

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-508456

(P2011-508456A)

(43) 公表日 平成23年3月10日 (2011.3.10)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
H O 1 L 23/36 (2006.01) H O 1 L 23/36 D 5 F 1 3 6

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

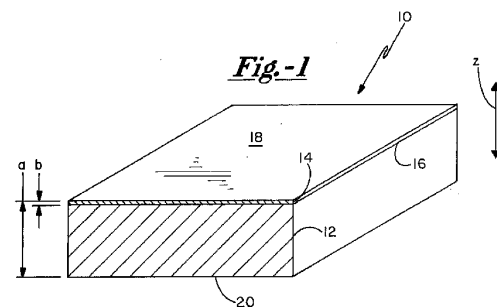
(21) 出願番号	特願2010-540840 (P2010-540840)	(71) 出願人	504431108
(86) (22) 出願日	平成20年12月22日 (2008.12.22)		ザ バークキスト カンパニー
(85) 翻訳文提出日	平成22年8月25日 (2010.8.25)		アメリカ合衆国 ミネソタ州 55317
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/088009		チャンハッセン ウェスト セブンティ
(87) 国際公開番号	W02009/086299		エイ ストリート 18930
(87) 国際公開日	平成21年7月9日 (2009.7.9)	(74) 代理人	110000855
(31) 優先権主張番号	11/964, 219		特許業務法人浅村特許事務所
(32) 優先日	平成19年12月26日 (2007.12.26)	(74) 代理人	100066692
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 浅村 皓
		(74) 代理人	100072040
			弁理士 浅村 肇
		(74) 代理人	100089897
			弁理士 田中 正
		(74) 代理人	100072822
			弁理士 森 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非粘着性表面を有する熱的界面

(57) 【要約】

熱的界面部材が、バルク層と、バルク層の表面の少なくとも一部分の上に配設される表面層とを含む。表面層は、非常に熱的伝導性であり、はんだリフロー温度を超える融点を有し、約10ミクロン未満の最大断面厚さを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) 第 1 及び第 2 の概して対向する表面、及び少なくとも約 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有するバルク層と、

(b) 前記バルク層の前記第 1 及び第 2 の表面のうちの少なくとも一方の少なくとも一部分の上の表面層であって、

(i) 約 $10 \mu\text{m}$ 未満の最大断面厚さ、

(ii) 少なくとも約 $50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の前記表面層の少なくとも厚さ寸法方向への熱的伝導率、及び

(iii) はんだリフロー温度を超える融点

を有する、表面層と

を備える、熱的界面部材。

【請求項 2】

前記バルク層は、約 10^6 Pa 未満のモジュラスを有する、請求項 1 に記載の熱的界面部材。

【請求項 3】

前記表面層は、少なくとも約 300 の融点を有する、請求項 1 に記載の熱的界面部材。

【請求項 4】

前記表面層は、金属、又は金属錯体を含む、請求項 1 に記載の熱的界面部材。

【請求項 5】

(a) 第 1 及び第 2 の概して対向する表面を有する熱的伝導性のポリマーベースのバルク層と、

(b) 前記バルク層の前記第 1 及び第 2 の表面のうちの少なくとも一方の少なくとも一部分の上の金属表面層であって、約 $10 \mu\text{m}$ 未満の最大断面厚さ寸法を有する、金属表面層と

を備える熱的界面部材。

【請求項 6】

前記バルク層は、少なくとも約 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有する、請求項 5 に記載の熱的界面部材。

【請求項 7】

前記バルク層は、約 10^6 Pa 未満のモジュラスを有する、請求項 5 に記載の熱的界面部材。

【請求項 8】

前記バルク層は、熱硬化性ポリマーを含む、請求項 5 に記載の熱的界面部材。

【請求項 9】

前記バルク層は、熱可塑性プラスチック又は相変化材料である、請求項 5 に記載の熱的界面部材。

【請求項 10】

前記バルク層は、その中に分散した熱的伝導性の粒子状物質を含む、請求項 5 に記載の熱的界面部材。

【請求項 11】

前記粒子状物質は、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、グラファイト、及びそれらの組合せから成る群から選択される、請求項 10 に記載の熱的界面部材。

【請求項 12】

前記表面層は、アルミニウム及び銅から成る群から選択される、請求項 5 に記載の熱的界面部材。

【請求項 13】

熱放散構成体において使用するための装置であって、

(a) 発熱コンポーネントと、

10

20

30

40

50

(b) 少なくとも約 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有し、前記発熱コンポーネントに熱的に結合される熱的界面部材とを備え、

前記熱的界面部材は、

(i) バルク層と、

(ii) 前記バルク層の表面の少なくとも一部分の上の表面層であって、約 $10 \mu\text{m}$ 未満の最大断面厚さ寸法、はんだリフロー温度を超える融点、及び約 10^7 Pa より大きいモジュラスを有する、表面層とを備える、熱放散構成体において使用するための装置。

【請求項 14】

10

前記バルク層は、約 10^6 Pa 未満のモジュラスを有する、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 15】

前記バルク層は、相変化材料である、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 16】

前記バルク層は、シリコン・ポリマーを含む、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記熱的界面部材は、前記発熱コンポーネントの表面に配設される、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 18】

前記表面層は、少なくとも約 300 の融点を有する、請求項 13 に記載の装置。

20

【請求項 19】

前記表面層は、金属、又は金属錯体である、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 20】

前記表面層は、少なくとも約 $50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有する、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 21】

バルク層と、前記バルク層の表面の少なくとも一部分の上に配設される表面層とを有する熱的界面部材を構築するための方法であって、

(a) コーティング基板を形成するために、約 $10 \mu\text{m}$ 未満の厚さまで、熱的伝導性材料を基板上に沈着するステップ、

30

(b) 前記熱的伝導性材料が前記バルク層表面と接触するように、前記コーティング基板を前記バルク層表面と位置合わせして配置するステップ、及び

(c) 前記熱的伝導性材料が、前記表面層として、前記バルク層表面と接触状態を保つように、前記熱的伝導性材料から前記基板を分離するステップであって、前記バルク層は、熱的伝導性であり、約 10^6 Pa 未満のモジュラスを有する、ステップを含む方法。

【請求項 22】

前記表面層は、少なくとも約 $50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有する、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

40

前記バルク層は、少なくとも約 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有する、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 24】

前記熱的伝導性材料は、蒸着により前記基板上に沈着される、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 25】

(a) 第 1 の表面を有する支持構造体と、

(b) 取付け部分及び熱放散面を有する電子コンポーネントであって、前記取付け部分は、前記支持構造体の前記第 1 の表面に結合される、電子コンポーネントと、

(c) 前記電子コンポーネントの前記熱放散面に熱的に結合され、バルク層及び表面層

50

を有する熱的界面部材と
を備え、

(i) 前記バルク層は、少なくとも約 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有し、

(i i) 前記表面層は、約 $10 \mu\text{m}$ 未満の最大断面厚さ、少なくとも約 $50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率、及びはんだリフロー温度を超える融点を有し、前記バルク層の表面の少なくとも一部分の上に配設される、
パッケージ。

【請求項 26】

前記支持構造体は、回路基板である、請求項 25 に記載のパッケージ。

【請求項 27】

前記電子コンポーネントは、半導体素子である、請求項 25 に記載のパッケージ。

【請求項 28】

前記熱的界面部材の前記バルク層は、前記電子コンポーネントの前記熱放散面と接触している、請求項 25 に記載のパッケージ。

【請求項 29】

前記表面層は、アルミニウム又は銅である、請求項 25 に記載のパッケージ。

【請求項 30】

前記熱的界面部材の前記表面層に固定されたヒート・シンクを含む、請求項 25 に記載のパッケージ。

【請求項 31】

電子コンポーネント・パッケージを構築するための方法において、

(a) (i) 少なくとも約 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有するバルク層と、

(i i) 前記バルク層の表面の少なくとも一部分の上に配設され、約 $10 \mu\text{m}$ 未満の最大断面厚さ、はんだリフロー温度を超える融点、及び少なくとも約 $50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有する、表面層と、
を含む熱的界面部材を形成するステップ、

(b) 第 1 の表面層を有する支持構造体を設置するステップ、

(c) 取付け部分及び熱放散面を有する電子コンポーネントを設置するステップ、

(d) 前記電子コンポーネントの前記熱放散面と接触して前記熱的界面部材の前記バルク層を配置することによって、前記熱的界面部材を前記電子コンポーネントに熱的に結合するステップ、

(e) ステップ (d) の前に、又はその後に、前記電子コンポーネントの前記取付け部分を前記支持構造体の前記第 1 の表面に取り付けるステップ、並びに、

(f) ステップ (e) の後に、ヒート・シンクを前記熱的界面部材に熱的に結合するステップ
を含む方法。

【請求項 32】

前記熱的界面部材の前記バルク層は、約 10^6 Pa 未満のモジュラスを有する、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 33】

前記熱的界面部材の前記表面層は、少なくとも約 300 の融点を有する、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 34】

前記支持構造体は、回路基板である、請求項 31 に記載の方法。

【請求項 35】

前記ヒート・シンクを前記熱的界面部材の前記表面層に取り付けるステップを含む、請求項 31 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、発熱電子素子を含む熱放散構成体と関連して使用するための熱的界面に関し、より詳細には、実質的に熱的に透明であり、適合可能な、非粘着性の表面層を組み込んだ熱的界面部材に関し、はんだリフロー温度より高い温度でこのような特性を保持する。

【背景技術】

【0002】

熱的界面は、過剰な熱的エネルギーが1つの場所から別の場所に伝達されることが望ましい熱放散用途において広く使用される。熱的界面は、一般に、効果的な、及び機械的に有用なやり方で、所望の熱伝達に応える形でこのような場所間に位置付けられる。このような熱的界面の用途例は、エレクトロニクス産業にあり、この場合、電子素子は、最小閾値の性能特性を維持するために、何らかの形で冷却する必要がある。このような電子素子を冷却する一般的な方法が、発熱電子素子からの熱放散によるものである。このような熱放散は、例えば、電子素子を、一般に比較的高い熱的放散能力を有するヒート・シンクに熱的に結合することによって達成することが可能である。一般的なヒート・シンクは、材料、表面積、及び冷却媒体への暴露などの特徴により、高い熱放散特性を示す。

【0003】

電子素子など、発熱要素をヒート・シンクに熱的に結合することは、熱的界面の材料及び構造によって容易にすることができる。例えば、発熱要素とヒート・シンクとの間を直接、物理的に結合することが、発熱要素の付近における相対的な外部幾何学形状、材料、及び空間的制約という理由から困難であることがある。この場合には、熱的界面は、熱伝達に対して大きなインピーダンスがない、発熱要素とヒート・シンクとの間の物理的な接続機構として働くことが可能である。さらには、熱伝達は、熱的エネルギーが比較的低い熱的伝導率の媒体の中を通る必要がある場合、熱的障壁において著しく妨げられる可能性があるという理由から、熱的界面は、熱的障壁の存在を最小限にすることによって、ヒート・シンクに対する熱伝達の効率性を高めることが可能である。例えば、比較的低いモジュラス値を有する熱的界面は、発熱要素及びヒート・シンクにおける表面の不規則性 (irregularities) に対して「適合する (conform)」ことが可能であり、それによって、空気などの比較的低い熱的伝導性媒体で満たされる可能性がある表面間の空隙を最小限にし、且つ/又はなくすことになる。その結果、熱的界面は、様々な発熱素子から離れる方向への熱伝達を著しく高めることが分かっている。

【0004】

いくつかの用途においては、熱的界面は、「適合性 (conformability)」特性を熱的伝導性界面にもたらすために、微結晶ワックス、並びにシリコン・グリース、シリコン・ゲル、及びシリコン・ワックスなどの比較的低いモジュラス材料を使用している。界面の適合性は、室温で低モジュラス値を有する材料により達成されても、又はそうではなく、界面が結合される発熱素子の動作温度における温度で、若しくはその温度を下回る温度で著しく軟化する「相変化」材料の結果として達成されてもよい。界面材料の相対的な軟性は、それぞれのコンポーネントに対して熱的界面を組み立てる際など、このような界面をこのように取り扱うことを妨げる表面粘着性をもたらす可能性がある。

【0005】

この問題を克服するために、熱的界面の少なくとも1つの外面上に形成される「ブロッキング防止」層、又は剥離層を設けることは、熱的界面を製造し、組み立て、取り扱うのに役立つことが見い出された。さらには、このような外側の非粘着性剥離層は、残りの熱的界面への汚染に対する大きな保護をもたらすのにも役立つ。いくつかの場合には、ブロッキング防止層、又は剥離層は、熱的界面が発熱素子と接触して配置される時点の前に除去の必要があるライナ・フィルムを含むことがある。この除去作業は、しばしば、面倒であることが分かっており、且つ時間がかかり、多大な労力を要するものである。他の場合においては、ブロッキング防止層、又は剥離層は、一体的に形成されても、又は残りの熱的界面に恒久的に固定されてもよい。しかし、このような場合には、ブロッキング防止層は、界面の全体的な適合性を著しく抑制する。

【0006】

上記に加えて、熱的界面は、通常、熱的界面がまず、ヒート・シンクに固定されて結合体を形成し、次いで、この結合体が、集積回路基板など、あらかじめ構築されたパッケージに固定される特定の順序で、熱放散構成体に取り付けられる。熱的界面をその構築工程で電子パッケージのコンポーネントに実装することは困難であり、取扱いは厄介であるという理由から、このプロトコルが主に行われている。ブロッキング防止層を有する熱的界面の場合でも、電子コンポーネントをパッケージに固定するはんだリフロー工程において到達する温度は、ブロッキング防止層の有効性を低下させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

10

【特許文献1】米国特許第5,950,066号

【特許文献2】米国特許第6,197,859号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記を考慮して、はんだリフロー温度において、又はその温度より上で非粘着性状態を保つ1つ又は複数の高い熱的伝導性の表面を組み込むとともに、また、隣接する表面に対して優れた全体的適合性を可能にする熱的界面を提供することが本発明の主な目的である。

【0009】

20

高い熱的伝導性の、適合可能な、且つはんだリフロー温度において、又はその温度より上で非粘着性状態を保つ非粘着性表面層を有する熱的界面部材を提供することが本発明のさらなる目的である。

【0010】

熱的界面を構築するための方法を提供することが本発明の別の目的であり、このような界面の表面層は、剥離基板上に沈着され、その後、界面のバルク層と位置合わせして配置される。

【0011】

はんだリフローの前に熱的界面をパッケージ・コンポーネントに固定し、その後、その結合体をヒート・シンクに固定することによって、パッケージを構築するための方法を提供することが本発明のさらなる目的である。

30

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明によって、電子コンポーネントによって生成される過剰な熱的エネルギーが、ヒート・シンク、又は他の熱的放散体に効率的に放散可能である。具体的には、本発明は、非常に高い適合性を有するが、それにもかかわらず、はんだリフロー温度において、又はその温度より上でもなお非粘着性状態を保つ熱的界面を提供する。その結果、本発明の熱的界面は、取扱い及び熱的パッケージ組立作業を容易にするとともに、発熱電子素子から熱放散体に、高い熱的伝導性の経路をもたらす。

【0013】

40

特定の実施例においては、本発明の熱的界面部材は、少なくとも約0.5 W/m・Kの熱的伝導率を有するバルク層と、バルク層の少なくとも一方の表面の少なくとも一部分の上に配設される表面層とを含む。表面層は、約10ミクロン未満の最大断面厚さ、少なくとも約50 W/m・Kの少なくとも厚さ寸法方向への熱的伝導率、及びはんだリフロー温度を超える融点を含む。いくつかの場合においては、表面層の融点は、少なくとも約300である。

【0014】

別の実施例においては、本発明の熱的界面部材は、熱的伝導性のポリマーベースのバルク層と、バルク層の第1及び第2の表面のうちの少なくとも一方の少なくとも一部分の上に配設される金属表面層とを含む。金属表面層は、約10ミクロン未満の最大断面厚さ寸

50

法を有する。

【 0 0 1 5 】

熱放散構成体において使用するための装置が、発熱コンポーネントと、発熱コンポーネントに熱的に結合され、少なくとも約 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有する熱的界面部材とを含む。熱的界面部材は、バルク層と、バルク層の表面の少なくとも一部分の上に配設される表面層とを含む。表面層は、約 10 ミクロン 未満の最大断面厚さ寸法、はんだリフロー温度を超える融点、及び約 10^7 Pa より大きいモジュラスを有する。

【 0 0 1 6 】

本発明のさらなる態様においては、熱的界面部材を構築するための方法が、コーティング基板を形成するために、約 10 ミクロン 未満の厚さまで、熱的伝導性材料を基板上に沈着するステップ、及びそのコーティング基板の熱的伝導性材料がバルク層表面と接触するように、コーティング基板を熱的界面部材のバルク層表面と位置合わせして配置するステップによって提供される。最終的には、基板は、熱的伝導性材料が、表面層として、バルク層表面と接触状態を保つように、熱的伝導性材料から分離される。

【 0 0 1 7 】

さらなる態様においては、パッケージが、第 1 の表面を有する支持構造体と、取付け部分及び熱放散面を有する電子コンポーネントとを含み、取付け部分は、支持構造体の第 1 の表面と、電子コンポーネントの熱放散面に熱的に結合される熱的界面部材とに結合される。熱的界面部材は、バルク層及び表面層を含み、バルク層は、少なくとも約 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有し、表面層は、約 10 ミクロン 未満の最大断面厚さを有する。さらには、表面層は、少なくとも約 $50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率、及びはんだリフロー温度を超える融点を有する。

【 0 0 1 8 】

電子コンポーネント・パッケージを構築するための方法は、少なくとも約 $0.5 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有するバルク層と、バルク層の表面の少なくとも一部分の上に配設される表面層とを含む熱的界面部材を形成するステップを含み、表面層は、約 10 ミクロン 未満の最大断面厚さ、はんだリフロー温度を超える融点、及び少なくとも約 $50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有する。この方法はさらに、第 1 の表面を有する支持構造体を設置するステップと、取付け部分及び熱放散面を有する電子コンポーネントを設置するステップとを含む。熱的界面部材は、電子コンポーネントの熱放散面と接触して熱的界面部材のバルク層を配置することによって、電子コンポーネントに熱的に結合される。熱的結合の前に、又はその後に、電子コンポーネントの取付け部分は、支持構造体の第 1 の表面に取付け可能である。電子コンポーネントの取付け部分を支持構造体の第 1 の表面に取り付けた後に、ヒート・シンクが、熱的界面部材に熱的に結合される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 図 1 】 本発明の熱的界面部材の斜視図である。

【 図 2 】 本発明の熱的界面部材の断面側面図である。

【 図 3 A 】 本発明の熱的界面部材を構築するための工程の一部分の側面図である。

【 図 3 B 】 本発明の熱的界面部材を構築するための工程の一部分の側面図である。

【 図 3 C 】 本発明の熱的界面部材を構築するための工程の一部分の側面図である。

【 図 4 】 本発明の熱的界面部材を構築する際の工程段階を示す流れ図である。

【 図 5 】 本発明の電子コンポーネント・パッケージの断面側面図である。

【 図 6 】 本発明の電子コンポーネント・パッケージの断面側面図である。

【 図 7 】 本発明の電子コンポーネント・パッケージを構築する際の工程段階を示す流れ図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 0 】

上記した本発明の目的及び効果と、その他の目的、特徴及び効果を、以下、本発明の様々な可能な構成を示す添付の図面を参照して説明される詳細な実施例の観点から記載され

10

20

30

40

50

る。本発明の他の実施例及び態様は、当業者の理解内にあるものと認識される。

【0021】

次に、図面を、まず、図1を参照すると、熱的界面部材10が、バルク層12と、バルク層12の第1の表面16において配設される表面層14とを含む。上述したように、表面層14は、熱的界面部材10に対して、「ブロッキング防止」層、又は「剥離」層として働く。ほとんどの実施例においては、熱的界面部材10は、熱的伝導性であり、少なくとも軸「z」に沿って熱的伝導性である。しかし、多くの実施例においては、熱的界面部材10は、全ての軸に沿って熱的伝導性である。典型的には、表面層14は、少なくとも約50 W/m・Kの熱的伝導率を有し、バルク層12は、少なくとも約0.5 W/m・Kの熱的伝導率を有する。熱的界面部材10は、表面層14の伝導率と、バルク層12の伝導率との中間である全体的な熱的伝導率を有することを理解すべきである。「全体的な」熱的伝導率は、熱的伝導性部材10の第1の表面18から第2の表面20まで、又はその反対方向で測定される熱的伝導度を示す。第1の表面18と、第2の表面20との間の点における局所的な熱的伝導率値は、実際は、上述した値より低くてよいことを理解すべきである。しかし、熱的界面部材10の少なくとも軸「z」に沿う実質熱的伝導率は、上述した通りである。

10

【0022】

バルク層12は、好ましくは、少なくとも軸「z」に沿って熱的伝導性であり、適可能な材料であることが可能である。いくつかの実施例においては、バルク層12は、相変化材料であることが可能である。例えば、バルク層12は、微結晶ワックス、又はシリコン・ワックス、シリコン・グリース、及びシリコン・ゲルを含むシリコンベースのポリマーを含んでよい。バルク層12において有用な製剤のさらなる例は、米国特許第5,950,066号、及び米国特許第6,197,859号に記載されるものを含み、それらは、参照によって本明細書に組み込まれる。バルク層12が相変化材料である実施例においては、バルク層12は、約40 と約80 との間の範囲内に融点を有することが可能である。したがって、バルク層12は、熱的界面部材10がそれらと関連して使用される発熱素子、又は複数の素子の正常な動作中にもたらされる温度において、少なくとも部分的に液体になることが可能である。相変化特性は、発熱素子の表面など、それぞれの熱放散面との優れた熱的接点を形成するための非常に高い適合性を有する界面をもたらす。当技術分野において知られているように、相変化熱的界面材料は、室温において比較的取り扱い易くすることを可能にするとともに、動作温度において非常に高い適合性を有することを可能にする。

20

30

【0023】

いくつかの実施例においては、バルク層12はさらに、バルク層12の熱的伝導率を高めるために、その中に分散する熱的伝導性の粒子状物質を含むことが可能である。様々な熱的伝導性粒子状物質は、バルク層12の熱的伝導性に役立つために利用可能であり、例えば、約200ミクロンまでの平均粒子径を有するアルミナ、窒化アルミナ、窒化ホウ素、グラファイト、シリコン・カーバイド、ダイヤモンド、金属粉末、及びそれらの組合せを含む。典型的な実施例においては、微粒子フィラー材料は、約10パーセントと95パーセントとの間の重量濃度でバルク層12内に与えられてよい。微粒子フィラーの負荷レベルは、バルク層12の全体的なモジュラスに影響を及ぼす可能性がある。したがって、約 10^6 Pa以下のバルク層12の動作温度モジュラスを維持することが望ましい。しかし、いくつかの用途においては、バルク層12の 10^6 Paより大きいモジュラス値が許容できる。

40

【0024】

バルク層12は、約50ミクロンと500ミクロンとの間の厚さ寸法「a」を有するものとして形成可能であり、約100ミクロンと150ミクロンとの間の範囲内の厚さが最も一般的に使用されている。

【0025】

表面層14は、好ましくは、1つ又は複数の熱的伝導性材料からなる高い熱的伝導性の

50

本体である。表面層 14 は、例えば、バルク層 12 の第 1 の表面 16 及び / 又は第 2 の表面 20 の全部或いは一部分に配設可能である。表面層 14 は、図 1 に示す実施例におけるバルク層 12 の第 1 の表面 16 の実質的全面積に沿って配設される。しかし、表面層 14 は、バルク層 12 の 1 つ又は複数の表面上の様々な連続的又は不連続的なパターンのいずれかで形成可能である。表面層 14 は、熱的界面部材 10 の操作が集中可能な非粘着性表面として働くということが予期されている。例えば、「ピック・アンド・ブレース」組立作業は、熱的界面部材を自動化装置によって組立ラインから発熱素子パッケージにおける作業位置に移動させることが可能である。このような装置は、表面層 14 における熱的界面部材 10 に取外し可能に係合することが可能である。非粘着性表面層 14 が無いと、このような自動化装置は、例えば、バルク層 12 の粘着性によって汚損される可能性がある。したがって、自動化組立装置の使用には、典型的には、その装置が、熱的界面部材に効率的に、取外し可能に係合することが可能ないくつかの形態の非粘着性表面が必要である。組立手順において利用される装置は、例えば、バルク層 12 の第 1 の表面 16 によって示される面積より小さい非粘着性面積を必要とする場合があるので、表面層 14 は、例えば、バルク層 12 の第 1 の表面 16 及び第 2 の表面 20 の全面積より小さい面積をカバーすることが可能である。

10

【0026】

製造及び組立作業における熱的界面部材 10 の取扱いを容易にすることができる態様が、「非粘着性」表面としての表面層 14 の提供である。このような特性は、材料のタイプ及び材料の相など、様々な機構により達成可能である。そのため、非粘着性上面 18 を有する表面層 14 を形成することが本発明の 1 つの態様である。いくつかの用途では、表面層 14 が、室温でも、及び上述のはんだリフロー温度など、高温でも、その両方で非粘着性であることが望ましい。例えば、熱的界面部材 10 は、はんだリフローが様々なパッケージ・コンポーネントを互いに固定するために生じる温度を含む高温を伴うパッケージ組立工程と関連して利用可能である。その結果、表面層 14 はこのような高温で実質的には元の状態のままであること、並びに非粘着性表面特性を保持することが望ましい。

20

【0027】

上述した目的を達成するために、表面層 14 は、固体形態にあること、及びそれぞれのはんだリフロー温度を超える融点を有することが可能である。典型的な用途の場合、はんだリフロー温度は、約 200 と約 260 との間で変動し、使用されるはんだのタイプに応じて決まる。したがって、表面層 14 が、使用されているそれぞれのはんだのはんだリフロー温度より高い融点温度を有することが望ましい。いくつかの場合においては、表面層 14 の融点は、約 300 より高い。以下の表 1 は、はんだ合金組成の例、及びそれらのそれぞれの相変化温度を示している。

30

【0028】

【表 1】

合金組成	液相線温度 (°C)	リフロー温度 (°C)	融解範囲 # (°C)
Sn.-2Ag			221-226
Sn.-3.5Ag	221	240-250	
Sn.-0.7Ag	227	245-255	
Sn.-3.0Ag-0.5Cu	220	238-248	
Sn.-3.2Ag-0.5Cu	218	238-248	217-218
Sn.-3.5Ag-0.75Cu	218	238-248	
Sn.-3.8Ag-0.7Cu	220	238-248	217-210
Sn.-4Ag-0.5Cu			217-219
Sn.-4Ag-1.0Cu	220	238-248	217-220
Sn.-4.7Ag-1.7Cu	244	237-247	

10

20

【0029】

熱的界面部材 10 の有効性を最大限にするために、表面層 14 は、好ましくは熱的伝導性であり、実質的には、「熱的に透明である」ことが可能であり、表面層 14 の熱的伝導率は、バルク層 12 の熱的伝導率よりも非常に高いことが可能である。いくつかの実施例において、表面層 14 は、少なくとも約 $50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の熱的伝導率を有することが可能であり、典型的には、約 $200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と $800 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ との間の熱的伝導率を有することが可能である。上述の特定された熱的伝導率は、少なくとも軸「z」に沿う熱的伝導率を示すが、また、全ての方向軸に沿うのも有効であることが可能である。

【0030】

本発明の追加の態様が、熱的界面部材 10 の全体的な適合性である。上述したように、熱的障壁を最小限にするために、及びそれによって、熱的伝導率を高めるために、界面がそれらに接して取り付けられる表面によく適合することは、熱的界面の重要な特徴である。「ブロッキング防止」層又は剥離層を組み込んだ従来の熱的界面には一般に、このような層は、取付け前に手で除去されること、或いは界面内の所定の場所に残される場合はこのような層の適合性の欠如及び/又は層材料それ自体の比較的低い熱的伝導率の結果として、界面の熱的性能を抑えることのいずれかが必要である。したがって、表面層 14 は、上述したように、熱的伝導性が非常に高いこと、及び非常に高い適合性を有することの両方が可能である。表面層 14 はそのため、厚さが、約 10 ミクロン 未満であってよい。表面層 14 は、その薄さゆえ、そのモジュラスが 10^6 Pa より大きい状況においても有効である。

30

40

【0031】

出願人は、表面層 14 における上述の適合性を達成するため、表面層 14 の非常に小さい厚さ寸法「b」を設けることを決定した。表面層 14 について使用される材料に応じて、厚さ寸法「b」は、約 10 ミクロン 未満であることが可能であり、典型的には、約 2 ミクロン と 6 ミクロン との間であることが可能である。表面層 14 の厚さ寸法「b」は、表面層 14 の最大断面厚さを示すことが可能である。

【0032】

表面層 14 は、上述した態様と両立可能な 1 つ又は複数の様々な材料を含むことが可能である。出願人が、本発明の表面層において有用であることを見い出している材料の具体的な種別は、厚さが約 6 ミクロン 未満など、薄層に沈着されることが可能な金属及び/又

50

は金属錯体である。表面層 1 4 の材料例は、アルミニウム、銅、銀、及び銅タングステンを含む。しかし、他の材料及び材料の組合せもまた、表面層 1 4 において有用であるものとされる。別の有用な材料の例が、グラファイトである。

【0033】

図 2 は、表面層 1 4 が、バルク層 1 2 の一部分のみにおいて配設される熱的界面部材 3 0 の実施例を示す。バルク層 1 2 に対する表面層 1 4 の様々な配置が、本発明の範囲内にあると企図される。例えば、表面層 1 4 は、バルク層 1 2 の第 1 の表面 1 6 及び第 2 の表面 2 0 のうちの一方又は両方に配設可能であり、このような 1 つ又は複数の表面の少なくとも一部分に沿って配設可能である。したがって、表面層 1 4 は、バルク層 1 2 の第 1 の表面 1 6 及び / 又は第 2 の表面 2 0 の全て或いは一部をカバーすることが可能である。

10

【0034】

第 1 の表面 1 4 が、例えば、蒸着、プラズマ重合、スプレー・コーティング、スパッタリングなどを含む様々な工程のうちの 1 つにより、バルク層 1 2 に形成可能であることが企図される。目的例について本明細書に説明する表面層 1 4 をバルク層 1 2 に付着するための 1 つの方法は、表面層 1 4 としての金属材料の蒸着である。

【0035】

図 3 A ~ 3 B に示すように、アルミニウムなど、金属蒸気が、以下で説明するように剥離ライナ基板 4 2 上に沈着される。

【0036】

剥離ライナ基板 4 2 は、真空チャンバ内に配置可能であり、両方とも真空チャンバ内に位置決め可能な非巻取りロールと巻取りロールとの間を移動することが可能である。次いで、アルミニウム・スプールが真空チャンバ内の容器に配置され、アルミニウム・スプールは、アルミニウムの蒸発温度まで容器において加熱され、真空チャンバは、実質的には、真空にされる。次いで、蒸気状態のアルミニウムが、アルミニウム・スプールから放出され、アルミニウム容器から約 30 . 48 cm (12 インチ) に位置決めされた移動基板上に沈着される。

20

【0037】

剥離ライナ基板 4 2 における表面層 1 4 の厚さ「b」は、蒸着チャンバ内の基板の速度によって制御可能である。典型的には、基板 4 2 は、蒸着が生じている間、約 121 . 9 m (400 フィート) / 分 ~ 365 . 8 m (1200 フィート) / 分の間の速度で、非巻取りロールと巻取りロールとの間で動作する。基板 4 2 がこの金属蒸気にさらされると、チャンバは大気圧に戻る。いくつかの実施例において、蒸着基板は、巻取りロールにおいて巻かれる前に、基板上での蒸気状態の金属を固体状態にさせる冷ロールの上を通過することが可能である。

30

【0038】

沈着（蒸着）材料が、所定の最小厚さ例えば約 2 ミクロンと 6 ミクロンの間に到達すると、コーティング基板 4 4 は、バルク層 1 2 と位置合わせして配置されるために、図 3 C に示すカレンダーリング動作に移る。カレンダーリング動作 5 0 は、図 3 C に示すように、表面層 1 4 を位置合せ場所 5 2 でバルク層 1 2 の第 1 の表面 1 6 と位置合わせして配置し、表面層 1 4 は、それぞれのローラの対 5 4 - 5 4、5 6 - 5 6 において生成される圧力によりバルク層 1 2 に接着される。スプリッタ 5 8 が、剥離ライナ 4 2 を表面層 1 4 から除去するために設置され、それにより、表面層 1 4 は、バルク層 1 2 と接触状態を保つ。ローラ 5 4、5 6 など、カレンダーリング・システム 5 0 に対するバルク層 1 2 のコンポーネントへの望ましくない接着を防ぐために、剥離ライナ 4 6 がバルク層 1 2 の第 2 の表面 2 0 に形成可能である。このような剥離ライナ 4 6 は、熱的界面部材 1 0 を、例えば、発熱素子パッケージ内に取り付ける前の所望の時点で、バルク層 1 2 から除去可能である。

40

【0039】

図 4 は、図 3 A ~ 3 C を参照して上述した、熱的界面部材製造の工程段階を示す流れ図である。具体的には、表面層 1 4 において使用するための材料が、コーティング基板を形成するために、所定の厚さまで剥離ライナ上に沈着される。上述したように、このような

50

材料又は複数の材料は、好ましくは、熱的伝導性であり、例えば、剥離ライナ 42 上に沈着されることが可能な金属、金属錯体、及び / 又は他の材料であることが可能である。いくつかの実施例において、材料は、約 6 ミクロン未満の所定の厚さまで、基板に付着可能である。剥離ライナは、当技術分野ではよく知られており、表面層 14 から比較的容易に除去されることが可能な従来の剥離ライナが、熱的界面部材製造工程において利用可能であることが企図される。沈着された表面層 14 を受け取り、その後、それから除去される際に有用な剥離ライナ 42 の例が、ポリエチレン・テレフタレート (PET) である。

【0040】

コーティングされた基板は、次いで、カレンダーリング・ロールと接触する剥離ライナとともに、ある配向でカレンダーリング動作に置かれ、表面層材料は、バルク層 12 と位置合わせして暴露される。表面層をバルク層と位置合わせすることにより、表面層は、表面層と、そのそれぞれの剥離ライナ基板との間の結合よりも大きな強度でバルク層に接着することになる。その結果、次いで、基板は表面層から取り除かれるが、表面層は、バルク層との接触状態を保つ。次いで、個々の熱的界面部材が所望の大きさにダイカット可能である。この状態で、熱的界面部材は、輸送及びパッケージ組立段階の際に取り扱いが容易になるように、対向する非粘着性表面を有する。典型的には、例えば、バルク層 12 の第 2 の表面 20 において位置決めされた剥離ライナは、発熱素子に熱的界面部材が取り付けられる直前に取り除かれる。

【0041】

熱的界面部材 10 は、発熱コンポーネント・パッケージからの熱放散と関連して使用可能である。図 5 に示すように、パッケージ 70 は、支持構造体 76 の第 1 の表面 74 上に配設された発熱電子コンポーネント 72 を含む。電子コンポーネント 72 は、支持構造体 76 の第 1 の表面 74 に結合される取付け部分 78 と、熱的界面部材 10 に熱的に結合される熱放散面 80 とを含む。いくつかの実施例において、熱放散面 80 は、熱的界面部材 10 のバルク層 12 に熱的に結合可能である。このような熱的結合は、熱的界面部材 10 のバルク層 12 と、電子コンポーネント 72 の熱放散面 80 との間の物理的な接触の形態であることが可能である。このような構成により、電子コンポーネント 72 によって生成される熱は、熱放散面 80 において、その熱的結合により熱的界面部材 10 に伝達される。熱放散面 80 は、取付け部分 78 とは実質的に反対であるように図 5 に示されているが、熱放散面 80 は、電子コンポーネント 72 を熱的界面部材 10 に熱的に結合するのに都合よく、且つ / 又は有効であれば、電子コンポーネント 72 の任意の表面であってよいことを理解すべきである。加えて、電子コンポーネント 72 は、2 次的界面媒体又は追加の接続素子を通じてなど、直接的な物理的接続以外の手段を通じて、熱的界面部材 10 に熱的に結合可能であることも理解すべきである。

【0042】

図 5 に示す実施例において、熱的界面部材 10 のバルク層 12 は、バルク層 12 の固有の接着特性の結果として、直接的に熱放散面 80 に接着可能である。しかし、他の実施例において、熱的界面部材 10 は、例えば、熱的伝導性の接着材料、ファスナなどにより、電子コンポーネント 72 に固定可能である。さらには、熱的界面部材 10 は、表面層 14 が、電子コンポーネント 72 の熱放散面 80 と接触しているように、又はその熱放散面と向かい合う関係にあるように配向可能である。

【0043】

電子素子 72 は、本明細書において、包括的な意味において使用され、データ処理、通信、電力供給のシステムなど、様々な電子システム内に組み込まれたコンポーネントを含むことを意図される。電子コンポーネント 72 として企図される素子の例は、トランジスタ及びダイオードなどの半導体素子、並びに受動コンポーネントを含む。

【0044】

図 5 に示す実施例における電子コンポーネント 72 は、第 1 の表面 74 に伝導性トレースを有する誘電材料であっても、又は他のタイプの電気接続部を組み込んでいてもよい回路基板 76 に固定される。いくつかの実施例において、支持構造体 76 は、電子コンポー

ネット 72 がその上に取り付けられる第 1 の表面 74 に誘電層を有する熱的伝導性材料であってもよい。様々な構成及び材料が、支持構造体 76 に関して有用であると企図される。

【0045】

図 6 に示すように、ヒート・シンク 92 が、熱的界面部材 10 においてなど、パッケージ 70 に熱的に結合可能である。いくつかの実施例において、ヒート・シンク 92 をパッケージ 70 に熱的に結合することは、ヒート・シンク 92 の第 1 の表面 94 と、熱的界面部材 10 の第 1 の表面 18 との間の物理的接触によって達成され、それにより、表面層 14 は、第 1 の表面 94 と熱的接触していることになる。上述したように、熱的界面部材 10、及び具体的には、表面層 14 は、第 1 の表面 94 に適合可能である。このような適合性は、熱的界面部材 10 とヒート・シンク 92 との間の熱伝達効率を高める。ヒート・シンク 92 は、図 6 に示すように、フィン 96 によるなど、比較的高い表面積を含む構成を有する。熱放散用途におけるヒート・シンクの使用はよく理解され、従来のヒート・シンク設計が本発明の構成において利用可能であることが企図される。図 6 の構成における熱伝達は、矢印「y」によって示す方向であり、具体的には、発熱コンポーネント 72 から熱的界面部材 10 を通じてヒート・シンク 92 まで、最終的には、ヒート・シンク 92 を囲む周囲までである。

【0046】

図 6 に示す構成は、図 7 の流れ図に示すように構築可能である。具体的には、熱的界面部材 10 は、電子コンポーネント 72 の熱放散面 80 に取付け可能であり、次いで、電子コンポーネント 72 の取付け部分 78 は、支持構造体 76 の第 1 の表面 74 に取付け可能であり、その結果生じる結合体が、次いで、熱的界面部材 10 の第 1 の表面 18 においてなど、ヒート・シンク 92 に結合可能である。代替例として、電子コンポーネント 72 は、支持構造体 76 の第 1 の表面 74 に取付け可能であり、熱的界面部材 10 は、次いで、電子コンポーネント 72 の熱放散面 80 に取付け可能である。次いで、ヒート・シンク 92 が、図 6 に示すような結合体に熱的に結合可能である。

【0047】

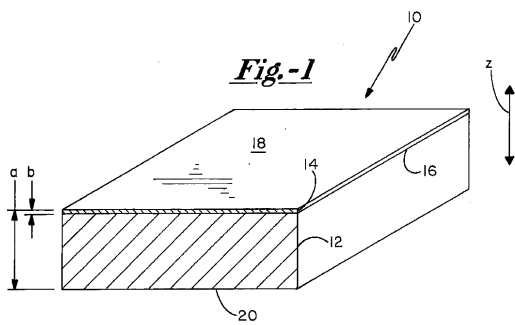
上述した工程は、電子コンポーネント・パッケージを製造するための従来の工程と対比的であり、従来の技術はまず、熱的界面部材をヒート・シンクに取り付け、その後、電子コンポーネント / 支持構造体の結合体をヒート・シンク / 熱的界面部材の結合体に接続する。一般には、この最終組立段階は、完成した電子コンポーネント・パッケージを販売する装置製造業者によって行われる。しかし、最終組立段階は、熱的界面部材 / ヒート・シンクの結合体を電子コンポーネントに接続する前に、熱的界面部材から剥離ライナを（バルク層 12 から剥離ライナ 46 など）を除去するための工程段階が必要である。この工程段階は、時間がかかり、ときには熱的界面部材に損傷をもたらす可能性があり、その結果、製品損失及び / 又は製品性能の低下を招く。本発明の熱的界面部材は、パッケージ製造業者において、熱的界面部材を電子コンポーネント / 支持体構造体の結合体に結合することを可能にする。熱的界面部材が、電子コンポーネントを支持構造体に取り付ける前に電子コンポーネントに取り付けられた場合、本発明の熱的界面部材は、電子コンポーネントを支持構造体に固定するのに必要なはんだリフロー温度に耐えることが可能である。さらには、表面層 14 は、はんだリフロー工程の間、バルク層 12 を汚染物質から保護するように働く。電子コンポーネントはまた、非粘着性表面がヒート・シンク 92 に結合する前に表面層 14 によって提供されるという理由から、熱的界面部材が表面実装技術（SMT）テープ及びリールに粘着するという懸念なしに、現行の SMT フォーマットで輸送可能である。

【0048】

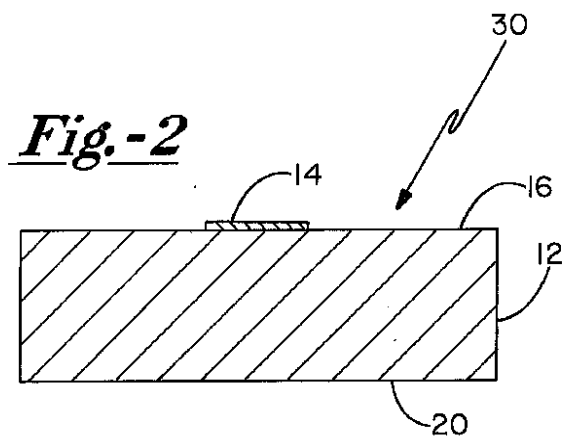
本発明は、特許法を順守するために、及び新規原理を出願し、本発明の実施例を構築し、必要に応じて使用するのに必要な情報を当業者に提供するために、本明細書にかなり詳細に説明されている。しかし、本発明が、具体的な別の素子によって実施することが可能であること、及び様々な修正形態が、本発明の範囲から逸脱することなく、達成すること

が可能であることを理解すべきである。

【図 1】

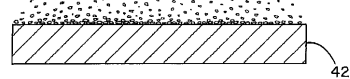


【図 2】



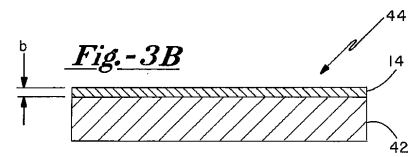
【図 3 A】

Fig.-3A



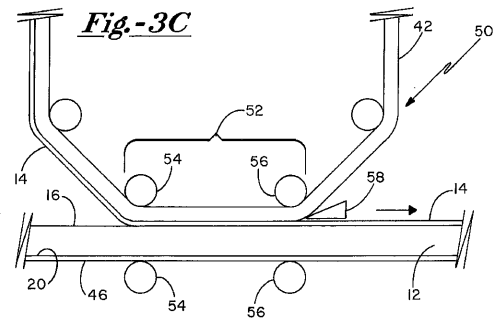
【図 3 B】

Fig.-3B

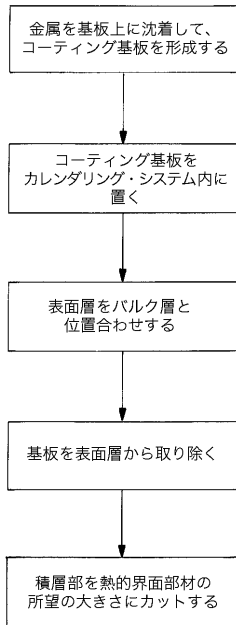


【図 3 C】

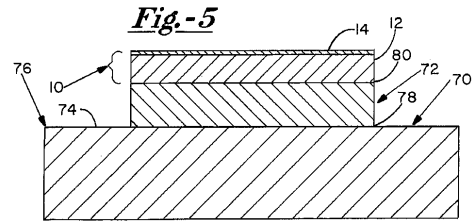
Fig.-3C



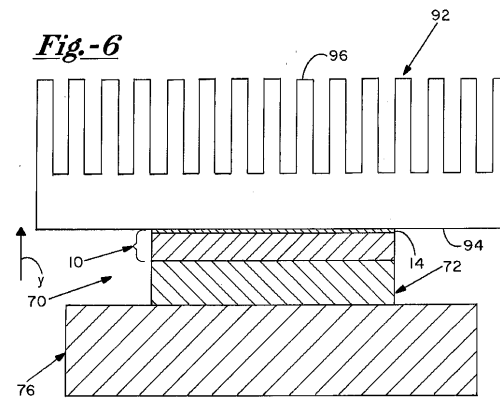
【 図 4 】



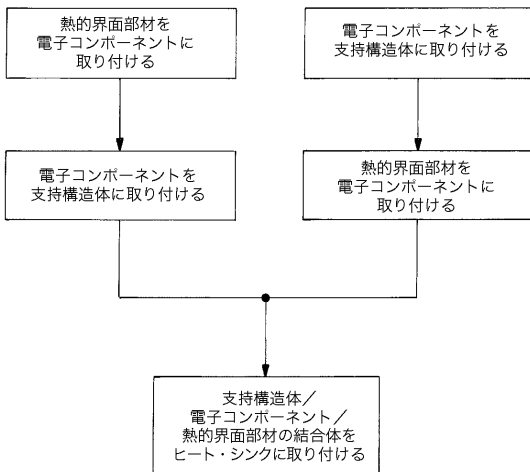
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 08/88009

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G06F 1/20; H01L 21/48 (2009.01) USPC - 361/687; 165/104.33 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) USPC - 361/687; 165/104.33 IPC(8) - G06F 1/20; H01L 21/48 (2009.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 361/687; 165/104.33; 257/E23.086, 720, 684, 712; 428/411.1, 620, 447, 480, 143; 524/404, 430, 437, 588 IPC(8) - G06F 1/20; H01L 21/48 (2009.01) (text search ? see search terms below)		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST (PGPB, USPT, OC, EPAB, JPAB); DialogPro (General Research); Google Patents. Terms: thermal interface, bulk, surface, layer, thickness, micron, conductivity, melt, reflow, modulus, metal, polymer, thermoset, thermoplastic, phase change, particle, Al, Cu, heat, dissipate, silicone, siloxane, separate, vapor deposition		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/0009353 A1 (KNOWLES et al.) 15 January 2004 (15.01.2004), abstract, para [0005], [0010]-[0012], [0027]-[0032], [0036], [0037], [0053], [0056], [0059], [0065]	1, 3, 4, 25, 26, 28, 30, 31, 33-35
Y		2, 5-24, 27, 29, 32
Y	US 2007/0241303 A1 (ZHONG et al.) 18 October 2007 (18.10.2007), abstract, para [0008]-[0011], [0021]-[0023], [0029], [0032]-[0037], [0046], [0053], [0057], [0063]-[0070], [0074], [0075], [0078], [0081], [0088], [0089], [0101], [0104], Table 1	2, 5-24, 29, 32
Y	US 6,657,297 B1 (JEW RAM et al.) 02 December 2003 (02.12.2003), abstract; col 1, ln 8 - col 2, ln 8; col 2, ln 55-59; col 3, 8-19; col 3, ln 41-51; col 4, ln 1-12; col 7, ln 23-42	27
A	US 2007/0164424 A1 (DEAN et al.) 19 July 2007 (19.07.2007), entire document (gives definition of bulk thermal conductivity, para [0028])	1-35
A	US 6,399,309 B1 (MISRA et al.) 04 June 2002 (04.06.2002), abstract; col 1, ln 20-44; col 2, ln 40-54; col 3, ln 20-30; col 4, ln 45-54; col 8, ln 1-19	1-35
A	US 2005/0077618 A1 (MCCUTCHEON et al.) 14 April 2005 (14.04.2005), entire document	1-35
A	US 2005/0013119 A1 (MISRA) 20 January 2005 (20.01.2005), entire document	1-35
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 09 February 2009 (09 February 2009)		Date of mailing of the international search report 19 FEB 2009
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100087217

弁理士 吉田 裕

(74)代理人 100123180

弁理士 白江 克則

(74)代理人 100137475

弁理士 金井 建

(74)代理人 100160266

弁理士 橋本 裕之

(74)代理人 100140028

弁理士 水本 義光

(72)発明者 ジェワラム、ラディシュ

アメリカ合衆国、ミネソタ、レイクビル、アイコサ ストリート 9284

(72)発明者 ミスラ、サンジェイ

アメリカ合衆国、ミネソタ、ショアビュー、アーボガスト ストリート 1016

Fターム(参考) 5F136 BC01 FA02 FA03 FA04 FA14 FA16 FA23 FA53 FA63 GA02