



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 057 493 A1** 2006.06.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 057 493.6**

(22) Anmeldetag: **29.11.2004**

(43) Offenlegungstag: **01.06.2006**

(51) Int Cl.⁸: **H05K 3/28** (2006.01)

(71) Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

(72) Erfinder:
Bittmann, Ladislaus, 81825 München, DE;
Weidner, Karl, 81245 München, DE

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

DE 11 11 683 C

DE 35 41 977 A1

EP 05 77 094 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

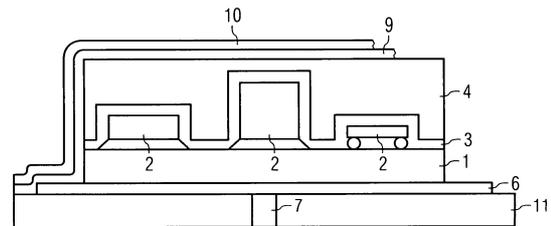
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Umhüllung von auf einem Substrat angeordneten Bauelementen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umhüllung von auf einem Substrat (1) angeordneten Bauelementen (2) mittels einer Folie (3) aus elektrisch isolierendem Kunststoffmaterial und dem Substrat (1), mit dem Schritt

Auflegen der Folie (3) auf die zu umhüllenden Bauelemente (2), auf deren dem Substrat (1) abgewandten Seite.

Die vorliegende Erfindung zeichnet sich durch Aufbringen einer elastisch oder plastisch verformbaren Abformmasse (4) auf die Folie (3), auf deren zu den umhüllenden Bauelementen (2) abgewandten Seite, Drücken der Abformmasse (4) gegen die Folie (3) in Richtung zu den Bauelementen (2) und zum Substrat (1) und Entfernen der Abformmasse (4) aus.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umhüllung einer dreidimensionalen Struktur, insbesondere von auf einem Substrat angeordneten Bauelementen mittels einer Folie aus elektrisch isolierendem Kunststoffmaterial und dem Substrat.

Stand der Technik

[0002] Auf herkömmliche Weise werden geeignete Polymerfolien verwendet, die planar aufgedrückt werden. Durch die Fließeigenschaften des Materials erfolgt eine Anpassung an die Bauelemententopographie.

[0003] Diese Art der Umhüllung weist jedoch den Nachteil auf, dass die Anpassung der Folie an die Bauelemententopographie lediglich ungenügend ist. Problematisch ist die ungenügende Bereitstellung einer homogenen Schichtdicke der Folienumhüllung um die Bauelemente. Insbesondere an Ecken und Kanten der Bauelemente können Verkleinerungen der Schichtdicken auftreten, so dass insbesondere die Isolationseigenschaft der Folie reduziert ist. Auf diese Weise sind Durchschlagsspannungen verkleinert. Eine ausreichende Isolierung kann damit nicht immer garantiert werden. Zudem fließt die Folie bevorzugt an den Seiten in Schwerkraftrichtung nach unten herab, wobei sich hingegen oben wenig Folienmaterial ansammelt. Damit ist auch auf den oberen Bauelementenbereichen lediglich eine verringerte Isolierung mit verringerten Durchschlagsspannungen erzeugt. Erfolgt zudem ein planares Aufpressen, insbesondere durch Walzen, so entstehen ebenso horizontale Kräfte und damit auch weitere Folienmaterialverschiebungen und sich daraus ergebende Fehlanpassungen. Zudem ist das Fließverhalten der Folie umgebungsabhängig, insbesondere von Temperatur, Druck und Luftfeuchte, so dass eine Steuerung des Prozesses außerhalb von Reaktionskammern erschwert ist.

Aufgabenstellung

[0004] Es ist damit Aufgabe der Erfindung ein möglichst exaktes Aufbringen einer (Abform-)Folie aus elektrisch isolierendem Kunststoffmaterial auf eine Oberflächentopographie, insbesondere auf auf einem Substrat angeordneten Bauelementen bereit zu stellen. Zur Umhüllung von auf einem Substrat angeordneten Bauelementen mittels einer Folie aus elektrisch isolierendem Kunststoffmaterial und dem Substrat soll ein gegenüber dem Herkömmlichen vorteilhaftes Verfahren und eine sich daraus ergebende Vorrichtung geschaffen werden. Mittels eines Laminierprozesses sollen Isolierfolien exakt dreidimensional abgeformt werden. Dies betrifft besonders Bauelementeanordnungen mit starker Topographie. Weiterhin soll Folienmaterial eingespart werden.

[0005] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem Hauptanspruch und eine Vorrichtung gemäß dem Nebenanspruch gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen.

[0006] Indem eine elastisch oder plastisch verformbare Abformmasse gegen die Folie in Richtung zu den Bauelementen und zum Substrat gedrückt wird, wird auch die Folie gegen die Oberflächen der Bauelemente und des Substrats gedrückt. Dabei drückt die Abformmasse nicht nur vertikal nach unten auf die entsprechenden Oberflächen des Substrats und der Bauelemente, sondern in Zwischenräumen zwischen Bauelementen ebenso horizontal auf die Seitenflächen der Bauelemente. Auf diese Weise wird eine konstante Schichtdicke der Folie, insbesondere an Ecken und Kanten der Bauelemente, erzeugt. Die Abformmasse passt sich optimal an die Oberflächentopographie an. Unter Topographie ist die Strukturierung einer Oberfläche zu verstehen. Die Abformmasse kann auch ein Sandwichaufbau mit unterschiedlichen Funktionen sein.

[0007] Unter Abformen mittels einer Abformmasse ist das Erzeugen eines Abbilds von einer strukturierten Oberfläche mit Oberflächenprofil bzw. Oberflächentopographie zu verstehen. Dabei erfolgt ein Abformen (spezieller: Abdrücken) der Oberflächentopographie, wobei eine durch die geformte Abformmasse erzeugte Negativform zur Oberflächentopographie erzeugt wird. Diese Negativform wird für ein Abformen zur Ausbildung einer exakten Folie/Isolierfolie mit hochgenauer Anpassung an die Oberflächentopographie verwendet.

[0008] Durch Verwendung einer plastisch oder elastisch verformbaren Abformmasse erfolgt eine Abformung oder Abbildung der Topographie einer Oberfläche einer Bauelemente/Substrat-Struktur auf eine Folie aus elektrisch isolierendem Kunststoffmaterial. Die Folie wird exakt an die Topographie angepasst und weist eine homogene Dicke auf.

[0009] Ist die Abformmasse plastisch verformbar, so kann diese nach dem Druckvorgang und nach einer Verformung in den ursprünglichen Zustand erneut verwendet werden. Bei einer elastisch verformbaren Abformmasse kann diese nach Beendigung eines Druckvorgangs ohne weitere Zwischenschritte erneut verwendet werden.

[0010] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform erfolgt das Drücken der Abformmasse von der der Folie abgewandten Seite der Abformmasse her gegen die Folie. Dabei erfolgt das Pressen mechanisch. Beispielsweise wird ein Schichtstapel in Form eines Presspaketes zum Drücken bzw. Pressen verwendet. Der Vorgang kann hydraulisch erzeugt sein. Ein mechanisches Drücken kann in einem Autoklaven

bereit gestellt sein.

[0011] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform erfolgt das Drücken der Abformmasse von der der Folie abgewandten Seite der Abformmasse her gegen die Folie mittels eines unter Druck stehenden Gases. Das Gas wirkt bevorzugt isostatisch. Als Gase eignen sich insbesondere Stickstoff oder Luft. Der Druck wird insbesondere in einer Reaktionskammer, z.B. in einem Autoklaven erzeugt.

[0012] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform erfolgt das Drücken der Abformmasse gegen die Folie mittels eines auf der den Bauelementen abgewandten Seite des Substrats bereitgestellten und über Kanäle durch das Substrat wirkenden Vakuums. Auch hier erfolgt der Vorgang in einer Reaktionskammer. Das Vakuumdrücken (oder Saugen) kann ein mechanisches Drücken oder ein Drücken mittels Gas ergänzen. Letzterer Fall ermöglicht die Verwendung von Abformfolien als Abformmasse.

[0013] Gemäß einer weiteren Ausführungsform erfolgt ein Fixieren der Folie auf den Bauelementen und dem Substrat mittels eines auf der den Bauelementen abgewandten Seite des Substrats bereitgestellten und über Kanäle, insbesondere Kanäle durch das Substrat oder durch einen Auflagetisch, wirkenden Vakuums. Dieses Fixieren verhindert Lufteinschlüsse zwischen Folie und Bauelement und zwischen Folie und Substrat. Das Fixieren kann ergänzend zum mechanischen Pressen und zum Pressen mit Gas bereit gestellt sein.

[0014] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann mittels der Abformmasse und/oder durch die Abformmasse hindurch eine erwünschte Temperatur und/oder eine erwünschte Feuchtigkeit für die Folie erzeugt werden. Auf diese Weise kann die Folie vernetzen und danach aushärten. Es wird verhindert, dass die Folie versprödet oder sich in deren Eigenschaften verändert.

[0015] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Abformmasse als Abformfolie bereitgestellt. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass ein Drücken mittels Gas und mittels Vakuum erfolgt.

[0016] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist die Abformmasse eine Polymermasse, ein Gel, ein Hochtemperaturgel, ein ölgefülltes (Kunststoff-) Kissen, ein Silikonkissen, eine Laminierabformmasse oder ein Rubber.

[0017] Ein Gel ist ein feindispersives (feinverteilt) System aus (mindestens) einer festen und einer flüssigen Phase (einem festen und einem flüssigen Stoff), die sich gegenseitig durchdringen und ein dreidimensionales System bilden. Die Viskosität liegt zwischen flüssig und fest. Ein Gel ist also weder rich-

tig flüssig (wie z.B.: Wasser), aber auch nicht fest (wie z.B.: Stein). Gel kann als Trägermedium verwendet werden. Auch natürliche Fette sind ebenfalls oft Gele. Als Gelbildner werden oft Agarose, Guarmehl oder Natriumginat verwendet. Gel ist weiche Materie.

[0018] Der Begriff Rubber umfasst Kautschuk oder Gummi.

[0019] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist zwischen Abformmasse/Abformfolie und Folie eine Trenn- und/oder Schutzfolie ausgebildet ist. Auf diese Weise lässt sich die Abformmasse/Abformfolie nach dem Drücken/Pressen einfach entfernen. Verklebungen werden verhindert.

[0020] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform erfolgt das Drücken in Gas-Vakuumpressen und/oder hydraulischen Vakuumpressen und/oder in Autoklaven.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung wird eine Vorrichtung mit auf einem Substrat angeordneten Bauelementen erzeugt, wobei die Bauelemente auf dem Substrat eine starke Oberflächentopographie ausbilden und mittels einer Folie aus elektrisch isolierendem Kunststoffmaterial und dem Substrat umhüllt sind. Die Folie ist mit einer konstanten Dicke ausgebildet und exakt an die Oberflächentopographie angepasst. Zur Vermeidung von Spannungsdurchschlägen ist eine Mindestschichtdicke der Folie gegeben.

[0022] Die vorliegende Erfindung weist als Vorteile eine exakte Abformung, gleichmäßige Schichtdicken, blasenfreie Abformung, verbesserte Haftfestigkeit, verbesserte Rissfestigkeit, insbesondere im Kantenbereich (zum Beispiel bei Chip-Ecken), und die Möglichkeit der Steuerung von Radien auf. Bauelemente werden vorteilhaft umhüllt, bedeckt, umkapselt und umschlossen.

Ausführungsbeispiel

[0023] Die vorliegende Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

[0024] [Fig. 1](#) Ausführungsbeispiel am Anfang eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0025] [Fig. 2](#) Ausführungsbeispiel am Ende eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0026] [Fig. 3](#) ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0027] [Fig. 1](#) zeigt einen Aufbau am Anfang eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens vor dem Laminieren. Auf einem Substrat 1

befinden sich Bauelemente **2**. Über den Bauelementen **2** ist eine Isolierfolie **3** angeordnet, die horizontal und eben ist und auf dem höchsten Bauelement **2** aufliegt. Darüber ist eine Abformmasse **4** an der Isolierfolie **3** angeordnet. Auf der Abformmasse **4** ist eng anliegend eine Vakuumabdeckfolie **10** angeordnet. Zwischen der Vakuumabdeckfolie **10** und der Abformmasse **4** ist ein Vlies **9** bereitgestellt, die zur Vermeidung von Rissen in der Vakuumabdeckfolie **10** beim Schritt „Drücken“ bzw. Pressen des erfindungsgemäßen Verfahrens dient. Das Substrat **2** ist auf einem Tisch **11** positioniert, wobei zwischen Substrat **2** und Tisch **11** eine temperaturstabile Gitternetzfolie **6** ausgebildet ist. Die Gitternetzfolie **6** ermöglicht einem Vakuum **8** durch Kanäle **7** im Tisch **11** auf die Isolierfolie **3** derart zu wirken, dass die Folie **3** in Richtung zu den Bauelementen **2** und dem Substrat angesaugt wird. Dabei werden insbesondere Lufteinschlüsse zwischen der Isolierfolie **3** und dem Substrat **2** vermieden. Zusätzlich wirkt ein unter Druck stehendes Gas **5**, das beispielsweise Stickstoff oder Luft ist, wobei vergleichbare Gase ebenso verwendbar sind, auf die Vakuumabdeckfolie **10** in Richtung zu den Bauelementen **2** und dem Substrat **1**, so dass auch auf diese Weise die Isolierfolie **3** mittels der Abformmasse **4** in die Bauelementetopographie gedrückt bzw. gepresst wird. Damit das Vakuum **8** wirken kann und ein Laminieren ermöglicht wird, ist die Vakuumabdeckfolie **10** mit dem Tisch **11** mittels einer Verklebung **12** dicht verbunden. Auf diese Weise wird ein Vakuumverlust vermieden. Vergleichbare Schichtfolgen für den Laminiervorgang sind ebenso möglich.

[0028] **Fig. 2** zeigt eine Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel zum Ende des Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel. zeigt das Substrat **1**, das mit den Bauelementen **2** bestückt ist. Über der Oberflächenstruktur findet sich die Isolierfolie **3**, die von der Abformmasse **4** in Richtung zu den Bauelementen **2** und zum Substrat **1** gedrückt bzw. gepresst wurde. Oberhalb der Abformmasse **4** könnte alternativ zum unter Druck stehenden Gas **5** eine mechanische Presse, insbesondere in Form eines Presspaketes, gewirkt haben. Unterhalb des Substrats kann zusätzlich eine Schutzfolie angeordnet sein. Die Substratstärke kann im Bereich von 20µm bis 5 mm sein. Die Isolierfolie bzw. Folie **3** kann im Bereich von 10µm bis 500µm und darüber sein. Ein Bauelement **2** kann 10µm bis über 5mm hoch sein. Ein Abstand zwischen zwei Bauelementen **2** kann beispielsweise größer 20µm betragen. Die Dicke der Abformmasse **4** kann beispielsweise größer 1 mm sein. Unterhalb der Bauelemente **2** können Cu-Schichten auf dem Substrat **1** erzeugt sein.

[0029] Das Vakuum **8** unterhalb dem Substrat **1** kann sowohl zum Fixieren der Folie **3** auf den Bauelementen **2** und dem Substrat **1**, als auch zum Ziehend der Folie **3** für das Drücken bzw. Pressen erzeugt sein. Ebenso können Kanäle **7** durch das Sub-

strat **2** bereit gestellt sein. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines herkömmlichen Autoklaven.

[0030] **Fig. 3** zeigt die Anordnung gemäß dem vorherigen Ausführungsbeispiel mit dem Unterschied, dass die Abformmasse **4** als Abformfolie **4** geschaffen ist. Das Drücken erfolgt von oben mittels eines Gases **5** unter Druck. Von unterhalb des Substrats **1** wirkt über Kanäle **7** ein Vakuum **8**, dass die Abformfolie **4** zusätzlich in Richtung der Folie **3**, der Bauelemente **2** und Substrat **1** drückt. Das Vakuum kann beispielsweise eine Druckdifferenz bis zu ca. 1 bar erzeugen. Es ist besonders vorteilhaft, wenn die Abformfolie **4** etwas härter als die Isolierfolie **3** ist, da auf diese Weise eine exaktere Formung der Isolierfolie **3** ermöglicht wird. Die weichere Isolierfolie **3** wird dabei von der härteren Abformfolie **4** einfacher gedrückt bzw. gepresst und geformt. Die Isolierfolie **3** ist insgesamt als klebrige Masse geschaffen, die dann vernetzt und gehärtet wird. Die Isolierfolie **3** kann alternativ oder kumulativ zusätzliche Klebeschichten aufweisen.

[0031] **Fig. 2** und **Fig. 3** zeigen das Ende des Verfahrensschritts Drücken der Abformmasse **4** gegen die Folie **3** in Richtung zu den Bauelementen **2** und in Richtung zum Substrat **1**.

[0032] Die Umhüllung kann bei einer Weiterverarbeitung einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel mit Löchern versehen werden. In diesen Löchern kann dann eine Durchkontaktierung zu Bauelementen **2** und zu den Leiterbahnen auf dem Substrat **1** erfolgen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Umhüllung von auf einem Substrat (**1**) angeordneten Bauelementen (**2**) mittels einer Folie (**3**) aus elektrisch isolierendem Kunststoffmaterial und dem Substrat (**1**), mit dem Schritt
 - Auflegen der Folie (**3**) auf die zu umhüllenden Bauelemente (**2**), auf deren dem Substrat (**1**) abgewandten Seite, weiterhin gekennzeichnet durch
 - Aufbringen einer elastisch oder plastisch verformbaren Abformmasse (**4**) auf die Folie (**3**), auf deren zu den umhüllenden Bauelementen (**2**) abgewandten Seite,
 - Drücken der Abformmasse (**4**) gegen die Folie (**3**) in Richtung zu den Bauelementen (**2**) und zum Substrat (**1**) und
 - Entfernen der Abformmasse (**4**).
2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch
 - Drücken der Abformmasse (**4**) von der der Folie (**3**) abgewandten Seite der Abformmasse (**4**) her gegen die Folie (**3**) mittels einer mechanischen Presse, ins-

besondere mittels eines Presspaketes.

bildet und exakt an die Oberflächentopographie angepasst ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch
– Drücken der Abformmasse (4) von der der Folie (3) abgewandten Seite der Abformmasse (4) her gegen die Folie (3) mittels eines unter Druck stehenden Gases (5).

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch
– Drücken der Abformmasse (4) gegen die Folie (3) mittels eines auf der den Bauelementen (2) abgewandten Seite des Substrats (1) bereitgestellten und über Kanäle (7) durch das Substrat (1) wirkenden Vakuums (8).

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch Fixieren der Folie (3) auf den Bauelementen (2) und dem Substrat (1) mittels eines auf der den Bauelementen (2) abgewandten Seite des Substrats (1) bereitgestellten und über Kanäle (7) wirkenden Vakuums (8).

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Bereitstellen von Temperatur und/oder Feuchtigkeit auf die Folie (3) mittels der Abformmasse (4) und/oder durch die Abformmasse (4) hindurch.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch die Abformmasse (4) als Abformfolie (3) bereitgestellt ist.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abformmasse (4) eine Polymermasse, ein Gel, ein Hochtemperaturgel, ein ölgefülltes Kissen, ein Silikonkissen, eine Laminierabformmasse (4) oder ein Rubber ist.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Abformmasse (4)/Abformfolie (3) und Folie (3) eine Trenn- und/oder Schutzfolie (3) ausgebildet ist.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Drücken in Gas-Vakuumpressen und/oder hydraulischen Vakuumpressen und/oder in einem Autoklaven erfolgt.

11. Vorrichtung mit auf einem Substrat (1) angeordneten Bauelementen (2), wobei die Bauelemente (2) auf dem Substrat (1) eine starke Oberflächentopographie ausbilden und mittels einer Folie (3) aus elektrisch isolierendem Kunststoffmaterial und dem Substrat (1) umhüllt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Folie (3) mit einer konstanten Dicke ausge-

FIG 1

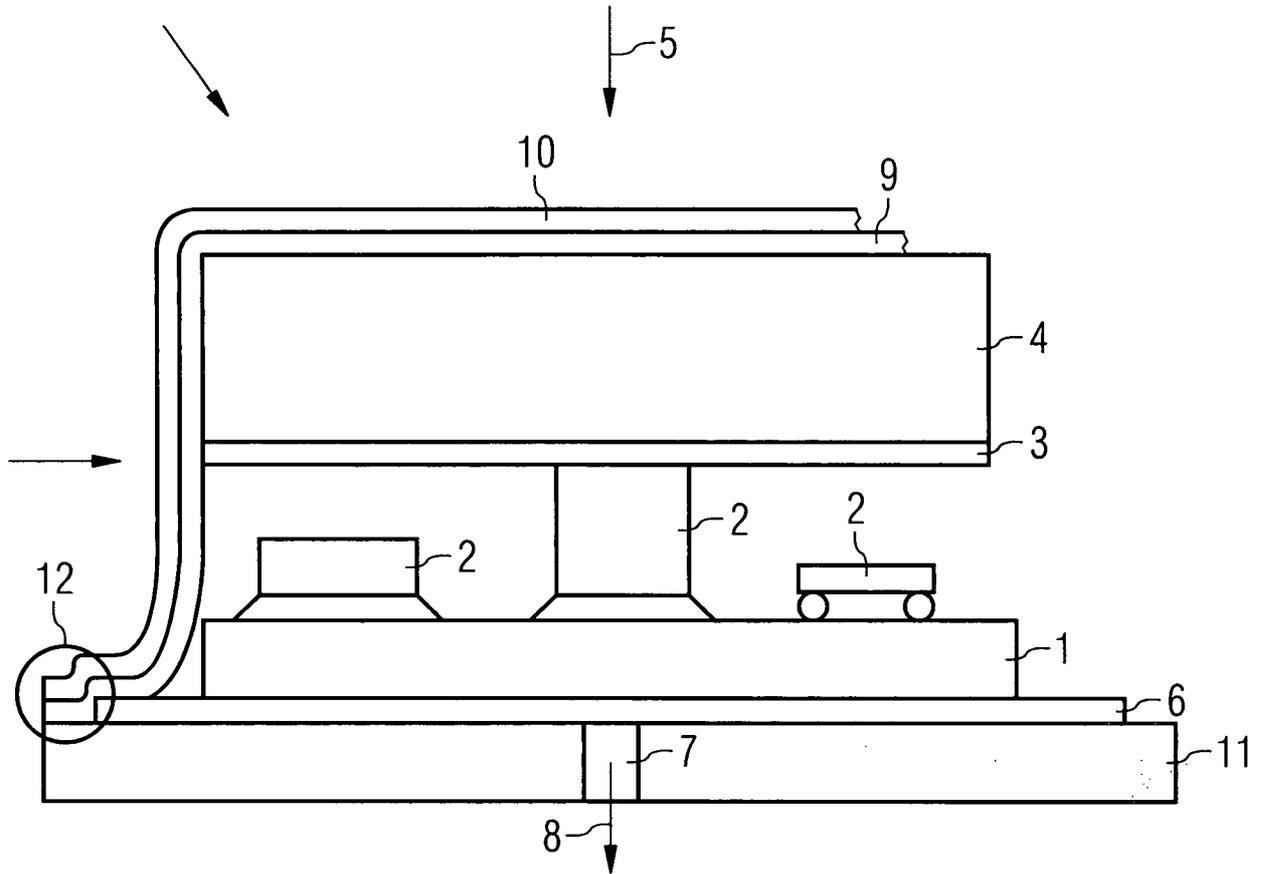


FIG 2

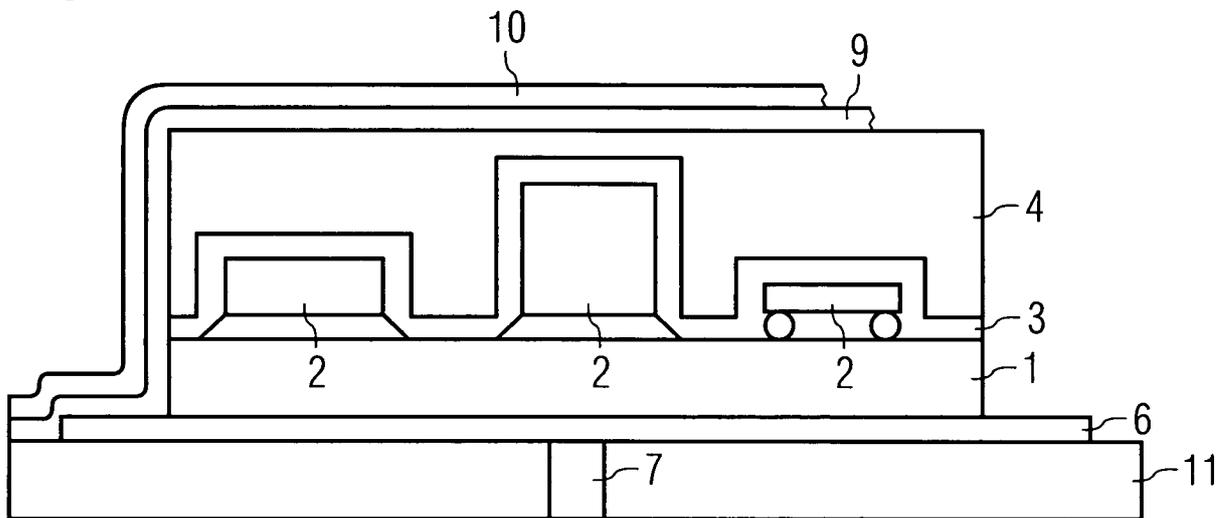


FIG 3

