



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 03 084 B4** 2006.08.03

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 03 084.3**
(22) Anmeldetag: **24.01.2001**
(43) Offenlegungstag: **01.08.2002**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **03.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 23/488** (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01)
H01L 23/14 (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01)

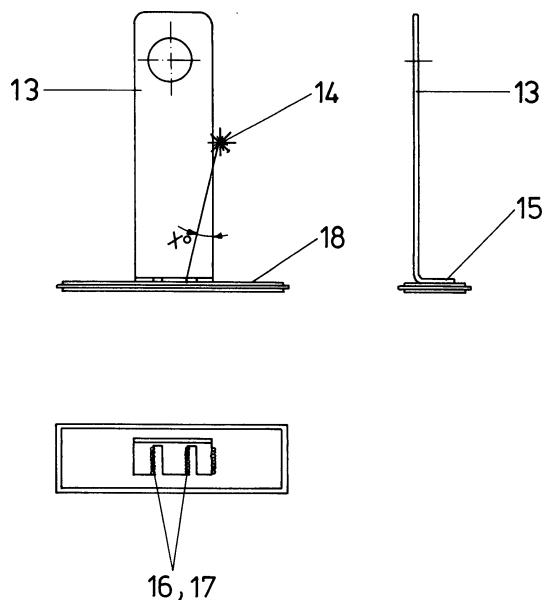
Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE
(74) Vertreter:
Westphal, Mussnug & Partner, 80336 München
(72) Erfinder:
Ferber, Gottfried, 59581 Warstein, DE; Pelmer, Reimund, 59494 Soest, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 197 13 656 A1
DE 42 39 598 A1
US 59 38 952
US 55 17 059
JP 06-2 54 690 A
JP 04-1 62 641 A1
JP 03-0 44 954 A
TR Transfer, Nr. 17, 1995, S. 16-19;

(54) Bezeichnung: **Halbleitermodul und Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Hauptanspruch: Halbleitermodul mit wenigstens einem Halbleiterbauelement (1), das unmittelbar auf einem Trägerkörper (2) angeordnet ist, welcher eine Isolationskeramik (3) und eine auf deren dem Halbleiterbauelement (1) zugewandten Oberseite angeordnete, mit der Isolationskeramik (3) fest verbundene Metallschicht (4) aufweist, wobei der Trägerkörper (2) als DCB-Substrat oder AMB-Substrat ausgebildet ist und wenigstens ein Anschlussleiter (7, 13) des Halbleitermoduls mit der Metallschicht (4, 18) mittels Laserschweißen verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlussleiter (7, 13) einen Fuß (15) aufweist, der mit einem oder mehreren Schlitzten (16, 17) versehen ist.



Beschreibung

[0001] In elektrischen und elektronischen Geräten werden die entsprechenden Elektronikschaltungen üblicherweise modular aufgebaut, d.h. aus einzelnen oder Gruppen von Halbleiterbauelementen die jeweils auf einem gemeinsamen Träger angeordnet sind und die zu vereinfachten Montage des Gerätes vorgefertigt werden können. Module können im Schadensfall auch leichter ausgetauscht werden als einzelne Bauelemente bzw. ganze Schaltungen.

[0002] Beim Bau und Entwurf solcher Halbleitermodule wird eine stabile, zuverlässige und kostengünstige Gestaltung angestrebt. Dies beinhaltet auch eine möglichst kleine Baugröße, der Module. Dabei ist insbesondere auch die mechanische Stabilität sowie die Möglichkeit der Abfuhr der anfallenden Verlustwärme in Betracht zu ziehen.

[0003] Typischerweise, werden als Trägerkörper für derartige Halbleitermodule Isolationskeramiken verwendet, die auf wenigsten ihrer den Halbleiterbauelementen zugewandten Oberseite eine Metallschicht aufweisen, die beispielsweise in Form von Leiterbahnen ausgestaltet sein kann.

[0004] Ein Problem ist dabei die möglichst dauerhafte, stabile und gut leitende Verbindung der Anschlüsse der Halbleiterbauelemente mit der Metallschicht des Trägerkörpers.

[0005] Die Erfindung bezieht sich auf ein Halbleitermodul mit wenigstens einem Halbleiterbauelement, das unmittelbar auf einem Trägerkörper angeordnet ist, welcher eine Isolationskeramik und eine, auf der dem Halbleiterbauelement zugewandten Oberseite angeordnete und mit der Isolationskeramik festgebundene Metallschicht aufweist.

Stand der Technik

[0006] Aus der DE 195 27 611 A1 ist ein Halbleitermodul mit einem DCB-Substrat bekannt, auf dem wenigstens ein Teil eines Lead-Frames als Anschlussleiter mittels Laserschweißen angebracht ist. Aus der WO 00/55917 A1 geht ein Halbleitermodul hervor, bei dem ein Anschlussleiter mit einem DCB-Substrat mittels Schweißen befestigt ist.

Aufgabenstellung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei derartigen Halbleitermodulen eine feste und dauerhaft gut elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Halbleiterbauelement (IN) und der Metallschicht des Trägerkörpers zu schaffen.

[0008] Die Aufgabe wird durch ein Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8 gelöst, wobei we-

nigstens ein Anschlussleiter eines Halbleitermoduls mit der Metallschicht mittels Laserschweißen verbunden ist und der Anschlussleiter einen Fuß aufweist, der mit einem oder mehreren Schlitzten versehen ist.

[0009] Zur Verbindung der Anschlussleiter des Halbleitermoduls mit einer Metallschicht eines Trägerkörpers ist bislang bekannt, die Anschlussleiter mit der Metallschicht zu verlöten oder die Anschlussleiter als Bonddrähte auszubilden, die mittels einer Bondtechnik sowohl mit dem Halbleiterbauelement als auch mit der Metallschicht verbunden werden.

[0010] Bei Anwendung der Löttechnik ergibt sich eine mechanische, feste Verbindung die etwa in den Halbleiterbauelemente anfallenden Verlustwärme zu den Trägerkörper gut ableitet. Jedoch ist die Lötverbindung anfällig gegen mechanische Wechselbelastungen und kann sich mit der Zeit lösen.

[0011] Eine Bondverbindung ist wesentlich flexibler und wechsellastbeständiger als eine Lötverbindung, jedoch kann sie zur Abfuhr von Verlustleistungen von den Halbleiterbauelement kaum etwas beitragen.

[0012] Eine Schweißverbindung an dieser Stelle hat einerseits den Vorteil, sehr fest und wechsellastbeständig zu sein, andererseits auch wegen der großflächigen Verbindung des Anschlussleiters der Metallschicht einen guten Wärmeübergang zu gewährleisten. Fertigungstechnisch ist vorteilhaft, dass bei der Verbindung des Anschlussleiters mit der Metallschicht kein zusätzliches Material, beispielsweise in Form von Lot, eingebracht werden muss.

[0013] Die Anwendung der Schweißtechnik bei der Herstellung von elektrischleitenden Verbindungen innerhalb eines Halbleitermoduls ist grundsätzlich bekannt.

[0014] Wegen der geringen Baugröße der Halbleitermodule ist dabei eine sehr präzise Schweißtechnik notwendig, wie sie beispielsweise durch das Mikrolaserschweißen gegeben ist. Der Mikrolaserschweißvorgang ist dabei für die Herstellung von erfindungsgemäßen Halbleitermodulen voll automatisierbar.

[0015] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Isolationskeramik des Trägerkörpers aus Al_2O_3 besteht.

[0016] Dieser Keramik ist besonders kostengünstig und zeigt ein günstiges Isolationsverhalten sowie eine geringe thermische Ausdehnung; so dass die bei Temperaturschwankungen auftretenden mechanischen Belastungen an den Fugestellen gering gehalten werden. Dies trägt ebenfalls zur Stabilität der Schweißverbindungen bei.

[0017] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der

Erfindung liegt vor, dass die Metallschicht aus Kupfer besteht. Dies ermöglicht einen guten Wärmeübergang von den Anschlussleitern des Halbleitermoduls zu dem Trägerkörper und lässt das Herstellen einer Dauerschweißverbindung zu.

[0018] Besonders vorteilhaft ist in diesem Zusammenhang, dass der Trägerkörper als DCB-Substrat ausgebildet ist.

[0019] Ein DCB (Direct Copper Bonded)-Substrat entsteht dadurch, dass eine mit einer dünnen Oxidschicht versehenen Kupferfolie in Kontakt mit einer als Al_2O_3 Keramik gebracht und soweit erhitzt wird, dass sich an der Grenzschicht zwischen Kupfer und Keramik eine eutektische schmelzflüssige Phase ausbildet, wodurch nach Abkühlen des Verbundkörpers eine innige Verbindung zwischen der Kupferschicht und der Keramik hergestellt ist.

[0020] Durch diese feste Verbindung wird bewirkt, dass der Verbundkörper insgesamt einen thermischen Expansionskoeffizienten aufweist, der im wesentlichen gleich dem der Keramik ist.

[0021] Es ergibt sich daher insgesamt eine geringe thermische Expansion bei Temperaturänderungen. Somit werden bei Einsatz eines DCB-Substrats die Fugestellen zwischen der Metallschicht und den Anschlussleitern von Halbleitermoduls besonders gering mechanisch belastet.

[0022] Es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Isolationskeramik aus AlN oder BeO besteht.

[0023] Die Erfindung bezieht sich gemäß Ansprüchen 9 und 10 außerdem auf ein Verfahren zur Herstellung eines Halbleitermoduls nach einem der Ansprüche 1 bis 8 mit wenigstens einem Halbleiterbauelement, das unmittelbar auf einem Trägerkörper angeordnet ist, welcher eine Isolationskeramik und eine, auf der dem Halbleiterbauelement zugewandten Oberseite angeordnete und mit der Isolationskeramik fest verbundene Metallschicht aufweist.

[0024] Zur Lösung der Aufgabe, auf möglichst einfache Weise eine zuverlässige und dauerhafte Verbindung zwischen den Anschlussleitern und der Metallschicht zu schaffen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass wenigstens ein Anschlussleiter mit der Metallschicht mittels Laserschweißen verbunden wird, wobei der Anschlussleiter einen Fuß aufweist, der mit einem oder mehreren Schlitzten versehen ist.

[0025] Dieses Verfahren ist einfach schnell durchführbar und voll automatisierbar. Dabei muss im Rahmen des Fügevorgangs kein weiteres Material eingebracht werden. Die Qualität der Fugestelle lässt sich leicht kontrollieren und steuern.

[0026] Es kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass der Anschlussleiter mit der Metallschicht mittels aufeinanderfolgender Punktschweißungen verbunden wird.

[0027] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in einer Zeichnung gezeigt und nachfolgend beschrieben.

Ausführungsbeispiel

[0028] Dabei zeigt

[0029] [Fig. 1](#): schematisch im Querschnitt einen Teil eines Halbleitermoduls,

[0030] [Fig. 2](#): eine Schweißverbindung eines Anschlussleiters mit einer Metallschicht in zwei Ansichten,

[0031] [Fig. 3](#): eine Schweißverbindung in einer anderen Ausführungsform in zwei Ansichten.

[0032] [Fig. 1](#) zeigt im Grundsatz den Aufbau eines Halbleitermoduls mit einem Halbleiterbauelement **1**, das unmittelbar auf einem Trägerkörper **2** angeordnet ist. Der Trägerkörper **2** ist als DCB (Direct Copper Bonded)-Körper ausgebildet und besteht aus einer Isolationskeramik **3** aus Al_2O_3 , die auf beiden Seiten jeweils eine Kupferschicht **4**, **5** trägt, die mit der Isolationskeramik fest verbunden ist.

[0033] Das Halbleiterbauelement **1** kann direkt auf die Metallschicht **4** aufgeklebt oder aufgelötet sein. Der Anschlussleiter **7** ist in den Bereichen **8**, **9** mit der Metallschicht **4** mittels eines Mikrolasers verschweißt.

[0034] Der DCB-Körper ist durch die feste Verbindung der Metallschichten **4**, **5** mit der Isolationskeramik **3** mechanisch derart stabil und mit einem derart geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten versehen, dass die Anschlussleiter **7** mit der Metallschicht **4** durch Schweißen dauerhaft und wechsellastbeständig verbunden werden können.

[0035] [Fig. 2](#) zeigt genauer die Art der Befestigung und Kontaktierung eines Anschlussleiters durch Mikrolaserschweißen.

[0036] Dort ist schematisch die Isolationskeramik **3** sowie die Kupferschicht **4** im Querschnitt dargestellt sowie das Ende eines Anschlussleiters **7**, der an seinem dem Trägerkörper zugewandten Ende derart abgebogen ist, dass sein Ende **10** parallel zu der Oberfläche der Kupferschicht **4** verläuft.

[0037] An der zwischen dem Ende **10** des Anschlussleiters **7** und der Kupferschicht **4** entstehenden Fugekante wird mittels mehrerer aufeinanderfol-

gender Punktschweißungen eine Punktschweißnaht **11** auf der einen Seite des Anschlussleiters und eine weitere Punktschweißnaht **12** auf der gegenüberliegenden Seite des Anschlussleiters **7** gebildet, wodurch der Anschlussleiter mit der Kupferschicht **4** mechanisch fest sowie elektrisch zuverlässig verbunden ist und wobei auch eine gute thermische Ankopplung gewährleistet ist.

[0038] Die Punktschweißnaht ist mittels eines Mikrolasers hergestellt, was durch verschiedene, jeweils symbolisch durch Sterne angedeutete Positionen des Mikrolasers und des Laserstrahls angedeutet ist.

[0039] In [Fig. 3](#) ist die Erfindung dargestellt, bei der nur aus einer einzigen Richtung bezüglich des Anschlussleiters mittels eines Lasers geschweißt wird. Der Laser kann somit während des automatischen Schweißvorgangs grundsätzlich an einer einzigen Stelle verbleiben bzw. das Werkstück in Form des Halbleitermoduls muss nicht auf eine andere Seite des Lasers bewegt werden oder umgekehrt. Die Richtung, in der der Laser **14** angeordnet ist, ist in der [Fig. 3](#) schematisch angedeutet. Es muss zur Herstellung einer mehrteiligen zuverlässigen Schweißverbindung lediglich der Einstrahlwinkel des Lasers **14** in engen Grenzen verändert werden.

[0040] Dafür weist ein insbesondere rechtwinklig abgebogener Fuß **15** des Anschlussleiters **13** einen oder mehrere Schlitz(e) **16, 17** auf, an denen Fügekannten zwischen dem Fuß **15** und der Kupferschicht **18** des Substrats entstehen, die mittels Punktschweißnähten verschweißt werden können. Hierdurch wird eine genügend lange Schweißnaht erzeugt, um eine mechanisch, thermisch und elektrisch sehr gute Verbindung zwischen dem Fuß **15** des Anschlussleiters **13** und der Kupferschicht **18** zu schaffen.

[0041] Die Anwendung der beschriebenen Schweißtechnik ist besonders vorteilhaft bei DCB-Substraten anzuwenden, jedoch ist dies auch bei AlN-Substraten bzw. bei BeO-Substraten jeweils mit Kupferbeschichtung oder einer ähnlichen Metallbeschichtung (z. B. Aluminium) denkbar.

[0042] Schließlich kann es auch von Vorteil sein, die Anschlussleiter **7, 13** und die Metallschicht **4, 18** des Trägerkörpers mit metallischen oder nichtmetallischen Überzügen zu beschichten wie beispielsweise Nickel, Silber, Zinn, Oxyde.

Patentansprüche

1. Halbleitermodul mit wenigstens einem Halbleiterbauelement **(1)**, das unmittelbar auf einem Trägerkörper **(2)** angeordnet ist, welcher eine Isolationskeramik **(3)** und eine auf deren dem Halbleiterbauelement **(1)** zugewandten Oberseite angeordnete, mit

der Isolationskeramik **(3)** fest verbundene Metallschicht **(4)** aufweist, wobei der Trägerkörper **(2)** als DCB-Substrat oder AMB-Substrat ausgebildet ist und wenigstens ein Anschlussleiter **(7, 13)** des Halbleitermoduls mit der Metallschicht **(4, 18)** mittels Laserschweißen verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anschlussleiter **(7, 13)** einen Fuß **(15)** aufweist, der mit einem oder mehreren Schlitz(en) **(16, 17)** versehen ist.

2. Halbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolationskeramik **(3)** des Trägerkörpers **(2)** aus Al_2O_3 besteht.

3. Halbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolationskeramik aus AlN besteht.

4. Halbleitermodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht **(4, 18)** aus Kupfer und/oder Aluminium besteht.

5. Halbleitermodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussleiter **(7, 13)** Cu, Al, CuSn und/oder CuZn aufweisen.

6. Halbleitermodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht **(4, 18)** beschichtet ist.

7. Halbleitermodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Fuß **(15)** rechtwinklig gebogen ist.

8. Halbleitermodul nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite des/der Schlitz(e)s **(16, 17)** in etwa gleich der Dicke des Fußes **(15)** ist.

9. Verfahren zur Herstellung eines Halbleitermoduls gemäß einem der vorangehenden Ansprüche mit wenigstens einem Halbleiterbauelement **(1)**, das unmittelbar auf einem Trägerkörper **(2)** angeordnet ist, welcher eine Isolationskeramik **(3)** und eine auf deren dem Halbleiterbauelement **(1)** zugewandten Oberseite angeordnete, mit der Isolationskeramik festverbundene Metallschicht **(4)** aufweist, wobei der Trägerkörper **(2)** als DCB-Substrat oder AMB-Substrat ausgebildet ist und wenigstens ein Anschlussleiter **(7, 13)** des Halbleitermoduls mit der Metallschicht **(4, 18)** mittels Laserschweißen verbunden wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anschlussleiter **(7, 13)** einen Fuß **(15)** aufweist, der mit einem oder mehreren Schlitz(en) **(16, 17)** versehen ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlussleiter **(7, 13)** mit der Metallschicht **(4, 18)** mittels aufeinanderfolgender

Punktschweißungen verbunden wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

FIG 1

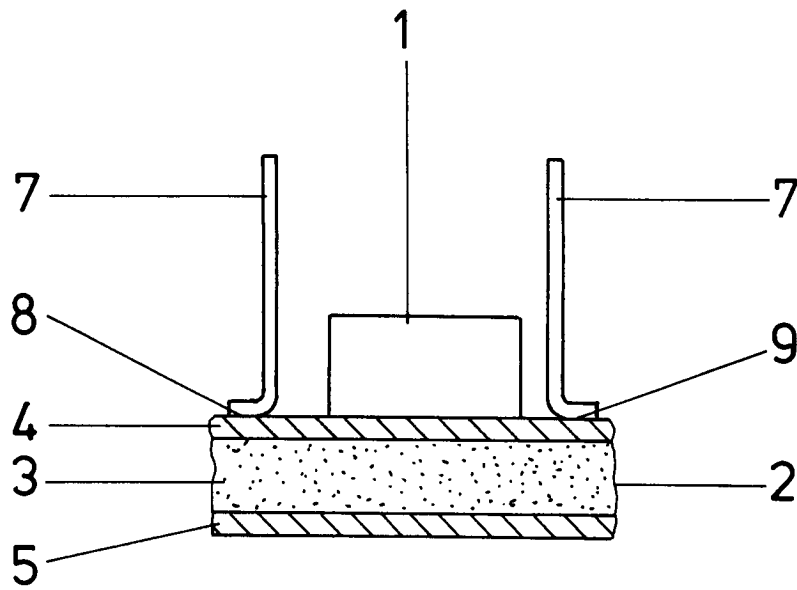


FIG 2

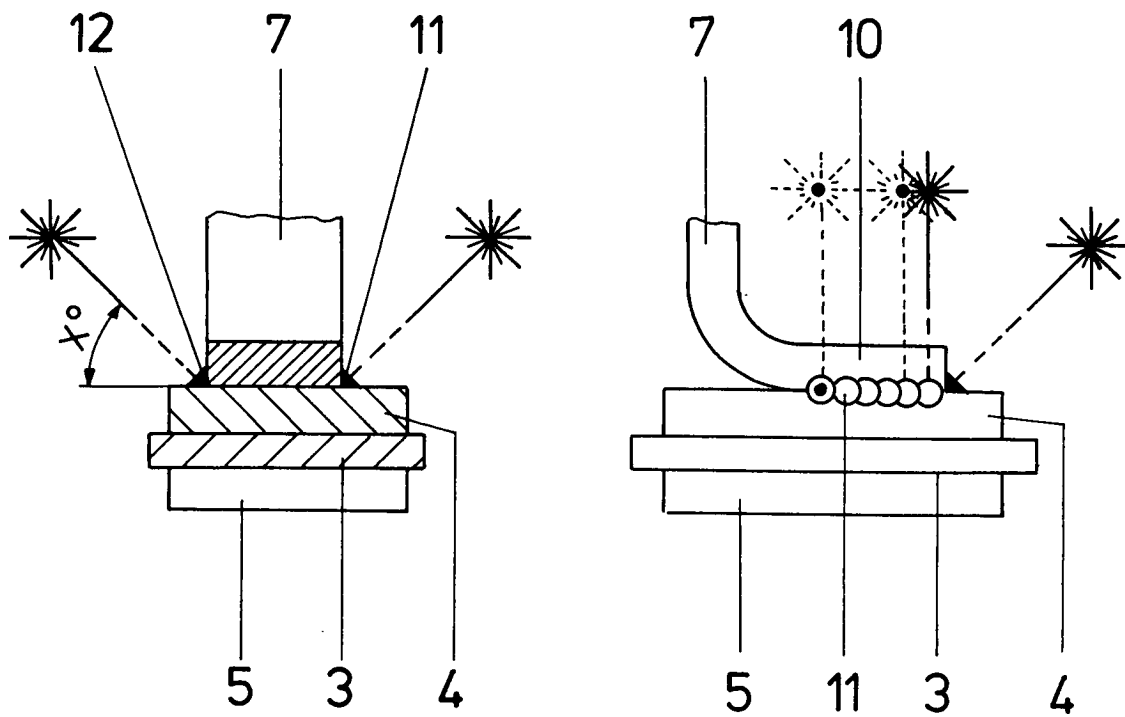


FIG 3

