



(10) **DE 10 2007 022 338 B4** 2013.12.05

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 022 338.4**
(22) Anmeldetag: **26.07.2007**
(43) Offenlegungstag: **09.04.2009**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.12.2013**

(51) Int Cl.: **H01L 21/603** (2013.01)
H01L 23/482 (2013.01)

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:
**Göbl, Christian, 90441, Nürnberg, DE; Beckedahl,
Peter, 90522, Oberasbach, DE; Heilbronner,
Heinrich, Dr., 90547, Stein, DE**

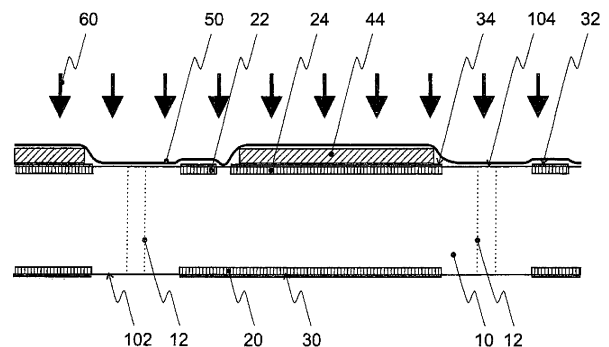
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	10 2004 019 567	B3
DE	34 14 065	A1
DE	103 49 477	A1
DE	10 2005 047 566	A1
DE	10 2005 058 794	A1
EP	0 460 286	A2
EP	0 477 600	A1
EP	1 280 196	A1

(54) Bezeichnung: **Herstellungsverfahren für ein Leistungshalbleiterbauelement mit Metallkontaktschicht**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines Leistungshalbleiterbauelements (10) mit einem Grundkörper und mit mindestens einer Kontaktfläche (20, 22, 24), wobei auf dieser Kontaktfläche (20, 22, 24) mindestens eine erste dünne metallische Schicht eines ersten Werkstoffs (30, 32, 34) angeordnet ist und eine weitere im Vergleich zur ersten dickeren metallische Schicht eines zweiten Werkstoffs (40, 42, 44) angeordnet ist mit den wesentlichen Schritten:

- Herstellung einer Mehrzahl von Leistungshalbleiterbauelementen (10) im Waferverbund;
- Aufbringen der ersten dünnen metallischen Schicht (30, 32, 34) auf der Kontaktfläche (20, 22, 24) der jeweiligen Leistungshalbleiterbauelemente (10);
- Anordnung der pastösen Schicht (40, 42, 44), aus dem zweiten Werkstoff und einem Lösungsmittel, mittels eines Schablonendruckverfahrens auf der ersten metallischen Schicht je Leistungshalbleiterbauelement (10);
- Bedecken der Oberfläche der pastösen Schicht (40, 42, 44) oder des gesamten Waferverbunds mit einer Folie (50);
- Nachfolgende Druckbeaufschlagung (60) mit einem maximalen Enddruck der Druckbeaufschlagung (60) von mindestens 15 MPa auf die pastöse Schicht (40, 42, 44);
- Vereinzeln der Leistungshalbleiterbauelemente (10).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung beschreibt ein Herstellungsverfahren für ein Leistungshalbleiterbauelement mit mindestens einer Kontaktmetallisierung vorzugsweise mit einem monokristallinen Grundkörper und mindestens einem pn-Übergang. Derartige Leistungshalbleiterbauelemente sind beispielhaft Leistungsdioden, Leistungstransistoren oder Leistungsthyristoren, aber auch Solarzellen und Widerstandsbauelemente.

[0002] Die Kontaktmetallisierung dient der elektrisch leitenden Verbindung von Kontaktflächen des Halbleiterkörpers mit externen Verbindungselementen. Derartige Verbindungselemente können beispielhaft als Drahtbondverbindungen, lötechnisch verbundene Substrate oder druckkontaktierte Anschlüsselemente ausgebildet sein.

[0003] Gemäß dem Stand der Technik ist eine Vielzahl unterschiedlicher Kontaktmetallisierungen üblich. Deren Ausgestaltung ist abhängig von ihrem jeweils vorgesehenen Kontaktpartner, beispielhaft einer Drahtbondverbindung. Daher sind speziell im Bereich der Leistungshalbleiterbauelemente mehrlagige Kontaktmetallisierungen bekannt, die aus einer Schichtfolge verschiedener Metalle aufgebaut sind. Innerhalb dieser Schichtfolgen sind die einzelnen Dicken der jeweiligen Schichten nicht gleich, liegen allerdings häufig im Bereich einiger Zehntel Mikrometer bis einiger Mikrometer.

[0004] Für die Verwendung in druckkontaktierten Anordnungen ist es auch bekannt zwischen dem Anschlüsselement und dem Leistungshalbleiterbauelement eine Metallscheibe mit einer Dicke in der Größenordnung von Millimetern anzuordnen. Diese Metallscheibe dient der Reduktion von mechanischen Beanspruchungen des Leistungshalbleiterbauelements bzw. dessen Kontaktmetallisierung.

[0005] Die EP 0 477 600 A1 beschreibt ein Verfahren zur Drucksinterverbindung eines Halbleiterbauelements mit einem Substrat. Hierzu weisen die Verbindungspartner jeweils eine Edelmetalloberfläche auf. Zwischen den Edelmetalloberflächen der Verbindungspartner ist eine Sintermetallschicht angeordnet, die nach Druck- und Temperaturbeaufschlagung eine stoffschlüssige Verbindung der beiden Verbindungspartner ergibt.

[0006] Die DE 10 2004 019 567 B3 offenbart ein Verfahren zur Befestigung von elektronischen Bauelementen, insbesondere von Leistungshalbleiterbauelementen wie Dioden, Transistoren oder Thyristoren, auf einem Substrat mittels Drucksintern mit den Verfahrensschritten: Aufbringen einer aus einem Metallpulver und einem Lösungsmittel bestehenden pastösen Schicht auf eine Trägerfolie; Trocknen der

pastösen Schicht; Aufbringen von mindestens einem Bauelement auf die getrocknete Schicht; Druckbeaufschlagung des Verbunds aus dem mindestens einen Bauelement und der Trägerfolie mit der getrockneten Schicht, wodurch die Haftkraft zwischen der Schicht und dem Bauelement größer wird als zwischen der Schicht und der Trägerfolie; Abheben des mindestens einen Bauelements mit daran haftender Schicht von der Trägerfolie; Positionierung des Bauelements mit der daran haftenden Schicht auf dem Substrat; Druckbeaufschlagung der Anordnung des Substrats und des Bauelements zu deren Sinterverbindung.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Leistungshalbleiterbauelement im Bereich der Kontaktmetallisierung weiterzubilden, damit die Kontakteigenschaften verbessert werden und hierfür ein Verfahren anzugeben wodurch das Leistungshalbleiterbauelement einer einfachen Herstellung zugänglich ist.

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst, durch ein Leistungshalbleiterbauelement **1** erfindungsgemäß hergestellt mittels eines Verfahrens nach Anspruch 1. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0009] Ausgangspunkt der Erfindung ist ein Leistungshalbleiterbauelement vorzugsweise mit einem monokristallinen Grundkörper und mindestens einem pn-Übergang. Dieses Leistungshalbleiterbauelement weist im Bereich des Halbleiterkörpers mindestens eine Kontaktfläche auf, wobei auf dieser Kontaktfläche mindestens eine erste dünne metallische Schicht eines ersten Werkstoffs angeordnet ist. Auf mindestens einer dieser ersten metallischen Schichten ist eine, im Vergleich zu dieser, dickere metallische Schicht eines zweiten Werkstoffs angeordnet. Hierbei ist es bevorzugt, wenn der zweite metallische Werkstoff einen Anteil von mehr als 90 von 100 eines Edelmetalls aufweist. Besonders bevorzugt ist es hierbei, wenn dieses Edelmetall Silber ist.

[0010] Diese Anordnung wurde mittels einer Drucksinterverbindung ausgebildet. Wobei unter Drucksinterverbindung hier verstanden werden soll, dass eine Schicht eines Werkstoffs mittels des im Folgenden genannten Verfahrens angeordnet wird.

[0011] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines derartigen Leistungshalbleiterbauelements weist folgende wesentliche Schritte auf:

- Herstellung einer Mehrzahl von Leistungshalbleiterbauelementen im Waferverbund.
- Aufbringen mindestens einer ersten dünnen metallischen Schicht auf mindestens einer Kontaktfläche der jeweiligen Leistungshalbleiterbauelemente.

- Anordnung einer pastösen Schicht, aus dem zweiten Werkstoff und einem Lösungsmittel, auf mindestens einer der ersten metallischen Schichten je Leistungshalbleiterbauelement.
- Bedecken der Oberfläche der pastösen Schicht oder des gesamten Waferverbunds mit einer Folie.
- Druckbeaufschlagung auf die pastöse Schicht. Hierbei ist es bevorzugt den überwiegenden Teil des Lösungsmittels vor der Druckbeaufschlagung aus der pastösen Schicht auszutreiben.
- Vereinzeln der Halbleiterbauelemente.

[0012] Hierbei wird die pastöse Schicht mittels eines Schablonendruckverfahrens aufgebracht. Hierbei kann einerseits die notwendige Positioniergenauigkeit, bei der geforderten Schichtdicke, erreicht werden. Andererseits ist dieses Verfahren kostengünstig realisierbar.

[0013] Eine erste vorteilhafte Ausführung der Druckbeaufschlagung auf die pastöse Schicht kann durch die Anwendung einer Presse und zweier Pressstempel gegeben sein. Hierbei ist es zudem bevorzugt, wenn mindestens ein Pressstempel mit einem darauf angeordneten quasihydrostatischen Druck erzeugenden Silikonkissen ausgebildet ist.

[0014] Eine zweite vorteilhafte Ausführung der Druckbeaufschlagung auf die pastöse Schicht kann durch die Anwendung eines mit einer geeigneten Flüssigkeit oder Gas befüllten Drucktanks erfolgen. Hierbei ist es bevorzugt die Leistungshalbleiterbauelemente im Waferverbund und mittels einer Folie, vorzugsweise einer Teflonfolie, bedeckt in dem Drucktank anzuordnen und anschließend die Flüssigkeit in diesem von außen mit Druck zu beaufschlagen.

[0015] Besonders bevorzugte Weiterbildungen dieser Leistungshalbleiterbauelemente sowie des Herstellungsverfahrens sind in der jeweiligen Beschreibung der Ausführungsbeispiele genannt. Die erfindेरische Lösung wird zudem an Hand der Ausführungsbeispiele der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) weiter erläutert.

[0016] [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen einzelne Schritte des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens eines ersten erfindungsgemäßen Leistungshalbleiterbauelements.

[0017] [Fig. 3](#) zeigt ein zweites erfindungsgemäß hergestelltes Leistungshalbleiterbauelement.

[0018] [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen einzelne Schritte des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens eines ersten erfindungsgemäßen Leistungshalbleiterbauelements. In [Fig. 1](#) ist der Halbleiterkörper mit den späteren Kanten (12) der Leistungshalbleiterbauelemente (10) und in diesem Halbleiterkörper in sche-

matischer Weise einer Mehrzahl von Kontaktflächen (20, 22, 24) auf den beiden Hauptflächen (102, 104) dargestellt. Weiterhin ist die Herstellung der ersten dünnen Schicht des ersten metallischen Werkstoffs (36) dargestellt. Hierbei kommen gemäß dem Stand der Technik beispielhaft Bedampfungsverfahren mittels Schattenmasken (38) oder auch Sputterverfahren zum Einsatz. Mittels dieser langjährig bekannten Verfahren wird mindestens eine homogene Schicht mit einer Schichtdicke in der Größenordnung von Mikrometern abgeschieden. Es kann hierbei durchaus bevorzugt sein diese Schicht aus einer Mehrzahl dünner Einzelschichten aus jeweils unterschiedlichen Metallen mit jeweils verschiedener Schichtdicke abzuscheiden.

[0019] In einem nächsten nicht explizit dargestellten Schritt wird mittels Schablonendrucktechnik eine pastöse Schicht (44, [Fig. 2](#)), wie sie aus Sinterverbindungen nach dem Stand der Technik bekannt ist, auf der ersten Schicht (34) angeordnet. Hierbei ist es nicht erfindungsrelevant, ob die Schichten (34, 44) direkt übereinander angeordnet sind, oder ob die pastöse zweite Schicht (44) die erste Schicht (34) geringfügig überdeckt oder auch nicht vollständig überdeckt.

[0020] Die pastöse Schicht (44, [Fig. 2](#)) selbst besteht aus einer Mischung eines metallischen Werkstoffs in Form von Metallflocken mit einer maximalen Ausdehnung in der Größenordnung von Mikrometern und einem Lösungsmittel. Als Material der Metallflocken eignet sich besonders Silber, aber auch andere Edelmetalle oder Mischungen mit einem Edelmetallanteil von mehr als 90 von 100.

[0021] [Fig. 2](#) zeigt die Druckbeaufschlagung (60) auf die pastöse Schicht (44) zur Ausbildung einer, im Vergleich zur ersten, dickeren zweiten metallischen Schicht. Zusätzlich dargestellt und auch bevorzugt ist hier eine Folie (50), beispielhaft eine Teflonfolie, die vor der Druckbeaufschlagung (60) aufgebracht wurde. Hierbei ist es bevorzugt den gesamten Waferverbund abzudecken. Es ist allerdings in manchen Ausbildungen möglich selektiv nur die jeweilige pastöse Schicht mit der Folie zu bedecken.

[0022] Um eine ausreichend haftende Verbindung zwischen der pastösen Schicht (44) und der ersten metallischen Schicht (34) auszubilden entspricht der maximale eingeleitete Enddruck bei der Druckbeaufschlagung (60) mindestens 15 MPa.

[0023] Weiterhin kann es vorteilhaft sein zusätzlich zur Druckbeaufschlagung (60) das Leistungshalbleiterbauelement (10) bzw. den Halbleiterkörper auf mehr als 350 K zu erwärmen. Diese ist vorteilhaft zur Entfernung des Lösungsmittels aus der pastösen Schicht (44), da die fertige metallische Schicht kein Lösungsmittel mehr enthalten soll.

[0024] Diese zweite metallische Schicht weist nach der Druckbeaufschlagung (60) eine bevorzugte Dicke zwischen 10 µm und 80 µm auf, wobei auch Schichten zwischen 1 µm und 250 µm herstellbar sind und je nach Anwendung auch sinnvoll sind.

[0025] Fig. 3 zeigt ein zweites erfindungsgemäß hergestelltes Leistungshalbleiterbauelement (10), hier einen Leistungsthyristor. Dessen Halbleiterkörper weist an seiner ersten Hauptfläche (102) eine erste Kontaktfläche (20), hier die Kathode, und an seiner zweiten Hauptfläche (104) zwei weitere Kontaktflächen (22, 24), einen Steuereingang, das Gate (22), und eine Anode (24) auf. In dieser Ausgestaltung sind all diese Kontaktflächen erfindungsgemäß weitergebildet.

[0026] Jede Kontaktfläche (20, 22, 24) weist eine erste Schicht aus einem ersten metallischen Werkstoff (30, 32, 34), hier Teilschichten verschiedener Werkstoffe mit einer letzten Teilschicht aus Silber und einer gesamten Schichtdicke von ca. 5 µm, auf. Dieser erste Werkstoff (30, 32, 34) wird von einem mittels Drucksinterverfahren angeordneten zweite metallischen Werkstoff (40, 42, 44), hier ebenfalls Silber mit einer Schichtdicke von 50 µm, überdeckt.

[0027] Ein derartig ausgebildetes Leistungshalbleiterbauelement (10) weist den Vorteil einer einfachen Herstellung (vgl. Fig. 1 und Fig. 2) auf. Andererseits kann ein derartiges Leistungshalbleiterbauelement (10) in einem druckkontaktierten Aufbau eingesetzt werden, ohne dass zwischen dem nicht dargestellten Anschlusselement und dem Leistungshalbleiterbauelement (10) selbst eine weitere metallische Scheibe mit einer Dicke im Bereich von 0,2 mm bis 4 mm angeordnet ist. Die Aufgabe diese Scheibe wird durch die dicke zweite metallische Schicht (40, 42, 44) übernommen.

[0028] Die Vorteile des erfindungsgemäß hergestellten Leistungshalbleiterbauelements (10) sind auch in der Kombination mit weiteren Verbindungstechniken vorteilhaft. Speziell für die Herstellung einer Sinterverbindung des Leistungshalbleiterbauelements (10) mit einem Substrat ist es notwendig, dass das Leistungshalbleiterbauelement (10) eine Edelmetalloberfläche zur Verbindung aufweist. Zudem ist es vorteilhaft, wenn diese Edelmetalloberfläche eine Schichtdicke aufweist, die über 10 µm liegt. Derartige Schichten lassen sich mit dem beschriebenen Verfahren wesentlich einfacher und kostengünstiger herstellen im Vergleich zur Herstellung mittels Standardverfahren, beispielhaft mittels eines Bedampfungs- oder Sputterverfahren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Leistungshalbleiterbauelements (10) mit einem Grundkörper und

mit mindestens einer Kontaktfläche (20, 22, 24), wobei auf dieser Kontaktfläche (20, 22, 24) mindestens eine erste dünne metallische Schicht eines ersten Werkstoffs (30, 32, 34) angeordnet ist und eine weitere im Vergleich zur ersten dickeren metallische Schicht eines zweiten Werkstoffs (40, 42, 44) angeordnet ist mit den wesentlichen Schritten:

- Herstellung einer Mehrzahl von Leistungshalbleiterbauelementen (10) im Waferverbund;
- Aufbringen der ersten dünnen metallischen Schicht (30, 32, 34) auf der Kontaktfläche (20, 22, 24) der jeweiligen Leistungshalbleiterbauelemente (10);
- Anordnung der pastösen Schicht (40, 42, 44), aus dem zweiten Werkstoff und einem Lösungsmittel, mittels eines Schablonendruckverfahrens auf der ersten metallischen Schicht je Leistungshalbleiterbauelement (10);
- Bedecken der Oberfläche der pastösen Schicht (40, 42, 44) oder des gesamten Waferverbunds mit einer Folie (50);
- Nachfolgende Druckbeaufschlagung (60) mit einem maximalen Enddruck der Druckbeaufschlagung (60) von mindestens 15 MPa auf die pastöse Schicht (40, 42, 44);
- Vereinzeln der Leistungshalbleiterbauelemente (10).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Druck (60) mittels einer Presse und zweier Pressstempel, wobei mindestens ein Pressstempel mit einem darauf angeordneten quasihydrostatischen Druck erzeugenden Silikonkissen ausgebildet ist, aufgebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Druck (60) in einem von außen mit Druck beaufschlagten und mit Flüssigkeit oder Gas gefüllten Drucktank gebildet wird und das Leistungshalbleiterbauelement (10) im Waferverbund vollständig in diesem Drucktank angeordnet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei während der Druckbeaufschlagung (60) das Leistungshalbleiterbauelement (10) auf mehr als 350 K erwärmt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

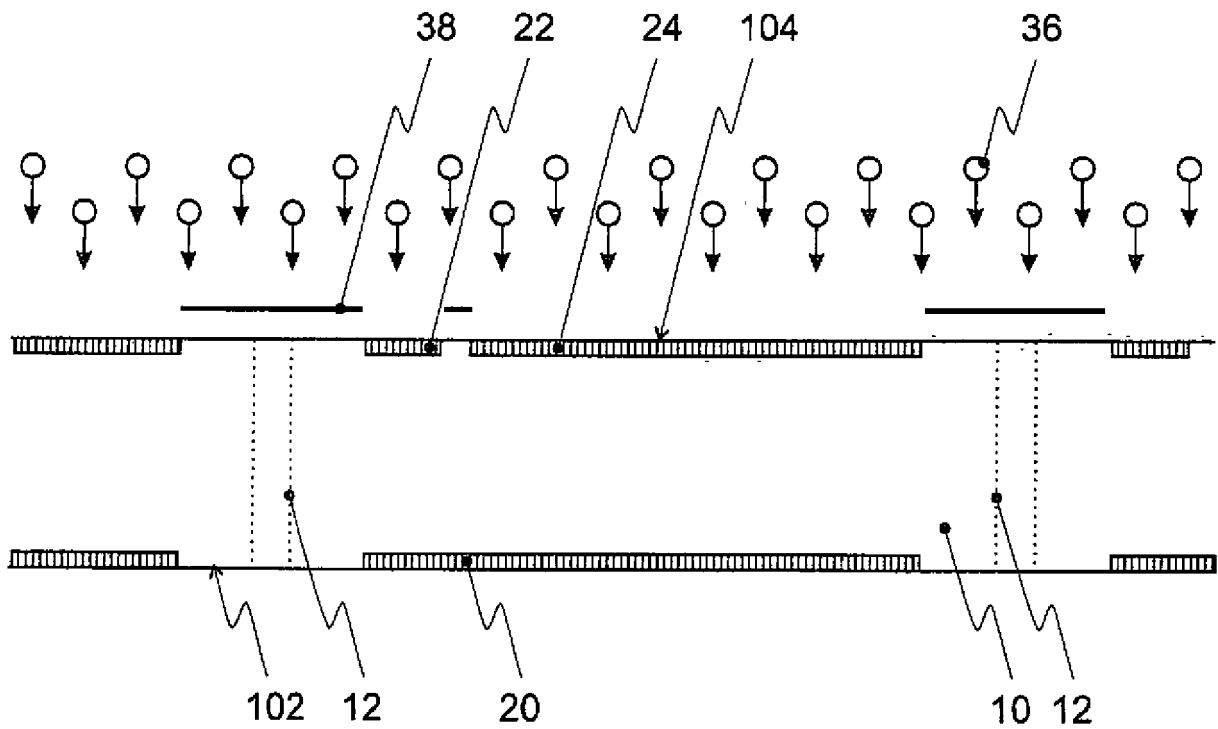


Fig. 1

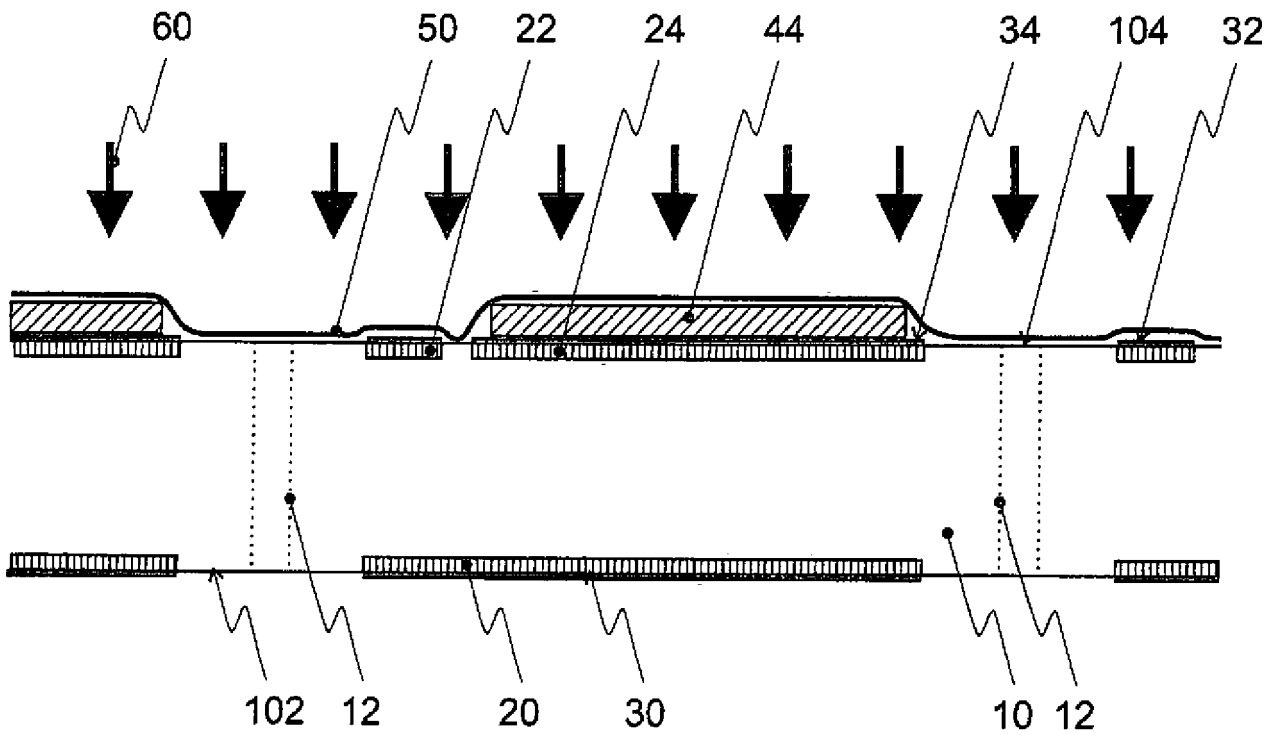


Fig. 2

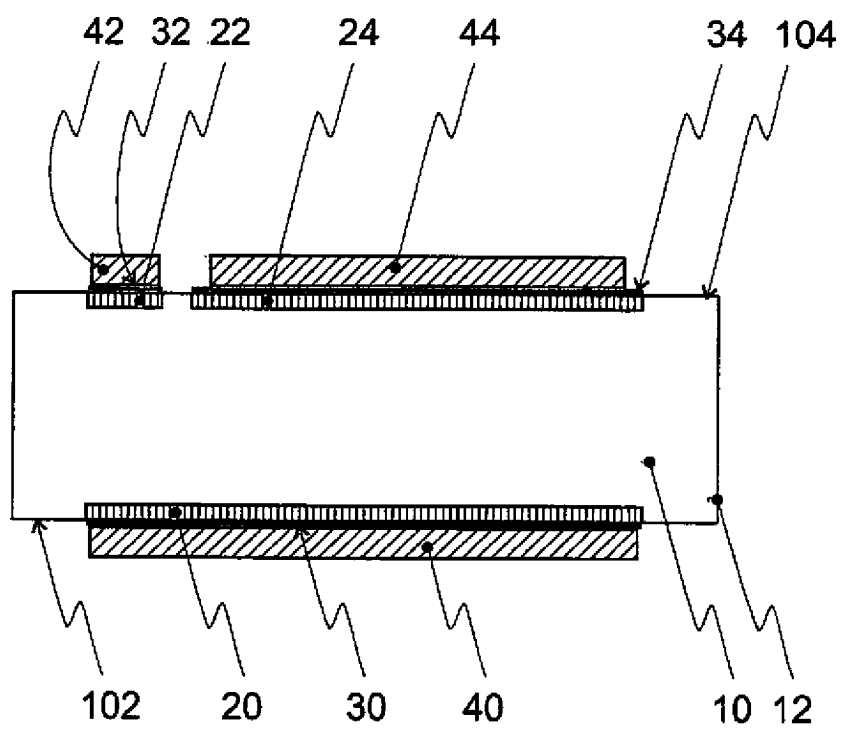


Fig. 3