



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101351755 B

(45) 授权公告日 2013.08.14

(21) 申请号 200780001078.3

(22) 申请日 2007.03.28

(30) 优先权数据

60/786,633 2006.03.28 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.03.31

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/007864 2007.03.28

(87) PCT申请的公布数据

W02007/123645 EN 2007.11.01

(73) 专利权人 派克汉尼芬公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 迈克尔·H·布尼安

菲利普·布拉兹德尔

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 刘国伟

(51) Int. Cl.

G05D 11/00 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2005096320 A2, 2005.10.13, 说明书第  
18 页第 2 段, 第 19 页第 2 段, 第 26-27 页, 实施例  
21 和表 14.

审查员 贺芳

权利要求书1页 说明书11页

(54) 发明名称

可分配固化树脂

(57) 摘要

本发明揭示促进封装电路中的电磁 / 射频干扰 (EMI/RFI) 屏蔽和热管理的方法、材料和装置。更具体地说, 揭示一种封装具有改良的热管理和 EMI 管理的集成电路的方法; 一种处理用作热界面和 / 或 EMI 屏蔽的复合物的方法; 和一种 EMI 屏蔽和热管理设备。更具体说来, 本发明揭示用于调节导热和 / 或导电 (或者导热和 / 或电绝缘)、就地成形 (form-in-place)、完全固化的复合物的粘度从而使所述复合物可分配的方法和设备。另外, 揭示一种处理用作热界面或 / 和 EMI 屏蔽的复合物的方法。所述复合物为颗粒状填充组分与预固化凝胶组分的混合物。所述方法包括对所述复合物施加剪切力, 从而使所述复合物可分配。

1. 一种将弹性体复合物用作热界面和 EMI 屏蔽的方法,所述方法包含:

对所述复合物施加剪切力,从而降低所述复合物的粘度以使所述复合物可分配,所述复合物包括预固化凝胶组分和为颗粒状的导电和导热填充组分的混合物;平均粒径介于 0.00025-0.25 毫米的范围内的所述颗粒状的填充组分以占所述复合物总重量 20-80% 的量存在;

其中所述复合物分配在第一电子元件与第二电子元件表面中间介于 0.25 毫米-3.0 毫米之间的厚度的间隙内,

在分配所述复合物时,所述复合物在施加的剪切力下是流动的,以及所述复合物形状稳定,以及

其中所述复合物中的所述预固化凝胶组分当分配时不呈现进一步的明显固化。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述填充组分具有至少 20W/m-K 的导热率。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述填充组分选自自由如下组成的群组:氧化物、氮化物、碳化物、二硼化物、石墨、金属颗粒和其混合物。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物具有 0.5W/m-K 的导热率。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物在所述分配器中具有  $7.5 \times 10^6$  cps 的粘度,以及在剪切时具有  $1.5 \times 10^6$  cps 的粘度。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物具有在最低  $-50^\circ\text{C}$  到最高  $150^\circ\text{C}$  范围内的固有的作业温度。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物具有 2.25 的固有的比重。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中在制备所述复合物后,所述复合物在进行热重分析时,在  $150^\circ\text{C}$  下于 24 小时内展现 0.2% 的重量损失。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物具有 10 立方厘米 / 分钟的流动速率。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物具有 6% 的预固化凝胶组分。

11. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物在 10 密耳下具有 1000Vac/mil 的介电强度。

12. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物具有  $1 \times 10^{14}$  欧姆-厘米的体积电阻率。

13. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物在室温下具有 18 个月的保存期。

14. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述复合物在介于 10 兆赫与 10 千兆赫之间的频率范围内展现至少 60 分贝的 EMI 屏蔽效能。

15. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述预固化凝胶组分包含有机硅聚合物。

## 可分配固化树脂

### [0001] 相关申请案的交叉参考

[0002] 本申请案主张 2006 年 3 月 28 日申请的美国临时申请案第 60/786,633 号的优先权益,所述申请案的说明内容是以引用的方式并入本文中。

### 技术领域

[0003] 本发明大体上涉及封装电路中改良的电磁 / 射频干扰 (EMI/RFI) 屏蔽和热管理的方法、材料和装置。更具体地说,本发明涉及调节在封装电路中用于 EMI/RFI 屏蔽和热管理的导热和 / 或导电、就地成形、完全固化的复合物的粘度从而使所述复合物可分配的方法、材料和装置。

### 背景技术

[0004] 调制器电子装置 (诸如,电视、无线电、计算机、医学仪器、商用机器、通信设备等) 的电路设计已变得越来越复杂和紧凑。举例来说,已制造出用于含有成千上万个晶体管的等效物的这些和其它装置的集成电路。尽管设计的复杂性已增加,但装置的尺寸却随着制造更小电子元件和将更多的这些元件堆积在更小的区域中的能力的提高而持续减小。

[0005] 随着电子元件已越来越小且越来越致密的堆积在集成板和芯片上,设计者和制造商现正面临着如何散去由这些元件不可避免地产生的热量的挑战。事实上,众所周知,许多电子元件且尤其功率半导体元件 (诸如,晶体管和微处理器) 在高温下较易于受损或发生故障。因此,散热的能力通常为元件性能的限制因素。

[0006] 传统上,集成电路内的电子元件是通过装置外壳内空气的强迫或对流循环来冷却。在这一方面,已提供冷却片作为元件包装的整体部分或者将冷却片以单独附着于元件包装上的形式提供,以增加暴露于对流产生的气流的气流的包装的表面积。另外,还使用电扇来增加在外壳内循环的空气体积。然而,已发现,对于高功率电路和当前电子设计中典型的更小但更紧密堆积的电路来说,已发现简单空气循环不足以充分冷却电路元件。

[0007] 超出简单空气循环所能达到的水平的热量散失可通过将电子元件直接安装于诸如“致冷板 (cold plate)”或其它散热片或热分散器的散热构件上来实现。散热构件可为专用的导热陶瓷或金属板或翼片结构,或简单地为装置的底板或电路板。然而,如果超过电子元件与散热构件之间的正常温度梯度,就会因各构件体之间界面处的热界面阻抗或接触电阻而产生可感知的温度梯度。

[0008] 所述元件和散热片的接合热界面表面无论在总体规模上还是微观水平上通常都是不规则的。当将界面表面配合时,其间会产生可能截留空气的孔穴或空隙空间。这些孔穴会减少界面内的总体接触表面积,所述表面积的减少又会减少传热面积和通过界面传热的总体效率。此外,众所周知,空气是相对较弱的热导体,故界面内孔穴的存在将降低通过界面传热的速率。

[0009] 为提高通过界面传热的效率,通常将一个导热、电绝缘材料垫或者另一导热、电绝缘材料层插入散热片与电子元件之间,以填充任何表面不规则并且消除气穴。最初用于这

一目的是填充有导热填充剂（诸如，氧化铝）的诸如硅脂或蜡的材料。这类材料通常在正常室温下为半液体或固体，但在高温下会液化或软化而流动并且更好的适应界面表面的不规则性。这类材料的实例描述于美国专利第 5, 250, 209 号、第 5, 167, 851 号、第 4, 764, 845 号、第 4, 473, 113 号、第 4, 466, 483 号和第 4, 299, 715 号中，所述专利的相关揭露内容是以全文引用的方式并入本文中。

[0010] 然而，迄今为止所属领域中所已知的上述类型的脂和蜡通常在室温下不具有自支撑性 (self-supporting) 或者形状稳定性，且认为将其施用到散热片或电子元件上相当麻烦。为提供通常优选的易于处理的薄膜形式的这些材料，须提供衬底、网格或其它载体，这将引入另一可能形成额外气穴的界面层。而且，使用这类材料通常涉及手工施用，或者通过电子组装器叠层，而这将增加制造成本。

[0011] 或者，另一种方法是用固化的薄板状材料替代硅脂或蜡。可将这类材料混配并且含有一种或一种以上分散于聚合粘合剂内的导热颗粒状填充剂。这些材料可以固化板、胶带、垫或薄膜的形式提供。典型的粘合剂材料包括有机硅 (silicone)、氨基甲酸酯、热塑橡胶和其它弹性体，其中典型的填充剂包括氧化铝、氧化镁、氧化锌、氮化硼和氮化铝。

[0012] 上述界面材料的实例为经氧化铝或氮化硼填充的有机硅或氨基甲酸酯弹性体，其是以 CHO-THERM™ 和 THERM-A-GAP™ 的名称由派克汉尼汾公司 (Parker-Hannifin Corporation) 销售。也参看美国专利第 4, 869, 954 号，其揭露一种供传递热能用的形状稳定的薄板状导热固化材料。所述材料是由氨基甲酸酯粘合剂、固化剂和一种或一种以上导热填充剂形成。所述填充剂可包括氧化铝、氮化铝、氮化硼、氧化镁或氧化锌，其粒径在约 1-50 微米 (0.05-2 密耳 (mil)) 的范围内。类似材料描述于美国专利第 5, 679, 457 号、第 5, 545, 473 号、第 5, 533, 256 号、第 5, 510, 174 号、第 5, 471, 027 号、第 5, 359, 768 号、第 5, 321, 582 号、第 5, 309, 320 号、第 5, 298, 791 号、第 5, 213, 868 号、第 5, 194, 480 号、第 5, 151, 777 号、第 5, 137, 959 号、第 5, 060, 114 号、第 4, 979, 074 号、第 4, 974, 119 号、第 4, 965, 699 号、第 4, 869, 954 号、第 4, 842, 911 号、第 4, 782, 893 号、第 4, 685, 987 号、第 4, 654, 754 号、第 4, 606, 962 号、第 4, 602, 678 号和 WO 96/37915 中。其它材料（包括凝胶或凝胶样粘合剂或载体填充剂）描述于美国专利第 6, 031, 025 号、第 5, 929, 138 号、第 5, 741, 877 号、第 5, 665, 809 号、第 5, 467, 251 号、第 5, 079, 300 号、第 4, 852, 646 号和 WO 96/05602、WO 00/63968 以及 EP 643, 551 中。这些参考文献的个别揭露内容都是以引用的方式并入本文中。

[0013] 上述类型的薄板、垫和胶带已获得大体认同其用作美国专利第 5, 359, 768 号所述的诸如半导体芯片的电子元件组合件（即，冲模）的传导冷却中的界面材料。然而，在某些应用中，需要较重紧固件（诸如，弹簧、夹钳等）施加足够的力来使这些材料符合界面表面，以便得到足够的表面以供有效传热。事实上，对于一些应用来说，由于在高温下液化、熔融或软化的材料（诸如脂和蜡）能够在相对低的夹紧压力下较好的符合界面表面，故继续优选这些材料。

[0014] 近来，已引入相变材料，所述材料在室温下为易于处理的自支撑且形状稳定的材料，但在电子元件的作业温度范围内的温度下会液化或者软化而形成可较好符合界面表面的粘性触变相。这些可以独立式 (free-standing) 薄膜形式或者以印刷于衬底表面上的隔热屏形式提供的相变材料对于在作业温度内于约 5 磅 / 平方英寸 (pounds per square

inch, psi) (35 千帕 (kPa)) 的相对低的夹紧压力下顺从地流动有利地起到极其类似脂和蜡的作用。所述材料进一步描述于 1998 年 12 月 15 日申请且标题为“施用相变界面材料的方法 (Method of Applying a Phase Change Interface Material)”的共同转让的美国专利第 6, 054, 198 号和美国申请案第 09/212, 111 号中, 并且所述材料在市面上是以 HERMFLOW™ T310、T443、T705、T710、T725 和 A725 的名称由派克汉尼汾公司 (Parker-Hannifin Corporation) 销售。其它相变材料在市面上由贝格斯公司 (Bergquist Company) (美国明尼苏达州, 明尼阿波利斯 (Minneapolis, Minn.)) 以商品名 HI-FLOW™ 销售; 由斯马根公司 (Thermagon, Inc.) (美国俄亥俄州克利夫兰 (Cleveland, Ohio)) 以商品名 T-PCM™ 销售; 和由奥库斯公司 (Orcus, Inc) (美国堪萨斯州史迪威 (Stilwell, Kansas)) 以商品名 THERMAPHASE™ 销售。相变材料 / 金属箔层压板也是由斯马根公司以商品名 T-MATE™ 销售。

[0015] 对于典型商业应用来说, 热界面材料可以胶带或薄板的形式提供, 其包括内部和外部释放衬垫和热复合物夹层。除非热复合物具有固有粘性, 否则所述复合物层的一侧可用一薄层压敏胶粘剂 (PSA) 涂布以将所述复合物施用于散热片的传热表面。为促进自动分配和施用, 可模切胶带或薄板的外部释放衬垫和复合物夹层以形成一系列独立的预定尺寸的垫。因此, 可将每一垫从内部释放衬垫移除, 并且在常规的“即撕即贴 (peel and stick)”应用中使用胶粘层将其粘结到散热片上, 这一操作可由散热片制造商进行。

[0016] 由于将垫子粘附到散热构件 (诸如, 散热片或热分散器) 的传热表面上, 并且由于外部衬垫在适当位置形成保护层, 即复合物层的外表面, 故可以集成组合件的形式提供散热构件和垫。在安装所述组合件之前, 将外部释放衬垫从复合物层移除, 并且将垫放在电子元件上。可使用夹钳来确保组合件在适当的位置。

[0017] 其它材料在美国专利第 5, 467, 251 号和共同转让的美国专利第 5, 781, 412 号中例示说明。市面上由派克汉尼汾公司以 THERM-A-FORM™ 名称销售的材料通常称为热界面复合物、填隙、就地成形材料或包封剂。这些材料通常是以装在一个或一个以上管、容器等中的形式提供, 且最常见的是以在室温下或高温下固化从而在施用复合物的间隙或组件内就地成形的单部分或双部分液体或者流动的经填充反应系统的形式提供。典型的施用器包括药筒或软管枪 (tube gun) 或者其它分配系统。

[0018] 从如上文所例示的可用于热管理的材料和应用的种类来看, 预期在热管理材料中所述材料和应用的持续改良将对电子产品制造商有用。

## 发明内容

[0019] 本发明揭露一种封装具有改良的热管理和 EMI 管理的集成电路的方法。所述方法包括通过对复合物施加剪切力来降低所述复合物的粘度。所述粘度的降低使得复合物可分配, 并且可将所述复合物分配于集成电路上以提供热管理和 EMI 管理层。所述复合物为预固化凝胶组分与颗粒状填充组分的混合物。

## 附图说明

[0020] 无

## 具体实施方式

[0021] 本发明针对促进封装电路中电磁 / 射频干扰 (EMI/RFI) 屏蔽和热管理的方法、材料和装置。更具体地说,本发明针对一种封装具有改良的热管理和 EMI 管理的集成电路的方法;一种处理用作热界面和 / 或 EMI 屏蔽的复合物的方法;和一种 EMI 屏蔽和热管理设备。更具体地说,本发明针对促进调节导热和 / 或导电 (或者导热和 / 或电绝缘)、就地成形、完全固化的复合物的粘度从而使所述复合物易于分配的方法、材料和装置。

[0022] 本发明包含数个实施例,其提供对导热和 / 或导电、导热和 / 或电绝缘、就地成形、完全固化的间隙填充剂材料的粘度的调节,从而使所述材料可分配。对于所述实施例的 各种修改将易于为所属领域技术人员所了解,并且在不偏离本发明的精神和范畴以及随附权利要求的情况下,本文所述的揭露内容可适用于其它实施例和应用。因此,预期本发明不限于所述的实施例,而是与本文所述的揭露内容相符的最广泛范围一致。

[0023] 在详细描述与本发明的原理一致的特定实施例之前,应注意,希望本文所述的实施例将仅为说明性的。因此,已适当地描述方法步骤和设备元件,提供有关理解本发明的实施例的细节,以便以使将从本文所提供的描述获益的所属领域的一般技术人员易于了解的细节而使揭露内容不会模糊不清。

[0024] 在本文件中,诸如第一和第二等的相关性术语可单独使用以使一个实体或动作与另一实体或动作相区别,而所述实体或动作中不必需要或暗含任何此类实际的关系或次序。术语“包含”或其任何变化形式意欲涵盖不详尽的包涵或者尽可能的包涵。举例来说,包含一系列要素的方法或设备不仅包括这些要素,而且还可包括所述方法、设备或系统中未清楚列出或固有的其它要素。前加“包含”的要素不排除 (但不作更多限制) 包含所述要素的方法或设备中其它相同要素的存在。

[0025] 根据本发明的某些方面,提供一种处理用作热界面和 / 或 EMI 屏蔽的复合物的方法。所述方法包括对所述复合物施加剪切力并且使所述复合物可分配。所述复合物为颗粒状填充组分与预固化凝胶组分的混合物。

[0026] 根据本发明的某些其它方面,揭露一种封装具有改良的热管理和 EMI 管理的集成电路的方法。所述方法包括通过施加剪切力调节复合物的粘度,从而使所述复合物可分配。所述复合物为预固化凝胶组分与颗粒状填充组分的混合物。将变得可分配的经加工复合物分配于集成电路上以提供热管理和 EMI 管理层。

[0027] 根据本发明的其它方面,提供一种 EMI 屏蔽和热管理组合件,其包含:具有第一区域的第一表面;与所述第一表面相对的第二表面,其具有第二区域;和导热和 / 或导电界面,其在所述第一表面与所述第二表面中间以于其间提供导热和 / 或导电路径,其中所述界面包含通过实施包含下列步骤的方法所制备的导热和 / 或导电复合物:通过施加剪切力调节所述复合物的粘度,从而使所述复合物可分配,其中所述复合物为预固化凝胶组分与颗粒状填充组分的混合物。

[0028] 通常,必须将由半导体元件包装产生的热量传递到周围环境中,以使半导体元件包装的接面温度保持在安全操作界限内。通常这一传热过程涉及从包装表面传导到可更有效地将热量传递到周围环境中的热分散器 (或散热器)。将分散器或散热器与包装小心地接合以使这一新形成的热接合面的热阻减到最小。将热分散器附着在半导体包装表面上需要使得两个商品级表面彼此紧密接触。通常这些表面是以重叠在可使表面呈凹形、凸形或扭曲形的宏观非平面性上的微观表面粗糙度为特征。当将两个此类表面接合时,接触仅存

在于较高点处。较低的点形成通常称为间隙的空气填充的空隙或真空窗。

[0029] 在一些实施例中,根据本发明的原理揭露 EMI 屏蔽和热管理组合件的配置和实施。更具体地说,可将提供对导热和 / 或导电或者导热和 / 或电绝缘、就地成形、具粘弹性的完全固化间隙填充剂粘度的调节,从而使其可分配的 EMI 屏蔽和热管理组合件用于封装电路中。

[0030] EMI 屏蔽和热管理组合件是由第一表面、第二表面、在所述第一表面与所述第二表面中间的导热和 / 或导电 (或者导热和 / 或电绝缘) 界面组成。第一表面密封第一区域,而与第一表面相对的第二表面密封第二区域。举例来说,第一表面与第二表面是具有两种不同元件的表面,所述元件诸如散热片、致冷板、电路板、外壳零件、电子元件等。

[0031] 夹在所述表面 (即,第一表面与第二表面) 之间的是一个间隙。举例来说,这一间隙可为热屏蔽或 EMI 屏蔽。所述间隙具有变化的规格和尺寸。举例来说,所述间隙可具有介于约 0.25 毫米 -3.0 毫米之间 (或在 0.010 英寸 -0.120 英寸的范围内) 的厚度。

[0032] 如本文所使用,术语“界面”是指用于 EMI 屏蔽和热管理的材料、复合物或其任何不同组合。举例来说且并非以任何方式限制本发明的范围,下文为关于鉴别和选择用于界面的适当复合物和材料可加以考虑的某些通用技术要求的不详尽列表:材料类型 / 等级、材料系统 (或化学 / 聚合物系统类型)、填充材料、形状 / 半成品原料 (或形式 / 形状)、树脂或复合物、复合物类型、特征和工业、热特性 (诸如,导热性等)、机械特性、电学和光学特性 (诸如电阻率和导电率) 以及加工和物理特性 (诸如粘性) 等。

[0033] 通常,用作界面的材料或复合物通过符合粗糙和不平坦的配合表面消除传热表面之间 (诸如微处理器与散热器之间) 的间隙,以便使传热效率增加。由于所述材料具有比其所置换的空气高的导热性,故使跨接合面的电阻降低,从而使元件的接面温度降低。应注意,可将热界面材料归为某些类别,即分别为相变材料、热胶带、绝缘垫、间隙填充剂和就地固化 (cure-in-place) 复合物。

[0034] 根据某些实施例,本发明的复合物为预固化凝胶元件与颗粒状填充元件的混合物。举例来说且并非加以限制,预固化凝胶元件可包含有机硅聚合物,诸如有机硅树脂。本发明的复合物具有适当的技术要求和各种有利属性。在某些实施例中,所述复合物负责热元件 (即,元件包装) 与散热片 (即,散热器或热分散器) 或附件之间热量的传递。使用所述复合物填充夹于表面之间的具有不同间隙规格的间隙。与常规“就地成形”或“FIP”材料不同,当装入管、药筒或其它容器中时,所述复合物完全交联或者固化。由于所述复合物完全固化并且封装于管中,仍像液体复合物一样分配以填充电子组件中高度可变的容差,故其具有高度适应性,而无需另外的固化或混合循环。更具体地说,所述复合物在所施加的压力下可分配,并且未展现出可感知的填充剂沉降。复合物可在室温下储存,从而消除对于冷藏或任何其它特殊储存的需要。由于所述复合物在分配之前或分配之后的固化时程中不需要任何其它混合循环,故所述复合物具有无限的保存期和工作时间,并且能够作为单部分系统提供。复合物形状稳定并且可经处理用于类似于常规模制或挤压带材、垫、薄板或其它预制件的组合件。所述复合物形状稳定、质软且具有高度适应性,因此,需要极低力变形或实质上不需要力变形。在使用过程中,可使用自动分配设备来施用复合物,或者用经空气作用的或手工操作的施用枪来施用。施用此复合物的简易性使其在重新加工和原地修复的情况下极为理想。

[0035] 在某些调配物中,本发明的复合物为预固化聚合物凝胶组分与颗粒状填充组分的流动混合物。如本文所使用,术语“流动”意指所混合的复合物展现代表性的流体流动特征,使其在压力下能够以指定的流速挤出分配喷嘴、针或其它孔口。举例来说,可观察到在约 90 磅 / 平方英寸 (620 千帕) 的所施加压力下以约 10 立方厘米 / 分钟 (cc/min) 或约 2 克 / 分钟的流速通过 0.047 英寸 (1 毫米) 的孔口。

[0036] 在某些符合本发明的原理的实施例中,复合物为粘弹性的或具有粘弹性。如本文所使用,术语“粘弹性”(另外称为滞弹性)描述展现粘性与弹性特征的材料。具体地说,粘弹性是由这些材料内的分子重排所产生。在对粘弹性材料或复合物(诸如聚合物)施加应力(或者剪切应力或剪切力)时,长聚合物链的各部分可改变位置。此移动或重排称为蠕变(creep)。另外,术语“粘弹性材料 / 复合物”为具有弹性组分和粘性组分的复合物。举例来说,聚合物甚至在上文所述的其链的各部分重排时也保持固体材料,以便附加应力,且当此情形发生时,其在复合物中产生反向应力。当反向应力与所施加的应力具有相同的大小时,材料就不再蠕变。当将原始应力去除时,积累的反向应力将使聚合物恢复其原始形式。材料蠕变,其提供前缀粘-(visco-),且材料完全恢复,其提供后缀-弹性(-elasticity)。

[0037] 就总体形态学方面来说,本发明的粘弹性复合物对于预固化凝胶组分展现连续相,且对于颗粒状填充组分展现分散于连续相中的不连续相。举例来说,完全固化的复合物在约正常室温(即,约 25-30°C)下具有(例如)约  $15 \times 10^6$  cps (million cps) 的粘弹性,此使得组合物可由喷嘴、针或其它孔口分配为通常形状稳定的珠粒、块状物或其它形式。在某些其它实施例中,复合物具有约  $7.5 \times 10^6$  cps 的粘性。

[0038] 根据本发明的原理,由于复合物位于管中,故其形状稳定并且在分配时具粘弹性,事实上其也不需要压缩力来使其在装配压力下变形,从而使焊点和引线无应力。“形状 稳定”意思指至少在正常室温范围内的温度下,施用于衬底的一定量组合物在稳态下展现实质上不明显(即,25%或更小)的下陷、下垂、流出或其它流动。

[0039] “固化”意思是预固化凝胶组分和复合物本身(除非含有反应性佐剂或稀释剂)除通常可能在老化后发生外并不展现其它明显的聚合、交联、硫化、硬化、干燥或其它类似的化学或物理改变,诸如从其流动的凝胶形式变成固体或半固体形式或相。

[0040] 如本文所使用,术语“完全固化”意指复合物因完全固化并且封装在管中而不需要进一步固化或混合。更具体地说,复合物消除在分配或者分配后的固化时程之前的任何进一步的混合循环。

[0041] 此处应注意,固化是指通过聚合物链交联来使聚合物材料韧化或硬化。

[0042] 根据本发明,使用本发明的复合物来填充各部件和结构中的间隙,从而于其间提供导热和 / 或导电(或者导热和 / 或电绝缘)路径。如本文所揭露,“热复合 / 界面(导热)材料”为经设计以在衬底上、各元件之间或成品电子产品内形成导热层的材料。举例来说,通常将导热树脂、热塑性塑料、包封剂、封装复合物、胶带、垫、粘合剂和脂用于产热装置(或热源)与散热片之间以改良散热。在某些实施例中,本发明的复合物可具有约 0.7W/m-K (W/m-K) 的导热率。

[0043] 同样,“导电复合物”为具有高导电等级(低电阻率)以供应用的树脂,所述应用诸如抗静电或静电放电(ESD)控制、EMI/RFI 屏蔽、厚膜金属化以及装置和板的电互联。正相反,“电绝缘 / 介电材料”是用于在电或电子元件间形成障壁或绝缘体的材料。导体与导电



元件之间的电压电位将影响基于介电强度的材料选择,以便减少短路。介电常数和损耗因数是使绝缘电路路径之间的串扰最小化的重要参数。另外,“EMI/RFI 屏蔽材料”为经设计以提供对电磁干扰(EMI)或射频干扰(RFI)的屏蔽的聚合物或弹性体。通常,这些复合物具有较高的导电等级。

[0044] 如本文所揭露,“密封剂(间隙填充/就地成形/FIP 垫圈)”为用于填充待粘结或密封的两个表面之间的间隙或空间的间隙填充或填充用复合物。举例来说,使用柔性薄板材料以及密封剂或 FIP 复合物(FIP、液体和粘性材料)来填充接缝之间或表面上的间隙,以使其含有流体、防止渗漏并且防止不合需要的材料渗透。

[0045] 在符合本发明的原理的某些实施例中,复合物可具有以下技术要求:约 20-80% 的颗粒状填充组分的总重量百分比;约 0.7W/m-K 的导热率;约  $7.5 \times 10^6$  cps 的粘度;在最低约 -50°C 到最高大约 150°C 的范围内的作业温度;2.25 的比重;在进行热重分析(TGA)时,在 150°C 下于 24 小时内重量损失为约 0.2%;约 10 立方厘米/分钟的流速;6%的可萃取有机硅(即,预固化凝胶组分)百分比;在 10 密耳(mi1)下约 1000Vac/mil 的介电强度;约  $1 \times 10^4$  欧姆-厘米(ohm-cm)的体积电阻率;和在室温下 18 个月的保存期。

[0046] 在本发明的说明性实施例中,复合物经调配以使其在所施加的压力下表现为流体或为流体,当施用于表面或间隙内时仍形状稳定,表现为预固化凝胶组分和颗粒状填充剂(其可为导热和/或导电颗粒或其掺合物)的掺合物或另一混合物形式。

[0047] 预固化凝胶组分可为(例如)热塑性凝胶或有机硅凝胶或有机硅树脂,其可为有机聚硅氧烷。有利地,可填充复合物(诸如)达到占总重量介于约 20-80%之间的装载水平,以使其展现至少约 0.5W/m-K 或 0.7W/m-K 的导热率,这可与当前模制或就地成形(FIP)但仍可使用常规设备分配的材料所展现的导热率相比拟。

[0048] 典型地,适用作预固化或聚合物凝胶组分的凝胶包括基于有机硅(即聚硅氧烷,诸如聚有机硅氧烷)的系统;以及基于可具热塑性或热成形性的其它聚合物(诸如聚氨基甲酸酯、聚脲、氟聚合物、氯磺酸酯、聚丁二烯、丁基橡胶、氯丁橡胶、亚硝酸酯、聚异戊二烯和丁钠橡胶(buna-N)、共聚物(诸如,乙烯-丙烯(EPR)、苯乙烯-异戊二烯-苯乙烯(SIS)、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯(SBS)、乙烯-丙烯-二烯单体(EPDM)、腈-丁二烯(NBR)、苯乙烯-乙烯-丁二烯(SEB)和苯乙烯-丁二烯(SBR)和其掺合物(诸如,乙烯或丙烯-EPDM、EPR 或 NBR)的系统。

[0049] 如本文所使用,术语“聚合物凝胶”就某种意义来说属于流体增量的聚合物系统的常规含义,其可包括可经化学方式(诸如,离子、共价)或物理方式交联的连续聚合相或网络、和油(诸如有机硅等)、增塑剂、未反应的单体或可膨胀或者填充网络缝隙的其它流体增量剂(fluid extender)。此处须注意,所述网络的交联密度和增量剂的比例可经控制以定制模数,诸如软度,和凝胶的其它特性。术语“聚合物(或者视情况有机硅)凝胶”也应理解为涵盖可因具有类似于凝胶的粘弹性而另外在广义上归类为假凝胶或凝胶状物质的材料,其具有由相对长的交联链但(例如)不存在流体增量剂所形成的“松散”交联网络。

[0050] 关于有机硅凝胶,特别优选的是软质有机硅凝胶,诸如诺希尔公司(NuSilTechnology)(美国加利福尼亚州卡平特提里亚市(Carpinteria, Calif.))以名称“GEL-8100”销售的那些凝胶。根据诸如 ASTM D217,在所述固化条件下所述凝胶具有约  $100 \times 10^{-1}$  毫米的穿透值。其它软质有机硅凝胶是由道康宁公司(Dow Corning)(美国密歇

根州密德兰 (Midland, Mich.) 以名称“3-6636”销售。

[0051] 根据符合本发明的原理的某些实施例,在固化过程中,使用复合物的填充组分来填充预固化凝胶组分。再次重申,所述复合物对于颗粒状填充组分展现分散于预固化凝胶组分的连续相中的不连续相。填充组分可具有适当的材料特征。举例来说,用于填充组分的材料可选自由氧化物、氮化物、碳化物、二硼化物、石墨和金属颗粒和混合物组成的群组。填充组分可具有介于约 0.01-10 英寸 (0.25-250 毫米) 之间的平均粒径。根据本发明的原理,填充组分可具有热和 / 或电特性。举例来说而非加以限制,当间隙是热间隙时,填充组分可导热。此外,填充组分可具有至少约 20W/m-K 的导热率。与此相比,当间隙归因于 EMI/RFI 时,填充组分可导电或电绝缘。

[0052] 根据本发明的某些方面,通过将预固化凝胶组分装载有可包含一种或一种以上导热颗粒状填充剂的填充组分来使其导热。就这一点来看,预固化凝胶组分通常形成导热填充剂分散于其中的粘合剂。包括足以提供预定应用所需的导热性的比例的填充剂,且通常将以占复合物总重量介于约 20-80% 之间的量装载。填充剂的尺寸和形状对于本发明的目的并不重要。就这一点来看,填充剂可具有任何常见形状,在广义上称为“颗粒状”,包括固体或中空球形或微球形薄片、小球,不规则或纤维状(诸如,经切碎或研磨)纤维或须状物,但优选为粉末以确保均匀分散和均一的机械与热特性。填充剂的粒径或分布通常在介于约 0.01-10 密耳 (0.25-250 微米) 的范围内,其可为颗粒状物质的直径、估算直径、长度或其它尺寸,但可另外视待填充的间隙的厚度而变化。需要时,可选择不导电的填充剂,从而使复合物可具介电性或电绝缘和导热性两者。另外,填充剂可在不需要电绝缘的应用中导电。

[0053] 根据本发明的某些其他方面,通过将预固化凝胶组分装载有可提供除导热填充剂外还含有导电填充剂(即掺合物)或代替导热填充剂的导电填充剂来使其导电。此外,视所选特定填充剂而定,所述填充剂可充当导热和导电填充剂。

[0054] 适当的导热填充剂通常包括氧化物、氮化物、碳化物、二硼化物、石墨和金属颗粒,和其混合物,且更具体地说包括氮化硼、二硼化钛、氮化铝、碳化硅、石墨、金属(诸如,银、铝和铜)、金属氧化物(诸如氧化铝、氧化镁、氧化锌、氧化铍和氧化锑)和其混合物。所述填充剂在特征上展现介于约 20-50W/m-K 之间的导热率。出于经济性的原因,可使用铝氧化物,即氧化铝,而出于改良的导热率的原因,认为氮化硼更优选。装载有导热填充剂时,复合物通常可根据 ASTM D5470 而展现至少约 0.5W/m-K 的导热率,且也根据 ASTM D5470 而展现小于约 1°C - 平方英寸 / 瓦 (6°C - 平方厘米 / 瓦) 的热阻抗,但这可视复合物层的厚度而变化。

[0055] 填充剂是以足以在间隙内提供预定应用所需的导电率和 EMI 屏蔽效能的比例装载于组合物中。对于大多数应用来说,认为在约 10 兆赫 (MHz) 到 10 千兆赫 (GHz) 的频率范围内至少约 10 分贝 (10dB) 且通常至少约 20 分贝且优选至少约 60 分贝或更高的 EMI 屏蔽效能是可接受的。将所述效能转换为填充剂比例,视情况以总体积或重量计,其通常占复合物的介于约 10-80 体积%或 50-90 重量%之间,且体电阻率或体积电阻率不超过约 1  $\Omega$ -cm,但已知通过使用 EMI 吸收或“损耗”填充剂(诸如,铁氧体或覆镍石墨)来得到较低电导率水平的可比 EMI 屏蔽效能。也已知最终的屏蔽效能将基于导电或其它填充材料的量和薄膜厚度而变化。

[0056] 视预期特定应用的需要而定,复合物调配物中可包括其它填充剂和添加剂。所述

填充剂和添加剂可包括常规润湿剂或表面活性剂、颜料、染料和其它着色剂、遮光剂、消泡剂、抗静电剂、偶合剂（诸如，钛酸酯）、增链油、增粘剂、颜料、润滑剂、稳定剂、乳化剂、抗氧化剂、增稠剂和 / 或阻燃剂，诸如三水合铝、三氧化铋、金属氧化物和盐、插层石墨颗粒（intercalated graphite particle）、磷酸酯、十溴二苯醚、硼酸盐、磷酸盐、卤化化合物、玻璃、硅石（其可为烟雾状或结晶状）、硅酸盐、云母和玻璃或聚合微球体。通常，将这些填充剂和添加剂与所述调配物掺合或者混合在一起，并且可占其总体积介于约 0.05-80% 之间。

[0057] 在优选实施例中，制备本发明复合物的方法涉及通过施加剪切力降低包含非有机硅材料的复合材料的粘度，从而使所述复合物可分配。举例来说，如环氧树脂和丙烯酸系树脂的许多非有机硅材料不具有本发明复合物中所使用的有机硅凝胶的柔软的粘弹性特征。在此类情况中，材料的固化形式使粘性形式剪切降低，从而使其可分配。

[0058] 在一些实施例中，复合物可在球磨机或任何其它常规混合设备中以一种或一种以上树脂或其它聚合物（诸如，寡聚物、预聚物等）、视情况交联剂、催化剂和增量剂（即，填充剂）和所选添加剂组分的混合物的形式制备。举例来说且不意欲限制本发明的范围，复合物可以预固化凝胶组分和颗粒状填充组分的混合物的形式制备。

[0059] 在混合期间或在混合后，可使混合物经历进一步聚合（或固化），从而使树脂、寡聚物或预聚物转化成流体或非流体增量聚合物凝胶组分。所属领域中已知固化类型 / 技术的分类，诸如热塑性 / 热熔融、热成形（交联 / 硫化）、室温固化 / 硫化、UV / 辐射固化（也为电子束、光）、单组分系统、双组分系统等。举例来说，诸如在热加成聚合（即，交联 / 硫化）系统的情况下，可对混合物加热。另外，化学或物理凝胶化反应可受大气湿度（或水解）、曝露于紫外（UV）辐射、电子束或其它固化机制（诸如，无氧固化）的影响。

[0060] 此外，视所使用的化学 / 聚合物系统而定，可加入无机或有机溶剂或其它稀释剂或流变剂（theological agent）以控制最终固化复合物的粘度，可针对将使用的应用设备或方法对粘度进行调节。举例来说，塑料复合物、弹性体树脂或聚合物可基于有机硅化学系统。

[0061] 根据本发明的一些实施例，最终复合物为粘弹性的或具有粘弹性。在总体形态学方面，所述粘弹性复合物对于预固化凝胶组分展现连续相且对于颗粒状填充组分展现分散于连续相中的不连续相。

[0062] 视某些非牛顿（non-newtonian）复合物或材料对所施加的剪切力的所起的反应而定，可将所述非牛顿复合物或材料归为两类，即分别为触变材料与流变材料。更具体地说，当以剪切速率引入阶跃变化时，触变复合物或材料为剪切变稀复合物或材料，其耗费有限量的时间达到平衡粘度。举例来说，施加剪切力使触变复合物或材料变稀或粘性变小，从而使粘度降低。另外，触变复合物或材料因其触变特性而对剪切力起反应变稀或粘性变小。触变性为使某些非牛顿复合物或材料的粘度展示时间依赖性改变（即，流体经历由剪切力产生的剪切的时间越长，则其粘度越小）的特性。

[0063] 与此特征相对，流变复合物或材料在施加剪切力后变稠或粘性变大。因此，流变性（rheopecty）或震凝性（rheopexy）为一些非牛顿流体的粘度展现时间依赖性改变（即，流体经历剪切时间越长，则其粘度越高）的极少见特性。流变流体（诸如一些润滑剂）当振荡时变稠或凝固。

[0064] 在一些实施例中,揭露一种处理用作热界面和 / 或 EMI 屏蔽的复合物的方法,和一种封装具有改量的热和 EMI 管理的集成电路的方法。

[0065] 首先,所述方法可视情况涉及提供流动(即,粘性)、形状稳定(即,弹性)复合物源的初始步骤。更具体地说,提供复合物源的步骤涉及日常任务的分类,诸如鉴别、选择和存在事物的执行或设计、构建和新型方法的实施、分配复合物的设备和系统。根据本发明的原理,选择和使用适当的药筒和注射器系统。具体地说,这些药筒系统可具有适当的规格。药筒系统可包括可去除的分配喷嘴端帽和塞子。这些药筒系统可用于分配复合物或装入注射器系统。而注射器系统可为预装载锥形尖端注射器,其具有预先安装的平稳流动滑块活塞(smooth flow wiper piston)。举例来说且不限制本发明的范围,在本文中可视情况选择和使用的气动式分配器(pneumatic dispenser)系统为来自塞姆勒公司(Semco)的 32 盎司(oz)的药筒,即塞姆勒密封剂枪(Semco Sealant Gun)(塞姆勒型号 550,塞姆勒部件编号 231551),和 / 或来自塞姆勒公司的 30 毫升(cc)注射器,即塞姆勒公司的 Semmatic 系列 1800、1900 或 2000 空气分配系统(塞姆勒系列 1800,塞姆勒部件编号 233356;塞姆勒系列 1900,塞姆勒部件编号 233359;塞姆勒系列 2000,塞姆勒部件编号 233100)。此处须注意,30 毫升注射器的较小尺寸使其适用于重新加工和 / 或原地安装。另外,较大的 32 盎司的药筒通常适用于(但不限于)商店地板制造,其中药筒的再装载可保持最小。

[0066] 在选择用于药筒或注射器系统的气动式系统后,所述方法可包括将端帽从具有复合物的所选容器拆开的步骤。谨防在处理过程中不要去掉活塞。

[0067] 接下来,所述方法可包括将具有复合物的所选容器安装到如空气系统制造商操作手册有关药筒 / 注射器系统的安装所推荐的空气系统中。可进行预防性测量,因此不将空气系统与气源连接起来,直到已适当安装药筒并且操作器或分配器经准备或经设置以便手工或自动分配复合物。

[0068] 随后,可将分配尖端切成所需的直径。此处须注意,应确定直径大小以递送所需的流速。下文列出一些流速值以帮助确定尖端需要何种直径。在分配过程中,为递送最高材料输出量,应切割喷嘴以使其具有最短的长度和最大的孔口。可使用以下实例来测定在何处剪切分配器尖端:0.150 英寸,直径孔口将递送 10 立方厘米 / 分钟的流速。

[0069] 接下来,将空气分配器与气源连接或耦合在一起,并且将气源设置为 100 磅 / 平方英寸。另外,将分配器尖端设置在表面上施用复合物之处。推荐须将注射器以与所述表面呈约 30 度的较小角度固持。

[0070] 耦合后,将空气分配器系统与气源连接或耦合,并且施加气压以使复合物流到表面上。在某些实施例中,抽吸并且剪切复合物以降低其粘度。在一个特定的泵应用中,将  $7.5 \times 10^6$  cps 供应粘度的复合物从分配器中抽吸出。在复合物行进并且抽吸通过分配器系统后,其以  $1.5 \times 10^6$  cps 剪切所述部件。

[0071] 在一些实施例中,由于在总体形态学方面,本发明的复合物对于预固化凝胶组分展现连续相且对于颗粒状填充组分展现分散于连续相中的不连续相,故其保持触变 / 半固体相。通常在触变复合物的情况下,粘度随时间而降低。触变复合物和材料的一些实例为硅胶、脂、墨、乳汁、蛋黄酱、羧甲基纤维素、膨润土等。作为通用规则,粘度视剪切速率而定(与其成反比),即,粘度 = 剪切应力 / 剪切速率。触变复合物对剪切力作出反应而变稀薄或粘性变小,即,粘度因剪切而降低。当去除剪切力时,触变复合物恢复其原始粘度,即,其

具粘弹性。此处须注意抽吸产生剪切力。

[0072] 在操作过程中,在所施加的压力下将大量复合物分配于电路元件(诸如,散热片、致冷板、电路板、外壳部件或电子元件)预涂底漆或未预涂底漆的表面上。更具体地说,电路元件的表面可包含塑料、金属或陶瓷材料。就这一点来看,将作为单部分系统装入药筒、管或其它容器中的复合物源与连接到顶端的通孔软管(via hose)或其它导管耦合。所述顶端具有喷嘴。所述喷嘴又具有孔口。

[0073] 在所施加的压力下,可使定量复合物从喷嘴流出并且使其流到正在加工的上述表面上。举例来说且不加以限制,可手工或者使用枪或注射器施加压力,或所述压力可由空气或无气计量设备(诸如,异径气缸、泵等)产生。当施用,所述大量复合物可实质上诸如通过表面张力、粘性或其它粘合力而自胶粘于表面。与脂等不同,所述大量复合物有利地在正常室温下形状稳定,以使得可相对于组合件操纵施用所述复合物的部件或元件或相反。而且,与可粘结于表面的常规就地成形复合物不同,本发明的复合物易于清洁或者易于从表面去除以供重新加工或修复。

[0074] 由于预期可在不偏离本文所涉及的概念的情况下对本发明进行某些修改,故认为上述描述中所含的所有内容应解释为仅为说明性的且不具有限制意义。所有参考文献(包括本文所引用的任何优先权文件)都是以引用的方式清楚地并入本文中。尽管本发明可易于为各种修改和其它形式,但已借助于实例展示特定实施例且已在本文中详细描述。然而,应了解,本发明不意欲限于所揭露的特定形式。相反,本发明意欲涵盖在如通过以下随附权利要求所界定的本发明的精神和范围内的所有修改形式、等效形式和替代形式。