



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 03 113 T2** 2006.01.19

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 399 519 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 03 113.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/11309**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 723 819.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 03/002682**

(86) PCT-Anmeldetag: **12.04.2002**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **09.01.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **24.03.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **02.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.01.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C09J 11/04** (2006.01)

**C09J 9/02** (2006.01)

**C09J 177/00** (2006.01)

**H05K 3/32** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**896655**      **29.06.2001**      **US**

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**CHHEANG, Theary, Saint Paul, US; HINE, M.,  
Andrew, Saint Paul, US; MUGGLI, W., Mark, Saint  
Paul, US; NOE, C., Susan, Saint Paul, US; SANFT,  
M., Patricia, Saint Paul, US; SCHULTZ, J., William,  
Saint Paul, US; TAYLOR, D., Robert, Saint Paul,  
US; TEAD, F., Stanley, Saint Paul, US**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtungen, Zusammensetzungen und verfahren unter Einbeziehung von Kleb-    stoffen, de-  
ren Leistung durch Organophile Tonbestandteile verbessert ist**

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

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzungen, die ein semikristallines thermoplastisches Polymer und einen organophilen Ton enthalten, die zur Fertigung elektronischer Vorrichtungen brauchbar sind, z. B. zum Verbinden elektronischer Komponenten wie eines flexiblen Schaltkreises und einer gedruckten Leiterplatte (PCB). Die Formulierungen dieser elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzungen beinhalten ferner zusätzlich zu den Polymer- und Tonkomponenten elektrisch leitende Partikel.

**[0002]** Viele konventionelle Heißschmelzklebstoffe sind thermoplastische Materialien. Heißschmelzklebstoffe liegen bei Raumtemperatur in der Regel als Feststoffe vor und können durch Zufuhr von Wärme und/oder Ausübung von Druck in eine fließfähige Flüssigkeit überführt werden. Um eine Bindung zwischen angeklebten Teilen zu bilden, wird der Klebstoff zuerst in einen erweichten oder geschmolzenen Zustand überführt. Der Klebstoff wird dann bei Abkühlen erstarren gelassen, um die Bindung zu bilden. Im Vergleich mit wärmehärtenden Klebstoffen, d. h. Klebstoffen, die beim Härten chemische Vernetzung eingehen, besitzen Heißschmelzklebstoffe viele Vorteile. Ein Hauptvorteil liegt darin, dass Heißschmelzklebstoffe ohne jeglichen flüssigen Träger formuliert werden können. Die Bindung erfolgt auch unmittelbar nach dem Abkühlen, obwohl sich im Verlauf von Minuten oder Tagen verbesserte Bindungseigenschaften für halbkristalline Heißschmelzklebstoffe entwickeln können, wenn die Kristallisation voranschreitet. Aus thermoplastischen Materialien gebildete Bindungen lassen sich auch reparieren, da sie üblicherweise ohne Schäden an dem Substrat/den Substraten, die verbunden werden, entfernt und ersetzt werden können.

**[0003]** Die Klebematrixeigenschaften eines Heißschmelzklebstoffs sind Schlüsselfaktoren bei der Bestimmung der Leistung und Zuverlässigkeit einer Heißschmelzklebebindung zwischen Substraten, die miteinander verbunden werden sollen. Der Klebstoff sollte bei einer geeigneten Bindungstemperatur ausreichend fließen, damit die Substratoberflächen durch den Klebstoff adäquat benetzt werden können. Zudem sollte die Klebstoffzusammensetzung beim Abkühlen rasch binden. Wenn der Bindungsvorgang abgeschlossen ist, sollte der Klebstoff ausreichende Zähigkeit haben, um gute Ablösefestigkeit zu liefern, und sollte einen ausreichend hohen Modul und ausreichende Kriechbeständigkeit haben, um der erwarteten Beanspruchung und/oder hohen oder niedrigen Temperaturen mindestens über den Gebrauchsbereich widerstehen zu können. Es ist in einigen Fällen des Weiteren erwünscht, dass der Klebstoff bei einer Verarbeitungstemperatur, die ausreichend niedrig ist, so dass das Substrat während der Entfernung und des Ersetzens nicht beschädigt wird, nacharbeitbar ist. Der Klebstoff sollte eine verlängerte Lagerbeständigkeit bei Raumtemperatur haben (d. h. lagerbeständig sein). Der Klebstoff benötigt möglicherweise ausreichend niedrige Feuchtigkeitsabsorption, um adäquate Leistung (elektrischen Widerstand, Ablösefestigkeit, usw.) bei Bedingungen von erhöhter Temperatur und Feuchtigkeit aufrechtzuerhalten.

**[0004]** Heißschmelzklebstoffzusammensetzungen werden in einem weiten Bereich von häuslichen und industriellen Anwendungen eingesetzt. Zu Beispielen für solche Anwendungen gehören Verschließen von Verpackungen, Verbinden von Holz, Kunststoffmontageanwendungen wie Heimwerken, Verbinden von Textilien und Verbinden flexibler Schaltkreise mit Substraten.

**[0005]** Eine beispielhafte Anwendung von Heißschmelzklebstoffen beinhaltet ihre Formulierung und Verwendung als elektrisch leitende Klebstoffe, insbesondere anisotrop elektrisch leitende Klebstoffe. Anisotrop elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzungen umfassen oft elektrisch leitende Partikel, die in einem polymeren Klebstoff dispergiert sind. Diese Klebstoffzusammensetzungen haben die Fähigkeit, mehrere diskrete elektrische Verbindungen, oft in extrem enger Nähe, zwischen zwei Substraten zu bilden. Die Zusammensetzungen können zum mechanischen Binden und elektrischen Verbinden einer elektrischen Komponente an dem ersten Substrat an eine elektrische Komponente an dem zweiten Substrat verwendet werden. Der elektrische Kontakt ist vorwiegend ein durch Druck entstandener Kontakt und wird durch die Klebstoffmatrix aufrechterhalten, die die beiden Substrate zusammenhält. Eine typische Verwendung ist das elektrische Kuppeln der Kontakte eines flexiblen Schaltkreises an die entsprechenden Mehrfachkontakte einer gedruckten Leiterplatte.

**[0006]** Diese Klebstoffe können üblicherweise als Schicht auf einem Trennliner oder als frei stehende Filme abgegeben werden, wobei die polymere Klebstoffmatrix eine ausreichende Menge der leitenden Partikel enthält, um elektrische Leitung über die Dicke (die z-Achse) des Films nach dem Binden zu ermöglichen. Wegen der isolierenden Natur der Polymermatrix des Klebstoffs und der niedrigen Volumenfraktion der leitenden Partikel erlaubt der Film praktisch keine Leitfähigkeit in Filmebene (x- und y-Achsenrichtungen). Solche Filmtypen sind auch als "Z-Achsen-Klebefilme" oder "ZAF"s bekannt.

**[0007]** Anisotrop elektrisch leitende Klebefilme, die zusätzlich nicht-elektrisch leitende Füllstoffe enthalten,

sind in der Literatur bekannt. Das veröffentlichte japanische Patent (Kokai) Nr. 3-223380 offenbart beispielsweise einen anisotrop leitenden Film, der 20 Vol.-% Aluminiumoxid oder Aluminiumnitrid mit einer Partikelgröße von 10 bis 20 Mikrometer aufweist und zusätzlich elektrisch leitende Partikel enthält.

**[0008]** Das veröffentlichte japanische Patent (Kokai) Nr. 2-206670 offenbart einen anisotrop leitenden Film, der 3 bis 50 Vol.-% eines wärmeleitenden Füllstoffs mit einer durchschnittlichen Partikelgröße von 1 µm bis 50 µm und zusätzlich elektrisch leitende Partikel enthält.

**[0009]** Das veröffentlichte japanische Patent (Kokai) Nr. 62-177082 offenbart einen anisotrop leitenden Film, der 1 bis 30 Gew.-% Siliziumdioxidpartikel mit einer durchschnittlichen Primärpartikelgröße von 4 µm bis 100 µm enthält. Die leitenden Partikel sind metallplattierte organische Polymerkerne.

**[0010]** US-A-5,672,400 beschreibt die Verwendung eines semikristallinen Thermoplasten als Klebstoffmatrix für einen ZAF. Schlüsselmerkmale dieses Klebstoffs sind ein relativ hoher Modul über den Gebrauchstemperaturbereich (der mit niedriger Kriechneigung zusammenhängt) und ein relativ niedriger Modul (oder relativ niedrige Viskosität) bei der Bindungstemperatur (der bzw. die mit rascher Bindung zusammenhängt, da die Bindungszeit durch die Zeit begrenzt ist, in der der Klebstoff aus dem Weg herausfließen kann und den leitenden Substraten das Herstellen von Verbindungen mit den elektrisch leitenden Partikeln ermöglichen kann). Es sind Füllstoffe aufgeführt, die verwendet werden können, um erhöhte Adhäsion, höheren Modul und verminderten Wärmeausdehnungskoeffizienten zu liefern. Zu diesen Füllstoffen gehören Siliziumdioxidpartikel, Silikatpartikel, Quarzpartikel, Keramikpartikel, Glasbläschen, inerte Fasern und Glimmerpartikel. Organophile Tone werden nicht vorgeschlagen.

**[0011]** Es ist sehr erwünscht, dass der Klebstoff einer anisotrop elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzung rasche Bindezeiten sowie schnelle Entwicklung von Kriechbeständigkeit und Ablösefestigkeit liefert. In der Vergangenheit wurden sowohl wärmehärtende als auch thermoplastische Klebstoffpolymere in elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzungen verwendet. Duroplaste oder spezieller wärmehärtende (duroplastische) Klebstoffe neigen dazu, aufgrund ihres relativ niedrigen Molekulargewichts während der Anfangsphasen der Bindung (d. h. vor dem Härten) leicht zu fließen, und haben infolge der chemischen Vernetzungen in dem System hohe Kriechbeständigkeit und Ablösefestigkeit, nachdem sie gehärtet sind, leiden jedoch an relativ langen Bindezeiten, bevor sich diese Charakteristika in adäquater Weise entwickeln. Ein weiterer Nachteil ist, dass sich wärmehärtende Klebstoffe möglicherweise nicht reparieren lassen, d. h. dass sie nicht von einem Substrat entfernt werden können, ohne einen Rückstand zu hinterlassen oder die Substratoberfläche zu beschädigen.

**[0012]** Im Unterschied zu wärmehärtenden Materialien können Thermoplaste, spezieller thermoplastische Klebstoffe, rascher Binden als wärmehärtende Klebstoffe, da keine Zeit benötigt wird, um den Klebstoff härten zu lassen. Die meisten Thermoplaste haben jedoch keine ausreichende Kriechbeständigkeit und Ablösefestigkeit, um sich in einigen Anwendungen adäquat zu verhalten, in denen anisotrop elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzungen verwendet werden. Außerdem zeigen viele Thermoplaste kein ausreichendes Fließen bei erhöhten Temperaturen, um sehr schnelles Binden zu ermöglichen.

**[0013]** Semikristalline Thermoplaste sind eine erwünschte Untergruppe der Thermoplaste zur Verwendung in Heischmelzklebstoffen einschließlich ZAFs. Die kristallinen Bereiche des semikristallinen Thermoplasten dienen als physikalische Vernetzungen, wodurch sich das Material unter dem Schmelzpunkt der kristallinen Bereiche eher wie ein Duroplast verhalten kann. Oberhalb des Schmelzpunkts der kristallinen Bereiche fließt das Material leicht, wodurch schnelles Binden möglich wird.

**[0014]** Ein Problem, das sich auf konventionelle anisotrop elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzungen auswirkt, betrifft die Beständigkeit gegen Bildung von Kavitationshöhlräumen während des Bindens. Wenn ein ZAF oder eine andere anisotrop elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung zum Verbinden zweier elektronischer Substrate miteinander verwendet wird, ist es üblich, dass während des Bindens Druck zusammen mit Erwärmen ausgeübt wird. Bei einem typischen Bindungsverfahren wird ein Heizblock (Heistab) oder eine Thermode verwendet, um sowohl Wärme zuzuführen als auch Druck auszuüben. Der Begriff "Thermode" soll hier auch Heistäbe, Heizblöcke, usw. einschließen. Dieser Bindungsdruck kann ein oder beide der Substrate verformen. Wenn beispielsweise ein flexibler Schaltkreis an eine gedruckte Leiterplatte (PCB) gebunden wird, kann sich das flexible Schaltkreissubstrat (z. B. Polyester, Polyimid, usw.) verformen, insbesondere in dem Bereich zwischen Schaltkreislinsen. Wenn der Druck gelöst wird, kann das verformte Substrat elastisch in seine ursprüngliche Konfiguration zurückspringen. Infolgedessen können sich innerhalb des Körpers der Klebepolymermatrix Kavitationshöhlräume bilden, weil die innere Festigkeit des Klebstoffs in der Regel nicht ausreicht,

um die elastische Erholung des verformten Substrats/der verformten Substrate auszuhalten, wenn die Thermode warm gehoben wird. Kavitations Hohlräume sollten möglichst vermieden werden, da sie die Bewertung der Bindungsqualität erschweren und oft als mögliche Quelle für Ausfall und/oder Leistungsverlust angesehen werden. Kavitations Hohlräume lassen sich mit konventionellen Klebstoffzusammensetzungen nicht so leicht vermeiden.

**[0015]** Bei Duroplasten kann das Vernetzen des Klebstoffs, um die Bildung von Kavitations Hohlräumen zu vermeiden, nicht vor Herstellen der Bindung erfolgen, da übermäßige Vernetzung den Klebstoff am Fließen und Herstellen des erwünschten elektrischen Kontakts hindert. Das Vernetzen des Klebstoffs während des Bindungsprozesses (durch Einbau reaktiver Stellen, die während des Bindens reagieren können) neigt dazu, zu Bindungszeiten zu führen, die zu lang sind, um in kommerziellen Hochgeschwindigkeitsfertungsverfahren durchführbar oder wirtschaftlich zu sein. Andererseits haben Thermoplaste im Allgemeinen keine ausreichende innere Festigkeit unmittelbar nach dem Binden, um der Bildung von Kavitations Hohlräumen zu widerstehen, wenn die Thermode gehoben wird. Das Abkühlen der Bindungslinie, während der Druck noch gehalten wird, kann zur Verringerung der Bildung von Kavitations Hohlräumen verwendet werden. Dies verlängert die Zeitdauer, die zur Herstellung einer Bindung erforderlich ist, jedoch in unerwünschter Weise. Daher wird eindeutig eine Strategie zur Verminderung von Kavitations Hohlräumen benötigt.

**[0016]** Weitere Verbesserungen der Leistung von Klebepolymeren auf Basis von semikristallinen Thermoplasten sind somit erwünscht, damit sie sich mehr wie Duroplaste verhalten, ohne dass wesentlich längere Bindungszeiten erforderlich sind. Es wäre hochoerwünscht, über ein Klebepolymer zu verfügen, dass die Vorteile von sowohl wärmehärtenden als auch thermoplastischen Materialien aufweist, nämlich eine Kombination rascher Bindungszeiten und schneller Entwicklung ausreichend hoher Kriechbeständigkeit und Ablösefestigkeit, um zur Verwendung in einem weiteren Bereich von Anwendungen geeignet zu sein, z. B. Verwendung als anisotrop elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzungen.

**[0017]** Es ist nun gefunden worden, dass das Einbringen von organophilem Ton in Heißschmelzklebstoffzusammensetzungen, insbesondere in jene, die semikristalline Polymere umfassen, die Klebeeigenschaften in vielerlei Hinsicht wesentlich verbessert. Einige dieser Verbesserungen sind für die spezielle Verwendung von Heißschmelzklebstoffen besonders nützlich, die mit elektrisch leitendem Material gefüllt sind, um als elektrisch leitende Klebstoffe oder dergleichen verwendet zu werden. Erstens erhöht die Verwendung derartiger Tone dramatisch die Rekristallisationsgeschwindigkeit (d. h. nach dem Binden) von thermoplastischen semikristallinen Polymeren, was zu wesentlich schnellerem Aufbau von Ablösefestigkeit und Kriechbeständigkeit führt. Systeme, die derartige Tone und thermoplastische semikristalline Polymere einbeziehen, neigen nicht nur zu schnellerem Rekristallisieren, sondern neigen auch zur Entwicklung dramatisch höherer Kriechbeständigkeits- und Ablösefestigkeitswerte, verglichen mit ansonsten identischen Systemen ohne derartigen Ton. In dem speziellen Fall der Verwendung als anisotrop elektrisch leitender Klebstoff kann die verbesserte Kriechbeständigkeit zu verbesserter elektrischer Stabilität führen (z. B. in Reaktion auf ausgeübte mechanische Beanspruchungen).

**[0018]** Die Verwendung organophiler Tone reduziert außerdem dramatisch die Bildung von Kavitations Hohlräumen in anisotrop elektrisch leitenden Klebstoffen, ohne die Fähigkeit der Zusammensetzung nachteilig zu beeinflussen, zu fließen und elektrische Verbindungsbildung während der Bindung zu ermöglichen. Die optimale Konzentration dieses Tons kann in Abhängigkeit davon variieren, welche Eigenschaften der Zusammensetzung optimiert werden sollen, z. B. kann eine andere Tonkonzentration verwendet werden, um hauptsächlich die Ablösefestigkeit zu optimieren, als verwendet würde, um Kriech- und Kavitations Hohlräumbeständigkeit zu optimieren.

**[0019]** In einem Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung eine elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung, umfassend:

- a) eine polymere Klebstoffkomponente, die ein semikristallines thermoplastisches Polymer umfasst, wobei das thermoplastische Polymer gegebenenfalls hydrophob ist;
- b) einen elektrisch leitenden Füllstoff, der in die Klebstoffkomponente eingebracht wird;
- c) eine Tonkomponente, die in die Klebstoffkomponente eingebracht wird, wobei die Tonkomponente einen organophilen Ton umfasst, wobei der organophile Ton mindestens teilweise aufgeblättert ist, und gegebenenfalls
- d) einen Klebrigmacher.

**[0020]** In einem anderen Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Bereitstellung einer elektrischen Verbindung zwischen ersten und zweiten elektrischen Leitern. Eine elektrische Komponente an einer

ersten Struktur wird unter Verwendung einer Klebstoffzusammensetzung elektrisch an eine elektrische Komponente an einer zweiten Struktur gekoppelt. Die Klebstoffzusammensetzung umfasst die erfindungsgemäße elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung.

**[0021]** In einem anderen Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzung. Ein organophiler Ton wird in eine Klebstoffzusammensetzung eingebracht. Nach Einbringung des Tons in den Klebstoff wird ein elektrisch leitender Füllstoff in die Klebstoffzusammensetzung eingebracht. Die beiden Einbringungsstufen werden gegebenenfalls im Wesentlichen ohne Lösungsmittel durchgeführt.

**[0022]** In einem anderen Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung ein elektronisches Bauteil, umfassend eine erste Struktur, die eine erste elektrische Komponente umfasst; eine zweite Struktur, die eine zweite elektrische Komponente umfasst; und eine anisotrop elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung, die die ersten und zweiten elektrischen Komponenten elektrisch miteinander verbindet. Die Zusammensetzung umfasst

- a) eine polymere Klebstoffkomponente, die ein semikristallines thermoplastisches Polymer umfasst, wobei das thermoplastische Polymer gegebenenfalls hydrophob ist;
- b) einen elektrisch leitenden Füllstoff, der in die Klebstoffkomponente eingebracht wird;
- c) eine Tonkomponente, die in die Klebstoffkomponente eingebracht wird, wobei die Tonkomponente einen organophilen Ton umfasst, wobei der organophile Ton mindestens teilweise aufgeblättert ist, und gegebenenfalls
- d) einen Klebrigmacher.

**[0023]** Die oben genannten und andere Vorteile der vorliegenden Erfindung und die Art und Weise, um sie zu erreichen, sowie die Erfindung selbst werden im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsformen der Erfindung zusammen mit den angefügten Zeichnungen deutlicher und besser verständlich, worin:

**[0024]** [Fig. 1](#) eine Querschnittansicht eines erfindungsgemäßen elektronischen Bauteils ist;

**[0025]** [Fig. 2](#) eine Draufsicht eines erfindungsgemäßen elektronischen Bauteils ist; und

**[0026]** [Fig. 3](#) eine Explosionsansicht eines erfindungsgemäßen elektronischen Bauteils ist.

**[0027]** Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sollen nicht erschöpfend sein oder die Erfindung auf die in der folgenden detaillierten Beschreibung offenbarten genauen Formen begrenzen. Die Ausführungsformen sind stattdessen so gewählt und beschrieben, dass andere Fachleute die Prinzipien und Durchführungsweisen der vorliegenden Erfindung erkennen und verstehen können.

**[0028]** Die erfindungsgemäßen elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzungen enthalten im Allgemeinen eine Polymerklebstoffkomponente und einen in der Polymerklebstoffkomponente verteilten organophilen Ton und enthalten ferner elektrisch leitende Partikel. Die erfindungsgemäß verwendbare polymere Klebstoffkomponente umfasst mindestens ein semikristallines thermoplastisches Polymer. Härtbare monomere, oligomere und/oder polymere Komponenten können gegebenenfalls auch enthalten sein.

**[0029]** Zu repräsentativen Beispielen für geeignete Polymere zur Verwendung in der Polymerklebstoffkomponente gehören semikristalline Acrylatpolymere, Ethylen-Acrylat-Copolymere, Ethylen-Acrylsäure-Copolymere, Ethylen-Vinylacetat-Copolymere, Polyethylen, Ethylen-Propylen-Copolymere, carboxylierte Styrol-Ethylen-Butadien-Styrol-Blockcopolymere, epoxydierte Styrol-Ethylen-Butadien-Styrol-Blockcopolymere, Styrol-Isopren-Blockcopolymere, Polybutadien, Ethylen-Styrol-Butylen-Blockcopolymere, Polyether-Polyamid-Blockcopolymere, Polyvinylbutyral, Polyvinylchlorid, Polyvinylformal, Polyester, Polyether, Polyurethane, Polyamide, Polyamide, Polyvinylacetal, Polyvinylether, Polysulfone, Polycaprolactone, Kombinationen von diesen und dergleichen.

**[0030]** Die semikristallinen Polymere sind thermoplastisch, obwohl es auch erwünscht sein kann, reaktive Funktionalität in ein semikristallines Polymer einzuschließen. Die semikristallinen thermoplastischen Klebstoffharze können unabhängig, als Teil eines Copolymers, in Gemischen von zwei oder mehr Polymeren oder in Kombination mit reaktiven Monomeren, Oligomeren und/oder Polymeren verwendet werden, und/oder unter Zugabe anderer Eigenschaftsmodifizierungsmaterialien oder Hilfsstoffe, wie Klebrigmacher und Weichmacher (Plastifizierungsmittel). Zu derartigen anderen reaktiven Monomeren, Oligomeren und/oder Polymeren können beispielsweise ein oder mehrere (Meth)acrylatmonomere, Cyanatesterpolymere, Epoxyharze, Silikonharze,

Phenolharze, photohärtbare Harze, anaerobe Harze, Kombinationen von diesen und dergleichen gehören.

**[0031]** Das durchschnittliche Molekulargewicht (Gewichtsmittel) der zur Durchführung der vorliegenden Erfindung geeigneten Klebstoffpolymere kann in einem weiten Bereich variieren. Das durchschnittliche Molekulargewicht (Gewichtsmittel) für jedes derartige Klebstoffpolymer kann unabhängig so ausgewählt werden, dass die Klebstoffzusammensetzung die gewünschten Charakteristika aufweist, die die Anforderungen der vorgesehenen Umgebung erfüllen können, in der der Klebstoff verwendet wird. Als allgemeine Richtlinien kann das durchschnittliche Molekulargewicht (Gewichtsmittel) mindestens 1000, vorzugsweise 1000 bis etwa 1.000.000 und insbesondere 5000 bis 800.000 sein.

**[0032]** In bevorzugten Ausführungsformen umfasst die erfindungsgemäß verwendbare Polymerklebstoffkomponente mindestens ein hydrophobes, thermoplastisches, semikristallines Klebstoffpolymer und insbesondere ein oder mehrere, die als Heißschmelzklebstoffe wirken können. Der Begriff "hydrophob" bedeutet hier, dass die Wasserabsorption eines Materials vorzugsweise nicht mehr als etwa 4 Gew.-% beträgt, gemessen nach dem in ASTM D570 spezifizierten Eintauchtest, und vorzugsweise nicht mehr als etwa 1,0 Gew.-% nach verlängerter Alterung unter Bedingungen von 20°C/65% relativer Feuchtigkeit (RH) beträgt. Der Begriff "semikristallin" bezieht sich hier auf polymere Materialien, die kristallines Verhalten zeigen, z. B. eine scharfe kristalline Schmelztemperatur,  $T_c$ , was für rasche Vorrichtung-/Substrat-Bindungsvorgänge bei Temperaturen unmittelbar oberhalb der  $T_c$  erwünscht ist. Die amorphe Phase eines erfindungsgemäß verwendbaren, semikristallinen, polymeren Materials zeigt auch eine Glasübergangstemperatur,  $T_g$ . Siehe z. B. Odian, Principles of Polymerization (2. Auflage), John Wiley & Sons, New York, (1981), Seiten 25 und 30.

**[0033]** Die  $T_c$  (kristalline Schmelztemperatur wie hier verwendet) ist die Temperatur, bei der der Übergang von der flüssigen zur festen Phase in semikristallinen Polymeren stattfindet, da es bei semikristallinen Polymeren eine Hysterese beim Übergang von der festen zur flüssigen Phase in Abhängigkeit von den Temperaturen gibt, mit denen man sich diesem nähert, d. h. Erwärmen (Übergang von fest zu flüssig ( $T_m$ )) oder Abkühlen (Übergang von flüssig zu fest ( $T_c$ )). "Glasübergangstemperatur ( $T_g$ )" ist hier als die Temperatur (eigentlich ein enger Bereich von Temperaturen) definiert, bei der der Phasenübergang zweiter Ordnung erfolgt. Oberhalb der  $T_g$  sind die Polymere weiche, flexible, kautschukartige Materialien, während sie umgekehrt unterhalb der  $T_g$  harte starre Kunststoffe sind, die sich wie Glas verhalten. Die  $T_g$  eines gegebenen Polymers kann mittels vieler verschiedener Verfahren bestimmt werden, und Differentialscanningkalorimetrie (DSC) ist bevorzugt.

**[0034]** Die semikristallinen Polymere haben vorzugsweise eine Kristallisationstemperatur ( $T_c$ ), die ausreichend hoch ist, um gute Leistung des gebundenen und rekristallisierten Materials über den gewünschten Gebrauchstemperaturbereich des gebundenen Artikels zu liefern. Die  $T_c$  sollte dennoch ausreichend niedrig sein, so dass die Bindung erfolgen kann, ohne den zu verbindenden Substraten wärmebedingte Schäden zuzufügen. Die erwünschte  $T_c$  hängt somit von Faktoren ab, zu denen die Art der Substrate gehört, die für eine gegebene Anwendung ausgewählt sind. Dem Fachmann wird klar sein, dass die Auswahl der  $T_c$  auf Grundlage der erwünschten Bindungstemperatur und des erwünschten Temperaturbereichs vorgenommen werden sollte, in dem der Klebstoff verwendet wird. Wenn ein flexibler Schaltkreis auf Polyesterbasis beispielsweise an eine gedruckte Leiterplatte gebunden werden soll, ist eine typische Bindungstemperatur üblicherweise weniger als etwa 150°C, während die maximale Gebrauchstemperatur des gebundenen Artikels bis zu 85°C beträgt. In diesem Fall ist die  $T_c$  wünschenswerterweise mindestens etwa 85°C, vorzugsweise mindestens etwa 100°C und insbesondere mindestens etwa 120°C. Wenn der zu bindende flexible Schaltkreis aus Polyimid gefertigt ist, das im Allgemeinen wärmebeständiger als Polyester ist, kann als anderes Beispiel die Bindungstemperatur bis zu etwa 200°C betragen, während die maximale Gebrauchstemperatur des gebundenen Artikels bis zu etwa 125°C betragen kann. In diesem Fall ist die  $T_c$  wünschenswerterweise mindestens etwa 125°C, vorzugsweise mindestens etwa 140°C und insbesondere mindestens etwa 155°C.

**[0035]** Die erfindungsgemäß verwendbaren, semikristallinen, polymeren Materialien liefern Kriechbeständigkeit bis zu der Rekristallisationstemperatur ( $T_c$ ), die höher als die Glasübergangstemperatur ( $T_g$ ) ist. Ungeachtet der relativ niedrigeren  $T_g$  bleibt die hohe Dimensionsstabilität der Bindung jedoch bei hoher Temperatur infolge der semikristallinen Natur des Polymers erhalten. Das Schmelzen der kristallinen Bereiche des semikristallinen Polymers bei der  $T_c$  sorgt auch für einen steilen Viskositäts-/Temperatur-Gradienten oberhalb von  $T_c$ . Dies führt zu hervorragendem Fließen des Klebstoffs während der Bindungsvorgänge. Das bevorzugte hydrophobe, thermoplastische, semikristalline Heißschmelzklebstoffpolymer bzw. die bevorzugten hydrophoben, thermoplastischen, semikristallinen Heißschmelzklebstoffpolymere hat bzw. haben wegen ihres hydrophoben Charakters eine verringerte Neigung zum Absorbieren von Wasser, Wasserdampf oder anderer Feuchtigkeit. Die Aufnahme von Feuchtigkeit ist allgemein unerwünscht, da die Leistung der Vorrichtung beeinträchtigt und/oder die Festigkeit der Klebebindung nachteilig beeinflusst werden kann. Die hydrophoben Materialien

neigen außerdem dazu, mit organophilem Ton besser verträglich zu sein.

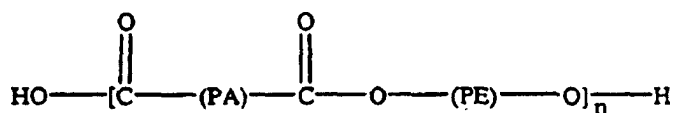
**[0036]** Zu besonders bevorzugten Ausführungsformen von thermoplastischen, hydrophoben, semikristallinen Polymeren gehören jene, die in US-A-5,672,400 beschrieben sind. Diese Polymere können für sich oder in Kombination mit einem oder mehreren anderen Polymeren verwendet werden. Dieses Patent beschreibt allgemein thermoplastische semikristalline Klebstoffpolymere, die Polyether-Monomereinheiten (PE) und Polyamid-Monomereinheiten (PA) umfassen. Jede der PA- und PE-Monomereinheiten kann sich unabhängig in dem erfindungsgemäß verwendbaren Copolymer wiederholen. Alternativ können die PA- und PE-Segmente so angeordnet sein, dass ein Blockcopolymer gebildet wird, wie eines der Typen AB, BAB, ABA oder dergleichen. Die Konzentration von jedem in dem Copolymer kann in Abhängigkeit von den physikalischen Charakteristika, den mechanischen Eigenschaften, den dynamischen Eigenschaften, den Wärmeeigenschaften, den elektrischen Eigenschaften und der Umwelt- oder Chemikalienbeständigkeit, die in der Klebstoffzusammensetzung erwünscht sind, weit variieren.

**[0037]** Die relative Menge von jeder der PA- und PE-Einheiten ist vorzugsweise so, dass die Copolymere bei Raumtemperatur eine Shore D Härte von etwa 20 bis etwa 70 haben, gemessen gemäß ASTM D 2240. Die Copolymere haben vorzugsweise auch eine Schmelztemperatur,  $T_m$ , von etwa 75°C bis etwa 220°C, vorzugsweise 100°C bis etwa 180°C, gemessen mittels DSC gemäß ASTM D 3418. Die "Schmelztemperatur",  $T_m$ , ist hier die Temperatur, bei der der Phasenübergang von fest zu flüssig bei semikristallinen Polymeren erfolgt.

**[0038]** Die Polyamideinheiten (PA) des Copolymers können weit variieren, und es kann beliebiges Polyamid verwendet werden, das eine -C(O)NH- Basiseinheit enthält. Zu Beispielen gehören Poly(caprolactam) (Nylon 6), Poly(hexamethylenadipamid) (Nylon 6/6), Poly(hexamethylennonandiamid) (Nylon 6/9), Poly(hexamethylensebacamid) (Nylon 6/10), Poly(hexamethylenododecandiamid) (Nylon 6/12), Poly(undecanoamid) (Nylon 11), Poly(lauryllactam) (Nylon 12). Polyamideinheiten mit niedriger Feuchtigkeitsabsorption sind zur erfindungsgemäßen Verwendung bevorzugt, um Erweichung und erhöhten elektrischen Widerstand der Klebstoffzusammensetzungen unter Bedingungen mit hoher Feuchtigkeit zu vermeiden, und Nylon 12 ist besonders bevorzugt.

**[0039]** Das Polyethersegment (PE) kann auch weit variieren, und jeglicher Polyether, der eine -R-O-R- Basiseinheit enthält, wobei R eine substituierte oder unsubstituierte Alkylgruppe sein kann, kann verwendet werden. Poly(tetramethylenglykol) ist zur Verwendung in dem Copolymer besonders bevorzugt, das in der erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzung verwendet wird.

**[0040]** Ein besonders bevorzugtes Copolymer zur Verwendung in den erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzungen ist unten in Formel (I) gezeigt:



worin PA für eine Polyamid-Monomereinheit steht und PE für eine Polyether-Monomereinheit steht. Dieses bevorzugte Copolymer ist von Elf Atochem North America, Philadelphia, PA, unter der Handelsbezeichnung "PE-BAX" erhältlich. Eine besonders bevorzugte Sorte PEBAX zur Verwendung in der erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzung ist "PEBAX 3533", in der die Polyamideinheit Nylon 12 ist und die Polyethereinheit Poly(tetramethylenglykol) ist. Dieses Copolymer hat eine  $T_g$  von -78°C und eine Shore D Härte von etwa 35 bei Raumtemperatur, gemessen gemäß ASTM D 2240. Das Copolymer hat auch eine Schmelztemperatur,  $T_m$ , von etwa 110°C bis etwa 155°C, gemessen mittels DSC gemäß ASTM D 3418. Das bevorzugte in der erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzung verwendete Polyamid/Polyether-Copolymer hat Elastomereigenschaften, die wichtig sind, um Substraten wie Metallen, Glas und anderen polymeren Materialien flexible Bindungen zu liefern. Das Copolymer ist in der Klebstoffzusammensetzung vorzugsweise in einer Menge von etwa 60 Gew.-% bis etwa 30 Gew.-% vorhanden, bezogen auf die Gesamtmenge des Copolymers und eines Klebrigmachers, falls vorhanden, der nachfolgend beschrieben wird. Die Ablösefestigkeit der erfindungsgemäßen, vollständig formulierten Klebstoffzusammensetzung beträgt, bezogen auf das Copolymer, mehr als etwa 500 Gramm/cm bei 20°C.

**[0041]** Eine weite Vielfalt anderer thermoplastischer, hydrophober, semikristalliner Polymere kann auch erfindungsgemäß einzeln oder in Kombination verwendet werden. Zu repräsentativen Beispielen für geeignete semikristalline Polymere gehören Ethylen/Ethylacrylat/Glycidylmethacrylat-Terpolymere, erhältlich von Elf Atochem North America, Philadelphia, PA, und Ethylen/Butylacrylat/Glycidylmethacrylat-Terpolymere, erhältlich

von Quantum Chemicals, Cincinnati, OH, unter der Handelsbezeichnung ENATHENE™, und Ethylen/Ethylacrylat/Kohlenmonoxid-Terpolymers, erhältlich von DuPont Company, Wilmington, DE. Zu anderen Beispielen gehören semikristalline Polymere von Polyethylen, modifiziertem Polyethylen, Ethylen/Vinylacetat, Polyurethan, Polyamid, Polybuten und Polyester.

**[0042]** Der erfindungsgemäße Klebstoff, der einen semikristallinen Thermoplasten einschließt, kann ferner einen Klebrigmacher enthalten, um die Zähigkeit der Bindung zu erhöhen und die Ablöseadhäsion an einem weiten Bereich von Substratmaterialien zu erhöhen. Es kann jeder beliebige Klebrigmacher verwendet werden, der mit dem semikristallinen thermoplastischen Polymer verträglich ist. In der bevorzugten Ausführungsform, in der das semikristalline Polymer ein Polyamid/Polyether-Copolymer wie oben beschrieben ist, gehören zu den brauchbaren Klebrigmacherharzen Kolophonium, Kolophoniumester, die von Hercules unter den Handelsbezeichnungen "STAYBELITE 5" und "FORAL 85" erhältlich sind, phenolisch modifizierte Harze, die von Hercules unter der Handelsbezeichnung "PENTALYN 856" erhältlich sind, Terpen/phenolische Verbindungen, die von Hercules unter der Handelsbezeichnung "PICCOFYN T", von DRT unter der Handelsbezeichnung "DERTOPHENE T", von Yasuhara Chemical unter der Handelsbezeichnung "T 130", von Arizona Chemical unter der Handelsbezeichnung "SYLVARES 2040" und von Arakawa Chemical unter der Handelsbezeichnung "TAMANOL 135" erhältlich sind, Terpenverbindungen, die von DRT unter der Handelsbezeichnung "DERCOLYTE A115" erhältlich sind, Terpenverbindungen von alkylaromatischen Kohlenwasserstoffen, die von Hercules unter der Handelsbezeichnung "HERCULES AR 100" erhältlich sind, Terpene von aromatischem Kohlenwasserstoff, die von Hercules unter der Handelsbezeichnung "HERCULES A 120" erhältlich sind, Terpene von hydriertem DCPD, die von Exxon unter der Handelsbezeichnung "ESCOREZ 5320" erhältlich sind, Materialien auf Styrolbasis, die von Hercules unter der Handelsbezeichnung "KRISTALEX F 85" erhältlich sind, und Cumaron-Indene, die von VFT unter der Handelsbezeichnung "B 1/2135" erhältlich sind. Von den obigen sind Terpen/phenolische Verbindungen bevorzugt, und SYLVARES 2040 und TAMANOL 135 sind besonders bevorzugt. Der Klebrigmacher kann in einem weiten Konzentrationsbereich vorhanden sein und sollte mit dem Copolymer in ausreichenden Mengen gemischt werden, um die Klebstoffzusammensetzung mit einer Tg von etwa -10°C bis etwa 40°C, vorzugsweise etwa 0°C bis etwa 20°C zu versehen. Klebrigmacherharze sind erfindungsgemäß in einer Menge im Bereich von 40 bis 70 Gew.-%, vorzugsweise etwa 50 Gew.-% brauchbar, bezogen auf das Gesamtgewicht von Copolymer und Klebrigmacher, die in der Klebstoffzusammensetzung vorhanden sind. Das Gewichtsverhältnis von Copolymer zu Klebrigmacher sollte etwa 2:1 bis etwa 0,5:1 betragen und ist am meisten bevorzugt etwa 1:1.

**[0043]** In den erfindungsgemäßen elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzungen können viele verschiedene elektrisch leitende Füllstoffmaterialien verwendet werden. Zu repräsentativen Beispielen gehören Metallpartikel, Verbundpartikel, die eine Metallbeschichtung enthalten, die auf einem Kern aus geeignetem Material bzw. geeigneten Materialien gebildet ist, wie anderem Metall, Polymer(en), Keramik(en), Glas, elektrisch leitenden Nanopartikeln oder Nanoröhrchen (Nanotubes) oder dergleichen; leitende Polymere; rußhaltige Partikel; Kombinationen hiervon und dergleichen. Spezielle Beispiele für geeignete Metallpartikel sind Partikel, die ein oder mehrere leitende Metalle, wie Nickel, Aluminium, Silber, Kupfer, Zinn, Blei, Gold, Zink, Platin, Kobalt und ihre Legierungen (z. B. Lote) enthalten, die gegebenenfalls als leitende Beschichtung auf einem geeigneten Kern bereitgestellt werden. Elektrisch leitende Partikel sind auch in US-A-4,606,962 und US-A-4,740,657 beschrieben.

**[0044]** Zu Beispielen für geeignete, im Handel erhältliche, elektrisch leitende Partikel gehören Lotpartikel wie Blei/Zinn-Legierungen in variierenden Mengen von jedem Metall (erhältlich von Sherritt Gordon Limited, Kanada); Lotpulver, erhältlich von Indium Corporation, Utica, NY, unter der Handelsbezeichnung Indalloy; Nickelkugeln, erhältlich von Novamet, Inc., Wykoff, NJ; silberbeschichtete Glaspartikel, erhältlich unter der Handelsbezeichnung Conduct-o-Fil von Potters Industries Inc., Carlstadt, NJ, und Metallpulver, erhältlich von Technic Inc., Woonsocket, RI. Elektrisch leitende Partikel, die mit Metallbeschichtungen auf polymeren Kernen hergestellt sind, sind auch von JCI Inc., White Plains, NY, und von Sekisui America Corporation, New York, NY, erhältlich.

**[0045]** Es können auch andere elektrisch leitende Füllstoffe verwendet werden, um elektrische Leitfähigkeit zu liefern. Zu Beispielen für diese Artikel gehören gewebte oder Vliesgazen oder -stoffe, die Metall- oder metallbeschichtete Fasern oder Kohlefasern umfassen, oder poröse Polymerfilme, die metallisiert worden sind, wie jene, die in US-A-5,604,026 offenbart sind. Diese Artikel können durch Laminierung in den erfindungsgemäßen elektrisch leitenden Klebstoff eingebracht werden, oder indem der elektrisch leitende Artikel mit der Klebstoffzusammensetzung erfüllt wird. Der Begriff "eingebracht in" bedeutet hier in Bezug auf die relative Anordnung der leitenden Füllstoffe und/oder Artikel in Bezug auf eine Klebstoffzusammensetzung, dass die Partikel in Klebekontakt mit einer Oberfläche der Zusammensetzung angeordnet, damit beschichtet, darin ange-



ordnet, teilweise darin angeordnet, darauf angeordnet sein können. Zu Beispielen für Gazen gehören Kohlefasergazen oder metallbeschichtete Gazen, die unter der Handelsbezeichnung "Optimat" von TFP Inc., Newburgh, NY, erhältlich sind.

**[0046]** Die in den erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzungen verwendete Menge an elektrisch leitenden Materialien kann in einem weiten Bereich variieren. Die bevorzugten Mengen hängen von der vorgesehenen Endanwendung ab. Zum Verbinden eines flexiblen Schaltkreises mit einer Leiterplatine oder einer Flüssigkristallanzeige (LCD), wobei anisotrope oder Z-Achsen-elektrische Leitfähigkeit erforderlich ist, können die Zusammensetzungen beispielsweise 1 bis 20 und vorzugsweise 1 bis 10 Vol.-% elektrisch leitende Materialien enthalten, bezogen auf das Gesamtvolumen der Zusammensetzung. Beim Binden für Abschirmungs- oder Erdungsanwendungen, wie zum Erden einer gedruckten Leiterplatine an einen Kühlkörper oder zum Abschirmen gegen elektromagnetische Interferenz (EMI), können die Zusammensetzungen alternativ 1 bis 80 und vorzugsweise 1 bis 70 Vol.-% elektrisch leitendes Material enthalten, bezogen auf das Gesamtvolumen der Zusammensetzung. In diesem Fall kann das elektrisch leitende Material ein leitendes Material neben oder zusätzlich zu leitenden Partikeln umfassen, z. B. Gaze, Flocken, Fasern, usw.

**[0047]** Erfindungsgemäß verwendbare elektrisch leitende Partikel können durch eine Vielfalt von Geometrien gekennzeichnet sein und können beispielsweise kugelförmig, länglich, nadelförmig, plättchenförmig, flockenförmig, dendritisch, unregelmäßig, geradlinig, Kombinationen hiervon und dergleichen sein. Es ist für Anwendungen wie als Komponente eines ZAF bevorzugt, dass die Partikel im Wesentlichen kugelförmig sind.

**[0048]** Die Partikel können als individuelle Partikel vorliegen oder können agglomeriert, aggregiert oder dergleichen sein, wenn derartige Aggregationen oder Agglomerationen nicht zu groß sind, so dass sie die Klebe- oder elektronische Leistung beeinträchtigen. Wenn die Partikel statistisch in einer anisotrop elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzung verteilt oder in einem Zufallsmuster auf einer Seite eines Klebefilms angeordnet sind, sollte im Allgemeinen das Verhältnis des Abstands zwischen elektrischen Leitern, die elektrisch unverbunden bleiben sollen, und der Partikelgröße mindestens 1:1, insbesondere mindestens 3:1 und in der Regel mindestens 8:1 sein. In der Praxis gibt es für den oberen Bereich des Abstands zwischen elektrischen Leitern, die elektrisch unverbunden bleiben sollen, in Relation zu der Partikelgröße keine Grenze.

**[0049]** Der minimale Abstand zwischen benachbarten Leitern ist für den Fall, in dem nur Leitfähigkeit in der Z-Achse erwünscht ist, jedoch von besonderer Bedeutung. Falls die elektrisch leitenden Partikel in einem anderen als einem Zufallsmuster auf oder in dem Klebstoff angeordnet sind, kann das Verhältnis unter demjenigen des Falles der statistischen Partikelbeladung liegen, vorzugsweise jedoch noch höher als 1:1 sein. Im Fall der Herstellung einer Z-Achsen-elektrischen Verbindung unter Verwendung eines ZAF mit statistischer oder nicht-statistischer Partikelanordnung in typischen elektronischen Vorrichtungen liegt die resultierende Partikelgröße im Bereich von etwa 2 Mikrometern bis etwa 60 Mikrometern.

**[0050]** Obwohl es einem Fachmann klar sein wird, dass die Verwendung kleinerer Partikel in einer anisotrop elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzung die engere Anordnung von Leitern ohne Risiko der Bildung unerwünschter elektrischer Verbindungen ermöglicht, erhöht die Verwendung kleinerer Partikel auch die Zeit, die zur Herstellung einer elektrischen Bindung erforderlich ist, da mehr Klebstoff aus dem Weg herausfließen muss, bevor der elektrische Kontakt erfolgen kann. Kleinere Partikel führen auch zu einer dünneren am Ende vorhandenen Bindungslinie, was zu niedrigerer Ablösefestigkeit führen kann. Aus diesem Grund sind die größtmöglichen Partikel bevorzugt, die das Leiterabstanddesign zulässt. Bei Partikelaggregaten oder -agglomerationen wird die Größe des Aggregats beziehungsweise der Agglomeration als die Partikelgröße angesehen. Bei Flocken oder plättchenförmigen Partikeln, die dazu neigen, mit ihren Hauptoberflächen im Wesentlichen senkrecht zu der Z-Achse orientiert zu sein, wird die Dicke dieser Flocken oder Plättchen als die Partikelgröße angesehen.

**[0051]** Bei der Durchführung der vorliegenden Erfindung wird die Partikelgröße nach irgendeinem oder mehreren von einer Vielzahl von Verfahren bestimmt, die dem Fachmann offensichtlich sind, einschließlich Analyse von Mikroskopaufnahmen von Partikeln oder in Klebstoff eingebetteten Partikeln, Sieben von Partikeln durch Siebe mit einer gegebenen Maschengröße, Sedimentierungstechniken und Techniken auf Lichtstrebungsbasis, wie die Verwendung eines dynamischen Lichtstrebungs-Partikelgrößenanalysegeräts, das von Horiba Inc., Sunnyvale, CA, erhältlich ist.

**[0052]** Die Verwendung des organophilen Tons liefert zahlreiche Vorteile. Erstens treten das bevorzugte semikristalline Polymer bzw. die bevorzugten semikristallinen Polymere synergistisch mit der organophilen Tonkomponente in Wechselwirkung, so dass die bevorzugten Zusammensetzungen außergewöhnlich rasche Bin-

und schnelle Entwicklung von hoher Kriechbeständigkeit und Ablösefestigkeit zeigen. Die Verbesserungen der Rekristallisationsgeschwindigkeit, Kriechbeständigkeit und Ablösefestigkeit haben die Erwartungen bei weitem übertroffen. In bevorzugten Ausführungsformen anisotrop elektrisch leitender Klebstoffe kann eine Bindung in der Tat in 1 bis 5 Sekunden mit rasch entwickelter Bindungsfestigkeit und mindestens ausreichender Kriechbeständigkeit hergestellt werden, um einige wärmehärtende Klebstoffsysteme in einigen Anwendungen zu ersetzen, bei denen die wärmehärtenden Klebstoffsysteme mehr als 20 Sekunden zum Binden und Härten benötigen. In Abwesenheit der Organotonkomponente kann der anisotrop elektrisch leitende Klebstoff in der gleichen kurzen Zeitdauer gebunden werden, die Entwicklung der Bindungsfestigkeit dauert jedoch länger (Stunden oder Tage im Vergleich zu Sekunden bis Minuten), und die Kriechbeständigkeit ist wesentlich niedriger.

**[0053]** Die erfindungsgemäßen resultierenden Klebstoffzusammensetzungen können in der Tat eine Kriechbeständigkeit entwickeln, die so hoch wie bei einigen konventionellen wärmehärtenden Polymeren ist. Zusätzlich zu der mechanischen Stabilität hängt die Kriechbeständigkeit auch mit der elektrischen Stabilität der elektrisch leitenden Klebebindung zusammen, wenn sie mechanisch beansprucht wird. Obwohl ein gewisser Grad an erhöhter Kriechbeständigkeit bei Zusatz eines organophilen Tons zu einer Klebstoffzusammensetzung zu erwarten ist, haben die beobachteten Verbesserungen jegliche vernünftigen Erwartungen bei weitem übertroffen. Die Fähigkeit der erfindungsgemäßen Klebstoffsysteme, sowohl rasche Bindung zu erreichen als auch schnell diese hohe Kriechbeständigkeit zu entwickeln, ist ein enormer Vorteil. In Anwendungen, in denen hohe Kriechbeständigkeit benötigt wird, ermöglicht dies die Verwendung der erfindungsgemäßen thermoplastischen Zusammensetzungen und der damit verbundenen schnellen Bindungscharakteristika anstelle der wärmehärtenden Klebstoffe, die die Bindung möglicherweise nicht so rasch erreichen.

**[0054]** Über bestimmte Konzentrationsbereiche des organophilen Tons in der Klebstoffzusammensetzung ist auch beobachtet worden, dass die Zugabe des organophilen Tons Klebstoffsysteme mit dramatisch verbesserter Ablösefestigkeit liefert, verglichen mit der gleichen Zusammensetzung ohne den Ton. Dieser bedeutsame Vorteil ist überraschend, weil sich diese Verbesserungen zeigen, wenn die Beladung des organophilen Tons niedrig ist. Solche Verbesserungen sind auch überraschend, weil der Zusatz der harten teilchenförmigen Füllstoffe mit einem Anstieg des Moduls zusammen mit einer Abnahme der Zähigkeit und Bruchdehnung in Zusammenhang gebracht werden kann.

**[0055]** Weil die Rekristallisation (d. h. Kristallisation nach einer ausreichenden Erwärmungsstufe, um einen Teil oder alles des kristallinen Bereichs in der Klebstoffzusammensetzung zu schmelzen) schnell erfolgt, können die erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzungen auch relativ bald nach der Heißschmelzverarbeitung weiterverarbeitet werden. Lamine, in die die Klebstoffzusammensetzungen eingebracht worden sind, können somit bald nach dem Binden abgestanzt werden, weil der Modul der Schmelze nach der Laminierung rasch ansteigt. Es sei darauf hingewiesen, dass das Abstanzen bei ansonsten identischen Systemen, denen der Ton fehlt, für einen längeren Zeitraum hinausgezögert werden müsste. Es wird auch beobachtet, dass die Oberflächenklebrigkeit des Klebstoffs sich nach dem Binden rasch verringert, verglichen mit einem vergleichbaren Klebstoffsystem, das ohne Ton hergestellt ist.

**[0056]** Ohne sich auf eine Lehre festlegen zu wollen, wird angenommen, dass die synergistische Wechselwirkung zwischen dem thermoplastischen semikristallinen Polymer bzw. den thermoplastischen semikristallinen Polymeren und dem organophilen Ton resultiert, weil der organophile Ton Nukleierungsstellen (Kristallkeimbildungsstellen) zur rascheren Rekristallisation des semikristallinen Polymers nach der Heißschmelzverarbeitung zur Verfügung stellt. Es ist beobachtet worden, dass die Rekristallisation viel schneller erfolgt, verglichen mit ansonsten identischen Vergleichszusammensetzungen, denen der organophile Ton fehlt. Die erhöhte Rekristallisationsgeschwindigkeit ist überraschenderweise nicht beobachtet worden, wenn der organophile Ton durch anderen Ton, z. B. hydrophilen Ton, ersetzt wird. Es wird außerdem angenommen, dass der Ton Oberflächenstellen für die Adsorption der Polymermoleküle des Klebstoffs liefert, und der Ton tut dies infolge seiner hochanisotropen Dimensionen in effizienterer Weise als konventionelle kugelförmige Füllstoffe (z. B. Siliziumdioxid).

**[0057]** Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass bei bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung die Bildung von Kavitationshöhlräumen während des Bindungsprozesses im Wesentlichen wegfällt. Obwohl nicht mit Sicherheit bekannt ist, warum die vorliegende Erfindung Kavitationshöhlräume reduziert, kann eine vernünftige Erklärung vorgeschlagen werden. Es wird speziell angenommen, dass die Verbesserungen in Bezug auf innere Festigkeit in der Schmelze, Rekristallisationsgeschwindigkeit, Kriechbeständigkeit und Ablösefestigkeit sich nach Entfernung von Bindungsdruck und Wärme so rasch entwickeln können, dass die Substrate mit einem niedrigen Kriechniveau langsamer in Richtung ihrer ursprünglichen Position zurückkehren. Es

ist auch möglich, dass sich die Substrate durch ein niedriges Kriechniveau des Klebstoffs langsamer in Richtung ihrer ursprünglichen Position bewegen. Dieser langsamere Prozess würde eine allmähliche Volumenänderung des Klebstoffs mit wesentlich verminderter Hohlraumbildung zulassen. Die Fähigkeit eines Thermoplasten, diese Art von Ergebnis zu erreichen, ist überraschend, weil thermoplastische Heißschmelzklebstoffpolymere im Allgemeinen nicht durch ein Niveau an innerer Festigkeit unmittelbar nach Entfernung des Bindungsdrucks und der Wärme gekennzeichnet gewesen sind, das erforderlich ist, um die Bildung von Kavitationshöhlräumen zu vermeiden.

**[0058]** Als weiterer Vorteil gefährdet die Zugabe des organophilen Tons die Transparenz der Klebstoffzusammensetzungen in bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nicht wesentlich. Es ist vorteilhaft, durch Klebefilme hindurchsehen zu können, wenn ein zweites Substrat mit Merkmalen auf einem ersten Substrat ausgerichtet wird, nachdem die Klebeschicht an Ort und Stelle gebracht worden ist. Es ist beispielsweise vorteilhaft, wenn die Schaltkreisspuren auf einer gedruckten Leiterplatte durch den Klebstoff hindurch wahrgenommen werden können, wenn ein flexibler Schaltkreis mittels des Klebstoffs an der gedruckten Leiterplatte befestigt wird. Auf diese Weise können die Spuren leichter miteinander ausgerichtet werden. Das erfindungsgemäße Zufügen von organophilen Tönen hält die prozentuale Transmission der Zusammensetzung im sichtbaren Bereich des Spektrums vorzugsweise auf mindestens 80% des Werts der gleichen Zusammensetzung, die ohne den organophilen Ton hergestellt ist, insbesondere behält sie mindestens 85% und am meisten bevorzugt mindestens 90%. Es kann bei der Durchführung der vorliegenden Erfindung jegliches geeignete Verfahren zur Bestimmung der prozentualen Transmission verwendet werden, da der Grad der aufrechterhaltenen Transmission auf relativer Basis ermittelt wird. Es können vorzugsweise die in ASTM E 169-99 beschriebenen allgemeinen Techniken verwendet werden, die auf Filmformproben angewendet werden.

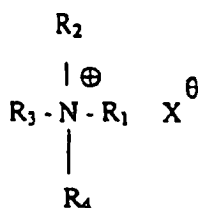
**[0059]** Die erfindungsgemäß verwendbare Tonkomponente leitet sich von Bestandteilen ab, die mindestens einen organophilen Ton umfassen. Organophile Tone sind bekannt, und eine weite Vielfalt derartiger Materialien kann vorteilhaft in die erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzungen eingebracht werden. Der Begriff "organophiler Ton" bezieht sich hier vorzugsweise auf einen Ton, der oberflächenmodifiziert worden ist, um mindestens einen Teil seiner Oberflächenbeschaffenheit von einem hydrophilen Zustand zu einem organophilen Zustand (vorzugsweise zu einem hydrophoben Zustand) zu verändern. In einer Ausführungsform kann ein Ton anfangs beispielsweise sowohl hydrophile als auch organophile Stellen haben. Nach der erfindungsgemäßen Modifizierung ist jedoch mindestens ein Teil der hydrophilen Stellen in organophile Stellen umgewandelt. In anderen Ausführungsformen enthält ein Ton anfangs im Wesentlichen nur hydrophile Stellen, und nach erfindungsgemäßer Modifizierung ist mindestens ein Teil der hydrophilen Stellen in organophile Stellen umgewandelt worden. Vorzugsweise werden mindestens etwa 50% der austauschbaren Kationen des nicht modifizierten hydrophilen Tons mit organophilen Modifizierungskationen ausgetauscht.

**[0060]** Organophile Tone können unter Verwendung konventioneller Verarbeitungsverfahren aus hydrophilen Tönen hergestellt werden. Gemäß einem illustrierenden Ansatz kann zur Verwendung zur Durchführung der vorliegenden Erfindung geeigneter organophiler Ton von einem oder mehreren geeigneten hydrophilen Tönen abgeleitet werden, vorzugsweise jedem beliebigen Phyllosilikat oder anderen Ton, der eine anisotrope, vorzugsweise lagenartige Form hat. Zu Beispielen für solche Tone gehören hydratisiertes Aluminiumsilikat, Kaolinit, Atapulgit, Illit, Halloysit, Beidelit, Nontronit, Hectorit, Hectit, Bentonit, Saponit und Montmorillonit, jedoch nicht auf diese begrenzt. Die Smektit-Tone sind bevorzugt, wie beispielsweise Beidelit, Nontronit, Hectorit, Hectit, Bentonit, Saponit und Montmorillonit.

**[0061]** Die bevorzugten Smektit-Tone, die als eines der erfindungsgemäß brauchbaren Ausgangsmaterialien verwendet werden können, sind jene, die konventionell im Stand der Technik verwendet werden. Geeignete Tone vom Smektit-Typ sind jene mit einer Kationenaustauschkapazität von mindestens 50 Milliäquivalenten (mÄq.) Gewicht (Gew.) auf 100 Gramm Ton (auf aktiver Basis). Zu brauchbaren Smektit-Tönen für diese Zwecke gehören die natürlich vorkommende Wyoming-Sorte des Bläh-Bentonits und ähnliche Tone. Ein weiteres geeignetes Beispiel ist Hectorit, der ein Magnesium-Lithium-Silikat-Blähton ist. Der Smektit-Ton bzw. die Smektit-Tone werden vorzugsweise in die Natriumform überführt, falls sie sich nicht bereits in dieser Form befinden. Dies kann, wie es in der Technik bekannt ist, durch die Kationenaustauschreaktion erfolgen. Alternativ kann der Ton über eine wässrige Reaktion mit einer löslichen Natriumverbindung in die Natriumform überführt werden.

**[0062]** Synthetisch hergestellte Tone vom Smektit-Typ können auch verwendet werden, wie Montmorillonit, Bentonit, Beidelit, Hectorit, Saponit und Stevensit. Solche Tone und Verfahren zu ihrer Herstellung sind in WO 97/30950 und US-A-4,695,402; US-A-3,855,147; US-A-3,852,405; US-A-3,844,979; US-A-3,844,978; US-A-3,671,190; US-A-3,666,407; US-A-3,586,478 und US-A-3,252,757 beschrieben.

**[0063]** Die quaternären Ammoniumverbindungen, die in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen verwendet werden können, sind bekannte Mittel, die typischerweise zur Herstellung von Organotonen verwendet werden, und schließen Alkylammoniumverbindungen der folgenden Formel ein:



worin  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  und  $R_4$  unabhängig aus geeigneten einwertigen Einheiten ausgewählt sind, wobei repräsentative Beispiele Einheiten ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus linearen oder verzweigten, gesättigten oder ungesättigten Alkylgruppen mit 1 bis 22 Kohlenstoffatomen; Aralkylgruppen, die Benzyl- und substituierte Benzyleinheiten sein können; substituierten und/oder unsubstituierten Arylgruppen;  $\beta,\gamma$ -ungesättigten Gruppen mit sechs oder weniger Kohlenstoffatomen; Hydroxyalkylgruppen mit zwei bis sechs Kohlenstoffatomen; Wasserstoff und Kombinationen davon einschließen, mit der Maßgabe, dass mindestens einer der Substituenten eine lineare oder verzweigte, gesättigte oder ungesättigte Alkylgruppe ist; und X das Salzanion ist. Gegebenenfalls können zwei oder mehr von  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  und  $R_4$  gemeinsame Mitglieder einer zweiwertigen Einheit sein, die unter Bildung einer cyclischen Struktur oder dergleichen an das N-Atom gebunden ist.

**[0064]** Der Austausch der hydrophilen Tonionen durch organophile Modifizierungskationen führt dazu, dass der modifizierte Ton aus der Wasserlösung ausfällt. Der resultierende ausgefällte organophile Ton wird dann getrocknet, um überschüssiges Wasser zu entfernen. Viele natürlich vorkommende Tone liegen in Form eines Stapels von plättchenförmigen Partikeln mit einem Abstand in der Größenordnung von wenigen Angström zwischen den Platten vor. Es wird angenommen, dass infolge dieser Organophilisierung die Plättchentrennung zunimmt, z. B. bis zu vielleicht zehn oder etwa 20 Angström. Es wird angenommen, dass beim Mischen mit Polymer, das mit der organophilen Tonoberfläche verträglich ist, das Polymer zu weiterer Plattentrennung in einem derartigen Maße führen kann, dass die Tonplättchen aufblättern oder vielleicht als Taktoide vorliegen, die mit Polymer aufgequollen sind. Hierdurch werden die Homogenität und Dispersion der Plättchen innerhalb des Polymers weiter erhöht. Es wird vermutet, dass diese durch Polymer erleichterte Trennung ein Faktor ist, der dazu beiträgt, dass die Plättchen als Schmelzfestigkeitserhöhungsmittel und Nukleierungsstellen für die Rekristallisation wirken können. Dies führt zu schnellerer Rekristallisation, nachdem eine semikristallines Polymer und den organophilen Ton enthaltende Mischung heißschmelzverarbeitet worden ist. Dies führt auch zu höherer Schmelzfestigkeit, die zur Verringerung der Bildung von Kavitationshöhlräumen wertvoll sein kann. Es ist bevorzugt, dass der Ton mindestens teilweise aufgeblättert ist.

**[0065]** Geeignete organophile Tone sind im Handel erhältlich. Organophil modifizierte Montmorillonite sind beispielsweise unter den Handelsbezeichnungen SCP CLOISITE 20A, SCP CLOISITE 15A, SCP CLOISITE 10A, SCP CLOISITE 6A, SCP CLOISITE 30B, CLOISITE 25A, CLOISITE 93A und SCPX CLOISITE 2398 von Southern Clay Products, Gonzalez, TX, erhältlich. Andere sind unter der Handelsbezeichnung NANOMER von Nanocor Inc., Arlington Heights, IL, erhältlich.

**[0066]** Die individuellen Plättchen eines organophilen Tons haben üblicherweise eine Größe im Nanometerbereich und neigen dazu, eine Länge von einem Ende zum anderen im Bereich von 50 bis 1000 Nanometern zu haben, die Dicke jedes individuellen Plättchens ist jedoch in der Regel 1 bis 2 Nanometer. Solche Partikel sind daher im Allgemeinen wesentlich kleiner als die elektrisch leitenden Partikel. Das Verhältnis der durchschnittlichen Größe der elektrisch leitenden Partikel zu der durchschnittlichen Größe der langen Dimension der organophilen Tonplättchen liegt in der Regel im Bereich von etwa 2:1 bis etwa 1600:1, vorzugsweise 10:1 bis etwa 1600:1.

**[0067]** Die erfindungsgemäße Klebstoffzusammensetzung kann in der Regel einen weiten Mengenbereich des organophilen Tons umfassen und günstige Ergebnisse aufweisen. In Abhängigkeit von der erwünschten Verwendung wird eine ausreichende Menge des Tons zugefügt, um zur Erhöhung der Kriechbeständigkeit, zur Erhöhung der Rekristallisationsgeschwindigkeit, zur Verminderung der Kavitationshöhlräume, zur Erhöhung der Ablösefestigkeit, Kombinationen hiervon und dergleichen beizutragen. Die Klebstoffzusammensetzungen enthalten als allgemeine Richtlinien etwa 0,1 bis etwa 40, vorzugsweise 1 bis 25, insbesondere 1 bis etwa 12 Gew.-% des organophilen Tons, bezogen auf das Gesamtgewicht der Zusammensetzung.

**[0068]** Gegebenenfalls können ein oder mehrere Hilfsstoffe gemäß konventionellen Praktiken in die erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzungen eingebracht werden. Zu repräsentativen Beispielen für Hilfs-

stoffe gehören beispielsweise Klebrigmacher, Plastifizierungsmittel, Härtungsmittel, Antioxidantien, oberflächenaktive Mittel, Fungizide, Bakterizide, Antistatikmittel, Farbstoffe, organische oder anorganische Füllstoffe, Kopplungsmittel, wärmeleitende Materialien, Gazeen, Kombinationen hiervon und dergleichen. Beliebige derartige Hilfsstoffe können gewünschtenfalls in Mengen verwendet werden, die die gewünschte Leistung des leitenden Klebstoffs nicht deutlich nachteilig beeinflussen.

**[0069]** Die erfindungsgemäßen semikristallinen Klebstoffzusammensetzungen auf Polymerbasis können nach konventionellen Verfahren hergestellt werden, außer dass sie von der Zugabe des organophilen Tons begleitet sind. Die erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzungen werden in der Regel durch Schmelzmischen der Komponenten im geschmolzenen oder erweichten Zustand unter Verwendung von Vorrichtungen hergestellt, die für dispergierendes Mischen, verteilendes Mischen oder eine Kombination davon sorgen. Es können sowohl Chargen- als auch kontinuierliche Mischverfahren verwendet werden. Zu Beispielen für Chargenverfahren gehören Innenmischen und Walzmischen. Zu Beispielen für kontinuierliche Verfahren gehören Einschnuckenextrudieren, Doppelschnuckenextrudieren, Scheibenextrudieren, Extrudieren mit Einzelschubschnecke und Säulenzylinder-Einschnuckenextrudieren. Kontinuierliche Verfahren können verteilende Elemente, Nadelmischelemente, statische Mischelemente und dispergierende Elemente einsetzen, wie MAD-DOCK-Mischelemente und SRXTON-Mischelemente.

**[0070]** Die Reihenfolge, in der die Bestandteile der Klebstoffzusammensetzungen kombiniert werden, kann einen Einfluss auf den Grad haben, bis zu dem der organophile Ton sich aufblättert. Weil das Aufblättern des Tons mit den gewünschten Verbesserungen der Kriechbeständigkeit, Ablösefestigkeit, Rekristallisationsgeschwindigkeit und anderen Vorteilen korreliert, ist es allgemein bevorzugt, Bestandteile in einer Weise zu kombinieren, die das Aufblättern erleichtert. Es ist auch bevorzugt, dass der Aufblätterungsprozess ein lösungsmittelfreier Prozess ist, d. h. in dem Verfahren wird kein Lösungsmittel verwendet, das später entfernt werden muss.

**[0071]** In einem bevorzugten Ansatz, der zum Compoundieren von Bestandteilen geeignet ist, die ein thermoplastisches semikristallines Klebstoffpolymer, organophilen Ton, einen Klebrigmacher, elektrisch leitende Partikel und ein oder mehrere andere optionale Bestandteile umfassen, wird beispielsweise der Ton zuerst mit der individuellen Klebstoffkomponente kombiniert, mit der er am besten verträglich ist und am vollständigsten aufblättert. In einigen Fällen ist dies die Klebrigmacherkomponente. In anderen Fällen kann es das semikristalline thermoplastische Polymer sein. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird das Polymer zuerst geschmolzen und danach in Abwesenheit von mindestens einem Teil und insbesondere aller von einem oder mehreren der anderen Bestandteile mit dem Ton kombiniert. Die Compoundiertemperatur sollte so gewählt werden, dass sie über dem Erweichungspunkt des Aufblättermittels, jedoch unter der Zersetzungstemperatur der Komponenten einschließlich der Zersetzungstemperatur der organischen Komponenten des Tons liegt. Im Fall dieser bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung geht der Ton die gewünschte Aufblätterung ein, wenn die Polymerschmelze und der organophile Ton compoundiert werden. Es ist am meisten bevorzugt, den Klebrigmacher aus dieser Compoundierstufe auszuschließen, da beobachtet wurde, dass die Anwesenheit des Klebrigmachers das Aufblättern des Tons hemmt.

**[0072]** Nachdem der Klebstoff compoundiert worden ist, befindet sich der Ton wünschenswerterweise und bevorzugt in einem aufgeblätternen Zustand, und die Tonplättchen liegen in der Mischung vermutlich als Singletts, Dubletts, Triplets und/oder kleine Taktoiden vor, die mit einem Teil von einigen oder allen Komponenten der Klebstoffzusammensetzung aufgequollen sind. Der Fachmann wird leicht erkennen, dass keine vollständige Aufblätterung zu Singletts erforderlich ist, damit sich die gewünschten Eigenschaftsverbesserungen zeigen, während im Unterschied dazu die Anwesenheit eines Überschusses an Taktoiden die Eigenschaften der Klebstoffzusammensetzung nachteilig beeinflussen kann. Andere optionale Bestandteile, falls vorhanden, und die elektrisch leitenden Partikel können nun in die Schmelzmischung eingebracht werden. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die elektrisch leitenden Partikel gegebenenfalls später, gewünschtenfalls nachdem die Zusammensetzung auf ein Substrat aufgebracht oder zu einem Film verarbeitet worden ist, in oder auf die Zusammensetzung eingebracht bzw. aufgebracht werden können.

**[0073]** Die zur Schmelzverarbeitung der Bestandteile verwendeten Geräte sollten genügend Scherung und Wärme liefern, um das Aufblättern des Tons herbeizuführen, jedoch nicht so viel Scherung oder Wärme, dass der Ton zum Aggregieren oder Agglomerieren zu Klumpen gebracht wird, wie erwartet werden kann, wenn die organische Komponente des Tons abgebaut wird. Bei der Herstellung der erfindungsgemäß bevorzugten Zusammensetzungen ist die Verwendung eines Doppelschnuckenextruders mit drei separaten Speisezonen und drei Verarbeitungsabschnitten bevorzugt. Das Klebstoffpolymer wird der Speisezone zugefügt und anschließend geschmolzen. Der organophile Ton wird in Zone 4 durch Schwerkraft zugeführt, bevor die anderen Be-

standteile wie Klebrigmacher in Zone 5 des Extruders zugegeben werden. Ein spezielles Beispiel für einen Doppelschneckenextruder, der sich erfindungsgemäß als geeignet erwiesen hat, ist unter der Handelsbezeichnung Lab Extruder LSM 30.34 von American Leistritz Extruder Corporation, Somerville, NJ, mit einem Verhältnis von Länge/Durchmesser von 40 erhältlich.

**[0074]** Es wurde das folgende Scheckendesign wie aufgeführt stromabwärts von dem Speiseabschnitt verwendet.

**[0075]** Schneckendesign, beginnend am Antriebsende des Extruders:

ZD-7.5

ZD-7.5

GFA-2-60-120

GFA-2-45-60

GFA-2-45-60

KB4-2-60-30-RE

KB3-2-45-30-RE

KB3-2-45-60-RE

KB4-2-60-90

GFA-2-60-120

GFA-2-60-30

GFA-2-45-60

GFA-2-45-30

KB4-2-60-30-RE

KB4-2-60-30-RE

KB4-2-60-30-RE

KB2-2-30-30-RE

KB3-2-45-90

GFA-2-60-60

GFA-2-60-60

GFA-2-45-60

GFA-2-45-60

GFA-2-30-30

KB4-2-60-60-RE

KB3-2-45-90

GFA-2-20-30

**[0076]** Die folgenden Standardelementbezeichnungen von American Leistritz sollten für das obige Design berücksichtigt werden:

Bezeichnung

ZD-7.5

GFA-2-P-L

Elementtyp

Distanzstück, 7,5 mm

zweilappig vorwärtstransportierend

P = Steigung

L = Elementlänge

KBN-2-L-Theta-RE

zweilappiger Knetblock, vorwärtstransportierend

N = Anzahl der Knetscheiben

L = Elementlänge,

Theta = Verdrehungswinkel (Grad)

RE = vorwärtstransportierend (leer wenn neutral)

**[0077]** In bevorzugten Ausführungsformen wird die erfindungsgemäße Klebstoffzusammensetzung vorzugsweise in Form eines Klebefilms bereitgestellt. Für einige Endanwendungen ist der erfindungsgemäße Klebefilm vorzugsweise bei der vorgesehenen Handhabungstemperatur, worunter eine Temperatur verstanden wird, die unter derjenigen liegt, bei der die Klebebindung hergestellt wird, nicht-klebrig oder nur leicht klebrig. Ein erfindungsgemäßer Klebefilm wird typischerweise auf geeigneten Trennlinern aufgeschichtet und ist zwischen Trennlinern oder bei Lagerung in anderer geeigneter Verpackung über längere Zeiträume lagerbeständig, z. B. 6 bis 24 Monate oder länger. Die geschmolzene Klebstoffzusammensetzung kann durch kontinuierliche oder Chargen-Heißschmelzformungsverfahren zu einem Film verarbeitet werden. Zu kontinuierlichen Formungs-

verfahren gehören beispielsweise das Ziehen der geschmolzenen Klebstoffzusammensetzung aus einer Folie und das anschließende Kontaktieren der Zusammensetzung mit einer sich bewegenden Kunststoffbahn oder anderem geeigneten Substrat. Das Extrudat kann auch durch eine geeignete Presse und/oder anderes ergänzendes Filmbildungswerkzeug geführt werden, wie Walzen, Rakelbeschichter und/oder dergleichen. Nach Bildung des Films kann der Film durch Quenchen unter Verwendung von direkten Verfahren, wie Kühlwalzen oder Wasserbädern, oder indirekten Verfahren, wie Auftreffen von Gas wie Luft, verfestigt werden.

**[0078]** Die elektrisch leitenden Füllstoffe oder Artikel können an einem oder mehreren Punkten in das Verfahren eingebracht werden. Die elektrisch leitenden Partikel können beispielsweise zusammen mit den anderen Komponenten in die Zusammensetzung in dem Extruder komprimiert werden, vorzugsweise stromabwärts von dem Punkt, an dem der Ton zugefügt wird. Alternativ können die elektrisch leitenden Füllstoffe oder Artikel nach Herstellung des Films, während er sich jedoch in einem geeignet aufnahmefähigen Zustand befindet, wie es sich durch Erwärmen auf eine Temperatur nahe, jedoch unter der  $T_c$  erreichen lässt, in und/oder auf der Oberfläche des Films angeordnet und danach mit leichtem Druck in den Film eingebettet werden. Wünschenswerterweise wird ein Trennliner über dem Film angeordnet, bevor dieser Druck ausgeübt wird, oder alternativ wird der Einbettungsdruck durch eine Walze oder Quetschwalzen mit Trennoberfläche(n) ausgeübt. In einer weiteren alternativen Ausführungsform können elektrisch leitende Partikel in Vertiefungen in einem mikroreplizierten Trennliner angeordnet und dann mittels eines Laminierungsverfahrens auf die Oberfläche des Klebefilms übertragen werden.

**[0079]** Heißschmelzklebstoffe, die semikristalline Polymere und organophilen Ton umfassen, haben gegenüber gewöhnlichen Heißschmelzklebstoffen viele Vorteile. Erstens erhöht die Verwendung derartiger Tone dramatisch die Rekristallisationsgeschwindigkeit (d. h. nach dem Binden) von thermoplastischen semikristallinen Polymeren, was zu wesentlich schnellerem Aufbau von Ablösefestigkeit und Kriechbeständigkeit führt. Systeme, die derartige Tone und thermoplastische semikristalline Polymere einbeziehen, neigen nicht nur zu schnellerem Rekristallisieren, sondern neigen auch zur Entwicklung dramatisch höherer Kriechbeständigkeits- und Ablösefestigkeitsniveaus, verglichen mit ansonsten identischen Systemen ohne derartigen Ton. Die verbesserte Kriechbeständigkeit kann zu verbesserter Stabilität (d. h. zur Fähigkeit, höhere Gewichtslast zu tragen) und erweitertem Gebrauchstemperaturbereich (z. B. bis zu der  $T_m$  des semikristallinen Polymers im oberen Ende des Gebrauchstemperaturbereichs) führen. Ein erweiterter Gebrauchstemperaturbereich ist günstig für gebundene Artikel, die wärmere Umgebungen aushalten müssen, wie das Innere von Autos oder im Innenraum von Transportbehältern. Die erhöhte Rekristallisationsgeschwindigkeit kann infolge von rascheren Klebstoffabbindezeiten zu verbesserten Bindungszykluszeiten führen, was beim Verschließen von Verpackungen und der Produktmontage von Vorteil wäre.

**[0080]** Die Klebstoffzusammensetzungen werden als elektrisch leitende Zusammensetzungen formuliert, die in Filmform vorliegen können. Die erfindungsgemäßen elektrisch leitenden Zusammensetzungen sind in vielen verschiedenen Anwendungen brauchbar, insbesondere zum elektrischen Zusammenkoppeln elektronischer Komponenten. In dem speziellen Fall, in dem die Größe und Verteilung der elektrisch leitenden Partikel derart ist, dass der gebundene Klebstoff anisotrope elektrische Leitfähigkeit zeigt, ist der Film zur Herstellung elektrischer Verbindungen in Mehrschichtkonstruktionen brauchbar, in denen laterale elektrische Isolierung der benachbarten Teile erforderlich ist, während die Schichten in der Z-Richtung (senkrecht zu der Filmebene) elektrisch verbunden werden sollen.

**[0081]** Wenn die Klebstoffzusammensetzung elektrisch leitende Partikel enthält, so dass sie als ZAF verwendet werden kann, können die Bindungszeit, die Temperatur und der Druck in Abhängigkeit von dem Klebstofftyp und dem Größenbereich der Partikel variieren. Die erfindungsgemäßen Klebefilme werden allgemein in einem Temperaturbereich von 90°C bis 200°C und mit einer Bindungszeit von 1 Sekunde bis 5 Minuten gebunden. Die Klebefilme werden vorzugsweise bei einer Temperatur zwischen 110°C und 160°C und einer Bindungszeit von 3 Sekunden bis zu 90 Sekunden gebunden. Die Klebefilme werden insbesondere von 3 bis 20 Sekunden bei einer Temperatur von 120°C bis 150°C gebunden. Die Menge des zum Binden erforderlichen Drucks hängt von Faktoren ab, zu denen die Natur der Klebstoffzusammensetzung, die zu bindenden Substrate und die Natur der gebildeten Vorrichtung gehören. Bei einigen Bindungen muss möglicherweise kein Druck ausgeübt werden. Bei anderen wird ausreichend Druck ausgeübt, damit der Klebstoff ausreichend fließt, damit das leitende Material die entsprechenden elektrischen Kontakte miteinander verbinden kann und dadurch eine elektrisch leitende Klebebindung bilden kann. Es ist allgemein erwünscht, dass ausreichend Druck auf den wärmebindbaren Klebefilm ausgeübt wird, um gleichförmiges Benetzen der Substratoberfläche mit dem Klebstoff herbeizuführen. Die erforderliche Druckmenge (falls überhaupt) kann durch den Fachmann ohne übermäßiges Experimentieren ermittelt werden. Als vorgeschlagene Richtlinien können Bindungsdrücke von 0,3 bis 6,9 MPa, insbesondere 0,69 bis 2,0 MPa verwendet werden.

**[0082]** Die Dicke des Klebefilms/der Klebstoffzusammensetzung, die zur Durchführung einer speziellen Anwendung am besten geeignet ist, hängt von der vorgesehenen Anwendung und den angeklebten Teilen (elektronischen Komponenten und Schaltkreissubstraten) ab, die aneinander gebunden werden sollen. Für elektronische Anwendungen sollte die Klebstoffschicht beispielsweise weder so dünn sein, dass es schwierig wird, den volumetrischen Raum zwischen der elektronischen Komponente und dem Schaltkreissubstrat zu füllen, noch sollte sie so dünn sein, dass es schwierig ist, die zu bindenden Substrate vorzunetzen. Der Klebstoff sollte auch nicht so dick sein, dass während des Bindens übermäßiger Klebstofffluss auftritt. Dieser übermäßige Fluss könnte beispielsweise die elektrisch leitenden Partikel in unerwünschter Weise an die Ränder der Bindungslinie tragen. Die Dicke der anisotrop leitenden Klebstoffe beträgt innerhalb dieser Richtlinien in der Regel etwa 12 Mikrometer bis etwa 125 Mikrometer für elektronische Anwendungen. Für den Gebrauch als Universalklebstoff kann die Dicke höher sein und in der Regel 12 Mikrometer bis 1000 Mikrometer betragen.

**[0083]** Es ist somit zu erkennen, dass die erfindungsgemäßen Klebstoffzusammensetzungen zum mechanischen Binden eines ersten Substrats an ein zweites Substrat verwendet werden können. Sie können verwendet werden, um ein oder mehrere elektrische Komponenten an einer ersten Struktur an eine oder mehrere elektrische Komponenten an einer zweiten Struktur zu koppeln. Im spezielleren Fall, in dem der Klebstoff anisotrop elektrisch leitend ist, kann er zur Herstellung elektrischer Verbindungen zwischen Leitern an einem ersten Substrat und Leitern an einem zweiten Substrat verwendet werden, ohne direkte Verbindung der Leiter an irgendeinem individuellen Substrat zu liefern.

**[0084]** Die Prinzipien der vorliegenden Erfindung können auch zur Herstellung eines elektrisch leitenden Bands verwendet werden, bei dem eine erfindungsgemäße Klebstoffzusammensetzung auf einer geeigneten Unterlage bereitgestellt wird. Die Unterlage dieser Ausführungsformen enthält ein leitendes Material wie eine Metallfolie, Metallpartikel und/oder dergleichen. Das Band kann in Rollenform mit oder ohne Verwendung eines Trennliners zum Schutz des Klebstoffs gelagert werden. In bevorzugten Ausführungsformen wirkt eine Oberfläche der Unterlage als Trennliner.

**[0085]** Als spezielle veranschaulichende Beispiele können die erfindungsgemäßen Zusammensetzungen verwendet werden, um das Erstellen elektrischer Verbindungen zwischen dem elektrisch leitenden Unterbau an einem Chip oder einem Chipmodul und elektrisch leitenden Spuren auf einem Substrat, wobei das Substrat ein flexibler Schaltkreis (einschließlich eines Smart Card-Körpers), eine gedruckte Leiterplatte, Indium-Zinn-oxid-(ITO)-beschichtetes Glas oder Glas mit anderen elektrisch leitenden Spuren sein kann; oder elektrischen Verbindungen zwischen elektrisch leitenden Spuren auf einem flexiblen Schaltkreis und elektrisch leitenden Spuren auf einem zweiten flexiblen Schaltkreis, einer gedruckten Leiterplatte, ITO-beschichtetem Glas und/oder Glas mit anderen elektrisch leitenden Spuren; oder elektrischen Verbindungen zwischen elektrisch leitenden Spuren auf zwei gedruckten Leiterplatten oder zwischen einer gedruckten Leiterplatte und einer Erdungsfläche zu unterstützen. Diese Arten von elektrischen Verbindungen werden in solchen Anwendungen wie tragbaren elektronischen Geräten, Computern, tragbaren Computern, Tastaturen, Berührungsbildschirmen, Anzeigen (sowohl Glas als auch Kunststoff), Mobiltelefonen, PDAs, Pagern, Smart Cards (Chipkarten), Radiofrequenzidentifizierungs-(RFID)-Identifikationssystemen, Smart Labels, Antennen für tragbare elektronische Geräte, Taschenrechnern, Uhren, Radios, Motorsteuerungseinheiten und dergleichen verwendet.

**[0086]** Zur Veranschaulichung ist ein erfindungsgemäßes, spezielles, repräsentatives, elektronisches Bauteil in [Fig. 1](#) gezeigt. In dem elektronischen Bauteil **10** wird ein erstes Substrat **12** mit einer ersten Gruppierung metallischer Bindungsstellen oder Schaltkreisspuren **14** auf seiner Oberfläche klebend an einem zweiten Substrat **16** mit einer zweiten Gruppierung von Bindungsstellen oder Schaltkreisspuren **18** auf dessen Oberfläche befestigt. Ein Klebstoffmaterial **20**, vorzugsweise ein Film, liegt zwischen dem ersten Substrat **12** und dem zweiten Substrat **16**, um eine Klebebindung zwischen diesen zu liefern. Leitende Partikel **22** liegen dazwischen und verbinden elektrisch die individuellen Bindungsstellen **14** in der ersten Gruppierung und die individuellen Bindungsstellen **18** in der zweiten Gruppierung und sorgen für elektrische Verbindung zwischen dem ersten Substrat **12** und dem zweiten Substrat **16**. Das Material **20** enthält auch organophilen Ton **24**.

**[0087]** Das elektronische Bauteil der vorliegenden Erfindung kann auch in der in [Fig. 2](#) gezeigten Form bereitgestellt werden. In [Fig. 2](#) schließt das elektronische Bauteil **110** ein Substrat **112** mit metallischen Schaltkreisspuren **114** auf dessen Oberseite ein. Auf die Oberseite des Substrats wird ein Klebstoff **116**, vorzugsweise in Form eines Films, aufgebracht und bedeckt die Schaltkreisspuren **114**. Wenn das Bauteil **110** an ein zweites Substrat (nicht gezeigt) gebunden wird, liefert eine Population leitender Partikel **118** in dem Klebefilm elektrische Verbindung zwischen den Schaltkreisspuren **114** und entsprechenden Bindungsstellen an dem zweiten Substrat. Klebstoff **116** schließt auch organophilen Ton **120** ein.



**[0088]** Eine weitere Ausführungsform des elektronischen Bauteils der vorliegenden Erfindung ist in [Fig. 3](#) gezeigt. Das elektronische Bauteil **210** in [Fig. 3](#) ist ein flexibler Jumper, der zum Verbinden von Leiterplatten, Flachbildschirmen oder flexiblen Schaltkreisen verwendet werden kann. Das Substrat **212** ist ein flexibles polymeres Material, vorzugsweise Polyethylenterephthalat (PET) mit einem leitenden metallischen Schaltkreis **214** auf seiner Oberfläche. Gegenüberliegende Streifen **216** aus Klebefilm mit leitenden Partikeln (nicht gezeigt) und organophilem Ton (nicht gezeigt) liefern elektrische Verbindung zwischen beispielsweise der Leiterplatte und dem Flachbildschirm (nicht gezeigt) ohne Verwendung von Lot. Der Bereich des Schaltkreises **212**, der nicht durch den Klebstoff bedeckt ist, kann durch einen optionalen Schutzabdeckungsbeschichtungsfilm **220** bedeckt werden.

**[0089]** Andere Gegenstände, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung werden durch die folgenden Beispiele weiter veranschaulicht, die in diesen Beispielen genannten speziellen Materialien und ihre Mengen sowie andere Bedingungen und Details sollten jedoch nicht als diese Erfindung unangemessen einschränkend angesehen werden.

**[0090]** In den Beispielen wurden die folgenden Testverfahren verwendet:

#### Herstellung leitender Klebefilme:

**[0091]** Die Testverfahren, zu denen 90° Ablösen von gedruckter Leiterplatte, 90° Ablösen von einfachem FR4, Bestimmung der Kavitationshöhlräume und in-situ elektrische Messungen während der Zufuhr von Wärme und Scherkraft gehörten, wurden mit Filmen durchgeführt, die mit elektrisch leitenden Partikeln beladen waren. Die verwendeten Partikel waren silberbeschichtete Glaskugeln mit nominell 43 Mikrometer Durchmesser, die unter der Handelsbezeichnung Conduct-O-Fil S-3000-S3P von Potters Industries Inc., Carlstadt, NJ, erhältlich sind. Um die Partikel dem Klebebasisfilm zuzugeben, wurden die Partikel in einem kleinen Becherglas angeordnet, dessen Öffnung mit einer einzelnen straffen Schicht aus Polyesterstoff bedeckt war, die unter der Handelsbezeichnung Tetko PeCap-LE 305-40d von Advantage Supply, Roseville, MN, erhältlich war. Der Film, der auf einen silikonbehandelten Polyestertrennlager geschichtet war, wurde ungefähr 3 Sekunden auf einer 90°C warmen Platte angeordnet, um den Film zu erweichen und aufnahmefähig für die Partikel zu machen. Die Partikel wurden von einem Abstand von ungefähr 5 cm von dem stoffbedeckten Becherglas auf die Oberfläche gesprenkelt. Silikonbehandelter Polyestertrennlager wurde dann auf die partikelbeschichtete Oberfläche des Films aufgebracht, die auf einer 90°C warmen Platte angeordnet war, und das Laminat wurde durch Ausübung von leichtem Handdruck unter Verwendung einer Kautschukwalze mit einem Durchmesser von ungefähr 3 cm eingewalzt, um einen leitenden Klebefilm zu liefern. Die Partikelzählung auf der Oberfläche des Films betrug 90 +/- 20 Partikel pro Quadratmillimeter. Bei einem 63 Mikrometer dicken Klebefilm entspricht dies ungefähr 16 Gew.-% Partikeln. Es wird nicht erwartet, dass das Variieren des Partikelgehalts im Bereich von 5 Gew.-% bis 30 Gew.-% einen deutlichen Einfluss auf gemessene Werte der Ablösefestigkeit hat.

#### 90° Ablösen von gedruckter Leiterplatte:

**[0092]** Die gemäß Herstellung leitender Klebefilme hergestellten leitenden Klebetestfilme wurden, wenn nicht anders gesagt, mit silberbeschichteten Glaspartikeln beladen. Eine 46 mm breite x 54 mm lange x 1,44 mm dicke gedruckte Leiterplatte vom FR4-Typ mit goldbeschichteten kupfermetallisierten Spuren, die ungefähr 30 Mikrometer dick und ungefähr 1,27 mm breit waren und ungefähr 1,18 mm Abstand hatten (nachfolgend als "PCB" abgekürzt; von TRC Circuits Inc., Minneapolis, MN) und ein 46 mm breiter x 39 mm langer x 0,127 mm dicker flexibler gedruckter Polyester-Schaltkreis mit Silbertintenspuren, ungefähr 10 Mikrometer dick und ungefähr 1,27 mm breit mit ungefähr 1,18 mm Abstand (hier nachfolgend als "flexibler Schaltkreis" abgekürzt; von I Corp., Minneapolis, MN) wurden als Testsubstrate verwendet. Vor dem Aufbringen des leitenden Klebefilms wurden beide Testsubstrate gereinigt, indem mit einem fusselfreien industriellen Wischtuch für empfindliche Materialien KIMWIPES Delicate Task Wipers (erhältlich von Kimberly-Clark, Irving, TX) mit einmaligem Wischen gereinigt und trocknen gelassen wurden.

**[0093]** Eine Probe des leitenden Klebefilms wurde mittels einer 5 mm breiten Schneidevorrichtung mit doppelter Rasier Klinge in 5 mm breite mal ungefähr 55 mm lange Streifen geschnitten. Ein silikonbeschichteter Polyestertrennlager wurde gegebenenfalls vor dem Schneiden auf der linerfreien Seite des Klebstoffs angeordnet (dieser Liner wurde vor der nächsten Stufe entfernt). Der leitende Klebefilm wurde mit der mit Liner versehenen Seite 3 Sekunden in Kontakt mit einer 90°C warmen Platte angeordnet, um den Film zu erweichen, jedoch nicht zu schmelzen, und wurde dann von der warmen Platte entfernt. Ein flexibler Schaltkreis (mit den Silbertintenspuren nach oben) wurde auf einer warmen Platte angeordnet und etwa 2 Sekunden auf 90°C erwärmt. Der vorgeheizte leitende Klebefilmstreifen wurde so auf den flexiblen Schaltkreis aufgebracht, dass der Klebstoff

in Kontakt mit den Silbertintenspuren kam, wobei die Längsrichtung des Klebefilmstreifens senkrecht zu den Silbertintenspuren lief, und wobei sich der Klebefilm etwa 1 mm von dem Ende der Spuren entfernt befand. Die mit Liner versehene Seite des Klebefilms wurde dann mit leichtem Handdruck heruntergedrückt und sofort zwei Einwalzzyklen mit einer Handwalze aus Kautschuk ausgesetzt, während sich der flexible Schaltkreis noch auf der warmen Platte befand. Dies lieferte gleichförmiges Vornetzen des Klebefilmstreifens und ermöglichte leichte Entfernung des verbleibenden Trennliners.

**[0094]** Die laminierte Probe wurde dann von der warmen Platte entfernt, der verbleibende Trennliner wurde vorsichtig entfernt, um die Oberfläche des Klebefilmstreifens freizulegen, ohne den Kontaktbereich von Klebefilmstreifen/flexiblem Schaltkreis zu beeinträchtigen, und der überschüssige Klebefilmstreifen wurde von dem Rand des flexiblen Schaltkreises abgeschnitten, wodurch ein Klebefilmbereich von 5 mm × 46 mm zurückblieb, der mit dem PCB überlappen konnte.

**[0095]** Die zweite Oberfläche des Laminats aus Klebefilmstreifen/flexiblem Schaltkreis wurde dann an die PCB vorgeklebt, indem die andere als die Silbertintenseite des flexiblen Schaltkreises etwa 2 Sekunden in Kontakt mit einer 90°C warmen Platte gebracht wurde, um den Film zu erweichen, jedoch nicht zu schmelzen, von der warmen Platte entfernt und das Bauteil auf eine PCB gepresst wurde, die auf einer 90°C warmen Platte etwa 2 Sekunden vorgewärmt worden war, wobei die goldbeschichteten Kupferspuren nach oben wiesen, die überlappenden Paare der Schaltkreisspuren ausgerichtet wurden und der flexible Schaltkreis mit der PCB verbunden wurde. Das vorgeklebte Bauteil, das auf der warmen Platte erwärmt wurde, wurde unter Verwendung der oben beschriebenen Handwalzen aus Kautschuk zwei Einwalzzyklen unterworfen, während es sich auf der warmen Platte befand, um gleichförmiges Vornetzen des Films an den Substraten zu erhalten.

**[0096]** Jedes Bauteil wurde dann individuell unter Verwendung eines DCI Konstantwärmebindungsgeräts Modell Nr. 1093 (erhältlich von DCI Inc., Lenexa, KS) gebunden. Die DCI-Bindungsthermode wurde auf 285°C eingestellt, wenn in den Beispielen nichts anderes angegeben ist. Wärmeleitender Silikonkautschuk SARCON 20GTR (200 Mikrometer dick, von Fujipoly America, Kenilworth, NJ) wurde als Anpassungsschicht zwischen der Thermode und dem oberen Bereich des Bauteils verwendet.

**[0097]** Die 3 mm breite mal 76 mm lange Metallthermode, die auf konstanter Temperatur gehalten wurde, wurde mit einem Druck von ungefähr 1,45 MPa (210 psi) auf das Bauteil gedrückt. Die Bindungszeit wurde, wenn nicht anders angegeben, auf 5 Sekunden eingestellt. Die Thermodentemperatur wurde, wenn nicht anders angegeben, auf 285°C eingestellt.

**[0098]** Das 90° Ablösetesten erfolgte in einem Raum, der auf  $23 \pm 3^\circ\text{C}$  und 50% relativer Feuchtigkeit gehalten wurde, unter Verwendung einer mechanischen Prüfmaschine INSTRON Modell 4465 (erhältlich von Instron Corporation, Canton, MA), die mit einer 9 kg (20 lb) Messdose und einer 90° Ablösetestlehre ausgerüstet war. Die Backentrenngeschwindigkeit betrug 12,7 mm/Minute. Die Maximallast wurde aufgezeichnet und durch die Bindungsbreite geteilt, um die Ablösefestigkeit in N/mm zu berechnen. Für jeden Testfilm wurde ein einziges Bauteil getestet.

#### 90° Ablösen von einfachem FR4:

**[0099]** Wie in dem Testverfahren 90° Ablösen von gedruckter Leiterplatine beschrieben wurden gebundene Bauteile hergestellt, außer dass einfaches FR4 (d. h. ohne leitende Spuren) (1 mm dick, erhältlich von Electroply, El Segundo, CA) anstelle der PCB verwendet wurde und MELINEX 453-behandelter Polyesterfilm der Stärke 500 (d. h. ohne leitende Spuren) (erhältlich von ICI Polyester, Wilmington, DE) anstelle des flexiblen Polyesterschaltkreises verwendet wurde.

**[0100]** Wenn nicht anders angegeben, wurde die Thermodentemperatur an dem DCI Konstantwärmebindungsgerät auf 260°C eingestellt, der Thermodendruck betrug 1,45 MPa (210 psi), und es wurde eine Bindungszeit von 10 Sekunden verwendet. Die gebundenen Bauteile wurden dann verschiedene Zeitspannen bei mäßigen Bedingungen (ungefähr 23°C und ungefähr 50% relative Feuchtigkeit) gealtert, wie in den Beispielen spezifiziert ist.

**[0101]** Für jeden leitenden Klebetestfilm wurden drei Bauteile gemäß dem Testverfahren 90° Ablösen von gedruckter Leiterplatine getestet, und es wurde ein Mittelwert angegeben. Die typische Abweichung betrug +/- 0,3 N/mm.

## Bestimmung der Kavitationshohlräume:

**[0102]** Gebundene Bauteile wurden wie in dem Testverfahren 90° Ablösen von gedruckter Leiterplatine beschrieben unter Verwendung eines Thermodensollwerts von 285°C oder wie in den Beispielen spezifiziert, einem Bindungsdruck von 1,45 MPa (210 psi) und einer Druckhaltezeit von 5 Sekunden oder wie in den Beispielen spezifiziert hergestellt.

**[0103]** Die Transmission der Fläche zwischen den leitenden Spuren wurde unter Verwendung eines OLYMPUS SZX9 Zoom-Mikroskops (erhältlich von C. Squared Corporation, Tamarac, FL) untersucht. Die Mikroskopbilder wurde mit einer Zoomlinseneinstellung von 20× und einer 0,5× Linse, die zwischen dem Mikroskop und einer Videokamera installiert war, unter Verwendung von IMAGE-PRO PLUS Bildanalysesoftware (erhältlich von Media Cybernetics, Baltimore, MD) erfasst.

**[0104]** Leitende Partikel erschienen als opake regelmäßige Kreisformen. Hohlräume erschienen als transparente, nicht kreisförmige Formen. Hohlräume wurden gemäß dem folgenden Schema klassifiziert.

Keine	Keine Hohlräume in der Mikroskopaufnahme sichtbar
Klein	Hohlräume sind selten und diskret und haben in der Regel weniger als 130 Mikrometer über ihre Hauptachse
Groß	Hohlräume sind ungefähr 200 Mikrometer oder größer über ihre Hauptachse, und viele befinden sich in Kontakt mit anderen Hohlräumen

## Bestimmung des Speicherschubmoduls (G') bei 150°C:

**[0105]** Der Speicherschubmodul (G') wurde durch dynamisches mechanisches Testen mit Parallelplatten bestimmt. Ungefähr 1 mm dicke Probenfilme ohne leitende Partikel wurden hergestellt, indem Klebebasisfilme mit ungefähr 60 Mikrometer Dicke unter Verwendung einer Temperatur von ungefähr 85°C und leichtem Handdruck aneinander laminiert wurden. Die Probenfilme wurden in einer Parallelplattegeometrie unter Verwendung von Platten mit 8 mm Durchmesser auf einem ARES Rheometer getestet (erhältlich von Rheometric Scientific, Piscataway, NJ). Die Testfrequenz betrug 1 Hertz, und die Temperatursteigerungsgeschwindigkeit betrug 5°C/Min. Der Probenfilm wurde bei Raumtemperatur (25°C) in das Rheometer gegeben und von 25°C bis 200°C mit 1% Dehnung getestet. Angegeben wurde der bei 150°C gemessene Speicherschubmodul (G').

## Bestimmung des Speicherschubmoduls als Funktion der Zeit:

**[0106]** Ungefähr 1 mm dicke Probenfilme wurden wie in Bestimmen des Speicherschubmoduls bei 150°C beschrieben hergestellt. Die Probenfilme wurden in einer Parallelplattegeometrie unter Verwendung von Platten mit 25 mm Durchmesser auf einem ARES Rheometer getestet (erhältlich von Rheometric Scientific, Piscataway, NJ). Der Probenfilm wurde bei Raumtemperatur in das Instrument eingebracht, auf 170°C erwärmt und 10 Minuten unter Verwendung einer konstanten Spalteinstellung auf dieser Temperatur gehalten. Der Ofen des Instruments wurde so geöffnet, dass der überschüssige Film von dem Rand der Platten wegkratzt wurde. Die Probe wurde dann auf 70°C abgekühlt und während der Testdauer auf dieser Temperatur gehalten. Diese Temperatur wurde ausreichend niedrig gewählt, damit die Rekristallisation stattfinden konnte, z. B. unter der kristallinen Schmelztemperatur. Während des restlichen Tests wurde das Material unter einer Druckkraft von ungefähr 30 bis 100 Gramm gehalten. Die Spalten zwischen den Platten (nach Entfernen von überschüssigem Material, das während der 170°C Stufe herausfloss) waren 0,6 bis 0,8 mm. Es wurden Frequenzabtastungen von 15 Hz bis 0,1 Hz mit einer Dehnung von ungefähr 5% durchgeführt, und der Wert des Speicherschubmoduls bei 1,2 Hz wurde als Funktion der Zeitdauer, die das Material auf 70°C gewesen war, aufgezeichnet.

## In-situ-elektrische Messungen während der Ausübung der Scherkraft:

**[0107]** Die Probebauteile bestanden aus einer flexiblen gedruckten Schaltung (Flex), die mit dem elektrisch leitenden Klebefilm, der getestet wurde, an eine gedruckte Leiterplatine (PCB) gebunden war. Die Bindungen erfolgten mit dem Bindungsgerät und den Einstellungen, wie sie in dem Testverfahren 90° Ablösen von gedruckter Leiterplatine beschrieben sind.

**[0108]** Das verwendete Flex war vom Kupfer/Kapton™-Polyimidfilmtyp, hergestellt von PDI, Inc., Plymouth, MN, unter Verwendung von DuPont Pyralux™ WA als Laminierungsklebstoff zwischen dem Kupfer und dem

Kapton™. Die gedruckte Leiterplatte basierte auf einer Kupfer/FR4-Platine, die auch von PDI hergestellt war. Ein Hartgoldfinish (über Nickel) wurde auf allen Kupferoberflächen (Flex und Platine) verwendet. Die Leiterplatte hatte die Dimensionen 66 mm × 102 mm mit 17 gleichmäßig beabstandeten Schaltkreislinien mit einer Breite von 1,27 mm, die entlang ihrer Länge verliefen. Der Flex-Schaltkreis war 6 mm × 50 mm mit einer einzigen 1,27 mm breiten Schaltkreislinie, die mittig entlang seiner Länge verlief. Jumper für flexible Silbertinte/Polyester-Schaltkreise mit äquivalenter Linienzahl und äquivalentem Abstand (erhältlich von I-Corp, Minneapolis, MN) wurden unter Verwendung von 3M™ Z-Achsenklebefilm 7303 (erhältlich von 3M Company, St. Paul, MN) an die Enden der PCB gebunden. Dadurch konnte die PCB mittels eines Zwischensteckers, der zusammen mit den Jumpern für Flex-Schaltkreise verwendet wurde, mit der Verkabelung verbunden werden.

**[0109]** Die Bindungen erfolgten so, dass der Flex-Schaltkreis in rechten Winkeln zu den Schaltkreislinien auf der Platine lag, wodurch eine Konfiguration mit 'Kreuz'- oder 'Plus'-Form gebildet wurde, wobei 1,27 mm × 1,27 mm Überlappungsbereiche zwischen den Schaltkreislinien an dem Flex und der PCB lagen. Bei der Kreuzkonfiguration wurden Vierdraht-Widerstandsmessungen des Klebstoffs in den Überlappungsbereichen wie folgt vorgenommen. Es wurde ein Stromweg zwischen einer individuellen Linie auf der Platine und einem Ende des Flex-Schaltkreises gebildet. Es wurde eine Spannungsdifferenz zwischen der Schaltkreislinie auf der Platine und der Schaltkreislinie auf dem Flex mit Verbindungspunkten an den Enden gegenüber den Stromverbindungen gemessen. Nicht verwendete Schaltkreislinien an den Seiten der Platine erleichterten das Prüfen des Flex, diese Linien wurden mittels des getesteten leitenden Klebstoffs elektrisch mit dem Flex verbunden. In einer derartigen Vierdrahtkonfiguration floss kein signifikanter Strom zwischen den Spannungsverbindungen, daher war der gemessene Spannungsabfall gleich dem Spannungsabfall an dem Punkt, an dem Strom den Klebstoff passierte, und das Verhältnis des Spannungsabfalls zu dem zugeführten Strom ergab wie gewünscht den Widerstand durch den Klebstoff. Ein Scanner der Reihe 7000 (Keithley Instruments, Cleveland, OH) wurde zum Umschalten von Verbindungspunkten entlang der mittleren 12 Schaltkreislinien der Leiterplatte verwendet, was 12 genaue Klebstoff-Widerstandsmessungen pro Probenbauteil ergab.

**[0110]** Für automatisierte elektrische Messungen wurde die Leiterplatte wie zuvor beschrieben mit Kabeln verbunden. Die Kabel führten zu fest verdrahteten Verbindungen in dem Scanner, an den eine Source Measure Unit (SMU) von Keithley Instruments 236 angeschlossen war. Ein Hewlett Packard VECTRA Pentium III Computer, auf dem Lab View 5.0 (erhältlich von National Instruments, Austin, TX) lief, wurde zur Steuerung von Scanner und SMU verwendet. Der Scanner wurde so konfiguriert, dass er im Vierpolmodus lief, wobei die Quellstrom- und Prüfspannungsverbindungen der SMU zu Verbindungspunkten der Testplatte wie zuvor beschrieben geschaltet wurden. Die SMU wurde so programmiert, dass sie 100 Milliampere (mA) Quellstrom abgab und der Spannungsabfall über dem Klebstoff wie zuvor beschrieben gemessen wurde. Die Bürdenspannung wurde auf 200 Millivolt (mV) eingestellt.

**[0111]** Der Scanner wurde zusätzlich so verdrahtet, dass er die Spannungsausgabe eines Thermoelementmoduls (Modul 80TK, erhältlich von Fluke Corporation, Everett, WA) aufnahm, in das ein Thermoelement gesteckt war (5SC-TT-K-36-36, erhältlich von Omega Engineering, Inc., Stamford, CT). Auf diese Weise wurde die Temperatur der Bindungslinie zusammen mit den Widerstandsablesungen gemessen. In die Platine wurde in dem Bereich zwischen zwei Schaltkreislinien eine Rinne geätzt, um das Thermoelement aufzunehmen.

**[0112]** Um die elektrischen Effekte des Ausübens einer Scherkraft auf eine temperaturgeregelter Probe zu messen, wurde die gebundene Probe mit 3M™ wärmeleitfähigem Klebetransferband Nr. 9890 an einem Aluminiumblock befestigt (der eine Heizpatrone enthielt und durch einen Temperaturregler gesteuert wurde). Der Block war an einem Träger festgeklemmt, so dass der Flex mit seiner Längsachse vertikal hing. Die elektrischen Verbindungen erfolgten wie zuvor beschrieben. An dem Flex-Schaltkreis wurde eine Pinzette festgeklemmt, und an der Pinzette wurde eine Feder mit einer Federkonstante von 70 N/m befestigt.

**[0113]** Die elektrischen Messungen erfolgten dann unter den folgenden Bedingungen:

Bedingung 1.  
Bedingung 2.

Ohne Last.  
Mit einem 250 g Gewicht, das in einem "statischen" Modus hing (d. h. ohne Oszillieren).

- |              |  |
|--------------|--|
| Bedingung 3. | Mit einem 250 g Gewicht, das an einer Feder oszillierte.   |
| Bedingung 4. | Mit dem 250 g Gewicht, das im "statischen" Modus hing, während die Temperatur der Probe auf 70°C erhöht wurde. |
| Bedingung 5. | Mit dem 250 g Gewicht, das bei 70°C oszillierte.   |

**[0114]** Angegeben ist der Medianwert des Widerstands von zwölf Verbindungen für jede getestete Bedingung.

#### Bestimmung der Schmelzendotherme mittels Differentialscanningkalorimetrie:

**[0115]** Ungefähr 10 Milligramm Film ohne leitende Partikel wurden in eine Vertiefung eines automatischen Probensammlers aus Aluminium (Autosampler, erhältlich als Teilnummer 990999.901 von TA Instruments, New Castle, DE) gegeben, der dann umgefaltet wurde. Die Probe in dem Tiegel wurde in einen Ofen mit 170°C gegeben. Nach mindestens 15 Minuten wurde die Probe aus dem Ofen entfernt und bei mäßiger Temperatur (ungefähr 24°C) aufgestellt. Die Schmelzendotherme wurde innerhalb von 5 Stunden nach Aufstellen der Probe bei mäßiger Temperatur gemessen. Die Schmelzendotherme in Joules/Gramm wurde unter Verwendung eines Differentialscanningkalorimeters Modell 2920 (erhältlich von TA Instruments, New Castle, DE) unter Verwendung einer Temperaturerhöhung von 5°C/Minuten von 25°C auf 170°C gemessen, und die Fläche unter dem Endothermepeak im Temperaturbereich von 65°C bis 140°C wurde integriert.

#### Bestimmung der prozentualen Transmission von Filmen:

**[0116]** Die prozentuale Transmission von Klebebasisfilmen (ohne leitende Partikel) wurde unter Verwendung eines HP 8425A UV-Visible-Spektroskopiesystems, erhältlich von Agilent Technologies, online erreichbar unter [www.chem.agilent.com](http://www.chem.agilent.com), gemessen. Die in ASTM E169-99 beschriebenen allgemeinen Techniken wurden verwendet. Nachdem ein Hintergrundspektrum genommen worden war, wurden Spektren über einen Wellenlängenbereich von 200 bis 800 Nanometern (nm) für jeden der getesteten Filme gemessen. Die Extinktion bei einer Wellenlänge von 540 nm wurde aufgezeichnet und auf den Wert normalisiert, der einem 65 µm dicken Film entsprach. Dieser normalisierte Extinktionswert wurde dann in % Transmission umgewandelt und angegeben.

**[0117]** In den folgenden Beispielen beziehen sich alle Mengen, Prozente und Teile auf das Gewicht, wenn nicht anders angegeben.

#### Vergleichsbeispiel 1 (kein Ton)

**[0118]** 50 Gewichtsteile PEBAX 3533 Polymer (erhältlich von Elf Atochem, Glen Rock, NJ) wurden mit 50 Gewichtsteilen SYLVARES 2040 Klebrigmacher (erhältlich von Arizona Chemical, Panama City, FL) in einem Lab Extruder LSM 30.34 Doppelschneckenextruder (erhältlich von American Leistritz Extruder Corporation, Somerville, NJ) und mit der zuvor beschriebenen Schneckenkonfiguration komponentiert.

**[0119]** Der Extruder hatte eine Speisezone mit einem gekühlten Hals, gefolgt von zehn geheizten Zonen. Zonen 1 bis 4 waren auf 229°C eingestellt, Zonen 5 bis 6 waren auf 221°C eingestellt, Zonen 7 bis 8 waren auf 213°C eingestellt und Zonen 9 bis 10 waren auf 210°C eingestellt. Die Schneckengeschwindigkeit war auf 125 UpM eingestellt. PEBAX 3533 Polymer wurde durch ein offenes Mundloch in der Speisezone zugegeben, und SYLVARES 2040 Klebrigmacher wurde durch ein offenes Mundloch in Zone 4 zugegeben. Der Gesamtdurchsatz betrug 13,6 Kilogramm/Stunde (30 lb/Stunde).

**[0120]** Das komponentierte Material wurde in eine Tropfdüse eingespeist und auf einen 57,5 Mikrometer dicken Polyestertrennliner (erhältlich von Loparex, Willowbrook, IL) in einer Dicke von 62,5 Mikrometern und einer beschichteten Breite von ungefähr 30,5 cm geschichtet, um einen Basisfilm zu liefern. Die Düsentemperatur betrug 138°C, und die Kühlwalze (die sich unter dem Liner befand, auf den das Material gegossen wurde) war auf 3°C eingestellt.

**[0121]** Der leitende Klebefilm von Vergleichsbeispiel 1 wurde gemäß den Testverfahren bewertet, die zuvor für 90° Ablösung von gedruckter Schaltplatine, 90° Ablösung von einfachem FR4 und Kavitationshohlräume beschrieben wurden. Der Basisfilm von Vergleichsbeispiel 1 wurde gemäß dem Testverfahren Speicherschubmodul bei 150°C bewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

## BEISPIEL 1

**[0122]** SCP CLOISITE 20A organophil modifizierter Montmorillonit, erhältlich von Southern Clay Products, Gonzalez, TX, wurde zu einer 50:50-Mischung (bezogen auf das Gewicht) von PEBAX 3533 Polymer und SYLVARES 2040 Klebrigmacher gegeben, so dass die Gesamtzusammensetzung 3 Gew.-% SCP CLOISITE 20A Ton enthielt, bezogen auf das Gesamtgewicht des PEBAX-Polymers plus SYLVARES 2040 Klebrigmacher plus SCP CLOISITE 20A Ton.

**[0123]** Der Extruder von Vergleichsbeispiel 1 wurde zum Compoundieren des Materials verwendet. Zonen 1 bis 8 wurden auf 229°C eingestellt, Zone 9 wurde auf 221°C eingestellt und Zone 10 wurde auf 210°C eingestellt. PEBAX 3533-Polymer wurde durch ein offenes Mundloch in der Speisezone zugegeben, SYLVARES 2040 Klebrigmacher wurde durch ein Einspritzmundloch in Zone 2 zugegeben, und SCP CLOISITE 20A Ton wurde durch ein offenes Mundloch in Zone 4 zugegeben. Der Gesamtdurchsatz betrug 9,4 kg/h (20,7 lb/h).

**[0124]** Das komprimierte Material wurde durch die Tropfdüse von Vergleichsbeispiel 1 eingespeist und wie in Vergleichsbeispiel 1 beschrieben aufgeschichtet, um den Basisfilm von Beispiel 1 zu liefern.

**[0125]** Der leitende Klebefilm von Beispiel 1 wurde gemäß den Testverfahren bewertet, die zuvor für 90° Ablösung von gedruckter Schaltplatine, 90° Ablösung von einfachem FR4 und Kavitationshöhlräume beschrieben wurden. Der Basisfilm von Beispiel 1 wurde gemäß dem Testverfahren Speicherschubmodul bei 150°C bewertet. Die Testergebnisse sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

## BEISPIEL 2

**[0126]** Der Film von Beispiel 2 wurde unter Verwendung der Komponenten und des Verfahrens von Beispiel 1 hergestellt, außer dass die Menge an SCP CLOISITE 20A Ton 11,1 Gew.-% betrug und der Durchsatz 10 kg/h (22,25 lb/h) war. Der leitende Klebefilm von Beispiel 2 wurde gemäß den Testverfahren bewertet, die zuvor für 90° Ablösung von gedruckter Schaltplatine, 90° Ablösung von einfachem FR4 und Kavitationshöhlräume beschrieben wurden. Der Speicherschubmodul des Basisfilms von Beispiel 2 wurde bei 150°C bewertet. Die Testergebnisse sind in der folgenden Tabelle 2 wiedergegeben.

## BEISPIELE 3–4

**[0127]** SCP CLOISITE 30B Ton (organophil modifizierter Montmorillonit, erhältlich von Southern Clay Products, Gonzalez, TX) wurde zu PEBAX 3533-Polymer in dem BRABENDER-Mischer gegeben und 10 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 165°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0128]** Ein Teil der Mischung wurde dann entfernt, und SYLVARES 2040 Klebrigmacher wurde zugegeben und 15 bis 20 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 150°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt. Die Mengen der Komponenten sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

**[0129]** Das komprimierte Material wurde in eine PHI Hydraulikpresse Modell TS21-H-C-8 (erhältlich von PHI, Pasadena, CA) gegeben, die auf eine Temperatur von 140°C und eine Druckmesswerteinstellung von 8896 Newton (2000 lbf) eingestellt war. Der Film (zwischen zwei Trennlinern) wurde dann durch einen Heißra-  
kelbeschichter mit einer Temperatureinstellung von 90°C gezogen, um den Basisfilm mit einer resultierenden Filmdicke im Bereich von 62,5 bis 75 µm zu liefern.

Tabelle 1

Komponente	Beisp. 3 (Teile)	Beisp. 4 (Teile)
SYLVARES 2040 Klebrigmacher	11,15	10,8
SCP CLOISITE 30B Ton	0,7	2,7
PEBAX 3533-Polymer	11,15	10,8

**[0130]** Die leitenden Klebefilme wurden gemäß den Testverfahren bewertet, die zuvor für 90° Ablösung von gedruckter Schaltplatine, 90° Ablösung von einfachem FR4 und Kavitationshöhlräume beschrieben wurden.

Der Speicherschubmodul der Basisfilme wurde bei 150°C bewertet. Die Testergebnisse sind in der folgenden Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2

Testverfahren	Vergleichs beispiel 1	Beisp. 1	Beisp. 2	Beisp. 3	Beisp. 4
Kavitationshöhlräume	groß	groß	keine	klein	keine
90° Ablösen von PCB, N/mm	1,32	1,71	1,17	1,86	1,86
90° Ablösen von einfachem FR4, 15 Minuten gealtert, N/mm	1,50	1,90	NT(1)	NT	NT
90° Ablösen von einfachem FR4, 24 Stunden gealtert, N/mm	1,80	1,90	NT	1,43	0,22
90° Ablösen von einfachem FR4, 1 Woche gealtert, N/mm	1,60	2,30	NT	NT	NT
G' bei 150°C (Pa)	900	2000	8000	NT	NT

(1) NT = Nicht getestet

**[0131]** Die Daten zeigen den Effekt von organophilem Ton auf den Aufbau der Ablösefestigkeit und den Modul bei 150°C, gemessen durch dynamisches mechanisches Testen mit Parallelplatten.

#### BEISPIEL 5

**[0132]** Filmbeispiel 5 wurde unter Verwendung der Komponenten und des Verfahrens von Beispiel 1 hergestellt, außer dass die Menge an SCP CLOISITE 20A Ton 10 Gew.-% betrug, SYLVARES 2040 Klebrigmacher durch ein offenes Mundloch in Zone 8 zugegeben wurde, die Schneckengeschwindigkeit 300 UpM betrug und die Zonentemperatureinstellungen wie folgt waren: Zonen 1 bis 4 = 229°C, Zonen 5 bis 8 = 199°C, Zone 9 = 188°C und Zone 10 = 177°C. Der Gesamtdurchsatz betrug 10 kg/h (22,22 lb/h).

**[0133]** Der leitende Klebfilm wurde gemäß den Testverfahren bewertet, die zuvor für 90° Ablösung von gedruckter Schaltplatine und Kavitationshöhlräume beschrieben wurden. Die Testergebnisse sind in der folgenden Tabelle 7 wiedergegeben.

#### VERGLEICHSBEISPIELE 2-3

**[0134]** SCP CLOISITE nicht-säulenförmiger Na<sup>+</sup> Ton (hydrophiler Smektit-Ton, erhältlich von Southern Clay Products, Gonzalez, TX) wurde zu PEBAX 3533-Polymer in dem BRABENDER-Mischer gegeben und 10 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 150°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0135]** Ein Teil der Mischung wurde dann entfernt, und SYLVARES 2040 Klebrigmacher wurde zugegeben und 20 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 150°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0136]** Klebebasisfilme von Vergleichsbeispiel 2 und Vergleichsbeispiel 3 wurden nach dem Verfahren der Beispiele 3 und 4 hergestellt. Die Mengen der Komponenten sind in Tabelle 3 wiedergegeben.

Tabelle 3

Komponente	Vergleichs- beispiel 2	Vergleichs- beispiel 3
SYLVARES 2040 Klebrigmacher	10,8	11,15
SCP CLOISITE nicht-säulen- förmiger Na <sup>+</sup> Ton	2,7	0,7
PEBAX 3533-Polymer	10,8	11,15

## VERGLEICHSBEISPIELE 4-5

**[0137]** KAOPAQUE 20 Ton (Kaolin/China-Ton, erhältlich von Dry Branch Kaolin Company, Dry Branch, GA) wurde fünf Stunden in einem Vakuumofen bei 35°C unter 340 Pa getrocknet und danach zu PEBAX 3533-Polymer in dem BRABENDER-Mischer gegeben und 10 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 150°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0138]** Ein Teil der Mischung wurde dann entfernt, und SYLVARES 2040 Klebrigmacher wurde zugegeben und 20 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 150°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0139]** Klebebasisfilme von Vergleichsbeispiel 4 und Vergleichsbeispiel 5 wurden nach dem Verfahren der Beispiele 3 und 4 hergestellt. Die Mengen der Komponenten sind in Tabelle 4 wiedergegeben.

Tabelle 4

Komponente	Vergleichs- beispiel 4	Vergleichs- beispiel 5
SYLVARES 2040 Klebrigmacher	10,8	11,15
KAOPAQUE 20 Ton	2,7	0,7
PEBAX 3533-Polymer	10,8	11,15

## VERGLEICHSBEISPIELE 6-7

**[0140]** DIXIE CLAY Ton (Kaolin-Ton, erhältlich von R. T. Vanderbilt Co. Inc., Norwalk, CT) wurde fünf Stunden in einem Vakuumofen bei 35°C unter 340 Pa getrocknet und danach zu PEBAX 3533-Polymer in dem BRABENDER-Mischer gegeben und 10 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 150°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0141]** Ein Teil der Mischung wurde dann entfernt, und SYLVARES 2040 Klebrigmacher wurde zugegeben und 20 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 150°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0142]** Klebebasisfilme von Vergleichsbeispiel 6 und Vergleichsbeispiel 7 wurden nach dem Verfahren der Beispiele 3 und 4 hergestellt. Die Mengen der Komponenten sind in Tabelle 5 wiedergegeben.



Tabelle 5

Komponente	Vergleichs- beispiel 6	Vergleichs- beispiel 7
SYLVARES 2040 Klebrigmacher	10,8	11,15
DIXIE CLAY Ton	2,7	0,7
PEBAX 3533-Polymer	10,8	11,15

## VERGLEICHBSBEISPIELE 8-9

**[0143]** KALLOID Ton (Kaolin-Ton, erhältlich von Unimin, New Canaan, CT) wurde fünf Stunden in einem Vakuumofen bei 35°C unter 340 Pa getrocknet und danach zu PEBAX 3533-Polymer in dem BRABENDER-Mischer gegeben und 10 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 150°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0144]** Ein Teil der Mischung wurde dann entfernt, und SYLVARES 2040 Klebrigmacher wurde zugegeben und 20 Minuten bei einer Temperatur von ungefähr 150°C und einer Geschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0145]** Klebebasisfilme von Vergleichsbeispiel 8 und Vergleichsbeispiel 9 wurden nach dem Verfahren der Beispiele 3 und 4 hergestellt. Die Mengen der Komponenten sind in Tabelle 6 wiedergegeben.

Tabelle 6

Komponente	Vergleichs- beispiel 8	Vergleichs- beispiel 9
SYLVARES 2040 Klebrigmacher	10,8	11,15
KAOLLOID Ton	2,7	0,7
PEBAX 3533-Polymer	10,8	11,15

**[0146]** Die leitenden Klebefilme der Vergleichsbeispiele 1 bis 9 wurden gemäß den Testverfahren bewertet, die zuvor für 90° Ablösung von gedruckter Schaltplatine und Kavitationshohlräume beschrieben wurden. Die Testergebnisse sind in der folgenden Tabelle 7 wiedergegeben.

Tabelle 7

Beisp. Nr.	Bindungszeit bei 285°C Sollwert (Sekunden)	Kavitationshohlräume	90° Ablösen von PCB (N/mm)
Vergl. 1	1	keine	0,50
Vergl. 1	2	groß	0,80
Vergl. 1	3	groß	1,15
Vergl. 1	5	groß	1,32
Vergl. 2	5	groß	1,50
Vergl. 3	5	groß	1,19
5	3	keine	1,07
5	5	keine	1,12
Vergl. 4	5	groß	2,13
Vergl. 5	5	groß	2,35
Vergl. 6	5	groß	1,88
Vergl. 7	5	groß	2,29
Vergl. 8	5	groß	2,10
Vergl. 9	5	groß	1,68

**[0147]** Die Daten zeigen, dass die Anwesenheit des organophilen Tons zur Verringerung der Kavitationshohlraumbildung beiträgt, während die Ablösefestigkeit auch erhöht wird.

## BEISPIELE 6–8

**[0148]** Drei Filme wurden wie folgt hergestellt:

SYLVARES 2040 Klebrigmacher wurde in einen BRABENDER (erhältlich von C. W. Brabender Instruments Inc., South Hackensack, New Jersey) gegeben und mit SCP CLOISITE 20A Ton 10 Minuten bei einer Temperatur von 130°C unter Verwendung einer Schneckengeschwindigkeit von 70 UpM gemischt.

**[0149]** Ein Teil dieser Mischung wurde dann in dem BRABENDER mit dem PEBAX 3533-Polymer kombiniert und 10 Minuten bei einer Temperatur von 150°C unter Verwendung einer Schneckengeschwindigkeit von 80 UpM gemischt.

**[0150]** Klebebasisfilme von Beispiel 6, Beispiel 7 und Beispiel 8 wurden wie in Beispielen 3 und 4 hergestellt. Die Mengen der Komponenten sind in Tabelle 8 wiedergegeben.

Tabelle 8

Komponente	Beisp. 6	Beisp. 7	Beisp. 8
SYLVARES 2040 Klebrigmacher	11,5	10,85	9,62
SCP CLOISITE 20A Ton	1,3	2,71	5,18
PEBAX 3533-Polymer	11,5	10,77	9,6

**[0151]** Die leitenden Klebefilme von Beispiel 6, Beispiel 7 und Beispiel 8 wurden gemäß den Testverfahren

bewertet, die zuvor für 90° Ablösung von gedruckter Schaltplatine und Kavitationshohlräume beschrieben wurden. Die Testergebnisse sind in der folgenden Tabelle 10 wiedergegeben.

## BEISPIELE 9–10

**[0152]** Beispiele 9–10 wurden unter Verwendung der gleichen Komponenten und Verfahren der Beispiele 6 bis 8 hergestellt, außer dass anstelle von SCP CLOISITE 20A Ton ODA/CWC organophiler Ton (erhältlich von Nanocor Inc., Arlington Heights, IL) verwendet wurde.

**[0153]** Die Mengen der Komponenten sind in Tabelle 9 wiedergegeben.

Tabelle 9

Komponente	Beisp. 9	Beisp. 10
SYLVARES 2040 Klebrigmacher	11,5	9,62
ODA/CWC Ton	1,3	5,18
PEBAX 3533-Polymer	11,5	9,6

**[0154]** Die leitenden Klebefilme von Beispiel 9 und Beispiel 10 wurden gemäß den Testverfahren bewertet, die zuvor für 90° Ablösung von gedruckter Schaltplatine und Kavitationshohlräume beschrieben wurden. Die Testergebnisse sind in der folgenden Tabelle 10 wiedergegeben.

Tabelle 10

Beisp. Nr.	Kavitationshohlräume (280°C Sollwert)	90° Ablösen von PCB (N/mm)
6	klein	1,27
7	fast keine	1,09
8	fast keine	0,93
9	klein	0,81
10	klein	0,42

**[0155]** Die Daten zeigen, wie die Anwesenheit des organophilen Tons die Kavitationshohlraumbildung und Ablösefestigkeit beeinflusst.

## BEISPIEL 11

**[0156]** Die leitenden Klebefilme von Vergleichsbeispiel 1 und Beispiel 2 wurden zu Testbauteilen verarbeitet und gemäß dem Testverfahren in-situ-elektrische Messungen während der Ausübung von Scherkraft getestet.

**[0157]** Die Ergebnisse sind als Medianwert des Widerstands von zwölf Verbindungen (in milliohm) als Funktion der auferlegten Beanspruchung und Temperaturbedingung gezeigt.

Beisp. Nr.	Medianwert des Widerstands, mΩ				
	Bedingung 1	Bedingung 2	Bedingung 3	Bedingung 4	Bedingung 5
Vergl. 1	18,3	40,9	42,75	173,15	47,5
2	8,25	10,0	9,8	32,0	21,55

**[0158]** Die Daten zeigen, wie die Anwesenheit des organophilen Tons die Reaktion des elektrischen Widerstands auf sich ändernde Scherkraftniveaus beeinflusst, die auf eine Bindung wirken.

## BEISPIEL 12

**[0159]** Die Klebebasisfilme von Beispiel 5 und Vergleichsbeispiel 1 wurden auf Anstieg des Speichermoduls (G') als Funktion der Alterungsdauer gemäß dem Testverfahren Bestimmung des Speicherschubmoduls als Funktion der Zeit getestet. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle gezeigt:

Tabelle 11

Zeit bei 70°C (Min) für Vergleichsbeispiel 1	G' von Vergleichsbeispiel 1, gemessen bei 1,2 Hz (Pa)	Zeit bei 70°C (Min) für Beispiel 5	G' von Beispiel 5, gemessen bei 1,2 Hz (Pa)
0	9,24E+04	0	5,19E+05
4	9,38E+04	7	6,52E+05
40	1,11E+05	13	7,58E+05
154	3,51E+05	19	8,52E+05
233	5,07E+05	25	9,27E+05
801	8,63E+05	30	9,99E+05
1281	9,28E+05	44	1,16E+06
		75	1,42E+06
		1140	2,77E+06

## BEISPIEL 13

**[0160]** Die Klebebasisfilme der Beispiele 3 und 5 und Vergleichsbeispiele 1, 5, 6, 7 und 8 wurden gemäß dem Testverfahren Bestimmung der Schmelzendothe mit Differentialscanningkalorimetrie getestet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 gezeigt. Zum weiteren Vergleich wurde eine Probe von Beispiel 1 bei mäßigen Bedingungen 7 Monate gelagert. Am Ende dieses Zeitraums wurde die Probe gemäß dem Verfahren Bestimmung der Schmelzendothe mit Differentialscanningkalorimetrie getestet, außer dass die Probe direkt bei 25°C in das Differentialscanningkalorimeter gegeben und nicht der Ofenstufe bei 170°C ausgesetzt wurde. Die resultierende gemessene Schmelzendothe betrug 2,7 Joule/Gramm (J/g).

Tabelle 12

Beisp. Nr.	Schmelzendotherme (J/g)
3	4,8
5	4,4
Vergl. 1	0,8
Vergl. 5	0,27
Vergl. 6	0,26
Vergl. 7	0,35
Vergl. 8	0,39

BEISPIEL 14

**[0161]** Klebebasisfilme von Beispiel 2 und Vergleichsbeispielen 1, 4, 6 und 8 wurden gemäß dem Verfahren Bestimmung der prozentualen Transmission von Filmen getestet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 wiedergegeben.

Tabelle 13

Beisp. Nr.	% Transmission bei 540 nm, normalisiert auf 65 µm Filmdicke
Vergl. 1	89
2	85
Vergl. 4	27
Vergl. 6	9
Vergl. 8	16

**[0162]** Es sei darauf hingewiesen, dass diese Erfindung durch die hier beschriebenen veranschaulichenden Ausführungsformen und Beispiele nicht übermäßig eingeschränkt werden soll, und dass diese Beispiele und Ausführungsformen nur als Beispiel gegeben werden, wobei der Schutzbereich der Erfindung nur durch die hier nachfolgend beschriebenen Ansprüche eingeschränkt werden sollen.

### Patentansprüche

#### 1. Elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung, umfassend:

- a) eine polymere Klebstoffkomponente, die ein semikristallines thermoplastisches Polymer umfasst, wobei das thermoplastische Polymer gegebenenfalls hydrophob ist;
- b) einen elektrisch leitenden Füllstoff, der in die Klebstoffkomponente eingebracht ist;
- c) eine Tonkomponente, die in die Klebstoffkomponente eingebracht ist, wobei die Tonkomponente einen organophilen Ton umfasst, wobei der organophile Ton gegebenenfalls mindestens teilweise aufgeblättert ist; und gegebenenfalls
- d) einen Klebrigmacher.

2. Elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei die prozentuale Transmission der elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzung im sichtbaren Bereich des Spektrums mindestens 80% der prozentualen Transmission einer identischen Klebstoffzusammensetzung ist, die keinen organophilen Ton enthält.

3. Elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, die des Weiteren mindestens ein härt-

bares Material, ausgewählt aus einem Monomer, einem Oligomer, einem Polymer und Kombinationen davon, umfasst.

4. Elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei das semikristalline thermoplastische Polymer mindestens ein Polyetherkettensegment und mindestens ein Polyamidkettensegment umfasst.

5. Elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei die Tonkomponente einen organophilen Smektit-Ton umfasst.

6. Elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei die Zusammensetzung etwa 1 bis etwa 25 Gew.-% des organophilen Tons umfasst, bezogen auf das Gesamtgewicht der Zusammensetzung.

7. Elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei der elektrisch leitende Füllstoff eine Mehrzahl elektrisch leitender Partikel und/oder eine elektrisch leitende Gaze umfasst.

8. Elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, wobei die Zusammensetzung 1 bis 80 Vol.-% des Füllstoffs umfasst, bezogen auf das Gesamtvolumen der Zusammensetzung.

9. Verfahren zur Bereitstellung einer elektrischen Verbindung zwischen ersten und zweiten elektrischen Leitern, das den Schritt umfasst, in dem eine elektrische Komponente auf einer ersten Struktur unter Verwendung einer Klebstoffzusammensetzung elektrisch an eine elektrische Komponente auf einer zweiten Struktur gekoppelt wird, wobei die Klebstoffzusammensetzung eine elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst.

10. Verfahren zur Herstellung der elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend die Schritte:

- a) Einbringen des organophilen Tons in die Klebstoffzusammensetzung; und
- b) nach dem Einbringen des Tons in die Klebstoffzusammensetzung Einbringen eines elektrisch leitenden Füllstoffs in die Klebstoffzusammensetzung, wobei die Schritte (a) und (b) gegebenenfalls im wesentlichen ohne Lösungsmittel durchgeführt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung von einer Mehrzahl von Bestandteilen zusätzlich zu dem Ton abgeleitet ist, und das Verfahren des Weiteren den Schritt umfasst, in dem der Ton aufgeblättert wird, indem der Ton zuerst mit einem oder mehreren der Bestandteile kombiniert wird, mit dem bzw. denen der Ton relativ zu den anderen Bestandteilen der Zusammensetzung besser kompatibel ist.

12. Elektronisches Bauteil, umfassend:

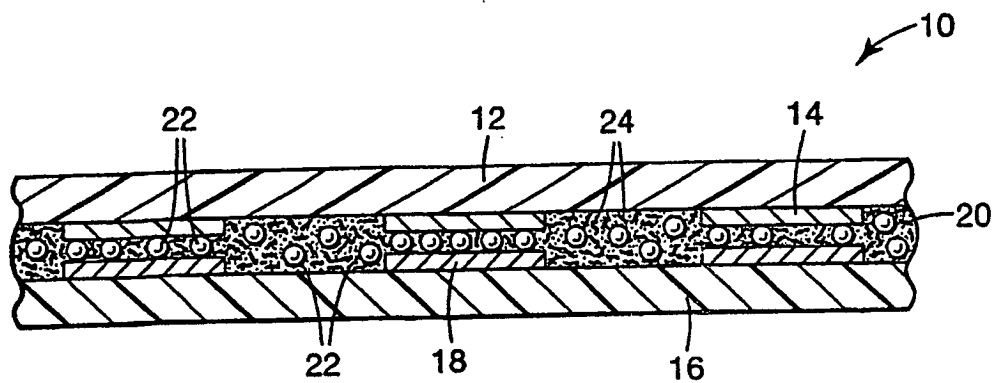
- eine erste Struktur, die eine erste elektrische Komponente umfasst;
- eine zweite Struktur, die eine zweite elektrische Komponente umfasst; und
- eine elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung, die die ersten und zweiten elektrischen Komponenten elektrisch miteinander verbindet, wobei die Zusammensetzung eine der elektrisch leitenden Klebstoffzusammensetzungen nach einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst.

13. Elektronisches Bauteil nach Anspruch 12, wobei die elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung eine anisotrop elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung ist.

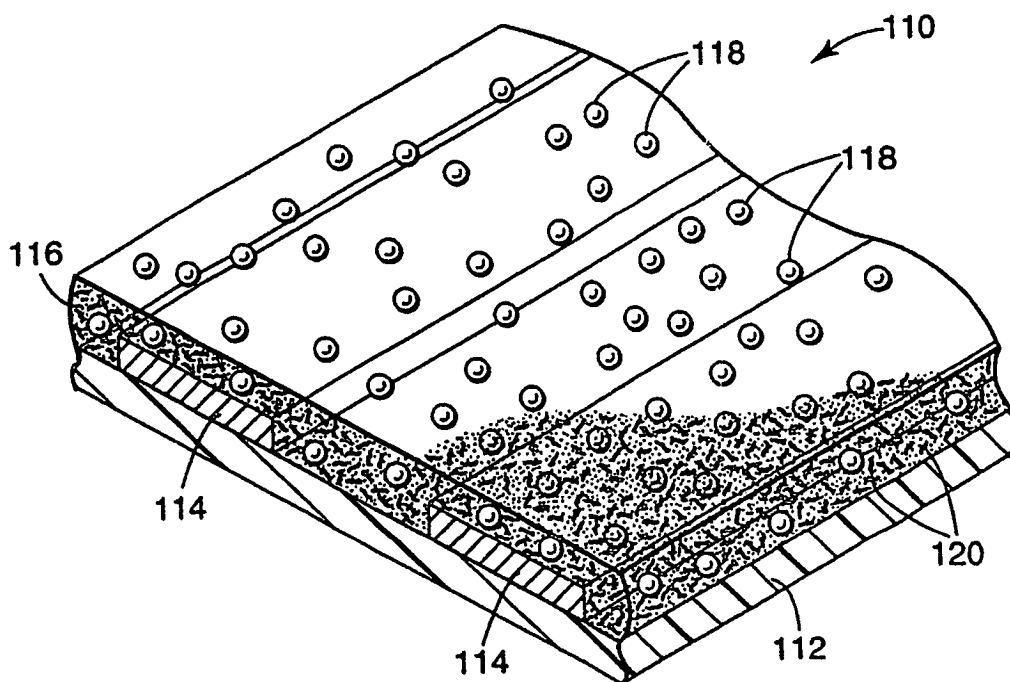
14. Elektrisch leitendes Klebeband, umfassend:

- eine Unterlage; und
- eine elektrisch leitende Klebstoffzusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, die auf der Unterlage bereitgestellt ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



**Fig. 1**



**Fig. 2**

