



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 602 02 218 T2 2005.12.15

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 419 678 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 602 02 218.5

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US02/26773

(96) Europäisches Aktenzeichen: 02 768 665.8

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 03/019998

(86) PCT-Anmeldetag: 23.08.2002

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 06.03.2003

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 19.05.2004

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 08.12.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 15.12.2005

(51) Int Cl.⁷: H05K 1/09

H05K 3/40, H05K 3/46, H01B 1/22

(30) Unionspriorität:

314688 P 24.08.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

E.I. du Pont de Nemours and Co., Wilmington, Del.,
US

(72) Erfinder:

KOJO, Hiroki, Kawachi-gun, Tochigi 329-1105, JP;
MATSUNO, Hisashi, Utsunomiya-shi, Tochigi
320-0861, JP

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: WÄRMEHÄRTBARE ELEKTRISCH LEITFÄHIGE PASTE ZUR VERWENDUNG FÜR ELEKTRISCH
LEITENDE HÖCKER

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 eingelebt, 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**TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG**

[0001] Die Erfindung betrifft eine hitzehärtbare, elektrisch leitfähige Paste, die sich zur Bildung von leitfähigen Bondhügeln an vorgegebenen Stellen auf einer Leiterplattenschicht zum Zweck der Herstellung einer Verbindung durch leitfähige Bondhügel vom Durchkontaktyp zwischen Schaltungsschichten eignet. Sie ist besonders gut in Leiterplatten oder mehrschichtigen Leiterplatten verwendbar.

TECHNISCHER HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Ein einfaches Fertigungsverfahren für Leiterplatten wird in der japanischen Patentoffenlegungsschrift (Kokai) JP-6-342 977A (1994) offenbart, wobei im wesentlichen kegelförmige, elektrisch leitfähige Bondhügel obere und untere Schaltungsschichten verbinden, die eine Struktur auf der Leiterplatte bilden. Nach diesem Verfahren werden kegelförmige, elektrisch leitfähige Bondhügel durch ein Druckverfahren auf elektrisch leitfähiger Metallfolie mit einer elektrisch leitfähigen Zusammensetzung, die ein Gemisch aus elektrisch leitendem Pulver und hitzehärbarem Bindemittelharz oder thermoplastischem Harz aufweist, mittels Durchdringen der aus einer Kunstharzfolie bestehenden Isolierfolie, Auflegen einer elektrisch leitenden Metallfolie und Zusammenpressen des Schichtenlaminats zu einer Einheit ausgebildet (der Laminatkörper wird ohne Modifikation gepräst, oder er wird erhitzt und gepräst); die Spitze des Bondhügels erfährt eine plastische Verformung und weist eine befriedigende Haftung und Bindung an die gegenüberliegende, elektrisch leitende Metallfolie auf, mit der sie sich in Kontakt befindet, wodurch die Herstellung einer elektrischen Verbindung zwischen der oberen und der unteren Schaltungsschicht ermöglicht wird. Folglich sind in bezug auf den Bondhügel nach dem Zusammenpressen der Laminatschichten ein hochzuverlässiger elektrischer Kontakt und eine hohe Haftfestigkeit an der elektrisch leitfähigen Metallfolie erforderlich. Die elektrisch leitfähige Zusammensetzung wird durch Vermischen von elektrisch leitfähigem Pulver, z. B. Gold, Silber, Kupfer, Lötmittelpulver, Legierungspulver oder Gemischen daraus, mit einem hitzehärbaren Bindemittel gebildet, z. B. Polycarbonatharz, Polysulfonharz, Polyesterharz, Phenoxyharz, Phenolharz und Polyimidharz.

[0003] US-A-5 183 593 offenbart Beispiele von elektrisch leitfähigen Pastenzusammensetzungen, die unter anderem ein Gemisch von leitfähigen Pulvern mit unterschiedlicher Rütteldichte aufweisen.

[0004] Gesucht wird eine verbesserte elektrisch leitfähige Pastenzusammensetzung zur Verwendung für einen elektrisch leitfähigen Bondhügel, die einen

hochzuverlässigen elektrischen Kontakt und ein hohes Haftvermögen an einer elektrisch leitfähigen Metallfolie aufweist. Die vorliegende Erfindung erfüllt diesen Bedarf.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0005] Die Erfindung betrifft eine hitzehärtbare elektrisch leitende Paste zur Ausbildung von elektrisch leitenden Bondhügeln an vorgegebenen Stellen auf mindestens einer Schaltungsschicht, die auf eine Isolierschicht auflaminiert ist, wobei nach dem Auflaminieren die elektrisch leitenden Bondhügel die Isolierschicht durchdringen und eine elektrische Verbindung zu einer zweiten Schaltungsschicht herstellen, in der die Paste, bezogen auf die Gesamtzusammensetzung, 80 bis 90 Gew.-% elektrisch leitende Pulver, die aus mindestens einem ersten und einem zweiten elektrisch leitenden Metallpulver bestehen, deren Packungsdichten im Bereich von höchstens 20% der Dichte des Metalls für das erste Pulver und 20 bis 40% der Metalldichte für das zweite Pulver liegt, und 10 bis 20 Gew.-% Epoxidharz, Härtungsmittel und Lösungsmittel aufweist.

[0006] Die Erfindung betrifft ferner eine hitzehärtbare elektrisch leitende Paste, wobei die oben beschriebenen elektrisch leitenden Pulver 25 bis 75 Gew.-% Silberblättchenpulver mit einer Packungsdichte von 3 bis 3,5 g/ml und einer mittleren Teilchengröße von 2~4,5 µm und 25~75 Gew.-% Silberpulver aufweist, das ein Aggregat aus kugelförmigen Silberteilchen mit einer Packungsdichte von 0,7~1,7 g/ml und einer mittleren Teilchengröße von 1,5~3,5 µm ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0007] Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer hitzehärbaren elektrisch leitfähigen Paste zur Verwendung für elektrisch leitfähige Bondhügel, die Bondhügel mit einem sehr zuverlässigen elektrischen Kontakt und einem sehr starken Haftvermögen an elektrisch leitender Metallfolie bilden kann. Die zur Bildung von Bondhügeln verwendete hitzehärtbare elektrisch leitfähige Paste eignet sich für ein Verfahren zur elektrischen Verbindung von oberen und unteren Schaltungsschichten und zur Herstellung einer Verbindung vom Durchkontaktyp zwischen leitfähigen Elementen der oberen und unteren Schaltungsschichten durch Ausbilden von im wesentlichen kegelförmigen elektrisch leitfähigen Bondhügeln durch ein Druckverfahren auf der elektrisch leitenden Metallfolie. Dies wird beispielsweise durch Verwendung einer Durchdringungs-Isolierfolie erreicht, die eine Kunstharzfolie aufweist, und ferner durch Überschichten einer elektrisch leitenden Metallfolie mit darauf ausgebildeten elektrisch leitenden Bondhügeln und Zusammenpressen der Folien zu einer Einheit, gewöhnlich durch Laminieren.

[0008] Um die erforderlichen Eigenschaften zu erreichen, wurde eine hitzhärtbare elektrisch leitfähige Paste für elektrisch leitfähige Bondhügel entwickelt, um die Isolierschichten zu durchdringen, die in einer Leiterplatte durch einen vorgegebenen Abstand voneinander getrennt sind. Die Dickschicht-Zusammensetzung enthält etwa 80 bis etwa 90 Gew.-% einer elektrisch leitfähigen Komponente, die mindestens zwei Arten eines elektrisch leitfähigen Pulvers aufweist, das ein erstes elektrisch leitfähiges Pulver mit einer Packungsdichte von nicht mehr als 20%, bezogen auf die mittlere Dichte (relative Dichte), und ein zweites Pulver mit einer Packungsdichte im Bereich von etwa 20 bis etwa 40 Gew.-%, bezogen auf die mittlere Dichte (relative Dichte) aufweist, wobei die übrigen Komponenten mindestens ein Epoxidharz, ein Härtungsmittel und ein Lösungsmittel sind. Eine Verbindung wird dadurch hergestellt, daß die im wesentlichen kegelförmigen elektrisch leitenden Bondhügel Verbindungen zwischen leitfähigen Elementen herstellen, indem sie die Schaltungsschichten durchdringen, welche die Struktur der Leiterplatte bilden. Nach dem Durchdringen kann der Bondhügel die Anforderungen an einen hochzuverlässigen elektrischen Kontakt mit sehr hohem Haftvermögen an der elektrisch leitenden Metallfolie erfüllen. Dies wird erreicht, indem beim Zusammenpressen der Schichten während des Laminierens zu einer Einheit für eine leichtere Verformung gesorgt wird, so daß die Kontaktfläche zwischen dem im wesentlichen kegelförmigen Bondhügel und der elektrisch leitenden Metallfolie vergrößert wird.

[0009] Im allgemeinen ist die Verwendung bekannter elektrisch leitfähiger Pulver möglich, wie z. B. von Gold, Platin, Palladium, Silber, Kupfer, Aluminium, Nickel, Wolfram, oder eines Legierungspulvers, das diese Pulver enthält. Gold-, Platin- und Palladiumpulver sind teuer. Bei Kupfer- und Nickelpulver gibt es Bedenken bezüglich eines Anstiegs des Oberflächenwiderstands des leitfähigen Pulvers durch Oberflächenoxidation, und wegen des niedrigen Schmelzpunkts nimmt die Temperaturabhängigkeit des Prozesses zu. Aus diesen Gründen ist die Verwendung von Silberpulver bei der vorliegenden Erfindung besonders wünschenswert. Silberpulver kann in verschiedenen Formen eingesetzt werden, zum Beispiel in Kugelform (nachstehend als Aggregatpulver bezeichnet) und in Flocken- bzw. Blättchenform. Eine solche Ausführungsform kann eine Kombination aus 25~75 Gew.-% blättchenförmigem Pulver mit einer Packungsdichte von 3~3,5 g/ml und einer mittleren Teilchengröße von 2~4,5 µm und 25~75 Gew.-% Aggregatpulver mit einer mittleren Teilchengröße von 1,5~3,5 µm und einer Packungsdichte von 0,7~1,7 g/ml aufweisen das ein Aggregat aus feinkörnigen, im wesentlichen kugelförmigen Teilchen ist. Das Symbol "~-" bedeutet hierin "bis etwa".

[0010] Epoxidharz wird als hitzhärtbare Bindemit-

telkomponente der Zusammensetzung bevorzugt. Beispiele sind unter anderem Bisphenol A-Epoxidharz, Epoxidharz vom Phenolnovolak-Typ und Epoxidharz vom Kresolnovolak-Typ. Andere Harze als Epoxidharze können nach Bedarf auf geeignete Weise beigemengt werden.

[0011] Härtungsmittel können ohne besondere Einschränkungen verwendet werden. Bevorzugte Härtungsmittel sind beispielsweise Aminhärtungsmittel, wie z. B. Dicyandiamin, Carboxylhydrazid, Imidazol-Härtungsmittel, wie z. B. Heptadecylimidazol, latente Härtungsmittel, die durch Säureanhydrid und modifiziertes Phenolharz dargestellt werden.

[0012] Vorgeschlagene Lösungsmittel sind beispielsweise aliphatischer Alkohol, z. B. Ethanol, i-Propanol, n-Propanol, Butanol, deren Ester, z. B. Acetat, Propionat und dergleichen, Carbitol®-Lösungsmittel, z. B. Methylcarbitol, Ethylcarbitol, Butylcarbitol, Butylcarbitolacetat und dergleichen, Cellosolve-Lösungsmittel, z. B. Cellosolve, Butylcellosolve, Isoamylcellosolve, Hexylcellosolve, Butylcellosolveacetat und dergleichen, Ketonlösungsmittel, z. B. Aceton, Methylethylketon, 2-Pantan, 3-Pantan, Cyclohexanon und dergleichen, und Kohlenwasserstofflösungsmittel, z. B. Benzol, Toluol, Xylool, Ethylbenzol, Terpen, Cyclohexan, Methylcyclohexan, Methylpentan und dergleichen.

[0013] In einer Zusammensetzung, die aus Silberpulver, Epoxidharz, Härtungsmittel und Lösungsmittel besteht, ist es durch Einstellen der Form und Packungsdichte des Silberpulvers möglich, durch Hafung und Bindung mit der elektrisch leitenden Metallfolie gegenüber der Bondhügel spitze nach dem Zusammenpressen der Laminatschichten eine elektrische Verbindung von hoher Zuverlässigkeit zu erreichen.

[0014] Wegen der niedrigen Packungsdichte des bei der vorliegenden Erfindung verwendeten Silberpulvers weisen ausgehärtete Materialien im Vergleich zu einem ausgehärteten Material, das Silberpulver mit hoher Packungsdichte enthält, nach dem Formen und Aushärten eine niedrigere Dichte auf, da in dem ausgehärteten Material mit niedriger Packungsdichte eine Vielzahl winziger Poren entstehen. Infolgedessen wird bei der vorliegenden Erfindung Silberpulver von unterschiedlicher Packungsdichte eingesetzt, so daß diese Vielzahl winziger Poren beschränkt wird. Dies ermöglicht die Bildung von im wesentlichen kegelförmigen, elektrisch leitenden Bondhügeln nach dem Aushärten.

[0015] Der elektrisch leitende Bondhügel verformt sich leicht bei einer Kompression eines Laminatkörpers, der eine Struktur aus einer elektrisch leitenden Metallfolie und einer Isolierfolie aufweist. Aus diesem Grund wird die Kontaktfläche zwischen dem im we-

sentlichen kegelförmigen elektrisch leitenden Bondhügel und der elektrisch leitenden Metallfolie vergrößert, wodurch es möglich wird, eine elektrische Verbindung von hervorragender Zuverlässigkeit zu erreichen.

[0016] Das bei der vorliegenden Erfindung eingesetzte Silberpulver besteht aus einer Kombination von Blättchenpulver und Aggregatpulver, das ein Aggregat von feinkörnigen, im wesentlichen kugelförmigen Teilchen aufweist. Das Blättchenpulver weist im allgemeinen einen niedrigeren Leitungswiderstand auf als das kugelförmige Pulver.

[0017] Nichtsdestoweniger werden die vielen winzigen Poren nicht gebildet, wenn das Blättchenpulver 100 Gew.-% des Silberpulvers bildet; daher wird eine Kombination mit Silberpulver von niedriger Packungsdichte notwendig.

[0018] Das Verhältnis zwischen Blättchenpulver und Aggregatpulver im Silberpulver ist vorzugsweise eine Kombination von etwa 25~75 Gew.-% Blättchenpulver und etwa 25~75 Gew.-% Aggregatpulver, bezogen auf das Feststoffgewicht, stärker bevorzugt eine Kombination von 40~60 Gew.-% Blättchenpulver und 40~60 Gew.-% Aggregatpulver. Wenn der Anteil des Blättchenpulvers 75% oder mehr beträgt, wird die Bildung einer Vielzahl winziger Poren in der elektrisch leitenden Paste schwierig; ferner werden im Fall von 25% oder weniger zu viele Poren gebildet, und die erforderliche Härte des elektrisch leitenden Bondhügels wird nicht erreicht.

[0019] Bezogen auf insgesamt 100 Gewichtsteile Silberpulver, Epoxidharz und Härtungsmittel beträgt der Anteil des Silberpulvers vorzugsweise 80~90 Gewichtsteile, stärker bevorzugt 83~88 Gewichtsteile. Bei 80 Gewichtsteilen oder weniger wird die Bildung der Vielzahl winziger Poren in dem oben erwähnten elektrisch leitenden Bondhügel schwierig. Bei 90 Gewichtsteilen oder mehr war die zum Aufdrucken geeignete Pastenviskosität nicht erreichbar.

[0020] Blättchenpulver wird manchmal durch das Verhältnis des langen Durchmessers zum kurzen Durchmesser (Aspektverhältnis) charakterisiert. Es besteht jedoch keine Notwendigkeit zur Vorgabe des Aspektverhältnisses, besonders solange der D50%-Wert (mittlere Teilchengröße), gemessen mit einem Laserbeugungs-Teilchengrößenverteilungsmeßgerät, im Bereich von 2~4,5 µm liegt.

[0021] Das Aggregatpulver weist ein Aggregat von feinkörnigen, im wesentlichen kugelförmigen Teilchen von etwa 0,1~0,5 µm Größe auf. Es besteht jedoch keine Notwendigkeit zur Vorgabe der Größe von feinkörnigen, im wesentlichen kugelförmigen Teilchen, solange die mittlere Teilchengröße etwa 1,5~3,5 µm beträgt, gemessen mit einem Laserbeu-

gungs-Teilchengrößenverteilungsmeßgerät.

[0022] Die Packungsdichte (g/ml) des Silberpulvers wird mit einem Packungsdichtemeßgerät gemessen. Zum Beispiel bringt man 10 g Silberpulver in einen 10 ml-Glasmeßzyylinder ein und lässt es auf natürliche Weise aus einer Höhe von 5 cm herabfallen. Nach achtmaliger Wiederholung dieses Vorgangs wird das Volumen des Silberpulvers abgelesen, und aus dem Volumen (ml) des losen Silberpulvers wird die Packungsdichte mit 10 g/Packung berechnet.

[0023] Die Anteile des Epoxidharzes und des Härtungsmittels für die verschiedenen Formulierungen entsprechen durchaus dem Stand der Technik, so lange die für den elektrisch leitenden Bondhügel erforderliche Härte nach dem Aushärten erreicht wird.

[0024] Zum Aufdrucken der hitzhärtbaren Paste geeignete Viskositätsbereiche betragen vorzugsweise 2200~3200 Pa·s, besonders bevorzugt 2400~3000 Pa·s. Die Viskosität wird bei 25°C und einer Drehzahl von 0,5 U/min eines Brookfield-Viskosimeters gemessen.

[0025] Wenn die Viskosität 2200 Pa·s oder weniger beträgt, ergibt sich nach dem Drucken und Trocknen eine niedrige Bondhügelhöhe des elektrisch leitenden Bondhügels, und die Eindringeigenschaften durch eine Kunstharzisolierfolie verschlechtern sich. Ferner wird im Fall von 3200 Pa·s oder mehr der elektrisch leitende Bondhügel nach dem Aufdrucken und Trocknen zu hoch, die Spitze des Bondhügels bricht beim Eindringen ab und beeinträchtigt die Isoliereigenschaften der Isolierschicht.

[0026] Zum Beispiel wird eine hitzhärtbare Silberpaste, bezogen auf die Gesamtzusammensetzung, im Verhältnis von 85 Gew.-% Silberpulver, 9 Gew.-% Epoxidharz, 1 Gew.-% Härtungsmittel und 5 Gew.-% Lösungsmittel durch Ausführen des Vormischens mit einer Rührvorrichtung und anschließendes Mischen in einer Dreiwalzenmühle hergestellt. Eine gedruckte Schaltung bzw. Leiterplatte mit Verwendung der hitzhärtbaren Silberpaste wird hergestellt, indem eine doppelseitige Leiterplatte, welche die innere Kernschicht bildet, von oben nach unten zwischen elektrisch leitende Metallfolien geschichtet wird, nachdem elektrisch leitende Bondhügel ausgebildet worden sind und die Durchdringung einer Kunstharzisolierfolie durch Laminieren zu einer Einheit ausgeführt worden ist, und anschließend die Oberfläche der elektrisch leitenden Metallfolie durch Ätzen strukturiert wird.

[0027] Die Zuverlässigkeit der Verbindung zwischen den oberen und unteren Schaltungsschichten in der entstehenden Leiterplatte wurde durch Änderung des Widerstandswerts (%) gegenüber dem Anfangswiderstandswert zwischen den Schaltungsschichten

nach Ausführung eines Tests mit heißem Öl (10 Sekunden langes Eintauchen in ein Ölbad von 260°C, unmittelbar danach 20 Sekunden langes Eintauchen in ein Ölbad von 20°C, und 100-malige Wiederholung des Zyklus) und eines Lötmetallhitzebeständigkeits- tests (20 Sekunden langes Schwimmen in einem Lötbad von 260°C) bestätigt.

BEISPIELE

BEISPIEL 1

[0028] Das Mischen erfolgte auf einer Dreiwalzenmühle mit einem Gemisch von 64 Gew.-% Blättchensilberpulver (Packungsdichte 3~3,5 g/ml, außerdem mittlere Teilchengröße 2~4,5 µm), 21 Gew.-% Aggregatsilberpulver (Packungsdichte 0,7~1,7 g/ml, außerdem mittlere Teilchengröße 2~4,5 µm), 15 Gew.-% Bindemittelgemisch aus 9 Gew.-% Epoxidharz (Epoxyresolnovolakharz, beziehbar von Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 1 Gew.-% Härtungsmittel (Phenyldihydroxymethylimidazol, beziehbar von Shikoku Kasei Kabushiki Kaisha) und 5 Gew.-% Lösungsmittel (Butylcarbitolacetat), um eine hitzhärtbare Silberpaste zu erhalten. Durch Siebdruck und etwa 20- bis 30-minütiges Aushärten bei 150–170°C wurde ein im wesentlichen kegelförmiger, elektrisch leitender Bondhügel ausgebildet.

[0029] Die Änderung des Widerstandswertes nach dem Test mit heißem Öl betrug –2%, die Änderung des Widerstandswertes nach dem Lötmetallhitzebeständigkeits- test betrug –3%; in beiden Fällen wurden zufriedenstellende Werte angezeigt.

BEISPIEL 2

[0030] Das Mischen erfolgte in einer Dreiwalzenmühle mit einem Gemisch aus 42,5 Gew.-% Blättchensilberpulver (Packungsdichte 3~3,5 g/ml, außerdem mittlere Teilchengröße 2~4,5 µm), 42,5 Gew.-% Aggregatsilberpulver (Packungsdichte 0,7~1,7 g/ml, außerdem mittlere Teilchengröße 2~4,5 µm), 15 Gew.-% Bindemittel wie in Beispiel 1, das aus einem Gemisch aus Epoxidharz, Härtungsmittel und Lösungsmittel bestand, um eine hitzhärtbare Silberpaste zu erhalten. Ferner wurden zur Einstellung der Viskosität 0,3 Gew.-% Lösungsmittel zugesetzt, um wie in Beispiel 1 eine zum Drucken geeignete Viskosität zu erhalten. Diese hitzhärtbare Silberpaste wurde durch Siebdruck und Aushärten, wie in Beispiel 1 angegeben, zu im wesentlichen kegelförmigen elektrisch leitenden Bondhügeln geformt.

[0031] Die Änderung des Widerstandswertes nach dem Test mit heißem Öl betrug –2%, die Änderung des Widerstandswertes nach dem Lötmetallhitzebeständigkeits- test betrug 0%; in beiden Fällen wurden zufriedenstellende Werte angezeigt.

BEISPIEL 3

[0032] Das Mischen erfolgte in einer Dreiwalzenmühle mit einem Gemisch aus 21 Gew.-% Blättchensilberpulver (Packungsdichte 3~3,5 g/ml, außerdem mittlere Teilchengröße 2~4,5 µm), 64 Gew.-% Aggregatsilberpulver (Packungsdichte 0,7~1,7 g/ml, außerdem mittlere Teilchengröße 2~4,5 µm), 15 Gew.-% Bindemittel wie in Beispiel 1, das aus einem Gemisch aus Epoxidharz, Härtungsmittel und Lösungsmittel bestand, um eine hitzhärtbare Silberpaste zu erhalten. Ferner wurden zur Einstellung der Viskosität 0,5 Gew.-% Lösungsmittel zugesetzt, um wie in Beispiel 1 eine zum Drucken geeignete Viskosität zu erhalten. Diese hitzhärtbare Silberpaste wurde durch Siebdruck zu im wesentlichen kegelförmigen elektrisch leitenden Bondhügeln geformt.

[0033] Die Änderung des Widerstandswertes nach dem Test mit heißem Öl betrug –3%, die Änderung des Widerstandswertes nach dem Lötmetallhitzebeständigkeits- test betrug 1%; in beiden Fällen wurden zufriedenstellende Werte angezeigt.

VERGLEICHSBEISPIEL 1

[0034] Das Mischen erfolgte in einer Dreiwalzenmühle mit einem Gemisch aus 51 Gew.-% Blättchensilberpulver (Packungsdichte 3~3,5 g/ml, außerdem mittlere Teilchengröße 2~4,5 µm), 34 Gew.-% kugelförmigem Pulver (Packungsdichte 5~6 g/ml, außerdem mittlere Teilchengröße 4,5~6,5 µm), 15 Gew.-% Bindemittel wie in Beispiel 1, das aus einem Gemisch aus Epoxidharz, Härtungsmittel und Lösungsmittel bestand, um eine hitzhärtbare Silberpaste zu erhalten. Diese hitzhärtbare Silberpaste wurde durch Siebdruck und Aushärten, wie in Beispiel 1 zu finden, zu im wesentlichen kegelförmigen elektrisch leitenden Bondhügeln geformt.

[0035] Die maximale Änderung des Widerstandswertes nach dem Test mit heißem Öl betrug 90%, die Änderung des Widerstandswertes nach dem Lötmetallhitzebeständigkeits- test nahm nach dem 50. Zyklus auf maximal 87% zu; es wurden abnorm hohe Werte angezeigt.

Patentansprüche

1. Hitzhärtbare elektrisch leitende Pastenzusammensetzung, die aufweist, bezogen auf die gesamte Zusammensetzung: (a) 80 bis 90 Gew.-% elektrisch leitendes Pulver, wobei das elektrisch leitende Pulver mindestens zwei Metallpulver aufweist: ein erstes Metallpulver mit einer Packungsdichte von höchstens 20% der Dichte des Metalls, ein zweites Metallpulver mit einer Packungsdichte von 20 bis 40% der Dichte des zweiten Metalls, und (b) 10 bis 20 Gew.-% Epoxidharz, Vernetzungsmittel und Lösungsmittel.

2. Hitzehärtbare elektrisch leitende Paste nach Anspruch 1, wobei die elektrisch leitenden Pulver 25 bis 75 Gew.-% Flockensilberpulver mit einer Packungsdichte von 3 bis 3,5 g/ml und einer mittleren Teilchengröße von 2 bis 4,5 µm und 25 bis 75 Gew.-% Aggregatsilberpulver mit einer Packungsdichte von 0,7 bis 1,7 g/ml und einer mittleren Teilchengröße von 1,5 bis 3,5 µm aufweisen.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen