



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 042 367 B4** 2008.07.10

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 042 367.9**

(22) Anmeldetag: **01.09.2004**

(43) Offenlegungstag: **09.03.2006**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **10.07.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 25/07** (2006.01)

**H01L 23/12** (2006.01)

**H01L 23/36** (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, 80331 München**

(72) Erfinder:

**Nübel, Thomas, 59581 Warstein, DE; Schilling,  
Oliver, Dr., 59581 Warstein, DE; Spanke, Reinhold,  
59909 Bestwig, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

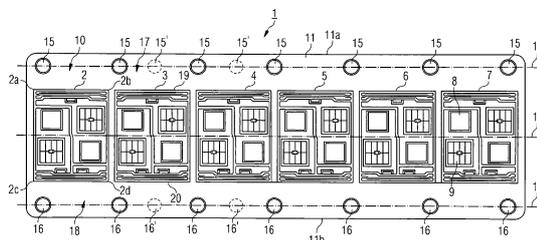
**DE 101 42 971 A1**

**DE 101 39 287 A1**

**EP 05 84 668 A1**

(54) Bezeichnung: **Leistungshalbleitermodul**

(57) Hauptanspruch: Leistungshalbleitermodul (1) mit einer Wärme leitenden Bodenplatte (11), auf der mindestens vier Substrate (2, 3, 4, 5, 6, 7) angeordnet sind, wobei jedes Substrat mindestens ein Betriebswärme abgebendes Leistungshalbleiterbauteil (8, 9) trägt, wobei die Substrate (2, 3, 4, 5, 6, 7) auf der Bodenplatte (11) in einer einzigen Reihe (12) angeordnet sind und an beiden Längsseiten (11a, 11b) der Bodenplatte (11) parallel zu der Reihe (12) substratnah Andruckvorrichtungen (15, 16) vorgesehen sind, mittels derer die Bodenplatte (11) an eine Kühlfläche anpressbar ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Leistungshalbleitermodul mit einer wärmeleitenden Bodenplatte, auf der mindestens vier Substrate angeordnet sind, wobei jedes Substrat mindestens ein Betriebswärme abgebendes Leistungshalbleiterbauteil trägt.

**[0002]** In Halbleitermodulen zur Schaltung hoher Ströme bzw. hoher Leistungen (nachfolgend: Leistungshalbleitermodule) werden üblicherweise ein oder mehrere Halbleiterbauelemente (nachfolgend auch Halbleiterchips genannt) auf z. B. aus Keramik bestehenden Substraten montiert.

**[0003]** Ein Leistungshalbleitermodul mit einer metallischen Bodenplatte geht aus der EP 0 584 668 A1 hervor. Auf die Bodenplatte sind symmetrisch mehrere Substrate aufgebracht, die durch eine dazwischen liegende Isolierschicht gegenüber der Bodenplatte elektrisch isoliert sind. Auf deren Leiterbahnen sind mehrere elektrisch parallel geschaltete Leistungshalbleiter symmetrisch angeordnet. Die Bodenplatte ist zur Wärmeableitung an eine nicht näher beschriebene Kühlfläche anpressbar.

**[0004]** Die EP 0 584 668 A1 widmet sich der Problematik unsymmetrischer parasitärer Induktivitäten bei ungleichen Strompfaden. Ein Aufbau von Halbleiteranordnungen auf separaten Substraten, deren Montage auf einer gemeinsamen Bodenplatte und deren optimale Kühlung sind nicht angesprochen.

**[0005]** Es ist zunehmend üblich, Leistungshalbleiter auf separaten Substraten anzuordnen, diese auf einer gemeinsamen Bodenplatte zu montieren und über die Bodenplatte zu kühlen. Bei der der EP 0 584 668 A1 entnehmbaren Substratanordnung würde sich eine sehr inhomogene Verteilung des Anpressdrucks zwischen Bodenplatte und korrespondierender Kühlfläche ergeben. Es ist denkbar, einen von im Randbereich der Substrate durch Anpressvorrichtungen erzeugten Anpressdruck durch eine ballige Gestaltung der Bodenplattenunterseite über die gesamte Bodenplatte zu vergleichmäßigen. Eine ballige Ausgestaltung der Bodenplattenunterseite ist jedoch fertigungstechnisch aufwendig, damit teuer und führt in montiertem Zustand zu mechanischen Spannungen in der Bodenplatte.

**[0006]** Aus der DE 101 42 971 A1 ist ein Leistungshalbleitermodul mit einem Substrat bekannt, das auf einem Kühlkörper angeordnet ist. Das Substrat umfasst drei Substratbereiche, auf denen jeweils ein Halbleiterbauelement angeordnet ist. Zwischen den Substratbereichen sind Verbindungsbereiche ausgebildet, die dadurch hergestellt sind, dass in das Material des Ausgangssubstrates Schlitze eingebracht wurden. Auf diese Verbindungsbereiche kann mittels äußerer Klammern oder Verschraubungen ein me-

chanischer Druck ausgeübt werden, um das Substrat an den Kühlkörper zu pressen.

**[0007]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Leistungshalbleitermodul mit einer Bodenplatte und mindestens vier darauf montierten, Leistungshalbleiter tragenden Substraten hinsichtlich der mechanischen Belastung und der Wärmeableitung zu optimieren.

**[0008]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Leistungshalbleitermodul mit den Merkmalen des Patentspruchs 1. Bevorzugte Ausgestaltungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand der Unteransprüche und des Ausführungsbeispiels.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Leistungshalbleitermodul umfasst also vier oder mehr Substrate, auf denen jeweils mindestens ein Halbleiterbauelement verschaltet ist. Diese Substrate sind ihrerseits in gut wärmeleitendem Kontakt mit der Oberseite der Bodenplatte.

**[0010]** Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die Substrate in nur einer Reihe angeordnet sind. Damit ist ein relativ substratnahes Einwirken der Andruckvorrichtungen auf die Bodenplatte ermöglicht. Als Andruckvorrichtungen kommen z. B. federbeaufschlagte Verbindungselemente aber auch Durchgangsbohrungen für Montageschrauben in Betracht.

**[0011]** Die an beiden Längsseiten der Bodenplatte parallel zu der Substratreihe vorgesehenen Andruckvorrichtungen können deshalb die Bodenplatte besonders homogen und spannungsarm an eine geeignete Kühlfläche anpressen. Die Kühlfläche kann beispielsweise eine Oberfläche eines luft- oder flüssigkeitsgekühlten Kühlkörpers sein.

**[0012]** Die Unterseite der Bodenplatte kann somit plan ausgebildet sein; sie muss nämlich keine, zumindest aber keine so starke Kompensation der Abstände der Andruckvorrichtungen zu den Substraten bzw. deren Wärme erzeugenden Leistungshalbleitern bewirken, da diese Abstände jedenfalls deutlich geringer als bei der eingangs geschilderten Ausgestaltung realisierbar sind. Damit ist ein wesentlich günstiger herstellbares Modul geschaffen, das dennoch eine verbesserte Wärmeableitung von den Leistungshalbleitern zu der Kühlfläche gewährleistet.

**[0013]** Auf jedem Substrat können bevorzugt mehrere Leistungshalbleiter elektrisch parallel geschaltet sein und die so auf den Substraten aufgebauten Leistungshalbleiterschaltungen ebenfalls elektrisch parallel geschaltet sein. Damit lassen sich besonders hohe Ströme schalten. Auf den Substraten können an sich bekannte Schaltungsvarianten wie z. B. Einzelschalter, Dualschalter oder Vollbrückenschaltun-

gen durch das Substratlayout bzw. durch eine entsprechende Verschaltung realisiert sein.

**[0014]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sehen vor, dass die Substrate eine im Wesentlichen eckige Form aufweisen und dass im Bereich jeder Substratecke eine Andruckvorrichtung vorgesehen ist und/oder dass jeweils im mittleren Bereich der Substratlängskanten sich gegenüberliegende, kantennahe Andruckvorrichtungen vorgesehen sind. Dadurch erfolgt eine besonders gleichmäßige Einleitung der Andruckkräfte, was für geringe und homogene mechanische Belastung der Bodenplatte bzw. der Substrate bei minimiertem Wärmewiderstand zur Kühlfläche hin sorgt.

**[0015]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung beispielhaft weiter erläutert; es zeigen:

**[0016]** **Fig. 1:** ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleitermodul in Aufsicht und

**[0017]** **Fig. 2:** wärmeleitungsrelevante Abstände bei einem mehrreihigen Leistungshalbleitermodul gegenüber einem erfindungsgemäßen Modul im Vergleich.

**[0018]** **Fig. 1** zeigt ein Leistungshalbleitermodul 1 mit insgesamt sechs elektrisch isolierenden Substraten 2, 3, 4, 5, 6, 7. Die Substrate haben ein im Wesentlichen identisches Layout, wobei auf jedem Substrat mehrere Halbleiterbauelemente in Form von Halbleiterchips (z. B. 8, 9) angeordnet und über nicht dargestellte Bonddrähte elektrisch verschaltet sind. Die Substrate sind ihrerseits in nicht näher gezeigter Weise elektrisch parallel geschaltet.

**[0019]** Die Substrate sind auf der Oberseite 10 einer gemeinsamen, aus Kupfer oder einem metallischen Verbundwerkstoff (z. B. AlSiC) bestehenden Bodenplatte 11 montiert und dabei in einer einzigen Reihe 12 angeordnet. Die Bodenplatte 11 weist an ihren Längsseiten 11a, 11b in zwei substratnah verlaufenden Reihen 13, 14 Anpressvorrichtungen auf, die als regelmäßig beabstandete Bohrungen 15, 16 realisiert sind. Durch diese Bohrungen dringen nicht gezeigte Schrauben, mit denen das Leistungshalbleitermodul auf die Oberfläche eines (nicht gezeigten) Kühlkörpers geschraubt werden kann.

**[0020]** Man erkennt, dass die Substrate eine im Wesentlichen rechteckige Form haben und so platziert bzw. die Bohrungen so erzeugt sind, dass sich im Bereich jeder Substratecke (z. B. 2a, 2b, 2c, 2d) eine Bohrung 15, 16 befindet. Wie nur beispielhaft bei den Substraten 3 und 4 angedeutet, können alternativ oder zusätzlich auch Bohrungen 15', 16' im jeweils mittleren Bereich (z. B. 17, 18 des Substrats 3) der jeweiligen Längskante 19, 20 des Substrats 3 vorgese-

hen sein. Damit ist für eine substratnahe Einleitung der Anpresskräfte und damit des Anpressdrucks gesorgt, den die durch die Bohrungen 15, 16 bzw. 15', 16' dringenden Schrauben erzeugen.

**[0021]** **Fig. 2** zeigt schematisch ausschnittsweise die Verhältnisse bei einem erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermodul 1 (linker Teil) und bei einem Modul 1' mit in zwei Reihen 21, 22 angeordneten Substraten (rechter Teil) und zwei entsprechenden Reihen von Anpressvorrichtungen 25, 26. Man erkennt, dass die vergleichbaren Abstände (a) bzw. (b) zwischen jeweils einer Anpressvorrichtung 15 bzw. 25 und einem Wärme erzeugenden Halbleiterchip 8, 28 auf einem annähernd identischen Substrat 3, 23 erheblich variieren. Bei dem erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermodul beträgt der relevante Abstand (a) nur ca. 70% des entsprechenden Abstandes (b) bei dem Leistungshalbleitermodul 1' mit zweireihiger Anordnung der Substrate. Dies ist der Grund für die wesentlich verbesserte Einleitung der von den Anpressvorrichtungen erzeugten Anpresskräfte und die wesentlich verminderte mechanische Belastung der Bodenplatte bzw. der Substrate.

#### Bezugszeichenliste

1	Leistungshalbleitermodul
1'	Modul
2, 3, 4, 5, 6, 7	Substrat
2a, 2b, 2c, 2d	Substratecke
8, 9	Halbleiterchip
10	Oberseite
11	Bodenplatte
11a, 11b	Längsseite
12	Reihe
13, 14	Reihe
15, 16	Bohrung (Anpressvorrichtung)
15', 16'	Bohrung (Anpressvorrichtung)
17, 18	mittlerer Bereich
19, 20	Längskante
21, 22	Reihe
23	Substrat
25, 26	(Bohrung) Anpressvorrichtung
28	Leistungshalbleiter
(a), (b)	Abstand

#### Patentansprüche

1. Leistungshalbleitermodul (1) mit einer Wärme leitenden Bodenplatte (11), auf der mindestens vier Substrate (2, 3, 4, 5, 6, 7) angeordnet sind, wobei jedes Substrat mindestens ein Betriebswärme abgebendes Leistungshalbleiterbauteil (8, 9) trägt, wobei die Substrate (2, 3, 4, 5, 6, 7) auf der Bodenplatte (11) in einer einzigen Reihe (12) angeordnet sind und an beiden Längsseiten (11a, 11b) der Bodenplatte (11) parallel zu der Reihe (12) substratnah Andruckvorrichtungen (15, 16) vorgesehen sind, mittels derer

die Bodenplatte (11) an eine Kühlfläche anpressbar ist.

2. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei die Substrate (2, 3, 4, 5, 6, 7) eine im Wesentlichen eckige Form aufweisen und im Bereich jeder Substratecke (2a, 2b, 2c, 2d) eine Andruckvorrichtung (15, 16) vorgesehen ist.

3. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei jeweils im mittleren Bereich (17, 18) der Substratlängskanten (19, 20) sich gegenüberliegende, kantennahe Andruckvorrichtungen (15', 16') vorgesehen sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



