

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-525503  
(P2004-525503A)

(43) 公表日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 25/07  
H01L 25/18

F I

H01L 25/04

C

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 28 頁)

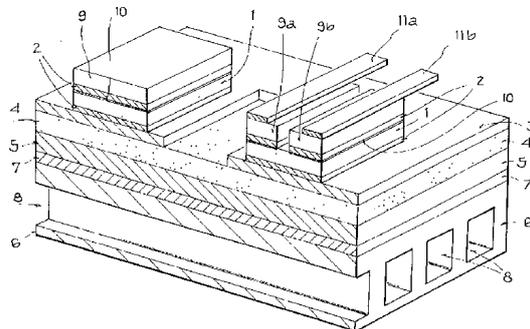
(21) 出願番号	特願2002-550312 (P2002-550312)	(71) 出願人	598051819 ダイムラークライスラー・アクチェンゲゼルシャフト
(86) (22) 出願日	平成13年12月1日 (2001.12.1)		
(85) 翻訳文提出日	平成15年6月12日 (2003.6.12)		
(86) 国際出願番号	PCT/EP2001/014058		ドイツ連邦共和国 70567 シュトゥットガルト, エップルシュトラッセ 225
(87) 国際公開番号	W02002/049104	(74) 代理人	100123342 弁理士 中村 承平
(87) 国際公開日	平成14年6月20日 (2002.6.20)	(74) 代理人	100111143 弁理士 安達 枝里
(31) 優先権主張番号	100 62 108.2	(72) 発明者	イエヒア・タドロス ドイツ連邦共和国 13465 ベルリン、ブントシューベーク13
(32) 優先日	平成12年12月13日 (2000.12.13)	(72) 発明者	ゲルハルド・パルム ドイツ連邦共和国 38173 シクテ、バックハオスヴェーク2
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		
(81) 指定国	EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), JP, US		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改善された一時的熱インピーダンスを有するパワーモジュール

(57) 【要約】

本発明は、少なくとも1つの電子パワー構成要素、DCBセラミック基材、冷却装置、および少なくとも1つの追加熱キャパシタを具備する電子パワーモジュールに関する。本発明によれば、a) 電子パワー構成要素は、それらの下部層上で、焼結層によってDCBセラミック基材の上部銅層に接合され、b) DCBセラミック基材の上部銅層は、パワー構成要素と電氣的に接触させるための銅片導体の形で構成され、c) DCBセラミック基材の下部銅層は、焼結層によって冷却本体に接合され、d) パワー構成要素の上面は焼結層によって追加熱キャパシタに接合される。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

少なくとも1つの電子パワーデバイス(1)と、DCBセラミック基板(3、4、5)と、ヒートシンク(6)と、少なくとも1つの追加熱キャパシタンス(9、9a、9b、12)とを具備する電子パワーモジュールであって、

a) 前記電子パワーデバイス(1)は、それらの下面が焼結層(2)によって前記DCBセラミック基板の上部銅層(3)に接合され、

b) 前記DCBセラミック基板の上部銅層(3)は、前記パワーデバイス(1)の電気接触用の銅導体トラックに構成され、

c) 前記DCBセラミック基板の下部銅層(5)は、焼結層(7)によって前記ヒートシンクに接合され、

d) 前記パワーデバイス(1)の上面は、焼結層(10)によって少なくとも1つの前記追加熱キャパシタンス(9、9a、9b、12)に接合される、電子パワーモジュール。

## 【請求項 2】

前記焼結層(2、7、10)が、210 ~ 250 の範囲内の温度、および40メガパスカルの圧力の下で作製される、請求項1に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 3】

前記追加熱キャパシタンス(9、9a、9b)がモリブデンから作製される、請求項1あるいは2に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 4】

前記追加熱キャパシタンス(12)がDCBセラミックである、請求項1あるいは2に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 5】

前記追加熱キャパシタンス(9、9a、9b、12)が、複合材料AlSiCから形成される、請求項1あるいは2に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 6】

モリブデン層が、前記追加熱キャパシタンス(12)と前記パワーデバイス(1)との間にそれぞれ配置される、請求項4に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 7】

前記パワーデバイス(1)が、それらの上面が前記追加熱キャパシタンス(9、9a、9b、12)によってそれぞれ接触されることを特徴とする、請求項1あるいは2に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 8】

前記パワーデバイス(1)の接触が、結合線接触によってそれらの上面で行われる、請求項7に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 9】

前記パワーデバイス(1)の接触が、焼結層によって前記追加熱キャパシタンス(9a、9b)に接合される銅ラグ(11a、11b)によって行われる、請求項7に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 10】

前記パワーデバイス(1)の接触が、DCBセラミックとして形成される前記追加熱キャパシタンス(12)の下部銅層(13)によって行われる、請求項7に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 11】

前記ヒートシンク(6)が銅ヒートシンクである請求項1~10のいずれか一項に記載のパワーモジュール。

## 【請求項 12】

前記ヒートシンク(6)が、前記パワーデバイス(1)の放熱を吸収させるための冷却媒体がその内部を流れる冷却チャンネル(8)を追加的に有する、請求項1~10のいずれか一項に記載のパワーモジュール。

10

20

30

40

50

## 【請求項 13】

前記パワーデバイス(1)がSiCパワーデバイスである、請求項1~12のいずれか一項に記載のパワーモジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

本発明は、例えば高パワーコンバータ、IGBT、パワーMOSFET、パワーダイオード、あるいはDCBセラミック上のパワーデバイスの組合せのような電子パワーデバイスを具備する構成に関する。パワーデバイスのDCBセラミックは、パワーデバイスの散逸パワーを排除するために、ヒートシンクによって直接冷却される。

## 【0002】

パワーデバイスと電気コンタクト層との間の熱抵抗を低減するために、溶剤内に金属粉末、好ましくは銀粉を含有するペーストを有するパワーデバイスを下面に提供し、圧力焼結処理を利用してこれらの前処理されたパワーデバイスを平面形のコンタクト層に接合することが欧州特許第0242626B1号公報において提案されている。平面形の接触部と、接触のための高熱伝導性銀の使用とによってパワーデバイスとコンタクト層との間の熱移動が改良されることが可能となった。

## 【0003】

パワーデバイスの冷却における他の改良は、過去に、いわゆるDCBセラミック(DCB=直接銅ボンディング)を用いて成功している。このために、独国特許出願公開第19700963A1号明細書では、銅で両面を積層したセラミック基板上で、パワーデバイスをDCBセラミックの上面にはんだ付けし、DCBセラミックの下面をリードフレームとして働く金属板上にはんだ付けすることが提案されている。この金属板は、接合された冷却装置に分散された熱を与える。DCBセラミックの上部銅層は、構成(中断)されることによって、パワーデバイスとそれらの下面で接触させるための導体トラックが形成される。パワーデバイスの更なる接触は、結合線を用いてそれらの上面で行われる。

## 【0004】

一方がコンタクト層上にパワーデバイスを圧力焼結し、他方が冷却装置への金属板の更なる接合のための金属板上にDCBセラミックをはんだ付けする、上述した2つの処理方法の利点を組み合わせることが望まれた場合、パワーデバイスを構成するための少なくとも2つの異なる処理技術、すなわち圧力焼結およびはんだ付け技術を採用しなければならない。冷却装置への接合を行うためには、パワーデバイスの金属ベースプレートが熱伝導性ペーストによって従来方法で冷却装置に接合されるので、一般に、更なる処理技術も必要となる。但し、パワーデバイスの構成および接合技術に多数の異なる処理技術を使用すると、パワーデバイスを製造する処理が複雑且つ高価となる。

## 【0005】

上述の従来技術に基づき、本発明による目的は、熱負荷の変動に大きく影響されない改良された熱的挙動を有するパワーモジュールを提供することである。

## 【0006】

本発明によれば、この目的は、圧力焼結処理によって単に接合されるだけの構成のパワーモジュールによって達成される。一時的熱的挙動についてのさらなる改良のため、パワーデバイスには、追加的熱キャパシタンスが取り付けられる。

## 【0007】

本発明による電子パワーモジュールは、少なくとも1つの電子パワーデバイス、DCBセラミック基板、ヒートシンク、および少なくとも1つの追加的熱キャパシタンスを具備し、

- a) 電子モジュールデバイスは、それらの下面の焼結層によってDCBセラミック基板の上部銅層に接合され、
- b) DCBセラミック基板の上部銅層は、パワーデバイスの電氣的接触のための銅導体トラックに構成され、
- c) DCBセラミック基板の下部銅層は、焼結層によってヒートシンクに接合され、

10

20

30

40

50

d) パワーデバイスの上面は、焼結層によって追加熱キャパシタンスに接合される。

【0008】

本発明によるパワーモジュールの更なる有利な実施形態は、従属請求項に包含される。

【0009】

下記の利点は主に本発明によって達成される。

【0010】

ヒートシンク上にモジュールを搭載するために、パワーモジュールの従来のモジュール構造内に使用される金属ベースプレートを不要にすることで、パワーデバイスからヒートシンク内への放熱の熱除去が改良される。ヒートシンクへのDCBセラミックの直接接合は、従来の構造と比べて本発明によるパワーモジュールの定常状態熱抵抗を50%まで改良する。

10

【0011】

従来のベースプレートを不要にすることでもたらされる構造の体積低減も、一時的熱的挙動に対して重大な要素である、構造の熱キャパシタンスを低減する効果がある。一時的熱負荷の下でも最適に本発明によるパワーモジュールの改良熱移動を利用するために、パワーモジュールは、パワーデバイスの表面に追加熱キャパシタンスを包含する。その結果、一時的に起こる放熱パワーのピーク値が熱キャパシタンス内で緩衝され、パワーモジュールの一時的熱的挙動が改良される。パワーデバイスに直接配置された熱キャパシタンスによって、パワーモジュールの一時的熱抵抗が、25~30%だけ、好ましくは半分まで低減される。

20

【0012】

パワーモジュールを構成するための接合技術としての圧力焼結プロセスの限定的使用により、熱負荷変動に関するその負荷変動抵抗が、従来のはんだ付け技術によって構成されたパワーモジュールと比べて決定的に増加する。マイナス55 から125 までの温度範囲内の熱負荷変動の下、少なくとも12の因数だけ負荷変動抵抗の増加は、はんだ付け接合によって構成されたパワーモジュールと比べて圧力焼結接合技術によって構成されたパワーモジュールで達成可能となる。

【0013】

はんだ付け処理と比べると、焼結接合は、固相反応の結果として生成される。これは、215 から250 までの範囲内の処理温度で生成される圧力焼結接合を、同温度あるいはそれよりも高い動作温度下で使用できるという結果を有する。一方で、同処理温度での次の構成要素の実装がゆえに可能となるので、異なる溶融温度のはんだではんだ付けを行うという問題がもはや生じない。他方、圧力焼結技術は、このために不可欠な処理技術における改造無しで、SiCベース(炭化珪素ベース)上への将来のパワーデバイスの構成にも使用できる。

30

【0014】

更なる利点は、圧力焼結接合の品質にある。特に、大表面積の場合、はんだ付け接合内には、たいていボイド(空気封入)が存在する。これらのボイドは、ときにははんだ付け接合の50%まで占め、結果的に熱抵抗を上昇させることになる。圧力焼結接合は、他方、大表面積に対してさえも、ボイドのない品質で30マイクロメートル未満の薄い層厚みで生成されることができる。

40

【0015】

本発明の典型的実施形態を図に基づいて以下でより詳細に提示し、説明する。

【0016】

図1において、2つのパワーデバイス1、好ましくは半導体パワーデバイスは、銅層3上に圧力焼結層2で実装されている。銅層3は、パワーデバイスをそれらの下面で電氣的に接触させる働きをする。このために、銅層は、多数の独立した導体トラックを形成するように構成あるいは中断されても良い。その結果、多数のパワーデバイスでも、互いに関係なく接触することができる。銅層3は、いわゆるDCBセラミック(直接銅結合セラミック)の一構成部分である。DCBセラミックは、上部銅層3、セラミック層4および下部

50

銅層 5 を具備する。セラミック層 4 は、例えば、酸化アルミニウムから、好ましくは  $Al_2O_3$  から形成される。下部銅層は、銅ヒートシンク 6 に構造体をさらに接合する働きをする。この接合は、更なる圧力焼結層 7 によっても生成される。銅ヒートシンクは、好ましくは冷却チャネル 8 で形成されるので、大量の分散パワーでさえも冷却チャネル内に流れる冷却媒体で排除されることができる。銅ヒートシンク 6 は、主にパワーデバイス 1 の定常状態冷却を実行する。一時的に起こるパワーデバイスの一時的熱負荷に対して、追加熱キャパシタンス 9、9 a、9 b がパワーデバイスの上面上に取り付けられる。これらの熱キャパシタンスは、パワーデバイス 1 上の圧力焼結層 10 によっても取り付けられる。好ましい実施形態において、熱キャパシタンス 9 は、モリブデンから製造される。

【0017】

圧力焼結接合層 2、7、10 は、それぞれ接合される表面部分の少なくとも一方に塗布される溶剤に沈殿した銀粉によって生成される。続いて、沈殿防止剤を、150 ~ 250 の温度で蒸発させる。接合されるべき表面部分を、一方が他方の上から積み重なるように配置し、銀層を 215 ~ 250 の温度で、1 ~ 2 分間にわたり 40 Mpa の圧力で押圧する。押圧中、圧力が液圧条件を達成するために、シリコンゴムを介してデバイスに結合される。

【0018】

接合されるべき表面部分は、使用されるべき圧力焼結処理のため非酸化状態でなければならない。ゆえに、表面部分を接合する前に、存在する可能性のある酸化膜を除去するためにそれらを適切に処理することが推奨される。他の可能性としては、銀または金のような、貴金属の層で、それぞれ互いに接合される構成要素を金属化することである。金メッキは、酸化膜が長期保存されていても個々の構成要素の表面に形成するのを、確実に防止する。パワーモジュールの特に好ましい構造では、パワーデバイス 1、DCB セラミック 3、4、5、銅ヒートシンク 6、および熱キャパシタンス 9、9 a、9 b、12 が、ゆえにそれぞれ金メッキされる。

【0019】

パワーデバイスの更なる接触に関しては、電気コンタクト 11 a、11 b が熱キャパシタンス 9、9 a、9 b のそれらの上面上に取り付けられても良い。多数のコンタクトが上面上に取り付けられることになる場合、異なるコンタクト 11 a、11 b がモリブデン製の単一熱キャパシタンスによって短絡されるので、多数の独立した熱キャパシタンスを上面上に取り付けることも推奨される。パワーモジュールの上面向の追加的接触は、従来の結合線技術により構成されることができる。パワーモジュール構造における圧力焼結層の融解は、文頭で説明したように、ここでは懸念する必要はない。但し、可能であれば、圧力焼結技術も、コンタクト 11 a、11 b に対して推奨できる。図 1 では、追加上部電気コンタクト 11 a、11 b は、ゆえに、圧力焼結処理によってパワーモジュールに同様に接合される銅ラグとして形成される。従来の結合線接触構造についての説明は省略している。モリブデン熱キャパシタンスへの銅ラグの表面部分の圧力焼結接合は、熱キャパシタンスから銅ラグへの放熱を追加的に促進させる。

【0020】

図 2 の典型的実施形態では、図 1 における 3 つの独立したモリブデン熱キャパシタンスは、DCB セラミックの形態の単一熱キャパシタンス 12 に置き換えられる。この DCB セラミックもまた、下部銅層 13、セラミック層 14 および上部銅層 15 によって形成される。この典型的実施形態においても、単一熱キャパシタンス 12 が、圧力焼結層 10 によって電子パワーデバイス 1 の上面上に取り付けられる。パワーデバイス 1 の上面上での接触のために、DCB セラミックの下部銅層 13 は、導体トラックがパワーデバイスの独立した接合のために銅層に形成されるように、構成且つ中断されても良い。単一熱キャパシタンスの形成は、たった 1 つの構成要素しかパワーデバイスの上面上に接合されなくても良いので、パワーモジュールの構成において利点を有する。パワーデバイスを電氣的に切り換えるために上面上に実装された DCB セラミックを使用すると、パワーデバイスの低誘導接触ともなるので、切換損失が回避され、パワーデバイスの切換時間も短縮される。DCB セ

10

20

30

40

50

ラミックは、好ましくはアルミニウム - 炭化珪素 ( A l S i C ) セラミックで形成される。

【 0 0 2 1 】

実験室の試験では、2～3ミリメートルの層厚さが図1の典型的実施形態からのモリブデン熱キャパシタンスに特に有利であることを示した。2ミリメートルの厚さのモリブデン熱キャパシタンスを用いると、本発明によるパワーモジュールの一時的熱抵抗と定常状態熱抵抗との両方を、はんだ付け接合技術により、且つ熱キャパシタンスの追加も必要なく従来方法で構成されたパワーモジュールと比べて半減することができる。一時的熱抵抗は、この場合、経時平均した定常状態分散パワーに対する一時的熱負荷の下でのパワーデバイスの最大温度変化の比として定義される。熱抵抗が半減すると、本発明によるパワーモジュールが従来のパワーモジュールと比べて、動作できる分散パワー密度の倍増が可能となる。

10

【 0 0 2 2 】

熱抵抗はまた、図2の典型的実施形態と多少対応するように、上面に配置されたDCBセラミックの熱キャパシタンスによってかなり改良される。但し、DCBセラミックの熱キャパシタンスの熱抵抗の半減を達成するために、0.8ミリメートルの厚さのモリブデン層が、上面に配置されたDCBセラミックとパワーデバイスとの間に提供されなければならない。

【 0 0 2 3 】

圧力焼結処理によって構成されたパワーモジュールは、高周囲温度、および何度も熱負荷変動が起こる周囲条件下での使用に特に適している。半導体デバイスに対する高温や頻繁な熱負荷変動がある環境は、例えば、自動車の内燃機関の直ぐ近く(エンジンルーム内)に見られる。このような用途においては、パワーデバイスは、SiCパワーデバイスが有利である。炭化珪素を基礎にした半導体デバイスは、約250℃までの高温での用途に対し不可欠な熱安定性を有する。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 上面にモリブデンの熱キャパシタンスを搭載した本発明による水冷パワーモジュールの概略構造を示す。

【 図 2 】 上面にDCBセラミックを搭載した本発明による水冷パワーモジュールの概略構造を示す。

30

## 【国際公開パンフレット】

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. Juni 2002 (20.06.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/49104 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: H01L 23/373

[DE/DE]: Bundschuhweg 13, 13465 Berlin (DE). PALM,  
Gerhard [DE/DE], Backhausweg 2, 38173 Sickinge (DE).  
THOBEN, Markus [DE/DE], Spiessstrasse 78, 63071  
Offenbach (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/14058

(22) Internationales Anmeldedatum:

1. Dezember 2001 (01.12.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 62 108.2 13. Dezember 2000 (13.12.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE], Epplestrasse  
25, 70567 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: DAIMLERCHRYSLER AG;  
Eschbach, Arnold, Intellectual Property Management,  
Postfach 35 35, 74025 Heilbronn (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE, TR).

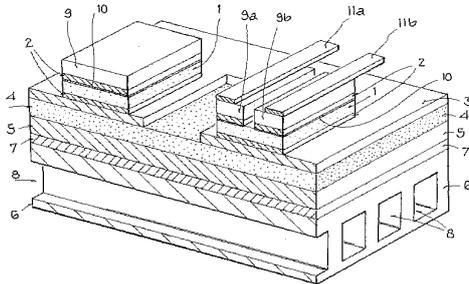
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POWER MODULE HAVING IMPROVED TRANSIENT THERMAL IMPEDANCE

(54) Bezeichnung: LEISTUNGSMODUL MIT VERBESSERTEM TRANSIENTEN WÄRMEWIDERSTAND



(57) Abstract: The invention relates to an electronic power module consisting of at least one electronic power component, a DCB ceramic substrate, a cooling body and at least one additional heat capacitor. According to the invention, a) the electronic power components are connected, on their lower layer, to the upper copper layer of the DCB ceramic substrate by means of a sintered layer, b) the upper copper layer of the DCB ceramic substrate is structured in the form of copper strip conductors for electrically contacting the power components, c) the lower copper layer of the DCB ceramic substrate is connected to a cooling body by means of a sintered layer, and d) the upper sides of the power components are connected to an additional heat capacitor by means of a sintered layer.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/49104 A2

WO 02/49104 A2



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**(57) Zusammenfassung:** Ein erfindungsgemäßes elektronisches Leistungsmodul besteht aus mindestens einem elektronischen Leistungselement, einem DCB-Keramiksubstrat, einem Kühlkörper und mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität, wobei a) die elektronischen Leistungselemente über eine Sinterschicht an ihrer Unterseite mit der oberen Kupferschicht des DCB-Keramiksubstrates verbunden sind, b) die obere Kupferschicht des DCB-Keramiksubstrates zur elektrischen Kontaktierung der Leistungselemente in Kupferleiterbahnen strukturiert ist, c) die untere Kupferschicht des DCB-Keramiksubstrates über eine Sinterschicht mit einem Kühlkörper verbunden ist, d) die Oberseiten der Leistungselemente über eine Sinterschicht mit einer zusätzlichen Wärmekapazität verbunden sind.

WO 02/49104

PCT/EP01/14058

i

Leistungsmodul mit verbessertem transienten Wärmewiderstand

Die Erfindung betrifft einen Aufbau aus einem elektronischen Leistungselement, wie z.B. einem Hochleistungsrichter, einem IGBT, einem Leistungs-MOSFET, Leistungsdioden oder Kombinationen von Leistungselementen auf einer DCB-Keramik. Die DCB-  
5 Keramik des Leistungselementes wird direkt mit einem Kühlkörper gekühlt, um die Verlustleistung des Leistungselementes abzuführen.

Um den Wärmewiderstand zwischen Leistungselement und elektrischer Kontaktschicht zu verringern hat man in der EP 0 242 626 B1 vorgeschlagen, die Leistungselemente an ihrer Unterseite mit einer Paste zu versehen, die in einem Lösungsmittel ein Metallpulver,  
10 vorzugsweise ein Silberpulver enthält, und diese vorbehandelten Leistungselemente mit Hilfe eines Drucksinterverfahrens mit einer flächig ausgebildeten Kontaktschicht zu verbinden. Durch die flächig ausgebildeten Kontakte sowie durch die Verwendung von hochwärmeleitfähigem Silber zu Kontaktierung konnte der Wärmeübergang zwischen Leistungselement und Kontaktierungsschicht verbessert werden.

15 Weitere Verbesserungen der Kühlung von Leistungselementen gelangen in der Vergangenheit mit sogenannten DCB-Keramiken (DCB = Direct Copper Bonding). In der DE 197 00 963 A1 wird hierzu vorgeschlagen auf ein beidseitig mit Kupfer kaschiertes Keramiksubstrat die Leistungselemente auf die Oberseite der DCB-Keramik zu löten und die Unterseite der DCB-Keramik auf eine als Schaltungsträger wirkende Metallplatte zu löten. Diese  
20 Metallplatte gibt die Verlustwärme an ein angeschlossenes Kühlsystem weiter. Die obere Kupferschicht der DCB-Keramik wird strukturiert (unterbrochen) wodurch Leiterbahnen zur Kontaktierung der Leistungselemente an ihrer Unterseite gebildet werden. Die weitere Kontaktierung der Leistungselemente erfolgt an deren Oberseite mit Bonddrähten.

Wollte man die Vorzüge beider vorbeschriebenen Prozesse, einmal das Drucksintern von  
25 Leistungselementen auf eine Kontaktierungsschicht und zum anderen das Auflöten einer DCB-Keramik auf eine Metallplatte zur weiteren Verbindung der Metallplatte an ein Kühlsystem miteinander kombinieren, so müßten mindestens zwei verschiedene Prozeßtechnolo-

WO 02/49104

PCT/EP01/14058

2

gien für den Aufbau eines Leistungsbau-elementes eingesetzt werden, nämlich Drucksintern und Löten. Zur Herstellung der Verbindung an ein Kühlsystem wird in der Regel noch eine weitere Prozeßtechnologie notwendig, da die metallische Grundplatte des Leistungsbau-elementes in herkömmlicher Weise mit einer Wärmeleitpaste an das Kühlsystem angeschlossen wird. Der Einsatz mehrerer, verschiedener Prozeßtechnologien in der Aufbau- und Verbindungstechnik von Leistungsbau-elementen macht den Herstellungsprozeß der Leistungsbau-elemente jedoch aufwendig und teuer.

Ausgehend von dem vorbeschriebenen Stand der Technik stellt sich die erfindungsgemäße Aufgabe ein Leistungsmodul mit einem verbesserten thermischen Verhalten anzugeben, das gegenüber thermischen Lastwechseln weitgehend unempfindlich ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Leistungsmodul, dessen Aufbau lediglich mit dem Drucksinterverfahren verbunden ist. Zur zusätzlichen Verbesserung des transienten thermischen Verhaltens werden die Leistungsbau-elemente mit zusätzlichen Wärmekapazitäten bestückt.

- 15 Ein erfindungsgemäßes elektronisches Leistungsmodul besteht aus mindestens einem elektronischen Leistungsbau-element, einem DCB-Keramiksubstrat, einem Kühlkörper und mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität, wobei
- a) die elektronischen Leistungsbau-elemente über eine Sinterschicht an ihrer Unterseite mit der oberen Kupferschicht des DCB-Keramiksubstrates verbunden sind,
  - 20 b) die obere Kupferschicht des DCB-Keramiksubstrates zur elektrischen Kontaktierung der Leistungsbau-elemente in Kupferleiterbahnen strukturiert ist,
  - c) die untere Kupferschicht des DCB-Keramiksubstrates über eine Sinterschicht mit einem Kühlkörper verbunden ist,
  - d) die Oberseiten der Leistungsbau-elemente über eine Sinterschicht mit einer zusätzlichen
  - 25 Wärmekapazität verbunden sind.

WO 02/49104

PCT/EP01/14058

3

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Leistungsmoduls sind in den Unteransprüchen enthalten.

Mit der Erfindung werden hauptsächlich die folgenden Vorteile erzielt:

- Durch den Verzicht auf eine metallische Grundplatte, die im herkömmlichen Modulaufbau von Leistungsmodulen eingesetzt wird, um das Modul auf einen Kühlkörper zu montieren, wird die Wärmeabfuhr der Verlustwärme aus den Leistungsbau-elementen in den Kühlkörper verbessert. Die direkte Verbindung der DCB-Keramik mit einem Kühlkörper verbessert den stationären thermischen Widerstand des erfindungsgemäßen Leistungsmoduls gegenüber herkömmlichen Aufbauten um bis zu 50 %.
- 10 Durch das verringerte Volumen des Aufbaus aufgrund des Verzichts auf eine herkömmliche Grundplatte, verringert sich auch die Wärmekapazität des Aufbaus, was für das transiente thermische Verhalten von Bedeutung ist. Um die verbesserten Wärmedurchgänge des erfindungsgemäßen Leistungsmoduls auch bei transienten Wärmebelastungen optimal auszunutzen, enthält das Leistungsmodul zusätzliche Wärmekapazitäten an der Oberfläche der Leistungsbau-elemente. Hierdurch werden kurzzeitig auftretende Spitzenwerte der thermischen Verlustleistung in den Wärmekapazitäten zwischengepuffert und dadurch das transiente thermische Verhalten des Leistungsmoduls verbessert. Durch die direkt an den Leistungsbau-elementen angeordneten Wärmekapazitäten wird der transiente thermische Widerstand des Leistungsmoduls um 25 –30% verringert, vorzugsweise halbiert.
- 15
- 20 Die durchgehende Verwendung des Drucksinterverfahrens als Verbindungstechnik für den Aufbau des Leistungsmoduls erhöht gegenüber einem in konventioneller Löttechnik aufgebauten Leistungsmodul entscheidend dessen Lastwechselfestigkeit gegenüber thermischen Lastwechseln. Bei thermischen Lastwechseln im Temperaturbereich von minus 55°C bis 125°C kann mit einem in Drucksinterverbindungstechnik aufgebauten Leistungsmodul eine
- 25 Steigerung der Lastwechselfestigkeit um mindestens dem Faktor 12 gegenüber einem im Lötverbindung aufgebauten Leistungsmodul erzielt werden.

Im Gegensatz zu Weichlötprozessen entsteht die Sinterverbindung infolge einer Festkörperreaktion. Das hat zur Folge, daß die Drucksinterverbindung, die bei einer Prozesstemperatur im Bereich von 215 °C bis 250°C hergestellt wird, bei gleichen oder sogar deutlich höheren Betriebstemperaturen eingesetzt werden kann. Einerseits ist daher eine nachfolgende Montage von Komponenten bei gleicher Prozeßtemperatur möglich, so daß Probleme wie das Löten mit Loten unterschiedlicher Schmelztemperatur entfallen. Andererseits ist die Drucksinter-  
5 technik auch für den Aufbau zukünftiger Leistungsbauelementengenerationen auf SiC-Basis (Siliziumkarbid-Basis) einsetzbar, ohne daß hierzu Modifikationen in der Prozeßtechnologie notwendig sind.

Ein weiterer Vorteil liegt in der Qualität einer Drucksinterverbindung. Insbesondere bei großen Flächen sind in Lötverbindungen oftmals Lunker (Luft einschüsse) vorhanden. Teilweise nehmen die Lunker bis zu 50% der Lotverbindung ein und verursachen somit einen Anstieg des thermischen Widerstandes. Die Drucksinterverbindung läßt sich dagegen auch für große Flächen mit geringer Schichtdicke von kleiner 30 Mikrometern in lunkerfreier Qualität fertigen.  
15

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand von Zeichnungen dargestellt und näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1 einen schematischen Aufbau eines wassergekühlten erfindungsgemäßen Leistungsmoduls mit oberseitig montierten Wärmekapazitäten aus Molybdaen,

20 Fig.2 einen schematischen Aufbau eines wassergekühlten erfindungsgemäßen Leistungsmoduls mit oberseitig montierter DCB-Keramik,

In Fig. 1 sind zwei elektronische Leistungsbauelemente 1, vorzugsweise Halbleiterleistungsbauelemente, mit einer Drucksinterschicht 2 auf einer Kupferschicht 3 aufgebracht. Die Kupferschicht 3 dient der elektrischen Kontaktierung der Leistungsbauelemente an deren Unter-  
25 seite. Hierzu kann die Kupferschicht zur Ausbildung mehrerer getrennter Leiterbahnen

WO 02/49104

PCT/EP01/14058

5

strukturiert oder unterbrochen sein. Dadurch können auch mehrere Leistungsbaulemente unabhängig von einander kontaktiert werden. Die Kupferschicht 3 ist Bestandteil einer sogenannten DCB-Keramik ( Direct Copper Bonding Keramik). Die DCB-Keramik besteht aus einer oberen Kupferschicht 3, einer Keramikschicht 4 und einer unteren Kupferschicht 5. Die Keramikschicht 4 ist beispielsweise aus Aluminiumoxid, vorzugsweise aus  $Al_2O_3$ , gebildet. Die untere Kupferschicht dient der weiteren Verbindung des Aufbaus mit einem Kupferkühlkörper 6. Auch diese Verbindung wird mit einer weiteren Drucksinterschicht 7 hergestellt. Vorzugsweise ist der Kupferkühlkörper mit Kühlkanälen 8 ausgestaltet, so daß auch hohe Verlustleistungen mit einem Kühlmedium, das in den Kühlkanälen fließt, abgeführt werden können. Der Kupferkühlkörper 6 übernimmt hauptsächlich die stationäre Kühlung der Leistungsbaulemente 1. Für kurzzeitig auftretende transiente Wärmebelastungen der Leistungsbaulemente sind an der Oberseite der Leistungsbaulemente zusätzliche Wärmekapazitäten 9,9a,9b angebracht. Auch diese Wärmekapazitäten sind mit einer Drucksinterschicht 10 auf den Leistungsbaulementen 1 angebracht. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Wärmekapazitäten 9 aus Molybdaen gefertigt.

Die Drucksinterverbindungsschichten 2,7,10 werden hergestellt, indem auf mindestens eine der jeweilig zu verbindenden Flächen ein in einem Lösungsmittel aufgeschlämmtes Silberpulver aufgebracht wird. Anschließend wird das Aufschlämmittel bei einer Temperatur von 150°C bis 250°C verdampft. Die zu verbindenden Flächen werden aufeinander gelegt und die Silberschicht wird bei 215 ° C bis 250 ° C und 40 Mpa über eine Dauer von 1 bis 2 Minuten in einer Presse versintert. In der Presse wird der Druck über einen Silikonkautschuk an die Bauelemente angekoppelt um hydrostatische Verhältnisse zu erreichen.

Die zu verbindenden Flächen müssen für die Anwendung von Drucksinterverfahren oxydfrei sein. Es empfiehlt sich deshalb vor dem Verbinden der Flächen eine entsprechende Behandlung der Flächen um eventuell vorhandene Oxydschichten zu entfernen. Ein andere Möglichkeit ist es, die miteinander zu verbindenden Bauteile jeweils mit einer Edelmetallschicht, wie Silber oder Gold, zu metallisieren. Ein Vergoldung verhindert zuverlässig auch über eine längere Lagerzeit der einzelnen Bauteile das Entstehen von Oxydschichten auf den Oberflächen der Bauteile. In einer besonders bevorzugten Ausführung eines Leistungsmoduls sind

WO 02/49104

PCT/EP01/14058

6

deshalb, die Leistungsbaulemente 1, die DCB-Keramik 3,4,5, der Kupferkühlkörper 6 sowie die Wärmekapazitäten 9,9a,9b,12 jeweils vergoldet.

Zur weiteren Kontaktierung der Leistungsbaulemente an deren Oberseite können auf die Wärmekapazitäten 9, 9a, 9b elektrische Kontakte 11a, 11b angebracht sein. Falls mehrere Kontakte an der Oberseite angebracht werden sollen, empfiehlt es sich, auch mehrere getrennte Wärmekapazitäten an der Oberseite anzubringen, da ansonsten die verschiedenen Kontakte 11a, 11b durch eine einzige Wärmekapazität aus Molybdaen kurzgeschlossen würden. Die zusätzlichen Kontakte an der Oberseite des Leistungsmoduls können in herkömmlicher Bonddrahttechnologie ausgeführt werden. Ein Aufschmelzen der Drucksinterschichten im Leistungsmodulaufbau ist hierbei, wie eingangs erläutert, nicht zu befürchten. Wann immer möglich empfiehlt sich jedoch auch für die Kontakte 11a, 11b die Drucksinter-technik. In der Fig. 1 sind die oberen elektrischen zusätzlichen Kontakte 11a, 11b deshalb als Kupferlaschen ausgebildet, die ebenfalls im Drucksinterverfahren mit dem Leistungsmodul verbunden sind. Auf eine Darstellung der herkömmlichen Bonddrahtkontaktierungen wurde verzichtet.

15 Flächige Drucksinterverbindungen der Kupferlaschen an den Molybdaen-Wärmekapazitäten fördern zusätzlich die Wärmeableitung aus den Wärmekapazitäten in die Kupferlaschen.

In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 sind die drei getrennten Molybdaen-Wärmekapazitäten aus Fig. 1 durch eine einteilige Wärmekapazität 12 in Form einer DCB-Keramik ersetzt. Auch diese DCB-Keramik ist aus einer unteren Kupferschicht 13, einer Keramikschicht 14 und einer oberen Kupferschicht 15 gebildet. Auch in diesem Ausführungsbeispiel ist die einteilige Wärmekapazität 12 mit Drucksinterschichten 10 an der Oberseite der elektronischen Leistungsbaulemente 1 angebracht. Zur Kontaktierung der Leistungsbaulemente 1 an deren Oberseite, kann die untere Kupferschicht 13 der DCB-Keramik strukturiert und unterbrochen sein, so daß in der Kupferschicht Leiterbahnen zur getrennten Kontaktierung der Leistungsbaulemente gebildet werden. Die Ausbildung einer einteiligen Wärmekapazität hat Vorteile beim Aufbau des Leistungsmoduls, da lediglich ein Bauteil mit der Oberseite der Leistungsbaulemente verbunden werden muß. Der Einsatz der oberseitig montierten DCB-Keramik zur elektrischen Verschaltung der Leistungsbaulemente ergibt zudem eine niederinduktive Kontaktierung der Leistungsbaulemente, so daß Schaltverluste vermin-

WO 02/49104

PCT/EP01/14058

7

dert werden und die Schaltzeiten der Leistungsbaulemente verkürzt werden. Die DCB- Keramiken sind bevorzugt mit Aluminium-Silizium-Karbid ( AlSiC) Keramiken gebildet.

Laborversuche haben ergeben, daß für die Molybdaen-Wärmekapazitäten aus dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 Schichtdicken von 2 Millimetern bis 3 Millimetern besonders vorteilhaft sind. Mit Molybdaen- Wärmekapazitäten einer Stärke von 2 Millimetern läßt sich sowohl der transiente thermische Widerstand, als auch der stationäre thermische Widerstand, eines erfindungsgemäßen Leistungsmoduls im Vergleich zu einem herkömmlich aufgebauten Leistungsmodul in Lötverbindungstechnik und ohne zusätzliche Wärmekapazitäten halbieren. Der transiente thermische Widerstand ist hierbei definiert als das Verhältnis des maximalen Temperaturhubes des Leistungsbauelementes bei einer transienten Wärmebelastung zur zeitlichen gemittelten stationären Verlustleistung. Die Halbierung der thermischen Widerstände erlaubt die Verdoppelung der Verlustleistungsdichte, mit der der erfindungsgemäße Leistungsmodul im Vergleich mit einem herkömmlichen Leistungsmodul betrieben werden kann.

Auch mit der oberseitig angeordneten Wärmekapazität aus DCB-Keramik entsprechend dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 werden die thermischen Widerstände deutlich verbessert. Um für eine Wärmekapazität aus DCB-Keramik eine Halbierung der thermischen Widerstände zu erzielen, muß jedoch zwischen der oberseitig angeordneten DCB-Keramik und den Leistungsbaulementen eine 0,8 Millimeter starke Molybdaenschicht angebracht werden.

Ein im Drucksinterverfahren aufgebautes Leistungsmodul ist besonders geeignet zum Einsatz in hohen Umgebungstemperaturen und bei Umgebungsbedingungen, bei denen viele thermische Lastwechsel stattfinden. Eine Umgebung mit für Halbleiterbauelemente hohen Temperaturen und mit häufigen thermischen Lastwechseln findet sich beispielsweise in der unmittelbaren Umgebung einer Verbrennungsmaschine, beispielsweise im Motorraum eines Kraftfahrzeuges. In dieser Anwendung sind die Leistungsbaulemente vorteilhafterweise SiC-Leistungsbaulemente. Siliziumkarbid basierte Halbleiterbauelemente weisen die notwendige thermische Stabilität für Hochtemperaturanwendungen bis ca 250 °C auf.

Patentansprüche

1. Elektronisches Leistungsmodul bestehend aus mindestens einem elektronischen Leistungsbauelement (1), einem DCB-Keramiksubstrat (3,4,5), einem Kühlkörper (6) und  
5 mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität (9,9a,9b, 12), wobei
- a) die elektronischen Leistungsbauelemente (1) über eine Sinterschicht (2) an ihrer Unterseite mit der oberen Kupferschicht (3) des DCB-Keramiksubstrates verbunden sind,  
b) die obere Kupferschicht (3) des DCB-Keramiksubstrates zur elektrischen Kontaktierung der Leistungsbauelemente (1) in Kupferleiterbahnen strukturiert ist,  
10 c) die untere Kupferschicht (5) des DCB-Keramiksubstrates über eine Sinterschicht (7) mit einem Kühlkörper verbunden ist,  
d) die Oberseite der Leistungsbauelemente (1) über eine Sinterschicht (10) mit mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität (9,9a,9b,12) verbunden sind.
- 15 2. Leistungsmodul nach Anspruch 1, bei dem die Sinterschichten (2,7,10) im Drucksinterverfahren bei Temperaturen im Bereich von 210 °C bis 250°C und einem Druck von 40 Megapascal hergestellt sind.
3. Leistungsmodul nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die zusätzlichen Wärmekapazitäten  
20 (9,9a,9b) aus Molybdaen sind.
4. Leistungsmodul nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die zusätzliche Wärmekapazität (12) eine DCB-Keramik ist.
- 25 5. Leistungsmodul nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die zusätzliche Wärmekapazität (9, 9a, 9b, 12) aus dem Verbundwerkstoff AlSiC gebildet sind.
6. Leistungsmodul nach Anspruch 4, bei dem zwischen der Wärmekapazität (12) und den Leistungsbauelementen (1) jeweils eine Molybdaenschicht angeordnet ist.

WO 02/49104

PCT/EP01/14058

9

7. Leistungsmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsbau-  
elemente (1) jeweils über die zusätzlichen Wärmekapazität (9,9a,9b,12) an ihrer Ober-  
seite kontaktiert werden.
- 5 8. Leistungsmodul nach Anspruch 7, bei dem die Kontaktierung der Leistungsbau-  
elemente (1) an ihrer Oberseite mittels Bonddrahtkontaktierung erfolgt.
9. Leistungsmodul nach Anspruch 7, bei dem die Kontaktierung der Leistungsbau-  
elemente (1) mittels Kupferlaschen (11a,11b) erfolgt, die mit einer Sinterschicht mit den zusätzli-  
10 chen Wärmekapazitäten (9a,9b) verbunden sind.
10. Leistungsmodul nach Anspruch 7, bei dem die Kontaktierung der Leistungsbau-  
elemente (1) mittels der unteren Kupferschicht (13) der zusätzlichen Wärmekapazität (12) erfolgt,  
die als DCB-Keramik ausgebildet ist.
- 15 11. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem der Kühlkörper (6) ein  
Kupferkühlkörper ist.
12. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem der Kühlkörper (6) zusätz-  
20 lich  
Kühlkanäle (8) aufweist, in denen ein Kühlmedium zur Aufnahme der Verlustwärme der  
Leistungsbau-  
elemente (1) fließt.
13. Leistungsmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem die Leistungsbau-  
25 elemente (1) SiC-Leistungsbau-  
elemente sind.

30

WO 02/49104

PCT/EP01/14058

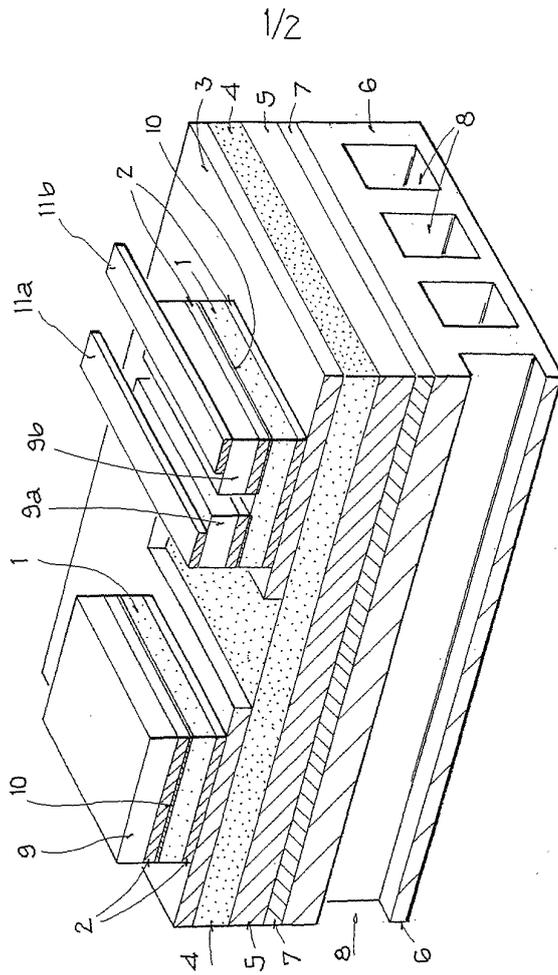
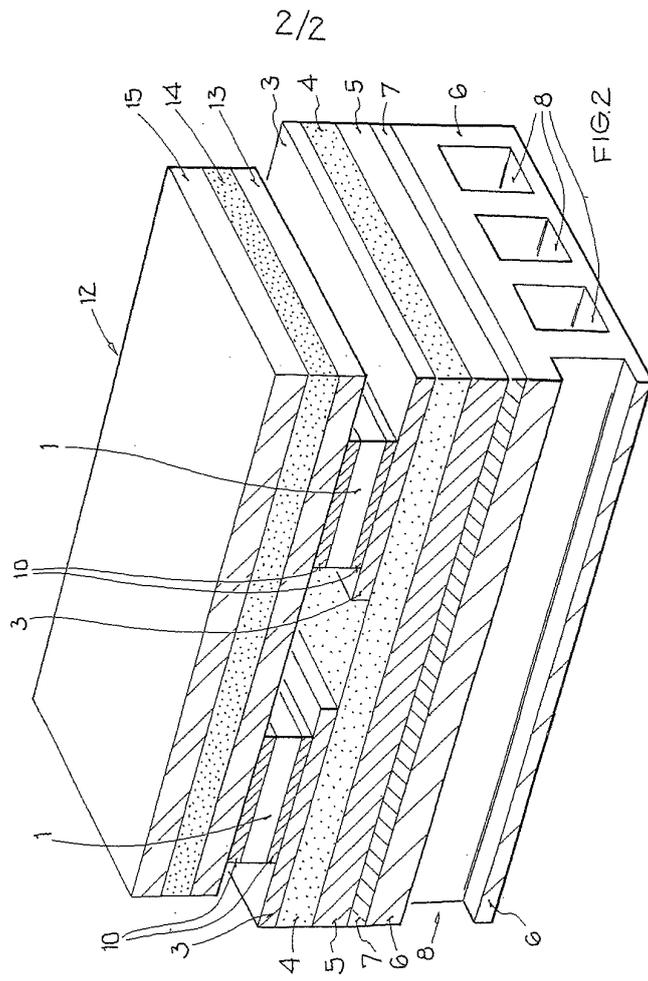


FIG.1

WO 02/49104

PCT/EP01/14058



【国際公開パンフレット(コレクション)】

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
20. Juni 2002 (20.06.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/049104 A3

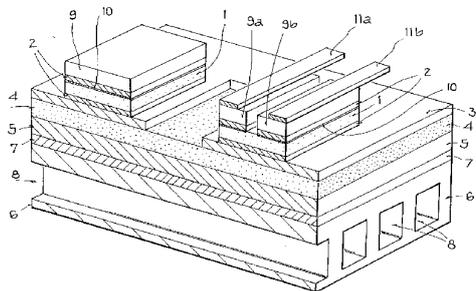
- (51) Internationale Patentklassifikation: **H01L 23/373, 23/42** [DE/DE]; Bundschuhweg 13, 13465 Berlin (DE); **PALM, Gerhard** [DE/DE]; Backhausweg 2, 38173 Siedte (DE); **THOBEN, Markus** [DE/DE]; Spiessstrasse 78, 63071 Offenbach (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/14058
- (22) Internationales Anmeldedatum: 1. Dezember 2001 (01.12.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 62 108.2 13. Dezember 2000 (13.12.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse 25, 70567 Stuttgart (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **DAIMLERCHRYSLER AG**; Eschbach, Arnold, Intellectual Property Management, Postfach 35 35, 74025 Heilbronn (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IT, LI, MC, NL, PT, SE, TR).
- Veröffentlicht: mit internationalem Recherchenbericht

- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **TADROS, Yehia**
- (88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 4. September 2003

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POWER MODULE HAVING IMPROVED TRANSIENT THERMAL IMPEDANCE

(54) Bezeichnung: LEISTUNGSMODUL MIT VERBESSERTEM TRANSIENTEN WÄRMEWIDERSTAND



(57) Abstract: The invention relates to an electronic power module consisting of at least one electronic power component, a DCB ceramic substrate, a cooling body and at least one additional heat capacitor. According to the invention, a) the electronic power components are connected, on their lower layer, to the upper copper layer of the DCB ceramic substrate by means of a sintered layer, b) the upper copper layer of the DCB ceramic substrate is structured in the form of copper strip conductors for electrically contacting the power components, c) the lower copper layer of the DCB ceramic substrate is connected to a cooling body by means of a sintered layer, and d) the upper sides of the power components are connected to an additional heat capacitor by means of a sintered layer.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 02/049104 A3

---

**WO 02/049104 A3** 

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Ein erfindungsgemäßes elektronisches Leistungsmodul besteht aus mindestens einem elektronischen Leistungselement, einem DCB-Keramiksubstrat, einem Kühlkörper und mindestens einer zusätzlichen Wärmekapazität, wobei a) die elektronischen Leistungselemente über eine Sinterschicht an ihrer Unterseite mit der oberen Kupferschicht des DCB-Keramiksubstrates verbunden sind, b) die obere Kupferschicht des DCB-Keramiksubstrates zur elektrischen Kontaktierung der Leistungselemente in Kupferleiterbahnen strukturiert ist, c) die untere Kupferschicht des DCB-Keramiksubstrates über eine Sinterschicht mit einem Kühlkörper verbunden ist, d) die Oberseiten der Leistungselemente über eine Sinterschicht mit einer zusätzlichen Wärmekapazität verbunden sind.

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inte nal Application No PCT/EP 01/14058
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01L23/373 H01L23/42		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01L H05K G06F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 376 478 A (YORK INT CORP) 4 July 1990 (1990-07-04) column 7, line 4 -column 10, line 19; figure 6	1-13
Y	DE 197 00 963 A (TELEFUNKEN MICROELECTRON) 16 July 1998 (1998-07-16) cited in the application column 2, line 67 -column 3, line 34; figure 1	1-13
A	EP 0 901 166 A (ABB RESEARCH LTD) 10 March 1999 (1999-03-10) paragraph '0019! - paragraph '0036!; figures 1,4	1-13
	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claims) or which is cited to establish the publication date of another citation or of special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 8 April 2003		Date of mailing of the international search report 16/04/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-2016		Authorized officer Krause, J

Form PCT/ISA210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/EP 01/14058
--------------------------------------------------

C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 862 209 A (SCHULZ HARDER JUERGEN) 2 September 1998 (1998-09-02) column 2, line 23 -column 4, line 21; figures 1,4 ---	1-13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 091 (E-241), 26 April 1984 (1984-04-26) -& JP 59 009953 A (MEIDENSHA KK), 19 January 1984 (1984-01-19) abstract ---	1-13
A	US 5 966 291 A (GEIGER KURT ET AL) 12 October 1999 (1999-10-12) column 2, line 63 -column 4, line 8; figure 1 ---	1-6,12
A	DE 196 47 590 A (ABB RESEARCH LTD) 20 May 1998 (1998-05-20) column 3, line 33 -column 4, line 19; figure 2 ---	1-6
A	FR 2 786 657 A (ALSTOM TECHNOLOGY) 2 June 2000 (2000-06-02) page 4, line 18 -page 6, line 14; figure 4 ---	1,11

Form PCT/ISA/210 (continuation of previous sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No  
PCT/EP 01/14058

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0376478	A	04-07-1990	US 4965658 A 23-10-1990
			AU 614888 B2 12-09-1991
			AU 4553389 A 05-07-1990
			DE 68923779 D1 14-09-1995
			DE 68923779 T2 22-02-1996
			EP 0376478 A2 04-07-1990
			JP 2828294 B2 25-11-1998
			JP 3001565 A 08-01-1991
			KR 9706207 B1 24-04-1997
			DE 19700963
WO 9832213 A2 23-07-1998			
EP 1008231 A2 14-06-2000			
JP 2001508240 T 19-06-2001			
US 6344973 B1 05-02-2002			
US 2002008967 A1 24-01-2002			
EP 0901166	A	10-03-1999	DE 19735531 A1 18-02-1999
			CN 1208960 A 24-02-1999
			DE 59802689 D1 21-02-2002
			EP 0901166 A1 10-03-1999
			JP 11121691 A 30-04-1999
EP 0862209	A	02-09-1998	DE 19708363 C1 05-11-1998
			DE 19753148 A1 15-07-1999
			DE 19758452 A1 10-09-1998
			EP 0862209 A2 02-09-1998
			JP 10256689 A 25-09-1998
			US 6207221 B1 27-03-2001
JP 59009953	A	19-01-1984	NONE
US 5966291	A	12-10-1999	DE 19645636 C1 12-03-1998
			DE 59703503 D1 13-06-2001
			EP 0841843 A1 13-05-1998
			JP 10178151 A 30-06-1998
DE 19647590	A	20-05-1998	DE 19647590 A1 20-05-1998
FR 2786657	A	02-06-2000	FR 2786657 A1 02-06-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Internationales Aktenzeichen PCT/EP 01/14058
<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 H01L23/373 H01L23/42		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RESEARCHIERTE GEBIETE</b> Recherchiertes Mindestprüfobjekt (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 H01L H05K G06F		
Recherchegebiete aber nicht zum Mindestprüfobjekt gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Bez. Anspruch Nr.
Y	EP 0 376 478 A (YORK INT CORP) 4. Juli 1990 (1990-07-04) Spalte 7, Zeile 4 - Spalte 10, Zeile 19; Abbildung 6	1-13
Y	DE 197 00 963 A (TELEFUNKEN MICROELECTRON) 16. Juli 1998 (1998-07-16) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 67 - Spalte 3, Zeile 34; Abbildung 1	1-13
A	EP 0 901 166 A (ABB RESEARCH LTD) 10. März 1999 (1999-03-10) Absatz '0019! - Absatz '0036!; Abbildungen 1,4	1-13
---		
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besondere Rückschlüsse anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum eines anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Ausstellung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindereischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindereischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. April 2003		16/04/2003
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 6816 Patentstr. 2 NL - 2280 SV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-3036		Bevollmächtigter Beauftragter  Krause, J

Formblatt PCT/ISA/110 (Blatt 2) (Juli 1999)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Inte nales Aktenzeichen PCT/EP 01/14058
C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 862 209 A (SCHULZ HARDER JUERGEN) 2. September 1998 (1998-09-02) Spalte 2, Zeile 23 -Spalte 4, Zeile 21; Abbildungen 1,4 ---	1-13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 091 (E-241), 26. April 1984 (1984-04-26) -& JP 59 009953 A (MEIDENSHA KK), 19. Januar 1984 (1984-01-19) Zusammenfassung ---	1-13
A	US 5 966 291 A (GETGER KURT ET AL) 12. Oktober 1999 (1999-10-12) Spalte 2, Zeile 63 -Spalte 4, Zeile 8; Abbildung 1 ---	1-6,12
A	DE 196 47 590 A (ABB RESEARCH LTD) 20. Mai 1998 (1998-05-20) Spalte 3, Zeile 33 -Spalte 4, Zeile 19; Abbildung 2 ---	1-6
A	FR 2 786 657 A (ALSTOM TECHNOLOGY) 2. Juni 2000 (2000-06-02) Seite 4, Zeile 18 -Seite 6, Zeile 14; Abbildung 4 -----	1,11

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter  
alles Aktenzeichen  
PCT/EP 01/14058

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0376478	A	04-07-1990	US 4965658 A 23-10-1990
			AU 614888 B2 12-09-1991
			AU 4553389 A 05-07-1990
			DE 68923779 D1 14-09-1995
			DE 68923779 T2 22-02-1996
			EP 0376478 A2 04-07-1990
			JP 2828294 B2 25-11-1998
			JP 3001565 A 08-01-1991
			KR 9706207 B1 24-04-1997
			DE 19700963
			WO 9832213 A2 23-07-1998
			EP 1008231 A2 14-06-2000
			JP 2001508240 T 19-06-2001
			US 6344973 B1 05-02-2002
			US 2002008967 A1 24-01-2002
EP 0901166	A	10-03-1999	DE 19735531 A1 18-02-1999
			CN 1208960 A 24-02-1999
			DE 59802689 D1 21-02-2002
			EP 0901166 A1 10-03-1999
			JP 11121691 A 30-04-1999
EP 0862209	A	02-09-1998	DE 19708363 C1 05-11-1998
			DE 19753148 A1 15-07-1999
			DE 19758452 A1 10-09-1998
			EP 0862209 A2 02-09-1998
			JP 10256689 A 25-09-1998
			US 6207221 B1 27-03-2001
JP 59009953	A	19-01-1984	KEINE
US 5966291	A	12-10-1999	DE 19645636 C1 12-03-1998
			DE 59703503 D1 13-06-2001
			EP 0841843 A1 13-05-1998
			JP 10178151 A 30-06-1998
DE 19647590	A	20-05-1998	DE 19647590 A1 20-05-1998
FR 2786657	A	02-06-2000	FR 2786657 A1 02-06-2000

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (Juli 1992)

フロントページの続き

(72)発明者 マルクス・トーベン

ドイツ連邦共和国 63071 オッフェンバッハ、シュピースシュトラッセ78