(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 005 493 T2** 2007.11.29

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 692 219 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 005 493.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2004/030818**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 784 621.7**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2005/047378**
(86) PCT-Anmeldetag: **16.09.2004**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **26.05.2005**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.08.2006**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **21.03.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.11.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***C08K 3/00*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
517448 P **05.11.2003** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(73) Patentinhaber:
Dow Corning Corp., Midland, Mich., US

(74) Vertreter:
Fleischer, Godemeyer, Kierdorf & Partner, Patentanwälte, 51429 Bergisch Gladbach

(72) Erfinder:
LIN, Zuchen, Midland, MI 48642, US; ZHANG, Shizhong, Midland, MI 48642, US; FISHER, Mark, Midland, MI 48640, US

(54) Bezeichnung: **WÄRMELEITFÄHIGES SCHMIERFETT UND VERFAHREN UND VORRICHTUNGEN, BEI DENEN DAS SCHMIERFETT VERWENDET WIRD**

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

VERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Diese Anmeldung beansprucht gemäß 35 U.S.C. § 119(e) die Priorität der provisorischen U.S. Patentanmeldung mit der Seriennummer 60/517,448, die am 5. November 2003 angemeldet wurde.

GEBIET DER ERFINDUNG

[0002] Diese Erfindung betrifft einen thermisch leitfähigen Schmierstoff („Technisches Fett"), Verfahren zur Herstellung und Verwendung des „Technischen Fetts" und Vorrichtungen, die das „Technische Fett" enthalten. Insbesondere betrifft diese Erfindung ein „Technisches Fett", das ein Organopolysiloxan mit einer Viskosität von kleiner als 50 cSt (mm^2/s) bei 25 °C und einen thermisch leitfähigen Füllstoff enthält. Das „Technische Fett" kann als ein thermisches Grenzflächenmaterial („TGM") verwendet werden. Für ein auf dem Gebiet bekanntes TGM, siehe zum Beispiel EP A1 352 947.

HINTERGRUND

[0003] Elektronische Komponenten wie Halbleiter, Transistoren, integrierte Schaltungen (IS), diskrete Bauteile und andere auf dem Gebiet bekannte Bauteile sind in einer Weise konstruiert, um bei einer normalen Betriebstemperatur oder innerhalb eines normalen Bereiches einer Betriebstemperatur zu arbeiten. Jedoch generiert der Betrieb einer elektronischen Komponente Wärme. Wenn nicht ausreichend Wärme abgeführt wird, wird die elektronische Komponente bei einer Temperatur deutlich über ihrer normalen Arbeitstemperatur betrieben werden. Übermäßige Temperaturen können die Leistungsfähigkeit der elektronischen Komponente und den Betrieb der damit verbundenen Vorrichtung nachteilig beeinträchtigen und die mittlere Zeit zwischen Fehlern negativ beeinflussen.

[0004] Um diese Probleme zu vermeiden, kann Wärme durch Wärmeleitung von der elektronischen Komponente hin zu einer Wärmesenke abgeleitet werden. Die Wärmesenke kann durch jegliche praktische Mittel wie Konvektions- oder Strahlungstechniken gekühlt werden. Während der Wärmeleitung kann die Wärme von der elektronischen Komponente auf die Wärmesenke durch Oberflächenkontakt zwischen der elektronischen Komponente und der Wärmesenke oder durch den Kontakt der elektronischen Komponente und der Wärmesenke mit einem TGM übertragen werden. Je niedriger die thermische Impedanz (der Wärmewiderstand) des Mediums ist, desto größer ist der Fluss der Wärme von der elektronischen Komponente zu der Wärmesenke.

[0005] Die Oberflächen der elektronischen Komponente und der Wärmesenke sind üblicherweise nicht vollständig glatt. Daher ist es schwierig, einen vollständigen Kontakt zwischen den Oberflächen zu erreichen. Lufträume, die schlechte Wärmeleiter sind, erscheinen zwischen den Oberflächen und erhöhen die Impendanz. Diese Räume können durch das Einfügen eines TGM zwischen den Oberflächen gefüllt werden. Daher gibt es weiterhin einen Bedarf an geeigneten thermischen Grenzflächenmaterialien.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Diese Erfindung betrifft ein thermisch leitfähiges „Technisches Fett", enthaltend:
(A) ein Polyorganosiloxan mit einer Viskosität von kleiner als 50 centiStoke (mm^2/s) und (B) einen thermisch leitfähigen Füllstoff. Diese Erfindung betrifft weiterhin Verfahren und Vorrichtungen, in denen das „Technische Fett" verwendet werden kann.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0007] Alle Mengenangaben, Verhältnisangaben und Prozentangaben sind nach Gewicht, es sei denn, dieses wird anderweitig ausgedrückt. Das Folgende ist eine Liste von Definitionen, wie sie hierin verwendet werden.

Definitionen und Verwendung von Begriffen

[0008] „Ein" und „eine" bedeuten jeweils ein(e) oder mehrere. „Bluten" bedeutet die Tendenz von Siloxanspezies, aus einem „Technischen Fett" auf eine Oberfläche zu wandern, auf die das „Technische Fett" aufgetragen wird. „Kombination" bedeutet zwei oder mehr Gegenstände, die durch irgendein Verfahren zusammengestellt werden. Die Abkürzung „cSt" bedeutet centiStoke. „Siloxan" und „Silicon" werden hierin synonym verwendet. „Substituiert" bedeutet, dass ein oder mehrere Wasserstoffatome, die an einen Kohlenstoff gebunden sind, durch einen anderen Substituenten ersetzt wurden. „Oberflächenbehandelt" bedeutet, dass alle oder ein Teil der reaktiven Gruppen auf einem Teilchen mit irgendeinem konventionellen chemischen oder nicht reaktiven Mittel nicht reaktiv gemacht wurden. Die Abkürzung „W/mK" bedeutet Watt pro Meter Kelvin.

Zusammensetzung

[0009] Diese Erfindung betrifft ein „Technisches Fett", enthaltend:

(A) 2 bis 50 Gew.-% eines Polyorganosiloxans, wobei Bestandteil (A) eine Viskosität von kleiner als 50 centiStoke (mm^2/s) hat und Bestandteil (A) frei von Hydroxylgruppen ist, und

(B) 50 bis 98 Gew.-% eines thermisch leitfähigen Füllstoffs, wobei das „Technische Fett" frei von Si-

liciumdioxid ist.

Polyorganosiloxan

[0010] Bestandteil (A) ist ein Polyorganosiloxan mit einer Viskosität von kleiner als 50 cSt (mm^2/s) oder alternativ dazu 1 bis 47 cSt (mm^2/s). Bestandteil (A) kann inert sein, so dass der Bestandteil (A) mit der Zeit nicht reagiert oder sich in der Viskosität erhöht, wenn er in dem „Technischen Fett" verwendet wird. Der Bestandteil (A) kann frei von reaktiven Gruppen wie Hydroxylgruppen sein. „Frei von reaktiven Gruppen" bedeutet, dass weniger als 0,01 Gew.-% der Polyorganosiloxanspezies reaktive Gruppen enthalten. „Frei von Siliciumdioxid" bedeutet, dass das „Technische Fett" weniger Siliciumdioxid als eine Menge enthält, die ausreicht, um ein Ausbluten zu eliminieren. Der Bestandteil (A) kann eine lineare, verzweigte oder zyklische Struktur aufweisen. Der Bestandteil (A) kann ein einzelnes Polyorganosiloxan oder eine Kombination sein, die zwei oder mehr Polyorganosiloxane enthält, die sich in wenigstens einer der folgenden Eigenschaften unterscheiden: Struktur, Viskosität, mittleres Molekulargewicht, Siloxaneinheiten und Sequenz.

[0011] Der Bestandteil (A) kann die allgemeine Formel: $R_mSiO_{(4-m)/2}$ aufweisen, worin jedes R unabhängig voneinander eine organische Gruppe darstellt und m gleich 1,8 bis 2,3 ist. R wird beispielhaft durch substituierte und nicht substituierte einbindige Kohlenwasserstoffgruppen, die 1 bis 30 Kohlenstoffatome enthalten, stickstoffhaltige Gruppen, polyetherhaltige Gruppen und epoxyhaltige Gruppen dargestellt. Beispiele von nicht substituierten einbindigen Kohlenwasserstoffgruppen umfassen Alkylgruppen wie Methyl, Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl und Decyl sowie aromatische Gruppen wie Phenyl, Tolyl und Xylyl. Beispiele von substituierten einbindigen Kohlenwasserstoffgruppen umfassen halogenierte Kohlenwasserstoffgruppen wie 3,3,3-Trifluorpropyl und Chlormethyl und cyanofunktionelle Gruppen wie Cyanoethyl und Cyanopropyl.

[0012] Der Bestandteil (A) kann eine Struktur aufweisen, die aus den Folgenden ausgewählt ist:

(a) $R^1{}_3SiO(R^1{}_2SiO)_\alpha(R^1R^2SiO)_\beta SiR^1{}_3$,

(b) $R^3{}_2R^4SiO(R^3{}_2SiO)_\lambda(R^3R^4SiO)_\delta SiR^3{}_2R^4$ oder

(c) eine Kombination derselben.

[0013] In den oben genannten Formeln ist jedes R^1 unabhängig voneinander eine einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder alternativ dazu mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen. Jedes R^2 ist unabhängig voneinander eine einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen oder alternativ dazu mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen. Jedes R^3 ist unabhängig voneinander eine einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder alternativ dazu mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen. Jedes R^4 ist unabhängig voneinander eine einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen oder alternativ dazu mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen. Die tiefgestellten Indizes α, β, λ und δ haben Werte, so dass die Viskosität des Bestandteils (A) kleiner als 50 cSt (mm^2/s) bei 25 °C ist.

[0014] Verfahren zur Herstellung von Polyorganosiloxanen, die zur Verwendung als Bestandteil (A) geeignet sind, wie die Hydrolyse und Kondensation der entsprechenden Organohalogensilane oder die Äquilibrierung von zyklischen Polydiorganosiloxanen sind auf dem Gebiet wohlbekannt.

Thermisch leitfähiger Füllstoff

[0015] Der Bestandteil (B) ist ein thermisch leitfähiger Füllstoff. Die Menge des Bestandteils (B) in dem „Technischen Fett" hängt von einer Reihe von Faktoren einschließlich des für den Bestandteil (A) gewählten Polyorganosiloxans und dem für den Bestandteil (B) gewählten Füllstoff ab. Die Menge des Bestandteils (B) kann 50 bis 98 Gew.-% bezogen auf das Gewicht des „Technischen Fetts" sein.

[0016] Der Bestandteil (B) kann sowohl thermisch leitfähig wie auch elektrisch leitfähig sein. Alternativ dazu kann der Bestandteil (B) thermisch leitfähig und elektrisch isolierend sein. Geeignete thermisch leitfähige Füllstoffe für den Bestandteil (B) umfassen Metallteilchen, Metalloxidteilchen und Kombinationen derselben. Geeignete thermisch leitfähige Füllstoffe für den Bestandteil (B) werden beispielhaft durch Aluminiumoxid, Bariumtitanat, Berylliumoxid, Bornitrid, Diamant, Graphit, Magnesiumoxid, teilchenförmiges Metall wie Kupfer, Gold, Nickel und Silber, Siliciumcarbid, Wolframcarbid, Zinkoxid und Kombinationen derselben dargestellt. Alternativ dazu wird der Bestandteil (B) beispielhaft durch Aluminiumoxid, Bornitrid, Siliciumcarbid, Zinkoxid und Kombinationen derselben dargestellt. Alternativ dazu kann der Bestandteil (B) ein Metallteilchen mit einer Lage aus einem leitenden Material (das nicht das Metall ist) auf seiner Oberfläche umfassen. Zum Beispiel kann der Bestandteil (B) einen metallischen Füllstoff mit einer Metalloxidschicht auf der Oberfläche des Füllstoffes enthalten, z. B. einen Aluminiumfüllstoff mit einer Aluminiumoxidschicht auf der Oberfläche des Aluminiumfüllstoffes. Bedingt durch die reaktive Natur des Aluminiumnitrids kann das „Technische Fett" frei von Aluminiumnitrid sein.

[0017] Thermisch leitfähige Füllstoffe sind auf dem Gebiet bekannt und kommerziell verfügbar, siehe zum Beispiel das U.S. Patent 6,169,142 (Spalte 4, Zeilen 7-33). Zum Beispiel sind CB-A20S und A1-43-Me Füllstoffe aus Aluminiumoxid mit unterschiedlichen Teilchengrößen, die kommerziell von Showa-Denko verfügbar sind, und AA-04, AA-2 und AA18 sind Füllstoffe aus Aluminiumoxid, die kommer-

ziell von der Sumitomo Chemical Company verfügbar sind. Zinkoxid wie das Zinkoxid 205XL ist kommerziell von U.S. Zinc verfügbar.

[0018] Füllstoffe aus Silber sind kommerziell von der Metalor Technologies U.S.A. Corp. of Attleboro, Massachusetts, U.S.A., verfügbar.

[0019] Die Form der thermisch leitfähigen Füllstoffteilchen ist nicht sonderlich beschränkt. Jedoch können gerundete oder kugelförmige Teilchen die Viskosität daran hindern, auf eine unerwünschte Größe bei einer hohen Beladung des thermisch leitfähigen Füllstoffes in das „Technische Fett" anzusteigen.

[0020] Der Bestandteil (B) kann ein einzelner thermisch leitfähiger Füllstoff oder eine Kombination von zwei oder mehreren thermisch leitfähigen Füllstoffen sein, die sich in wenigstens einer der folgenden Eigenschaften unterscheiden: Teilchenform, mittlere Teilchengröße und Verteilung der Teilchengröße. Zum Beispiel kann es wünschenswert sein, ein erstes Aluminiumoxid mit einer größeren mittleren Teilchengröße mit einem zweiten Aluminiumoxid mit einer kleineren mittleren Teilchengröße in einem Verhältnis zu kombinieren, das der dichtesten Packung der theoretischen Verteilungskurve entspricht. Dies verbessert die Packungseffizienz und kann die Viskosität verringern und die Wärmeübertragung verbessern. Alternativ dazu kann es wünschenswert sein, zum Beispiel ein Aluminiumoxid mit einer größeren mittleren Teilchengröße mit einem Zinkoxid mit einer kleineren mittleren Teilchengröße zu kombinieren.

[0021] Die durchschnittliche Teilchengröße des thermisch leitfähigen Füllstoffes wird von verschiedenen Faktoren abhängen, einschließlich der Art des für den Bestandteil (B) gewählten thermisch leitfähigen Füllstoffes und der exakten zu dem „Technischen Fett" hinzu gegebenen Menge. Jedoch kann der thermisch leitfähige Füllstoff eine mittlere Teilchengröße von 0,2 bis 80 Mikrometer oder alternativ dazu von 2 bis 50 Mikrometer aufweisen.

[0022] Der thermisch leitfähige Füllstoff für den Bestandteil (B) kann optional oberflächenbehandelt sein. Behandlungsmittel und Behandlungsverfahren sind auf dem Gebiet bekannt, siehe zum Beispiel das U.S. Patent 6,169,142 (Spalte 4, Zeile 42 bis Spalte 5, Zeile 2) und das U.S. Patent 6,136,758. Das „Technische Fett" kann 0,05 % bis 10 % oder alternativ dazu 0,05 % bis 5 % oder alternativ dazu 0,05 % bis 0,5 % eines Bestandteils (C), d.h. eines Behandlungsmittels, enthalten.

[0023] Das Behandlungsmittel kann ein Alkoxysilan mit der Formel: $R^5_xSiO(OR^6)_{(4-x)}$, sein, worin x gleich 1, 2 oder 3 ist oder alternativ dazu x gleich 3 ist. R^5 ist eine substituierte oder unsubstituierte einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 50 Kohlenstoffatomen oder alternativ dazu mit 8 bis 30 Kohlenstoffatomen oder alternativ dazu mit 8 bis 18 Kohlenstoffatomen. R^5 wird beispielhaft durch Alkylgruppen wie Hexyl, Octyl, Dodecyl, Tetradecyl, Hexadecyl und Octadecyl sowie aromatische Gruppen wie Benzyl und Phenylethyl dargestellt. R^5 kann gesättigt oder ungesättigt, verzweigt oder unverzweigt und unsubstituiert sein. R^5 kann gesättigt, unverzweigt und unsubstituiert sein.

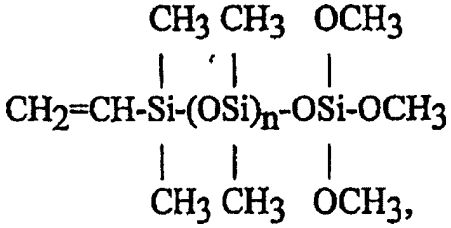
[0024] R^6 ist eine unsubstituierte gesättigte Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen oder alternativ dazu mit 1 bis 2 Kohlenstoffatomen. Die Komponente (C) wird beispielhaft durch Hexyltrimethoxysilan, Octyltriethoxysilan, Decyltrimethoxysilan, Dodecyltrimethoxysilan, Tetradecyltrimethoxysilan, Phenylethyltrimethoxysilan, Octadecyltrimethoxysilan, Octadecyltriethoxysilan und Kombinationen derselben dargestellt.

[0025] Alkoxyfunktionelle Oligosiloxane können auch als Behandlungsmittel verwendet werden. Alkoxyfunktionelle Oligosiloxane und Verfahren zu deren Herstellung sind auf dem Gebiet bekannt, siehe zum Beispiel EP 1 101 167 A2. Zum Beispiel umfassen geeignete alkoxyfunktionelle Oligosiloxane solche der Formel $(R^6O)_aSi(OSiR^7_2R^8)_{4-a}$. In dieser Formel ist a gleich 1, 2 oder 3 oder alternativ dazu ist a gleich 3. Jedes R^6 kann eine Alyklgruppe sein. Jedes R^7 kann unabhängig aus ungesättigten einbindigen Kohlenwasserstoffgruppen mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen ausgewählt werden. Jedes R^8 kann eine ungesättigte einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit wenigstens 10 Kohlenstoffatomen sein.

[0026] Füllstoffe aus Metal können mit Alkylthiolen wie Octadecylmercaptan, Fettsäuren wie Ölsäure und Stearinsäure und einer Kombination derselben behandelt werden.

[0027] Behandlungsmittel für Aluminiumoxid umfassen alkoxysilylfunktionelle Alkylmethylpolysiloxane (z. B. ein Kondensat der Teilhydrolyse von $R^9_bR^{10}_cSi(OR^{11})_{(4-b-c)}$ oder Kondensate einer Cohydroloyse oder Mischungen) und ähnliche Materialien, bei denen die hydrolysierbare Gruppe Silazan, Acyloxy oder Oximo wäre. In allen von diesen Verbindungen ist eine Gruppe, die an Si gebunden ist, wie R^9 in der oben genannten Formel, ein langkettiger ungesättigter einbindiger Kohlenwasserstoff oder ein einbindiger aromatischfunktioneller Kohlenwasserstoff. R^{10} ist eine einbindige Kohlenwasserstoffgruppe und R^{11} ist eine einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen. In der oben genannten Formel ist b gleich 1, 2 oder 3 und c ist gleich 0, 1 oder 2 und zwar unter der Voraussetzung, dass b + c gleich 1, 2 oder 3 ist. Ein Fachmann auf dem Gebiet könnte eine spezifische Behandlung zur Unterstützung der Dispersion des Füllstoffes ohne übermäßiges Experimentieren optimieren.

[0028] Andere Behandlungsmittel für Füllstoffe umfassen alkenylfunktionelle Polyorganosiloxane. Geeignete alkenylfunktionelle Polyorganosiloxane umfassen, sind aber nicht eingeschränkt auf:



worin n einen Wert bis zu 1500 aufweist.

Andere optionale Bestandteile

[0029] Der optionale Bestandteil (D) ist ein Antioxidans. Der Bestandteil (D) kann jegliches Antioxidans enthalten, das üblicherweise in Plastikmaterialien wie Polypropylen verwendet wird. Der Bestandteil (D) kann zu dem „Technischen Fett" in einer Menge von 0,001 % bis 1 % hinzu gegeben werden.

[0030] Geeignete Antioxidantien sind auf dem Gebiet bekannt und kommerziell verfügbar. Geeignete Antioxidantien umfassen phenolische Antioxidantien und Kombinationen von phenolischen Antioxidantien mit Stabilisatoren. Phenolische Antioxidantien umfassen vollständig sterisch gehinderte Phenole und teilweise gehinderte Phenole. Stabilisatoren umfassen Organophosphorderivate wie trivalente Organophosphorverbindungen, Phosphite, Phosphonate und eine Kombination derselben; thiosynergistische Verbindungen wie Organoschwefelverbindungen einschließlich Sulfide, Dialkyldithiocarbamate, Dithiodipropionate und eine Kombination derselben; sowie sterisch gehinderte Amine wie Tetramethylpiperidinderivate. Geeignete Antioxidantien und Stabilisatoren werden in Zweifel, Hans, „Effect of Stabilization of Polypropylene During Processing and Its Influence an Long-Term Behavior under Thermal Stress", Polymer Durability, Ciba-Geigy AG, Additives Division, CH-4002 Basel, Schweiz, American Chemical Society, Bd. 25, S. 375–396, 1996.

[0031] Geeignete phenolische Antioxidantien umfassen Vitamin E und IRGANOX® 1010 von Ciba Specialty Chemicals, U.S.A. IRGANOX® 1010 enthält Pentaerythrioltetrakis(3-(3,5-di-t-butyl-4-hydroxyphenyl)propionate).

[0032] Der optionale Bestandteil (E) ist ein Trägerstoff wie ein Lösungsmittel oder Verdünnungsmittel. Der Bestandteil (E) kann während der Herstellung des „Technischen Fetts" hinzu gegeben werden, um zum Beispiel die Vermischung und Verarbeitung zu unterstützen. Der gesamte oder ein Teil des Bestandteils (E) kann optional entfernt werden, nachdem das „Technische Fett" hergestellt wurde.

[0033] Der optionale Bestandteil (F) ist ein Benetzungsmittel. Geeignete Benetzungsmittel umfassen anionische, kationische und nicht ionische Tenside, von denen auf dem Gebiet bekannt ist, dass sie als Benetzungsmittel wirken. Anionische Benetzungsmittel werden beispielhaft durch TERGITOL® Nr. 7 dargestellt, kationische Benetzungsmittel werden beispielhaft durch TRITON® X-100 dargestellt und nicht ionische Benetzungsmittel werden beispielhaft durch TERGITOL® Nr. 27 dargestellt.

[0034] Der optionale Bestandteil (G) ist ein Entschäumer.

[0035] Der optionale Bestandteil (H) ist ein Pigment. Beispiele von geeigneten Pigmenten umfassen Stan-Tone 50SP01 Green (das kommerziell von PolyOne verfügbar ist) und Ruß wie Shawinigan Acetylene black, das kommerziell von der Chevron Phillips Chemical Company LP verfügbar ist.

[0036] Der optionale Bestandteil (I) ist ein Brandverzögerer.

[0037] Der optionale Bestandteil (J) ist eine „Spacer-Substanz". „Spacer-Substanzen" umfassen organische Teilchen, anorganische Teilchen oder eine Kombination derselben. „Spacer-Substanzen" können thermisch leitfähig, elektrisch leitfähig oder beides sein. „Spacer-Substanzen" können eine Teilchengröße von 25 Mikrometer bis 250 Mikrometer aufweisen. Spacer können monodisperse Kügelchen enthalten. Die Menge des Bestandteils (J) hängt von einer Reihe von Faktoren einschließlich der Verteilung der Teilchen, des während des Einbringens aufgetragenen Drucks und der Temperatur während des Einbringens ab. Das „Technische Fett" kann bis zu 15 % oder alternativ zu bis zu 5 % des Bestandteils (J) enthalten, der zusätzlich zu oder anstelle eines Teils des Bestandteils (B) hinzu gegeben wird.

[0038] Der optionale Bestandteil (K) ist ein niedrig schmelzendes Metall. Der Bestandteil (K) kann Ga, In, Sn oder eine Legierung davon enthalten. Das niedrig schmelzende Metall kann optional zusätzlich Ag, Bi, Cd, Cu, Pb, Zn oder eine Kombination davon enthalten. Beispiele von geeigneten niedrig schmelzenden Metallen umfassen Ga, In-Bi-Sn-Legierungen, Sn-In-Zn-Legierungen, Sn-In-Ag-Legierungen, Sn-Ag-Bi-Legierungen, Sn-Bi-Cu-Ag-Legierungen, Sn-Ag-Cu-Sb-Legierungen, Sn-Ag-Cu-Legierungen, Sn-Ag-Legierungen, Sn-Ag-Cu-Zn-Legierungen und Kombinationen derselben. Das niedrig schmelzende Metall kann einen Schmelzpunkt von bis zu 250 °C oder alternativ dazu bis zu 225 °C aufweisen. Das niedrig schmelzende Metall kann einen Schmelzpunkt von wenigstens 50 °C oder alternativ dazu wenigstens 150 °C aufweisen. Das niedrig schmelzende Metall kann eine eutektische Legierung, eine nicht eutektische Legierung oder ein reines Metall sein.

Niedrig schmelzende Metalle sind kommerziell verfügbar. Das niedrig schmelzende Metall kann 1 % bis 20 % des Gewichts des „Technischen Fetts" ausmachen.

Herstellungsverfahren

[0039] Das oben beschriebene „Technische Fett" kann durch das Vermischen aller Bestandteile bei Umgebungs- oder erhöhter Temperatur unter Verwendung jeglichen passenden Mischzubehörs wie eines Zentrifugalmischers (wie ein Mischer, der kommerziell von Hauschild verfügbar ist) oder eines Resonanzschallmischers (der kommerziell von der Resodyn Corporation verfügbar ist) hergestellt werden. Wenn der Bestandteil (C) vorhanden ist, dann wird das „Technische Fett" optional durch die Oberflächenbehandlung des Bestandteils (B) und jeglicher anderer teilchenförmiger Bestandteile mit dem Bestandteil (C) zusammen und danach das Mischen der resultierenden behandelten Teilchen mit anderen Bestandteilen in dem „Technischen Fett" hergestellt. Alternativ dazu kann der Bestandteil (C) mit einigen oder allen anderen Bestandteilen gleichzeitig vermischt werden.

Verwendungsverfahren

[0040] Das oben beschriebene „Technische Fett" kann als ein thermisches Grenzflächenmaterial (TGM) verwendet werden. Das „Technische Fett" kann entlang eines normalen Wärmeweges zwischen einer Wärmequelle und einem Wärmeverteiler oder einer Wärmesenke positioniert werden. Das „Technische Fett" kann mittels jeglicher passender Mittel wie Nassdispensieren, Siebdrucken, Schablonendrucken oder Lösungsgießen des „Technischen Fettes" eingebracht werden. Die Wärmequelle kann eine elektronische Komponente wie einen Halbleiter, einen Transistor, einen integrierten Schaltkreis oder ein diskretes Bauteil enthalten.

[0041] Der Wärmeverteiler kann eine thermisch leitfähige Platte, eine thermisch leitfähige Abdeckung, einen Ventilator, ein zirkulierendes Kühlsystem oder eine Kombination derselben umfassen. Das „Technische Fett" kann in direktem Kontakt mit der elektronischen Komponente und dem Wärmeverteiler (TGM1) verwendet werden. Das „Technische Fett" kann entweder auf die elektronische Komponente und danach auf den Wärmeverteiler aufgetragen werden, oder das „Technische Fett" kann auf den Wärmeverteiler und danach auf die elektronische Komponente aufgetragen werden. Alternativ dazu kann das „Technische Fett" in direktem Kontakt mit dem Wärmeverteiler und einer Wärmesenke verwendet werden (TGM2). Das „Technische Fett" kann entweder auf die Wärmesenke und danach auf den Wärmeverteiler aufgetragen werden oder das „Technische Fett" kann auf den Wärmeverteiler und danach auf die Wärmesenke aufgetragen werden. Alternativ dazu kann das „Technische Fett" in direktem Kontakt mit der elektronischen Komponente und der Wärmesenke verwendet werden. Das „Technische Fett" kann entweder auf die elektronische Komponente und danach auf die Wärmesenke aufgetragen werden oder das „Technische Fett" kann auf die Wärmesenke und danach auf die elektronische Komponente aufgetragen werden.

[0042] Diese Erfindung betrifft weiterhin ein Produkt, enthaltend:

a) eine elektronische Komponente,
b) ein Grenzflächenmaterial und
c) eine Wärmesenke,

wobei das Grenzflächenmaterial entlang eines thermischen Wärmeleitungsweges angeordnet ist, der sich von einer Oberfläche der elektronischen Komponente zu einer Oberfläche der Wärmesenke erstreckt, wobei das Grenzflächenmaterial das oben beschriebene „Technische Fett" umfasst.

[0043] Diese Erfindung betrifft zudem ein Produkt, enthaltend:

a) einen Wärmeverteiler und
b) ein Grenzflächenmaterial auf einer Oberfläche des Wärmeverteilers,

wobei das Grenzflächenmaterial und der Wärmeverteiler in einer Weise angeordnet sind, dass sie einen Teil eines Wärmeleitungsweges zwischen einer elektronischen Komponente und einer Wärmesenke umfassen, und wobei das Grenzflächenmaterial das oben beschriebene „Technische Fett" umfasst.

[0044] Das Produkt kann zusätzlich eine Wärmesenke c) umfassen, wobei das Grenzflächenmaterial mit einer Oberfläche der Wärmesenke in Kontakt steht. Alternativ dazu kann das Grenzflächenmaterial mit der elektronischen Komponente in Kontakt stehen.

[0045] Fig. 1 zeigt ein Bauteil **100** gemäß dieser Erfindung. Das Bauteil **100** enthält eine elektronische Komponente **103** (gezeigt als ein Chip mit integrierten Schaltkreisen), die auf ein Substrat **104** durch eine Klebstoffbefestigungsaufnahme **109** aufgesetzt ist. Das Substrat **104** weist Lötkügelchen **105** auf, die daran durch Dämpfungsglieder befestigt sind. Ein erstes Grenzflächenmaterial **106** (TGM1) ist zwischen dem Chip mit integrierten Schaltkreisen **103** und einer Metallabdeckung **107** angeordnet. Die Metallabdeckung **107** wirkt als ein Wärmeverteiler. Ein zweites Grenzflächenmaterial **102** (TGM2) ist zwischen der Metallabdeckung **107** und einer Wärmesenke **101** angeordnet. Wenn die Vorrichtung betrieben wird, bewegt sich die Wärme entlang eines Wärmeleitungsweges, der durch die Pfeile **108** dargestellt wird.

Beispiele

[0046] Diese Beispiele sind dazu vorgesehen, dem Fachmann auf dem Gebiet die Erfindung zu illustrieren und sollten nicht als beschränkend für den Umfang der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen dargestellt wird, interpretiert werden. In den unten genannten Beispielen stellt „Me" eine Methylgruppe dar.

Vergleichsbeispiel 1 – Messung des Ausblutens

[0047] Das Ausbluten wird unter Verwendung des Konus-Maschen-Öl-Ausblutungstests, ASTM D6184 bei 120 °C für zwei Tage gemessen.

Vergleichsbeispiel 2 – Messung des Ausblutens

[0048] Die Gewichtsverluste der Proben des „Technischen Fetts" werden durch eine thermogravimetrische Analyse (IGA-Experiment) gemessen. Das „Technische Fett" wird bei 10 °C/Min. auf 30 °C bis 120 °C erwärmt und isotherm für 24 Stunden unter einem N_2-Fluss von 10 ml/Min. gehalten.

Vergleichsbeispiel 3 – Herstellung eines Polyorganosiloxans

[0049] Ein Siloxan mit einer durchschnittlichen Struktur von $Me_3SiO(SiMe_2O)_3$-$(SiHMeO)_6SiMe_3$ wird mit 1-Decen in der Gegenwart eines H_2PtCl_6-Katalysators umgesetzt. Nach der Reaktion wird der Überschuss an Decenen und niedermolekulargewichtigen Siloxanen unter reduziertem Druck bei 150 °C entfernt. Bei moderaten Reaktionsbedingungen (die 140 °C nicht überschreiten) werden die funktionellen SiH-Gruppen teilweise in $SiC_{10}H_{21}$ umgesetzt. Das resultierende Polyorganosiloxan hat eine Viskosität von 47 cSt (mm^2/s) bei Messung mit einem Cannon-Manning Semi-Mikro-Viskosimeter bei 25 °C.

Beispiel 1 – Herstellung eines „Technischen Fetts"

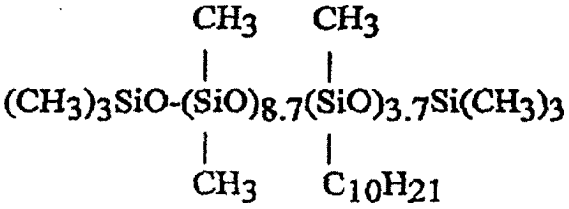
[0050] Das in Vergleichsbeispiel 3 hergestellte Polyorganosiloxan (4,8 g), $C_{18}H_{37}Si(OMe)_3$ (0,21 g) und IRGANOX® 1010 (0,04 g) werden mit Al_2O_3 und ZnO als Füllstoffmischung (79,3 g) vermischt. Die Füllstoffmischung enthält ein 2 : 1 Verhältnis von Al_2O_3 : ZnO. Die mittlere Teilchengröße des Al_2O_3 beträgt 10 Mikrometer und die mittlere Teilchengröße des ZnO beträgt 1 Mikrometer. Das Vermischen wird mit einem Hauschild-Mischer durchgeführt. Das resultierende „Technische Fett" hat eine Viskosität von 14.000 Poise bei einer Schergeschwindigkeit von 0,5 s^{-1} in einem Steady State-Durchlaufexperiment mit einem ARES-Rheometer.

[0051] Das Ausbluten wird mit dem „Technischen Fett" gemäß dem Verfahren von Vergleichsbeispiel 2 gemessen. Die TGA-Spur zeigt, dass in den ersten 500 Minuten ein Gewichtsverlust von 0,22 % statffand und dass das Gewicht dann konstant blieb. Die thermische Leitfähigkeit des „Technischen Fetts" beträgt gemäß dem Hotdisk-Verfahren von Mathis 3,5 W/mK.

[0052] Das Ausbluten wird auch entsprechend dem Verfahren von Vergleichsbeispiel 1 gemessen und es wird kein Ausbluten beobachtet. Das Ausbluten wird erneut durch das Verfahren des Vergleichbeispiels 1 mit der gleichen Probe gemessen, außer dass die Temperatur für 2 Tage auf 150 °C erhöht wird. Wiederum wurde kein Ausbluten beobachtet.

Beispiel 2 – Herstellung eines „Technischen Fetts"

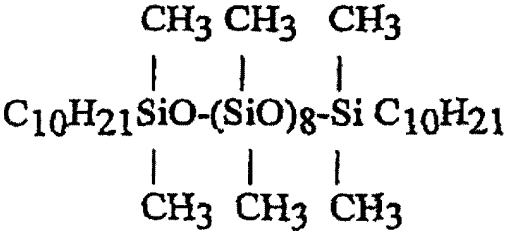
[0053] Ein Polyorganosiloxan mit einer Viskosität von 29,4 cSt (mm^2/s) und einer durchschnittlichen Struktur von:



[0054] (8,4 g), $C_{18}H_{37}Si(OMe)_3$ (0,4 g) und IRGANOX® 1010 (0,07 g) werden mit einer Mischung aus Al_2O_3 und ZnO als Füllstoff (117,8 g) vermischt. Die Füllstoffmischung enthält ein 2,3 : 1-Verhältnis von Al_2O_3 zu ZnO. Die mittlere Teilchengröße des Al_2O_3 beträgt 10 Mikrometer und die mittlere Teilchengröße des ZnO beträgt 1 Mikrometer. Das Mischen wird mit einem Hauschild-Mischer durchgeführt. Das resultierende „Technische Fett" hat eine Viskosität von 1133 Poise bei einer Schergeschwindigkeit von 0,5 s^{-1} in einem Steady State-Durchlaufexperiment mit einem ARES2000-Rheometer. Die thermische Leitfähigkeit des „Technisches Fetts", die durch das Hotdisk-Verfahren von Mathis gemessen wird, beträgt 3,0 W/mK.

Beispiel 3 – Herstellung eines „Technischen Fetts"

[0055] Ein Polyorganosiloxan mit einer Viskosität von 15 cSt (mm^2/s) und der durchschnittlichen Struktur von

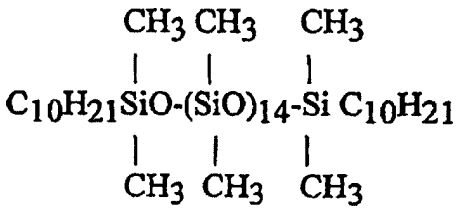


[0056] (8,4 g), $C_{18}H_{37}Si(OMe)_3$ (0,4 g) und IRGANOX® 1010 (0,07 g) werden mit einer Mischung aus Al_2O_3 und ZnO als Füllstoff (117,9 g) vermischt. Die Füllstoffmischung enthält ein 2,3 : 1-Verhältnis von Al_2O_3 zu ZnO. Die mittlere Teilchengröße des Al_2O_3 beträgt 10 Mikrometer und die mittlere Teilchengröße

des ZnO beträgt 1 Mikrometer. Das Mischen wird mit einem Hauschild-Mischer durchgeführt. Das „Technische Fett" hat eine Viskosität von 1162 Poise bei einer Schergeschwindigkeit von 0,5 s^{-1} in einem Steady State-Durchlaufexperiment mit einem ARES2000-Belastungsrheometer. Die thermische Leitfähigkeit des „Technisches Fetts", die durch das Hotdisk-Verfahren von Mathis gemessen wird, beträgt 3,0 W/mK.

Beispiel 4 – Herstellung eines „Technischen Fetts"

[0057] Ein Polyorganosiloxan mit einer Viskosität von 22 cSt (mm^2/s) und der durchschnittlichen Struktur von:



[0058] (8,4 g), $C_{18}H_{37}Si(OMe)_3$ (0,4 g) und IRGANOX® 1010 (0,07 g) werden mit einer Mischung aus Al_2O_3 und ZnO als Füllstoff (117,9 g) vermischt. Die Füllstoffmischung enthält ein 2,3 : 1-Verhältnis von Al_2O_3 zu ZnO. Die mittlere Teilchengröße des Al_2O_3 beträgt 10 Mikrometer und die mittlere Teilchengröße des ZnO beträgt 1 Mikrometer. Das Mischen wird mit einem Hauschild-Mischer durchgeführt. Das „Technische Fett" hat eine Viskosität von 2279 Poise bei einer Schergeschwindigkeit von 0,5 s^{-1} bei einem Steady-State-Durchlaufexperiment mit einem AR2000 Belastungsrheometer. Die thermische Leitfähigkeit des „Technischen Fetts", die durch das Hotdisk-Verfahren von Mathis gemessen wird, beträgt 3,2 W/mK.

Beispiel 5 – Herstellung eines „Technischen Fetts"

[0059] Ein „Technisches Fett" wird durch das Vermischen der folgenden Bestandteile hergestellt, enthaltend: 5,4 Gewichtsanteile Trimethylsiloxy-endständiges Dimethylmethyldecylsiloxan; 0,02 Gewichtsanteile Dimethylvinylsiloxy-endständiges Polydimethylsiloxan; 0,05 Gewichtsanteile IRGANOX® 1010; 0,01 Gewichtsanteile Kohlenstoffruß; 66 Gewichtsanteile Aluminiumoxid, behandelt mit Monotrimethoxysiloxy, Mono(vinyl, methyl oder butyl)dimethylsiloxan; 28 Gewichtsanteile Zinkoxid und 0,1 Gewichtsanteile Octadecyltrimethoxysilan.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0060] Die Erfinder haben überraschenderweise herausgefunden, dass die Verwendung eines Polyorganosiloxans mit einer Viskosität von kleiner als 50 cSt (mm^2/s) bei 25 °C ein „Technisches Fett" ergibt, das wenig oder kein Ausbluten zeigt, sogar in Abwesenheit eines die Ausblutung hemmenden Mittels wie Siliziumdioxid in dem „Technischen Fett". „Kein Ausbluten" bedeutet, dass das „Technische Fett" kein Ausbluten zeigt, wenn es durch das Verfahren von Vergleichsbeispiel 1 getestet wird. Das „Technische Fett" kann eine thermische Leitfähigkeit von 3 W/mK oder größer aufweisen. Das „Technische Fett" ist zur Verwendung als ein thermisches Grenzflächenmaterial in einer Reihe von elektronischen Bauteilen geeignet.

ZEICHNUNGEN

[0061] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines Querschnitts eines elektronischen Bauteils, dad das „Technische Fett" der Erfindung enthält.

Bezugszeichenliste

100	Bauteil
101	Wärmesenke
102	zweites Grenzflächenmaterial (TGM2)
103	Chip mit integrierten Schaltkreisen
104	Substrat
105	Lotkügelchen
106	erstes Grenzflächenmaterial (TGM1)
107	Metallabdeckung
108	durch Pfeile dargestellter Wärmeleitungsweg
109	Klebstoffbefestigungsaufnahme
110	Dämpfungsglieder

Patentansprüche

1. Ein „Technisches Fett", enthaltend:
(A) 2 bis 50 Gew.-% eines Polyorganosiloxans, wobei Bestandteil (A) eine Viskosität von kleiner als 50 Centistoke (mm^2/s) hat und
Bestandteil (A) frei von Hydroxylgruppen ist, und
(B) 50 bis 98 Gew.-% eines thermisch leitfähigen Füllstoffs, ausgewählt aus der Gruppe, bestehend aus Aluminiumoxid, Bornitrid, Siliciumcarbid, Zinkoxid und Kombinationen daraus, wobei das „Technische Fett" frei von Siliciumdioxid ist.

2. Ein „Technisches Fett", enthaltend:
(A) 2 bis 50 Gew.-% eines Polyorganosiloxans, wobei Bestandteil (A) eine Viskosität von kleiner als 50 Centistoke (mm^2/s) hat und
Bestandteil (A) frei von reaktiven Gruppen ist, und
(B) 50 bis 98 Gew.-% eines thermisch leitfähigen Füllstoffs, wobei das „Technische Fett" frei von Siliciumdioxid ist.

3. Das „Technische Fett" gemäß Anspruch 1 oder 2, außerdem enthaltend wenigstens einen Bestandteil, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:
(C) einem Behandlungsmittel, (D) einem Antioxidans, (E) einem Trägerstoff, (F) einem Benetzungsmittel, (G) einem Entschäumer, (H) einem Pigment, (I) einem Brandverzögerer, (J) einer „Spacer-Substanz", und (K) einem niedrig schmelzenden Metall.

4. Das „Technische Fett" gemäß Anspruch 2, wo-

bei Bestandteil (B) ausgewählt ist aus der Gruppe, bestehend aus Aluminiumoxid, Bariumtitanat, Berylliumoxid, Bornitrid, Diamant, Graphit, Magnesiumoxid, teilchenförmigem Metall, Siliciumcarbid, Wolframcarbid, Zinkoxid und Kombinationen daraus.

5. Ein „Technisches Fett", enthaltend:
(A) 2 bis 50 Gew.-% eines Polyorganosiloxans mit der Formel

$R^1{}_3SiO(R^1{}_2SiO)_\alpha(R^1R^2SiO)_\beta SiR^1{}_3$, worin

jedes R^1 unabhängig voneinander eine einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen ist;
jedes R^2 unabhängig voneinander eine einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 30 Kohlenstoffatomen ist; und
die Indices α und β solche Werte haben, dass die Viskosität des Bestandteils (A) kleiner als 50 Centistoke (mm^2/s) bei 25°C ist;
(B) 50 bis 98 Gew.-% eines thermisch leitfähigen Füllstoffs, der Aluminiumoxid und Zinkoxid enthält;
(C) 0,05 bis 10 Gew.-% eines Alkoxysilans mit der Formel

$R^5{}_xSi(OR^6)_{(4-x)}$, worin

x gleich 1, 2 oder 3 ist;
R^5 eine substituierte oder unsubstituierte einbindige Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 50 Kohlenstoffatomen ist; und
R^6 eine unsubstituierte, gesättigte Kohlenwasserstoffgruppe mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen ist:
(D) 0,001 bis 1 Gew.-% eines Antioxidans und
(E) 0,001 bis 1 Gew.-% eines Pigments.

6. Ein Verfahren, umfassend: das Einführen des „Technischen Fettes" gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 entlang eines Wärmeleitungsweges zwischen eine Wärmequelle und einen Wärmeverteiler.

7. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, wobei die Wärmequelle eine elektronische Komponente enthält.

8. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, wobei der Wärmeverteiler eine Wärmesenke, eine thermisch leitfähige Platte, eine thermisch leitfähige Abdeckung, einen Ventilator oder ein zirkulierendes Kühlsystem umfasst.

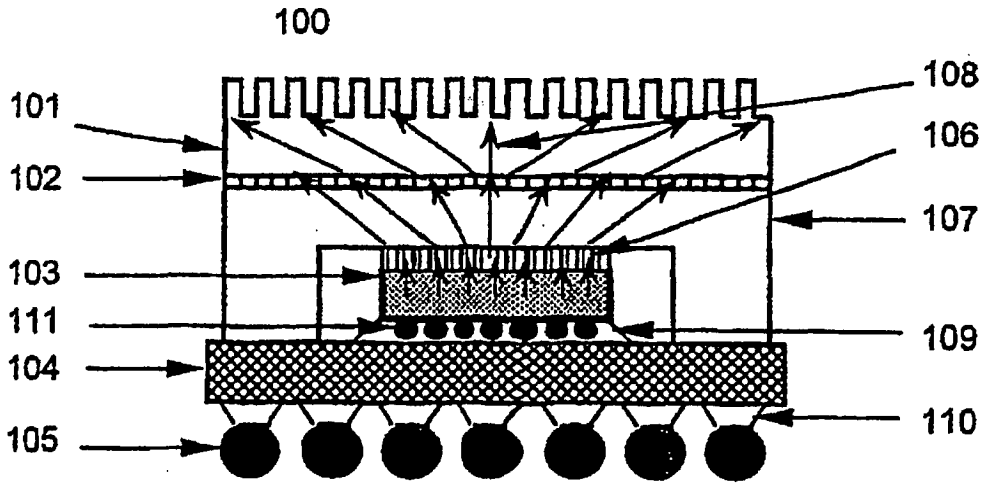
9. Ein Bauteil, enthaltend:
a) eine elektronische Komponente,
b) ein Grenzflächenmaterial und
c) eine Wärmesenke;
wobei das Grenzflächenmaterial entlang eines thermischen Wärmeleitungsweges angeordnet ist, der sich von einer Oberfläche der elektronischen Komponente zu einer Oberfläche der Wärmesenke erstreckt, wobei das Grenzflächenmaterial das „Technische Fett" gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 umfasst.

10. Ein Bauteil, enthaltend:
a) einen Wärmeverteiler und
b) ein Grenzflächenmaterial auf einer Oberfläche des Wärmeverteilers,
wobei das Grenzflächenmaterial und der Wärmeverteiler in einer Weise angeordnet sind, dass sie einen Teil eines Wärmeleitungsweges zwischen einer elektronischen Komponente und einer Wärmesenke umfassen, und wobei das Grenzflächenmaterial das „Technische Fett" gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4 umfasst.

11. Das „Technische Fett" gemäß einem der Ansprüche 1, 2 und 5, wobei das Polyorganosiloxan eine Viskosität von 1 bis 47 Centistoke (mm^2/s) hat.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



Figur 1