



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107078105 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(21)申请号 201580041934.2

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

(22)申请日 2015.05.29

代理人 吴亦华

(30)优先权数据

62/014242 2014.06.19 US

(51)Int.Cl.

H01L 23/34(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01L 23/12(2006.01)

2017.02.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/033163 2015.05.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/195295 EN 2015.12.23

(71)申请人 美国道康宁公司

地址 美国密歇根州

(72)发明人 R·S·约翰 H·迈耶 C·伊科勒

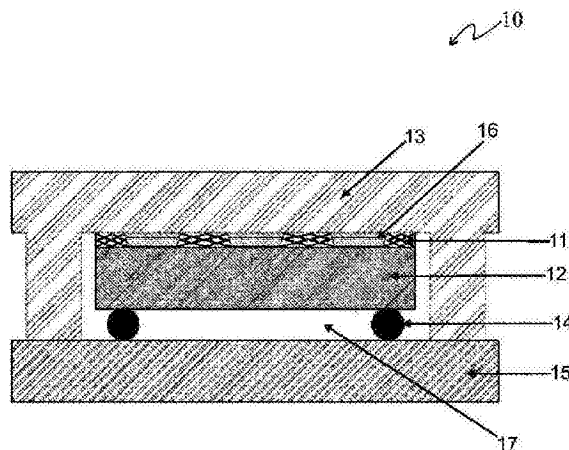
权利要求书2页 说明书14页 附图5页

(54)发明名称

用于晶片级z轴热插入器的可光图案化的硅酮

(57)摘要

本发明提供了使用低应力可光图案化的硅酮制造热插入器的方法,以用于生产进料到LED、逻辑和存储器件以及其他需要热管理的此类半导体产品的封装的电子产品。可光图案化的硅酮组合物、导热材料和低熔点适形焊料形成完整的半导体封装模块。将所述可光图案化的硅酮施加在晶片的表面上并选择性地辐射以形成向用户提供限定的结合线厚度控制的开口。然后用高导电性糊剂填充所述开口以形成高导电性热连接。然后施加低熔点可固化焊料,其中所述焊料润湿所述硅酮以及导热路径,所述导热路径导致结构化z轴热插入器与散热器和/或衬底之间的低热接触电阻,所述衬底可为晶片或PCB。



1. 一种在晶片上形成导热插入器的方法,所述方法包括用导热材料填充形成在所述晶片的表面上的固化层中的多个孔,以形成导热插入器的步骤。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述固化层的厚度对应于z轴厚度,并且所述孔沿着所述z轴厚度穿过所述固化层。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮组合物的层的产物,所述可光图案化的硅酮组合物包含:

A) 平均每分子含有至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷,

B) 平均每分子含有至少两个硅键合氢原子的有机硅化合物,所述有机硅化合物的浓度足以固化所述组合物,和

C) 催化量的光活化的硅氢加成催化剂。

4. 根据权利要求3所述的方法,其包括以下步骤:将所述可光图案化的硅酮组合物和溶剂的混合物施加到所述晶片的至少一个表面以形成覆盖所述晶片的所述表面的至少一部分的施加层;光图案化所述施加层;以及固化所述光图案化的施加层。

5. 根据权利要求4所述的方法,其包括以下步骤:

i) 用包括i线辐射的辐射辐照所述施加层的一部分,同时对所述施加层的另一部分进行掩蔽,以产生部分辐照层,所述部分辐照层具有覆盖所述晶片的所述表面的至少一部分的未辐照区域和覆盖所述晶片的所述表面的其余部分的辐照区域;

ii) 通过加热部分地固化所述辐照施加层;

iii) 用显影溶剂移除所述部分固化层的所述未辐照区域,以形成其中限定有多个z轴孔的部分固化层;并且

iv) 固化所述部分固化层以得到所述固化层。

6. 根据权利要求5所述的方法,

其中所述辐射是紫外线(UV)辐射并且所述UV辐射的强度在800毫焦耳/平方厘米(mJ/cm^2)至2800 mJ/cm^2 的范围内;或

其中通过将所述层加热到100摄氏度($^{\circ}\text{C}$)至150 $^{\circ}\text{C}$ 范围内的温度2分钟至5分钟来部分地固化所述辐照施加层;或

其中移除所述未辐照区域的步骤通过将所述部分固化层浸渍在选自乙酸丁酯和均三甲苯的所述显影溶剂中进行;或

其中通过将所述部分固化层加热到180摄氏度($^{\circ}\text{C}$)至400 $^{\circ}\text{C}$ 范围内的温度30分钟至3小时来固化所述部分固化层。

7. 根据权利要求4所述的方法,还包括在施加所述可光图案化的硅酮组合物的步骤之后,通过将所述施加层加热到50摄氏度($^{\circ}\text{C}$)至130 $^{\circ}\text{C}$ 范围内的温度2分钟至5分钟来从所述施加层移除所述溶剂的至少一部分的步骤。

8. 根据权利要求1或2所述的方法,其中所述导热材料选自钛;铝;镍;铜;银;金;钛、铝、镍、铜、银和金中的任意两种或更多种的合金;碳、氮化硼;碳纳米管;以及它们中任意两种或更多种的组合。

9. 一种用于从晶片耗散热量的导热插入器,所述插入器覆盖所述晶片的至少一个表面,所述插入器由具有设置在其中的离散位置处的导热材料图案的固化层构成,其中所述固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮组合物的层的产物,所述可光图案化的硅酮组

合物包含：

A) 平均每分子含有至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷，

B) 平均每分子含有至少两个硅键合氢原子的有机硅化合物，所述有机硅化合物的浓度足以固化所述组合物，和

C) 催化量的光活化的硅氢加成催化剂；

所述插入器限定在所述插入器内的预定位置处的多个孔，其中所述孔中的至少一些具有设置在其中的导热材料。

10. 一种通过权利要求1或2所述的方法制备的导热插入器。

11. 根据权利要求10所述的导热插入器，其中所述孔中的至少一些是z轴通孔。

12. 一种制造半导体封装的方法，所述方法包括以下步骤：

i) 用导热材料填充形成在晶片的表面上的固化层中的多个孔，以在所述晶片上形成导热插入器；

ii) 切割所述晶片以产生在其上形成有所述导热插入器的单独切割晶片；

iii) 将每个切割晶片放置在衬底附近，使得每个切割晶片的所述导热插入器面向所述衬底；

iv) 在所述插入器中的每个填充的孔与所述衬底之间放置焊料珠或焊料层；并且

v) 熔化所述焊料以在所述孔中的导热材料和所述衬底之间形成结合。

13. 根据权利要求12所述的方法，其中所述固化层的厚度对应于z轴厚度，并且所述孔沿着所述z轴厚度穿过所述固化层。

14. 根据权利要求12或13所述的方法，其中所述固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮组合物的层的产物，所述可光图案化的硅酮组合物包含：

A) 平均每分子含有至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷，

B) 平均每分子含有至少两个硅键合氢原子的有机硅化合物，所述有机硅化合物的浓度足以固化所述组合物，和

C) 催化量的光活化的硅氢加成催化剂。

15. 一种半导体封装，包括：

i) 具有至少一个表面的晶片；

ii) 覆盖所述晶片的所述表面以用于从所述晶片耗散热量的导热插入器，所述插入器限定在所述插入器内的预定位置处限定的多个孔，所述孔中的至少一些具有设置在其中的导热材料，所述插入器由固化层构成，其中所述固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮组合物的层的产物，所述可光图案化的硅酮组合物包含：

A) 平均每分子含有至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷，

B) 平均每分子含有至少两个硅键合氢原子的有机硅化合物，所述有机硅化合物的浓度足以固化所述组合物，和

C) 催化量的光活化的硅氢加成催化剂；

iii) 半导体封装衬底；以及

iv) 分配在所述插入器中的每个填充孔和所述衬底之间以在所述孔中的导热材料和所述衬底之间形成结合的焊料珠或焊料层。

用于晶片级Z轴热插入器的可光图案化的硅酮

[0001] 本公开涉及可光图案化的硅酮和使用可光图案化的硅酮组合物在半导体器件封装中形成插入器的方法。

[0002] 半导体器件变得越来越小并且越来越强大。具有高操作频率和具有复杂电路密度的大量部件的半导体器件正在用更小的封装制造,从而导致增加的热挑战。高操作频率增加功率消耗并且因此增加半导体器件封装中的热量产生。通常,冷却硬件诸如风扇和散热器用于耗散由半导体器件产生的热量并且冷却该器件。然而,也可提供热量从半导体器件封装中的热部件到冷却硬件的转移以显著冷却半导体器件。

[0003] 热界面材料(TIM)通常用作有源半导体晶片/管芯和衬底或散热器之间的热传输介质,以增强有源管芯和散热器之间的热传输。填充有金属颗粒的凝胶、油脂和粘合剂用作管芯到衬底、管芯到封盖和/或管芯到散热器附接的TIM。根据填料类型、尺寸分布、负载和起始基质,TIM的典型导热率值范围为1至几瓦特/米-开尔文($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)。施加TIM的一般方法涉及在管芯被切割并结合到有源管芯或衬底之后分配TIM材料。施加TIM的方法是本领域中已知的。然而,迄今为止TIM的施加以管芯级发生,从而限制了TIM的使用。术语“管芯级”意指TIM的施加和管芯的组装发生在将处理的晶片切割成单个管芯之后。

[0004] 用于热传输的TIM材料由绝缘基质(诸如环氧树脂或硅酮)制成,其填充有导热颗粒(诸如氧化铝、银或金)以用于更好的导热。因此,填充的TIM的复合材料基质的导热率比起填料的导热率更接近绝缘基质的导热率。例如,典型硅酮的导热率为 $0.2\text{--}0.3\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$,并且当这样的硅酮填充有导热率为 $429\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 的银颗粒时,硅酮-银复合材料的导热率为大致 $2\text{--}3\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 。因此,对TIM作为热传输介质的有效性存在一般限制。

[0005] 此外,在TIM中使用填料需要对填料技术进行仔细管理以防止填料沉降,以及对填充复合材料进行适当处理和分配,从而形成均匀的结合线等。这些考虑进一步使制造可靠的低成本半导体器件封装模块的任务复杂化。通常,大多数有源半导体器件的反面是粗糙的,导致TIM和器件之间的气穴和高的热接触电阻,从而降低了TIM的有效性。

[0006] 硅插入器越来越多地用作半导体器件封装内的热传输介质。硅插入器通常为无源硅衬底或具有穿透硅通孔的管芯,该穿透硅通孔用于互连有源管芯而不需要为了界面相容性而特别地设计管芯。硅插入器用于并排和/或垂直地在封装中堆叠有源管芯。

[0007] 已经努力开发硅插入器作为半导体器件封装内的热传输介质。例如,美国专利申请公布no.US20050280128描述了提供用于附接到半导体器件的表面的热插入器。插入器包括气密地结合在一起的上板和下板。使用两个板和两个板的气密结合使得制造插入器变得复杂。此外,为了插入器的有效运行,需要两个板的精确结合。

[0008] 美国专利申请公布no.US20060006526提出具有利用结合层结合到绝缘层的两个导体的多层热插入器。然而,热插入器的多个层使得插入器和半导体器件封装的制造更加复杂。

[0009] 美国专利申请公布no.US20100044856提出具有以下各项的电子封装:包括用于从管芯传导热量的热界面材料的管芯、有机衬底以及设置在有机衬底和管芯之间的热插入器。热插入器的区域延伸超过管芯的覆盖区并且包括热界面材料。热插入器将由管芯产生

的热量通过热界面材料传导。然而,为了容纳热插入器的延伸超过管芯的覆盖区的额外区域,需要更大的半导体器件封装,因此限制了热插入器的使用,并且在制造较小封装时使得热插入器不可用。

[0010] 美国专利公布no.US20120106117提出了具有用于电连接垂直/3D堆叠的电子器件的通孔互连件的硅插入器。US20120106117中提到的硅插入器通常被设计为电连接3D堆叠的电子器件。

[0011] W02012/142592描述了具有穿透封装通孔的硅插入器。硅插入器包括面板或晶片形式的硅衬底,其具有限定在其中的穿透封装通孔和同时在硅衬底的第一侧和第二侧上的重新分布层。然而,W02012/142592的硅插入器被设计为减少半导体封装内的电损失,从而需要将硅晶片用作插入器。此外,制造硅插入器的方法涉及对晶片进行钻孔或激光烧蚀以在硅晶片内形成穿透封装通孔,并且进一步在穿透封装通孔内形成聚合物衬垫。

[0012] 随着3维(3D)和2.5D堆叠存储器和逻辑模块的出现,重要的是形成作为用于热传输的有效介质的架构。因此,需要更新更有效的热管理方法,该方法允许良好地控制的薄结合线、低热接触电阻、高导热率和大规模制造的适应性。

发明内容

[0013] 本公开涉及使用硅酮组合物在半导体器件封装中形成导热插入器以用于有效热管理的方法。根据本公开的方面,提供了在晶片上形成导热插入器的方法。该方法包括用导热材料填充形成在晶片的表面上的固化层中的多个孔,以在晶片上形成导热插入器。

[0014] 根据本公开的另一方面,提供了用于从晶片散热的导热插入器。插入器覆盖晶片的至少一个表面,插入器由具有设置在其中的离散位置处的导热材料图案的固化层构成,其中固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮(PPS)组合物的层的产物,其包含:(A)平均每分子包含至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷,(B)平均每分子包含至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物,该有机硅化合物的浓度足以固化组合物,以及(C)催化量的光活化的硅氢加成催化剂。插入器限定了在插入器内的预定位置处限定的多个孔,其中孔中的至少一些具有设置在其中的导热材料。

[0015] 根据本公开的又一方面,提供了制备半导体封装的方法。该方法包括用导热材料填充形成在晶片的表面上的固化层中的多个孔,以在晶片上形成导热插入器。该方法还包括将焊料层沉积在导热插入器上。该方法还包括切割晶片以产生在其上形成有导热插入器和焊料层的单独切割晶片。该方法还包括将每个切割晶片放置在半导体封装封盖/散热器附近,使得其上具有焊料层的每个切割晶片的导热插入器面向散热器并且熔化焊料以在孔中的导热材料和散热器之间形成结合。

[0016] 根据本公开的再一方面,提供了半导体封装。半导体封装包括具有至少一个表面的晶片;覆盖晶片的表面以用于从晶片散热的导热插入器,其中插入器限定在插入器内的预定位置处限定的多个孔,其中孔中的至少一些具有设置在其中的导热材料;半导体封装衬底;以及分配在插入器中的每个填充孔和半导体封装封盖/散热器之间以在孔中的导热材料和散热器之间形成结合的焊料层。插入器由固化层构成,其中固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮组合物的层的产物,其包含:A)平均每分子包含至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷,B)平均每分子包含至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物,该

有机硅化合物的浓度足以固化组合物,以及C)催化量的光活化的硅氢加成催化剂。

附图说明

[0017] 阅读以下具体实施方式并参考附图,本发明的各种优点将变得显而易见。

[0018] 图1示出具有基于可光图案化的硅酮组合物的Z轴厚度热插入器的封装器件的示意图。

[0019] 图2示出以晶片级制造具有基于可光图案化的硅酮组合物的Z轴厚度热插入器的电子封装所涉及的方法步骤的示意图。

[0020] 图3a-图3f示出具有导电膏填充的热孔的处理的可光图案化的硅酮层的显微镜图像。

[0021] 图4a-图4d示出具有金属沉积的热孔的处理的可光图案化的硅酮层的显微镜图像。

[0022] 图5示出根据另外的示例性实施例描绘形成导热插入器的方法中涉及的步骤的流程图。

[0023] 虽然本发明易于作出各种修改和替代形式,但已在附图中以举例的方式示出了具体的实施例并且将在本文中详细描述,而且并不旨在将本发明局限于所公开的具体形式。

具体实施方式

[0024] 如本文所用,“可”提供一个选择,而不是必要的。“任选”意指不存在,或者存在。“接触”表示致使发生物理接触。“有效接触”包括在功能上有效的触及,例如,就改性、涂布、粘附、密封或填充而言。有效接触可为直接物理触及、或者间接触及。本文引用的所有美国专利申请公布和专利或者其一部分(如果仅引用该部分的话)据此在并入的主题不与本说明书相抵触的程度上以引用的方式并入本文,在任何这种抵触中,应以本说明书为准。除非另外指明,否则所有的物质状态都是在25°C和101.3kPa下测定。除非另外说明,否则所有%均按重量计。除非另外说明,否则所有重量%值均基于用于合成或制备组合物的所有成分的总重量计,所述总重量合计为100重量%。包含属和其中的亚属的任何马库什群组包括属中的亚属,例如,在“R为烷基或烯基”中,R可以为烯基,或者R可以为烷基,其除了别的亚属外还包括烯基。

[0025] 根据本发明的一方面,可光图案化的硅酮组合物可用于在晶片上形成导热插入器。可光图案化的硅酮的这样的用途可使最终使用者能够根据需要将硅酮施加在半导体晶片上,图案化并显影/移除硅酮的其中要沉积导热材料的区域,从而给予使用者设计更靠近需要更高散热的区域的孔的位置的灵活性。此外,本发明的该方面消除了对之前提到的现有技术填料技术的需要,从而降低与填料管理和均匀分配高粘度填充的TIM相关联的成本和复杂性。该方面还提供良好的结合线厚度控制,并且减少了对于管理与填充的TIM相关联的热接触电阻的需要。术语“结合线”意指管芯和散热器之间的间隙,该间隙由可光图案化的硅酮组合物和施加到晶片上的焊料层的厚度限定。

[0026] 导热插入器可以晶片级形成为具有热孔/通孔,该热孔/通孔可具有均匀的厚度和/或宽度,或者具有不同的厚度和宽度,从而在通孔结构和位置的设计中提供灵活性并且给予使用者将孔定位在管芯上的“热点”处或附近的灵活性以从管芯散热。术语“晶片级”意

指在将晶片切割成单独管芯之前,在整个晶片上形成导热插入器。此外,该方面可消除对以管芯级处理和分配热界面复合材料的需要,从而降低成本。另外,可光图案化的硅酮用作应力缓冲器,其能够管理主要由具有不同CTE(热膨胀系数)的材料构成的有源器件上的应力,从而有助于增加导热插入器和器件的可靠性。

[0027] 可光图案化的硅酮组合物可由美国专利No.7,517,808中描述的三种主要组分和另外的次要组分构成,该专利据此以引用方式并入。可光图案化的硅酮组合物的主要组分包括(A)平均每分子包含至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷,(B)平均每分子包含至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物,该有机硅化合物的浓度足以固化组合物,以及(C)催化量的光活化的硅氢加成催化剂。

[0028] 组分(A)是平均每分子包含至少两个硅键合的烯基基团的至少一种有机聚硅氧烷。有机聚硅氧烷可具有直链的、支链的或树脂的结构。有机聚硅氧烷可为均聚物或共聚物。烯基基团通常具有2至约10个碳原子,并且其示例为但不限于乙烯基、烯丙基、丁烯基和己烯基。有机聚硅氧烷中的烯基基团可位于末端位置、侧链位置或末端位置和侧链位置二者兼有。有机聚硅氧烷中的剩余硅键合的有机基团独立地选自不含脂族不饱和基团的一价烃和一价卤代烃基团。这些一价基团通常具有1至约20个碳原子,或者具有1至10个碳原子,并且示例为但不限于烷基,诸如甲基、乙基、丙基、戊基、辛基、十一烷基和十八烷基;环烷基,诸如环己基;芳基,诸如苯基、甲苯基、二甲苯基、苜基和2-苯乙基;以及卤代烃基团,诸如3,3,3-三氟丙基、3-氯丙基和二氯苯基。有机聚硅氧烷中至少50%,或者至少80%不含脂族不饱和基团的有机基团可为甲基。

[0029] 有机聚硅氧烷在25°C下的粘度通常为0.001至100,000Pa·s,或者0.01至10,000Pa·s,或者0.01至1,000Pa·s。

[0030] 可用作可光图案化的硅酮组合物中的组分(A)的有机聚硅氧烷的例子包括但不限于具有下式的聚二有机硅氧烷: $ViMe_2SiO(Me_2SiO)_aSiMe_2Vi$ 、 $ViMe_2SiO(Me_2SiO)_{0.25a}(MePhSiO)_{0.75a}SiMe_2Vi$ 、 $ViMe_2SiO(Me_2SiO)_{0.95a}(Ph_2SiO)_{0.05a}SiMe_2Vi$ 、 $ViMe_2SiO(Me_2SiO)_{0.98a}(MeViSiO)_{0.02a}SiMe_2Vi$ 、 $Me_3SiO(Me_2SiO)_{0.95a}(MeViSiO)_{0.05a}SiMe_3$ 和 $PhMeViSiO(Me_2SiO)_aSiPhMeVi$,其中Me、Vi和Ph分别表示甲基、乙烯基和苯基,并且a具有使得聚二有机硅氧烷在25°C下的粘度为0.001至100,000Pa·s的值。

[0031] 制备适用于可光图案化的硅酮组合物的有机聚硅氧烷的方法是本领域中已知的,诸如包括以下所述的方法:对应有有机卤代硅烷的水解和缩合或环状聚二有机硅氧烷的平衡。

[0032] 组分(A)的有机聚硅氧烷可为有机聚硅氧烷树脂。合适的有机聚硅氧烷树脂的例子包括具有 $R^1_3SiO_{1/2}$ 单元和 $SiO_{4/2}$ 单元的MQ树脂、具有 $R^1SiO_{3/2}$ 单元units和 $R^1_2SiO_{2/2}$ 单元的TD树脂、具有 $R^1_3SiO_{1/2}$ 单元和 $R^1SiO_{3/2}$ 单元的MT树脂,以及具有 $R^1_3SiO_{1/2}$ 单元、 $R^1SiO_{3/2}$ 单元和 $R^1_2SiO_{2/2}$ 单元的MTD树脂,其中每个 R^1 独立地选自一价烃和一价卤代烃基团。由 R^1 表示的一价基团通常具有1至约20个碳原子、或者具有1至约10个碳原子。一价基团的例子包括但不限于烷基,诸如甲基、乙基、丙基、戊基、辛基、十一烷基和十八烷基;环烷基,诸如环己基;烯基,诸如乙烯基、烯丙基、丁烯基和己烯基;芳基,诸如苯基、甲苯基、二甲苯基、苜基和2-苯乙基;以及卤代烃基团,诸如3,3,3-三氟丙基、3-氯丙基和二氯苯基。有机聚硅氧烷树脂中至少三分之一,或者基本上所有的 R^1 基团可为甲基。典型的有机聚硅氧烷树脂可为具有

(CH₃)₃SiO_{1/2}硅氧烷单元和SiO_{4/2}单元的MQ树脂,其中(CH₃)₃SiO_{1/2}单元与SiO_{4/2}单元的摩尔比为0.6至1.9。

[0033] 有机聚硅氧烷树脂可包含平均约3至30摩尔%的烯基基团。树脂中烯基基团的摩尔%在此处定义为树脂中含烯基的硅氧烷单元的摩尔数与树脂中硅氧烷单元的总摩尔数的比率乘以100。

[0034] 有机聚硅氧烷树脂可得自商业来源或者可通过本领域熟知的方法制备。可通过使用至少一种含烯基的封端剂处理由Daudt等人所述的二氧化硅水溶胶封端方法生成的树脂共聚物,来制备树脂。Daudt等人所述的方法在美国专利No. 2,676,182中有所公开,该专利据此以引用方式并入以教导如何制备适用于本发明的有机聚硅氧烷树脂。

[0035] 简而言之,Daudt等人所述的方法涉及将二氧化硅水溶胶在酸性条件下与可水解的三有机硅烷(诸如三甲基氯硅烷)、硅氧烷(诸如六甲基二硅氧烷)或它们的组合反应,并且回收具有M和Q单元的共聚物。所得共聚物产物通常含有约2至约5重量%的硅键合的羟基基团(Si-OH基团)。

[0036] 通常含有小于2重量%的硅键合的羟基基团的有机聚硅氧烷树脂可通过将Daudt等人所述的共聚物产物与含有烯基的封端剂或含有烯基的封端剂和不含脂族不饱和基团的封端剂的组合以足以在最终有机聚硅氧烷树脂中得到3至30摩尔%烯基基团和小于2重量%的硅键合的羟基基团的量反应而制备。此类封端剂的例子包括但不限于硅氮烷、硅氧烷和硅烷。合适的封端剂在本领域中是已知的,并且示例于授予Blizzard等人的美国专利No. 4,584,355;授予Blizzard等人的美国专利No. 4,591,622;以及授予Homan等人的美国专利No. 4,585,836;上述专利据此以引用方式并入。单一封端剂或此类试剂的组合可用于制备有机聚硅氧烷树脂。

[0037] 组分(A)可为单一有机聚硅氧烷或包含两种或更多种在以下性质中的至少一个有所不同的有机聚硅氧烷的组合:结构、粘度、平均分子量、硅氧烷单元和排序。

[0038] 组分(B)为至少一种平均每分子含有至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物。一般认为,在组分(A)中平均每分子的烯基数和组分(B)中平均每分子的硅键合的氢原子数的总和大于四时可在可光图案化的硅酮组合物中发生交联。有机氢聚硅氧烷中硅键合氢原子可位于末端位置、侧链位置或末端位置和侧链位置二者兼有。

[0039] 平均每分子具有至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物可为有机硅烷或有机氢硅氧烷。有机硅烷可以是一硅烷、二硅烷、三硅烷或聚硅烷。相似地,有机氢硅氧烷可以是二硅氧烷、三硅氧烷或聚硅氧烷。有机硅化合物可为有机氢硅氧烷。有机硅化合物的结构可以是直链的、支链的、环状的或树脂的。有机硅化合物中至少50%的有机基团可以是甲基。

[0040] 适合用作组分(B)的有机硅烷的例子包括但不限于甲硅烷,诸如二苯基硅烷和2-氯乙基硅烷;乙硅烷,例如1,4-双(二甲基甲硅烷基)苯、双[(对二甲基甲硅烷基)苯基]醚和1,4-二甲基二甲硅烷基乙烷;三硅烷,例如1,3,5-三(二甲基甲硅烷基)苯和1,3,5-三甲基-1,3,5-三硅烷;以及聚硅烷,例如聚(甲基亚甲硅基)亚苯基和聚(甲基亚甲硅基)亚甲基。

[0041] 适合用作组分(B)的有机氢硅氧烷的例子包括但不限于二硅氧烷,诸如1,1,3,3-四甲基二硅氧烷和1,1,3,3-四苯基二硅氧烷;三硅氧烷,例如苯基三(二甲基甲硅烷氧基)硅烷和1,3,5-三甲基环三硅氧烷;和聚硅氧烷,诸如三甲基甲硅烷氧基封端的聚(甲基氢硅氧烷)、三甲基甲硅烷氧基封端的聚(二甲基硅氧烷/甲基氢硅氧烷)、二甲基氢甲硅烷氧基

封端的聚(甲基氢硅氧烷),以及具有 $\text{H}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 单元、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 单元和 $\text{SiO}_{4/2}$ 单元的树脂。

[0042] 组分(B)可为平均每分子含有至少两个硅键合的氢原子的单一有机硅化合物或包含两种或更多种在以下性质中的至少一个有所不同的此类化合物的组合:结构、平均分子量、粘度、硅烷单元、硅氧烷单元和排序。

[0043] 可光图案化的硅酮组合物中的组分(B)的浓度足以固化,或者固化和交联该组合物。组分(B)的确切数量取决于所需的固化程度,其通常随着组分(B)中硅键合的氢原子的摩尔数与组分(A)中烯基的摩尔数的比率增大而增加。通常,组分(B)的浓度足以为组分(A)中的每个烯基基团提供0.5至3个硅键合的氢原子。组分(B)的浓度可足以为组分(A)中的每个烯基基团提供0.7至1.2个硅键合的氢原子。

[0044] 制备平均每分子含有至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物的方法是本领域中熟知的。例如,可以在烃溶剂中、存在钠或锂金属的情况下通过氯硅烷的反应(Wurtz反应)制备有机聚硅烷。可通过有机卤代硅烷的水解和缩合制备有机聚硅氧烷。

[0045] 为了确保组分(A)和(B)的相容性,每个组分中的主要有机基团可以相同。该基团可为甲基。

[0046] 组分(C)是光活化的硅氢加成催化剂。光活化的硅氢加成催化剂可为能够在暴露于波长为150至800nm的辐射以及后续加热时催化组分(A)与组分(B)的硅氢加成的任何硅氢加成催化剂。组分(C)可为铂族金属。合适的铂族金属包括铂、铑、钯、钌、铱和铱。组分(C)可为铂,这基于其在硅氢加成反应中的高活性。特定光活化的硅氢加成催化剂用于可光图案化的硅酮组合物中的适用性可通过使用以下实例部分中的方法的常规实验容易地确定。

[0047] 合适的光活化的硅氢加成催化剂的例子包括但不限于铂(II) β -二酮配合物,诸如铂(II)二(2,4-戊二酸)、铂(II)二(2,4-己二酸)、铂(II)二(2,4-庚二酸)、铂(II)二(1-苯基-1,3-丁二酸)、铂(II)二(1,3-二苯基-1,3-丙二酸)、铂(II)二(1,1,1,5,5,5-六氟-2,4-戊二酸);(η -环戊二烯基)三烷基铂配合物,如(Cp)三甲基铂、(Cp)乙基二甲基铂、(Cp)三乙基铂、(氯-Cp)三甲基铂和(三甲基甲硅烷基-Cp)三甲基铂,其中Cp代表环戊二烯基;三氮烯氧化物-过渡金属配合物,诸如 $\text{Pt}[\text{C}_6\text{H}_5\text{NNNOCH}_3]_4$ 、 $\text{Pt}[\text{p-CN}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOC}_6\text{H}_{11}]_4$ 、 $\text{Pt}[\text{p-H}_3\text{COC}_6\text{H}_4\text{NNNOC}_6\text{H}_{11}]_4$ 、 $\text{Pt}[\text{p-CH}_3(\text{CH}_2)_x-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOCH}_3]_4$ 、1,5-环辛二烯。 $\text{Pt}[\text{p-CN}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOC}_6\text{H}_{11}]_2$ 、1,5-环辛二烯。 $\text{Pt}[\text{p-CH}_3\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOCH}_3]_2$ 、 $[(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}]_3\text{Rh}[\text{p-CN}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOC}_6\text{H}_{11}]_2$ 和 $\text{Pd}[\text{p-CH}_3(\text{CH}_2)_x-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOCH}_3]_2$,其中x为1、3、5、11或17;(η -二烯)(σ -芳基)铂配合物,诸如(η^4 -1,5-环辛二烯基)二苯基铂、(η^4 -1,3,5,7-环辛四烯基)二苯基铂、(η^4 -2,5-降冰片二烯基)二苯基铂、(η^4 -1,5-环辛二烯基)双-(4-二甲基氨基苯基)铂、(η^4 -1,5-环辛二烯基)双-(4-乙酰基苯基)铂和(η^4 -1,5-环辛二烯基)双-(4-三氟甲基苯基)铂。光活化的硅氢加成催化剂可为Pt(II) β -二酮配合物,或者该催化剂为铂(II)二(2,4-戊二酸)。

[0048] 组分(C)可为单一光活化的硅氢加成催化剂或包含两种或更多种此类催化剂的组合。

[0049] 在下文所述的方法中,可光图案化的硅酮组合物中的组分(C)的浓度足以在暴露于辐射并且加热时催化组分(A)和(B)的加成反应。基于组分(A)、(B)和(C)的组合重量计,组分(C)的浓度足以提供典型地0.1至1000ppm的铂族金属,或者0.5至100ppm的铂族金属,

或者1至25ppm的铂族金属。使用低于1ppm的铂族金属时,固化速率通常非常慢。使用高于100ppm的铂族金属可导致固化速率无显著增加,因此是不经济的。

[0050] 制备组分(C)的前述光活化的硅氢加成催化剂的方法是本领域中熟知的。例如,Guo等人(Chemistry of Materials,1998,10,531-536(《材料化学》,1998年,第10卷,第531-536页))报道了制备铂(II) β -二酮的方法。制备(η -环戊二烯基)三烷基铂配合物的方法在美国专利No.4,510,094中有所公开。制备三氮烯氧化物-过渡金属配合物的方法在美国专利No.5,496,961中有所公开。而且,制备(η -二烯烃)(σ -芳基)铂配合物的方法在美国专利No.4,530,879中有所公开。

[0051] 上述组分(A)、(B)和(C)的组合可在环境温度,通常为20°C至25°C下固化。为了获得更长的工作时间或“适用寿命”,可通过向可光图案化的硅酮组合物的组分(C)中添加合适的催化剂抑制剂来抑制、延迟或阻抑催化剂在环境条件下的活性。催化剂抑制剂延迟可光图案化的硅酮组合物在环境温度下的固化,但不防止组合物在高温,通常为30°C至150°C下固化。合适的催化剂抑制剂包括各种“烯-炔”体系,诸如3-甲基-3-戊烯-1-炔和3,5-二甲基-3-己烯-1-炔;炔醇,例如3,5-二甲基-1-己炔-3-醇、1-乙炔基-1-环己醇和2-苯基-3-丁炔-2-醇;马来酸酯和延胡索酸酯,诸如熟知的延胡索酸二烷基酯、延胡索酸二烯基酯和延胡索酸二烷氧基烷基酯,以及马来酸二烷基酯、马来酸二烯基酯和马来酸二烷氧基烷基酯;以及环乙基硅氧烷。炔醇构成可用于可光图案化的硅酮组合物中的典型类型的催化剂抑制剂。

[0052] 可光图案化的硅酮组合物中的催化剂抑制剂的浓度可足以延迟组合物在环境温度下的固化,而不会在高温下抑制或过度延长固化。该浓度可根据所使用的特定抑制剂,硅氢加成催化剂的性质和浓度,以及有机氢聚硅氧烷的性质而广泛变化。

[0053] 低至每摩尔铂族金属一摩尔抑制剂的催化剂抑制剂浓度在某些情况下将产生令人满意的贮存稳定性和固化速率。在其他情况下,最多每摩尔铂族金属500或更多摩尔抑制剂的催化剂抑制剂浓度可能是期望的。如果需要,给定可光图案化的硅酮组合物中特定催化剂抑制剂的最佳浓度可通过常规实验容易地确定。作为另外一种选择,催化剂抑制剂可在非最佳浓度下使用。

[0054] 可光图案化的硅酮组合物还可包含一种或多种另外的成分,前提条件是另外一种或多种成分不会不利地影响方法中的组合物的光图案化或固化。这些另外的成分是任选的。另外的成分的例子包括但不限于粘附促进剂、溶剂(例如,有机溶剂)、无机填料、光敏剂和表面活性剂。

[0055] 例如,可光图案化的硅酮组合物还可包含一定量的至少一种有机溶剂以降低组合物的粘度并促进组合物的制备、处理和施加。合适的溶剂的例子包括但不限于具有1至约20个碳原子的饱和烃;芳族烃,诸如二甲苯和均三甲苯;矿油精;卤代烃;酯类;酮类;硅酮液,诸如直链、支链和环状聚二甲基硅氧烷;以及此类溶剂的组合。可光图案化的硅酮组合物中的特定有机溶剂的最佳浓度可易于通过常规实验确定。有机溶剂可在可光图案化的硅酮组合物固化之前从其移除(例如,通过蒸发方法)。

[0056] 可光图案化的硅酮组合物可以是包含单一部分的组分(A)至(C)的单部分组合物,或者包含两个或更多个部分的组分(A)至(C)的多部分组合物。在多部分组合物中,全部组分(A)、(B)和(C)通常不存在于相同的部分中,除非另外存在抑制剂。例如,多部分硅酮组合

物可包含第一部分和第二部分,该第一部分包含组分(A)的一部分和组分(B)的一部分,该第二部分包含组分(A)的剩余部分和所有组分(C)。

[0057] 单部分可光图案化的硅酮组合物通常通过在环境温度下以所需比例组合组分(A)至(C)以及任何任选的另外成分而制备,所述组合需要或不需要溶剂的辅助,如上所述。尽管在硅酮组合物将立即使用的情况下各组分的添加顺序无关紧要,但可在低于约30°C的温度下最后加入硅氢加成催化剂以避免组合物过早固化。另外,多部分硅酮组合物可通过组合为每个部分指定的特定组分来制备,然后正好在使用之前,多部分组合物的部分可组合在一起。

[0058] 可将可光图案化的硅酮组合物的层施加到晶片表面,并且所施加的组合物可如本文所述固化以得到固化层。固化层是光图案化和固化包含组分(A)、(B)和(C)的可光图案化的硅酮组合物的层的产物。多个孔可形成于晶片上的固化层中。在晶片表面上形成的固化层中的多个孔可填充有导热材料以在晶片上形成导热插入器,其中导热插入器包括设置在包括限定孔的固化层的基质中的孔中的导热材料的多个插塞。通常,将可光图案化的硅酮组合物和溶剂的混合物施加到晶片的表面以形成覆盖晶片的表面的至少一部分的施加层;光图案化施加层;以及固化光图案化的施加层。用包括i线辐射的辐射辐照施加层的一部分,同时对施加层的另一部分进行掩蔽,以产生光图案化层,该层是具有覆盖晶片表面的至少一部分的未辐照区域和覆盖晶片表面的其余部分的辐照区域的部分辐照层。然后将部分辐照层在本领域通常称为“软烘烤”的步骤中通过加热而部分固化/烘烤。然后用显影溶剂移除部分固化层的未辐照区域,以形成其中限定有多个孔的部分固化层。然后将部分固化层固化以形成在其中具有多个孔的固化层。通常,固化层的厚度对应于z轴厚度,并且孔沿着z轴厚度穿过固化层形成。如本文所用,对于涂层、膜或片材,当提及材料时,术语“层”意指以一个尺寸限制的材料的形状。尺寸通常是指层的厚度或高度。层可限定材料的第一主表面和第二主表面,该第一主表面和第二主表面可以是大致平面的或波状外形的,例如,如同具有最高至几微米的高度的保角涂层形貌。当提到层时,短语“沿着z轴厚度”意指通过层的高度的任何方向,该高度通常从层的第一主表面处的任何位置到层的第二主表面处的任何位置,或反之亦然。穿过层的高度的行进方向可在图形上描绘为穿过层的厚度的射线。行进方向包括相对于层的第一主表面和第二主表面具有任何角度的射线,包括(大致)垂直于第一主表面和第二主表面的直角,以及不垂直于其的锐角和钝角。在一些方面,孔中的至少一些是z轴通孔。可将导热材料插入固化层中的孔中以填充孔并且得到导热插入器。在该方面,通过在本领域中通常可称为“晶片级”工艺的类型在晶片上制备导热插入器。

[0059] 晶片通常包含半导体材料,包括但不限于硅和砷化镓。晶片的表面包括多个集成电路,包括但不限于DRAM、闪存、SRAM和逻辑器件。晶片还包括切割迹道或划线,晶片可沿着所述切割迹道或划线被锯切成单独晶片/芯片,以制造半导体封装,该半导体封装包括其上形成有导热插入器的单独晶片。在晶片上制造集成电路和切割(锯切)迹道的方法是本领域中熟知的。半导体封装可与诸如散热器和/或衬底的附加元件组合以形成半导体封装器件。

[0060] 图1示出半导体封装器件(10),其中覆盖晶片/芯片(12)的在其中具有导电材料(16)的z轴导热插入器(11)是用于将热量从晶片(12)转移到散热器(13)的热传输介质。通过设置在晶片(12)和衬底(15)之间的焊料层(14)将晶片/芯片结合到衬底(15),在晶片(12)和衬底(15)之间的空间的剩余部分中具有气隙(17)。

[0061] 形成导热插入器的上述方法根据下文所述并且在图2中示出的示例性实施例进行。在图2中：

[0062] 1) 在步骤A中,通过常规涂布方法诸如旋涂、喷涂、刮刀涂布或拉条涂布将可光图案化的硅酮(PPS)组合物与溶剂一起沉积在晶片(12)的表面上,通常为背表面或前表面以产生厚度范围为 $5\mu\text{m}$ 至 $50\mu\text{m}$ 的薄膜的施加层(18),其厚度变化 $\leq 2\%$,这取决于晶片尺寸。另外,焊料球(14)被分配在不具有沉积在其上的PPS组合物的晶片的表面上的预定位置处,以使晶片能够电连接到衬底(15)。然后将施加层在热板上或在烘箱中在50摄氏度($^{\circ}\text{C}$)至 130°C 之间加热2至5分钟,以移除施加层中存在的任何过量的溶剂。然后将加热的晶片(12)冷却到室温。

[0063] 2) 在步骤B中,用包括i线辐射的辐射辐照施加层(18)的一部分,其中紫外(UV)光的强度在 $800\text{mJ}/\text{cm}^2$ 至 $2800\text{mJ}/\text{cm}^2$ 之间,但是通常在 $800\text{mJ}/\text{cm}^2$ 至 $1400\text{mJ}/\text{cm}^2$ 之间,以产生具有可溶于溶剂并且覆盖晶片(12)的表面的至少一部分的未辐照区域(19)和覆盖晶片(12)的表面的剩余部分的辐照区域(20)的部分辐照层,在辐射区域(20)中交联剂被引发。然后通过以下方式使UV辐射层部分固化/烘烤:将层放置在 100°C 和 150°C 之间的热板或烘箱上2至5分钟,以使暴露于UV的区域基本上不可溶于显影溶剂。

[0064] 术语“基本上不可溶”意指部分辐照层的辐照区域不会通过溶解在显影溶剂中而移除到晶片的下面表面被辐照的程度。术语“可溶”意指部分辐照层的未辐照区域通过溶解在显影溶剂中而被移除,从而暴露晶片的下面表面。

[0065] 3) 在步骤C中,用显影溶剂(包括但不限于乙酸丁酯、均三甲苯等)通过搅拌、喷雾或浸渍显影将晶片(12)显影2至5分钟,这移除未辐照层(19),从而产生具有 $5\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ (这取决于结合线厚度)的开口的z轴孔/通孔(21)。然后将溶剂显影的晶片(12)在常规旋转冲洗干燥器系统或旋转涂布机中干燥。然后将干燥的晶片放置在固化温度为 250°C 或更低的氧气烘箱中或在固化温度为 250°C 至 400°C 范围内的氮气烘箱中介于30分钟至3小时之间。

[0066] 4) 在步骤D中,然后通过常规沉积方法诸如蒸发或溅射用包括但不限于钛、铝、镍、铜或它们的组合的导热材料(16)填充孔/通孔(21)以在晶片(12)上形成z轴导热插入器(11)。金属填充的孔向高导热性的路径提供良好控制的结合线厚度以耗散来自晶片的热量。

[0067] 5) 在步骤E中,然后将低熔点焊料(22)的薄层分配在导热插入器上以用于在其上附接散热器。焊料由金属或其合金制成,包括但不限于钢、铍、钢-锡合金等。

[0068] 上述示例性实施例进一步扩展以制造半导体封装,其中在图2中,

[0069] 6) 在步骤F中,然后沿着切割(锯切)迹道切割晶片(12)以产生具有导热插入器的集成电路(IC)晶片/芯片(23),该导热插入器在其上具有z轴热孔/通孔和焊料层。然后将具有带有z轴热孔和焊料层的导热插入器的侧面面向半导体封装封盖/散热器放置或者与其需要附接的另一个晶片/芯片相邻放置。然后在常规回流炉或热板中熔化焊料以在z轴热孔中的导热材料和散热器(13)之间形成结合以得到半导体封装器件(10)。

[0070] 另外,可通过本领域技术人员已知的喷墨印刷机的按需喷墨工艺,用包括但不限于银、金或碳糊的导电膏填充孔/通孔。此外,氮化硼和/或碳纳米管柱等也可放置在孔中作为热触点。

[0071] 在下文中提供在半导体晶片上形成导热插入器的方法的另外示例性实施例以向

本领域技术人员说明本发明,并且不应被解释为限制本发明的范围。图5示出根据另外的示范性实施例描绘形成导热插入器的方法中涉及的步骤的流程图。

[0072] 在图5中,1:在晶片上形成Z轴硅酮通孔使用包括七个步骤的方法的方面来进行。提供了晶片(或其他衬底)和可光图案化的硅酮组合物的样品,该组合物包括与SiH官能聚二甲基硅氧烷和铂催化剂组合的乙烯基官能硅酮树脂的组合物。在方法的第一步骤中,通过以2000RPM(转每分钟)旋涂20秒来将样品沉积到晶片(或另一衬底)上,以获得在晶片上具有2-3%的均匀性的10微米厚的膜或层。在第二步骤中,然后将来自第一步骤的涂布晶片在热板上在110℃下在空气中加热2分钟。第二步骤是在本领域中通常称为“软烘烤”的一种类型的步骤的例子。在第三步骤中,然后将来自第二步骤的软烘烤的涂布晶片放置在具有掩模的UV曝光工具上,所述掩模允许对软烘烤的层进行图案化并且最终在其中定位和形成孔或通孔。然后将所得的掩蔽涂布晶片暴露于具有1000mJ/cm²的曝光剂量的UV辐射。在第四步骤中,将来自第三步骤的UV曝光的涂布晶片放置在145℃的热板上2分钟。第四步骤是在本领域中通常称为“硬烘烤”的一种类型的步骤的例子。在第五步骤中,然后将来自第四步骤的硬烘烤的涂布晶片放置在旋转涂布机上,并将作为显影剂溶剂的乙酸丁酯分配在硬烘烤的涂层上。允许将所得的涂布晶片用显影剂溶剂浸泡2分钟,然后用乙酸丁酯旋转冲洗,并且最后通过以2000RPM将所得显影的涂布晶片旋转30秒来干燥。第五步骤溶剂显影硬烘烤的涂布晶片,从而在涂层中打开孔诸如通孔。在第六步骤中,然后将具有孔的显影的涂布晶片在氮气烘箱中在250℃下固化3小时,以完成显影涂层的固化。这在通过根据该方法固化可光图案化的硅酮组合物形成的固化层中/上产生具有图案化孔(例如,通孔)结构的涂布晶片。在第七步骤中,将导热填料沉积到固化层中的孔(例如,通孔)中以填充孔(例如,通孔)并在晶片上产生热插入器层。半导体封装的实施例包括设置在晶片上的热插入器层。

[0073] 在方法的替代方面,2:低应力薄膜层的形成。通过旋涂可光图案化的硅酮组合物制备样品,该组合物包括与SiH官能聚二甲基硅氧烷和铂催化剂组合的乙烯基官能硅酮树脂的组合物。将样品以2000RPM旋涂在晶片上20秒,以获得在晶片上具有2-3%的均匀性的40微米厚的膜。然后将样品在热板上在110℃下在空气中加热2分钟。然后将样品放置在UV曝光工具上,并且毯式暴露于具有1000mJ/cm²的曝光剂量的UV辐射,以引发在整个膜上的聚合。然后将样品在氮气烘箱中在300℃下进行硬烘烤,以完成样品到固化层的固化。然后将样品放置在弯曲室中,并在氮气环境中通过应力测量在室温和300℃之间进行热循环。作为旋涂硅酮的结果所得测量应力为<2MPa。

[0074] 在方法的替代方面,3:具有导热Z轴银填充通孔的可光图案化的硅酮(PPS)。通过旋涂可光图案化的硅酮组合物制备样品,该组合物包括与SiH官能聚二甲基硅氧烷和铂催化剂组合的乙烯基官能硅酮树脂的组合物。将样品以2000RPM(转每分钟)旋涂在晶片上20秒,以获得在晶片上具有2-3%的均匀性的10微米厚的膜。然后将样品在热板上在110℃下在空气中加热2分钟。然后将样品放置在具有允许产生通孔的掩模的UV曝光工具上。然后将样品暴露于具有1000mJ/cm²的曝光剂量的UV辐射,并且然后放置在145℃的热板上2分钟。然后将样品放置在旋转涂布机上,并将乙酸丁酯作为显影剂溶剂分配在样品上。允许将样品浸泡2分钟,然后用乙酸丁酯旋转冲洗,并且最后通过以2000RPM将晶片旋转30秒来干燥。然后将样品在氮气烘箱中在250℃下固化3小时,以完成样品到固化层的固化。然后用导电银糊填充通孔,该导电银糊由移液管分配。糊剂填充通孔,成功地形成z轴热通孔。图3a至图

3f示出样品的显微图像,其中图3a示出了具有40 μm 线间隙(31)的样品,图3b示出了具有50 μm 线间隙(32)的样品,图3c示出了具有100 μm 通孔(33)的样品,图3d示出了具有40 μm 通孔(34)的样品,图3e示出了具有银填充的z轴通孔(35)的样品,并且图3f示出了样品中不同通孔的图案分析。

[0075] 在方法的替代方面,4:具有导热Z轴钛(Ti)和铝(Al)填充的通孔的可光图案化的硅酮(PPS)。通过旋涂可光图案化的硅酮组合物制备样品,该组合物包括与SiH官能聚二甲基硅氧烷和铂催化剂组合的乙烯基官能硅酮树脂的组合物。将样品以2000RPM旋涂在晶片上20秒,以获得在晶片上具有2-3%的均匀性的10微米厚的膜。然后将样品在热板上在110 $^{\circ}\text{C}$ 下在空气中加热2分钟。然后将样品放置在具有允许产生通孔的掩模的UV曝光工具上。然后将样品暴露于具有1000 mJ/cm^2 的曝光剂量的UV辐射,并且然后放置在145 $^{\circ}\text{C}$ 的热板上2分钟。然后将样品放置在旋转涂布机上,并将乙酸丁酯作为显影剂溶剂分配在样品上。允许将样品浸泡2分钟,然后用乙酸丁酯旋转冲洗,并且最后通过以2000RPM将晶片旋转30秒来干燥。然后将样品在氮气烘箱中在250 $^{\circ}\text{C}$ 下固化3小时,以完成样品到固化层的固化。然后将样品放置在溅射室中,并沉积Ti和Al以填充通孔。此外,通过在硅酮凸块的顶部上沉积Ti和Al来形成凸块。图4a至图4d示出样品的显微图像,其中图4a示出具有100 μm Ti和Al通孔(41)的样品,图4b示出具有100 μm Ti通孔(42)的样品,图4c示出具有40 μm Ti涂布的PPS凸块(43)的样品,并且图4d示出具有75 μm Ti和Al涂布的PPS凸块(44)的样品。

[0076] 本发明的实施例包括以下编号的方面的任何一者。

[0077] 方面1。在晶片上形成导热插入器的方法,该方法包括用导热材料填充形成在晶片的表面上的固化层中的多个孔,以形成导热插入器的步骤。

[0078] 方面2。方面1的方法,其中固化层的厚度对应于z轴厚度,并且孔沿着z轴厚度穿过固化层。

[0079] 方面3。方面2的方法,其中孔中的至少一些是z轴通孔。

[0080] 方面4。方面3的方法,其中每个z轴通孔的最大宽度(即,直径)为5微米(μm)至3毫米(mm),或者5至<1mm,或者5 μm 至200 μm 。

[0081] 方面5。方面1至4中任一项的方法,其中固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮组合物的层的产物,该可光图案化的硅酮组合物包含:平均每分子包含至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷,平均每分子包含至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物,该有机硅化合物的浓度足以固化组合物,以及催化量的光活化的硅氢加成催化剂。

[0082] 方面6。方面5的方法,其包括以下步骤:将可光图案化的硅酮组合物和溶剂的混合物施加到晶片的至少一个表面以形成覆盖晶片的表面的至少一部分的施加层;光图案化施加层;以及固化光图案化的施加层。

[0083] 方面7。方面6的方法,其中通过选自旋涂、喷涂、刮刀涂布和拉条涂布的涂布方法施加可光图案化的硅酮组合物。

[0084] 方面8。方面6和7中任一项的方法,其包括以下步骤:用包括i线辐射的辐射辐照施加层的一部分,同时对施加层的另一部分进行掩蔽,以产生部分辐照层,所述部分辐照层具有覆盖晶片表面的至少一部分的未辐照区域和覆盖晶片表面的其余部分的辐照区域;通过加热部分地固化辐照施加层;用显影溶剂移除部分固化层的未辐照区域,以形成其中限定有多个z轴孔的部分固化层;以及固化部分固化层以得到固化层。“辐照施加层”意指在施加

和辐照步骤之后且在部分固化步骤之前的层。

[0085] 方面9。方面8的方法,其中辐射是紫外线(UV)辐射并且UV辐射的强度在800毫焦耳/平方厘米(mJ/cm^2)至2800 mJ/cm^2 的范围内。

[0086] 方面10。方面8的方法,其中通过将层加热到100°C至150°C范围内的温度2分钟至5分钟来部分地固化辐照施加层。

[0087] 方面11。方面8的方法,其中移除未辐照区域的步骤通过将部分固化层浸渍在选自乙酸丁酯和均三甲苯的显影溶剂中进行。

[0088] 方面12。方面8的方法,其中通过将部分固化层加热到180°C至400°C,或者200°C至400°C,或者250°C至400°C范围内的温度30分钟至3小时来固化部分固化层。随着温度增加,其中部分固化层被加热的环境或气氛可变得越来越纯或惰性(例如,气氛可为在180°C或200°C下的空气和400°C下的氩或氦)。

[0089] 方面13。方面6的方法,还包括在施加可光图案化的硅酮组合物的步骤之后,通过将施加层加热到50°C至130°C范围内的温度2分钟至5分钟来从施加层移除溶剂的至少一部分的步骤。

[0090] 方面14。方面5的方法,其中有机聚硅氧烷是包含 $\text{R}^1_3\text{SiO}_{1/2}$ 硅氧烷单元和 $\text{SiO}_{\{4/2\}}$ 硅氧烷单元的有机聚硅氧烷树脂,其中每个 R^1 独立地选自一价烃和一价卤代烃基团,并且有机聚硅氧烷树脂中 $\text{R}^1_3\text{SiO}_{1/2}$ 单元与 $\text{SiO}_{\{4/2\}}$ 单元的摩尔比为0.6至1.9;其中有机硅化合物为有机氢聚硅氧烷;其中光活化的硅氢加成催化剂为铂(II) β -二酮;或其中有机聚硅氧烷是包含 $\text{R}^1_3\text{SiO}_{1/2}$ 硅氧烷单元和 $\text{SiO}_{\{4/2\}}$ 硅氧烷单元的有机聚硅氧烷树脂,其中每个 R^1 独立地选自一价烃和一价卤代烃基团,并且有机聚硅氧烷树脂中 $\text{R}^1_3\text{SiO}_{1/2}$ 单元与 $\text{SiO}_{\{4/2\}}$ 单元的摩尔比为0.6至1.9,有机硅化合物为有机氢聚硅氧烷,并且光活化的硅氢加成催化剂为铂(II) β -二酮。

[0091] 方面15。方面1的方法,其中固化层的厚度为5 μm 至50 μm 。

[0092] 方面16。方面1的方法,其中导热材料选自钛;铝;镍;铜;银;金;钛、铝、镍、铜、银和金中的任意两种或更多种的合金;碳、氮化硼;碳纳米管;以及它们中任意两种或更多种的组合。

[0093] 方面17。方面1的方法,其中晶片限定多个切割迹道。

[0094] 方面18。用于从晶片耗散热量的导热插入器,该插入器覆盖晶片的至少一个表面,插入器由具有设置在其中的离散位置处的导热材料图案的固化层构成,其中固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮组合物的层的产物,该可光图案化的硅酮组合物包含:平均每分子包含至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷,平均每分子包含至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物,该有机硅化合物的浓度足以固化组合物,以及催化量的光活化的硅氢加成催化剂;插入器限定在插入器内的预定位置处的多个孔,其中孔中的至少一些具有设置在其中的导热材料。

[0095] 方面19。方面18的插入器,其中固化层的厚度对应于z轴厚度,并且孔沿着z轴厚度穿过固化层。

[0096] 方面20。方面19的插入器,其中孔中的至少一些是z轴通孔。

[0097] 方面21。制造半导体封装的方法,该方法包括以下步骤:用导热材料填充形成在晶片的表面上的固化层中的多个孔,以在晶片上形成导热插入器;切割晶片以产生在其上形

成有导热插入器的单独切割晶片；将每个切割晶片放置在衬底附近，使得每个切割晶片的导热插入器面向衬底；在插入器中的每个填充的孔与衬底之间放置焊料珠或焊料层；以及熔化焊料以在孔中的导热材料和衬底之间形成结合。

[0098] 方面22。方面21的方法，其中固化层的厚度对应于z轴厚度，并且孔沿着z轴厚度穿过固化层。

[0099] 方面23。方面22的方法，其中孔中的至少一些是z轴通孔。

[0100] 方面24。方面21至23中任一项的方法，其中固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮组合物的层的产物，该可光图案化的硅酮组合物包含：平均每分子包含至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷，平均每分子包含至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物，该有机硅化合物的浓度足以固化组合物，以及催化量的光活化的硅氢加成催化剂。

[0101] 方面25。方面24的方法，其包括以下步骤：将可光图案化的硅酮组合物连同溶剂施加到晶片的至少一个表面以形成覆盖晶片的表面的至少一部分的施加层。

[0102] 方面26。方面25的方法，其中通过选自旋涂、喷涂、刮刀涂布和拉条涂布的涂布方法施加可光图案化的硅酮组合物。

[0103] 方面27。方面25和26中任一项的方法，其包括以下步骤：用包括i线辐射的辐射辐照施加层的一部分，同时对施加层的另一部分进行掩蔽，以产生部分辐照层，所述部分辐照层具有覆盖晶片表面的至少一部分的未辐照区域和覆盖晶片表面的其余部分的辐照区域；通过加热部分地固化辐照施加层；用显影溶剂移除部分固化层的未辐照区域，以形成其中限定有多个z轴孔的部分固化层；以及固化部分固化层以得到固化层。

[0104] 方面28。方面21的方法，其中衬底选自半导体封装衬底、半导体封装封盖和另一种晶片。

[0105] 方面29。方面21的方法，其中焊料选自铟、铋、铟-锡合金、铟-铋合金和铟-铋-锡合金。

[0106] 方面30。半导体封装，包括：具有至少一个表面的晶片；覆盖晶片的表面以用于从晶片耗散热量的导热插入器，该插入器限定在插入器内的预定位置处限定的多个孔，孔中的至少一些具有设置在其中的导热材料，插入器由固化层构成，其中固化层是光图案化和固化可光图案化的硅酮组合物的层的产物，该可光图案化的硅酮组合物包含：平均每分子包含至少两个硅键合的烯基基团的有机聚硅氧烷，平均每分子包含至少两个硅键合的氢原子的有机硅化合物，该有机硅化合物的浓度足以固化组合物，以及催化量的光活化的硅氢加成催化剂；半导体封装衬底；以及分配在插入器中的每个填充孔和衬底之间以在孔中的导热材料和衬底之间形成结合的焊料珠或焊料层。

[0107] 方面31。方面30的半导体封装，其中固化层的厚度对应于z轴厚度，并且孔沿着z轴厚度穿过固化层。

[0108] 方面32。方面31的半导体封装，其中孔中的至少一些是z轴通孔。

[0109] 在本公开全文中，词语“包括(comprise)”或其变型形式诸如“包括(comprises)”或“包括(comprising)”是开放式的，并且将被理解为暗示包含所述的元素、整体或步骤，或元素、整体或步骤的组，但不排除任何其他元素、整体或步骤，或元素、整体或步骤的组。

[0110] 使用表达“至少”或“至少一个”表示使用一个或多个元素或成分或量，因为可在本发明的不同实施例中实施，并且可实现所需的目的或结果中的一个或多个。

[0111] 已经包括在本说明书中的文档、行为、材料、装置、物品等的任何讨论仅出于提供本发明的上下文的目的。不应将其视为承认任何或所有这些事项形成现有技术基础的一部分,或者是与本发明相关的领域中的一般公共常识,因为它在本申请的优先权日之前已普遍存在。

[0112] 对于各种物理参数、尺寸或数量提到的数值仅是近似值,并且设想到高于/低于分配给参数、尺寸或数量的数值的值落在本发明的范围内,除非在说明书中有相反的声明。

[0113] 无论在何处指定值的范围,分别低于和高于指定范围的最低和最高数值的最多至10%,或者最多至5%,或者最多至1%的值都包括在本公开的范围。

[0114] 特定实施例的前述描述将完全揭示本文的实施例的一般性质,其他人可通过应用当前知识,容易地修改和/或改编这样的特定实施例的各种应用,而不脱离一般概念,因此这样的改编和修改应当并且旨在理解为在所公开的实施例的等同物的含义和范围内。应当理解本文所用的措辞或术语仅用于说明的目的而非限制。因此,虽然已经描述了本文的实施例,但是本领域技术人员将认识到,本文的实施例可在如本文所描述的实施例的精神和范围内的修改下实施。

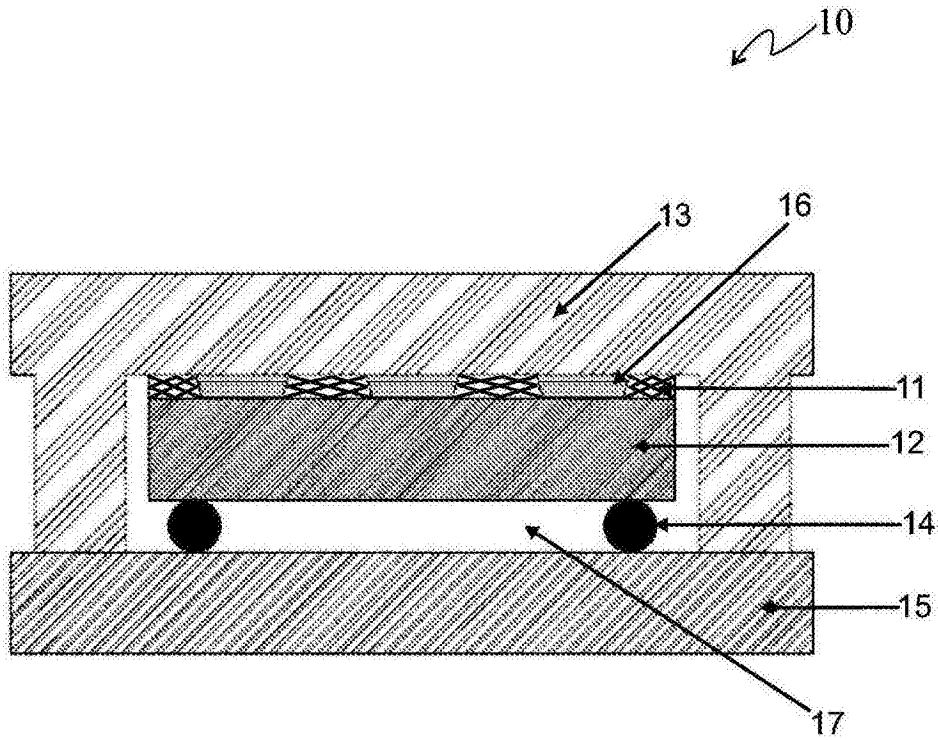


图1

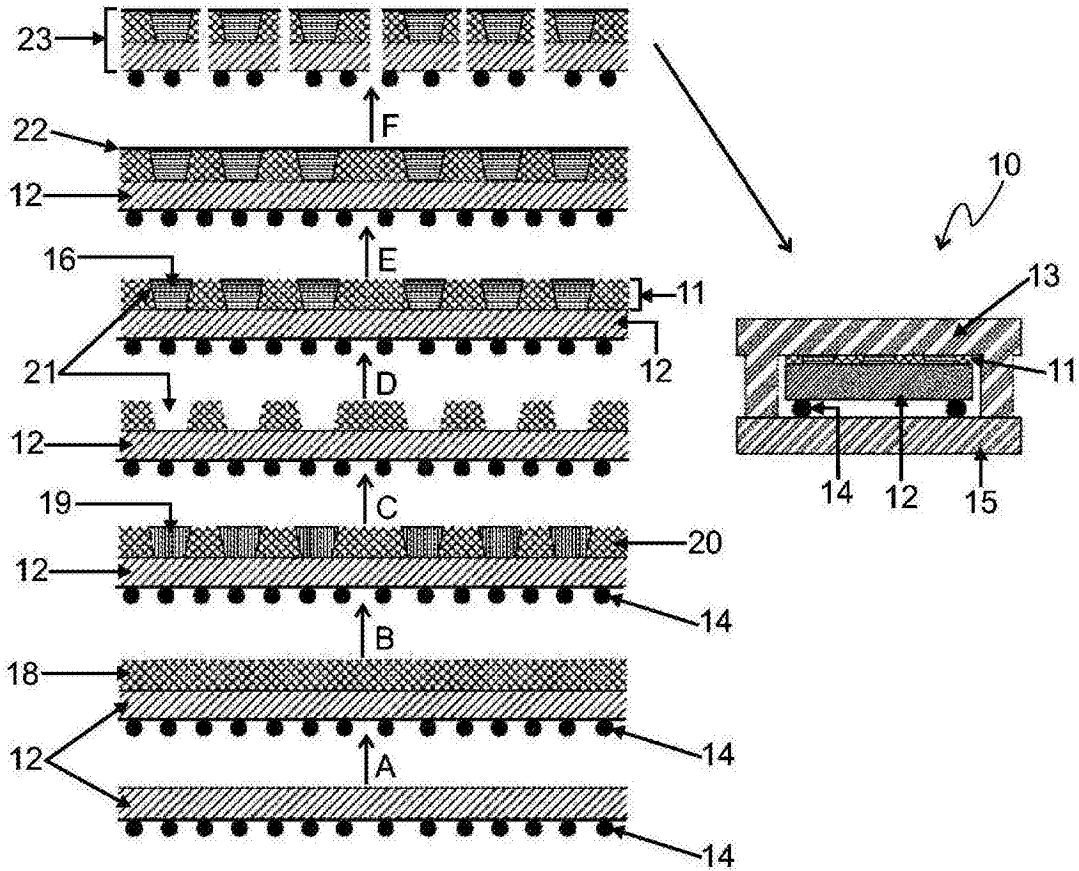


图2

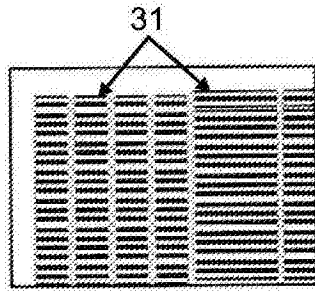


图3a

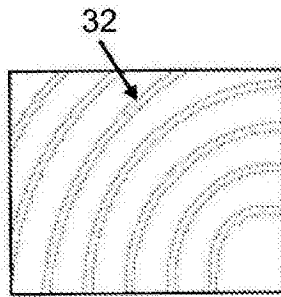


图3b

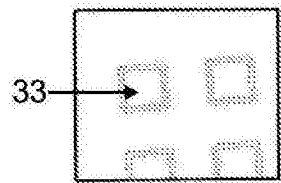


图3c

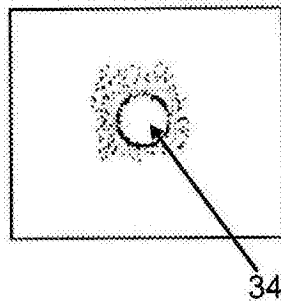


图3d

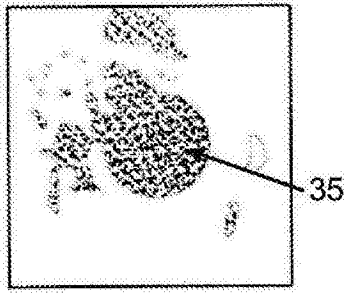


图3e

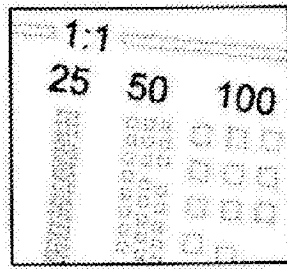


图3f

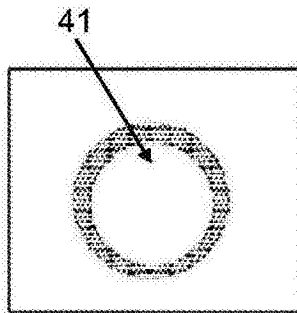


图4a

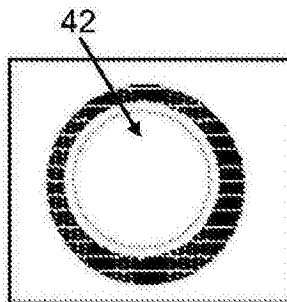


图4b

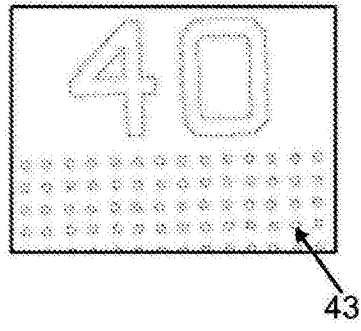


图4c

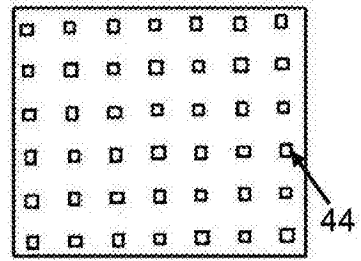


图4d

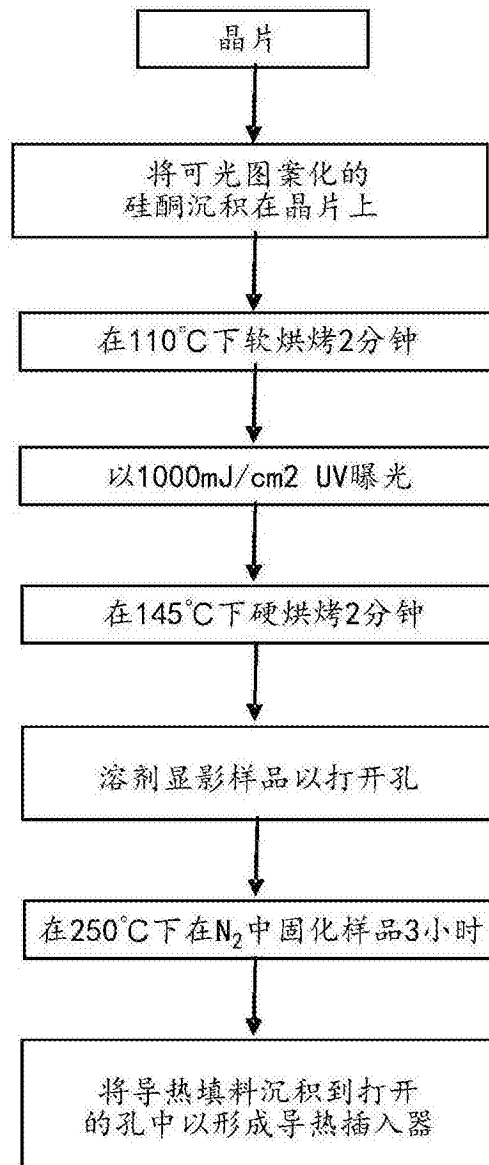


图5