(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 11 320 T2** 2004.07.08

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 971 009 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 11 320.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 113 152.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **07.07.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.01.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **17.09.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **08.07.2004**

(51) Int Cl.[7]: **C09J 163/00**

(30) Unionspriorität:
9827292 07.07.1998 KR

(73) Patentinhaber:
Amkor Technology Korea, Inc., Kwangju, KR;
Amkor Technology Inc., Chandler, Ariz., US;
National Starch and Chemical Investment Holding Corp., Wilmington, Del., US

(74) Vertreter:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB, PT

(72) Erfinder:
Kwak, Jae-Sung, Kwangjin-ku, Seoul, KR; Moon, Byung-Hoon, Kwangjin-ku, Seoul, KR

(54) Bezeichnung: **Klebstoffzusammensetzung zur Verklebung von Halbleiterchips**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

(a) Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Klebstoffzusammensetzung zur Chip- oder Die-Befestigung, um Halbleiterchips an Leitungsrahmen zu bonden, und insbesondere eine Klebstoffzusammensetzung zur Chip- oder Die-Befestigung, die überlegene Moduleigenschaften, eine überlegene Bondkraft, Haftfestigkeit wie auch Bearbeitbarkeit aufweist, wodurch die Verwendung mit Halbleiterchips in einem breiten Größenbereich ermöglicht wird.

(b) Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Typischerweise umfassen Halbleiterpackungen Leitungsrahmen (Lead Frames) bzw. Substrate, in denen Halbleiterchips über Klebstoffe an Leitungsrahmen-Paddles bzw. -Inseln gebondet werden. **Fig.** 1 zeigt ein Thin Quad Flat Package (dünne quadratische flache Packung) (TQFP)) **1**, das ein Typ eines an der Oberfläche zu befestigenden Halbleiters ist und bei dem ein Halbleiterchip **2** an einem Halbleiterchip-Paddle bzw. einer Halbleiterchip-Kontaktfläche **3a** eines Leitungsrahmens **3** durch eine Klebstoffschicht **6** befestigt wird. Eine Bondstelle (ohne Bezugszeichen) an dem befestigten Halbleiterchip **2** und interne Leitungen **3b** werden durch leitende Drähte **4** elektrisch verbunden. Der Halbleiterchip **2** und die leitenden Drähte **4** sind von außen durch eine geformte Einkapselungsharzverbindung **5** geschützt, und externe Leitungen **3c** sind beispielsweise an eine Leiterplatte gelötet, wobei die externen Leitungen **3c** als externe Verbindungsanschlüsse dienen.

[0003] In dem Obigen werden die Klebstoffzusammensetzungen zur Chip- oder Die-Befestigung beim Bonden des Halbleiterchips **2** an das Paddle **3a** des Leitungsrahmens **3** verwendet. Hierzu ist es notwendig, dass derartige Klebstoffzusammensetzungen außergewöhnliche physikalische wie auch chemische Eigenschaften aufweisen müssen, nachdem die Zusammensetzung ausgehärtet ist, wie auch ein ausreichendes Maß an Bearbeitbarkeit vorsehen müssen. Notwendige physikalische Eigenschaften für die Klebstoffzusammensetzungen zur Chip- oder Die-Befestigung umfassen einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten, eine hohe Haftfestigkeit, eine hohe Wärme- und Stromleitfähigkeit, und eine hohe Beständigkeit, während die erforderlichen chemischen Eigenschaften einen hohen chemischen Widerstand wie auch einen geringen Grad an Unreinheit umfassen. Bezüglich der Bearbeitbarkeit der Klebstoffzusammensetzungen ist es notwendig, dass sie ein geeignetes Maß an Viskosität wie auch Härtungsrate aufweisen.

[0004] Klebstoffzusammensetzungen zur Chip- oder Die-Befestigung, die die obigen Anforderungen erfüllen und typischerweise verwendet werden, umfassen ein Harz auf Epoxidbasis, das besitzen kann: Substituenten, ein Härtungs- bzw. Aushärtmittel mit einer Aminverbindung, ein Verdünnungsmittel, wie beispielsweise Epoxid oder Butyl-Carbitol-Acetat; ein Haftungsunterstützungsmittel wie beispielsweise Silan oder Dicyandiamid; ein Thixotropiermittel, wie beispielsweise kolloides Magnesiumsilikat und andere zusätzliche Mittel, wie beispielsweise Silikon. Hierzu kann abhängig von den erforderlichen Eigenschaften, dem beabsichtigen Gebrauch etc. die Klebstoffzusammensetzung abgewandelt werden, um an verschiedene Anforderungen angepasst werden zu können.

[0005] Insbesondere werden Ag-Flocken gewöhnlich als ein Füllmittel verwendet, um die Klebstoffzusammensetzungen zur Chip- oder Die-Befestigung mit einer überlegenen thermischen und/oder elektrischen Leitfähigkeit zu versehen. Aufgrund der guten Dispersion in Systemen mit organischem Harz besitzt Silber den Vorteil, die Thixotropie der Zusammensetzung leicht zu steuern, die bei der Dispersion und/oder dem Anordnen bzw. Befestigen (Attaching) des Dies (geschnittenes Waferplättchen) oder Chips erforderlich ist. Jedoch sieht Silber keine ausreichende Haftfestigkeit zwischen dem Halbleiterchip und dem Chip-Paddle des Leitungsrahmens vor, wodurch die Zuverlässigkeit der Packung verringert wird. Beispielsweise kann an der Grenzfläche zwischen dem Halbleiterchip und dem Chip-Paddle eine Delaminierung auftreten und/oder es können sich Rissein der Packung entwickeln.

[0006] Das Obige gilt insbesondere für "hart" modifizierte bzw. abgeänderte Zusammensetzung zur Chip- oder Die-Befestigung, die ein hohes Modul aufweisen. Im Gegensatz dazu treten solche Probleme bei "weich" modifizierten Zusammensetzungen nicht auf. Wenn jedoch ein Drahtbondprozess (ein Hochtemperaturprozess bei 240°C) nach dem Prozess zum Befestigen des Halbleiterchips durch eine Bondvorrichtung ausgeführt wird, werden kleine Schwingungen erzeugt, die in der Drahtbondung Defekte bewirken, die die weiche "Zusammensetzung" nicht aushalten kann.

[0007] Detaillierter wird, wenn die Kapillare der Bondvorrichtung in den äußeren Rand der Oberfläche des Halbleiterchips druckgeschweißt wird, die Klebstoffschicht unterhalb des Halbleiterchips geringfügig durch den Druck der Kapillarenlast verzerrt. Wenn die Kapillare von dem Halbleiterchip freigegeben wird, erfolgt eine gedämpfte Schwingung, die Defekte in der Drahtbondung oder ein Verkippen bei der Befestigung der Schrägstel-

lung des Halbleiterchips bewirken kann. Demgemäß sind "weich" modifizierte Klebstoffzusammensetzungen zur Verwendung in Packungen ungeeignet, an denen kleine Halbleiterchips befestigt werden, da die kleinen Schwingungen nicht absorbiert werden können.

[0008] Wie die "hart" modifizierten Klebstoffzusammensetzungen sehen "dazwischen liegend" modifizierte Klebstoffzusammensetzungen, deren Modul zwischen "harten" und "weichen" Klebstoffzusammensetzungen liegt, keine ausreichende Haftfestigkeit vor. Infolge dessen bleiben die Probleme mit einer Delaminierung an der Grenzfläche und/oder einer Rissbildung bestehen.

[0009] Die US-A-5 582 772 offenbart eine Klebstoffzusammensetzung zur Chip- oder Die-Befestigung mit mit Kupferoxid gefülltem Polymer zur Halbleiterpackung. Optional dazu kann Silber in der Zusammensetzung enthalten sein.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die vorliegende Erfindung ist gemacht worden, um die obigen Probleme zu lösen.

[0011] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine "Zwischen"-Klebstoffzusammensetzung mit einem hohen Modul vorzusehen, so dass Drahtbonddefekte, die durch das Ankleben von Drähten bewirkt werden, nicht entstehen können.

[0012] Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Klebstoffzusammensetzung zur Chip- oder Die-Befestigung vorzusehen, um Halbleiterchips zu bonden, die eine beträchtliche Haftfestigkeit vorsieht, so dass das Auftreten einer Delaminierung an der Grenzfläche und/oder einer Rissbildung verhindert wird.

[0013] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Klebstoffzusammensetzung zur Chip- oder Die-Befestigung vorzusehen, die sowohl für Halbleiterchips einer breiten Vielzahl von Größen verwendet werden kann als auch ein hohes Maß an Bearbeitbarkeit vorsieht.

[0014] Um die obigen Aufgaben zu lösen, sieht die vorliegende Erfindung eine Klebstoffharzzusammensetzung zur Chip- oder Die-Befestigung vor, um Halbleiterchips zu bonden. Die Klebstoffzusammensetzung umfasst eine Klebstoffharzkomponente, ein Härtungsmittel, ein Verdünnungsmittel, einen Härtungspromotor und ein Thixotropiermittel wie auch eine anorganische Füllkomponente. Die Harzkomponente ist mit etwa 10 bis 50 Gew.-% vorgesehen und die anorganische Füllkomponente ist mit etwa 50–90 Gew.-% vorgesehen und umfasst einen Kupferbestandteil wie auch einen Silberbestandteil. Der Kupferbestandteil ist aus der Gruppe gewählt, die aus CuO, Cu_2O und deren Mischungen besteht, und ist in etwa 0,1– 50 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht der anorganischen Füllkomponente vorhanden. Der Silberbestandteil umfasst in etwa 50– 99 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht des anorganischen Füllbestandteils.

[0015] Gemäß eines Merkmals der vorliegenden Erfindung beträgt der Kupferbestandteil in etwa 5–25 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht der anorganischen Füllkomponente.

[0016] Gemäß eines anderen Merkmals der vorliegenden Erfindung beträgt die Harzkomponente 20–40 Gew.-% und die anorganische Füllkomponente 60–80 Gew.-%.

[0017] Gemäß eines noch weiteren Merkmals der vorliegenden Erfindung besitzt die Zusammensetzung einen Modul von 2 bis 4×10^9 Pa bei 0°C, und der Modul vermindert sich bei Temperaturen zwischen 25 und 150°C allmählich und vermindert sich bei 150°C auf 7×10^7–3×10^9 Pa.

[0018] Gemäß eines noch weiteren Merkmals der vorliegenden Erfindung liegt die Zusammensetzung in einem Viskositätsbereich von 8.000 bis 20.000 cps bei 25°C.

[0019] Gemäß eines noch weiteren Merkmals der vorliegenden Erfindung ergibt die Zusammensetzung eine Klebstoffschicht, die zwischen einem Halbleiterchip und einem Paddle eines Leitungsrahmens ausgebildet ist und deren Haftfestigkeit nach dem Härten im Bereich von zwischen 100 bis 170 Kilopond/cm^2 (100 bis 170 kgf/cm^2) liegt.

ZEICHNUNGSKURZBESCHREIBUNG

[0020] Diese und andere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung, den angefügten Ansprüchen wie auch den begleitenden Zeichnungen besser offensichtlich, wobei:

[0021] **Fig.** 1 eine schematische Schnittansicht einer herkömmlichen Halbleiterpackung vom TQFP-Typ ist;

[0022] **Fig.** 2 ein Diagramm ist, das Modulvariationen von Zusammensetzungsproben gemäß Temperaturänderungen zeigt;

[0023] **Fig.** 3a und 3b Aufzeichnungen von scannenden akustischen Tomographen (Scanning Acoustic Tomographs; SATs) sind, die Delaminierungszustände an der Grenzfläche von kleinen Halbleiterchip-Befestigungspackungen zeigen, die für eine vorbestimmte Zeitdauer harten Bedingungen ausgesetzt worden sind;

[0024] **Fig.** 4a und 4b SATs sind, die Delaminierungszustände an der Grenzfläche von großen Halbleiterchip-Befestigungspackungen zeigen, die für eine vorbestimmte Zeitdauer harten Bedingungen ausgesetzt worden sind; und

[0025] **Fig.** 5 ein Diagramm ist, das die Änderungen der Viskosität von Zusammensetzungen gemäß dem CuO- und/oder Cu_2O-Gehalt zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0026] Es sind verschiedene Klebstoffzusammensetzungen zur Chip- oder Die-Befestigung zur Verwendung beim Bonden von Halbleiterchips bekannt. Abhängig von den erforderlichen Eigenschaften, dem beabsichtigen Gebrauch, etc. können die Zusammensetzungen abgewandelt werden, um variierenden Anforderungen gerecht zu werden. Zusätzlich zu Harzen auf Epoxidbasis, die Substituenten aufweisen können, werden verschiedene Komponenten für die Klebstoffzusammensetzung verwendet, die umfassen: Aminhärtungsmittel, wie beispielsweise Azoverbindungen; Verdünnungsmittel wie beispielsweise Epoxide und Butyl-Carbitol-Acetat; Thixotropiermittel, wie beispielsweise kolloides Magnesiumsilikat; und andere Additive, wie beispielsweise Silikon. Mit Ausnahme des Epoxidmonomers können die Mengen von allen Komponenten bedarfsgemäß geändert werden, und derartige Einstellungen beschränken die Erfindungen nicht.

[0027] Der Begriff "hart modifizierte Klebstoffzusammensetzungen", der hier verwendet ist, betrifft auf Epoxidharz basierende Klebstoffzusammensetzungen mit einem Modul von 2,5 bis 4×10^9 Pa bei einer Temperatur zwischen 0 und 100°C, das sich bei einer Temperatur zwischen 100 und 150°C schnell verringert und bei über 150°C zwischen 2 bis 4×10^8 Pa liegt. Der Begriff "weich modifizierte Klebstoffzusammensetzungen", der hier verwendet ist, betrifft Klebstoffzusammensetzungen mit einem Modul von 2,5 bis $4,5 \times 10^9$ Pa bei 0°C, der sich bei einer Temperatur zwischen 0 und 70°C schnell verringert und über 70°C bei 1 bis 4×10^7 Pa liegt. Schließlich betrifft der Begriff "Zwischen- Klebstoffzusammensetzungen", der hier verwendet ist, Klebstoffzusammensetzungen mit einem Modul von 2 bis 4×10^9 Pa bei 0°C, das sich bei einer Temperatur zwischen 25 und 150°C allmählich verringert und oberhalb 150°C bei 7×10^7 bis 3×10^8 liegt. Diese Parameter können jedoch geringfügig variieren und sind in keiner Weise als beschränkend anzusehen.

[0028] Allgemein tritt, da die Klebstoffschichten, die aus den harten Klebstoffzusammensetzungen gehärtet werden, eine hohe Vernetzungsdichte sowie eine geringe Flexibilität aufweisen, nur eine minimale Größe sehr kleiner Vibrationen auf, die auf die Bondvorrichtung beim Kleben des Drahtes zurückzuführen sind, was in einer geringen Rate von nicht ausgeführten Verklebungen bei dem Drahtbonden resultiert. Jedoch ist diese Klebstoffschicht aufgrund des großen Unterschiedes in den Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen der Klebstoffschicht und dem Halbleiterchip und dem Paddle einem relativ hohen Maß an Verwölbung ausgesetzt. Somit sind die harten Klebstoffzusammensetzungen zur Befestigung von Halbleiterchips in der Größe von 100 × 100 mil^2 (2,5 × 2,5 mm^2) geeignet. Zusätzlich besitzen sie hohe Glasübergangstemperaturen (Tg), zeigen jedoch nur eine geringe Haftfestigkeit.

[0029] Im Gegensatz zu harten Klebstoffschichten besitzen die Klebstoffschichten, die aus weichen Klebstoffzusammensetzungen gehärtet sind, eine geringe Vernetzungsdichte sowie eine hohe Flexibilität. Demgemäß erlauben diese Klebstoffschichten die kleinen Vibrationen, die auf die Bondvorrichtung beim Verkleben von Drähten zurückzuführen sind, was zu einer hohen Rate von nicht ausgeführten Verklebungen bei dem Drahtbonden führt. Vorteilhafterweise sind die Klebstoffschichten nur einem kleinen Grad an Verwölbung ausgesetzt, wodurch die weichen Klebstoffzusammensetzungen zur Befestigung von Halbleiterchips in der Größenordnung von 400 × 400 mil^2 (10 × 10 mm^2) geeignet sind. Derartige Klebstoffschichten besitzen eine relativ geringe Tg, jedoch eine sehr hohe Haftfestigkeit.

[0030] Wie die Klebstoffschichten, die aus den Zwischen-Klebstoffzusammensetzungen gehärtet sind, besitzen sie Vernetzungsdichten, die zwischen den "harten" und den "weichen" Vernetzungsdichten liegen, wodurch sie eine dazwischen liegende Flexibilität zeigen. In den Zwischen-Klebstoffschichten sind minimale kleine Schwingungen, die auf die Bondvorrichtung beim Verkleben von Drähten zurückzuführen sind, zulässig, so dass die Rate von nicht ausgeführten Verklebungen bei dem Drahtbonden gering ist. Ihre Verwölbung besitzt ebenfalls eine dazwischen liegende Größe. Jedoch besitzen die Zwischen-Klebstoffzusammensetzungen eine geringe Haftfestigkeit.

[0031] Demgemäß betrifft die vorliegende Erfindung eine Klebstoffzusammensetzung zum Bonden von Halbleiterchips, die ein geeignetes Maß an Flexibilität (zwischen den Größen, die in den "harten" und "weichen" Klebstoffzusammensetzungen erreicht werden) zusätzlich dazu aufweist, dass sie einen hohen Grad an Haftfestigkeit zeigt. Dieses geeignete Maß an Flexibilität lässt nicht die kleinen Schwingungen zu, die durch die Bondvorrichtung beim Drahtkleben bewirkt werden, wodurch die Rate von nicht ausgeführten Verklebungen des Bonddrahtes verringert wird, während der hohe Grad der Wirksamkeit der Haftfestigkeit eine Delaminierung an der Grenzfläche und/oder eine Rissbildung in der Packung verhindert. Somit kann die Klebstoffzusammensetzung effektiv für verschiedene Größen von Halbleiterchips, nämlich von kleinen bis zu großen Größen, angewendet werden.

[0032] Die Klebstoffzusammensetzung zum Bonden von Halbleiterchips gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst ein Epoxidharz, das mit einer anorganischen Füllkomponente modifiziert ist, die einen Silber- und einen Kupferbestandteil umfasst, der aus CuO, Cu_2O und deren Mischungen gewählt ist. In der Klebstoffzusam-

mensetzung zum Bonden von Halbleiterchips liegt das Epoxidharz in der Größenordnung von etwa 10– 50 Gew.-% vor, während die anorganische Füllkomponente entsprechend mit etwa 10–90 Gew.-% vorhanden ist. Wenn hierbei die Harzkomponente unter 10 Gew.-% der Zusammensetzungen liegt, ist eine homogene Mischung mit der anorganischen Füllkomponente schwierig zu erreichen, und die resultierende Zusammensetzung besitzt eine schlechte Fließfähigkeit sowie Bearbeitbarkeit. Wenn andererseits die Harzkomponente 50 Gew.-% der Zusammensetzung überschreitet, ist es höchstwahrscheinlich, dass ein Ausbluten oder Kerbkriechphänomen auftritt. Dies bedeutet, dass die Harzzusammensetzung entlang der Seite des Halbleiterchips entlang aufwärts kriecht, um das Bondpolster des Halbleiterchips zu verunreinigen. Somit ist die Harzkomponente bevorzugt in einer Menge von etwa 20–40 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht der Zusammensetzung vorhanden, bevorzugter mit etwa 25–35 Gew.-% und ist am Bevorzugtesten mit etwa 30 Gew.-% vorhanden.

[0033] Die anorganische Füllkomponente umfasst etwa 0,1–50 Gew.-% eines Kupferbestandteils, der aus CuO, Cu_2O und deren Mischungen gewählt ist, und in etwa 50–99 Gew.-% Silber. Während der Kupferbestandteil dazu dient, eine Anhaftung zu verstärken, dient das Silber dazu, um die Steuerung der Thixotropie des Epoxidharzes leichter zu machen wie auch eine Wärmeleitfähigkeit vorzusehen. Die Silberstücke können in der Form von Kugeln oder Flocken hinzugegeben werden, wobei Flocken bevorzugt sind, um die Fließfähigkeit zu verbessern. Jedoch ist die Wahl der Form bei der vorliegenden Erfindung optional.

[0034] Bevorzugt liegt die Viskosität der Zusammensetzung bei 25°C gemäß der vorliegenden Erfindung im Bereich von etwa 8.000 bis etwa 20.000 cps. Wenn beispielsweise die Zusammensetzung eine Viskosität von kleiner als 8.000 cps besitzt, besteht die Gefahr, dass ein Ausbluten oder ein Kerbkriechphänomen auftritt. Wenn andererseits die Zusammensetzung eine Viskosität von größer als 20.000 cps besitzt, ist die Zusammensetzung schwierig mit einer automatischen Abgabeeinrichtung (Auto-Disperser) zu behandeln.

[0035] Nachdem ein Halbleiterchip an einem Paddle durch Verwendung der Zusammensetzung der Erfindung befestigt ist, besitzt die gehärtete Klebstoffschicht eine Haftfestigkeit von etwa 100–170 Kilopond/cm^2 abhängig von den Gehalten der Komponenten.

[0036] Der Kupferbestandteil in der Zusammensetzung der Erfindung, der aus CuO, Cu_2O und deren Kombinationen gewählt ist, ist dazu in der Lage, das Auftreten einer Delaminierung an der Grenzfläche und/oder einer Rissbildung der Packung wirksam zu verhindern, wodurch die Zuverlässigkeit der Halbleiterpackung stark verbessert wird.

[0037] Nachfolgend wird der Verhinderungsmechanismus beschrieben. Zunächst ist, da starke Wasserstoffbindungen zwischen den Sauerstoffatomen von CuO und/oder Cu_2O und den Epoxydringen (-CH–CH-) der Epoxydformkomponente (EMC) des Harzeinkapselungsmittels gebildet werden, die Haftfestigkeit an der Grenzfläche zwischen der Klebstoffzusammensetzung und der EMC des Harzeinkapselungsmittels stärker, als wenn nur Ag verwendet würde. Daher kann, obwohl ein großer Unterschied zwischen dem Halbleiterchip (mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten von 2–4 ppm/°C) und der EMC und dem aus Kupfer bestehenden Chip-Paddle (mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten von 16–17 ppm/°C) besteht, eine Delaminierung an der Grenzfläche und/oder eine Rissbildung der Packung in einer Klebstoffkehle 7 von **Fig.** 1, eine schräg gestellte Klebstoffschicht, die aus dem unteren Außenrand des an dem Paddle befestigten Halbleiterchips herausgedrückt wird, wirksam verhindert werden. Zusätzlich existiert eine Wasserstoffbindung zwischen einem Härtungspromotor, wie beispielsweise Silan oder Silanol, der gewöhnlich in der EMC und dem CuO und/oder Cu_2O enthalten ist, wodurch eine zusätzliche Haftfestigkeit vorgesehen wird. Daher erlaubt die Anwesenheit von CuO und/oder Cu_2O in der Klebstoffschicht, die zwischen dem Halbleiterchip und dem Paddle angeordnet ist, dass die Klebstoffschicht fester an die EMC gebondet werden kann, als, wenn herkömmliche Ag-Füllstoffe verwendet würden, und eine derartige Delaminierung an der Grenzfläche und/oder Rissbildung an der Packung wird wirksamer verhindert. Überdies werden, wenn die Klebstoffzusammensetzung ferner einen Härtungspromotor umfasst, wie beispielsweise SiH_4, Wasserstoffbindungen ebenfalls zwischen dem Härtungspromotor und dem Kupferbestandteil gebildet, was dazu beiträgt, eine Delaminierung an der Grenzfläche und/oder eine Rissbildung der Packung wirksam zu verhindern.

[0038] Ferner kann, da der Kupferbestandteil, nämlich CuO und/oder Cu_2O, eine gute Kompatibilität mit dem Halbleiterchip-Paddle zeigt, das aus nicht plattiertem Kupfer besteht, eine höhere Haftfestigkeit erhalten werden, wenn der Kupferbestandteil als Füller verwendet wird, als wenn nur Ag verwendet wird.

[0039] Bei der Klebstoffzusammensetzung der vorliegenden Erfindung wird der Kupferbestandteil, der aus der Gruppe gewählt ist, die aus CuO, Cu_2O und deren Mischungen besteht, in einer Menge von etwa 0,1–50 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht des anorganischen Füllmittels, bevorzugt in einer Menge von etwa 5–25 Gew.-%, bevorzugter in einer Menge von etwa 7–20 Gew.-% und am Bevorzugtesten in einer Menge von 8–15 Gew.-% verwendet. Wenn beispielsweise der Kupferbestandteil in einer Menge von unter 0,1 Gew.-% vorhanden ist, kann die beabsichtigte Haftfestigkeit nicht erhalten werden. Wenn andererseits der Kupferbestandteil in einer Menge von über 50 Gew.-% vorhanden ist, besitzt die resultierende Zusammensetzung eine Viskosität von mehr als 20.000 cps, bei der sich die Verarbeitbarkeit rapide verschlechtert; beispielsweise ist die Zusammensetzung schwierig abzugeben bzw. zu verteilen.

[0040] Basierend auf dem Gesamtgewicht des anorganischen Füllmittels wird Ag in einer Menge von etwa 50–99,9 Gew.-% und bevorzugt etwa 70– 95 Gew.-% verwendet. Wenn beispielsweise Ag in einer Menge von unter 50 Gew.-% vorhanden ist, ist es nicht leicht, die Thixotropie der Zusammensetzung zu steuern, so dass ihre Verarbeitbarkeit erheblich verschlechtert ist. Zusätzlich macht diese unzureichende Menge an Ag die Zusammensetzung bezüglich der Wärmeleitfähigkeit schlecht, wodurch der Abstrahlwirkungsgrad für Wärme abgesenkt wird, die erzeugt wird, während der Halbleiterchip betrieben wird. Wenn andererseits Ag in einer Menge von über 99,9 Gew.-% vorhanden ist, besteht eine kleine Verbesserung der Haftfestigkeit, so dass die Gefahr besteht, dass eine Delaminierung an der Grenzfläche und/oder eine Rissbildung der Packung auftritt. Die Klebstoffzusammensetzung der vorliegenden Erfindung kann gegebenenfalls ferner andere Typen anorganischer Füllmittel umfassen.

Harzzusammensetzungsproben und -materialien

[0041] Es wurden Klebstoffzusammensetzungen zum Bonden von Halbleiterchips wie in Tabelle 1 unten gezeigt hergestellt. In Tabelle 1 besteht die Harzkomponente aus 75 Gew.-% eines Harzes auf Epoxidbasis und 25 Gew.-% der Zusätze, die Amin, Epoxid, Silan, kolloidales Magnesiumsilikat wie auch rauchende bzw. pyrogene Kieselsäure (CAB-O-SIL) umfassen können, und wurde mit einer Menge von 30 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht der anorganischen Komponente verwendet.
[0042] Das Modul dieser Zusammensetzungen wurde gemessen, während die Temperatur von –50°C mit einer Geschwindigkeit von 5°C/min auf 250°C erhöht wurde. Die Änderung des Moduls wurde durch Verwendung einer Wärmeanalyseeinrichtung erfasst, wie sie beispielsweise von Perkin-Elmer vertrieben wird, die als 7-Series Thermal Analysis System bezeichnet ist, und ist wie in **Fig.** 2 gezeigt angegeben.

TABELLE 1

	Zusammensetzung		
	Harz[1]	CuO / Cu_2O[2]	Ag[3]
Beispiel	30	10	90
Vergleichsbeispiel I	30	-	100
Vergleichsbeispiel II	30	-	100
Vergleichsbeispiel III	30	-	100
Vergleichsbeispiel IV	30	-	100
Vergleichsbeispiel V	30	-	100

[1]Gew.-% basierend auf 100 Gew.-% des anorganischen Füllmittels
[2]Gew.-% basierend auf Gesamtgewicht des anorganischen Füllmittels
[3]Gew.-% basierend auf Gesamtgewicht des anorganischen Füllmittels

(i) Zusammensetzung von Vergleichsbeispiel 1

[0043] Es wurde ein modifiziertes Epoxydharzsystem verwendet, wie beispielsweise eines, das von ABLESTIK mit der Handelsbezeichnung "ABLEBOND" 84-1LMISR4 vertrieben wird und das eine Viskosität von 8.000 cps bei 25°C, einen Koeffizienten der Wärmeleitfähigkeit von 2,5 W/m°K bei 121°C, eine Glasübergangstemperatur von 120°C, wie auch einen Wärmeausdehnungskoeffizienten von 40×10^{-6} in/in/°C (40×10^{-6} Zoll/Zoll/°C) aufweist.
[0044] In **Fig.** 2 ist diese "harte" Klebstoffzusammensetzung als Kurve A gezeigt.

(ii) Zusammensetzung des Vergleichsbeispiels II

[0045] Es wurde ein modifiziertes Epoxydharzsystem verwendet, wie beispielsweise eines, das von Johnson Mathey mit der Handelsbezeichnung JM 2500 AN vertrieben wird und das eine Viskosität von 3.000–6.000 cps bei 25°C, einen Koeffizient der Wärmeleitfähigkeit von 0,5 W/m°K bei 121°C wie auch eine Glasübergangstemperatur von 65°C aufweist.
[0046] Diese "weiche" Klebstoffzusammensetzung ist in **Fig.** 2 als Kurve B gezeigt.

(iii) Zusammensetzung des Beispiels

[0047] Eine Zwischen-Klebstoffzusammensetzung wurde aus der Zusammensetzung des Vergleichsbeispiels II durch Zusatz von CuO/Cu_2O und Ag und unter Verwendung eines Modifizierungs- bzw. Abänderungsverfahrens, das in der Technik gut bekannt ist, hergestellt.
[0048] Diese "Zwischen"-Klebstoffzusammensetzung ist in **Fig.** 2 als Kurve C gezeigt.

(iv) Zusammensetzungen der Vergleichsbeispiele III bis V

[0049] "Zwischen"-Klebstoffzusammensetzungen, die die Änderung des Moduls mit der Temperatur zeigen, wie in den Kurven D, E und V von **Fig.** 2, wurden durch Zusatz von Ag, jedoch ohne CuO/Cu_2O und unter Verwendung eines Modifizierungsverfahrens, das in der Technik gut bekannt ist, vorbereitet.

(v) EMC zum Formen in das Harzeinkapselungsmittel

[0050] Es wurde eine EMC verwendet, die von Sumitomo Co. kommerziell erhältlich ist und als Modell EME 7320CR bezeichnet ist. Die EMC besitzt die folgenden Bedingungen.
Tg: 140°C
Wärmeausdehnungskoeffizient α1 $1{,}3 \times 10^{-5}$/°C
α2 $5{,}2 \times 10^{-5}$/°C
Formbedingungen: Härten bei 175°C/120 s
Bedingungen nach dem Härten: 175°C/6 h
(vi) Leitungsrahmen
TQFP 100 LD Paddle: 5 × 5 mm^2 Größe
144 LD Paddle: 11,5 × 11,5 mm^2 Größe
(vii) Test-Die: 98 × 98 mil^2 (2,49 × 2,49 mm^2) und 415 × 381 mil^2 (10,54 × 9,68 mm^2)
(viii) Überwachung: Scanning Acoustic Tomographer, der von Sonix hergestellt wird.

Messung der Haftfestigkeit

[0051] Es wurden Stud-Pull-Tests (Stempelziehversuche) bei Raumtemperatur durch Verwendung der Sebastian-Vorrichtung durchgeführt, die von der Guadgroup Co. hergestellt. Es wurde die Haftfestigkeit von jeder der Proben dadurch bestimmt, dass insgesamt fünfmal die Festigkeit bei Bruch der Klebstoffschicht gemessen wurde, die von jeder der Proben gehärtet wurde, und dann die Messungen gemittelt wurden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 unten angegeben. Wie bei der Zusammensetzung von Vergleichsbeispiel 2 zeigte ihre Klebstoffschicht einen Wert von mehr als 150 Kilopond/cm^2, der Obergrenze der Messung, und der Bruch erfolgte an anderen Bereichen, und nicht an der Klebstoffschicht selbst.

TABELLE 2
in Kilopond/cm^2

	1	2	3	4	5	Durchschnitt
Beispiel	153,5	115,0	116,2	121,4	118,1	124,8
Vergleichsbeispiel I	40,9	50,5	44,1	48,7	56,8	48,2
Vergleichsbeispiel II	-	-	-	-	-	-
Vergleichsbeispiel III	64,7	71,5	61,7	75,0	52,4	65,1
Vergleichsbeispiel IV	73,9	68,0	76,7	68,1	52,7	67,9
Vergleichsbeispiel V	78,6	67,7	72,5	70,6	65,6	71,0

[0052] Die Daten von Tabelle 2 zeigen, dass die Probe mit "weicher" Zusammensetzung von Vergleichsbeispiel II die höchste Haftfestigkeit besitzen, und dass die Probe mit einer "Zwischen"-Zusammensetzung des Beispiels eine hohe Haftfestigkeit von 110–155 Kilopond/cm^2 besitzen, die mit derjenigen der Probe mit "weicher" Zusammensetzung vergleichbar ist. Andererseits ist die Haftfestigkeit der Proben mit "Zwischen"-Zusammensetzung des Vergleichsbeispiels III bis IV nur geringfügig besser als diejenige der Probe mit "harter" Zu-

sammensetzung des Vergleichsbeispiels I.

[0053] Daher ist, wie aus den Daten offensichtlich wird, die unerwartet hohe Haftfestigkeit der "Zwischen"-Klebstoffzusammensetzung gemäß der vorliegenden Erfindung auf den Zusatz von CuO und/oder Cu_2O zurückführbar.

Untersuchung der Delaminierung an der Grenzfläche

[0054] Halbleiterchips mit einer Größe von 98 × 98 mil^2 (2,49 × 2,49 mm^2) und 415 × 381 mil^2 (10,54 × 9,68 mm^2) wurden auf Paddles mit einer Größe von 5 × 5 mm^2 und 11,5 × 11,5 mm^2 unter Verwendung der modifizierten Klebstoffzusammensetzungen des Beispiels wie auch der Vergleichsbeispiele I bis IV angebracht, wobei anschließend ein Drahtbonden gefolgt durch Form- Harzeinkapselungsmittel durchgeführt wurde. Anschließend wurden, nachdem die Halbleiterchips und Paddles für 168 Stunden bei 30°C mit einer relativen Luftfeuchte von 60% stehen geblieben sind, die resultierenden Packungen einer Lötsimulierung unterzogen. Es wurde ein SAT verwendet, um zu bestimmen, ob eine Delaminierung an der Grenzfläche aufgetreten ist.

[0055] **Fig.** 3 zeigt die Halbleiterchips mit einer Größe von 98 × 98 mil^2 (2,49 × 2,49 mm^2), die an den Paddles mit einer Größe von 5 × 5 mm^2 befestigt sind, in der Tomographie. **Fig.** 4 zeigt die Halbleiterchips mit einer Größe von 415 × 381 mil^2 (10,54 × 9,68 mm^2), die an den Paddles mit einer Größe von 11,5 × 11,5 mm^2 befestigt sind. In der Zeichnung zeigen dunkle Abschnitte die Abschnitte, an denen eine Grenzflächendelaminierung auftritt. Während die **Fig.** 3a und 4a Tomogramme der Packungen sind, deren externe Leitungen einer Dampfphasenverlötung (VPS) bei 215°C unterzogen wurden, sind die **Fig.** 3b und 4b Tomogramme der Packungen, die einem Infrarotrückfluss bei 235°C unterzogen wurden.

[0056] Bei der Verwendung der "harten" Klebstoffzusammensetzung A resultierte eine minimale Grenzflächendelaminierung in den Packungen, in denen kleine Halbleiterchips befestigt waren, wie in Feld A von **Fig.** 3a und 3b gezeigt ist, während eine beträchtliche Grenzflächendelaminierung in den Packungen auftrat, in denen große Halbleiterchips befestigt waren, wie in Feld A von **Fig.** 4a und 4b gezeigt ist. Ungeachtet der Chipgrößen widerstanden die Packungen, die einer VPS bei 215°C ausgesetzt waren, einer Grenzflächendelaminierung besser als diejenigen, die einem IR-Fluss bei 235°C ausgesetzt waren. Aus diesen Ergebnissen wird offensichtlich, dass die Zusammensetzungsprobe A nur für kleine Packungen geeignet ist.

[0057] Bei der Verwendung der "weichen" Klebstoffzusammensetzung B trat eine Grenzflächendelaminierung bei den meisten Packungen auf, in denen kleine Halbleiterchips befestigt waren, wie in Feld B der **Fig.** 3a und 3b gezeigt ist. Andererseits trat nur eine kleine Grenzflächendelaminierung in den Halbleiterpackungen auf, in denen große Halbleiterchips befestigt waren, wie in Feld B der **Fig.** 4a und 4b gezeigt ist. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Zusammensetzungsprobe b nur für große Packungen mit großen Halbleiterchips geeignet ist. Ungeachtet der Chipgrößen widerstanden die Packungen, die der VPS bei 215°C ausgesetzt waren, besser einer Grenzflächendelaminierung, als diejenigen, die dem IR-Fluss bei 235°C ausgesetzt waren. Dies zeigt, dass, je höher die Behandlungstemperatur bis hin zu einer Grenze ist, um so leichter eine Grenzflächendelaminierung auftritt.

[0058] Bei der Verwendung der Proben C aus "Zwischen"-Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung, die aus einer "weichen" Klebstoffzusammensetzung modifiziert wurde, ergaben sich ausgezeichnete Ergebnisse bzw. keine Grenzflächendelaminierung für die mit VPS behandelten Packungen, bei denen kleine Halbleiterchips befestigt waren, wie in Feld C von **Fig.** 3a gezeigt ist, während sich für die mit IR-Rückfluss behandelten Packungen zufrieden stellende Ergebnisse ergaben, wie in Feld C von **Fig.** 3b gezeigt ist. In allen Halbleiterpackungen, bei denen große Halbleiterchips befestigt waren, wurden ebenfalls ausgezeichnete Ergebnisse erhalten, wenn die Zusammensetzungsprobe C dafür verwendet wurde, wie in Feld C der **Fig.** 4a und 4b gezeigt ist. Daher erlaubt die Zusammensetzungsprobe C gemäß der vorliegenden Erfindung relativ ausgezeichnete Ergebnisse ungeachtet der Halbleiterchipgröße. Demgemäß kann die Zusammensetzungsprobe C für Halbleiterchips mit einem breiten Größenbereich verwendet werden.

[0059] Im Gegensatz dazu wurden mit den Proben D, E und F aus "Zwischen"-Zusammensetzung nicht zufrieden stellende Ergebnisse erhalten, die ebenfalls aus "weichen" Klebstoffzusammensetzungen modifiziert wurden. Die Proben D und F zeigten ähnliche Ergebnisse wie diejenigen der Probe A. Obwohl die Probe E für die mit VPS behandelten Packungen gute Ergebnisse ergab, in denen kleine Halbleiterchips befestigt waren, wurden in den anderen Fällen schlechte Ergebnisse erhalten. Aus diesen Resultaten hat sich gezeigt, dass die Zusammensetzungsproben D, E und F, obwohl sie in "Zwischen"-Zusammensetzungen modifiziert waren, nur für die kleinen Packungen mit kleinen Halbleiterchips geeignet sind.

[0060] Zusammengefasst zeigten die Daten der **Fig.** 3 und 5, dass die eine Grenzflächendelaminierung verhindernde Wirkung der Zusammensetzungsprobe C auf den Zusatz von CuO und/oder Cu_2O zurückführbar ist.

Viskositätsmessung zur Untersuchung der Verarbeitbarkeit

[0061] Es wurden sechs Zusammensetzungsproben hergestellt, von denen jede 30 Gewichtsteile der Harz-

komponente und 100 Gewichtsteile der anorganischen Füllkomponente umfasste und in denen CuO/Cu_2O in einer Menge von 0%, 10%, 20%, 30%, 40% bzw. 50% basierend auf dem Gesamtgewicht der Füllkomponente vorhanden war und die Ag in der Menge entsprechend 100%, 90%, 80%, 70%, 60% und 50% enthielten. Die Viskositäten der Zusammensetzungsproben wurden bei 25°C gemessen. Die Ergebnisse sind in **Fig.** 5 gezeigt.

[0062] Wie in der Kurve von **Fig.** 5 gezeigt ist, beträgt die Viskosität 8.350 cps, wenn kein CuO/Cu_2O enthalten ist, und erhöht sich allmählich auf bis zu 14.600 cps, bis das CuO/Cu_2O 40% erreicht. Nach diesem Niveau beginnt die Viskosität scharf zuzunehmen und erreicht 18.400 cps, wenn das CuO/Cu_2O in der Größenordnung von 50% vorliegt.

[0063] In den Fällen, wenn eine automatische Abgabeeinrichtung (Auto Disperser) dazu verwendet wird, eine Klebstoffzusammensetzung auf Halbleiterchip-Paddles abzugeben, kann die automatische Abgabeeinrichtung nicht effizient arbeiten, wenn die Klebstoffzusammensetzung eine Viskosität von 15.000 cps besitzt. Wenn die Viskosität in der Höhe von 20.000 cps liegt, ist eine richtige Funktion des Auto Dispersers nicht mehr möglich.

[0064] Demgemäß wird CuO/Cu_2O in einer Menge von etwa 0,1 bis 50 Gew.-% basierend auf dem Gesamtgewicht der anorganischen Füllkomponente hinzugesetzt, obwohl abhängig von der relativen Menge der Harzkomponente zu der anorganischen Füllkomponente eine geringfügige Modulation bzw. Abweichung möglich sein kann.

[0065] Wie oben beschrieben ist, sieht die Zusammensetzung gemäß der vorliegenden Erfindung ein großes Modul vor, so dass Drahtbonddefekte durch eine Bondvorrichtung nicht bewirkt werden, während ein hoher Grad an Haftfestigkeit vorgesehen wird, um das Auftreten einer Grenzflächendelaminierung und/oder einer Rissbildung zu verhindern. Ferner kann die erfindungsgemäße Zusammensetzung zur Verwendung mit Halbleiterchips in einer breiten Vielzahl von Größen zusätzlich dazu angewendet werden, dass eine gute Verarbeitbarkeit vorgesehen wird.

Patentansprüche

1. Klebstoffzusammensetzung zum Verkleben von Halbleiterchips mit einer Klebstoffharzkomponente, einem Aushärtmittel, einem Verdünnungsmittel, einem Aushärtpromotor, einem Thixotropiermittel und einer anorganischen Füllkomponente,
wobei die Harzkomponente etwa 10–50 Gew.-% ausmacht und die anorganische Füllkomponente etwa 50–90 Gew.-% ausmacht,
und wobei die anorganische Füllkomponente einen Kupferbestandteil und einen Silberbestandteil umfasst, wobei der Kupferbestandteil aus der Gruppe gewählt ist, die aus CuO, Cu_2O und deren Mischungen besteht, und basierend auf dem Gesamtgewicht der anorganischen Füllkomponente in etwa 0,1–50 Gew.-% ausmacht, und der Silberbestandteil basierend auf dem Gesamtgewicht des anorganischen Füllbestandteiles etwa 50–99,0 Gew.-% ausmacht.

2. Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei die Klebstoffharzzusammensetzung eine Epoxidharzzusammensetzung ist.

3. Klebstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Kupferbestandteil basierend auf dem Gesamtgewicht der anorganischen Füllkomponente in etwa 5–25 Gew.-% ausmacht.

4. Klebstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Harzkomponente 20–40 Gew.-% und die anorganische Füllkomponente 60–80 Gew.-% ausmacht.

5. Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 2, wobei die Zusammensetzung einen Modul von 2 bis 4×10^9 Pa bei 0°C besitzt und der Modul bei Temperaturen zwischen 25 und 150°C allmählich abnimmt und bei über 150°C auf 7×10^7 bis 3×10^9 Pa abnimmt.

6. Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 2, wobei die Viskosität der Zusammensetzung im Bereich von 8000 bis 20000 cP bei 25°C liegt.

7. Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei die Zusammensetzung eine Klebstofflage ergibt, die zwischen einem Halbleiterchip und einem Paddle eines Leitungsrahmens ausgebildet ist, wobei die Klebefestigkeit nach dem Aushärten im Bereich von 100 bis 170 Kilopond/cm^2 liegt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

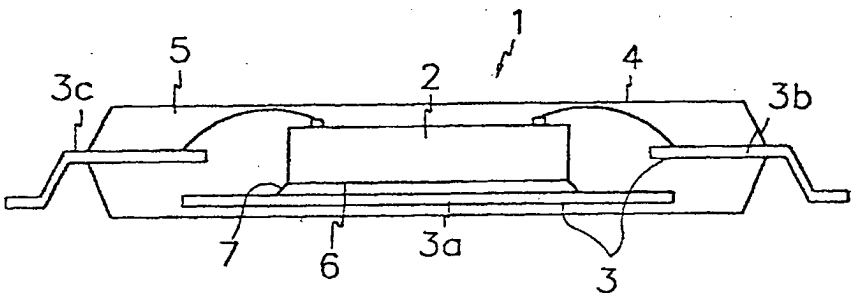
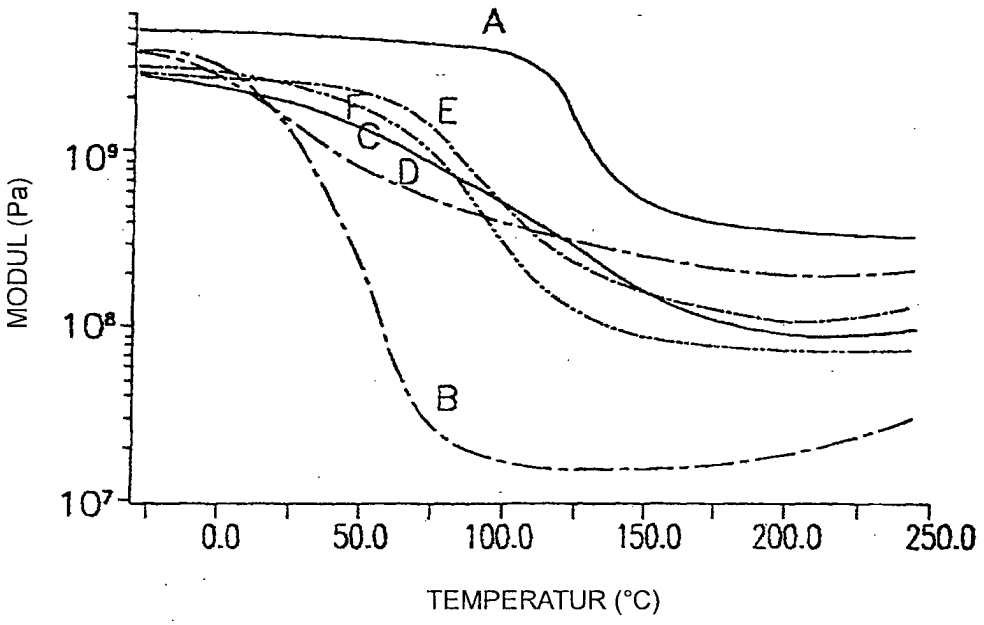


FIG.2



FREQUENZ: 1,0 Hz AMPLITUDE: 10,000
DEHNUNG: 120,000 %

FIG.5

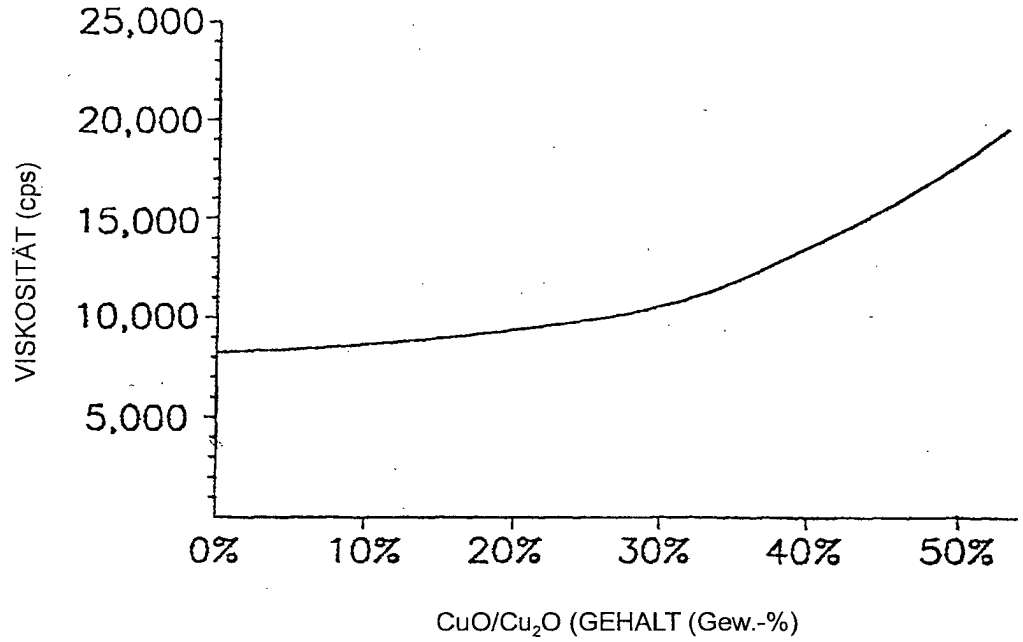


FIG.3A

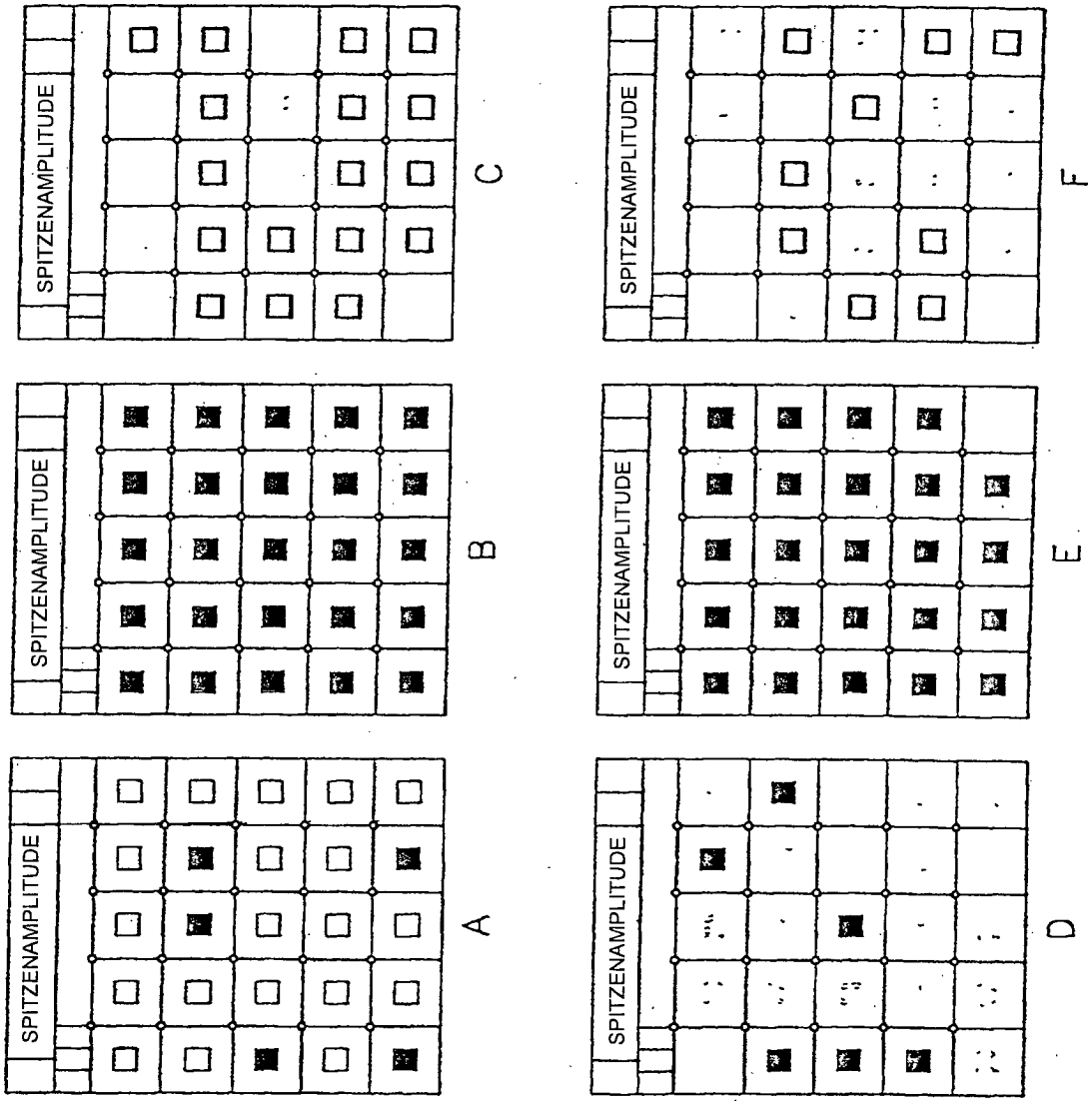

SPITZENAMPLITUDE
A
SPITZENAMPLITUDE
B
SPITZENAMPLITUDE
C
SPITZENAMPLITUDE
D
SPITZENAMPLITUDE
E
SPITZENAMPLITUDE
F

FIG.3B

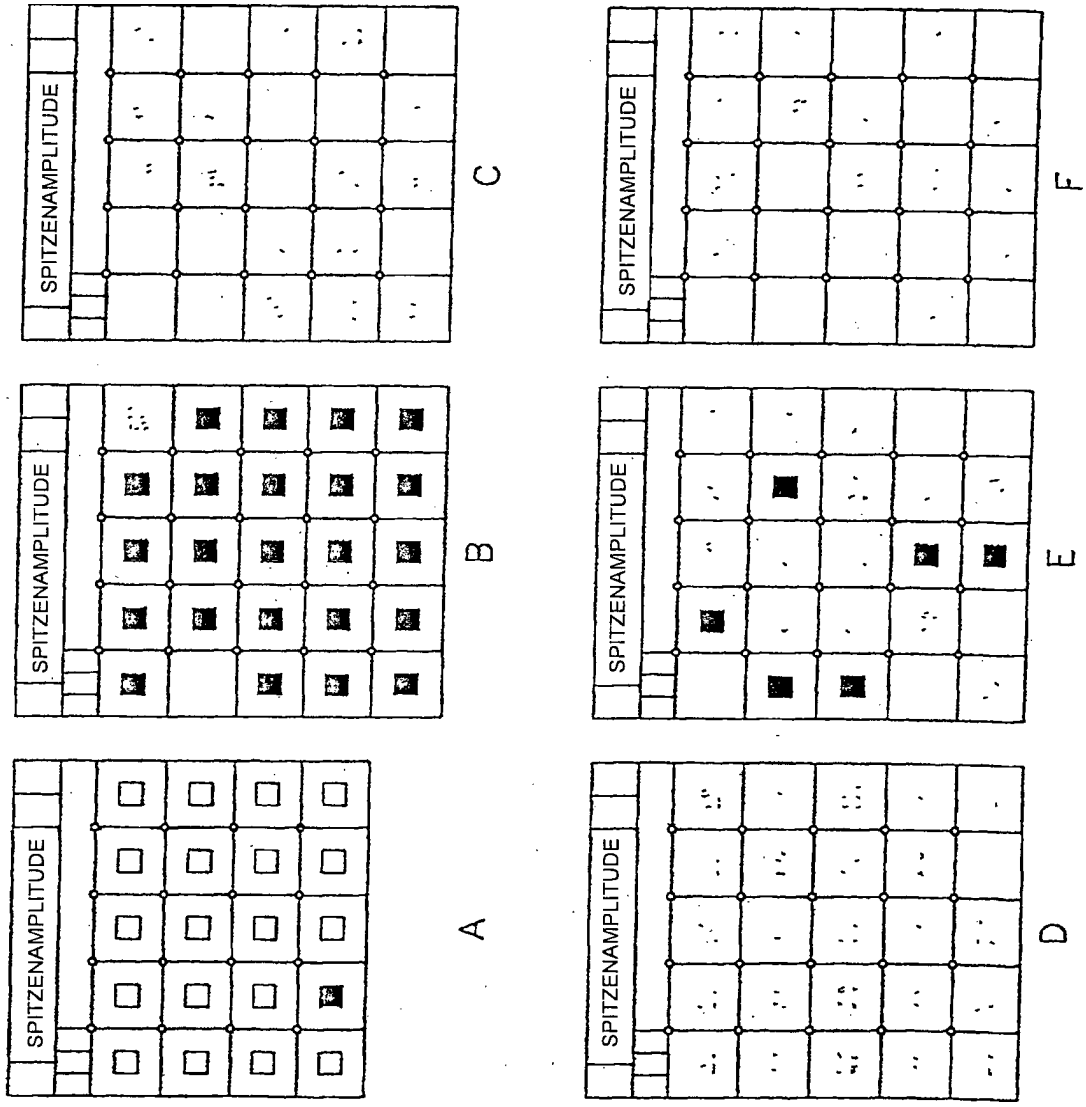

SPITZENAMPLITUDE
A
SPITZENAMPLITUDE
B
SPITZENAMPLITUDE
C
SPITZENAMPLITUDE
D
SPITZENAMPLITUDE
E
SPITZENAMPLITUDE
F

FIG.4A

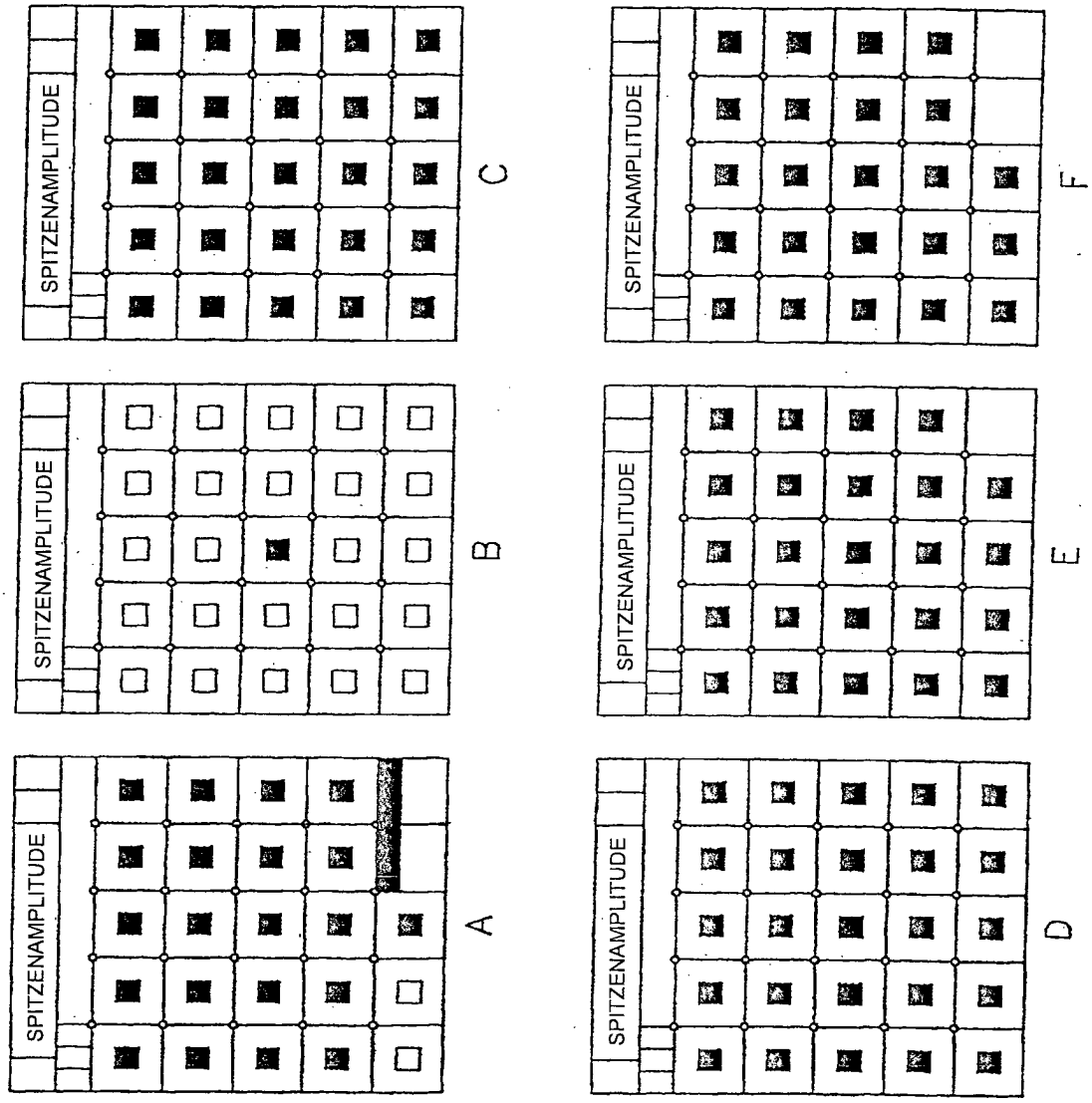

SPITZENAMPLITUDE
A
SPITZENAMPLITUDE
B
SPITZENAMPLITUDE
C
SPITZENAMPLITUDE
D
SPITZENAMPLITUDE
E
SPITZENAMPLITUDE
F

FIG.4B

