

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構であって、
前記電力用半導体装置は、
前記プリント配線板との対向面に突出した外部端子である導電性の嵌入部材を備え、
前記プリント配線板は、
当該プリント配線板のパッド部上に実装され、前記電力用半導体装置が当該プリント配線板に接続されるときに前記嵌入部材が挿入される導電性の嵌合部材を備え、
前記嵌入部材は、側面に凹部を有し、
前記嵌合部材は、内側面に弾性を有する凸部を有し、
前記嵌入部材が前記嵌合部材に挿入されたとき、前記嵌合部材の前記凸部が前記弾性により前記嵌入部材の前記凹部に圧接すること
ことを特徴とする電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

10

【請求項 2】

前記凹部は、前記嵌入部材の両側面に形成されており、
前記凸部は、前記嵌合部材の対向する内側面にそれぞれ形成されている
請求項 1 記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

【請求項 3】

前記凹部および前記凸部の表面は共に R 形状である
請求項 1 または請求項 2 記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

20

【請求項 4】

前記電力用半導体装置は、
当該電力用半導体装置の表面を覆うモールド樹脂と、
前記モールド樹脂を貫通して前記電力用半導体装置の内部基板上の配線に達する開口部と、
前記開口部内に配設され、前記配線と接続した金属製のブッシュとを備え、
前記嵌入部材は、
前記ブッシュに挿入されたプレスフィット部を備える
請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

30

【請求項 5】

前記嵌入部材は、前記プレスフィット部を複数個備える
請求項 4 記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

【請求項 6】

前記嵌入部材は、
折り曲がりのない 1 枚の金属板によって形成されている
請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

【請求項 7】

前記電力用半導体装置は、断面積の異なる複数の前記嵌入部材を備える
請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

40

【請求項 8】

前記電力用半導体装置は前記嵌入部材を複数個備え、当該複数の嵌入部材は全て同じ高さであり、
前記プリント配線板は前記嵌合部材を複数個備え、当該複数の嵌合部材は全て同じ高さである
請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

【請求項 9】

50

前記嵌合部材は、前記パッド部との接合面の部分が、他の部分より厚く形成されている請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

【請求項 10】

前記嵌合部材は、前記パッド部との接合面に突起を有し、

前記パッド部の表面には、前記突起が挿入される窪みが形成されている

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

【請求項 11】

前記嵌合部材は、前記パッド部との接合面に窪みを有し、

前記パッド部の表面には、前記窪みに挿入される突起が形成されている

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

【請求項 12】

電力用半導体装置は、ワイドバンドギャップ半導体を用いて形成されている

請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項記載の電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構。

【請求項 13】

半導体素子が形成された内部基板と、

前記内部基板を覆うモールド樹脂と、

前記モールド樹脂を貫通して内部基板上の配線に達する開口部と、

前記開口部内に配設され、前記配線と接続した金属製のブッシュと、

前記開口部から突出した外部端子とを備え、

前記外部端子は、

前記ブッシュに挿入されたプレスフィット部と、

前記開口部から突出した部分の側面に形成された凹部とを有する

ことを特徴とする電力用半導体装置。

【請求項 14】

前記凹部は、前記外部端子の両側面に形成されている

請求項 13 記載の電力用半導体装置。

【請求項 15】

前記凹部の表面は R 形状である

請求項 13 または請求項 14 記載の電力用半導体装置。

【請求項 16】

前記外部端子は、前記プレスフィット部を複数個備える

請求項 13 から請求項 15 のいずれか一項記載の電力用半導体装置。

【請求項 17】

前記外部端子は、折り曲がりのない 1 枚の金属板によって形成されている

請求項 13 から請求項 16 のいずれか一項記載の電力用半導体装置。

【請求項 18】

断面積の異なる複数の前記外部端子を備える

請求項 13 から請求項 17 のいずれか一項記載の電力用半導体装置。

【請求項 19】

前記外部端子を複数個備え、当該複数の外部端子は全て同じ高さである

請求項 13 から請求項 18 のいずれか一項記載の電力用半導体装置。

【請求項 20】

ワイドバンドギャップ半導体を用いて形成されている

請求項 13 から請求項 19 のいずれか一項記載の電力用半導体装置。

【請求項 21】

プリント配線の一部であるパッド部と、

10

20

30

40

50

前記パッド部上に実装され、当該パッド部に対して垂直に伸びる一対のアーム部を有するクリップ形電極を備え、

前記クリップ形電極は、前記アーム部の内側に弾性を有する凸部を有することを特徴とするプリント配線板。

【請求項 2 2】

前記凸部は、前記クリップ形電極の一対の前記アーム部のそれぞれに形成されている請求項 2 1 記載のプリント配線板。

【請求項 2 3】

前記凸部の表面は R 形状である

請求項 2 1 または請求項 2 2 記載のプリント配線板。

【請求項 2 4】

前記クリップ形電極を複数個備え、当該複数のクリップ形電極は全て同じ高さである請求項 2 1 から請求項 2 3 のいずれか一項記載のプリント配線板。

【請求項 2 5】

前記クリップ形電極は、前記パッド部との接合面の部分が、他の部分より厚く形成されている

請求項 2 1 から請求項 2 4 のいずれか一項記載のプリント配線板。

【請求項 2 6】

前記クリップ形電極は前記パッド部との接合面に突起を有し、

前記パッド部の表面には、前記突起が挿入される窪みが形成されている

請求項 2 1 から請求項 2 5 のいずれか一項記載のプリント配線板。

【請求項 2 7】

前記クリップ形電極は前記パッド部との接合面に窪みを有し、

前記パッド部の表面には、前記窪みに挿入される突起が形成されている

請求項 2 1 から請求項 2 5 のいずれか一項記載のプリント配線板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力用半導体装置とそれを搭載するプリント配線板との接続構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

パワーモジュール等の電力用半導体装置（パワー半導体装置）は、大電流および高電圧を制御するため、パワー半導体装置と外部のプリント配線板との間で電力損失の少ない接続を実現すること、および、パワー半導体装置内の電力用半導体素子（パワー半導体素子）から発せられる熱を効率よく外部に逃がすことが、不可欠とされている。そのためパワー半導体装置内およびプリント基板上の各配線パターンの低抵抗化や、各接続部における接続抵抗の低減ならびに接続信頼性の向上は重要な課題である。

【0003】

一方、組み立て作業の簡略化の観点から、パワー半導体装置とプリント配線板との接続を容易且つ高い信頼性で実現できる技術も種々提案されている。例えば下記の特許文献 1 では、パワー半導体装置の外部端子として、当該パワー半導体装置の表面から突出する線材ピンを使用した構成が提案されている。この構成において、パワー半導体装置内の基板（内部基板）と線材ピンとの接続は、内部基板上に設けられた金属製の筒状部材（ブッシュ）に線材ピンを挿入することで成される。また線材ピンと外部のプリント配線板との接続は、プリント配線板のスルーホールに線材ピンを挿入して半田付けすること（スルーホール接続方式）で成される。

【0004】

また特許文献 2 では、パワー半導体装置とプリント配線板との接続を、押し付け接触方式によって実現し、接続作業の簡易化を図った例が示されている。特許文献 2 では、信頼

10

20

30

40

50

性の高い接続を得るために、パワー半導体装置の外部端子として、金属を屈曲させたバネ状部材（接触バネ）が用いられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-298129号公報

【特許文献2】特開2008-196597号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

特許文献1では、パワー半導体装置の外部端子として線材ピンは内部基板上のブッシュに挿入され、当該線材ピンとブッシュの内面との摩擦力により保持される。そのためパワー半導体装置の内部基板と外部端子との間で十分に高い接続信頼性が得られないことが考えられる。さらに、外部端子とプリント配線板との接続が、スルーホール接続方式であるため、プリント配線板の製造過程でスルーホールの形成工程が必要になる他、パワー半導体装置のプリント配線板への実装過程で半田付け工程が必要になる。

【0007】

特に、大電流を制御するパワー半導体装置では、線材ピンの本数を増やす必要があるため、スルーホールの数と半田付け個数の数が増大し、コストアップの要因となる。また大電流を制御するパワー半導体装置ではその発熱も大きくなるため、プリント配線板と線材ピンとの熱膨張係数の違いに起因する応力によって半田にクラックが生じる恐れもある。クラックが生じると、線材ピンとプリント配線板との接続抵抗が増大すると共に、接合強度が低下して信頼性が低下する懸念がある。

20

【0008】

また特許文献2では、パワー半導体装置の外部端子として接触バネを用いているが、接触バネはその構造が故に、内部基板の配線パターンとの接触面積やプリント配線板のパッド部との接触面積が小さいため、外部端子一つあたりの電流容量が低い。そのため大電流を制御するパワー半導体装置では必要となる接触バネの数が多くなり、装置の小型化の妨げとなる。また接触バネは、金属を屈曲させたものであるため、電流が流れる経路が長くなり電力損失が大きくなるという欠点もある。

30

【0009】

本発明は以上のような課題を解決するためになされたものであり、パワー半導体装置と外部のプリント配線板との接続において、接続信頼性の向上、電力損失の低減、製造コストの削減、接続工程の簡略化および接続構造の小型化を実現可能な接続構造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】

【0010】

本発明に係る電力用半導体装置とプリント配線板との接続機構は、前記電力用半導体装置が、前記プリント配線板との対向面に突出した外部端子である導電性の嵌入部材を備え、前記プリント配線板が、当該プリント配線板のパッド部上に実装され、前記電力用半導体装置が当該プリント配線板に接続されるときに前記嵌入部材が挿入される導電性の嵌合部材を備え、前記嵌入部材は、側面に凹部を有し、前記嵌合部材は、内側面に弾性を有する凸部を有し、前記嵌入部材が前記嵌合部材に挿入されたとき、前記嵌合部材の前記凸部が前記弾性により前記嵌入部材の前記凹部に圧接するものである。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、嵌合部材の凸部が、その弾性力により嵌入部材の凹部に押圧されることによって、機械的に強い接続が得られる。また振動にも強く、長期信頼性にも優れている。また凸部が凹部に当接することで、嵌合部材と嵌入部材との接触面積を大きくでき、両者間で電氣的に損失が少ない接続が得られると共に、高い熱伝導性が得られる。

50

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施の形態1に係るパワー半導体装置の構成を示す図である。

【図2】実施の形態1に係るプリント配線板の構成を示す図である。

【図3】実施の形態1に係るパワー半導体装置とプリント配線板とが接続された状態を示す図である。

【図4】実施の形態1に係るパワー半導体装置の嵌入部材の拡大断面図である。

【図5】実施の形態1に係るパワー半導体装置の嵌入部材の正面図および側面図である。

【図6】嵌入部材に設けられる凹部の一例を示す図である。

【図7】嵌入部材に設けられる凹部の一例を示す図である。

【図8】実施の形態1に係るプリント配線板の嵌合部材の拡大断面図である。

【図9】嵌入部材の形状の一例を示す図である。

【図10】嵌入部材の形状の一例を示す図である。

【図11】嵌入部材の形状の一例を示す図である。

【図12】実施の形態1に係る嵌入部材が嵌合部材に挿入された状態を示す図である。

【図13】実施の形態2に係る嵌入部材の構成図である。

【図14】実施の形態2に係る嵌入部材が嵌合部材に挿入された状態を示す図である。

【図15】実施の形態3に係る嵌合部材の構成を示す図である。

【図16】実施の形態3に係る嵌合部材の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

<実施の形態1>

図1は、本発明の実施の形態1に係るパワー半導体装置1の構成を示す図である。当該パワー半導体装置1の上面（後述のプリント配線板3と対向する面）に、外部端子としての金属で形成された導電性の嵌入部材2が配設されている。各嵌入部材2は、パワー半導体装置1の上面から突出しており、それぞれの高さは全て同一となっている。

【0014】

図1のパワー半導体装置1には、比較的幅の広い電流端子用の嵌入部材2aと、比較的幅の狭い信号端子用の嵌入部材2bとが設けられている。以下、特に断りのない限り、「嵌入部材2」とは、電流端子用の嵌入部材2aおよび信号端子用の嵌入部材2bの両方を指すものとする。嵌入部材2の構造の詳細については後述する。

【0015】

また図2は、本発明の実施の形態1に係るプリント配線板3の構成を示す図である。図1のパワー半導体装置1はこのプリント配線板3に実装される。プリント配線板3の下面（パワー半導体装置1と対向する面）には、パワー半導体装置1の各嵌入部材2に対応する位置に、嵌入部材2を受け入れる金属で形成された導電性の嵌合部材4が配設されている。各嵌合部材4は、プリント配線板3の下面から突出しており、それぞれの高さは全て同一となっている。

【0016】

図2のプリント配線板3には、パワー半導体装置1の電流端子用の嵌入部材2aに対応する位置に、比較的幅の広い電流端子用の嵌合部材4aが配設され、パワー半導体装置1の信号端子用の嵌入部材2bに対応する位置に、比較的幅の狭い信号端子用の嵌合部材4bが設けられる。以下、特に断りのない限り、「嵌合部材4」とは、電流端子用の嵌合部材4aおよび信号端子用の嵌合部材4bの両方を指すものとする。嵌合部材4の構造の詳細については後述する。

【0017】

図3は、パワー半導体装置1がプリント配線板3に装着された状態を示す図である。パワー半導体装置1をプリント配線板3に実装する際には、互いに対応する嵌入部材2と嵌合部材4とが対向するように、パワー半導体装置1とプリント配線板3とを位置合わせし、パワー半導体装置1をプリント配線板3に押し付ける。これにより嵌入部材2が嵌合部

10

20

30

40

50

材 4 に押し込まれて保持される。その結果、嵌入部材 2 と嵌合部材 4 とが電氣的に接続されると共にパワー半導体装置 1 がプリント配線板 3 に固定される。

【0018】

パワー半導体装置 1 とプリント配線板 3 との位置合わせは、例えばパワー半導体装置 1 およびプリント配線板 3 を貫通するように設けられた、放熱フィンへの取り付け用のネジ穴（不図示）を用いて行うことができる。またパワー半導体装置 1 をプリント配線板 3 に押し付ける際には、例えば平坦な金属板などの押し付け用治具を用いるとよい。平坦な押し付け用治具を、パワー半導体装置 1 の下面（嵌入部材 2 が配設された反対側の面）に押し当てると、パワー半導体装置 1 の下面全体に均一な力を加えることができ、パワー半導体装置 1 に歪みが生じることが防止できる。

10

【0019】

また上記したように、パワー半導体装置 1 から突出する複数の嵌入部材 2 は高さが揃っており、プリント配線板 3 上に実装された複数の嵌合部材 4 の高さも揃っている。よって嵌入部材 2 が嵌合部材 4 に押し込まれるとき、複数の嵌入部材 2 および嵌合部材 4 のそれぞれに均一に力が加わり、全ての嵌入部材 2 を嵌合部材 4 へ確実に押し込むことができる。

【0020】

図 4 は、パワー半導体装置 1 における嵌入部材 2 の近傍の拡大断面図である。同図では電流端子用の嵌入部材 2 a と、信号端子用の嵌入部材 2 b を示している。電流端子用の嵌入部材 2 a は、大電流を流すことが可能なように、信号端子用の嵌入部材 2 b よりも幅を広くして、断面積を大きくしている。図 4 では電流端子用の嵌入部材 2 a の断面積を大きくするためにその幅を広くしたが、厚さを大きくしてもよい。用途に応じて幅または厚さの異なる嵌入部材 2 を使い分けることにより、必要な嵌入部材 2 の本数および形成面積を少なくでき、パワー半導体装置 1 の小型化が可能になる。

20

【0021】

また図 5 は嵌入部材 2 の正面図および側面図である。電流端子用の嵌入部材 2 a と信号端子用の嵌入部材 2 b との違いは幅または厚さのみなので（上記したように両者の高さは同じである）、以下では両者を区別せずに説明する。

【0022】

パワー半導体装置 1 は、いわゆるトランスファーモールド型のモジュールであり、図 4 のように、半導体素子が作り込まれた内部基板 1 1 と、その表面を覆うモールド樹脂 1 3 とを備える。パワー半導体装置 1 をモールド樹脂 1 3 で覆った構造とすることにより、嵌入部材 2 間の高い絶縁信頼性が得られる。モールド樹脂 1 3 としては、例えば、フィラーとしてシリカ粉末が充填されたエポキシ樹脂が用いられる。そのシリカ粉末の含有率は、パワー半導体装置 1 に用いられる部材の熱膨張係数などを考慮して最適な量が選定される。

30

【0023】

モールド樹脂 1 3 の所定個所には、内部基板 1 1 上の配線パターン 1 2 に達する開口部 1 4 が形成されており、開口部 1 4 内には、配線パターン 1 2 と電氣的に接続した金属製のブッシュ 1 5 が配設されている。ブッシュ 1 5 の長さは、開口部 1 4 の深さと同じである。すなわちブッシュ 1 5 は、底部が配線パターン 1 2 に接続し、上部がモールド樹脂 1 3 の上面に達している。

40

【0024】

図 5 のように、嵌入部材 2 は、上部の側面に凹部 2 1 を有し、下部にはプレスフィット部 2 2 を有している。プレスフィット部 2 2 は、ブッシュ 1 5 の内径よりも若干幅広に形成されている。嵌入部材 2 のパワー半導体装置 1 への実装は、図 4 のように、嵌入部材 2 のプレスフィット部 2 2 をブッシュ 1 5 内へ挿入することによって行われる。それによりプレスフィット部 2 2 とブッシュ 1 5 との間に、機械的および電氣的な接続が得られる。またこの構成によれば、嵌入部材 2 のプレスフィット部 2 2 をブッシュ 1 5 に挿入したときの位置精度がよく、嵌入部材 2 と嵌合部材 4 と位置合わせ精度を高くできる。

50

【0025】

嵌入部材2とブッシュ15との間で機械的および電氣的な接続を得る手法としては、プレスフィット方式以外にも、半田付けやばね締め等の手法も考えられる。また嵌入部材2の下部（ブッシュ15への挿入部分）をスプリング形状にする方法も考えられる。しかしパワー半導体装置の外部端子には、接合の長期信頼性や高い位置精度が要求され、また加工コスト、装着作業の簡便性、電流量などの面からも、プレスフィット接合が最適と考えられるため、本実施の形態ではプレスフィット方式を採用した。

【0026】

嵌入部材2の凹部21は、その表面がR（round）形状の曲面であり、嵌入部材2の両側面に対称に設けられている。凹部21は、図6のように1対のみ設けてもよいし、図7のように2対、あるいはそれ以上の個数設けてもよい。後述する嵌合部材4の形状は、嵌入部材2の凹部21の位置、大きさ、個数に応じたものとなる。

【0027】

また図5に示す嵌入部材2の側面図から分かるように、嵌入部材2は1枚の平らな（折れ曲がりのない）金属板で形成されている。嵌入部材2が平らな形状であるため、嵌入部材2を流れる電流の経路が最短になり、パワー半導体装置1の外部端子の低損失化、低インダクタンス化および大電流化を実現できる。また1枚の金属板を加工して得られる嵌入部材2は、その内部に接続部が無いいため電流損失が少ない。

【0028】

図8は、プリント配線板3における嵌合部材4の近傍の拡大断面図である。同図では、電流端子用の嵌合部材4aと、信号端子用の嵌合部材4bを示している。電流端子用の嵌合部材4aは、パワー半導体装置1の電流端子用の嵌入部材2aに対応した位置に配設され、また電流端子用の嵌入部材2aに合わせて幅が広がっている。信号端子用の嵌合部材4bは、パワー半導体装置1の信号端子用の嵌入部材2bに対応した位置に配設され、信号端子用の嵌入部材2bに合わせて幅が狭くなっている。

【0029】

図8においては、図4のように電流端子用の嵌入部材2aを信号端子用の嵌入部材2bよりも幅広にした場合に対応させて、電流端子用の嵌合部材4aを信号端子用の嵌入部材2bよりも幅広にした例を示している。しかし、例えば電流端子用の嵌入部材2aを信号端子用の嵌入部材2bよりも厚く構成の場合には、電流端子用の嵌合部材4aの奥行き（アーム部の間隔）を広くすればよい。電流端子用の嵌合部材4aと信号端子用の嵌合部材4bとの違いは幅または奥行きのみなので（上記したように両者の高さは同じである）、以下では両者を区別せずに説明する。

【0030】

図8のように嵌合部材4は、プリント配線板3の表面に形成されたプリント配線の一部であるパッド部31上に、半田32を介して接合される。半田32の厚みは、熱抵抗および電気抵抗を小さくするために、接合信頼性が低下しない範囲で、薄いことが望ましい。半田32に代えて、銀ナノペーストを用いてパッド部31と嵌合部材4との接合を行えば、さらなる低抵抗化を実現できる。また図示は省略しているが、プリント配線板3の表面には、抵抗器など他の実装部品も半田付けされるので、パッド部31への嵌合部材4の半田付けを他の実装部品の半田付けと同じ工程で行えば、製造工程数は増加せず、コスト上昇を抑えることができる。

【0031】

また図9（a）および図9（b）は、それぞれ嵌合部材4の斜視図および断面図である。嵌合部材4は、パッド部31に接合される接合面42の反対側が開いたクリップ形状であり、パワー半導体装置1の嵌入部材2は、嵌合部材4が備える一対のアーム部45に挟持される。すなわち嵌合部材4は、パッド部31の表面に対して垂直な方向に伸びる一対のアーム部45を有するクリップ形電極である。

【0032】

嵌合部材4のアーム部45には、互いに対向する内側面のそれぞれに突出し、弾性を有

10

20

30

40

50

する凸部 4 1 が設けられる。アーム部 4 5 の凸部 4 1 は、その表面が R (round) 形状の曲面であり、その位置、大きさ、個数は、対応する嵌入部材 2 の凹部 2 1 に対応させる。例えば嵌入部材 2 が図 6 のように一对の凹部 2 1 を備える場合、嵌合部材 4 には図 9 のように一对の凸部 4 1 が設けられる。

【0033】

一对の凸部 4 1 の間隔は、挟持する嵌入部材 2 の凹部 2 1 における厚さよりも小さく設定される。嵌合部材 4 に嵌入部材 2 が挿入されると、嵌合部材 4 のアーム部 4 5 が嵌入部材 2 を挟み込み、嵌入部材 2 と嵌合部材 4 との機械的および電氣的な接続が成される。このとき嵌合部材 4 の凸部 4 1 が、その弾性力により嵌入部材 2 の凹部 2 1 に押圧されることによって、機械的に強い接続が得られ、嵌合部材 4 から嵌入部材 2 が脱落することを防止できる。

10

【0034】

図 10 (a) および図 10 (a) は、アーム部 4 5 に二対の凸部 4 1 を備える嵌入部材 2 の斜視図および断面図である。この嵌合部材 4 の構成は、嵌入部材 2 が図 7 のように二対の凹部 2 1 を備える場合に採用される。

【0035】

このように嵌合部材 4 のアーム部 4 5 に設けられる凸部 4 1 の位置、形状等を、嵌入部材 2 の凹部 2 1 の位置、形状等に対応させることにより、嵌合部材 4 に嵌入部材 2 がはめ込まれたときの接触面積が大きくなる。そうすると、嵌入部材 2 と嵌合部材 4 との間で、電氣的に損失が少ない接続が得られると共に、高い熱伝導性が得られるため、パワー半導体装置 1 の大電流化に有利である。また嵌入部材 2 と嵌合部材 4 との接続が、凸部 4 1 による押圧によって成されているため、振動にも強く、長期信頼性にも優れている。

20

【0036】

さらに図 11 (a) および図 11 (b) は、嵌入部材 2 の他の構成例の斜視図および断面図である。この嵌入部材 2 は、アーム部 4 5 に一对の凸部 4 1 を有しているため、嵌入部材 2 が図 6 のように一对の凹部 2 1 を備える場合に適している。また図 11 の嵌合部材 4 においては、凸部 4 1 が、アーム部 4 5 を折り返した部分に設けられており、且つ、凸部 4 1 よりもその他の部分 (コの字形状の部分) を厚くしている。

【0037】

図 11 の嵌合部材 4 によれば、嵌合部材 4 が嵌入部材 2 を挟持するとき、嵌入部材 2 への押圧により凸部 4 1 は変形するが、接合面 4 2 を含むその他の部分は殆ど変形しない。よって、接合面 4 2 が変形しないため嵌合部材 4 とパッド部 3 1 の間の半田 3 2 に応力が加わることを防止でき、より信頼性の高い接続が得られる。図 9、図 10 の嵌合部材 4 でも、パッド部 3 1 との接合面 4 2 の部分を厚くすると、半田 3 2 に応力が発生することを防止できるため好ましい。

30

【0038】

嵌合部材 4 の材料としては、電気抵抗が小さいことはもちろん、凸部 4 1 の弾性を得るために引っ張り強度が高い物性をもつことが望ましく、そのような材料としては例えば銅合金が挙げられる。

【0039】

図 12 は、パワー半導体装置 1 がプリント配線板 3 に装着された状態における、嵌入部材 2 および嵌合部材 4 の拡大図である。上記したように、パワー半導体装置 1 の外部端子である嵌入部材 2 が、プリント配線板 3 上に実装された嵌合部材 4 に挿入される。このとき嵌合部材 4 の凸部 4 1 が嵌入部材 2 の凹部 2 1 の部分を挟持するため、機械的に強固な接続が得られる。また嵌入部材 2 の凹部 2 1 および嵌合部材 4 の凸部 4 1 それぞれの位置、大きさ、形状等は互いに対応しているため、嵌入部材 2 と嵌合部材 4 との接触面積を大きい。従って、電氣的な損失が少なく、熱伝導性の良好な接続が得られる。つまり本実施の形態によれば、機械的、電氣的および熱的にも優れた接続が得られる。

40

【0040】

<実施の形態 2>

50

実施の形態 2 では、パワー半導体装置 1 の外部端子である嵌入部材 2 の構成の変形例を示す。図 1 3 は、実施の形態 2 に係る嵌入部材 2 の構成図である。当該嵌入部材 2 は、実施の形態 1 の嵌入部材 2 (図 5) よりも幅が広く、プレスフィット部 2 2 を複数個 (ここでは 2 個) 有するものである。他の構成は、実施の形態 1 の嵌入部材 2 と同様である。

【0041】

図 1 4 は、実施の形態 2 に係る嵌入部材 2 を備えるパワー半導体装置 1 が、プリント配線板 3 に装着された状態における、嵌入部材 2 および嵌合部材 4 の拡大図である。パワー半導体装置 1 を覆うモールド樹脂 1 3 には、嵌入部材 2 が有する 2 個のプレスフィット部 2 2 に対応する位置のそれぞれに、開口部 1 4 およびブッシュ 1 5 が設けられる。また、この嵌入部材 2 を挟持するプリント配線板 3 の嵌合部材 4 は、当該嵌入部材 2 の幅に合わせて幅広のものが使用される。

10

【0042】

幅の広い嵌入部材 2 は大きな電流を流すことが可能であるが、パワー半導体装置 1 の配線パターン 1 2 に接続するプレスフィット部 2 2 が一つしかない場合、幅の広い嵌入部材 2 内で電流分布のアンバランスが生じ、所望の電流容量が得られないことも考えられる。本実施の形態のように、嵌入部材 2 が複数のプレスフィット部 2 2 を有することで、嵌入部材 2 内で電流分布が均一になり、その問題を解決することができる。

【0043】

また幅の広い嵌入部材 2 を使用すると、幅の狭い嵌入部材 2 を多数設けるよりも、小面積で大電流容量化を図ることができるという利点もある。

20

【0044】

<実施の形態 3>

実施の形態 3 では、プリント配線板 3 に実装される嵌合部材 4 の構成の変形例を示す。図 1 5 はその一例を示す図であり、嵌合部材 4 の接合面 4 2 に位置合わせ用の突起 4 3 を設けたものである。図示は省略するが、嵌合部材 4 が固定されるパッド部 3 1 には、予めエッチング等により、突起 4 3 に対応する位置に位置合わせ用の窪みを設けておく。パッド部 3 1 と嵌合部材 4 との位置合わせが、突起 4 3 をパッド部 3 1 の窪みに合わせることで行うことができるため、容易かつ正確な位置合わせが可能にある。

【0045】

図 1 5 では、嵌合部材 4 の接合面 4 2 に位置合わせ用の突起 4 3 を設けた例を示したが、図 1 6 のように嵌合部材 4 の接合面 4 2 に位置合わせ用の窪み 4 4 を設けてもよい。その場合、接合面 4 2 が固定されるパッド部 3 1 には、窪み 4 4 に対応する位置に位置合わせ用の突起を設けておく。パッド部 3 1 と嵌合部材 4 との位置合わせが、窪み 4 4 をパッド部 3 1 の突起に合わせることで行うことができるため、この場合も容易かつ正確な位置合わせが可能にある。

30

【0046】

<実施の形態 4>

近年、高耐圧、低損失および高耐熱を実現できる次世代のスイッチング素子としては、炭化珪素 (SiC) を代表とするワイドバンドギャップ半導体を用いた半導体素子が有望視されており、インバータなどのパワー半導体装置への適用が期待されている。ワイドバンドギャップ半導体としては、SiC の他、例えば窒化ガリウム (GaN) 系材料、ダイヤモンドなどがある。

40

【0047】

上記したように、嵌入部材 2 と嵌合部材 4 を用いた本発明に係るパワー半導体装置 1 とプリント配線板 3 との接続機構は、電氣的にも熱的にも優れた接続が得られ、パワー半導体装置 1 の大電流化に大きく寄与できる。そのため大電流を制御するパワー半導体装置 1 へ適用すると、より高い効果が得られると考えられる。従って本発明を適用するパワー半導体装置 1 として、ワイドバンドギャップ半導体装置を採用すれば、本発明のより高い効果が期待でき、またワイドバンドギャップ半導体装置の能力を十分に引き出すことができる。

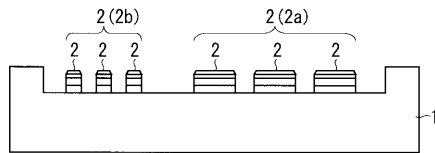
50

【符号の説明】

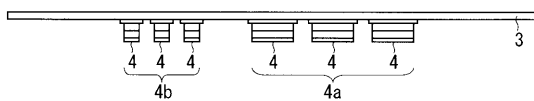
【0048】

1 パワー半導体装置、11 内部基板、12 配線パターン、13 モールド樹脂、14 開口部、15 ブッシュ、2 嵌入部材、21 凹部、22 プレスフィット部、3 プリント配線板、31 パッド部、32 半田、4 嵌合部材、41 凸部、42 接合面、43 位置合わせ用の突起、44 位置合わせ用の窪み、45 アーム部。

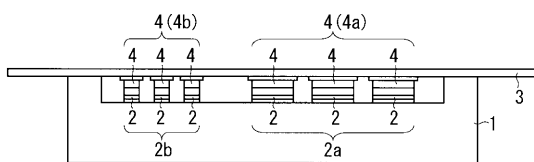
【図1】



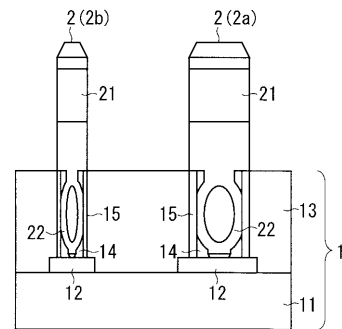
【図2】



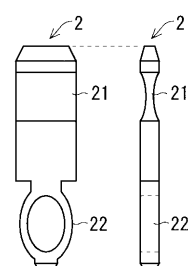
【図3】



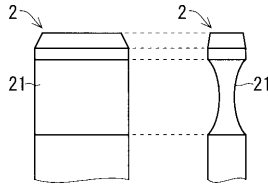
【図4】



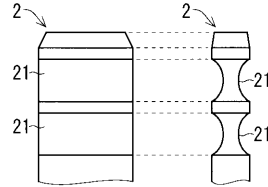
【図5】



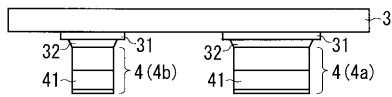
【図 6】



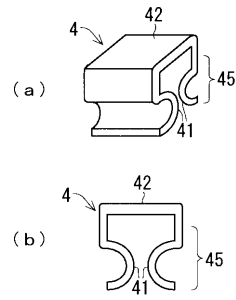
【図 7】



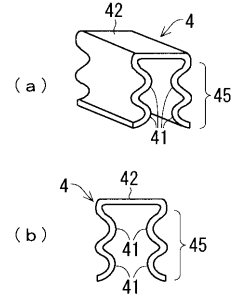
【図 8】



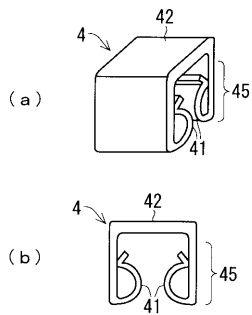
【図 9】



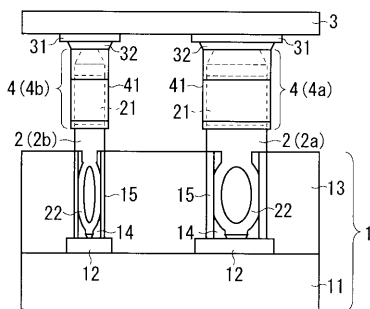
【図 10】



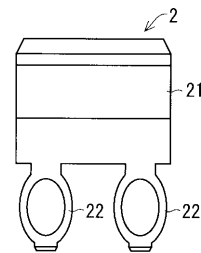
【図 11】



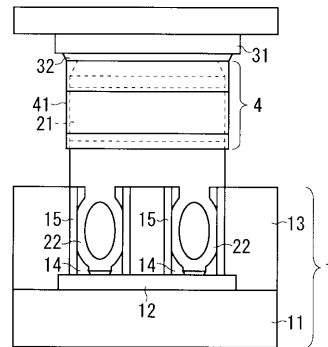
【図 12】



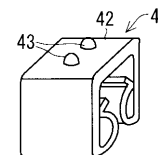
【図 13】



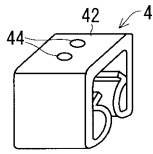
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 博

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) 5E336 AA04 AA11 CC02 CC23 CC43 CC60 DD02 DD12 DD17 EE01
EE15 GG11 GG14 GG30