【符号の説明】

#### 【0028】

- 1      パワーユニット
- 1A, 1B    パワーモジュール
- 2      回路基板
- 3      P 電極端子
- 4      N 電極端子
- 5      AC 電極端子
- 6      制御信号端子
- 10     パワーモジュール
- 12     回路基板
- 13     P 電極端子
- 14, 15    N 電極端子
- 16, 17    AC 電極端子
- 18     制御信号端子
- D1, D2    フリーホイールダイオード
- D3     ダイオード
- T1, T2    半導体スイッチ素子

10

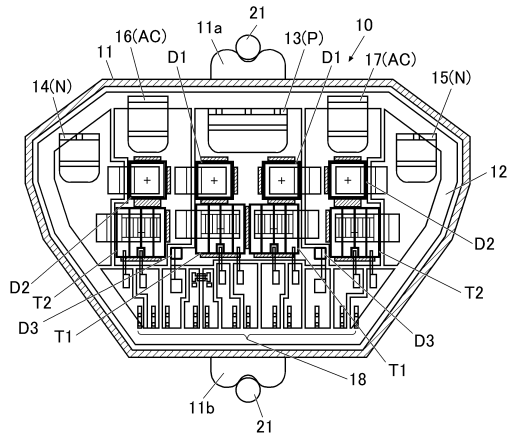
20

30

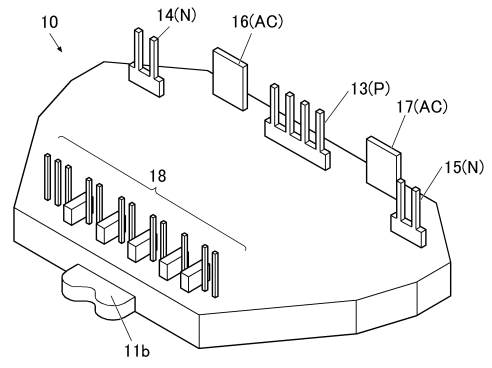
40



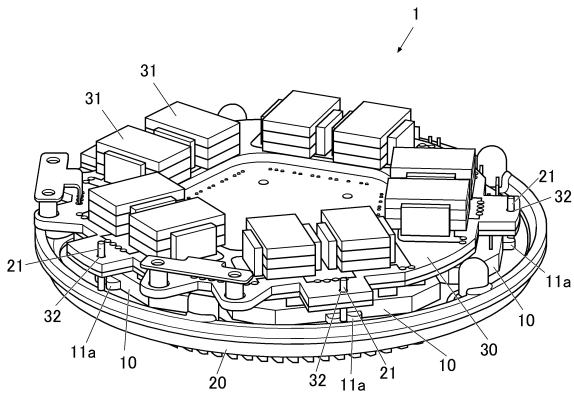
【図5】



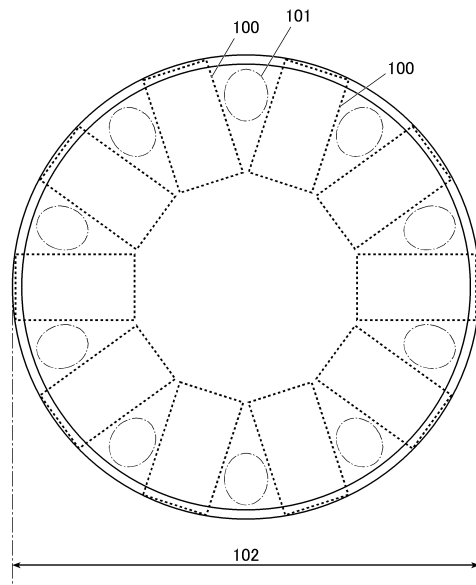
【図6】



【図7】



【図8】



## フロントページの続き

- (72)発明者 福田 永吾  
神奈川県秦野市曾屋1204番地 日本インター株式会社内
- (72)発明者 根本 康志  
神奈川県秦野市曾屋1204番地 日本インター株式会社内
- (72)発明者 宮本 虎壽  
神奈川県秦野市曾屋1204番地 日本インター株式会社内
- (72)発明者 水越 幸雄  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 中山 裕介  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 吉田 秀穂  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 浅原 康之  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 加藤 芳健

- (56)参考文献 特表2008-543262(JP,A)  
特開2011-228379(JP,A)  
特開2011-243909(JP,A)  
特開2012-169397(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 25/07  
H01L 25/00  
H01L 25/18  
H02K 11/30  
H02M 7/48