

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4044265号
(P4044265)

(45) 発行日 平成20年2月6日(2008.2.6)

(24) 登録日 平成19年11月22日(2007.11.22)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 L 25/00	(2006.01)	HO 1 L 25/00	B
HO 1 L 25/07	(2006.01)	HO 1 L 25/04	C
HO 1 L 25/18	(2006.01)		

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2000-143482 (P2000-143482)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成12年5月16日(2000.5.16)	(73) 特許権者	591036505 株式会社ルネサスセミコンダクタエンジニアリング 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地
(65) 公開番号	特開2001-326318 (P2001-326318A)	(74) 代理人	100088672 弁理士 吉竹 英俊
(43) 公開日	平成13年11月22日(2001.11.22)	(74) 代理人	100088845 弁理士 有田 貴弘
審査請求日	平成17年8月10日(2005.8.10)	(72) 発明者	木本 信義 兵庫県伊丹市瑞原四丁目1番地 三菱電機セミコンダクタシステムエンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パワーモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パワー半導体素子が搭載された第1の基板と、
前記パワー半導体素子を制御するための制御回路が形成された第2の基板と、
前記パワー半導体素子に電気的に接続され、外部から前記パワー半導体素子に供給される電圧を平滑化するための平滑コンデンサと、
前記第1の基板、前記第2の基板、及び前記平滑コンデンサが内部に配設された、ケース枠及びケース蓋を有するケースとを備え、
前記平滑コンデンサは、前記ケース蓋に接触して、前記第2の基板に対向する側に配設されていることを特徴とする、
パワーモジュール。

【請求項2】

パワー半導体素子が搭載された第1の基板と、
前記パワー半導体素子を制御するための制御回路が形成された第2の基板と、
前記パワー半導体素子に電気的に接続され、外部から前記パワー半導体素子に供給される電圧を平滑化するための平滑コンデンサと、
前記第1の基板、前記第2の基板、及び前記平滑コンデンサが内部に配設された、ケース枠及びケース蓋を有するケースと、
前記第1の基板と前記第2の基板との間に配設され、前記ケース枠に固定されたシールド板とを備え、

前記平滑コンデンサは、前記シールド板上に配設されていることを特徴とする、パワーモジュール。

【請求項 3】

前記シールド板と前記平滑コンデンサとの間に形成された熱伝導シートをさらに備える、請求項 2 に記載のパワーモジュール。

【請求項 4】

前記シールド板は金属から成るシールド板であることを特徴とする、請求項 2 に記載のパワーモジュール。

【請求項 5】

前記平滑コンデンサはセラミックコンデンサであることを特徴とする、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一つに記載のパワーモジュール。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、パワーモジュールの構造、特に、IGBT等のパワー半導体素子に外部から印加される直流電源電圧を平滑化するための平滑コンデンサを備えるパワーモジュールの構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図 28 は、従来のパワーモジュール本体部 100 の構造を模式的に示す上面図である。ケース枠 106 の上面の第 1 辺に沿って、出力端子 111U, 111V, 111W が並んで配設されており、上記第 1 辺に平行なケース枠 106 の上面の第 2 辺に沿って、P 端子 108P 及び N 端子 108N が並んで配設されている。

20

【0003】

また、図 29 は、図 28 に示したライン X 100 に沿った位置における断面構造を示す断面図である。金属製のベース板 101 上に、樹脂製のケース枠 106 が配設されており、ケース枠 106 上に、樹脂製のケース蓋 116 が配設されている。ベース板 101 上には、半田 103 によって、セラミック製の絶縁基板 102 が配設されている。絶縁基板 102 上には、半田 104 によって、IGBT等の複数のパワー半導体素子 105 が配設されている。また、絶縁基板 102 の上面上には、スイッチング素子等の回路素子（図示しない）が搭載されるとともに、所定の回路パターン（図示しない）が形成されている。

30

【0004】

ケース枠 106 内には、パワー半導体素子 105 を制御するための制御回路が形成された制御基板 114 が配設されている。制御基板 114 は、中継電極 112 の一端に半田付けされている。中継電極 112 の他端は、アルミワイヤ 109 を介してパワー半導体素子 105 に接続されている。また、ケース枠 106 内には、ノイズ防止のためのシールド板 113 が、制御基板 114 と絶縁基板 102 との間に配設されている。シールド板 113 よりも下方部分のケース枠 106 の内部は、シリコーンゲル 115 によって充填されている。

【0005】

ケース枠 106 の上面上には、N 端子 108N が配設されている。N 端子 108N は、N 電極 107N の一端に接続されている。N 電極 107N の他端は、アルミワイヤ 109 を介してパワー半導体素子 105 に接続されている。また、ケース枠 106 の上面上には、P 端子 108P（図 29 には現れない）が配設されている。P 端子 108P は、P 電極 107P の一端に接続されている。P 電極 107P の他端は、アルミワイヤ 109 及び絶縁基板 102 上に形成されている回路パターンを介して、パワー半導体素子 105 に接続されている。また、ケース枠 106 の上面上には、出力端子 111V が配設されている。出力端子 111V は、出力電極 110 の一端に接続されている。出力電極 110 の他端は、アルミワイヤ 109 を介してパワー半導体素子 105 に接続されている。

40

【0006】

50

図30は、側面側から眺めた場合の、従来のパワーモジュールの全体構成を模式的に示す断面図である。パワー半導体素子105に外部から印加される直流電源電圧を平滑化するための平滑コンデンサ120が、パワーモジュール本体部100の上方に配設されている。平滑コンデンサ120のN電極121N及びP電極121P(図30における符号121)と、パワーモジュール本体部100のN端子108N及びP端子108P(図30における符号108)とは、接続導体124によって互いに接続されている。接続導体124は、絶縁板123を挟んで対向する導体板122N, 122Pを有している。導体板122N, 122PとN端子108N及びP端子108Pとは、ネジ125によってそれぞれ固定されている。

【0007】

図31は、上面側から眺めた場合の、平滑コンデンサ120と接続導体124との接続部分の構造を模式的に示す断面図である。導体板122NはN電極121Nに、導体板122PはP電極121Pにそれぞれ接触している。導体板122Nには、P電極121Pとの接触を回避するために開口部126が部分的に設けられており、導体板122Pには、N電極121Nとの接触を回避するために開口部127が部分的に設けられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このような従来のパワーモジュールによると、平滑コンデンサ120のN電極121N及びP電極121Pと、パワーモジュール本体部100のN端子108N及びP端子108Pとをそれぞれ接続するために、導体板122N, 122P及び絶縁板123から成る接続導体124が必要とされ、部品点数が多く、組立も煩雑であるという問題があった。

【0009】

また、平滑コンデンサ120とパワー半導体素子105との間の配線経路が長いため、回路のインダクタンスが大きくなるという問題もあった。パワーモジュールの動作において、パワー半導体素子105が高速でスイッチングされると、平滑コンデンサ120とパワー半導体素子105との間に、電流の変化分(di/dt)に比例する大きなパルス状の電流が流れ、回路のインダクタンスに比例した電圧が発生して、ノイズとしてパワー半導体素子105に印加される。また、回路のインダクタンスが大きくなると、リップル電圧を抑制するために平滑コンデンサ120の静電容量を大きくする必要があり、その結果、平滑コンデンサ120の大型化、ひいてはパワーモジュール自体の大型化につながる。そのため、回路のインダクタンスは小さいことが望ましい。

【0010】

さらに、従来のパワーモジュールは、大型の平滑コンデンサ120をパワーモジュール本体部100の上方に配設した構成となっているため、例えば車載用のパワーモジュールとして使用するには、耐振動性が低いという問題もあった。

【0011】

本発明はこれらの問題を解決するために成されたものであり、回路のインダクタンスを低減し得るとともに、小型化及び軽量化が図られ、しかも耐振動性にも優れたパワーモジュールを得ることを目的とするものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】

また、この発明のうち請求項1に記載のパワーモジュールは、パワー半導体素子が搭載された第1の基板と、パワー半導体素子を制御するための制御回路が形成された第2の基板と、パワー半導体素子に電氣的に接続され、外部からパワー半導体素子に供給される電圧を平滑化するための平滑コンデンサと、第1の基板、第2の基板、及び平滑コンデンサが内部に配設された、ケース枠及びケース蓋を有するケースとを備えている。

【0019】

さらに、請求項1に記載のパワーモジュールにおいて、平滑コンデンサは、前記ケース蓋に接触して、前記第2の基板に対向する側に配設されていることを特徴とするものであ

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 2 0 】

また、この発明のうち請求項 2 に記載のパワーモジュールは、パワー半導体素子が搭載された第 1 の基板と、パワー半導体素子を制御するための制御回路が形成された第 2 の基板と、パワー半導体素子に電氣的に接続され、外部からパワー半導体素子に供給される電圧を平滑化するための平滑コンデンサと、第 1 の基板、第 2 の基板、及び平滑コンデンサが内部に配設された、ケース枠及びケース蓋を有するケースとを備えている。

さらに、請求項 2 に記載のパワーモジュールにおいて、第 1 の基板と第 2 の基板との間に配設され、ケース枠に固定されたシールド板をさらに備え、平滑コンデンサは、シールド板上に配設されていることを特徴とするものである。

10

【 0 0 2 1 】

また、この発明のうち請求項 3 に記載のパワーモジュールは、請求項 2 に記載のパワーモジュールであって、シールド板と平滑コンデンサとの間に形成された熱伝導シートをさらに備えることを特徴とするものである。

【 0 0 2 2 】

また、この発明のうち請求項 4 に記載のパワーモジュールは、請求項 2 に記載のパワーモジュールであって、シールド板は金属から成るシールド板であることを特徴とするものである。

【 0 0 2 7 】

また、この発明のうち請求項 5 に記載のパワーモジュールは、請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一つに記載のパワーモジュールであって、平滑コンデンサはセラミックコンデンサであることを特徴とするものである。

20

【 0 0 2 8 】

【発明の実施の形態】

第 1 の参考例（実施の形態 1）

図 1 は、本発明の第 1 の参考例に係るパワーモジュール本体部 9 9 の構造を模式的に示す上面図である。ケース枠 6 の上面の第 1 辺に沿って、三相の U 相、V 相、W 相の各相にそれぞれ対応する、出力端子 1 1 U, 1 1 V, 1 1 W が並んで配設されている。また、上記第 1 辺に平行なケース枠 6 の上面の第 2 辺に沿って、N 端子 8 N 及び P 端子 8 P が並んで配設されている。

30

【 0 0 2 9 】

図 2 は、図 1 に示したライン X 1 に沿った位置における断面構造を示す断面図である。放熱板として機能する金属製のベース板 1 上に、樹脂製のケース枠 6 が配設されており、ケース枠 6 上に、樹脂製のケース蓋 1 6 が配設されている。ベース板 1 上には、半田 3 によって、セラミック製の絶縁基板 2 が配設されている。絶縁基板 2 上には、半田 4 によって、I G B T 等の複数のパワー半導体素子 5 が搭載されている。また、絶縁基板 2 の上面上には、スイッチング素子（I G B T）等の回路素子（図示しない）が搭載されるとともに、所定の回路パターン（図示しない）が形成されている。

【 0 0 3 0 】

ケース枠 6 内には、パワー半導体素子 5 を制御するための制御回路が形成された制御基板 1 4 が配設されている。制御基板 1 4 は、中継電極 1 2 の一端に半田付けされている。中継電極 1 2 の他端は、アルミワイヤ 9 を介してパワー半導体素子 5 に接続されている。また、ケース枠 6 内には、ノイズ防止のためのシールド板 1 3 が、制御基板 1 4 と絶縁基板 2 との間に配設されている。シールド板 1 3 よりも下方部分のケース枠 6 の内部は、シリコーンゲル 1 5 によって充填されている。

40

【 0 0 3 1 】

ケース枠 6 の上面上には、N 端子 8 N が配設されている。N 端子 8 N は、ケース枠 6 内に埋め込まれた N 電極 7 N の一端に接続されている。N 電極 7 N の他端は、アルミワイヤ 9 を介してパワー半導体素子 5 に接続されている。また、ケース枠 6 の上面上には、P 端子 8 P（図 2 には現れない）が配設されている。P 端子 8 P は、ケース枠 6 内に埋め込まれ

50

た P 電極 7 P の一端に接続されている。P 電極 7 P の他端は、アルミワイヤ 9 及び絶縁基板 2 上に形成されている回路パターンを介して、パワー半導体素子 5 に接続されている。

【 0 0 3 2 】

また、ケース枠 6 の上面上には、出力端子 1 1 V が配設されている。出力端子 1 1 V は、ケース 6 内に埋め込まれた出力電極 1 0 の一端に接続されている。出力電極 1 0 の他端は、アルミワイヤ 9 を介してパワー半導体素子 5 に接続されている。図 2 には現れないが、出力端子 1 1 U , 1 1 W も、出力端子 1 1 V と同様に、出力電極 1 0 及びアルミワイヤ 9 を介してパワー半導体素子 5 にそれぞれ接続されている。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、本第 1 の参考例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図であり、図 4 は、図 3 に示したパワーモジュール本体部 9 9 と平滑コンデンサ 2 0 との接続部分を拡大して示す断面図である。パワー半導体素子 5 に外部から印加される直流電源電圧を平滑化するための箱形の平滑コンデンサ 2 0 が、ケース枠 6 の上面の上記第 2 辺（即ち、N 端子 8 N 及び P 端子 8 P が並ぶ辺）を含むケース枠 6 の側面に接触して、かつ、ケース枠 6 の上面に対して平滑コンデンサ 2 0 の上面の高さが揃えられた状態で配設されている。

【 0 0 3 4 】

また、平滑コンデンサ 2 0 の N 電極 2 1 N 及び P 電極 2 1 P は、平滑コンデンサ 2 0 の上面上において、パワーモジュール本体部 9 9 の N 端子 8 N 及び P 端子 8 P にそれぞれ近接する箇所に配設されている。図 4 を参照して、N 電極 2 1 N 及び P 電極 2 1 P（図 4 においては符号 2 1 を付している）は、平滑コンデンサ 2 0 の上面から突出した板状の電極である。N 電極 2 1 N 及び P 電極 2 1 P をケース枠 6 側に折り曲げて、N 端子 8 N 及び P 端子 8 P（図 4 においては符号 8 を付している）にそれぞれ重ね合わせ、ネジ 2 5 によって、N 電極 2 1 N と N 端子 8 N、及び P 電極 2 1 P と P 端子 8 P とをそれぞれ固定する。これにより、平滑コンデンサ 2 0 の N 電極 2 1 N 及び P 電極 2 1 P と、パワーモジュール本体部 9 9 の N 端子 8 N 及び P 端子 8 P とを、接続ケーブル等の他の接続体を用いることなく、それぞれ直接的に接続することができる。

【 0 0 3 5 】

このように本第 1 の参考例に係るパワーモジュールによれば、平滑コンデンサ 2 0 は、ケース枠 6 の側面に接触して、かつ、ケース枠 6 と上面の高さを揃えて配設されている。そして、平滑コンデンサ 2 0 の N 電極 2 1 N 及び P 電極 2 1 P は、パワーモジュール本体部 9 9 の N 端子 8 N 及び P 端子 8 P にそれぞれ近接する箇所に配設されている。従って、N 電極 2 1 N 及び P 電極 2 1 P と N 端子 8 N 及び P 端子 8 P とを、従来の接続導体 1 2 4 を用いることなく直接的に接続することができる。その結果、部品点数を削減できるとともに、平滑コンデンサ 2 0 とパワー半導体素子 5 との間の配線経路を短縮でき、回路のインダクタンスを低減することができる。

【 0 0 3 6 】

また、平滑コンデンサ 2 0 の側面とパワーモジュール本体部 9 9 の側面とが互いに接触し合うことにより、耐振動性を高めることもできる。

【 0 0 3 7 】

なお、以上の説明では、1 つの平滑コンデンサ 2 0 が配設される場合の例について説明したが、複数の平滑コンデンサを配設することもできる。例えば U 相、V 相、W 相の各相に対応させて、3 つの平滑コンデンサを配設してもよい。図 5 , 6 は、3 つの平滑コンデンサ 2 0 a ~ 2 0 c が配設されたパワーモジュールの構成をそれぞれ模式的に示す上面図である。

【 0 0 3 8 】

図 5 において、平滑コンデンサ 2 0 a ~ 2 0 c の各 N 電極 2 2 N a ~ 2 2 N c は、いずれもパッド状の電極であり、接続導体 2 3 N によって、パワーモジュール本体部 9 9 の N 端子 8 N に共通に接続されている。接続導体 2 3 N は、P 電極 2 2 P a ~ 2 2 P c とは絶縁されている。また、平滑コンデンサ 2 0 a ~ 2 0 c の各 P 電極 2 2 P a ~ 2 2 P c は、い

10

20

30

40

50

ずれもパッド状の電極であり、接続導体 23P によって、パワーモジュール本体部 99 の P 端子 8P に共通に接続されている。接続導体 23P は、接続導体 23N 及び N 電極 22Na ~ 22Nc とは絶縁されている。

【0039】

図 6 において、平滑コンデンサ 20a ~ 20c の各 N 電極 21Na ~ 21Nc は、パワーモジュール本体部 99 の N 端子 8Na ~ 8Nc にそれぞれ直接的に接続されている。また、平滑コンデンサ 20a ~ 20c の各 P 電極 21Pa ~ 21Pc は、パワーモジュール本体部 99 の P 端子 8Pa ~ 8Pc にそれぞれ直接的に接続されている。

【0040】

図 5, 6 に示したパワーモジュールによれば、三相の各相に対応させて平滑コンデンサ 20a ~ 20c が分割して配設されているため、平滑コンデンサ 20a ~ 20c のいずれかが故障した場合に、その故障した平滑コンデンサのみを修理若しくは交換すればよいので、コストの低減を図ることができる。さらに、図 6 に示したパワーモジュールによれば、三相の各相に関して、最短かつ等しい距離に平滑コンデンサ 20a ~ 20c を配置することができるため、相間のアンバランスを低減できるとともに、回路のインダクタンスをさらに低減することができる。

【0041】

第 2 の参考例 (実施の形態 2)

図 7 は、本発明の第 2 の参考例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図であり、図 8, 9 はそれぞれ、図 7 に示したライン X2, X3 に沿った位置における断面構造を示す断面図である。図 7 を参照して、平滑コンデンサの筐体 32 内には、複数のコンデンサ素子 30a ~ 30e が並んで配設されている。図 8 を参照して、コンデンサ素子 30a ~ 30e は、底面にそれぞれ N 電極 35a ~ 35e が設けられており、N 電極 35a ~ 35e は、板状の N 電極 21N に共通して接触している。N 電極 21N の一部は筐体 32 の上面に引き出され、ネジ 25 によって、パワーモジュール本体部 99 の N 端子 8N に固定されている。

【0042】

図 9 を参照して、コンデンサ素子 30a ~ 30e は、上面にそれぞれ P 電極 36a ~ 36e が設けられており、P 電極 36a ~ 36e は、板状の P 電極 21P に共通して接触している。P 電極 21P の一部は筐体 32 の上面に引き出され、ネジ 25 によって、パワーモジュール本体部 99 の P 端子 8P に固定されている。

【0043】

筐体 32 は、上記第 1 の参考例に係る平滑コンデンサ 20 と同様に、ケース枠 6 の側面に接触して、かつ、ケース枠 6 と上面の高さを揃えて配設されている。コンデンサ素子 30a の側面と N 電極 21N との間には、絶縁体 31 が設けられており、筐体 32 の底面は、コンデンサ素子 30a ~ 30e における発熱を外部に放熱するための放熱板 33 によって構成されている。また、コンデンサ素子 30a ~ 30e は、筐体 32 の上面にネジ止めされた押さえ板 34 の押圧力によって、N 電極 21N を介して筐体 32 の底面に押圧固定されている。

【0044】

このように本第 2 の参考例に係るパワーモジュールによると、上記第 1 の参考例に係るパワーモジュールによって得られる効果に加えて、以下の効果が得られる。即ち、複数のコンデンサ素子 30a ~ 30e を筐体 32 内に固定するにあたり、押さえ板 34 を筐体 32 の上面に 1 箇所ネジ止めするだけで足りるため、複数のコンデンサ素子の取付工程が容易となる。

【0045】

また、筐体 32 の底面が、コンデンサ素子 30a ~ 30e における発熱を外部に放熱するための一枚の放熱板 33 によって構成されているため、複数のコンデンサ素子 30a ~ 30e のそれぞれに対する冷却効果の均一性を高めることができる。

【0046】

10

20

30

40

50

なお、弾性のある材質を電極材に用いる等して、N電極35a~35e及びP電極36a~36eのうちの少なくとも一方に弾力性を持たせてもよい。これにより、押さえ板34による押圧力や、コンデンサ素子30a~30eの発熱に伴う熱応力に起因する、コンデンサ素子30a~30eの破損を防止できる。また、N電極21NとN電極35a~35e、及びP電極21PとP電極36a~36eとを確実に接触させることが可能となる。

【0047】

図10は、本発明の第2の参考例の変形例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図である。図7~9に示した平滑コンデンサと同一構成の3つの平滑コンデンサを、三相の各相に対応させて個別に配設したものである。図10において、符号32a~32cは筐体、符号21Na~21NcはN電極、符号21Pa~21PcはP電極、符号8Na~8NcはN端子、符号8Pa~8PcはP端子である。

10

【0048】

第3の参考例（実施の形態3）

図11は、本発明の第3の参考例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図であり、図12は、図11に示したラインX4に沿った位置における断面構造を示す断面図である。ケース枠6には、その外面内の一部に凹部が形成されている。そして、互いに対向する凹部の2つの側面のうち、一方の側面にはN端子8Nが、他方の側面にはP端子8Pがそれぞれ配設されている。図12に示すように、N端子8N及びP端子8Pは、凹部の周囲におけるケース枠6の上面の一部にも延在して形成されている。

20

【0049】

平滑コンデンサ40は、凹部に嵌合する形状を有しており、凹部の上記一方の側面に対向する側面にN電極43Nが、凹部の上記他方の側面に対向する側面にP電極43Pがそれぞれ配設されている。平滑コンデンサ40は凹部内にはめ込まれており、N電極43NとN端子8N、及びP電極43PとP端子8Pとがそれぞれ半田41によって接合されて、平滑コンデンサ40とケース枠6とが互いに固定されている。また、平滑コンデンサ40上には、ケース枠6の上面に固定された蓋44が配設されている。

【0050】

このように本第3の参考例に係るパワーモジュールによれば、ケース枠6の外面内に凹部を形成し、その凹部内に平滑コンデンサ40をはめ込んで、半田41によって固定する。従って、N電極43NとN端子8N、及びP電極43PとP端子8Pとを、従来の接続導体124を用いることなく直接的に接続することができる。その結果、部品点数を削減できるとともに、平滑コンデンサ40とパワー半導体素子5との間の配線経路を短縮でき、回路のインダクタンスを低減することができる。

30

【0051】

また、平滑コンデンサ40をケース枠6の凹部内にはめ込んで配設するため、パワーモジュールの小型化を図ることもできる。

【0052】

第4の参考例（実施の形態4）

図13は、本発明の第4の参考例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図であり、図14は、ケース枠6に固定される前の平滑コンデンサ40及び弾性体45を示す断面図である。また、図15は、図13に示したラインX5に沿った位置における断面構造を示す断面図である。本第4の参考例に係るパワーモジュールは、上記第3の参考例に係るパワーモジュールを基礎として、N電極43NとN端子8N、及びP電極43PとP端子8Pとを半田41によって接合するのではなく、N電極43NとN端子8Nとの間、及びP電極43PとP端子8Pとの間に、板バネ等の導電性の弾性体45をそれぞれ配設したものである。平滑コンデンサ40とケース枠6とは、押圧された弾性体45の反発力によって互いに固定されている。但し、弾性体45は、N電極43NとN端子8Nとの間、及びP電極43PとP端子8Pとの間のうちの少なくとも一方に配設されてい

40

【0053】

50

このように本第4の参考例に係るパワーモジュールによれば、上記第3の参考例に係るパワーモジュールによって得られる効果に加えて、以下の効果が得られる。即ち、平滑コンデンサ40を凹部内にはめ込む際の押圧力や、平滑コンデンサ40の発熱に伴う熱応力に起因する、平滑コンデンサ40の破損を防止できる。また、N電極43NとN端子8N、及びP電極43PとP端子8Pとを、確実に接触させることが可能となる。

【0054】

実施の形態5.

図16は、本発明の実施の形態5に係るパワーモジュールに関して、N端子54Nが配設されている部分の断面構造を示す断面図である。平滑コンデンサ50は、ケース蓋51の裏面（制御基板14に対向する側の面）上に取り付けられている。N端子54Nは、ケース枠6の上面上において、ケース蓋51の外側から内側に延在して形成されている。平滑コンデンサ50の上面（ケース蓋51の裏面に接触する側の面）にはN電極52Nが形成されており、N電極52Nは、ケース蓋51の裏面上に形成された接続電極53Nを介して、N端子54Nに接続されている。N端子54Nは、N電極7N及びアルミワイヤ9を介して、パワー半導体素子5に接続されている。

10

【0055】

また、図17は、本発明の実施の形態5に係るパワーモジュールに関して、P端子54Pが配設されている部分の断面構造を示す断面図である。P端子54Pは、ケース枠6の上面上において、ケース蓋51の外側から内側に延在して形成されている。平滑コンデンサ50の上面にはP電極52Pが形成されており、P電極52Pは、ケース蓋51の裏面上に形成された接続電極53Pを介して、P端子54Pに接続されている。P端子54Pは、P電極7P、アルミワイヤ9、及び絶縁基板2上に形成された回路パターンを介して、パワー半導体素子5に接続されている。

20

【0056】

このように本実施の形態5に係るパワーモジュールによれば、平滑コンデンサ50が、ケース枠6及びケース蓋51から成るケース内において、ケース蓋51の裏面上に配設されている。従って、平滑コンデンサ50とパワー半導体素子5との間の配線経路を短縮でき、回路のインダクタンスを低減することができる。

【0057】

また、平滑コンデンサ50は、ケース外の外部環境と隔離されるため、外部環境に起因する平滑コンデンサ50へのゴミの付着や錆の発生等を抑制できる。即ち、耐環境性の向上を図ることができる。

30

【0058】

さらに、平滑コンデンサ50はケース蓋51に接触して取り付けられているため、平滑コンデンサ50における発熱を、ケース蓋51を介して外部に放熱することができる。なお、図16, 17には平板状のケース蓋51を示したが、ケース蓋51の外形をフィン状にすることにより、放熱性をさらに向上することができる。

【0059】

実施の形態6.

図18は、本発明の実施の形態6に係るパワーモジュールに関して、N端子8Nが配設されている部分の断面構造を示す断面図である。制御基板14と絶縁基板2の間にはシールド板56が配設されており、ケース枠6の内面には、シールド板56の周縁の一部に接触する階段状構造が設けられている。階段状構造の上面には端子59Nが形成されており、端子59Nは、ケース枠6内に埋め込まれた接続電極7N2を介して、N電極7N1に接続されている。N電極7N1の一端はN端子8Nに接続されており、他端はアルミワイヤ9を介してパワー半導体素子5に接続されている。

40

【0060】

平滑コンデンサ55は、シールド板56の裏面（絶縁基板2に対向する側の面）上に取り付けられている。平滑コンデンサ55の上面（シールド板56の裏面に接触する側の面）にはN電極57Nが形成されており、N電極57Nは、シールド板56の裏面上に形成さ

50

れた接続電極 5 8 N を介して、端子 5 9 N に接続されている。

【 0 0 6 1 】

また、図 1 9 は、本発明の実施の形態 6 に係るパワーモジュールに関して、P 端子 8 P が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。上記階段状構造の上面上には端子 5 9 P が形成されており、端子 5 9 P は、ケース枠 6 内に埋め込まれた接続電極 7 P 2 を介して、P 電極 7 P 1 に接続されている。P 電極 7 P 1 の一端は P 端子 8 P に接続されており、他端はアルミワイヤ 9、及び絶縁基板 2 上に形成された回路パターンを介して、パワー半導体素子 5 に接続されている。平滑コンデンサ 5 5 の上面上には P 電極 5 7 P が形成されており、P 電極 5 7 P は、シールド板 5 6 の裏面上に形成された接続電極 5 8 P を介して、端子 5 9 P に接続されている。

10

【 0 0 6 2 】

このように本実施の形態 6 に係るパワーモジュールによれば、平滑コンデンサ 5 5 が、ケース枠 6 及びケース蓋 1 6 から成るケース内において、シールド板 5 6 の裏面上に配設されている。従って、上記実施の形態 5 に係るパワーモジュールよりも、平滑コンデンサ 5 5 とパワー半導体素子 5 との間の配線経路を短縮でき、回路のインダクタンスをさらに低減することができる。また、平滑コンデンサ 5 5 は外部環境と隔離されるため、耐環境性の向上を図ることもできる。

【 0 0 6 3 】

実施の形態 7 .

図 2 0 は、本発明の実施の形態 7 に係るパワーモジュールに関して、N 端子 8 N が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。本実施の形態 7 に係るパワーモジュールは、上記実施の形態 6 に係るパワーモジュールを基礎として、シールド板 5 6 に、特にプリント基板から成るシールド板 6 3 を採用したものである。ケース枠 6 には、その内面に沿って、シールド板 6 3 の周縁に接触する階段状構造が設けられている。シールド板 6 3 の裏面は熱伝導シート 6 4 によって全面が覆われており、平滑コンデンサ 6 0 は、シールド板 6 3 の中央部において、熱伝導シート 6 4 上に配設されている。

20

【 0 0 6 4 】

平滑コンデンサ 6 0 の第 1 側面に設けられた N 電極 6 1 N は、N 電極 6 1 N に接触し、シールド板 6 3 を貫通する接続電極 6 2 N 1 と、シールド板 6 3 の上面上に形成され、接続電極 6 2 N 1 に接触する導体パターン 6 2 N 2 と、導体パターン 6 2 N 2 に接触し、シールド板 6 3 を貫通する接続電極 6 2 N 3 とをこの順に介して、端子 5 9 N に接続されている。

30

【 0 0 6 5 】

また、図 2 1 は、本発明の実施の形態 7 に係るパワーモジュールに関して、P 端子 8 P が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。上記第 1 側面に対向する平滑コンデンサ 6 0 の第 2 側面に設けられた P 電極 6 1 P は、P 電極 6 1 P に接触し、シールド板 6 3 を貫通する接続電極 6 2 P 1 と、シールド板 6 3 の上面上に形成され、接続電極 6 2 P 1 に接触する導体パターン 6 2 P 2 と、導体パターン 6 2 P 2 に接触し、シールド板 6 3 を貫通する接続電極 6 2 P 3 とをこの順に介して、端子 5 9 P に接続されている。

40

【 0 0 6 6 】

本実施の形態 7 に係るパワーモジュールのその他の構造は、図 1 8 , 1 9 に示した上記実施の形態 6 に係るパワーモジュールの構造と同様である。

【 0 0 6 7 】

このように本実施の形態 7 に係るパワーモジュールによれば、上記実施の形態 6 に係るパワーモジュールと同様に、回路のインダクタンスの低減、及び耐環境性の向上を図ることができる。また、平滑コンデンサ 6 0 を熱伝導シート 6 4 を介してシールド板 6 3 の裏面上に配設したため、平滑コンデンサ 6 0 における発熱を、熱伝導シート 6 4 及びケース枠 6 を介して外部に効果的に放熱できるとともに、発熱に伴う応力を緩和することもできる。

【 0 0 6 8 】

50

実施の形態 8 .

図 2 2 は、本発明の実施の形態 8 に係るパワーモジュールに関して、N 端子 8 N が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。本実施の形態 8 に係るパワーモジュールは、上記実施の形態 6 に係るパワーモジュールを基礎として、シールド板 5 6 に、特に金属製のシールド板 6 5 を採用したものである。平滑コンデンサ 5 5 の N 電極 5 7 N と、階段状構造の上面上に設けられた端子 5 9 N とは、シールド板 6 5 の裏面上に設けられ、絶縁薄膜で被覆された接続導体 6 6 N を介して互いに接続されている。

【 0 0 6 9 】

また、図 2 3 は、本発明の実施の形態 8 に係るパワーモジュールに関して、P 端子 8 P が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。平滑コンデンサ 5 5 の P 電極 5 7 P と、階段状構造の上面上に設けられた端子 5 9 P とは、シールド板 6 5 の裏面上に設けられ、絶縁薄膜で被覆された接続導体 6 6 P を介して互いに接続されている。

【 0 0 7 0 】

本実施の形態 8 に係るパワーモジュールのその他の構造は、図 1 8 , 1 9 に示した上記実施の形態 6 に係るパワーモジュールの構造と同様である。

【 0 0 7 1 】

このように本実施の形態 8 に係るパワーモジュールによれば、上記実施の形態 6 に係るパワーモジュールと同様に、回路のインダクタンスの低減、及び耐環境性の向上を図ることができる。また、平滑コンデンサ 5 5 を、金属製のシールド板 6 5 の裏面上に配設したため、平滑コンデンサ 5 5 における発熱を、シールド板 6 5 及びケース枠 6 を介して外部に効果的に放熱することができる。

【 0 0 7 2 】

第 5 の参考例 (実施の形態 9)

図 2 4 は、本発明の第 5 の参考例に係るパワーモジュールの断面構造を示す断面図である。平滑コンデンサ 7 0 は、パワー半導体素子 5 が搭載されていない部分の絶縁基板 2 の上面上に、縦置きに配設されている。平滑コンデンサ 7 0 の上面上には N 電極 7 1 N が形成されており、N 電極 7 1 N を覆い、かつ P 電極 7 1 P に接触しないように、接続電極 7 2 が配設されている。接続電極 7 2 の一端はアルミワイヤ 9 を介して N 電極 7 N に接続されており、他端はアルミワイヤ 9 を介してパワー半導体素子 5 に接続されている。

【 0 0 7 3 】

平滑コンデンサ 7 0 の底面には P 電極 7 1 P が形成されており、P 電極 7 1 P は、絶縁基板 2 上に形成されている回路パターンを介して、パワー半導体素子 5 に接続されている。また、P 電極 7 1 P は、上記回路パターン及びアルミワイヤ 9 を介して、P 電極 7 P (現実には N 電極 7 N とは同一断面上には現れないため、図 2 4 においては破線で示している) に接続されている。

【 0 0 7 4 】

このように本第 5 の参考例に係るパワーモジュールによれば、平滑コンデンサ 7 0 が、ケース枠 6 及びケース蓋 1 6 から成るケース内に配設されているため、上記実施の形態 5 ~ 8 に係るパワーモジュールと同様に、耐環境性の向上を図ることができる。

【 0 0 7 5 】

また、平滑コンデンサ 7 0 は絶縁基板 2 上に配設されているため、平滑コンデンサ 7 0 とパワー半導体素子 5 との間の配線経路を著しく短縮でき、回路のインダクタンスを大きく低減することができる。

【 0 0 7 6 】

なお、平滑コンデンサ 7 0 を、絶縁基板 2 の材質と同じ材質によって構成してもよい。例えば、絶縁基板 2 がセラミックで構成されている場合に、平滑コンデンサ 7 0 として、セラミックコンデンサを採用する。これにより、平滑コンデンサ 7 0 と絶縁基板 2 との熱膨張係数を互いに等しくできるため、熱膨張係数の相違に起因する各種不都合を回避でき、パワーモジュールの信頼性を高めることができる。

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

第6の参考例（実施の形態10）

図25は、本発明の第6の参考例に係るパワーモジュールの断面構造を示す断面図である。平滑コンデンサ80は、絶縁基板2が配設されていない部分のベース板1の上面上に、縦置きに配設されている。特に図25に示した構造では、平滑コンデンサ80はケース枠6内に埋め込まれた状態で配設されている。平滑コンデンサ80の上面上にはN電極81Nが形成されており、N電極81Nは、導電性の接着材や半田等によってN電極7Nに接触・固定されている。

【0078】

また、平滑コンデンサ80の底面にはP電極81Pが形成されており、P電極81Pは、導電性の接着材や半田等によって、P電極7P（現実にはN電極7Nとは同一断面上には現れないため、図25においては破線で示している）に接触・固定されている。なお、P電極7Pとベース板1との間は、互いに絶縁されている。

【0079】

このように本第6の参考例に係るパワーモジュールによれば、上記実施の形態5～9に係るパワーモジュールと同様に耐環境性の向上を図ることができるとともに、平滑コンデンサ80が金属製のベース板1上に配設されているため、平滑コンデンサ80における発熱を、ベース板1を介して効果的に外部に放熱することができる。

【0080】

また、平滑コンデンサ80のN電極81N及びP電極81Pを、N電極7N及びP電極7Pにそれぞれ直接的に接触・固定する構成としたことにより、以下の効果が得られる。即ち、接続電極等を介して両電極間をそれぞれ接続する場合と比較すると、電極間接続用の部材が不要となるため、軽量化及び低コスト化を図ることができる。また、平滑コンデンサ80のN電極81N及びP電極81Pにそれぞれ接続された接続電極と、N電極7N及びP電極7Pにそれぞれ接続された端子とをネジ止めにより固定する構成と比較すると、ネジ止め部における接触抵抗の発生を回避でき、パワーモジュール全体としてのエネルギー損失を抑制することができる。とともに、接触抵抗の発生に伴う発熱も抑制され、冷却機構の小型化を図ることもできる。

【0081】

第7の参考例（実施の形態11）

図26は、本発明の第7の参考例に係るパワーモジュールに関して、N電極95Nが配設されている部分の断面構造を示す断面図である。ケース枠6及び絶縁基板2は、冷却水の流路91を内部に有する水冷フィン90上に横置きに配設されている。平滑コンデンサ92は、水冷フィン90の裏面（絶縁基板2が配設されている面とは反対側の面）上に配設されている。ケース枠6内には、ケース枠6の内側面から外側面に貫通するN電極95Nが埋め込まれている。平滑コンデンサ92の側面上に形成されたN電極93Nは、接続導体94Nを介してN電極95Nに接続されている。接続導体94Nは、水冷フィン90の底面、側面、及びケース枠6の外側面の一部に形成されている。

【0082】

図27は、本発明の第7の参考例に係るパワーモジュールに関して、P電極95Pが配設されている部分の断面構造を示す断面図である。ケース枠6内には、ケース枠6の内側面から外側面に貫通するP電極95Pが埋め込まれている。平滑コンデンサ92の側面上に形成されたP電極93Pは、接続導体94Pを介してP電極95Pに接続されている。接続導体94Pは、水冷フィン90の底面、側面、及びケース枠6の外側面の一部に形成されている。

【0083】

このように本第7の参考例に係るパワーモジュールによれば、平滑コンデンサ92が、水冷フィン90の裏面上に配設されている。従って、平滑コンデンサ92における発熱を、水冷フィン90によって効果的に放熱することができ、パワーモジュールの信頼性を高めることができる。

【0084】

10

20

30

40

50

なお、上記各実施の形態 5 ~ 8 及び第 1 ~ 第 7 の参考例において、充放電特性に優れるセラミックコンデンサを平滑コンデンサに用いることにより、パワーモジュールの動作の高速化を図ることができる。

【0091】

【発明の効果】

また、この発明のうち請求項 1 に係るものによれば、平滑コンデンサはケース外の外部環境と隔離されるため、耐環境性の向上を図ることができる。

【0092】

さらに、この発明のうち請求項 1 に係るものによれば、平滑コンデンサにおける発熱を、ケース蓋を介して外部に放熱することができる。

10

【0093】

また、この発明のうち請求項 2 に係るものによれば、請求項 1 に係るパワーモジュールよりも、平滑コンデンサとパワー半導体素子との間の配線経路を短縮でき、回路のインダクタンスをさらに低減することができる。

【0094】

また、この発明のうち請求項 3 に係るものによれば、平滑コンデンサにおける発熱を、熱伝導シート及びケース枠を介して外部に効果的に放熱できるとともに、平滑コンデンサの発熱に伴う応力を緩和することもできる。

【0095】

また、この発明のうち請求項 4 に係るものによれば、平滑コンデンサにおける発熱を、シールド板及びケース枠を介して外部に効果的に放熱することができる。

20

【0100】

また、この発明のうち請求項 5 に係るものによれば、充放電特性に優れるセラミックコンデンサを採用することにより、パワーモジュールの動作の高速化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の参考例に係るパワーモジュール本体部の構造を模式的に示す上面図である。

【図 2】 図 1 に示したライン X 1 に沿った位置における断面構造を示す断面図である。

【図 3】 本発明の第 1 の参考例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図である。

30

【図 4】 図 3 に示したパワーモジュール本体部と平滑コンデンサとの接続部分を拡大して示す断面図である。

【図 5】 3 つの平滑コンデンサが配設されたパワーモジュールの構成を模式的に示す上面図である。

【図 6】 3 つの平滑コンデンサが配設されたパワーモジュールの構成を模式的に示す上面図である。

【図 7】 本発明の第 2 の参考例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図である。

【図 8】 図 7 に示したライン X 2 に沿った位置における断面構造を示す断面図である。

【図 9】 図 7 に示したライン X 3 に沿った位置における断面構造を示す断面図である。

40

【図 10】 本発明の第 2 の参考例の変形例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図である。

【図 11】 本発明の第 3 の参考例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図である。

【図 12】 図 11 に示したライン X 4 に沿った位置における断面構造を示す断面図である。

【図 13】 本発明の第 4 の参考例に係るパワーモジュールの全体構成を模式的に示す上面図である。

【図 14】 ケース枠に固定される前の平滑コンデンサ及び弾性体を示す断面図である。

【図 15】 図 13 に示したライン X 5 に沿った位置における断面構造を示す断面図であ

50

る。

【図16】 本発明の実施の形態5に係るパワーモジュールに関して、N端子が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

【図17】 本発明の実施の形態5に係るパワーモジュールに関して、P端子が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

【図18】 本発明の実施の形態6に係るパワーモジュールに関して、N端子が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

【図19】 本発明の実施の形態6に係るパワーモジュールに関して、P端子が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

【図20】 本発明の実施の形態7に係るパワーモジュールに関して、N端子が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

10

【図21】 本発明の実施の形態7に係るパワーモジュールに関して、P端子が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

【図22】 本発明の実施の形態8に係るパワーモジュールに関して、N端子が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

【図23】 本発明の実施の形態8に係るパワーモジュールに関して、P端子が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

【図24】 本発明の第5の参考例に係るパワーモジュールの断面構造を示す断面図である。

【図25】 本発明の第6の参考例に係るパワーモジュールの断面構造を示す断面図である。

20

【図26】 本発明の第7の参考例に係るパワーモジュールに関して、N電極が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

【図27】 本発明の第7の参考例に係るパワーモジュールに関して、P電極が配設されている部分の断面構造を示す断面図である。

【図28】 従来のパワーモジュール本体部の構造を模式的に示す上面図である。

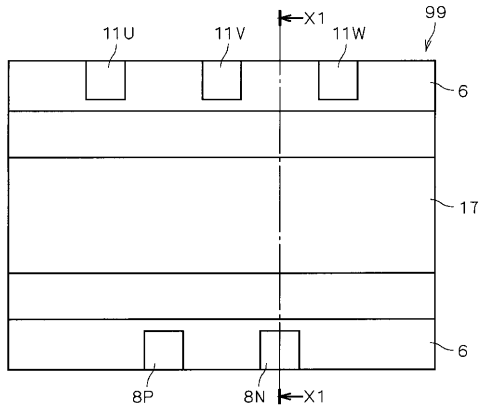
【図29】 図28に示したラインX100に沿った位置における断面構造を示す断面図である。

【図30】 側面側から眺めた場合の、従来のパワーモジュールの全体構成を模式的に示す断面図である。

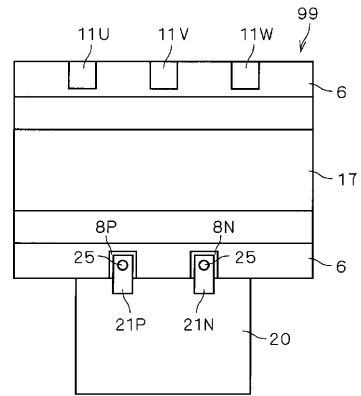
30

【図31】 上面側から眺めた場合の、平滑コンデンサと接続導体との接続部分の構造を模式的に示す断面図である。

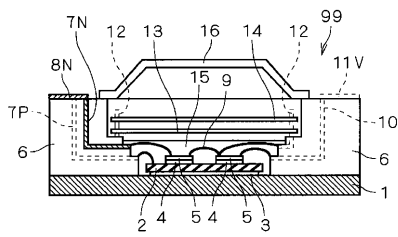
【図1】



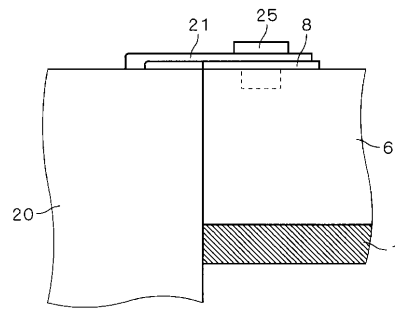
【図3】



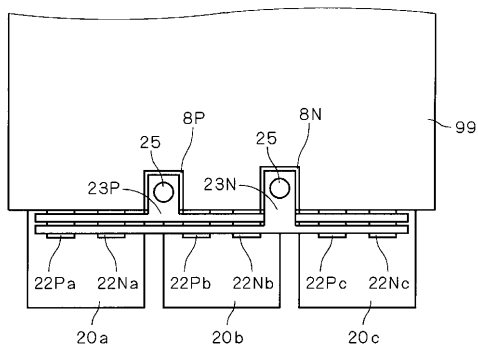
【図2】



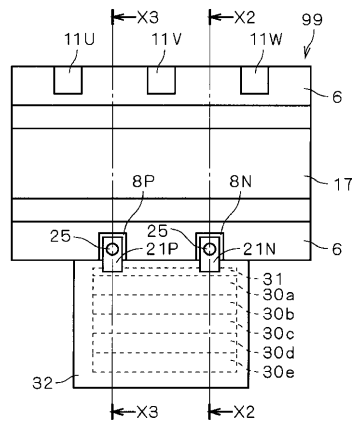
【図4】



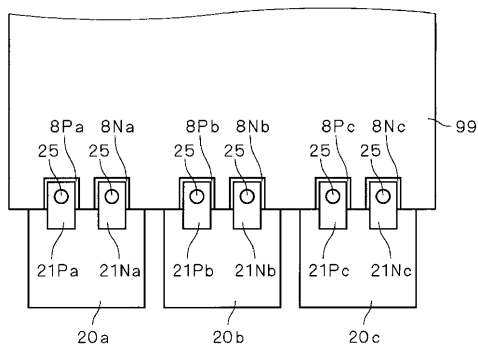
【図5】



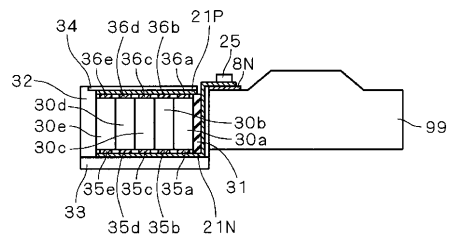
【図7】



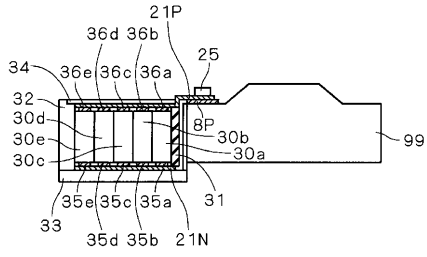
【図6】



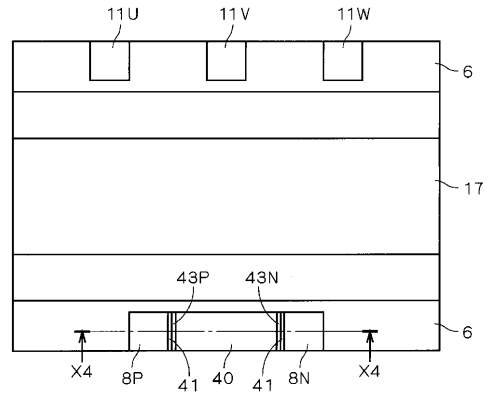
【図8】



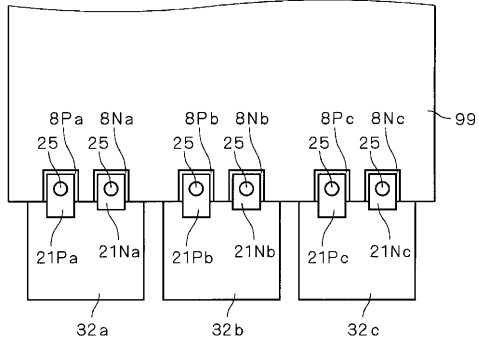
【図 9】



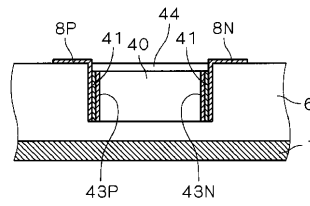
【図 11】



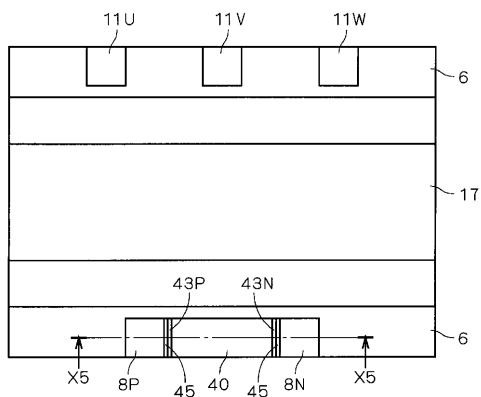
【図 10】



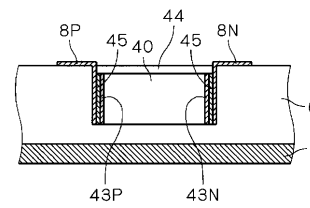
【図 12】



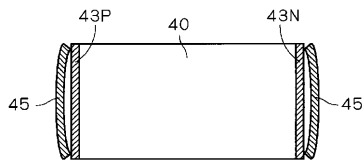
【図 13】



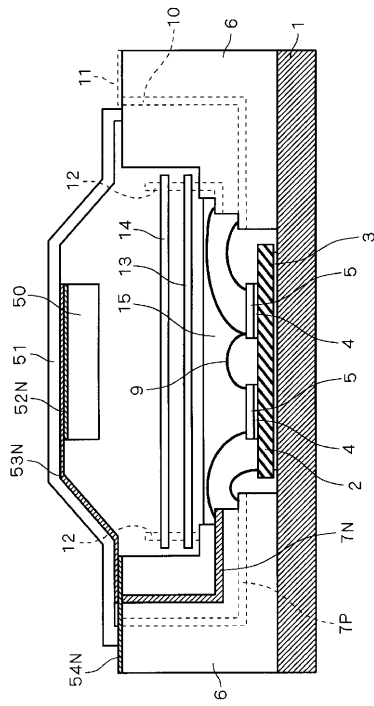
【図 15】



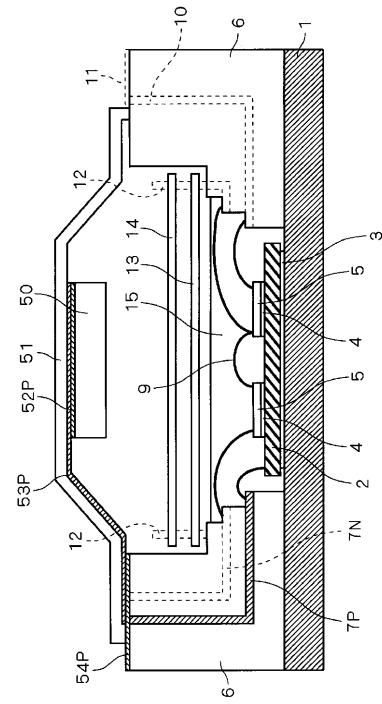
【図 14】



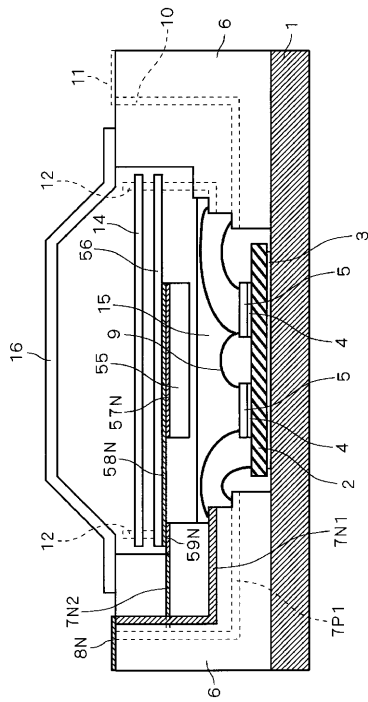
【図 16】



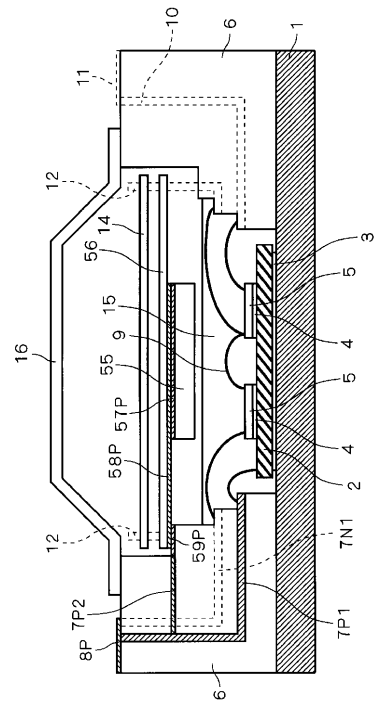
【図 17】



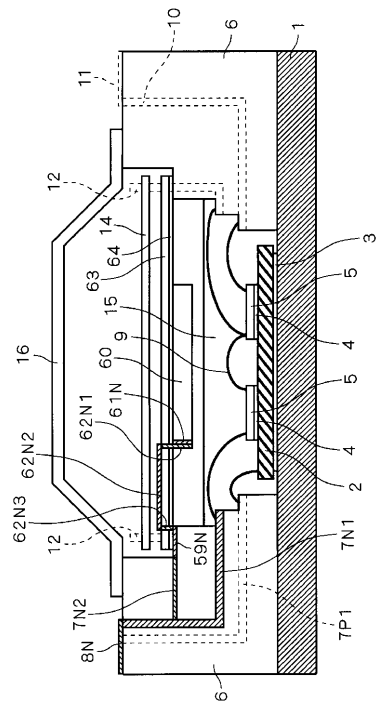
【図 18】



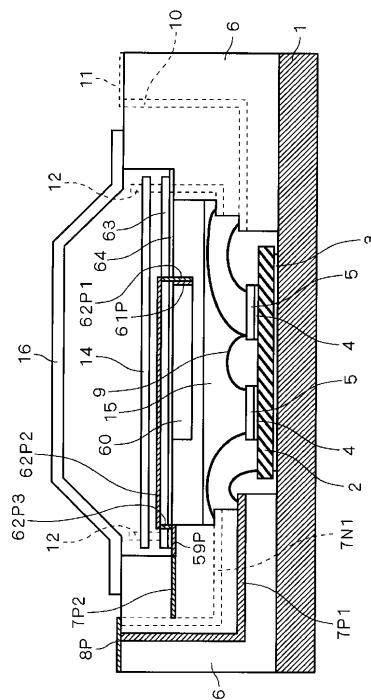
【図 19】



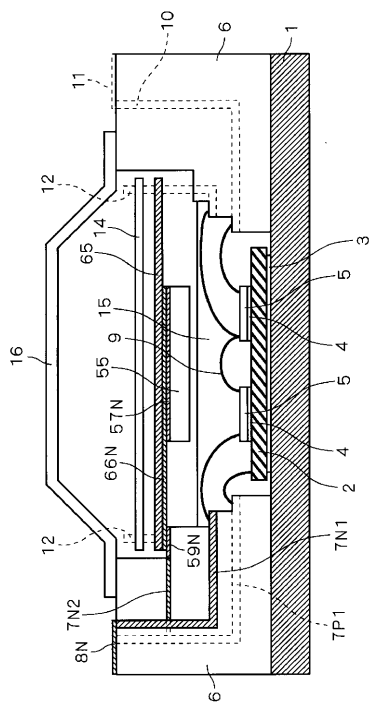
【図20】



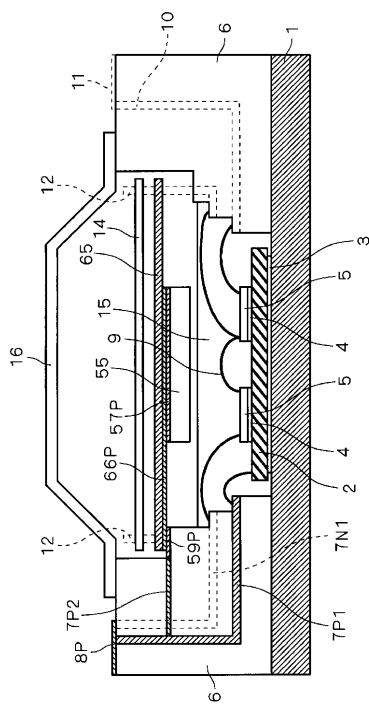
【図21】



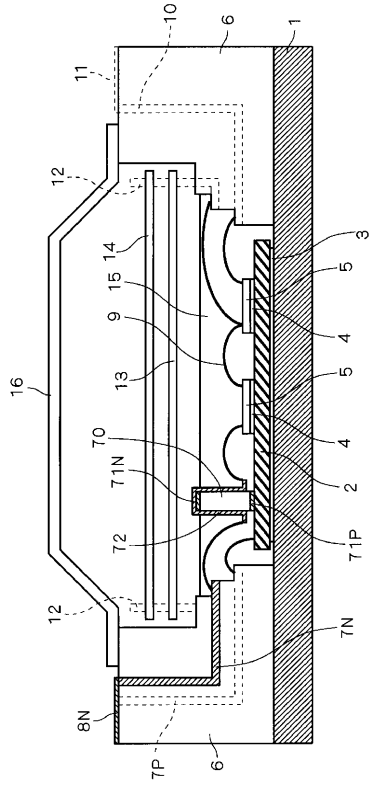
【図22】



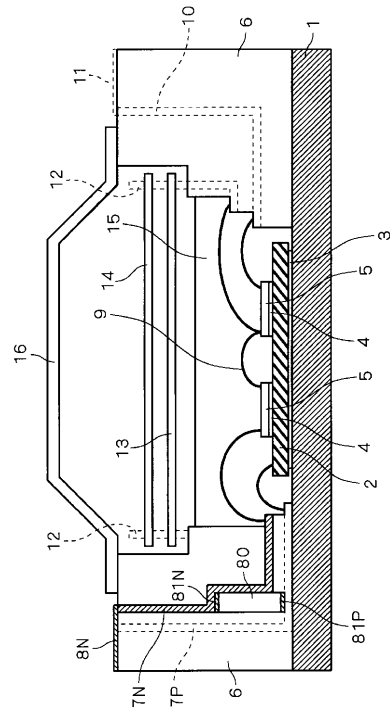
【図23】



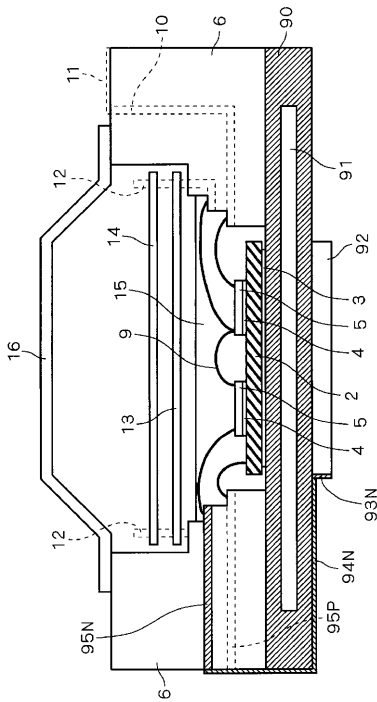
【 図 2 4 】



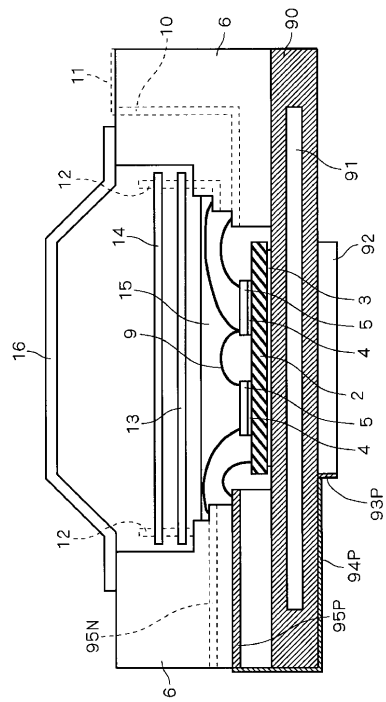
【 図 2 5 】



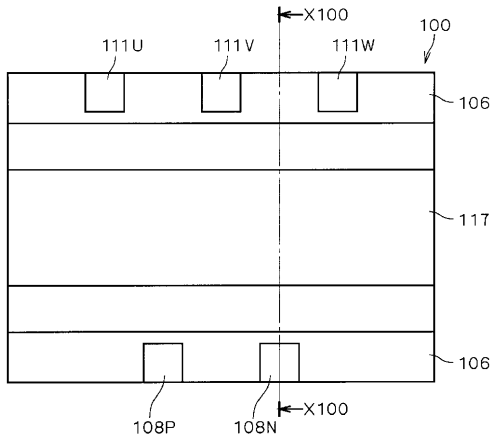
【 図 2 6 】



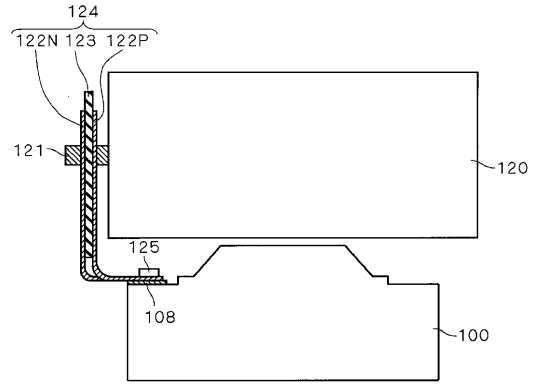
【 図 2 7 】



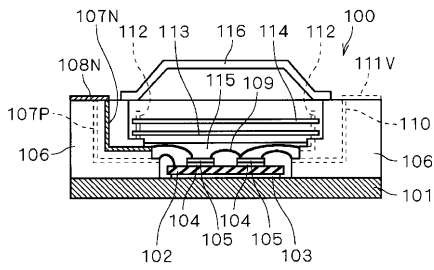
【図 28】



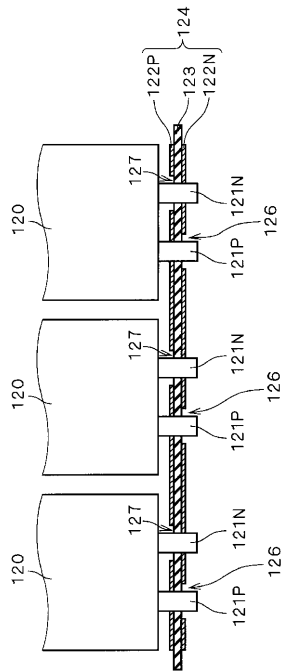
【図 30】



【図 29】



【図 31】



フロントページの続き

- (72)発明者 吉田 貴信
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 吉松 直樹
福岡県福岡市西区今宿東一丁目1番1号 福菱セミコンエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 古賀 万寿夫
福岡県福岡市西区今宿東一丁目1番1号 福菱セミコンエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 中島 泰
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 マジyumダール ゴーラブ
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 深田 雅一
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 今井 拓也

- (56)参考文献 特開2000-060138(JP,A)
国際公開第99/021228(WO,A1)
特開平09-186269(JP,A)
特開平08-289567(JP,A)
特開平11-018429(JP,A)
特開2000-091767(JP,A)
特開2000-092847(JP,A)
特開平06-123449(JP,A)
特開2000-014169(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 25/00
H01L 25/07
H01L 25/18