



(10) **DE 10 2012 214 056 A1** 2014.02.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 214 056.5**

(22) Anmeldetag: **08.08.2012**

(43) Offenlegungstag: **13.02.2014**

(51) Int Cl.: **H01L 23/08 (2006.01)**

**H01L 23/29 (2006.01)**

**H01L 23/488 (2006.01)**

**H01L 29/872 (2006.01)**

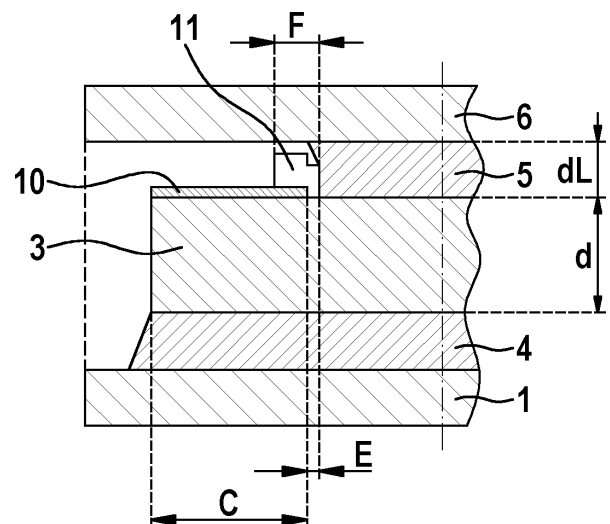
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Spitz, Richard, 72766, Reutlingen, DE; Goerlach,  
Alfred, 72127, Kusterdingen, DE; Knupfer,  
Thomas, 72539, Pfronstetten, DE**

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

(54) Bezeichnung: **Hoch temperaturwechselfeste Einpressdiode**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Einpressdiode, die einen durch eine Verbindungsschicht zwischen einem Sockel und einem Kopfdraht befestigten Halbleiterchip aufweist. Die Verbindungsschicht ist zumindest auf der Chipvorderseite relativ zum Chipaußenrand umlaufend zurückgezogen. Über dem verbindungsschichtfreien Bereich des Halbleiterchips befindet sich eine erste umlaufende, isolierende Kunststoffschicht. Des Weiteren ist eine zweite vollständig umlaufende, isolierende Kunststoffschicht vorgesehen, die den radial inneren Endbereich der ersten Kunststoffschicht überlappt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine hoch temperaturwechselfeste Einpressdiode. Eine derartige Diode eignet sich insbesondere als Diode für den Einsatz in Kfz-Generatorsystemen.

### Stand der Technik

**[0002]** In Kfz-Generatorsystemen werden zur Gleichrichtung des Wechsel- bzw. Drehstroms meist PN-Dioden aus Silizium eingesetzt. In der Regel werden diese Dioden in spezielle Gehäuse – sogenannte Einpressgehäuse – montiert, wie es aus der **Fig. 1** ersichtlich ist. Die Einpressdioden weisen dabei einen mit einer Rändelung versehenen Einpresssockel **1** auf, der in eine entsprechende Aussparung einer Gleichrichteranordnung eingepresst ist. Der Einpresssockel übernimmt dabei gleichzeitig eine dauerhafte thermische und elektrische Verbindung der Gleichrichterdiode mit der Gleichrichteranordnung. Der Einpresssockel weist einen Befestigungsbereich auf, an dem ein Halbleiterchip **3** beispielsweise durch ein Lot **4** befestigt ist. Dabei ist die Ober- und Unterseite des Halbleiterchips **3** vollständig mit einer dünnen, lötfähigen, in der Abbildung nicht eingezeichneten Metallisierung versehen. Die Metallisierung besteht beispielsweise aus einer Schichtenfolge von unterschiedlichen Metallen. Beispielsweise kann eine Schichtenfolge aus Cr, NiV7 und Ag Verwendung finden. Auf dem Halbleiterchip **3** wiederum ist ebenfalls beispielsweise durch ein Lot **5** ein sogenannter Kopfdraht **6** befestigt, der elektrisch durch Löten oder Schweißen oder eine sonstige Befestigungstechnik fest mit anderen Komponenten des Gleichrichters kontaktiert ist. Der zwischen die beiden Kupferteile gelötete Siliziumchip **3** ist mit einer isolierenden Kunststoffmasse **7** umhüllt. Als Kunststoffmasse kann zum Beispiel ein mit Quarzkörnern gefülltes Epoxid oder ein sonstiger hoch temperaturfester Kunststoff dienen. Zur Einbringung der Kunststoffmasse **7** wird meist ein zusätzlicher Kunststoffring **8** angebracht. Oftmals befindet sich noch eine in **Fig. 1** nicht gezeichnete zusätzliche, weiche Kunststoffschicht zwischen dem Chip **3** und dem Epoxid **7**. Die Lote **4, 5**, bei denen es sich vorzugsweise um bleihaltige Kupferlote handelt, sind ggf. mit einer dünnen Oberflächenschicht aus Nickel versehen.

**[0003]** Der im Betrieb der Diode entstehende Leistungsabfall wird in Wärme umgewandelt und über das Einpressdiodengehäuse und den Gleichrichter des Generators an die Luft abgeführt. Dadurch steigt die Sperrschichttemperatur  $T_j$  der Diode an. So werden bei hohen Generatorströmen und zusätzlich hohen Umgebungstemperaturen an der Diode Sperrschichttemperaturen  $T_j$  bis zu 240°C gemessen. In der Praxis werden die Dioden eines Kfz-Generators vielen Temperaturzyklen ausgesetzt. Beispielsweise sollen 3000 Temperaturzyklen mit einer Ausfallrate unter

1% überstanden werden. Verschärft wird die Situation durch vermehrten Einsatz von modernen Start-Stopp- bzw. Rekuperationssystemen, bei denen etwa 0,2–2 Millionen Temperaturzyklen von etwa 40°C bis 80°C, die der mittleren Diodentemperatur überlagert sind, zusätzlich auftreten können.

**[0004]** Bei den hohen Temperaturen darf das verwendete Lot **4, 5** nicht aufschmelzen. Deshalb – sowie aus Gründen eines minimalen Lotverschleißes – wird ein Lot verwendet, dessen Schmelztemperatur  $T_s$  möglichst weit oberhalb der maximal auftretenden Sperrschichttemperatur  $T_j$  liegt. So werden bis heute in der Regel hoch bleihaltige Lote verwendet, deren Solidustemperatur  $T_s$  über 300°C liegt.

**[0005]** Die in der Diode zusammengefügte Stoffe Silizium, bleihaltiges Lot und Kupfer weisen große Unterschiede in den physikalischen Materialeigenschaften auf. So sind beispielsweise die Ausdehnungskoeffizienten und die Elastizitätsmodule sehr unterschiedlich. Bei Temperaturwechseln treten deshalb hohe mechanische Spannungen auf. Die während den Temperaturhüben in den Bleiloten auftretende mechanische Spannung erreicht und übersteigt dabei schnell die Elastizitätsgrenze des Lots. Dies hat zur Folge, dass das Lot beginnt sich plastisch zu verformen. Dabei kommt es zu einem Vorgang, der als Lotkriechen bezeichnet wird. Im Fall einer Einpressdiode quillt das Lot dabei im Laufe der Zeit aus seiner ursprünglichen Position heraus und kriecht entlang der Kupfer- bzw. Chipseiten weiter. Grundsätzlich tritt der beschriebene Effekt sowohl bei bleihaltigen als auch bei bleifreien Weichloten und bei gewissen Sinterschichten auf.

**[0006]** In **Fig. 2** ist eine vergrößerte Darstellung eines Teils der in der **Fig. 1** gezeigten Einpressdiode im Querschnitt dargestellt. Die Bezeichnungen sind weitgehend mit denen in **Fig. 1** identisch. Der Halbleiterchip **3** ist in eine Zone **3a** und eine Zone **3b** mit unterschiedlichen Leitfähigkeitstypen, die durch einen PN-Übergang getrennt sind, aufgeteilt. Der PN-Übergang befindet sich in einer Eindringtiefe  $x_j$  unterhalb der Chipoberseite. Die gesamte Chipdicke ist mit  $d$  bezeichnet. Die Zone **3a** kann beispielsweise aus p-dotiertem und die Zone **3b** aus n-dotiertem Silizium bestehen. Natürlich kann auch eine umgekehrte Schichtenfolge gewählt werden. Wesentlich ist, dass der PN-Übergang **30** bis zur Chipkante reicht, d. h. an der Chipkante austritt.

**[0007]** Tritt nun während des Betriebs mit Temperaturwechselbelastung Lotkriechen auf, kann das Lot entlang der Chipkanten kriechen. Insbesondere für den Fall, dass die Eindringtiefe  $x_j$  klein ist, kann das Lot **5** leicht die Zone **3a** überbrücken. Wenn das Lot **5** über die Zone **3a** am Chiprand über den PN-Übergang **30** bis zum Bereich **3b** wandert, ist die Diode kurzgeschlossen.

**[0008]** In der DE 10 2010 028 196 A1 wird eine Anordnung vorgeschlagen, bei der der Kriechweg des Lotes verlängert ist und dadurch ein durch Lotkriechen hervorgerufener Kurzschluss hinausgezögert ist. Dadurch ist die Temperaturwechselfestigkeit der Einpressdiode erhöht bzw. bei gleicher Temperaturwechselfestigkeit die maximal zulässige Chiptemperatur  $T_j$  angehoben. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Möglichkeit bereitgestellt wird, Halbleiterdioden mit sehr flachen PN-Übergängen oder Bauelemente, bei denen der pn-Übergang nicht am Chiprand endet, in Einpressdiodengehäuse zu verpacken. Diese Vorteile werden dadurch erreicht, dass bei einer Einpressdiode, die einen durch Weichlot zwischen einem Sockel und einem Kopfdraht befestigten Halbleiterchip aufweist, das Weichlot in dem Außenbereich relativ zum Chipaußenrand umlaufend zurückgezogen ist.

**[0009]** Dies ist in **Fig. 3** in Form einer vergrößerten Darstellung eines Teils der in der **Fig. 1** gezeigten Einpressdiode im Querschnitt dargestellt. Die Bezeichnungen sind weitgehend mit denen in **Fig. 1** identisch. Im Gegensatz zu der Einpressdiode gemäß **Fig. 1** bzw. **Fig. 2** ist die Lotschicht **5** um den Abstand **C** von der Chipkante zurückgezogen. Dies ist dadurch erreicht, dass sich zwischen Lot **5** und Chipkante eine vollständig umlaufende, elektrisch isolierende dielektrische Schicht **10** befindet. Da das Weichlot **5** sich nur mit den Stellen des Chips verbindet, die aus der nicht eingezeichneten Chipmetallisierung bestehen, bildet sich eine Lotschicht auch nur an den Stellen aus, die nicht von der isolierenden Schicht **10** bedeckt sind. Die lötfähige Chipmetallisierung ist in **Fig. 3** der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet. Die lötfähige Schicht auf der Vorderseite des Halbleiters kann sich auch etwas über die dielektrische Schicht **10** erstrecken. Als isolierende Schichten können dünne, in der Halbleitertechnik übliche Materialien wie thermische Oxide, Low Temperature Oxides (LTO), dotierte Siliziumgläser wie BSPG, Siliziumnitridschichten usw., bzw. Schichtenfolgen davon, eingesetzt werden. Der Halbleiterchip **3** weist eine mit **d** bezeichnete Chipdicke auf. Tritt nun während des Betriebs mit Temperaturwechselbelastung ein Lotkriechen auf, kann das Lot bis zur Chipkante kriechen. Wenn das Lot **5** über die Zone **10** zum Chiprand gewandert ist, kann ein Kurzschluss mit dem Silizium auftreten. Bei Bauelementen, die einen pn-Übergang am Chiprand haben, muss das Lot auch noch diesen Abstand überwinden, bevor der Kurzschluss auftritt.

**[0010]** In **Fig. 3** befindet sich die Lotschicht **5** in Kontakt mit dem Kopfdraht **6**, die Lotschicht **4** in Kontakt mit dem Sockel **1**. Selbstverständlich können die Seiten auch vertauscht werden, so dass die zurückgezogene Lotschicht **5** mit dem Sockel **1** in Berührung kommt.

**[0011]** Eine Einpressdiode mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen weist demgegenüber den Vorteil auf, dass ein Auslaufen der Verbindungsschicht beim Herstellen von Einpressdioden verhindert wird, dass ein Kriechen der Verbindungsschicht erschwert ist und dass die Temperaturwechselfestigkeit der Einpressdiode weiter erhöht ist. Diese Vorteile werden im Wesentlichen dadurch erreicht, dass bei einer Einpressdiode, die einen durch eine Verbindungsschicht zwischen einem Sockel und einem Kopfdraht befestigten Halbleiterchip aufweist, wobei die Verbindungsschicht zumindest auf der Chipvorderseite relativ zum Chipaußenrand umlaufend zurückgezogen ist und wobei sich über dem Verbindungsschichtfreien Bereich des Halbleiterchips eine erste vollständig umlaufende, isolierende Kunststoffschicht befindet, eine zweite vollständig umlaufende, isolierende Kunststoffschicht vorgesehen ist, die den radial innenliegenden Endbereich der ersten Kunststoffschicht überlappt.

**[0012]** Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sowie weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus deren nachfolgender, beispielhafter Erläuterung anhand der **Fig. 4** bis **Fig. 7**. Dabei zeigt

**[0013]** **Fig. 4** eine Querschnittsdarstellung eines Teils einer Einpressdiode mit herausgedrücktem Lot,

**[0014]** **Fig. 5** eine Querschnittsdarstellung eines Teils einer Einpressdiode gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel für die Erfindung,

**[0015]** **Fig. 6** ein Weibull-Diagramm zur Veranschaulichung von Ausfallwahrscheinlichkeiten von Einpressdioden und

**[0016]** **Fig. 7** eine Querschnittsdarstellung eines Teils einer Einpressdiode gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel für die Erfindung.

**[0017]** Die Erfinder haben erkannt, dass bei einer Produktion von Einpressdioden, wie sie in der **Fig. 3** veranschaulicht sind, die Lotschicht **5** über die isolierende Schicht **10** gedrückt wird. Dies ist in der **Fig. 4** gezeigt, aus welcher ersichtlich ist, dass die Lotschicht **5** schon nach dem Lötprozess die isolierende Schicht **10** um eine Strecke (**C-D**) überlappt, wobei **C** der Kriechweg des Lotes im Falle einer Nichtüberlappung und **D** der Kriechweg des Lotes im Falle einer Überlappung ist. Folglich tritt aufgrund der genannten Überlappung eine Reduzierung des Kriechweges auf, durch welche die Temperaturwechselfestigkeit der bekannten Einpressdiode reduziert wird.

**[0018]** Diese Überlappung der Lotschicht **5** über die isolierende Schicht **10** kann auf unterschiedliche Ur-

sachen zurückgeführt werden. Dazu gehören beispielsweise ein Ausüben von Druck auf den Kopfdraht während des Lötens, Streuungen im Lötprozess, Schwankungen der Oberflächengüte des Sockels **1** oder des Kopfdrahtes **6** (siehe **Fig. 1**). Außerdem besteht die Möglichkeit, dass die Bestandteile der Einpressdiode während des Fügens in unerwünschter Weise verkippen.

**[0019]** Bei einer Einpressdiode mit den erfindungsgemäßen Merkmalen wird in vorteilhafter Weise ein Auftreten von herausgedrücktem Lot verringert und in vielen Fällen sogar ganz verhindert. Des Weiteren wird die Anfälligkeit gegenüber Prozessschwankungen bei einer Herstellung von Einpressdioden verringert. Ferner wird die Temperaturwechselfestigkeit gegenüber bekannten Einpressdioden weiter erhöht.

**[0020]** Die **Fig. 5** zeigt eine Querschnittsdarstellung eines Teils einer Einpressdiode gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel für die Erfindung, wobei in der **Fig. 5** dieselben Bezugszeichen verwendet sind wie bei den vorherigen Figuren. Bei der anhand der **Fig. 5** veranschaulichten Einpressdiode ist zusätzlich zu der ersten umlaufenden, isolierenden Schicht **10**, bei der es sich um eine Kunststoffschicht handelt, eine zweite umlaufende, isolierende Schicht **11** vorgesehen, bei der es sich ebenfalls um eine Kunststoffschicht handelt.

**[0021]** Die erste Kunststoffschicht **10** weist beispielsweise eine Dicke im Bereich von 1  $\mu\text{m}$  bis 2  $\mu\text{m}$  auf. Die zweite Kunststoffschicht **11** ist mit einer Breite **F** auf dem Wafer abgeschieden. Sie überlappt die erste Kunststoffschicht **10** um die Strecke (**F-E**) sowie eine vorgesehene, aber nicht eingezeichnete lötfähige Chipmetallisierung um eine Weite **E**. Die zweite Kunststoffschicht **11** besteht vorzugsweise aus Polyimid. Sie kann beispielsweise eine Dicke, die im Bereich zwischen 5  $\mu\text{m}$  und 10  $\mu\text{m}$  liegt, eine Breite **F** von 240  $\mu\text{m}$  und einen Überlappungsbereich mit der lötfähigen Metallisierung **E** von 50  $\mu\text{m}$  aufweisen. Alternativ zu Polyimid kann die zweite Kunststoffschicht **11** auch aus einem anderen temperaturfesten Hochleistungskunststoff bestehen.

**[0022]** Die nicht eingezeichnete Metallisierung auf der Vorderseite des Halbleiterchips kann sich auch wieder etwas über die dielektrische Schicht **10** erstrecken. Wesentlich ist, dass sie mit einer Weite **E** von der Polyimidschicht **11** überlappt wird. Die Breite **F** weist im Allgemeinen einen Wert auf, der größer ist als die Lotschichtdicke **dL**. Wird beim Lötprozess das Lot innerhalb der vollständig umlaufenden Polyimidschicht **11**, die einen vollständig umlaufenden Ring bildet, platziert und aufgeschmolzen, wird das Lot während des Lötprozesses sicher im Bereich innerhalb der Polyimid-Umschließung gehalten. Ein Auslaufen des Lotes wird mittels der erfindungsgemäßen Maßnahme sicher verhindert. Der Lötprozess

ist deswegen wesentlich weniger anfällig gegenüber Schwankungen.

**[0023]** Beispielsweise kann auch bei zu hohen Löttemperaturen das übliche Auslaufen des Lots unterdrückt werden.

**[0024]** Eine Verbesserung der Lötqualität durch Einführung eines Polyimidrings wirkt sich in einer deutlichen Verbesserung des Temperaturwechselverhaltens aus. In **Fig. 6** ist das Ergebnis aus aktiven Temperaturwechseltests in Form einer Weibullverteilung graphisch dargestellt. Dabei ist der prozentuale Ausfall (Ausfallwahrscheinlichkeit **W**) als Funktion der Zyklenzahl **N** dargestellt. Im gezeigten Beispiel wurden erfindungsgemäße Einpressdioden gemäß **Fig. 5** sowie bekannte Einpressdioden gemäß **Fig. 3** einem aktiven Temperaturwechsel zwischen 70°C und 200°C unterzogen. Man erkennt anhand der Verläufe **K1** und **K2**, dass sich durch Einbringen eines Polyimidrings **11** die Steigung der Weibull-Geraden deutlich erhöht, wie aus dem Verlauf **K1** ersichtlich ist. Das bedeutet, dass bei erfindungsgemäßen Einpressdioden weniger Frühausfälle auftreten. Die vorteilhafte, höhere Steigung ist auf die verbesserte Temperaturwechselfestigkeit durch den Polyimidring **11** zurückzuführen, der ein Auslaufen des Lots beim Lötens und ein Kriechen des Lotes verhindert. Der Verlauf **K2** charakterisiert den Verlauf der Ausfallwahrscheinlichkeit bei einer Einpressdiode ohne die erfindungsgemäße zweite Kunststoffschicht **11**.

**[0025]** Eine zweite Ausführungsform der Erfindung ist in der **Fig. 7** aufgezeigt. Zusätzlich zu der Anordnung nach **Fig. 5** ist ein zweiter, vollständig umlaufender, dicker Kunststoffring **12** der Breite **H**, der einen Abstand **G** zum inneren Kunststoffring **11** aufweist, auf der dielektrischen Schicht **10** aufgebracht. Die Breite **H** kann zum Beispiel 50  $\mu\text{m}$ , die Breite **F** gleich 140  $\mu\text{m}$ , der Überlapp **E** 50  $\mu\text{m}$  und der Abstand **G** 50  $\mu\text{m}$  betragen. Natürlich können die Maße auch anders gewählt werden. Diese Ausführungsform verlängert den Kriechweg und behindert so das Lotkriechen noch weiter.

**[0026]** Grundsätzlich können auch weitere durch einen Abstand getrennte Schichten analog zur Schicht **12** aufgebracht sein, so dass beispielsweise drei oder vier vollständig umlaufende Schichten aus einem Hochleistungskunststoff am Rand des Chips vorliegen.

**[0027]** In allen erfindungsgemäßen Anordnungen ist es vorteilhaft, dass die zweite umlaufende Kunststoffschicht **11** bzw. die weiteren Kunststoffschichten **12** nicht exakt am Chiprand enden, sondern in einem gewissen Abstand vom Chiprand. Beispielsweise beträgt im Fall des Ausführungsbeispiels nach **Fig. 5** der Abstand [**C-(F-E)**]. Beim Vereinzeln der

Chips auf dem Wafer muss nämlich sichergestellt sein, dass das Sägeblatt nicht die Kunststoffschicht durchschneidet. Andernfalls muss mit erhöhten Siliziumausbrüchen an der Schnittkante gerechnet werden. Diese Einschränkung muss für die dünne dielektrische Schicht **10** nicht eingehalten werden.

**[0028]** Nach alledem wird durch die vorliegende Erfindung eine Einpressdiode bereitgestellt, bei welcher eine zweite, vollständig umlaufende, isolierende Kunststoffschicht auf dem Halbleiterchip derart aufgebracht ist, dass ein am Chiprand auftretendes Auslaufen des Lotes beim Lötprozess verhindert wird, ein Lotkriechen erschwert ist und die Temperaturwechselfestigkeit der Einpressdiode erhöht ist. Dabei kann anstelle der beschriebenen Lotschicht **5** auch eine Sinterschicht als Verbindungsschicht verwendet werden. Bei der Einpressdiode handelt es sich beispielsweise um eine Schottkydiode, insbesondere eine Trench-MOS-Barrier-Schottky-Diode oder um eine Trench-Junction-Barrier-Schottky-Diode. Als Halbleitermaterial kann neben Silizium auch ein Wide Band Gap Halbleiter verwendet werden, insbesondere Halbleitermaterialien aus SiC oder GaN.

**[0029]** Einpressdioden gemäß der Erfindung können insbesondere als Gleichrichterioden in Wechselstromgeneratoren, als besonders temperaturwechselfeste Gleichrichterioden in Wechselstromgeneratoren mit Rekuperationsbetrieb oder als besonders temperaturwechselfeste Bypass-Dioden in Solarmodulen Verwendung finden.

**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 102010028196 A1 [0008]

**Patentansprüche**

1. Einpressdiode, die einen durch eine Verbindungsschicht zwischen einem Sockel und einem Kopfdraht befestigten Halbleiterchip aufweist, wobei die Verbindungsschicht zumindest auf der Chipvorderseite relativ zum Chipaußenrand umlaufend zurückgezogen ist und wobei sich über dem Verbindungsschichtfreien Bereich des Halbleiterchips eine erste umlaufende, isolierende Kunststoffschicht befindet, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite vollständig umlaufende, isolierende Kunststoffschicht (11) vorgesehen ist, die den radial innenliegenden Endbereich der ersten Kunststoffschicht (10) überlappt.

2. Einpressdiode nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Kunststoffschicht (11) aus einem Hochleistungskunststoff besteht.

3. Einpressdiode nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Kunststoffschicht (11) aus Polyimid besteht.

4. Einpressdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Kunststoffschicht (11) eine größere Schichtdicke als die erste Kunststoffschicht (10) aufweist.

5. Einpressdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie weitere umlaufende, isolierende Kunststoffschichten (12) aufweist, deren Schichtdicke größer ist als die Schichtdicke der ersten Kunststoffschicht (10).

6. Einpressdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schichtdicke der zweiten und jeder weiteren Kunststoffschicht im Bereich zwischen 3  $\mu\text{m}$  und 20  $\mu\text{m}$  liegt.

7. Einpressdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Weite (F) der zweiten Kunststoffschicht größer ist als die Dicke (dL) der Verbindungsschicht (5).

8. Einpressdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite und/oder eine der weiteren Kunststoffschichten (11, 12) vollständig auf der ersten Kunststoffschicht (10) positioniert ist.

9. Einpressdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Halbleitermaterial Silizium oder ein Wide Band Gap Halbleiter verwendet ist.

10. Einpressdiode nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Halbleitermaterial SiC oder GaN verwendet ist.

11. Einpressdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsschicht eine Lotschicht oder eine Sinterschicht ist.

12. Einpressdiode nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einpressdiode eine Schottkydiode ist.

13. Einpressdiode nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Schottky-Diode eine Trench-MOS-Schottky-Diode oder eine Trench-Junction-Barrier-Schottky-Diode verwendet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

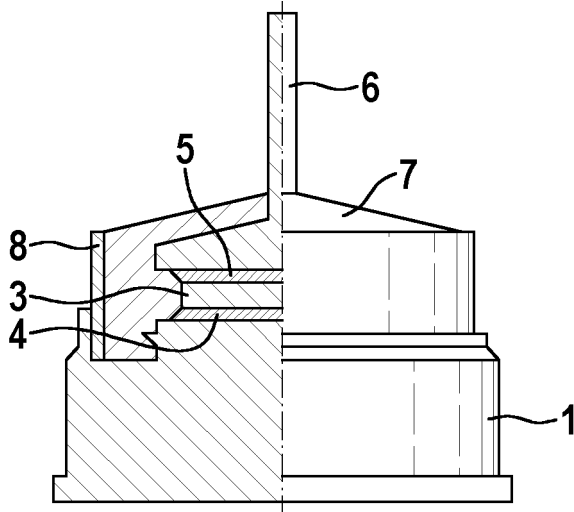


Fig. 1

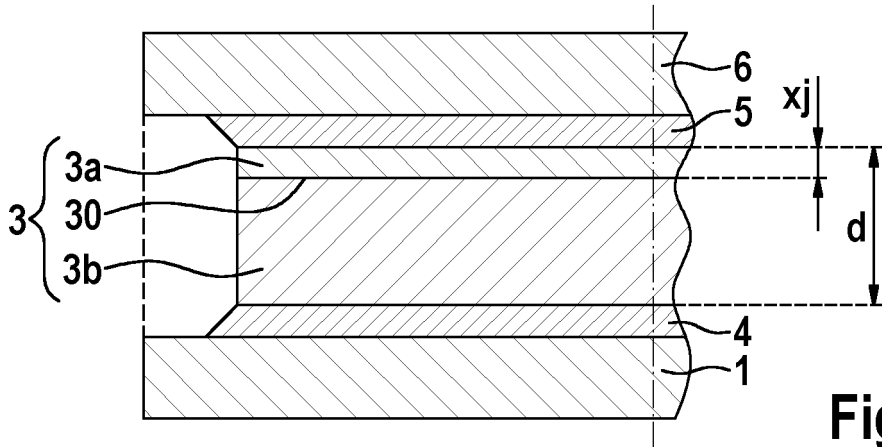


Fig. 2

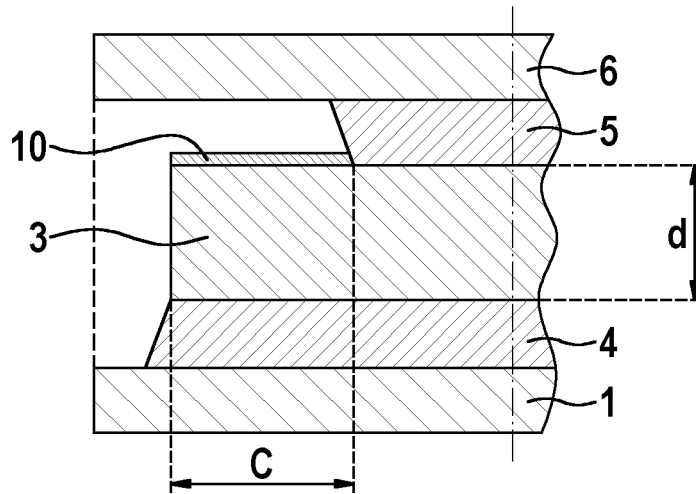
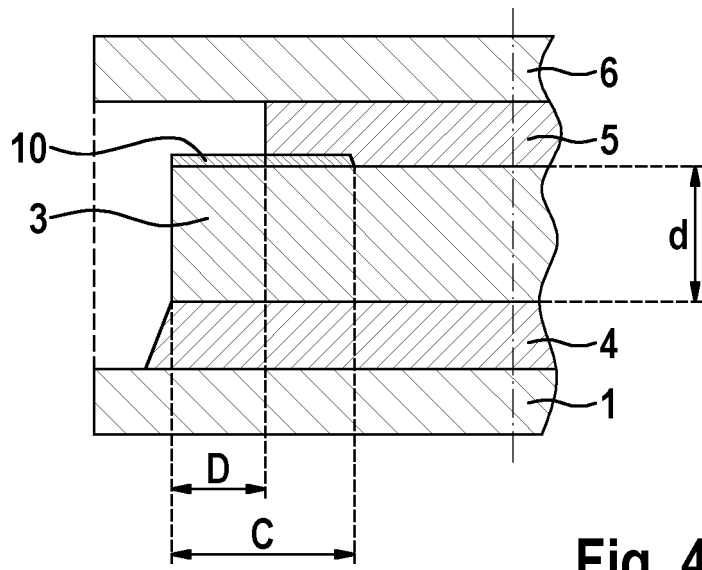
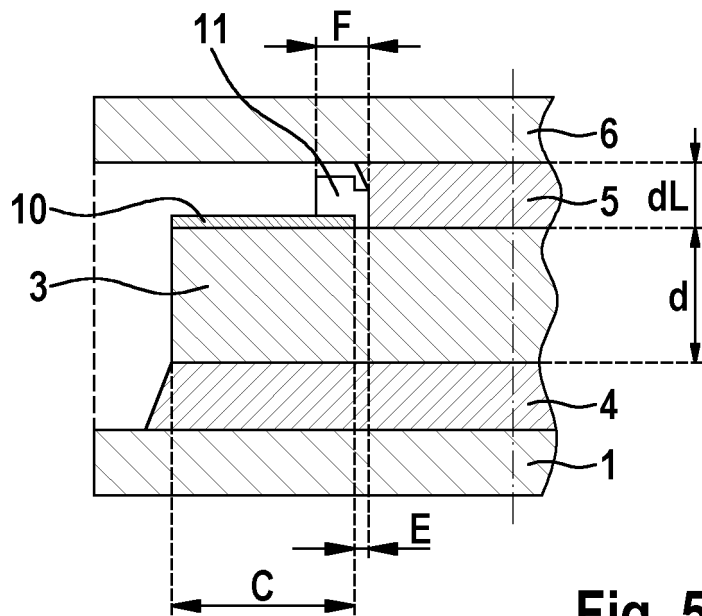


Fig. 3





**Fig. 4**



**Fig. 5**

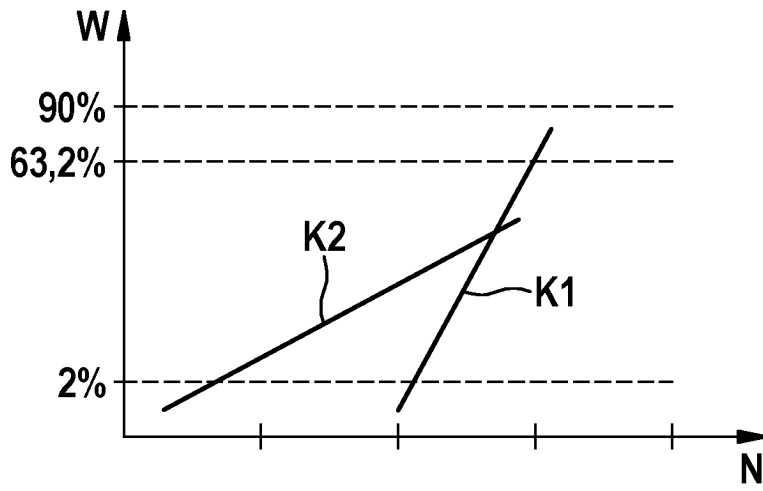


Fig. 6

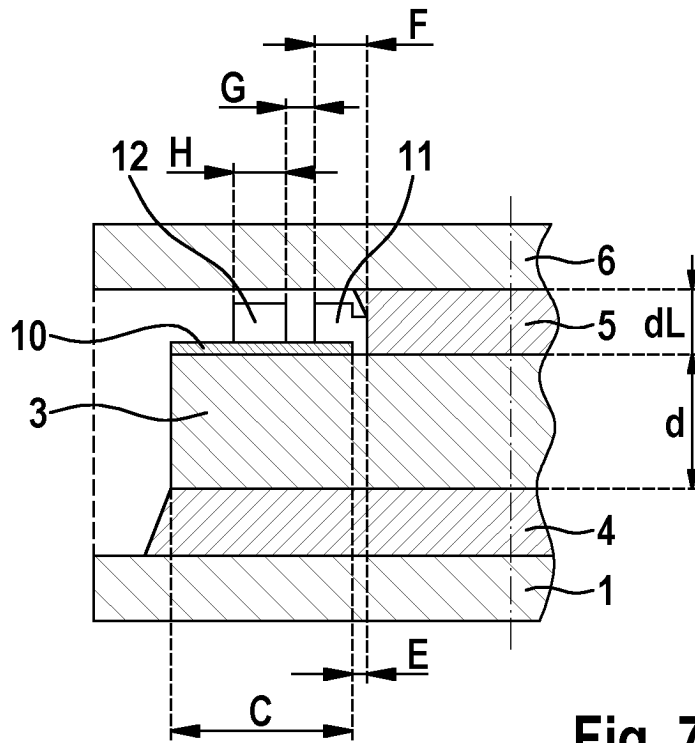


Fig. 7