



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 035 392.5**

(22) Anmeldetag: **30.07.2009**

(43) Offenlegungstag: **03.02.2011**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 51/50** (2006.01)  
**H01L 23/28** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93055  
Regensburg, DE**

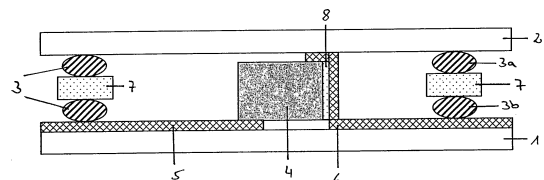
(72) Erfinder:  
**Philippens, Marc, Dr., 93049 Regensburg, DE;  
Schlenker, Tilman, Dr., 93152 Nittendorf, DE**

(74) Vertreter:  
**Epping Hermann Fischer,  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339 München**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Organisches Bauteil und Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Es ist ein Bauteil vorgesehen, das ein erstes Substrat (1) und ein zweites Substrat (2) aufweist. Auf dem ersten Substrat (1) ist mindestens ein optoelektronisches Bauelement (4) angeordnet, das mindestens ein organisches Material enthält. Das erste Substrat (1) und das zweite Substrat (2) sind relativ zueinander derart angeordnet, dass das optoelektronische Bauelement (4) zwischen dem ersten Substrat (1) und dem zweiten Substrat (2) angeordnet ist. Ferner ist ein Verbindungsmaterial (3) zwischen dem ersten Substrat (1) und dem zweiten Substrat (2) angeordnet, welches das optoelektronische Bauelement (4) rahmenförmig umschließt und erstes und zweites Substrat (1, 2) mechanisch miteinander verbindet. Das Verbindungsmaterial (3) wurde mittels eines exothermen chemischen Prozesses eines reaktionsfähigen Materials (7) zum mechanischen Verbinden der Substrate (1, 2) erweicht. Ferner ist ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauteils angegeben.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bauteil mit einem ersten Substrat und einem zweiten Substrat. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Bauteils.

**[0002]** Eine Vorrichtung, die zwei Substrate und eine dazwischen angeordnete organische lichtemittierende Diode (OLED) aufweist, ist beispielsweise aus der Patentschrift US 6,998,776 B2 bekannt. Dabei sind zwei Substrate mittels einer Abdichtung miteinander verbunden. Die Abdichtung ist über eine Fritte gebildet, die mittels einer Laserquelle so geheizt worden ist, dass die Fritte geschmolzen ist und so eine luftdichte Abdichtung bildet.

**[0003]** Das Heizen der Fritte erfolgt bei derartigen Verfahren meist lokal durch einen umlaufenden Laserstrahl. Dabei muss der Laserstrahl durch eines der beiden Substrate hindurch treten, um die Fritte erreichen zu können. Ein für den Laserstrahl nicht transparentes Substratmaterial ist somit bei derartigen Herstellungsverfahren ungeeignet. Auch in Bereichen, in denen auf einem der Substrate metallische Leiterbahnen angeordnet sind, ist ein Erreichen der Fritte mit dem Laserstrahl nicht möglich. Das Heizen der Fritte mittels eines umlaufenden Laserstrahls ist weiter für die Herstellung in Großserie zu langsam und daher im Wesentlichen ungeeignet. Ferner entsteht durch das Führen des Laserstrahls entlang der Fritte nachteilig ein hoher apparativer Aufwand.

**[0004]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Bauteil bereitzustellen, das ein organisches optoelektronisches Bauelement vor Umwelteinflüssen schützt und gleichzeitig eine vereinfachte Herstellung aufweist. Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein alternatives Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauteils anzugeben.

**[0005]** Diese Aufgabe wird unter anderem durch ein Bauteil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zu dessen Herstellung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und bevorzugte Weiterbildungen eines Bauteils und des Verfahrens zu dessen Herstellung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0006]** Bei einer Ausführungsform des Bauteils sind ein erstes Substrat und ein zweites Substrat vorgesehen, wobei auf dem ersten Substrat mindestens ein optoelektronisches Bauelement angeordnet ist, dass mindestens ein organisches Material enthält.

**[0007]** Bevorzugt sind das erste Substrat und das zweite Substrat relativ zueinander derart angeordnet, dass das optoelektronische Bauelement zwischen dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat ange-

ordnet ist.

**[0008]** Bei einer weiteren Ausführungsform ist zwischen dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat ein Verbindungsmaterial angeordnet, welches das optoelektronische Bauelement rahmenförmig umschließt und erstes und zweites Substrat mechanisch miteinander verbindet.

**[0009]** Bei einer bevorzugten Weiterbildung wurde das Verbindungsmittel mittels eines exothermen chemischen Prozesses eines reaktionsfähigen Materials zum mechanischen Verbinden der Substrate erweicht.

**[0010]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist das Bauteil ein erstes Substrat und ein zweites Substrat auf, wobei auf dem ersten Substrat mindestens ein optoelektronisches Bauelement angeordnet ist. Ferner sind das erste Substrat und das zweite Substrat relativ zueinander derart angeordnet, dass das optoelektronische Bauelement zwischen dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat angeordnet ist. Ein Verbindungsmaterial ist zwischen dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat angeordnet, welches das optoelektronische Bauelement raumförmig umschließt und erstes und zweites Substrat mechanisch miteinander verbindet. Das Verbindungsmaterial wurde mittels eines exothermen chemischen Prozesses eines reaktionsfähigen Materials zum mechanischen Verbinden der Substrate erweicht.

**[0011]** Das optoelektronische Bauelement wird vorzugsweise vollständig von dem ersten Substrat, dem zweiten Substrat und dem Verbindungsmaterial eingeschlossen. Dabei bilden die zwei Substrate und das Verbindungsmaterial bevorzugt eine geschlossene Zelle, in der das optoelektronische Bauelement angeordnet ist. Die Zelle setzt sich dabei aus zwei Grundflächen, insbesondere dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat, und Seitenflächen, insbesondere dem Verbindungsmaterial, zusammen, wobei die Seitenflächen die zwei Grundflächen miteinander verbinden.

**[0012]** Durch den Prozess des Erweichens mittels eines reaktionsfähigen Materials kann insbesondere das Verbindungsmaterial des fertigen Bauteils bereichsweise Rückstände des reaktionsfähigen Materials aufweisen. Unter Rückstände des reaktionsfähigen Materials werden dabei nicht nur Anteile des reaktionsfähigen Materials selbst verstanden, sondern auch Reaktionsprodukte, die während des exothermen Prozesses entstehen können.

**[0013]** Somit kann das zuvor erweichte und vorzugsweise anschließend ausgehärtete Verbindungsmaterial bereichsweise zusätzliche Bestandteile, insbesondere Rückstände, des reaktionsfähigen Materi-

als und/oder seiner Reaktionsprodukte aufweisen.

**[0014]** Der Schutz des organischen optoelektronischen Bauelements vor Umwelteinflüssen erfolgt demnach durch das Verbindungsmaterial, das zwischen erstem und zweitem Substrat so erweicht wurde, dass das Verbindungsmaterial eine mechanische Verbindung zwischen dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat darstellt.

**[0015]** Unter Umwelteinflüsse ist insbesondere das Eindringen von Luft und/oder Feuchtigkeit in das Bauteil zu verstehen. Das Eindringen von Luft oder Feuchtigkeit in das Bauteil würde zu einer Schädigung oder gar zu einer Zerstörung des optoelektronischen organischen Bauelements führen. Durch ein luftdichtes Verschließen des Bauteils kann mit Vorteil die Lebensdauer des Bauteils signifikant erhöht werden.

**[0016]** Der luftdichte Abschluss erfolgt vorzugsweise mittels eines reaktionsfähigen Materials. Dazu wurde mittels eines exothermen chemischen Prozesses des reaktionsfähigen Materials das Verbindungsmaterial temporär erweicht und anschließend mittels Erkalten ausgehärtet.

**[0017]** Zum Start des exothermen chemischen Prozesses des reaktionsfähigen Materials findet bevorzugt eine Initialzündung, beispielsweise ein Funken oder ein Laserstrahl, Verwendung. Das reaktionsfähige Material reagiert nach der Initialzündung exotherm, vorzugsweise ohne Gasentwicklung, und gibt dabei große Mengen Energie ab, wodurch sich das reaktionsfähige Material aufheizt. Durch Wärmeübertragung erweicht das Verbindungsmaterial temporär zumindest im Umfeld des reaktionsfähigen Materials. Das heißt, die vom reaktionsfähigen Material freigesetzte Energie ist ausreichend, um das Verbindungsmaterial zu erweichen oder aufzuschmelzen.

**[0018]** Als reaktionsfähige Materialien sind somit alle Materialien oder Materialmischungen geeignet, die nach einer Initialzündung eine exotherme chemische Reaktion, vorzugsweise ohne Gasentwicklung und bevorzugt selbsttätig, durchlaufen. Geeignete Materialien und Materialmischungen sind beispielsweise in dem US-Patent US 2001/0046597 A1 beschrieben, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

**[0019]** Bevorzugt weist das reaktionsfähige Material ein Element und ein Oxid oder eine Verbindung auf. Das reaktionsfähige Material reagiert dabei vorzugsweise über das Element, dass das Oxid oder die Verbindung mittels einer Reduktion umwandelt, sodass vorzugsweise ein stabileres Oxid oder eine stabilere Verbindung entsteht.

**[0020]** Als Element kann beispielsweise Al, Si, Ti, Zr

oder Hf Verwendung finden. Dazu ist als Oxid oder Verbindung beispielsweise  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{ZnO}$  oder  $\text{NiB}$  möglich. Als mögliche Endprodukte nach dem exothermen chemischen Prozess entstehen dabei ein Metall (Fe, Cu, Zn oder Ni) und ein weiteres Oxid oder eine weitere Verbindung ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{TiB}_2$ ,  $\text{ZrB}_2$  oder  $\text{HfB}_2$ ).

**[0021]** Bereiche des Bauteils, die kein reaktionsfähiges Material aufweisen, erfahren dabei keine oder kaum eine Erhitzung. Die Gefahr einer Schädigung des organischen optoelektronischen Bauelements, die durch zu hohe Temperaturen in dem Bauteil herührt, kann dadurch mit Vorteil minimiert werden.

**[0022]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das reaktionsfähige Material in das Verbindungsmaterial eingebracht.

**[0023]** Durch in das Verbindungsmaterial eingebrachtes reaktionsfähiges Material kann nach einer Initialzündung das reaktionsfähige Material in dem Verbindungsmaterial reagieren. Dadurch, dass das reaktionsfähige Material exotherm reagiert, erwärmt sich bevorzugt das reaktionsfähige Material und bringt dadurch das umliegende Verbindungsmaterial zum Schmelzen. Dadurch, dass das reaktionsfähige Material in das Verbindungsmaterial eingebracht ist, kann bevorzugt ein gleichmäßiges Erweichen des Verbindungsmaterials gewährleistet werden, wodurch mit Vorteil ein gleichmäßiger luftdichter Abschluss erfolgt.

**[0024]** Ferner breitet sich der exotherme chemische Prozess des reaktionsfähigen Materials vergleichsweise zu herkömmlichen Verfahren, wie beispielsweise das Heizen mittels eines umlaufenden Laserstrahls, sehr schnell über das gesamte Verbindungsmaterial aus. Die Herstellung des Bauteils in Massenproduktion ist dadurch mit Vorteil möglich.

**[0025]** Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist das reaktionsfähige Material als eine separate Schicht an zumindest einer Oberfläche des Verbindungsmaterials angeordnet. Bevorzugt ist das reaktionsfähige Material als Folie ausgebildet. Dabei ist die Folie bevorzugt zwischen dem Verbindungsmaterial und einem der zwei Substrate angeordnet. Die Folie ist vorzugsweise so zwischen dem Verbindungsmaterial und einem der Substrate angeordnet, dass die Folie an einer der Oberflächen des Verbindungsmaterials anliegt, wobei bevorzugt die Fläche des Anliegens möglichst groß ausgebildet ist.

**[0026]** Bei einer bevorzugten Weiterbildung ist das reaktionsfähige Material als eine separate Schicht zwischen zwei Teilbereichen des Verbindungsmaterials angeordnet. Bevorzugt ist das reaktionsfähige Material als Folie ausgebildet. Dabei trennt die Folie bevorzugt die zwei Teilbereiche des Verbindungsmaterials.

terials. Die Folie ist vorzugsweise so zwischen den zwei Teilbereichen des Verbindungsmaterials angeordnet, dass die Folie an zwei Oberflächen jeweils an das Verbindungsmaterial anliegt, wobei bevorzugt die Flächen des Anliegens möglichst groß ausgebildet sind.

**[0027]** Nach einer Initialzündung reagiert anschließend das reaktionsfähige Material mittels eines exothermen chemischen Prozesses. Dabei glüht das reaktionsfähige Material, bevorzugt die Folie, auf und bringt das Verbindungsmaterial in an die Folie anliegenden Bereichen temporär zum Erweichen. Bei einer Anordnung des reaktionsfähigen Materials zwischen zwei Teilbereichen des Verbindungsmaterials erfolgt mit Vorteil ein im Wesentlichen homogenes Erweichen des Verbindungsmaterials.

**[0028]** Nach Abkühlen des Verbindungsmaterials und des reaktionsfähigen Materials bildet sich mit Vorteil eine bevorzugt hermetisch dichte Verbindung zwischen den zwei Substraten.

**[0029]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das erste Substrat und/oder das zweite Substrat jeweils ein Glassubstrat. Besonders bevorzugt enthalten das erste Substrat und/oder das zweite Substrat Fensterglas.

**[0030]** Unter Fensterglas ist insbesondere ein kalkhaltiges natriumhaltiges Glas zu verstehen, dass beispielsweise Kalziumcarbonat enthält. Weitere Carbonate und/oder Oxide sowie Verunreinigungen, können ferner im Fensterglas enthalten sein. Ein solches Glas ist auch bekannt als Kalk-Natron-Glas.

**[0031]** Bei der Verbindungstechnik mittels eines exothermen chemischen Prozesses des reaktionsfähigen Materials kann dagegen mit Vorteil eine Erwärmung der Substrate oder eines der Substrate minimiert werden, da das Heizen des Verbindungsmaterials direkt im Verbindungsmaterial selbst oder zumindest bereichsweise an zumindest einer Oberflächen des Verbindungsmaterials stattfindet.

**[0032]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verbindungsmaterial eine Glasfritte. Unter dem Begriff Glasfritte versteht man ein Zwischenprodukt bei der Herstellung von Glasschmelzen. Die Glasfritte entsteht durch oberflächliches Schmelzen von Gaspulver, wobei die Glaskörner zusammen schmelzen. Die Glasfritte besteht aus einem porösen Material.

**[0033]** Bei einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verbindungsmaterial ein Glaslot. Ein Glaslot zur Verkapselung eines Bauteils ist beispielsweise aus der Druckschrift US 6,936,963 B2 bekannt, deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

**[0034]** Bevorzugt erfolgt die elektrische Zuführung des organischen optoelektronischen Bauelements auf den dem optoelektronischen Bauelement zugewandten Oberflächen des ersten und/oder des zweiten Substrats. Das Verbindungsmaterial steht somit in direktem Kontakt mit der elektrischen Zuführung. Bevorzugt ist das Verbindungsmaterial zumindest in Bereichen, in denen sich die elektrische Zuführung des organischen optoelektronischen Bauelements befindet, elektrisch isolierend. Besonders bevorzugt ist das Verbindungsmaterial über den gesamten Bereich elektrisch isolierend.

**[0035]** Bevorzugt ist das optoelektronische Bauelement ein strahlungsemitterendes Bauelement, besonders bevorzugt eine organische lichtemittierende Diode (OLED). Das optoelektronische Bauelement kann ferner eine organische Fotodiode oder eine organische Solarzelle sein.

**[0036]** Ein Verfahren zum Herstellen eines Bauteils, das ein erstes Substrat, ein zweites Substrat, ein optoelektronisches Bauelement und ein Verbindungsmaterial aufweist, umfasst folgende Verfahrensschritte:

- Bereitstellen eines ersten Substrats, auf dem mindestens ein optoelektronisches Bauelement angeordnet ist, dass mindestens ein organisches Material enthält,
- Bereitstellen eines zweiten Substrats,
- Rahmenförmiges Anordnen eines Verbindungsmaterials auf dem ersten oder zweiten Substrat, wobei in dem Verbindungsmaterial ein reaktionsfähiges Material eingebracht wird oder dieses als eine separate Schicht an zumindest einer Oberfläche des Verbindungsmaterials angeordnet wird,
- Anordnen des ersten Substrats und des zweiten Substrats relativ zueinander derart, dass das optoelektronische Bauelement und das Verbindungsmaterial zwischen dem ersten Substrat und dem zweiten Substrat angeordnet sind, wobei das Verbindungsmaterial das optoelektronische Bauelement rahmenförmig umschließt, und
- Bereitstellen einer Initialzündung, die einen exothermen chemischen Prozess des reaktionsfähigen Materials auslöst.

**[0037]** Das Verbindungsmaterial kann dabei auf dem zweiten Substrat angeordnet werden. In diesem Fall werden anschließend das erste Substrat und das zweite Substrat relativ zueinander derart angeordnet, dass das Verbindungsmaterial das optoelektronische Bauelement rahmenförmig umschließt.

**[0038]** Alternativ kann das Verbindungsmaterial auf dem ersten Substrat angeordnet werden, wobei dabei das Verbindungsmaterial derart aufgebracht wird, dass das optoelektronische Bauelement rahmenförmig von dem Verbindungsmaterial umschlossen wird. Dabei wird das optoelektronische Bauelement

vorzugsweise nach dem Verbindungsmaterial auf das erste Substrat aufgebracht. Anschließend wird in diesem Fall das zweite Substrat relativ zu dem ersten Substrat derart angeordnet, dass das optoelektronische Bauelement und das Verbindungsmaterial zwischen dem ersten und dem zweiten Substrat angeordnet werden.

**[0039]** Bei einer bevorzugten Weiterbildung wird das reaktionsfähige Material als eine separate Schicht zwischen zwei Teilbereichen des Verbindungsmaterials angeordnet. Dabei trennt die Folie bevorzugt die zwei Teilbereiche des Verbindungsmaterials. Das reaktionsfähige Material grenzt in diesem Fall somit vorzugsweise jeweils an eine Oberfläche eines Teilbereichs des Verbindungsmaterials an.

**[0040]** Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens ergeben sich analog zu den vorteilhaften Ausgestaltungen des Bauteils und umgekehrt. Mittels des Verfahrens ist insbesondere ein hier beschriebenes Bauteil herstellbar. Das bedeutet, die in Verbindung mit dem Bauteil offenbaren Merkmale sind auch für das Verfahren offenbart.

**[0041]** Durch ein derartiges Verfahren kann ein Bauteil hergestellt werden, dass ein organisches optoelektronisches Bauelement umfasst, wobei das organische optoelektronische Bauelement durch Verschließen des Bauteils gegen Umwelteinflüsse, wie beispielsweise Feuchtigkeit oder Luft, geschützt wird. Das Bauteil wird dabei so hergestellt, dass das organische optoelektronische Bauelement während der Herstellung keine thermische Belastung erfährt, die das organische optoelektronische Bauelement beschädigen oder gar zerstören könnte.

**[0042]** Das Verbindungsmaterial weist bevorzugt zum Aufbringen auf eines der Substrate eine pastöse Konsistenz auf, so dass das Verbindungsmaterial startend an einem Punkt, vorzugsweise ohne Unterbrechung, so aufgetragen werden kann, dass es einen geschlossenen Rahmen bildet. Nach dem Aufbringen des Verbindungsmaterials wird dieses vorzugsweise zusammen mit dem Substrat, auf das es aufgebracht ist, gesintert.

**[0043]** Alternativ weist das Verbindungsmaterial eine pulverartige Konsistenz auf und wird auf eines der Substrate aufgeriebelt.

**[0044]** Bevorzugt wird mittels des chemischen Prozesses das Verbindungsmaterial temporär erwärmt, so dass das Verbindungsmaterial erweicht wird und das erste Substrat und das zweite Substrat mechanisch miteinander verbunden werden.

**[0045]** Bevorzugt breitet sich nach der Initialzündung der exotherme Prozess des reaktionsfähigen Materials selbsttätig aus. Die Initialzündung erfolgt

vorzugsweise mittels eines Funkens oder eines Laserstrahls.

**[0046]** Dadurch, dass sich der exotherme Prozess nach der Initialzündung selbsttätig ausbreitet, ist es möglich, gleichzeitig eine Vielzahl von optoelektronischen Bauelementen, die gemeinsamen auf einem der Substrate angeordnet sind, zu verkapseln. Dabei können die optoelektronischen Bauelemente gemeinsam von dem Verbindungsmaterial umschlossen werden, oder jedes optoelektronische Bauelement wird einzeln rahmenförmig von dem Verbindungsmaterial umschlossen und bildet so ein eigenes Bauteil.

**[0047]** Dazu werden die einzelnen Verbindungsmaterialien der gemeinsam herzustellenden Bauteile geschickt aneinander gekettet, so dass nach Initialzündung eine Vielzahl von optoelektronischen Bauteilen gleichzeitig verkapselt wird, wobei die Bauteile anschließend vorzugsweise vereinzelt werden. Die Herstellung in Großserie der optoelektronischen Bauteile ermöglicht sich dadurch mit Vorteil.

**[0048]** Unter einem geschickten Aneinanderketten ist unter anderem zu verstehen, dass die einzelnen Verbindungsmaterialien der gemeinsam herzustellenden Bauteile ohne Unterbrechung aneinandergereiht werden, sodass sich nach Initialzündung der exotherme Prozess ohne Unterbrechung selbsttätig über die einzelnen Verbindungsmaterialien ausbreiten kann. Beispielsweise sind die einzelnen Verbindungsmaterialien jeweils rahmenförmig um ein oder mehrere Bauelemente angeordnet, wobei die einzelnen rahmenförmigen Verbindungsmaterialien jeweils über Verbindungslinien, die zumindest ebenfalls das reaktionsfähige Material aufweisen, miteinander verbunden sind.

**[0049]** Weitere Merkmale, Vorteile, bevorzugte Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten des Bauteils ergeben sich aus den im Folgenden in Verbindung mit den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

**[0050]** [Fig. 1](#) eine schematische Aufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Bauteils,

**[0051]** [Fig. 2](#) einen schematischen Querschnitt des ersten Ausführungsbeispiels aus [Fig. 1](#),

**[0052]** [Fig. 3a](#) einen schematischen Querschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Bauteils während des Verfahrensschrittes der Initialzündung,

**[0053]** [Fig. 3b](#) einen schematischen Querschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Bauteils während des Verfahrensschrittes der

Initialzündung,

[0054] [Fig. 3c](#) einen schematischen Querschnitt eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Bauteils während des Verfahrensschrittes der Initialzündung, und

[0055] [Fig. 4](#) einen schematischen Querschnitt einer organischen lichtemittierenden Diode (OLED).

[0056] Gleiche oder gleich wirkende Bestandteile sind jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die dargestellten Bestandteile sowie die Größenverhältnisse der Bestandteile untereinander sind nicht als maßstabsgerecht anzusehen.

[0057] In den [Fig. 1](#) bis 3 ist jeweils ein Bauteil dargestellt, dass ein erstes Substrat 1 und ein zweites Substrat 2 aufweist. Die [Fig. 3a](#) bis [Fig. 3c](#) stellen jeweils einen Verfahrensschritt zur Herstellung eines solchen Bauteils dar.

[0058] [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Aufsicht auf ein Bauteil. [Fig. 2](#) stellt dazu einen schematischen Querschnitt des Bauteils aus [Fig. 1](#) dar. Das Bauteil weist ein erstes Substrat 1 und ein zweites Substrat 2 auf. Zwischen dem ersten Substrat 1 und dem zweiten Substrat 2 ist ein optoelektronisches Bauelement 4 angeordnet. Das optoelektronische Bauelement 4 enthält mindestens ein organisches Material.

[0059] Bevorzugt ist das optoelektronische Bauelement 4 ein strahlungsemitterendes Bauelement, besonders bevorzugt eine organische lichtemittierende Diode (OLED). Eine OLED zeichnet sich dadurch aus, dass mindestens eine Schicht der OLED ein organisches Material umfasst. Eine OLED weist beispielsweise folgenden Aufbau auf, der unter anderem in [Fig. 4](#) dargestellt ist:

- Kathode 47,
- Elektronen induzierende Schicht 46,
- Elektronen leitende Schicht 45,
- emittierende Schichten 44,
- Löcher leitende Schicht 43,
- Löcher induzierende Schicht 42, und
- Anode 41.

[0060] Eine der Schichten, bevorzugt alle Schichten mit Ausnahme der Kathode und der Anode, umfasst ein organisches Material.

[0061] Das optoelektronische Bauelement 4 kann ferner eine Fotodiode oder eine Solarzelle sein, die mindestens ein organisches Material enthält.

[0062] Zwischen dem ersten Substrat 1 und dem zweiten Substrat 2 ist ein Verbindungsmaterial 3 angeordnet. Bevorzugt umschließt das Verbindungsmaterial 3 das optoelektronische Bauelement 4 rahmenförmig. Ferner verbindet das Verbindungsmateri-

al 3 das erste Substrat 1 und das zweite Substrat 2 mechanisch miteinander.

[0063] Das Verbindungsmaterial umschließt vorzugsweise das optoelektronische Bauelement 4 vollständig. Dadurch schützt das Verbindungsmaterial 3 das optoelektronische Bauelement 4 vor Umwelteinflüssen. Unter Umwelteinflüssen ist insbesondere das Eindringen von Luft oder Feuchtigkeit in das Bauteil zu verstehen. Gerade bei optoelektronischen Bauelementen 4, die mindestens eine organische Schicht aufweisen, führt der Kontakt mit Luft oder Feuchtigkeit nachteilig zu einer Schädigung oder gar zu einer Zerstörung des optoelektronischen organischen Bauelements 4. Das wird durch das Verbindungsmaterial 3 mit Vorteil vermieden.

[0064] Das luftdichte Abschließen des Bauteils durch das Verbindungsmaterial 3 erhöht somit mit Vorteil die Lebensdauer des organischen optoelektronischen Bauelements signifikant.

[0065] Bevorzugt überragt das erste Substrat 1 das zweite Substrat 2 in Draufsicht auf das zweite Substrat 2 lateral, wie in [Fig. 1](#) dargestellt. Das bedeutet, dass das erste Substrat 1 und das zweite Substrat 2 unterschiedliche Größen der Grundflächen aufweisen, wobei vorzugsweise das erste Substrat 1 eine größere Grundfläche aufweist als das zweite Substrat 2.

[0066] Die elektrische Zuführung 5, 6 des organischen optoelektronischen Bauelements 4, erfolgt bevorzugt auf der dem optoelektronischen Bauelement 4 zugewandten Oberfläche des ersten Substrats 1. Dabei wird eine der elektrischen Zuführungen 5, 6 von einem Kontakt des optoelektronischen Bauelements 4, dass sich auf der von dem ersten Substrat abgewandten Seite des optoelektronischen Bauelements 4 befindet, über eine Seitenfläche des optoelektronischen Bauelements 4 zu dem ersten Substrat 1 geführt. Die Führung entlang der Seitenfläche des optoelektronischen Bauelements 4 ist dabei von den Schichten des optoelektronischen Bauelements 4 durch eine elektrisch isolierende Schicht 8 elektrisch isoliert.

[0067] Dadurch, dass das erste Substrat 1 vorzugsweise eine größere Grundfläche aufweist als das zweite Substrat 2, kann die elektrische Zuführung 5, 6 des optoelektronischen Bauelements 4 aus dem Verbindungsmaterial 3 herausgeführt und dort elektrisch angeschlossen werden. Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, ragt somit die elektrische Zuführung 5, 6 des optoelektronischen Bauelements 4 lateral über das zweite Substrat 2 hinaus, so dass ein problemlos erreichbarer elektrischer Anschluss der elektrischen Zuführung 5, 6 erfolgen kann.

[0068] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt weist das Verbind-

dungsmaterial **3** zwei Teilbereiche **3a**, **3b** auf. Zwischen den zwei Teilbereichen **3a**, **3b** ist ein reaktionsfähiges Material **7**, das bevorzugt als Folie ausgebildet ist, angeordnet. Das reaktionsfähige Material **7** ist dabei so zwischen den Teilbereichen **3a**, **3b** des Verbindungsmaterials **3** angeordnet, dass das Verbindungsmaterial **3a**, **3b** an der Oberfläche und der Unterfläche des reaktionsfähigen Materials **7** anliegt.

**[0069]** Das luftdichte Abschließen des Bauteils erfolgt mittels eines exothermen chemischen Prozesses des reaktionsfähigen Materials **7**. Dazu wird mittels der chemischen Reaktion das Verbindungsmaterial **3** temporär geschmolzen und anschließend mittels Erkalten ausgehärtet, so dass eine mechanische Verbindung zwischen erstem Substrat **1** und zweitem Substrat **2** entsteht.

**[0070]** Die exotherme chemische Reaktion startet bevorzugt mittels einer Initialzündung, die den exothermen chemischen Prozess des reaktionsfähigen Materials **7** auslöst. Durch den exothermen chemischen Prozess, der sich vorzugsweise selbsttätig ausbreitet, heizt sich das reaktionsfähige Material auf. Durch Wärmeübertragung erweicht dabei das Verbindungsmaterial **3a**, **3b** zumindest im Umfeld des reaktionsfähigen Materials **7**.

**[0071]** Bereiche des Bauteils, die nicht im Umfeld des reaktionsfähigen Materials **7** angeordnet sind, erfahren dabei keine oder kaum eine Erhitzung. Die Gefahr einer Schädigung des organischen optoelektronischen Bauelements **4** während des Herstellungsprozesses des Bauteils kann dadurch mit Vorteil minimiert werden. Nach Beenden des exothermen chemischen Prozesses endet auch das Aufwärmen und Erhitzen des Verbindungsmaterials **3**.

**[0072]** Das erste Substrat **1** und/oder das zweite Substrat **2** ist bevorzugt jeweils ein Glassubstrat. Besonders bevorzugt enthalten das erste Substrat **1** und/oder das zweite Substrat **2** Fensterglas.

**[0073]** Fensterglas stellt im Vergleich zu anderen Glasmaterialien, wie beispielsweise Borsilikatglas, ein kostengünstiges Material dar. Ein Bauteil, das ein erstes Substrat **1** und ein zweites Substrat **2** aus Fensterglas umfasst, ist somit mit Vorteil kostengünstig herstellbar.

**[0074]** Bevorzugt umfasst das Verbindungsmaterial **3** eine Glasfritte. Alternativ kann das Verbindungsmaterial **3** ein Glaslot umfassen.

**[0075]** Das reaktionsfähige Material **7** umfasst bevorzugt ein Material oder eine Materialmischung, dass die Eigenschaft aufweist, durch eine Initialzündung vorzugsweise ohne Gasentwicklung zu reagieren und dabei Energie abzugeben. Dadurch heizt sich das reaktionsfähige Material **7** auf, wodurch mit

Vorteil das Verbindungsmaterial **3a**, **3b**, dass sich im Umfeld des reaktionsfähigen Materials **7** befindet, erweicht.

**[0076]** Das Verbindungsmaterial **3a**, **3b** steht in Bereichen der elektrischen Zuführung **5**, **6** in direktem Kontakt mit der elektrischen Zuführung **5**, **6**. Zur Vermeidung eines Kurzschlusses, der durch das Verbindungsmaterial **3a**, **3b** vermittelt werden könnte, ist das Verbindungsmaterial **3a**, **3b** bevorzugt zumindest in Bereichen, in denen sich die elektrische Zuführung **5**, **6** des organischen optoelektronischen Bauelements **4** befindet, elektrisch isolierend. Das Verbindungsmaterial **3a**, **3b** kann im gesamten Bereich elektrisch isolierend sein.

**[0077]** Bevorzugt steht das Verbindungsmaterial **3a**, **3b** nicht in direktem Kontakt mit dem organischen optoelektronischen Bauelement **4**.

**[0078]** In den [Fig. 3a](#), [Fig. 3b](#) und [Fig. 3c](#) ist jeweils ein Beispiel des Verfahrensschrittes der Initialzündung dargestellt. Es erfolgt jeweils eine Initialzündung **9** mittels beispielsweise eines Funkens oder eines Laserblitzes, die die exotherme chemische Reaktion des reaktionsfähigen Materials **7** startet. Mittels der chemischen Reaktion heizt sich das reaktionsfähige Material **7** auf und erhitzt durch Wärmeübertragung so das Verbindungsmaterial **3** temporär, so dass das Verbindungsmaterial **3** erweicht wird und das erste Substrat **1** und das zweite Substrat **2** mechanisch miteinander verbunden werden.

**[0079]** Das Herstellungsverfahren ermöglicht dabei die Herstellung eines Bauteils, bei dem das organische optoelektronische Bauelement **4** während dem Herstellungsverfahren keine thermische Belastung erfährt, die das organische optoelektronische Bauelement **4** beschädigt oder gar zerstört.

**[0080]** Ferner ist keine Führung eines Laserstrahls entlang des Verbindungsmaterials notwendig, wie es herkömmlicherweise der Fall ist. Der apparative Aufwand des Herstellungsverfahrens erniedrigt sich vergleichsweise so mit Vorteil.

**[0081]** In [Fig. 3a](#) ist ein Bauteil dargestellt, bei dem das reaktionsfähige Material **7** als Folie zwischen dem Verbindungsmaterial **3** und dem ersten Substrat **1** angeordnet ist. Dabei steht das reaktionsfähige Material **7** in direktem Kontakt mit einer Oberfläche des Verbindungsmaterials **3**, mit einer Oberfläche des ersten Substrats **1** und mit den darauf angeordneten elektrischen Zuführungen **5**, **6**.

**[0082]** Beispielsweise kann ein Verfahren zur Herstellung die im Folgenden genannten Verfahrensschritte aufweisen:

Auf ein zweites Substrat **2** wird rahmenförmig eine Glasfritte **3** aufgebracht, beispielsweise aufgeriesel,

bevorzugt aufgesintert. Auf die Glasfritte **3**, die beispielsweise als Pulver vorliegt, wird eine Folie gelegt, die ein reaktionsfähiges Material **7** aufweist. Ferner wird ein erstes Substrat **1** bereitgestellt, auf dem ein organisches optoelektronische Bauelement **4** aufgebracht ist.

**[0083]** Auf das zweite Substrat **2** wird nun das erste Substrat **1** gelegt. Das erste Substrat **1** wird so auf das zweite Substrat **2** gelegt, dass das organische optoelektronische Bauelement **4** zwischen erstem Substrat **1** und zweitem Substrat **2** angeordnet ist. Ferner werden das erste Substrat **1** und das zweite Substrat **2** so zueinander angeordnet, dass die Glasfritte **3** das organische optoelektronische Bauelement **4** rahmenförmig umschließt.

**[0084]** Bevorzugt wird auf dem ersten Substrat **1** ein Gewicht gelegt, das erstes und zweites Substrat **1, 2** gegeneinander drückt. Bevorzugt ist zwischen dem ersten Substrat **1** und dem zweiten Substrat **2** zumindest ein Abstandshalter, beispielsweise ein Lackring, angeordnet (nicht dargestellt).

**[0085]** Abstandshalter dienen dazu, gezielt einen festen Abstand zwischen erstem Substrat **1** und zweitem Substrat **2** festzulegen. Dadurch kann vermieden werden, dass während des Prozesses des Aufweichens des Verbindungsmaterials **3** die Substrate **1, 2** den durch die Abstandshalter festgelegten Abstand nicht unterschreitet, so dass die organischen optoelektronischen Bauelemente **4** während des Herstellungsverfahrens nicht durch einen zu geringen Abstand zwischen dem ersten Substrat **1** und dem zweiten Substrat **2** beschädigt werden.

**[0086]** Anschließend erfolgt die Initialzündung **9**, beispielsweise mittels eines Funkens oder eines kurzen Laserblitzes. Durch die Initialzündung **9** startet eine exotherme chemische Reaktion des reaktionsfähigen Materials **7**, das zwischen dem Verbindungsmaterial **3** und dem ersten Substrat **1** angeordnet ist. Nach der Initialzündung **9** breitet sich der exotherme Prozess des reaktionsfähigen Materials **7** bevorzugt selbsttätig entlang der Folie aus. Dadurch erwärmt sich die Folie mit darin enthaltenem reaktionsfähigem Material **7** und erweicht das Verbindungsmaterial **3** temporär.

**[0087]** Das erste und das zweite Substrat **1, 2** weisen bevorzugt eine hohe Wärmekapazität auf, so dass durch die hohe Wärmekapazität das geschmolzene Verbindungsmaterial **3** zeitnah erstarrt und eine hermetisch dichte Verbindung zwischen erstem Substrat **1** und zweitem Substrat **2** bildet.

**[0088]** Durch das hermetische Verkapseln mittels eines exothermen chemischen Prozesses können mit Vorteil gleichzeitig eine Vielzahl von organischen optoelektronischen Bauelementen **4** verkapselt wer-

den (nicht dargestellt). Dazu wird das Verbindungsmaterial und das reaktionsfähige Material geschickt auf einem der Substrate aneinander gekettet, so dass nach Initialzündung zeitgleich eine Vielzahl von Zellen mit darin enthaltenem organischem optoelektronischen Bauelement verkapselt werden können.

**[0089]** In [Fig. 3b](#) ist ein Bauteil dargestellt, bei dem das reaktionsfähige Material **7** als Folie zwischen zwei Teilbereichen **3a, 3b** des Verbindungsmaterials **3** angeordnet ist. Dabei steht das reaktionsfähige Material **7** in direktem Kontakt mit zumindest jeweils einer Oberfläche eines Teilbereichs **3a, 3b** des Verbindungsmaterials **3**.

**[0090]** Ein Verfahren zur Herstellung eines in [Fig. 3b](#) dargestellten Bauteils kann beispielsweise im Unterschied zu den Verfahrensschritten zur Herstellung des Bauteils aus [Fig. 3a](#) die im Folgenden genannten Verfahrensschritte aufweisen:

Auf ein zweites Substrat **2** wird rahmenförmig eine erste Lage einer Glasfritte **3** aufgebracht, beispielsweise aufgerieselt, bevorzugt aufgesintert. Auf die erste Lage der Glasfritte **3**, die beispielsweise als Pulver vorliegt, wird eine Folie gelegt, die ein reaktionsfähiges Material **7** aufweist. Ferner wird ein erstes Substrat **1** bereitgestellt, auf dem ein organisches optoelektronische Bauelement **4** aufgebracht ist.

**[0091]** Auf das erste Substrat **1** wird eine zweite Lage Glasfritte **3** aufgebracht, beispielsweise aufgerieselt, bevorzugt aufgesintert, wobei die zweite Lage Glasfritte **3** das organische optoelektronische Bauelement **4** rahmenförmig umgibt.

**[0092]** Alternativ kann auf das erste Substrat **1** zuerst eine zweite Lage Glasfritte **3** aufgesintert werden, und anschließend ein organisches optoelektronisches Bauelement **4** aufgebracht werden. Bei einem solchen Verfahren wird das organische optoelektronische Bauelement **4** vor einer Schädigung, die aufgrund hoher Temperaturen während des Prozesses des Sinterns entstehen können, geschützt.

**[0093]** Das Zusammenfügen des ersten und des zweiten Substrats erfolgt anschließend beispielsweise mit den Verfahrensschritten wie zu [Fig. 3a](#) beschrieben.

**[0094]** Der in [Fig. 3c](#) dargestellte Verfahrensschritt der Verkapselung unterscheidet sich von dem in den [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) dargestellten Verfahrensschritt dadurch, dass das reaktionsfähige Material **7** direkt in das Verbindungsmaterial **3** eingebracht ist. Bevorzugt ist das reaktionsfähige Material **7** homogen in dem Verbindungsmaterial **3** verteilt. Dadurch kann eine gleichmäßige Erwärmung des Verbindungsmaterials **3** erfolgen. Das reaktionsfähige Material **7** reagiert dabei nach Initialzündung **9** exotherm und breitet sich mit Vorteil selbsttätig aus, so dass eine vor-



zugsweise hermetisch dichte Verkapselung entsteht.

**[0095]** Ferner sind im Unterschied zu dem Bauteil aus [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) zwischen dem ersten Substrat **1** und dem zweiten Substrat **2** mehrere organische optoelektronische Bauelemente **4** zwischen erstem Substrat **1** und zweitem Substrat **2** angeordnet. Das Bauteil ist demnach nicht auf die Verwendung lediglich eines optoelektronischen Bauelements **4** eingeschränkt. Die Anzahl der organischen optoelektronischen Bauelemente **4** kann in Hinsicht auf den Verwendungszweck des Bauteils variieren.

**[0096]** Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele auf diese beschränkt, sondern umfasst jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen, was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 6998776 B2 [[0002](#)]
- US 2001/0046597 A1 [[0018](#)]
- US 6936963 B2 [[0033](#)]

**Patentansprüche**

1. Bauteil, das ein erstes Substrat (1) und ein zweites Substrat (2) aufweist, wobei

- auf dem ersten Substrat (1) mindestens ein optoelektronisches Bauelement (4) angeordnet ist, das mindestens ein organisches Material enthält,
- das erste Substrat (1) und das zweite Substrat (2) relativ zueinander derart angeordnet sind, dass das optoelektronische Bauelement (4) zwischen dem ersten Substrat (1) und dem zweiten Substrat (2) angeordnet ist,
- ein Verbindungsmaterial (3) zwischen dem ersten Substrat (1) und dem zweiten Substrat (2) angeordnet ist, welches das optoelektronische Bauelement (4) rahmenförmig umschließt und erstes und zweites Substrat (1, 2) mechanisch miteinander verbindet, und
- das Verbindungsmaterial (3) mittels eines exothermen chemischen Prozesses eines reaktionsfähigen Materials (7) zum mechanischen Verbinden der Substrate (1, 2) erweicht wurde.

2. Bauteil gemäß Anspruch 1, wobei das reaktionsfähige Material (7) in das Verbindungsmaterial (3) eingebracht ist.

3. Bauteil gemäß Anspruch 1, wobei das reaktionsfähige Material (7) als eine separate Schicht an zumindest einer Oberfläche des Verbindungsmaterials (3) angeordnet ist.

4. Bauteil gemäß Anspruch 1, wobei das reaktionsfähige Material (7) als eine separate Schicht zwischen zwei Teilbereichen (3a, 3b) des Verbindungsmaterials (3) angeordnet ist.

5. Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 3 oder 4, wobei das reaktionsfähige Material (7) als Folie ausgebildet ist.

6. Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Substrat (1) und/oder das zweite Substrat (2) ein Glassubstrat ist.

7. Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verbindungsmaterial (3) eine Glasfritte umfasst.

8. Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verbindungsmaterial (3) ein Glaslot umfasst.

9. Bauteil gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das optoelektronische Bauelement (4) eine organische Licht emittierende Diode (OLED) ist.

10. Verfahren zum Herstellen eines Bauteils mit den Verfahrensschritten:

- Bereitstellen eines ersten Substrats (1), auf dem mindestens ein optoelektronisches Bauelement (4) angeordnet ist, das mindestens ein organisches Material enthält,
- Bereitstellen eines zweiten Substrats (2),
- rahmenförmiges Anordnen eines Verbindungsmaterials (3) auf dem ersten oder zweiten Substrat (1, 2), wobei in dem Verbindungsmaterial (3) ein reaktionsfähiges Material (7) eingebracht wird oder dieses als eine separate Schicht an zumindest einer Oberfläche des Verbindungsmaterials (3) angeordnet wird,
- Anordnen des ersten Substrats (1) und des zweiten Substrats (2) relativ zueinander derart, dass das optoelektronische Bauelement (4) und das Verbindungsmaterial (3) zwischen dem ersten Substrat (1) und dem zweiten Substrat (2) angeordnet ist, wobei das Verbindungsmaterial (3) das optoelektronische Bauelement (4) rahmenförmig umschließt, und
- Bereitstellen einer Initialzündung (9), die einen exothermen chemischen Prozess des reaktionsfähigen Materials (7) auslöst.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei ein Bauteil gemäß Anspruch 1 bis 9 hergestellt wird.

12. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 11, wobei das reaktionsfähige Material (7) als eine separate Schicht zwischen zwei Teilbereichen (3a, 3b) des Verbindungsmaterials (3) angeordnet wird.

13. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 12, wobei sich nach der Initialzündung (9) der exotherme Prozess des reaktionsfähigen Materials (7) selbsttätig ausbreitet.

14. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 13, wobei die Initialzündung (9) mittels eines Funken oder eines Laserblitzes erfolgt.

15. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 14, wobei mittels des chemischen Prozesses das Verbindungsmaterial (3) temporär erwärmt wird, sodass das Verbindungsmaterial (3) erweicht wird, und das erste Substrat (1) und das zweite Substrat (2) mechanisch miteinander verbunden werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG 1

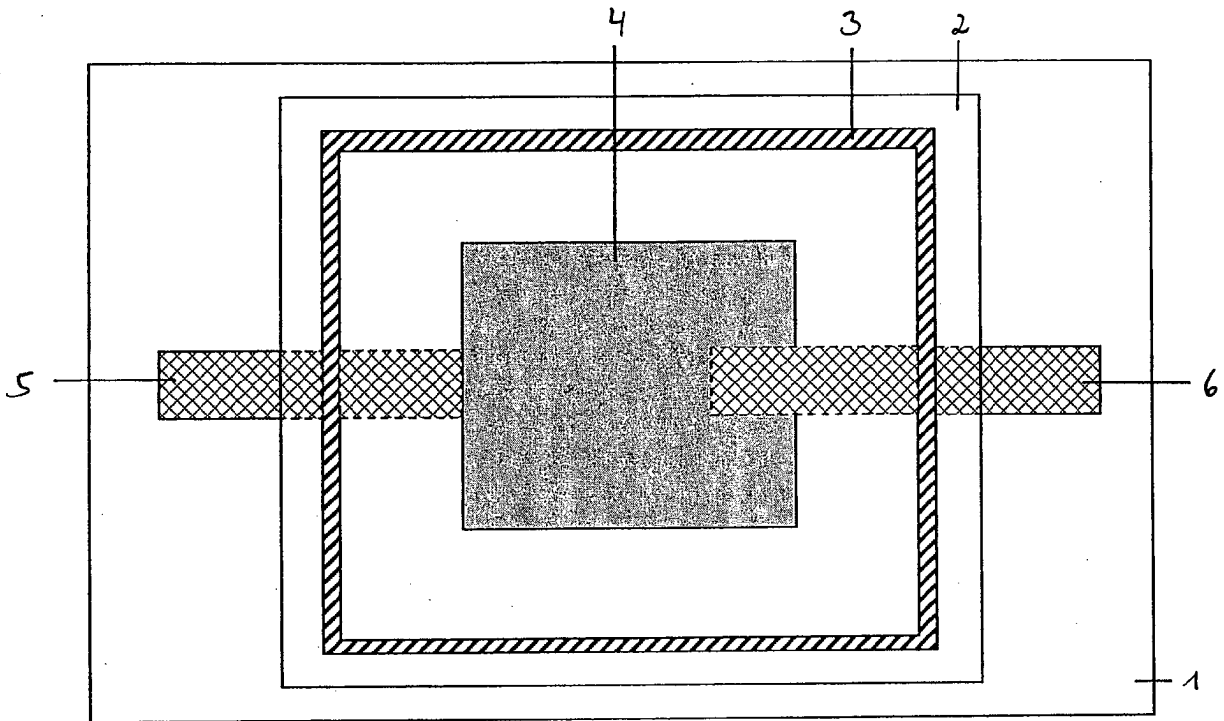


FIG 2

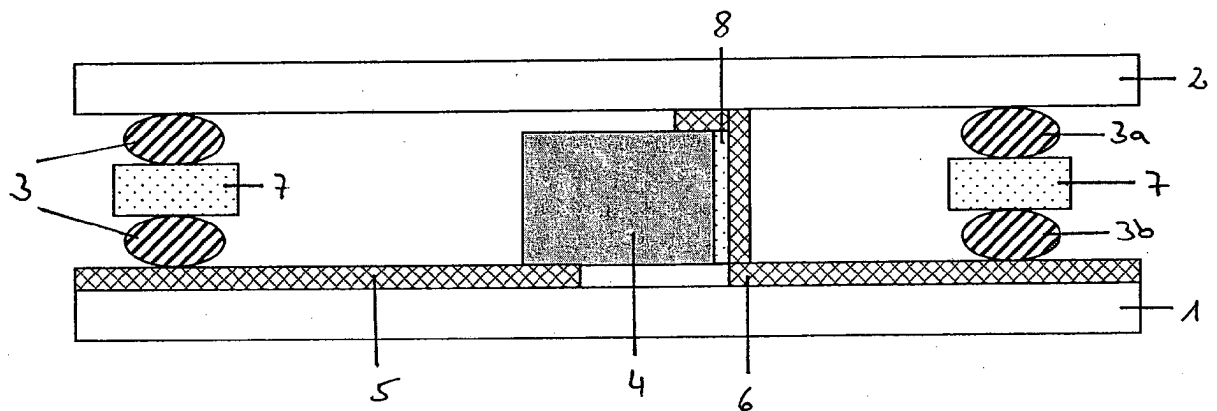


FIG 3A

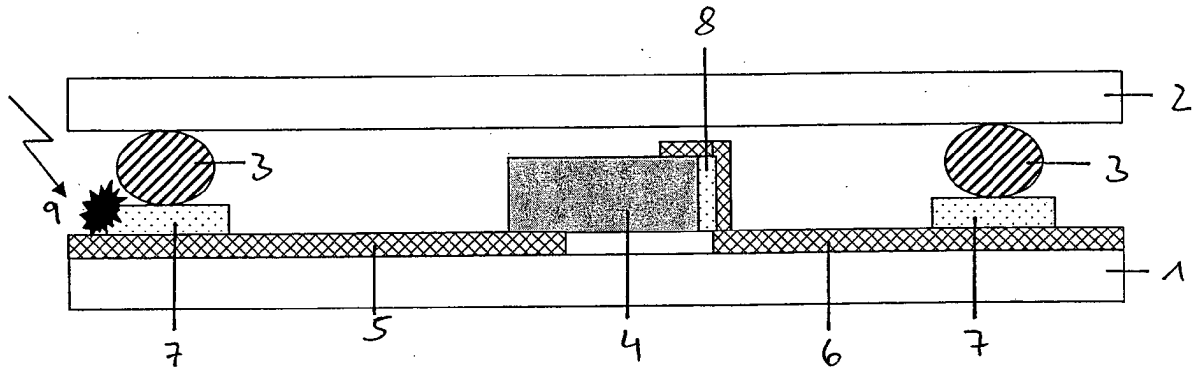


FIG 3B

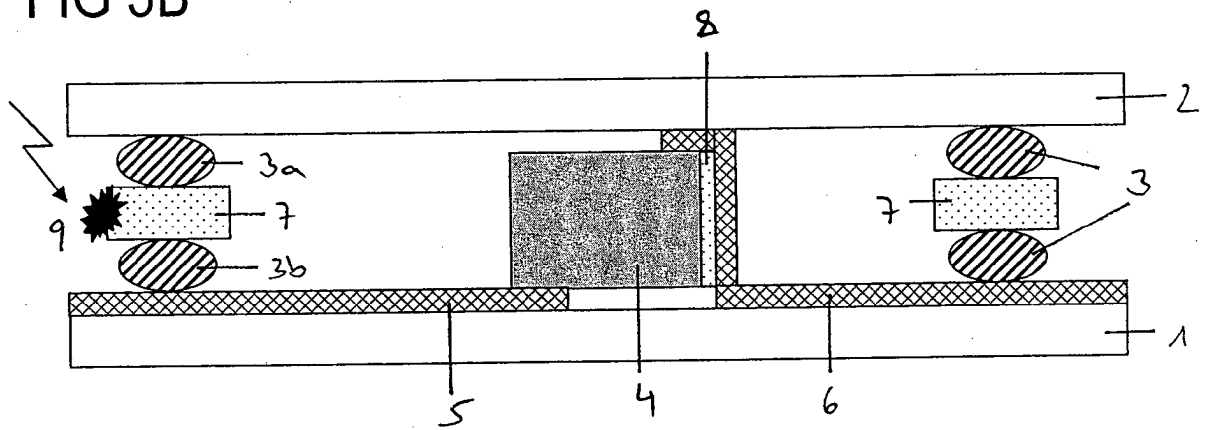


FIG 3C

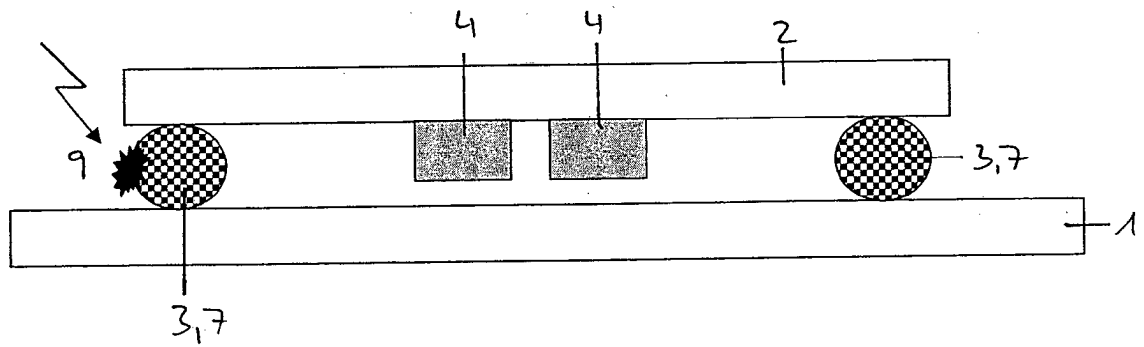


FIG 4

