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

(10) **DE 697 30 271 T2** 2005.09.15

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 813 244 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 30 271.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 304 104.9**
(96) Europäischer Anmeldetag: **12.06.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.12.1997**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **18.08.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.09.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H01L 23/373**
H01L 23/40, C08K 3/00

(30) Unionspriorität:
663800 **14.06.1996** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, ES, FR, GB, IE, IT, NL

(73) Patentinhaber:
The Bergquist Co., Minneapolis, Minn., US

(74) Vertreter:
Rehberg und Kollegen, 37073 Göttingen

(72) Erfinder:
Hanson, Kevin L., Bloomington, Minnesota 55420, US; Green, Mark, Eden Prairie, Minnesota 55346, US

(54) Bezeichnung: **Semisolide, thermische Zwischenlage mit geringem Flusswiderstand**

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

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

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf eine Zwischenlagenbeschichtung zur Verwendung in Kombination mit elektronischen Festkörperkomponenten oder -einrichtungen, und genauer auf eine halbfeste Zwischenlagenbeschichtung, die vorgesehen ist, um entlang eines Wärme abführenden Pfads zwischen einer elektronischen Festkörpereinrichtung und einer Montageoberfläche angeordnet zu werden. Die Zwischenlagenbeschichtung der vorliegenden Erfindung weist in einer Mischung ein Polyorganosiloxanpfropfpolymer mit einem Methylsiloxanwirt zusammen mit einer linearen Kohlenwasserstoff auf, der eine einzelne terminal positionierte ungesättigte Bindung in der Kohlenstoffkette und eine Kettenlänge vorzugsweise zwischen 16 und 19 Kohlenstoffatomen aufweist. Während andere solcher linearen Kohlenwasserstoffe verwendet werden können, wird das Pfropfpolymer vorteilhafter Weise aus Oktadezen und einem Methylsiloxanwirt zubereitet, wobei das Pfropfpolymer anschließend mit einem teilchenförmigen Feststoff vermischt wird. Der teilchenförmige Fest- oder Füllstoff dient als thermisch leitfähige Komponente der Mischung und mit seiner kleinen Teilchengröße und seiner hohen Oberflächenfläche auch als Viskositätsstabilisator für die Polymerkomponente. Das Polyorganosiloxanpfropfpolymer, das in den Formulierungen der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann einen Schmelzpunkt in dem Bereich zwischen etwa 30°C und 90°C aufweisen und hat vorzugsweise einen Schmelzpunkt in dem Bereich zwischen etwa 30°C und 60°C. Der Schmelzpunktbereich eines einzelnen Polymers ist relativ eng und scharf definiert, was zur Konsistenz des Verhaltens beiträgt.

[0002] Der Polyorganosiloxanpfropfpolymeranteil der Zwischenlagenbeschichtung ändert seine Phase und wird während des normalen Betriebs der elektronischen Festkörpereinrichtung, mit der er thermisch funktional gekoppelt ist, zumindest teilweise flüssig. Die Zwischenlage stellt, selbst wenn sie nur teilweise geschmolzen ist, einen hoch thermisch leitfähigen Pfad frei von eingeschlossener Luft bereit, so dass die Wärmeableitung von der Festkörpereinrichtung erleichtert und gefördert wird. Die Beschichtungen der vorliegenden Erfindung können auf die Oberflächen aufgetragen werden, auf die die elektronische Festkörpereinrichtung entweder direkt montiert wird oder an die die Vorrichtung im Betrieb alternativ thermisch angekoppelt wird. Die Beschichtungen der vorliegenden Erfindung können, wie es erforderlich ist, sowohl auf Oberflächen von metallischen als auch polymeren Materialien aufgetragen werden. Diese Beschichtungen können als kontinuierliche Schicht aufgetragen werden, oder sie können auf Basis eines intermittierenden oder segmentierten Musters in der Form von Streifen oder Punkten aufgetragen werden. Die Beschichtungen können auch abgestanzt und auf die geeignete Oberfläche aufgetragen werden.

[0003] Elektronische Festkörpereinrichtung und -komponenten sind in breiter Ver- und Anwendung, wobei sie im Allgemeinen in elektronische Systeme integriert werden, die Systeme einschließen, welche auf den Gebieten unter anderem der Datenverarbeitung, Kommunikation und Spannungsversorgung verwendet werden. Elektronische Festkörpereinrichtung umfassen Leistungstransistoren, Leistungsmodule, einschl. Wandler, wie beispielsweise Gleichrichter und Umspanner, und andere ähnliche Komponenten. Der Begriff "elektronische Festkörpereinrichtungen" wird hier in einem umfassenden Sinne verwendet und ist vorgesehen, Festkörperschaltungen, bei denen eine komplette Schaltung aus einem einzigen Block oder Chip aus Halbleitermaterial ausgebildet ist, Festkörperschaltungselemente, wie beispielsweise Zenerdioden, siliziumgesteuerte Gleichrichter sowie andere Festkörperkomponenten, wie beispielsweise Transistoren und Dioden, zu umfassen. Andere Einrichtungen, die in die umfassende Bedeutung des Begriffs fallen, umfassen passive Komponenten, thermoelektrische Einrichtungen sowie Laser, von denen jede typischerweise Kontakt mit einem Wärmetauscher oder einem thermisch leitfähigen Pfad zur Wärmeabfuhr benötigt. Diese Vorrichtungen sind typischerweise in Packungen integriert, die gemäß den individuellen Anforderungen der spezifischen Schaltung zur Montage an einem Chassis vorgesehen sind. Mit ansteigenden Leistungs- und Frequenzanforderungen und mit abnehmendem Raum, der für diese Vorrichtungen und Komponenten zur Verfügung steht, erfordern diese Packungen typischerweise hoch effiziente, effektive und zuverlässige Mittel zum Ableiten von Wärme, die von den elektronischen Festkörpereinrichtungen während Zeiträumen des normalen Betriebs erzeugt wird, wobei die Wärme typischerweise durch thermische Leitung von der Packung auf eine Montageoberfläche übertragen wird. Diese thermische Leitung kann entweder direkt erfolgen, was der Fall ist, wenn die Einrichtung auf der Wärme ableitenden Oberfläche montiert ist, oder indirekt, was der Fall ist, wenn die Einrichtung auf einer Oberfläche montiert ist, die entlang eines thermischen Pfads zu einem Wärme abführenden Mittel angeordnet ist.

[0004] In der Vergangenheit ist es üblich geworden, während des Zusammenbaus eine Schicht aus Fett, typischerweise aus Silikonfett, oder eine Schicht aus organischem Wachs aufzutragen, um das Erzeugen eines Pfads mit geringem thermischen Widerstand zwischen den einander gegenüberliegenden Passflächen der Packung und der Lagerfläche zu unterstützen. Eine Lage solchen Fetts wird typischerweise zwischen diese Pass-

flächen aufgetragen, um die thermische Leitfähigkeit zu erleichtern und zu fördern. In bestimmten Anwendungen können Wärmeverteiler entlang des thermischen Pfads verwendet werden, um bestimmte Wärmeverteilungsziele zu erreichen, und die Zwischenlagenbeschichtungen der vorliegenden Erfindung können auch entlang der Oberflächen von Wärmeverteilern verwendet werden. In jedem dieser Fälle wird die Menge der eingeschlossenen Luft reduziert und die thermische Leitfähigkeit verbessert, um den Fluss thermischer Energie von der elektronischen Einrichtung zu erhöhen.

[0005] Im Rahmen einer typischen Zusammenbauoperation vor der vorliegenden Erfindung wurde beispielsweise Silikonfett großzügig auf die Oberflächen aufgetragen, um so seine Präsenz an all jenen Orten sicherzustellen, an denen sie vernünftiger Weise erwartet, gebraucht oder gefordert wird. Als Resultat tragen Zusammenbauoperationen, die Fett verwenden, typischerweise zuviel des Materials auf, und die Produkte werden verschmiert, wobei unter bestimmten Umständen das Fett nachfolgende Zusammenbauoperationen stört und auch den nachfolgenden Betrieb der Festkörpereinrichtung. Zu geringe Auftragung hat auch einige Probleme verursacht, insbesondere bezüglich der Konsistenz. Die Merkmale der vorliegenden Erfindung stellen eine hoch thermisch leitfähige Beschichtung bereit, die auf Oberflächen entlang eines thermischen Pfads aufgetragen werden kann, wobei die Beschichtung eine konsistente und gleichmäßige Dicke aufweist, die zur Konsistenz ihrer Funktion beiträgt. Wenn diese Eigenschaft bei der thermischen Beschichtung gegeben ist, ist eine größere Vorhersagbarkeit der Leistungsfähigkeit der Halbleitereinrichtungen, die in Kombination mit der Beschichtung verwendet werden, wobei diese Vorteile erhalten werden verfügbar, ohne dass man den Problemen begegnet, die bei Anwendungen von Silikonfett inhärent sind.

ZUSAMMENFASUNG DER ERFINDUNG

[0006] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird deshalb eine Zwischenlage zum Montieren von elektronischen Festkörpereinrichtungen in der Form eines Materials in Trockenfilmbeschichtungsform bereitgestellt, wobei die Beschichtung dazu dient, die thermische Übertragung von der Einrichtung oder ihrer Wärmesenke auf ein Chassis oder dergleichen zu verbessern. Die Trockenfilmbeschichtungsform stellt Vorteile gegenüber der normalerweise verwendeten Fettform bereit. Bei Verwendung in einer konkreten Schaltungsanordnung, wird die Zusammenbauzeit verkürzt, der Vorgang wird sauber gehalten, wobei die Einfachheit der Anwendung und des Zusammenbaus zusammen mit Verbesserungen bei der Stabilität des Betriebs bereitgestellt werden. Während des normalen Betriebs der elektronischen Festkörpereinrichtungen schmilzt das Polyorganosiloxanpfropfpolymer, wodurch die Fähigkeit der Zwischenlage verbessert wird, thermische Energie wirksam von der Einrichtung auf ihr Lagerchassis zu übertragen. Zusätzlich dazu, dass sie thermisch hoch leitfähig sind, sorgen die Zwischenlagenbeschichtungen der vorliegenden Erfindung auch für hohe Anpassungsfähigkeit und hohen Fluss als Antwort auf die Anwendung von besonders niedrigen Kräften und resultierenden niedrigen Einheitskräften und -drücken. Zwischenlagen der vorliegenden Erfindung können überall dort verwendet werden, wo typische elektronische Festkörpermontagepackungen verwendet werden. Wegen ihrer Eigenschaft des geringen Widerstands gegen Fließen, sind die Zwischenlagen hoch nützlich und wirksam, wenn die Natur der Packung nur die Anwendung sehr kleiner äußerer Kräfte erlaubt. Einige dieser Produkte tolerieren typischerweise nur niedrige oder mäßige Kräfte und/oder Einheitsdrücke während des Aufbringens der normalerweise auftretenden Montagekräfte, und die Zwischenlagen der vorliegenden Erfindung werden fließen, um sich an die Konfiguration der vorhandenen Oberflächen anzupassen. Zusätzlich stellt die Formulierung der vorliegenden Erfindung eine Beschichtung in Trockenfilmform bereit, wobei ein signifikanter Anteil der Polyorganosiloxankomponente der Formulierung bei normalen Raumtemperaturen fest ist, aber schmilzt oder anderweitig eine Phasenänderung von fest zu flüssig bei niedriger Temperatur durchläuft, wie beispielsweise zwischen etwa 30°C und 90°C und vorzugsweise zwischen etwa 30°C und 60°C. In einer bevorzugten Ausführungsform wird ein Schmelzbereich zwischen etwa 40°C und 45°C erreicht. Wenn die Phasenänderung durchlaufen wird, passt und formt sich die Zwischenlage an die Konfigurationen der einander gegenüberliegenden Oberflächen, mit denen sie in Kontakt steht, an, wodurch die Kontaktfläche zwischen den Zwischenlagen erhöht wird und Luft eliminiert wird und so die Rate des thermischen Transfers durch Leitung von der Wärme erzeugenden elektronischen Festkörpereinrichtung zu ihrer Montageoberfläche erhöht wird.

[0007] Kurz gesagt weist das Zwischenlagenmaterial der vorliegenden Erfindung ein Polyorganosiloxanpfropfpolymer eines Methylsiloxanwirts und eines linearen Kohlenwasserstoffs von 16 bis zu 19 Kohlenstoffatomen auf, wobei der lineare Kohlenwasserstoff eine einzige terminal positionierte ungesättigte Bindung an seiner Kohlenstoffkette aufweist. Ein solcher linearer Kohlenwasserstoff ist 1-Oktadezen. Geeignete lineare Kohlenwasserstoffe werden durch die Strukturformel wiedergegeben:

$CH_3(-CH_2-)_nCH=CH_2$,

wobei "n" eine ganze Zahl im Bereich zwischen 13 und 17 ist. Das Pfropfpolymer liegt in einer Mischung mit einem thermisch leitfähigen Viskositätsstabilisator in Teilchenform vor. Um das Pfropfpolymer herzustellen, wird beispielsweise 1-Oktadezen durch eine Vinyladditionsreaktion auf Polyorganosiloxan aufgepfropft. Das resultierende Wachsprodukt wird zur Entfernung der flüchtigen organischen Bestandteile und/oder Kohlenwasserstoffe durch gestrippt, wobei mit dieser Operation auch die Trennung und Entfernung von restlichen Stearylkomponenten erreicht wird. Jene Reaktionsprodukte, die in den Dichtebereich zwischen etwa 0,8 und 0,9 und einen bevorzugten Schmelzpunktbereich zwischen 40°C und 45°C fallen, haben ein bevorzugtes mittleres Molekulargewicht von ungefähr 12.000. Für die meisten Anwendungen sind Reaktionsprodukte mit einem mittleren Molekulargewicht von zwischen etwa 10.000 und 20.000 nützlich, wobei die mittleren Molekulargewichte, die bis etwa 200.000 reichen, in bestimmten Situationen akzeptabel sind. Zum Beispiel können diese Produkte mit höherem Molekulargewicht immer dann verwendet werden, wenn die Anwendung die Verwendung einer Beschichtung mit hoher Viskosität und einer niedrigen Scherrate erlaubt. Reaktantenprodukte, die gemäß der vorliegenden Erfindung nützlich sind, sind bei normalen Umgebungstemperaturen halbfeste wachsartige Materialien und bleiben so, wenn die Pfropfpolymerkomponente mit teilchenförmigen Feststoffen in den angegebenen Bereichen gemischt wird. Die resultierende Zusammensetzung bzw. das resultierende Produkt wird bequem in eine trocken anhaftende Beschichtung geformt. Die Beschichtung ist hoch anpassungsfähig mit einem niedrigen Widerstand gegenüber Fließen. Zusammensetzungen mit einem Schmelzpunkt im Bereich zwischen ungefähr 30°C und 90°C sind nützlich, und jene mit einem Schmelzpunkt von unter etwa 60°C sind allgemein bevorzugt. Das Pfropfpolymer wird behandelt, um Verunreinigungen oder nicht reagierte Komponenten zu entfernen, um so ein im Wesentlichen gereinigtes Reaktantenprodukt mit einem relativ engen und scharf definierten Schmelzpunkt zu ergeben. Der teilchenförmige Viskositätsstabilisator ist vorzugsweise hoch thermisch leitfähig und wird allgemein aus der Gruppe ausgewählt, die aus Aluminiumoxid, Bornitrit, Graphit, Siliziumcarbit, Diamant, Metallpulvern sowie Mischungen davon besteht.

[0008] Das Zwischenlagenmaterial der vorliegenden Erfindung enthält vorzugsweise zwischen etwa 15 und 25 Gewichts-% Polyorganosiloxanpfropfpolymer, wobei der Rest thermisch leitfähiger Viskositätsstabilisator in Teilchenform ist. Ein bevorzugter Formulierungsbereich liegt zwischen 20 und 25 Gewichts-% Pfropfpolymer, wobei der Rest thermisch leitfähige, viskositätsstabilisierende Teilchen sind. Vorzugsweise und für die meisten Anwendungen, ist die mittlere Partikelgröße des Viskositätsstabilisators kleiner als etwa 25 µm, wobei angemerkt sei, dass Füllstoffe mit kleiner Partikelgröße und hoher Oberflächenfläche allgemein bevorzugt sind. Pfropfpolymere von Oktadezen und Methylsiloxan sind kommerziell erhältlich, wie es auch verschiedene teilchenförmige Feststoffe sind, einschließlich Aluminiumoxid, Bornitrit, Graphit, Diamant, Metallpulver und Siliziumcarbit.

[0009] Deshalb ist es ein primäres Ziel der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte, thermisch leitfähige, hoch fließende Zwischenlagenbeschichtung in Trockenfilmform bereitzustellen, die als ein thermisches Zwischenlagenmaterial in dem Wärme abführenden Pfad zwischen einer elektronischen Festkörpereinrichtung und einer Montageoberfläche dient.

[0010] Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Zwischenlagenmaterial bereitzustellen, das angeordnet ist, um auf eine elektronische Festkörpereinrichtung oder eine Wärmesenke als ein Film oder eine Beschichtung aufgetragen zu werden, und wobei das Zwischenlagenmaterial ein Polyorganosiloxanpfropfpolymer von Oktadezen und einem Methylsiloxanwirt in einer Mischung mit einem thermisch leitfähigen Viskositätsstabilisator aufweist.

[0011] Es ist noch ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Zwischenlagenmaterial zur Zwischenordnung in dem Wärme ableitenden Pfad zwischen einer elektronischen Festkörpereinrichtung und einer Montageoberfläche bereitzustellen, wobei das Zwischenlagenmaterial eine Mischung aus einem Polyorganosiloxanpfropfpolymer von Oktadezen und einem Methylsiloxanwirt aufweist, wobei das Pfropfpolymer einen Schmelzpunkt zwischen etwa 30°C und 90°C, vorzugsweise zwischen 30°C und 60°C, und ein mittleres Molekulargewicht zwischen ungefähr 10.000 und 20.000 aufweist.

[0012] Andere und weitere Ziele der vorliegenden Erfindung werden den Fachleuten beim Studium der folgenden Beschreibung, der angehängten Ansprüche und der beigefügten Zeichnungen deutlich werden.

IN DEN ZEICHNUNGEN

[0013] Fig. 1A ist eine teilweise geschnittene perspektivische Ansicht, die ein typisches Zwischenlagenkissen illustriert, das gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt ist und in Form einer kontinuierlichen Beschichtung vorliegt.

[0014] Fig. 1B ist eine perspektivische Ansicht ähnlich derjenigen gemäß Fig. 1A, die das Zwischenlagenkissen in einer alternativen Konfiguration bzw. Form illustriert, konkret als netzförmiges geometrisches Muster, wie beispielsweise als Punktemuster;

[0015] Fig. 2 ist eine Auftragung einer Kurve, die den Schmelzpunktbereich über der Temperatur für das bevorzugte Polyorganosiloxanpfropfpolymer wiedergibt, das in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung verwendet wird, wobei die Kurve unter Verwendung von Differentialscanningkalorimetrie erzeugt worden ist;

[0016] Fig. 3 ist eine Kurve, die den relativen Gewichtsverlust für Polyorganosiloxanpfropfpolymere, die im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung verwendet werden, und für ein übliches organisches Wachs wiedergibt;

[0017] Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht einer gepackten elektronischen Festkörpereinrichtung mit einer auf eine Oberfläche derselben aufgetragenen Beschichtung, um die Ausbildung eines thermisch leitfähigen Pfads von der Packung zu einem metallischen Wärmeableitungselement bzw. einer Wärmesenke zu erleichtern, wobei ein Teil der Beschichtung weg geschnitten und im Schnitt illustriert ist; und

[0018] Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht einer gepackten elektronischen Festkörpereinrichtung, die direkt auf eine Schaltkarte montiert ist, die einen Bereich eines thermischen Pfads aufweist, der zu einer Wärmesenke führt, wobei ein Wärmeverteiler an einem Zwischenpunkt entlang des Pfads positioniert ist, wobei die Beschichtung der vorliegenden Erfindung zwischen die Oberflächen des Wärmeverteilers und der Wärmesenke zwischengeordnet ist.

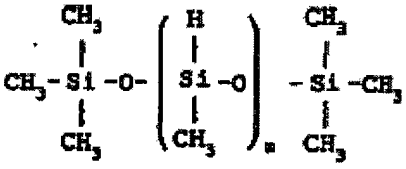
BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung wurde ein Polyorganosiloxanpfropfpolymer von Oktadezen auf einem Methylsiloxanwirt gemäß der Prozedur der nachfolgenden Synthese I zubereitet:

SYNTHESE I

[0020] Um das Polyorganosiloxanpfropfpolymer herzustellen, wurden die folgenden Operationen durchgeführt.

[0021] Um Silikonwachskomponente herzustellen, wurde eine Reaktantenmischung zubereitet unter Verwendung von 1-Oktadezen, $CH_3(CH_2)_{15}CH=CH_2$, mit Polyhydromethylsiloxan:



,

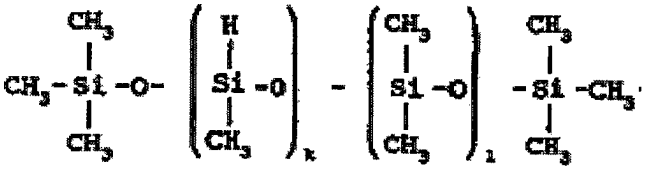
wobei "m" eine ganze Zahl mit einem Wert zwischen 38 und 40 ist, in der Anwesenheit eines Platinkatalysators. Die Reaktion wurde bei 100°C unter Umgebungsdruck durchgeführt und für eine Losgröße von 30 g für 30 min. fortgesetzt. Der Schmelzpunkt des Reaktantenprodukts war 43,8°C. Der Schmelzpunkt hängt von der nach Wunsch durchgeführten Einstellung ab, in dem entweder die organische Gruppe oder das Verhältnis des Silikongehalts zu dem organischen Gehalt verändert wird.

[0022] Andere organische Gruppen, die anstelle von 1-Oktadezen verwendet werden können, umfassen 1-Hexadezen, 1-Heptadezen, 1-Nonadezen oder ähnliche Materialien. Wie hier oben angegeben wurde, ist die organische Gruppe ein linearer Kohlenwasserstoff mit einer einzigen, terminal positionierten ungesättigten Bindung an seiner Kohlenstoffkette, der durch die Strukturformel wiedergegeben wird:

$CH_3(-CH_2-)_nCH=CH_2$,

wobei n eine ganze Zahl mit einem Wert in dem Bereich zwischen 13 und 17 ist. Solche linearen Kohlenwasserstoffe sind selbstverständlich kommerziell erhältlich und umfassen insbesondere 1-Oktadezen, wobei anzumerken ist, dass 1-Heptadezen, 1-Nonadezen und Eicosen ebenfalls verwendet werden können. Diese linearen Kohlenwasserstoffe sind sämtlich kommerziell verfügbar.

[0023] Der Silikongehalt zu dem organischen Gehalt kann auch unter Verwendung von Hydromethylsiloxan-Dimethylsiloxancopolymeren eingestellt werden, wie beispielsweise



wobei "k" und "l" ganze Zahlen sind, wobei "k" einen Wert im Bereich von 19 bis 39 hat und wobei "l" den Wert des Rests von (40 – k) hat.

[0024] Es mag als weiteres Beispiel angegeben werden, dass, wenn die Siloxankomponente höhere Mengen des Methylsiloxanradikals verwendet, es herausgefunden worden ist, dass der Schmelzpunkt unter akzeptable Niveaus abfällt. In diesem Zusammenhang fällt, wenn der Prozentsatz der Methylsiloxankomponente etwa 50 Gewichts-% übersteigt, der Schmelzpunkt unter etwa 30°C. Dies ist der Grund für die Verwendung des hier oben beschriebenen Materials.

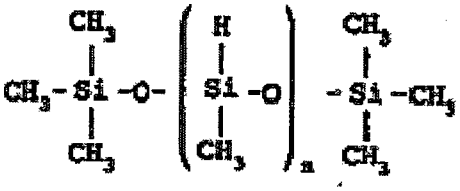
[0025] Nach dem Abschluss der oben beschriebenen Synthesereaktion wurde das Reaktantenprodukt weiter durch eine Stripoperation behandelt, um das Pfropfpolymer von den Lösungsmitteln sowie nicht reagierten Materialien zu trennen. Diese Stripoperation wurde bei 99°C unter einem Druck von 0,2 Torr (1 Torr = 133.3 Pa) durchgeführt, bis die flüchtigen Bestandteile im Wesentlichen entfernt waren. Solche Separationstechniken sind den Fachleuten selbstverständlich bekannt.

[0026] Bestimmte andere organische Silikonpolymere können bei der Ausbildung des Polyorganosiloxanpfropfpolymers verwendet werden. Zum Beispiel können Polydiethylsiloxan sowie bestimmte Arylalkylsiloxane, wie beispielsweise Phenylmethylsiloxan, verwendet werden. Unter bestimmten Umständen mögen halogenierte Alkylsiloxane, wie beispielsweise Trifluorpropylsiloxan bei bestimmten Anwendungen ebenfalls als geeignet festgestellt werden.

SYNTHESE II

[0027] Um ein alternatives Polyorganosiloxanpfropfpolymer zuzubereiten, wurden die folgenden Operationen durchgeführt.

[0028] Um die Silikonwachskomponente zuzubereiten, wurde eine Reaktantenmischung unter Verwendung von 1-Heptadezen, $CH_3(CH_2)_{14}CH=CH_2$ mit Polyhydromethylsiloxan der folgenden Strukturformel zubereitet:

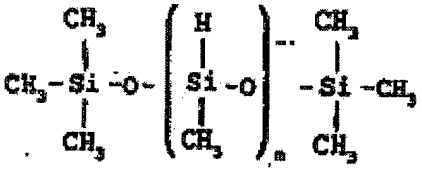


wobei "m" eine ganze Zahl mit einem Wert zwischen 38 und 40 ist, in der Anwesenheit eines Platinkatalysators. Die Reaktion wurde bei 100°C unter Umgebungsdruck durchgeführt und für eine Losgröße von 30 g für 30 min. fortgesetzt. Der Schmelzpunkt des Reaktantenprodukts war 35°C, wobei dieser Schmelzpunkt durch Ändern des Verhältnisses des Silikongehalts zu dem organischen Gehalt wie gewünscht einstellbar ist.

SYNTHESE III

[0029] Um ein alternatives Polyorganosiloxanpfropfpolymer zuzubereiten, wurden die folgenden Operationen durchgeführt.

[0030] Um die Silikonwachskomponente zuzubereiten, wurde eine Reaktantenmischung unter Verwendung von 1-Nonadezen, $CH_3(CH_2)_{16}CH=CH_2$ mit Polyhydromethylsiloxan der folgenden Strukturformel zubereitet:

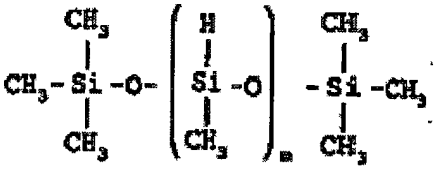


wobei "m" eine ganz Zahl mit einem Wert zwischen 38 und 40 ist, in der Anwesenheit eines Platinkatalysators. Die Reaktion wurde bei 100°C unter Umgebungsdruck durchgeführt und für eine Losgröße von 30 g für 30 min. fortgeführt. Der Schmelzpunkt des Reaktantenprodukts war 55°C, wobei dieser Schmelzpunkt durch Ändern des Verhältnisses des Silikongehalts zu dem organischen Gehalt wie gewünscht einstellbar ist.

SYNTHESE IV

[0031] Um ein alternatives Polyorganosiloxanpfropfpolymer zuzubereiten, wurden die folgenden Operationen durchgeführt.

[0032] Um die Silikonwachskomponente zuzubereiten, wurde eine Reaktantenmischung unter Verwendung von 1-Eicosen, $CH_3(CH_2)_{17}CH=CH_2$ mit Polyhydromethylsiloxan der folgenden Strukturformel zubereitet:



wobei "m" eine ganze Zahl mit einem Wert zwischen 38 und 40 ist, in der Anwesenheit eines Platinkatalysators. Die Reaktion wurde bei 100°C unter Umgebungsdruck durchgeführt und für eine Losgröße von 30 g für 30 min fortgesetzt. Der Schmelzpunkt des Reaktantenprodukts war 65°C, wobei dieser Schmelzpunkt durch Ändern des Verhältnisses des Silikongehalts zu dem organischen Gehalt wie gewünscht einstellbar ist.

[0033] Für die Zubereitung von Zwischenlagenmaterialien gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Informationen, die in dem folgenden Abschnitt zur "grundsätzlichen Formulierung" enthalten sind, informativ.

GRUNDSÄTZLICHE FORMULIERUNG

[0034] Für eine grundsätzliche Formulierung ist das Folgende typisch:

Komponente	Gewichtsanteile
Polyorganosiloxanpfropfpolymer von der Synthese I	100
Viskositätssteuerteilchen	200 bis 350.

[0035] Bei niedrigen Niveaus an oder Konzentrationen der Viskositätssteuerteilchen ist die Viskosität des Resultantenprodukts zu niedrig und das Material kann weglaufen, durchsacken und/oder abtropfen.

[0036] Wenn die Teilchen oberhalb 350 Teilen pro 100 Gewichtsanteile Harz (per hundred weight resin = PHR) eingesetzt werden, wird die Viskosität übermäßig und der Fließwiderstand steigt an, insbesondere dann, wenn sie bei besonders niedrigen oder moderaten Montagedrücken verwendet werden, während es zur selben Zeit notwendig bleibt, eingeschlossene Luft heraus zu zwingen oder aus der Zwischenlagenzone auszuschließen. Wenn Luft entlang des thermischen Pfads eingeschlossen wird, treten ein Anstieg beim thermischen Widerstand und ein hieraus resultierender Abfall in der Leistungsfähigkeit der Festkörpereinrichtung auf. Unter bestimmten Umständen können Reaktantenprodukte mit hoher Viskosität gekoppelt mit geringer Scherung verwendet werden. In solchen Fällen tritt wegen der geringen Teilchengröße zusammen mit der von diesen gebotenen großen Oberflächenfläche ein thixotroper Fluss auf, wenn Druck zusammen mit einer Scherkraft während des Zusammenbaus ausgeübt wird. Solch ein thixotropes Verhalten lässt bestimmte Materialien mit höherem Molekulargewicht geeignet bleiben.

[0037] Als weitere Beispiele zeigt die Tabelle I, unten, die Änderung beim thermischen Widerstand über den Füllstoff in PHR:

TABELLE I

Aluminiumoxid PHR	Thermischer Widerstand ("Thermal Test Die") θcS°C./Watt
200	0,2
250	0,2
300	0,2
400	0,5
500	0,8.

[0038] Der Aluminiumoxidgehalt muss in den hier spezifizierten Bereichen vorliegen, da dann, wenn der Aluminiumoxidgehalt zu hoch ist, die Fließfähigkeit beseitigt wird. Wenn der Gehalt zu gering ist, kann das Fließen zu stark werden. Bei dem oben angegebenen thermischen Test ist der verwendete Test im Stand der Technik als der "Pentiumtest" bekannt.

[0039] Um bestimmte Materialien zu formulieren, werden die folgenden Beispiele gegeben:

BEISPIEL I

[0040] 100 Teile Polyorganosiloxanpfropfpolymer, die gemäß der obigen allgemeinen Formulierung zubereitet waren, wurden mit 350 Teilen Aluminiumoxidpulver mit einer mittleren Teilchengröße von ungefähr 3 μm und mit einem Teilchengrößenbereich zwischen etwa 1 μm und 10 μm vermischt. Solche Aluminiumoxidteilchen sind kommerziell erhältlich.

[0041] Das resultierende Material war ein trockener Film mit einem Schmelzpunkt von 43°C und war in der Lage, als Zwischenlage bzw. zur Verwendung als Zwischenlage in den thermischen Pfad zwischen einer elektronischen Festkörpereinrichtungspackung und einem Chassis gehandhabt und/oder aufgeschichtet zu werden. Der thermische Widerstand wurde gemäß dem Testverfahren der Tabelle I gemessen und zu 0,2°C/Watt bestimmt.

BEISPIEL II

[0042] Das Polyorganosiloxanpfropfpolymer aus Beispiel I wurde mit 400 Teilen Aluminiumoxidpulver mit einer mittleren Partikelgröße von etwa 3 μm und mit einem Partikelgrößenbereich zwischen einem Mikrometer und 10 μm vermischt. Solche Aluminiumteilchen sind kommerziell erhältlich.

[0043] Das resultierende Material war ein trockener Film bzw. eine trockene Beschichtung mit einem Schmelzpunkt von 43°C und konnte zur Verwendung als Zwischenlage zwischen einer elektronischen Festkörpereinrichtungspackung und einem Chassis gehandhabt und/oder in Streifen geschnitten werden. Der thermische Widerstand wurde gemäß dem Verfahren von Tabelle I gemessen und zu 0,5°C/Watt bestimmt.

[0044] Die dielektrische Konstante der aus dem Beispiel 1 und 2 resultierenden Produkte wurde gemessen und zu 5 bei 1 kHz bestimmt, wobei der Volumenwiderstand 10^{10} Ohmmeter betrug.

[0045] Bestimmte Polyorganosiloxanpfropfpolymere sind aus einer Vielzahl von Quellen kommerziell erhältlich. Wenn ein kommerziell erhältliches Pfropfpolymer entweder unreagierte oder Streukomponenten enthält, kann es hilfreich sein, das Material zu behandeln, um die Anwesenheit von unreagierten Komponenten oder Verunreinigungen zu reduzieren oder zu beseitigen. Die Behandlung in einem Vakuumdestillationsapparat kann sich als hilfreich für die Entfernung von bestimmten unreagierten Komponenten und/oder Verunreinigungen erweisen.

BETRIEB DER ERFINDUNG

[0046] Wenn jetzt die Aufmerksamkeit auf **Fig. 1A** gerichtet wird, umfasst eine Montagefläche oder ein Chassis, die bzw. das allgemein mit **10** bezeichnet ist, eine metallische Montageplatte **11**, die als ein Wärmeverteiler oder eine Wärmesenke dient und auf die eine Zwischenlagenbeschichtung **12** aufgetragen worden ist. Wie zu sehen ist, ist die Beschichtung im Wesentlichen durchgängig angeordnet und vorgesehen, um eine elektronische Festkörpereinrichtung auf der oberen Oberfläche der Beschichtung anzuordnen.

[0047] Wenn jetzt die Aufmerksamkeit auf **Fig. 1B** gerichtet wird, umfasst die Teilanordnung, die allgemein

mit **15** bezeichnet ist, so wie sie in Fig. 1A vorlag, eine metallische Montageplatte **11**, auf der ein geometrisches Muster angeordnet ist, das ein Muster von Punkten, so wie der Punkte **16**–**16**, in einer netzförmigen Beschichtungsanordnung umfasst. Konkret verwendet eine netzartige Anordnung von Punkten, die als nützlich herausgefunden wurde, Punkte, die aus der Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung mit einem Durchmesser von 120 tausendstel Zoll ausgebildet sind, wobei die Punkte auf 150 tausendstel Zoll Mittelpunktabständen angeordnet sind. Die Punkte können typischerweise eine Dicke zwischen 2 und 6 tausendstel Zoll (1 tausendstel Zoll = $2{,}54 \times 10^{-3}$ cm) aufweisen, obwohl anderen Dicken und physikalische Muster ebenfalls verwendet werden können.

[0048] Wenn die Aufmerksamkeit jetzt auf Fig. 4 gerichtet wird, ist eine allgemein mit **20** bezeichnete gepackte elektronische Festkörpereinrichtung so illustriert, dass sie eine auf eine äußere Hauptfläche derselben aufgetragene Zwischenlagenbeschichtung **21** aufweist. Die Beschichtung **21** ist sowohl anhaftend als auch zusammenhängend, und sie ist gemäß der vorliegenden Erfindung formuliert. Abhängig von der Konfiguration und/oder Geometrie der Schaltung, in die die gepackte elektronische Festkörpereinrichtung eingebaut wird, kann die Beschichtung **21** eine Zwischenlage direkt zwischen der Vorrichtung und einer Wärmesenke oder alternativ zwischen der Vorrichtung und einem Wärmeverteiler ausbilden. Siehe z. B. die Anordnung in der Konfiguration, die in Fig. 5 dargestellt ist.

[0049] Wenn die Aufmerksamkeit jetzt auf die alternative Anordnung der Fig. 5 gerichtet wird, wird gesehen werden, dass die allgemein mit **30** bezeichnete Anordnung eine Leistungseinrichtung **31** aufweist, die an der Oberfläche einer leitfähigen Schaltungsschicht **32** angeordnet ist, wobei eine dielektrische Schicht **33** die leitfähige Schicht **32** trägt. Ein metallischer Wärmeverteiler ist entlang des thermischen Pfads so wie bei **34** zwischengeordnet, wobei der thermische Pfad letztlich zu einer Wärmesenke **35** führt. Das Beschichtungsmaterial der vorliegenden Erfindung ist bei **36** zwischen die Oberflächen des Wärmeverteilers **34** und der Wärmesenke **35** zwischengeordnet gezeigt. Bei dieser Anordnung wird die thermische Energie von der Leistungseinrichtung **31** zusammen mit jeglichen anderen Leistungseinrichtungen, die entlang der Oberfläche der leitfähigen Schicht **32** angeordnet sind, entlang des thermischen Pfads abgeleitet werden, der zu der Wärmesenke **35** führt und an dieser endet. Für die meisten Zwecke wird die dielektrische Schicht **33** aus einem geeigneten thermisch leitfähigen Dielektrikum hergestellt, wie zum Beispiel aus irgendeinem der wohl bekannten thermisch leitfähigen keramischen Dielektrika.

[0050] Fig. 2 ist eine Auftragung, die den Wärmefluss in Milliwatt pro Milligramm über der Temperatur bei ansteigender Temperatur zeigt und die Schmelzeigenschaften eines Polyorganosiloxanpfropfpolymers demonstriert, das gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde. Die Auftragung zeigt, dass ein im Wesentlichen vollständig geschmolzener Zustand bei etwa 46°C erreicht wird.

[0051] Fig. 3 ist eine Graphik, die einem Vergleich des Gewichtsverlusts in Prozent zwischen einem Polyorganosiloxanpfropfpolymer, das gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde, und einem organischen Wachs des Typs, der typischerweise beim Montieren von elektronischen Halbleiterfestkörpereinrichtungen verwendet wird, illustriert. Die Kurve bzw. Graphik illustriert den Gewichtsverlust, der bei verschiedenen Temperaturen in °C erreicht wird.

[0052] Von besonderem Interesse in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung ist die erwartete Lebensdauer des Materials bei verschiedenen Temperaturen zusammen mit einem Vergleich der erwarteten Lebensdauer zwischen dem Polyorganosiloxanpfropfpolymer der vorliegenden Erfindung und einem kommerziell erhältlichen organischen Wachs des Typs, der bei der Montage von elektronischen Halbleiterfestkörpereinrichtungen verwendet wird.

[0053] Tabelle II, unten, gibt die Leistungsfähigkeit einer Zwischenlagenbeschichtung, die gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt wurde, beim Aussetzen gegenüber erhöhten Temperaturen für ausgedehnte Zeiträume wieder, wobei die Lebensdauer in Stunden aufgrund der Feststellung eines 1%igen Gewichtsverlusts bestimmt ist.

[0054] Ein Reaktantenmischung für die Erzeugung eines Polyorganosiloxanpfropfpolymerreaktantenprodukts wurde gemäß Beispiel II hergestellt und als eine Beschichtung auf die Oberfläche einer Aluminiumplatte aufgetragen, wobei die Beschichtung eine Dicke von 5 tausendstel Zoll aufwies. Standardkinetikanalysen der thermischen Gewichtsverlustdaten, wobei die Analysen unter Verwendung standarisierter Kinetiken der thermischen Gewichtsverlustdaten von der thermischen gravimetrischen Analyse des in Fig. 3 gezeigten Typs durchgeführt wurden, zeigten, dass sich das organische Wachs bei einer niedrigeren Temperatur als das Pfropfpolymer zersetzt. Um die Leistungsfähigkeit auszuwerten, wurden drei verschiedene Steigungsraten

verwendet, die von 5°C/min bis 20°C/min variierten, wobei die konkreten Raten 5°C/min, 10°C/min und 20°C/min waren. Die Leistungsfähigkeit dieses Materials, wenn es erhöhten Temperaturen ausgesetzt ist, ist in der Tabelle II, unten, dargestellt:

TABELLE II
ABGESCHÄTZTE LEBENSDAUER GEGENÜBER DER TEMPERATUR

Temperatur °C	Lebensdauer in Stunden basierend auf 1% Gewichtsverlust
50.0	1,57E + 14
100.0	7,66E + 9
150.0	3,91E + 6
200.0	9920.

[0055] Ein Vergleich wurde mit einem organischen Wachs des Typs durchgeführt, das allgemein als Zwischenlage für elektronische Festkörpereinrichtungen verwendet wird, wobei das Material als eine Beschichtung auf einer Aluminiumplatte verwendet wurde und wobei die Beschichtung eine Dicke von 5 tausendstel Zoll hatte. Um die Leistungsfähigkeit auszuwerten, wurden drei unterschiedliche Steigungsraten verwendet, die von 5°C/min bis 20°C/min variierten, wobei die konkreten Raten 5°C/min, 10°C/min und 20°C/min waren. Die thermische Leistungsfähigkeit, die die abgeschätzte Lebensdauer gegenüber der Temperatur anzeigt, ist in Tabelle III, unten angegeben:

TABELLE III
ABGESCHÄTZTE LEBENSDAUER GEGENÜBER DER TEMPERATUR

Temperatur °C	Lebensdauer in Stunden basierend auf 1% Gewichtsverlust
50.0	0,461
100.0	0,199
150.0	0,105
200.0	0,0633.

[0056] Zu der Stabilität des Materials der vorliegenden Erfindung kann unterstellt werden, dass sie von den Tabellen II und III enthaltenen Daten angezeigt wird. Wenn das Produkt für die Verwendung in einer oxidativen Atmosphäre oder Umgebung aufzutragen ist, kann die thermische Stabilität durch die Verwendung eines Antioxidationsmittels verbessert werden, wie beispielsweise Tetrakis [Methylen-(3,5-di-terp-butyl-4-hydroxyhydrozinnamat)]. Solche Antioxidationsmittel sind unter der Codebezeichnung "Irganox 1010" von Ciba Geigy Corp. in Ardsley, NY, kommerziell erhältlich.

[0057] Es wird erkannt werden, dass die hier oben gegebenen Beispiele nur illustrativ sind.

Patentansprüche

1. Zwischenlagenmaterial, die zur Zwischenanordnung längs eines Wärme ableitenden Pfads zwischen einer elektronischen Festkörpereinrichtung und einer Wärmesenkenoberfläche geeignet ist, mit:
a) einem thermisch stabilen Wachs, das ein Polyorganosiloxanpfropfpolymer eines Methylsiloxanwirts und eines linearen Kohlenwasserstoffs aufweist, wobei der lineare Kohlenwasserstoff eine einzelne terminal positionierte ungesättigte Bindung aufweist und durch die folgende Strukturformel wiedergegeben wird:

$CH_3(-CH_2-)_nCH=CH_2$

wobei "n" eine ganze Zahl im Bereich zwischen 13 und 16 ist und wobei das Pfropfpolymer einen Schmelzpunkt zwischen etwa 30°C und 90°C und ein mittleres Molekulargewicht zwischen etwa 10.000 und 20.000 aufweist und im Wesentlichen frei von Lösungsmitteln ist; und
b) einem thermisch leitfähigen festteilchenförmigen Viskositätsstabilisator, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Aluminiumoxid, Bor, Nitrid, Graphit, Silikonkarbid, Diamant, Metallpulvern und Mischungen davon besteht, wobei der Viskositätsstabilisator eine mittlere Teilchengröße von weniger als etwa 25 Mikrometer aufweist und wobei das Zwischenlagenmaterial zwischen etwa 15 und 25% Polyorganosiloxanpfropfpolymer aufweist, wobei der Rest thermisch leitfähiger Viskositätsstabilisator ist.

2. Zwischenlagenmaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Pfropfpolymer einen

Schmelzpunkt zwischen 30 und 60°C aufweist.

3. Elektronische Festkörpereinrichtung, Wärmesenke und thermisch leitfähige Beschichtung, die entlang eines thermischen Pfads angeordnet ist, welcher sich von mindestens einer Oberfläche der elektronischen Festkörpereinrichtung zu der Wärmsenke erstreckt, wobei der thermische Pfad eine anpassende Zwischenlage aufweist, um mindestens einen Teil des thermisch leitfähigen Pfads zwischen der elektronischen Festkörpereinrichtung und der Wärmesenke auszubilden, wobei die anpassende Zwischenlage besteht aus:
a) einem thermisch stabilen Wachs, das ein Polyorganosiloxanpfropfpolymer eines Methylsiloxanwirts und eines linearen Kohlenwasserstoffs aufweist, wobei der lineare Kohlenwasserstoff eine einzelne terminal positionierte ungesättigte Bindung aufweist und durch die folgende Strukturformel wiedergegeben wird:

$CH_3(-CH_2-)_nCH=CH_2$

wobei "n" eine ganze Zahl im Bereich zwischen 13 und 16 ist und wobei das Pfropfpolymer einen Schmelzpunkt zwischen etwa 30°C und 90°C und ein mittleres Molekulargewicht zwischen etwa 10.000 und 20.000 aufweist und im Wesentlichen frei von Lösungsmitteln ist; und
b) einem thermisch leitfähigen festteilchenförmigen Viskositätsstabilisator, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Aluminiumoxid, Bor, Nitrid, Graphit, Silikonkarbid, Diamant, Metallpulvern und Mischungen davon besteht, wobei der Viskositätsstabilisator eine mittlere Teilchengröße von weniger als etwa 25 Mikrometer aufweist und wobei das Zwischenlagenmaterial zwischen etwa 15 und 25% Polyorganosiloxanpfropfpolymer aufweist, wobei der Rest thermisch leitfähiger Viskositätsstabilisator ist.

4. Struktur nach Anspruch 3, die insbesondere dadurch gekennzeichnet ist, dass das Pfropfpolymer einen Schmelzpunkt zwischen 40 und 45°C aufweist.

5. Struktur nach Anspruch 3, die insbesondere dadurch gekennzeichnet ist, dass die lineare Kohlenwasserstoffkomponente des Pfropfpolymers Oktadezen ist und dass das Pfropfpolymer ein Molekulargewicht zwischen 11.500 und 12.000 aufweist.

6. Kompakte Festkörpereinrichtung, Wärmesenke und Wärmeverteileinrichtung in Form eines thermisch leitfähigen metallischen Kissens, das entlang eines thermischen Pfads zwischen der kompakten elektronischen Festkörpereinrichtung und der Wärmesenke angeordnet ist, wobei die Wärmeverteileinrichtung eine thermisch leitfähige Beschichtung aufweist, die entlang mindestens einer Oberfläche derselben angeordnet ist und eine anpassende Zwischenlage zum Ausbilden eines thermisch leitfähigen Pfads zwischen der kompakten elektronischen Festkörpereinrichtung und der Wärmesenke ausbildet, wobei die anpassende Zwischenlage im wesentlichen besteht aus:

$CH_3(-CH_2-)_nCH=CH_2$

wobei "n" eine ganze Zahl im Bereich zwischen 13 und 16 ist und wobei das Pfropfpolymer einen Schmelzpunkt zwischen etwa 30°C und 90°C und ein mittleres Molekulargewicht zwischen etwa 10.000 und 20.000 aufweist und im Wesentlichen frei von Lösungsmitteln ist; und
b) einem thermisch leitfähigen festteilchenförmigen Viskositätsstabilisator, der aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus Aluminiumoxid, Bor, Nitrid, Graphit, Silikonkarbid, Diamant, Metallpulvern und Mischungen davon besteht, wobei der Viskositätsstabilisator eine mittlere Teilchengröße von weniger als etwa 25 Mikrometer aufweist und wobei das Zwischenlagenmaterial zwischen etwa 15 und 25% Polyorganosiloxanpfropfpolymer aufweist, wobei der Rest thermisch leitfähiger Viskositätsstabilisator ist.

7. Struktur nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Pfropfpolymer einen Schmelzpunkt zwischen 40 und 45°C aufweist.

8. Zwischenlagenmaterial nach Anspruch 1 oder Struktur nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die lineare Kohlenwasserstoffverbindung des Pfropfpolymers Oktadezen ist, und dass das Pfropfpolymer ein Molekulargewicht zwischen etwa 11.500 und 12.500 aufweist.

9. Zwischenlagenmaterial nach Anspruch 1 oder Struktur nach Anspruch 3 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der lineare Kohlenwasserstoff 1-Oktadezen ist.

10. Zwischenlagenmaterial oder Struktur nach Anspruch 9, wie er abhängig entweder von Anspruch 1 oder Anspruch 3 ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Pfropfpolymer ein zahlgemitteltes Molekulargewicht zwi-

schen 11.500 und 12.500 aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

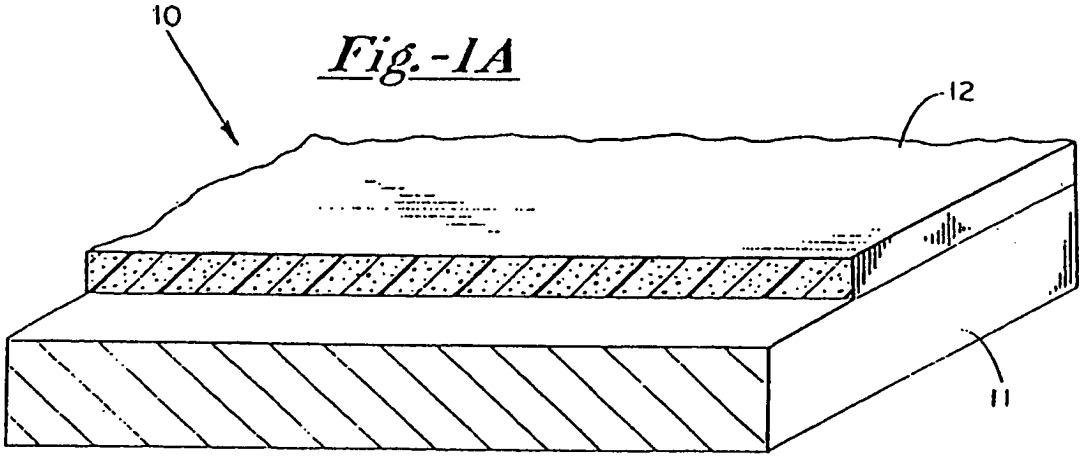


Fig.-1A

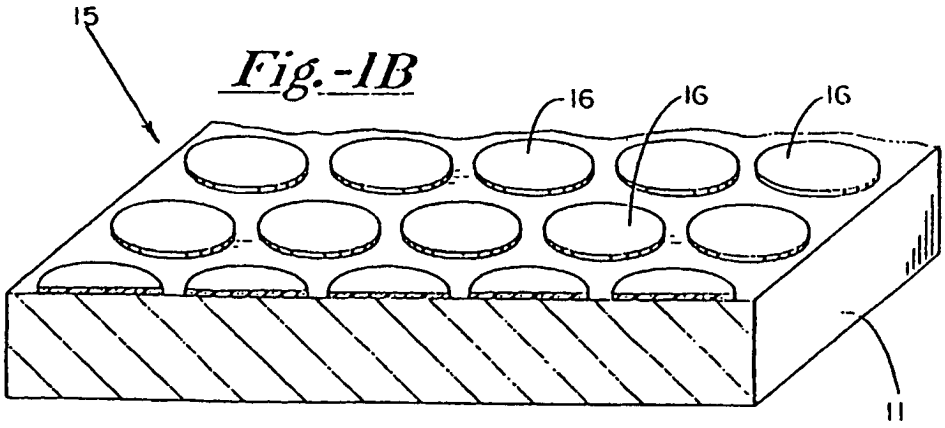


Fig.-1B

Fig.-2

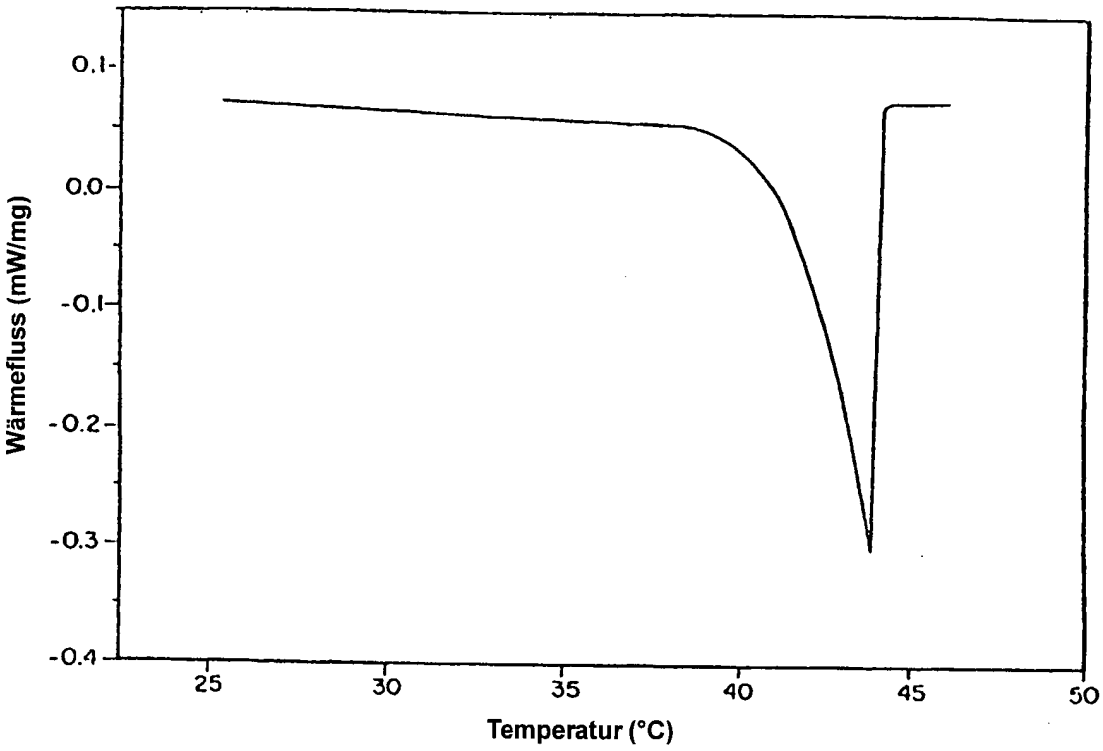

0.1
0.0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
Wärmefluss (mW/mg)
25
30
35
40
45
50
Temperatur (°C)

Fig.-3

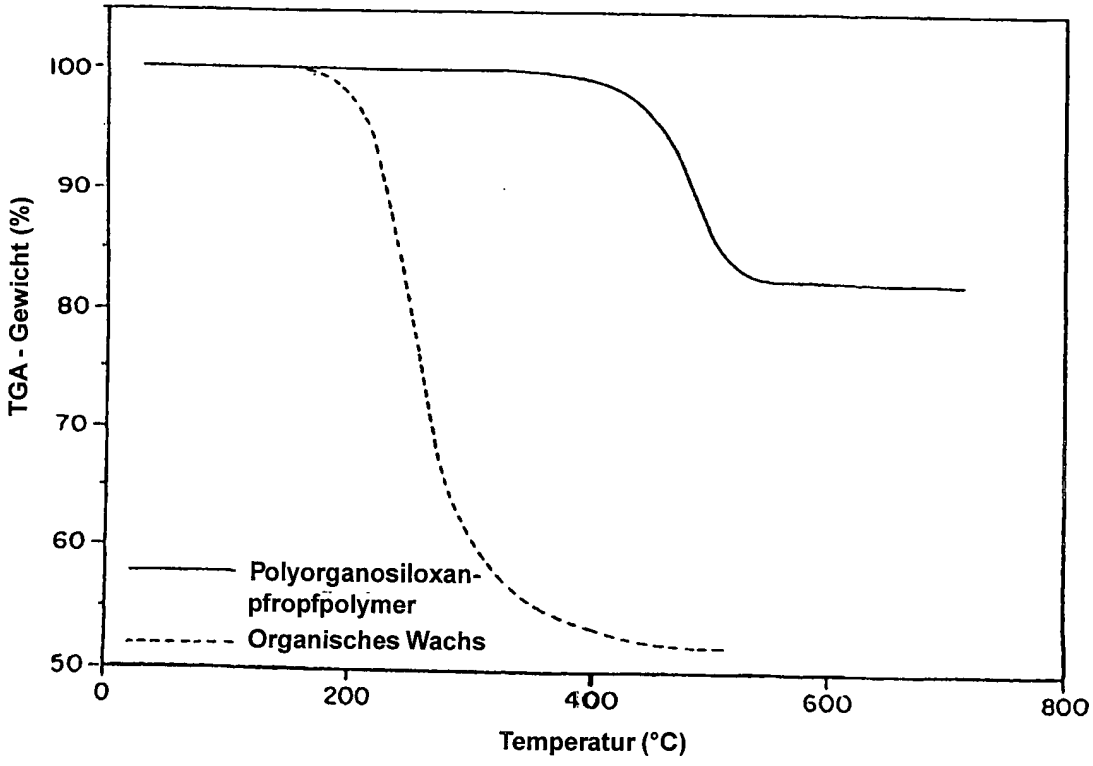

100
90
80
70
60
50
TGA - Gewicht (%)
0
200
400
600
800
Temperatur (°C)
Polyorganosiloxan-pfropfpolymer
Organisches Wachs

Fig.-4

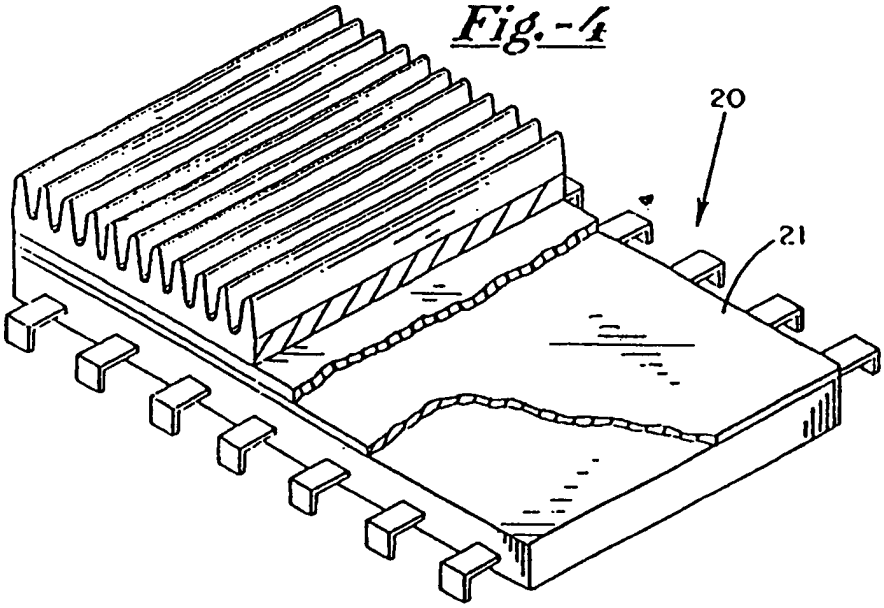


Fig.-5

