

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5114064号
(P5114064)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(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)

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-30494 (P2007-30494)	(73) 特許権者	592221975
(22) 出願日	平成19年2月9日(2007.2.9)		ゼミクロン エレクトロニク ゲーエム
(65) 公開番号	特開2007-221126 (P2007-221126A)		ベーハー ウント コンパニー カーゲー
(43) 公開日	平成19年8月30日(2007.8.30)		ドイツ連邦共和国 デー・90431 ニ
審査請求日	平成21年11月5日(2009.11.5)		ュルンベルク ジークムントシュトラーセ
(31) 優先権主張番号	102006006425.9		200
(32) 優先日	平成18年2月13日(2006.2.13)	(74) 代理人	100091867
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		弁理士 藤田 アキラ
		(72) 発明者	マルコ レーデラー
			ドイツ連邦共和国 デー・90453 ニ
			ュルンベルク キンディンガー シュトラ
			ーセ 23

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力接触部設計のパワー半導体モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷却アセンブリ(2)上に配置するための圧力接触部設計のパワー半導体モジュール(1)であって、前記パワー半導体モジュールは、少なくとも1つの基板(5)と、この基板(5)に配置された少なくとも2個のパワー半導体素子(60、64)と、筐体(3)と、外部に通じる負荷接続要素(40、42、44)および補助接続要素(80)と、押圧装置(70)とを有し、前記基板(5)は絶縁材料本体(52)および相互接続部(54)を有し、負荷電位を有する相互接続部(54)が前記パワー半導体モジュールの内側に面する前記基板の第1の主面に配置され、前記負荷接続要素(40、42、44)はそれぞれ、少なくとも1つのストリップ状の断面(402、422、442)と当該断面(402、422、442)から発する複数の接触フット(400、420、440)とを有する金属成形物の形状を有し、前記パワー半導体モジュール(1)を前記冷却アセンブリ(2)に熱接続し、また前記負荷接続要素(40、42、44)を前記基板(5)の前記相互接続部(54)に電気的に接触接続するために、前記押圧装置(70)は、圧力を発生するための押圧要素を有し、前記負荷接続要素のそれぞれのストリップ状の断面(402、422、442)は、前記基板面に対して平行に、前記基板面から一定の距離に配置され、前記接触フット(400、420、440)は、前記ストリップ状の断面(402、422、442)から回路に適するように負荷接続の接触部を成形する前記基板(5)まで延在し、絶縁材料成形物(30)は、前記負荷接続要素(40、42、44)のストリップ状の断面(402、422、442)と前記基板(5)との間に配置され、前記

10

20

接触フット（４００、４２０、４４０）を通すための凹部（３２）を有し、前記負荷接続要素（４０、４２、４４）のストリップ状の断面（４０２、４２２、４４２）は、互いに電氣的に絶縁される積層を形成し、前記押圧装置（７０）はこれら積層に圧力を及ぼし、したがって、前記接触フット（４００、４２０、４４０）は、前記基板（５）の相互接続部（５４）に導電接続される、パワー半導体モジュール（１）。

【請求項２】

前記接触フット（４００、４２０、４４０）を通すための前記絶縁材料成形物（３０）の凹部（３２）は、このためにガイドの形状をしており、前記接触フット（４００、４２０、４４０）は、前記基板（５）の相互接続部（５４）に接触接続する、請求項１に記載のパワー半導体モジュール（１）。

10

【請求項３】

前記絶縁材料成形物（３０）および前記筐体（３）が一体に形成される、請求項１に記載のパワー半導体モジュール（１）。

【請求項４】

前記接触フットを通すための前記絶縁材料成形物（３０）の凹部（３２）は、シャフト（３４）の形状をしており、これらシャフト（３４）は前記基板（５）の面付近まで延在し、前記基板（５）に設けられた絶縁材料層の中まで延在する、請求項１に記載のパワー半導体モジュール（１）。

【請求項５】

前記押圧装置（７０）、前記負荷接続要素（４０、４２、４４）のストリップ状の断面（４０２、４２２、４４２）および前記絶縁材料成形物（３０）は、接触素子を有する螺旋形ばねの形状をした補助接続要素（８０）を通すための凹部（３２）を有する、請求項１に記載のパワー半導体モジュール（１）。

20

【請求項６】

前記絶縁材料成形物（３０）は、前記補助接続要素（８０）を通すための凹部の周囲にドーム（３８）を有する、請求項５に記載のパワー半導体モジュール（１）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、制御可能なパワー半導体素子を有する圧力接触部設計のパワー半導体モジュールに関して記載する。一例として独国特許出願公開第１９７ １９ ７０３ Ａ１号明細書に開示されているようなパワー半導体モジュールが、本発明の出発点となる。

30

【背景技術】

【０００２】

従来技術によれば、そのようなパワー半導体モジュールは、少なくとも１つの電気絶縁基板を有する筐体を備え、電氣的絶縁基板は筐体に配置され、冷却アセンブリに直に装着される方針であることが好ましい。その一部には、基板は、複数の金属相互接続部を有する絶縁材料本体およびパワー半導体素子を備え、相互接続部は、上記の絶縁材料本体に位置しており、互いに離隔され、パワー半導体素子は、上記の相互接続部に位置し、回路に適した態様で相互接続部に接続される。周知のパワー半導体モジュールはまた、外部負荷接続および補助接続用の接続要素と、内部に配置される接続要素と、を有する。回路用に適した接続用のこれらの接続要素は通常、パワー半導体モジュール内部では、ワイヤボンディング接続部の形である。

40

【０００３】

接触部が圧力によって形成され、特許文献１、特許文献２または特許文献３において開示されるパワー半導体モジュールも、同様に周知である。最初に記載した文献では、押圧装置は安定性であり、好ましくは圧力を増大するための金属の押圧要素と、圧力を蓄積するための弾性緩衝要素と、圧力を基板面の個別の領域に導入するためのブリッジ要素と、を有する。ブリッジ要素は、緩衝要素に面し、そこから多数の圧力フィンガが基板面の方向に延びる面を有するプラスチック成形物の形であることが好ましい。

50

【 0 0 0 4 】

そのような押圧装置は、基板を冷却アセンブリの上に押し付けて、したがって、基板と冷却アセンブリとの間の熱伝達を確実にかつ永久に確立するために用いられる。この場合には、弾性緩衝要素は、パワー半導体モジュールの耐用期間全体にわたって異なる熱負荷に関して一定の圧力状態を維持するために用いられる。

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 はさらに、一方では特に有用な重量 / 安定性の比を有し、他方では電気絶縁ブッシングを有するような周知の押圧要素を構築する。このために、押圧要素は、内部金属コアを有するプラスチック成形物の形である。この金属コアは、接続要素を通す凹部、好ましくはばね接触設計の補助接続要素を有する。補助接続要素がプラスチック成形物を用いて金属コアから電氣的に絶縁されるように、プラスチック成形物は、これらの凹部を包囲する。

10

【 0 0 0 6 】

さらに構築され、基板に面するその面に多数の圧力フィンガを有する押圧要素もまた、周知である。この場合には、金属コアは、予め固定された湾曲部をさらに有することが好ましい。両方の措置の組み合わせにより、そのような押圧要素は、上述した押圧装置の全体的な機能性を備えることが可能となる。

【 0 0 0 7 】

特許文献 4 は、パワー半導体モジュールを開示しており、負荷接続要素は、基板面に近くに隣接し、断面において基板面に対して垂直に延在し、断面から発する接触フットを有するように設計され、相互接続部との電気接点部を形成し、同時に、基板に圧力を印加し、したがって、上記の基板と冷却アセンブリとの間の熱接触を確立する。この場合には、圧力は、従来技術による手段を用いて導入され、蓄積される。

20

【 0 0 0 8 】

特許文献 5 は、パワー半導体モジュールを内部絶縁するための方法を開示しており、その場合には、これまで知られていた従来技術に比べて、上記のパワー半導体モジュールは所定の充填高さまで絶縁シリコンゲルで充填されない。これとは対照的に、上記の文献は、構成要素および絶縁される接続要素をコーティングするための方法を提示しており、この方法は、相当量のシリコンゲルを節約する。

30

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】独国特許出願公開第 4 2 3 7 6 3 2 A 1 号明細書

【特許文献 2】独国特許出願公開第 1 9 9 0 3 8 7 5 A 1 号明細書

【特許文献 3】独国特許発明第 1 0 1 2 7 9 4 7 C 1 号明細書

【特許文献 4】独国特許発明第 1 0 1 5 7 9 4 7 C 1 号明細書

【特許文献 5】独国特許出願公開第 1 0 2 0 0 4 0 2 1 9 2 7 A 1 号明細書

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明は、内部絶縁が改善され、圧力接触部設計の構成が簡素化され、パワー半導体モジュールが基板を絶縁するためのコーティング方法を使用するのに有利に設計される圧力接触部設計のパワー半導体モジュールを提供するという目的に基づいている。

40

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、本目的は、請求項 1 の特徴の措置によって達成される。好ましい実施形態は、従属項に記載される。

【 0 0 1 2 】

本発明の概念は、冷却アセンブリに配置するための圧力接触部設計のパワー半導体モジュールに基づいており、上記のパワー半導体モジュールは、少なくとも 1 つの基板と、たとえば、バイポーラトランジスタなどの少なくとも 2 つの制御可能なパワー半導体素子と、筐体と、外部に通じる負荷接続要素および制御要素と、を有する。基板自体は、絶縁材料本体と、パワー半導体モジュールの内側に面するその第 1 の主面において負荷電位を有

50

する相互接続部と、を有する。さらに、基板はまた、パワー半導体素子を駆動するための制御電位を備えた少なくとも1つの相互接続部を有することが好ましい。

【0013】

本発明によるパワー半導体モジュールはまた、負荷接続要素を有し、負荷接続要素はそれぞれ、ストリップ状の断面およびその断面から発する複数の接触フットを有する金属成形物の形である。それぞれのストリップ状の断面は、基板面に対して平行に、基板面から一定の距離で配置される。ストリップ状の断面から発する接触フットは、回路に適した態様の負荷接続の接触部を成形する基板まで延在する。このために、接触フットは、負荷電位を備えた相互接続部と接触接続するか、あるいは基板上の個別のパワー半導体素子に直接接触接続することが好ましい。

10

【0014】

さらに、絶縁材料成形物が、この場合には積層を形成する負荷接続要素のストリップ状の断面と基板との間に配置される。この絶縁材料成形物は、接触フットを通すための凹部を有する。この場合には、絶縁材料成形物は、電気接続要素用の凹部を単に有する完全に閉鎖された領域を形成することが好ましい。また、絶縁材料成形物が、パワー半導体モジュールを冷却アセンブリに固定するための素子用の凹部を有することが好ましい場合もある。

【0015】

これらの態様で形成された圧力接触部設計のパワー半導体モジュールは、負荷接続要素のストリップ状の断面とパワー半導体素子およびモジュール内部接続を有する基板との間の中間層のさらなる絶縁のために、内部絶縁が相当改善される。これにより、パワー半導体モジュールの連続動作中の故障許容性を改善することができる。

20

【0016】

負荷接続要素の好都合な別の案内素子が、この中間層と一体に形成され、同時に圧力接触部設計の構成を簡素化し、負荷接続要素は、圧力を基板に導入し、したがって基板を冷却アセンブリに熱接続するために用いられる。パワー半導体モジュールのこの改良点は、基板を内部絶縁するための最新のコーティング方法と組み合わせると特に好ましい。この場合には、自動化した製作には、全体的な内部絶縁が特に好都合であり、アクセスしやすいためである。

【0017】

本発明の解決策について、図1～図3の具体的な実施形態を参照してさらに説明する。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図1は、本発明によるパワー半導体モジュール1の線A-A(図2参照)に沿って切った断面を示す。パワー半導体モジュール1は、フレーム上の筐体部品を有する筐体3を有する。この場合には、フレーム上の筐体部品は、少なくとも1つの基板5を包囲する。基板5は、今度は、絶縁材料本体52、好ましくは酸化アルミニウムまたは硝酸アルミニウムなどの絶縁セラミックを有する。

【0019】

基板5は、パワー半導体モジュール1の内側に面する第1の主面にそれ自体はパターン化されていない金属コーティングを有する。この場合には、銅コーティングの形であることが好ましいこの金属コーティングの個別の断面は、パワー半導体モジュール1の相互接続部54を形成する。基板5の第2の主面は、従来技術によれば、パターン化されていない銅コーティング56を有する。

40

【0020】

制御可能および/または制御不能のパワー半導体素子60、たとえば、逆並列に接続されているそれぞれのフリーホイーリングダイオードを有するIGBT(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)またはMOSFETが、基板5の相互接続部54に配置される。これらの構成要素は、回路に適した態様で、たとえば、ワイヤボンディング接続部62によってさらに相互接続部54に接続される。

50

【 0 0 2 1 】

異なる必要な電位を有する負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 が、パワー半導体モジュール 1 内部のパワー電子回路を外部に接続するために用いられる。このために、負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 は、基板面に対して平行なストリップ状の断面 4 0 2、4 2 2、4 4 2 をそれぞれ有する金属成形物の形である。ストリップ状の断面 4 0 2、4 2 2、4 4 2 は、この場合には積層を形成し、個別の負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 のストリップ状の断面は、たとえば、プラスチックフィルム³⁰の形である必要な絶縁 4 6 によってのみ互いに隔離される。明確にするために、必要な補助接続要素は、この断面図には図示しない。

【 0 0 2 2 】

さらに、本発明によるパワー半導体モジュール 1 は、負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 のストリップ状の断面 4 0 2、4 2 2、4 4 2 の積層と基板 5 との間に、絶縁材料成形物 3 0 の形で中間層を有する。この改良点において、この絶縁材料成形物 3 0 は、スナップ作動掛止接続 9 0 によってフレーム状の筐体 3 に配置される。

【 0 0 2 3 】

絶縁材料成形物 3 0 は、その一部には負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 の接触フット 4 0 0、4 2 0、4 4 0 を通すための凹部 3 2 を有する。これらの凹部 3 2 は、これらの接触フット 4 0 0、4 2 0、4 4 0 用のガイドの形であることが特に好ましい。したがって、基板 5 に対する負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 の位置決めおよびこの場合も簡素な凹部を有する配置に対する基板 5 の相互接続部 5 4 の位置決めを改善する。

【 0 0 2 4 】

絶縁材料成形物の別の特に好ましい改良点において、接触フットを通すための凹部 3 2 はシャフト 3 4 の形であり、これらのシャフト 3 4 は、基板 5 の面付近まで延在している。これらのシャフト 3 4 は、絶縁材料層、たとえば、シリコンゲルの中に延在していることが有利であり、シリコンゲルは最新のコーティング方法を用いて基板 5 に塗布される。これは、パワー半導体モジュール 1 の特に有効な内部絶縁を形成する。

【 0 0 2 5 】

パワー半導体モジュール 1 を冷却アセンブリ 2 に熱接続し、同時に負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 を基板 5 の相互接続部 5 4 に電気的に接触接続するための押圧装置 7 0 は、圧力を発生するための押圧要素のほか、圧力を蓄積するための弾性緩衝要素（図示せず）によって、形成される。圧力は、緩衝要素によって負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 のストリップ状の断面 4 0 2、4 2 2、4 4 2 の積層に導入され、このようにして接触フット 4 0 0、4 2 0、4 4 0 に圧力を及ぼす。したがって、接触フット 4 0 0、4 2 0、4 4 0 は、基板 5 の相互接続部 5 4 に導電接続される。

【 0 0 2 6 】

そのような圧力接触接続 7 0 は、パワー半導体モジュール 1 の耐用期間全体にわたって特に高い接触安定性を有することが分かっている。ガイドまたはシャフト 3 4 の形で絶縁材料成形物 3 0 の凹部 3 2 を設計することはまた、結果として接触フット 4 0 0、4 2 0、4 4 0 の位置決めが特に正確であることから、圧力接触接続には好都合である。

【 0 0 2 7 】

従来技術によれば、押圧要素は、たとえば、バイメタルの形である適切な内部の金属コアを有するプラスチック成形物の形であってもよく、この場合には、圧力蓄積緩衝要素を不要にすることも可能である。また、押圧要素は、同時にパワー半導体モジュール 1 のカバーとして用いられることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、本発明によるパワー半導体モジュール 1 の部品の 3 次元分解図を示す。筐体 3 を冷却アセンブリに固着するための素子 3 0 0 を有するプラスチックの筐体 3 が、この場合には示されている。筐体 3 は、筐体 3 と一体に形成される絶縁材料成形物 3 0 を有し、基板 5 と負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 のストリップ状の断面 4 0 2、4 2 2、4 4 2 との間に中間層を形成し、基板 5 はこの中間層の下に配置され、ストリップ状の断面 4 0 2、4 2 2、4 4 2 はこの中間層の上に配置される。

【 0 0 2 9 】

さらに、筐体 3 は、押圧要素（図示せず）用の固着素子 3 0 2 のほか、補助接続要素 8 0 用のドーム状のブッシング 3 8 を有する。接触部が圧力によって形成されるそのようなパワー半導体モジュール 1 において、補助接続要素は、接触ばね 8 0、好ましくは螺旋形のばねの形であることが特に好ましい。

【 0 0 3 0 】

異なる負荷電位用の負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 はそれぞれ、外部接続用の接触素子（接触装置）4 0 4、4 2 4、4 4 4 と、基板面に対して平行に走る少なくとも 1 つのストリップ状の断面 4 0 2、4 2 2、4 4 2 と、この断面から発する複数の接触フット 4 0 0、4 2 0、4 4 0 と、を有する金属成形物の形である。それぞれの負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 は、必要に応じて、絶縁プラスチックフィルム 4 6 によって互いから離隔され、互いに電氣的に絶縁される。交流接続要素 4 0 はまた、接触素子 4 0 4 に隣接して配置される電流センサ 4 1 0 を有する。

10

【 0 0 3 1 】

負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 の接触フット 4 0 0、4 2 0、4 4 0 は、ガイドの形である絶縁材料成形物 3 0 の凹部 3 2 を通って、基板 5 の相互接続部 5 4 またはパワー半導体素子 6 0 の関連する接触領域まで延在する。

【 0 0 3 2 】

負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 のストリップ状の断面 4 0 2、4 2 2、4 4 2 および関連する絶縁プラスチックフィルム 4 6 は、一部には筐体 3 が補助接続要素 8 0 用のドーム 3 8 を有する領域に凹部 4 0 6、4 2 6、4 4 6、4 6 6 を有する。関連する押圧装置 7 0（図示せず）も同様に、一部には、補助接続要素を通すための負荷接続要素の凹部と一直線を成している対応する凹部を有する。

20

【 0 0 3 3 】

図 3 は、本発明によるパワー半導体モジュール 1 の負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 の 3 次元図および 2 つの基板 5 に対するそれらの位置を示し、この場合には、筐体および押圧装置を図示していない。明確にするために、個別の負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 の間の絶縁プラスチックフィルムも同様に、図示していない。パワー半導体モジュールの図示された回路は、平行に接続され、それぞれの第 1 のスイッチおよび第 2 のスイッチを形成する複数のバイポーラトランジスタ 6 0 を有する半ブリッジ回路である。回路は同様に、必要なフリーホイーリングダイオード 6 4 を有する。この場合には、半ブリッジ回路の第 1 のスイッチおよび第 2 のスイッチの半分はそれぞれ、2 つの同一の基板の間に配分される。

30

【 0 0 3 4 】

それぞれの負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 の関連するストリップ状の断面 4 0 2、4 2 2、4 4 2 から発する複数の接触フット 4 0 0、4 2 0、4 4 0 が、図示されている。この場合には、同一の極性の複数の接触フット 4 0 0、4 2 0、4 4 0 はそれぞれ、両方の基板 5 におけるそれぞれの極性の関連する相互接続部 5 4 に接触接続する。永久に高い接触安定性を有する電気接続が、上述した押圧装置を用いて形成される。

【 0 0 3 5 】

図 2 に示された補助接続要素 8 0 の配置用に設けられる負荷接続要素 4 0、4 2、4 4 の積層の凹部 4 0 6、4 2 6、4 4 6 もまた、図示されている。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 6 】

【図 1】本発明によるパワー半導体モジュールの断面を示す。

【図 2】本発明によるパワー半導体モジュールの 3 次元分解図を示す。

【図 3】本発明によるパワー半導体モジュールの負荷接続要素および基板の 3 次元図を示す。

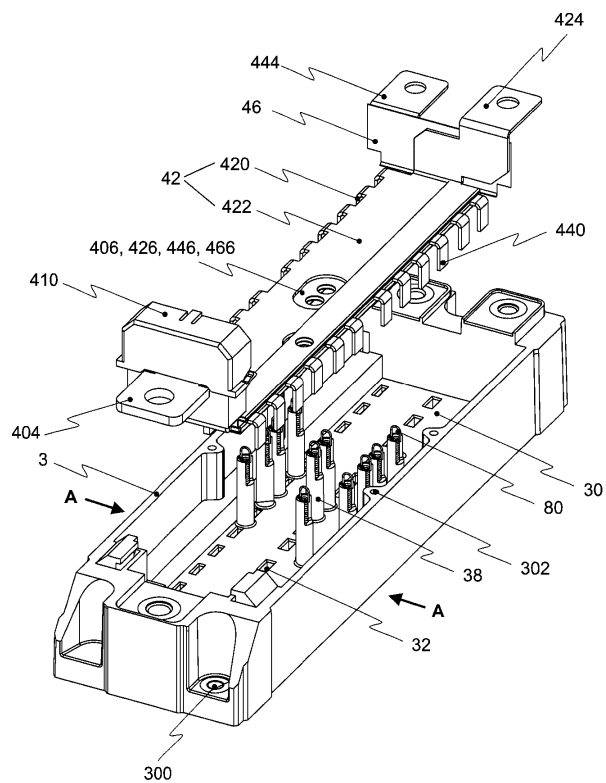
【符号の説明】

【 0 0 3 7 】

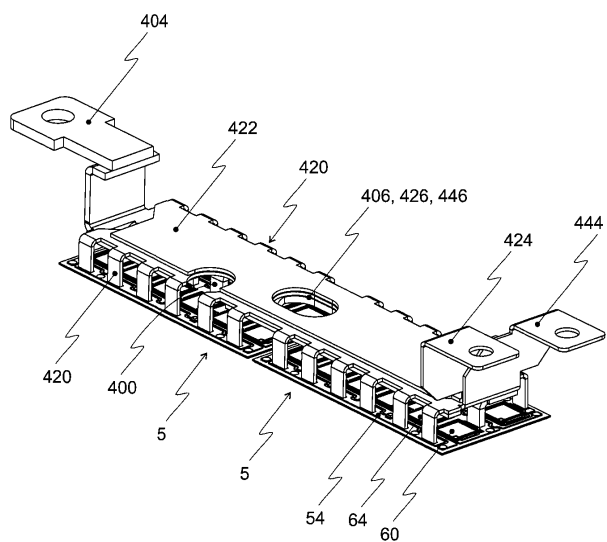
50

1	パワー半導体モジュール	
2	冷却アセンブリ	
3	筐体	
3 0	絶縁材料成形物	
3 2	凹部	
3 4	シャフト	
3 8	ドーム状のブッシング	
3 0 0	固着素子	
3 0 2	固着素子	
4 0、4 2、4 4	負荷接続要素	10
4 6	絶縁	
4 0 0、4 2 0、4 4 0	接触フット	
4 0 2、4 2 2、4 4 2	ストリップ状の断面	
4 0 4、4 2 4、4 4 4	接触素子	
4 0 6、4 2 6、4 4 6、4 6 6	凹部	
4 1 0	電流センサ	
5	基板	
5 2	絶縁材料本体	
5 4	相互接続部	
5 6	銅コーティング	20
6 0	パワー半導体素子	
6 2	ワイヤボンディング接続部	
6 4	フリーホイールリングダイオード	
7 0	押圧装置	
8 0	補助接続要素	
9 0	スナップ作動掛止接続	

【圖 2】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 ライナー ポップ

ドイツ連邦共和国 デー・ 9 1 5 8 0 ペーターザウラッハ アードラーシュトラーク 1 6

審査官 石野 忠志

(56)参考文献 特開平 0 7 - 0 6 6 3 4 0 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 3 2 2 9 0 2 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 0 1 2 0 5 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 5 / 0 7

H 0 1 L 2 5 / 1 8