(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2017 008 386 B4** 2025.06.12

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **11 2017 008 386.9**
(22) Anmeldetag: **12.06.2017**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **12.06.2025**

(51) Int Cl.: ***H01L 21/52*** (2006.01)
H01L 21/60 (2006.01)
H01L 23/36 (2006.01)
H01L 23/40 (2006.01)
H10D 80/20 (2025.01)
H01L 25/18 (2023.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2016-118177 14.06.2016 JP

(62) Teilung aus:
11 2017 002 961.9

(73) Patentinhaber:
Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, 80538 München, DE

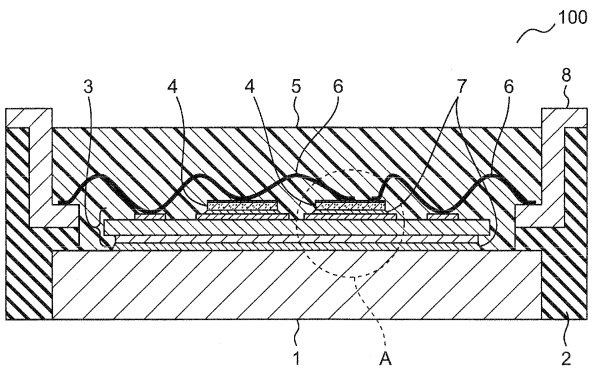
(72) Erfinder:
Yanagimoto, Tatsunori, Tokyo, JP; Asada, Shinsuke, Tokyo, JP; Tokubo, Koichi, Tokyo, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	**2015 / 0 200 181**	**A1**
US	**2016 / 0 035 691**	**A1**
US	**2016 / 0 113 107**	**A1**
JP	**H11 - 186 331**	**A**

(54) Bezeichnung: **LEISTUNGS-HALBLEITEREINHEIT**

(57) Hauptanspruch: Leistungs-Halbleitereinheit (100), die Folgendes aufweist:
- eine Metallschicht (3),
- ein Halbleiterelement (4), das über eine Lotschicht (7) an die Metallschicht (3) gebondet ist, und
- einen Draht-Höcker (9), der sich in der Richtung in der Ebene der Lotschicht (7) erstreckt und an die Metallschicht (3) gebondet ist,
- wobei eine Legierung aus dem Material des Draht-Höckers (9) und dem Material der Lotschicht (7) an der Grenzfläche zwischen dem Draht-Höcker (9) und der Lotschicht (7) angeordnet ist und
- wobei der Draht-Höcker (9) nur durch einen Wedge-Bond-Verbindungsbereich an die Metallschicht (3) gebondet ist.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Leistungs-Halbleitereinheit und bezieht sich insbesondere auf eine Leistungs-Halbleitereinheit, bei der ein Draht-Höcker, der aus einem Material hergestellt ist, das eine Legierung mit einem Material einer Lotschicht bilden kann, an einer vorgegebenen Position angeordnet ist.

STAND DER TECHNIK

[0002] Bei einer herkömmlichen Leistungs-Halbleitereinheit wird zum Beispiel, wenn eine Basisplatte und ein isolierendes Substrat mit einem Lot gebondet werden, zur Bildung eines Draht-Höckers ein hauptsächlich aus Al oder Cu bestehender Draht durch Wedge-Bonden an einer Kupfer-Platte angebracht, um die Dicke einer Lotschicht gleichmäßig zu gestalten (siehe zum Beispiel JP H11- 186 331 A und JP 5 542 567 B2).

[0003] Die US 2015 / 0 200 181 A1 zeigt eine Halbleitervorrichtung, die das Folgende aufweist: einen Halbleiterchip; ein Elektrodenpad, das aus einem Aluminium enthaltenden Metallmaterial hergestellt und auf einer oberen Oberfläche des Halbleiterchips ausgebildet ist; eine Elektrodenleitung, die an einer Peripherie des Halbleiterchips angeordnet ist; einen Bonddraht mit einem sich linear erstreckenden Hauptkörperbereich und mit einem Pad-Bond-Bereich und einem Lead-Bond-Bereich, die an den jeweiligen Enden des Hauptkörperbereichs ausgebildet und mit dem Elektrodenpad bzw. der Elektrodenleitung verbunden sind; und ein Harzpaket, das den Halbleiterchip, die Elektrodenleitung und den Bonddraht versiegelt. Dabei ist der Bonddraht aus Kupfer hergestellt und das gesamte Elektroden-Pad und der gesamte Pad-Bond-Bereich sind integral mit einer wasserundurchlässigen Schicht bedeckt.

[0004] Die US 2016 / 0 113 107 A1 zeigt ein Leistungsmodul, welches ein Substrat, einen Leistungschip, ein Bindematerial und mindestens einen Abstandshalter aufweist. Das Substrat enthält eine schaltungsgemusterte Schicht. Der Leistungschip ist durch das Bindematerial mit der schaltungsgemusterten Schicht verbunden. Der Abstandshalter befindet sich zwischen der schaltungsgemusterten Schicht und dem Leistungschip, um den Leistungschip in einem Abstand von der schaltungsgemusterten Schicht zu halten.

[0005] Die US 2016 / 0 035 691 A1 zeigt eine Halbleitervorrichtung mit einer Legierungsschicht, die zwischen einer ersten Ag-Schicht, die auf einer Montageplatte oder Leiterplatte gebildet ist, und einer zweiten Ag-Schicht angeordnet ist, die auf einem Halbleiterelement gebildet ist. Dabei enthält die Legierungsschicht eine intermetallische Verbindung von Ag_3Sn, die durch Ag-Komponenten der ersten Ag-Schicht und der zweiten Ag-Schicht und Sn gebildet ist. Eine Vielzahl von Drähten, die Ag enthalten, sind so angeordnet, dass sie sich von einer nach außen weisenden Umgebung der Legierungsschicht erstrecken.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Durch die Erfindung zu lösende Probleme

[0006] In den letzten Jahren besitzen Leistungs-Halbleitereinheiten in Reaktion auf die Forderung nach einer Verkleinerung und einer hohen Ausgangsleistung eine zunehmend höhere interne Stromdichte und müssen bei einer hohen Temperatur funktionieren. Somit ist es notwendig, in einem Halbleiterelement erzeugte Wärme effizienter zu einer Basisplatte zu transferieren, um die Wärme abzuführen. Es ist außerdem notwendig, die Fortentwicklung von Rissen zu unterbinden, wenn sich Risse in einer Lotschicht bilden, die ein Halbleiterelement und ein isolierendes Substrat oder ein isolierendes Substrat und eine Basisplatte verbindet.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, eine Leistungs-Halbleitereinheit anzugeben, die auch bei einem Betrieb mit hoher Temperatur eine hohe Zuverlässigkeit und eine hohe thermische Leitfähigkeit aufweist.

Mittel zum Lösen der Probleme

[0008] Die Lösung der Aufgabe erfolgt durch eine Leistungs-Halbleitereinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1, durch eine Leistungs-Halbleitereinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 2, sowie durch eine Leistungs-Halbleitereinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 3. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen 4 bis 12.

Effekte der Erfindung

[0009] Bei der Leistungs-Halbleitereinheit gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Schichtdicke der Lotschicht, wie vorstehend beschrieben, durch die Draht-Höcker gleichmäßig gestaltet werden, und außerdem kann das Auftreten von Hohlräumen in der Lotschicht verhindert werden. Ferner kann die Fortentwicklung von Rissen in der Lotschicht aufgehalten oder verlangsamt werden, so dass eine Leistungs-Halbleitereinheit mit einer hohen Zuverlässigkeit und einer hohen thermischen Leitfähigkeit angegeben werden kann.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] In den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht einer Leistungs-Halbleitereinheit gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine vergrößerte Schnittansicht eines Bereichs A der Leistungs-Halbleitereinheit gemäß **Fig.** 1;

Fig. 3A eine vergrößerte Schnittansicht eines Bereichs der Leistungs-Halbleitereinheit gemäß **Fig.** 2;

Fig. 3B eine vergrößerte Schnittansicht eines Bereichs der Leistungs-Halbleitereinheit gemäß **Fig.** 2;

Fig. 4A eine Draufsicht, die eine Anordnung von Draht-Höckern der Leistungs-Halbleitereinheit gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 4B eine Draufsicht, die eine weitere Anordnung von Draht-Höckern der Leistungs-Halbleitereinheit gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 4C eine Draufsicht, die noch eine weitere Anordnung von Draht-Höckern der Leistungs-Halbleitereinheit gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 5 eine Schnittteilansicht einer Leistungs-Halbleitereinheit gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6A eine Draufsicht, die eine Anordnung von Draht-Höckern der Leistungs-Halbleitereinheit gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 6B eine Schnittansicht entlang einer Richtung A-A in **Fig.** 6A.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

Erste Ausführungsform

[0011] **Fig.** 1 ist eine Schnittansicht einer Leistungs-Halbleitereinheit, die als Ganzes mit 100 bezeichnet ist, gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig.** 2 ist eine vergrößerte Schnittansicht des Bereichs A, der in **Fig.** 1 von einer durchbrochenen Linie eingefasst ist.

[0012] Die Leistungs-Halbleitereinheit 100 weist eine Basisplatte 1 auf. Die Basisplatte 1 ist zum Beispiel aus Cu hergestellt. An der oberen Oberfläche der Basisplatte 1 ist mittels einer Lotschicht 7 ein isolierendes Substrat 3 befestigt. Die Lotschicht 7 besteht zum Beispiel aus Sn.

[0013] Wie in **Fig.** 2 gezeigt, weist das isolierende Substrat 3 ein isolierendes Element 3b und Leiterschichten 3a, 3c auf, die auf der vorderen Oberfläche beziehungsweise der rückwärtigen Oberfläche des isolierenden Elements 3b angeordnet sind. Das isolierende Element 3b ist zum Bespiel aus Aluminiumnitrid hergestellt, und die Leiterschichten 3a und 3c bestehen aus einem Metall, wie zum Beispiel Kupfer. An der Leiterschicht 3a des isolierenden Substrats 3 ist mittels der Lotschicht 7 ein Halbleiterelement 4 befestigt. Bei dem Halbleiterelement 4 handelt es sich um ein Leistungs-Halbleiterelement (eine Leistungseinheit), wie beispielsweise einen MOSFET oder einen IGBT. Wie in **Fig.** 1 gezeigt, ist das Halbleiterelement 4, das zum Beispiel aus einer Schottky-Barrier-Diode besteht, an der anderen Leiterschicht 3a befestigt.

[0014] Der Umfang der Basisplatte 1 ist von einem Gehäuse 2 umgeben, das zum Beispiel aus einem Polyphenylsulfid-Harz (PPS) oder einem Polybutylenterephthalat-Harz (PBT) hergestellt ist. Am äußeren Rand des Gehäuses 2 ist ein Leitungsanschluss 8 angeordnet. Der Anschluss 8 besteht zum Beispiel aus Kupfer oder Aluminium.

[0015] Eine (nicht gezeigte) Elektrode des Halbleiterelements 4 und der Anschluss 8 sind mittels eines Bonding-Drahts 6 elektrisch verbunden. Der Bonding-Draht 6 besteht zum Beispiel aus Kupfer oder Aluminium. Ferner ist das Innere des Gehäuses 2 mit einem Abdichtungsmaterial 5 gefüllt, so dass das Halbleiterelement 4 und der Bonding-Draht 6 eingebettet sind. Das Abdichtungsmaterial 5 besteht zum Beispiel aus einem Silikon-Gel.

[0016] Wie in **Fig.** 2 gezeigt, ist ein Draht-Höcker 9 als Abstandshalter in der Lotschicht 7 angeordnet, welche die Leiterschicht 3a und das Halbleiterelement 4 verbindet. Der Draht-Höcker 9 ist aus einem Material hergestellt, das in der Lage ist, unter der Bonding-Bedingung der Lotschicht 7 eine Legierung mit dem Material der Lotschicht 7 zu bilden.

[0017] Der Draht-Höcker 9 muss nur in der Lotschicht 7 angeordnet sein, welche die Leiterschicht 3a mit dem Halbleiterelement 4 verbindet; ein Bonding von Verbindungsbereichen 9a, 9b an beiden Enden einer Drahtschleife 9d mit der Leiterschicht 3a durch Wedge-Bonding ist jedoch bevorzugt, wie zum Beispiel in **Fig.** 3A gezeigt, da keine positionelle Abweichung auftritt.

[0018] Wie vorstehend beschrieben, wird der Draht-Höcker 9 mittels eines Bonding-Drahts gebildet, der durch Wedge-Bonding fest an die Leiterschicht 3a des isolierenden Substrats 3 gebondet wird. **Fig.** 3B ist eine Schnittansicht des Draht-Höckers 9 in einer Richtung von dem Verbindungsbereich 9a zu dem Verbindungsbereich 9b (auf die im Folgenden als eine „Längsrichtung“ Bezug genommen wird). Wie aus **Fig.** 3b ersichtlich, ist der Draht-Höcker 9 bevorzugt aus einem Bonding-Draht hergestellt, bei dem die Verbindungsbereiche 9a, 9b an beiden Enden an die Leiterschicht 3a gebondet sind, und ferner befindet sich, um die Höhe des Draht-Höckers 9 gleichmäßig zu gestalten, bevorzugt ein sandwichartig zwischen den Verbindungsbereichen 9a, 9b angeordneter Drahtschleifenbereich 9c in Kontakt mit der Leiterschicht 3a.

[0019] Es ist wünschenswert, dass der Abstand zwischen den zwei Wedge-Bond-Verbindungsbereichen 9a, 9b gleich 2,0 mm oder geringer ist. Dies liegt daran, dass dann, wenn der Abstand größer als 2,0 mm ist, es aufgrund einer Zugspannung des Bonding-Drahts schwierig ist, den Drahtschleifenbereich 9c so anzuordnen, dass er sich in Kontakt mit der Leiterschicht 3a befindet, wenn das eine Ende des Bonding-Drahts durch Wedge-Bonden an der Halbleiterschicht 3a angebracht wird und dann das andere Ende durch Wedge-Bonden angebracht wird.

[0020] Wenn beide Enden des einen Draht-Höckers 9 durch Wedge-Bonden angebracht werden und ferner eine Mehrzahl von Stitch-Bond-Verbindungsbereichen dazwischen vorhanden ist, wird eine Drahtschleife mittels der Zugspannung des Drahts gebildet, und es wird schwierig, die Höhe des Höckers zu steuern, und daher sind der Abstand zwischen dem Wedge-Bond-Verbindungsbereich und dem Stitch-Bond-Verbindungsbereich sowie der Abstand zwischen benachbarten Stitch-Bond-Verbindungsbereichen jeweils bevorzugt gleich 2,0 mm.

[0021] Es ist anzumerken, dass es möglich ist, dass der Draht-Höcker 9 lediglich mit einem Verbindungsbereich 9a (oder 9b) an die Leiterschicht 3a gebondet ist.

[0022] Der obere Bereich des Draht-Höckers 9 befindet sich in Kontakt mit der rückwärtigen Oberfläche des Halbleiterelements 4, und der Draht-Höcker 9 trägt das Halbleiterelement 4.

[0023] Die **Fig.** 4A bis 4C zeigen die Anordnung der Draht-Höcker 9 auf der Leiterschicht 3a. Die **Fig.** 4A bis 4C sind Draufsichten in einem Zustand, in dem die Draht-Höcker 9 an die Leiterschicht 3a gebondet sind, und lassen einen Bereich oberhalb der Lotschicht 7 weg. Ferner zeigen gestrichelte Linien 10 einen Halbleiterelement-Montagebereich an, der durch vertikales Projizieren des Halbleiterelements 4 auf die Leiterschicht 3a erhalten wird, und das Halbleiterelement 4 wird auf diesem Bereich platziert.

[0024] Wie in **Fig.** 4A gezeigt, sind die Draht-Höcker 9 an den vier Ecken des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 so angeordnet, dass die Längsrichtung der Draht-Höcker 9 gleich einer diagonalen Richtung des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 ist. Die Draht-Höcker 9 können auf einer diagonalen Linie des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 angeordnet sein oder können so angeordnet sein, dass sie sich nicht auf einer diagonalen Linie befinden, sondern dass sie sich parallel zu der diagonalen Linie befinden.

[0025] Auf diese Weise kann die Schichtdicke der Lotschicht 7 durch Anordnen der Draht-Höcker 9 an den vier Ecken oder in der Nähe der vier Ecken des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 für ein Tragen des Halbleiterelements gleichmäßiger gestaltet werden.

[0026] Da der Draht-Höcker herkömmlicherweise aus einem Al-Draht oder dergleichen gebildet wird, der mit dem Lot 7a keine Legierung bildet, erfolgte darüber hinaus keine Benetzung mit dem Lotmaterial und keine Verteilung desselben um den Draht-Höcker herum, und in der Lotschicht 7 wurden Hohlräume erzeugt. Dagegen wird der Draht-Höcker 9 bei der Leistungs-Halbleitereinheit 100 gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie vorstehend beschrieben, aus einem Material gebildet, das in der Lage ist, mit dem Lotmaterial der Lotschicht 7 unter der Bildungsbedingung für die Lotschicht 7 eine Legierung zu bilden. Somit erfolgt auch eine Benetzung mit dem Lotmaterial und eine Verteilung desselben um den Draht-Höcker 9 herum, so dass die Entstehung von Hohlräumen verhindert werden kann. Ferner kann an der Grenzfläche zwischen dem Draht-Höcker 9 und der Lotschicht 7 eine Legierung gebildet werden.

[0027] Der Durchmesser des für den Draht-Höcker 9 verwendeten Drahts ist bevorzugt gleich etwa 100 µm, um die Dicke der Lotschicht 7 zwischen dem isolierenden Substrat 3 und dem Halbleiterelement 4 jedoch zur Verbesserung der Lebensdauer des Verbindungsbereichs zu vergrößern, kann ein Draht mit einem Durchmesser von zum Beispiel 150 µm verwendet werden.

[0028] Um dagegen die in dem Halbleiterelement 4 erzeugte Wärme effizient von der Basisplatte 1 nach außen abzuführen, ist die Lotschicht 7 bevorzugt so dünn wie möglich, und um die Schichtdicke der Lotschicht 7 zum Beispiel auf etwa 50 µm festzulegen, kann der Durchmesser des für den Draht-Höcker 9 verwendeten Drahts zum Beispiel gleich etwa 50 µm sein.

[0029] Daher kann die Neigung des Halbleiterelements 4 bei der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wie in **Fig.** 4A gezeigt, durch Anordnen der Draht-Höcker 9 an den vier Ecken oder in der Nähe der vier Ecken des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 verhindert werden, und die Schichtdicke der Lotschicht 7, welche die Leiterschicht 3a des isolierenden Substrats 3 mit dem Halbleiterelement 4 verbindet, kann gleichmäßiger gestaltet werden.

[0030] Ferner können, wie in **Fig.** 4B gezeigt, zusätzlich zu der Anordnung von **Fig.** 4A vier Draht-Höcker 19 auf diagonalen Linien des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 angeordnet sein. Die vier Draht-Höcker 19 sind bevorzugt äquidistant zu dem Schnittpunkt der diagonalen Linien angeordnet. In **Fig.** 4B handelt es sich bei der Längsrichtung des Draht-Höckers 19 um eine Richtung parallel zu einer Seite des Halbleiterelement-Montagebereichs 10, es kann jedoch auch eine andere Richtung verwendet werden. Die Anzahl der Draht-Höcker 19 ist nicht auf vier beschränkt, es ist jedoch bevorzugt, die Draht-Höcker 19 in gleichen Abständen auf den diagonalen Linien anzuordnen.

[0031] Wenn das Halbleiterelement 4 zum Beispiel mit einer Substrat-Bond-Verbindung an der Leiterschicht 3a angebracht wird, kann sich das Halbleiterelement 4 aufgrund der applizierten Wärme verwerfen oder verziehen, das Verwerfen oder Verziehen des Halbleiterelements 4 kann jedoch unterbunden werden, indem der Draht-Höcker 19 so angeordnet wird, dass die Schichtdicke der Lotschicht 7 gleichmäßig gestaltet werden kann.

[0032] Es ist anzumerken, dass die Draht-Höcker 19 nur relativ gleichmäßig in dem Halbleiterelement-Montagebereich 10 angeordnet werden müssen und es keine spezielle Beschränkung in Bezug auf die Position, die Anzahl und die Anordnungsrichtung derselben gibt.

[0033] Ferner können die Draht-Höcker 9 von **Fig.** 4B, wie in **Fig.** 4C gezeigt, derart angeordnet sein, dass die Längsrichtung derselben senkrecht zu der diagonalen Linie des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 verläuft.

[0034] Im Allgemeinen konzentrieren sich während eines Betriebs des Halbleiterelements 4 aufgrund des Unterschieds der linearen Ausdehnungskoeffizienten zwischen dem Halbleiterelement 4 und dem isolierenden Substrat 4 in der Lotschicht 7 erzeugte Spannungen in der Nähe der vier Ecken der Lotschicht 7 des Halbleiterelement-Montagebereichs 10, und dort beginnt eine Rissbildung in der Lotschicht 7.

[0035] Bei der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Draht-Höcker 9 aus einem Material hergestellt, das in der Lage ist, mit dem Lotmaterial der Lotschicht 7 eine Legierung zu bilden. In einem üblichen Lot-Bonding-Prozess wird dann an der Grenzfläche zwischen der Lotschicht 7 und dem Draht-Höcker 9 eine Legierung gebildet, wie beispielsweise Cu_6Sn_5 oder Cu_3Sn. Derartige Legierungen weisen eine höhere mechanische Festigkeit und einen höheren Ermüdungswiderstand als jene der Lotschicht 7 auf. Es ist anzumerken, dass in der Mitte des Draht-Höckers 9, der derartige an seiner Grenzfläche ausgebildete Legierungen aufweist, Cu verbleiben kann.

[0036] Daher kann die Fortentwicklung von Rissen, die an den vier Ecken der Lotschicht 7 hervorgerufen werden, mittels der Draht-Höcker 9 aufgehalten werden, indem solche Draht-Höcker 9 angeordnet werden, die eine Legierung mit einer derartigen hohen mechanischen Festigkeit aufweisen, die an der Oberfläche der vier Ecken des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 gebildet wird. Insbesondere kann der Effekt des Aufhaltens der Risse erhöht werden, indem die Draht-Höcker 9 derart angeordnet werden, dass die Längsrichtung derselben senkrecht zu der diagonalen Linie des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 verläuft.

[0037] In Bezug auf die Anordnung der Draht-Höcker 9 kann in einer geeigneten Weise zwischen der Anordnung, bei der die Längsrichtung der Draht-Höcker 9 parallel zu der diagonalen Linie des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 verläuft (siehe **Fig.** 4A), und der Anordnung gewählt werden, bei der die Längsrichtung der Draht-Höcker 9 senkrecht zu dieser verläuft (siehe **Fig.** 4C).

[0038] Wenngleich die Risse, die den Draht-Höcker 9 erreicht haben und dort aufgehalten werden, entlang des Draht-Höckers 9 weiter verlaufen können, entstehen die in der Lotschicht 7 erzeugten Spannungen von den vier Ecken in Richtung zu der Mitte, und daher kann der Pfad, auf dem sich die Risse fortentwickeln, durch Anordnen des Draht-Höckers 9, wie in **Fig.** 4C gezeigt, verlängert werden, wobei dieser einen Winkel in Bezug auf die diagonale Linie aufweist. Dadurch kann eine Zerstörung der Lotschicht 7 verlangsamt werden, und kann demzufolge eine Zerstörung des Halbleiterelements 4 verlangsamt werden.

[0039] Wenn das Halbleiterelement 4 quadratisch ist, dann ist es hierbei am effizientesten, die Längsrichtung des Draht-Höckers 9, wie vorstehend beschrieben, senkrecht zu der diagonalen Linie des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 festzulegen. Wenn das Halbleiterelement 4 nicht quadratisch ist, kann der Draht-Höcker 9 dagegen derart angeordnet werden, dass die Längsrichtung des Draht-Höckers 9 einen bestimmten Winkel, das heißt, einen Winkel von mehr als 0° und von nicht mehr als 90° in Bezug auf die diagonale Linie des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 aufweist.

[0040] Darüber hinaus kann eine Mehrzahl von Draht-Höckern 9 auf dem gesamten Halbleiterelement-Montagebereich 10 derart angeordnet sein, dass die Längsrichtung des Draht-Höckers 9 einen bestimmten Winkel in Bezug auf die diagonale Linie des Halbleiterelement-Montagebereichs 10 aufweist. In diesem Fall ist der Abstand zwischen den Mitten benachbarter Draht-Höcker 9 bevorzugt etwa gleich dem Doppelten des Durchmessers der Draht-Höcker 9. Dadurch wird die Tatsache berücksichtigt, dass die Breite des Verbindungsbereichs des Draht-Höckers 9 durch Ultraschall-Bonding bis zu etwa dem Doppelten des Durchmessers des Draht-Höckers 9 vergrößert wird.

[0041] Als Nächstes werden die Materialien der Lotschicht 7, die in der Lage ist, eine Legierung zu bilden, sowie des Draht-Höckers 9 beschrieben. Wenn der Draht-Höcker 9, wie vorstehend beschrieben, aus einem Material gebildet wird, das in der Lage ist, eine Legierung mit dem Lotmaterial der Lotschicht 7 zu bilden, kann die Entstehung von Hohlräumen in der Lotschicht 7 verhindert werden, und die in dem Halbleiterelement 4 erzeugte Wärme kann effizient von der Basisplatte 1 über die Lotschicht 7 abgeführt werden. Wenn die Lotschicht 7 gelötet wird, wird der Draht-Höcker 9 in einer reduzierenden Atmosphäre reduziert, zum Beispiel einer Wasserstoff-Atmosphäre oder einer Ameisensäure-Atmosphäre, und dann wird die Lotschicht 7 geschmolzen.

[0042] Für die Lotschicht 7 werden ein Lot auf der Basis von Sn, wie beispielsweise ein Lot aus reinem Sn, ein Lot auf der Basis von Sn-Ag-Cu, ein Lot auf der Basis von Sn-Cu, und ferner ein Lot verwendet, das Sn als eine Hauptkomponente enthält und zu dem Ni oder Sb hinzugefügt sind.

[0043] In diesem Fall wird als Material des Draht-Höckers 9 Cu oder eine Cu-Legierung als Material verwendet, das in der Lage ist, unter üblichen Lotbedingungen eine Legierung mit dem Lotmaterial vom Sn-Typ zu bilden. Die an der Grenzfläche zwischen der Lotschicht 7 und dem Draht-Höcker 9 gebildete Legierung besteht zum Beispiel aus Cu_6Sn_5 oder Cu_3Sn.

[0044] Tabelle 1 zeigt den Schmelzpunkt, der Young-Modul, die Zugfestigkeit, den linearen Ausdehnungskoeffizienten sowie die thermische Leitfähigkeit von Sn, Cu, Sn-0,7Cu, Cu_6Sn_5 sowie Cu_3Sn.

Tabelle 1

	Sn	Cu	Sn-0.7Cu	Cu_6Sn_5	Cu_3Sn
Schmelzpunkt [°C]	232	1083	227	415	676
Young-Modul [GPa]	53,0	110	34,0	110	140

	Sn	Cu	Sn-0.7Cu	Cu_6Sn_5	Cu_3Sn
Zugfestigkeit [MPa]	28,0	195	32,2	310	507
Vickers-Härte [Hv]	-	55 bis 120	12,9	378	343
linearer Ausdehnungskoeffizient [× 10^{-6}/K]	22,3	16,5	22,6	16,3	19,0
thermische Leitfähigkeit [W/m·K]	66,8	401	62,9	34,1	70

[0045] Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, sind die Schmelzpunkte von Cu_6Sn_5 höher als der Schmelzpunkt 232 °C von Sn als dem Basismaterial der Lotschicht 7 und sind gleich 415 °C beziehungsweise 676 °C. In Bezug auf die mechanische Festigkeit ist der Young-Modul für Sn, Cu_6Sn_5 beziehungsweise Cu_3Sn gleich 53,0 GPa, 110 GPa bzw. 140 GPa, und die Zugfestigkeit für Sn, Cu_6Sn_5 beziehungsweise Cu_3Sn ist gleich 28,0 MPa, 310 MPa bzw. 507 MPa.

[0046] Daher sind die an der Grenzfläche zwischen der Lotschicht 7 und dem Draht-Höcker 9 ausgebildeten Legierungen Cu_6Sn_5 und Cu_3Sn temperaturbeständig und sind in hohem Maße zuverlässige Legierungen mit Schmelzpunkten, die höher als jene des Sn-Lots und des Sn-0,7Cu-Lots als den Basismaterialien der Lotschicht 7 sind, und weisen außerdem eine hohe mechanische Festigkeit auf.

[0047] Als Kombination der Materialien der Lotschicht 7 und des Draht-Höckers 9 können ein Lotmaterial auf der Basis von Zn als ein Material der Lotschicht 7 und Al oder eine Al-Legierung als ein Material des Draht-Höckers 9 kombiniert werden.

[0048] Für das isolierende Element 3b des isolierenden Substrats 3 können nicht nur Keramiken, wie beispielsweise Al_2O_3, AlN und Si_3N_4, sondern auch ein organisches isolierendes Material verwendet werden, in dem ein Füllmaterial, wie beispielsweise Siliciumdioxid, Aluminiumoxid, BN oder dergleichen, mit einem Bindemittel vermischt oder durchgeknetet wird, wie beispielsweise einem Epoxid oder einem Flüssigkristallpolymer.

[0049] Bei dem Material der Leiterschichten 3a, 3c des isolierenden Substrats 3 handelt es sich bevorzugt um Cu, es kann jedoch auch ein Material verwendet werden, das durch Plattieren von Cu mit Ni erhalten wird. Alternativ kann ein Material verwendet werden, das durch Plattieren von Al mit Ni erhalten wird.

[0050] Für die Basisplatte 1 wird zum Beispiel eine Cu-Platte oder eine AlSiC-Platte verwendet, wenn jedoch die Leistungs-Halbleitereinheit 100 eine ausreichende Festigkeit für die Verwendung aufweist, kann auch eine Struktur ohne die Basisplatte 1 eingesetzt werden, das heißt, eine Struktur, bei der die Leiterschicht 3c auf der rückwärtigen Seite des isolierenden Substrats 3 freiliegt.

[0051] Für das Halbleiterelement 4 wird ein SiC-MOSFET (Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor) oder eine SiC-SBD (Schottky-Barrier-Diode) unter Verwendung von SiC als einem Basismaterial, das zu einem Betrieb mit hoher Temperatur in der Lage ist, ein Si-IGBT (Bipolartransistor mit isoliertem Gate) unter Verwendung von Si als einem Basismaterial oder eine Si-FWD (Freilaufdiode) verwendet.

[0052] Bei dem Bonding-Draht 6 handelt es sich zum Beispiel um einen Al-Draht, und er wird durch Wedge-Bonding an die vordere Oberfläche des Halbleiterelements 4 gebondet. Bei dem Bonding-Draht 6 kann es sich zum Beispiel um einen Cu-Draht handeln. Anstelle des Bonding-Drahts 6 kann ein plattenartiger Leiter verwendet werden. Wenn anstelle des Wedge-Bondings ein plattenartiger Leiter zum Bonden an das Halbleiterelement 4 verwendet wird, so wird die obere Oberfläche des Halbleiterelements 4 zum Beispiel mit Ni/Au plattiert, und ein plattenartiger Leiter wird mittels eines Lots oder eines gesinterten Ag-Materials an dieses gebondet.

[0053] Bei dem Abdichtungsmaterial 5 handelt es sich zum Beispiel um ein Silikon-Gel, es kann sich jedoch auch um ein Epoxidmaterial handeln, das mit einem Füllmaterial vermischt oder durchgeknetet wird, solange das Abdichtungsmaterial 5 ausreichende isolierende Eigenschaften zur Verwendung aufweist.

Zweite Ausführungsform

[0054] Fig. 5 ist eine vergrößerte Schnittansicht eines Teilbereichs einer Leistungs-Halbleitereinheit 200 gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und die gleichen Bezugszeichen wie

jene in **Fig.** 1 kennzeichnen die gleichen oder entsprechende Bereiche. Bei der Leistungs-Halbleitereinheit 200 ist ein Draht-Höcker 29, der in der Lage ist, eine Legierung mit dem Material der Lotschicht 7 zu bilden, zwischen der Basisplatte 1 und der Leiterschicht 3c des isolierenden Substrats angeordnet.

[0055] Die Draht-Höcker 29 sind im Wesentlichen in der gleichen Weise wie bei der ersten Ausführungsform angeordnet, und die Draht-Höcker 29 sind zum Beispiel direkt unterhalb der Leiterschicht 3c des isolierenden Substrats 3 angeordnet, das heißt, zum Beispiel an den vier Ecken eines rechteckigen Leiterschicht-Montagebereichs (der dem Halbleiterelement-Montagebereich bei der ersten Ausführungsform entspricht), der durch vertikales Projizieren der Leiterschicht 3c auf die Basisplatte 1 parallel zu einer diagonalen Linie des Leiterschicht-Montagebereichs erhalten wird. Werden die Draht-Höcker 29 auf diese Weise gebildet, kann die Schichtdicke der Lotschicht 7 gleichmäßig gestaltet werden. Es kann eine Mehrzahl von Draht-Höckern 29 angeordnet sein, wie zum Beispiel in **Fig.** 4B gezeigt.

[0056] Ferner können die Draht-Höcker 29, wie zum Beispiel in **Fig.** 4C der ersten Ausführungsform gezeigt, an den vier Ecken oder in der Nähe der vier Ecken des Leiterschicht-Montagebereichs unter einem Winkel von größer als 0° und gleich oder kleiner als 90° in Bezug auf die diagonale Linie des Leiterschicht-Montagebereichs und insbesondere unter 90° angeordnet sein. Dementsprechend kann die Fortentwicklung von Rissen aufgrund eines Unterschieds der linearen Ausdehnungskoeffizienten der Basisplatte 1 und des isolierenden Substrats 3 durch den Draht-Höcker 29 aufgehalten werden, auch wenn sich ein Riss von der Umgebung der vier Ecken zu der Lotschicht 7 fortentwickelt.

[0057] Durch Bilden des Draht-Höckers 29 aus einem Material, das in der Lage ist, eine Legierung mit der Lotschicht 7 zu bilden, kann darüber hinaus das Entstehen von Hohlräumen in der Lotschicht 7 verhindert werden, und die in dem Halbleiterelement 4 erzeugte Wärme kann effizient von der Basisplatte 1 über die Lotschicht 7 abgeführt werden.

[0058] Die Kombination des Materials des Draht-Höckers 29 und des Materials der Lotschicht 7 ist die gleiche wie die Kombination bei der ersten Ausführungsform.

[0059] Hierbei ist der Durchmesser des Draht-Höckers 9 bevorzugt gleich etwa 200 µm, wenn jedoch die Lotschicht 7 zwischen dem isolierenden Substrat 3 und der Basisplatte 1 eine Schichtdicke von 300 µm oder mehr aufweist, um die Struktur des Verbindungsbereichs in Bezug auf die Lebensdauer zu verbessern, kann der Durchmesser des Draht-Höckers 9 gleich etwa 300 µm sein. Um die Wärme von dem Halbleiterelement 4 effizient von der Basisplatte 1 abzuführen, kann der Durchmesser des Draht-Höckers 9 etwa gleich 100 µm sein, solange die Dicke der Lotschicht 7 auf etwa 100 µm verringert ist.

[0060] **Fig.** 6A ist eine Draufsicht auf die Basisplatte 1 vor einem Löten des isolierenden Substrats 3. **Fig.** 6B ist eine Schnittansicht entlang einer Richtung A-A in **Fig.** 6A.

[0061] Wie in den **Fig.** 6A und 6B gezeigt, ist eine Mehrzahl von Draht-Höckern 39 in einem die Lotschicht bildenden Bereich 20 auf der Basisplatte 1 angeordnet. Die Draht-Höcker 39 sind unter einem vorgegebenen Winkel in Bezug auf eine diagonale Linie des die Lotschicht bildenden Bereichs 20 angeordnet. Die Draht-Höcker 39, die auf einer diagonalen Linie angeordnet werden, sind bevorzugt parallel zueinander und sind mit gleichen Abständen angeordnet. In den **Fig.** 6A und 6B ist der die Lotschicht bildende Bereich 20 von einem Photoresist 11 umgeben, um zu verhindern, dass zum Zeitpunkt des Lötens außerhalb des die Lotschicht bildenden Bereichs 20 ein Benetzungsvorgang durch Lot erfolgt und sich dieses verteilt.

[0062] Während die Draht-Höcker so angeordnet sind, dass sie die vier Seiten umgeben, um den Bereich in den **Fig.** 6A und 6B durch vier Drähte aufzuteilen, kann ein Draht so angeordnet sein, dass die vier Ecken unter Verwendung des Stitch-Bonds umgeben sind, es erfolgt jedoch ein Benetzungsvorgang durch das Lot in einem Bereich, in dem der Draht nicht angeordnet ist, und das Lot verteilt sich in diesem Bereich, so dass jeweilige Drähte in dem Endbereich nicht miteinander in Kontakt kommen.

[0063] Wenn die Draht-Höcker 39 auf diese Weise angeordnet werden, wird die Schichtdicke der Lotschicht 7 gleichmäßig gestaltet, und außerdem kann die Entstehung von Hohlräumen in der Lotschicht 7 verhindert werden, indem der Draht-Höcker 39 aus einem Material gebildet wird, das in der Lage ist, eine Legierung mit dem Material der Lotschicht 7 zu bilden.

[0064] Insbesondere kann durch Anordnen der Draht-Höcker 39, wie in **Fig.** 6A gezeigt, die Fortentwicklung von Rissen durch die Draht-Höcker 39 aufgehalten werden, auch wenn sich aufgrund eines Unterschieds der

linearen Ausdehnungskoeffizienten der Basisplatte 1 und des isolierenden Substrats 3 Risse an den vier Ecken der Lotschicht 7 bilden. Insbesondere wird der Pfad, auf dem sich Risse fortentwickeln, durch Anordnen der Mehrzahl von Draht-Höckern 39 länger, und die Lebensdauer der Lotschicht 7 wird verbessert.

[0065] Wenn hierbei zum Beispiel das Sn-0,7Cu-Lot als Material der Lotschicht 7 verwendet wird und Cu als Material des Draht-Höckers 39 verwendet wird, bilden bei Raumtemperatur nur 0,7 Gew.% Cu einen Mischkristall mit Sn, wie aus dem Zustandsdiagramm von Cu-Sn ersichtlich. Aus diesem Grund fällt Cu, das keinen Mischkristall zur Bildung einer Legierung bilden kann, um den aus Cu bestehenden Draht-Höcker 39 herum aus, wenn Sn-0,7Cu zum Zeitpunkt des Lötens geschmolzen und auf Raumtemperatur abgekühlt wird. Nach dem Löten existiert der Cu-Draht-Höcker 39, wie er ist, als ein Cu-Material.

[0066] Die thermische Leitfähigkeit von Cu ist gleich 401 W/m·K und ist damit größer als jene von Sn und einer Sn-Cu-Legierung mit einer thermischen Leitfähigkeit von 66,8 W/m·K. Somit nimmt die scheinbare thermische Leitfähigkeit eines Verbindungsbereichs zu, der aus der Lotschicht 7 und dem Draht-Höcker 39 besteht, so dass die Eigenschaft in Bezug auf eine Wärmeabführung im Vergleich zu einem Fall nur mit der Lotschicht 7 ohne den Draht-Höcker 39 verbessert werden kann.

[0067] Ein Schrumpfen des Volumens entsteht dann, wenn sich das Lot aus einer flüssigen Phase in eine feste Phase verfestigt. Aus diesem Grund können bei dem Abkühlungsprozess nach dem Löten in der Lotschicht 7 in Abhängigkeit von der Temperaturverteilung der Basisplatte 1 sogenannte Schrumpfungshohlräume oder Lunker entstehen. Durch Anordnen der Draht-Höcker 39, wie in den **Fig.** 6A und 6B gezeigt, ist der Bereich, in dem sich das Lot zusammenzieht, dagegen durch den Draht-Höcker 39 unterteilt, und das Entstehen von Schrumpfungshohlräumen oder Lunkern wird unterbunden, so dass Lötdefekte verringert werden können.

[0068] Ferner kann der in **Fig.** 6A gezeigte Draht-Höcker 39 durch Bonding der Draht-Höcker 39, die aus Cu-Drähten mit einem Durchmesser von zum Beispiel 200 µm bestehen, in Abständen von 400 µm gebildet werden. Dies liegt daran, dass dann, wenn der Abstand zwischen den Draht-Höckern 39 verringert wird, die Wedge-Vorrichtung zum Zeitpunkt des Bondings in Kontakt mit dem benachbarten Draht-Höcker 39 kommt, und ein gewünschtes Bonding kann nicht erzielt werden. Daher ist der Abstand zwischen den benachbarten Draht-Höckern 39 bevorzugt gleich dem 1,5 fachen des Durchmessers des Draht-Höckers 39 oder größer.

[0069] Wenn darüber hinaus beide Enden des einen Draht-Höckers 39 durch Wedge-Bonden an der Basisplatte 1 angebracht werden und es ferner dazwischen eine Mehrzahl von Stitch-Bond-Verbindungsbereichen gibt, wird durch die Zugspannung des Drahts eine Drahtschleife gebildet, so dass eine Steuerung der Höhe des Höckers erschwert wird. Daher ist es wünschenswert, dass der Abstand zwischen dem Wedge-Bond-Verbindungsbereich und dem Stitch-Bond-Verbindungsbereich und der Abstand zwischen benachbarten Stitch-Bond-Verbindungsbereichen jeweils kleiner als 2,0 mm ist, um die Bildung einer Drahtschleife zu verhindern.

[0070] Während bei der ersten Ausführungsform die Leistungs-Halbleitereinheit 100 beschrieben ist, bei welcher der Draht-Höcker in der Lotschicht 7 zwischen dem isolierenden Substrat 3 und dem Halbleiterelement 4 angeordnet ist, und bei der zweiten Ausführungsform die Leistungs-Halbleitereinheit 200 beschrieben ist, bei welcher der Draht-Höcker in der Lotschicht 7 zwischen der Basisplatte 1 und dem isolierenden Substrat 3 angeordnet ist, kann eine Leistungs-Halbleitereinheit beide Typen von Draht-Höckern aufweisen.

[0071] Es ist anzumerken, dass der Effekt einer Unterbindung von Schrumpfungshohlräumen oder Lunkern größer ist, wenn der Draht-Höcker 9 in der Lotschicht 7 zwischen der Basisplatte 1, die zum Zeitpunkt des Lötens eine große Lötfläche und ein hohes Ausmaß an Volumenschrumpfung aufweist, und dem isolierenden Substrat 3 angeordnet wird.

[0072] Darüber hinaus können die bei der ersten Ausführungsform beschriebene Lotschicht 7 zwischen der Basisplatte 1 und dem isolierenden Substrat 3 und die bei der zweiten Ausführungsform beschriebene Lotschicht 7 zwischen dem isolierenden Substrat 3 und dem Halbleiterelement 4 aus dem gleichen Material oder aus unterschiedlichen Materialien gebildet sein.

[0073] Die Erfindung umfasst insbesondere die folgenden Aspekte.

[0074] Aspekt 1. Leistungs-Halbleitereinheit, die Folgendes aufweist:

- ein isolierendes Substrat mit einer Leiterschicht zumindest auf einer vorderen Oberfläche des isolierenden Substrats;

- einen Draht-Höcker, der auf der Leiterschicht angeordnet ist;

- ein Halbleiterelement, das auf dem Draht-Höcker platziert ist; und

- eine Lotschicht, um die Leiterschicht und das Halbleiterelement auf der Leiterschicht zu bonden, wobei eine Legierung, die aus einem Material des Draht-Höckers und einem Material der Lotschicht besteht, an einer Grenzfläche zwischen dem Draht-Höcker und der Lotschicht angeordnet ist.

[0075] Aspekt 2. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 1,
wobei die thermische Leitfähigkeit des Draht-Höckers größer als die thermische Leitfähigkeit der Lotschicht ist.

[0076] Aspekt 3. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 1,
wobei der Draht-Höcker aus einem Bonding-Draht hergestellt ist, bei dem beide Enden des Draht-Höckers Wedge-Bond-Verbindungsbereiche in der Leiterschicht aufweisen.

[0077] Aspekt 4. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 3,
wobei der Bonding-Draht ferner eine Mehrzahl von Stitch-Bond-Verbindungsbereichen in der Leiterschicht zwischen den Wedge-Bond-Verbindungsbereichen aufweist und der Abstand zwischen jedem von den Wedge-Bond-Verbindungsbereichen und jedem von den Stitch-Bond-Verbindungsbereichen und der Abstand zwischen den Stitch-Bond-Verbindungsbereichen, die benachbart zueinander sind, jeweils gleich 2 mm oder geringer ist.

[0078] Aspekt 5. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 1,
wobei der Draht-Höcker an jeder der vier Ecken eines Halbleiterelement-Montagebereichs in einer rechteckigen Form angeordnet ist, der durch vertikales Projizieren des Halbleiterelements auf die Leiterschicht erhalten wird.

[0079] Aspekt 6. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 5,
wobei eine Längsrichtung des Draht-Höckers orthogonal zu einer diagonalen Linie des Halbleiterelement-Montagebereichs ist.

[0080] Aspekt 7. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 5,
wobei sich die Längsrichtung des Draht-Höckers unter einem Winkel von mehr als 0° und gleich oder kleiner als 90° mit einer diagonalen Linie des Halbleiterelement-Montagebereichs kreuzt.

[0081] Aspekt 8. Leistungs-Halbleitereinheit nach einem der Aspekte 5 bis 7,
wobei der Draht-Höcker ferner in dem Halbleiterelement-Montagebereich angeordnet ist.

[0082] Aspekt 9. Leistungs-Halbleitereinheit, die Folgendes aufweist:

- eine Basisplatte;

- eine Mehrzahl von Draht-Höckern, die auf der Basisplatte angeordnet sind;

- ein isolierendes Substrat, das auf den Draht-Höckern platziert ist und eine Leiterschicht zumindest auf einer rückwärtigen Oberfläche des isolierenden Substrats aufweist; und

- eine Lotschicht, um die Leiterschicht des isolierenden Substrats auf die Basisplatte zu bonden,

wobei eine Legierung, die aus einem Material der Draht-Höcker und einem Material der Lotschicht besteht, an einer Grenzfläche zwischen jedem von den Draht-Höckern und der Lotschicht ausgebildet ist.

[0083] Aspekt 10. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 9,
wobei die thermische Leitfähigkeit des Draht-Höckers größer als die thermische Leitfähigkeit der Lotschicht ist.

[0084] Aspekt 11. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 9,
wobei jeder von den Draht-Höckern Wedge-Bond-Verbindungsbereiche, die an beiden Enden des Draht-Höckers durch Wedge-Bonden an der Leiterschicht angebracht werden, sowie eine Mehrzahl von Stitch-Bond-Verbindungsbereichen aufweist, in denen ein Bonding-Draht durch Stitch-Bonden zwischen den

Wedge-Bond-Verbindungsbereichen an der Leiterschicht angebracht wird, und der Abstand zwischen jedem von den Wedge-Bond-Verbindungsbereichen und jedem von den Stitch-Bond-Verbindungsbereichen und der Abstand zwischen den Stitch-Bond-Verbindungsbereichen, die benachbart zueinander sind, jeweils gleich 2,0 mm oder geringer ist.

[0085] Aspekt 12. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 9,
wobei die Draht-Höcker jeweils an den vier Ecken eines Halbleiterelement-Montagebereichs in einem Leiterschicht-Montagebereich in einer rechteckigen Form angeordnet sind, der durch vertikales Projizieren der Leiterschicht auf die Basisplatte erhalten wird.

[0086] Aspekt 13. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 12,
wobei sich die Längsrichtung von jedem der Draht-Höcker unter einem Winkel von mehr als 0° und gleich oder kleiner als 90° mit einer diagonalen Linie des Leiterschicht-Montagebereichs kreuzt.

[0087] Aspekt 14. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 9,
die ferner einen eine Lotschicht bildenden Bereich an der Basisplatte aufweist, in dem die Lotschicht angeordnet ist,
wobei die Draht-Höcker an den vier Ecken des eine Lotschicht bildenden Bereichs und innerhalb des eine Lotschicht bildenden Bereichs angeordnet sind.

[0088] Aspekt 15. Leistungs-Halbleitereinheit nach einem der Aspekte 1 bis 14,
wobei jeder der Draht-Höcker aus Cu besteht und die Lotschicht aus einem Lotmaterial auf der Basis von Sn besteht.

[0089] Aspekt 16. Leistungs-Halbleitereinheit nach Aspekt 15,
wobei die Legierung, die aus einem Material des Draht-Höckers und einem Material der Lotschicht besteht, Cu_6Sn_5 oder Cu_3Sn ist.

[0090] Aspekt 17. Leistungs-Halbleitereinheit nach einem der Aspekte 1 bis 16,
wobei die Lotschicht zwischen der Basisplatte und dem isolierenden Substrat und die Lotschicht zwischen dem isolierenden Substrat und dem Halbleiterelement aus unterschiedlichen Materialien bestehen.

BESCHREIBUNG VON BEZUGSZEICHEN

1	Basisplatte
2	Gehäuse
3	isolierendes Substrat
4	Halbleiterelement
5	Abdichtungsmaterial
6	Bonding-Draht
7	Lotschicht
8	Anschluss
9	Draht-Höcker
10	Halbleiterelement-Montagebereich
11	Photoresist
20	eine Lotschicht bildender Bereich
100	Leistungs-Halbleitereinheit
200	Leistungs-Halbleitereinheit

Patentansprüche

1. Leistungs-Halbleitereinheit (100), die Folgendes aufweist:
- eine Metallschicht (3),
- ein Halbleiterelement (4), das über eine Lotschicht (7) an die Metallschicht (3) gebondet ist, und

- einen Draht-Höcker (9), der sich in der Richtung in der Ebene der Lotschicht (7) erstreckt und an die Metallschicht (3) gebondet ist,
- wobei eine Legierung aus dem Material des Draht-Höckers (9) und dem Material der Lotschicht (7) an der Grenzfläche zwischen dem Draht-Höcker (9) und der Lotschicht (7) angeordnet ist und
- wobei der Draht-Höcker (9) nur durch einen Wedge-Bond-Verbindungsbereich an die Metallschicht (3) gebondet ist.

2. Leistungs-Halbleitereinheit (100), die Folgendes aufweist:
- eine Metallschicht (3),
- ein Halbleiterelement (4), das über eine Lotschicht (7) an die Metallschicht (3) gebondet ist, und
- einen Draht-Höcker (9), der sich in der Richtung in der Ebene der Lotschicht (7) erstreckt und auf der Metallschicht (3) angeordnet ist, ohne einen Verbindungsbereich mit der Metallschicht (3) aufzuweisen,
- wobei eine Legierung aus dem Material des Draht-Höckers (9) und dem Material der Lotschicht (7) an der Grenzfläche zwischen dem Draht-Höcker (9) und der Lotschicht (7) angeordnet ist.

3. Leistungs-Halbleitereinheit (100), die Folgendes aufweist:
- eine Metallschicht (3),
- ein Halbleiterelement (4), das über eine Lotschicht (7) an die Metallschicht (3) gebondet ist, und
- einen Draht-Höcker (9), der sich in der Richtung in der Ebene der Lotschicht (7) erstreckt und an die Metallschicht (3) gebondet ist,
- wobei eine Legierung aus dem Material des Draht-Höckers (9) und dem Material der Lotschicht (7) an der Grenzfläche zwischen dem Draht-Höcker (9) und der Lotschicht (7) angeordnet ist und
- wobei es sich bei dem Draht-Höcker (9) um einen Bonding-Draht handelt, der an beiden Enden Wedge-Bond-Verbindungsbereiche mit der Metallschicht (3) aufweist.

4. Leistungs-Halbleitereinheit (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Draht-Höcker (9) die Entstehung von Rissen in der Lotschicht (7) unterdrückt.

5. Leistungs-Halbleitereinheit (100) nach Anspruch 3, wobei der Abstand zwischen den Wedge-Bond-Verbindungsbereichen gleich 2,0 mm oder geringer ist.

6. Leistungs-Halbleitereinheit (100) nach Anspruch 3, wobei der Bonding-Draht eine Mehrzahl von Stitch-Bond-Verbindungsbereichen mit der Metallschicht (3) zwischen den Wedge-Bond-Verbindungsbereichen aufweist.

7. Leistungs-Halbleitereinheit (100) nach Anspruch 6, wobei der Abstand zwischen dem Wedge-Bond-Verbindungsbereich und dem Stitch-Bond-Verbindungsbereich beziehungsweise der Abstand zwischen den benachbarten Stitch-Bond-Verbindungsbereichen gleich 2 mm oder geringer ist.

8. Leistungs-Halbleitereinheit (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die thermische Leitfähigkeit des Draht-Höckers (9) höher als die thermische Leitfähigkeit der Lotschicht (7) ist.

9. Leistungs-Halbleitereinheit (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Draht-Höcker (9) aus Cu oder einer Legierung von Cu besteht.

10. Leistungs-Halbleitereinheit (100) nach Anspruch 9, wobei es sich bei der Legierung, die aus dem Material des Draht-Höckers (9) und dem Material der Lotschicht (7) besteht, um Cu_6Sn_5 oder Cu_3Sn handelt.

11. Leistungs-Halbleitereinheit (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Drahtdurchmesser des Draht-Höckers (9) gleich 50 µm oder größer ist.

12. Leistungs-Halbleitereinheit (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Drahtdurchmesser des Draht-Höckers (9) gleich 100 µm oder größer ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

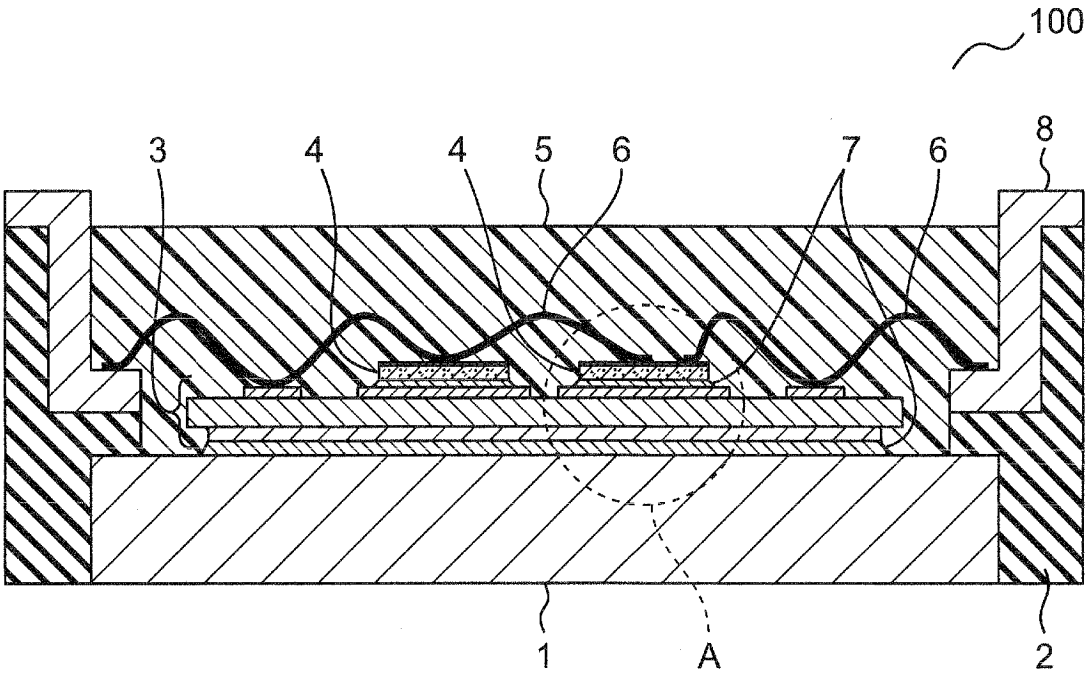


Fig.2

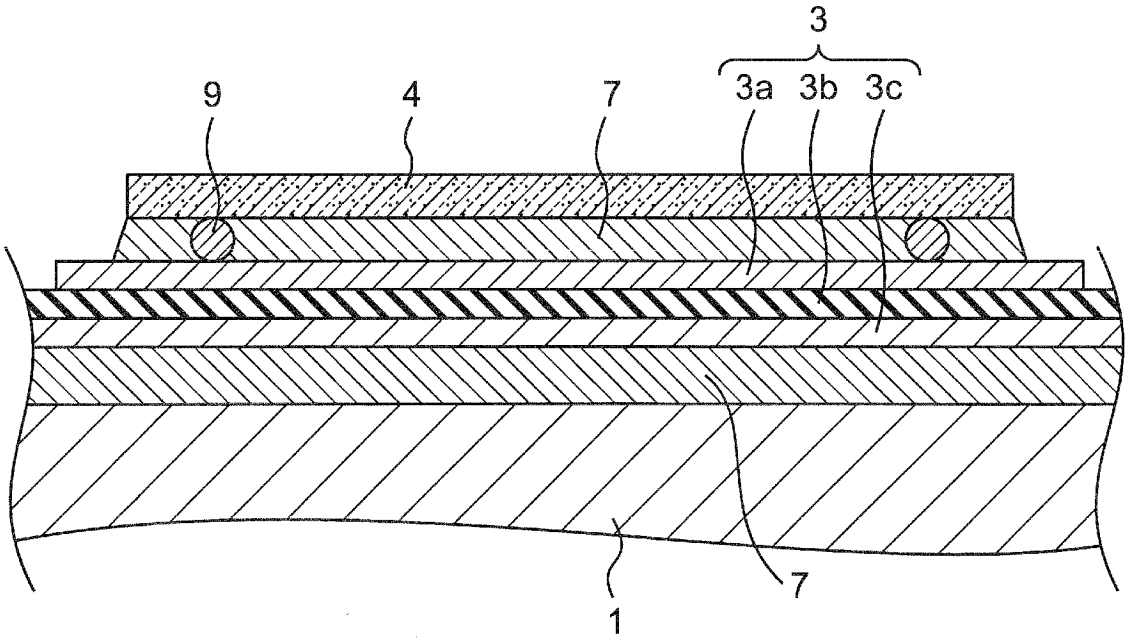


Fig.3A

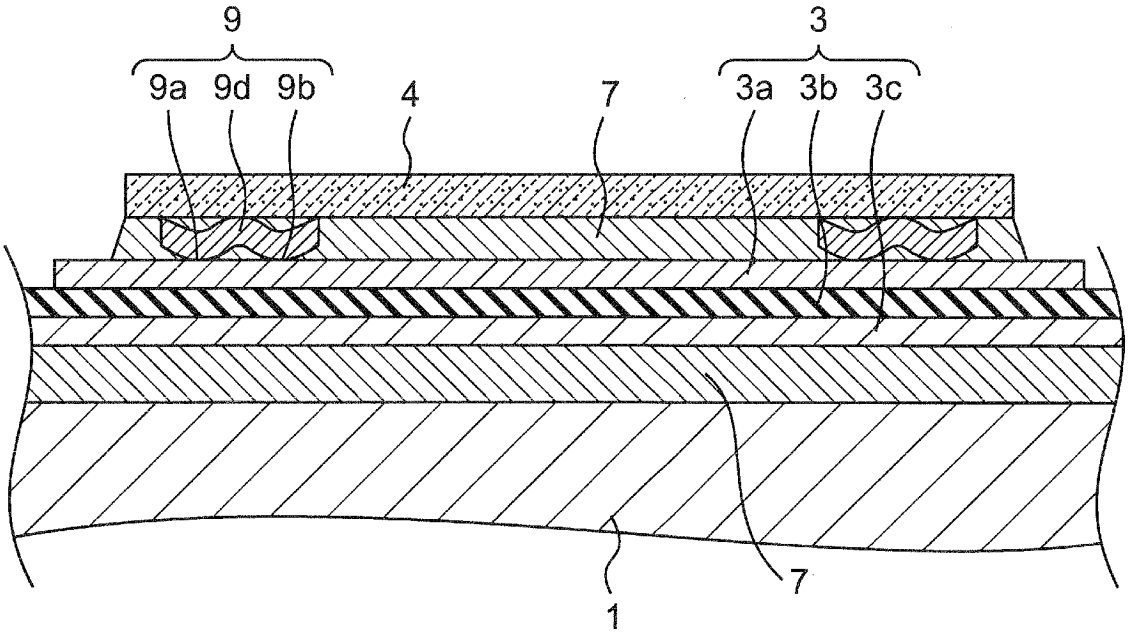


Fig.3B

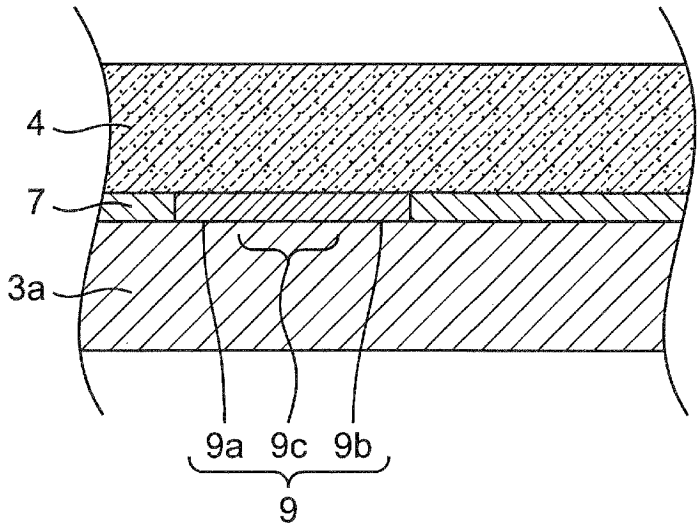


Fig.4A

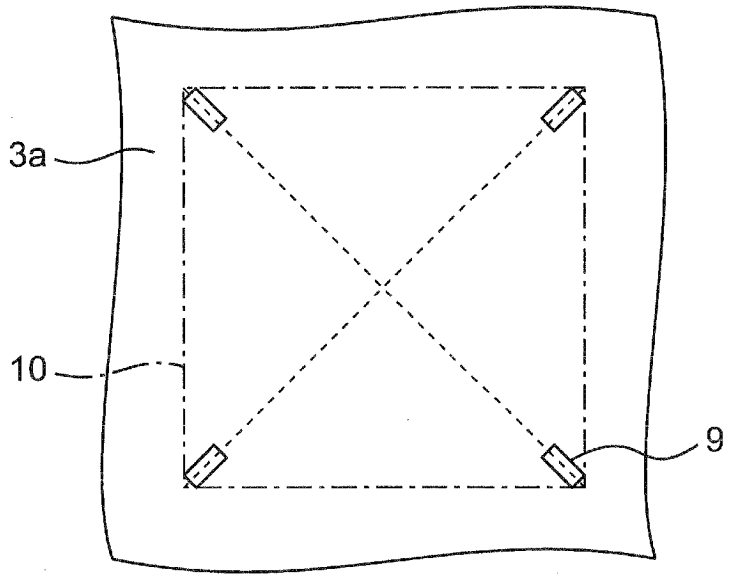


Fig.4B

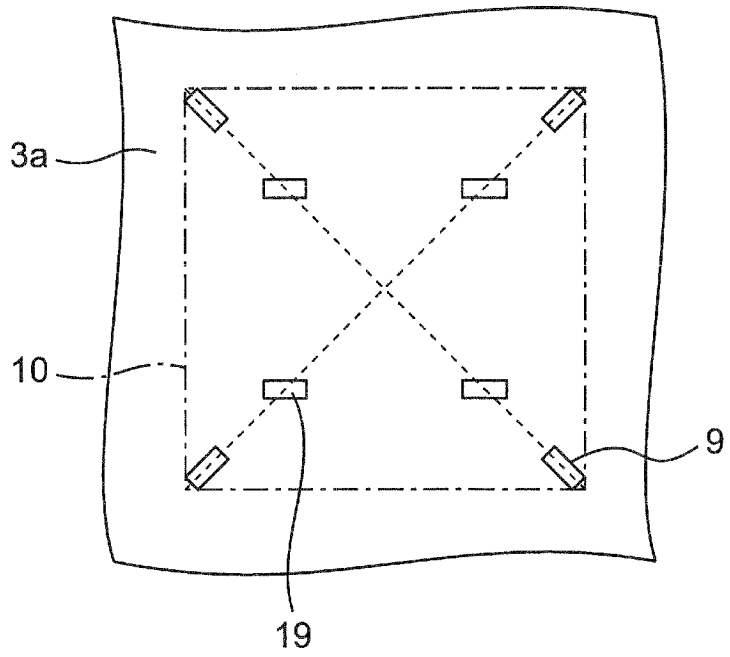


Fig.4C

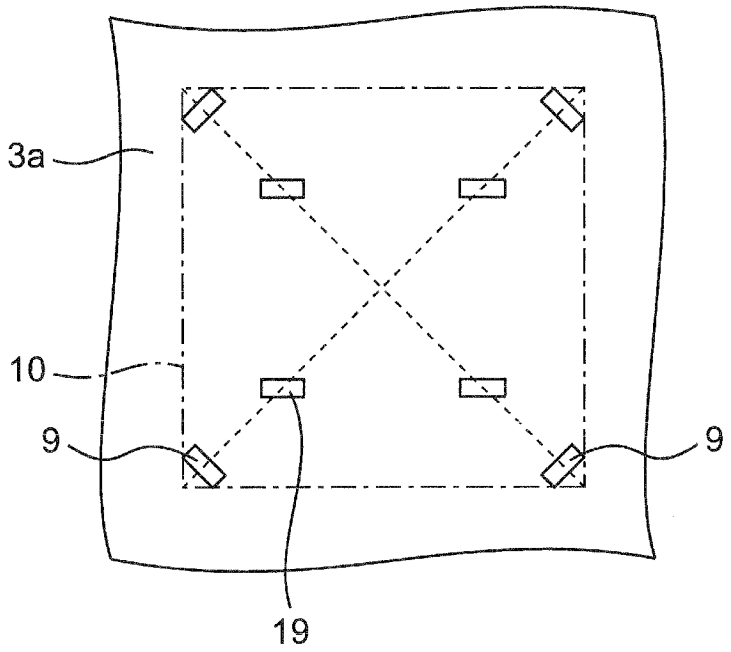


Fig.5

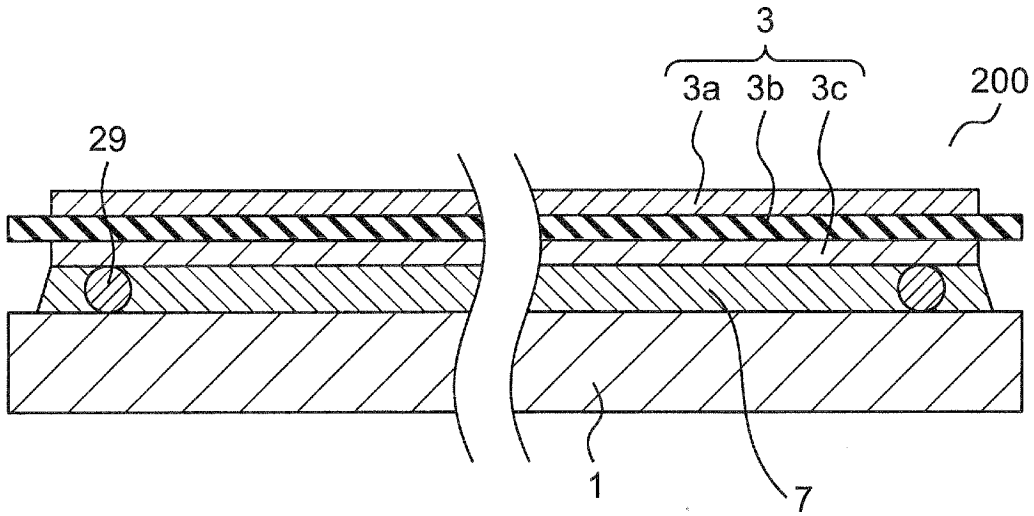


Fig.6A

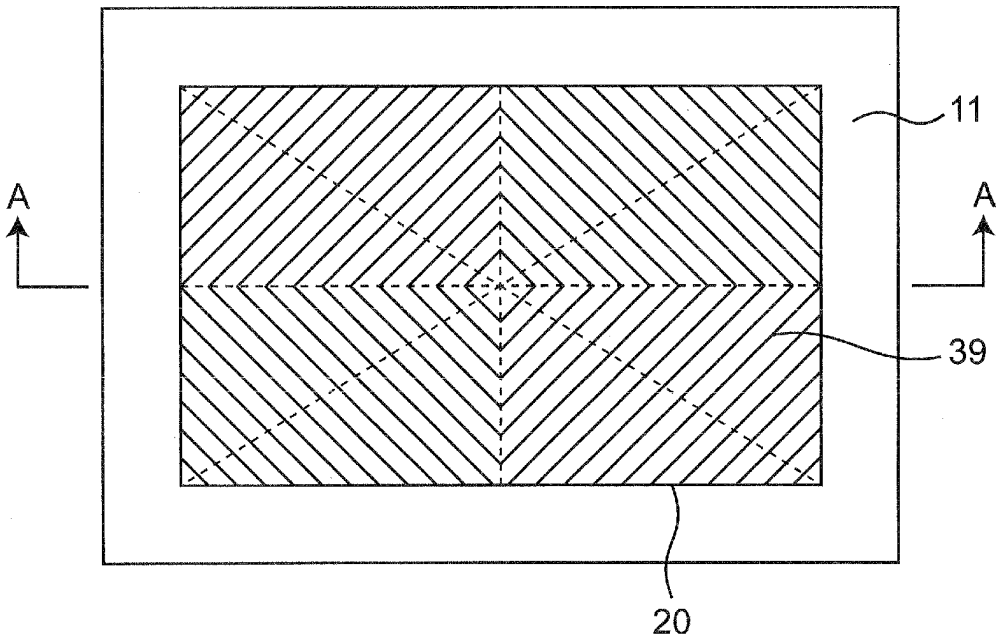
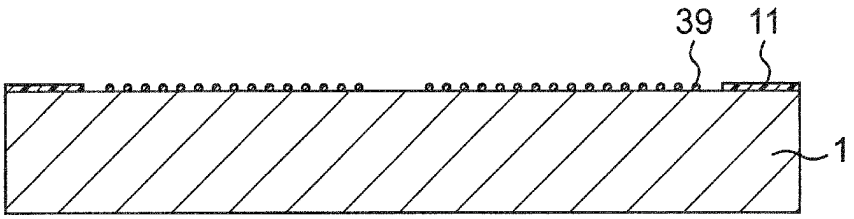


Fig.6B



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.