



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

(10) **DE 103 34 391 B4 2005.10.06**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 34 391.1**  
 (22) Anmeldetag: **28.07.2003**  
 (43) Offenlegungstag: **03.03.2005**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **06.10.2005**

(51) Int Cl.7: **H01R 43/00**  
**A61L 24/00, B23K 1/00, B81C 3/00,**  
**H05K 3/34**

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. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
 angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:  
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
 Pullach**

(72) Erfinder:  
**Manke, Ingo, 13349 Berlin, DE; Becker,  
 Karl-Friedrich, 10405 Berlin, DE; Ostmann,  
 Andreas, 10585 Berlin, DE; Reichl, Herbert, 14193  
 Berlin, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 38 34 147 A1**  
**DE 697 05 637 T2**  
**US 55 47 715 A**  
**US 55 38 795 A**  
**US 49 83 804**  
**US 48 10 672**  
**WO 01/34 217 A2**  
**Tadatomo Suga and Keisuke Saito, "A new  
 bumping  
 process using lead-free solder paste", IEEE Trans-  
 actions on electronics Packaging Manufacturing.,  
 Vol. 25, No. 4, October 2002;**

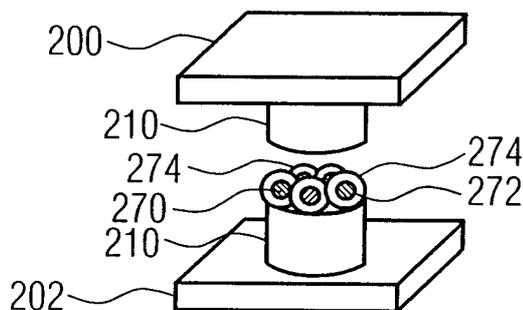
(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Erzeugung von Verbindungen in der Mikroelektronik**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum Erstellen einer elektrisch leitfähigen Verbindung (160) zwischen einer ersten Komponente (100; 200) und einer zweiten Komponente (102; 202), mit folgenden Schritten:

a) Anordnen eines ersten reaktiven Materials (120; 220, 222; 230, 232; 270, 274) zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente derart, daß das reaktive Material benachbart zu der ersten Komponente und der zweiten Komponente ist, wobei das erste reaktive Material (270, 272) in Kapseln (274) angeordnet ist;

Anordnen eines zweiten reaktiven Materials (260) zwischen dem ersten reaktiven Material (220) und zumindest einer der beiden Komponenten (200, 202); und

b) Auslösen einer exothermen Reaktion (150; 250 276) des ersten reaktiven Materials mit dem zweiten reaktiven Material dadurch, dass das erste reaktive Material mit dem zweiten reaktiven Material in Verbindung gebracht wird, wobei der Schritt des Auslösens einen Schritt des Aufbrechens der Kapseln umfasst.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegenden Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Erstellen einer Verbindung zwischen elektronischen Bauelementen und insbesondere auf die Erstellung einer mechanischen und/oder elektrischen Verbindung zwischen Bauelementen der Mikroelektronik.

**Stand der Technik**

**[0002]** Zur Erstellung einer mechanischen und/oder elektrischen Verbindung zwischen elektronischen Bauelementen werden zumeist Lotmaterialien verwendet. Diese Lotmaterialien haben die Eigenschaft, daß ihr Schmelzpunkt deutlich über 100°C liegt. Zum Beispiel hat eutektisches PbSn einen Schmelzpunkt, der bei 183°C liegt. Um eine gute, niederohmige und für hohe Frequenzen geeignete elektrisch leitfähige Verbindung zwischen Bauelementen zu erstellen, wird ein Lotmaterial zwischen den Bauelementen angeordnet und die Bauelemente werden anschließend zusammen mit dem Lotmaterial auf die entsprechende Temperatur erhitzt, so daß das Lotmaterial schmilzt. Ein solches Lotverfahren wird insbesondere in der Mikroelektronik verwendet um Mikrochips mit einem Substrat elektrisch zu verbinden. Als Beispiel sei hier die Flip-Chip-Technik genannt.

**[0003]** Diese Vorgehensweise ist für Bauelemente nachteilhaft, die besonders temperaturempfindlich sind. Bei Komponenten aus biologischem Material wie beispielsweise Biosensoren oder bei Komponenten aus Materialien auf Polymerbasis, wie beispielsweise preiswerte Polymersubstrate wie Polyester, liegt die maximal zulässige Verarbeitungstemperatur deutlich unter dem Schmelzpunkt der herkömmlicherweise verwendeten Lotmaterialien. Bauteile die auf biologischem Material basieren, dürfen in der Regel nicht über 45°C und Bauteile, die auf Polymer-Material basieren zumeist nicht über 80°C erwärmt werden. Diese Temperaturen werden überschritten, wenn die Bauteile beim Löten in einem Ofen auf die erforderliche Schmelztemperatur des Lotmaterials erhitzt werden.

**[0004]** Weitere Ansätze zur Erstellung einer leitenden Verbindung zwischen elektrischen Bauteilen sind gemäß dem Stand der Technik das Drahtbonds oder Reibschweißen mit Draht, eine Kontaktierung über Thermokompression (durch mechanischen Druck, Ultraschall, etc.), Sinterverfahren wie Sintern oder Drucksintern, z. B. mit Silber-Partikeln (US 4,810,672), das Kleben mit elektrisch leitenden Klebstoffen (isotrop, anisotrop) sowie auch mit speziellen nicht-leitenden Klebstoffen oder Verfahren die auf eine Reinigung der elektrischen Kontakte mittels Plasma-Gas (Tadamoto Suga and Keisuke Saito, „A new bumping process using lead-free solder paste“, IEEE Transactions on electronics Packaging Manuf-

acturing. Vol. 25, No. 4, October 2002) basieren. US 4,983,804 befaßt sich mit dem induktive Erwärmen des Lotmaterials. Gemäß US 5,538,795 und US 5,547,715 können großflächige Kontaktflächen erstellt werden, indem ein mehrlagiges Material verwendet wird, das unter Temperatureinfluß verschmilzt und dadurch eine Verbindung erstellt.

**[0005]** Bekannte Verfahren zum Erstellen einer Verbindung, die für mikroelektronische Bauelemente geeignet sind und die eine Erwärmung des gesamten mikroelektronischen Bauelements vermeiden, sind kostenintensiv und insbesondere für eine Fertigung von mikroelektronischen Bauelementen in großen Stückzahlen nicht geeignet. Ein Beispiel für ein solches Verfahren ist eine gezielte Bestrahlung des Lotmaterials an der Verbindungsstelle durch einen Laser. Dabei wird eine Erwärmung der Bauelemente vermieden, das Verfahren arbeitet aber rein sequentiell und ist daher sehr zeitintensiv.

**[0006]** Die DE 38 34 147 A1 zeigt ein Lötverfahren zur Verbindung elektronischer und/oder mechanischer Bauteile mit einer Leiterplatte. Dazu wird zwischen einer Anschlussfläche und einem Anschluss eine Lötpaste angeordnet. Die Lötpaste umfasst neben vorzugsweise in pulverisierter Form vorliegenden Metallen einen Zusatzstoff, bestehend aus einem Brennstoff und einem Zündstoff. Eine Anregung des Zündstoffes wird über einen Laserstrahl bereitgestellt. Anstelle des Laserstrahls kann auch ein Lichtblitz oder Ultraschall eingesetzt werden, um eine äußere Anregungsenergie zur Entzündung des Zündstoffes bereitzustellen.

**[0007]** Die WO 01134217 A2 befasst sich mit einem sogenannten Knochenzement, z. B. auf der Basis von Polymethylmethacrylat oder Polystyrol, mit einer globularen, vorzugsweise kugeligen Formgestaltung, der die pulverförmige Komponente bildenden Partikel z. B. aus Polymerisat, Additiven und/oder Röntgenkontrastmittel sowie ein vorteilhaftes Röntgenkontrastmittel selbst, wobei diese Partikel im wesentlichen relativ große, einheitliche Abmessungen aufweisen und in Mischung mit dem Monomer vorzugsweise eine hexagonal dichteste Kugelpackung bilden. Die entsprechenden Knochenzementmischungen sind problemlos und ohne die Gefahr von Luft einschließen anmischbar, die erforderliche Menge an Monomer ist reduziert, die Wärmeabgabe und der Volumenschwund während der Polymerisation sind niedriger, die Biegezugfestigkeit des ausgehärteten Produkts mindestens gleich oder besser und die abrasive Wirkung vermindert.

**[0008]** Die DE 697 05 637 T2 befasst sich mit Klebstoffen zum Verbinden von Elastomeren. Beispielsweise erreicht ein Zweikomponenten-Polyurethan bei einer gemischten Gelierzeit von etwa 6 Minuten einen Temperaturanstieg von 23°C auf etwa 70°C. Die

DE 697 05 637 T2 befasst sich nicht mit einem Verfahren zum Herstellen einer elektrisch leitfähigen Verbindung.

#### Aufgabenstellung

**[0009]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum einfachen Erstellen einer zuverlässigen mechanischen und/oder elektrischen Verbindung zwischen mehreren Komponenten zu schaffen, die eine übermäßige Erwärmung der Komponenten vermeiden.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Anspruch 14 gelöst.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zum Erstellen einer mechanischen und/oder elektrischen Verbindung zwischen einer ersten Komponente und einer zweiten Komponente, mit folgenden Schritten:

- a) Anordnen eines reaktiven Materials zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente derart, daß das reaktive Material benachbart zu der ersten Komponente und der zweiten Komponente ist; und
- b) Auslösen einer exothermen Reaktion des reaktiven Materials.

**[0012]** Zusätzlich schafft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zum Erstellen einer Verbindung zwischen einem ersten Bereich einer ersten Komponente und einem zweiten Bereich einer zweiten Komponente, mit folgenden Merkmalen:

mindestens einem Element zum Erzeugen einer Verbindung; und

mindestens einem Element zum Erzeugen thermischer Energie, wobei das Element zum Erzeugen thermischer Energie ausgebildet ist, um ansprechend auf ein Reaktionsereignis, eine thermische Energie bereitzustellen;

wobei das Element zum Erzeugen einer Verbindung ausgebildet ist, um ansprechend auf die thermische Energie eine Verbindung zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich bereitzustellen.

**[0013]** Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß sich ein exotherm reagierendes Material zur Erstellen einer mechanischen und/oder elektrischen Verbindung zwischen Bauteilen der Mikroelektronik, und insbesondere zur Erstellen von sehr kleinen elektrisch leitfähigen Verbindung zwischen einem Mikrochip und einem Substrat verwenden läßt.

**[0014]** Gemäß der vorliegenden Erfindung, wird an der Stelle, an der zwischen zwei Komponenten eine Verbindung erstellt werden soll, ein reaktives Material angeordnet und anschließend eine exotherme Reaktion des reaktiven Materials ausgelöst.

**[0015]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wird zusätzlich zu dem reaktiven Material ein Lotmaterial zwischen den Komponenten angeordnet. Die exotherme Reaktion des reaktiven Materials bewirkt ein Schmelzen des Lotmaterials und damit die Erstellung einer Lotverbindung zwischen den Komponenten.

**[0016]** Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel wird eine elektrisch leitende Verbindung aus Reaktionsprodukten des reaktiven Materials erstellt. In diesem Fall ist kein Lotmaterial erforderlich.

**[0017]** Die Vorteile der vorliegenden Erfindung liegen darin, daß die zur Erstellung der Verbindung notwendige Energie nur lokal freigesetzt wird. Die Höhe des Energieeintrags in die Komponenten lässt sich regeln bzw. begrenzen, indem die reaktiven Materialien entsprechend gewählt werden. Auf diese Weise ist auch die Geschwindigkeit der exothermen Reaktion regelbar. Eine Erwärmung der zu verbindenden Komponenten wird damit vermieden. Außerdem bietet die vorliegende Erfindung eine einfache und kostengünstige Möglichkeit zwei Komponenten zu verbinden, da sich ein Anordnen des reaktiven Materials bzw. des Lotmaterials auf den Komponenten einfach realisieren läßt.

#### Ausführungsbeispiel

**[0018]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0019]** [Fig. 1a](#) bis [Fig. 1d](#) die Schritte zum erfindungsgemäßen Erstellen einer Verbindung zwischen zwei Komponenten;

**[0020]** [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2g](#) Ausführungsbeispiele des verwendeten Materials und der Anordnung des Materials zwischen den Komponenten;

**[0021]** [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) veranschaulicht die exotherme Reaktion gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel;

**[0022]** [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4b](#) ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel zur erfindungsgemäßen Erstellung einer Verbindung zwischen zwei Komponenten;

**[0023]** [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5c](#) ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel zum Erstellen einer Verbindung zwischen zwei Komponenten;

**[0024]** [Fig. 6](#) Seitenansicht einer Vorrichtung zum Erstellen einer Verbindung gemäß der vorliegenden Erfindung; und

**[0025]** [Fig. 7](#) zwischen zwei Komponenten ange-

ordnete Vorrichtungen zum Erstellen einer Verbindung zwischen den Komponenten.

**[0026]** Anhand der [Fig. 1a](#) bis [Fig. 1d](#) wird nachfolgend das erfindungsgemäße Verfahren zum Erstellen einer mechanischen und/oder elektrischen Verbindung näher erläutert. In [Fig. 1a](#) ist eine schematische Darstellung einer ersten Komponente **100** und einer zweiten Komponente **102** gezeigt. Zwischen den Komponenten **100**, **102** ist Material **110**, **120** angeordnet. Bevorzugterweise ist das Material **110**, **120** in Bereichen zwischen den Komponenten **100**, **102** angeordnet, in denen eine Verbindung erstellt werden soll.

**[0027]** Die Komponenten **100**, **102** stellen eine schematische Darstellung von elektronischen Bauelementen, wie beispielsweise einem Mikrochip und einem Substrat dar. Das Material **110** ist ein Lotmaterial und das Material **120** ein reaktives Material. Das Lotmaterial **110** ist sowohl auf der ersten Komponente **100** als auch auf der zweiten Komponente **102** so angeordnet, daß es Bereiche von denen eine elektrische Verbindung erstellt werden soll, abdeckt. Auf dem Lotmaterial **110** auf der zweiten Komponente **102** ist ein reaktives Material angeordnet.

**[0028]** [Fig. 1b](#) zeigt die erste Komponente **100** und die zweite Komponente **102**, wobei die erste Komponente **100** so auf der zweiten Komponente **102** angeordnet ist, daß das Lotmaterial **110**, das auf der ersten Komponente angeordnet ist, auf dem reaktiven Material **120**, das auf der zweiten Komponente **102** angeordnet ist, aufliegt.

**[0029]** Erfindungsgemäß wird, wie in [Fig. 1c](#) dargestellt ist, in einem weiteren Schritt eine exotherme Reaktion **150** des reaktiven Materials ausgelöst. Die exotherme Reaktion **150** bewirkt ein Schmelzen des Lotmaterials **110** sowohl auf der ersten Komponente **100** als auch auf der zweiten Komponente **102**. Durch das Verschmelzen des Lotmaterials **110**, ausgelöst durch die exotherme Reaktion **150** des reaktiven Materials, entsteht eine mechanische und elektrische Verbindung **160** zwischen den Komponenten **100** und **102**. Die entstandenen Verbindungen **160** zwischen den Komponenten **100** und **102** sind in [Fig. 1d](#) gezeigt.

**[0030]** [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2f](#) zeigt die unterschiedliche Anordnung von Materialien zwischen einer ersten Komponente **200** und einer zweiten Komponente **202** gemäß unterschiedlichen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung.

**[0031]** In [Fig. 2a](#) ist eine erste Komponente **200** und eine zweite Komponente **202** gezeigt. Die erste Komponente **200** soll mit der zweiten Komponente **202** verbunden werden. Die erste Komponente **200** weist dazu einen ersten Verbindungsbereich **205** und die

zweite Komponente **202** einen zweiten Verbindungsbereich **207** auf. Die Verbindungsbereiche **205**, **207** sind so angeordnet, daß sie einander gegenüber liegen. Diese Anordnung trifft auch für die folgenden Figuren zu.

**[0032]** In dem in [Fig. 2a](#) gezeigten Ausführungsbeispiel ist sowohl auf dem ersten Verbindungsbereich **205** der ersten Komponenten **200** als auch auf dem zweiten Verbindungsbereich **207** der zweiten Komponenten **202** eine Menge eines Lotmaterials **210** angeordnet. Das Lotmaterial **210** kann ein Metall oder ein Lotmaterial gemäß dem Stand der Technik sein.

**[0033]** Auf das Lotmaterial **210**, das auf der zweiten Komponente **202** angeordnet ist, wird ein reaktives Material **220** angeordnet. Das reaktive Material **220** ist ein exotherm reagierendes Material, das das Lotmaterial **210** wie in [Fig. 1a](#) bis [Fig. 1c](#) gezeigt, in einer anschließenden exothermen Reaktion zum Schmelzen bringt und dadurch eine mechanische und/oder elektrische Verbindung zwischen der ersten Komponente **200** und der zweiten Komponente **202** erzeugt. In den Ausführungsbeispielen wird als reaktives Material **220** ein Explosivstoff, wie beispielsweise Nitroglyzerin, TNT, Azetonperoxyd, Pikrinsäure, ein gewerblicher oder militärischer Sprengstoff aller Art oder eine andere chemische Substanz, die exotherm reagiert verwendet. Es kann auch ein Gemisch aus zwei oder mehreren reaktiven Materialien verwendet werden, wie beispielsweise beim klassischen Thermite-Experiment mit Aluminium und Eisenoxid.

**[0034]** Das reaktive Material **220** läßt sich durch Laminieren, Ausfällen, Pipetieren oder Eintauchen der Komponente **200** in das reaktive Material **220** aufbringen.

**[0035]** [Fig. 2b](#) zeigt eine Anordnung wie sie in [Fig. 2a](#) gezeigt ist, wobei zusätzlich reaktives Material **220** auf dem auf der ersten Komponente **200** angeordneten Lotmaterial **210** aufgebracht ist.

**[0036]** [Fig. 2c](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem zwei unterschiedliche reaktive Materialien **220**, **222** verwendet werden. Auf der ersten Komponente **200** ist wie in [Fig. 2b](#) beschrieben ein Lotmaterial **210** und ein reaktives Material **220** angeordnet. Auf der zweiten Komponente **202** ist ebenfalls wie in [Fig. 2b](#) beschrieben ein Lotmaterial **210** angeordnet. Auf dem Lotmaterial **210** der zweiten Komponente **202** ist anstelle des reaktiven Materials **220** ein zweites reaktives Material **222** angeordnet.

**[0037]** Anhand der [Fig. 2d](#) bis [Fig. 2f](#) werden Ausführungsbeispiele gezeigt, bei denen zwischen den zu verbindenden Komponenten lediglich reaktives Material angeordnet wird. In diesen Ausführungsbeispielen wird auf ein Lotmaterial verzichtet. [Fig. 2d](#) zeigt eine erste Komponente **200** und eine zweite

Komponente **202**. Auf dem ersten Verbindungsbereich **205** der ersten Komponente **200** ist ein reaktiv reagierendes Verbindungsmaterial **230** angeordnet. Das reaktive Verbindungsmaterial **230** ist ausgebildet um nach einer exothermen Reaktion eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der ersten Komponente **200** und der zweiten Komponente **202** zu erstellen. Als reaktives Verbindungsmaterial **230** können Metall- bzw. Metalloxid-Pulver oder Gemische aus verschiedenen Metall- bzw. Metalloxid-Pulvern verwendet werden. Anstelle eines Pulvers, das aus unterschiedlichen Materialien besteht, läßt sich das reaktive Verbindungsmaterial **230** auch aus abwechselnd übereinander aufgetragenen Schichten von Materialien, die miteinander reagieren, aufbauen. Möglich ist beispielsweise ein Partikelgemisch bestehend aus Ni und Al. Reagieren diese beiden Materialien miteinander, so wird eine leitfähige Verbindung geschaffen.

**[0038]** [Fig. 2e](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem zusätzlich zu dem in [Fig. 2d](#) auf der ersten Komponente **200** angeordneten Verbindungsmaterial **230** auf dem zweiten Verbindungsbereich **207** der zweiten Komponente **202** ebenfalls ein reaktives Verbindungsmaterial **230** angeordnet ist.

**[0039]** [Fig. 2f](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, das dem in [Fig. 2e](#) gezeigten Ausführungsbeispiel entspricht wobei jedoch auf der zweiten Komponente **202** ein zweites reaktives Verbindungsmaterial **232** angeordnet ist, das sich von dem auf der ersten Komponente **200** angeordneten Verbindungsmaterial **230** unterscheidet.

**[0040]** In [Fig. 2g](#) ist ein Ausführungsbeispiel gezeigt, das dem in [Fig. 2a](#) ähnlich ist, wobei hier jedoch das Lotmaterial **210** nur auf einer der Komponenten, bei dem gezeigten Beispiel auf der Komponente **202**, angeordnet ist. Auf der anderen Komponente **200** ist kein Lotmaterial aufgebracht, so daß der erste Verbindungsbereich **205** direkt mit dem Lotmaterial **210** auf der Komponente **202** verbunden wird. Alternativ zu der in [Fig. 2g](#) gezeigten Anordnung kann das Lotmaterial und das reaktive Material auf der Komponente **200** angeordnet sein, so daß der Verbindungsbereich **207** freiliegt. Ferner kann das Lotmaterial auch auf dem Verbindungsbereich der einen Komponente und das reaktive Material auf dem Verbindungsbereich der anderen Komponente angeordnet sein.

**[0041]** Bei den in [Fig. 2](#) gezeigten Beispielen, bei denen das reaktive Material zusammen mit dem Lotmaterial bzw. der Kontaktfläche verwendet wird, muß das reaktive Material nicht auf dem Lotmaterial bzw. der Kontaktfläche angeordnet sein. Alternativ kann das reaktive Material so angeordnet sein, dass es das Lotmaterial bzw. die Kontaktfläche zumindest teilweise umgibt, z.B. ringförmig um das Lotmaterial bzw. die Kontaktfläche angeordnet ist, so dass beim

Platzieren die reaktiven Materialien in Kontakt kommen.

**[0042]** Bei allen in [Fig. 2](#) gezeigten Anordnungen, bei denen auf beiden Komponenten ein Lotmaterial verwendet wird, kann abhängig von den verfahrenstechnischen Gegebenheiten auf das Lotmaterial auf einer der Komponenten verzichtet werden.

**[0043]** Die [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) zeigen ein Auslösen einer exothermen Reaktion zum Erstellen einer Verbindung zwischen einer ersten Komponente und einer zweiten Komponente.

**[0044]** In [Fig. 3a](#) ist eine Anordnung gezeigt, wie sie bereits in [Fig. 2c](#) beschrieben ist. Zwischen einer ersten Komponente **200** und einer zweiten Komponente **202** ist jeweils Lotmaterial **210** angeordnet. Auf dem Lotmaterial **210** der ersten Komponente **200** ist ein erstes reaktives Material **220** und auf dem Lotmaterial **210** der zweiten Komponente **202** ein zweites reaktives Material **222** angeordnet.

**[0045]** Im folgenden wird die erste Komponente **200** so auf der zweiten Komponente **202** angeordnet, daß das reaktive Material **220** mit dem reaktiven Material **222** in Verbindung steht.

**[0046]** [Fig. 3b](#) zeigt das Auslösen einer exothermen Reaktion **250** zwischen dem ersten reaktiven Material **220** und dem zweiten reaktiven Material **222**. Die exotherme Reaktion ist dabei eine chemische Reaktion, die allein dadurch zustande kommt, daß das erste reaktive Material **220** mit dem zweiten reaktiven Material **222** in Verbindung gebracht wird.

**[0047]** Alternativ kann die exotherme Reaktion in diesem Ausführungsbeispiel als auch in den anderen in [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2f](#) gezeigten Ausführungsbeispielen durch eine äußere Einwirkung hervorgerufen werden. Als Beispiele für äußere Einwirkungen seien hier mechanischer Druck, Schall oder Ultraschall, Erwärmung, Hinzuführen eines weiteren reaktiven Materials in flüssiger oder gasförmiger Form, Plasma-Gas, Funkenschlag, Laserstrahlung, elektromagnetische Strahlen wie UV-Licht oder Röntgenstrahlen, Magnetfelder oder elektrische Felder genannt. Eine weitere Möglichkeit zur Auslösung einer exothermen Reaktion ist die Verwendung eines reaktiven Materials, welches sich nach einiger Zeit chemisch verändert und erst dann mit oder ohne äußere Einwirkung chemisch reagiert und damit eine exotherme Reaktion auslöst. Ferner kann zu dem reaktiven Material ein Katalysator zugeführt werden, um die exotherme Reaktion auszulösen, z.B. Sauerstoff, der zu einem Al-Pulver in einer inerten Atmosphäre hinzugegeben wird.

**[0048]** In [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4d](#) ist ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum

Erstellen einer Verbindung gezeigt. [Fig. 4a](#) zeigt eine erste Komponente **200** und eine zweite Komponente **202**, auf denen entsprechend der Anordnung in [Fig. 2b](#) ein Lotmaterial **210** und ein reaktives Material **220** angeordnet ist. Auf dem auf der zweiten Komponente **202** angeordneten reaktiven Material **220** ist ein zusätzliches Zündmaterial **260** angeordnet. Das Zündmaterial **260** ist so angeordnet, daß es sich zwischen den auf der ersten Komponente **200** und der zweiten Komponente **202** angeordneten reaktiven Materialien **220** befindet.

[0049] [Fig. 4b](#) zeigt das Aneinanderbringen der Komponenten **200**, **202**. Die Komponente **200** wird dabei so auf die Komponente **202** aufgesetzt, daß das auf der ersten Komponente **200** angeordnete reaktive Material auf dem auf der zweiten Komponente **202** angeordneten Zündmaterial **260** aufsetzt. Das Zündmaterial **260**, beispielsweise ein Initialsprengstoff, ist ausgebildet, um eine Initialzündung **262** auszulösen. Die Initialzündung **262** ist in [Fig. 4c](#) gezeigt. Die Initialzündung **262** des Zündmaterials **260** kann durch eines der in [Fig. 3b](#) beschriebenen Auslöseereignisse ausgelöst werden.

[0050] [Fig. 4d](#) zeigt eine exotherme Reaktion **264** zwischen den reaktiven Materialien **220**, die durch die Initialzündung **262** des Zündmaterials **260** ausgelöst wurde. Die exotherme Reaktion **264** bewirkt wiederum ein Verschmelzen der Lotmaterialien **210** und damit eine Erstellung einer elektrischen und mechanischen Verbindung.

[0051] Die [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5c](#) zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Erstellen einer Verbindung.

[0052] [Fig. 5a](#) zeigt eine Schrägansicht einer Darstellung zweier zu verbindender Komponenten **200**, **202**. Entsprechend den vorangegangenen Ausführungsbeispielen ist sowohl auf der ersten Komponente als auch auf der zweiten Komponente ein Lotmaterial **210** angeordnet. In diesem Ausführungsbeispiel werden zwei reaktive Materialien **270**, **272** verwendet, die in Kapseln **274** auf dem Lotmaterial **210**, das sich auf der zweiten Komponente **202** befindet, angeordnet sind.

[0053] [Fig. 5b](#) zeigt die erste Komponente **200** aufgesetzt auf die zweite Komponente **202**, so daß das Lotmaterial **210** der ersten Komponente auf die Kapseln **274** aufsetzt. In einem weiteren Schritt werden die Kapseln **274** aufgebrochen. Dies kann beispielsweise durch mechanischen Druck, Ultraschall, Plasma-Gas das einströmt, durch Hinzuführung eines reaktiven Gases wie Sauerstoff oder mittels eines weiteren Sprengstoffes (nicht gezeigt) bewirkt werden.

[0054] Nach dem Zerbrechen der Kapseln können die reaktiven Materialien **270**, **272** miteinander rea-

gieren und lösen eine exotherme Reaktion **276** aus. Die exotherme Reaktion **276** ist in [Fig. 5c](#) gezeigt. Durch die exotherme Reaktion **276** werden wiederum die Lotmaterialien **210** miteinander verschmolzen und erstellen eine Verbindung zwischen der ersten Komponente **200** und der zweiten Komponente **202**.

[0055] Alternativ zu zwei reaktiven Materialien **270**, **272** können in diesem Ausführungsbeispiel auch weitere reaktive Materialien in Kapseln angeordnet werden. Es ist auch möglich nur ein einziges reaktives Material zu verwenden. In diesem Fall kann das reaktive Material nach dem Öffnen beispielsweise mit der umgebenden Luft oder mit Sauerstoff chemisch reagieren und damit eine exotherme Reaktion auslösen.

[0056] [Fig. 6](#) zeigt eine Vorrichtung **600** zum Erstellen einer Verbindung zwischen einer ersten Komponente **602** und einer zweiten Komponente **604**. Die Verbindung soll dabei zwischen einem ersten Bereich **606** der ersten Komponente **602** und einem zweiten Bereich **608** der zweiten Komponente **604** erstellt werden. Die Vorrichtung **600** ist zwischen dem ersten Bereich **606** der ersten Komponente **602** und dem zweiten Bereich **608** der zweiten Komponente **604** angeordnet.

[0057] Die Komponenten **602**, **604** stellen elektronische Bauelemente dar, wie beispielsweise einen Mikrochip und ein Substrat.

[0058] Die Vorrichtung **600** zum Erstellen einer Verbindung ist aus zwei Elementen **610** zum Erzeugen einer Verbindung und einem Element **612** zum Erzeugen thermischer Energie aufgebaut. Dabei ist das Element **612** zum Erzeugen thermischer Energie zwischen den Elementen **610** zum Erzeugen einer Verbindung angeordnet. Die Vorrichtung **600** zum Erstellen einer Verbindung ist so zwischen den Komponenten **602**, **604** angeordnet, daß die Elemente **610** zum Erzeugen einer Verbindung in Verbindung mit den Bereichen **606**, **608** der Komponenten **602**, **604** stehen. Die Elemente **610** zum Erzeugen einer Verbindung entsprechen dem Lotmaterial und das Element **612** zum Erzeugen thermischer Energie entspricht einem reaktiven Material, entsprechend der vorangegangenen Ausführungsbeispiele. Das Element zum Erzeugen thermischer Energie ist ausgebildet, um ansprechend auf ein äußeres Ereignis, wie es in [Fig. 3a](#) bis [3c](#) beschrieben ist, eine exotherme Reaktion auszulösen. Die dabei freigesetzte thermische Energie bewirkt ein Verschmelzen der Elemente zum Erzeugen einer Verbindung.

[0059] [Fig. 7](#) zeigt mehrere Vorrichtungen **600** zum Erstellen einer Verbindung, die zwischen einer ersten Komponente **702** und einer zweiten Komponente **704** angeordnet sind. Die Anordnung mehrerer Vorrichtungen **600** zwischen den Komponenten **702**, **704** er-

möglichst die Erstellung mehrerer elektrischer und/oder mechanischer Verbindungen zwischen den Komponenten **702**, **704**.

**[0060]** Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel ist die geometrische Ausdehnung der Verbindungsstelle sehr klein. Sie liegt typischerweise in einer Größenordnung von einigen Millimetern bis hinunter zu wenigen Nanometern.

**[0061]** Das reaktive Material ist entweder selbstleitend oder nicht-selbstleitend, wobei das reaktive Material im letztgenannten Fall rückstandsarm sein sollte, so daß es bei der Reaktion im wesentlichen vollständig verdampft, also die elektrische und/oder mechanische Verbindung nicht beeinträchtigt.

**[0062]** Obwohl sich die Ausführungsbeispiele auf Bauteile der Mikroelektronik beziehen, kann das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Erstellung einer elektrischen und/oder mechanischen Verbindung zweier beliebiger Komponenten eingesetzt werden. Insbesondere kann die vorliegende Erfindung immer dann eingesetzt werden wenn eine Erwärmung der zu verbindenden Komponenten vermieden werden muß, z.B. wenn eine der zu verbindenden Komponenten aus Materialien auf Polymerbasis, wie preiswerte Polymersubstrate aus Polyester aufgebaut ist, oder biologisches Material, wie Biosensoren, aufweist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Erstellen einer elektrisch leitfähigen Verbindung (**160**) zwischen einer ersten Komponente (**100**; **200**) und einer zweiten Komponente (**102**; **202**), mit folgenden Schritten:

a) Anordnen eines ersten reaktiven Materials (**120**; **220**, **222**; **230**, **232**; **270**, **274**) zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente derart, daß das reaktive Material benachbart zu der ersten Komponente und der zweiten Komponente ist, wobei das erste reaktive Material (**270**, **272**) in Kapseln (**274**) angeordnet ist;

Anordnen eines zweiten reaktiven Materials (**260**) zwischen dem ersten reaktiven Material (**220**) und zumindest einer der beiden Komponenten (**200**, **202**); und

b) Auslösen einer exothermen Reaktion (**150**; **250** **276**) des ersten reaktiven Materials mit dem zweiten reaktiven Material dadurch, dass das erste reaktive Material mit dem zweiten reaktiven Material in Verbindung gebracht wird, wobei der Schritt des Auslösens einen Schritt des Aufbrechens der Kapseln umfasst.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem der Schritt a) folgende Schritte umfaßt:  
Anordnen des reaktiven Materials (**220**) auf einem vorbestimmten Bereich (**205**) der ersten Komponente (**200**) und/oder auf einem vorbestimmten Bereich

(**207**) der zweiten Komponente (**202**).

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, bei dem die vorbestimmten Bereiche (**205**, **207**) der ersten Komponente (**200**) und der zweiten Komponente (**202**) einander gegenüber liegen.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem auf der ersten Komponente (**200**) das erste reaktive Material (**220**) angeordnet wird, und bei dem auf der zweiten Komponente (**202**) das zweite reaktive Material (**222**) angeordnet wird, und wobei der Schritt des Auslösens ferner einen Schritt des Anordnens der ersten Komponente (**200**) auf der zweiten Komponente (**202**), so dass das erste reaktive Material (**220**) mit dem zweiten reaktiven Material (**222**) in Verbindung steht, umfasst.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das reaktive Material (**230**, **232**) eine elektrische und/oder mechanische Verbindung der zwei Komponenten (**200**, **202**) bewirkt.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem zumindest die erste Komponente (**100**, **200**) ein Lotmaterial (**110**; **210**) aufweist, wobei das reaktive Material (**120**; **220**) derart angeordnet ist, daß die im Schritt b) ausgelöste exotherme Reaktion (**150**; **250**) desselben ein Schmelzen des Lotmaterials bewirkt.

7. Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem die zweite Komponente (**102**, **202**) ein Lotmaterial (**110**, **210**) aufweist, wobei das reaktive Material (**120**; **220**) in Kontakt mit dem Lotmaterial auf der ersten Komponente und in Kontakt mit dem Lotmaterial auf der zweiten Komponente ist.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem das reaktive Material ein Metall oder ein Metalloxid oder eine Mischung aus Metall und Metalloxid ist und eine Pulverform aufweist.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem der Schritt b) folgende Schritte umfaßt:  
Erzeugen eines mechanischen Drucks auf das reaktive Material und/oder Beaufschlagen des reaktiven Materials mit Schall und/oder Hinzuführen eines weiteren reaktiven Materials zu dem reaktiven Material und/oder Hinzuführen eines Katalysators zu dem reaktiven Material und/oder Erzeugen von elektromagnetischer Strahlung oder magnetischen Feldern, die auf das reaktive Material einwirken und/oder Erhitzen des reaktiven Materials.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die erstellte Verbindung eine geometrische Ausdehnung im Bereich von einigen Millimetern bis zu einigen Nanometern aufweist.

11. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem eine der Komponenten ein Mikrochip ist und die andere Komponente ein Substrat.

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem mindestens eine der Komponenten biologisches Material aufweist.

13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem mindestens eine der Komponenten Polymere aufweist.

14. Vorrichtung (**600**) zum Erstellen einer elektrisch leitfähigen Verbindung zwischen einem ersten Bereich (**606**) einer ersten Komponente (**602**; **702**) und einem zweiten Bereich (**608**) einer zweiten Komponente (**604**; **704**), mit folgenden Merkmalen:  
mindestens einem Element (**610**) zum Erzeugen einer Verbindung; und  
mindestens einem Element (**612**) zum Erzeugen thermischer Energie, wobei das Element zum Erzeugen thermischer Energie in einer Kapsel (**274**) angeordnet und ausgebildet ist, um ansprechend auf ein Aufbrechen der Kapsel, eine thermische Energie bereitzustellen;  
wobei das Element zum Erzeugen einer Verbindung ausgebildet ist, um ansprechend auf die thermische Energie eine Verbindung zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich bereitzustellen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1A

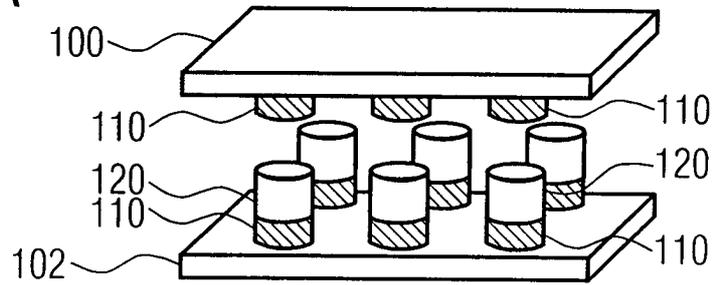


FIG 1B

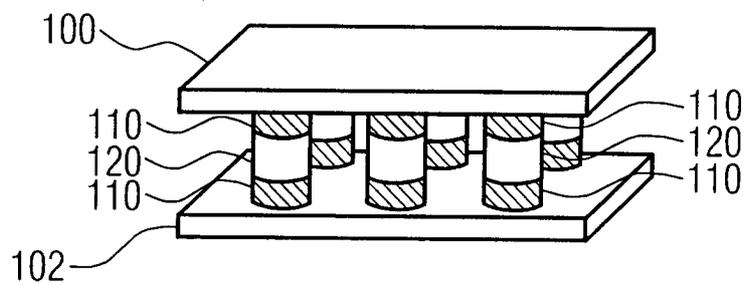


FIG 1C

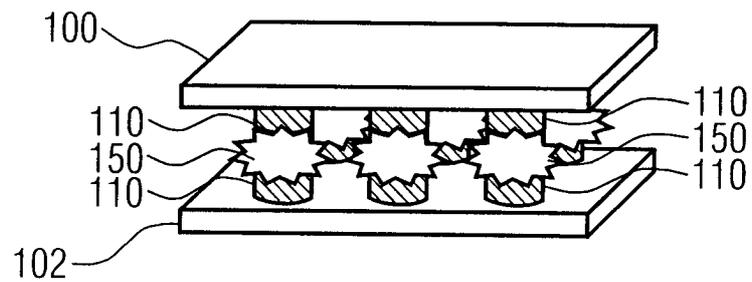


FIG 1D

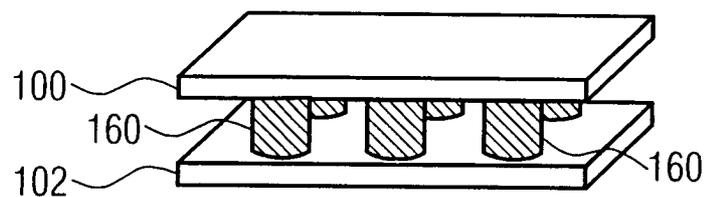


FIG 2A

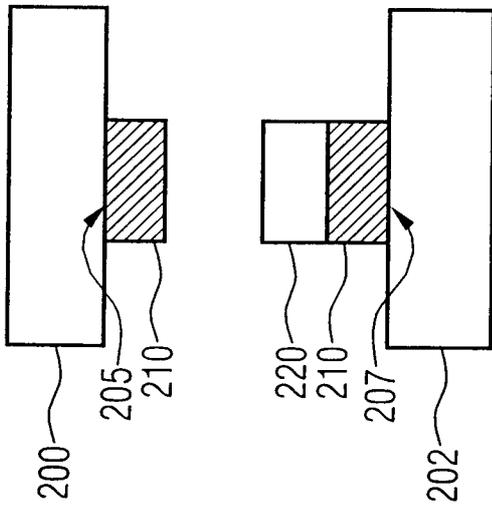


FIG 2B

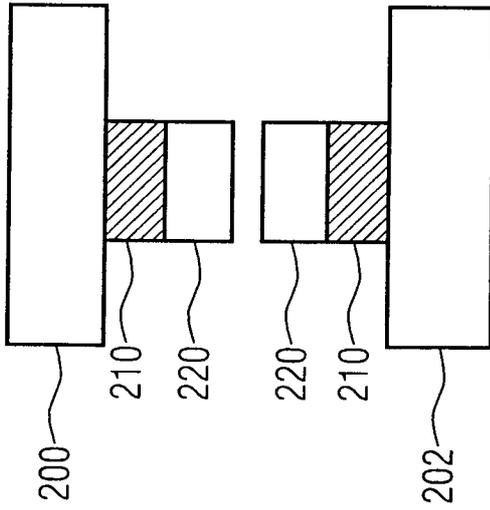


FIG 2C

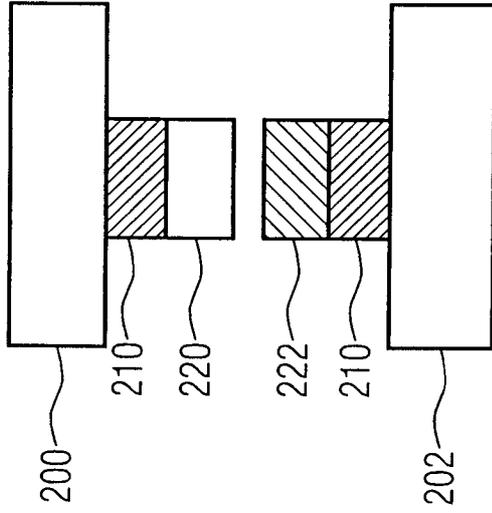


FIG 2D

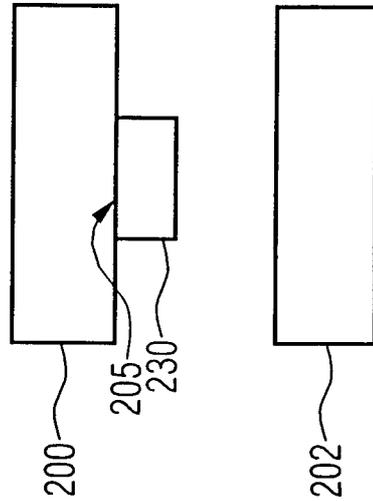


FIG 2E

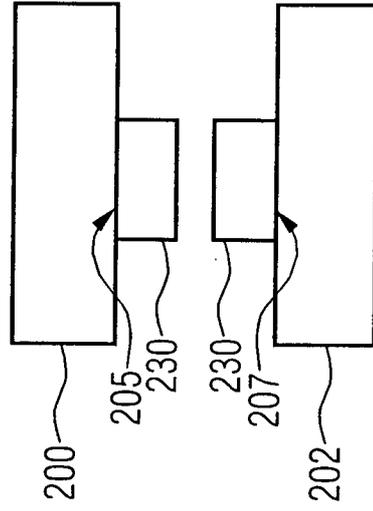


FIG 2F

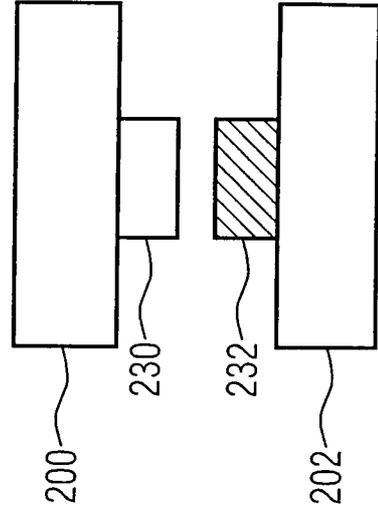


FIG 2G

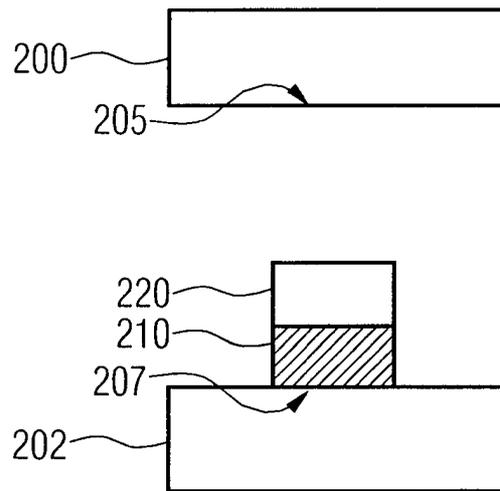


FIG 3A

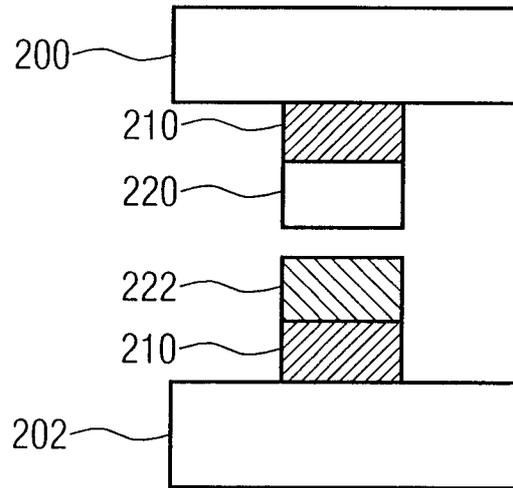


FIG 3B

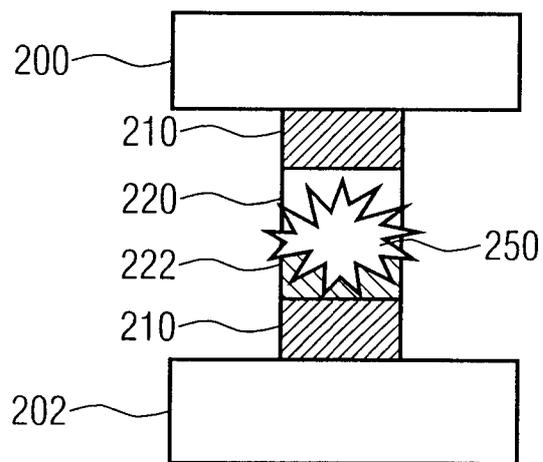


FIG 4A

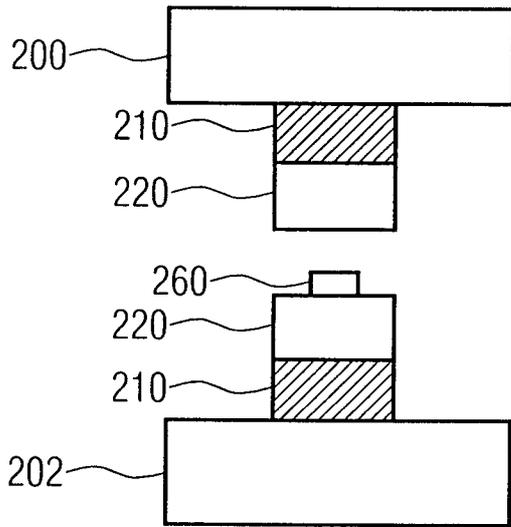


FIG 4B

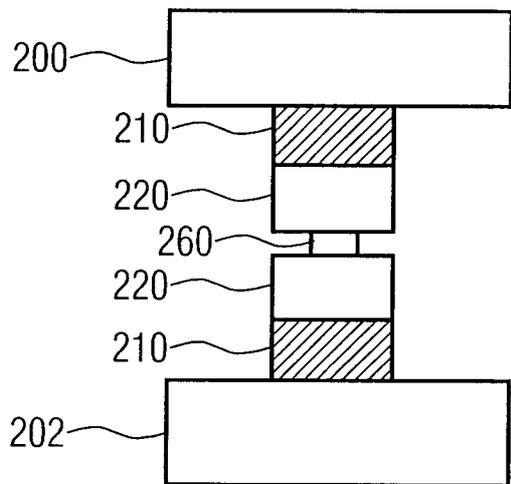


FIG 4C

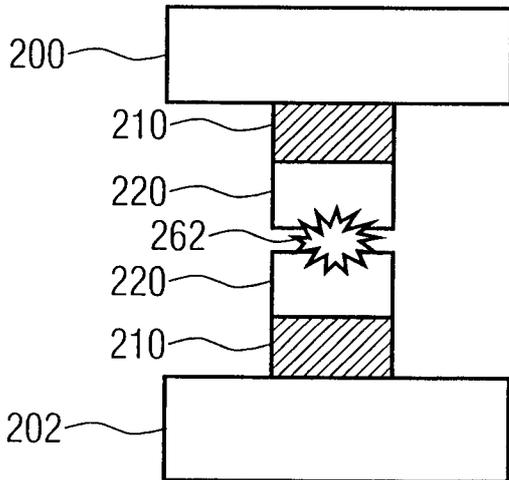


FIG 4D

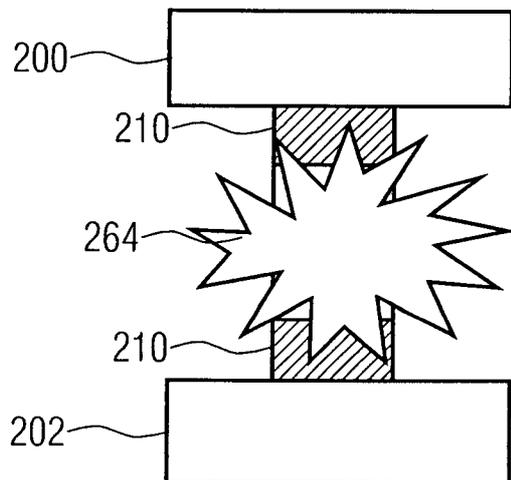


FIG 5A

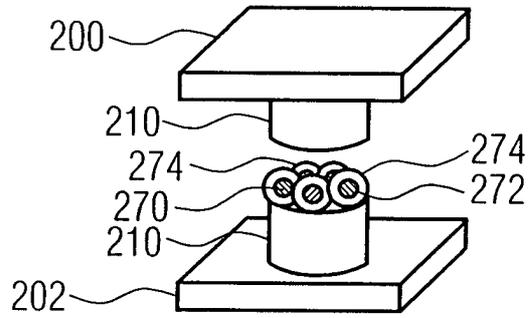


FIG 5B

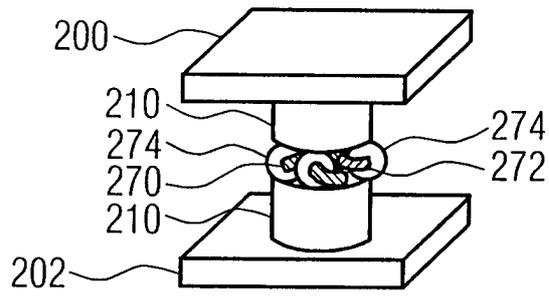


FIG 5C

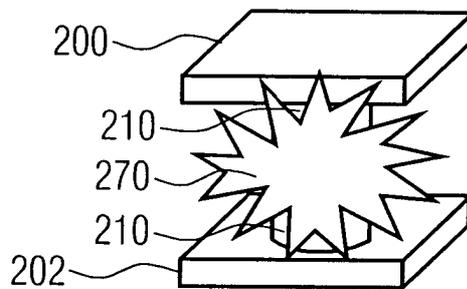


FIG 6

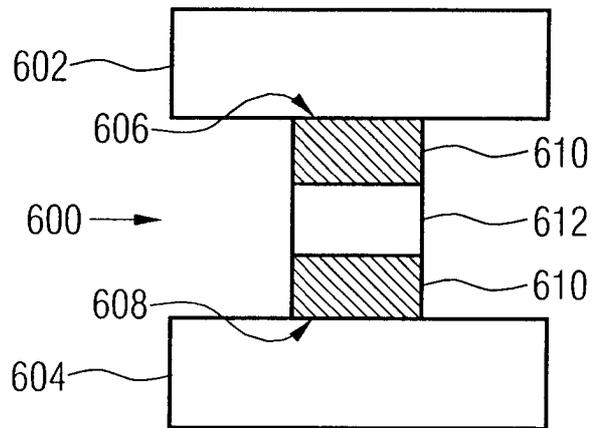


FIG 7

