

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
C09K 3/18 (2006.01)



## [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02810383.1

[45] 授权公告日 2006年12月20日

[11] 授权公告号 CN 1290963C

[22] 申请日 2002.3.13 [21] 申请号 02810383.1

[30] 优先权

[32] 2001.4.12 [33] US [31] 09/834,158

[86] 国际申请 PCT/US2002/007550 2002.3.13

[87] 国际公布 WO2002/085339 英 2002.10.31

[85] 进入国家阶段日期 2003.11.21

[73] 专利权人 亨凯尔公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 G·E·弗林 R·A·劳赫

R.G. 弗罗伊勒

审查员 豆波建

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

商标事务所

代理人 陈季壮

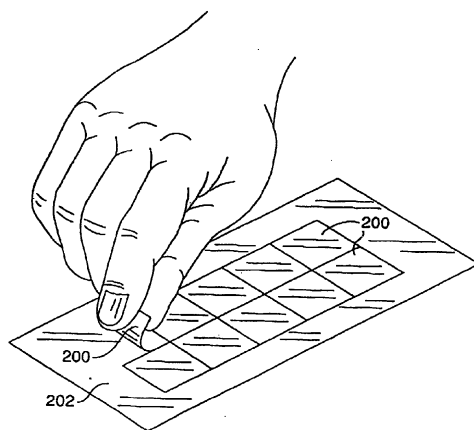
权利要求书 5 页 说明书 19 页 附图 2 页

[54] 发明名称

具有诱导粘结性能的相变热界面组合物

[57] 摘要

一种用于将热量从散热组件传递到散热器的改进的更耐用的导热组合物及其制备方法。该组合物优选包括由石蜡，和任选地石蜡与矿脂组成的基本组分，所述基本组分具有在其中悬浮的导电颗粒，该导电颗粒优选包括石墨、金刚石或元素金属如银。在优选的实施方案中，组合物进一步包括树脂聚合物，以增加耐用性。配制组合物，以便在常温下为固体，但一旦经历仅仅比产热电子半导体器件典型地操作时的温度范围低的温度时液化。本发明进一步包括包装本发明组合物，以及施涂导热组合物到散热组件与散热片之间界面上的方法。



1. 一种包装用于将散热组件的热量传递到散热器的导热组合物的方法，该方法包括下述步骤：

(a)提供由

(i)60% - 90wt%石蜡；

(ii)0% - 5wt%的树脂；

(iii)10% - 40wt%的石墨；

组成的导热组合物；

(b)提供平面基板；和

(c)在步骤(b)的基板上形成步骤(a)所提供的导热组合物的膜。

2. 权利要求 1 的方法，其中在步骤(c)中，将所述导热组合物的所述膜施涂到基板上，得到 3mil 或更低的厚度。

3. 权利要求 2 的方法，其中施涂所述导热组合物成 0.5 - 3mil 的厚度。

4. 权利要求 1 的方法，进一步包括步骤：

(d)将基板上形成的膜切割成特定的形状。

5. 权利要求 1 的方法，其中在步骤(a)中，所述导热组合物进一步包括矿脂。

6. 权利要求 5 的方法，其中所述矿脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。

7. 权利要求 1 的方法，其中在步骤(b)中，所述平面基板选自聚酯释放基板和硅-基处理的纸张。

8. 权利要求 1 的方法，其中所述石蜡包括 51℃石蜡。

9. 权利要求 1 的方法，其中所述石蜡包括 60℃石蜡。

10. 权利要求 1 的方法，其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。

11. 一种将导热组合物施涂到散热片上的方法，该方法包括步骤：

(a)提供由

- (i)60% - 90wt%石蜡;
  - (ii)0% - 5wt%的树脂;
  - (iii)10% - 40wt%的石墨;
- 组成的导热组合物;
- (b)加热所述散热片的表面; 和
  - (c)在步骤(b)的受热散热片上施涂步骤(a)的导热组合物。
12. 权利要求 11 的方法, 其中所述石蜡包括 51℃石蜡。
13. 权利要求 11 的方法, 其中所述石蜡包括 60℃石蜡。
14. 权利要求 11 的方法, 其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。
15. 权利要求 11 的方法, 其中在步骤 b 中, 将所述散热片加热到不超过 51℃的温度。
16. 权利要求 15 的方法, 其中将所述散热片加热到 40 - 50℃的温度。
17. 权利要求 11 的方法, 其中在步骤 a 中, 所述导热组合物进一步包括:
- (d)矿脂。
18. 权利要求 17 的方法, 其中所述矿脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。
19. 一种施涂导热组合物到散热片上的方法, 该方法包括步骤:
- (a)提供由
    - (i)60% - 90wt%石蜡;
    - (ii)0% - 5wt%的树脂;
    - (iii)10% - 40wt%的石墨;组成的导热组合物;
  - (b)将溶剂施涂到在散热片上形成的界面配合表面上; 和
  - (c)在步骤(b)的界面配合表面上施涂步骤(a)的导热组合物。
20. 权利要求 19 的方法, 其中所述石蜡包括 51℃石蜡。
21. 权利要求 19 的方法, 其中所述石蜡包括 60℃石蜡。

22. 权利要求 19 的方法，其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。

23. 权利要求 19 的方法，其中在步骤(a)中，所述组合物进一步包括(d)矿脂。

24. 权利要求 23 的方法，其中所述矿脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。

25. 一种施涂导热组合物到散热片上的方法，该方法包括步骤：

(a)提供由

(i)60% - 90wt%石蜡；

(ii)0% - 5wt%的树脂；

(iii)10% - 40wt%的石墨；

组成的导热组合物；

(b)将步骤(a)的所述组合物压合到在所述散热片上形成的界面配合表面上。

26. 权利要求 25 的方法，其中在步骤(a)中，所述组合物包括(d)矿脂。

27. 权利要求 26 的方法，其中所述矿脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。

28. 权利要求 25 的方法，其中所述石蜡包括 51℃石蜡。

29. 权利要求 25 的方法，其中所述石蜡包括 60℃石蜡。

30. 权利要求 25 的方法，其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。

31. 一种用于促进热量从电子组件传递到散热片的导热组合物，该组合物包括：

(a)60% - 90wt%石蜡；

(b)0% - 5wt%的树脂；

(c)10% - 40wt%的导热填料。

32. 权利要求 31 的组合物，其中所述导热填料选自石墨、金刚石、银和铜。

33. 权利要求 31 的组合物，其中将所述组合物配制成选自膜和棒状的形状。

34. 权利要求 31 的组合物，其中所述树脂的存在量是所述组合物重量的 3.3% 或更低。

35. 权利要求 31 的组合物，其中所述组合物进一步包括矿脂，所述矿脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。

36. 权利要求 31 的组合物，其中所述石蜡包括 51°C 石蜡。

37. 权利要求 31 的组合物，其中所述石蜡包括 60°C 石蜡。

38. 权利要求 31 的组合物，其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。

39. 权利要求 31 的组合物，其中所述石蜡组分的存在量为 67.2wt%，所述树脂的存在量为 3.3wt%，和所述导热填料的存在量为 29.5wt%。

40. 一种用于促进热量从电子组件传递到散热片的导热组合物，所述组合物基本组分为：

(a) 蜡组分；

(b) 树脂组分；

(c) 导热填料；和

(d) 任选地稀释剂；和

(e) 任选地增稠剂；和

(f) 任选地矿脂组分。

41. 权利要求 40 的组合物，其中所述稀释剂包括聚  $\alpha$ -烯烃。

42. 权利要求 40 的组合物，其中所述稀释剂的存在量不大于所述组合物重量的 2%。

43. 权利要求 40 的组合物，其中所述增稠组合物包括热解法二氧化硅。

44. 权利要求 40 的组合物，其中所述增稠剂的存在量不大于所述组合物重量的 5.0%。

45. 权利要求 40 的组合物，其中所述矿脂组分的存在量不大于所

述组合物重量的 22.5%。

46. 一种用于促进热量从电子组件传递到散热片的导热组合物，  
所述组合物包括：

- (a) 67 - 68wt% 的石蜡；
- (b) 29 - 30wt% 的石墨； 和
- (c) 3.0% - 3.5wt% 的树脂。

## 具有诱导粘结性能的相变热界面组合物

### 相关申请的交叉引用

本申请是标题为“GRAPHITIC ALLOTROPE INTERFACE COMPOSITION AND METHOD OF FABRICATING THE SAME(石墨同素异形体界面组合物及其制备方法)”、2000年5月18日申请的悬而未决的美国专利申请序列 No.09/ 573508 的继续申请。

### 发明背景

在散热组件与外部散热器或散热片之间的界面处传递热量的方法与材料是本领域公知的，其中所述散热组件典型地包括在半导体器件中的各种电子组件。关于这一方面，电子组件产生相当大的热量，这些热量可引起组件毁灭性地受到损坏。即使没有到损坏组件的程度，但这种升高的温度能够且经常确实影响组件的电学特性，并可引起间歇或永久的变化。诚然，电子组件的寿命直接与它的操作温度相关，和仅仅 10℃ 的温度升高可降低组件的寿命 50%，另一方面，相应降低 10℃ 可使组件的寿命增加 100%。

根据现代方法，解决这种散热问题的典型方法是提供连接到电子器件上的外部散热器或散热片。这种散热片理想地提供从散热组件到结构体的导热路径，所述结构体例如是，叶片或具有足以将热量散发到周围空气内的表面积的其他突出物。为了加速这种散热，常使用叶片，以提供在叶片或突出物上方的充分空气循环。

然而，为了将电子组件的热量散发到散热片上的任何有效体系主要要求在组件与散热片之间的界面处有效且均匀的传热。在更有效的装置当中，其中通过该装置在组件与散热片之间的界面上传热，早已使用导热垫。典型地将这种导热垫预成形为具有与特定的电子组件和/或散热片相配合的形状或轨迹(footprint)，以便在将散热片连接到电子组件上之前，可容易地向其施涂给定的垫片。

这种现代的相变垫片-型热界面产品的实例是 THERMSTRATE、ISOSTRATE 和 POWERSTATE(各自为 Laguna Hills, California 的 Power Devices Inc.的注册商标)。THERMSTRATE 界面包括导热的模切垫片, 它们被放置在电子组件与散热片的中间, 以便提高在其间的导热。THERMSTRATE 热垫片包括厚度为约 0.002 英寸(但可使用其它铝和/或铜箔的厚度)的耐久-型 1100 或 1145 铝合金基板, 其中使用独特(proprietary)的热化合物在该铝合金基板的两侧上涂布该铝合金基板, 所述热化合物包括含添加剂的石蜡基本组分, 它提高导热性以及控制它对热和压力的响应度。至于在室温下干燥化合物来说, 这种化合物有利地经历选择的相变, 但就在低于大多数电子组件的操作温度时液化, 其操作温度典型地为约 50℃或更高, 以便确保所需的导热。当电子组件不再使用时(即不再散热), 这种导热化合物一度同样冷却到室温。

ISOSTRATE 热界面同样是模切安装的垫片, 和利用导热聚酰胺基板, 即 KAPTON(DuPont 的注册商标)型 MT。ISOSTRATE 热界面同样也是使用添加剂的独特的石蜡基热化合物, 以提供导热性和控制它对热和压力的响应度。

在 1981 年 11 月 10 日颁发给 Whitfield 等且标题为“METHODS AND MATERIALS FOR CONDUCTING HEAT FROM ELECTRONIC COMPONENTS AND THE LIKE(从电子组件等中导热用的方法与材料)”的美国专利 No.4299715; 1984 年 8 月 21 日颁发给 Whitfield 等且标题为“METHODS AND MEANS FOR CONDUCTING HEAT FROM ELECTRONIC COMPONENTS AND THE LIKE(从电子组件等中导热用的方法与设备)”的美国专利 No.4466483; 和 1984 年 9 月 25 日颁发给 Whitfield 等且标题为“METHODS AND MATERIALS FOR CONDUCTING HEAT FROM ELECTRONIC COMPONENTS AND THE LIKE(从电子组件等中导热用的方法与材料)”的美国专利 No.4473113 中更详细地描述了根据现代方法形成热界面的方法, 所有这三篇文献的内容特意在此

通过参考引入。

本领域公知，通过提供导热化合物，该化合物被配制成具有选择相变性能(即其熔点使得在室温下为固体，但在处于或低于与其相连的电子组件的操作温度时下液化)，有利地能容易使用和处理该化合物，当将它施涂到组件与给定散热片之间的界面上时。另一方面，当这种导热组合物暴露于电子组件的操作温度处时，通过确保液态，则它有利地能填充在电子组件与散热片之间的界面处的空气间隙所产生的空隙。在填充以后，这种间隙不再阻碍有效的传热。本领域的技术人员会理解，在电子组件与散热片之间更好地机械接触的情况下，热量在界面处的流动会显著改进。

尽管它们在传热上普遍有效，但目前使用的许多导热化合物具有难以包装、运输和施涂的缺点。关于这一方面，相变热界面材料当在制造和运输过程中处理时，倾向于非常敏感和可容易地融化。此外，由于在这些化合物内缺少粘合的本性，所以这些化合物典型地难以准确施涂到某一位置上，反过来当施涂它们时，这引起从界面表面处迁移或漂移。具体地，由于这些热界面材料通常蜡状的本质，所以即使当进行最小的处理或使用，这些材料也固有地易于变形和成异形(mis-shape)。结果，一度融化或成异形的这些热化合物材料显著地牺牲它们经界面传热的能力。具体地，这种变形可引起在热界面处形成空气间隙或空隙，而这种热界面作为导热介质是无效的。

正因为如此，与在制造时刻进行配置相反，在随后的时间处，典型地在终端用户就地使用时，必须施涂这种材料，这对于使花费最小和加快制造来说将是最佳的。本领域公知这种方法不仅费力，而且脏乱不堪和难以处理。后一因素是特别成问题的，因为它常导致产品的过量损耗，尤其是热油脂和其它现有技术组合物的过量损耗。

为了克服这些缺点，已试图提供以独立式、自承层形式形成的导热材料，它能以片状材料如膜或带状形式形成，可容易地置于产热组件与散热片之间。在授予 Bunyan 等且标题为 ‘Conformal Thermal Interface Material for Electronic Components(电子组件用保形热界面

材料)”的美国专利 No.6054198 中(2000年4月25日授权)公开了这种材料的实例。界面是该专利的主题,该界面基本上由与至少一种导热填料共混的至少一种树脂或蜡组分组成,其中导热填料优选包括非导电填料,它显示出约  $25-50\text{W}/\text{m}^0\text{K}$  的导热率。在可供替代的优选实施方案中,该化合物使用压敏粘合剂与  $\alpha$ -烯烃热塑性组分以及非导电填料的混合物。

在使用中,这些材料在第一相内,在常温下有效地维持形状-稳定,但在第二相内,适应性地基本上填充产热电子组件与传热装置之间的界面。为了达到该目的,将该组合物配制成具有落在电子组件的操作温度范围内的转变温度,其中在该转变温度处,材料从第一种固相跃变为第二种熔融或玻璃相。

尽管这种改进配方,但这种保形热界面材料的缺点是;要在落入电子组件的操作温度内的温度下(即器件被设计操作时的温度范围)配制成从它的第一种固相跃变为它的第二种整合相;并因此要求在相变可能出现之前产生相当大的热量。正因为如此,一直到相当大的热量已经产生时,才会实现由导热化合物提供的优异机械接触,因为导热化合物呈现它的整合相或液相。这在一定程度上是不利的,它过早牺牲了电子器件的寿命。

这些材料的另一缺点是所选择的导热填料,该填料优选不导电和特征地显示出约  $25-50\text{W}/\text{m}^0\text{K}$  的导热率。使用非导电填料,如金属氧化物,导致产生浅或纯白的材料,而在使用中,这种材料比配制成具有较暗色调的材料显著更难以配置。

同样,这种导热材料的实例包括在1999年8月3日颁发给 Eaton、标题为“Thermally Conductive Material and Method of Using the Same(导热材料及其使用方法)”的美国专利 No.5930893 中公开的那些材料。这种材料包括石蜡,它可进一步包括乙烯/醋酸乙烯酯共聚物,特定地配制这种材料,使之具有比施涂到组件上的正常操作温度高的熔融温度。在应用中,首先将这种导热化合物置于电子组件与散热片之间的界面处。其后,在比组件的正常操作温度高的温度下操作该组

件，以便引起导热化合物熔融。当导热化合物处于这种液态时，它填充在界面处存在的空气间隙和空隙，以确保在整个界面上物理接触的更好连续。然后降低施涂到界面上的温度，以便导热化合物再-固化，随后电子组件在它的正常操作温度下操作。由于低于导热化合物的熔点，组件的这种随后操作不会引起导热化合物改变相。在这方面，一旦最初施涂并加热这种化合物，以便它液化和其后再-固化，则这种化合物不会经历任何类型的相变，而是无限地保持固相。

然而，这种材料配方的问题在于：最初必须将大量热引入到界面处且必然必须高于电子组件的操作温度。这种升高的温度可热损害电子组件，具有讽刺意味地，这是这种材料试图避免的条件。同样，由于导热材料在施涂和其后的再固化过程中仅一次呈现液相，结果在这种再固化之后一定程度地存在一些空气间隙或空隙，从而存在永久地保留在原地的热量流动无效的路径。

因此，需要一种导热化合物，它容易处理和施涂，在填充给定传热组件与散热片之间的空隙和将热量从给定传热组件传到散热片上有效，和优选配制该化合物呈现选择的相变，从而该化合物在室温下处于固态，但当经历就比电子器件典型地操作时的温度低的较高温度下时会液化。本领域进一步需要一种导热界面化合物，它具有简单的配方，容易生产，拥有增加的粘合性，以确保正确的位置，且不要求特殊的处理。

#### 发明概述

本发明具体地解决并减少本领域的前述缺陷。关于这一方面，本发明涉及导热化合物，该化合物用于促进从散热组件向散热片的传热，它除了有效地导热之外，还比现有技术的组合物显著地更耐用和更结实。该组合物进一步比现有技术的组合物能更容易地包装、运输和施涂，和尤其比这种现有技术的化合物拥有更好的粘合质量。

在优选的实施方案中，组合物包括石蜡基本组分，或任选地石蜡与其一起悬浮的具有许多导热颗粒的矿脂的共混物，所述导热颗粒即石墨、金刚石、银、铜或其它金属颗粒。优选形成石蜡与矿脂的共混

物，以便石蜡与矿脂的重量百分比范围为 1.0:0 至 3.0:1。导热颗粒的优选存在量为 10wt% - 40wt%，其中最优选 29 - 30%。进一步优选形成颗粒，其中最优选石墨颗粒，以便通常具有直径等于或小于 6 微米的球形形状。可将额外的组分加入到本发明的热组合物中，例如合成聚合物树脂，以赋予更大的耐用性。尽管并不优选，但可进一步提供稀释剂，如聚 $\alpha$ -烯烃。也包括其它表面活性剂材料。但在所有实施方案中，优选形成组合物具有选择相变性能，从而使组合物在常温下为固相，但当经历仅比散热电子组件通常操作的水平低的温度(即 60℃ 或更低)时，会熔化，并因此呈现液相。

本发明进一步包括配制本发明导热组合物的方法，它包括以下步骤：熔化石蜡(或共混石蜡和矿脂)，形成第一种混合物，接着加入树脂聚合物，以增加组合物的耐用性。其后，加入第一部分石墨颗粒，它优选占石墨的最终总重量的 60%  $\pm$  10%，然后再加入第二部分其余的石墨，它优选占总的石墨重量的 40%  $\pm$  10%，然后充分混合所得混合物，一直到整个石墨颗粒部分充分分散并与其一起悬浮。任选地，尽管不是优选的，可加入粘度-增加剂(它优选包括热解法二氧化硅)，并彻底在其中混合，形成所得组合物。

然后如同常规的导热化合物一样，将这种所得组合物施涂到热界面上。关于这一方面，本发明的组合物可直接在界面表面上剥脱，或可通过常规的涂布棒，不管是缠绕的线还是形成的棒，将其施涂到各自的界面上。或者，认为也可在散热组件与散热片之间的界面表面上熔化并分配组合物，和/或通过筛网印刷技术将该组合物施涂到散热片或组件上。

在本发明的又一方面中，提供了一种形成、运输并施涂本发明组合物的方法。根据优选的实施方案，以沉积在基板上的膜形式成形组合物，所述基板可包括聚酯片材或硅-涂布的纸张。以膜形式成形组合物到所需厚度，这对所需的有用来说是必须的。一旦如此施涂到基板上，则优选通过模切，切割膜到所需的形状与尺寸，以便可将它容易地从基板中取出或剥离，并放置在所需的界面处。在这一方面，可预

切割膜，使得该膜可适合于特定的应用。

关于施涂本发明组合物的一些新型方法，进一步认为使用较大的粘合力，将这种组合物固定在所需界面配合表面上的位置内。为此，在施涂这种化合物之前，通过选择地制备这种界面表面，提供一种固定界面组合物到位置内的方法。根据第一种优选的方法，在将这种组合物施涂到界面配合表面上之前，优选在 40 - 50℃ 下，预热这一配合表面。当如此加热时，视需要将组合物施涂到电子组件上的散热片上，其中在散热片与组件组装时，组合物被夹在其间。作为一个可供选择的方法，可通过最初施涂溶剂到这一界面配合表面上来施涂该组合物，其中尤其包括有效软化导热组合物并导致它在准确的位置粘合的表面活性剂材料。最后，认为可通过仅向这种组合物施涂压力来施涂组合物，以便它粘合并粘结到所需的界面配合表面上。

本发明因此提供一种导热界面组合物，它比现有技术的组合物显著地更结实和更耐用，和可进一步配制，以便比这种组合物更容易包装、运输和施涂。

本发明进一步提供一种导热界面组合物，它可经受住运输和处理过程中的糟蹋，该组合物同样特别有效地将热量从散热组件如电子元件传导到散热片上，从而增加了组件的可靠性和寿命。

本发明进一步提供一种导热界面组合物，它可在偏僻的制造操作中容易地推广应用，这与要求后-运输、就地应用的现有技术组合物相反。

本发明进一步提供一种导热界面组合物，它能提供高度有效的传热介质，这种传热介质提供经济上的优势，用于选择淘汰昂贵的散热装置如叶片，或降低散热片的尺寸、重量和成本。

本发明进一步提供一种导热界面组合物，它可清洁和容易使用，拥有更大的粘合性，和此外能以固体形式使用，或当使用时呈固体形式，但当在升高的温度下行使其功能时会变为流体。

本发明再进一步提供一种导热界面组合物，它具有简单的配方，和可容易地由商购的材料制得。

本发明再进一步的目的是提供一种形成本发明的新型导热界面组合物、包装该组合物并将它施涂到散热组件与散热片之间界面上的方法。

具体地说，本发明公开了以下内容：

1. 一种包装用于将散热组件的热量传递到散热器的导热组合物的方法，该方法包括下述步骤：

(a)提供由

(i)60% - 90wt%石蜡；

(ii)0% - 5wt%的树脂；

(iii)10% - 40wt%的石墨；

组成的导热组合物；

(b)提供平面基板；和

(c)在步骤(b)的基板上形成步骤(a)所提供的导热组合物的膜。

2. 上款 1 的方法，其中在步骤(c)中，将所述导热组合物的所述膜施涂到基板上，得到 3mil 或更低的厚度。

3. 上款 2 的方法，其中施涂所述导热组合物成 0.5 - 3mil 的厚度。

4. 上款 1 的方法，进一步包括步骤：

(d)将基板上形成的膜切割成特定的形状。

5. 上款 1 的方法，其中在步骤(a)中，所述导热组合物进一步包括矿脂。

6. 上款 5 的方法，其中所述矿脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。

7. 上款 1 的方法，其中在步骤(b)中，所述平面基板选自聚酯释放基板和硅-基处理的纸张。

8. 上款 1 的方法，其中所述石蜡包括 51℃石蜡。

9. 上款 1 的方法，其中所述石蜡包括 60℃石蜡。

10. 上款 1 的方法，其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。

11. 一种将导热组合物施涂到散热片上的方法，该方法包括步骤：

(a)提供由

- (i)60% - 90wt%石蜡;
  - (ii)0% - 5wt%的树脂;
  - (iii)10% - 40wt%的石墨;
- 组成的导热组合物;
- (b)加热所述散热片的表面; 和
  - (c)在步骤(b)的受热散热片上施涂步骤(a)的导热组合物。
12. 上款 11 的方法, 其中所述石蜡包括 51℃石蜡。
13. 上款 11 的方法, 其中所述石蜡包括 60℃石蜡。
14. 上款 11 的方法, 其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。
15. 上款 11 的方法, 其中在步骤 b 中, 将所述散热片加热到不超过 51℃的温度。
16. 上款 15 的方法, 其中将所述散热片加热到 40 - 50℃的温度。
17. 上款 11 的方法, 其中在步骤 a 中, 所述导热组合物进一步包括:
- (d)矿脂。
18. 上款 17 的方法, 其中所述矿脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。
19. 一种施涂导热组合物到散热片上的方法, 该方法包括步骤:
- (a)提供由
    - (i)60% - 90wt%石蜡;
    - (ii)0% - 5wt%的树脂;
    - (iii)10% - 40wt%的石墨;组成的导热组合物;
  - (b)将溶剂施涂到在散热片上形成的界面配合表面上; 和
  - (c)在步骤(b)的界面配合表面上施涂步骤(a)的导热组合物。
20. 上款 19 的方法, 其中所述石蜡包括 51℃石蜡。
21. 上款 19 的方法, 其中所述石蜡包括 60℃石蜡。
22. 上款 19 的方法, 其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。
23. 上款 19 的方法, 其中在步骤(a)中, 所述组合物进一步包括(d)

矿脂。

24. 上款 23 的方法，其中所述矿脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。

25. 一种施涂导热组合物到散热片上的方法，该方法包括步骤：

(a)提供由

(i)60% - 90wt%石蜡；

(ii)0% - 5wt%的树脂；

(iii)10% - 40wt%的石墨；

组成的导热组合物；

(b)将步骤(a)的所述组合物压合到在所述散热片上形成的界面配合表面上。

26. 上款 25 的方法，其中在步骤(a)中，所述组合物包括(d)矿脂。

27. 上款 26 的方法，其中所述矿脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。

28. 上款 25 的方法，其中所述石蜡包括 51℃石蜡。

29. 上款 25 的方法，其中所述石蜡包括 60℃石蜡。

30. 上款 25 的方法，其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。

31. 一种用于促进热量从电子组件传递到散热片的导热组合物，该组合物包括：

(a)60% - 90wt%石蜡；

(b)0% - 5wt%的树脂；

(c)10% - 40wt%的导热填料。

32. 上款 31 的组合物，其中所述导热填料选自石墨、金刚石、银和铜。

33. 上款 31 的组合物，其中将所述组合物配制成选自膜和棒状形状。

34. 上款 31 的组合物，其中所述树脂的存在量是所述组合物重量的 3.3%或更低。

35. 上款 31 的组合物，其中所述组合物进一步包括矿脂，所述矿

脂的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。

36. 前款 31 的组合物, 其中所述石蜡包括 51℃ 石蜡。

37. 前款 31 的组合物, 其中所述石蜡包括 60℃ 石蜡。

38. 前款 31 的组合物, 其中所述树脂包括乙烯醋酸乙烯酯共聚物。

39. 前款 31 的组合物, 其中所述石蜡组分的存在量为 67.2wt%, 所述树脂的存在量为 3.3wt%, 和所述导热填料的存在量为 29.5wt%。

40. 一种用于促进热量从电子组件传递到散热片的导热组合物, 所述组合物基本组分为:

(a) 蜡组分;

(b) 树脂组分;

(c) 导热填料; 和

(d) 任选地稀释剂; 和

(e) 任选地增稠剂; 和

(f) 任选地矿脂组分。

41. 前款 40 的组合物, 其中所述稀释剂包括聚  $\alpha$ -烯烃。

42. 前款 40 的组合物, 其中所述稀释剂的存在量不大于所述组合物重量的 2%。

43. 前款 40 的组合物, 其中所述增稠剂包括热解法二氧化硅。

44. 前款 40 的组合物, 其中所述增稠剂的存在量不大于所述组合物重量的 5.0%。

45. 前款 40 的组合物, 其中所述矿脂组分的存在量不大于所述组合物重量的 22.5%。

46. 一种用于促进热量从电子组件传递到散热片的导热组合物, 所述组合物包括:

(a) 67 - 68wt% 的石蜡;

(b) 29 - 30wt% 的石墨; 和

(c) 3.0% - 3.5wt% 的树脂。

附图的简要说明

在参考附图的基础上, 本发明的这些以及其它特征将变得显而易见

见。

图 1 透视地说明了以膜形式沉积在基板上的根据本发明优选实施方案配制的导热化合物膜。

图 2 是图 1 所示的沉积在基板上的导热化合物膜的透视图，其中该膜早已被切割成预定尺寸，一部分用手或通过更有效的机械方法从所述基板上剥离开。

图 3 概要描述了根据本发明优选方法生产导热化合物所使用的步骤。

### 发明详述

以下列出的详细说明连同附图仅打算作为本发明的说明，而不打算表示为可能解释或使用本发明的唯一形式。说明书中列出了本发明以及所述实施方案的结构与装置的功能和步骤顺序。然而，应当理解，可通过不同的实施方案实现相同或相当的功能和顺序，这些不同的实施方案也打算包括在本发明的精神和范围内。

本发明的组合物包括耐用的蜡状、导热界面化合物，该化合物的目的是提供从受热元件向散热片的导热路径，该化合物比现有技术的组合物特别地更耐用且拥有更好的再-流动性能。关于这一方面，使用导热材料将热量从受热元件如半导体或其它电子组件传递到散热器或散热片上是本领域公知的且是必须的，因为这种受热元件要求从它那儿带走由该组件所释放出的热量。另外，因本领域公知的现象，如热疲劳或热失控，电子组件会受到明显的损害(若不是永久损害的话)。

尽管现有技术的导热界面组合物在将热量从散热组件传递到与其相连的散热片方面是有效的，但基本上所有现有技术的组合物具有的缺点是一旦施涂到界面上则容易变形或成异形。关于这一方面，这种

现有技术的组合物(它典型地由油脂或蜡状材料形成)当经历最小的接触时,可能或剥落或划伤。这种材料当经历升高的温度时可进一步变形。在剧烈的搬运频繁发生的运输过程中,以及在极端的环境温度波动下,这种变形尤其是可能的。

相反,特定地设计并配制本发明的导热界面化合物,具有比这种现有技术的化合物更大的耐用性。这一性能能使这种新型化合物在电子组件的偏僻的制造操作中被使用,然后在没有招致显著增加的劳力成本下运输所述电子组件。

包括本发明和各自百分数(以其重量计)的两种基本组分包括下述范围:

表 1

组分	wt %
石蜡	60% - 90%
石墨	10% - 40%

石墨组分优选包括高等级的商业石墨粉。石墨以颗粒形式存在,优选包括直径范围典型地小于 6 微米的球形颗粒。另外,在更加高度优选的实施方案中,石墨组分的存在量为约 29 - 30wt%,其中最优选 29.5%。适合于本发明实践的各类商购石墨粉中,包括由 Westlake,Ohio 的 Timal America,Inc.生产的 KS-6。

本发明组合物的石蜡组分可以是在宽范围的商业应用中使用的标准商业等级的石蜡。优选石蜡组分包括 51 - 60℃ 的石蜡,本领域的技术人员公知这种石蜡由具有特定熔点(即 51℃/60℃)的石蜡等级组成。通过使用 51℃/60℃ 的石蜡,该温度相应于所得组合物从它的固相跃变为它的熔融液相时的温度。然而,本领域的技术人员会意识到视需要,为了特定的应用可改变这一温度。

有利地选择这一熔点低于大多数电子组件操作时的温度。关于这

一方面，这种热组合物仅在电子组件的操作过程中和仅在这一升高的温度下操作组件的这一时刻呈现液态。结果，实现了界面表面的润湿作用，和对于在它的全部操作温度范围内组件的寿命来说，提高了组件的传热效率。

尽管本发明的组合物优选使用石蜡，但矿脂可另外与石蜡共混，由此形成具有所需硬度或软度的所得基本化合物，这对给定的应用来说是有利的。优选石蜡和矿脂组分一起共混，以便这些组分的比例(即石蜡比矿脂)为约 1.0:0 至 3.0:1wt%，其中矿脂的存在最大量为 22.5wt%。关于这一方面，随着相对于石蜡组分而增加矿脂组分，则相应地引起所得组合物的软度增加。此外，增加矿脂组分可增加这一组合物的粘结或粘合性，从而促进这一组合物被准确并牢固地放置在电子组件的配合表面和与其相连的散热片之间的位置内的能力，以下将更全面地讨论它。

当考虑到电子器件的制造和运输时，为了赋予组合物更大的耐用性和结实性，这典型地是所需的；可将塑料或聚合物材料，和优选合成树脂塑料材料如乙烯-醋酸乙烯酯共聚物(它的可商购实例是 ELVAX®，Wilmington, Delaware E.I. DU PONT DE NEMOURS & COMPANY 的注册商标)加入到组合物内。这种合成树脂材料的存在量可以最多为最终组合物重量的 5%。根据更高度优选的实施方案，这种树脂材料的存在量可以是约 3.0 - 3/5wt%，其中最优选 3.3%。在该实施方案中，石蜡组分的存在量相应地为 67 - 68wt%，和根据最高度优选的实施方案，其存在量为 67.2wt%。

应当理解，本发明组合物的任何配方将具有所需的相变性能，当在常温范围内时保持固相，和随着温度升高，将变为塑性，其后在较高温度下熔融，这在当将组合物施涂到散热组件和散热片之间的界面处时会遇到。关于这一方面，通过在电子组件的操作过程中呈现液相，本发明的导热组合物将能填充在组件与散热片之间的界面处存在的那些空隙或空气间隙，并因此提供更好的接触，从而更好的导热，与要是这种空隙或间隙没有被填充时的不良导热条件相比。然而，另外还

应意识到尽管使用石蜡，和在较少程度上石蜡与矿脂的混合物作为本发明组合物的优选组分，但也可使用许多其它天然或合成材料。这种合适材料的代表包括，但决不限于单独的蜂蜡、棕榈蜡、微晶蜡、地蜡和/或甘油或这些的结合。应当进一步意识到某些植物油也可充当本发明的导热组合物的组分。

同样，关于导热填料，尽管石墨基于它的高导热率和低成本是优选的材料，但也可使用替代材料。关于这一方面，除了石墨，认为还可使用金刚石或元素金属，和尤其银与铜。然而，在所有实施方案中，这种填料应当导电和拥有高于  $100\text{W}/\text{m}^0\text{-K}$  的导热率，和优选高于  $150\text{W}/\text{m}^0\text{-K}$ 。关于这一方面，尽管由于电子组件和与其相连的散热片已经电绝缘的事实导致常优选电绝缘，但似乎没有充分的理由为何不推广使用具有显著较高导电率的导电填料。

关于前述组合物，可根据图 3 的流程图制备它。配制本发明组合物的方法 10 包括起始步骤 20：以约 1.0:0 至 3.0:1wt% 的比例添加石蜡和矿脂组分，并将其熔化，直到形成共混的石蜡与矿脂的第一种混合物。视需要为了增加组合物的耐用性和结实性，在步骤 30 中添加聚合物材料，所述聚合物材料优选包括树脂，如 ELVAX®，正如上所述，其用量足以使树脂组分的存在量最多为最终组合物的 5wt%。将这种材料与第一种混合物共混，形成第二种混合物。

在混合步骤 40 之后，在第四步 50 中加入第一部分导电材料，优选石墨，它优选占添加到组合物内的石墨总重量的  $60\% \pm 10\%$ ，之后在步骤 60 彻底混合从而形成第三种混合物。应当理解，当石墨颗粒尽可能彻底地分散在石蜡/矿脂基本组分内，以便其表面积最大时，本发明的热化合物将会实现最佳的抗迁移性能。

然后在步骤 70 中，可任选地将稀释剂加入到组合物内，然后在其中彻底混合，从而产生第四种混合物，其中所述稀释剂优选包括聚  $\alpha$ -烯烃，如由 Baker Petrolite 生产的 Vybar 103。本领域的技术人员应当理解，稀释剂促进在本发明热化合物中的石蜡/矿脂基本组分内粒状石墨彻底混合，即润湿的能力。在本发明的实践中，认为添加最多 2wt%

的 Vybar 103 是最佳的，因为它相应使得固体内容物容易掺入到本发明的石蜡/矿脂基本组分内。尽管对于本发明的实践来说，尤其鉴于 Vybar 103 是一种高度支化的聚  $\alpha$ -烯烃，所以它是特别合适的稀释剂。本领域的技术人员应当意识到在本发明的实践中可使用其它稀释剂或表面活性剂试剂或表面活性剂材料。

一旦得到这四种混合物，则在步骤 80 中，加入其余部分的石墨，它优选占石墨总重量的其余  $40\% \pm 10\%$ ，并通过步骤 90 在其中彻底混合，从而生产所得的第五种混合物。尽管认为可将所有石墨加入到第二种混合物中，但由于当引入所有用量的石墨时，立即产生相当大的粘度，以及在整个混合物中彻底分散这些石墨颗粒所必须的混合时间显著增加，所以目前认为优选多步引入石墨。

所得的第五种混合物适于用作导热化合物，用于将散热组件的热量传递到散热片上。虽然如此，和尽管不是优选的，但在步骤 100 中，可任选地添加增稠组分，并在步骤 110 中，在其内混合，以增加热组合物的抗流挂性，从而赋予粘度增加和流动控制性能，这些对于给定的应用来说是所需的。一种优选的试剂包括热解法二氧化硅，和尤其由 Boston, Massachusetts Cabot Corporation, Inc. 生产的 Cab-O-Sil M5，可将它优选以占总组合物最多约 5.0wt% 的用量加入到组合物中，以实现对于大多数的界面应用来说充分高度的抗流挂性。优选配制本发明的热组合物，以便它的粘度为 42 SUS，这相应于在美国常用的 Sibilate Universal Scale 粘度指数。

在促进本发明热组合物的包装和运输的新型方法中，图 1 和 2 示出了优选的实施方案，通过该实施方案，可将导热组合物成形为膜的形式，并切割成特定的尺寸，用于快速和准确地施涂到给定的界面上。正如所阐述的，将导热组合物在基板 202 上成形为膜 200 的形式。优选将这种导热组合物在这一基板 202 上成形为 0.5 - 3mil 的厚度，所述基板优选包括聚酯脱模基板或硅-涂布的基板。有利地，由于本发明组合物增加的耐用性和结实性，所以它能施涂到这一基板 202 上，和在没有成异形或变形的情况下运输到所需的位置。本领域的技术人员会

意识到大多数非常薄的导热化合物的耐用性不足以成形为膜，正因为如此只能单独运输。

有利地，由于它能以这种膜形式运输的能力，所以在下述状态下形成本发明的导热化合物，即可用最小量的时间、努力和劳力，将它容易地施涂到给定的界面上。额外的优点是本申请的组合物，特别地当该组合物被配制成包括石墨作为在组合物内悬浮的导热颗粒时，该组合物将具有黑色或暗的色泽，至于组合物的位置，所述色泽将提供人们以更大视觉精度施涂它。众所周知，透明或白色的半导体材料，如包括金属氧化物如氧化锌和氧化铝的那些，难以在视觉上确定组合物是否已充分施涂到了给定界面上。同时，这种较浅的颜色可导致用户沉积过量的这种材料，这会导致更厚的界面，并因此热流不特别有效。

为了进一步促进该组合物更快速地施涂到所需界面上的能力，可预切割在基板 202 上形成的膜 200 到所需尺寸，正如图 2 所示。在这一方面，可切割膜 200，以便如所示的形成多个切片，这些切片各自可从基板中取出并选择地放置在所需的界面上。有利地，配制本发明的导热组合物，以便例如通过在常规的配料装置上辊压基板或如图 2 所图示的，容易地从这一基板上剥离它。

除了前述之外，在此同样提供施涂导热组合物到给定界面表面上的新型方式。根据第一种优选的方法，该方法包括预热散热片到小于 51°C 的温度，和优选 40 至 50°C，其中所述温度是施涂组合物时的温度。当如此加热时，可将组合物施涂到散热片的所需位置上。优选地，在固定电子组件之前，使具有向其上施涂导热组合物的散热片冷却。有利地，已表明加热这种散热片到升高的温度有助于本发明的导热化合物拥有更大的粘合性或粘结能力，并与要是不加热的情况相比，以更大的强度保持在所需的位置处。

在另一优选的方法中，认为将溶剂(它优选包括表面活性剂)施涂到界面配合表面的一面或两面上，其中所述配合表面具有在其上施涂的导热组合物。有利地，溶剂引起组合物软化和更容易地粘合到所需

界面的配合表面上，即压合在散热片或电子组件上。在最后优选的方法中，认为当组合物位于所需界面的配合表面处时，可通过施涂压力到这一组合物上，将组合物放置在原位处。关于这一方面，至于如图1和2所提供的导热组合物的膜，认为在膜的相对侧上，仅仅施涂压力到基板上可引起组合物容易从中释放和保持固定地施涂到界面配合表面处。如上所述，为了增加导热组合物更牢固地保持在界面配合表面上的能力，其中在所述界面配合表面上施涂了该组合物，认为增加这一组合物中的矿脂组分将有助于该目的。如上所述，认为相对于石蜡组分，增加矿脂组分将提供所需的粘合性，以促进导热组合物更牢固地粘合到界面配合表面上的能力。

可或者通过常规的涂布棒，将本发明的导热组合物施涂到给定的界面表面上。在生产表面(其中在该表面上施涂所述组合物)上具有均匀厚度的涂层方面，这种涂布棒(在本领域中称它为“计量棒”或“湿膜涂敷器棒”)是特别有效的。或者，认为可熔融本发明的组合物，其后可能喷镀或直接筛网印刷或分配在彼此交接的表面上。本领域的技术人员应当理解，为了如此施涂本发明的组合物，典型地必须加热这种接收表面到接近于或比组合物跃变为它的液相时的温度高的温度。也可将组合物直接施涂到界面垫片和类似物上。对于大多数的应用来说，已发现，厚度为0.5-3mil的单一涂层将显示出优良的导热性能，而优良的导热性能进一步表明在100℃的温度下没有向下迁移到垂直取向的热界面上。

一旦如此施涂，本发明的组合物以基本上类似于或比现有技术的导热组合物更有效的方式起作用。关于这一方面，本发明的组合物在常温下保持固体，但当加热到51℃或高于51℃的温度时，呈现液相，而51℃典型地刚刚低于电子组件操作时的温度。已表明对于这种给定电子组件的操作温度每降低5-10℃，本发明的组合物使电子组件的可控性和寿命从50%增加到100%。这一特征有利地直接转化成提供最佳的电子组件操作。此外，通过本发明组合物传热的更大有效性能使散热组件(componentry)的成本最小。关于这一方面，通过提供高度

有效的传热介质，可淘汰昂贵的叶片，或者降低散热片的尺寸、重量和成本，而散热片是有效散发由电子组件产生的热量所必须的。

然而，有利地，本发明的组合物将进一步抵抗从界面表面(其中将组合物施涂到所述界面表面上)处的迁移。此外，当将这种组合物以前述方式配制时，它非常耐用且在固相中具有硬的面层。这一性能是所需的，因为这种耐用的硬质面层使得可能在低产品损耗的情况下，处理涂布的基板并加工成各种形状，而产品损坏是由于表面涂层的变形或损坏导致的。

尽管此处具体地参考目前优选的实施方案描述了本发明，但本领域的技术人员应当理解，可在没有背离本发明的精神与范围的情况下，可作出各种添加、改性、删除和改变。因此，打算将所有合理地可预见的添加、改性、删除和改变包括在下述权利要求定义的本发明范围内。

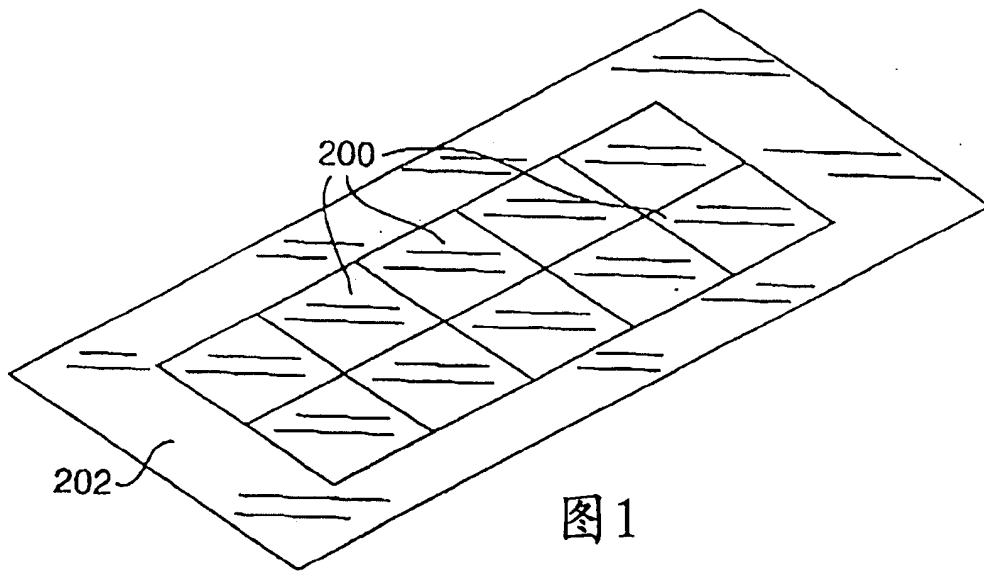


图1

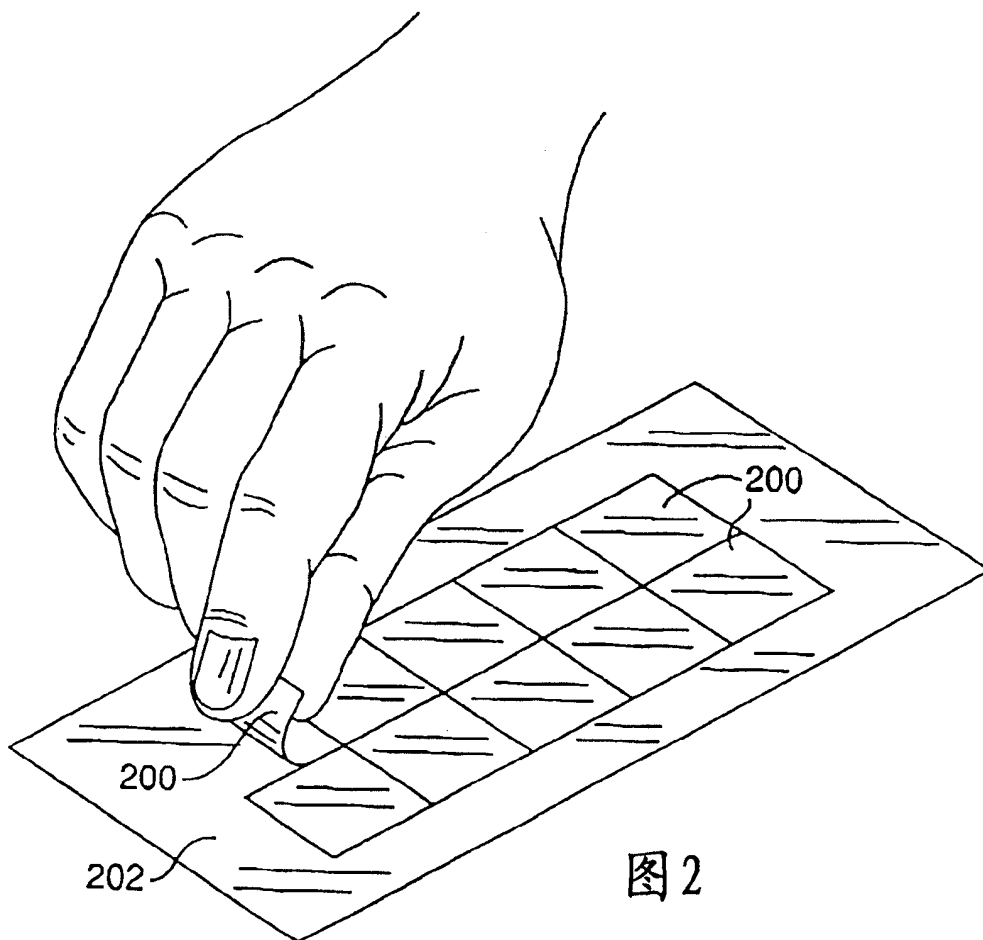


图2

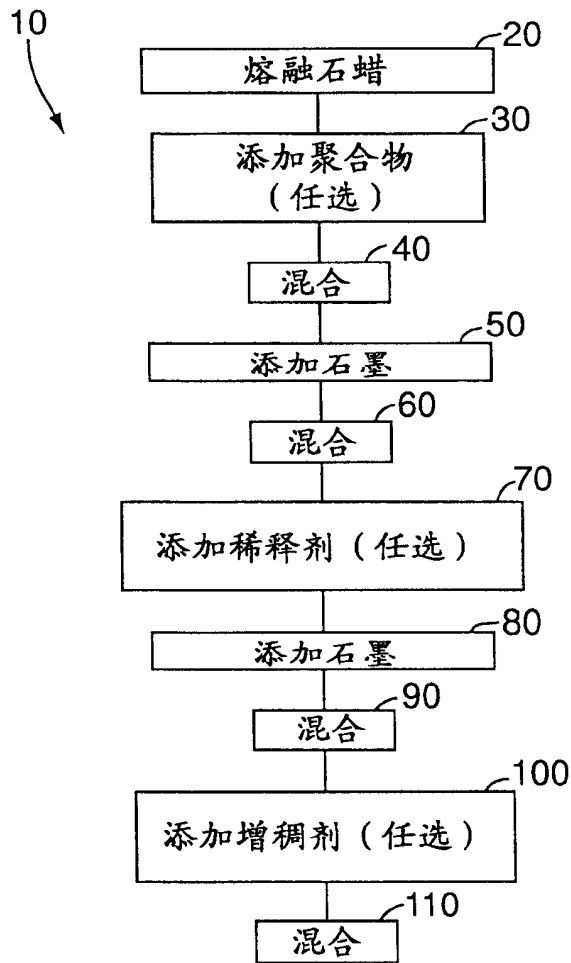


图3