



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102952511 B

(45) 授权公告日 2016.06.29

(21) 申请号 201210395120.7

(22) 申请日 2012.08.16

(30) 优先权数据

13/210763 2011.08.16 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 T·B·戈尔茨卡 P·A·麦康奈李

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 孔青 林森

(51) Int. Cl.

C09J 163/00(2006.01)

C09J 163/02(2006.01)

C09J 11/06(2006.01)

H01L 23/29(2006.01)

审查员 尹梦岩

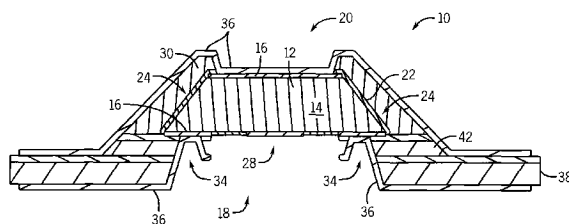
权利要求书1页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

环氧树脂封装和层压粘合剂及其制备方法

(57) 摘要

一种粘合剂,其包括环氧树脂和硬化剂。所述硬化剂包括三氧杂二胺、二氨基二环己基甲烷、甲苯二胺和双酚 A 二酐。



1. 一种粘合剂,其包括:
环氧树脂;和
硬化剂,所述硬化剂包括:
4,7,10-三氧杂十三烷-1,13-二胺;
二氨基二环己基甲烷;
甲苯二胺;和
双酚A二酐。
2. 权利要求1的粘合剂,其还包括水溶性的乙氧基化的表面活性剂。
3. 权利要求1的粘合剂,其中所述环氧树脂包括液体环氧树脂。
4. 权利要求3的粘合剂,其中所述液体环氧树脂包括脂环族环氧树脂、双酚A环氧树脂、双酚F环氧树脂、环氧酚醛树脂中的一种。
5. 权利要求3的粘合剂,其中所述液体环氧树脂包括缩水甘油醚环氧树脂。
6. 权利要求1的粘合剂,其包括加速剂,所述加速剂包括三(二甲基氨基甲基)苯酚。

环氧树脂封装和层压粘合剂及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明的实施方案通常涉及用于封装半导体器件的结构和方法,并且更特别地涉及半导体器件封装粘合剂,其提供稳定的高电压电气操作。

背景技术

[0002] 随着集成电路日益变得更加小型化并且产生更好的操作性能,用于集成电路(IC)封装的封装技术相应地从引线封装逐渐发展成基于层压的球阵列封装(BGA)并且最终发展成芯片规模封装(CSP)。获得更好的性能、更加小型化以及更高可靠性的不断增加的需求推动了IC芯片封装技术的发展。新的封装技术不得不进一步提供用于大规模制造目的的批量生产的可能性,从而允许规模经济。

[0003] 一些半导体器件和封装包括高电压功率半导体器件,其用作电力电子电路中的开关或者整流器,例如开关模式电源。大多数的功率半导体器件仅用于整流模式中(即它们开启或者闭合),并且因而针对此而进行优化。许多功率半导体器件被用于高电压功率应用中并且被设计为携带大量的电流并维持高电压。

[0004] 在使用中,一些高电压功率半导体器件通过功率覆盖(POL)封装和互连系统的方式连接至外部电路,该POL封装还提供了移除由器件产生的热以及保护该器件免受外部环境影响的方式。标准的POL制造工艺通常开始于将一个或多个功率半导体器件通过粘合剂的方式放置在介电层上。金属互连(例如铜互连)然后被电镀至该介电层上从而形成至该功率半导体器件的直接金属连接。该金属互连可以是薄型(low profile)的形式(例如小于200微米厚),平面的互连结构,其提供至/从功率半导体器件的输入/输出(I/O)系统的形成。

[0005] 某些封装技术所固有的是使用通常具有5厘米或者更长长度的高电压开关或者组件。典型地,这样的开关包括梯形的横截面或者外形轮廓(profile),其附着至基底或者例如为聚酰亚胺树脂薄膜(kapton)的支撑材料,之后电连接至组件内的其它的部件。该梯形的横截面包括一对平行表面,以及一对彼此相对的不平行表面。典型地,该平行表面中的一个包括开关的表面,其例如粘着至该聚酰亚胺树脂薄膜,并且该平行表面中的另一个包括接地层或者电源层。

[0006] 为了避免翘曲并保护该高电压组件免于外部影响,通常施用密封剂(encapsulant),其之后被激光切割以电连接至接地层或者电源层。然而,因为热效应、水吸收等,这样的组件倾向于发生翘曲。而且,由于该密封剂还通常包括空隙或者可能被施用得太薄或者太厚,在高电压操作期间可发生电晕放电和火花,其可导致性能退化以及早的使用期限故障。

[0007] 并且,对于在阳极和阴极连接之间提供介电隔离,能够提供高反向击穿电压(例如,高至10kV)的高介电材料通常提供给半导体二极管。然而,这样的介电材料通常具有增加的厚度,其可与某些用于半导体二极管的POL封装技术不相容,并且如果该厚度没有被恰当地控制,其可导致增加的寄生电感。

[0008] 因此,需要用于封装高电压开关以及组件的简化方法,和改进的粘合剂。

发明内容

[0009] 本发明为环氧树脂封装和层压粘合剂及其制备方法。

[0010] 根据本发明的一个方面,粘合剂包括环氧树脂和硬化剂。该硬化剂包括三氧杂二胺(trioxdiamine)、二氨基二环己基甲烷、甲苯二胺和双酚A二酐。

[0011] 根据本发明的另一个方面,制备粘合剂的方法包括将多种反应物混合在一起以形成硬化剂,将该硬化剂与环氧树脂混合以形成未固化的粘合剂混合物,并且固化该未固化的粘合剂混合物,所述反应物包括三氧杂二胺、二氨基二环己基甲烷、甲苯二胺和双酚A二酐。

[0012] 根据本发明的又另一个方面,形成半导体器件封装的方法包括将半导体器件倚靠材料放置以在半导体器件和该材料之间形成间隔,将多种反应物混合在一起以形成硬化剂,将该硬化剂与环氧树脂混合以形成未固化的粘合剂混合物,将该未固化的粘合剂混合物放置在该间隔中,并固化该未固化的粘合剂混合物,所述反应物包括三氧杂二胺、二氨基二环己基甲烷、甲苯二胺和双酚A二酐。

[0013] 根据下文的详细说明以及附图,各种其它特征以及优点将变得显而易见。

附图说明

[0014] 附图阐述了当前考虑用于实施本发明的优选的实施方案。

[0015] 在附图中:

[0016] 图1为半导体器件封装的示意性横截面侧视图,其使用根据本发明的实施方案配制和制备的粘合剂/密封剂。

[0017] 图2-13为在可受益于本发明实施方案的制造/构造方法的不同阶段期间半导体器件封装的示意性横截面侧视图。

[0018] 图14为流程图,图示了制备本发明实施方案的粘合剂/密封剂的方法。

[0019] 图15为流程图,图示了制备环氧树脂粘合剂和/或模制密封剂的方法。

具体实施方式

[0020] 本发明的实施方案提供了用于具有高的击穿电压以及低的寄生电感的半导体器件封装的粘合剂/密封剂,以及形成所述半导体器件封装的方法。该粘合剂/密封剂的配制符合特定的需求,其包括但不限于低粘度、部分固化能力、低表面张力、低应力、工作寿命、室温凝胶化、在所需要的激光波长下激光切割的能力、获得和控制所需要的玻璃化转变温度的能力以及良好介电性能。制备该半导体器件封装,使得使用多个具有不同厚度的介电层来钝化该半导体器件的边缘,且在半导体器件的上表面和下表面形成电互连系统。

[0021] 参考图1,结合本发明的一个示例性实施方案,示出半导体器件封装10。半导体器件封装10在其中包括半导体器件12,其可以是模具、二极管、或者其它的电子器件形式。半导体器件12为高电压半导体二极管的形式,例如在反向具有反向偏压(backbias)的光二极管。如在图1中所示的,半导体器件12可具有梯形形状,然而,应当认识到半导体器件12的其它的形状和构型也是可以预想的,例如矩形形状。此外,关于半导体器件12的形状和尺寸,

应当认识到半导体器件12为“更厚的”器件的形式,例如,半导体器件12具有的厚度/高度高达40mm或更大。

[0022] 半导体器件12包括由半导体材料形成的衬底14,所述半导体材料例如硅、碳化硅(silicon carbide)、氮化镓、砷化镓、或者其它的半导体材料,其具有掺入其中的杂质以在一侧形成包含负电荷载流子(电子)的区域,称为n型半导体,并且在另一侧形成包含正电荷载流子(空穴)的区域,称为p型半导体。该衬底内这两个区域之间的边界被称为PN结,其为二极管起作用的地方,且该衬底从p型侧(即阳极)向n型侧(即阴极)的方向传导常规电流,但是不能在相反的方向上传导。半导体器件12被称为“高电压”器件是因为其通常可在3kV或者更高的电压下操作,且预想高于10kV的电压。

[0023] 多个金属化电路和/或连接板(即终端)16在衬底上形成并且连接至P区域和N区域中的每一个,通过其可以形成至半导体器件12的电连接。如在图1中所示的,该电路/连接板16在衬底的表面18、20上形成,以使得半导体器件12的两个表面可以形成电连接。

[0024] 半导体器件封装10还包括第一钝化层或者介电层22,其在半导体器件12的表面18、20和边缘24的附近形成,从而覆盖衬底14和金属化电路/连接板16。第一钝化层22为高性能薄膜的形式,例如氮化硅、氧化硅或者其它合适的介电材料,其可以包括根据本发明实施方案形成的粘合剂,其被施用在半导体器件12上以具有均一的厚度。根据本发明的一个实施方案,使用等离子增强的化学气相沉积(PECVD)来施用第一钝化层22从而具有约1-2微米的厚度。该第一钝化层22由此用于钝化半导体器件12的边缘24并保护衬底14的表面以及金属化电路/连接板16,例如在半导体器件封装10的制造工艺步骤中(例如蚀刻、层压等),如下文中详细说明了。

[0025] 如在图1中所示的,第一钝化层22邻接于半导体器件12的金属电路/连接板16位置处的部分被移除,例如通过使用反应离子蚀刻(RIE),从而提供与那些电路/连接板16的电互连。根据本发明的一个实施方案,其中半导体器件封装10为光学活性器件的形式,第一钝化层22为光学透明的,从而在允许光穿过其中的同时仍提供半导体器件封装10的光学窗口28的保护。然而,应当认识到该半导体器件12可以是器件/二极管的形式,其不是光学活性器件,并且因此所阐述的实施方案可不包括光学窗口28,也不需要光学透明钝化层。

[0026] 尽管第一钝化层22用于钝化半导体器件12的边缘24并提供对于在其上形成的金属电路/连接板16的保护性覆盖,还应当认识到该第一钝化层22(即氮化硅/氧化硅涂层)的薄度可能不足以支撑非常高的电压。由此,半导体器件封装10还可以包括第二钝化层或者介电层30,其被施用在第一钝化层22的上部并向外延伸至半导体器件12的边缘24,且其间还可任选包括粘合层(未示出),这取决于第二钝化层30的形式。如在图1中所示的,与第一钝化层22相比,该第二钝化层30作为更厚的层或者介电材料涂层来施用,从而提供更高的介电强度并提高半导体器件封装10的击穿电压。根据本发明的一个实施方案,第二钝化层30的厚度可大至1-2mm,并且还可由根据本发明实施方案形成的粘合剂形成。

[0027] 因为用于形成第一钝化层22的氮化物和氧化物通常不可施用远多于几微米的厚度,所以第二钝化层30可由与第一钝化层22相同的或不同的材料形成,即提供与第一钝化层22的已经施用的氮化物/氧化物薄膜具有良好相容性(即附着)的材料。因此第二钝化层30可由这样的材料形成,例如聚酰亚胺、环氧树脂、聚对二甲苯(paralyene)、硅酮等等。第二钝化层30可以是预成型层压片或者薄膜的形式,其由Kapton®、Ultem®、聚四氟乙烯

(PTFE)、Upilex®、聚砜材料(例如Udel®、Radel®)或者其它的聚合物膜,例如液晶聚合物(LCP)或者聚酰亚胺材料形成。根据本发明的一个实施方案,第二钝化层30使用环氧树脂形成,其利用在下文的图14中描述的胺-酰亚胺硬化剂来固化。或者,第二钝化层30可以是液体的形式,并且通过喷涂应用、模制工艺或者选择性沉积工艺(例如“直写”)中的一种来施用,如将在下文详细描述。无论由介电材料形成的第二钝化层30是以层压的形式、液体的形式还是其组合的形式来施用,该第二钝化层30均以可控的方式施用在半导体器件12的边缘24上,以使得其厚度足以用于期望的/需要的介电强度,但是仍没有过度地增加半导体器件12的感应回路。因此,第二钝化层30的典型厚度对于每1000伏特的所需介电击穿强度为例如在约10-50微米的范围内。

[0028] 因此,第一钝化层22可以包括氮化物、氧化物、或者其它提供改进介电强度的已知电介质,并且可以由根据本发明实施方案形成的粘合剂/密封剂来形成。第二钝化层30可以由相同的材料形成。由此,根据本发明,层22、30中的一者或者二者均可以由根据本发明实施方案形成的粘合剂/密封剂来形成。

[0029] 如在图1中进一步所示的,根据本发明的一个实施方案,基底介电层42被施用至半导体器件12的表面18,以使得完全围绕半导体器件形成更厚的介电层(即第二钝化层30和层42的组合围绕半导体器件12形成)。根据一个实施方案,介电层42由根据本发明实施方案形成的粘合剂/密封剂来形成。第一和第二钝化层22、30中的每一个,以及基底介电层42和被固定至基底介电层42的其它的介电薄膜38的层压片,选择性地图案化(pattern)以在其中形成多个通路和/或开口34。该通路/开口34在相应于在半导体器件12上形成的金属化电路/连接板16的位置处形成,从而暴露该电路/连接板16。根据本发明的一个实施方案,该通路/开口34通过激光切割或者激光打孔工艺的方式穿过第一和第二钝化层22、30、基底介电层42以及介电薄膜38来形成,其在施用层22、30,基底介电层42以及介电薄膜38至半导体器件12上之后来进行。根据本发明的一个实施方案,激光切割利用具有350nm波长的激光来进行,并且用于形成第一和第二钝化层22、30以及基底介电层42中的一个或全部的粘合剂被配制为对于特定的350nm波长的激光能量具有特制的敏感性。或者,通路/开口34可以通过激光切割或者激光打孔工艺的方式在第二钝化层30和/或介电层压件42、38中预成型,其在将其施用在第一钝化层22上之前进行,再次使用对于特定的350nm波长的激光能量具有特制敏感性的粘合剂。在其中通路/开口34穿过第二钝化层30和介电层压件42、38而被预打孔的实施方案中,可以将通路/开口34向下延伸穿过第一钝化层22至电路/连接板16来实施单独的反应离子蚀刻(RIE)工艺。根据本发明的其它实施方案,还应当认识到通路/开口34可以通过其它方法形成,包括等离子蚀刻、光界定(photo-definition)或者机械打孔工艺。

[0030] 在每个通路/开口34中形成有金属互连36,其向下延伸穿过通路/开口34至半导体器件12上的电路/连接板16。金属互连36由此形成至电路/连接板16的直接金属和电连接,且该互连以紧密地封装、密闭的排列形成。金属互连36通过施用金属层/材料的方式形成,例如通过溅射或者电镀工艺,并且之后使所施用的金属材料图案化为具有期望形状的金属互连36。金属互连36通过溅射工艺施用钛粘合层和铜晶种层来形成,接下来通过在其上电镀额外的铜来增加金属互连36的厚度。如在图1中所示的,在半导体器件12的表面20上,金属互连36的铜镀层从半导体器件12的电路/连接板16向外延伸通过通路/开口34,并且向

外穿过第二钝化层30外表面,向外经过半导体器件12的边缘24,且向外延伸经过半导体器件12的边缘24的该区域中的互连36在固定至基底介电层压制件42的介电薄膜38的其它层压片上形成。在半导体器件12的表面18上,金属互连36的铜镀层从半导体器件12的电路/连接板16向外延伸,通过在基底介电层压制件42和介电薄膜38中形成的通路/开口34,并且向外穿过介电薄膜38的外表面,且互连36(向外延伸经过薄膜38上和与互连36相对的薄膜38一侧上的半导体器件12的边缘24)在表面20上形成,从而与其电绝缘。

[0031] 有益地,半导体器件封装10的结构导致具有高击穿电压和低电感回路的封装。即,第一和第二钝化层22,30以及互连36的排列可以提供10kV的高击穿电压,且其厚度是受控的,从而还可降低半导体器件封装10的阳极和阴极之间的寄生电感。半导体器件封装10的结构允许在改进的/有效的操作频率下对其进行操作,这使得后续信号传输(例如,用于傅里叶处理的方形波脉冲的产生)的开关时间降低以及信号强度改善。

[0032] 参考图2-10,阐述了半导体器件封装10的制造技术的多个过程步骤。如在图2中所示的,半导体器件封装10的构建过程开始于将第一钝化或者介电层22施用到半导体器件12上。该第一钝化层22在半导体器件12的表面18、20和边缘24的周围形成,从而覆盖半导体器件的衬底14和金属化电路/连接板16。第一钝化层22可以根据本发明实施方案形成的粘合剂的形式,其包括包埋材料,例如氮化硅或者氧化硅,其被施用在半导体器件12上从而具有均一的厚度。根据本发明的一个实施方案,第一钝化层22使用等离子体增强化学气相沉积(PECVD)来施用从而具有约1-2微米的厚度。该第一钝化层22由此用于钝化半导体器件12的边缘24并保护衬底14的表面18、20以及金属化电路/连接板16。

[0033] 现在参考图3,在构建过程的下一个步骤中,第一钝化层22施用于其上的半导体器件12被放置在粘合层40以及附随的以层压制件/薄膜形式的基底介电层42中。如在图3中所示的,半导体器件12被放置在粘合层40和介电层42上使得其表面18被固定至层40、42,且半导体器件12的表面20保持开放。该介电层42可以由多种介电材料中的一种来形成,介电材料例如Kapton®、Ultem®、聚四氟乙烯(PTFE)、Upilex®、聚砜材料(例如Udel®、Radel®)或者其它的聚合物膜,例如液晶聚合物(LCP)或者聚酰亚胺材料。根据本发明的一个实施方案,介电层42利用环氧树脂来形成,其使用下文图14中描述的胺-酰亚胺硬化剂来固化。在将半导体器件12放置在粘合层40和基底介电层压制件42上时,粘合层40被固化以将半导体器件12固定在介电层压制件42上。

[0034] 该构建过程继续将另一介电或钝化层(即第二钝化层)施用在半导体器件12的表面20和边缘24上。如在下文的图4-7中所示和描述的,应当认识到这样的介电层可以根据几种施用方法中的一种来施用,例如通过施用介电材料的预成型层压片或薄膜层的方式或者通过喷涂施用、模制工艺或者选择性沉积工艺(即“直写”)来施用液体介电材料的方式。

[0035] 参考图4A-4C,介电材料44被施用在半导体器件12的表面20和边缘24上,且其间包括粘合层46(例如B-staged胶粘的粘合剂)以将介电材料44的薄片紧固至半导体器件12。如在图4A中所示的,介电薄片44的厚度大于第一钝化层22的厚度,且介电薄片44的厚度基于半导体器件12所需要的介电击穿强度来确定和控制。通常,对于每1kV所需的介电击穿强度,介电薄片44的厚度范围可为约10-50微米。根据一个实施方案,替代介电薄片44和粘合层46,提供包括本发明实施方案组合物的环氧树脂或密封剂,并且提供按照本发明实施方案的制备方法。

[0036] 如在图4A中所示的,当介电材料44以层压片的形式被施用在半导体器件12的表面20和边缘24上时,间隔或者空隙48可保持在半导体器件12的边缘24附近,其被称为“隆起(tenting)”。如在图4B中所示的,该空隙48在构建过程的下一个步骤中被填充有接下来被固化的环氧树脂或者聚酰亚胺材料50,其中环氧树脂或者聚酰亚胺材料50为环氧树脂或者密封剂,其包括根据本发明实施方案的组合物和制备方法。空隙48从一端填充环氧树脂/聚酰亚胺50,且在另一端提供排气孔(未示出)来排出空气。应当认识到如果没有看见隆起,那么图4B中所图示的步骤将是不需要的。

[0037] 现在参考图4C,介电材料52的额外层压片可以施用在半导体器件12的表面20和边缘24上,这取决于半导体器件封装10的电需求(例如为了进一步增加介电强度),或者额外的层可以被提供至其中(替代材料52),其使用包括本发明实施方案组合物的环氧树脂或密封剂以及根据本发明实施方案的制备方法。由此,额外的介电材料52可以被放置在介电薄片44的上部(在一个实施方案中粘合层54被包括在其间,其中材料52为薄片)从而将薄片44、52紧固在一起。尽管在图4C中未示出,但额外的薄片或者其它的介电材料仍然还可以根据需要而添加在半导体器件12的表面20上。

[0038] 现在参考图5,根据本发明的另一个实施方案,通过喷涂施用将液体介电材料41施用在半导体器件12的表面20和边缘24上。根据一个实施方案,该液体介电材料利用环氧树脂来形成,其使用胺-酰亚胺硬化剂进行固化,在下文的图14中对其进行说明。在成型后,将液体介电材料喷射在半导体器件12上使得形成厚度大于第一钝化层22厚度的介电层58,且介电层58的厚度基于半导体器件12所需要的介电击穿强度来确定和控制。如上所述的,对于每1kV的所需要的介电击穿强度,介电层58的厚度范围可为约10-50微米。取决于介电层58的所期望的厚度和几何形状,可能需要进行多个喷涂步骤。

[0039] 现在参考图6A-6C,根据本发明的另一个实施方案,将液体介电材料施用在半导体器件12的表面20和边缘24上,其利用模具来控制所获得的介电层的形状和厚度。如在图6A中所示的,半导体器件12和介电层42被翻转以使得半导体器件12向下。然后将半导体器件12放置在位于其下方的模具60中,且例如通过在模具60中央形成的突起62将半导体器件12保持在模具60中适当的位置,并且使得在半导体器件12和模具60之间形成间隔。例如通过销对准机构(未示出)将半导体器件12准确地放置在模具60中。在下一个步骤中,并且如在图6B中所示的,利用液体介电材料64来填充模具60,例如根据本发明实施方案形成的并且在下文中关于图14描述的环氧树脂或者聚酰亚胺,且将该液体通过在模具中提供的填充口(未示出)进行注射并被注射进入半导体器件12和模具60之间的间隔。在模具中还提供有排气口(未示出)从而使得能够注射介电材料64。在用液体介电材料64填充模具60时,该介电材料被固化并且模具被移出,如在图6C中所示的,从而在半导体器件12的表面20和边缘24上形成制成的介电层66。当模具60由Teflon®或者类似材料构成时,当从其上移出半导体器件12时,介电层64就不会粘着至模具60。

[0040] 现在参考图7,根据本发明的又另一个实施方案,通过选择性沉积工艺或者“直写”工艺的方式将液体介电材料45施用在半导体器件12的表面20和边缘24上。在将介电材料45直写在半导体器件12上的过程中,利用可编程分配工具(未示出)对介电材料45进行分配,该工具将液体形式的介电材料沉积成线或者点70。例如,该可编程分配工具可以是喷墨印刷类型设备的形式,其选择性地将液体形式的介电材料45沉积成线或者点70。线/点70被描

画以获得半导体器件12所必需的覆盖并且可以以多层施用从而获得介电材料所必需的几何形状和厚度。所施用的介电材料的线/点70之后被固化以完成钝化。

[0041] 现在参考图8,通过图4-7的实施方案中所示的和描述的技术中的一种将第二介电或者钝化层(通常此后表示为30)施用在半导体器件12的表面20和边缘24上时,半导体器件封装10的构建过程可继续进行第二钝化层30的切除。即,应认识到在某些情况中,可能得不到第二钝化层30所期望的精确几何形状/厚度,并且可能需要对外形轮廓进行轻微的改进。一种所使用的方法为激光切割,或者类似的方法以切除多余的材料从而获得钝化层30所必需的外形轮廓。如此,从根据本发明的环氧树脂/密封剂制备中衍生出的许多有益特性中,正如将在下文中进一步说明的,期望钝化层30可用激光进行切割。用于切割的典型激光包括具有350nm波长的相干光束。由此,根据本发明并且将被描述的,制备本文描述的用于钝化层(在这种情况下为第二钝化层30)的环氧树脂/密封剂,其包括对于特定的350nm的激光切割具有靶向敏感性。即,在上文所述的芯片组件中,其中期望高介电强度材料并且其中可进行激光切割以形成通路(via),可以使用本发明实施方案以使得该材料对于350nm的切割具有特定的敏感性。如在图8中所示的,所示的钝化层30具有梯形的形状从而匹配半导体器件12的梯形形状;然而,应当认识到钝化层30和半导体器件12两者的其它形状和构型也可预想,例如矩形的形状。使用激光切割或者其它的方法对第二钝化层30的厚度和/或几何形状进行的改进可以对如上所述的任何介电材料的施用方法实施,包括层压施用(图4A-4C),喷涂施用(图5),模制施用(图6A-6C),或者直写施用(图7)。因此,上文讨论的任何介电材料都可以根据本发明的实施方案来制备,并且特别是其中期望利用激光切除多余材料的施用。然而,如果第二钝化层30所希望的几何形状在将介电材料初步施用在半导体器件12上时获得,例如特别是使用模制施用或者直写施用可预想的,那么应认识到切除第二钝化层30以改变其厚度和几何形状可省略。

[0042] 如图8进一步所示,半导体器件12被“修整”以使得沿着半导体器件12的边缘24向外延伸经过第二钝化层30所希望的外形轮廓的任何介电层压制品(以及所附的粘合层)部分均被移除。根据在图8中所示的,基底介电层压制品42和粘合层40的部分从半导体器件12上进行修整,例如通过激光切割,并且使用如根据本发明实施方案所述的介电材料。然而,应认识到沿着半导体器件12的边缘24向外延伸经过第二钝化层30所希望的外形轮廓的另外介电层压制品也可以被修整,例如图4C中所示的介电层压制品52(和粘合层56)。类似于将任何的多余材料从围绕半导体器件12的表面20和边缘24形成的介电材料中移除,沿着半导体器件12的边缘24向外延伸经过第二钝化层30所希望的外形轮廓的任何介电层压制品42的修整可实施从而获得附着至半导体器件12的介电层42剩余部分的所期望形状。由此,在图8的实施方案中,从基底介电层压制品42向外对半导体器件12的修整可以以一定的角度进行从而围绕半导体器件12保持第二钝化层30的整体梯形形状。

[0043] 现在参考图9,在第二钝化层30成形并且从基底介电层42向外对半导体器件12进行修整时,钝化的半导体器件72由此而形成。钝化的半导体器件72接下来通过粘合层76附着至介电薄片(例如聚酰亚胺薄片)74。如在图9中所示的,介电薄片74包括在其中开启(opening)预切割的窗口78,其尺寸通常相应于半导体器件12的尺寸。然而,应认识到介电薄片74还可以是连续薄片的形式(即在其中没有预切割的窗口),并且在将钝化的半导体器件72放置在介电薄片74上后,随后可在其中形成窗口。

[0044] 在将钝化的半导体器件72紧固至介电薄片74上时,半导体器件封装10的构建过程接下来进行图10-13中所图示的图案化和互连步骤。关于这些构建步骤,应认识到用于将第二钝化层30施用在半导体器件12的表面20和边缘24上的技术将决定所需要确切步骤,其涉及使钝化层30图案化并且与半导体器件12的顶部和底部电互连。在图案化和互连步骤中所使用的确切构建过程步骤的这样的变形将在下文中指出。

[0045] 参考图10,通路和接触区域(即开口)34在第一和第二钝化层22、30中形成从而提供至半导体器件12的电路/连接板16的入口。通路/开口34在相应于在半导体器件12上的电路/连接板16的位置处形成,且通路/开口34向下形成至第一钝化层22,该第一钝化层22在那些电路/连接板16上形成。根据本发明的实施方案,该通路/开口34可以通过激光切割或者激光打孔工艺、等离子体蚀刻、光界定、或者机械打孔工艺的方式来形成。在本发明的一个实施方案中(其中第二钝化层30以一个或多个介电层压制件/薄片的形式来施用,例如在图4A-4C中所示的薄片44、52),通路/开口34可通过机械打孔穿过施用在半导体器件12上的介电层和粘合层。在本发明的一个实施方案中(其中第二钝化层30例如通过在图5-7中的喷涂、直写或者模制来施用),通路/开口34可以使用激光切割或者激光打孔,并且使用包括本发明实施方案组合物的介电材料和根据本发明实施方案的制备方法,在钝化层30中需要与器件12互连的区域中形成。然而,将认识到施用第二钝化层30的某些方法可不需要随后对在其中的通路/开口34进行切割或者打孔。例如,对于使用模具或者直写技术的介电材料的施用,一个或多个通路/开口34可已经在第二钝化层30中形成。

[0046] 在图案化/互连过程的下一个步骤中,并且如在图11中所示的,通过在相应于通路/开口34的位置移除存在于电路/连接板16上的第一钝化层22,将通路/开口34进一步向下延伸至半导体器件12上的电路/连接板16。邻接半导体器件12的金属电路和连接板16的第一钝化层22可以通过反应离子蚀刻(RIE)工艺的方式来移除,但可以预想到也可应用其它合适的技术。通过移除第一钝化层22的方式延伸通路/开口34时,半导体器件12的电路/连接板16被暴露从而提供与那些电路/连接板的电互连。

[0047] 在向下至电路/连接板16的通路/开口34形成完成时,通路/开口34被净化(例如通过RIE脱烟灰(desoot)过程)并且随后被金属化以形成互连36,如在图12中所示的。金属互连36通常通过溅射和电镀施用的结合来形成。例如,钛粘合层和铜晶种层首先可通过溅射工艺,随后通过增加铜的厚度至所需要的水平的电镀工艺来施用。然后所施用的金属材料被图案化为具有所需形状的金属互连36。如在图12中所示的,金属互连36形成至半导体器件12上的电路/连接板16的直接金属和电连接。金属互连36从半导体器件12的电路和/或连接板16向外延伸通过通路/开口34,并且向外穿过半导体器件12的相对表面18、20。金属互连36进一步在介电薄片74的相对表面上向外延伸经过半导体器件12的边缘24,例如以在介电薄片74上的铜镀层的形式。

[0048] 根据本发明的一个实施方案(其中半导体器件12为光二极管(即具有基于光开关的二极管)的形式),进行进一步的图案化步骤以移除基底介电层42的额外部分80。如在图13中所示的,从钝化的半导体器件72的表面18切除基底介电薄片42和粘合层40的部分80,其中金属电路/接触16用作该切割的托架(backstop)或者掩模。开启窗口82由此在钝化的半导体器件72的表面18上形成,其允许光到达光二极管12。在这样的实施方案中,将认识到第一钝化层22可由光学透明和防反射材料构成,其允许光从其中通过,同时仍提供对于半

导体器件封装10的光学窗口82的保护。

[0049] 贯穿上述附图(包括图1的半导体器件封装和图2-13中器件制造和构建的各个阶段)中所描述的,提供了介电层或者钝化层,其包括本发明突实施方案的组合物,以及提供了根据本发明另一个实施方案形成组合物的方法。

[0050] 因此,根据本发明的一个实施方案,公开了具有如下有益特性的粘合剂:

[0051] • 低粘度,以使得能够填充模具中的紧密公差并且还允许在介电薄膜上的旋转涂覆(对于当其用作层压制件粘合剂时的方法);

[0052] • 对于层压制件当旋转涂覆到薄膜上时“部分固化”粘合剂的能力,并且由此在层压过程中控制其流动性能,并从而在芯片周围获得所需要的介电厚度;

[0053] • 低表面张力,以帮助不含空隙的封装-模制和层压两者,其中“润湿”该表面帮助消除空隙并提供用于层压的更为平滑的旋转涂覆薄膜(没有障碍物(pullback),鱼眼(fish-eye)-当该材料用作安装在介电薄膜(柔性基板上的芯片(chip on flex))上的部件的底层填料(underfill)时,或者在低应力下润湿(底部填料)并固化的能力允许柔性基板上的部件没有空隙和翘曲地封装的情况下,其也是有用的);

[0054] • 低应力(即对固化和低存储模量的最小限受的皱缩)以防止大型芯片的翘曲-可用于模制、层压、底部填料等等;

[0055] • 合理的(>1小时)工作贮存期,一旦混合树脂和硬化剂以允许脱气和施用至模具中和/或旋转涂覆在薄膜上以及随后的层压;

[0056] • 在室温或者低温下($\leq 60^{\circ}\text{C}$)基本上固化(或者凝胶化)的能力(这使得能够不含空隙地膜制和/或层压,因为更高的温度增加粘合剂组分的蒸气压,其可导致空隙,并且一旦“基本上”固化完成,可施用高温以完成固化,而不用考虑空隙的形成和/或额外的溢出);

[0057] • 在约350nm的充足吸收,以允许将材料从芯片的所选择区域激光切割;

[0058] • 足够高的玻璃化转变温度(T_g),以防止在切割过程中环氧树脂的溶胀和/或液化;和

[0059] • 介电性能能够经受高频/低损耗操作所需要的高电压操作环境。

[0060] 根据本发明,低分子量、胺封端的聚酰亚胺低聚物被合成、脱气并被加入至脂环族的胺化合物中以获得具有特定胺当量的液体胺固化剂。当与液体环氧树脂混合的时候,该材料形成可用于芯片封装、层压粘合剂等等的低粘度溶液。该共混物可在室温下在数小时内凝胶化,并且在暴露至热时完全固化。所公开的含有聚酰亚胺的环氧树脂共混物增加了该材料在350nm下的吸收,其允许利用具有350nm波长的激光进行洁净的激光切割图案化。

[0061] 胺硬化剂为三氧杂二胺、二氨基二环己基甲烷、甲苯二胺和双酚A二酐的共混物。其通过将二酐加入至过量的二胺共混物中,并且加热以除去亚胺化的水来制备。该最终制品包含低分子量(MW)胺封端的酰亚胺低聚物以及某些游离二胺。这提供了由于酰亚胺键的存在而强烈吸收的硬化剂,但是仍然具有足够低的粘度以在室温下与环氧树脂混合。该酰亚胺低聚物还改进了最终固化共混物的热性能和电性能,以及降低了固化时的皱缩。

[0062] 根据一个实施方案,与胺硬化剂一起使用的环氧树脂为二环环氧树脂例如液体脂环族的树脂。在一个实施方案中,脂环族的树脂为Araldite®CY184(Araldite为瑞士Huntsman Advanced Materials的注册商标),任选混合有双酚A和双酚F树脂。这样的制品通常在使用之前进行蒸馏以确保高纯度(低卤素含量),并且因为它们为缩水甘油基环氧树脂,所以均

与胺硬化剂充分反应。

[0063] 在环氧树脂密封剂的最终混合过程中还包括少量的Zonyl®FSN-100非离子氟表面活性剂(Zonyl为Du Pont, Delaware Corporation的注册商标)。该材料降低了环氧树脂共混物和衬底之间界面处的表面张力,提供了更好润湿和更平滑的涂层。

[0064] 参考图14,下文的技术100描述了该粘合剂是如何根据本发明的实施方案来制备的:

[0065] 向圆底反应烧瓶中加入如下的反应物:

[0066] • 80克-4,7,10-三氧杂十三烷-1,13-二胺(也称为三氧杂二胺,MW=220克/摩尔)(步骤102);

[0067] • 80克-双(p-氨基环己基)甲烷(也称为二氨基二环己基甲烷或者双-PACM,MW=210克/摩尔)(步骤104);

[0068] • 1.0克-2,4-二氨基甲苯(也称为甲苯二胺或者TDI,MW=122克/摩尔)(步骤106);和

[0069] • 32克-4,4'-双酚A二酐(也称为双酚A二酐或者BPADA,MW=520克/摩尔)(步骤108)。

[0070] 在步骤110,该混合物在部分真空(~50托)下边搅拌边加热从而能够使酐基和胺缩合亚胺化反应,导致形成水。在大约1小时的加热过程期间,亚胺化的水伴随着某些二胺反应物在约160.°C至190°C的温度范围内从反应物中蒸馏112。获得约66g的蒸馏物,由2.2g的水以及各32g的三氧杂二胺和双-PACM组成。丢弃该蒸馏混合物,得到胺-酐亚胺混合物114。

[0071] 向胺-酐亚胺混合物中加入如下的材料:

[0072] • 20克-3,3'-二甲基-4,4'-二氨基-二环己基甲烷(也称为二甲基双-PACM,MW=238克/摩尔)(步骤116)。

[0073] 在共混后,该胺硬化剂混合物完成118并且获得透明、黄色液体,其在室温下具有约10,000厘泊的粘度。参考图15,环氧树脂粘合剂和/或模制密封剂用该胺混合物使用如下的配方来制备200:

[0074] • 2.2g-胺/酐亚胺硬化剂(如上所述制备并在步骤118完成)(步骤202);

[0075] • 5.0g-二缩水甘油基1,2-环己烷二羧酸酯(也称为脂环族环氧树脂,MW=284克/摩尔)(步骤204);和

[0076] • 0.02gZonyl®FSN-100氟表面活性剂。Zonyl®FSN-100为水溶性的、不包含溶剂的乙氧基化的非离子氟表面活性剂(步骤206)。

[0077] 将上述材料在小型混合容器中混合或共混在一起208,将其倒入分配试管中并在真空下于40°C脱气210约30分钟。当冷却至室温时,所得共混物具有约2500厘泊的粘度并且在其由于固化而缓慢地开始增加粘度之前,稳定约1小时的时间以便使用212。环氧树脂共混物的最终固化通常如下实现:用15小时的室温固化,随后在2小时内加热至180°C并且在该温度下溶胀30分钟。固化的环氧树脂的玻璃化转变温度(T_g)为80°C,这通过差示扫描量热法来测量。

[0078] 可改进该组合物以得到增加的玻璃化转变温度(T_g)(加入更多的4,4'-双酚A二酐和/或二(p-氨基环己基)甲烷),增加的吸光率(加入更多的二氨基甲苯),更低的粘度(增加

4,7,10-三氧杂十三烷-1,13-二胺)和通过加入加速剂例如三(二甲基氨基甲基)苯酚更快固化。而且,可通过如下改进该环氧树脂部分:使用例如为双酚A环氧树脂、双酚F环氧树脂、环氧酚醛树脂(epoxy novolacs)、缩水甘油醚环氧树脂和其它的树脂或其组合来代替部分或者全部的液体环氧树脂。如本领域已知的,双酚和酚醛环氧树脂不是脂环族的,而是包含芳香族的树脂,并且缩水甘油醚树脂为脂肪族的而非脂环族的。目的在于获得液体环氧树脂共混物,其可以用作密封剂、底层填料和粘合剂,其在混合以及固化时提供上文列出的所有需求。

[0079] 根据本发明的一个实施方案,粘合剂包括环氧树脂和硬化剂。该硬化剂包括三氧杂二胺、二氨基二环己基甲烷、甲苯二胺和双酚A二酐。

[0080] 根据本发明的另一个实施方案,一种制备粘合剂的方法,包括将多种反应物混合在一起以形成硬化剂,该反应物包括三氧杂二胺、二氨基二环己基甲烷、甲苯二胺和双酚A二酐;将该硬化剂与环氧树脂相混合以形成未固化的粘合剂混合物;以及固化该未固化的粘合剂混合物。

[0081] 根据本发明的又另一个实施方案,一种形成半导体器件封装的方法,包括将半导体器件倚靠材料放置从而在半导体器件和该材料之间形成间隔;将多种反应物混合在一起以形成硬化剂,该反应物包括三氧杂二胺、二氨基二环己基甲烷、甲苯二胺和双酚A二酐;将该硬化剂与环氧树脂相混合以形成未固化的粘合剂混合物;将该未固化的粘合剂混合物放置在该间隔内;和固化该未固化的粘合剂混合物。

[0082] 该书面描述利用实施例来公开本发明,包括最佳模式,并且还能够使本领域任何技术人员来实施本发明,包括制造和使用任何器件或系统,并且进行任何结合的方法。本发明可专利性的范围通过权利要求书来限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它实施例。这些其它实施例意欲在权利要求书的保护范围内,如果它们具有的结构元素并不与权利要求书的文字语言不同的话,或者如果它们包括的等价结构元素与权利要求书的文字语言无本质区别的话。

[0083] 尽管本发明仅关于有限数量的实施方案来详细地描述,但应当容易地理解本发明并不限制在这些所公开的实施方案中。与此相反地,可改进本发明以结合任意数量至此未被描述的变形、变化、替代或者等价的排列,但是其与本发明的精神和范围相当。此外,尽管已描述本发明的各个实施方案,但应当理解本发明的方面可仅包括某些所述的实施方案。因此,不应认为本发明受到前述描述的限制,而是仅通过所附权利要求书的范围来限定。

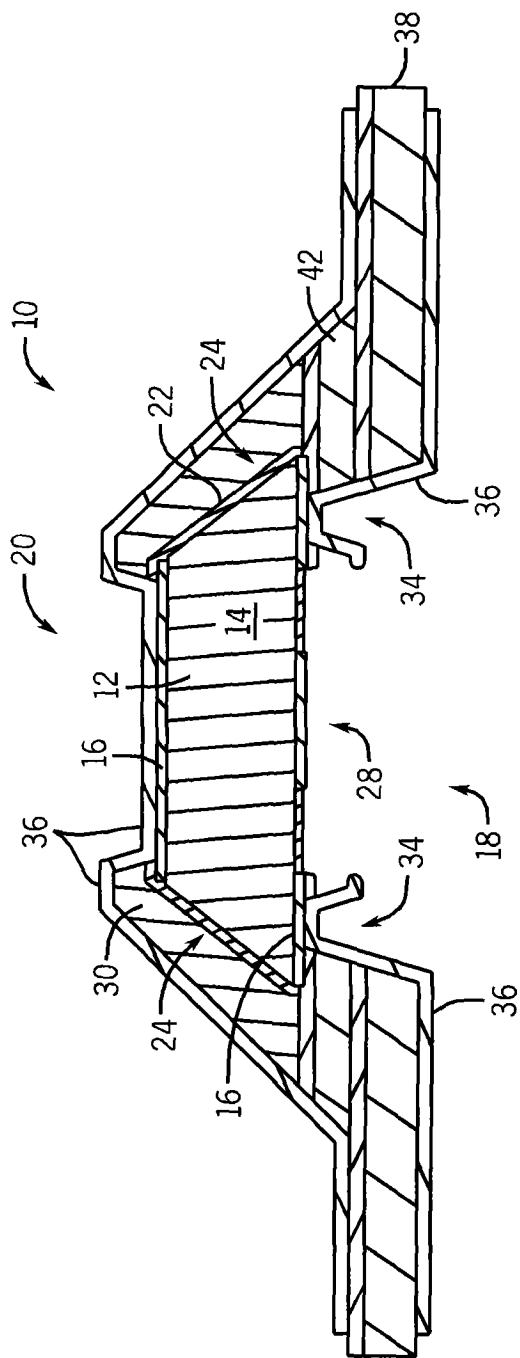


图1

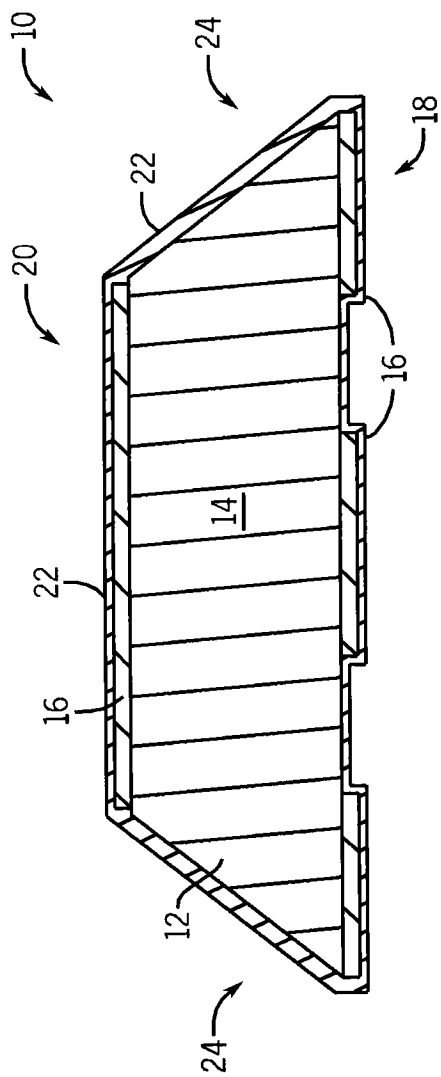


图2

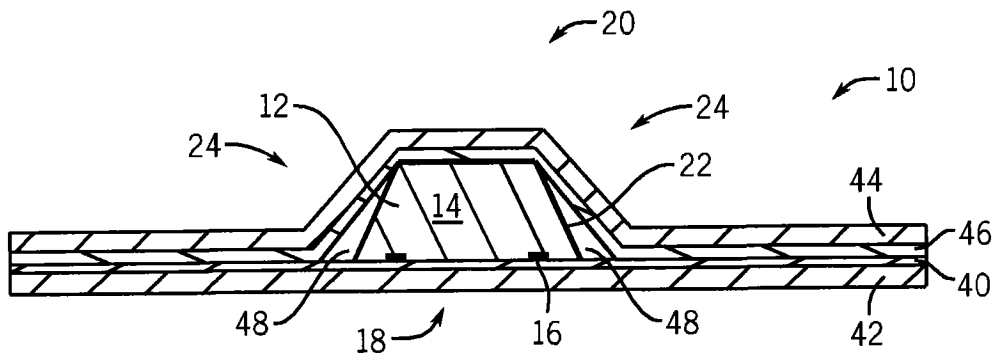


图4A

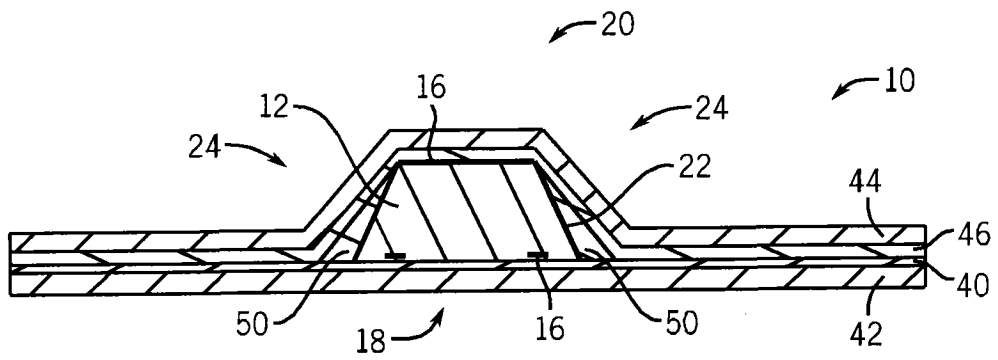


图4B

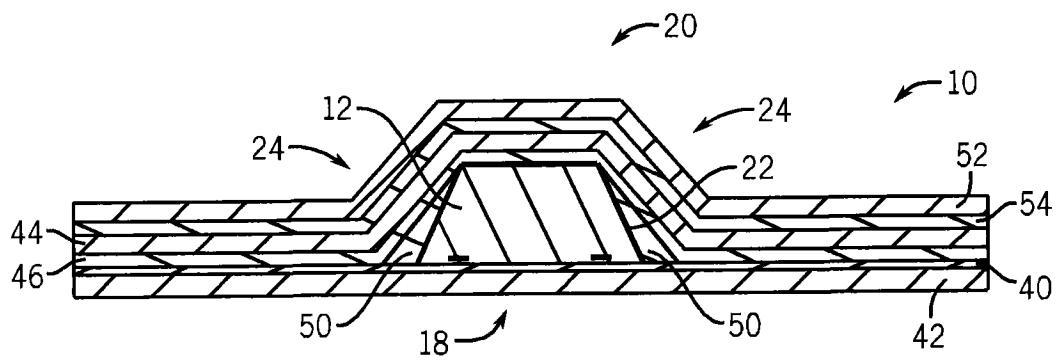


图4C

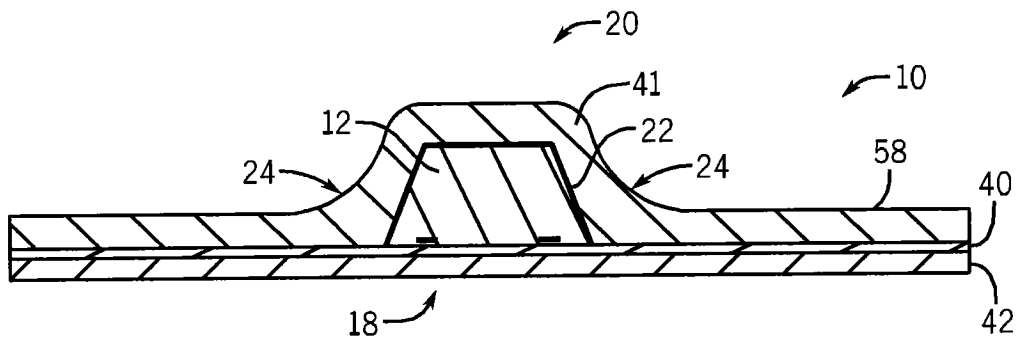


图5

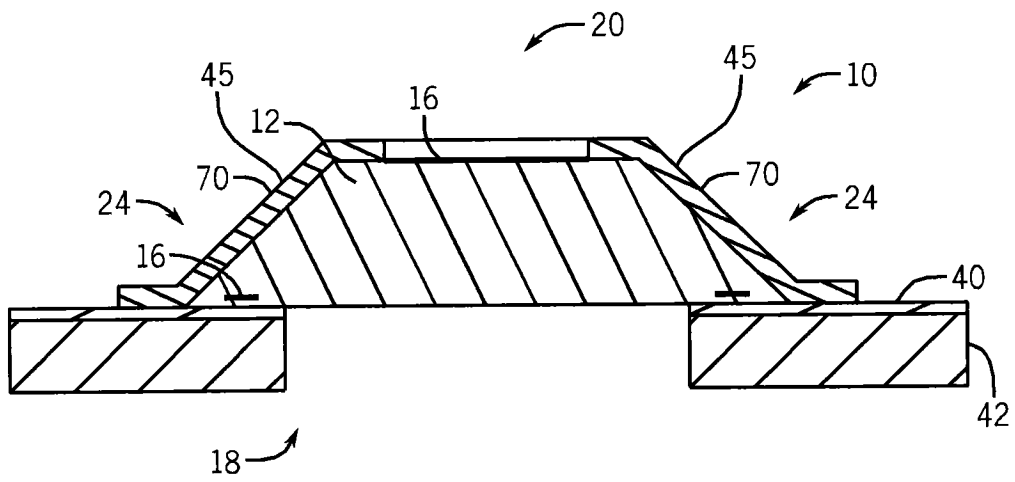


图7

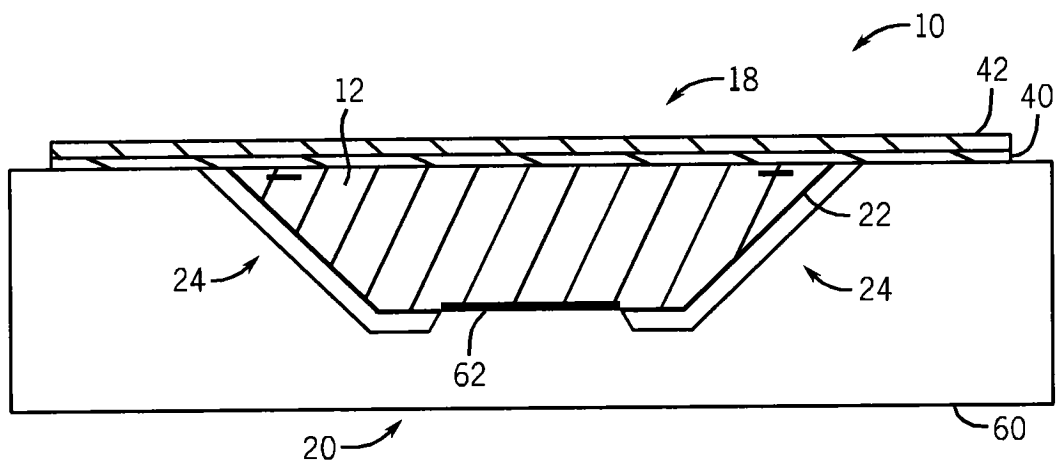


图6A

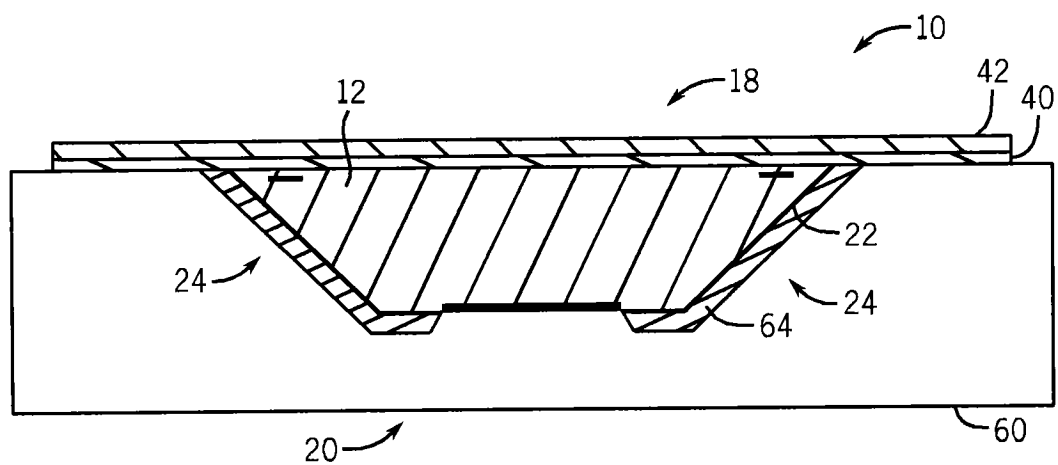


图6B

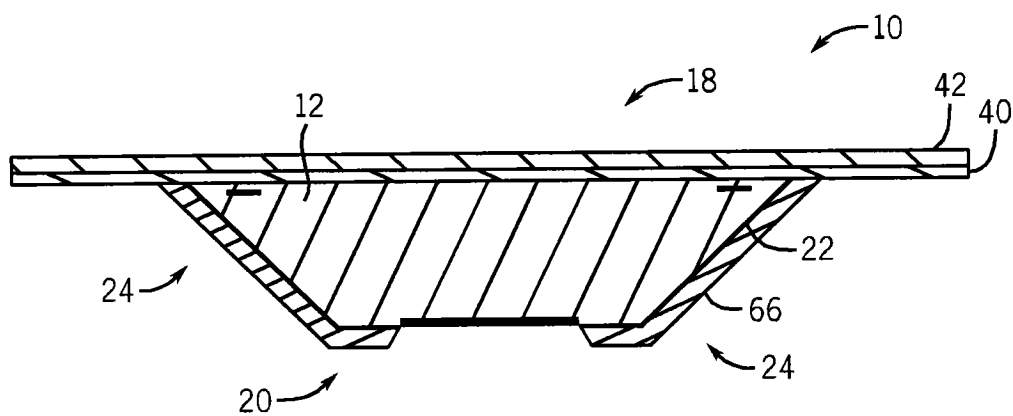


图6C

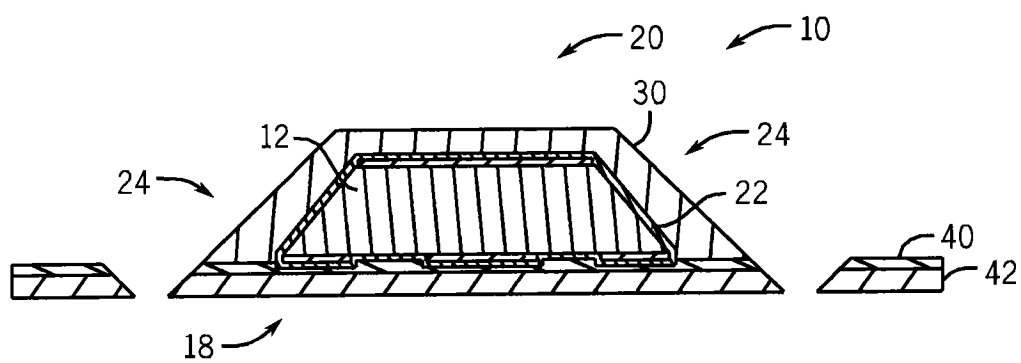


图8

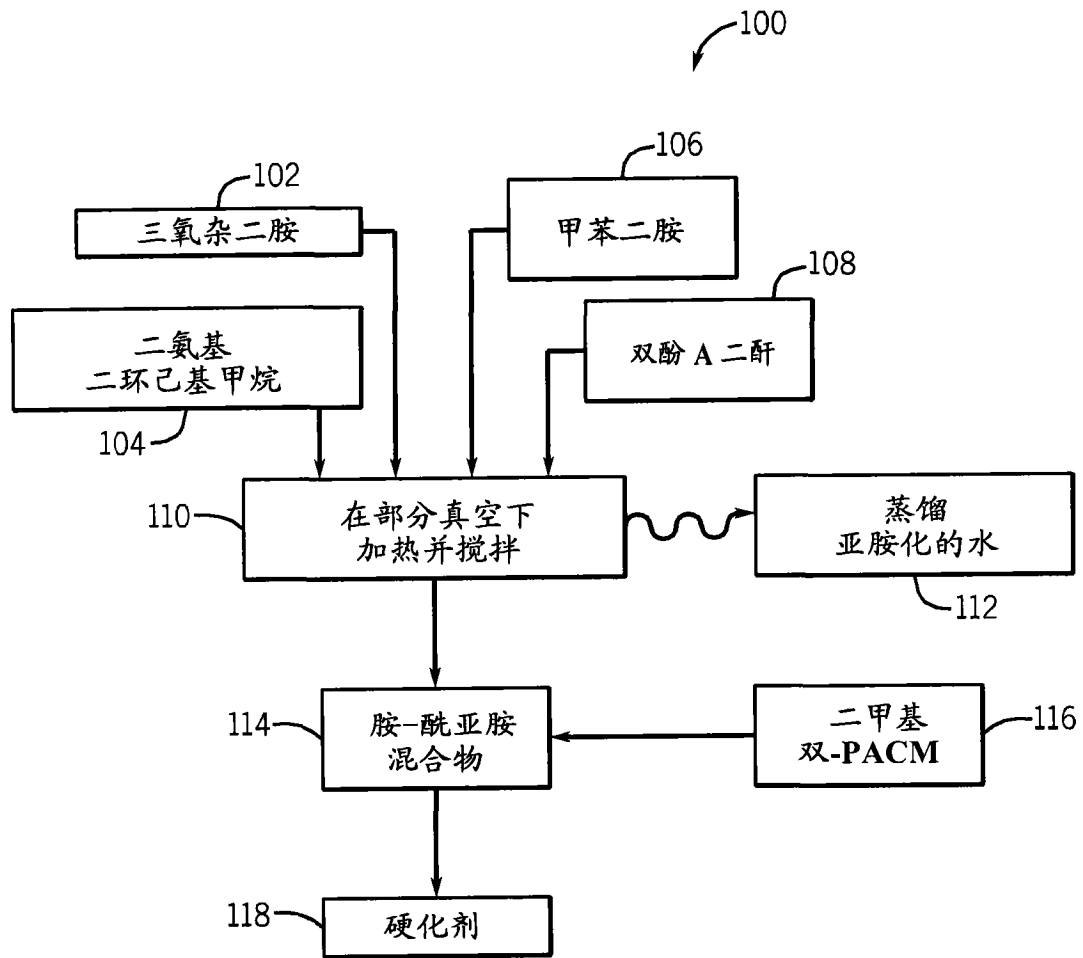


图14

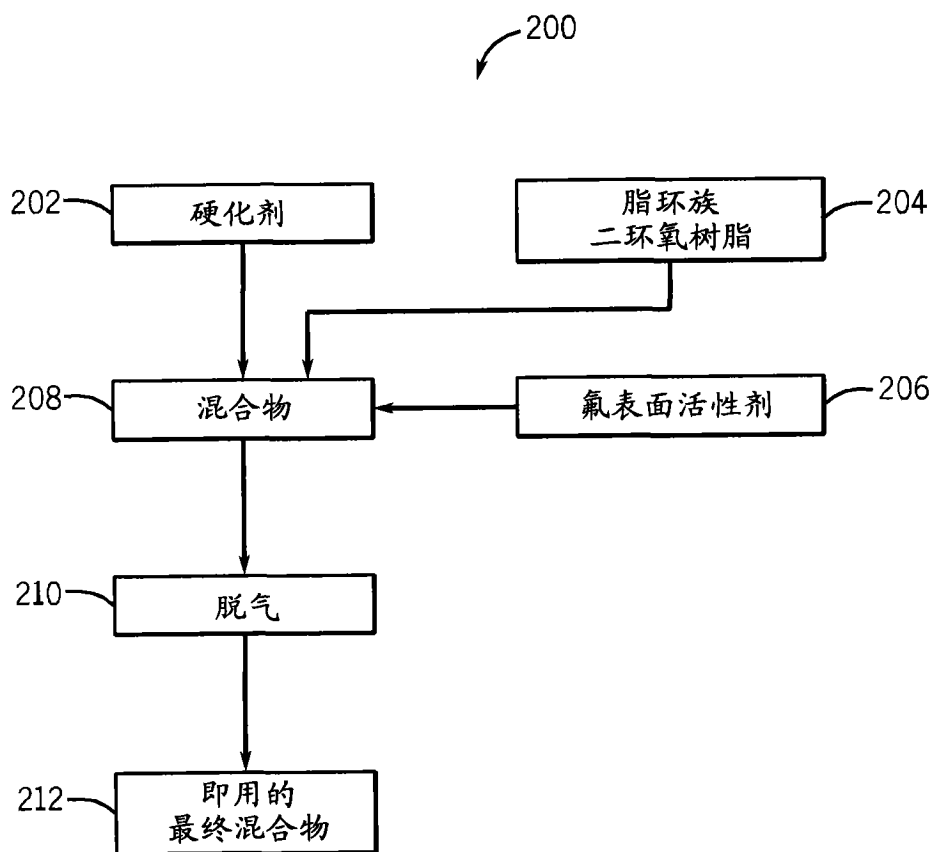


图15