



(10) **DE 10 2011 120 404 B4** 2023.01.19

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 120 404.4**
(22) Anmeldetag: **02.12.2011**
(43) Offenlegungstag: **06.06.2012**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **19.01.2023**

(51) Int Cl.: **B23K 35/362** (2006.01)

H01L 23/488 (2006.01)
B23K 1/20 (2006.01)
H05K 3/34 (2006.01)
C07C 217/52 (2006.01)
C08G 59/18 (2006.01)
C08G 59/50 (2006.01)
C08K 5/17 (2006.01)
C08L 63/00 (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:

12/958,473 02.12.2010 US

(73) Patentinhaber:

**Rohm and Haas Electronic Materials, L.L.C.,
Marlborough, Mass., US**

(74) Vertreter:

**Müller-Boré & Partner Patentanwälte PartG mbB,
80639 München, DE**

(72) Erfinder:

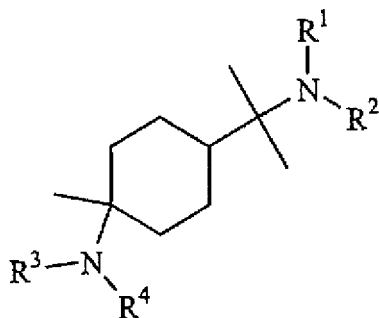
**Fleming, David D., Northborough, Mass., US;
Gallagher, Mike K., Hopkinton, Mass., US; Ho, Kim
Sang, Richboro, Pa., US; Winkle, Mark R.,
Lansdale, Pa., US; Liu, Xiang-Qian, Collegeville,
Pa., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 627 683	B1
US	7 303 944	B2
US	2008 / 0 051 524	A1
US	5 814 401	A
US	5 128 746	A

(54) Bezeichnung: **Härtbare Flussmittelzusammensetzung und Lötverfahren**

(57) Hauptanspruch: Härtbare Flussmittelzusammensetzung, die als ursprüngliche Komponenten eine Harzkomponente mit mindestens zwei Oxirangruppen pro Molekül, ein Flussmittel, das durch die Formel I dargestellt ist,



(I)

worin R¹, R², R³ und R⁴ unabhängig aus Wasserstoff, einer substituierten C₁₋₈₀-Alkylgruppe, einer unsubstituierten C₁₋₈₀-Alkylgruppe, einer substituierten C₇₋₈₀-Arylalkylgruppe und einer unsubstituierten C₇₋₈₀-Arylalkylgruppe ausgewählt sind, und worin null bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff ist (sind), und gegebenenfalls ein Härtungsmittel umfasst.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine härtbare Flussmittelzusammensetzung, die als ursprüngliche Komponenten eine Harzkomponente mit mindestens zwei Oxirangruppen pro Molekül, ein Flussmittel, das durch die Formel I dargestellt ist, worin R^1 , R^2 , R^3 und R^4 unabhängig aus Wasserstoff, einer substituierten C_{1-80} -Alkylgruppe, einer unsubstituierten C_{1-80} -Alkylgruppe, einer substituierten C_{7-80} -Arylalkylgruppe und einer unsubstituierten C_{7-80} -Arylalkylgruppe ausgewählt sind, und worin null bis drei von R^1 , R^2 , R^3 und R^4 Wasserstoff ist (sind), und gegebenenfalls ein Härtungsmittel umfasst. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Löten eines elektrischen Kontakts unter Verwendung der härtbaren Flussmittelzusammensetzung.

[0002] Ein Flussmittel ist ein wichtiges Hilfsmittel, das bei der Herstellung von elektrischen Vorrichtungen verwendet wird, einschließlich der Montage einer elektronischen Komponente (z.B. eines Halbleiterchips) auf einem Substrat (z.B. einer Leiterplatte, einem Schaltkartenmodul, einem organischen Substrat, einem Silizium-Interposer, einem weiteren Halbleiterchip).

[0003] Das Flip-Chip-Verfahren ist ein immer wichtiger werdendes Verfahren, das zur Montage von elektronischen Komponenten auf einem Substrat verwendet wird. In einem Beispiel eines Flip-Chip-Verfahrens, das zur Montage eines Halbleiterchips auf einem Substrat verwendet wird, wird ein Lot (z.B. als Lotkugeln) auf Kontakten bereitgestellt, die sich auf dem Halbleiterchip befinden (z.B. Kontaktstellen bzw. Kontaktpads, Kontaktstifte). Alternativ wird ein Lot auf entsprechenden Kontakten bereitgestellt, die sich auf dem Substrat befinden (z.B. Kontaktstellen, verkupferte Durchgangslöcher). Ein Flussmittel wird auf das Lot aufgebracht, um Oxidschichten zu entfernen, die auf der Oberfläche des Lots oder auf der Oberfläche der Kontakte auf dem Halbleiterchip oder dem Substrat vorliegen können. Das Flussmittel wirkt auch dahingehend, eine verstärkte Benetzung der Kontakte durch das Lot während des Aufschmelzens bereitzustellen. Das Lot oder die Kontakte auf dem Halbleiterchip werden dann mit den entsprechenden Kontakten oder dem entsprechenden Lot auf dem Substrat in physikalischen Kontakt gebracht. Das Lot auf dem Halbleiterchip und/oder dem Substrat wird dann erwärmt, um es aufzuschmelzen. Nach dem Abkühlen werden Verbindungen zwischen dem Halbleiterchip und dem Substrat gebildet. Typischerweise werden diese Verbindungen anschließend eingekapselt (z.B. mit einem Epoxyharz), um die Zuverlässigkeit der Halbleiterchip/Substrat-Anordnung zu erhöhen. D.h., das Einkapselungsharz unterstützt dabei, Spannungen zu vermindern, die sich ansonsten aufgrund von vorhandenen Unterschieden des Wärmeausdehnungskoeffizienten des Halbleiterchips und des Substrats entwickeln können.

[0004] Die spezifische Auswahl des in dem vorstehend beschriebenen Verfahren verwendeten Flussmittels ist sehr wichtig. Die Verwendung vieler herkömmlicher Flussmittel führt zur Bildung von unerwünschten ionischen Rückständen, welche die Zuverlässigkeit des Vorrichtungsprodukts vermindern können. Demgemäß müssen solche unerwünschten ionischen Rückstände von der Vorrichtung entfernt werden. Die Reinigung solcher Vorrichtungen wird jedoch durch die Tatsache erschwert, dass der Abstand zwischen einem Halbleiterchip und einem Substrat (z.B. einer Leiterplatte) nach der Bildung von gelöteten Verbindungen sehr gering ist. Dies erschwert das Verfahren des Entfernens von jedweden unerwünschten ionischen Rückständen, die während des Lötvorgangs bzw. -verfahrens gebildet worden sind, signifikant.

[0005] Herkömmlich werden härtbare organische Materialien (die typischerweise organische oder anorganische Füllstoffe enthalten) zum Füllen des Spalts zwischen dem Halbleiterchip und dem Substrat und zum Verstärken der Lötverbindungen verwendet, die den Halbleiterchip und das Substrat elektrisch verbinden. Bei diesen Füllmaterialien wird die Kapillarwirkung zum Füllen des Spalts genutzt.

[0006] Der Spalt zwischen dem Halbleiterchip und dem Substrat muss vollständig gefüllt werden, um dem elektrischen Komponentenprodukt die maximale Zuverlässigkeit zu verleihen. Wenn jedoch das härtbare organische Material am Rand des Spalts zwischen dem Halbleiterchip und dem Substrat aufgebracht wird, können Hohlräume im zentralen Bereich des Spalts verbleiben. Wenn die Größe der elektrischen Komponente abnimmt (d.h. die Höhe des Spalts kleiner wird), führt der beschränkende Effekt der Kapillarwirkung dazu, dass sich der nicht gefüllte zentrale Bereich erweitert.

[0007] Um dieses Problem zu berücksichtigen, haben manche ein Loch in dem Substrat entsprechend in der Nähe des Zentrums des Spaltbereichs bereitgestellt. Füllmaterial wird dann durch dieses Loch in den Spalt und zu dem Rand zugeführt. Dieser Ansatz erfordert jedoch Vorrichtungsgestaltungen zur Bereitstellung eines Bereichs, der frei von Schaltungen ist, um das Einbringen des zentralen Lochs zu erleichtern.

[0008] Ein weiterer Ansatz in Bezug auf das Füllproblem wurde als „no flow“-Verfahren bezeichnet, bei dem ein Füllmaterial im Vorhinein vor dem Lötten auf den Halbleiterchip und/oder das Substrat aufgebracht wird. Dieses Material füllt anschließend beim Lötten den Spalt zwischen dem Halbleiterchip und dem Substrat zur Bildung einer verbundenen Komponente und wird gehärtet (typischerweise durch Anwenden von Wärme).

[0009] In solchen „no flow“-Verfahren ist es bekannt, ein Füllmaterial zu verwenden, das sowohl eine Flussfunktionalität als auch eine Einkapselungsfunktionalität bereitstellt. Solche Materialien vermindern die Anzahl von Schritten, die zum Anordnen bzw. Einkapseln von Halbleiterchips auf Substraten erforderlich sind. D.h., diese Materialien kombinieren die Fluss- und Füllschritte zu einem Schritt und beseitigen den Bedarf für einen Reinigungsschritt.

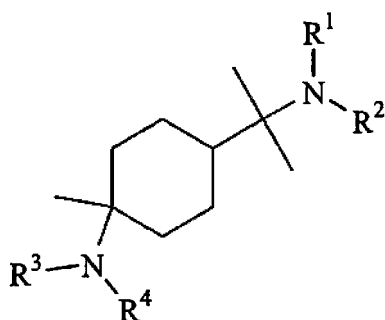
[0010] Ein derartiges „no flow“-Füllmaterial ist von Pennisi et al. im US-Patent Nr. 5,128,746 beschrieben. Pennisi et al. offenbaren ein wärmehärtbares Haftmittel, das ein Flussmittel aufweist, zur Verwendung beim Aufschmelzlöten („Reflow-Löten“) einer elektrischen Komponente und eines Substrats, welches ein Haftmittel umfasst, das Oxidbeschichtungen von der elektrischen Komponente oder dem Substrat entfernt und zumindest teilweise härtet, wenn es auf Löttemperaturen erwärmt wird, wobei das Haftmittel im Wesentlichen aus einem wärmehärtenden Harz, einem Flussmittel in einer Menge, die ausreichend ist, um die Oxidbeschichtungen von der Komponente oder dem Substrat zu entfernen, und einem Härtungsmittel besteht, das mit dem wärmehärtenden Harz reagiert und das wärmehärtende Harz härtet, wenn das wärmehärtbare Haftmittel erwärmt wird.

[0011] Ein weiterer „no flow“-Füllansatz ist von Chen et al. im US-Patent Nr. 7,303,944 offenbart. Chen et al. offenbaren ein Verfahren, welches umfasst: Aufbringen eines Füllmaterials, das ein Anhydridaddukt einer Kolophoniumverbindung als Flussmittel enthält, auf eine Kontaktstelle auf einer Oberfläche eines Substrats, Anordnen einer mikroelektronischen Vorrichtung, die eine aktive Oberfläche aufweist, und einer Mehrzahl von Lötkontakthügeln, die auf einer Mehrzahl von Kontaktstellen auf der aktiven Oberfläche angeordnet sind, relativ zu dem Substrat, wobei die Mehrzahl von Lötkontakthügeln innerhalb des „no flow“-Füllmaterials angeordnet ist, Entfernen eines Metalloxids von den Lötkontakthügeln mit dem Flussmittel, Aufschmelzen der Lötkontakthügel durch Erwärmen auf eine Temperatur, die höher als die Schmelzpunkttemperatur des Lots ist, und Härten des Füllmaterials.

[0012] Viele der herkömmlichen „no flow“-Füllmaterialien, wie z.B. diejenigen, die angegeben worden sind, basieren auf einer Epoxychemie und nutzen Carbonsäuren oder Carbonsäure-anhydride zur Bereitstellung eines Flusses. Ferner werden organische Alkohole häufig als Beschleuniger verwendet, mit der Maßgabe, dass sie mit Anhydriden unter Bildung von Carbonsäure-Flussmitteln reagieren. Carbonsäuren neigen jedoch dazu, während des Löt- und Einkapselungsverfahrens flüchtig zu sein. Dies ist dahingehend unerwünscht, dass es Hohlräume in dem Spalt zwischen dem Halbleiterchip und dem Substrat erzeugen kann, welche die Zuverlässigkeit des Vorrichtungsprodukts vermindern können. Demgemäß gibt es nach wie vor einen Bedarf für „no flow“-Füllmaterialien, welche die Herstellung von zuverlässigen gelöteten und eingekapselten Verbindungen in elektrischen Komponenten (z.B. Verbindungen zwischen einem Halbleiterchip und einer Leiterplatte) erleichtern.

[0013] US 5,814,401 A beschreibt einen selektiv gefüllten, thermisch härtbaren Haftmittelfilm, der ein Flussmittel für das Reflow-Löten einer elektronischen Vorrichtung auf ein Substrat enthält. US 2008/0051524 A1 beschreibt Zusammensetzungen auf Epoxid-Basis, die eine verbesserte Schlagfestigkeit aufweisen. US 6,627,683 B1 beschreibt wiederverarbeitbare wärmehärtbare Harzzusammensetzungen und darin verwendete Verbindungen.

[0014] Die vorliegende Erfindung stellt eine härtbare Flussmittelzusammensetzung bereit, die als ursprüngliche Komponenten eine Harzkomponente mit mindestens zwei Oxirangruppen pro Molekül, ein Flussmittel, das durch die Formel I dargestellt ist,



(I)

worin R^1 , R^2 , R^3 und R^4 unabhängig aus Wasserstoff, einer substituierten C_{1-80} -Alkylgruppe, einer unsubstituierten C_{1-80} -Alkylgruppe, einer substituierten C_{7-80} -Arylalkylgruppe und einer unsubstituierten C_{7-80} -Arylalkylgruppe ausgewählt sind, und worin null bis drei von R^1 , R^2 , R^3 und R^4 Wasserstoff ist (sind), und gegebenenfalls ein Härtungsmittel umfasst.

[0015] Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren zur Bildung einer eingekapselten metallurgischen Verbindung bereit, umfassend: Bereitstellen einer härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung, Bereitstellen einer Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten, Bereitstellen einer Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten, Bereitstellen eines Lots, Aufbringen der härtbaren Flussmittelzusammensetzung auf mindestens einen der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten, Anordnen der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten nahe an der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten, Erwärmen des Lots über dessen Aufschmelztemperatur, wobei ein geschmolzenes Lot gebildet wird, und Aussetzen des geschmolzenen Lots gegenüber der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten, Verdrängen der härtbaren Flussmittelzusammensetzung von der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten mit dem geschmolzenen Lot und Bilden einer Mehrzahl von elektrischen Verbindungen zwischen der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten und Härten der wärmehärtbaren Harzzusammensetzung, wodurch die Mehrzahl von elektrischen Verbindungen eingekapselt wird.

Detaillierte Beschreibung

[0016] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung ist so ausgeführt, dass sie die Herstellung von elektrischen Komponenten mit gelöteten und eingekapselten elektrischen Verbindungen erleichtert. Beispielsweise ist die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung vorzugsweise so ausgeführt, dass sie als „no flow“-Füllformulierung bei der Herstellung von Halbleitervorrichtungen wirkt.

[0017] Der Begriff „no flow-Füllzusammensetzung“, wie er hier und in den beigefügten Ansprüchen verwendet wird, bezieht sich auf eine härtbare Flussmittelzusammensetzung, die sowohl eine Lot-Flussaktivität als auch ein latentes Härtungsvermögen aufweist, um ein Einkapseln von gelöteten Verbindungen zu erleichtern.

[0018] Der Begriff „Lagerstabilität“, wie er hier und in den beigefügten Ansprüchen in Bezug auf eine härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung (in einem Einkomponentensystem) verwendet wird, bedeutet, dass die Viskosität der härtbaren Flussmittelzusammensetzung nach einer Lagerung bei 55 °C für eine Woche um weniger als 5 % zunimmt, wobei die Viskosität unter Verwendung eines Brookfield DV-I+-Viskosimeters bei 20 °C unter Verwendung einer auf 100 U/min eingestellten Brookfield #S00-Spindel gemessen wird.

[0019] Der Begriff „lagerstabil“, wie er hier und in den beigefügten Ansprüchen in Bezug auf eine härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendet wird, bedeutet, dass die härtbare Flussmittelzusammensetzung eine Lagerstabilität aufweist.

[0020] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst (besteht im Wesentlichen aus) als ursprüngliche Komponenten eine Harzkomponente, die mindestens zwei Oxirangruppen pro Molekül aufweist, ein Flussmittel, das durch die Formel I dargestellt ist, und gegebenenfalls ein Härtemittel. Vorzugsweise enthält die härtbare Flussmittelzusammensetzung weniger als 10 Gew.-% Material, das sich gemäß einer thermogravimetrischen Analyse (TGA) unter Verwendung eines Temperaturanstiegs von 10 °C/min beginnend bei 25 °C bei einem Erwärmen auf 250 °C verflüchtigt. Das Freisetzen von Gasen von Füllzusammensetzungen neigt dazu, Hohlräume in dem Spalt zwischen dem Halbleiterwafer und dem Substrat zu verursachen, was zu potenziellen Zuverlässigkeitsproblemen für das eingekapselte Vorrichtungprodukt führt.

[0021] Die in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendete Harzkomponente umfasst Materialien mit mindestens zwei Oxirangruppen pro Molekül. Vorzugsweise ist die verwendete Harzkomponente ein Epoxyharz mit mindestens zwei Epoxidgruppen pro Molekül, wie z.B. substituierte oder unsubstituierte aliphatische, cycloaliphatische, aromatische und heterocyclische Polyepoxide. Mehr bevorzugt ist die Harzkomponente ein Epoxyharz, das aus einem Epoxyharz des Bisphenol-Typs (z.B. Epoxyharz des Bisphenol A-Typs, Epoxyharz des Bisphenol F-Typs, Epoxyharz des Bisphenol S-Typs), aromatischen Diglycidylethern, aromatischen multifunktionellen Glycidylethern, aliphatischen Diglycidylethern und aliphatischen multifunktionellen Glycidylethern ausgewählt ist. Noch mehr bevorzugt ist die Harzkomponente ein Epoxyharz des Bisphenol-Typs. Insbesondere ist die Harzkomponente ein Epoxyharz des Bisphenol A-Typs. Die härtbare Flussmittelzusammensetzung umfasst vorzugsweise 10 bis 99 Gew.-% (mehr bevorzugt 20 bis 90 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 30 bis 75 Gew.-%, insbesondere 30 bis 50 Gew.-%) der Harzkomponente.

[0022] Die in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendete Harzkomponente umfasst gegebenenfalls ferner ein Material, das mindestens drei Oxirangruppen pro Molekül aufweist. Ein Material, das mindestens drei Oxirangruppen pro Molekül aufweist, wird gegebenenfalls in die Harzkomponente einbezogen, um die Glasübergangstemperatur des gehärteten Harzprodukts zu erhöhen und die Gelierungszeit für die Formulierung zu vermindern.

[0023] Das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendete Flussmittel hat die Formel I, worin R¹, R², R³ und R⁴ unabhängig aus Wasserstoff, einer substituierten C₁₋₈₀-Alkylgruppe, einer unsubstituierten C₁₋₈₀-Alkylgruppe, einer substituierten C₇₋₈₀-Arylalkylgruppe und einer unsubstituierten C₇₋₈₀-Arylalkylgruppe ausgewählt sind (vorzugsweise worin R¹, R², R³ und R⁴ unabhängig aus Wasserstoff, einer substituierten C₁₋₂₀-Alkylgruppe, einer unsubstituierten C₁₋₂₀-Alkylgruppe, einer substituierten C₇₋₃₀-Arylalkylgruppe und einer unsubstituierten C₇₋₃₀-Arylalkylgruppe ausgewählt sind), worin null bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff ist (sind). Vorzugsweise ist (sind) eine bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Mehr bevorzugt sind zwei bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Noch mehr bevorzugt sind zwei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Insbesondere ist eine von R¹ und R² Wasserstoff und eine von R³ und R⁴ ist Wasserstoff. Die Gruppen R¹, R², R³ und R⁴ des Flussmittels gemäß der Formel I werden gegebenenfalls so ausgewählt, dass die härtbare Flussmittelzusammensetzung die gewünschten rheologischen Eigenschaften aufweist, dass das Flussmittel mit einem gewünschten Lösungsmittelgebilde zur Abgabe der härtbaren Flussmittelzusammensetzung an die zu lötfende(n) Oberfläche(n) verträglich gemacht wird, dass das Flussmittel mit der Harzkomponente verträglich gemacht wird oder dass die Temperatur des Härtebeginns für die Harzkomponente maßgeschneidert wird. Ferner werden die Gruppen R¹, R², R³ und R⁴ des Flussmittels gemäß der Formel I vorzugsweise so ausgewählt, dass das Flussmittel eine Siedepunkttemperatur von ≥ 250 °C (mehr bevorzugt von ≥ 300 °C, insbesondere von ≥ 325 °C) aufweist, die mittels Differentialscanningkalorimetrie unter Verwendung eines Anstiegs von 10 °C/min beginnend bei 25 °C bestimmt wird.

[0024] Mehr bevorzugt hat das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendete Flussmittel die Formel I, worin R¹, R², R³ und R⁴ unabhängig aus Wasserstoff, einer substituierten C₁₋₈₀-Alkylgruppe, einer unsubstituierten C₁₋₈₀-Alkylgruppe, einer substituierten C₇₋₈₀-Arylalkylgruppe und einer unsubstituierten C₇₋₈₀-Arylalkylgruppe ausgewählt sind, worin die Substitutionen in der substituierten C₁₋₈₀-Alkylgruppe und der substituierten C₇₋₈₀-Arylalkylgruppe aus mindestens einer von einer -OH-Gruppe, einer -OR⁵-Gruppe, einer -COR⁵-Gruppe, einer -COR⁵-Gruppe, einer -C(O)R⁵-Gruppe, einer -CHO-Gruppe, einer -COOR⁵-Gruppe, einer -OC(O)OR⁵-Gruppe, einer -S(O)(O)R⁵-Gruppe, einer -S(O)R⁵-Gruppe, einer -S(O)(O)NR⁵₂-Gruppe, einer -OC(O)NR⁵₂-Gruppe, einer -C(O)NR⁵₂-Gruppe, einer -CN-Gruppe, einer -N(R⁶)-Gruppe und einer -NO₂-Gruppe (vorzugsweise aus mindestens einer von einer -OH-Gruppe, einer -OR⁵-Gruppe, einer -COR⁵-Gruppe, einer -COR⁵-Gruppe, einer -C(O)R⁵-Gruppe, einer -CHO-Gruppe, einer -COOR⁵-Gruppe, einer -OC(O)OR⁵-

Gruppe, einer -S(O)(O)R⁵-Gruppe, einer -S(O)R⁵-Gruppe, einer -S(O)(O)NR⁵₂-Gruppe, einer -OC(O)NR⁶₂-Gruppe, einer -C(O)NR⁶₂-Gruppe, einer -CN-Gruppe und einer -NO₂-Gruppe) ausgewählt sind, worin R⁵ aus einer C₁₋₂₈-Alkylgruppe, einer C₃₋₂₈-Cycloalkylgruppe, einer C₆₋₁₅-Arylgruppe, einer C₇₋₂₈-Arylalkylgruppe und einer C₇₋₂₈-Alkylarylgruppe ausgewählt ist, worin R⁶ aus Wasserstoff, einer C₁₋₂₈-Alkylgruppe, einer C₃₋₂₈-Cycloalkylgruppe, einer C₆₋₁₅-Arylgruppe, einer C₇₋₂₈-Arylalkylgruppe und einer C₇₋₂₈-Alkylarylgruppe ausgewählt ist und worin null bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff ist (sind). Die substituierte C₁₋₈₀-Alkylgruppe und die substituierte C₇₋₈₀-Arylalkylgruppe können Kombinationen von Substitutionen enthalten. Beispielsweise können die substituierte C₁₋₈₀-Alkylgruppe und die substituierte C₇₋₃₀-Arylalkylgruppe mehr als einen des gleichen Substitutionstyps (z.B. zwei -OH-Gruppen) enthalten, mehr als einen Substitutionstyp (z.B. eine -OH-Gruppe und eine -COR⁵-Gruppe) enthalten, mehr als einen Substitutionstyp mit mehr als einem des gleichen Substitutionstyps (z.B. zwei -OH-Gruppen und zwei -COR⁵-Gruppen) enthalten. Vorzugsweise ist (sind) eine bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Mehr bevorzugt sind zwei bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Noch mehr bevorzugt sind zwei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Insbesondere ist eine von R¹ und R² Wasserstoff und eine von R³ und R⁴ ist Wasserstoff.

[0025] Noch mehr bevorzugt hat das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendete Flussmittel die Formel I, worin R¹, R², R³ und R⁴ unabhängig aus Wasserstoff, einer substituierten C₁₋₂₀-Alkylgruppe, einer unsubstituierten C₁₋₂₀-Alkylgruppe, einer substituierten C₇₋₃₀-Arylalkylgruppe und einer unsubstituierten C₇₋₃₀-Arylalkylgruppe ausgewählt sind, worin die Substitutionen in der substituierten C₁₋₂₀-Alkylgruppe und der substituierten C₇₋₃₀-Arylalkylgruppe aus mindestens einer von einer -OH-Gruppe, einer -OR⁷-Gruppe, einer -COR⁷-Gruppe, einer -COR⁷-Gruppe, einer -C(O)R⁷-Gruppe, einer -CHO-Gruppe, einer -COOR⁷-Gruppe, einer -OC(O)OR⁷-Gruppe, einer -S(O)(O)R⁷-Gruppe, einer -S(O)R⁷-Gruppe, einer -S(O)(O)NR⁷₂-Gruppe, einer -OC(O)NR⁸₂-Gruppe, einer -C(O)NR⁸₂-Gruppe, einer -CN-Gruppe, einer -N(R⁸)-Gruppe und einer -NO₂-Gruppe (vorzugsweise aus mindestens einer von einer -OH-Gruppe, einer -OR⁷-Gruppe, einer -COR⁷-Gruppe, einer -COR⁷-Gruppe, einer -C(O)R⁷-Gruppe, einer -CHO-Gruppe, einer -COOR⁷-Gruppe, einer -OC(O)-OR⁷-Gruppe, einer -S(O)(O)R⁷-Gruppe, einer -S(O)R⁷-Gruppe, einer -S(O)(O)NR⁷₂-Gruppe, einer -OC(O)NR⁸₂-Gruppe, einer -C(O)NR⁸₂-Gruppe, einer -CN-Gruppe und einer -NO₂-Gruppe) ausgewählt sind, worin R⁷ aus einer C₁₋₁₉-Alkylgruppe, einer C₃₋₁₉-Cycloalkylgruppe, einer C₆₋₁₅-Arylgruppe, einer C₇₋₁₉-Arylalkylgruppe und einer C₇₋₁₉-Alkylarylgruppe ausgewählt ist, worin R⁸ aus Wasserstoff, einer C₁₋₁₉-Alkylgruppe, einer C₃₋₁₉-Cycloalkylgruppe, einer C₆₋₁₅-Arylgruppe, einer C₇₋₁₉-Arylalkylgruppe und einer C₇₋₁₉-Alkylarylgruppe ausgewählt ist und worin null bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff ist (sind). Die substituierte C₁₋₂₀-Alkylgruppe und die substituierte C₇₋₃₀-Arylalkylgruppe können Kombinationen von Substitutionen enthalten. Beispielsweise können die substituierte C₁₋₂₀-Alkylgruppe und die substituierte C₇₋₃₀-Arylalkylgruppe mehr als einen des gleichen Substitutionstyps (z.B. zwei -OH-Gruppen) enthalten, mehr als einen Substitutionstyp (z.B. eine -OH-Gruppe und eine -COR⁷-Gruppe) enthalten, mehr als einen Substitutionstyp mit mehr als einem des gleichen Substitutionstyps (z.B. zwei -OH-Gruppen und zwei -COR⁷-Gruppen) enthalten. Vorzugsweise ist (sind) eine bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Mehr bevorzugt sind zwei bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Noch mehr bevorzugt sind zwei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Insbesondere ist eine von R¹ und R² Wasserstoff und eine von R³ und R⁴ ist Wasserstoff.

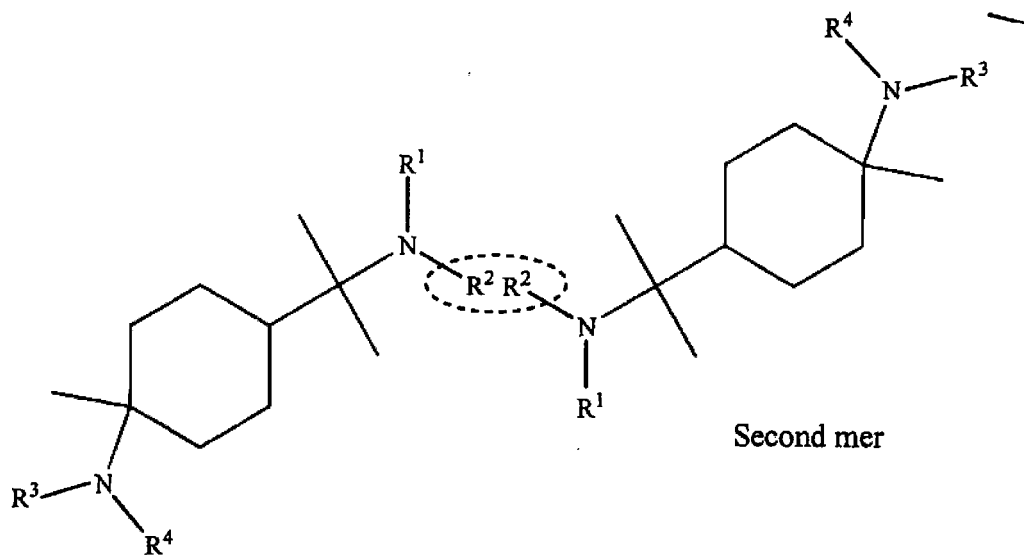
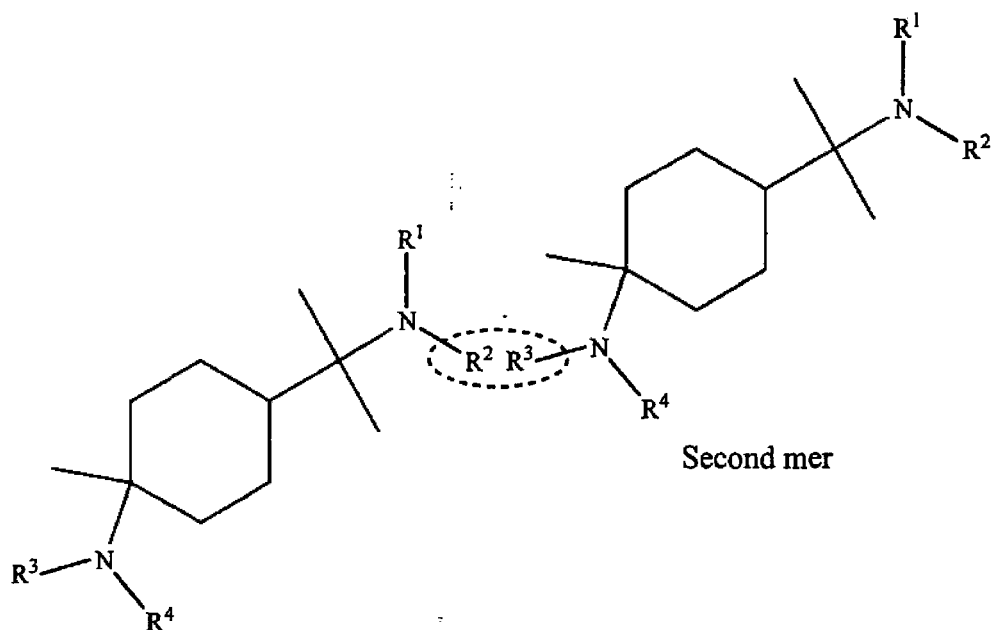
[0026] Noch mehr bevorzugt hat das in der Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendete Flussmittel die Formel I, worin R¹, R², R³ und R⁴ unabhängig aus Wasserstoff, einer -CH₂CH(OH)R⁹- und einer -CH₂CH(OH)CH₂-O-R⁹-Gruppe ausgewählt sind, worin R⁹ aus Wasserstoff, einer C₁₋₂₈-Alkylgruppe, einer C₃₋₂₈-Cycloalkylgruppe, einer C₆₋₁₆-Arylgruppe, einer C₇₋₂₈-Arylalkylgruppe und einer C₇₋₂₈-Alkylarylgruppe ausgewählt ist (wobei R⁹ vorzugsweise aus einer C₅₋₁₀-Alkylgruppe, einer C₆₋₁₆-Arylgruppe und einer C₇₋₁₅-Alkylarylgruppe ausgewählt ist, mehr bevorzugt worin R⁹ aus einer C₈-Alkylgruppe, einer C₇-Alkylarylgruppe, einer Naphthylgruppe, einer Biphenylgruppe und einer substituierten C₁₂₋₁₆-Biphenylgruppe ausgewählt ist, insbesondere worin R⁹ aus einer C₈-Alkylgruppe, einer C₇-Alkylarylgruppe und einer Naphthylgruppe ausgewählt ist) und worin null bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff ist (sind). Vorzugsweise ist (sind) eine bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Mehr bevorzugt sind zwei bis drei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff. Noch mehr bevorzugt sind zwei von R¹, R², R³ und R⁴ Wasserstoff.

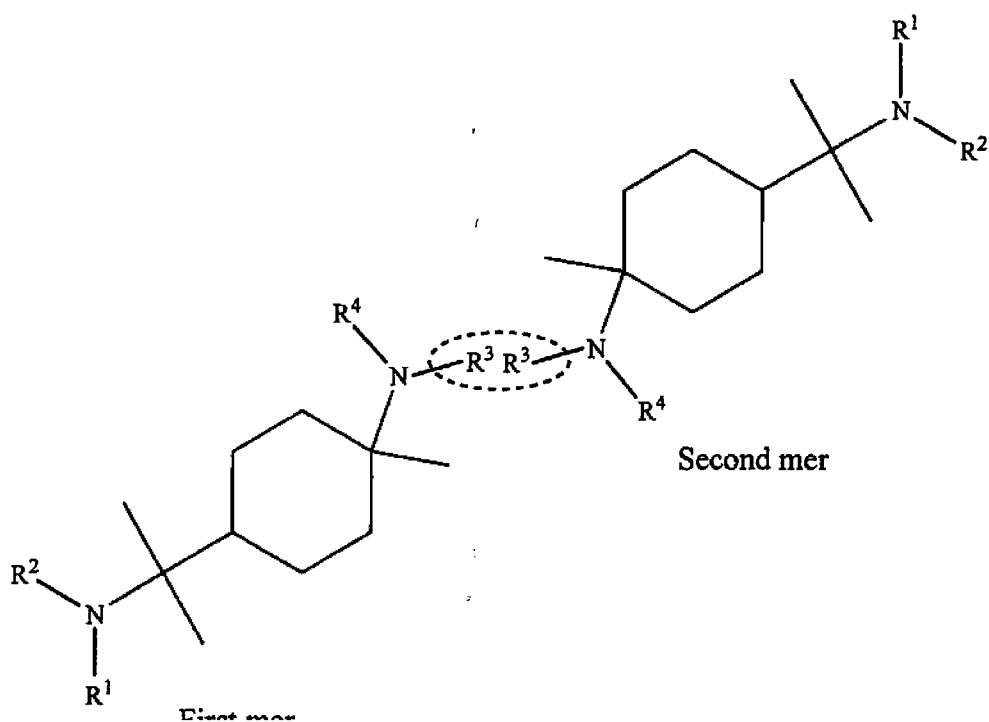
[0027] Insbesondere ist eine von R¹ und R² Wasserstoff und eine von R³ und R⁴ ist Wasserstoff.

[0028] Noch mehr bevorzugt hat das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendete Flussmittel die Formel I, worin R¹ und R³ Wasserstoff sind, worin R² und R⁴ eine -CH₂CH

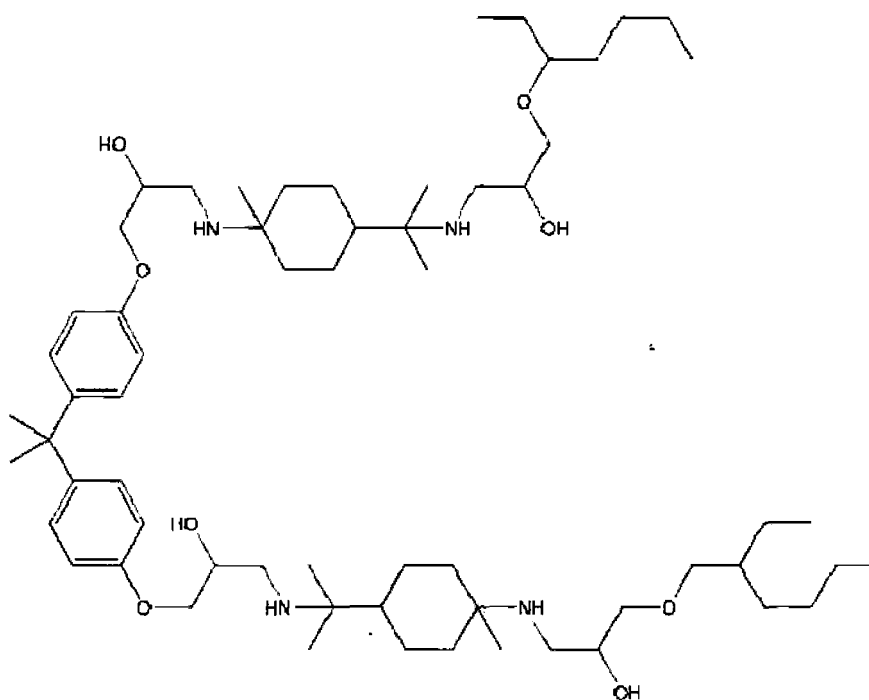
(OH)CH₂-O-R⁹-Gruppe sind, worin R⁹ aus einer C₈-Alkylgruppe, einer C₇-Alkylarylgruppe und einer C₁₀-Naphthylgruppe ausgewählt ist.

[0029] Gegebenenfalls ist das in der Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendete Flussmittel ein Dimer mit einer Formel, die aus den Formeln IIa, IIb und IIc ausgewählt ist, wobei das Dimer eine erste Struktureinheit gemäß der Formel I und eine zweite Struktureinheit gemäß der Formel I enthält, wobei eine von R¹, R², R³ und R⁴ der ersten Struktureinheit und eine von R¹, R², R³ und R⁴ der zweiten Struktureinheit zusammen die erste Struktureinheit und die zweite Struktureinheit verbinden.





[0030] Ein Beispiel eines Dimers gemäß der Formel (IIa) ist das nachstehend gezeigte 1-(2-Ethylhexyloxy)-3-(4-(2-(3-(4-(2-(4-(3(4-(2-(3-(heptan-3-yloxy)-2-hydroxypropylamino)propan-2-yl)-1-methylcyclohexylamino)-2-hydroxypropoxy)phenyl)propan-2-yl)phenoxy)-2-hydroxypropylamino)propan-2-yl)-1-methylcyclohexylamino)propan-2-ol:



[0031] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner ein Härtungsmittel. Herkömmliche Härtungsmittel können zusammen mit der Harzkomponente und dem Flussmittel verwendet werden, mit der Maßgabe, dass die Härtungsmittel die Harzkomponente härten können. Herkömmliche Härtungsmittel umfassen z.B. polyfunktionelle Phenole, polyfunktionelle Alkohole, Amine, Imidazolverbindungen, Säureanhydride, organische Phosphorverbindungen und deren Halogenide. Vorzugsweise sollte jedes verwendete Härtungsmittel ein latentes Härtungsmittel sein (d.h., ein Härtungsmittel, das nicht dahingehend wirkt, dass es das Gelieren der Harzkomponente bei Temperaturen von \leq

225 °C initiiert), wodurch ein Lotaufschmelzen ohne Störung ermöglicht wird und die Lagerstabilität für härtbare Flussmittelzusammensetzungen in Einkomponentensystemen verbessert wird.

[0032] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner ein Lösungsmittel. Das Lösungsmittel wird gegebenenfalls in die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung einbezogen, um die Abgabe der Harzkomponente und des Flussmittels an die zu lötende(n) Oberfläche oder Oberflächen zu erleichtern. Vorzugsweise enthält die härtbare Flussmittelzusammensetzung 1 bis 70 Gew.-% Lösungsmittel (mehr bevorzugt 1 bis 35 Gew.-% Lösungsmittel, insbesondere 1 bis 20 Gew.-% Lösungsmittel). Das Lösungsmittel, das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ist vorzugsweise ein organisches Lösungsmittel, das aus Kohlenwasserstoffen (z.B. Dodecan, Tetradecan), aromatischen Kohlenwasserstoffen (z.B. Benzol, Toluol, Xylol, Trimethylbenzol, Butylbenzoat, Dodecylbenzol), Ketonen (z.B. Methylethylketon, Methylisobutylketon, Cyclohexanon), Ethern (z.B. Tetrahydrofuran, 1,4-Dioxan und Tetrahydrofuran, 1,3-Dioxolan, Dipropylenglykoldimethylether), Alkoholen (z.B. 2-Methoxyethanol, 2-Butoxyethanol, Methanol, Ethanol, Isopropanol, α -Terpineol, Benzylalkohol, 2-Hexyldecanol), Estern (z.B. Ethylacetat, Ethyllactat, Butylacetat, Diethyladipat, Diethylphthalat, Diethylenglykolmonobutylacetat, Propylenglykolmonomethyletheracetat, Ethyllactat, Methyl-2-hydroxyisobutyrat, Propylenglykolmonomethyletheracetat) und Amiden (z.B. N-Methylpyrrolidon, N,N-Dimethylformamid und N,N-Dimethylacetamid), Glykolderivaten (z.B. Cellosolve, Butylcellosolve), Glykolen (z.B. Ethylenglykol, Diethylenglykol, Dipropylenglykol, Triethylenglykol, Hexylenglykol, 1,5-Pentandiol), Glykolethern (z.B. Propylenglykolmonomethylether, Methylcarbitol, Butylcarbitol) und Lösungsmitteln auf Erdölbasis (z.B. Petrolether, Naphtha) ausgewählt ist. Mehr bevorzugt ist das Lösungsmittel, das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ein organisches Lösungsmittel, das aus Methylethylketon, 2-Propanol, Propylenglykolmonomethylether, Propylenglykolmonomethyletheracetat, Ethyllactat und Methyl-2-hydroxyisobutyrat ausgewählt ist. Insbesondere ist das Lösungsmittel, das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendet wird, Propylenglykolmonomethylether.

[0033] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner ein Verdickungsmittel. Vorzugsweise enthält die härtbare Flussmittelzusammensetzung 0 bis 30 Gew.-% eines Verdickungsmittels. Das Verdickungsmittel, das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann aus nicht-härtenden Harzmaterialien (d.h. < 2 reaktive funktionelle Gruppen pro Molekül), wie z.B. einem nicht-härtenden Novolak-Harz, ausgewählt werden. Das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung verwendete Verdickungsmittel weist vorzugsweise eine Viskosität auf, die größer ist als diejenige der Harzkomponente (in ihrer ungehärteten Form). Wenn das Verdickungsmittel vorliegt, kann es in einer Menge von 0,1 bis 35 Gew.-% auf der Basis des Gesamtgewichts der härtbaren Flussmittelzusammensetzung verwendet werden.

[0034] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner ein thixotropes Mittel. Vorzugsweise enthält die härtbare Flussmittelzusammensetzung 1 bis 30 Gew.-% eines thixotropen Mittels. Das thixotrope Mittel, das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann aus Fettsäureamiden (z.B. Stearamid, Hydroxystearinsäurebisamid), Fettsäureestern (z.B. Castorwachs, Bienenwachs, Carnaubawachs), organischen thixotropen Mitteln (z.B. Polyethylenglykol, Polyethylenoxid, Methylcellulose, Ethylcellulose, Hydroxyethylcellulose, Hydroxypropylcellulose, Diglycerinmonooleat, Deglycerinlaurat, Decaglycerinoleat, Diglycerinmonolaurat, Sorbitanlaurat), anorganischen thixotropen Mitteln (z.B. Silicapulvern, Kaolinpulvern) ausgewählt werden. Vorzugsweise wird das verwendete thixotrope Mittel aus einem Polyethylenglykol und einem Fettsäureamid ausgewählt.

[0035] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner einen anorganischen Füllstoff. Anorganische Füllstoffe können aus Aluminiumoxid, Aluminiumhydroxid, Aluminosilikat, Cordierit, Lithiumaluminiumsilikat, Magnesiumaluminat, Magnesiumhydroxid, Ton, Talk, Antimontrioxid, Antimonpentoxid, Zinkoxid, kolloidalem Siliziumdioxid, Quarzglas, Glaspulver, Quarzpulver und Glasmikrokügelchen ausgewählt werden. Wenn der anorganische Füllstoff vorliegt, enthält die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung vorzugsweise 0 bis 70 Gew.-% (mehr bevorzugt 0 bis 35 Gew.-%, noch mehr bevorzugt 0 bis 20 Gew.-%, insbesondere 0,1 bis 20 Gew.-%) des anorganischen Füllstoffs.

[0036] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner ein Antioxydationsmittel. Wenn das Antioxydationsmittel vorliegt, enthält die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung vorzugsweise 0,01 bis 30 Gew.-% (mehr bevorzugt 0,01 bis 20 Gew.-%) des Antioxydationsmittels.

[0037] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner ein reaktives Verdünnungsmittel. Vorzugsweise sollte das optionale reaktive Verdünnungsmittel eine Viskosität aufweisen, die niedriger ist als die Viskosität, welche die Harzkomponente (in ihrer ungehärteten Form) aufweist. Das reaktive Verdünnungsmittel kann vorzugsweise aus monofunktionellen Epoxyverbindungen (z.B. C₆₋₂₈-Alkylglycidylethern, C₆₋₂₈-Fettsäureglycidylestern, C₆₋₂₈-Alkylphenolglycidylethern) und bestimmten multifunktionellen Epoxyverbindungen (z.B. Trimethylolpropantriglycidylether, Diglycidylanilin) ausgewählt werden. Wenn das reaktive Verdünnungsmittel vorliegt, kann es in einer Menge von < 50 Gew.-% (auf der Basis des Gewichts der Harzkomponente) verwendet werden.

[0038] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner ein herkömmliches Luftfreisetzungsmittel. Es wird davon ausgegangen, dass Luftfreisetzungsmittel die Benetzung der zu lötenden Oberflächen während des Aufschmelzens des Lots verbessern. Wenn das Luftfreisetzungsmittel vorliegt, kann es in einer Menge von < 1 Gew.-% auf der Basis des Gesamtgewichts der härtbaren Flussmittelzusammensetzung verwendet werden.

[0039] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner einen herkömmlichen Entschäumer. Es wird davon ausgegangen, dass Entschäumer die Benetzung der zu lötenden Oberflächen während des Aufschmelzens des Lots verbessern und Gaseinschlussdefekte beim Härten der härtbaren Flussmittelzusammensetzung vermindern. Wenn der Entschäumer vorliegt, kann er in einer Menge von < 1 Gew.-% der härtbaren Flussmittelzusammensetzung verwendet werden.

[0040] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner einen herkömmlichen Haftverstärker bzw. Haftvermittler. Herkömmliche Haftverstärker umfassen Silane, wie z.B. Glycidoxypropyltrimethoxysilan, γ -Aminopropyltriethoxysilan, trimethoxysilylpropyliertes Isocyanurat, β -(3,4-Epoxycyclohexyl)-ethyltriethoxysilan, Glycidopropyl-diethoxymethylsilan, β -(3,4-Epoxycyclohexyl)-ethyltrimethoxysilan, γ -Glycidoxypropyltriethoxysilan, γ -Mercaptopropyltrimethoxysilan, N-beta-(Aminoethyl)-gamma-aminopropyltrimethoxysilan, Bis(trimethoxysilylpropyl)amin und γ -Ureidopropyltriethoxysilan. Wenn der Haftverstärker vorliegt, kann er in einer Menge von < 2 Gew.-% der härtbaren Flussmittelzusammensetzung verwendet werden.

[0041] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner ein herkömmliches Flammverzögerungsmittel. Herkömmliche Flammverzögerungsmittel umfassen Bromverbindungen (z.B. Decabromdiphenylether, Tetrabrombisphenol A, Tetrabromphthalsäureanhydrid, Tribromphenol), Phosphorverbindungen (z.B. Triphenylphosphat, Trikresylphosphat, Trixylylphosphat, Kresyldiphenylphosphat), Metallhydroxide (z.B. Magnesiumhydroxid, Aluminiumhydroxid), roten Phosphor und dessen modifizierte Produkte, Antimonverbindungen (z.B. Antimontrioxid, Antimonpentoxid) und Triazinverbindungen (z.B. Melamin, Cyanursäure, Melamincyanurat). Wenn das Flammverzögerungsmittel vorliegt, kann es in einer Menge von 0,01 bis 35 Gew.-% (vorzugsweise 0,01 bis 10 Gew.-%) der härtbaren Flussmittelzusammensetzung verwendet werden.

[0042] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner zusätzliche Additive, die aus Mattierungsmitteln, Farbmitteln, Dispersionsstabilisatoren, Chelatisierungsmitteln, thermoplastischen Teilchen, UV-undurchlässigen Mitteln, Verlaufmitteln und Reduktionsmitteln ausgewählt sind.

[0043] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung kann als ein Einkomponentensystem bereitgestellt werden, das alle Bestandteile enthält. Alternativ kann die härtbare Flussmittelzusammensetzung als Zweikomponentensystem bereitgestellt werden, wobei die Harzkomponente in einem ersten Teil bereitgestellt ist und das Flussmittel und gegebenenfalls das Härtungsmittel in einem zweiten Teil bereitgestellt ist bzw. sind und wobei der erste Teil und der zweite Teil vor der Verwendung vereinigt werden.

[0044] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung kann z.B. bei der Herstellung von elektronischen Komponenten, elektronischen Modulen und Leiterplatten verwendet werden. Die härtbare Flussmittelzusammensetzung kann auf die zu lötende(n) Oberfläche(n) mit jedweder herkömmlichen Technik aufgebracht werden, einschließlich Flüssigkeitssprühtechniken, Flüssigkeitsschäumtechniken, Greif- und Tauch-Techniken, Schwalltechniken oder jedweder anderen herkömmlichen Technik, mit der eine Flüssigkeit oder eine halb feste Substanz auf einen Siliziumchip oder ein Siliziumsubstrat abgegeben werden kann.

[0045] Die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung umfasst gegebenenfalls ferner ein Lotpulver, wobei die härtbare Flussmittelzusammensetzung eine Lötpaste ist. Vorzugsweise ist das

Lotpulver eine Legierung, die aus Sn/Pb, Sn/Ag, Sn/Ag/Cu, Sn/Cu, Sn/Zn, Sn/Zn/Bi, Sn/Zn/Bi/In, Sn/Bi und Sn/In ausgewählt ist (wobei das Lotpulver vorzugsweise eine Legierung ist, die aus 63 Gew.-% Sn/37 Gew.-% Pb, 96,5 Gew.-% Sn/3,5 Gew.-% Ag, 96 Gew.-% Sn/3,5 Gew.-% Ag/0,5 Gew.-% Cu, 96,4 Gew.-% Sn/2,9 Gew.-% Ag/0,5 Gew.-% Cu, 96,5 Gew.-% Sn/3 Gew.-% Ag/0,5 Gew.-% Cu, 42 Gew.-% Sn/58 Gew.-% Bi, 99,3 Gew.-% Sn/0,7 Gew.-% Cu, 91 Gew.-% Sn/9 Gew.-% Zn und 89 Gew.-% Sn/8 Gew.-% Zn/3 Gew.-% Bi ausgewählt ist).

[0046] Die Lötpaste umfasst vorzugsweise: Insgesamt 1 bis 50 Gew.-% (mehr bevorzugt 5 bis 30 Gew.-%, insbesondere 5 bis 15 Gew.-%) eines Flussmittels und einer Harzkomponente und 50 bis 99 Gew.-% eines Lotpulvers. Die Lötpaste kann mit herkömmlichen Techniken gemischt werden, z.B. durch Kneten und Mischen des Lotpulvers mit dem Flussmittel und der Harzkomponente unter Verwendung von herkömmlichen Geräten für solche Vorgänge.

[0047] Die Lötpaste kann z.B. bei der Herstellung von elektronischen Komponenten, elektronischen Modulen und Leiterplatten verwendet werden. Die Lötpaste kann auf die zu lötfende(n) Oberfläche(n) mit jedweder herkömmlichen Technik aufgebracht werden, einschließlich Drucken der Lötpaste durch eine herkömmliche Lötmaske unter Verwendung eines Lotdruckgeräts oder Siebdruckgeräts.

[0048] Das durch die Formel I dargestellte Flussmittel, das in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann mit herkömmlichen Synthesetechniken hergestellt werden, die dem Fachmann bekannt sind.

[0049] Das Verfahren zur Bildung einer Mehrzahl von eingekapselten elektrischen Verbindungen der vorliegenden Erfindung kann gegebenenfalls Teil eines Flip-Chip-Lötprozesses sein, bei dem ein Halbleiterchip auf einer Leiterplatte montiert wird, wobei der Halbleiterchip eine Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten umfasst und wobei die Leiterplatte eine Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten umfasst. In einem solchen Flip-Chip-Verfahren wird die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung entweder auf die Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten oder auf die Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten oder auf beide aufgebracht, um das Verbinden der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten mit der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten mit Lot zur Bildung von elektrischen Verbindungen zu erleichtern. Vorzugsweise umfasst das Flip-Chip-Lötverfahren ferner einen Härtungsschritt, bei dem die Harzkomponente gehärtet wird, wodurch die elektrischen Verbindungen zwischen der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von zweiten elektrischen Kontakten eingekapselt werden.

[0050] Während des Verfahrens zur Bildung einer Mehrzahl von eingekapselten elektrischen Verbindungen der vorliegenden Erfindung wird die härtbare Flussmittelzusammensetzung der vorliegenden Erfindung vorzugsweise auf eine Leiterplatte mit oder ohne Glättung über der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten aufgebracht. Das Lot wird vorzugsweise auf die Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten auf dem Halbleiterchip in der Form von Lotkugeln aufgebracht. Der Halbleiterchip mit dem aufgetragenen Lot wird dann über der mit der härtbaren Flussmittelzusammensetzung behandelten Leiterplatte angeordnet. Der Halbleiterchip wird dann mit der Leiterplatte ausgerichtet und das Lot wird über dessen Aufschmelztemperatur erwärmt. Während des Aufschmelzens wirkt die härtbare Flussmittelzusammensetzung als Flussmittel und fördert die Haftung des Lots an der ersten Mehrzahl von elektrischen Kontakten auf der Leiterplatte, wodurch eine Mehrzahl von elektrischen Verbindungen zwischen der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten gebildet wird. Die Harzkomponente wird dann gehärtet, um die Mehrzahl von elektrischen Verbindungen einzukapseln.

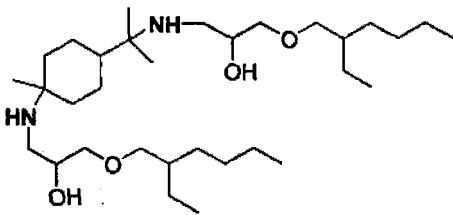
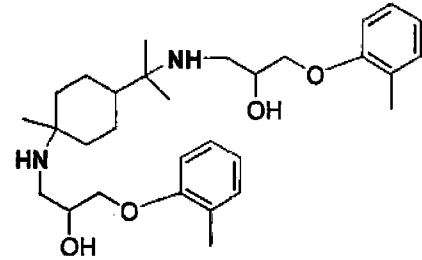
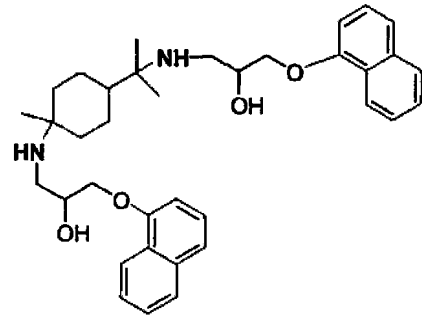
[0051] Während des Aufschmelzens schmilzt das Lot und fließt, so dass die Mehrzahl von elektrischen Verbindungen gebildet wird. Die härtbare Flussmittelzusammensetzung sollte vorzugsweise nicht gelieren, bis das Lot geflossen ist und die Mehrzahl von elektrischen Verbindungen gebildet hat, da sich ansonsten die Leiterplatte und der Halbleiterchip nicht korrekt ausrichten können. Es ist bevorzugt, dass die Harzkomponente in der härtbaren Flussmittelzusammensetzung nach dem Aufschmelzen des Lots unter Bildung einer eingekapselten elektrischen Verbindung vollständig härtet.

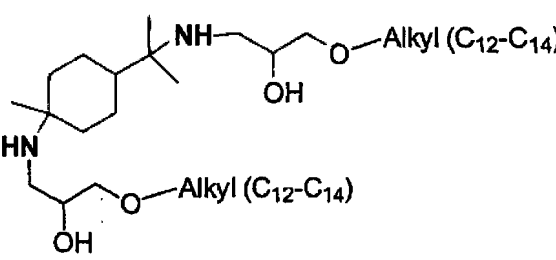
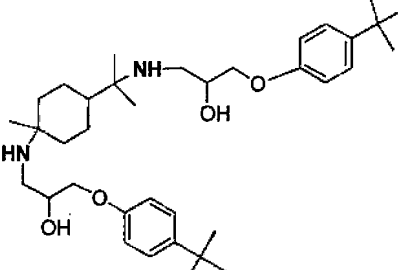
[0052] Nachstehend werden einige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung in den folgenden Beispielen detailliert beschrieben.

Beispiele 1 bis 5: Synthese eines Flussmittels

[0053] Die in der Tabelle 1 angegebenen Flussmittel wurden aus den in der Tabelle 1 angegebenen Materialien mit dem folgenden Verfahren hergestellt. Insbesondere wurde in einen Reaktionsbehälter mit einem Rührstab (0,1: mol) Menthandiamin (von The Dow Chemical Company als Primene™ MD erhältlich) eingebracht. Der Reaktionsbehälter wurde dann auf einer Heizplatte mit einer Magnetrührereinrichtung angeordnet. Der Reaktionsbehälter wurde dann mit Stickstoff als Inertgas gefüllt und das in der Tabelle 1 angegebene Reagenz A (0,2 mol) wurde dann dem Reaktionsbehälter unter Rühren bei Umgebungstemperatur zugesetzt. Die Solltemperatur auf der Heizplatte wurde dann auf 75 °C erhöht und der Inhalt des Reaktionsbehälters wurde zwei (2) Stunden weiter gerührt. Die Solltemperatur der Heizplatte wurde dann auf 140 °C erhöht und der Inhalt des Reaktionsbehälters wurde weitere zwei (2) Stunden gerührt. Die Solltemperatur der Heizplatte wurde dann auf 80 °C gesenkt und an dem Reaktionsbehälter wurde ein Vakuum angelegt, wobei der Druck in dem Behälter auf 30 mm Hg vermindert wurde. Der Inhalt des Reaktionsbehälters wurde unter diesen Bedingungen weitere zwei (2) Stunden gerührt, um das in der Tabelle 1 angegebene Flussmittelprodukt bereitzustellen. Die Siedepunkttemperatur der Flussmittelprodukte der Beispiele 1 bis 3 wurde dann mittels Differentialscanningkalorimetrie (DSC) unter Verwendung eines Anstiegs von 10 °C/min von 25 °C bis 500 °C gemessen. Die gemessene Siedepunkttemperatur (BPT) des Flussmittelprodukts der Beispiele 1 bis 3 ist in der Tabelle 1 angegeben. Ferner wurde der prozentuale Gewichtsverlust des Flussmittelprodukts der Beispiele 1 bis 3 bei Erwärmen auf 250 °C durch eine thermogravimetrische Analyse (TGA) unter Verwendung eines Temperaturanstiegs von 10 °C/min, beginnend bei 25 °C, gemessen. Der gemessene Gewichtsverlust (WL) für das Flussmittelprodukt der Beispiele 1 bis 3 ist in der Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1

Bsp.	Reagenz A	Flussmittel
1	2-Ethylhexylglycidylether	 <p>BPT mittels DSC ≥ 325 °C WL mittels TGA = 9 Gew.-% (bei 250 °C)</p>
2	Kresylglycidylether	 <p>BPT mittels DSC ≥ 325 °C WL mittels TGA = 8 Gew.-% (bei 250 °C)</p>
3	1-Naphthylglycidylether	 <p>BPT mittels DSC > 350 °C WL mittels TGA = 8 Gew.-% (bei 250 °C)</p>

Bsp.	Reagenz A	Flussmittel
4	Alkyl-C ₁₂₋₁₄ -glycidylether	
5	p-t-Butylphenylglycidylether	

Beispiel 6: Synthese eines dimeren Flussmittels

[0054] Ein dimeres Flussmittel wurde mit dem folgenden Verfahren hergestellt. In einen Reaktionsbehälter mit einem Rührstab wurde (34 g) Menthandiamin (von The Dow Chemical Company als Primene™ erhältlich) und ein flüssiges Epoxyharz-Reaktionsprodukt (37,4 g) aus Epi-chlorhydrin und Bisphenol A (von The Dow Chemical Company als D.E.R.™ 331™ erhältlich) eingebracht. Der Reaktionsbehälter wurde dann auf einer Heizplatte mit einer Magnetrührereinrichtung angeordnet. Der Inhalt des Reaktionsbehälters wurde bei Raumtemperatur über Nacht gerührt, wobei sich der Inhalt in einen Feststoff umwandelte. Dann wurde (37,2 g) 2-Ethylhexylglycidylether (von Momentive Performance Materials erhältlich) in den Reaktionsbehälter eingebracht. Der Reaktionsbehälter wurde dann während einer Stunde von Raumtemperatur auf 150 °C erwärmt und dann drei Stunden bei 150 °C gehalten. Der Inhalt des Reaktionsbehälters wurde dann auf Raumtemperatur abkühlen gelassen, wobei ein dimeres Flussmittelprodukt bereitgestellt wurde.

Beispiel 7: Synthese eines dimeren Flussmittels

[0055] Ein weiteres dimeres Flussmittel wurde mit dem folgenden Verfahren hergestellt. In einen Reaktionsbehälter mit einem Rührstab wurde (34 g) Menthandiamin (von The Dow Chemical Company als Primene™ erhältlich) und ein flüssiges Epoxyharz-Reaktionsprodukt (37,4 g) aus Epichlorhydrin und Bisphenol A (von The Dow Chemical Company als D.E.R.™ 331™ erhältlich) eingebracht. Der Reaktionsbehälter wurde dann auf einer Heizplatte mit einer Magnetrührereinrichtung angeordnet. Der Inhalt des Reaktionsbehälters wurde bei Raumtemperatur über Nacht gerührt, wobei sich der Inhalt in einen Feststoff umwandelte. Dann wurde (40,0 g) 1-Naphthylglycidylether (von Momentive Performance Materials erhältlich) in den Reaktionsbehälter eingebracht. Der Reaktionsbehälter wurde dann auf 75 °C erwärmt und eine Stunde bei dieser Temperatur gehalten. Der Reaktionsbehälter wurde dann während einer Stunde von 75 °C auf 150 °C erwärmt und dann drei Stunden bei 150 °C gehalten. Der Inhalt des Reaktionsbehälters wurde dann auf Raumtemperatur abkühlen gelassen, wobei ein dimeres Flussmittelprodukt bereitgestellt wurde.

Beispiele 8 bis 14: Herstellung einer härtbaren Flussmittelzusammensetzung

[0056] Das gemäß jedem der Beispiele 1 bis 7 hergestellte Flussmittel wurde einzeln mit einem flüssigen Epoxyharz-Reaktionsprodukt aus Epichlorhydrin und Bisphenol A (von The Dow Chemical Company als D.E.R.™ 331™ erhältlich) bei einem Gewichtsverhältnis von 1:4 vereinigt, wobei jeweils die härtbaren Flussmittelzusammensetzungen der Beispiele 8 bis 14 gebildet wurden.

Beispiel 15: Bewertung des Flussvermögens

[0057] Das Flussvermögen von jeder der gemäß den Beispielen 8 bis 14 hergestellten härtbaren Flussmittelzusammensetzungen wurde mit dem folgenden Verfahren bewertet. Bei jeder Bewertung wurde ein Kupfer-

blechabschnitt als zu lötfender elektrischer Kontakt verwendet. Die auf jedem Kupferblechabschnitt zu lötfende Fläche wurde vorbehandelt durch: (1) Zuerst Polieren mit feinem Schleifpapier (Körnung 600), (2) dann Reinigen mit einer 5 % NH_4 -Persulfatlösung, (3) dann Spülen mit entionisiertem Wasser, (4) dann Eintauchen in eine 1 % Benzotriazolösung für 30 Sekunden und dann (5) Trocknen durch Abblasen mit Stickstoff. Nach der Vorbehandlung der Kupferblechabschnitte wurde ein kleiner Tropfen von jeder der härtbaren Flussmittelzusammensetzungen einzeln auf die zu lötfende Oberfläche von einem der Kupferblechabschnitte aufgebracht. Vier Kugeln eines bleifreien Lots (95,5 Gew.-% Sn/4,0 Gew.-% Ag/0,5 Gew.-% Cu) mit einem Durchmesser von 0,381 mm wurden in dem Tropfen der Flussmittelzusammensetzung auf jedem der Kupferblechabschnitte angeordnet. Der Schmelzbereich des verwendeten bleifreien Lots beträgt 217 bis 221 °C. Die Kupferblechabschnitte wurden dann auf einer Heizplatte angeordnet, die auf 145 °C vorgeheizt worden ist, und zwei (2) Minuten dort belassen. Die Kupferblechabschnitte wurden dann auf einer anderen Heizplatte angeordnet, die auf 260 °C vorgeheizt worden ist, und dort belassen, bis das Lot Aufschmelzbedingungen erreichte (45 Sekunden bis 3 min abhängig von der vorliegenden Flussmittelzusammensetzung). Die Kupferblechabschnitte wurden dann von der Wärme entfernt und bewertet durch (a) das Ausmaß des Verschmelzens und Zusammenlaufens der ursprünglich angeordneten vier Lotkugeln, (b) die Größe des resultierenden zusammengelaufenen Lots zur Bewertung des Fließens und der Ausbreitung und (c) das Binden des Lots an die Oberfläche des Kupferblechabschnitts. Zur Beschreibung des Flussvermögens der Flussmittelzusammensetzungen und des Hydroxystearinsäure-Bezugsmaterials wurde eine Skala von 0 bis 4 wie folgt verwendet:

- | | |
|-----|---|
| 0 | kein Verschmelzen zwischen Lottropfen und kein Lotbinden an den Kupferblechabschnitt |
| 1,2 | partielles bis vollständiges Verschmelzen zwischen Lottropfen, jedoch kein Lotbinden an den Kupferblechabschnitt |
| 3 | vollständiges Verschmelzen zwischen Lottropfen, jedoch minimales Ausbreiten und Fließen des Lots |
| 4 | vollständiges Verschmelzen zwischen Lottropfen, gutes Ausbreiten und Fließen des Lots auf der Oberfläche des Kupferblechabschnitts und gutes Lotbinden an den Kupferblechabschnitt. |

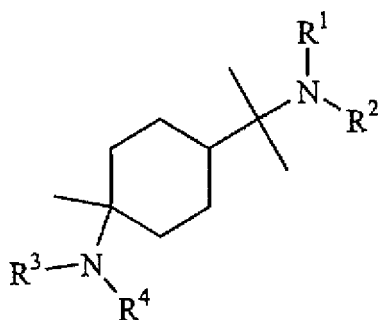
[0058] Das Ergebnis der Bewertung jeder der Flussmittelzusammensetzungen ist in der Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2

Härtbare Flussmittelzusammensetzung	Bewertungsergebnis
Beispiel 8	4
Beispiel 9	4
Beispiel 10	4
Beispiel 11	4
Beispiel 12	4
Beispiel 13	4
Beispiel 14	4

Patentansprüche

1. Härtbare Flussmittelzusammensetzung, die als ursprüngliche Komponenten eine Harzkomponente mit mindestens zwei Oxirangruppen pro Molekül, ein Flussmittel, das durch die Formel I dargestellt ist,



(I)

worin R^1 , R^2 , R^3 und R^4 unabhängig aus Wasserstoff, einer substituierten C_{1-80} -Alkylgruppe, einer unsubstituierten C_{1-80} -Alkylgruppe, einer substituierten C_{7-80} -Arylalkylgruppe und einer unsubstituierten C_{7-80} -Arylalkylgruppe ausgewählt sind, und worin null bis drei von R^1 , R^2 , R^3 und R^4 Wasserstoff ist (sind), und gegebenenfalls ein Härtungsmittel umfasst.

2. Härtbare Flussmittelzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei die Substitutionen in der substituierten C_{1-80} -Alkylgruppe und der substituierten C_{7-80} -Arylalkylgruppe aus mindestens einer von einer -OH-Gruppe, einer -OR⁵-Gruppe, einer -COR⁵-Gruppe, einer -C(O)R⁵-Gruppe, einer -COR⁵-Gruppe, einer -CHO-Gruppe, einer -COOR⁵-Gruppe, einer -OC(O)OR⁵-Gruppe, einer -S(O)(O)R⁵-Gruppe, einer -S(O)R⁵-Gruppe, einer -S(O)(O)NR⁵₂-Gruppe, einer -OC(O)NR⁶₂-Gruppe, einer -C(O)NR⁶₂-Gruppe, einer -CN-Gruppe, einer -N(R⁶)-Gruppe und einer -NO₂-Gruppe ausgewählt sind, worin R^5 aus einer C_{1-28} -Alkylgruppe, einer C_{3-28} -Cycloalkylgruppe, einer C_{6-15} -Arylgruppe, einer C_{7-28} -Arylalkylgruppe und einer C_{7-28} -Alkylarylgruppe ausgewählt ist, und worin R^6 aus Wasserstoff, einer C_{1-28} -Alkylgruppe, einer C_{3-28} -Cycloalkylgruppe, einer C_{6-15} -Arylgruppe, einer C_{7-28} -Arylalkylgruppe und einer C_{7-28} -Alkylarylgruppe ausgewählt ist.

3. Härtbare Flussmittelzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei eine bis drei von R^1 , R^2 , R^3 und R^4 Wasserstoff ist (sind).

4. Härtbare Flussmittelzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei R^1 , R^2 , R^3 und R^4 unabhängig aus Wasserstoff, einer -CH₂CH(OH)R⁹- und einer -CH₂CH(OH)CH₂-O-R⁹-Gruppe ausgewählt sind, worin R^9 aus Wasserstoff, einer C_{1-28} -Alkylgruppe, einer C_{3-28} -Cycloalkylgruppe, einer C_{6-15} -Arylgruppe, einer C_{7-28} -Arylalkylgruppe und einer C_{7-28} -Alkylarylgruppe ausgewählt ist.

5. Härtbare Flussmittelzusammensetzung nach Anspruch 4, wobei eine von R^1 und R^2 Wasserstoff ist und eine von R^3 und R^4 Wasserstoff ist.

6. Härtbare Flussmittelzusammensetzung nach Anspruch 1, die ferner ein Lösungsmittel umfasst, wobei das Lösungsmittel ein organisches Lösungsmittel ist, das aus Kohlenwasserstoffen, aromatischen Kohlenwasserstoffen, Ketonen, Ethern, Alkoholen, Estern, Amiden, Glykolen, Glykolethern, Glykolderivaten und Lösungsmitteln auf Erdölbasis ausgewählt ist.

7. Härtbare Flussmittelzusammensetzung nach Anspruch 1, die ferner mindestens eines von einem Verdickungsmittel, einem thixotropen Mittel, einem anorganischen Füllstoff, einem Antioxidationsmittel, einem reaktiven Verdünnungsmittel, einem Luftfreisetzungsmittel, einem Entschäumer, einem Haftverstärker und einem Flammverzögerungsmittel umfasst.

8. Härtbare Flussmittelzusammensetzung nach Anspruch 1, die ferner ein zusätzliches Additiv umfasst, das aus Mattierungsmitteln, Farbmitteln, Dispersionsstabilisatoren, Chelatisierungsmitteln, thermoplastischen Teilchen, UV-undurchlässigen Mitteln, Verlaufsmitteln und Reduktionsmitteln ausgewählt ist.

9. Härtbare Flussmittelzusammensetzung nach Anspruch 1, die ferner ein Lotpulver umfasst.

10. Verfahren zur Bildung einer eingekapselten metallurgischen Verbindung, umfassend:
Bereitstellen einer härtbaren Flussmittelzusammensetzung nach Anspruch 1, Bereitstellen einer Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten,
Bereitstellen einer Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten, Bereitstellen eines Lots,

Aufbringen der härtbaren Flussmittelzusammensetzung auf mindestens einen der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten,
Anordnen der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten nahe an der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten,
Erwärmen des Lots über dessen Aufschmelztemperatur, wobei ein geschmolzenes Lot gebildet wird, und
Aussetzen des geschmolzenen Lots gegenüber der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten,
Verdrängen der härtbaren Flussmittelzusammensetzung von der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten mit dem geschmolzenen Lot und Bilden einer Mehrzahl von elektrischen Verbindungen zwischen der Mehrzahl von ersten elektrischen Kontakten und der Mehrzahl von entsprechenden zweiten elektrischen Kontakten und
Härten der wärmehärtbaren Harzzusammensetzung, wodurch die Mehrzahl von elektrischen Verbindungen eingekapselt wird.

Es folgen keine Zeichnungen