

(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2014-216459

(P2014-216459A)

(43) 公開日 平成26年11月17日(2014.11.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 23/36 (2006.01)	HO 1 L 23/36 C	5 F 1 3 6
HO 1 L 25/07 (2006.01)	HO 1 L 25/04 C	
HO 1 L 25/18 (2006.01)	HO 1 L 23/12 J	
HO 1 L 23/12 (2006.01)		

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-92227 (P2013-92227)  
 (22) 出願日 平成25年4月25日 (2013. 4. 25)

(71) 出願人 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  
 (74) 代理人 100088672  
 弁理士 吉竹 英俊  
 (74) 代理人 100088845  
 弁理士 有田 貴弘  
 (72) 発明者 山本 圭  
 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 井高 志織  
 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

最終頁に続く

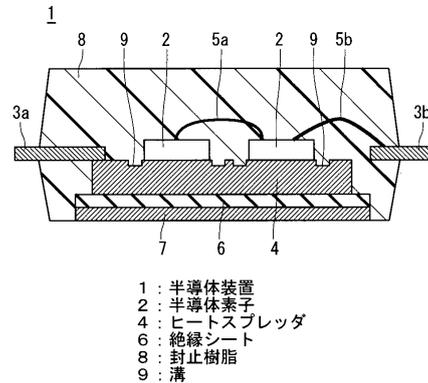
(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 絶縁信頼性の高い半導体装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 半導体装置1は、半導体素子2と、半導体素子2を搭載し、かつ、当該半導体素子2からの発熱を拡散する熱拡散板であるヒートスプレッド4と、半導体素子2およびヒートスプレッド4を封止する封止樹脂8とを備えている。ヒートスプレッド4における半導体素子2が搭載された領域の外周部に溝9が形成され、溝9は、半導体素子2から溝9の端部までの距離が0~0.3mm、溝9の開口幅が0.1mm~2mm、および溝9の最大深さが0.1mm~ヒートスプレッド4の板厚の3/4以下に形成されている。

【選択図】 図1



**【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し、かつ、当該半導体素子からの発熱を拡散する熱拡散板と、  
前記半導体素子および前記熱拡散板を封止する封止樹脂と、  
を備え、  
前記熱拡散板における前記半導体素子が搭載された領域の外周部に溝が形成され、  
前記溝は、前記半導体素子から前記溝の端部までの距離が 0 ~ 0.3 mm、前記溝の開口幅が 0.1 mm ~ 2 mm、および前記溝の最大深さが 0.1 mm ~ 前記熱拡散板の板厚の 3 / 4 以下に形成された、半導体装置。

10

**【請求項 2】**

半導体素子と、  
前記半導体素子を搭載するためのセラミックス基板と、  
前記半導体素子および前記セラミックス基板を封止する封止樹脂と、  
を備え、  
前記セラミックス基板における前記半導体素子が搭載された領域の外周部に溝が形成され、  
前記溝は、前記半導体素子から前記溝の端部までの距離が 0 ~ 0.3 mm、前記溝の開口幅が 0.1 mm ~ 2 mm、および前記溝の最大深さが 0.1 mm ~ 前記セラミックス基板の電極厚の 3 / 4 以下に形成された、半導体装置。

20

**【請求項 3】**

前記熱拡散板における前記半導体素子が搭載された面の反対側の面には、絶縁層が設けられた、請求項 1 記載の半導体装置。

**【請求項 4】**

前記半導体素子および前記セラミックス基板を囲んで前記半導体装置の外枠を形成するケース材をさらに備え、  
前記封止樹脂は、前記ケース材により囲まれた領域に設けられた、請求項 2 記載の半導体装置。

**【請求項 5】**

前記溝は、少なくとも 1 本形成され、かつ、前記半導体素子が搭載された領域の外周部を連続的に囲むように形成された、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

30

**【請求項 6】**

前記溝において、少なくとも前記半導体素子側の内壁は、水平面に対する傾斜角度が 90 度以下に形成された、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

**【請求項 7】**

前記封止樹脂の熱膨張係数は、前記半導体素子の熱膨張係数以上であり、かつ、前記熱拡散板の熱膨張係数以下である、請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

**【請求項 8】**

前記封止樹脂は成形により形成された、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

40

**【請求項 9】**

前記封止樹脂は、シリコンゲルまたはエポキシ樹脂により形成された、請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

**【請求項 10】**

前記半導体素子は複数設けられ、  
前記複数の半導体素子のうちの少なくとも一部がワイドバンドギャップ半導体により形成された、請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

**【請求項 11】**

50

前記ワイドバンドギャップ半導体は、炭化珪素、窒化ガリウム系材料、ダイヤモンドのいずれかの半導体である、請求項 10 記載の半導体装置。

【請求項 12】

前記溝は、前記ワイドバンドギャップ半導体により形成された半導体素子の周辺領域にのみ形成された、請求項 10 または請求項 11 に記載の半導体装置。

【請求項 13】

前記半導体素子は複数設けられ、

前記複数の半導体素子は、電力制御用半導体素子および還流ダイオードを含む 2 種以上の半導体素子である、請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パワー半導体素子を樹脂で封止した半導体装置に関するものであり、特に化合物半導体を用いたパワー半導体素子を搭載した半導体装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

パワー半導体素子を用いた半導体装置は、半導体素子をエポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂で封止したモールド型と、ゲル状樹脂で封止したゲル封止型が使用されている。特にモールド封止型の半導体装置は小型で信頼性に優れており、取り扱いが容易であることから、空調機器の制御などに広く使用されている。また、近年は、モーター制御を行う自動車の動力制御などにも使用されている。

【0003】

従来の半導体装置では、小型化・大容量化を目的として放熱性を向上させるために熱伝導性に優れた金属により形成されたヒートスプレッドを設け、半導体素子で発熱した熱を拡散する手法が取り入れられている。例えば、銅製のヒートスプレッド上に半導体素子がある等により接合された樹脂封止型半導体装置がある（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

特許文献 1 に記載の半導体装置では、半導体素子の周囲の銅製ヒートスプレッド表面には二重に溝が形成されており、溝を複数形成することによって、界面を通じて外部から水分の進入経路を防止する手段が採られている。水分は、ヒートスプレッドと封止樹脂の界面から進入しやすく、ヒートスプレッドの一方の面が露出している半導体装置にあっては、外部に通じるヒートスプレッド/封止樹脂界面から水分が浸入し、半導体素子まで到達することで電気的な不良発生につながる。これを防止するためにヒートスプレッド表面に溝を複数設けることにより進入経路を延長し、水分進入を防止している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 1 - 270336 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の Si 製半導体素子に比べて、低損失、高耐圧、高温動作が可能な化合物半導体素子として、例えば SiC 製半導体素子の半導体装置への搭載が進められている。SiC 製半導体素子は、これらの利点が注目され開発が進められているが、Si 製半導体素子と比較して弾性率が高いこと、および、これまで以上のより厳しい温度環境下で動作するため、これまで以上に半導体素子にかかる応力が増大している。樹脂封止した半導体装置においては、半導体素子と封止樹脂との界面にかかる応力はこれまで以上に高くなり、その結果、半導体素子と封止樹脂との界面で剥離が生じたり、半導体素子の端部付近の封止樹脂にクラックが生じたりすることがあり、半導体装置の絶縁信頼性低下を招くことがあった。

。

10

20

30

40

50

## 【0007】

また、特許文献1に記載の半導体装置では、半導体素子と封止樹脂との界面にかかる応力を低減させる技術については提案されていない。

## 【0008】

そこで、本発明は、絶縁信頼性の高い半導体装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0009】

本発明に係る半導体装置は、半導体素子と、前記半導体素子を搭載し、かつ、当該半導体素子からの発熱を拡散する熱拡散板と、前記半導体素子および前記熱拡散板を封止する封止樹脂とを備え、前記熱拡散板における前記半導体素子が搭載された領域の外周部に溝が形成され、前記溝は、前記半導体素子から前記溝の端部までの距離が0～0.3mm、前記溝の開口幅が0.1mm～2mm、および前記溝の最大深さが0.1mm～前記熱拡散板の板厚の3/4以下に形成されたものである。

10

## 【0010】

本発明に係る別の半導体装置は、半導体素子と、前記半導体素子を搭載するためのセラミック基板と、前記半導体素子および前記セラミック基板を封止する封止樹脂とを備え、前記セラミック基板における前記半導体素子が搭載された領域の外周部に溝が形成され、前記溝は、前記半導体素子から前記溝の端部までの距離が0～0.3mm、前記溝の開口幅が0.1mm～2mm、および前記溝の最大深さが0.1mm～前記セラミック基板の電極厚の3/4以下に形成されたものである。

20

## 【発明の効果】

## 【0011】

本発明によれば、半導体装置は、半導体素子と、半導体素子を搭載し、かつ、当該半導体素子からの発熱を拡散する熱拡散板と、半導体素子および熱拡散板を封止する封止樹脂とを備え、熱拡散板における半導体素子が搭載された領域の外周部に溝が形成され、溝は、半導体素子から溝の端部までの距離が0～0.3mm、溝の開口幅が0.1mm～2mm、および溝の最大深さが0.1mm～熱拡散板の板厚の3/4以下に形成された。

## 【0012】

上記のような溝を設けたことで、半導体素子と封止樹脂との界面に発生する応力が低減でき、半導体素子の端部付近で発生する封止樹脂の剥離およびクラックなどを防止できる。これにより、絶縁信頼性の高い半導体装置が得られる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0013】

【図1】実施の形態1に係る半導体装置の断面図である。

【図2】ヒートスプレッドに設けた溝の断面図である。

【図3】ヒートスプレッドの上面透視図である。

【図4】実施の形態2に係る半導体装置のヒートスプレッドの上面透視図である。

【図5】実施の形態3に係る半導体装置のヒートスプレッドの上面透視図である。

【図6】実施の形態4に係る半導体装置の断面図である。

【図7】実施の形態5に係る半導体装置の断面図である。

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0014】

<実施の形態1>

本発明の実施の形態1について、図面を用いて以下に説明する。図1は、実施の形態1に係る半導体装置1の断面図である。

## 【0015】

半導体装置1は、半導体素子2と、リードフレーム3a, 3bと、ヒートスプレッド4(熱拡散板)と、絶縁シート6(絶縁層)と、銅箔7と、封止樹脂8とを備えている。半導体素子2は、例えば、MOSFET、IGBTなどの電力制御用半導体素子、還流ダイオードなどのパワー半導体素子である。実施の形態1では、半導体装置1は、複数(例え

50

ば2つ)の半導体素子2を備え、半導体素子2は、電力制御用半導体素子および還流ダイオードを含む2種以上(例えば2種)の半導体素子である。

【0016】

なお、半導体素子2は、珪素(Si)によって形成されたものの他、珪素に比べてバンドギャップが大きいワイドバンドギャップ半導体によって形成してもよい。ワイドバンドギャップ半導体としては、例えば、炭化珪素(SiC)、窒化ガリウム系材料またはダイヤモンドがある。ワイドバンドギャップ半導体を用いた場合、許容電流密度が高く、電力損失も低いため、電力用半導体素子を用いた装置の小型化が可能となる。

【0017】

ヒートスプレッド4は、半導体素子2からの発熱を拡散するために設けられ、ヒートスプレッド4の一方の面(上面)の中央部分には、はんだまたは銀接合材料などの接合材10により2つの半導体素子2が並列に搭載されている。ヒートスプレッド4の一方の面(上面)の一端部には、リードフレーム3aが接合されている。一方の半導体素子2と他方の半導体素子2はワイヤ5aにより接続され、他方の半導体素子2とリードフレーム3bはワイヤ5bにより接続されている。

10

【0018】

ここで、ヒートスプレッド4は半導体素子2の発熱に対して熱抵抗を低減することを目的としており、ヒートスプレッド4を備える必要がない場合は、リードフレームのパターン上に半導体素子2が直接搭載されていてもよい。

【0019】

ヒートスプレッド4において半導体素子2が搭載された面の反対側の面(下面)には、金属箔である銅箔7が貼り付けられた絶縁層として絶縁シート6が設けられている。絶縁シート6は、熱伝導性に優れるシリカ、アルミナ、窒化ホウ素、窒化アルミニウム等の無機粉末が少なくとも1種以上充填されたエポキシ樹脂により形成され、無機粉末は単独材料でも複数材料の組合せでもよい。また、銅箔7の下面は露出しており、放熱性を確保するだけでなく、絶縁シート6が外部からの接触により傷がつかないための保護層としての役目も果たしている。この目的を満たすものであれば、銅箔である必要もなく、アルミなどの金属箔でも、厚めの銅板でも構わない。

20

【0020】

封止樹脂8は、リードフレーム3a, 3bの一部、ヒートスプレッド4、ヒートスプレッド4に搭載された半導体素子2、ワイヤ5a, 5b、絶縁シート6などを封止するようにトランスファーマールド成形により形成されている。封止樹脂8は、熱膨張係数の小さい溶融シリカ等の無機粉末、または熱伝導性が優れるアルミナなどが充填されたエポキシ樹脂により形成されている。エポキシ樹脂は、パワー半導体装置の放熱性、動作時の発熱量、および動作温度にもよるが一般的なオルトクレゾールノボラック型またはジシクロペンタジエン型など特に限定されることはない。例えばSiCなどを用いた半導体素子の動作温度の高温化によりナフタレン型または多官能型を用いた耐熱性の高い樹脂を用いることもできる。

30

【0021】

また、温度サイクルなどの信頼性試験で発生する熱応力を想定した場合、封止樹脂11の熱膨張係数は、環境温度を想定した範囲内において、半導体素子2の熱膨張係数以上であり、かつ、ヒートスプレッド4の熱膨張係数以下に収めておくことが望ましい。熱膨張係数の違いにより、温度差が生じた場合には接触面でのひずみの違いが生じ、応力が発生する。したがって、ヒートスプレッド4に搭載されている半導体素子2との応力を想定した場合には、両者の熱膨張係数の間の封止樹脂11を採用することが望ましい。

40

【0022】

ヒートスプレッド4における半導体素子2が搭載された領域の外周部には溝9が形成されている。すなわち、それぞれの半導体素子2が搭載された領域を連続的に囲むように溝9がそれぞれ形成されている。これにより、半導体素子2と封止樹脂11との界面に発生する熱応力を低減させ、封止樹脂11の剥離およびクラックの発生を防止できる。

50

## 【0023】

また、溝9は、ヒートスプレッド4に搭載されている全ての半導体素子2に対して設けてもよいが、例えば、それぞれの半導体素子2の材質が異なる場合、発生する熱応力が高い半導体素子2に限って設けてもよい。具体的には、電力制御用半導体素子に対してSi製半導体素子を用いて、還流ダイオードのみに対してSiC製半導体素子を用いた場合、ヒートスプレッド4におけるSiC製半導体素子が搭載された領域の外周部のみを囲むように溝9を設けることも可能である。必要な部分のみ溝9を設けることで、溝9の形成スペースの増加およびヒートスプレッド4の加工コストの増加などを抑制できる。

## 【0024】

溝9は、半導体素子2の端部から溝9の内側端部までの距離をL、溝9の開口幅をW、ヒートスプレッド4の表面から溝9の最深部までの距離をDとし、ヒートスプレッド4またはリードフレーム3aの厚さをtとした場合、Lは0~0.3mm、Wは0.1mm~2mm、Dは0.1mm~3/4tとなるように形成されている。

10

## 【0025】

例えば、 $L < 0$ の領域では、溝9が半導体素子2の下面まで入り込む形状となり、樹脂封止された半導体素子2への応力低減効果はあるものの、半導体素子2を接合する際、接合材10が溝9に流れ込んでしまうことがあり、半導体素子2の位置決めが難しくなることがある。また、半導体素子2からの放熱性が悪くなるというデメリットもある。

## 【0026】

また、 $L > 0$ の領域では、半導体素子2の接合プロセスにおいて、接合材10が溝9の端部まで濡れ広がることがある。接合材10がはんだまたは銀接合材料により形成されている場合、封止樹脂8との接着性が乏しく、封止樹脂8が温度サイクル試験により容易に剥離してしまう。接合材10と封止樹脂8との剥離面は、温度サイクル試験により広がるように進展していく。半導体素子2の周囲に剥離界面が発生することにより、接着していたときと比べて半導体素子2と封止樹脂8との間への応力が増加する。これより、接着性が乏しい接合材10と封止樹脂8との界面面積はできるだけ小さいことが望ましい。

20

## 【0027】

$L > 0.3$ mm領域では、接合材10と封止樹脂8との界面での剥離の影響が大きくなり、半導体素子2への応力が高くなる。これにより半導体素子2と封止樹脂8との界面で剥離が発生したり、半導体素子2の端部からの樹脂クラックが発生したりする。

30

## 【0028】

$W < 0.1$ mmでは、半導体素子2への応力低減効果が小さいだけでなく、半導体素子2をヒートスプレッド4またはリードフレーム3aに接合する際、接合材10が溝9を乗り越えてはみ出してしまふことがある。これにより、溝9を設けた効果がなくなるだけでなく、封止樹脂8と剥離しやすい接合材10が広がることにより、 $L > 0.3$ mmの場合と同様の影響が発生し、半導体素子2と封止樹脂8との界面で剥離が発生したり、半導体素子2の端部からの樹脂クラックが発生したりする。

## 【0029】

$W > 2$ mmでは、半導体素子2を搭載するヒートスプレッド4またはリードフレーム3aのパターン面積の拡大を招き、半導体装置1の小型化の妨げになるだけでなく、ヒートスプレッド4の放熱性も低下する。なお、隣接する半導体素子2の距離が短い場合、隣接する半導体素子2間について個々に溝9を形成する代わりに、1本の溝9で共通化してもよい。

40

## 【0030】

Wを大きくした場合、ヒートスプレッド4の大型化を防止するために、ヒートスプレッド4の端部まで溝9を設けることも可能であるが、半導体装置1の反りが大きくなり、半導体素子2への応力が高くなる。このため、溝9の外周部であるヒートスプレッド4の表面は、半導体素子2の搭載面と同等の高さであることが好ましい。ヒートスプレッド4の反りを考慮するならば、溝9の外周端部からヒートスプレッド4の端部までの距離はWと同程度確保することが望ましい。ただし、これによりヒートスプレッド4が大面積となる

50

ため、半導体素子 2 に発生する応力および半導体装置 1 の反りに応じて狭くすることも可能である。

【 0 0 3 1 】

$D < 0.1$  mmでは、半導体素子 2 への応力低減効果が非常に小さく、温度サイクル等の信頼性試験で発生する熱応力に対して半導体素子 2 と封止樹脂 8 との界面で剥離が発生したり、半導体素子 2 の端部からの樹脂クラックが発生したりする。

【 0 0 3 2 】

$D > 3/4 t$ 、つまり、ヒートスプレッド 4 の厚さの 4 分の 3 よりも深い溝 9 を形成した場合、ヒートスプレッド 4 の本来の目的である熱拡散性が極端に損なわれてしまう。

【 0 0 3 3 】

なお、溝 9 の形状は、図 1 のように断面形状が矩形状に形成されてもよいが、これに限定されることはない。放熱性の観点からは好ましくないが、溝 9 の断面形状は、半導体素子 2 の下に潜り込むテーパ形状（下方へ行く程幅が広がる形状）であれば、さらに半導体素子 2 への応力低減効果が得られる。また、生産性および放熱性の観点からは、溝 9 の断面形状が三角状に形成されていることが好ましく、溝形成による放熱性低下量も矩形状の溝に比べて三角形状の溝であれば小さく抑えられる。さらに、溝形成方法も三角形状の方がプレス金型等によるプレス成形が容易となる。少なくとも半導体素子 2 に近い側の溝 9 の内壁は、水平面に対する傾斜角度が 90 度以下であることが放熱性を考慮した場合には好ましい。

【 0 0 3 4 】

次に、半導体装置の信頼性試験の結果について説明する。半導体装置の信頼性試験としては、実施例 1 ~ 10 および比較例 1 ~ 9 について、温度サイクル試験を実施した。温度サイクル試験は、半導体装置を温度制御可能な高温槽に入れ、高温槽内の温度を -60 と 180 との間を繰り返し往復させて実施した。信頼性の判定基準は、温度サイクル試験において 1000 サイクル経過後に剥離が発生しなかった場合を ○ とし、剥離が発生した場合を × とした。剥離の発生有無の判定は、超音波映像装置（日立エンジニアリング・アンド・サービス製 FineSAT）で観察して実施した。

【 0 0 3 5 】

【表 1】

	比較例1	実施例1	実施例2	実施例3	比較例2
溝までの距離L (mm)	-0.3	0	0.1	0.3	0.5
溝幅W (mm)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
溝深さD (mm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
反り	○	○	○	○	○
素子接合性	×	○	○	○	○
加工性	○	○	○	○	○
放熱性	○	○	○	○	○
温度サイクル性	○	○	○	○	×

【 0 0 3 6 】

【表 2】

	比較例3	実施例4	実施例5	実施例2	実施例6	実施例7	比較例4
溝までの距離L (mm)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
溝幅W (mm)	0.05	0.1	0.5	0.8	1	2	2.5
溝深さD (mm)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
反り	○	○	○	○	○	○	×
素子接合性	×	○	○	○	○	○	○
加工性	×	○	○	○	○	○	○
放熱性	○	○	○	○	○	○	○
温度サイクル性	×	○	○	○	○	○	○

10

20

30

40

【 0 0 3 7 】

【表 3】

	比較例5	実施例8	実施例2	実施例9	比較例6	比較例7	実施例10	比較例8	比較例9
溝までの距離L (mm)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
溝幅W (mm)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	2	2	2
溝深さD (mm)	0.05	0.1	0.4	1.2	2.4	2.6	2.4	2.6	2.8
反り	○	○	○	○	○	○	○	○	×
素子接合性	○	○	○	○	○	○	○	○	○
加工性	◎	◎	○	○	×	×	○	○	○
放熱性	○	○	○	○	○	×	○	×	×
温度サイクル性	×	○	○	○	○	○	○	○	○

10

20

30

40

## 【0038】

実施例1として、ヒートスプレッドにおいて一方の面にSiC製半導体素子を接合し、他方の面に絶縁層を設けたヒートスプレッドにリードフレームを接合し、全体をエポキシ

50

樹脂で封止したモールド型半導体装置を作製した。SiC製半導体素子は、10mm×10mm×0.3mmとし、ヒートスプレッドは20mm×40mm×3.2mmとした。ヒートスプレッドとリードフレームは放熱性を考えて銅製とした。ヒートスプレッド上には、MOSFETとショットキーバリアダイオード(SBD)の2種の半導体素子を搭載した。封止樹脂として、ガラス転移点(Tg)が約190のエポキシ樹脂にシリカを82重量%充填し、熱膨張係数が $12 \times 10^{-6}$  (1/K)であるものを用いた。

#### 【0039】

ヒートスプレッドにおける半導体素子が搭載された領域の外周部に設ける溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0、つまり、ヒートスプレッドにおける溝に囲まれた領域の面積と半導体素子が搭載された領域の面積とを同一とした。また、溝の大きさは、溝の開口幅を0.8mm、最大深さを0.4mmとした。

10

#### 【0040】

このような溝を設けたヒートスプレッド上に半導体素子を接合し、リードフレームおよび絶縁層と合わせてトランスファーモールドによる樹脂封止を行った。樹脂封止は約180で120秒間行い、金型取り出し後にオープンにて1804時間のポストモールドキュア(以下「PMC」という)を実施した。PMC後の半導体装置の反り形状は、3次元レーザー変位計(Nikon製NEXIV VMR-3020)で計測した。反り形状測定後、冷熱衝撃試験機(ESPEC製TSD-100)を用いて-60と180との間を繰り返し往復させて温度サイクル試験を実施し、1000サイクル後の剥離有無判断を超音波映像装置にて行った。

20

#### 【0041】

PMC後の反りは、絶縁層側が凸反りをプラスとした場合、0~60μmの範囲をとし、60μmを超えるものやマイナス反りとなったものを×とした。半導体装置は、絶縁層側に、例えば放熱グリースを塗布して放熱フィンを設けるため、マイナス反りは放熱性が重要となる半導体装置中央部でグリースが厚くなり好ましくない。また、反りが60μmよりも大きくなると、放熱フィンに設けた場合グリース厚不均一による放熱性の低下し、また強制的に放熱フィンに押し当てた場合に半導体装置に大きな負荷がかかるため好ましくない。

#### 【0042】

素子接合性の判定基準は、半導体素子をヒートスプレッドに接合する場合、溝に接合材が入り込んでしまうことが発生した場合に×と判断し、接合後も溝が埋まることなく接合前の状態が保たれる場合にとした。

30

#### 【0043】

加工性の判定基準は、溝形成時の生産性および製造コスト等を加味して行った。ヒートスプレッド表面へのプレス加工で溝が形成できたものはとし、切削加工を伴うものはとした。幅に対して深さが深い溝加工は、実施可能ではあるが、生産性および製造コストの観点より×とした。

#### 【0044】

放熱性の判定基準は、溝加工を実施していないヒートスプレッドと熱抵抗を比較して実施した。溝加工を施していないヒートスプレッドを用いた半導体装置において、半導体素子から金属箔までの熱抵抗に対して10%を超えて増加したものを×とした。

40

#### 【0045】

本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性、温度サイクル性について全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。

#### 【0046】

実施例2では、実施例1に対して溝配置位置を変更した以外は実施例1と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1mmとし、溝の形状は、溝の開口幅を0.8mm、最大深さを0.4mmとした。本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性

50

、加工性、放熱性、温度サイクル性について全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。

【0047】

実施例3では、実施例1に対して溝配置位置を変更した以外は実施例1と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.3mmとし、溝の形状は、溝の開口幅を0.8mm、最大深さを0.4mmとした。本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性、温度サイクル性について全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。

【0048】

実施例4では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1mmとし、溝の形状は、溝の開口幅を0.1mm、最大深さを0.4mmとした。本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性、温度サイクル性について全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。

【0049】

実施例5では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1mmとし、溝の形状は、溝の開口幅を0.5mm、最大深さを0.4mmとした。本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性、温度サイクル性について全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。

【0050】

実施例6では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1mmとし、溝の形状は、溝の開口幅を1mm、最大深さを0.4mmとした。本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性、温度サイクル性について全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。

【0051】

実施例7では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1mmとし、溝の形状は、溝の開口幅を2mm、最大深さを0.4mmとした。本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性、温度サイクル性について全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。

【0052】

実施例8では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1mmとし、溝の形状は、溝の開口幅を0.8mm、最大深さを0.1mmとした。溝の深さを0.1とすることで、ヒートスプレッド表面への溝加工方法としてプレスによる溝形成が可能となり、生産性が向上することを確認した。本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性、温度サイクル性については全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。

【0053】

実施例9では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1mmとし、溝の形状は、溝の開口幅を0.8mm、最大深さを1.2mmとした。本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加

10

20

30

40

50

工性、放熱性、温度サイクル性については全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。実施例 2 などと比較して、溝を深く形成したことで熱の広がりが悪くなって熱抵抗の上昇を確認したが、判定基準内に収まっていることを確認した。

【0054】

実施例 10 では、実施例 2 に対して溝形状を変更した以外は実施例 2 と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を 0.1 mm とし、溝の形状は、溝の開口幅を 2 mm、最大深さを 2.4 mm とした。本実施例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性、温度サイクル性について全て判定基準を満足しており、信頼性の高い半導体装置が得られた。実施例 7 と比較して、溝を深く形成したことで熱の広がりが悪くなって熱抵抗の上昇を確認したが、判定基準内に収まっていることを確認した。

10

【0055】

比較例 1 では、実施例 1 に対して溝配置位置を変更した以外は実施例 1 と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部より内側に溝加工の内側端部が配置され、0.3 mm 内側に配置されている。つまり、半導体素子の端部から 0.3 mm 内側の領域はヒートスプレッドには接合されておらず、溝が配置されている。ただし、樹脂封止後には、この溝は封止樹脂で埋まるため、半導体素子の端部も封止樹脂によって封止されている。ここで、溝の形状は、溝の開口幅を 0.8 mm、最大深さを 0.4 mm とした。

【0056】

本比較例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、加工性、放熱性、温度サイクル性は判定基準を満足していたが、半導体素子をヒートスプレッドに接合したものを 200 台作製したうちの 15% 程度において、接合材が溝に流れ込むことがわかり、素子接合性の判定は × であった。

20

【0057】

比較例 2 では、実施例 1 に対して溝配置位置を変更した以外は実施例 1 と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を 0.5 mm とし、溝の形状は、溝の開口幅を 0.8 mm、最大深さを 0.4 mm とした。

【0058】

本比較例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性は判定基準を満足していたが、温度サイクル試験において、1000 サイクル後に封止樹脂の剥離が確認された。断面観察によって確認した結果、接合材はヒートスプレッド上で溝の内側端部まで広がっており、接合材と封止樹脂との界面の剥離が周囲まで進展していることを確認した。これより温度サイクル性の判定を × とした。

30

【0059】

比較例 3 では、実施例 2 に対して溝形状を変更した以外は実施例 2 と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を 0.1 mm とし、溝の形状は、溝の開口幅を 0.05 mm、最大深さを 0.4 mm とした。

【0060】

本比較例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、放熱性は判定基準を満足していたが、素子接合性、加工性、温度サイクル試験において以下のように判定基準として × となった。素子接合性は、半導体素子をヒートスプレッドに接合したものを 200 台作製したうちの約 5% において接合材が溝に流れ込んだり、溝を乗り越えたりした。また、溝の開口幅に対して深さが深いため、溝の機械加工に時間を要し生産性が悪いことを確認した。温度サイクル試験においては、1000 cycle 後に封止樹脂の剥離が確認された。半導体装置の反りは判定基準内に入っていたが、反りが約 55 μm 程度あり、溝形成による応力低減効果が低いことが原因と推定される。

40

【0061】

比較例 4 では、実施例 2 に対して溝形状を変更した以外は実施例 2 と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を 0.1 mm とし、溝の形状は、溝の開口幅を 2.5 mm、最大深さを 0.4 mm とした。

50

## 【0062】

本比較例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、素子接合性、加工性、放熱性、温度サイクル試験は判定基準を満足していたが、半導体装置の反りが大きく、約80 $\mu$ m程度反っていた。これにより金属箔にグリースを塗布して放熱フィンに取り付ける場合、グリースの厚さムラが発生したり、強制的にフィン等に押さえつけて備え付ける際に過度な力が封止樹脂にかかり不具合が発生する可能性があるため判定基準として×とした。

## 【0063】

比較例5では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1m 10  
mとし、溝の形状は、溝の開口幅を0.8mm、最大深さを0.05mmとした。

## 【0064】

本比較例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、加工性、放熱性は判定基準を満足していることを確認した。特に、溝の最大深さが0.05mmであることから、プレスによる溝形成が可能となり生産性がよく低コストに生産できるため加工性は とした。しかし、温度サイクル試験においては、1000cyc後に封止樹脂の剥離が確認された。半導体装置の反りは判定基準内に入っていたが、反りが約50 $\mu$ m程度あり、溝形成による応力低減効果が低いことが原因と推定される。

## 【0065】

比較例6では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1m 20  
mとし、溝の形状は、溝の開口幅を0.8mm、最大深さを2.4mmとした。

## 【0066】

本比較例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、放熱性、温度サイクル試験は判定基準を満足していることを確認した。しかし、溝の開口幅に対して深さが深いため、溝の機械加工に時間を要し生産性が悪いことから加工性の判定を×とした。

## 【0067】

比較例7では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1m 30  
mとし、溝の形状は、溝の開口幅を0.8mm、最大深さを2.6mmとした。

## 【0068】

本比較例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、反り、素子接合性、温度サイクル試験は判定基準を満足していることを確認した。しかし、比較例6と同様に溝の開口幅に対して深さが深いため、溝の機械加工に時間を要し生産性が悪いことから加工性の判定を×とした。さらに溝の最大深さがヒートスプレッドの厚さ3.2mmに対して3/4を超える量になってくるとヒートスプレッドでの熱拡散性が乏しくなり熱抵抗が高くなることを確認した。溝の最大深さが2.6mmとなってくると、溝を設けない場合のヒートスプレッドの熱抵抗と比較して10%以上の熱抵抗増加を確認し、判定基準として×とした。 40

## 【0069】

比較例8では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。具体的には、溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1m  
mとし、溝の形状は、溝の開口幅を2mm、最大深さを2.6mmとした。

## 【0070】

本比較例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、比較例7と比較して溝の開口幅を2mmに広げたことから、深さ2.6mmの溝を形成することも比較的容易となり、反り、素子接合性、温度サイクルに加えて加工性も判定基準を満足するようになった。しかし、比較例7と同様に溝の最大深さがヒートスプレッドの厚さに対して3/4を超える量になってくるとヒートスプレッドでの熱拡散性が乏しくなり、溝を設 50

けない場合のヒートスプレッドの熱抵抗と比較して10%以上の熱抵抗増加を確認し、放熱性の判定基準を×とした。

【0071】

比較例9では、実施例2に対して溝形状を変更した以外は実施例2と同様に実施した。溝の位置は、半導体素子の端部から溝加工の内側端部までの距離を0.1mmとした。溝の形状は、溝の開口幅を2mm、最大深さを2.8mmとした。

【0072】

本比較例で設けた溝を備えた半導体装置において、各判定を行ったところ、比較例8と同様に素子接合性、加工性、温度サイクルは判定基準を満足したが、放熱性はさらに熱抵抗が増加したことから比較例9と同様に、放熱性の判定基準を×とした。さらに溝が深く

10

【0073】

以上のように、実施の形態1に係る半導体装置1では、半導体装置1は、半導体素子2と、半導体素子2を搭載し、かつ、当該半導体素子2からの発熱を拡散するヒートスプレッド4と、半導体素子2およびヒートスプレッド4を封止する封止樹脂8とを備え、ヒートスプレッド4における半導体素子2が搭載された領域の外周部に溝9が形成され、溝9は、半導体素子2から溝9の端部までの距離が0~0.3mm、溝9の開口幅が0.1mm~2mm、および溝9の最大深さが0.1mm~ヒートスプレッド4の板厚の3/4以下に形成された。

20

【0074】

上記のような溝9を設けたことで、半導体素子2と封止樹脂8との界面に発生する応力が低減でき、半導体素子2の端部付近で発生する封止樹脂8の剥離およびクラックなどを防止できる。これにより、絶縁信頼性の高い半導体装置1が得られ、ひいては半導体装置1の長期使用が可能となる。

【0075】

それに加えて、応力低減構造となっていることから、封止樹脂8に求められる弾性率および樹脂強度などの要求特性値の許容幅が広がり、半導体装置1の生産性向上、低コスト化につながる。

【0076】

また、半導体素子2の下面にある接合材10と封止樹脂8との界面が剥がれても、ヒートスプレッド4への剥離進展が溝9によって防止できることから、ヒートスプレッド4の表面への剥離進展防止のためのディンプル加工が不要となる。これにより、より低コストにヒートスプレッド4を製造することが可能となる。

30

【0077】

半導体素子2は複数設けられ、複数の半導体素子2のうちの少なくとも一部がワイドバンドギャップ半導体により形成された、すなわち、複数の半導体素子2は、電力制御用半導体素子および還流ダイオードを含む2種以上の半導体素子であり、例えば電力制御用半導体素子に対してSi製半導体素子が用いられ、還流ダイオードのみに対してワイドバンドギャップ半導体素子が用いられた。これにより、発生する熱応力が高いために封止樹脂

40

【0078】

ワイドバンドギャップ半導体は、炭化珪素、窒化ガリウム系材料、ダイヤモンドのいずれかの半導体であるため、許容電流密度が高く、電力損失も低くなり、半導体装置1の小型化が可能となる。

【0079】

溝9は、少なくとも1本形成され、かつ、半導体素子2が搭載された領域の外周部を連続的に囲むように形成されたため、半導体素子2と封止樹脂11との界面に発生する応力

50

をより低減できる。

【0080】

ヒートスプレッド4における半導体素子2が搭載された面の反対側の面には、絶縁シート6が設けられたため、半導体装置1を導電性のヒートシンク(図示省略)の上に設置された状態で使用した場合に、ヒートスプレッド4とヒートシンクとを絶縁することができる。

【0081】

溝9において、少なくとも半導体素子2側の内壁は、水平面に対する傾斜角度が90度以下に形成された場合は、ヒートスプレッド4の溝形成による放熱量低下が矩形の溝の場合よりも小さく抑えることができる。また、プレス金型などによるプレス成形が容易となる。

【0082】

封止樹脂8の熱膨張係数は、半導体素子2の熱膨張係数以上であり、かつ、ヒートスプレッド4の熱膨張係数以下であるため、温度差が生じた場合にこれらの部材の接触面でのひずみの違いにより発生する応力を抑制できる。

【0083】

封止樹脂8は、エポキシ樹脂によるトランスファーマールド成形により形成されたため、半導体装置1が小型で信頼性に優れたものとなり、さらに取り扱いが容易となる。

【0084】

<実施の形態2>

次に、実施の形態2に係る半導体装置について説明する。図4は、実施の形態2に係る半導体装置のヒートスプレッド4の上面透視図である。なお、実施の形態2において、実施の形態1で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【0085】

実施の形態2では、溝11が、ヒートスプレッド4における半導体素子2が搭載された領域の外周を囲むように連続的に設けられるのではなく、一部繋がっていない部分が存在するように設けられている。一般的に、半導体素子に対する熱応力は角部が高くなる。半導体装置の使用条件、使用環境下によって信頼性の温度サイクル条件が厳しくない場合においては、図4に示すように、ヒートスプレッド4における熱応力の高い半導体素子2の角部に相当する部分にのみ溝11を設けることもできる。より具体的には、溝11の内側端部はヒートスプレッド4における半導体素子2の端部の内側に対応する位置に形成され、溝11の外側端部はヒートスプレッド4における半導体素子2の端部の外側に対応する位置に形成されている。

【0086】

これにより、半導体素子2からの放熱性の低下も最小限に抑えることが可能となる。ただし、ヒートスプレッド4における半導体素子2が搭載された領域の外周のうち、溝11を設けない部分(溝11が繋がっていない部分)には、例えばソルダーレジストなどを設け、接合材が流れないようにすることが好ましい。

【0087】

<実施の形態3>

次に、実施の形態3に係る半導体装置について説明する。図5は、実施の形態3に係る半導体装置のヒートスプレッド4の上面透視図である。なお、実施の形態3において、実施の形態1, 2で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【0088】

実施の形態3では、溝9が、ヒートスプレッド4における半導体素子2が搭載された領域を連続的に囲むように形成され、ヒートスプレッド4における溝9の外周側に溝12が連続的に形成されている。より具体的には、溝9が、ヒートスプレッド4における2つの半導体素子2が搭載された領域を連続的に囲むようにそれぞれ形成され、一重または多重

10

20

30

40

50

の溝 1 2 が、ヒートスプレッド 4 における 2 つの溝 9 の外周側を連続的に一括で囲むように形成されている。ここで、溝 1 2 は、ヒートスプレッド 4 における 2 つの溝 9 をそれぞれ連続的に囲むように形成されてもよい。

【 0 0 8 9 】

溝 1 2 の断面形状は、溝 9 の断面形状と比較して、深さおよび幅は小さくてもよい。溝 1 2 を設けたことで、温度サイクル試験等の信頼性試験においてヒートスプレッド 4 と封止樹脂との剥離発生・進展を防止できる。ここで、剥離の発生・進展が防止できる範囲であれば形状に限定されるものではなく、例えば、幅 0 . 1 mm、深さ 0 . 0 5 mm 程度の溝が形成されていればよい。また、連続的である必要もなく、ヒートスプレッド 4 における半導体素子 2 が搭載された領域を囲むような形状でなくともよい。

10

【 0 0 9 0 】

図 5 に示すヒートスプレッド 4 の端部に形成された溝のように、ヒートスプレッド 4 の大きさと半導体素子 2 の大きさの関係上、直線状に設けることも可能である。溝 1 2 は、例えば 0 . 0 5 mm 程度の浅い溝であれば、ヒートスプレッド 4 の表面に対してプレスによる溝加工で実施でき、加工も安価で設けることが可能となる。

【 0 0 9 1 】

< 実施の形態 4 >

次に、実施の形態 4 に係る半導体装置 1 A について説明する。図 6 は、実施の形態 4 に係る半導体装置 1 A の断面図である。なお、実施の形態 4 において、実施の形態 1 ~ 3 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

20

【 0 0 9 2 】

実施の形態 1 では、絶縁層として絶縁シート 6 を用いたが、実施の形態 4 では、絶縁シート 6 の代わりにセラミック基板 1 3 が設けられている。セラミック基板 1 3 として、例えば D B C ( Direct Bonding Copper ) のようなセラミックの両面に電極が形成された基板を用いることができる。

【 0 0 9 3 】

この場合、溝が形成されたヒートスプレッドの上面に半導体素子を搭載し、ヒートスプレッドの下面にセラミック基板 1 3 を接合材によって接合することも可能である。また、放熱の必要性が低い場合は、図 6 に示すように、ヒートスプレッドを設けずにセラミック基板 1 3 の一方の面 ( 上面 ) の電極において、例えば中央部分に半導体素子 2 を搭載し、セラミック基板 1 3 における半導体素子 2 が搭載された領域の外周部に溝 1 4 を形成してもよい。この場合、それぞれの半導体素子 2 が搭載された領域を連続的に囲むように少なくとも 1 本の溝 1 4 がそれぞれ形成されている。

30

【 0 0 9 4 】

ここで、溝 1 4 は、半導体素子 2 の端部から溝 1 4 の端部までの距離を L、溝 1 4 の開口幅を W、セラミック基板 1 3 の表面から溝 1 4 の最深部までの距離を D とし、セラミック基板 1 3 の電極の厚さを t とした場合、L は 0 ~ 0 . 3 mm、W は 0 . 1 mm ~ 2 mm、D は 0 . 1 mm ~ 3 / 4 t となるように形成されている。

【 0 0 9 5 】

セラミック基板 1 3 の上面の電極において、例えば一端部にリードフレーム 3 a が接合されている。また、封止樹脂 8 は、リードフレーム 3 a、3 b の一部、セラミック基板 1 3、セラミック基板 1 3 に搭載された半導体素子 2、ワイヤ 5 a、5 b などを封止するようにトランスファーモールド成形により形成されている。実施の形態 1 の場合と同様に、封止樹脂 8 は、熱膨張係数の小さい溶融シリカ等の無機粉末、または熱伝導性が優れるアルミナなどが充填されたエポキシ樹脂により形成されている。

40

【 0 0 9 6 】

以上のように、実施の形態 4 に係る半導体装置 1 A は、半導体素子 2 と、半導体素子 2 を搭載するためのセラミック基板 1 3 と、半導体素子 2 およびセラミック基板 1 3 を封止する封止樹脂 8 とを備え、セラミック基板 1 3 における半導体素子 2 が搭載された領域の外周部に溝 1 4 が形成され、溝 1 4 は、半導体素子 2 から溝 1 4 の端部までの距離

50

が 0 ~ 0.3 mm、溝 14 の開口幅が 0.1 mm ~ 2 mm、および溝 14 の最大深さが 0.1 mm ~ セラミックス基板 13 の電極厚の 3 / 4 以下に形成された。

【0097】

上記のような溝 14 を設けたことで、半導体素子 2 と封止樹脂 8 との界面に発生する応力が低減でき、半導体素子 2 の端部付近で発生する封止樹脂 8 の剥離およびクラックなどを防止できる。これにより、絶縁信頼性の高い半導体装置 1 A が得られる。また、セラミックス基板 13 の一方の面の電極をエッチングによって形成する際に、同時に溝 14 も形成することができるため、半導体装置 1 A を安価で容易に作製することが可能となる。

【0098】

<実施の形態 5 >

次に、実施の形態 5 に係る半導体装置 1 B について説明する。図 7 は、実施の形態 5 に係る半導体装置 1 B の断面図である。なお、実施の形態 5 において、実施の形態 1 ~ 4 で説明したものと同一の構成要素については同一符号を付して説明は省略する。

【0099】

実施の形態 5 に係る半導体装置 1 B は、半導体素子 2 およびセラミックス基板 13 を囲んで半導体装置 1 B の外枠を形成するケース材 16 と、半導体装置 1 B の底板を形成する金属ベース板 15 と、ケース材 16 により囲まれた領域に設けられた封止樹脂 18 とをさらに備えたものである。

【0100】

金属ベース板 15 は、例えば銅などにより形成され、金属ベース板 15 の一方の面（上面）において、例えば中央部分にセラミックス基板 13 が接合材により接合されている。セラミックス基板 13 には、実施の形態 4 の場合と同様に、半導体素子 2 が搭載されるとともに溝 14 が形成されている。金属ベース板 15 の上面における端部には、例えばポリフェニレンサルファイド樹脂（以下「PPS」という）などにより形成されたケース材 16 が、半導体素子 2 およびセラミックス基板 13 を囲むように設けられている。

【0101】

リードフレーム 3 a, 3 b は、互いに対向するケース材 16 の上部にそれぞれ設けられ、セラミックス基板 13 の上面の電極において一端部と、リードフレーム 3 a はワイヤ 5 c により接続され、一方の半導体素子 2 と他方の半導体素子 2 はワイヤ 5 a により接続され、他方の半導体素子 2 とリードフレーム 3 b はワイヤ 5 b により接続されている。

【0102】

封止樹脂 18 は、例えば、シリコンゲルをケース材 16 で囲まれた領域に充填することで形成され、リードフレーム 3 a, 3 b の一部、セラミックス基板 13、セラミックス基板 13 に搭載された半導体素子 2、ワイヤ 5 a, 5 b, 5 c などを封止する機能を有している。

【0103】

以上のように、実施の形態 5 に係る半導体装置 1 B では、半導体素子 2 およびセラミックス基板 13 を囲んで半導体装置 1 B の外枠を形成するケース材 16 をさらに備え、封止樹脂 18 は、ケース材 16 により囲まれた領域に設けられた。実施の形態 1 では、エポキシ樹脂をトランスファーモールド成形して形成された封止樹脂 8 が半導体装置 1 のボディを兼ねていたが、実施の形態 5 では、PPS などにより形成されたケース材 16 を用いることで、シリコンゲルにより形成された封止樹脂 18 をケース材 16 で囲まれた領域に充填して半導体素子 2 およびセラミックス基板 13 を封止した半導体装置 1 B においても高い信頼性が得られる。

【0104】

また、封止樹脂としてシリコンゲルの他、エポキシ樹脂を用いることができる。これにより、封止樹脂の材料選択の幅が広がり、種々の構成の半導体装置を製造することができる。

【0105】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、

10

20

30

40

50

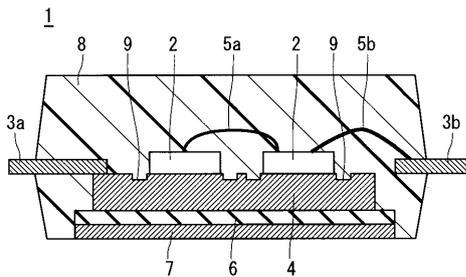
各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

【符号の説明】

【0106】

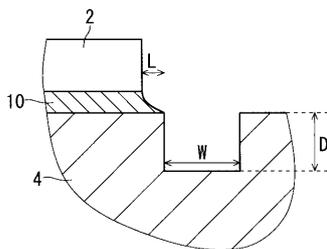
1, 1A, 1B 半導体装置、2 半導体素子、4 ヒートスプレッド、6 絶縁シート、8 封止樹脂、9 溝、11 溝、12 溝、13 セラミック基板、14 溝、16 ケース材、18 封止樹脂。

【図1】

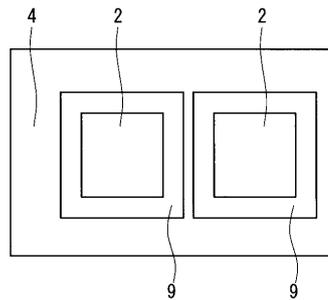


- 1 : 半導体装置
- 2 : 半導体素子
- 4 : ヒートスプレッド
- 6 : 絶縁シート
- 8 : 封止樹脂
- 9 : 溝

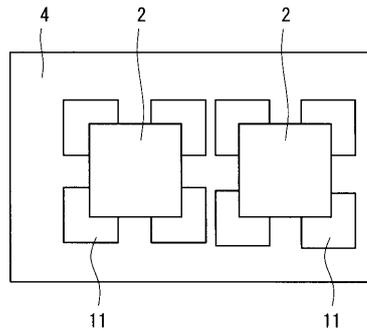
【図2】



【図3】

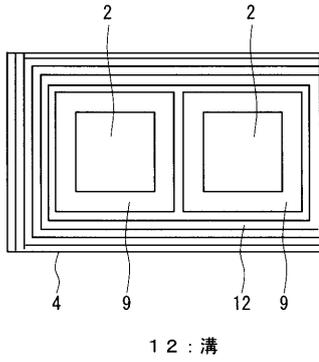


【図4】

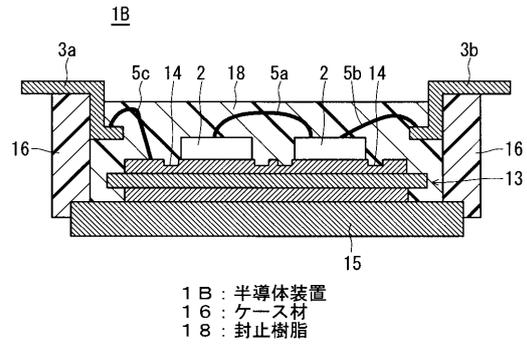


11 : 溝

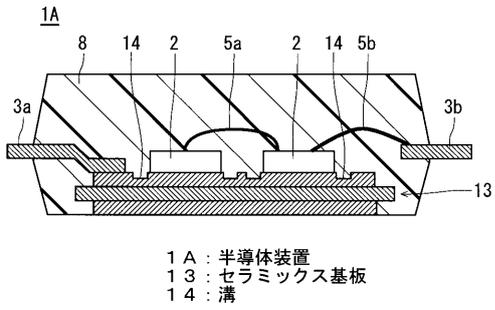
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 寺井 護

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 大本 洋平

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 棕木 康滋

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) 5F136 BB04 BC03 BC05 DA08 DA27 EA29 FA02 FA03