



(10) **DE 11 2012 005 758 B4** 2017.05.24

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 005 758.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2012/080121**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/111434**
(86) PCT-Anmeldetag: **21.11.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.08.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.11.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **24.05.2017**

(51) Int Cl.: **C04B 37/00** (2006.01)
H01L 21/52 (2006.01)
H05K 1/02 (2006.01)
H05K 3/34 (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01)
C22C 13/00 (2006.01)

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:
2012013663 **26.01.2012** **JP**

(73) Patentinhaber:
Hitachi, Ltd., Tokyo, JP

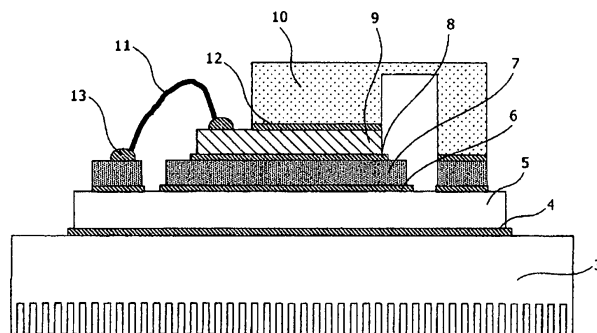
(74) Vertreter:
Beetz & Partner mbB Patent- und Rechtsanwälte,
80538 München, DE

(72) Erfinder:
Aoyag, Takuya, c/o Hitachi, Ltd., Tokyo, JP;
Fujieda, Tadashi, c/o Hitachi, Ltd., Tokyo, JP;
Sawai, Yuichi, c/o Hitachi, Ltd., Tokyo, JP;
Naito, Takashi, c/o Hitachi, Ltd., Tokyo, JP; Mori,
Mutsuhiro, c/o Hitachi, Ltd., Tokyo, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
US **5 188 990** **A**

(54) Bezeichnung: **Gebondetes Bauelement und Halbleitermodul**

(57) Hauptanspruch: Gebondetes Bauelement, in dem ein erstes Teil und ein zweites Teil, von denen jedes eines von Metall, Keramik und Halbleiter umfasst, miteinander gebondet sind, wobei das zweite Teil durch ein Klebeteil, das auf der Oberfläche des ersten Teils angeordnet ist, auf das erste Teil gebondet ist, wobei das Klebeteil ein V_2O_5 -haltiges Glas und Metallpartikel enthält, dadurch gekennzeichnet, dass das Glas 10 bis 60 Masse-% Ag_2O , 5 bis 65 Masse-% V_2O_5 und 15 bis 50 Masse-% TeO_2 umfasst.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Klebeteil für das Bonden eines Metalls, einer Keramik und eines Halbleiters, und ein Halbleitermodul, in dem dieses Klebeteil verwendet wird.

STAND DER TECHNIK

[0002] Ein Halbleitermodul wird im Allgemeinen hergestellt, indem ein Keramikträger auf ein Basismetall gebondet wird, eine Metallverdrahtung auf den Keramikträger gebondet wird und ein Bauelement, wie ein Halbleiterchip, auf die Metallverdrahtung gebondet wird. Ein Klebematerial, das für das Bonden verwendet wird, wird im Folgenden als Chipbondmaterial bezeichnet. Bislang wurde für das Bonden von Bauelementen in Leistungsvorrichtungen überwiegend das Lötbonden verwendet. Im Hinblick auf das Erfordernis, kein Blei zu verwenden, sind jedoch leitfähige Pasten als Ersatzmaterialien verwendet worden, die durch Vermischen eines Ag-Pulvers mit einem Harz erzeugt werden.

[0003] Da beim Bonden von Halbleiterchips die Halbleiterbauelemente, wie Halbleiterchips, immer integrierter und kleinteiliger geworden sind, ist dementsprechend die pro Flächeneinheit erzeugte Wärmemenge tendenziell immer größer geworden. Um dieses Problem zu beherrschen, müssen Halbleitermodule, auf denen Halbleiterbauelemente montiert sind, die von den Halbleiterbauelementen erzeugte Wärme effizient nach außen ableiten. Ein Thema besteht daher darin, die Wärmeleitfähigkeit der Chipbondmaterialien zu verbessern.

[0004] Beim Bonden eines Keramikträgers wird ein Keramikträger, der im Wesentlichen AlN oder Si₃O₄ umfasst, zunächst metallisiert. Anschließend werden die metallische Schicht und ein Halbleiterchip oder die metallische Schicht und ein Basismetall durch ein bleifreies Lötmedium gebondet. Bei einem Verfahren, bei dem eine feste oder dicke metallische Schicht gebildet werden soll, ist es erforderlich, dass die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Träger und Halbleiterchip ausgeglichen werden, dass die Wärmeableitung des Trägers verbessert wird und dass ein langfristig zuverlässiger Betrieb, wie eine Beständigkeit bei Heizzyklen, erhalten wird.

[0005] In dem Patentdokument 1 wird eine bleifreie Lötpaste beschrieben. Es wird eine bleifreie Lötpaste bereitgestellt, die ein Bi-Lötpulver und ein Cu-Metallpulver enthält und eine Wärmeleitfähigkeit von 52 W/m·K aufweist. Aus der US 5 118 990 A ist ein gebondetes Bauelement nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt.

DOKUMENTE STAND DER TECHNIK

PATENTDOKUMENT

[0006]

Patentdokument 1: JP-2011-151329-A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

DURCH DIE ERFINDUNG ZU LÖSENDE AUFGABE

[0007] Die Bondfähigkeit zwischen einem Keramikträger und einer Metallverdrahtung ist im Fall eines bleifreien Lötmittels verschlechtert, wenn der Keramikträger nicht zuvor metallisiert wird. Außerdem wird die Wärmeleitfähigkeit verringert, wenn ein bleifreies Lötmedium für das Bonden der Metallverdrahtung und des Halbleiterchips verwendet wird.

[0008] Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, die Bondfähigkeit und die Wärmeleitfähigkeit eines gebondeten Bauelements zu verbessern, bei dem einige von einem Metall, einer Keramik und einem Halbleiter gebondet werden.

MITTEL ZUR LÖSUNG DER AUFGABE

[0009] Zum Lösen der Aufgabe stellt die vorliegende Erfindung ein gebondetes Bauelement gemäß Anspruch 1 bereit, das durch das Bonden eines ersten Teils und eines zweiten Teils, von denen jedes eines von einem

Metall, einer Keramik oder einem Halbleiter umfasst, gebildet wird, wobei das zweite Teil durch ein Klebeteil, das auf der Oberfläche des ersten Teils angeordnet ist, auf das erste Teil gebondet ist und dass das Klebeteil ein V_2O_5 -haltiges Glas und Metallpartikel enthält.

[0010] Weiterhin ist ein Keramikmodul, das ein Basismetall, einen Keramikträger, eine Metallverdrahtung und einen Keramikchip umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass der Keramikträger durch ein erstes Klebeteil, das auf der Oberfläche des Basismetalls angeordnet ist, auf das Basismetall gebondet ist, die Metallverdrahtung durch ein zweites Klebeteil, das auf der Oberfläche des Keramikträgers angeordnet ist, auf den Keramikträger gebondet ist, der Halbleiterchip durch ein drittes Klebeteil, das auf der Oberfläche der Metallverdrahtung angeordnet ist, auf die Metallverdrahtung gebondet ist, und dass das erste Klebeteil, das zweite Klebeteil und das dritte Klebeteil jeweils ein V_2O_5 -haltiges Glas und Metallpartikel enthält.

WIRKUNG DER ERFINDUNG

[0011] Erfindungsgemäß können die Bondfähigkeit und die Wärmeleitfähigkeit verbessert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht der Struktur eines gebondeten Bauelements;

[0013] Fig. 2 ist eine Querschnittsansicht der Struktur eines Halbleitermoduls;

[0014] Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht der Struktur einer LED-Beleuchtungsvorrichtung;

[0015] Fig. 4 ist eine Querschnittsansicht der Struktur einer Halbleitervorrichtung;

[0016] Fig. 5 ist eine DTA-Kurve von Glas; und

[0017] Fig. 6 ist eine schematische Ansicht eines Tests der Chip-Scherfestigkeit.

Erfindungsgemäße Ausführungsformen

[0018] Die vorliegende Erfindung betrifft ein gebondetes Bauelement, in dem Teile, von denen jedes ein Metall, eine Keramik oder einen Halbleiter umfasst (erstes Teil **1-1**, zweites Teil **1-2**), miteinander gebondet sind, was in Fig. 1 veranschaulicht wird, und ein Klebeteil **2**, das die beiden Teile bondet und das ein Glas und Metallpartikel enthält. Es ist Voraussetzung, dass Vanadiumoxid (V_2O_5) in dem Glas enthalten ist, das an ein beliebiges von Metall, Keramik oder Halbleiter gebondet werden kann. Die Dicke in vertikaler Richtung der Zeichnung muss innerhalb der Ebene des Teils nicht immer an allen Stellen gleich groß sein. Weiterhin ist es nicht immer erforderlich, dass das Klebeteil **2** mit der vollständigen Oberfläche beider Teile auf der Seite, auf der sie miteinander gebondet werden, gebondet ist, ganz im Gegenteil kann es über beide Teile hinausragen. Kurz gesagt kann es genügen, dass das Klebeteil **2** in einer Schichtform ausgebildet ist und zwischen dem ersten Teil **1-1** und dem zweiten Teil **1-2** klebend vorliegt.

[0019] Wenn ein elektrischer Strom fließt, der für einen Betriebszustand sorgt, in dem zwischen dem ersten Teil **1-1** und dem zweiten Teil **1-2** ein Temperaturunterschied verursacht wird, bondet das erfindungsgemäße gebondete Bauelement nicht nur die beiden Teile miteinander, sondern kann auch für die Wärmeübertragung von einem Teil auf der Seite mit einer hohen Temperatur zu einem Teil auf der Seite mit einer niedrigen Temperatur in beiden Teilen sorgen. Wenn dementsprechend das erste Teil **1-1** ein wärmeerzeugendes Teil ist und das zweite Teil **1-2** ein wärmeableitendes Teil ist, kann Wärme durch das Klebeteil **2** hindurch von dem ersten Teil **1-1** in das zweite Teil **1-2** abgeleitet werden.

[0020] Es stellt eine Voraussetzung dar, dass das Klebeteil **2** als Paste bereitgestellt und verwendet wird. Das gebondete Bauelement wird durch Beschichten, Trocknen und dann Calcinieren einer Paste erhalten, wodurch organische Bestandteile entfernt werden. Anschließend werden die Teile durch einen Sinterschritt miteinander gebondet. Das Glas ist vorzugsweise weniger kristallin als amorph, und der kristalline Anteil liegt vorzugsweise bei 30% oder darunter, um eine gute reproduzierbare Fluidität zu erhalten.

[0021] Um die Kristallisation des Glases so gut wie möglich zu verhindern, liegt der Gehalt an TeO_2 bei mindestens 15 Masse-% oder darüber. Weiterhin werden BaO und WO_3 zugegeben, um die Kristallisation des Glases zu verhindern. Genauer umfasst das Glas 35 bis 55 Masse-% V_2O_5 , 15 bis 35 Masse-% TeO_2 , 4 bis

20 Masse-% P_2O_5 und 5 bis 30 Masse-% eines oder mehrerer von Fe_2O_3 , WO_3 , MoO_3 , MnO_2 , Sb_2O_3 , Bi_2O_3 , BaO , K_2O und ZnO .

[0022] Für die Senkung des Erweichungspunktes des Glases liegt der Gehalt an TeO_2 bei mindestens 15 Masse-% oder darüber, und Ag_2O wird als der andere Bestandteil verwendet. Genauer enthält das Glas 10 bis 60 Masse-% Ag_2O , 5 bis 65 Masse-% V_2O_5 und 15 bis 50 Masse-% TeO_2 . Der Erweichungspunkt kann weiter gesenkt werden, indem der Gehalt an Ag_2O innerhalb des oben angegebenen Bereichs der Zusammensetzung erhöht wird.

[0023] Um dem Klebeteil eine Wärmeleitfähigkeit zu verleihen, werden Metallpartikel beigemischt, die nicht mit dem Vanadiumoxid-haltigen Glas reagieren. Die Metallpartikel, die in dem Klebeteil enthalten sind, umfassen mindestens eines von Ag oder eines Sn-haltigen Lötmittels und machen 30 bis 95 Vol.-% des Klebeteils aus.

[0024] Die Metallpartikel, die in dem Klebeteil enthalten sind, umfassen Ag und machen 60 bis 95 Vol.-% des Klebeteils aus.

[0025] Eine der Ausführungsformen, in der die Erfindung verwirklicht wird, ist das Halbleitermodul, das in Fig. 2 veranschaulicht wird, das umfasst: eine Isolierschicht **5**, wie einen Keramikträger, die durch eine erste Klebeschicht **4** über der oberen Oberfläche eines Basismetalls **3** auf das Basismetall **3** gebondet ist, eine Metallverdrahtung **7**, die durch eine zweite Klebeschicht **6** über der oberen Oberfläche der Isolierschicht **5** auf die Isolierschicht **5** gebondet ist, und einen Halbleiterchip **9**, der durch eine dritte Klebeschicht **8** über der Metallverdrahtung **7** an die Metallverdrahtung **7** gebondet ist. An der Grenze zwischen der Isolierschicht **5** und der ersten und der zweiten Klebeschicht ist keine metallisierte Schicht vorhanden, und die erste Klebeschicht, die zweite Klebeschicht und die dritte Klebeschicht enthalten jeweils ein Vanadiumoxidglas und Metallpartikel. Die Isolierschicht **5** schließt beispielsweise einen Keramikträger mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit ein, der AlN , Si_3N_4 etc. umfasst.

[0026] Somit umfasst das erfindungsgemäße Halbleitermodul die erste, zweite und dritte Klebeschicht, und die Erfindung kann selbstverständlich nur bei der ersten, der zweiten oder der dritten Klebeschicht angewendet werden.

[0027] Das Klebeteil kann einfach zwischen die Teile, die miteinander gebondet werden sollen, eingefügt werden. Für die Teile, die miteinander gebondet werden sollen, zeigt die Zeichnung, dass die Fläche des Klebeteils größer ist als die Fläche des Teils, das gebondet werden soll, das eine kleinere Bondfläche aufweist (Metallverdrahtung **7** für die Isolierschicht **5** und die Metallverdrahtung **7**, Halbleiterchip **9** für die Metallverdrahtung **7** und den Halbleiterchip **9**), die Fläche des Klebeteils kann aber kleiner sein als die Fläche des Teils, das die kleinere Bondoberfläche aufweist. Weiterhin kann sich jedes der Teile über nur eine Oberfläche mit dem Klebeteil im Kontakt befinden, die Klebeschicht kann sich aber auf mehrere Oberflächen erstrecken, beispielsweise auf Seitenflächen, wodurch die Teile fester miteinander gebondet werden können.

[0028] Das Halbleitermodul schließt beispielsweise eine Leistungseinrichtung ein, die manchmal an einer Stelle, an der starke Schwingungen oder Schwingungen über einen langen Zeitraum einwirken, oder an einer Stelle, die einer hohen Temperatur ausgesetzt ist, angeordnet sein kann. Demgemäß ist es erforderlich, dass die Teile fest miteinander gebondet werden. Das Basismetall **3**, die Isolierschicht **5**, die Metallverdrahtung **7** und der Halbleiterchip **9** können jeweils fest gebondet werden, da das erweichte Vanadiumoxidglas erfindungsgemäß mit jedem der Teile fest bondet und sich bei einer hohen Benetzbarkeit verfestigt. Selbst wenn Keramiken in den Komponenten enthalten sind, kann die Bondfähigkeit zwischen den Teilen ohne eine metallisierende Behandlung verbessert werden.

[0029] Weiterhin ist es für das Klebeteil, das für das Halbleitermodul verwendet wird, erforderlich, dass es Wärme durch den gebondeten Bereich ableiten kann. Daher werden Metallpartikel in das erfindungsgemäße Klebeteil eingebracht, um die Wärmeleitfähigkeit des Klebemittels zu vergrößern.

[0030] Es ist eine Voraussetzung, dass das Glas, das in dem Klebeteil enthalten ist, V_2O_5 enthält. Genauer enthält das Glas 35 bis 55 Masse-% V_2O_5 , 15 bis 35 Masse-% TeO_2 , 4 bis 20 Masse-% P_2O_5 und 5 bis 30 Masse-% eines oder mehrerer von Fe_2O_3 , WO_3 , MoO_3 , MnO_2 , Sb_2O_3 , Bi_2O_3 , BaO , K_2O und ZnO . Da das Glas mit einem solchen Zusammensetzungsbereich einen Glasübergangspunkt von $330^\circ C$ oder darunter hat und selbst bei einer Temperatur von $500^\circ C$ oder darunter genügend erweicht, kann das Glas zufriedenstellend an ein beliebiges von dem Basismetall **3**, der Isolierschicht **5**, der Metallverdrahtung **7** und dem Halbleiterchip **9** bonden.

[0031] Da ein Glas üblicherweise Oxide enthält, werden Metallpartikel, wenn sie beigemischt und erhitzt werden, in den meisten Fällen oxidiert. Ebenso wird im erfindungsgemäßen Vanadiumoxidglas, wenn es mit einem Metallpulver, wie einem Pulver aus Cu, Fe und Al, vermischt und erhitzt wird, das Metallpulver oxidiert. Andererseits ist Ag als ein weniger oxidierbares Metall bekannt, und es wird selbst dann nicht oxidiert, wenn es im Gemisch mit dem erfindungsgemäßen Vanadiumoxidglas erhitzt wird. Zusätzlich haben die Erfinder festgestellt, dass selbst dann, wenn ein Pulver aus einem bleifreien Lötmetall vom Sn-Typ (Lötmetall vom Sn-Ag-Cu-Typ oder Lötmetall vom Sn-Cu-Ni-Typ) und das Vanadiumoxidglas vermischt und erhitzt werden, das Lötmetall kaum oxidiert wird.

[0032] Die Metallpartikel enthalten vorzugsweise mindestens eines von Ag oder einem Sn-haltigen Lötmetall (Lötmetall vom Sn-Ag-Cu-Typ). Da das Ag bzw. das Sn-haltige Lötmetall weniger oxidiert wird, selbst dann, wenn es mit dem Vanadiumoxidglas vermischt wird, wird die Wärmeleitfähigkeit weniger gesenkt, wenn das Klebeteil geformt wird. Da das zweite Klebeteil **6** im Allgemeinen keine elektrische Leitfähigkeit aufweisen muss, kann es sich auch um ein Sn-haltiges Lötmetall anstelle von Ag handeln, das ein guter elektrischer Leiter ist, oder es können beide vermischt werden. Weiterhin können die Metallpartikel vorzugsweise 30 bis 95 Vol.-% des zweiten Klebeteils **6** ausmachen. Mit einem solchen Aufbau können die Isolierschicht **5** und die Metallverdrahtung **7** zufriedenstellend miteinander gebondet werden, und es kann eine geeignete Wärmeleitfähigkeit bereitgestellt werden. Wenn die Metallpartikel 60 bis 95 Vol.-% des zweiten Klebeteils **6** ausmachen, wird die Wärmeleitfähigkeit weiter verbessert, und Wärme, die vom Halbleiterchip **9** erzeugt wird, kann schneller abgeleitet werden.

[0033] Das Glas kann weiterhin auch 10 bis 60 Masse-% Ag_2O , 5 bis 65 Masse-% V_2O_5 und 15 bis 50 Masse-% TeO_2 enthalten. Mit einem solchen Zusammensetzungsbereich kann der Glasübergangspunkt weiter bis auf 250°C oder darunter gesenkt werden, und eine ausreichende thermische Stabilität kann gewährleistet werden, und das Glas kann zufriedenstellend mit einem unter dem Basismetall **3**, der Isolierschicht **5**, der Metallverdrahtung **7** und dem Halbleiterchip **9** selbst bei einer Temperatur von 400°C oder darunter gebondet werden.

[0034] Ein Halbleitermodul, in dem die Erfindung nur bei der dritten Klebeschicht **8** verwirklicht wird, umfasst einen Halbleiterchip **9**, der durch die dritte Klebeschicht **8** über der Metallverdrahtung **7** auf die Metallverdrahtung **7** gebondet ist. Das dritte Klebeteil **8** enthält ein Vanadiumoxidglas und Metallpartikel. Die Metallpartikel umfassen in diesem Fall Ag und machen 60 bis 95 Vol.-% des dritten Klebeteils aus. Mit einem derartigen Aufbau können die Metallverdrahtung **7** und der Halbleiterchip **9** zufriedenstellend miteinander gebondet werden, und es kann für eine hohe Wärmeleitfähigkeit und einen niedrigen elektrischen Widerstand gesorgt werden.

[0035] Weiterhin kann das erfindungsgemäße Klebeteil, wie dies in **Fig. 2** veranschaulicht wird, verwendet werden, wenn der Halbleiterchip **9** und die Metallverdrahtung **7** durch die Metallteile **10** und **11** verbunden werden. Das heißt in dem Halbleitermodul mit dem oben beschriebenen Aufbau werden der Halbleiterchip **9** und die Metallverdrahtung **7** durch ein viertes Klebeteil **12** und das fünfte Klebeteil **13** durch die Metallteile **10** und **11** verbunden. Die Metallpartikel umfassen Ag und machen 60 bis 95 Vol.-% des vierten Klebeteils aus. Mit einem derartigen Aufbau können die Metallverdrahtung **7** und der Halbleiterchip **9** zufriedenstellend miteinander gebondet werden, und es kann für eine hohe Wärmeleitfähigkeit und einen niedrigen elektrischen Widerstand gesorgt werden.

[0036] Die Zusammensetzung des Vanadiumoxidglases des dritten Klebeteils **8**, des vierten Klebeteils **12** und des fünften Klebeteils **13** kann ähnlich der Zusammensetzung des zweiten Klebeteils **6** sein.

[0037] **Fig. 3** veranschaulicht eine Querschnittsansicht der Struktur einer LED-Beleuchtungsvorrichtung als weitere erfindungsgemäße Ausführungsform. Die LED-Beleuchtungsvorrichtung weist ein Emissionsmodul auf, in dem ein LED-Emissionsteil **16** durch ein Klebeteil **15** auf einen Träger **14** gebondet ist, und eine Stromquelle (nicht dargestellt) für die Versorgung des Emissionsmoduls mit elektrischem Strom auf. Das Klebeteil **15** ähnelt dem Klebeteil in dem weiter oben beschriebenen Halbleitermodul.

[0038] Da bei dem LED-Emissionsteil die Gefahr einer Beschädigung durch Wärmeeinwirkung besteht, muss die Wärme, die bei der Lichtemission entsteht, schnell nach außen abgeleitet werden. Für diesen Zweck können der Träger und das LED-Emissionsteil zufriedenstellend miteinander gebondet werden und kann eine hohe Wärmeleitfähigkeit bereitgestellt werden, indem ein Aufbau zur Anwendung kommt, in dem Ag für die Metallpartikel verwendet wird, die 60 bis 95 Vol.-% des Klebeteils ausmachen.

[0039] Fig. 4 veranschaulicht eine Halbleitervorrichtung, wie eine Hauptplatine, eines Personal Computers (PC) als eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform. Die Halbleitervorrichtung weist einen Mikrocomputer-IC auf, in dem ein Hauptprozessor (CPU) **19** mit einem Kühlkörper **20** durch ein Klebeteil **18** über einem Träger **17** verbunden ist. Das Klebeteil **18** ähnelt dem Klebeteil in dem oben beschriebenen Halbleitermodul.

[0040] Das Glas, das in dem Klebeteil **18** enthalten ist, enthält genauer 35 bis 55 Masse-% V_2O_5 , 15 bis 35 Masse-% TeO_2 , 4 bis 20 Masse-% P_2O_5 und 5 bis 30 Masse-% eines oder mehrerer von Fe_2O_3 , WO_3 , MoO_3 , MnO_2 , Sb_2O_3 , Bi_2O_3 , BaO , K_2O und ZnO . Da ein Glas, das einen solchen Zusammensetzungsbereich aufweist, einen Glasübergangspunkt von 330°C oder darunter hat und selbst bei einer Temperatur von 500°C oder darunter genügend erweicht, kann das Glas den Träger und das LED-Emissionsteil, die CPU, den Kühlkörper etc. selbst bei einer Temperatur von 500°C oder darunter zufriedenstellend bonden.

[0041] Alternativ weist das Glas ein Merkmal auf, nach dem es 10 bis 60 Masse-% Ag_2O , 5 bis 65 Masse-% V_2O_5 und 15 bis 50 Masse-% TeO_2 umfasst. Mit einem solchen Zusammensetzungsbereich kann der Glasübergangspunkt auf 250°C oder darunter gesenkt werden, und gleichzeitig kann eine ausreichende thermische Stabilität gewährleistet werden, und das Glas kann zufriedenstellend den Träger und das LED-Emissionsteil, oder die CPU und den Kühlkörper etc. bei einer Temperatur von 400°C oder darunter bonden.

Beispiel 1

[0042] In diesem Beispiel werden Vanadiumoxidgläser mit unterschiedlichen Zusammensetzungen hergestellt und werden der Erweichungspunkt und die Feuchtigkeitsbeständigkeit der Gläser untersucht.

(Glaserstellung)

[0043] Es werden Gläser hergestellt, die die in Tabelle 1 gezeigte Zusammensetzung aufweisen (VTC2-01 bis 03 und VTC3-01 bis 03). Die Zusammensetzungen in der Tabelle werden durch den Masseanteil der einzelnen Bestandteile, ausgedrückt für das durch Umwandlung erhaltene Oxid, angegeben. Als Ausgangsmaterial wird ein Oxidpulver verwendet, das von Kojundo Chemical Laboratory Co., Ltd. (99,9% Reinheit) hergestellt wurde. In einigen Beispielen wird $Ba(PO_3)_2$ (Bariumphosphat hergestellt von Rasa Industries, Ltd.) als Ba-Quelle und P-Quelle verwendet.

[0044] Die einzelnen pulverförmigen Ausgangsmaterialien werden in den Masseanteilen vermischt, die in Tabelle 1 angegeben werden, und insgesamt werden 200 g eines Pulvergemischs in einen Schmelztiegel gegeben. Wenn der Ag_2O -Anteil im Ausgangsmaterial bei 40 Masse-% oder darunter liegt, wird ein Platinschmelztiegel verwendet, und wenn der Anteil bei 40 Masse-% oder darüber liegt, wird ein Aluminiumoxidschmelztiegel verwendet. Beim Mischen werden die pulverförmigen Ausgangsmaterialien unter Verwendung eines Metalllöffels vermischt, um eine übermäßige Feuchtigkeitsabsorption durch die Pulver zu vermeiden.

[0045] Der Schmelztiegel, der das Gemisch aus den pulverförmigen Ausgangsmaterialien enthält, wird in einen Glasschmelzofen gegeben, um das Erhitzen und Schmelzen durchzuführen. Die Temperatur wird mit einer Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit von 10°C/min erhöht, und das geschmolzene Glas wird unter Rühren eine Stunde bei einer Solltemperatur (700 bis 900°C) gehalten. Anschließend wird der Schmelztiegel aus dem Glasschmelzofen entnommen, und das Glas wird in eine Gießform aus Graphit gegossen, die zuvor auf 150°C erhitzt worden ist. Anschließend wird das gegossene Glas in einen die Spannungen beseitigenden Ofen gegeben, der zuvor auf eine die Spannungen beseitigende Temperatur erhitzt worden ist, und nach Beseitigung der Spannungen, indem das Glas eine Stunde bei dieser Temperatur gehalten wird, wird das Glas mit einer Geschwindigkeit von 1°C/min auf Raumtemperatur abgekühlt. Das auf Raumtemperatur gekühlte Glas wird pulverisiert, um ein Glaspulver mit der in der Tabelle gezeigten Zusammensetzung zu erzeugen.

(Bestimmung des Erweichungspunktes)

[0046] Die charakteristische Temperatur wird durch Differenzthermoanalyse (DTA) jedes der Glaspulver, die wie oben beschrieben erhalten wurden, gemessen. Die DTA-Messung wird unter Festlegung der Masse einer Referenzprobe (α -Aluminiumoxid) und der zu messenden Proben auf jeweils 650 mg bei einer Temperaturerhöhungsgeschwindigkeit von 5°C/min in Atmosphärenluft durchgeführt. In diesem Beispiel wird eine zweite Temperatur eines endothermen Peaks in der Glas-DTA-Kurve als Erweichungspunkt T_e definiert (siehe Fig. 5). Das Ergebnis ist ebenfalls in Tabelle 1 enthalten.

Tabelle 1

Probe	Zusammensetzung Tabelle (Masse-%)								charakteristische Temperatur (°C)							
	V ₂ O ₅	Ag ₂ O	TeO ₂	P ₂ O ₅	BaO	WO ₃	Sb ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	T _g	Mg	Te	T _{sint}	T _f	T _w	TKri	Tkri-p
VCT2-01	47		30	13				10	293	314	364	374	390	405	> 550	> 550
VCT2-02	55		20	10	5		10		313	335	378	397	413	429	475	515
VCT2-03	40		20	15		15		10	327	350	401	413	430	446	524	554
VCT3-01	17	38	30	4,8	5,2	5			197	214	260	268	286	296	nicht	nicht
VCT3-02	20	45	35						163	172	208	216	227	234	263	294
VCT3-03	18	43	34		5				167	183	221		231		241	260

Beispiel 2

[0047] In diesem Beispiel wird das Bonden zwischen Keramikträgern, die beispielsweise AlN oder Si₃N₄ enthalten, und Metallmaterialien untersucht.

[0048] Gebondete Proben werden nach den folgenden Verfahren unter Verwendung des Glases VTC2-01, das in Beispiel 1 hergestellt wurde, erzeugt. Zunächst wird VTC2-01 zu einem feinen Pulver mit einem mittleren Partikeldurchmesser von 0,5 µm oder darunter zerkleinert. Das pulverisierte VTC2-01 und ein Ag-Pulver oder ein Löt-pulver vom Sn-Ag-Cu-Typ werden in einem vorgegebenen Mengenverhältnis vermischt und 15 min in einem Mörser gemischt, um ein Pulvergemisch zu erzeugen.

(Wärmeleitfähigkeit)

[0049] Verschiedene Arten von pulverförmigen Gemischen werden unter Verwendung einer Form zu Formkörpern mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Dicke von 2 mm geformt. Die hergestellten Formkörper werden an der Atmosphärenluft 30 min bei 450°C unter Verwendung eines elektrischen Muffelofens gesintert, um Simulationsproben für die Beurteilung der Wärmeleitfähigkeit einer ersten Klebeschicht herzustellen. Die so hergestellten gesinterten Proben werden verwendet, und die Wärmeleitfähigkeit wird durch ein Xenon-Flash-Verfahren gemessen. Das Xenon-Flash-Verfahren ist ein Verfahren, bei dem ein gepulstes Licht auf eine Oberfläche einer Simulationsprobe gelenkt wird und die Wärmediffusionsgeschwindigkeit auf Grund der Änderung der Temperatur mit der Zeit auf einer gegenüberliegenden Oberfläche gemessen wird und die Wärmeleitfähigkeit darauf basierend berechnet wird. Die Wärmeleitfähigkeit aller Proben ist in Tabelle 2 zusammenfassend dargestellt.

[0050] Anschließend wird jedes Pulvergemisch mit einem Harzbindemittel und einem Lösemittel vermischt, wonach in einem automatischen Knetter (Awatori Rentaro) geknetet wird, um eine Paste aus einem Chipbondmaterial (Chip = Nacktchip = Die) herzustellen. Ethylcellulose wird als Harzbindemittel verwendet, und Butylcarbitolacetat wird als Lösemittel verwendet. Die Bondfestigkeit wird durch das Verfahren ermittelt, das im Folgenden gezeigt wird, indem die Paste aus dem Chipbondmaterial, die wie oben beschrieben hergestellt wurde, verwendet wird.

(Bondfestigkeit)

[0051] Die Paste aus dem Nacktchipbondmaterial oder Die-Bondmaterial wird auf einen Keramikträger in einem Bereich von 5 × 5 mm² aufgedruckt, bei 150°C getrocknet und dann vorübergehend 30 min an der Atmosphärenluft bei 450°C calciniert. Anschließend wird jede auf 4 × 4 mm² geschnittene Cu-, Al- und AlSiC-Platte über dem Chipbondmaterial angeordnet, und ein 100-g-Gewicht wird aufgebracht, wonach 30 min bei Atmosphärenluft bei 450°C gesintert wird.

[0052] Wie weiter oben beschrieben werden Proben für den Chipschertest hergestellt, in denen die Metallplatte jeweils auf den Keramikträger gebondet ist. Die Bondfestigkeit zwischen der Metallplatte und dem Keramikträger wird mit Hilfe des Chipscherfestigkeitstest ermittelt. Der Chipscherfestigkeitstest ist ein Testverfahren, bei dem wie in Fig. 6 veranschaulicht eine Metallplatte **18**, die durch ein Klebeteil **17** auf einen Träger gebondet ist, in einer Spezial-Prüflehre **19** in horizontaler Richtung von der lateralen Seite her belastet wird und der Belastungswert gemessen wird, bei dem sich die Metallplatte von dem Träger löst, das heißt eine Scherfestigkeit der Metallplatte (Chipscherfestigkeit: N). Tabelle 2 zeigt das Ergebnis der Untersuchung für einen Fall, in dem ein AlN-Träger als Keramikträger verwendet wird, und Tabelle 3 zeigt zusammenfassend das Ergebnis der Untersuchung für einen Fall, in dem ein Si₃N₄-Träger verwendet wird. In diesem Beispiel werden Proben mit einer Bondfestigkeit > 20 MPa und einer Wärmeleitfähigkeit > 10 W/m·K als zufriedenstellend bewertet.

[0053] Wie den Tabellen entnommen werden kann, kann gezeigt werden, dass das Chipbondmaterial der Probe die Metallplatte auf den Keramikträger, der keine metallische Schicht aufweist, mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit und einer hohen Bondfestigkeit bonden kann.

Tabelle 2

Probe Nr.	Pulvergemisch	Glasmisch- menge (Vol.-%)	Wärmeleit- fähigkeit (W/m·K)	Bondfähigkeit mit AIN-Träger (Scherfestigkeit / MPa)			Gesamtbewertung
				Cu	Al	AlSiC	
Pr-2-1	Ag	75	8,5	17,3	17,9	16,9	schlecht
Pr-2-2	Ag	70	19,5	16,4	16,9	16,0	gut
Pr-2-3	Ag	50	38,3	14,8	15,2	14,4	gut
Pr-2-4	Ag	25	130	13,8	13,5	13,9	gut
Pr-2-5	Ag	10	162,2	13,2	13,1	13,0	gut
Pr-2-6	Ag	3	298,4	6,1	6,2	6,0	schlecht
Pr-2-7	Sn ₃ Ag ₄ Cu	60	10,2	15,8	16,2	15,5	gut
Pr-2-8	Sn ₃ Ag ₄ Cu	50	19,2	14,7	15,1	14,4	gut
Pr-2-9	Sn ₃ Ag ₄ Cu	25	45,8	11,4	11,7	11,2	gut
Pr-2-10	Sn ₃ Ag ₄ Cu	10	52,3	10,0	10,3	9,9	gut
Pr-2-11	Sn ₃ Ag ₄ Cu	3	58,7	9,0	9,2	8,9	schlecht
Pr-2-12	Sn ₃ Ag _{0,5} Cu	60	10	16,1	16,5	15,7	gut
Pr-2-13	Sn ₃ Ag _{0,5} Cu	50	17,2	13,9	14,2	13,6	gut
Pr-2-14	Sn ₃ Ag _{0,5} Cu	25	38,5	10,9	11,2	10,7	gut
Pr-2-15	Sn ₃ Ag _{0,5} Cu	10	48,2	10,2	10,4	10,0	gut
Vergleichsbeispiel	handelsübliches Lötmedium vom Bi- Typ		35,6	0,02*	0,04	0,01	schlecht

* ohne metallische Schicht

Tabelle 3

Probe Nr.	Pulvergemisch	Glasmisch- menge (Vol.-%)	Bondfähigkeit mit Si ₃ N ₄ -Träger (Scherfestigkeit / MPa)			Gesamtbewertung
			Cu	Al	AlSiC	
Pr-2-1	Ag	75	19,5	20,1	19,1	schlecht
Pr-2-2	Ag	70	18,6	19,1	18,2	gut
Pr-2-3	Ag	50	17,0	17,4	16,6	gut
Pr-2-4	Ag	25	16,0	15,7	16,1	gut
Pr-2-5	Ag	10	15,4	15,3	15,2	gut
Pr-2-6	Ag	3	8,3	8,4	8,2	schlecht
Pr-2-7	Sn ₃ Ag ₄ Cu	60	18,0	18,4	17,7	gut
Pr-2-8	Sn ₃ Ag ₄ Cu	50	16,9	17,3	16,6	gut
Pr-2-9	Sn ₃ Ag ₄ Cu	25	13,6	13,9	13,4	gut
Pr-2-10	Sn ₃ Ag ₄ Cu	10	12,2	12,5	12,1	gut
Pr-2-11	Sn ₃ Ag ₄ Cu	3	9,5	9,2	8,9	schlecht
Pr-2-12	Sn ₃ Ag _{0,5} Cu	60	18,3	18,7	17,9	gut
Pr-2-13	Sn ₃ Ag _{0,5} Cu	50	16,1	16,4	15,8	gut
Pr-2-14	Sn ₃ Ag _{0,5} Cu	25	13,1	13,4	12,9	gut
Pr-2-15	Sn ₃ Ag _{0,5} Cu	10	12,4	12,6	12,2	gut
Vergleichsbeispiel	handelsübliches Lötmetall vom Bi-Typ		0,02*	0,04	0,01	schlecht

* ohne metallische Schicht

Beispiel 3

[0054] In diesem Beispiel wird das Bonden eines Cu-Trägers und eines Si-Halbleiterchips untersucht.

[0055] Eine gebondete Probe wird hergestellt, indem das Glass VTC3-01, das in Beispiel 1 hergestellt wurde, in den folgenden Verfahren verwendet wird. Zunächst wird VTC3-01 zu einem feinen Pulver pulverisiert, das einen mittleren Partikeldurchmesser von 0,5 µm oder darunter aufweist. Das pulverisierte VTC3-01 und ein Ag-Pulver werden in einem vorgegebenen Verhältnis vermischt und 1,5 min in einem Mörser gemischt, um ein Pulvergemisch herzustellen.

(Wärmeleitfähigkeit und elektrischer Widerstand)

[0056] Verschiedene Typen von Pulvergemischen werden zu Formkörpern mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Dicke von 2 mm geformt. Die hergestellten Formkörper werden an der Atmosphärenluft 35 min bei 350°C gesintert, um Simulationsproben für die Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit und des elektrischen Widerstands einer dritten Klebeschicht zu bilden.

[0057] Der elektrische Widerstand der gesinterten Probe wird unter Verwendung eines tragbaren Messgeräts für kleine Widerstände (Loresta AX; MCP-T370) gemessen, das von der Mitsubishi Chemical Corporation hergestellt wird. Anschließend wird die Wärmeleitfähigkeit unter Verwendung der gleichen Probe mit Hilfe des Xenon-Flash-Verfahrens gemessen.

(Bondfestigkeit)

[0058] Die Chipbondmaterialpasten werden in gleicher Weise wie in Beispiel 2 durch Vermischen verschiedener Typen von Pulvergemischen, eines Harzbindemittels und eines Lösemittel hergestellt. Die Chipbondmaterialpasten werden auf einen Keramikträger jeweils in einem Bereich von $5 \times 5 \text{ mm}^2$ gedruckt, und nach dem Trocknen bei 150°C vorübergehend 30 min bei 350°C an der freien Luft calciniert. Anschließend wird ein Si-Halbleiterchip mit einer Größe von $4 \times 4 \text{ mm}^2$ auf den Chipbondmaterialien angeordnet, wonach 30 min bei 350°C an der freien Luft gesintert wird, während ein Gewicht von 100 g darauf angeordnet ist, um die Chip-Schertestproben zu erzeugen, in denen der Si-Halbleiterchip über dem Cu-Träger gebondet ist. Die Bondfestigkeit zwischen dem Si-Halbleiterchip und dem Cu-Träger wurde mit Hilfe eines Chipscherfestigkeitstest ermittelt. Tabelle 4 zeigt die gesammelten Untersuchungsergebnisse.

[0059] In diesem Beispiel werden Proben, die eine Bondfestigkeit $> 20 \text{ MPa}$, eine Wärmeleitfähigkeit $> 50 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ und einen elektrischen Widerstand $< 1,0 \times 10^{-5} \Omega\cdot\text{cm}$ aufweisen, als zufriedenstellend bewertet.

[0060] Wie Tabelle 4 entnommen werden kann, wird gezeigt, dass das Chipbondmaterial des Beispiels bei hoher Wärmeleitfähigkeit und hoher Bondfestigkeit auf einen Keramikträger gebondet werden kann, der keine metallische Schicht aufweist.

Tabelle 4

Probe Nr.	Pulvergemisch	Glasmisch-menge (Vol.-%)	Wärmeleitfähigkeit (W/m·K)	elektrischer Wi- derstand ($\Omega \cdot \text{cm}$)	Scherfestigkeit (MPa)	Gesamtbewertung
Pr-3-1	Ag	45	36	1,00E-05	18,2	schlecht
Pr-3-2	Ag	40	55,6	9,80E-06	17,2	gut
Pr-3-3	Ag	30	92,2	8,50E-06	15,7	gut
Pr-3-4	Ag	20	135,5	7,00E-06	15,2	gut
Pr-3-5	Ag	10	165,2	4,50E-06	14,3	gut
Pr-3-6	Ag	3	293,1	2,10E-06	7,3	schlecht
Vergleichsbeispiel	handelsübliches Lötmedium vom Bi-Typ		35,6	3,20E-05	16,7	schlecht

Bezugszeichenliste

1-1	erstes Teil
1-2	zweites Teil
2, 15, 18, 21	Klebeteil
3	Basismetall
4	erstes Klebeteil
5	Isolierschicht
6	zweites Klebeteil
7	Metallverdrahtung
8	drittes Klebeteil
9	Halbleiterchip
10, 11	Metallteil
12	viertes Klebeteil
13	fünftes Klebeteil
14	Träger mit montierter LED
16	LED-Emissionsbauteil
17	Träger
19	CPU
20	Kühlkörper
22	Chip
23	Spezial-Prüflehre

Patentansprüche

1. Gebondetes Bauelement, in dem ein erstes Teil und ein zweites Teil, von denen jedes eines von Metall, Keramik und Halbleiter umfasst, miteinander gebondet sind, wobei das zweite Teil durch ein Klebeteil, das auf der Oberfläche des ersten Teils angeordnet ist, auf das erste Teil gebondet ist, wobei das Klebeteil ein V_2O_5 -haltiges Glas und Metallpartikel enthält, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Glas 10 bis 60 Masse-% Ag_2O , 5 bis 65 Masse-% V_2O_5 und 15 bis 50 Masse-% TeO_2 umfasst.
2. Gebondetes Bauelement nach Anspruch 1, wobei zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil eine Temperaturdifferenz hervorgerufen wird, wenn ein elektrischer Strom fließt.
3. Gebondetes Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, wobei das erste Teil ein wärmeerzeugendes Bauelement und das zweite Teil ein wärmeableitendes Bauelement ist.
4. Gebondetes Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das erste Teil Halbleiter oder Metall umfasst und das zweite Teil Metall oder Keramik umfasst.
5. Gebondetes Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das V_2O_5 weniger kristallin als amorph ist und der kristalline Anteil 30% oder weniger als 30% ist.
6. Gebondetes Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Metallpartikel mindestens Ag oder ein Sn-haltiges Lötmittel umfassen und 30 bis 95 Vol.-% des Klebeteils ausmachen.
7. Gebondetes Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Metallpartikel Ag umfassen und 60 bis 95 Vol.-% des Klebeteils ausmachen.
8. Halbleitermodul, das ein Basismetall, einen Keramikträger, eine Metallverdrahtung und einen Halbleiterchip umfasst, wobei der Keramikträger durch ein erstes Klebeteil, das auf der Oberfläche des Basismetalls angeordnet ist, auf das Basismetall gebondet ist, die Metallverdrahtung durch ein zweites Klebeteils das auf der Oberfläche des Keramikträgers angeordnet ist, auf den Keramikträger gebondet ist, der Halbleiterchip durch ein drittes Klebeteil, das auf der Oberfläche der Metallverdrahtung angeordnet ist, auf die Metallverdrahtung gebondet ist, und das erste Klebeteil, das zweite Klebeteil und das dritte Klebeteil jeweils ein V_2O_5 -haltiges Glas und Metallpartikel enthalten, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Glas des ersten Klebeteils, das Glas des zweiten Klebeteils

oder das Glas des dritten Klebeteils 10 bis 60 Masse-% Ag_2O , 5 bis 65 Masse-% V_2O_5 und 15 bis 50 Masse-% TeO_2 umfasst.

9. Halbleitermodul nach Anspruch 8, wobei das V_2O_5 weniger kristallin als amorph ist und der kristalline Anteil 30% oder weniger als 30% ist.

10. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 8 bis 9, wobei die Metallpartikel des ersten Klebeteils oder die Metallpartikel des zweiten Klebeteils mindestens eines von Ag oder einem Sn-haltigen Lötmetall umfassen und 30 bis 95 Vol.-% des ersten Klebeteils oder des zweiten Klebeteils ausmachen.

11. Halbleitermodul nach einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei die Metallpartikel des dritten Klebeteils Ag umfassen und 60 bis 95 Vol.-% des dritten Klebeteils ausmachen.

12. Halbleitermodul nach Anspruch 8, wobei der Halbleiterchip ein LED-Emissionsbauteil ist.

13. Halbleitermodul nach Anspruch 8, wobei der Halbleiterchip eine CPU ist und der Basisträger ein Kühlkörper ist.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

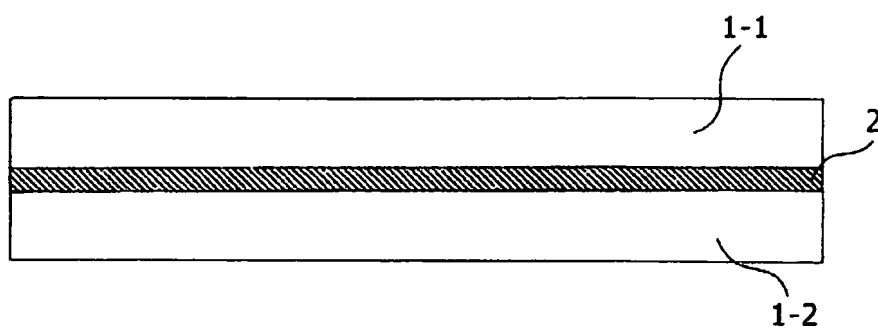


FIG. 2

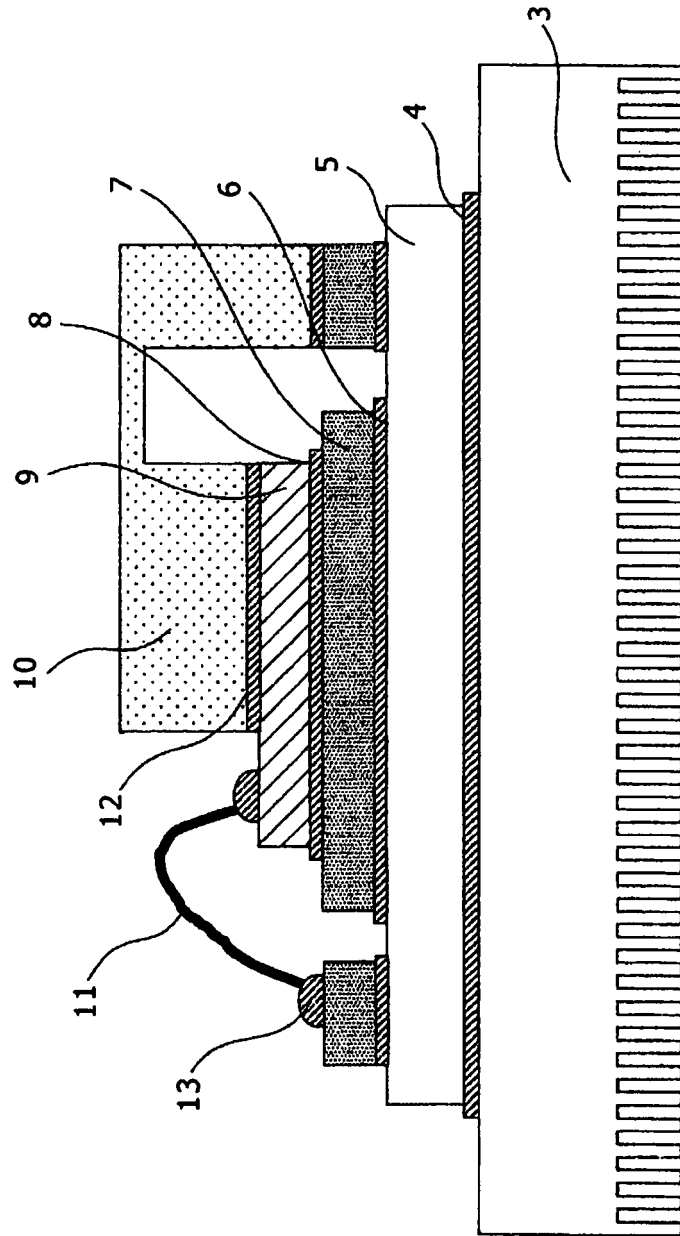


FIG. 3

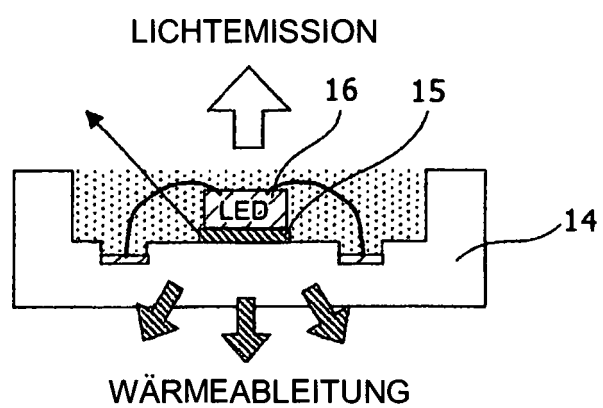


FIG. 4

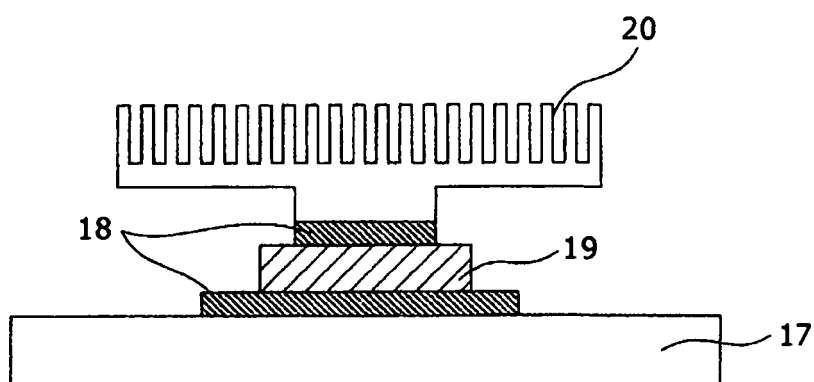


FIG. 5

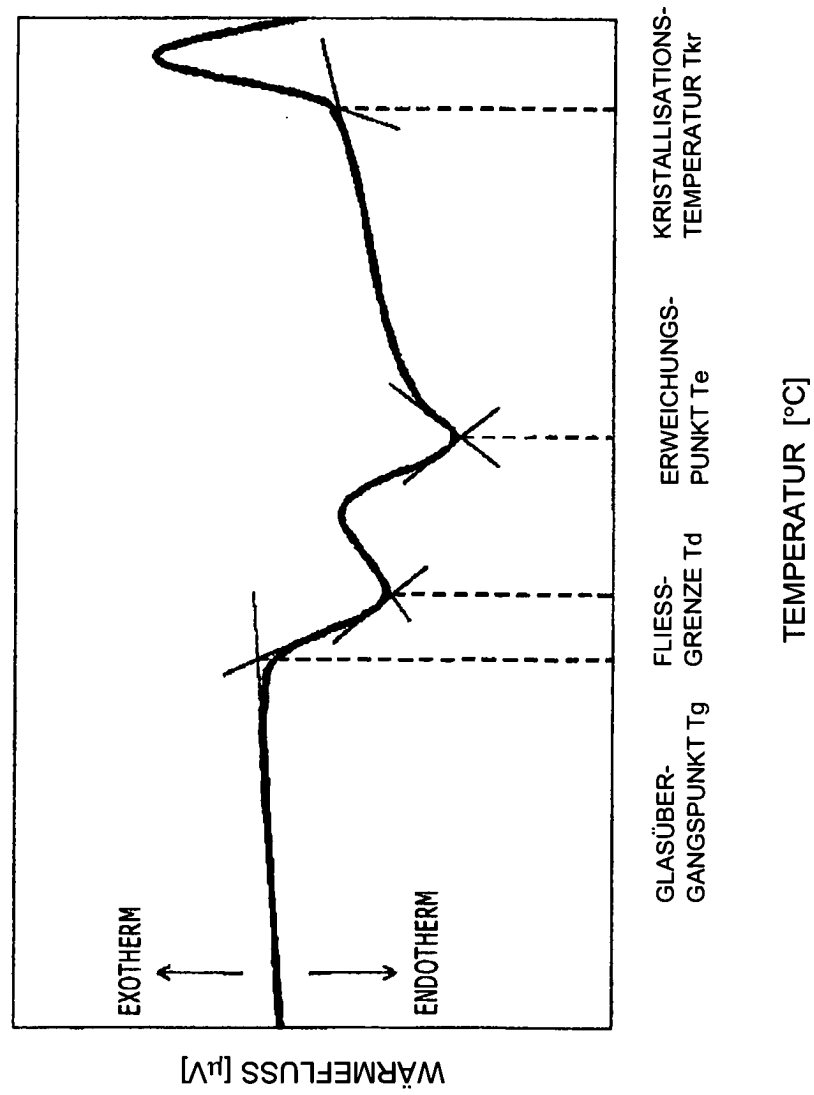


FIG. 6

