



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 101 96 942 B4 2009.09.03**

(12)

## Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **101 96 942.2**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US01/17415**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/099878**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **30.05.2001**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.12.2002**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **22.04.2004**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **03.09.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 23/36 (2006.01)**  
**H01L 25/07 (2006.01)**  
**H05K 7/20 (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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**International Rectifier Corp., El Segundo, Calif., US**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Wallach, Koch & Partner, 80339 München**

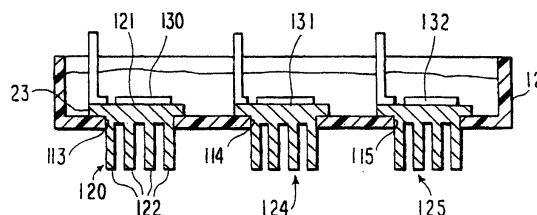
(72) Erfinder:  
**Mangtani, Vijay, El Segundo, Calif., US**

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

<b>US</b>	<b>61 47 869</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>60 60 772</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>59 66 291</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>52 87 247</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>50 12 386</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Halbleiter-Leistungsmodul**

(57) Hauptanspruch: Halbleiter-Leistungsmodul, mit:  
 einer Anzahl von Leistungs-Halbleiterplättchen (20, 21; 130–135; 183–188), die jeweils eine untere Oberfläche und eine obere Oberfläche aufweisen;  
 einer Isolierschale (12; 382; 410);  
 zumindest einer thermisch leitenden Halbleiterplättchen-Trägereinrichtung (15; 120–125; 180–182; 360, 361) zur Aufnahme der unteren Oberfläche jeweiliger der Leistungs-Halbleiterplättchen (20, 21; 130–135; 183–188); und  
 einer gedruckten Leiterplatte (13; 372) mit einer darauf befindlichen Steuerschaltung zur Steuerung der Betriebsweise der Leistungs-Halbleiterplättchen;  
 wobei die Leiterplatte (13; 372) in einer Ebene parallel zu der Ebene der zumindest einen Trägereinrichtung (15; 120–125; 180–182; 360, 361) angeordnet ist und die Leiterplatte (13; 372) zumindest eine darin ausgebildete Öffnung aufweist, wobei die Isolierschale (12; 382; 410) zumindest eine darin ausgebildete koplanare Öffnung aufweist, die auf die zumindest eine Öffnung in der Leiterplatte (13; 372) zentriert ist; wobei die zumindest eine thermisch leitende Trägereinrichtung (15; 120–125; 180–182; 360, 361) in der zumindest einen Öffnung (40; 110–115; 363,...



## Beschreibung

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich auf Halbleiter-Leistungsmodule und insbesondere auf eine neuartige Struktur für derartige Module, wodurch deren Herstellung vereinfacht, die Herstellungskosten verringert und die Zuverlässigkeit erhöht wird.

**[0002]** Es sind Halbleiter-Module gut bekannt, bei denen eine Anzahl von Leistungs-Halbleiterplättchen auf einem Substratträger auf Keramikbasis, wie z. B. auf einem isolierten Metallsubstrat (IMS) oder dergleichen befestigt sind, um die Bauteile miteinander zu verbinden, wobei dieses Substrat in einer Haupt-Trägerschale gehalten ist, die außerdem eine gedruckte Leiterplatte (PCB) trägt, die Steuerschaltungen zum Steuern des Leistungs-Halbleiterplättchens trägt. Ein Kupfer-Keramik-Substrat mit Direktbindung (DBC) kann anstelle eines IMS verwendet werden. Leistungsanschlüsse erstrecken sich von dem IMS zur Verbindung mit einer Last, wie z. B. einem Motor, und die gedruckte Leiterplatte trägt einen Anschlusssteckverbinder zum Verbinden mit einer externen Quelle für Steuersignale. Derartige Geräte sind üblicherweise so angeordnet, dass das IMS in einer kleinen Öffnung in der Schale befestigt ist (so dass die Fläche des aufwändigen IMS zu einem Minimum gemacht werden kann) und die Bodenfläche des IMS mit der oberen ebenen Oberfläche eines Kühlkörpers in Kontakt gedrückt werden kann.

**[0003]** Die PCB wird allgemein in einer Ebene oberhalb der Ebene des IMS gehalten und ist seitlich gegenüber dem IMS-Bereich versetzt. Der Boden der PCB ist mit Abstand oberhalb der oberen Oberfläche der Tragschale angeordnet, so dass Bauteile auf der unteren Oberfläche und der oberen Oberfläche der PCB befestigt werden können.

**[0004]** Als Ergebnis dieser Konstruktion müssen sich Drahtkontaktierungen an die Steuerelektroden des Leistungs-Halbleiterplättchens auf der IMS, beispielsweise zu Gate-Elektroden und Temperatur- und Strommess- und Kelvin-Elektroden von MOSFET's und IGBT's von der unteren Ebene der oberen Oberfläche des Leistungs-Halbleiterplättchens zu der oberen Ebene der oberen Oberfläche der PCB erstrecken.

**[0005]** Weiterhin wird bei der bekannten Konstruktion ein Substrat, üblicherweise ein IMS, das die miteinander verbundenen Leistungs-Halbleiterplättchen, Nebenschlüsse, Temperatur- und Stromsensoren enthält, als erstes an der Isolier-Basischale befestigt. Eine PCB wird als nächstes an der Basischale befestigt, und Kontraktierungsdrahtverbindungen werden zwischen dem Silizium-Halbleiterplättchen und dem Substrat zu der PCB hergestellt. Eine Kappe wird als nächstes über dem IMS angeordnet, und eine Vergussmasse, beispielsweise ein Silikon-Mate-

rial, wird in das Innere der Kappe und über die Oberseite des IMS durch Öffnungen in der Kappe eingebracht, worauf das Silikon ausgehärtet wird. Es würde vorteilhaft sein, die resultierende hohe Bauteilanzahl für das Modul zu verringern.

**[0006]** Im Allgemeinen werden Substrate auf Keramikbasis häufig zur Aufnahme der verschiedenen Halbleiterplättchen verwendet. Diese Substrate haben üblicherweise die Konstruktion, die in den [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) für das Substrat **320** gezeigt ist, und sie weisen eine untere Kupferschicht **321**, eine in der Mitte liegende Isolier-Keramikschicht **322**, die aus Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oder AlN bestehen kann, und eine obere Kupferschicht auf, die in verschiedenen Bereichen mit Mustern versehen wurde, wie z. B. die sechs isolierten Bereiche **323**, **324**, **325**, **326**, **327** und **328**, die gezeigt ist. Irgendein anderes Muster könnte in der oberen Kupferschicht ausgebildet sein. An jedem der Bereiche **323** bis **328** ist ein jeweiliges Leistungshalbleiterbauteil-Plättchen **330** bis **335** befestigt, beispielsweise durch Löten oder durch ein leitendes Epoxy-Material oder dergleichen. Die unteren Elektroden der Halbleiterplättchen **330** bis **335** sind isoliert, könnten jedoch miteinander in gewünschter Weise durch leitende Leiterbahnen oder durch Kontaktierungsdrähte miteinander verbunden sein. Das Substrat **320** nach den [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) kann außerdem ein DBC-Substrat, das heißt ein Keramiksubstrat mit direkt daran gebundenen Kupferschichten sein.

**[0007]** Um die mechanische Integrität derartiger Substrate sicherzustellen, und um ein Brechen des Keramikmaterials zu verhindern, ist ihre Länge üblicherweise auf weniger als ungefähr zwei Zoll beschränkt. Wenn daher ein Leistungsmodul ein größeres Substrat erfordert, müssen zwei oder mehr kürzere getrennte Substrate verwendet werden. So sind gemäß [Fig. 15](#) zwei identische Substrate **320** und **340** an einer gemeinsamen Grundplatte **341** befestigt, die aus Kupfer oder aus AlSiC für Anwendungen mit höherer Betriebsleistung hergestellt ist.

**[0008]** Die Substrate **320** und **340** werden üblicherweise an einer gemeinsamen Grundplatte **341** durch Lotaufschmelztechniken oder durch ein leitendes Epoxymaterial befestigt. Die Teilbaugruppe aus den Substraten **320**, **340** und der Grundplatte **341** wird dann in einer Kunststoff-Tragschale **350** befestigt, wobei die Unterseite der Grundplatte **341** freiliegt, um mit einem ebenen Kühlkörper **351** verbunden zu werden. Eine geeignete gedruckte Leiterplatte und Anschlüsse werden dann vorgesehen. Das Silizium-Halbleiterplättchen und das Substrat werden durch Kontaktierungsdrähte oder auf andere Weise mit der PCB und Anschlüssen verbunden, und die Substrate werden dann in einem geeigneten vergossenen Volumen eingeschlossen.

**[0009]** Aus der US 6 147 869 A ist ein Leistungs-

dul mit einer Isolierschale bekannt, die mit einer Öffnung zur Aufnahme einer Halbleiterplättchen-Trägereinrichtung versehen ist. Hierbei ist die in der Isolierschale angeordnete gedruckte Leiterplatte mit einer entsprechenden Öffnung versehen, die mit der Öffnung in der Isolierschale ausgerichtet ist, wobei sich Kontaktierungen von den jeweiligen Halbleiterplättchen zu der Leiterplatte erstrecken können. Die Leiterplatte ist hierbei auf Erhöhungen am Boden der Isolierschale abgestützt, so dass sich relativ große Leitungslängen für die Drahtkontaktierungen ergeben. Dies ist nicht nur aus Gründen der aktiven und passiven Störsicherheit unerwünscht, sondern auch aus mechanischen Gründen. Da die Öffnungen in der Isolierschale und die damit ausgerichteten Öffnungen in der gedruckten Leiterplatte sowie gegebenenfalls ein darüber liegender Bereich mit einer isolierenden Vergussmasse gefüllt werden müssen, die aufgrund der erforderlichen Eigenschaften kostspielig ist, ergibt sich hierbei ein erheblicher Bedarf an Vergussmasse, der unerwünscht ist. Weiterhin sind bei diesem bekannten Leistungsmodul die Halbleiterplättchen auf einer einzigen Trägereinrichtung angeordnet, so dass sich auf der Leiterplatte relativ lange Leiterbahnen ergeben, was wiederum unerwünscht ist.

**[0010]** Die vorstehend beschriebene Struktur hat eine Anzahl von Nachteilen. Diese schließen Folgendes ein:

1. Werkzeug- und Materialkosten für die Grundplatte **341**,
2. die zusätzliche Verarbeitung, die für die Verwendung der Grundplatte **341** erforderlich ist,
3. der zusätzliche thermische Widerstand zwischen dem Silizium-Halbleiterplättchen und dem Kühlkörper **351** aufgrund der zusätzlichen Grenzflächen an der Oberseite und der Unterseite der Platte **341**,
4. Beeinträchtigung der Leistungs- und Temperatur-Wechselbeanspruchungseigenschaften aufgrund der zusätzlichen Grenzflächen.

**[0011]** Es würde wünschenswert sein, mehrfache Substrate in einem Leistungsmodul ohne die Nachteile zu verwenden, die sich aus der zusätzlichen gemeinsamen Grundplatte ergeben.

**[0012]** Bei der bekannten Konstruktion und wie dies weiter oben beschrieben wurde, ist das gesamte Modul an einem einzigen einstückigen Kühlkörper mit Hilfe von Schrauben oder dergleichen befestigt. Die einzelnen Bauteile sind elektrisch voneinander gegen eine Leitung durch den gemeinsamen Kühlkörper durch die Verwendung der aufwändigen IMS oder DBC isoliert. Die Verwendung eines IMS oder DBC oder ähnlichen Substrates vergrößert den thermischen Widerstand zwischen den Halbleiterplättchen und dem Kühlkörper.

**[0013]** Aus der US 5 966 291 A ist ein Leistungsmodul bekannt, bei dem auf einem gemeinsamen Kühlkörper isolierende Substrate angeordnet sind, die auf ihrer freien Oberfläche die einzelnen Halbleiterplättchen tragen. Die Verwendung dieser isolierenden Substrate ist sehr aufwändig und kostspielig, so dass deren Verwendung unerwünscht ist.

**[0014]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Leistungsmodul zu schaffen, das eine in sich geschlossene Schaltung ist, beispielsweise für eine Motorsteuerschaltung, und das keine aufwändigen einzelnen oder mehrfachen Isoliersubstrate erfordert und die Wärmeströmung von den Halbleiterplättchen zu dem Kühlkörper nicht behindert.

**[0015]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

**[0016]** Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auf den Unteransprüchen.

**[0017]** Gemäß der vorliegenden Erfindung sind mehrfache thermisch leitende Halbleiter-Trägereinrichtungen in jeweiligen Öffnungen in einer aus Kunststoff bestehenden Isolierschale befestigt, und die zwischenliegende gemeinsame leitende Basisplatte ist fortgelassen. Eine PCB ist oberhalb der Trägereinrichtungen angeordnet und enthält Öffnungen, um einen Zugang an die Oberseiten jeder Trägereinrichtung für die erforderlichen zwischenverbindungen und Drahtkontaktierungen zwischen den Silizium-Halbleiterplättchen, den Trägereinrichtungen und der PCB und Anschlüssen zu schaffen.

**[0018]** Hierbei ist der einzige Kühlkörper nach dem Stand der Technik in eine Anzahl von getrennten thermisch leitenden Halbleiter-Trägereinrichtungen in Form von Kühlkörpern aufgeteilt, die an der Isolierschale des Moduls befestigt sind und in Abstand voneinander gehalten und voneinander durch die Isolierschale isoliert sind. Das Halbleiterplättchen kann an den jeweiligen Kühlkörpern durch Aufschmelzlot oder leitendes Epoxymaterial oder ähnliche Techniken befestigt werden. Somit werden ein oder mehrere Halbleiterplättchen, deren untere Elektroden das gleiche Potential aufweisen, direkt auf der oberen rohen leitenden Oberfläche der jeweiligen Kühlkörper befestigt.

**[0019]** Daher ist kein IMS für die Isolation der Halbleiterplättchen auf unterschiedlichen Potentialen erforderlich, und die Halbleiterplättchen sind innig thermisch mit ihren jeweiligen Kühlkörpern verbunden. Es sei bemerkt, dass irgendeine Mischung von Leistungs-Halbleiterplättchen, wie z. B. Dioden, Leistungs-MOSFET's, IGBT's, Thyristoren, und dergleichen verwendet werden kann.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weisen die Öffnungen der gedruckten Leiterplatte jeweils eine Form auf, die zumindest angenähert der Form der thermisch leitenden Halbleiter-Trägereinrichtungen entspricht, und die gedruckte Leiterplatte ist in einer Ebene parallel zu der Ebene des Substrates und gegenüber dem Substrat nach oben versetzt, wobei die Ebene der gedruckten Leiterplatte eng benachbart zu der Ebene der Trägereinrichtungen angeordnet ist.

[0021] Zumindest Teile der oberen Umfangsoberfläche der Trägereinrichtungen können an entsprechenden Umfangsteilen der Unterseite der gedruckten Leiterplatte benachbart zu der Öffnung in der gedruckten Leiterplatte befestigt sein.

[0022] Vorzugesweise sind die Umfangsoberflächen der Trägereinrichtungen und der gedruckten Leiterplatte durch ein Klebemittel aneinander befestigt.

[0023] Eine Isolierkappe kann oberhalb der Öffnung in der gedruckten Leiterplatte angeordnet sein und diesen Bereich umschließen und ein mit einem Isoliermedium gefülltes Volumen oberhalb des Halbleiterplättchens (130–135, 183–188) umgrenzen.

[0024] Hierdurch wird die Länge der Kontaktierungsdrähte verringert, und mechanische Beanspruchungen auf die Drahtkontaktierungen während des Betriebs des Bauteils wird verringert.

[0025] Weiterhin wird das Volumen des Hohlraums, der mit einer Vergussmasse oberhalb des IMS gefüllt werden muss, verringert, wodurch das Volumen an verwendeter Vergussmasse verringert wird.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] [Fig. 1](#) ist eine Draufsicht auf ein bekanntes Modul, das ein IMS-Substrat zur Befestigung des Leistungs-Halbleiterplättchens verwendet.

[0027] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsansicht der [Fig. 1](#) entlang des Schnittes 2-2 in [Fig. 1](#).

[0028] [Fig. 2A](#) ist ein Querschnitt nach [Fig. 1](#) entlang der Querschnittslinie 2A-2A in [Fig. 1](#).

[0029] [Fig. 3](#) ist eine vergrößerte Ansicht der [Fig. 2](#), die eine Isolierkappe zeigt.

[0030] [Fig. 4](#) ist eine der [Fig. 2](#) ähnliche Ansicht einer Struktur, die dem Bauteil nach den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) ähnlich ist.

[0031] [Fig. 4A](#) zeigt ein weiteres bekanntes Modul.

[0032] [Fig. 4B](#) ist eine Querschnittsansicht eines

Moduls ähnlich dem nach [Fig. 2A](#).

[0033] [Fig. 5](#) ist eine Draufsicht einer Ausführungsform der Isolierschale gemäß der Erfindung.

[0034] [Fig. 6](#) ist eine Draufsicht auf einen der isolierten Kühlkörper, der in der Isolierschale nach [Fig. 5](#) zu befestigen ist.

[0035] [Fig. 7](#) ist eine Seitenansicht des Kühlkörpers nach [Fig. 6](#).

[0036] [Fig. 8](#) ist eine Draufsicht der Isolierschale nach [Fig. 5](#), wobei die getrennten Kühlkörper an ihrem Platz festgeklebt sind.

[0037] [Fig. 9](#) ist eine Querschnittsansicht der [Fig. 8](#) entlang der Schnittlinie 9-9 nach [Fig. 8](#).

[0038] [Fig. 10](#) ist eine Draufsicht einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, bei der drei Kühlkörper jeweils einen P-Kanal- und einen N-Kanal-MOSFET aufnehmen, die Bodenelektroden mit dem gleichen Potential aufweisen.

[0039] [Fig. 11](#) ist eine schematische Querschnittsansicht nach [Fig. 10](#) entlang der Schnittlinie 11-11 in [Fig. 10](#).

[0040] [Fig. 12](#) ist eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform der Erfindung.

[0041] [Fig. 13](#) ist eine Draufsicht eines üblichen Isolierkeramikplättchens.

[0042] [Fig. 14](#) ist eine Querschnittsansicht der [Fig. 1](#) entlang der Schnittlinie 14-14 in [Fig. 13](#).

[0043] [Fig. 15](#) zeigt im Querschnitt die Art und Weise, wie verschiedene Substrate in einer Isolierschale befestigt sind.

[0044] [Fig. 16](#) ist eine Draufsicht der PCB- und Substratbaugruppe gemäß der Erfindung.

[0045] [Fig. 17](#) ist eine Querschnittsansicht der [Fig. 16](#) entlang der Schnittlinie 17-17 in [Fig. 16](#).

[0046] [Fig. 18](#) ist eine Querschnittsansicht der [Fig. 16](#) entlang der Schnittlinie 18-18 in [Fig. 16](#).

[0047] [Fig. 19](#) ist eine Ansicht ähnlich der [Fig. 16](#) einer weiteren Ausführungsform der Erfindung.

#### Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0048] Es wird zunächst auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) Bezug genommen, in der ein typisches bekanntes Modul gezeigt ist. So trägt eine als Formteil ausgebildete Tragschalen-Basis **12** eine gedruckte Leiterplat-

te (PCB) **13** und weist eine Bodenöffnung **14** auf, in der ein isoliertes Metallsubstrat (IMS) **15** ([Fig. 2](#)) befestigt ist. Das IMS ist eine ebene Platte aus Material, bei dem obere und untere leitende Schichten durch einen in der Mitte liegenden Isolierfilm isoliert sind. Die leitenden Schichten können einen unteren dicken Kupfer- oder Aluminium-Kühlkörper und eine dünne obere Kupferschicht einschließen, die mit einem Muster versehen werden kann, um leitende Befestigungskissen zu bilden, an denen Leistungs-Halbleiterplättchen, wie z. B. die Halbleiterplättchen **20** und **21**, befestigt und miteinander verbunden werden können. Die Befestigung der Halbleiterplättchen kann durch Lotaufschmelzen oder durch leitendes Epoxymaterial oder dergleichen erreicht werden.

**[0049]** Die Bodenoberfläche des IMS **15** wird auf die ebene obere Oberfläche eines einzigen Kühlkörpers **30** ([Fig. 2](#)) beispielsweise durch isolierte Schrauben **31**, **32**, **33** in der Schale **12** ([Fig. 1](#) und [Fig. 2A](#)) gepresst. Es sei bemerkt, dass das IMS **15** in eine mit Schultern versehene Nut **40** in der Öffnung **14** ([Fig. 2](#)) eingesetzt ist. Weiterhin liegt die gedruckte Leiterplatte **13** auf einer Stufe **41** in der Schale **12**, so dass ein Abstand für Bauteile auf der Unterseite der Stufe **41** vorgesehen ist.

**[0050]** Drahtkontaktierungsverbindungen werden dann von den Halbleiterplättchen **20** und **21** zu Anschlüssen auf der gedruckten Leiterplatte **13** hergestellt, die die Steuersignale von dem Steueranschluß **50** leiten, die die Betriebsweise der Leistungs-Halbleiterplättchen **20** und **21** steuern. Drahtkontaktierungsverbindungen werden weiterhin zu den Leistungsausgangsanschlüssen **55–56** hergestellt.

**[0051]** Eine eine hohe Qualität aufweisende Vergussmasse, beispielsweise ein geeignetes flexibles Silastik-Material **60**, füllt den Hohlraum oberhalb des IMS **15** und wird durch eine Kappe **70** umschlossen, wie dies in [Fig. 3](#) gezeigt ist. Es sei bemerkt, dass die Kappe **17** zunächst an ihren Platz gebracht und dann das Silastik- oder andere Vergussmaterial durch Öffnungen in der Kappe eingegossen und nachfolgend gehärtet werden kann. Ein eine geringere Qualität aufweisendes Vergussmaterial kann zum Füllen des gesamten Inneren der Schale **13** verwendet werden.

**[0052]** Ein Filterkondensator **80** kann ebenfalls in dem Modul enthalten sein.

**[0053]** Die in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigte Konstruktion kann Gesamtabmessungen von 7,5 cm × 5 cm × 1 cm haben und eine vollständige Motorsteuerschaltung aufnehmen, die einen Inverter, Eingangsschaltungen, Schutzschaltungen und einen Mikroprozessor einschließt. Der Inverter und andere Leistungs-Halbleiterplättchen sind an dem IMS **15** befestigt, und andere Bauteile befinden sich auf der PCB **13**.

**[0054]** [Fig. 3](#) zeigte einen vergrößerten Teil der Konstruktion nach [Fig. 2](#), wobei sich eine Kappe **70** an ihrem Platz befindet, um das Silastik-Material **60** einzuschließen. Es ist verständlich, dass die Drahtkontaktierungs-Oberfläche des IMS **15** und der PCB **13** sich in unterschiedlichen Höhen befinden. Als Folge hiervon ist eine große Menge an Vergussmasse erforderlich, um die Oberfläche des IMS **15** und die Drähte **90** und **91** ([Fig. 3](#)) einzukapseln, die eine Drahtkontaktierung von dem IMS **15** zu der PCB **13** oder dem Anschlusskissen von Anschlüssen **55** und **56** herstellen sollen ([Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)). Weiterhin sind die Drahtkontaktierungen lang und relativ schwierig zu handhaben.

**[0055]** Es ist in [Fig. 2](#) möglich, die Ebene der PCB **13** wesentlich abzusenken. Dies macht es jedoch unmöglich, Bauteile auf der Unterseite der PCB **13** zuzuordnen, so dass eine größere Fläche für die PCB **13** erforderlich ist, wenn eine große Anzahl von Bauteilen erforderlich ist. Weiterhin wird die PCB **13** auch näher an den Kühlkörper **30** herangebracht, so dass die PCB **13** mit höheren Temperaturen arbeitet.

**[0056]** Um dies zu vermeiden, kann gemäß [Fig. 4](#) die Konstruktion der Isolierschale **12** so modifiziert werden, dass die Schulter **40** wesentlich weiter nach oben in Richtung auf die Ebene der PCB **13** bewegt wird. Die Unterseite des IMS **15** wird dann im wesentlichen oberhalb der Ebene der Unterseite der Schale **12** angeordnet. Daher ist ein Tisch **100** oder eine erhöhte Auflagefläche mit einer ebenen oberen Oberfläche auf dem Kühlkörper **30** ausgebildet und so angeordnet, dass er bzw. sie gegen die untere Oberfläche des IMS **15** drückt, das in der Schulter **40** festgelegt ist, die die Öffnung **14** umgibt.

**[0057]** Die resultierende Konstruktion bringt die obere Oberfläche der Halbleiterplättchen **20** und **21** näher an die Ebene der PCB **13**, die das IMS **15** umgibt, wie dies in [Fig. 4](#) gezeigt ist. Entsprechend wird das Volumen oberhalb des IMS **15**, das mit einem eine hohe Qualität aufweisenden und damit aufwändigen Silastik-Material **60** gefüllt werden muss, beträchtlich verringert; die Länge der Kontaktierungsdrähte **90** und **91** wird verkürzt, wodurch mechanische Beanspruchungen auf die Drahtkontaktierungen im Betrieb verringert werden und die Drahtkontaktierungsmöglichkeit und -qualität verbessert wird, wodurch der Produktionsertrag verbessert wird.

**[0058]** Die [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) zeigen ein weiteres bekanntes Modul und den Teilen nach den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) ähnliche Teile tragen die gleiche Bezugsziffer. Es wird zunächst bemerkt, dass die PCB **13** in [Fig. 4A](#) (die darauf befindlichen Bauteile sind nicht gezeigt) so modifiziert wurde, dass sie eine vergrößerte Öffnung **400** aufweist. Das IMS **15** ist an seinem Aussenrand mit dem darunterliegenden Rand der Öffnung **400** verklebt. Das Halbleiterplättchen und

das Substrat und die PCB werden dann in geeigneter Weise durch Drahtkontaktierungen miteinander verbunden, und die Teilbaugruppe wird elektrisch geprüft.

**[0059]** Eine Isolierkappe **410** wird dann in der gezeigten Weise befestigt, um die obere Oberfläche des IMS **15** und die darin befindlichen Drahtkontaktierungen zu umschließen. Schrauben **411** und **412**, die durch die Leiterplatte **13** hindurchlaufen, sind in einem Kühlkörper **30** eingeschraubt, um die Kappe **410**, die PCB **13** und das IMS **15** an seinem Platz festzulegen. Die Kappe und das IMS können an dem Kühlkörper **30** durch ein geeignetes Klebemittel befestigt sein. Diese Kappe wird dann mit einem geeigneten Vergussmaterial durch Öffnungen in der Kappe hindurch gefüllt, die nicht gezeigt sind, und die Vergussmasse wird dann ausgehärtet.

**[0060]** Die Struktur der [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) beseitigt die übliche Isolations-Basissschale **12** nach den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#). Weiterhin wird die thermische Verbindung zwischen dem IMS **15** und dem Substrat **15** verbessert und eine Vorprüfung der Schaltung vor der Anbringung der Abdeckkappe ist möglich.

**[0061]** Es sei bemerkt, dass wenn Bauteile auf der Unterseite der PCB **13** erwünscht sind, der Kühlkörper **30** hinterschnitten werden kann, wie dies mit gestrichelten Linien **430**, **440** in [Fig. 4B](#) gezeigt ist, um den erforderlichen Raum um die Umfangsteile des Kühlkörpers **30** herum zu schaffen.

**[0062]** Als nächstes wird auf die [Fig. 5](#) bis [Fig. 9](#) Bezug genommen, die eine erste Ausführungsform der Erfindung zeigen, in denen Bauteile ähnlich denen nach den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) die gleichen Bezugsziffern haben, wobei die Isolierschale **12** mit einem Merkmal der Erfindung modifiziert ist, wie dies in [Fig. 5](#) gezeigt ist und eine Vielzahl von Öffnungen **110**, **111**, **112**, **113**, **114** und **115** aufweist, die so bemessen sind, dass sie jeweilige Kühlkörper aufnehmen, die voneinander isoliert sein sollen.

**[0063]** Die [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) zeigen einen der Kühlkörper **120**, der in der Öffnung **113** befestigt ist. Der Kühlkörper **120** weist eine ebene, die Halbleiterplättchen aufnehmende obere Oberfläche **121**, einen mit Rippen **122** versehenen Körper und einen äußeren Flansch **123** auf. Der Hauptteil des Kühlkörpers **120** und identische Kühlkörper **121**, **122**, **123**, **124** und **125** ([Fig. 8](#) und [Fig. 9](#)) sind in Öffnungen **113**, **114**, **115**, **110**, **111** bzw. **112** eingesetzt. Sie sind an der Schale **12** in irgendeiner gewünschten Weise befestigt, beispielsweise durch Festkleben der Unterseite der Flansche, wie z. B. des Flansches **123** des Kühlkörpers **120**. Es ist zu erkennen, dass die Kühlkörper voneinander durch das Isoliermaterial der Schale **12** isoliert sind.

**[0064]** Vor oder nach dem Einbau der Kühlkörper **120** bis **125** werden einzelne Leistungs-Halbleiterplättchen **134**, wie z. B. die Halbleiterplättchen **130**, **131**, **132**, **133**, **134** und **135** ([Fig. 8](#) und [Fig. 9](#)) mit den oberen Oberflächen, wie z. B. den Oberflächen **121** jedes Kühlkörpers **120** bis **125** verbunden. Die Halbleiterplättchen sind Leistungs-Halbleiterplättchen, die untere Elektroden aufweisen, die thermisch und elektrisch direkt mit ihrem jeweiligen Kühlkörper gekoppelt werden können. Die oberen Elektroden der Halbleiterplättchen **130** bis **135** werden dann zur Bildung irgendeiner gewünschten Schaltung elektrisch durch Drahtkontaktierungsverbindungen verbunden, die die Halbleiterplättchen miteinander verbinden und mit äußeren Leitungen verbunden sind. Diese externen Leitungen oder Anschlüsse sind als Anschluss **150**, der mit jedem der Kühlkörper **123**, **124** und **125** (und damit mit den unteren Elektroden der Halbleiterplättchen **133**, **134** und **135**) verbunden ist, als Anschlüsse **151**, **152** und **153**, die über Drahtkontaktierungen mit den oberen Kontakten der Halbleiterplättchen **133**, **134** bzw. **135** und mit den Kühlkörpern **120**, **121** bzw. **122** verbunden sind, als Anschlüsse **154**, **155** und **156**, die mit den oberen Metallelektroden der Halbleiterplättchen **130**, **131** bzw. **132** verbunden sind, und als Steueranschlüsse **160**, **161**, **162**, **163**, **164** und **165** gezeigt sind, die mit den Gate- oder Steuerelektroden der Halbleiterplättchen **133** bis **135** bzw. **130** bis **132** verbunden sind. Es sei bemerkt, dass die Anschlüsse **150** bis **165** Elemente eines gemeinsamen Leiterraums sein können.

**[0065]** Es sei bemerkt, dass die gedruckte Steuerung-Leiterplatte, wie z. B. die Leiterplatte **13** nach den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) in der Schale **12** nach den [Fig. 5](#) bis [Fig. 9](#) oberhalb der Höhenlage der Halbleiterplättchen **130** bis **135** befestigt sein kann, um die Steuersignale zu liefern oder zu verarbeiten, die an die Steueranschlüsse **160** bis **165** angelegt werden.

**[0066]** Die in den [Fig. 5](#) bis [Fig. 9](#) gezeigte Erfindung beseitigt weiterhin die Notwendigkeit eines aufwändigen IMS-Substrates zur geeigneten Isolierung verschiedener der Halbleiterplättchen **130** bis **135** dadurch, dass getrennte Kühlkörper verwendet werden, und es wird weiterhin ein verbessertes thermisches Betriebsverhalten erzielt.

**[0067]** Obwohl die Struktur der Ausführungsform nach den [Fig. 5](#) bis [Fig. 9](#) einen getrennten Kühlkörper für ein jeweiliges Halbleiterplättchen zeigt, ist es verständlich, dass mehr als ein Halbleiterplättchen auf einem einzelnen Kühlkörper befestigt sein kann. Beispielsweise zeigen die [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) eine Ausführungsform, die drei Kühlkörper **180**, **181** und **182** verwendet. Jeder der Kühlkörper trägt einen P-Kanal-MOSFET **183**, **184** bzw. **185** und einen N-Kanal-MOSFET **186**, **187** bzw. **188**. Jeder der Kühlkörper **180** bis **182** hat eine ebene obere Oberfläche zur Aufnahme der zwei mit Abstand voneinander

der angeordneten Halbleiterplättchen, einen Flansch (Flansch 190 in Fig. 11) der in eine Öffnung einer Isolierschale 12 durch Kleben festgelegt werden kann, und Kühlrippen 191 oder irgendeine andere gewünschte Struktur. Die Struktur und die Schaltung können in irgendeiner gewünschten Weise fertiggestellt werden.

[0068] Es ist weiterhin möglich, Kühlkörper mit unterschiedlichen Größen zu mischen, wie dies in Fig. 12 gezeigt ist. So kann gemäß Fig. 12 ein langer Kühlkörper 200 mit Abstand voneinander angeordnete, miteinander (an ihren unteren Elektroden) verbundene MOSFET's 201, 202 und 203 tragen, während getrennte Kühlkörper, wie z. B. Kühlkörper 120, 121 und 122 nach den Fig. 8 und Fig. 9 vollständig elektrisch isolierte Leistungs-MOSFET's 130, 131 bzw. 132 tragen können.

[0069] Als nächstes wird auf die Fig. 16, Fig. 17 und Fig. 18 Bezug genommen, in denen eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt ist. So werden zwei getrennte flache Kühlkörper 360 und 361 getrennt durch Befestigungsschrauben in der Isolierschale 382 gegen den Kühlkörper gepresst. Die Kühlkörper 360 und 361 sind in getrennten Öffnungen 363 bzw. 364 (Fig. 17 und Fig. 18) enthalten, und ihre oberen Oberflächen liegen durch Öffnungen 370 und 371 in der gedruckten Leiterplatte 372 frei. Die gedruckte Leiterplatte (PCB) 372 ist im Inneren der Isolierschale 382 befestigt und an dieser mit Hilfe von Schrauben 390, 391, 392 und 393 befestigt, die in Vorsprünge eingeschraubt sind, die sich einstückig von der Isolierschale 382 aus erstrecken. In Fig. 17 sind Vorsprünge 395 und 396 für Schrauben 391 bzw. 393 gezeigt.

[0070] Nach dem Zusammenbau nach den Fig. 16, Fig. 17 und Fig. 18 können die Kühlkörper das Silizium-Halbleiterplättchen, die PCB und (nicht gezeigte) Anschlüsse durch Drahtkontaktierungen oder auf andere Weise miteinander verbunden werden.

[0071] Fig. 19 zeigt eine Anordnung der Kühlkörper 360 und 361 in Längsrichtung in einer Linie in einer längeren schmalen Isolierschale als der nach den Fig. 16, Fig. 17 und Fig. 18. Diese Anordnung ermöglicht die Verwendung einer geringeren Anzahl von Schrauben 400, 401 und 402 zur Befestigung der PCB 372 an der Isolierschale 382.

### Patentansprüche

1. Halbleiter-Leistungsmodul, mit:  
einer Anzahl von Leistungs-Halbleiterplättchen (20, 21; 130–135; 183–188), die jeweils eine untere Oberfläche und eine obere Oberfläche aufweisen;  
einer Isolierschale (12; 382; 410);  
zumindest einer thermisch leitenden Halbleiterplättchen-Trägereinrichtung (15; 120–125; 180–182; 360,

361) zur Aufnahme der unteren Oberfläche jeweiliger der Leistungs-Halbleiterplättchen (20, 21; 130–135; 183–188); und

einer gedruckten Leiterplatte (13; 372) mit einer darauf befindlichen Steuerschaltung zur Steuerung der Betriebsweise der Leistungs-Halbleiterplättchen; wobei die Leiterplatte (13; 372) in einer Ebene parallel zu der Ebene der zumindest einen Trägereinrichtung (15; 120–125; 180–182; 360, 361) angeordnet ist und die Leiterplatte (13; 372) zumindest eine darin ausgebildete Öffnung aufweist, wobei die Isolierschale (12; 382; 410) zumindest eine darin ausgebildete koplanare Öffnung aufweist, die auf die zumindest eine Öffnung in der Leiterplatte (13; 372) zentriert ist; wobei die zumindest eine thermisch leitende Trägereinrichtung (15; 120–125; 180–182; 360, 361) in der zumindest einen Öffnung (40; 110–115; 363, 364) in der Isolierschale (12; 382; 410) festgelegt ist und Drahtkontaktierungseinrichtungen, die sich durch die Öffnungen in der Leiterplatte (13; 372) hindurch erstrecken und die Steuerschaltungen mit jeweiligen der Halbleiterplättchen (20, 21, 130–135; 183–188) verbinden,

**dadurch gekennzeichnet**, dass die Leiterplatte (13; 372) eine Anzahl von mit Abstand voneinander angeordneten und darin ausgebildeten Öffnungen aufweist; dass die Isolierschale (410; 12; 382) eine Anzahl von darin ausgebildeten koplanaren Öffnungen (40; 110–115; 363, 364) aufweist, die jeweils auf eine jeweilige der Öffnungen in der Leiterplatte (13; 372) zentriert sind; dass die Anzahl von thermisch leitenden Halbleiter-Trägereinrichtungen (15; 120–125; 180–182; 360, 361) in jeweiligen der Öffnungen (40; 110–115; 363, 364) in der Isolierschale angeordnet sind und durch die Isolierschale (12; 382; 410) elektrisch voneinander isoliert sind; dass die thermisch leitenden Trägereinrichtungen jeweils durch einen elektrisch leitenden Kühlkörper (120) gebildet sind; und dass zumindest eines der Anzahl von Halbleiterplättchen (130, 131, 132) an der oberen Oberfläche eines jeweiligen der Kühlkörper befestigt ist.

2. Leistungsmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Trägereinrichtungen (120–125) zumindest zwei mit Abstand voneinander angeordnete Halbleiterplättchen (130–135; 183–188) auf ihrer oberen Oberfläche aufnimmt, wobei zumindest zwei Halbleiterplättchen auf jeder der Trägereinrichtungen (120–125) elektrisch an ihren unteren Oberflächen miteinander verbunden sind.

3. Leistungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen der gedruckten Leiterplatte (13; 372) jeweils eine Form aufweisen, die zumindest annähernd der Form der thermisch leitenden Halbleiter-Trägereinrichtungen entspricht, dass die gedruckte Leiterplatte in einer Ebene parallel zu der Ebene der Trägereinrichtungen und gegenüber den Trägereinrichtungen nach oben versetzt ist; und dass die Ebe-

ne der gedruckten Leiterplatte eng benachbart zu der Ebene der Trägereinrichtungen angeordnet ist.

4. Leistungsmodul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest Teile der oberen Umfangsoberfläche der Trägereinrichtungen an entsprechenden Umfangsteilen der Unterseite der gedruckten Leiterplatte benachbart zu der Öffnung in der gedruckten Leiterplatte befestigt sind.

5. Leistungsmodul nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Umfangsoberflächen der Trägereinrichtungen und der gedruckten Leiterplatte durch ein Klebemittel aneinander befestigt sind.

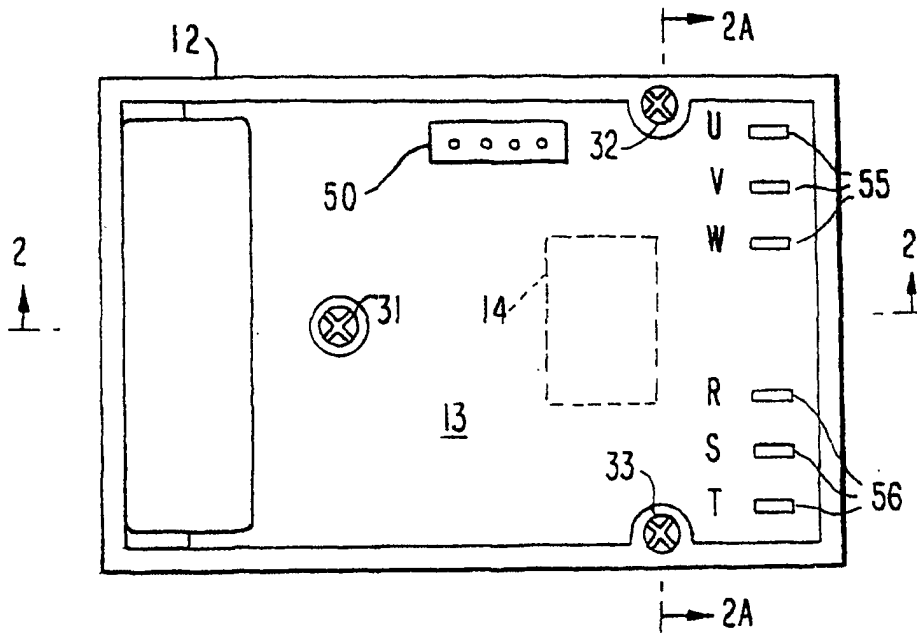
6. Leistungsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Isolierkappe oberhalb der Öffnung in der gedruckten Leiterplatte angeordnet und diesen Bereich umschließt und ein mit einem Isoliermedium gefülltes Volumen oberhalb des Halbleiterplättchens (**130–135, 183–188**) umgrenzt.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen



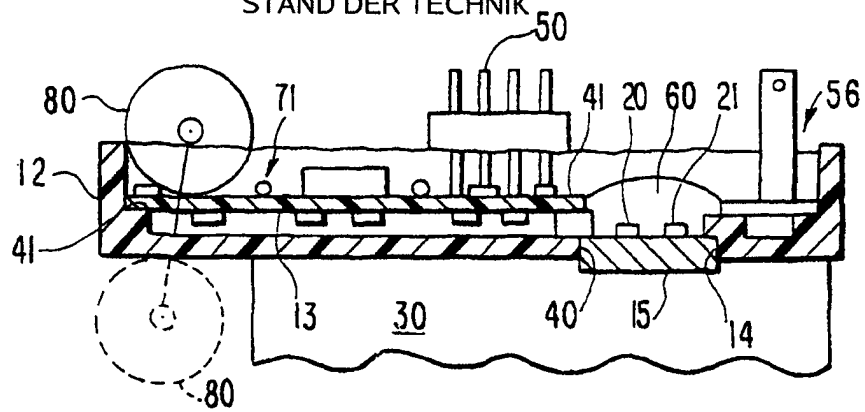
**FIG. 1**

STAND DER TECHNIK

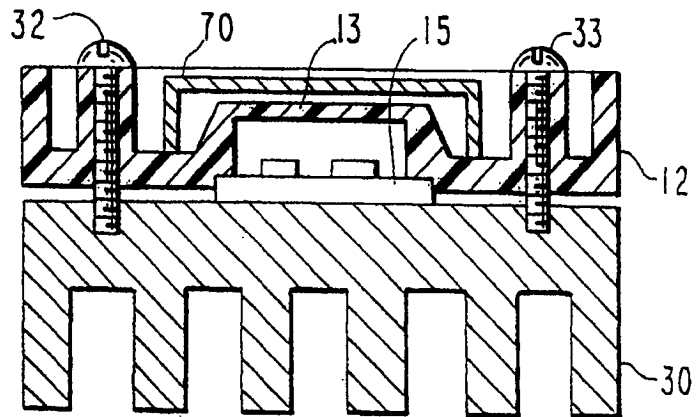


**FIG. 2**

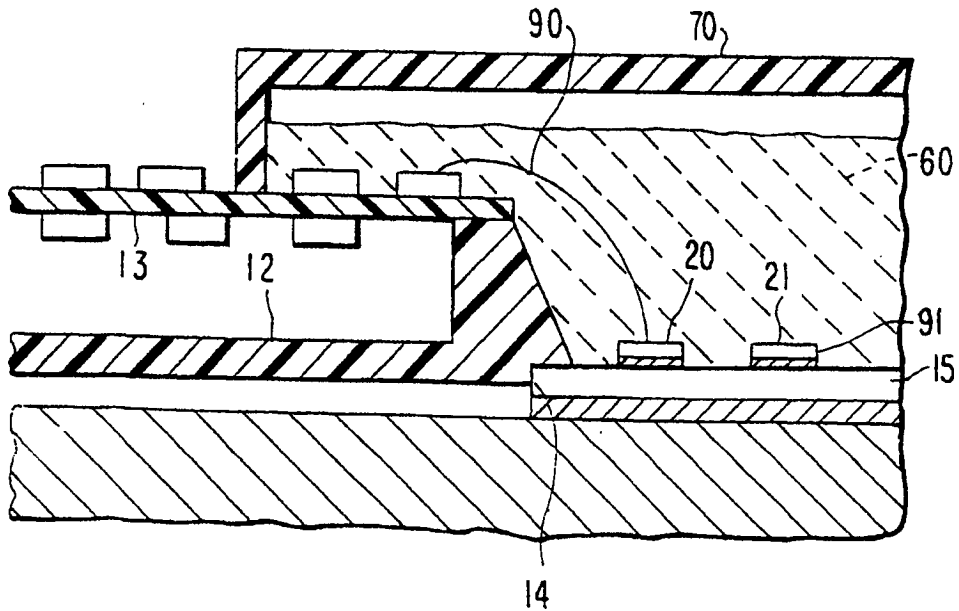
STAND DER TECHNIK

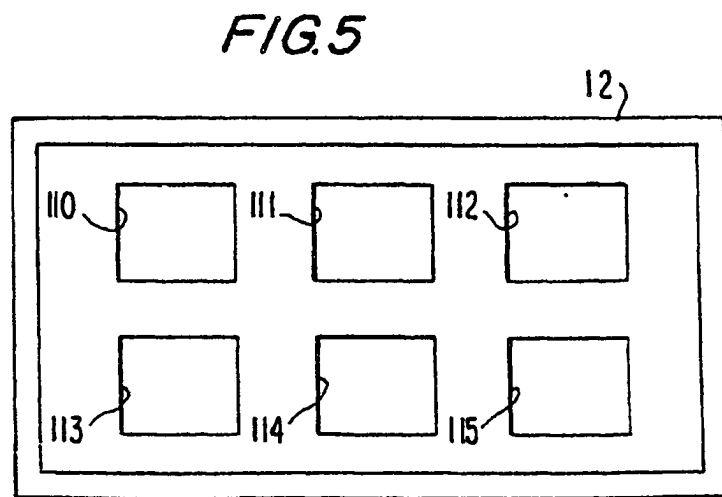
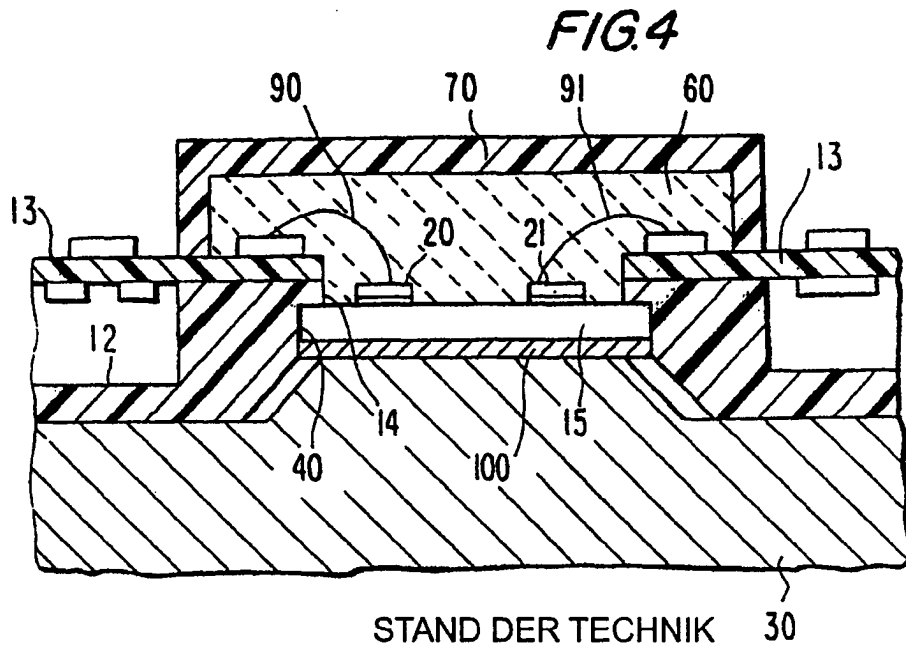


**FIG. 2a**  
STAND DER TECHNIK



**FIG. 3**  
STAND DER TECHNIK





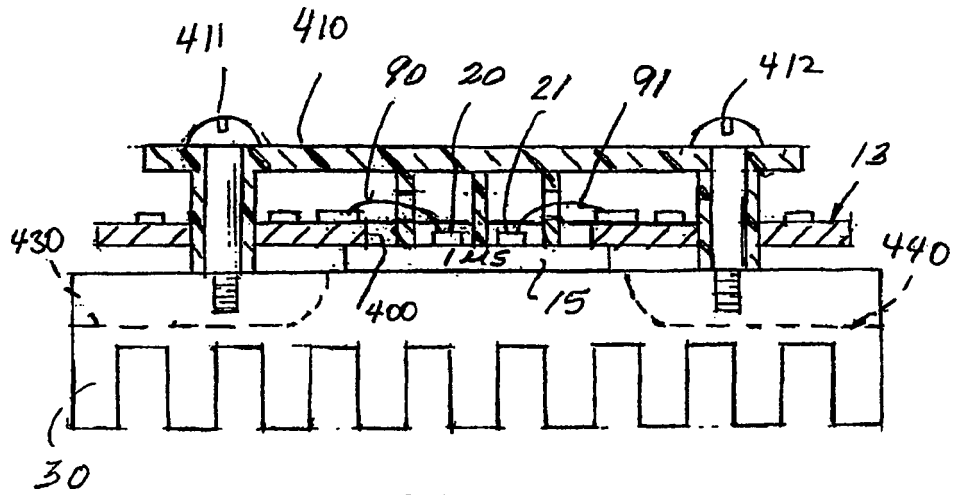


FIG. 4B  
(STAND DER TECHNIK)

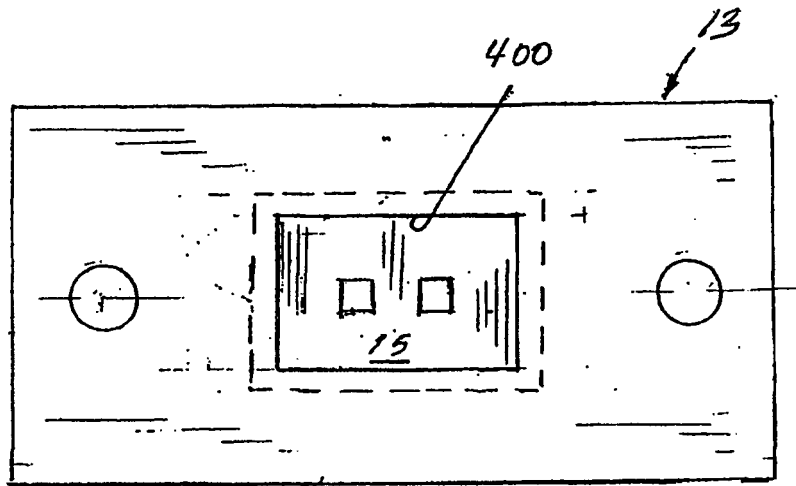


FIG. 4A  
(STAND DER TECHNIK)

FIG. 9

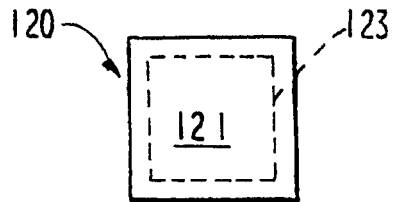
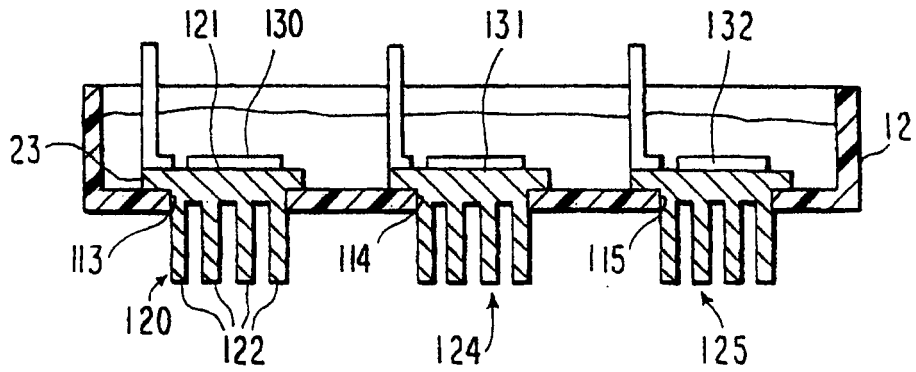


FIG. 6

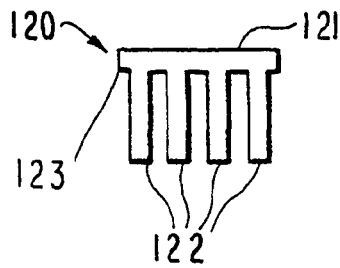


FIG. 7

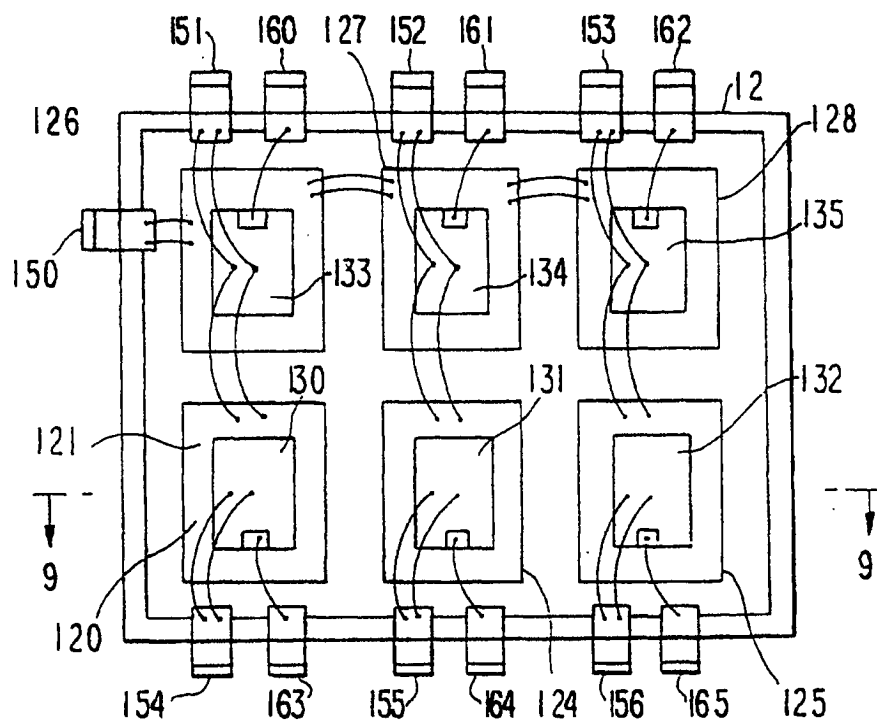


FIG.8

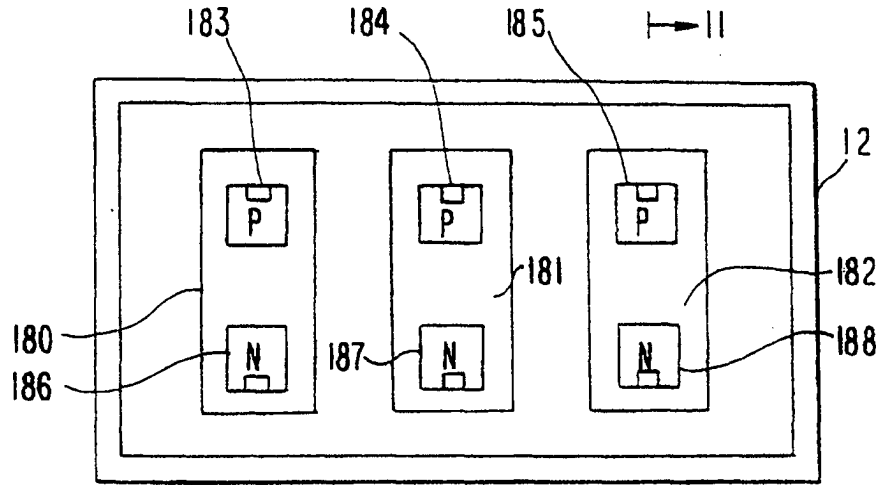


FIG. 10

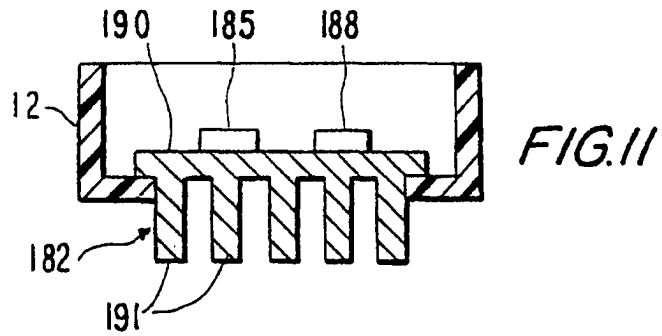


FIG. 11

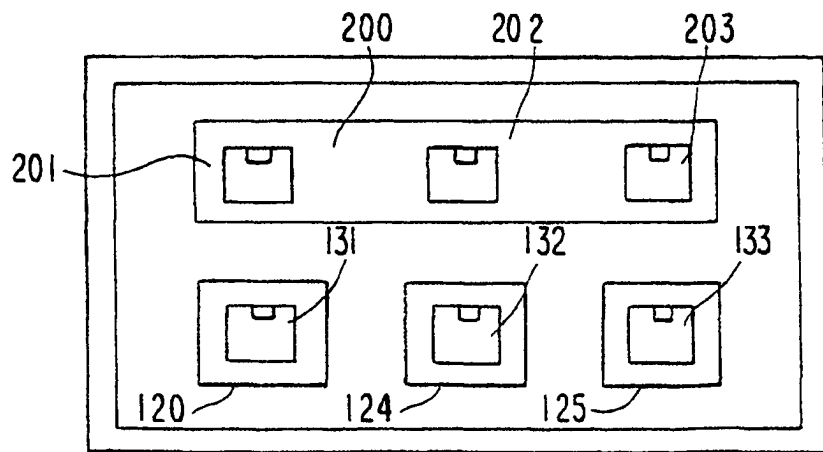
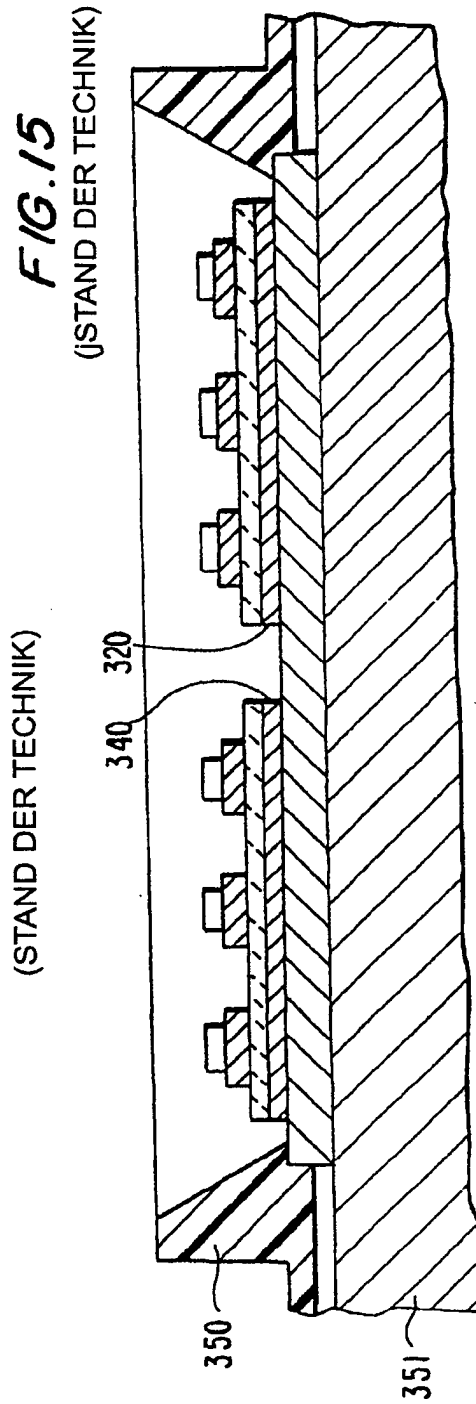
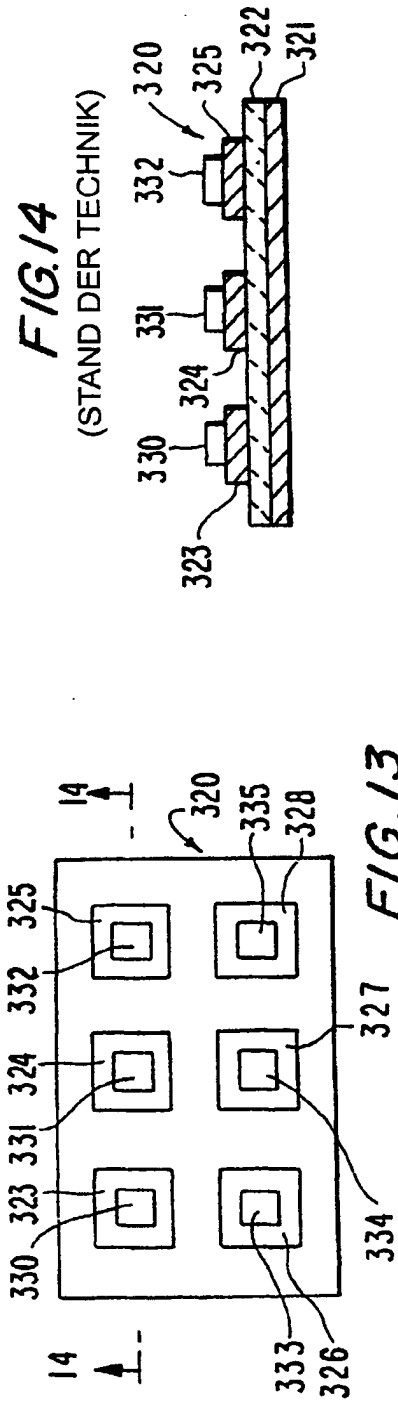
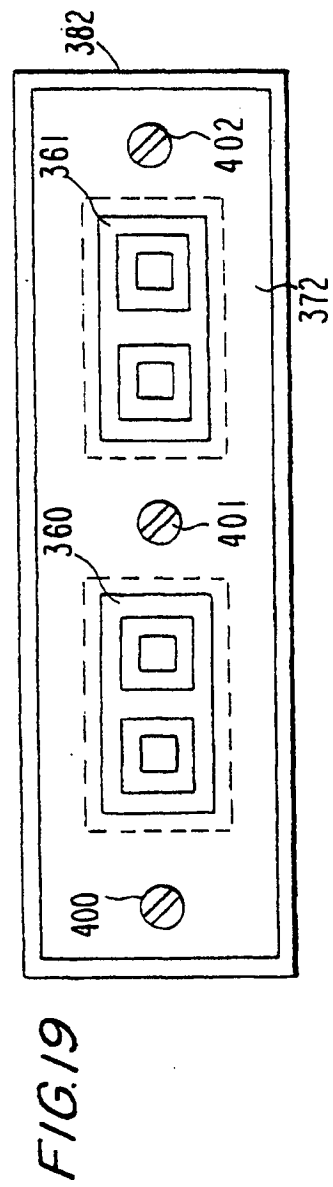
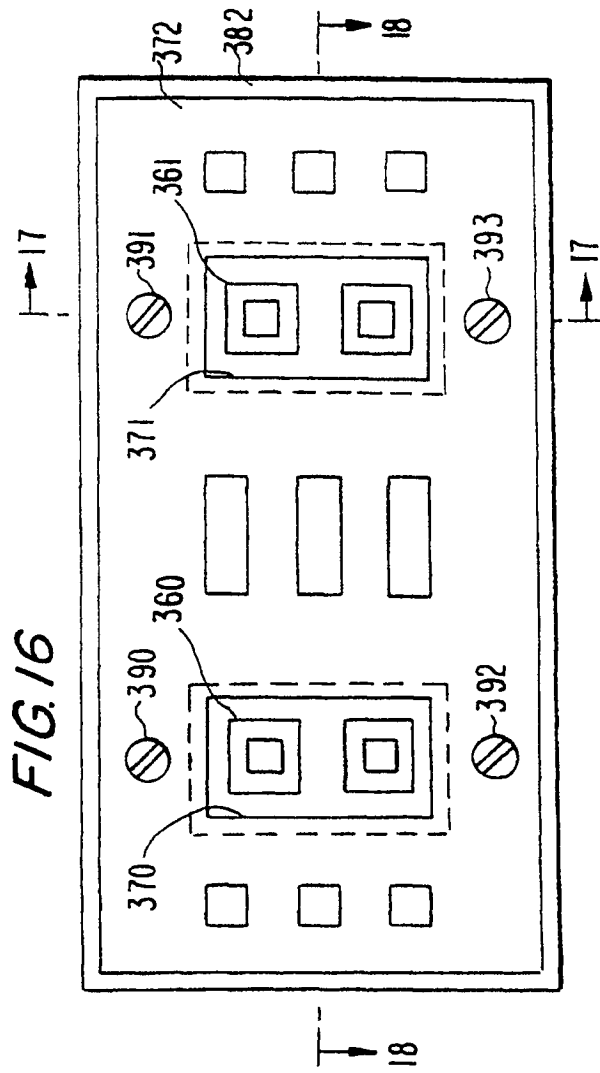


FIG. 12







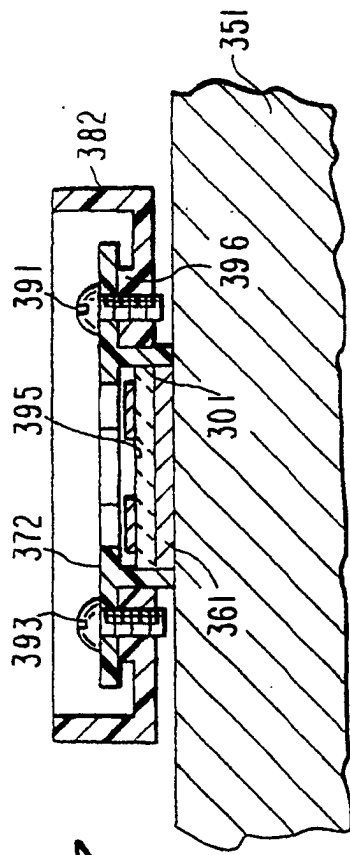


FIG. 17

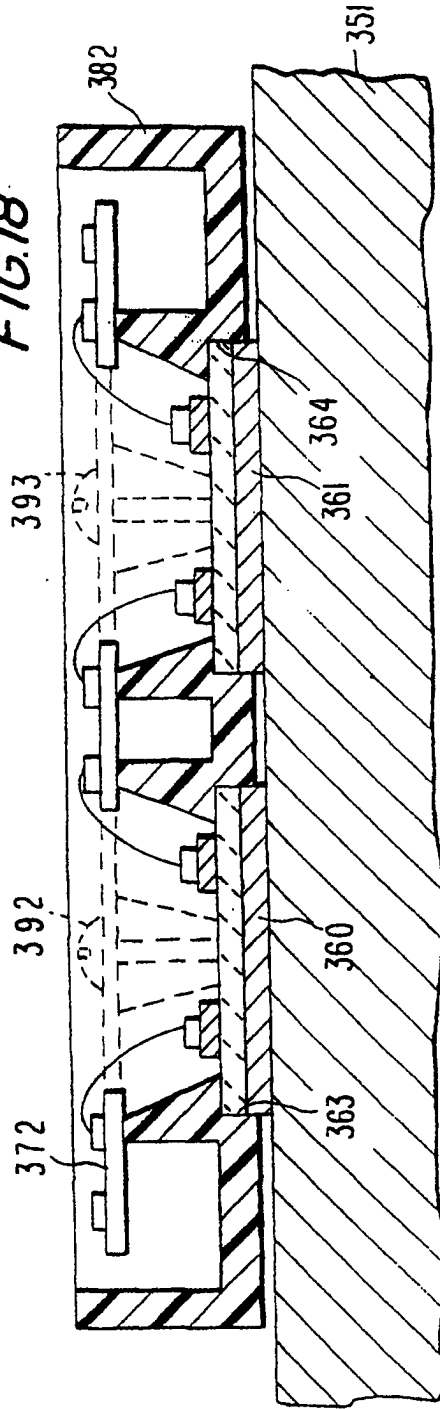


FIG. 18