(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2009 002 321 B4** 2018.03.01

(12) # Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2009 002 321.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2009/067274**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2010/074970**
(86) PCT-Anmeldetag: **09.12.2009**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **01.07.2010**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **05.04.2012**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **01.03.2018**

(51) Int Cl.: ***C09K 5/08*** (2006.01)
C09K 5/14 (2006.01)
C08K 9/04 (2006.01)
C08K 7/16 (2006.01)
C08K 7/14 (2006.01)
C08L 63/00 (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
12/342,322 **23.12.2008** **US**

(73) Patentinhaber:
Intel Corporation, Santa Clara, Calif., US

(74) Vertreter:
Maucher Jenkins, 80538 München, DE

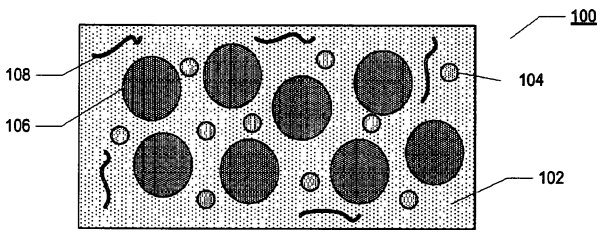
(72) Erfinder:
Li, Yi, Chandler, Ariz., US; Prack, Ed, Phoenix, Ariz., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	**2003 / 0 234 074**	**A1**
US	**2006 / 0 057 364**	**A1**
US	**2007 / 0 246 245**	**A1**
US	**2008 / 0 023 665**	**A1**

(54) Bezeichnung: **Polymer-Wärmegrenzflächenmaterialien und deren Verwendung**

(57) Hauptanspruch: Wärmegrenzflächenmaterial (WGM), das Folgendes umfasst:
eine Polymermatrix;
ein Matrixadditiv, wobei das Matrixadditiv ein Flussmittel umfasst; und
ein kugelförmiges Füllmaterial, wobei das kugelförmige Füllmaterial einen sich ausdehnbaren Polymerkern mit einem inneren leitfähigen metallischen Mantel und einem äußeren Mantel aus Lotmaterial umfasst.



Beschreibung

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0001] Polymerverbindungen werden als ein Wärmegrenzflächenmaterial (WGM) verwendet, um beispielsweise einen IC-Chip mit einem integrierten Wärmeverteiler (IWV) zu verbonden. Jedoch kann der Prozess des Aushärtens und des Zuverlässigkeitsstresses an dem WGM zu Problemen des Delaminierens und der verringerten Wärmeleitfähigkeit führen.

[0002] US 2006/0057364 A1 zeigt ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmegrenzflächenmaterials, wobei eine Gummimasse, ein Amin-Harz und zumindest ein thermisch leitfähiges Füllmaterial miteinander kombiniert werden.

[0003] US 2008/0023665 A1 zeigt ein Wärmegrenzflächenmaterial welches eine Matrixkomponente, eine hochleitfähige Komponente und ein Lotmaterial umfasst.

[0004] US 2007/0246245 A1 zeigt leitfähig vernetzbare Materialkompositionen, welche ein frei bindungsfreudiges Polymer, Oligomer oder Monomer; einen organischen Aminkomplex und einen elektrisch oder thermisch leitfähiges Füllmaterial umfasst.

[0005] US 2003/0234074 A1 zeigt ein Wärmegrenzflächenmaterial umfassend eine vernetzbare Matrix mit einer Übergangstemperatur; ein metallisches Füllmaterial mit niedrigem Schmelzpunkt; einen Spacer und optional ein leitfähiges Füllmaterial.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0006] Obgleich die Spezifikation mit Ansprüchen schließt, die im Einzelnen herausstellen und eindeutig beanspruchen, was als die vorliegende Erfindung angesehen wird, lassen sich die Vorteile dieser Erfindung anhand der folgenden Beschreibung der Erfindung besser verstehen, wenn sie in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen gelesen werden, in denen Folgendes dargestellt ist:

[0007] Fig. 1 stellt ein Polymer-Wärmegrenzflächenmaterial gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

[0008] Fig. 2 stellt einen Querschnitt eines kugelförmigen Füllmaterials gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

[0009] Fig. 3 stellt eine Anwendung eines Polymer-Wärmegrenzflächenmaterials gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER VORLIEGENDEN ERFINDUNG

[0010] In der folgenden detaillierten Beschreibung wird auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen, die zur Veranschaulichung konkrete Ausführungsformen zeigen, in denen die Erfindung praktiziert werden kann. Diese Ausführungsformen werden hinreichend detailliert beschrieben, um dem Fachmann die Praktizierung der Erfindung zu ermöglichen. Es versteht sich, dass die verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung zwar unterschiedlich sind, sich aber nicht notwendigerweise gegenseitig ausschließen. Zum Beispiel kann ein bestimmtes Merkmal, eine bestimmte Struktur oder ein bestimmtes Charakteristikum, die im vorliegenden Text in Verbindung mit einer konkreten Ausführungsform beschrieben sind, auch in anderen Ausführungsformen implementiert werden, ohne vom Geist und Schutzumfang der Erfindung abzuweichen. Des Weiteren versteht es sich, dass die Position oder Anordnung einzelner Elemente innerhalb jeder offenbarten Ausführungsform verändert werden kann, ohne vom Geist und Schutzumfang der Erfindung abzuweichen. Die folgende detaillierte Beschreibung ist darum nicht in einem einschränkenden Sinne zu verstehen, und der Schutzumfang der vorliegenden Erfindung wird allein durch die angehängten Ansprüche, die im erfindungsgemäßen Sinne auszulegen sind, zusammen mit der vollen Bandbreite der Äquivalente, zu denen die Ansprüche berechtigen, definiert. In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszahlen in den verschiedenen Ansichten die gleiche oder eine ähnliche Funktion.

[0011] Fig. 1 stellt ein Polymer-Wärmegrenzflächenmaterial gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Wie gezeigt, enthält das WGM **100** eine Polymermatrix **102**, ein Matrixadditiv **104**, ein kugelförmiges Füllmaterial **106** und ein faserförmiges Material **108**, obgleich die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt ist. In der allgemeinsten Ausführungsform braucht das WGM **100** das faserförmige Material **108** nicht enthalten. Zusätzlich können andere Materialien, die nicht gezeigt sind, zum Matrixadditiv **104** und dem kugelförmigen Füllmaterial **106** enthalten sein.

[0012] Die Polymermatrix **102** kann dem WGM **100** Adhäsions- und Flexibilitätseigenschaften verleihen. In einer Ausführungsform ist die Polymermatrix **102** ein auf Silikon basierendes Gel. In einer anderen Ausführungsform ist die Polymermatrix **102** ein flexibles Epoxidharz, das die Vorteile einer höheren Adhäsion von Epoxidharz und einer besseren Flexibilität von Silikonen kombiniert. Ein Beispiel eines flexiblen Epoxidharzes ist aliphatisches Polyglykol-Diepoxid. In einer anderen Ausführungsform ist die Polymermatrix **102** ein Thermoplastkunststoff wie zum Beispiel Acetal, Acryl, Cellulose, Acetat, Polyethylen, Polysty-

rol, Vinyl, Nylon oder Kombinationen davon. In einer anderen Ausführungsform ist die Polymermatrix **102** ein Phasenänderungspolymer wie zum Beispiel Polyolefin, Polyester, Silikone, Paraffine oder Acrylstoffe.

[0013] Das Matrixadditiv **104** ist vorhanden, um die Grenzflächeneigenschaften zwischen der Polymermatrix **102** und dem kugelförmigen Füllmaterial **106** zu verbessern und/oder um eine bessere Wärmeleitung zu ermöglichen. In einer Ausführungsform ist das Matrixadditiv **104** ein Flussmittel, zum Beispiel kurzkettige, aber gering-flüchtige Carbonsäuren, Aminosäuren, Aldehyd, Terpentinharze und Polymersäure mit Säuregruppen in der Hauptkette oder in den Seitenketten. In einer anderen Ausführungsform ist das Matrixadditiv **104** ein Antioxidans oder ein Wärmestabilisator zum Verhindern der Oxidation und Degradation der Polymermatrix **102** während des Erwärmens und zum Verbessern der Wärmestabilität. Zu einigen Beispielen von Antioxidanzien oder Wärmestabilisatoren gehören Cyanox, Benzoquinon, Cyasorb, 2,4,6-Tri-tert-butylphenol und Diphenylamin.

[0014] Das kugelförmige Füllmaterial **106** soll dem WGM **100** eine verbesserte Wärmeleitfähigkeit verleihen und kann so aufgebaut sein, wie es mit Bezug auf **Fig.** 2 gezeigt ist. Zwar ist das kugelförmige Füllmaterial **106** mit homogenen Durchmessern dargestellt, doch es kann auch variierende Durchmesser aufweisen. In einer Ausführungsform variieren die Durchmesser des kugelförmigen Füllmaterials **106** von etwa 10 bis etwa 30 Mikrometer.

[0015] Faserförmiges Material **108** kann dem WGM **100** beigegeben werden, um einen ausdehnungsfähigen Wärmepfad während der Ausdehnung des WGM zu ermöglichen. In einer Ausführungsform ist das faserförmige Material **108** eine Kohlefaser mit einem großen L/D-(Länge/Durchmesser-)Verhältnis. In einer Ausführungsform hat das faserförmige Material **108** eine Konzentration von bis zu etwa 8 Volumenprozent des WGM **100**.

[0016] **Fig.** 2 stellt einen Querschnitt eines kugelförmigen Füllmaterials gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Wie gezeigt, enthält das kugelförmige Füllmaterial **106** einen ausdehnbaren Polymerkern **202**, einen inneren leitfähigen metallischen Mantel **204** und einen äußeren Mantel **206** aus Lotmaterial. Gegebenfalls kann das kugelförmige Füllmaterial zusätzliche nicht gezeigte Schichten enthalten.

[0017] Der Kern **202** stellt das Volumenmaterial des kugelförmigen Füllmaterials **106** dar. In einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform ist der Kern **202** ein Lot, ein Metall, eine niedrig-schmelzende Legierung oder ein anderes hoch-wärmeleitfähiges Material. Erfindungsgemäß ist der Kern **202** ein sich ausdehnendes Polymermaterial, wie zum Beispiel Divinylbenzen-vernetztes Polymer, mit einem relativ hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten, um während der Erwärmung Lücken zu füllen, wodurch ein effektiver thermischer Kontakt über den gesamten Erwärmungsbereich ermöglicht wird. Der innere Mantel **204** und/oder der äußere Mantel **206** können das kugelförmige Füllmaterial **106** mit verbesserter Wärmeleitfähigkeit und/oder Oxidationsverhütung versehen. In der erfindungsgemäßen Ausführungsform, wo der Kern **202** ein sich ausdehnendes Polymermaterial ist, ist der innere Mantel **204** eine leitfähige Metallschicht, und der äußere Mantel **206** ist eine Lotschicht. In einer anderen nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform, wo der Kern **202** ein wärmeleitfähiges, aber oxidatives, instabiles Material ist, wie zum Beispiel eine niedrig-schmelzende Legierung (NSL), ist der äußere Mantel **206** eine organische Lötbarkeitserhaltungs (OLE)-Beschichtung. In einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform besteht eine OLE aus einem organometallischen Polymer im Ergebnis der Koordinationsreaktion zwischen OLE-aktiven Komponenten, eventuell auf Azol- oder Imidazolbasis, und den Lotatomen an der Oberfläche des Kerns **202** (oder des inneren Mantels **204**).

[0018] **Fig.** 3 stellt eine Anwendung eines Polymer-Wärmegrenzflächenmaterials gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Es ist eine Bauelement-Struktur **300** gezeigt, wobei das WGM **100** zwischen einem Chip **302** und einer Wärmeverteilerstruktur **304** angeordnet sein kann und auch zwischen einer Wärmeverteilerstruktur **304** und der Wärmeableitungsstruktur **306** angeordnet sein kann. Das WGM **100** kann jede der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung umfassen. In einer Ausführungsform kann der Chip **302** einen Silizium-Chip umfassen, und die Bauelement-Struktur **300** kann ein Keramikgehäuse und/oder eine organische Bauelement-Struktur umfassen.

[0019] Obgleich die vorangegangene Beschreibung bestimmte Schritte und Materialien spezifiziert hat, die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, erkennt der Fachmann, dass viele Modifizierungen und Ersetzungen vorgenommen werden können. Dementsprechend ist es beabsichtigt, dass alle derartigen Modifizierungen, Änderungen, Ersetzungen und Hinzufügungen in den Geist und Schutzumfang der Erfindung fallen, wie er durch die angehängten Ansprüche definiert wird. Des Weiteren versteht es sich, dass bestimmte Aspekte mikroelektronischer Bauelemente im Stand der Technik bestens bekannt sind. Darum versteht es sich, dass die im vorliegenden Dokument gezeigten Figuren lediglich Teile einer beispielhaften mikroelektronischen Struktur sind, die zur Praxis der vorliegenden Erfindung gehört. Das heißt, die vorliegende Erfin-

dung ist nicht auf die im vorliegenden Text beschriebenen Strukturen beschränkt.

Patentansprüche

1. Wärmegrenzflächenmaterial (WGM), das Folgendes umfasst:
eine Polymermatrix;
ein Matrixadditiv, wobei das Matrixadditiv ein Flussmittel umfasst; und
ein kugelförmiges Füllmaterial, wobei das kugelförmige Füllmaterial einen sich ausdehnbaren Polymerkern mit einem inneren leitfähigen metallischen Mantel und einem äußeren Mantel aus Lotmaterial umfasst.

2. Wärmegrenzflächenmaterial nach Anspruch 1, die des Weiteren Kohlefasermaterial umfasst.

3. Wärmegrenzflächenmaterial nach Anspruch 1, wobei die Polymermatrix ein flexibles Epoxidharz umfasst.

4. Wärmegrenzflächenmaterial nach Anspruch 1, wobei die Polymermatrix einen Thermoplastkunststoff umfasst.

5. Wärmegrenzflächenmaterial nach Anspruch 1, wobei die Polymermatrix ein Phasenänderungspolymer umfasst.

6. Verwendung eines Wärmegrenzflächenmaterials nach Anspruch 1, in einer Anordnung zwischen einem Chip und einer Wärmeableitungsstruktur.

7. Wärmegrenzflächenmaterial (WGM), das Folgendes umfasst:
eine Polymermatrix;
ein Matrixadditiv, wobei das Matrixadditiv ein Antioxidans umfasst; und
ein kugelförmiges Füllmaterial, wobei das kugelförmige Füllmaterial einen sich ausdehnbaren Polymerkern mit einem inneren leitfähigen metallischen Mantel und einen äußeren Mantel aus Lotmaterial umfasst.

8. Wärmegrenzflächenmaterial nach Anspruch 7, die des Weiteren Kohlefasermaterial umfasst.

9. Wärmegrenzflächenmaterial nach Anspruch 7, wobei die Polymermatrix ein flexibles Epoxidharz umfasst.

10. Wärmegrenzflächenmaterial nach Anspruch 7, wobei die Polymermatrix einen Thermoplastkunststoff umfasst.

11. Wärmegrenzflächenmaterial nach Anspruch 7, wobei die Polymermatrix ein Phasenänderungspolymer umfasst.

12. Verwendung eines Wärmegrenzflächenmaterials nach Anspruch 7, in einer Anordnung zwischen einem Chip und einer Wärmeableitungsstruktur.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

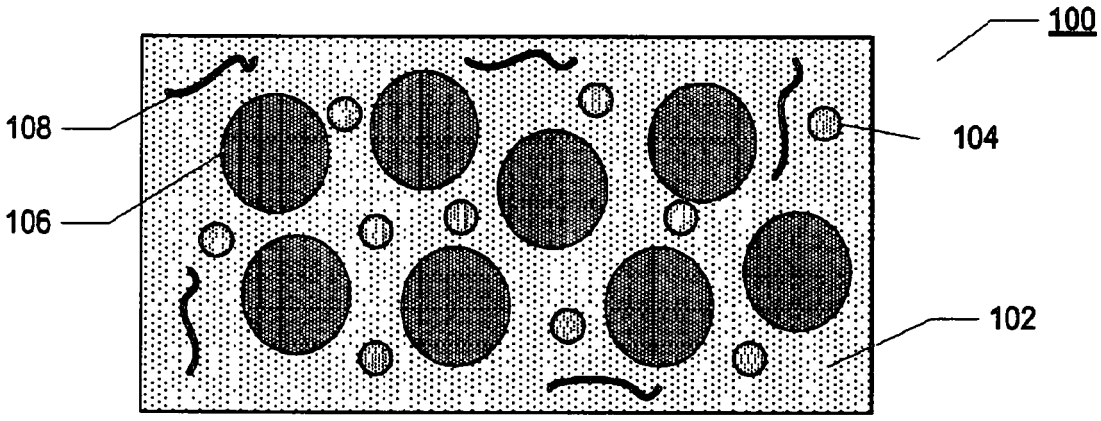


FIG. 1

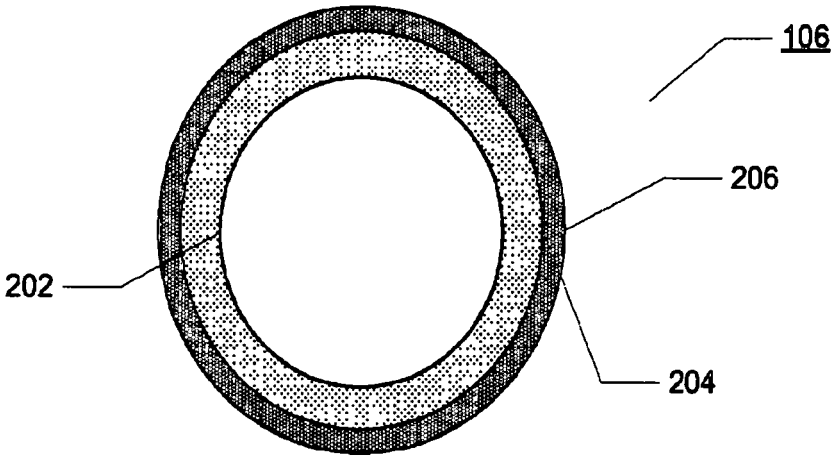


FIG. 2

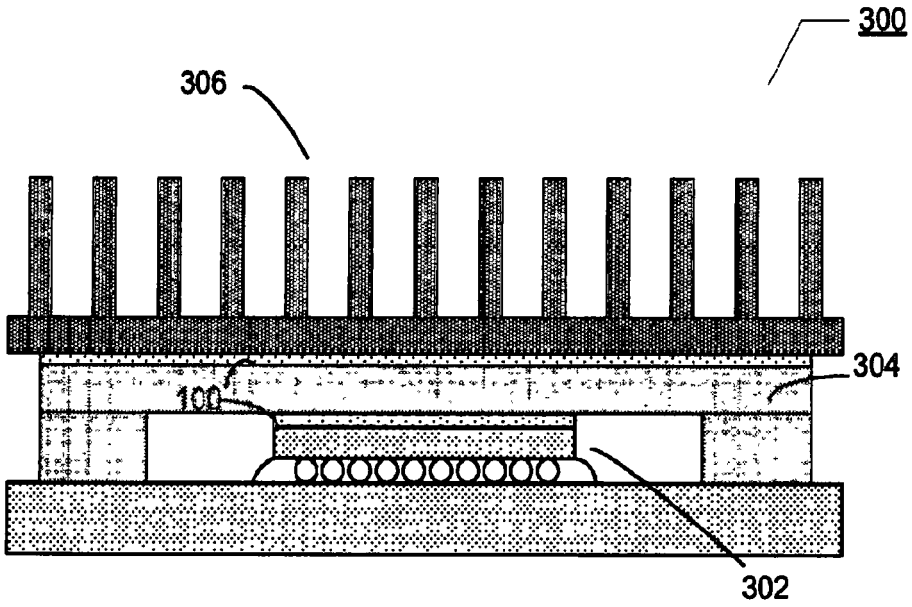


FIG. 3