

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4286465号
(P4286465)

(45) 発行日 平成21年7月1日(2009.7.1)

(24) 登録日 平成21年4月3日(2009.4.3)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 23/50 (2006.01)	HO 1 L 23/50 F
HO 1 L 23/29 (2006.01)	HO 1 L 23/36 A
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 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-33707 (P2001-33707)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成13年2月9日(2001.2.9)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2002-237562 (P2002-237562A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成14年8月23日(2002.8.23)	(74) 代理人	100088672
審査請求日	平成18年11月1日(2006.11.1)		弁理士 吉竹 英俊
		(74) 代理人	100088845
			弁理士 有田 貴弘
		(72) 発明者	篠原 利彰
			福岡県福岡市西区今宿東一丁目1番1号
			三菱セミコンエンジニアリング株式会社内
		審査官	今井 淳一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置とその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体素子と、前記半導体素子を搭載する第1の面と、前記第1の面とは反対側の第2の面とを有する
リードフレームと、前記リードフレームの前記第2の面に設けられた金属ブロックと、前記リードフレームとは反対側で前記金属ブロックに設けられた絶縁層と、前記リードフレームの前記第2の面と前記金属ブロックとの間に介在し、前記絶縁層よ
りも熱伝導が良好な接合材と
を備え、前記半導体素子は、複数備えられ、前記金属ブロックは、前記半導体素子間の絶縁単位ごとに分離し、かつ少なくとも一つ
の前記半導体素子に対応して設けられる、半導体装置。

【請求項2】

半導体素子と、前記半導体素子を搭載する第1の面と、前記第1の面とは反対側の第2の面とを有する
リードフレームと、前記リードフレームの前記第2の面に設けられた金属ブロックと、前記リードフレームとは反対側で前記金属ブロックに設けられた絶縁層と、前記リードフレームの前記第2の面と前記金属ブロックとの間に介在し、前記絶縁層よ

10

20

りも熱伝導が良好な接合材と、

前記絶縁層を露出させつつ、前記半導体素子、前記リードフレーム及び前記金属ブロックを封止する樹脂パッケージと
を備え、

前記絶縁層は、前記樹脂パッケージよりも熱伝導が良好な、半導体装置。

【請求項 3】

前記絶縁層は、前記樹脂パッケージと同系の基剤と、セラミック粉末とを含む、請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記金属ブロックは、前記接合材よりも広い面を前記接合材と反対側に有する、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記金属ブロックの前記リードフレーム側の主面は第 1 の面及び第 2 の面を含み、
前記第 1 の面は、前記第 2 の面よりも前記リードフレーム側に位置しており、
前記接合材は、前記リードフレームと前記金属ブロックの前記第 1 の面との間に介在する、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項 6】

前記リードフレームは第 1 の部分と第 2 の部分からなり、
前記第 2 の部分は前記金属ブロックとの間に絶縁空間を形成する、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一つに記載の半導体装置。

【請求項 7】

(a) 半導体素子を準備する工程と、
(b) 第 1 の樹脂を半硬化で準備する工程と、
(c) 第 1 の面と前記第 1 の面とは反対側に第 2 の面とを有するリードフレーム及び金属ブロックを準備する工程と、
(d) 前記工程 (a) ~ (c) の後に、前記リードフレームの前記第 1 の面に前記半導体素子を搭載する工程と、
(e) 前記工程 (a) ~ (c) の後に、前記リードフレームの前記第 2 の面に、前記第 1 の樹脂よりも熱伝導が良好な接合材を介在して金属ブロックを設ける工程と、
(f) 前記工程 (a) ~ (c) の後に、前記リードフレームとは反対側で前記金属ブロックに前記第 1 の樹脂を設ける工程と、
(g) 前記工程 (d) , (e) , (f) の後に、前記第 1 の樹脂の一部を露出させつつ、前記半導体素子、前記第 1 の樹脂、前記リードフレーム及び前記金属ブロックを、第 2 の樹脂で覆う工程と、
(h) 前記工程 (g) の後に、前記第 1 の樹脂と前記第 2 の樹脂とを同時に硬化させる工程と
を備える半導体装置の製造方法。

【請求項 8】

前記第 1 の樹脂は、前記第 2 の樹脂と同系の基剤と、セラミック粉末とを含む、請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体装置の構造、特に電力制御用に使用される電力用半導体装置の構造とその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 8 は、第 1 の従来技術における電力用半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。図 8 のように、第 1 の従来技術における電力用半導体装置は、パワー素子 1 , 金属薄板より成形されているリードフレーム 2 , 放熱用ヒートシンクとして機能する金属ブロック 5

10

20

30

40

50

及び樹脂パッケージ 6 を備えている。

【 0 0 0 3 】

リードフレーム 2 は、ダイパッド部 3 とインナーリード部 4 とを有しており、パワー素子 1 はダイパッド部 3 に半田 9 で接合されている。また、パワー素子 1 に形成されている電極（図示せず）は、リードフレーム 2 のインナーリード部 4 にアルミワイヤ 8 によって接続されている。金属ブロック 5 は、その略中央部に凸部を有しており、その凸部がリードフレーム 2 のパワー素子 1 とは反対側の面と所定距離を成して、パワー素子 1 と対向するように配置されている。そして、樹脂パッケージ 6 は、金属ブロック 5 のリードフレーム 2 とは反対側の面を露出させつつ、パワー素子 1、リードフレーム 2 及び金属ブロック 5 を封止している。そして、金属ブロック 5 の露出部分に外部放熱器 11 が取り付けられている。ここで、金属ブロック 5 の凸部とリードフレーム 2 との間に形成されている樹脂パッケージ 6 を樹脂絶縁層 27 と呼ぶ。

10

【 0 0 0 4 】

なお、ダイパッド部 3 上には、パワー素子 1 以外にも、パワー素子 1 の制御回路を形成するための素子が形成される場合もある。

【 0 0 0 5 】

図 9 は第 2 の従来技術における電力用半導体装置の構造を模式的に示す断面図であり、図 10 は、図 9 中の部分 B を拡大して示す断面図である。かかる構造は、例えば特開平 10 - 93015 号公報に開示されている。図 9、図 10 に示されるように、第 2 の従来技術における電力用半導体装置は、パワー素子 1、ダイオード 12、熱拡散板 15、リードフレーム 2、絶縁層 37、ヒートシンク 25 及び樹脂パッケージ 6 を備えている。

20

【 0 0 0 6 】

パワー素子 1 は、銅で構成されている熱拡散板 15 に半田 9 で接合されている。熱拡散板 15 のパワー素子 1 と反対側の面は、銅製リードフレーム 2 のダイパッド部 3 に半田 9 で接合されている。そして、リードフレーム 2 の熱拡散板 15 と反対側の面は、絶縁層 37 によって銅製のヒートシンク 25 に固着されている。製造工程では、予めリードフレーム 2 をヒートシンク 25 に固着し、パワー素子 1 を接合した熱拡散板 15 を、そのリードフレーム 2 のダイパッド部 3 に接合している。ダイオード 12 は、パワー素子 1 ほど発熱しないため、熱拡散板 15 を介さずに直接リードフレーム 2 に半田 9 で接合されている。また、パワー素子 1 に形成されている電極（図示せず）は、アルミワイヤ 8 によってリードフレーム 2 のインナーリード部 4 に接続されている。そして、樹脂パッケージ 6 は、ヒートシンク 25 のリードフレーム 2 とは反対側の面を露出させつつ、パワー素子 1、ダイオード 12、リードフレーム 2 及び熱拡散板 15 を封止している。

30

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

第 1 の従来技術における電力半導体装置では、パワー素子 1 で発生した熱は、リードフレーム 2、樹脂絶縁層 27、金属ブロック 5 を通って、外部放熱器 11 から外部に放出される。金属ブロック 5 及び外部放熱器 11 は、アルミニウムあるいは銅材から成り、その熱伝導率はそれぞれ約 230 W/mK、約 390 W/mK である。リードフレーム 2 も銅材などの金属から形成されるため、金属ブロック 5 及び外部放熱器 11 と同様の熱伝導率を有している。そして、樹脂絶縁層 27 を形成する樹脂の熱伝導率は 1 ~ 3 W/mK である。このように、樹脂絶縁層 27 は、その熱伝導率がその他の材料の約 1 / 100 であって、熱伝導の主たる阻害要因となっている。

40

【 0 0 0 8 】

半導体装置の放熱特性は、熱が通過する材料の厚さや熱伝導性、および熱が材料を通過する面積などで決定される。第 1 の従来技術における電力半導体装置において、樹脂絶縁層 27 の厚みを薄くして、熱が通過する熱伝導の悪い部分を抑えることで放熱特性を改善することができる。しかし、樹脂絶縁層 27 には数千 V の絶縁耐圧が必要であるため、その厚みは 0.5 mm 前後が限界であり、放熱特性の改善にも限界を生じている。

【 0 0 0 9 】

50

また、樹脂絶縁層 27 を形成する樹脂の充填材として高熱伝導率を持つセラミック粉末、例えば窒化アルミニウム、窒化ケイ素などの粉末を使用し、充填率を高くすることによって、樹脂絶縁層 27 の熱伝導率を約 5 W / m K までに向上させることができる。しかし、樹脂絶縁層 27 は樹脂パッケージ 6 の一部であるため、樹脂絶縁層 27 以外の部分、つまり高熱伝導率を必要としない部分にまで、セラミック粉末を充填した樹脂を使用することになるため、価格の高い樹脂を無駄に使用することになる。その結果、半導体装置の材料コストが増加する。

【 0 0 1 0 】

パワー素子 1 で発生した熱は、まずリードフレーム 2 を通過して、樹脂絶縁層 27 を通過する。一般的にリードフレーム 2 は、加工の問題などで、金属ブロック 5 などのようにその厚みを厚くすることができないため、金属ブロック 5 などと比べて熱拡散効果が小さい。そのため、樹脂絶縁層 27 を熱が通過する面積を十分に広げることが困難であり、このことが放熱特性の改善を制限する原因の一つにもなっていた。

【 0 0 1 1 】

第 2 の従来技術における電力用半導体装置では、パワー素子 1 と絶縁層 37 との間に、リードフレーム 2 と熱拡散板 15 とが介在しているため、パワー素子 1 で発生した熱を熱拡散板 15 でその厚さ方向と垂直な水平方向に拡散し、絶縁層 37 を熱が通過する面積を広げている。しかし、熱拡散板 15 はパワー素子 1 とリードフレーム 2 との間に位置しており、放熱特性の改善のために水平方向の寸法を大きくすると、パワー素子 1 とリードフレーム 2 とを接続するアルミワイヤ 8 の配線が困難になるという問題があった。また、熱拡散板 15 を厚くすると、アルミワイヤ 8 の配線長が長くなり電力損失が増加するという問題もあった。

【 0 0 1 2 】

また、熱伝導率を向上するために、絶縁層 37 のみに、セラミック材を充填した樹脂を使用することがある。つまり、樹脂パッケージ 6 と絶縁層 37 とで使用される樹脂が異なる場合がある。このとき、リードフレーム 2 とヒートシンク 25 とが接合された後、つまり絶縁層 37 が硬化した後に、樹脂パッケージ 6 が形成されると、樹脂パッケージ 6 と絶縁層 37 との界面で剥離が起こりやすく、リードフレーム 2 とヒートシンク 25 との間の絶縁耐圧が低下するという問題があった。

【 0 0 1 3 】

そこで、本発明は上述のような問題を解決するためになされたものであり、放熱特性と絶縁耐圧とのいずれも良好な半導体装置およびその製造方法を提供することを目的とする。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

この発明のうち請求項 1 に記載の半導体装置は、半導体素子と、前記半導体素子を搭載する第 1 の面と、前記第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有するリードフレームと、前記リードフレームの前記第 2 の面に設けられた金属ブロックと、前記リードフレームとは反対側で前記金属ブロックに設けられた絶縁層と、前記リードフレームの前記第 2 の面と前記金属ブロックとの間に介在し、前記絶縁層よりも熱伝導が良好な接合材とを備え、前記半導体素子は、複数備えられ、前記金属ブロックは、前記半導体素子間の絶縁単位ごとに分離し、かつ少なくとも一つの前記半導体素子に対応して設けられるものである。

【 0 0 1 5 】

また、この発明のうち請求項 2 に記載の半導体装置は、半導体素子と、前記半導体素子を搭載する第 1 の面と、前記第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有するリードフレームと、前記リードフレームの前記第 2 の面に設けられた金属ブロックと、前記リードフレームとは反対側で前記金属ブロックに設けられた絶縁層と、前記リードフレームの前記第 2 の面と前記金属ブロックとの間に介在し、前記絶縁層よりも熱伝導が良好な接合材と、前記絶縁層を露出させつつ、前記半導体素子、前記リードフレーム及び前記金属ブロックを封止する樹脂パッケージとを備え、前記絶縁層は、前記樹脂パッケージよりも熱伝導が良好なものである。

【 0 0 1 6 】

また、この発明のうち請求項 3 に記載の半導体装置は、請求項 2 に記載の半導体装置であって、前記絶縁層は、前記樹脂パッケージと同系の基剤と、セラミック粉末とを含むものである。

【 0 0 1 7 】

また、この発明のうち請求項 4 に記載の半導体装置は、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記金属ブロックは、前記接合材よりも広い面を前記接合材と反対側に有するものである。

【 0 0 1 8 】

また、この発明のうち請求項 5 に記載の半導体装置は、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記金属ブロックの前記リードフレーム側の主面は第 1 の面及び第 2 の面を含み、前記第 1 の面は、前記第 2 の面よりも前記リードフレーム側に位置しており、前記接合材は、前記リードフレームと前記金属ブロックの前記第 1 の面との間に介在するものである。

10

【 0 0 1 9 】

また、この発明のうち請求項 6 に記載の半導体装置は、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一つに記載の半導体装置であって、前記リードフレームは第 1 の部分と第 2 の部分からなり、前記第 2 の部分は前記金属ブロックとの間に絶縁空間を形成するものである。

【 0 0 2 0 】

また、この発明のうち請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法は、(a) 半導体素子を準備する工程と、(b) 第 1 の樹脂を半硬化で準備する工程と、(c) 第 1 の面と前記第 1 の面とは反対側に第 2 の面とを有するリードフレーム及び金属ブロックを準備する工程と、(d) 前記工程 (a) ~ (c) の後に、前記リードフレームの前記第 1 の面に前記半導体素子を搭載する工程と、(e) 前記工程 (a) ~ (c) の後に、前記リードフレームの前記第 2 の面に、前記第 1 の樹脂よりも熱伝導が良好な接合材を介在して金属ブロックを設ける工程と、(f) 前記工程 (a) ~ (c) の後に、前記リードフレームとは反対側で前記金属ブロックに前記第 1 の樹脂を設ける工程と、(g) 前記工程 (d) , (e) , (f) の後に、前記第 1 の樹脂を露出させつつ、前記半導体素子、前記第 1 の樹脂の一部、前記リードフレーム及び前記金属ブロックを、第 2 の樹脂で覆う工程と、(h) 前記工程 (g) の後に、前記第 1 の樹脂と前記第 2 の樹脂とを同時に硬化させる工程とを備えるものである。

20

30

【 0 0 2 1 】

また、この発明のうち請求項 8 に記載の半導体装置の製造方法は、請求項 7 に記載の半導体装置の製造方法であって、前記第 1 の樹脂は、前記第 2 の樹脂と同系の基剤と、セラミック粉末とを含むものである。

【 0 0 2 5 】

【 発明の実施の形態 】

実施の形態 1 .

図 1 は、本実施の形態 1 に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。図 1 のように、本実施の形態 1 に係る半導体装置は、パワー素子 1 , リードフレーム 2 a , 2 b , 金属ブロック 5 及び樹脂パッケージ 6 を備えている。

40

【 0 0 2 6 】

リードフレーム 2 a , 2 b は、熱伝導性の良好な金属、例えば銅合金の薄板から成形されている。リードフレーム 2 a はダイパッド部 3 とインナーリード部 4 とを有しており、リードフレーム 2 b はインナーリード部 4 を有している。パワー素子 1 は両面に電極 (図示せず) を有しており、その一方の面の電極がリードフレーム 2 a と接するように、リードフレーム 2 a のダイパッド部 3 に搭載され、半田 9 でダイパッド部 3 と接合されている。パワー素子 1 の他方の面の電極は、リードフレーム 2 b のインナーリード部 4 とアルミワイヤ 8 によって接続されている。リードフレーム 2 a , 2 b は分離されており、パワー素子 1 の両面に形成されている電極間は絶縁されている。

50

【0027】

金属ブロック5は、例えばアルミニウムや銅などの材料から形成されており、パワー素子1とは反対側の面でリードフレーム2aと接合材10で接合されている。具体的には、金属ブロック5の一方の主面には、接合面50と非接合面51とを有しており、接合面50及び非接合面51がリードフレーム2aと対向するように配置されている。接合面50は、非接合面51よりもパワー素子1側に位置しており、パワー素子1と対向するようにリードフレーム2aに接合材10で接合されている。言い換えれば、金属ブロック5はその表面に凸部を有しており、その凸部がパワー素子1と対向するようにリードフレーム2aに接合されている。そして、金属ブロック5のリードフレーム2aと反対側の面は、リードフレーム2aとのパワー素子1の接合面よりも広がっている。また、非接合面51は、リードフレーム2bとの間で絶縁空間60を形成している。

10

【0028】

樹脂パッケージ6は、例えばエポキシ系樹脂が使用されており、リードフレーム2a, 2bと反対側の面で金属ブロック5に絶縁層7を形成しつつ、パワー素子1, リードフレーム2a, 2b及び金属ブロック5を封止している。そして、外部放熱器11が、金属ブロック5とは反対側の面で絶縁層7に取り付けられている。

【0029】

上述の構造を備える本実施の形態1に係る半導体装置において、パワー素子1で発生した熱は、半田9, リードフレーム2a, 接合材10, 金属ブロック5, 絶縁層7を通して、外部放熱器11から外部に放出される。接合材10は、リードフレーム2aと金属ブロック5との電氣的絶縁性を確保する必要がないため、絶縁耐圧を考慮することなく、その材料を選択することができる。具体的には、外部放熱器11に別の半導体装置が取り付けられた場合、半導体装置間の絶縁は、絶縁層7によって維持されるため、接合材10は絶縁耐圧を考慮する必要はない。そのため、接合材10は、絶縁層7よりも熱伝導の良好な材料、例えば半田などを使用することができる。その結果、パワー素子1で発生した熱は、リードフレーム2aから金属ブロック5へと良好に伝導される。

20

【0030】

また、接合材10として樹脂接着剤を使用した場合であっても、接合材10の厚みを、上述の第1の従来技術における樹脂絶縁層27よりも薄くできる。具体的には、接合材10の厚みを10～40μmに設定することができ、従来の樹脂絶縁層27の厚みの約1/10倍に低減することができる。また、例えば金属粉を充填材として混入した接着剤、つまり高熱伝導率の接着材を使用することができる。これらの結果、樹脂接着剤で構成された接合材10は、従来の樹脂絶縁層27よりも、その熱伝導率を5～10倍(5～20W/mK)に向上することができる。つまり、接合材10として樹脂接着材を使用した場合であっても、パワー素子1で発生した熱を良好に金属ブロック5まで伝導することができる。

30

【0031】

次に、熱伝導の主たる障害要因となる絶縁層7を通過する熱について詳細に説明する。図2は、パワー素子1で発生した熱が伝導する様子を示した図であって、図2(a)は、上述の第1の従来技術における電力用半導体装置の熱伝導の様子を示しており、図2(b)は、本実施の形態1に係る半導体装置の熱伝導の様子を示している。図2(a)の熱拡散方向30で示すように、第1の従来技術では、パワー素子1で発生した熱はリードフレーム2で若干水平方向に拡散されるが、リードフレーム2の厚みが薄いため、十分な拡散が行われない。そのため、第1の従来技術において熱伝導の主たる障害要因であった樹脂絶縁層27を熱が通過する面積32は、ほぼパワー素子1の面積と同じである。一方、図2(b)の熱の拡散方向31で示すように、本実施の形態1では、パワー素子1で発生した熱はリードフレーム2aで若干水平方向に拡散され、さらに十分厚みを持つ金属ブロック5で拡散される。そのため、絶縁層7を熱が通過する面積33は、パワー素子1の面積よりも十分大きい。つまり、本実施の形態1における熱の主たる障害要因は、第1の従来技術におけるそれよりも小さい。

40

50

【 0 0 3 2 】

このように、本実施の形態 1 に係る半導体装置によれば、放熱特性が改善される。

【 0 0 3 3 】

また、金属ブロック 5 は、リードフレーム 2 b との間に絶縁空間 6 0 を形成しているため、パワー素子 1 のそれぞれの面の電極同士を絶縁しつつ金属ブロック 5 の寸法を半導体装置の外形近くまで広げることが可能となり、その結果、放熱特性を向上することができる。

【 0 0 3 4 】

また、第 2 の従来技術では、金属ブロック 5 の寸法がアルミワイヤ 8 配線に影響を与えていたが、金属ブロック 5 はパワー素子 1 とは反対側でリードフレーム 2 a に接合されているため、アルミワイヤ 8 配線への影響を与えることなく、その寸法を決定することができる。

10

【 0 0 3 5 】

また、本実施の形態 1 では、従来に無い新しい半導体装置の構造を提案しているが、リードフレーム 2 a と金属ブロック 5 との接合を樹脂パッケージ 6 の形成工程の直前に行うことにより、アルミワイヤ 8 配線までは従来と同じ工程及び装置で製造が可能であるため、新規の設備投資などを抑えることができる。

【 0 0 3 6 】

実施の形態 2 .

図 3 は本実施の形態 2 に係る半導体装置の回路図である。図 3 のように、本実施の形態 2 に係る半導体装置は、例えば三相インバータ回路で構成されている。具体的には、パワー素子 1 は I G B T 1 a と、I G B T 1 a に逆並列接続されたダイオード 1 b とを備え、そのパワー素子 1 同士が直列接続されている。これをアームと呼ぶ。そして、本実施の形態 2 に係る半導体装置は、並列接続された 3 つのアームを備えている。

20

【 0 0 3 7 】

出力端子 U , V , W は例えば交流モータなどに接続され、入力端子 P , N は例えば直流電源が直接接続されたり、また商用電源から直流電圧を作る順変換回路の出力が接続されたりする。そして、制御端子 G U P , G U N , G V P , G V N , G W P , G W N を制御することによって各 I G B T をオン / オフし、交流モータの回転動作を制御する。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、本実施の形態 2 に係る半導体装置の構造を模式的に示す平面図であって、図 3 の回路図で示された半導体装置の平面図である。そして、図 5 は、図 4 中の矢視 A - A における断面図であって、樹脂パッケージを形成した後の断面図である。

30

【 0 0 3 9 】

図 4 及び図 5 より、本実施の形態 2 に係る半導体装置は、パワー素子 1 , リードフレーム 2 , 金属ブロック 5 , 絶縁層 1 7 及び樹脂パッケージ 6 を備えている。図 4 では、構造を容易に把握できるように樹脂パッケージ 6 を省略し、これが形成される領域 1 6 を示している。

【 0 0 4 0 】

本実施の形態 2 に係る半導体装置は、上述の実施の形態 1 に係る半導体装置においてパワー素子 1 を複数備えたものであって、絶縁層 1 7 が樹脂パッケージ 6 と異なる樹脂から構成されているものである。リードフレーム 2 及び金属ブロック 5 は、パワー素子 1 間で絶縁されている単位（絶縁単位）ごとに設けられており、各リードフレーム 2 のダイパッド部 3 にパワー素子 1 が搭載されている。そして、パワー素子 1 に形成されている電極（図示せず）は、リードフレーム 2 のインナーリード部 4 とアルミワイヤ 8 によって接続されている。各リードフレーム 2 はタイバー 8 0 で接続されているが、このタイバー 8 0 は樹脂パッケージ 6 の形成後に切断され、各リードフレーム 2 は分離される。

40

【 0 0 4 1 】

金属ブロック 5 は各リードフレームごとに設けられ、その表面に有する凸部がパワー素子 1 と対向するようにリードフレーム 2 に接合されている。

50

【 0 0 4 2 】

絶縁層 17 は、リードフレーム 2 と反対側の面で金属ブロック 5 に形成されており、各金属ブロック 5 にまたがって形成されている。言い換えれば、一枚の絶縁層 17 の上に、各金属ブロック 5 が搭載されている。絶縁層 17 は、高熱伝導材料、例えばセラミック粉末を充填材として混入した樹脂で形成されている。セラミック粉末には、例えばシリカ、特に結晶性シリカ、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ボロンなどがある。そして、樹脂パッケージ 6 は、絶縁層 17 を露出させつつ、パワー素子 1、リードフレーム 2 及び金属ブロック 5 を封止している。絶縁層 17 の金属ブロック 5 と反対側、つまり露出している部分には、外部放熱器が取り付けられることがあるが、図 5 では記載を省略している。ここで図 4 において、P 側のパワー素子 1 に対応する金属ブロック 5 は、N 側の金属ブロック 5 のように各パワー素子 1 ごとに分離されても良い。つまり、金属ブロック 5 はパワー素子 1 間の絶縁単位ごとに設けられ、その絶縁単位の中では少なくとも一つのパワー素子 1 に対応した金属ブロック 5 が複数設けられても良い。

10

【 0 0 4 3 】

次に、樹脂パッケージ 6 の形成方法について説明する。図 6 は、本実施の形態 2 に係る半導体装置における樹脂パッケージ 6 の形成方法を示す図であって、例えばトランスファーマールドによって樹脂パッケージ 6 は形成される。トランスファーマールド装置 100 は、プランジャ 20 と金型 21、22 とを備えている。金型 21 と金型 22 とで形成されるキャビティ 23 内には、パワー素子 1 及び金属ブロック 5 が接合されたリードフレーム 2 が準備されている。そして、キャビティ底面 24 と金属ブロック 5 との間に絶縁層 17 を配置する。例えば樹脂パッケージ 6 にエポキシ系樹脂が使用されている場合、同じエポキシ系の樹脂基剤（基剤とは、主剤と硬化剤とを含めたものである）に充填剤としてセラミック粉末を混入し、混練工程後の半硬化状、いわゆる「B ステージ」段階の樹脂が、絶縁層 17 としてここでは準備されている。そして、タブレット状で準備された封止樹脂 26 をプランジャ 20 によって加圧することによって、熔融した封止樹脂 26 がキャビティ 20 内に充填される。その後、半硬化状の絶縁層 17 と封止樹脂 26 とを同時に硬化・成形することによって、樹脂パッケージ 6 が形成される。

20

【 0 0 4 4 】

このように、本実施の形態 2 に係る半導体装置によれば、金属ブロック 5 は、分離されたリードフレーム 2 ごとに設けられるため、パワー素子 1 間の絶縁を維持することができる。

30

【 0 0 4 5 】

また、絶縁層 17 は、樹脂パッケージ 6 の一部ではなく別途に設けられているため、放熱特性に影響を与える絶縁層 17 だけに、高熱伝導の樹脂を使用することができる。その結果、材料コストを低減することができる。

【 0 0 4 6 】

また、絶縁層 17 と樹脂パッケージ 6 とを同時に硬化・成形するため、異なる樹脂の界面に生じる剥離を減少することができる。その結果、絶縁耐圧が向上する。

【 0 0 4 7 】

また、上述の実施の形態 1 に係る半導体装置では、樹脂パッケージ 6 に流動性が乏しい材料を使用した場合、絶縁層 7 の厚みが薄いため、絶縁層 7 にボイドが発生しやすい。本実施の形態 2 では、絶縁層 17 を金属ブロック 5 の表面に配置したあとに樹脂パッケージ 6 を形成するため、絶縁層 17 でのボイドの発生を低減することができる。その結果絶縁耐圧が向上する。また、絶縁層 17 の厚みが安定するため放熱特性のばらつきを抑えることができる。

40

【 0 0 4 8 】

なお、絶縁層 17 を金属ブロック 5 の表面に形成し硬化させた後に、樹脂パッケージ 6 を形成した半導体装置、あるいは金属ブロック 5 の表面を露出させつつ、樹脂パッケージ 6 を形成し、その後に絶縁層 17 を形成した半導体装置であっても、絶縁耐圧は低下するが、それ以外の上述の効果は得ることができる。

50

【 0 0 4 9 】

実施の形態 3 .

図 7 は、本実施の形態 3 に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。本実施の形態 3 に係る半導体装置は、上述の実施の形態 1 に係る半導体装置において、基本的にはリードフレーム 2 a , 2 b 及び金属ブロック 5 の形状を変形したものである。

【 0 0 5 0 】

パワー素子 1 は複数の電極（図示せず）を有しており、リードフレーム 2 a , 2 b はその電極間を絶縁するために分離されている。そして、パワー素子 1 は、リードフレーム 2 a のダイパッド部 3 に搭載されており、パワー素子 1 のある電極は、リードフレーム 2 a のインナーリード部 4 にアルミワイヤ 8 で接続されている。また、パワー素子 1 の別の電極は、パワー素子 1 が搭載されていないリードフレーム 2 b のインナーリード部 4 にアルミワイヤ 8 で接続されている。結果、パワー素子 1 のこれらの電極間は絶縁されている。

【 0 0 5 1 】

また、リードフレーム 2 a のダイパッド部 3 において、パワー素子 1 とは反対側の面には、金属ブロック 5 との接合面 5 2 を有している。そして、リードフレーム 2 a のインナーリード部 4 において、アルミワイヤ 8 と接続されている面と反対側の面には、接合面 5 2 よりもパワー素子 1 側に位置し、金属ブロック 5 との間で絶縁空間 6 1 を形成している非接合面 5 3 を有している。言い換えれば、リードフレーム 2 a は、そのダイパッド部 3 が金属ブロック 5 側に沈められた形状をしており、その沈められた部分と金属ブロック 5 とが接合材 1 0 で接合されている。その他の構造については、上述の実施の形態 1 に係る半導体装置と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【 0 0 5 2 】

このように、本実施の形態 3 に係る半導体装置によれば、リードフレーム 2 a , 2 b は、そのダイパッド部 3 以外では、金属ブロック 5 との間に絶縁空間 6 1 を形成しているため、金属ブロック 5 の寸法を半導体装置の外形近くまで広げることが可能となり、その結果、放熱特性を向上することができる。

【 0 0 5 3 】

また、上述の実施の形態 1 , 2 の半導体装置では、金属ブロック 5 に凸部を有しているため、リードフレーム 2 , 2 a , 2 b との接合の際に、金属ブロック 5 の表裏、前後を確認する工程が必要であった。本実施の形態 3 では、リードフレーム 2 a , 2 b の形状を工夫し絶縁空間 6 1 を維持しているため、直方体の金属ブロック 5 を使用することができる。そのため、リードフレーム 2 との接合時に、金属ブロック 5 の接合方向を揃える工程が不要になる。その結果、半導体装置の生産性を向上することができる。

【 0 0 5 4 】

【 発明の効果 】

この発明のうち請求項 1 に係る半導体装置によれば、発熱源である半導体素子から近い位置にある接合材において熱伝導を良好にするため、金属ブロックでの放熱が良好となる。また、絶縁層が金属ブロックに設けられているので、これに絶縁耐圧を担わせることができる。そのため、接合材は絶縁耐圧を考慮することなく熱伝導の観点からその材料を選択することができる。また、金属ブロックが半導体素子の絶縁単位ごとに分離されているため、半導体素子間の絶縁を維持しつつ複数の半導体素子を一つの半導体装置に備えることができる。

【 0 0 5 5 】

また、この発明のうち請求項 2 乃至請求項 3 に係る半導体装置によれば、発熱源である半導体素子から近い位置にある接合材において熱伝導を良好にするため、金属ブロックでの放熱が良好となる。また、絶縁層が金属ブロックに設けられているので、これに絶縁耐圧を担わせることができる。そのため、接合材は絶縁耐圧を考慮することなく熱伝導の観点からその材料を選択することができる。また、樹脂パッケージよりも熱伝導が良好な絶縁層を備えているため、樹脂パッケージと同一の材料で絶縁層を形成した半導体装置よりも、放熱特性を向上することができる。

【 0 0 5 6 】

また、この発明のうち請求項 4 に係る半導体装置によれば、金属ブロックが接合材よりも広い面を有してるため、半導体素子からの熱を拡散することができる。そのため、熱伝導の主たる阻害要因である絶縁層に、より広い面積の熱を通過させることができる。その結果、放熱特性が改善される。

【 0 0 5 7 】

また、この発明のうち請求項 5 乃至請求項 6 に係る半導体装置によれば、金属ブロックは、リードフレームとの間に絶縁空間を形成しているため、金属ブロックの寸法を半導体装置の外形近くまで広げることが可能となる。その結果、放熱特性を向上することができる。

10

【 0 0 5 8 】

また、この発明のうち請求項 7 乃至請求項 8 に係る半導体装置の製造方法によれば、絶縁層と樹脂パッケージとを同時に硬化するため、異なる樹脂の界面に生じる剥離を減少することができる。その結果、絶縁耐圧が向上する。また、絶縁層と樹脂パッケージとが分離されているため、放熱特性に影響を与える絶縁層だけに、高熱伝導の樹脂を使用することができる。その結果、材料コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本実施の形態 1 に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

【図 2】 パワー素子 1 で発生した熱が伝導する様子を示した図である。

【図 3】 本実施の形態 2 に係る半導体装置の回路図である。

20

【図 4】 本実施の形態 2 に係る半導体装置の構造を模式的に示す平面図である。

【図 5】 本実施の形態 2 に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

【図 6】 本実施の形態 2 における樹脂パッケージ 6 の形成方法を示す図である。

【図 7】 本実施の形態 3 に係る半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

【図 8】 第 1 の従来技術における電力用半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

【図 9】 第 2 の従来技術における電力用半導体装置の構造を模式的に示す断面図である。

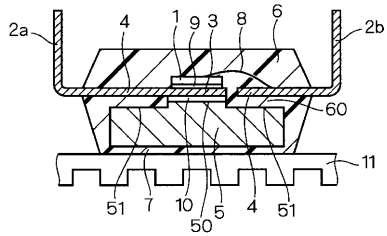
【図 10】 第 2 の従来技術における電力用半導体装置の構造の一部を拡大して示す断面図である。

30

【符号の説明】

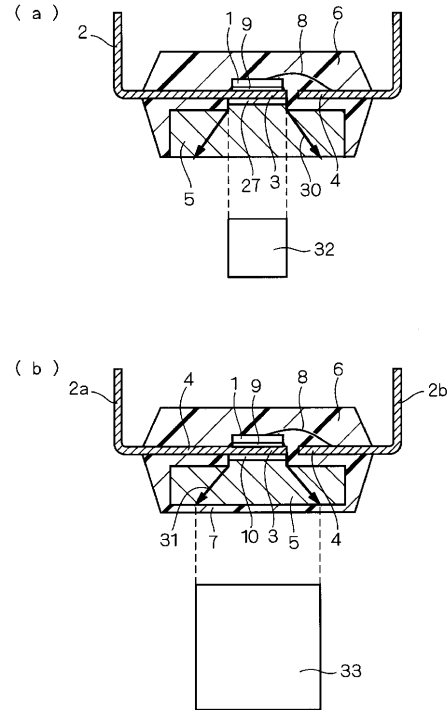
1 パワー素子、2, 2a, 2b リードフレーム、5 金属ブロック、6 樹脂パッケージ、7, 17 絶縁層、10 接合材、50, 52 接合面、51, 53 非接合面、60, 61 絶縁空間。

【図 1】



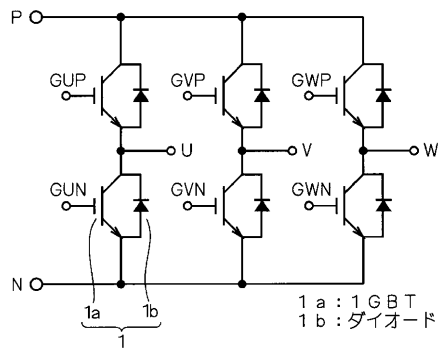
- 1 : パワー素子
 2 a, 2 b : リードフレーム
 3 : ダイバッド部
 4 : インナーリード部
 5 : 金属ブロック
 6 : 樹脂パッケージ
 7 : 絶縁層
 8 : アルミワイヤ
 9 : 半田
 10 : 接合材
 11 : 外部放熱器
 50 : 接合面
 51 : 非接合面
 60 : 絶縁空間

【図 2】

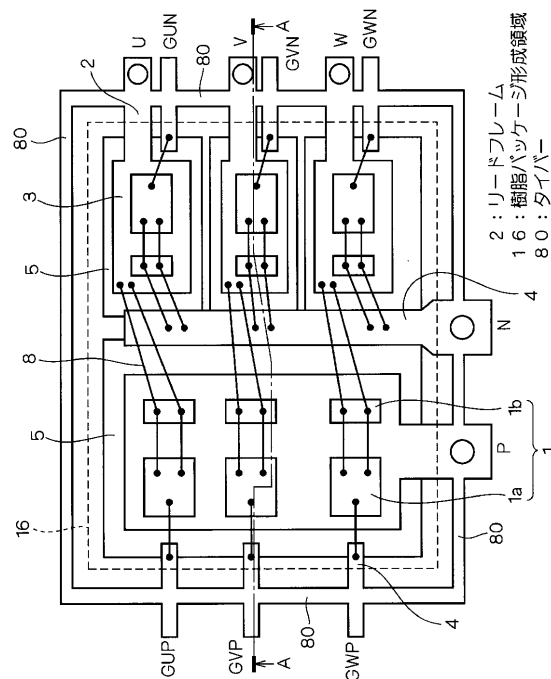


- 30, 31 : 熱の拡散方向
 32, 33 : 熱の通過面積

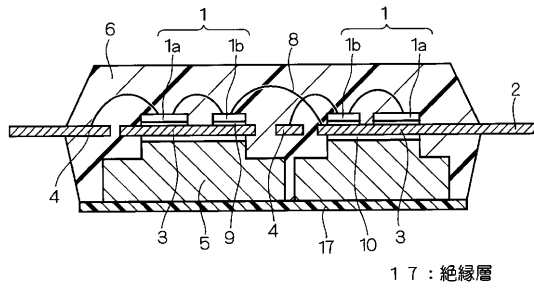
【図 3】



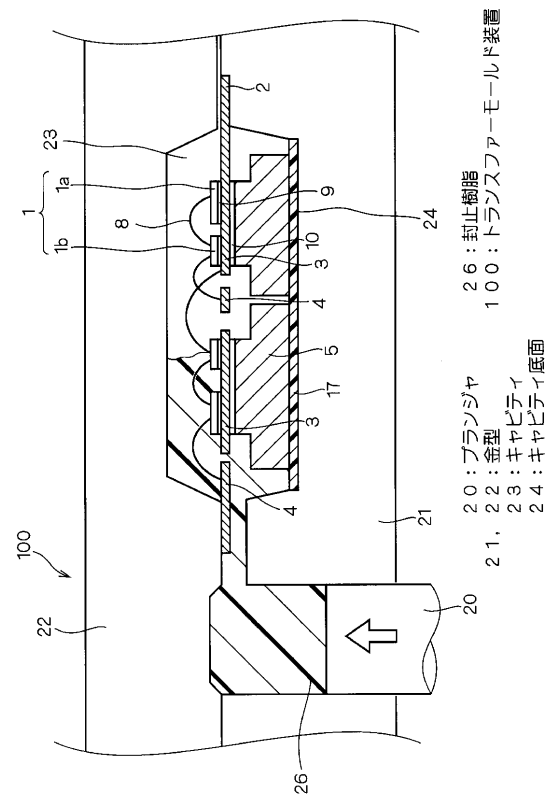
【図 4】



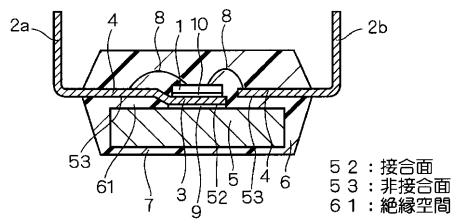
【図 5】



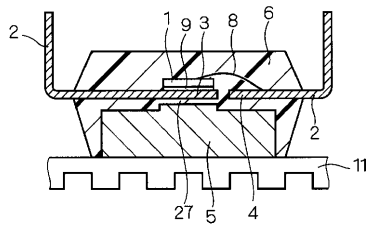
【図 6】



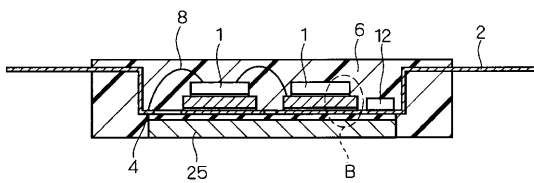
【図 7】



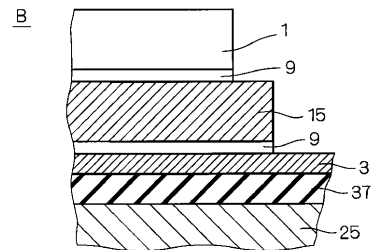
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 3 - 2 8 6 5 5 8 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 1 2 7 8 8 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 4 6 3 0 0 (J P , A)
特開平 0 5 - 3 2 6 7 5 0 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 0 6 8 4 3 0 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 1 4 2 9 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01L 23/50

H01L 23/29

H01L 21/56