



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 202 299.8**

(22) Anmeldetag: **08.03.2022**

(43) Offenlegungstag: **14.09.2023**

(51) Int Cl.: **B81B 7/02 (2006.01)**

B81C 1/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter
Haftung, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Papathanassiou, Dorothea, 72639 Neuffen, DE;
Henn, Tobias, 70374 Stuttgart, DE; Baer, Hans-
Peter, 72793 Pfullingen, DE; Stiedl, Jan, 72124
Pliezhausen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

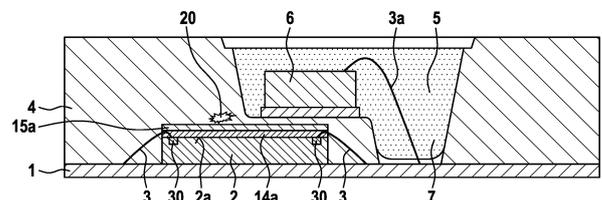
DE	10 2011 084 582	B3
DE	10 2016 205 793	A1
US	2010 / 0 027 233	A1
US	2012 / 0 115 277	A1
CN	1 02 190 282	A

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Mikromechanisches Bauelement und entsprechendes Herstellungsverfahren**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung schafft ein mikromechanisches Bauelement und ein entsprechendes Herstellungsverfahren. Das mikromechanische Bauelement ist ausgestattet mit einem Substrat (1), einem auf dem Substrat (1) angebrachten Funktionschip (2) mit einer dem Substrat (1) abgewandten Hauptoberfläche (2a), wobei auf der Hauptoberfläche (2a) ein oder mehrere Bondpads (30) vorgesehen sind, die über einen jeweiligen Bonddraht (3) auf das Substrat (1) gebondet sind, wobei auf der Hauptoberfläche (2a) oder oberhalb der Hauptoberfläche (2a) des Funktionschips (2) ein Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d; 15e) als Diffusionsbarriere zur einer Moldverpackung (4) angebracht ist, welcher aus einem Chipmaterial gebildet ist, das diffusionshemmend auf in der Moldmasse (4) befindliche Halogenionen wirkt, wobei der Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d; 15e) die Hauptoberfläche (2a) im Wesentlichen vollständig überdeckt; und der Moldverpackung (4), in welcher der Funktionschip (2) zusammen mit dem Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d; 15e) verpackt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein mikromechanisches Bauelement und ein entsprechendes Herstellungsverfahren.

Stand der Technik

[0002] Obwohl auch beliebige mikromechanische Bauelemente anwendbar sind, werden die vorliegende Erfindung und die ihr zugrundeliegende Problematik anhand von mikromechanischen Sensorvorrichtungen, insbesondere Drucksensoren bzw. Mikrofonen auf Siliziumbasis erläutert, welche einen Sensorchip und einen Schaltungschip aufweisen.

[0003] Gehäuse für mikromechanische Drucksensoren und Mikrofone benötigen einen offenen Zugang zu einem Erfassungsbereich des Sensorchips, wobei der Erfassungsbereich beispielsweise durch eine Membran gebildet ist. Eine mögliche Realisierung ist ein sogenanntes Premold-Gehäuse bzw. Mold-Premold-Gehäuse (MPM). Bei letzteren wird der ASIC-Schaltungschip übermoldet und zugleich eine Kavität beim Molden erzeugt. In die Kavität wird der mikromechanische Sensorchip eingesetzt. Diese Bauform lässt sich sowohl mit SOIC (Small Outline Integrated Circuit)- als auch mit LGA (Land Grid Array)-Verpackungen realisieren. Vorteilhaft am Mold-Premold-Gehäuse im Vergleich zum reinen Premold-Gehäuse ist, dass der ASIC-Schaltungschip übermoldet und somit besser vor mechanischen und Umwelteinflüssen geschützt ist.

[0004] Die DE 10 2009 002 376 A1 beschreibt ein Multichip-Sensormodul und ein entsprechendes Herstellungsverfahren, beispielsweise für ein Sensorelement und einen entsprechenden ASIC-Schaltungschip. Die elektrischen Kontakte der Bauelemente sind in verschiedenen Ebenen angeordnet. Nach oder beim Einbetten in einer Umhüllmasse wird ein Durchkontakt zu den Kontakten des in der Umhüllmasse befindlichen Bauelements geschaffen. Anschließend werden die Bauelemente elektrisch leitend kontaktiert.

[0005] Die DE 10 2011 084 582 A1 offenbart eine mikromechanische Sensorvorrichtung mit einem Substrat, einem auf dem Substrat angebrachten Schaltungschip, einer Moldverpackung, in welcher der Schaltungschip verpackt ist, wobei die Moldverpackung eine Kavität oberhalb des Schaltungschips aufweist, in der ein Sensorchip vorgesehen ist, und wobei die Moldverpackung innerhalb der Kavität ein Durchgangsloch aufweist, durch das eine elektrische Verbindung des Sensorchips zum Substrat geführt ist. Ebenfalls offenbart diese Druckschrift ein entsprechendes Herstellungsverfahren.

[0006] Fig. 7 ist eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung einer mikromechanischen Sensorvorrichtung und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß dem Stand der Technik der DE 10 2011 084 582 A1.

[0007] Auf ein Substrat 1, z.B. eine Leiterplatte, wird ein ASIC-Schaltungschip 2 aufgeklebt und werden Bondpads 30 auf der Hauptoberfläche 2a durch Bonddrähte 3 elektrisch mit der Leiterplatte 1 verbunden. Anschließend wird der ASIC-Schaltungschip 2 mit einer Moldmasse 4 übermoldet, wobei durch das Moldwerkzeug eine Kavität 5 in der Moldmasse 4 geformt wird. In dieser Kavität 5 wird anschließend der Drucksensor-MEMS-Chip 6 aufgeklebt und mit einem Gel 7 vergossen. Beispielsweise wird der Drucksensor-MEMS-Chip 6 durch ein Durchgangsloch in der Kavität 5 ebenfalls mittels eines Bonddrahtes 3a auf die Leiterplatte 1 gebondet.

[0008] Derartige Drucksensoren kommen bei verschiedenen Anwendungen (z.B. Diesel-Partikelfilter, Manifold Air Pressure, Airbag, ...) zum Einsatz.

[0009] Ein bekanntes Problem für derartige Mold-Packages stellen Verunreinigungen im Mold-Compound dar, die sich in der Compound-Herstellung nie gänzlich vermeiden lassen. Besonders kritisch sind dabei Verunreinigungen mit Stoffen oder deren Reaktionsprodukten, die eine Korrosion an dem ASIC-Schaltungschip 2 hervorrufen können. Ein relevantes Beispiel hierfür sind CaCl-Partikel 20 im Mold-Compound, die im Zusammenspiel mit den harschen Umgebungsbedingungen in Diesel-Partikelfilter-Anwendungen (hohe Temperaturen und hoher Feuchtegehalt, lange Einsatzzeiten mit aktiver Bestromung). Diese können zu Felddausfällen verursacht durch Korrosion mit Dentriten-Bildung führen.

[0010] Es konnte gezeigt werden, dass die Felddausfälle durch CaCl-Verunreinigungen (CaCl-Partikel 20) in der Moldmasse verursacht werden, die sich während des Moldprozesses in der direkten räumlichen Umgebung der für Korrosion anfälligen Bondpads 30 anlagern. Durch Feuchte aus den CaCl-Partikeln 20 ausgelöste Cl-Ionen verursachen im aktiven Sensorbetrieb dann die Korrosion unter Ausbildung von Dentriten, die letztlich zum Bauteil-Ausfall führt.

[0011] Fig. 8 ist eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung einer beispielhaften mikromechanischen Sensorvorrichtung und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens mit einer Modifikation zum Stand der Technik nach Fig. 7.

[0012] Bei dieser Modifikation wurde versucht, durch ein Top-Coat 10 die anfällige Hauptoberfläche 2a des ASIC-Schaltungschips 2 räumlich von der Moldmasse 4 (und damit von möglichen Cl-haltigen Verunreinigungen) zu trennen und als Diffusionsbar-

riere die Hauptoberfläche 2a vor den Halogen-Ionen zu schützen.

[0013] Beim Top-Coat 10 handelt es sich um eine Vergussmasse, die auf die Hauptoberfläche 2a des ASIC-Schaltungschips 2 nach dem Wirebond-Prozess dispensiert und anschließend thermisch ausgehärtet wird. Anschließend wird wie im Standard-Prozessfluss der Sensor eingemoldet und dabei das MPM-Gehäuse ausgebildet. Durch das Top-Coat 10 ist die Hauptoberfläche 2a des ASIC-Schaltungschips 2 räumlich von der Moldmasse 4 mit den CaCl-Partikeln 20 getrennt.

[0014] Die Anforderung der maximal erlaubten Gesamtbauteilhöhe des MPM-Gehäuses limitiert die Mold-Überdeckung über dem ASIC-Schaltungschip 2 (typischerweise ca. 300µm), und demzufolge auch die maximal mögliche Schichtdicke des Top-Coats 10 ($\leq 160\mu\text{m}$), die eingehalten werden muss, um den Moldprozess nicht zu stören.

[0015] Bedingt durch die Rheologie von Top-Coat-Vergussmassen lassen sich diese nicht als homogene Schicht mit konstanter Dicke über den ASIC-Schaltungschip 2 dispensieren, sondern sie bilden typischerweise eine kuppelförmige Abdeckung aus. Kritisch ist dabei, dass die Schichtdicke des Top-Coat 10 am Chiprand, an dem sich die zu schützenden Bondpads 30 auf der Hauptoberfläche 2a befinden, sehr dünn ist. Eine Reduktion der Schichtdicke wirkt sich aber nachteilig auf die Schutzwirkung des Top-Coat 10 aus.

[0016] Es wurde eine große Anzahl verschiedener Vergussmassen für das Top-Coat 10 evaluiert und bezüglich ihrer Schutzwirkung gegen die Bildung von Korrosion durch Mold-Verunreinigungen bewertet. Dabei zeigte sich, dass keine der untersuchten Top-Coat-Optionen einen vollständigen Schutz gegen die Korrosion bietet.

[0017] Mit am besten geeigneten Top-Coats wurde in Provokationsversuchen (gezieltes Aufbringen von Verunreinigungen auf der Hauptoberfläche 2a vor Übermolden, anschließender aktiver Betrieb der Sensoren in Feuchtlagerung) eine zeitliche Verzögerung des Einsatzes der Korrosionsausfälle gegenüber Referenzgruppen mit ungeschützten ASIC-Schaltungschips 2 erzielt, doch nach 1000h aktiver Feuchtlagerung stimmten die Ausfallraten der Top-Coat-Gruppen aber mit denen der Kontrollgruppen überein.

[0018] Ursächlich für die Ausfälle der durch Top-Coat 10 geschützten ASIC-Schaltungschips 2 ist dabei, dass die Vergussmassen in Anwesenheit von Feuchte nicht ausreichend gegen die Diffusion mobiler Cl-Ionen aus Mold-Verunreinigungen zur Hauptoberfläche 2a schützen.

[0019] Die Wirkung des Top-Coat 10 als Diffusionsbarriere zwischen den Mold-Verunreinigungen und der Hauptoberfläche 2a ist also nicht ausreichend. Der Grund hierfür liegt mutmaßlich in der Zusammensetzung der Top-Coat-Vergussmassen. Diese bestehen typischerweise hauptsächlich aus Silica-Füllern, die in einer Epoxidharz-Matrix (o.ä. organischen Matritzen) eingeschlossen sind. Es wird vermutet, dass die Harz-Matrix Diffusion von Cl-Ionen bzw. anderen Halogen-Ionen nicht ausreichend unterdrückt.

Offenbarung der Erfindung

[0020] Die Erfindung schafft ein mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1 und ein entsprechendes Herstellungsverfahren nach Anspruch 8.

[0021] Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Vorteile der Erfindung

[0022] Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee beruht darin, dass auf dem Funktionschip eine Chip-Diffusionsbarriere vorgesehen wird, welche die Hauptoberfläche des Funktionschips vor korrosionsfördernden Halogenionen aus Verunreinigungs-Partikeln im Mold-Compound schützt.

[0023] Zur Erzielung der Schutzwirkung wird also die Hauptoberfläche des Funktionschips gegenüber der Moldmasse durch einen Chip aus einem geeigneten Material abgedeckt, welcher die Diffusion von Halogenionen aus Verunreinigungs-Partikeln in der Moldmasse unterbindet. Geeignete Chip-Materialien sind dabei z.B., aber nicht ausschließlich, Silizium-, Glas-, Keramik- oder Kunststoffchips, welche die Diffusion von Halogenionen unterdrücken. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ermöglicht somit, die besagten Korrosionsphänomene zu beseitigen.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich mit dem bekannten Moldwerkzeug realisieren, wobei lediglich ein Zusatzschritt zum Aufbringen des Halogendiffusionshemmenden Chips erforderlich ist. Mit anderen Worten ist eine Implementierung in den bekannten Prozessablauf sehr einfach darstellbar.

[0025] Für die Herstellung der vorgeschlagenen Anordnung kommen ausschließlich etablierte Standard-Materialien und -Verfahren aus der Aufbau- und Verbindungstechnik zum Einsatz (z.B. Silizium- bzw. Glaswafer, Rückdünnen der Wafer durch Schleifen, Vereinzeln der Chips durch mechanisches Sägen, Montage der Chips mit FOW bzw. FOD mit Standard-Die-Attach-Prozessen).

[0026] Die Bestückung der Abdeckchips kann beispielsweise mit Standard Die-Attach-Anlagen erfol-

gen und ist daher äußerst effizient, da mit einer einzelnen Anlage mehr als 1000 Sensoren / Stunde gefertigt werden können.

[0027] Die vorgeschlagene Anordnung kann konform mit den oben beschriebenen Beispielhaften Anforderungen bezüglich Gesamtbaueteilhöhe, ASIC-Moldüberdeckung und minimaler Moldüberdeckung der Schutzbarriere gestaltet werden. Zum Einsatz kommen kann z.B. ein 80µm dicker Silizium- oder Glas-Abdeckchip, der mit einem 80µm dicken FOW auf dem ASIC aufgebracht wird. Die 80µm FOW-Dicke ist ausreichend, um die Bondverbindungen einzubetten, und die Gesamtdicke der Schutzanordnung aus Adeckchip und FOW ist mit 160µm ausreichend klein gestaltbar, um den Moldprozess nicht negativ zu beeinflussen.

[0028] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung ist der Funktionschip ein Schaltungschip, wobei die Moldverpackung eine Kavität oberhalb des Funktionschips aufweist, in der ein Sensorchip angebracht ist, welcher insbesondere einen Drucksensor und/oder ein Mikrofon und/oder einen Beschleunigungssensor und/oder einen Drehratensensor und/oder einen optischen Sensor aufweist. Derartige Sensorvorrichtungen lassen sich durch die Erfindung besonders robust gestalten.

[0029] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist der Abdeckchip über eine Adhäsionsschicht auf der Hauptoberfläche angebracht. Insbesondere ist dafür eine FOW- oder FOD-Technik, aber auch eine Dispensiertechnik mit einem flüssigen Adhäsionsfilm anwendbar.

[0030] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Adhäsionsschicht aus einem thermoplastischen Material hergestellt. So lässt sich die Verbindung zwischen dem Funktionschip und dem Abdeckchip mittels eines thermischen Verfahrens herstellen.

[0031] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umgibt die Adhäsionsschicht den Funktionschip lateral und erstreckt sich bis zum Substrat. So lässt sich ein allseitiger Schutz gegen Halogenionen erzielen.

[0032] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung steht der Abdeckchip lateral über den Funktionschip über. So lässt sich die abgedeckte Fläche größer gestalten und die Barrierenwirkung erhöhen.

[0033] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist der Abdeckchip eine Kaverne auf, welche den Funktionschip umgibt, und welche über eine Adhäsionsschicht auf dem Substrat angebracht ist. Dies bietet eine besondere Schutzwirkung, insbe-

sondere auch hinsichtlich der Druckbelastung beim Moldprozess.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0034] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die Figuren erläutert.

[0035] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen Bauelements und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen Bauelements und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3a)-d) eine beispielhafte Verfahrensschrittsequenz zum Bilden der FOW-Schaltungschi-
pabdeckung nach **Fig. 1**;

Fig. 4 eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen Bauelements und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen Bauelements und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6 eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen Bauelements und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7 eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung einer mikromechanischen Sensorvorrichtung und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß dem Stand der Technik; und

Fig. 8 eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung einer beispielhaften mikromechanischen Sensorvorrichtung und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens mit einer Modifikation zum Stand der Technik nach **Fig. 7**.

Ausführungsformen der Erfindung

[0036] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente.

[0037] **Fig. 1** ist eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen

Bauelements und eines entsprechendes Herstellungsverfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0038] In **Fig. 1** bezeichnet Bezugszeichen 1 ein Substrat, z.B. eine Leiterplatte, für das mikromechanische Bauelement, vorliegend eine Drucksensorvorrichtung.

[0039] Auf dem Substrat 1 wird ein Schaltungschip 2 als Funktionschip mit einer dem Substrat 1 abgewandten Hauptoberfläche 2a beispielsweise durch Kleben angebracht, wobei auf der Hauptoberfläche 2a ein oder mehrere Bondpads 30 vorgesehen sind. Die Bondpads 30 werden über einen jeweiligen Bonddraht 3 mit entsprechenden (nicht dargestellten) Kontakten des Substrats 1 verbunden.

[0040] Anschließend erfolgt ein Anbringen von einem Abdeckchip 15a auf der Hauptoberfläche 2a des Schaltungschips 2 als Diffusionsbarriere zur späteren Moldverpackung 4, welcher aus einem Chipmaterial gebildet ist, das diffusionshemmend auf in der Moldmasse 4 befindliche Halogenionen wirkt. Beispiele für ein derartiges Chipmaterial sind Silizium, Glas, Keramik, Kunststoff etc.

[0041] Bei dieser ersten Ausführungsform wird der Abdeckchip 15a über eine Adhäsionsschicht 14a auf der Hauptoberfläche 2a angebracht, welche aus einem thermoplastischen Material hergestellt ist, wobei der Abdeckchip 14a bereits zusammen mit der darauf befindlichen, thermisch erweichten Adhäsionsschicht 14a auf die Hauptoberfläche 2a aufgebracht und wird. Dies lässt sich beispielsweise dadurch erreichen, dass das Substrat 1 zuvor auf eine erhöhte Temperatur geracht wird, z.B. 140 °C. Nach dem Aufbringen erfolgt eine Aushärtung der Adhäsionsschicht 14a zur Bildung eines festen Verbundes von Schaltungschip 2 und Abdeckchip 15a.

[0042] Schließlich überdeckt der Abdeckchip 15a mit der darunterbefindlichen Adäsionsschicht 14a die Hauptoberfläche 2a des Schaltungschips 2 vollständig, wobei der laterale Bereich des Schaltungschips 2 freiliegt. Eine derartige Abdeckung wird auch als FOW(Film over Wire)-Abdeckung bezeichnet.

[0043] Danach erfolgt das Vorsehen einer Moldverpackung 4, in welcher der Schaltungschip 2 zusammen mit dem Abdeckchip 15a verpackt ist, mittels eines entsprechenden Moldwerkzeugs.

[0044] Weiterhin wird bei dieser Ausführungsform in der Moldverpackung 4 eine Kavität 5 oberhalb des Schaltungschips 2 und beabstandet vom Abdeckchip 15a gebildet, in welcher ein Sensorchip 6 angebracht wird, der insbesondere einen Drucksensor und/oder ein Mikrofon und/oder einen Beschleunigungssensor und/oder einen Drehratensensor und/oder einen

optischen Sensor aufweist. Die Größe der Kavität 5 lässt sich durch das Moldwerkzeug bestimmen. Beispielsweise kann eine Standard-LGA-Moldpresse mit Einsatz im Werkzeug eingesetzt werden.

[0045] Dann wird der Sensorchip 6 mittels einer Bondverbindung 3a durch ein Durchgangsloch in der Moldverpackung mit einem (nicht dargestellten) Kontakt auf dem Substrat 1 verbunden.

[0046] Schließlich wird innerhalb der Kavität 5 eine Passivierung mit einem Gel 7 vorgesehen. Optionalerweise kann in einem weiteren Prozessschritt ein Deckel angebracht werden, welcher ein Durchgangsloch aufweist, das einen externen Druckzugang zum Erfassungsbereich des Sensorchips 6 ermöglicht.

[0047] Der auf den Schaltungschip 2 aufgebrachte Abdeckchip 15a ist quasi-undurchdringbar für die Diffusion von Halogenionen in wässriger Lösung. Er schützt damit die Hauptoberfläche 2a mir den Bondpads 30 wirksam gegen von aus Partikeln im Mold-Compound ausgewaschenen Halogenionen und unterdrückt damit hochwirksam die Korrosion durch derartige Mold-Verunreinigungen.

[0048] **Fig. 2** ist eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen Bauelements und eines entsprechendes Herstellungsverfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0049] Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform dadurch, dass der Abdeckchip 15b lateral über den Schaltungschip 2 übersteht und die Adhäsionsschicht 14b, welche mit dem Abdeckchip 15b verbunden ist, den Schaltungschip 2 lateral umgibt und sich bis zum Substrat 1 erstreckt.

[0050] Dies lässt sich dadurch erreichen, dass beim erwärmten Aufbringen des Abdeckchip 15b mit der Adhäsionsschicht 14b der Schaltungschip 2 in die Adhäsionsschicht 14b eingedrückt wird, so dass letztere ihn vollständig umschließt. Eine derartige Abdeckung wird auch als FOD(Film over Die)-Abdeckung bezeichnet.

[0051] Ansonsten ist die zweite Ausführungsform identisch zur ersten Ausführungsform.

[0052] **Fig. 3a)-d)** ist eine beispielhafte Verfahrensschrittsequenz zum Bilden der FOW-Schaltungschipabdeckung nach **Fig. 1**.

[0053] Gemäß **Fig. 3a)** wird ein Wafer W für die Abdeckchips bereitgestellt, der auf seiner Rückseite mit der Adhäsionsschicht 14a ganzflächig beschich-

tet ist. Auf der Adhäsionsschicht 14a wird eine Sägefolie 50 aufgebracht.

[0054] Die Abdeckchips 15a werden gemäß **Fig. 3b)** zusammen mit dem entsprechenden Bereich der Adhäsionsschicht 14a aus dem Wafer W ausgesägt, der zuvor auf die entsprechende Zieldicke zurückgeschliffen werden kann.

[0055] Mittels eines Greifwerkzeuges Z werden die Abdeckchips 15a mit der Adhäsionsschicht 14a von der Sägefolie 50 abgenommen und zum zu schützenden Schaltungschip 2 transportiert, wie in **Fig. 3c)** gezeigt.

[0056] Bei der in **Fig. 1** beschriebenen Anordnung werden die Abdeckchips 15a mittels „filmover-wire“ (FOW) auf dem zu schützenden Schaltungschip 2 nach dem Bondprozess aufgeklebt, und der FOW wird thermisch ausgehärtet, wie in **Fig. 3d)** gezeigt.

[0057] Bei der in **Fig. 2** beschriebenen Anordnung werden die Abdeckchips 15b mittels „filmover-die“ (FOD) auf dem zu schützenden Schaltungschip 2 nach dem Bondprozess aufgeklebt. Die einzige Unterschied zum Verfahren nach **Fig. 3a)-d)** besteht darin, dass die Abdeckchips 15b eine größere Fläche im Vergleich zum zu schützenden Schaltungschip 2 aufweisen und dass die Adhäsionsschicht 14b eine größere Dicke aufweist, um den zu schützenden Schaltungschip 2 vollständig lateral umschlossen einbetten zu können.

[0058] **Fig. 4** ist eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen Bauelements und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0059] Alternativ besteht gemäß **Fig. 4** auch die Möglichkeit, den Abdeckchip 15c mit einer flüssigen Adhäsionsschicht 14c auf dem Schaltungschip 2 zu montieren. Die flüssige Adhäsionsschicht 14c wird dazu auf die Hauptoberfläche 2a dispensiert.

[0060] Diese Möglichkeit kann z.B. zum Einsatz kommen, wenn bei einem Zulieferer aus logistischen Gründen kein FOW oder FOD verfügbar ist, oder sich diese aufgrund produktspezifischer Anforderungen aus anderen Gründen nicht einsetzen lassen. Zu beachten ist bei diesem Ansatz jedoch, dass die Abdeckchip-Bestückung mit einer präzisen Höhenkontrolle erfolgen muss, um die Bondverbindungen nicht zu beschädigen.

[0061] Ansonsten ist die dritte Ausführungsform identisch zur ersten Ausführungsform.

[0062] **Fig. 5** ist eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen

Bauelements und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0063] Die vierte Ausführungsform unterscheidet sich von der dritten Ausführungsform dadurch, dass die flüssige Adhäsionsschicht 14d derart über die Hauptoberfläche dispensiert wird, dass der Schaltungschip 2 komplett lateral von ihr umschlossen wird, bevor der Abdeckchip 15d aufgesetzt wird.

[0064] Ansonsten ist die vierte Ausführungsform identisch zur dritten Ausführungsform.

[0065] **Fig. 6** ist eine schematische Querschnittsansicht zur Erläuterung eines mikromechanischen Bauelements und eines entsprechenden Herstellungsverfahrens gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0066] Anstelle der bisherigen beschriebenen Ausführungsformen, bei denen ein flacher Abdeckchip 15a-d die Hauptoberfläche 2a schützt, kann bei der fünften Ausführungsform auch ein strukturierter Abdeckchip 15e mit einer Rückseitenkavität K zum Einsatz kommen.

[0067] Abdeckchips 15e mit solchen Rückseitenkavitäten K können auf Wafer-Level z.B. durch Deep Reactive Ion Etching (DRIE) kostengünstig erzeugt werden.

[0068] Bei der in **Fig. 6** gezeigten Anordnung wird ein solcher strukturierter Abdeckchip 15e mit einer zuvor auf dem Substrat 1 dispensierten flüssigen Adhäsionsschicht 14e als Kappe über dem zu schützenden Schaltungschip 2 montiert. Die derart aufgebaute Kappe schützt dann den Schaltungschip 2 auf allen fünf ummoldeten Seiten gegen Halogenionen aus entsprechenden korrosiven Verunreinigungen im Mold-Compound.

[0069] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt. Insbesondere sind die genannten Materialien und Topologien nur beispielhaft und nicht auf die erläuterten Beispiele beschränkt.

[0070] Obwohl vorstehend in Bezug auf einen Drucksensor beschrieben, lässt sich die vorliegende Erfindung u.a. auch für Mikrofone, Beschleunigungssensoren, optische Sensoren, Drehratensensoren usw. verwenden, welche einen externen Zugang zur Außenwelt benötigen, aber gegen Umwelteinflüsse geschützt sein müssen.

[0071] Allgemein ist die Erfindung auch für Schaltungschipanordnungen mit oder ohne Sensorchip mit einem anderen Funktionschip anwendbar, also

nicht nur für mikromechanische Sensorvorrichtungen, sondern für beliebige moldverpackte mikromechanische Bauelemente mit einem Funktionschip. Beispiele für andere Funktionschips sind unter anderem elektromechanische oder elektrochemische Funktionschips.

[0072] Bei den obigen Ausführungsformen wird die Verwendung eines Abdeckchips als zur Realisierung einer In-Package-Silizium-Diffusionsbarriere zum Schutz anwendungsspezifischer integrierter Schaltungschips (ASIC) vor korrodierender Medien exemplarisch für MPM-Gehäuse beschrieben. Die Anordnung zum ASIC-Schutz ist aber nicht auf MPM-Gehäuse limitiert, sondern kann in allen Mold- und Open-Cavity-Packages (z.B. Mikrofongehäusen) zum Einsatz kommen.

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

- DE 102009002376 A1 [0004]
- DE 102011084582 A1 [0005, 0006]

Patentansprüche

1. Mikromechanisches Bauelement mit:
 einem Substrat (1);
 einem auf dem Substrat (1) angebrachten Funktionschip (2) mit einer dem Substrat (1) abgewandten Hauptoberfläche (2a), wobei auf der Hauptoberfläche (2a) ein oder mehrere Bondpads (30) vorgesehen sind, die über einen jeweiligen Bonddraht (3) auf das Substrat (1) gebondet sind;
 wobei auf der Hauptoberfläche (2a) oder oberhalb der Hauptoberfläche (2a) des Funktionschips (2) ein Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d; 15e) als Diffusionsbarriere zur einer Moldverpackung (4) angebracht ist, welcher aus einem Chipmaterial gebildet ist, das diffusionshemmend auf in der Moldmasse (4) befindliche Halogenionen wirkt;
 wobei der Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d; 15e) die Hauptoberfläche (2a) im Wesentlichen vollständig überdeckt; und
 der Moldverpackung (4), in welcher der Funktionschip (2) zusammen mit dem Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d; 15e) verpackt ist.

2. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1, wobei der Funktionschip (2) ein Schaltungschip ist, wobei die Moldverpackung (4) eine Kavität (5) oberhalb des Funktionschips (2) aufweist, in der ein Sensorchip (6) angebracht ist, welcher insbesondere einen Drucksensor und/oder ein Mikrofon und/oder einen Beschleunigungssensor und/oder einen Drehratensensor und/oder einen optischen Sensor aufweist.

3. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d) über eine Adhäsionsschicht (14a; 14b; 14c; 14d) auf der Hauptoberfläche (2a) angebracht ist.

4. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 3, wobei die Adhäsionsschicht (14a; 14b) aus einem thermoplastischen Material hergestellt ist.

5. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 3 oder 4, wobei die Adhäsionsschicht (14a; 14b; 14c; 14d) den Funktionschip (2) lateral umgibt und sich bis zum Substrat (1) erstreckt.

6. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Abdeckchip (15b) lateral über den Funktionschip (2) übersteht.

7. Mikromechanisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Abdeckchip (15e) eine Kaverne (K) aufweist, welche den Funktionschip (2) umgibt, und über eine Adhäsionsschicht (14e) auf dem Substrat (1) angebracht ist.

8. Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements mit den Schritten:
 Bereitstellen von einem Substrat (1);
 Anbringen von einem Funktionschip (2) auf dem Substrat (1) mit einer dem Substrat (1) abgewandten Hauptoberfläche (2a), wobei auf der Hauptoberfläche (2a) ein oder mehrere Bondpads (30) vorgesehen sind;
 Bonden der Bondpads (30) über einen jeweiligen Bonddraht (3) auf das Substrat (1);
 Anbringen von einem Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d; 15e) auf der Hauptoberfläche (2a) oder oberhalb der Hauptoberfläche (2a) des Funktionschips (2) als Diffusionsbarriere zur Moldverpackung (4), welcher aus einem Chipmaterial gebildet ist, das diffusionshemmend auf in der Moldmasse (4) befindliche Halogenionen wirkt, wobei der Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d; 15e) die Hauptoberfläche (2a) im Wesentlichen vollständig überdeckt; und
 Vorsehen einer Moldverpackung (4), in welcher der Funktionschip (2) zusammen mit dem Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d; 15e) verpackt ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei in der Moldverpackung (4) eine Kavität (5) oberhalb des Funktionschips (2) gebildet wird, in der ein Sensorchip (6) angebracht wird, welcher insbesondere einen Drucksensor und/oder ein Mikrofon und/oder einen Beschleunigungssensor und/oder einen Drehratensensor und/oder einen optischen Sensor aufweist.

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Abdeckchip (15a; 15b; 15c; 15d) über eine Adhäsionsschicht (14a; 14b; 14c; 14d) auf der Hauptoberfläche (2a) angebracht wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Adhäsionsschicht (14a; 14b) aus einem thermoplastischen Material hergestellt ist und der Abdeckchip (14a; 14b) zusammen mit der darauf befindlichen, thermisch erweichten Adhäsionsschicht (14a; 14b) auf der Hauptoberfläche (2a) angebracht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Adhäsionsschicht (14c; 14d) in flüssiger Form auf die Hauptoberfläche (2a) dispensiert wird, der Abdeckchip (14c; 14d) darauf angeordnet wird und anschließend die Adhäsionsschicht (14c; 14d) ausgehärtet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Adhäsionsschicht (14a; 14b; 14c; 14d) derart gestaltet wird, dass sie den Funktionschip (2) lateral umgibt und sich bis zum Substrat (1) erstreckt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 13, wobei der Abdeckchip (15b) derart gestaltet und angebracht wird, dass er lateral über den Funktionschip (2) übersteht.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei der Abdeckchip (15e) eine Kaverne (K) aufweist, welche derart gestaltet und angebracht wird, dass sie den Funktionschip (2) umgibt, wobei der Funktionschip (2) über eine Adhäsionsschicht (14e) auf dem Substrat (1) angebracht wird.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

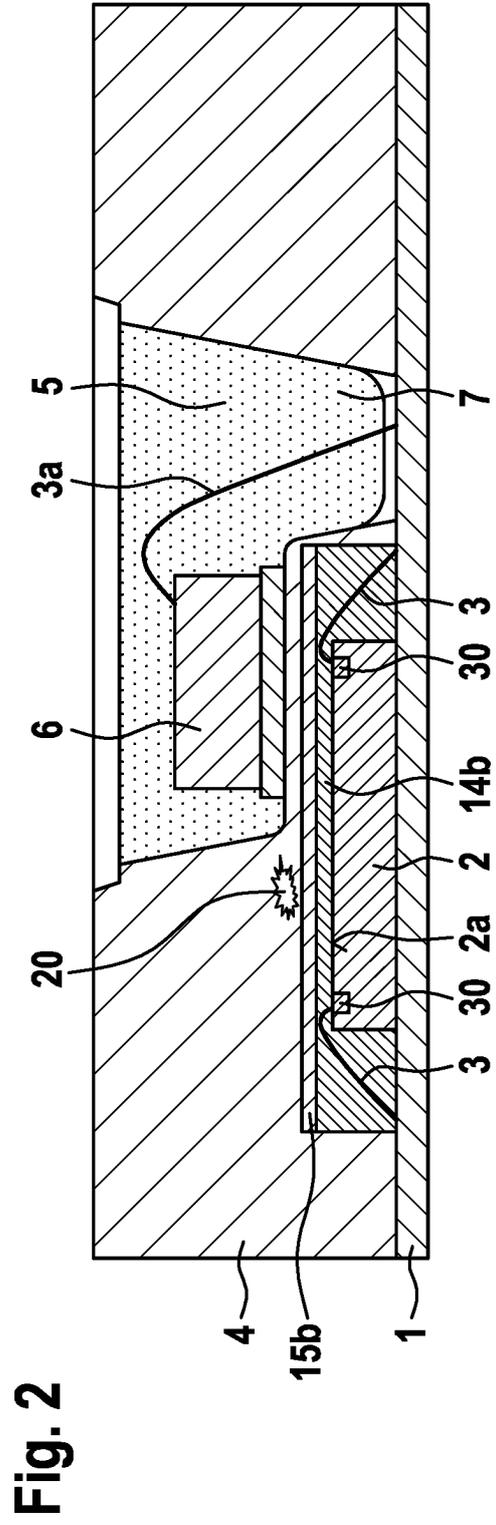
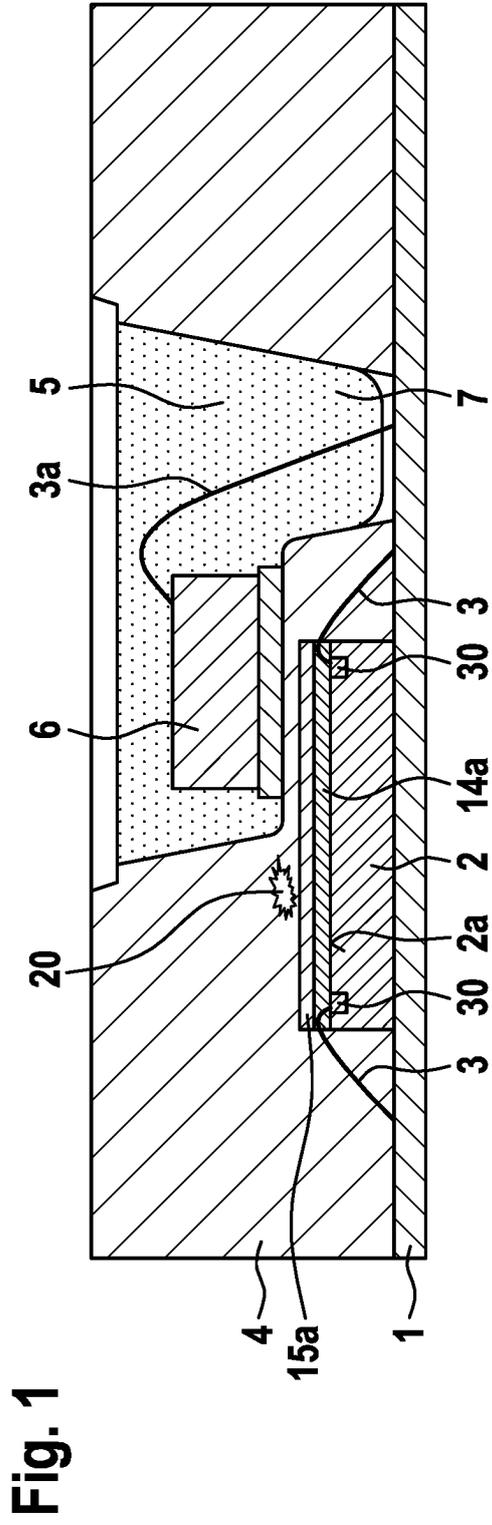


Fig. 3a

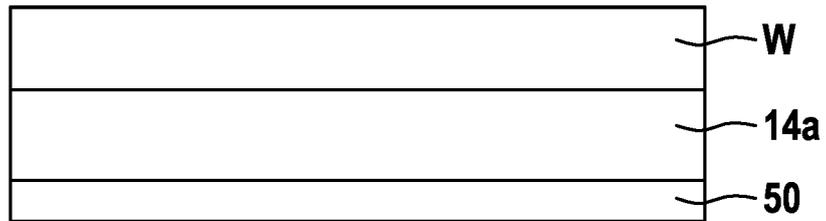


Fig. 3b

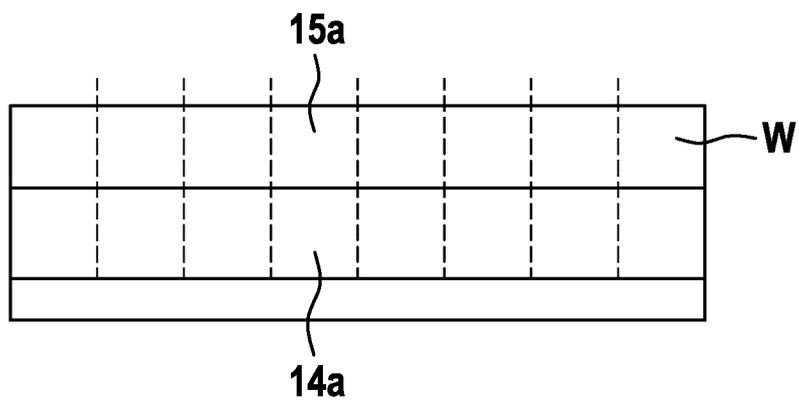


Fig. 3c

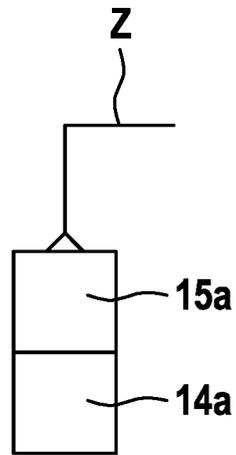


Fig. 3d

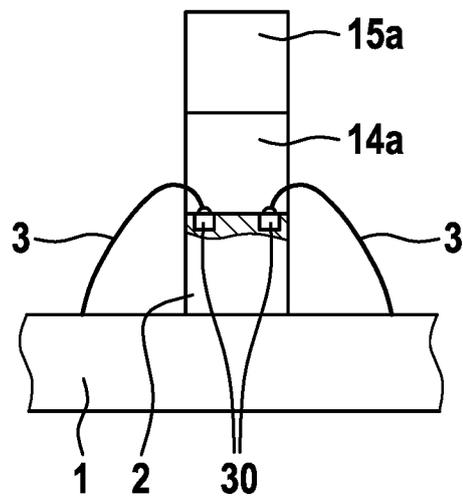


Fig. 4

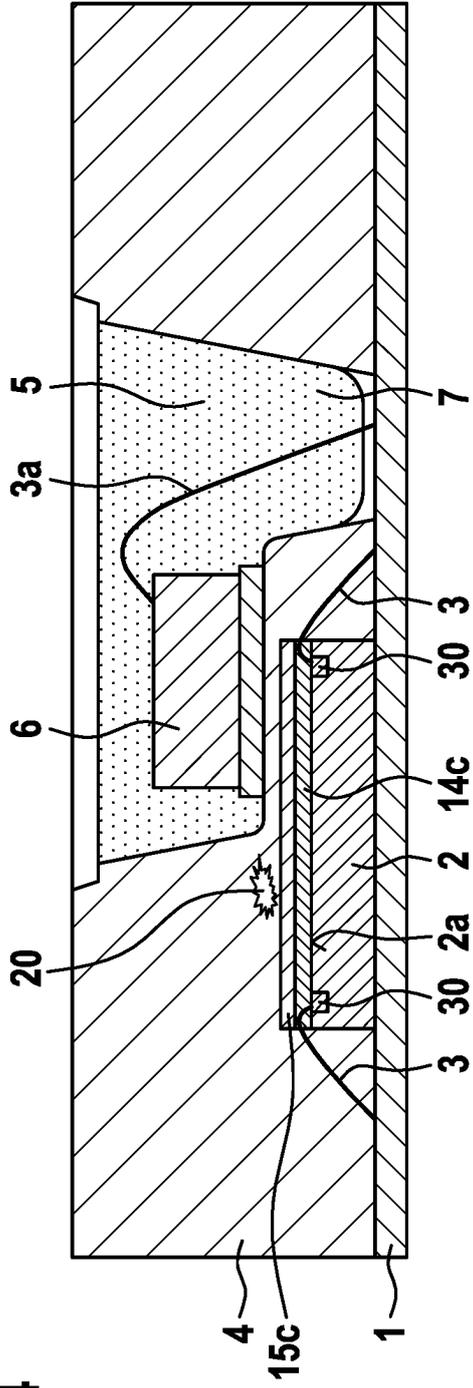


Fig. 5

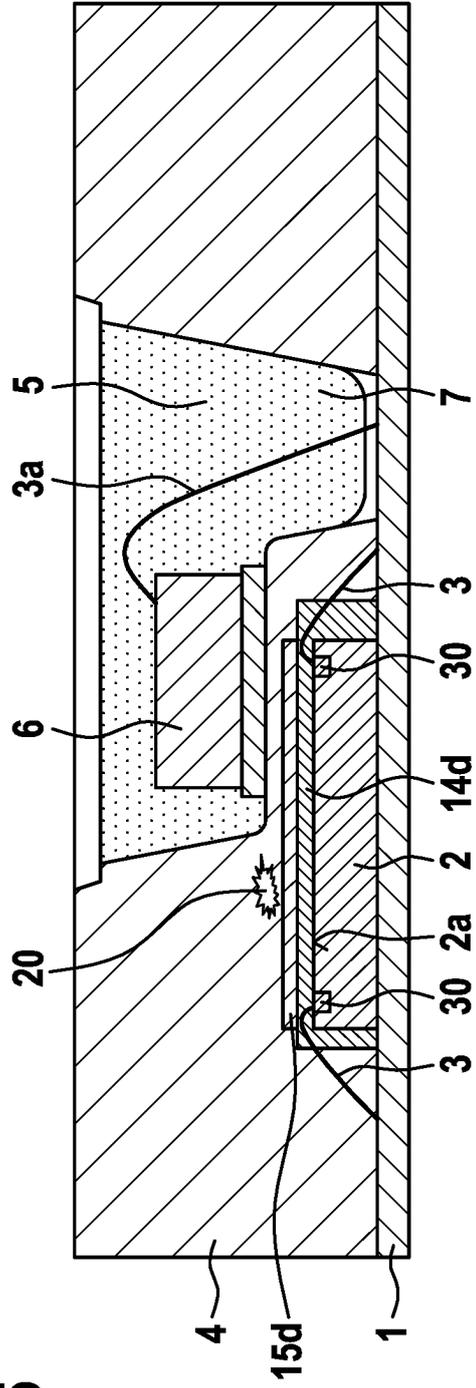


Fig. 8

