



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 33 329.0**
(22) Anmeldetag: **23.07.2003**
(43) Offenlegungstag: **10.03.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.07.2011**

(51) Int Cl.: **H01L 23/12 (2006.01)**
H01L 25/07 (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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**SEMIKRON Elektronik GmbH & Co. KG, 90431,
Nürnberg, DE**

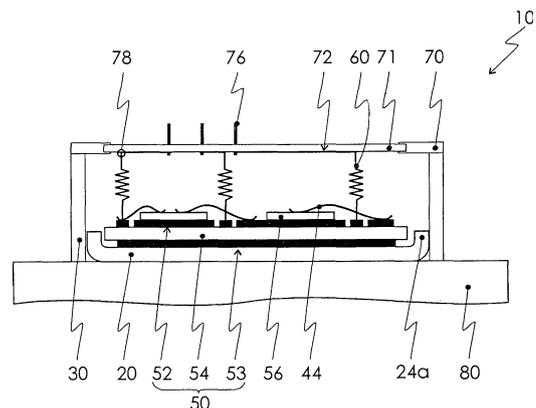
(72) Erfinder:
**Manz, Yvonne, 91085, Weisendorf, DE; Steger,
Jürgen, 91355, Hiltpoltstein, DE; Jäger, Harald,
90542, Eckental, DE; Rüger, Herbert, 95236,
Stammbach, DE; Matthes, Jürgen, 95131,
Schwarzenbach a Wald, DE**

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

DE	197 07 514	A1
DE	103 16 355	A1
DE	35 08 456	A1
US	64 04 042	B1
US	2002/00 03 819	A1

(54) Bezeichnung: **Leistungshalbleitermodul mit biegesteifer Grundplatte**

(57) Hauptanspruch: Leistungshalbleitermodul (10) mit einer metallischen Grundplatte (20) zur Montage auf einem Kühlkörper (80) bestehend aus einem rahmenartigen Gehäuse (30), einem Deckel (70), nach außen führenden Anschlusselementen für Last- (40, 42, 44) und Hilfskontakte (76) und mit mindestens einem innerhalb des Gehäuses (30) angeordneten elektrisch isolierenden Substrats (50), das seinerseits besteht aus einem Isolierstoffkörper (52) und einer auf dessen der Grundplatte (20) abgewandten ersten Hauptfläche befindlichen Mehrzahl von gegeneinander elektrisch isolierten metallischen Verbindungsbahnen (54), darauf befindlichen und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbundenen Leistungshalbleiterbauelementen (56) sowie mindestens einer auf dessen der Grundplatte (20) zugewandten zweiten Hauptfläche befindlichen metallischen Schicht (53), wobei das Substrat (50) auf der Grundplatte (20) angeordnet ist und wobei die Grundplatte (20) eine Versteifungsstruktur (24) aufweist, die in Längsrichtung der Grundplatte (20) verläuft und die Steifigkeit so erhöht wird, dass eine bei der Herstellung der Grundplatte produzierte Durchbiegung in Richtung des Kühlkörpers auch nach der Lötung des Substrats gegeben...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung beschreibt ein Leistungshalbleitermodul bestehend aus einem Gehäuse mit einer metallischen Grundplatte und mindestens einem darin angeordneten elektrisch isolierenden Substrat, das auf der Grundplatte angeordnet ist. Dieses besteht seinerseits aus einem Isolierstoffkörper mit einer Mehrzahl darauf befindlicher gegeneinander isolierter metallischer Verbindungsbahnen und hierauf befindlichen und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbundenen Leistungshalbleiterbauelementen. Weiterhin weist das Substrat auf seiner Unterseite eine metallische Schicht, vergleichbar den Verbindungsbahnen, auf. Weiterhin weisen derartige Leistungshalbleitermodule Anschlusselemente für Last- und Hilfskontakte auf.

[0002] Leistungshalbleitermodule, die Ausgangspunkt dieser Erfindung sind, sind beispielhaft bekannt aus der nachveröffentlichten DE 103 16 355 B3 oder der vorveröffentlichten DE 35 08 456 A1. Derartige Leistungshalbleitermodule weisen eine Grundplatte zur thermischen Kopplung an einen Kühlkörper auf. Hierfür ist es von besonderer Bedeutung, dass die Grundplatte nach der Befestigung des Leistungshalbleitermoduls möglichst vollständig in Kontakt mit dem Kühlkörper ist um einen effizienten Wärmeübergang zu gewährleisten. Da bei modernen Leistungshalbleitermodulen besonderer Wert auf eine kompakte Bauform gelegt wird und deswegen der Flächenanteil des Substrates mit den darauf angeordneten Leistungshalbleiterbauelementen besonders hoch ist, weisen diese Leistungshalbleitermodule ausschließlich in den Eckbereichen Verbindungseinrichtungen zur Verbindung mit dem Kühlkörper auf. Besonders Leistungshalbleitermodule mit hohen Leistungen weisen vorteilhafterweise eine Bauform auf, bei der die Längsausdehnung wesentlich größer ist als die Querausdehnung. Es ist bevorzugt, dass das Substrat auf der der Grundplatte zugewandten Seite eine weitere Metallisierung aufweist. Mittels dieser Metallisierung sind die Substrate stoffschlüssig mit der Grundplatte verbunden. Nach dem Stand der Technik wird diese Verbindung mittels Löten hergestellt.

[0003] Bei Leistungshalbleitermodulen mit vergleichsweise großer Längsausdehnung kann eine Lötverbindung der Substrate und der Grundplatte zu einer konkaven Durchbiegung der Grundplatte führen. Unter konkaver Durchbiegung soll hier eine Durchbiegung verstanden werden, bei der die Durchbiegung des Mittelbereichs der Grundplatte in Richtung des Leistungshalbleitermoduls erfolgt, unter konvexer Durchbiegung wird eine Durchbiegung in Richtung des Kühlkörpers verstanden, wie sie aus der DE 197 07 514 A1 bekannt ist. Vorteilhaft für einen effizienten Wärmeübergang zwischen dem Leistungshalbleitermodul und dem Kühlkörper ist eine

konvexe Durchbiegung der Grundplatte, da somit die Grundplatte nach der Befestigung auf dem Kühlkörper plan auf diesem aufliegt. Bei konkaver Durchbiegung würde keine plane Auflage erfolgen. Bereits bei der Herstellung werden somit die Grundplatten nach dem Stand der Technik mit einer konvexen Durchbiegung gefertigt. Trotz dieser sog. Vorspannung der Grundplatte kann die Lötung der Substrate zu einer konkaven Durchbiegung der Grundplatte führen, falls diese nicht ausreichend steif ausgeführt ist. Eine ausreichende Steifigkeit wird nach dem Stand der Technik durch eine entsprechend dicke Auslegung der Grundplatte erreicht.

[0004] Andererseits fordert eine kostengünstige und kompakte Herstellung eines Leistungshalbleitermoduls eine Grundplatte mit möglichst geringer Dicke. Leistungshalbleitermodule, speziell mit im Vergleich zur Querausdehnung wesentlich größerer Längsausdehnung, weisen nach dem Stand der Technik somit entweder den Nachteil einer dicken Grundplatte oder der konkaven Durchbiegung einer dünneren Grundplatte auf.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde ein Leistungshalbleitermodul vorzustellen, bei dem die Biegesteifigkeit in Längsrichtung der Grundplatte bei gegebener Dicke erhöht ist.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Leistungshalbleitermodul nach dem Anspruch 1, spezielle Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen.

[0007] Der Grundgedanke der Erfindung geht aus von einem Leistungshalbleitermodul mit einer Grundplatte zur Montage auf einem Kühlkörper nach dem genannten Stand der Technik bestehend aus einem rahmenartigen Gehäuse mit mindestens einem darin angeordneten elektrisch isolierenden Substrat. Dieses Substrat besteht seinerseits aus einem Isolierstoffkörper mit einer Mehrzahl von auf seiner ersten Hauptfläche befindlichen gegeneinander isolierten metallischen Verbindungsbahnen sowie vorzugsweise aus einer auf seiner zweiten Hauptfläche angeordneten flächigen metallischen Schicht. Auf den Verbindungsbahnen der ersten Hauptfläche und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbunden ist eine Mehrzahl von Leistungshalbleiterbauelementen angeordnet. Das Leistungshalbleitermodul weist weiterhin nach außen führende Anschlusselemente für Last- und Hilfskontakte auf.

[0008] Das erfinderische Leistungshalbleitermodul weist eine metallische Grundplatte auf, die in Längsrichtung mindestens eine Versteifungsstruktur aufweist. Diese Versteifungsstruktur wird durch Verformen eines Teiles Grundplatte gebildet und ragt aus der durch die von der Grundplatte selbst definierten Ebene parallel zum Kühlkörper heraus. Auf die-

ser Grundplatte ist ein Substrat, vorzugsweise allerdings eine Mehrzahl einzelner Substrate, angeordnet. vorzugsweise handelt es sich hierbei um eine stoffschlüssige Verbindung, die nach dem Stand der Technik als Lötverbindung ausgebildet ist.

[0009] Erfindungsgemäß an dieser Ausgestaltung des Leistungshalbleitermoduls ist, dass bei gegebener Dicke der Grundplatte deren Steifigkeit in Längsrichtung wesentlich erhöht ist und somit eine bei der Herstellung der Grundplatte produzierte konvexe Durchbiegung auch nach der Lötung der Substrate gegeben ist.

[0010] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) näher erläutert.

[0011] [Fig. 1](#) zeigt ein Leistungshalbleitermodul nach dem Stand der Technik in Draufsicht.

[0012] [Fig. 2](#) zeigt einen Schnitt entlang der Linie A-A durch das Leistungshalbleitermodul nach [Fig. 1](#) in Seitenansicht.

[0013] [Fig. 3](#) zeigt einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleitermodul in Seitenansicht.

[0014] [Fig. 4](#) zeigt einen Schnitt durch eine weitere Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls in Seitenansicht.

[0015] [Fig. 5](#) zeigt eine Grundplatte eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls in dreidimensionaler Ansicht.

[0016] [Fig. 1](#) zeigt ein Leistungshalbleitermodul nach dem Stand der Technik in Draufsicht. Dargestellt ist ein Leistungshalbleitermodul (10) bestehend aus einer Grundplatte (20) zur Montage auf einem Kühlkörper. Hierzu weist diese Grundplatte (20) im Bereich ihrer Ecken jeweils eine Ausnehmung (22) auf. Das Modul besteht weiterhin aus einem rahmenartigen Gehäuse (30) sowie zwei elektrisch isolierenden Substraten (50). Das jeweilige Substrat besteht seinerseits aus einem Isolierstoffkörper (52) mit einer Mehrzahl von auf seiner ersten der Grundplatte abgewandten Hauptfläche befindlichen gegeneinander isolierten metallischen Verbindungsbahnen (54). Auf seiner zweiten der Grundplatte zugewandten Hauptfläche weist das Substrat eine den Verbindungsbahnen der ersten Hauptfläche gleichartige flächige Metallisierung (53, [Fig. 2](#)) auf. Auf den Verbindungsbahnen (54) und mit diesen schaltungsgerecht mittels Drahtbondverbindungen (48) verbunden sind Leistungshalbleiterbauelemente (56) sowie ein Sensorikbauteil (58) angeordnet. Zur elektrischen Kontaktierung weist das Teilmodul (10) Anschlusselemente (40, 42, 44) für die Lastanschlüsse auf. Die Verbindungs-

bahnen (54) der Substrate (50) sind zum Teil miteinander und mit den Anschlusselementen (40) direkt oder mittels Lötbrücken (46) miteinander verbunden.

[0017] Die [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) zeigen Seitenansichten durch Leistungshalbleitermodule nach dem Stand der Technik ([Fig. 2](#)) sowie gemäß der Erfindung ([Fig. 3](#), [Fig. 4](#)), jeweils entlang eines Schnittes A-A (vgl. [Fig. 1](#)). Dargestellt ist jeweils ein Leistungshalbleitermodul (10) mit einem rahmenartigen Gehäuse (30) in der Seitenansicht. Auf der Grundplatte (20) angeordnet ist ein sog. DCB-(Direct Copper Bonding) Substrat (50). Dieses besteht aus einem Isolierstoffkörper (52), beispielhaft einer Aluminiumoxid- oder Aluminiumnitridkeramik, mit einer auf seiner der Grundplatte zugewandten Seite flächigen (53) und auf seiner der Grundplatte (20) abgewandten Seite strukturierten Kupferschicht (54). Diese Kupferschicht (54) stellt die Verbindungsbahnen des Leistungshalbleitermoduls dar. Auf diesen Verbindungsbahnen (54) sind die Bauelemente (56), in der Regel Leistungshalbleiterbauelemente und Sensorikbauteile, angeordnet. Die schaltungsgerechten Verbindungen erfolgen mittels Drahtbondverbindungen (44).

[0018] Weiterhin sind die Hilfsanschlüsselemente des jeweiligen Leistungshalbleitermoduls dargestellt. Diese werden gebildet durch Kontaktfedern (60), auf einer Leiterplatte angeordnete Leiterbahnen (72) sowie Anschlussstifte (76). Die Leiterplatte, auf deren Kontaktflächen (78) diese Kontaktfedern enden, ist hier integraler Bestandteil des Deckels (70). Der Deckel selbst ist hier rahmenartig ausgebildet und umschließt die Leiterplatte an ihren Kanten, ohne sie vollständig zu überdecken.

[0019] [Fig. 2](#) zeigt einen Schnitt entlang der Linie A-A durch das Leistungshalbleitermodul nach dem Stand der Technik gemäß [Fig. 1](#) in Seitenansicht. Die Grundplatte (20) besteht aus einer ebenen Kupferplatte, die in Längsrichtung eine konvexe Vorspannung von ca. 2 mm bei einer Länge von ca. 15 cm aufweist.

[0020] [Fig. 3](#) zeigt einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Leistungshalbleitermodul in Seitenansicht. Die Längsseiten der Grundplatte (20) sind hier ohne Unterbrechung über einen Abschnitt (24a) zwischen den Ausnehmungen ([Fig. 1](#), 22) jeweils um ca. 90° in Richtung des Modulinneren, also in Richtung der dem Kühlkörper abgewandten Seite der Grundplatte (20), nach oben gebogen. Durch diese Versteifungsstruktur (24) kann eine im Vergleich zum Stand der Technik um mindestens 20% dünnere Grundplatte eingesetzt werden bei gleichzeitiger Erhöhung der Biegesteifigkeit um 60%. Eine konvex vorgespannte Grundplatte behält auch nach der Lötung der Substrate diese konvexe Vorspannung. Die

Vorspannung liegt hier ebenfalls wie beim Stand der Technik bei ca. 2 mm.

[0021] Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch eine weitere Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls in Seitenansicht. Hierbei wird eine Versteifungsstruktur (24) der Grundplatte (20) realisiert, indem in mehreren Abschnitten entlang der Längsseite des Leistungshalbleitermoduls (10) in Längsrichtung verlaufende Prägebereiche (24b) angeordnet sind. Diese Prägebereiche sind derart gestaltet, dass auf der dem Kühlkörper (80) zugewandten Seite das Material der Grundplatte (20), in der Regel Kupfer, partiell in Richtung des Modulinneren gedrückt wird. Hierdurch ergibt sich auf der dem Kühlkörper (80) abgewandten Seite der Grundplatte (20) eine Aufwölbung. Hierdurch wird in dem Bereich der Prägung ein Versteifung in Längsrichtung erreicht. Die Prägebereiche (24b) weisen vorteilhafterweise ein Verhältnis Länge zu Breite von mehr als 4:1 auf. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die einzelnen Prägebereiche sich gegenseitig zu mehr als 20% überlappen. Zusätzlich weist die Grundplatte (20) die oben beschriebene konvexe Vorspannung auf.

[0022] Alternativ kann selbstverständlich auch eine einzige Prägung (24b) über die gesamte Länge der Grundplatte (20) in Längsrichtung verlaufend angeordnet sein.

[0023] Fig. 5 zeigt eine Grundplatte eines erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls in dreidimensionaler Ansicht. Hier ist ein Grundplatte (20, vgl. Fig. 3) gezeigt, wobei zwischen den für die Schraubverbindung des Leistungshalbleitermoduls (10) mit dem Kühlkörper (80) bestimmten Ausnehmungen (22) an jeder Längsseite durch Einbringen von Ausparungen (26) ein Abschnitt (24a) frei gestanzt. Der Abschnitt 24 ist aus der durch die Grundplatte selbst gegebenen Ebene heraus in Richtung des Substrates gebogen. Weiterhin ist die Grundplatte (20) konvex, wie oben beschrieben, vorgespannt. Diese Ausgestaltung der Grundplatte (20) des erfindungsgemäßen Leistungshalbleiterbauelements erfolgt in bekannter Stanz-Biege-Technik.

Patentansprüche

1. Leistungshalbleitermodul (10) mit einer metallischen Grundplatte (20) zur Montage auf einem Kühlkörper (80) bestehend aus einem rahmenartigen Gehäuse (30), einem Deckel (70), nach außen führenden Anschlusselementen für Last- (40, 42, 44) und Hilfskontakte (76) und mit mindestens einem innerhalb des Gehäuses (30) angeordneten elektrisch isolierenden Substrats (50), das seinerseits besteht aus einem Isolierstoffkörper (52) und einer auf dessen der Grundplatte (20) abgewandten ersten Hauptfläche befindlichen Mehrzahl von gegeneinander elektrisch isolierten metallischen Verbindungsbahnen (54), dar-

auf befindlichen und mit diesen Verbindungsbahnen schaltungsgerecht verbundenen Leistungshalbleiterbauelementen (56) sowie mindestens einer auf dessen der Grundplatte (20) zugewandten zweiten Hauptfläche befindlichen metallischen Schicht (53), wobei das Substrat (50) auf der Grundplatte (20) angeordnet ist und wobei die Grundplatte (20) eine Versteifungsstruktur (24) aufweist, die in Längsrichtung der Grundplatte (20) verläuft und die Steifigkeit so erhöht wird, dass eine bei der Herstellung der Grundplatte produzierte Durchbiegung in Richtung des Kühlkörpers auch nach der Lötung des Substrats gegeben ist, wobei diese Versteifungsstruktur (24) aus dem Grundplattenmaterial selbst durch Verformung gebildet ist und aus der durch die Grundplatte gegebenen Ebene herausragt.

2. Leistungshalbleitermodul (10) nach Anspruch 1, wobei die Versteifungsstruktur (24) aus Abschnitten (24a) der Längsseiten der Grundplatte (20) besteht, die aus der durch die Grundplatte selbst gegebenen Ebene heraus in Richtung des Substrates (50) gebogen sind.

3. Leistungshalbleitermodul (10) nach Anspruch 1, wobei die Grundplatte (20) eine Mehrzahl von Ausnehmungen (22) zur Schraubverbindung des Leistungshalbleitermoduls mit dem Kühlkörper (80) aufweist.

4. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei die Grundplatte (20) als Stanz-Biege-Teil ausgeführt ist, wobei die Abschnitte (24) der Versteifung durch Ausnehmungen (26) freigestellt sind.

5. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei die Grundplatte (20) mit der metallischen Schicht (53) des Substrats (50) mittels einer flächig ausgeführten Lötung stoffbündig verbunden ist.

6. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei der jeweilige Abschnitt (24) der Versteifung über die gesamte Längsseite der Grundplatte (20) verläuft.

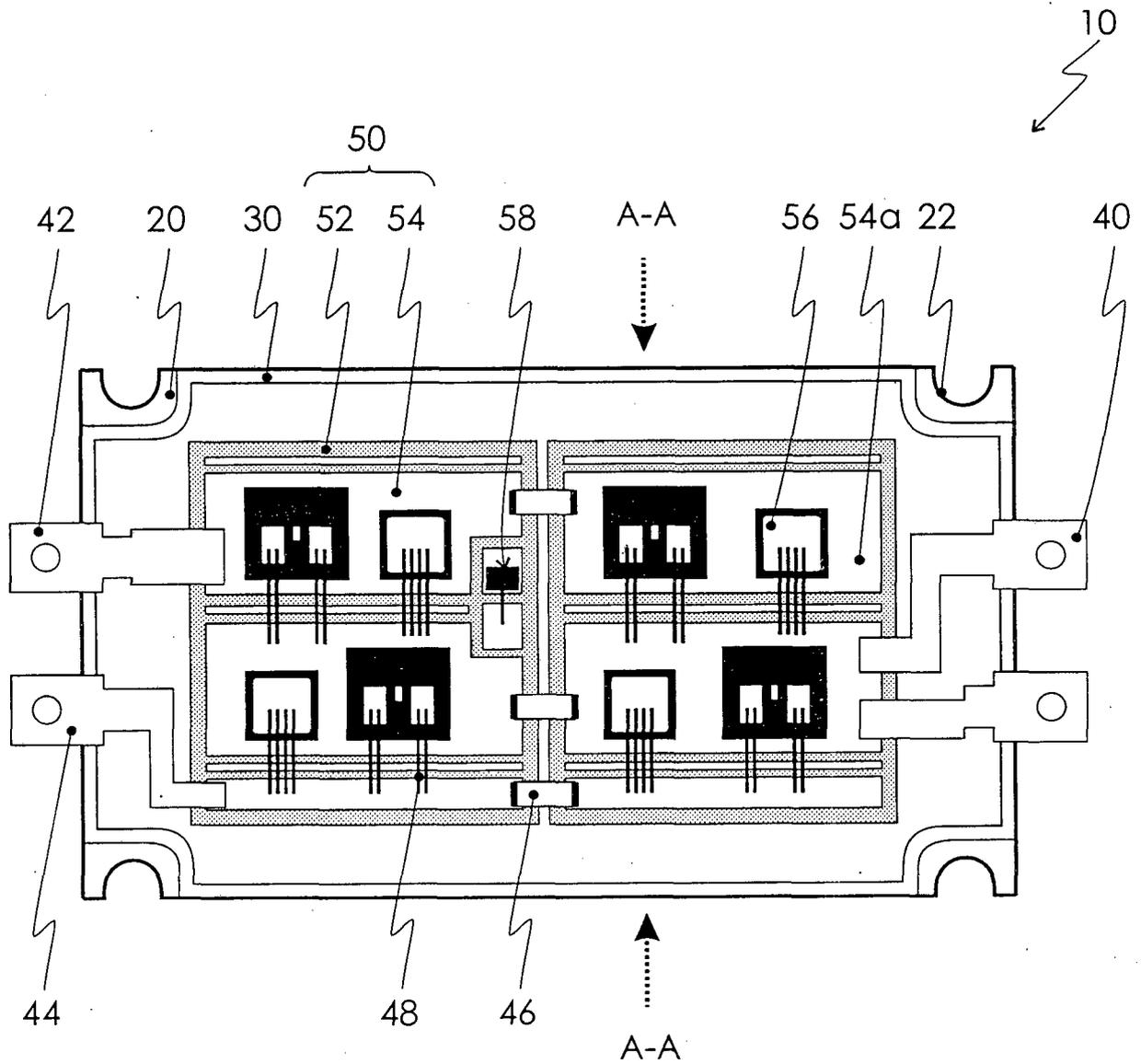
7. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, wobei die Abschnitte (24) jeder Seite unterbrochen und sich überlappend angeordnet sind.

8. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 2, wobei der jeweilige Abschnitt (24) der Versteifung zwischen Ausnehmungen (22) der Grundplatte (20) für Schraubverbindungen angeordnet und von diesen beabstandet ist.

9. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 2, wobei der Abschnitt (24) der Versteifung im rechten Winkel zur Grundplatte (20) in dem Kühlkörper (80) abgewandter Richtung gebogen ist.

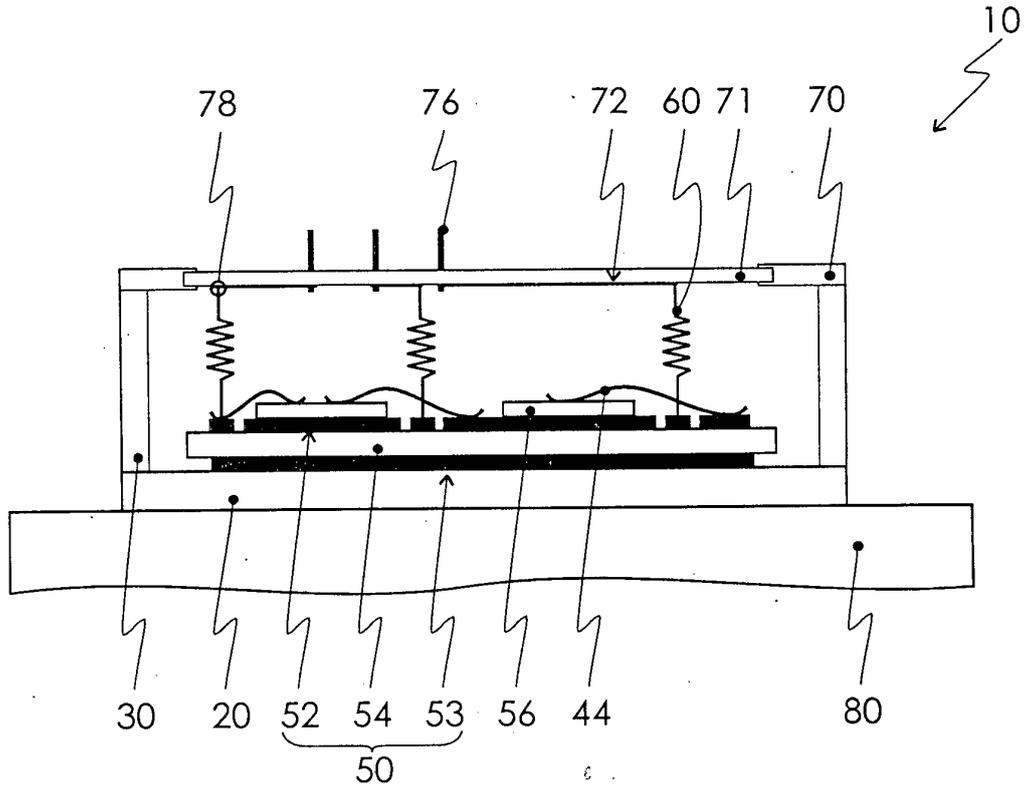
Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



(Stand der Technik)

Fig. 1



(Stand der Technik)

Fig. 2

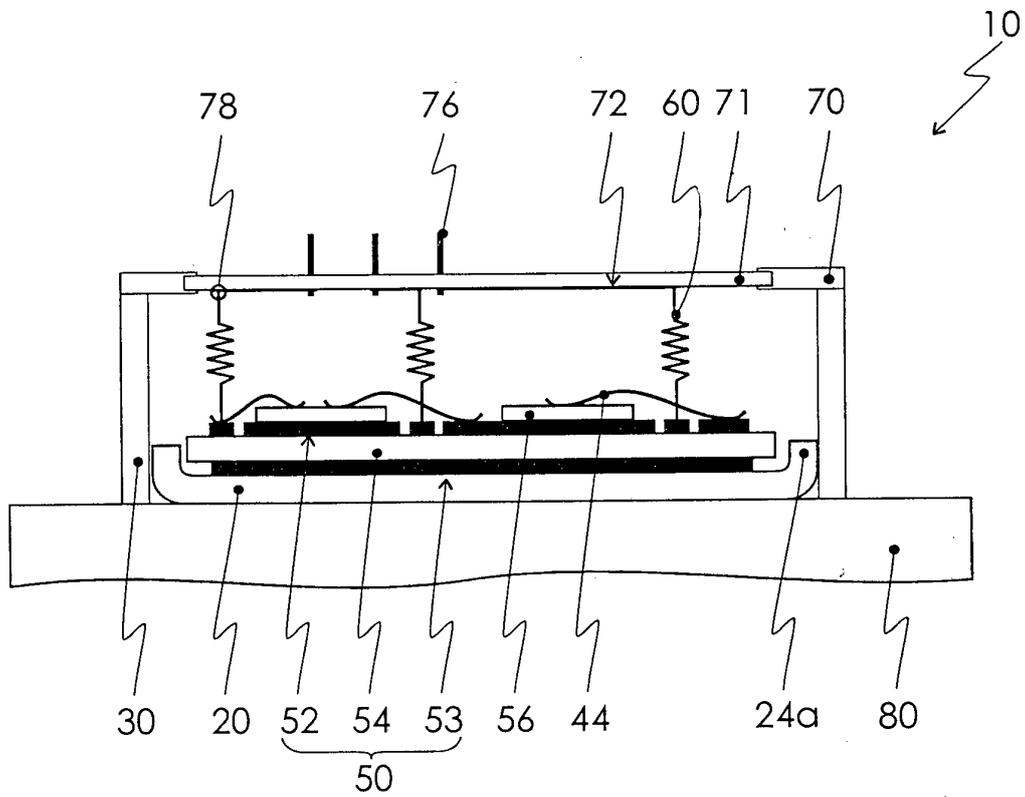


Fig. 3

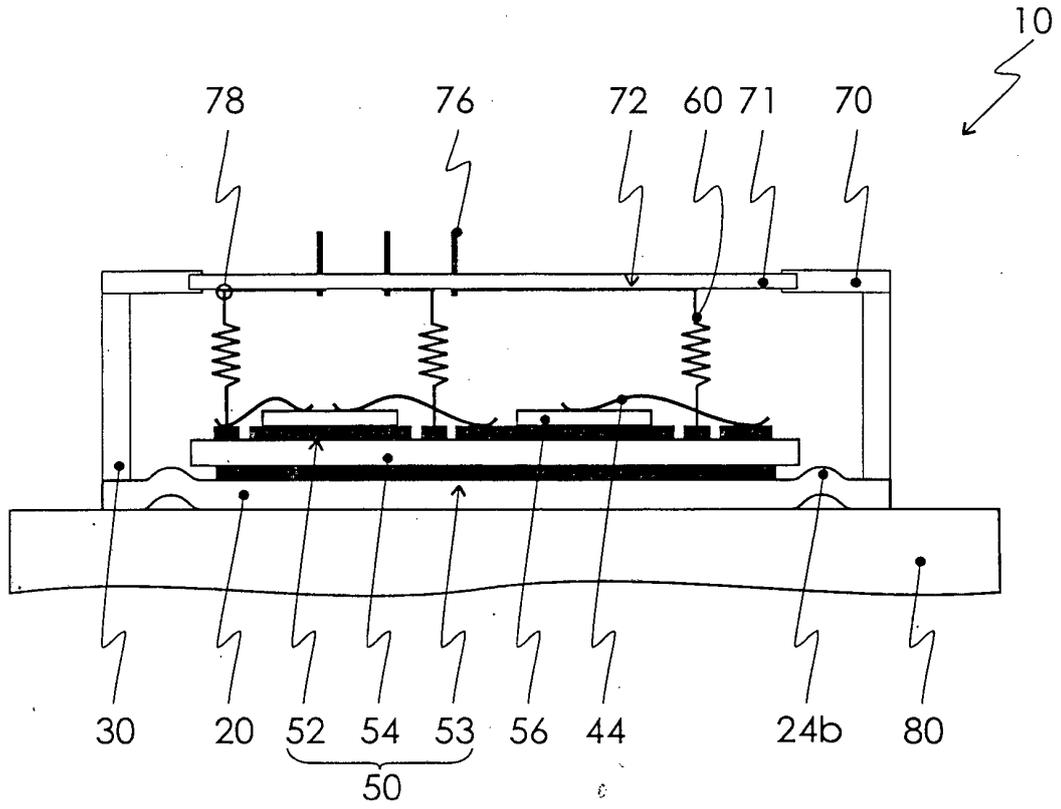


Fig. 4

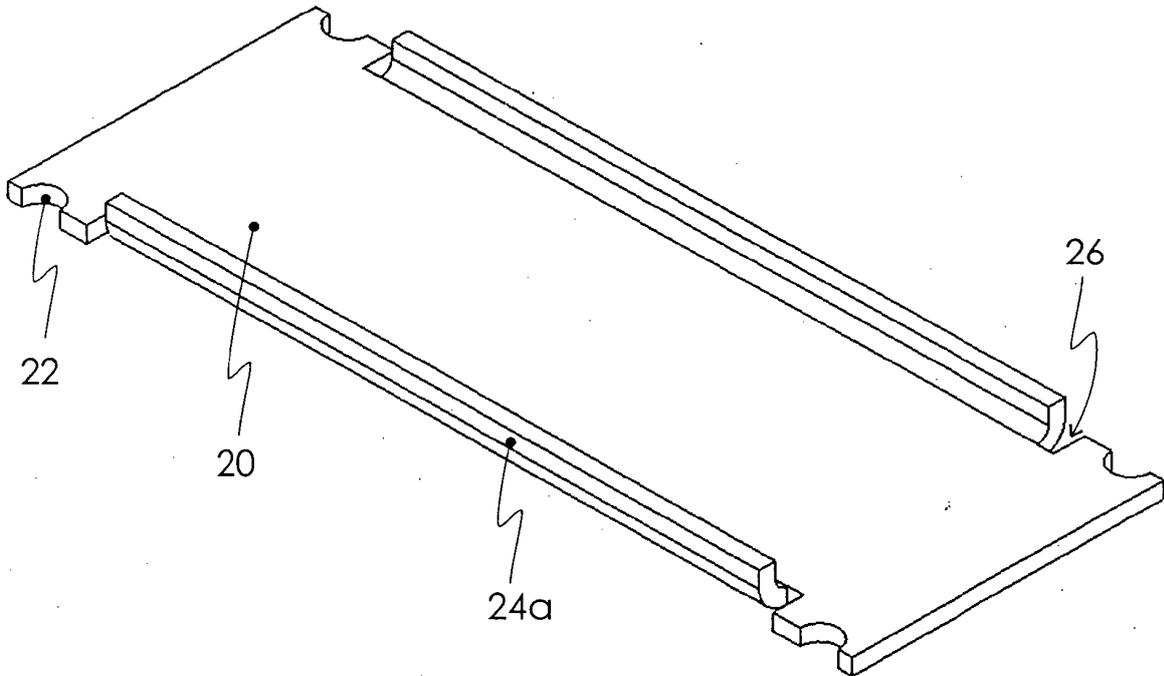


Fig. 5