



(10) **DE 199 50 026 B4** 2010.11.11

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **199 50 026.6**
(22) Anmeldetag: **09.10.1999**
(43) Offenlegungstag: **12.04.2001**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.11.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 25/07** (2006.01)
H01L 23/42 (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01)
H01L 23/48 (2006.01)
H01L 23/057 (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:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

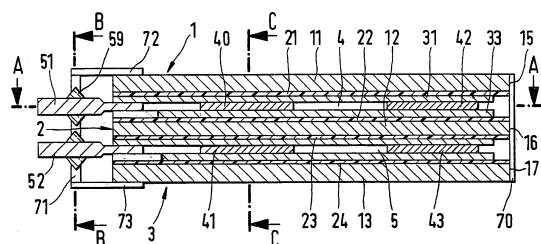
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

(72) Erfinder:
Wolf, Kuno, 72417 Jungingen, DE; Koelle, Gerhard, 75446 Wiernsheim, DE; Zaremba, Juergen, 72108 Rottenburg, DE; Jacob, Wolfgang, 72160 Horb, DE; Wallrauch, Alexander, 72810 Gomaringen, DE; Ruf, Christoph, Dr., 72800 Eningen, DE; Schmid, Ralf, 87662 Kaltental, DE; Urbach, Peter, 72762 Reutlingen, DE; Bireckoven, Bernd, Dr., 77815 Bühl, DE; Krauß, Hans-Reiner, Dr., 72762 Reutlingen, DE; Scholz, Dirk, Dr., 72810 Gomaringen, DE

WO 98/15 005 A1
JP 10-0 56 131 A

(54) Bezeichnung: **Leistungshalbleitermodul**

(57) Hauptanspruch: Leistungshalbleitermodul umfassend einen Stapel aus in mehreren Lagen übereinander angeordneten Trägersubstraten (1, 2, 3), die auf zumindest einer Hauptoberfläche mit wenigstens einer Leiterbahn (31–36) versehen sind, wobei zwischen zwei benachbarten Trägersubstraten des Stapels wenigstens ein elektronisches Halbleiterbauelement (40–47) angeordnet ist, das mit wenigstens einer Leiterbahn (31–36) eines im Stapel über dem Halbleiterbauelement angeordneten Trägersubstrats und mit wenigstens einer weiteren Leiterbahn (31–36) eines im Stapel unter dem Halbleiterbauelement angeordneten Trägersubstrats elektrisch und wärmeleitend kontaktiert ist, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden äußeren Trägersubstrate (1, 3) des Stapels eine obere und eine untere Gehäusewand eines geschlossenen das wenigstens eine Halbleiterbauelement (40–47) umgebenden Gehäuseteils bilden, wobei die von dem Halbleiterbauelement erzeugte Wärme zumindest teilweise auf die durch die äußeren Trägersubstrate (1, 3) gebildete obere und untere Gehäusewand abgeleitet und von dort an die Umgebung des Gehäuseteils abgegeben wird, und daß die Zwischenräume (4, 5) zwischen den gestapelten Trägersubstraten durch eine an den Trägersubstraten befestigte...



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Leistungshalbleitermodul mit den im Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

[0002] Ein derartiges Leistungshalbleitermodul ist beispielsweise aus der WO 98/15005 A1 bekannt geworden und weist mehrere Halbleiterbauelemente auf, die auf der Oberseite mit einer Leiterbahnebene eines ersten Trägersubstrats und auf der Unterseite mit einer Leiterbahnebene eines zweiten Trägersubstrats elektrisch verbunden sind. Der aus den beiden Trägersubstraten und den dazwischen angeordneten Halbleiterbauelementen gebildete Stapel kann durch Übereinanderschichten weiterer Trägersubstrate erweitert werden, wobei zwischen jeweils zwei Trägersubstrate jeweils eine Lage mit Halbleiterbauelementen vorgesehen ist. Zur Verbesserung der Wärmeableitung wird auf wenigstens einem der beiden äußeren Trägersubstrate eine Metallplatte angeordnet, die als Wärmesenke dient.

[0003] Zum Schutz der elektronischen Schaltung vor Feuchtigkeit und Schmutz muß die aus dem Stapel und der Wärmesenke gebildete Anordnung in ein hermetisch abgedichtetes Gehäuseteil eingesetzt werden. Nachteilig dabei ist, daß die Wärme zunächst auf die Wärmesenke abfließt und erst anschließend durch eine Gehäusewand nach außen gelangen kann. Wenn die Wärmesenke zugleich als Gehäusewand, beispielsweise als metallischer Gehäuseboden vorgesehen ist, bestehen größere Probleme bei der hermetischen Abdichtung des Gehäuses. Da die Wärmesenke recht groß sein muß, um eine effiziente Kühlung zu erreichen, muß ein insgesamt unhandlich großer Aufbau hermetisch verkapselt werden, wobei die Ausgestaltung des Gehäuses von der Größe der verwandten Wärmesenke beziehungsweise des Kühlkörpers abhängt. Die Wärmesenke in dem verkapselten Gehäuse kann nachträglich nicht mehr verändert werden, so daß eine flexible Anpassung des Kühlkörpers an den Typ und die Anzahl der wärmeerzeugenden Halbleiterbauelemente nicht möglich ist.

[0004] Erschwerend kommt hinzu, daß aufgrund der starken Wärmeentwicklung der Leistungshalbleiter in vielen Fällen das Leistungshalbleitermodul mit einer Kühlflüssigkeit gekühlt werden muß. Bei den bekannten Anordnungen müssen in aufwendiger Weise Kühlkanäle in den Kühlkörper eingebracht werden, die von einer Kühlflüssigkeit durchströmt werden. Da die Kühlkanäle an dem im Gehäuseinnenraum befindlichen Kühlkörper ausgebildet sind, muß ein erheblicher Aufwand getrieben werden, um eine Zu- und Ableitung des Kühlmittels in das hermetisch abgedichtete Gehäuse zu ermöglichen.

[0005] Weiterhin ist derartiges Leistungshalbleitermodul aus der JP 10-056131 A bekannt. Die JP 10-056131 A zeigt eine Lösung, bei welcher ein gestapeltes Leistungshalbleitermodul vorgesehen ist, bei dem die Entwärmung der Halbleiterbauelemente über die Trägersubstrate erfolgt. Die Zwischenräume können mit einem Harz gefüllt werden. Auf diese Weise entsteht ein kompaktes Bauelement, welches an der Seite durch die Füllung mit Harz Abschlusseiten aufweist. An den Flächen zwischen der Spritzmasse und den Anschlüssen erfolgt jedoch keine hermetische Abdichtung.

Vorteile der Erfindung

[0006] Mit dem erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermodul nach dem Anspruch 1 der Anmeldung werden diese Nachteile vermieden. Dadurch, daß das jeweilige oberste und unterste Trägersubstrat des Stapels zugleich eine obere und untere Gehäusewand des Leistungshalbleitermoduls bildet und die von den Halbleiterbauelementen erzeugte Wärme auf die äußeren Trägersubstrate abgeleitet wird, wird erreicht, daß die Wärme von den äußeren Trägersubstraten direkt an den das Gehäuse umgebenden Außenraum abgegeben werden kann und nicht innerhalb des Gehäuseteils auf einen Kühlkörper abgeleitet wird. Das Gehäuseteil umfaßt vorteilhaft die aus den äußeren Trägersubstraten gebildete obere und untere Gehäusewand sowie eine die vier Seitenwände des Gehäuseteils bildende umlaufende Wandung, welche an den Trägersubstraten befestigt ist. Auf einfache Weise kann so ein hermetisch dichter und äußerst kompakter Aufbau realisiert werden, der zudem eine sehr effiziente Wärmeableitung an die Gehäuseumgebung ermöglicht. Besonders vorteilhaft ist, daß das erfindungsgemäße Leistungshalbleitermodul ohne aufwendige Gestaltung von Kühlkanälen und ohne Abänderung des Gehäuseaufbaus in ein umströmendes Kühlmedium eingesetzt oder aber mit einem Kühlkörper kontaktiert werden kann. Vorteilhaft wird die auf die äußeren Trägersubstrate abgeleitete Wärme unmittelbar an die jeweils bevorzugte Wärmesenke abgegeben. Durch die vielfältigen und flexiblen Einsatzmöglichkeiten bietet das erfindungsgemäße Leistungshalbleitermodul erhebliche Vorteile gegenüber den im Stand der Technik bekannten Lösungen.

[0007] Weiterentwicklungen der Erfindung und vorteilhafte Ausführungen werden durch die in den Unteransprüchen angegebenen Merkmale ermöglicht.

[0008] Dadurch, daß die elektrische Kontaktierung der Halbleiterbauelemente mit dem jeweiligen über dem Halbleiterbauelement angeordneten Trägersubstrat und mit jeweiligem unter dem Halbleiterbauelement angeordneten Trägersubstrats durch Lötungen hergestellt ist, wird eine besonders rasche Ableitung der Wärme im Stapel auf die äußeren Trägersubstrate

ermöglicht.

[0009] Die Wärmeableitung kann noch dadurch verbessert werden, daß die Zwischenräume zwischen den gestapelten Trägersubstraten vollständig durch ein fließfähiges, aushärtbares und wärmeleitendes Medium aufgefüllt sind.

[0010] Vorteilhaft kann das fließfähige, aushärtbare und wärmeleitende Medium zugleich auf die senkrecht zu den Hauptoberflächen der Trägersubstrate verlaufenden Stirnseiten der Trägersubstrate derart aufgetragen werden, daß das fließfähige, aushärtbare Medium die umlaufende Wandung bildet. Hierdurch kann ein zusätzlicher Herstellungsschritt zur Festlegung der Wandung an dem Stapel vermieden werden.

[0011] Vorteilhaft kann als fließfähiges, aushärtbares und wärmeleitendes Medium ein kapillar fließfähiger Kleber verwandt werden.

[0012] In einem anderen Ausführungsbeispiel ist vorgesehen das das fließfähige, aushärtbare und wärmeleitende Medium aus Spritzmasse besteht. Der aus den Trägersubstraten und den Halbleiterbauelementen bestehende Stapel kann dann beispielsweise in einem Spritzpreßverfahren, beziehungsweise durch Transferformen hergestellt werden.

[0013] Vorteilhaft werden die Anschlüsse des Leistungshalbleitermoduls durch Kontaktelemente gebildet, die mit jeweils einer auf einem Trägersubstrat angeordneten Leiterbahn elektrisch kontaktiert sind und seitlich aus den Zwischenräumen zwischen den Trägersubstraten herausgeführt und durch die umlaufende Wandung aus dem Gehäuseteil nach außen geführt sind. Wenn die umlaufende Wandung aus einem elektrisch leitfähigen Material besteht, können beispielsweise Isolierdurchführungen für die Kontaktelemente vorgesehen sein. Um einen hermetisch dichten Verschluss des Gehäuseteils zu erreichen, können die Isolierdurchführungen beispielsweise als Glasdurchführungen in jeweils einer Ausnehmung der umlaufenden Wandung eingebracht sein.

[0014] In einem anderen Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß die umlaufende Wandung zumindest teilweise an den senkrecht zu der Hauptoberfläche der Trägersubstrate verlaufenden Stirnseiten der Trägersubstrate festgelegt ist. Die Wandung kann beispielsweise aus einem einzigen Metallstreifen hergestellt werden, der auf die Stirnseiten der Trägersubstrate aufgeklebt oder aufgelötet oder in sonstiger Weise befestigt wird.

[0015] Besonders vorteilhaft ist es, die umlaufende Wandung durch wenigstens einen geschlossen umlaufenden Rahmen auszubilden, welcher zwischen

ein oberes und ein unteres Trägersubstrat derart eingelegt wird, daß zumindest das wenigstens eine Halbleiterbauelement vollständig von dem Rahmen umgeben wird, wobei der Rahmen mit dem oberen Trägersubstrat und dem unteren Trägersubstrat dicht verbunden ist. In diesem Fall ist für jeden Zwischenraum zwischen zwei Trägersubstraten jeweils ein Rahmen erforderlich.

[0016] Vorzugsweise sind die Rahmen als Metallrahmen ausgebildet und mit einer umlaufenden Leiterbahn des oberen Trägersubstrats und mit einer umlaufenden Leiterbahn des unteren Trägersubstrats großflächig verlötet. Die Verlotung der Rahmen erfolgt vorteilhaft zusammen mit der Verlotung der Halbleiterbauelemente auf den Leiterbahnen der Trägersubstrate. Die Herstellung eines derartigen Leistungshalbleitermoduls ist besonders einfach und zuverlässig durchführbar. Da die umlaufenden Rahmen keine seitliche Herausführung der Anschlüsse aus dem Zwischenraum zwischen den Trägersubstraten erlauben, werden die elektrischen Anschlüsse der Halbleiterbauelemente über Durchkontaktierungen in den Trägersubstraten nach außen geführt und auf der Außenseite der äußeren Trägersubstrate mit Kontaktelementen elektrisch verbunden.

[0017] In einem anderen vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung ist vorgesehen, daß in dem Stapel wenigstens ein Trägersubstrat mit einer elastisch federnden Schicht angeordnet ist, wobei der gebildete Stapel in einer Richtung senkrecht zur Ebene der Trägersubstrate elastisch federnd komprimierbar ist. Vorteilhaft wird hierdurch ermöglicht, daß das Leistungshalbleitermodul in eine entsprechend ausgestaltete Nut oder Tasche eines Kühlkörpers eingesetzt werden kann, wobei durch die Spannkraft der elastisch federnden Schicht die äußeren Trägersubstrate fest gegen den Kühlkörper angedrückt werden. Eine Schraubverbindung ist hierfür nicht erforderlich. Die elastisch federnde Schicht kann beispielsweise aus einem elastisch verformbaren Kunststoff gefertigt werden. In einem anderen Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, die elastisch federnde Schicht durch mehrere in einer Ebene angeordnete Federelemente auszubilden.

Figuren

[0018] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden in den Zeichnungen dargestellt und sind in der Beschreibung erläutert. Es zeigt

[0019] [Fig. 1a](#) einen Querschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Leistungshalbleitermoduls,

[0020] [Fig. 1b](#) einen Schnitt durch [Fig. 1a](#) längs der Linie B-B,

[0021] [Fig. 1c](#) einen Schnitt durch [Fig. 1a](#) längs der Linie C-C,

[0022] [Fig. 1d](#) einen Schnitt durch [Fig. 1a](#) längs der Linie A-A,

[0023] [Fig. 2a](#) einen Querschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0024] [Fig. 2b](#) einen Schnitt durch [Fig. 2a](#) längs der Linie D-D,

[0025] [Fig. 3a](#) einen Querschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0026] [Fig. 3b](#) einen Schnitt durch [Fig. 3a](#) längs der Linie D-D,

[0027] [Fig. 4](#) einen Querschnitt durch ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0028] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt ist, umfaßt das Leistungshalbleitermodul einen Stapel aus mehreren Trägersubstraten **1**, **2**, **3**. In den hier dargestellten Ausführungsbeispielen umfaßt das Leistungshalbleitermodul insgesamt drei Trägersubstrate, es ist aber auch möglich, einen Stapel aus nur zwei Trägersubstraten oder aus mehr als drei Trägersubstraten zu verwenden. Die Trägersubstrate **1**, **2**, **3** sind in dem Beispiel der [Fig. 1a](#) bis [Fig. 1d](#) sogenannte IMS-Substrate (Insulated-metal-substrat), welche jeweils eine Metallplatte **11**, **12**, **13** umfassen. Die Metallplatte ist auf wenigstens einer Hauptoberfläche mit einer dünnen isolierenden Schicht **21**, **22**, **23**, **24** versehen. Auf die isolierende Schicht ist jeweils eine dünne Metallschicht aufgebracht, in der Leiterbahnen **31–36** durch Strukturieren in bekannter Weise ausgebildet sind. So umfaßt das erste Trägersubstrat **1** auf seiner Unterseite die Leiterbahnen **31**, **32**. Das Trägersubstrat **2** weist auf der Oberseite eine Leiterbahn **33** und auf der Unterseite zwei Leiterbahnen **34** und **35** auf. Das dritte Trägersubstrat weist auf seiner Oberseite eine Leiterbahn **36** auf. Wie in [Fig. 1a](#) dargestellt ist, sind in den beiden Zwischenräumen **4**, **5** zwischen den drei Trägersubstraten **1**, **2**, **3** Halbleiterbauelemente **40–43** angeordnet. Wie in [Fig. 1a](#) und [Fig. 1c](#) zu erkennen ist, sind die Halbleiterbauelemente **41** und **43** mit ihrer Unterseite auf die Leiterbahn **36** des unteren Trägersubstrats **3** aufgelötet und dadurch mit der Leiterbahn **36** elektrisch kontaktiert. Das zweite Trägersubstrat **2** ist mit den unteren Leiterbahnen **34** und **35** auf die Oberseite der Halbleiterbauelemente **41**, **43** aufgelötet. Die Leiterbahn **34** ist dabei jeweils mit einem nicht dargestellten ersten Anschluß und die zweite Leiterbahn **35** mit einem zweiten Anschluß der Halbleiterbauelemente **41**, **43** elektrisch verbunden. Auf die obere Leiterbahn **33** des mittleren zweiten Trägersubstrats sind zwei wei-

tere Halbleiterbauelemente **40**, **42** aufgelötet. Den Abschluß des Stapels bildet ein erstes Trägersubstrat **1**, welches mit Leiterbahnen **31**, **32** auf die Halbleiterbauelemente **40**, **42** aufgelötet ist. Die Halbleiterbauelemente **40–43** sind beispielsweise Leistungstransistoren.

[0029] Der Stapelaufbau ist aber nicht auf das gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt. So können in jedem Zwischenraum **4**, **5** des Stapelaufbaus weitere Halbleiterbauelemente und andere elektronische Schaltungsteile vorgesehen sein. Die Halbleiterbauelemente können mit den Leiterbahnen **31–36** auch über einen elektrisch leitfähigen Kleber verbunden werden. Bevorzugt wird aber das Auflöten der Halbleiterbauelemente, da über die Lotverbindungen eine besonders rasche Ableitung der von den Halbleiterbauelementen erzeugten Wärme auf die äußeren Trägersubstrate **1** und **3** erfolgt. Weiterhin ist es natürlich auch möglich, mehr als drei Trägersubstrate in der gezeigten Weise übereinander zu stapeln oder auch nur zwei Trägersubstrate zu verwenden. Gegebenenfalls können in die Trägersubstrate Durchkontaktierungen eingebracht werden, um die verschiedenen Leiterbahnebenen miteinander zu verbinden oder um die Wärmeableitung in einer Richtung senkrecht zu den Trägersubstraten zu verbessern. Die Auswahl der Trägersubstrate ist nicht auf IMS-Substrate beschränkt. So können beispielsweise auch DCB-Substrate (Direct copper bonded) mit einem Keramik Kern oder andere geeignete Substrate verwendet werden.

[0030] Wie in [Fig. 1a](#) und [Fig. 1c](#) zu erkennen ist, bildet das obere Trägersubstrat **1** und das untere Trägersubstrat **3** des im wesentlichen quaderförmigen Stapels eine obere und untere Gehäusewand des Leistungshalbleitermoduls. Die vier Seitenwände des Gehäuseteils werden durch eine umlaufende Wandung **70** gebildet, welche an den senkrecht zu den Hauptoberflächen der Trägersubstrate **1**, **2**, **3** verlaufenden Stirnseiten **15**, **16**, **17** der Trägersubstrate festgelegt ist. Die Wandung **70** kann als Metallfolie ausgebildet sein und ist beispielsweise durch Löten, Aufkleben oder in anderer Weise an den Stirnseiten der Trägersubstrate befestigt. Wie in [Fig. 1b](#) und [Fig. 1d](#) gezeigt sind sechs Kontaktelemente **51–56** mit jeweils einer der Leiterbahnen **31–36** kontaktiert. Die dem Leistungshalbleitermodul zugewandten Enden der Kontaktelemente sind hierfür in den Zwischenräumen **4**, **5** der Trägersubstrate mit den zugeordneten Leiterbahnen verlötet oder in anderer geeigneter Weise kontaktiert. Wie in [Fig. 1d](#) zu erkennen ist, ist das Kontaktelement **53** beispielsweise mit der Leiterbahn **33** elektrisch verbunden. Die Kontaktelemente **51**, **55** sind mit den oberen, in [Fig. 1d](#) nicht zu erkennenden Leiterbahnen **31** und **32** verlötet. Dies kann zusammen mit der Auflötung der Halbleiterbauelemente durchgeführt werden.

[0031] Wie weiterhin dargestellt ist, sind die von dem Leistungshalbleitermodul abgewandten Enden der Kontaktelemente **51** bis **56** durch die Wandung **70** aus dem Gehäuseteil herausgeführt. Glasdurchführungen **59**, die in Öffnungen an der Stirnwand **71** der Wandung **70** vorgesehen sind und die Kontaktelemente konzentrisch umgeben, dienen der Isolation der Kontaktelemente gegenüber der metallischen Wandung **70**. Die Wandung **70** kann einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein. So kann beispielsweise die Stirnwand **71** mit den Glasdurchführungen separat hergestellt und mit einer U-förmig um die Trägersubstrate gewickelten Metallfolie verbunden werden, wie dies am besten in [Fig. 1d](#) zu erkennen ist. Wenn die Stirnwand **71** etwas von dem Stapel der Trägersubstrate beabstandet ist, wie in [Fig. 1a](#) dargestellt ist, dienen Abdeckungen **72**, **73**, die mit der oberen und unteren Gehäusewand einerseits und mit der Stirnwand **71** andererseits verbunden sind, der Abdichtung des Gehäuseteils. Bei einer geeigneten Ausbildung der Kontaktelemente **51–56** kann die Stirnwand **71** aber auch direkt auf eine Stirnseite der Trägersubstrate aufgelegt werden. Der mögliche Abstand zwischen der Stirnwand **71** und den Trägersubstraten und die Zwischenräume **4**, **5** zwischen den Trägersubstraten können mit einem fließfähigen, aushärtbaren und wärmeleitenden Medium, beispielsweise einem Kapillarkleber gefüllt werden, der beispielsweise aus der Flip-Chip-Technik als Underfill bekannt ist. Durch das fließfähige, aushärtbare und wärmeleitende Medium wird die Wärmeableitung an die äußeren Trägersubstrate **1**, **3** verbessert und außerdem die Dichtigkeit des gebildeten Gehäuses erhöht. Vorzugsweise ist das Gehäuseteil durch die Festlegung der Wandung **70** an den Stirnwänden **15**, **16**, **17** hermetisch dicht verschlossen.

[0032] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) dargestellt. Die drei Trägersubstrate **1**, **2**, **3** bestehen in diesem Beispiel aus DCB-Substraten, die jeweils eine Keramikplatte **61**, **62**, **63** aus beispielsweise Al_2O_3 oder AlN aufweisen, die auf ihrer Ober- und Unterseite mit einer Kupferlage beschichtet ist. In den Kupferlagen sind Leiterbahnen **30–37** strukturiert, wobei die Leiterbahnen **31** bis **36** den in [Fig. 1a](#) und [Fig. 1c](#) gezeigten Leiterbahnen entsprechen. In den Zwischenräumen **4**, **5** zwischen den Trägersubstraten **1**, **2**, **3** sind Halbleiterbauelemente **40–47** angeordnet, die mit den Leiterbahnen **31** bis **36** wie in dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben verlötet sind. Anders als in dem Ausführungsbeispiel von [Fig. 1a–Fig. 1d](#) wird hier die umlaufende Wandung durch zwei umlaufende rechteckförmige Rahmen **80** gebildet, wobei in jeweils einem Zwischenraum **4**, **5** jeweils ein geschlossener Rahmen angeordnet ist, der die dort untergebrachten Halbleiterbauelemente umgibt. Die Rahmen **80** sind vorzugsweise metallische Rahmen, die mit umlaufenden Leiterbahnen **38**, **39** der Trägersubstrate verlötet sind. Wie dargestellt,

ist beispielsweise der obere Rahmen **80** mit einer geschlossenen Leiterbahn **39** auf dem Trägersubstrat **2** und mit einer geschlossenen Leiterbahn **38** des Trägersubstrats **1** verlötet, wobei die Halbleiterbauelemente **40**, **42**, **44**, **46** sämtliche innerhalb der geschlossenen Leiterbahnen **38**, **39** zwischen den Trägersubstraten **1**, **2** angeordnet sind. Die elektrischen Anschlüsse des Leistungshalbleitermoduls sind anders als in [Fig. 1](#) nicht an den Seiten aus dem Stapel herausgeführt, sondern über Durchkontaktierungen **81–86** mit Kontaktelementen **51–56** auf den Außenseiten der äußeren Trägersubstrate **1**, **3** verbunden. Die Kontaktelemente **51–56** werden durch Strukturieren aus den äußeren Leiterbahnen **30** und **37** des Stapels gebildet und sind gegebenenfalls durch Metallfolien verstärkt. Vorzugsweise stehen die von dem Leistungshalbleitermodul abgewandten Enden der Kontaktelemente **51–56** als Anschlußfahnen von dem Leistungshalbleitermodul ab. Wie in [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) dargestellt, können hierzu die mit den oberen Anschlüssen der Halbleiterbauelemente **40**, **42**, **44**, **46** verbundenen Leiterbahnen **31** und **32** direkt über Durchkontaktierungen **81** und **85** nach außen geführt werden, während die mit der unteren Anschlußfläche der Halbleiterbauelemente **40**, **42**, **44**, **46** verbundenen Leiterbahn **33** über ein Kontaktstück **88** mit der Durchkontaktierung **83** verlötet ist. Die Verlotung des Kontaktstücks **88** kann zusammen mit der Verlotung der Halbleiterbauelemente **40**, **42**, **44**, **46** erfolgen, wobei die Höhe des Kontaktstückes der Höhe der Halbleiterbauelemente in etwa entspricht. Entsprechendes gilt für die Leiterbahnen **34–36** und die unteren Halbleiterbauelemente **41**, **43**, **45**, **47** und unteren Kontaktstücke **88**.

[0033] In den [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) ist ein drittes Ausführungsbeispiel dargestellt, das sich von dem in den [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) gezeigten Beispiel nur dadurch unterscheidet, daß das mittlere Trägersubstrat **2** andersartig aufgebaut ist. Wie zu erkennen ist, umfaßt das Trägersubstrat **2** eine zentrale Schicht **90**, welche elastisch federnd ausgebildet ist. Beispielsweise besteht die Schicht **90** aus einem elastisch verformbaren Kunststoff oder aus mehreren in einer Ebene angeordneten Federelementen. Auf die Ober- und Unterseite der elastisch verformbaren Schicht **90** ist jeweils eine Keramikschicht **62a** und **62b** aufgebracht. Auf die von der elastischen Schicht **90** abgewandte Seite der Keramikschicht **62a** und **62b** ist eine Leiterbahn **33** und **34** aufgebracht. Ansonsten erfolgt der Aufbau des Leistungshalbleitermoduls gleichartig zu dem in der [Fig. 2a](#) dargestellten Beispiel. Es ist aber auch denkbar die Leiterbahnen **33** und **34** unmittelbar auf die elastische Schicht **90** aufzubringen und auf die Keramikschichten **62a** und **62b** zu verzichten, falls die elastische Schicht **90** aus einem elektrisch isolierenden Material besteht, beispielsweise einem Kunststoff.

[0034] Durch die elastisch federnde Schicht **90** ist

der Stapel der Trägersubstrate senkrecht zur Hauptoberfläche der Trägersubstrate komprimierbar. Trotz der Verformbarkeit des Stapels ist das Gehäuse des Leistungshalbleitermoduls jedoch immer dicht verschlossen, da sich die beiden Rahmen **80** im Falle einer Komprimierung relativ zueinander bewegen. Das dargestellte Leistungshalbleitermodul kann beispielsweise durch Zusammendrücken in die nutförmige Aufnahme eines Kühlkörpers **95** eingesetzt werden. Durch die Spannkraft der elastisch federn Schicht werden die äußeren Trägersubstrate **1** und **3** mit den äußeren Leiterbahnen **30** und **37** fest gegen den Kühlkörper angepreßt und so die Wärmeabgabe verbessert. Ein Verschrauben des Leistungshalbleitermoduls mit dem Kühlkörper ist hierfür nicht erforderlich.

[0035] **Fig. 4** zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Auch hier sind die Trägersubstrate **1**, **2**, **3** DCB-Substrate mit einer zentralen Keramikplatte **61**, **62**, **63**. Im Unterschied zu den in **Fig. 1** bis **3** gezeigten Ausführungsbeispielen wird hier die umlaufende Wandung nicht durch eine an den Trägersubstraten befestigte gewickelte Wand und auch nicht durch mehrere gestapelte umlaufende Rahmen gebildet, sondern durch Spritzmasse **101** die in einem entsprechend ausgestalteten Spritzwerkzeug derart in die Zwischenräume **4**, **5** zwischen den Trägersubstraten **1**, **2**, **3** und auf die Stirnseiten **15**, **16**, **17** der Trägersubstrate gespritzt ist, daß nach dem Entfernen des Werkzeugs eine umlaufende Wandung **100** aus Spritzmasse auf den Stirnseiten **15–17** verbleibt, welche das Leistungshalbleitermodul hermetisch dicht verkapselt. Die Anschlüsse **51–56** des Leistungshalbleitermoduls werden durch Kontaktelemente gebildet, die mit den Leiterbahnen **31–35** ähnlich wie in **Fig. 1** verlötet werden. Die Kontaktelemente können vor dem Umspritzen vorteilhaft in eine gewünschte Form gebogen werden.

[0036] Zur Kühlung kann das in den **Fig. 1–Fig. 4** dargestellt Leistungshalbleitermodul in eine strömende Kühlflüssigkeit oder den Luftstrom eines Kühlaggregats eingebracht werden. Die äußeren Trägersubstrate **1**, **3** werden dann unmittelbar durch ein das Gehäuse teil umströmendes Kühlmittel gekühlt.

Patentansprüche

1. Leistungshalbleitermodul umfassend einen Stapel aus mehreren Lagen übereinander angeordneten Trägersubstraten (**1**, **2**, **3**), die auf zumindest einer Hauptoberfläche mit wenigstens einer Leiterbahn (**31–36**) versehen sind, wobei zwischen zwei benachbarten Trägersubstraten des Stapels wenigstens ein elektronisches Halbleiterbauelement (**40–47**) angeordnet ist, das mit wenigstens einer Leiterbahn (**31–36**) eines im Stapel über dem Halbleiterbauelement angeordneten Trägersubstrats und mit wenigstens einer weiteren Leiterbahn (**31–36**) eines

im Stapel unter dem Halbleiterbauelement angeordneten Trägersubstrats elektrisch und wärmeleitend kontaktiert ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die beiden äußeren Trägersubstrate (**1**, **3**) des Stapels eine obere und eine untere Gehäusewand eines geschlossenen das wenigstens eine Halbleiterbauelement (**40–47**) umgebenden Gehäuseteils bilden, wobei die von dem Halbleiterbauelement erzeugte Wärme zumindest teilweise auf die durch die äußeren Trägersubstrate (**1**, **3**) gebildete obere und untere Gehäusewand abgeleitet und von dort an die Umgebung des Gehäuseteils abgegeben wird, und daß die Zwischenräume (**4**, **5**) zwischen den gestapelten Trägersubstraten durch eine an den Trägersubstraten befestigte umlaufende Wandung (**70**, **80**, **100**) dicht verschlossen sind.

2. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das durch die obere und untere Gehäusewand (**1**, **3**) und die umlaufende Wandung (**70**, **80**, **100**) gebildete Gehäuseteil ein hermetisch dichtes Gehäuseteil ist.

3. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die elektrische Kontaktierung des wenigstens einen Halbleiterbauelementes (**40–47**) mit der wenigstens einen Leiterbahn (**31–36**) des über dem Halbleiterbauelement angeordneten Trägersubstrats und mit der wenigstens einen weiteren Leiterbahn (**31–36**) des unter dem Halbleiterbauelement angeordneten Trägersubstrats durch Löten hergestellt ist.

4. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zwischenräume (**4**, **5**) zwischen den gestapelten Trägersubstraten (**1**, **2**, **3**) vollständig durch ein fließfähiges, aushärtbares und wärmeleitendes Medium (**101**) aufgefüllt sind.

5. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das fließfähige, aushärtbare und wärmeleitende Medium auf die senkrecht zu den Hauptoberflächen der Trägersubstrate (**1–3**) verlaufenden Stirnseiten (**15**, **16**, **17**) der Trägersubstrate derart aufgetragen ist, daß das fließfähige, aushärtbare Medium (**101**) zugleich die umlaufende Wandung (**100**) bildet.

6. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das fließfähige, aushärtbare und wärmeleitende Medium (**101**) ein kapillar fließfähiger Kleber ist.

7. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 4 oder 5 **dadurch gekennzeichnet**, daß das fließfähige, aushärtbare und wärmeleitende Medium (**101**) Spritzmasse ist.

8. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß Kontaktelemente (**51–56**)

vorgesehen sind, die mit jeweils einer auf einem Trägersubstrat (1–3) angeordneten Leiterbahn (31–36) elektrisch kontaktiert sind und seitlich aus den Zwischenräumen (4, 5) zwischen den Trägersubstraten (1–3) herausgeführt und durch die umlaufende Wandung (70, 100) aus dem Gehäuseteil nach außen geführt sind.

9. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der umlaufenden Wandung (70) Isolierdurchführungen (59) für die Kontaktelemente (51–56) vorgesehen sind.

10. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierdurchführungen (59) Glasdurchführungen sind, welche jeweils in eine Ausnehmung der umlaufenden Wandung (70) eingebracht sind und ein Kontaktelement (51–56) hermetisch dicht umgeben.

11. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die umlaufende Wandung (70) zumindest teilweise an den senkrecht zu der Hauptoberfläche der Trägersubstrate (1–3) verlaufenden Stirnseiten (15, 16, 17) der Trägersubstrate festgelegt ist.

12. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die umlaufende Wandung durch wenigstens einen geschlossen umlaufenden Rahmen (80) gebildet wird, der zwischen ein oberes und ein unteres Trägersubstrat (1, 2, 3) derart eingelegt ist, daß zumindest das wenigstens eine Halbleiterbauelement (40–47) vollständig von dem Rahmen (80) umgeben wird, wobei der Rahmen mit dem oberen Trägersubstrat und dem unteren Trägersubstrat dicht verbunden ist.

13. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Rahmen (80) ein Metallrahmen ist und mit einer umlaufenden Leiterbahn (38) des oberen Trägersubstrats und mit einer umlaufenden Leiterbahn (39) des unteren Trägersubstrats großflächig verlötet ist.

14. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Anschlüsse der Halbleiterbauelemente (40–47) über Durchkontaktierungen (81–86) in den Trägersubstraten (1, 2, 3) nach außen geführt und auf der Außenseite der äußeren Trägersubstrate (1, 3) mit Kontaktelementen (51–56) elektrisch verbunden sind.

15. Leistungshalbleitermodul nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Stapel wenigstens ein Trägersubstrat (2) mit einer elastisch federnden Schicht (90) angeordnet ist derart, daß der gebildete Stapel in einer Richtung senkrecht zur Ebene der Trägersubstrate (1, 2, 3)

elastisch federnd komprimierbar ist.

16. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die elastisch federnde Schicht (90) aus einem elastisch verformbaren Kunststoff gefertigt ist.

17. Leistungshalbleitermodul nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die elastisch federnde Schicht (90) durch mehrere in einer Ebene angeordnete Federelemente gebildet wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

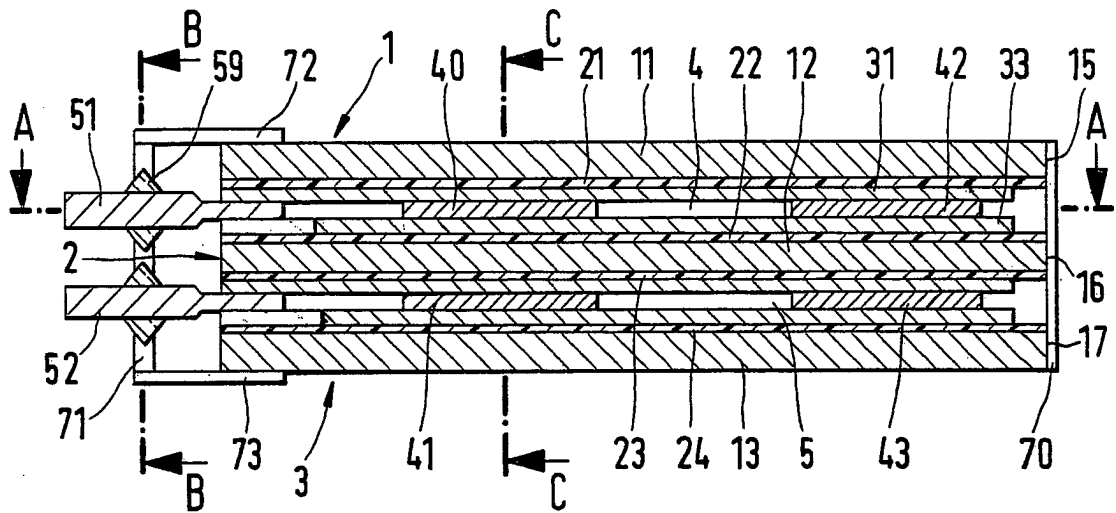


Fig. 1a

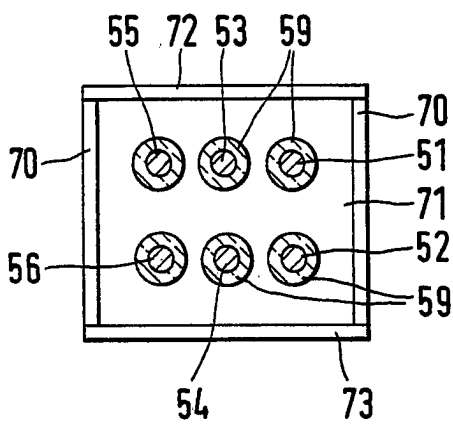


Fig. 1b

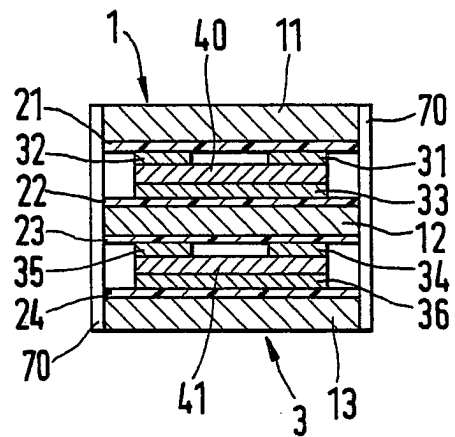


Fig. 1c

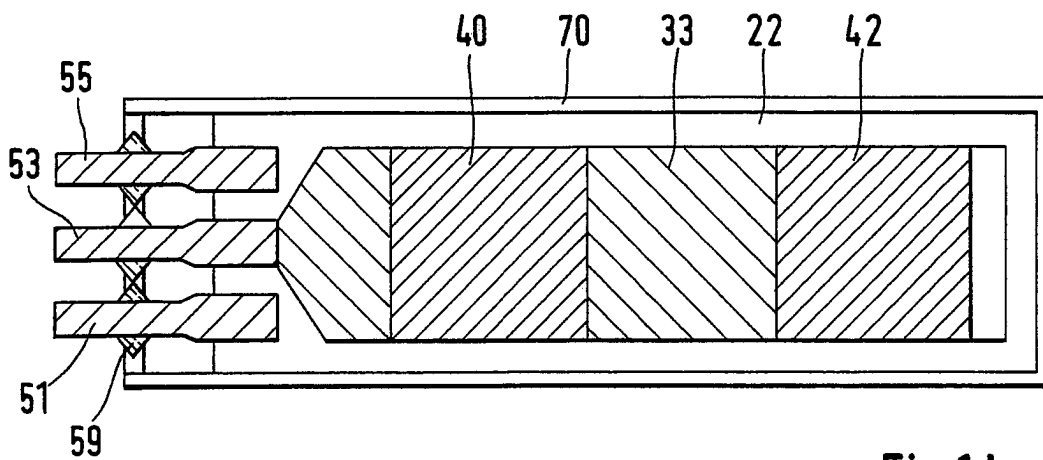
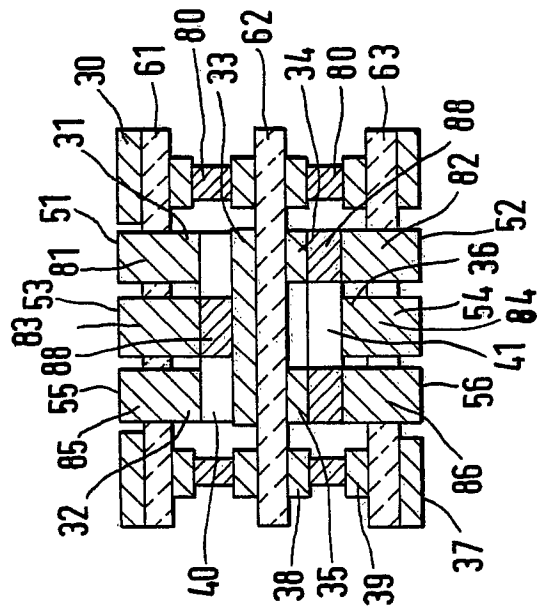
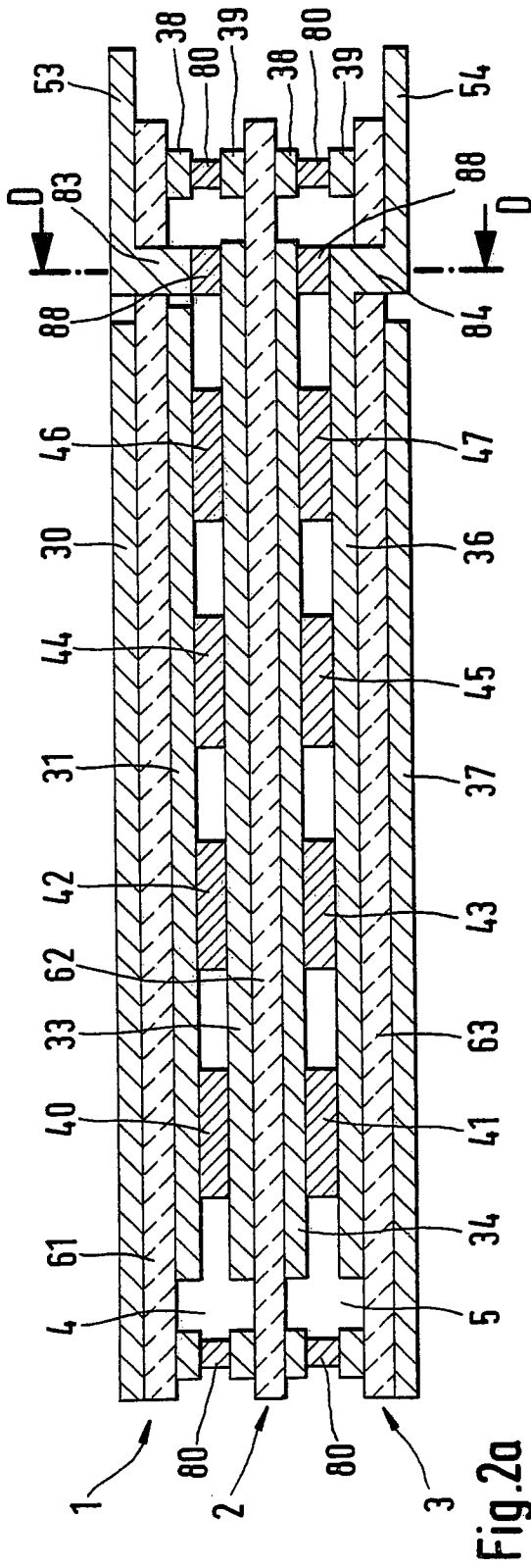


Fig. 1d



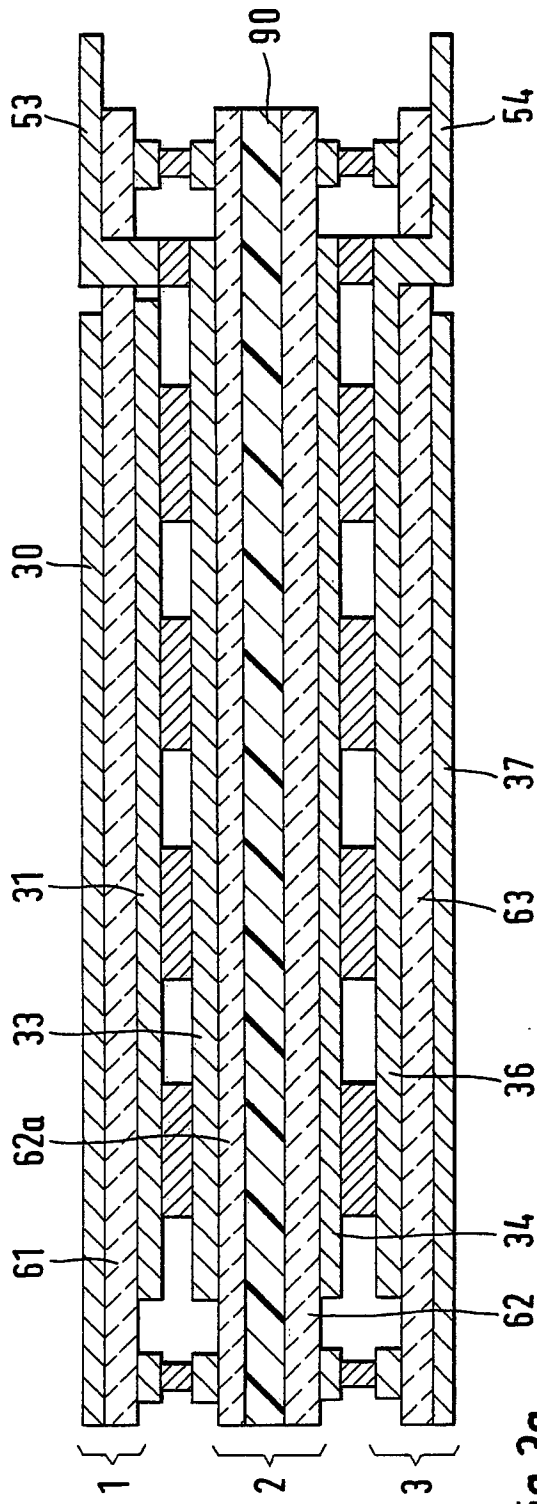


Fig. 3a

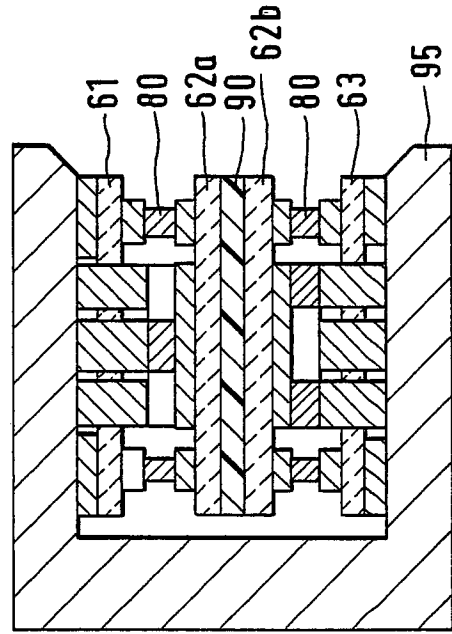


Fig. 3b

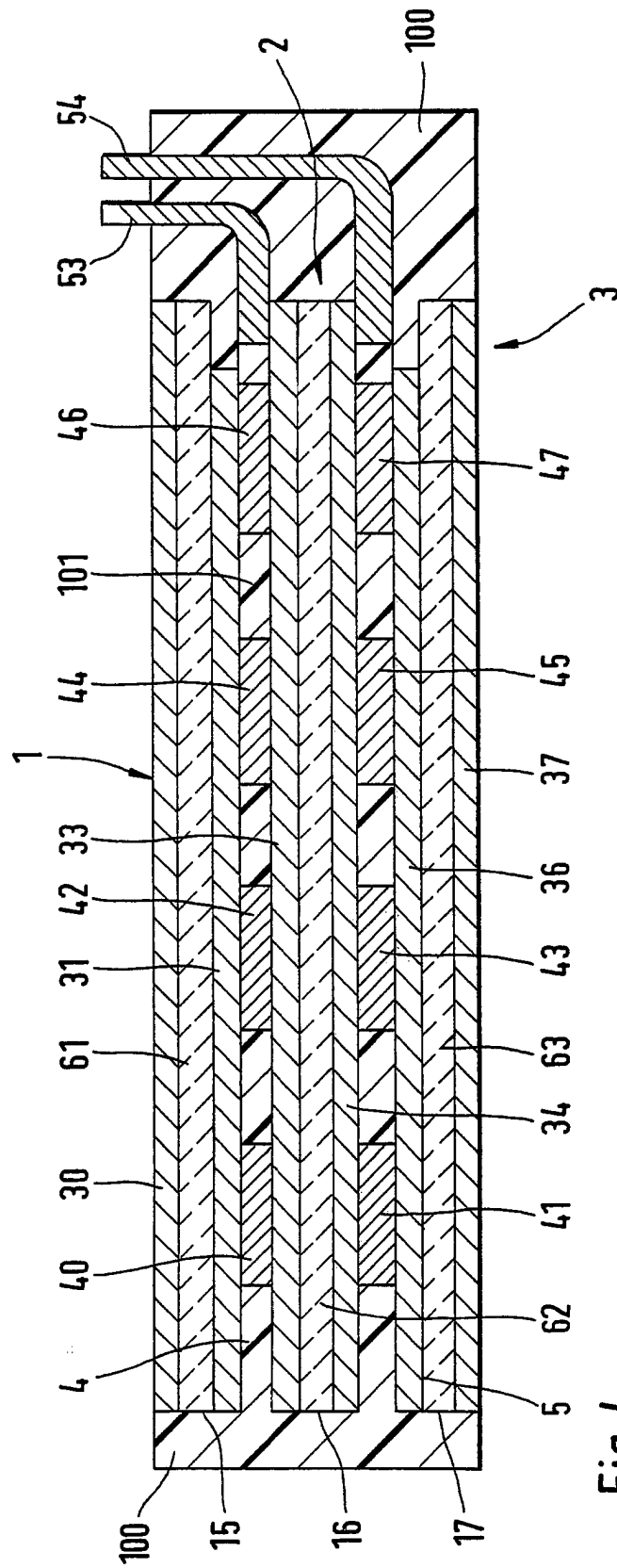


Fig.4