

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/56 (2006.01)

H01L 23/29 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02824937.2

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1307701C

[22] 申请日 2002.11.19 [21] 申请号 02824937.2

[30] 优先权

[32] 2001.12.14 [33] US [31] 10/020,638

[86] 国际申请 PCT/US2002/037208 2002.11.19

[87] 国际公布 WO2003/052813 英 2003.6.26

[85] 进入国家阶段日期 2004.6.14

[73] 专利权人 国家淀粉及化学投资控股公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 B·马 S·H·莱曼 Q·K·童

[56] 参考文献

US6121689A 2000.9.19

US6063649A 2000.5.16

CN1158497A 1997.9.3

CN1214545A 1999.4.21

审查员 谢绍俊

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 顾晋伟 谭明胜

权利要求书 2 页 说明书 13 页

[54] 发明名称

可 B 阶段双重固化的晶片级底层填料

[57] 摘要

一种可 B 阶段的底层填料沉积在活性表面上的硅晶片，一种可 B 阶段的底层填料，包括具有较低固化温度的第一组份和具有较高固化温度的第二组份，其特征在于第一组份已经被完全固化。

1. 一种具有沉积在其一个表面上的可 B 阶段的底层填料的硅晶片，所述可 B 阶段的底层填料包括两种化学组份的组合：

第一组份，其选自丙烯酸化合物、环脂族环氧化合物、双马来酰亚胺化合物和双马来酰亚胺化合物与乙烯基醚、乙烯基硅烷、苯乙烯基或肉桂基化合物的组合，该第一组份已经在 100℃ - 150℃ 固化；

第二组份，其为未固化的环氧化合物以及一份 1,2,4,5-苯四羧酸酐和四份 2-苯基-4-甲基咪唑的复合物，或为未固化的环氧化合物以及一份 1,2,4,5-苯四羧酸二酐和两份 2-苯基-4-甲基咪唑的复合物，

第一组份在固化前是液体，或是溶解或分散在溶剂中的固体，

第二组份，在第一组份固化前和固化后，在室温下是固体或半固体，如果第一组份在固化前是液体，该第二组份可分散或溶解于第一组份中；或者，如果第一组份在固化前是溶解或分散于溶剂中的固体，该第二组份可分散或溶解于第一组份的溶剂中，

第一组份与第二组份的固化温度至少相差 30℃ 以使得第一组份固化的时候，第二组份不固化。

2. 一种可 B 阶段的底层填料组合物，其包括两种化学组份的组合：

第一组份，其是液体，或是溶解或分散在溶剂中的固体，该第一组份在 100℃ - 150℃ 可固化，其选自丙烯酸化合物、环脂族环氧化合物、双马来酰亚胺化合物和双马来酰亚胺化合物与乙烯基醚、乙烯基硅烷、苯乙烯基或肉桂基化合物的组合；和

第二组份，其在室温下是固体或半固体，如果第一组份在固化前是液体，该第二组份可分散或溶解于第一组份中；或者，如果第一组份在固化前是溶解或分散于溶剂中的固体，该第二组份可分散或溶解于第一组份的溶剂中，该第二组份为环氧化合物以及一份 1,2,4,5-苯四羧酸酐和四份 2-苯基-4-甲基咪唑的复合物，或为环氧化合物以及一份 1,2,4,5-苯四羧酸二酐和两份 2-苯基-4-甲基咪唑的复合物，

该第二组份的固化温度或固化温度范围比第一组份的固化温度或固化

温度范围高，

该第一组份和第二组份的固化温度或固化温度范围间隔能够使得第一组份固化的时候，第二组份不固化。

可 B 阶段双重固化的晶片级底层填料

技术领域

本发明涉及可 B 阶段的 (B-stageable) 底层填料组合物, 其适用于切割(singulation)前的硅晶片应用。该组合物含有两种分别固化的化学成份。

发明背景

微电子装置中含有数以百万计的电子电路元件, 其相互之间保持电连接, 元件机械地负载在一种载体或基体上并与之电连接。电子元件的电路终止端和相应的基体上的电路终止端之间保持连接。

一种实现这种互连的方法是将聚合的或金属的材料以凸块涂到电路元件或基体终端。调整终端使其相互接触, 加热最终获得的组件使金属或聚合材料回流粘结, 并加固这些连接。

在电子组件正常的使用寿命内, 其体系温度经历了循环的升高和降低。由于电子元件、连接材料和基体材料热扩散系数之间的差异, 热循环会施压于组件的各个元件, 并导致其失效。为了防止失效, 在元件和基体之间的空隙之中填充聚合的胶囊密封材料(下文称为底层填料或底层填充密封材料), 来强化连接材料, 并吸收热循环过程中的部分应力。

底层填料技术两个显著的用途为对于工业中的增强包装来说公知的芯片刻度包装(chip scale packages, CSP), 该方法中一种芯片包装材料被粘附到基体上; 和倒装晶片包装(flip-chip packages), 该方法中芯片通过互连阵列的方式粘附到基体上。

在传统的底层填料应用领域中, 底层填料的分散和固化发生在金属或聚合连接材料的回流之后。如果连接材料为一种金属焊接组合物, 最初将一种焊药涂到基体表面的金属终端衬垫上, 将半导体芯片放置到焊接点的熔焊区。然后加热组件使焊接接头材料回流、或聚合连接材料回流。其次, 将计量化的底层填料分散到电子组件的一个或多个周边, 通过元件和基体之间空隙形成的毛细管作用, 使底层填充材料向内移动。在空隙填满后, 可以额外的分散一些底层填充密封材料在整个组件的周边, 以有利于降低

应力密度，并延长组装结构的疲劳寿命。随后固化底层填充密封材料，达到其最优的最终性能。

在另外一种传统的方法中，底层填料分散到基体表面。将一块凸起的芯片活性面朝下放置到底层填料上，加热组件形成焊点或聚合的互连材料，并固化底层填料。

最近，采用各种尝试来优化整个加工过程，并通过将底层填充密封材料在半导体晶片被切割成单个芯片之前，直接放置到半导体晶片上来提高效率。这个过程可以通过各种方法来实现，包括丝网印刷术、模板印刷术和旋涂法。该过程允许将底层填料单独涂布到半导体晶片上，半导体晶片随后被切割成多个单一的芯片。

为了用作晶片级底层填充密封材料，底层填料必须具备一些性能。材料必须易于均一地涂到晶片上，使得整个晶片具有性能一致的涂层。在单个芯片最终粘结到基体上的过程中，底层填料必须能流动形成倒角，如果是使用焊料时必须能熔化焊料凸块，并能提供良好的粘结。不管芯片和基体之间的互联是采用焊料还是聚合材料实现的，在互连结构形成后，应该将底层填料固化，并且应该迅速固化。

底层填料另一个重要的性能是必须在涂到晶片后能被固体化（solidify），以免干扰晶片到单个芯片的洁净切割。底层填充密封材料的固体化可以通过一个叫做 B-阶段（B-staging）的过程来实现，其所代表的含义是，底层填充材料在被放置到晶片上之后经历最初的加热过程，形成一层不含残余溶剂的光滑、干透涂层。

如果初始底层填充材料为一种固体材料，固体材料可以分散或溶解在一种溶剂中形成浆料，然后将浆料涂到晶片上。底层填料随后被加热以蒸发掉溶剂，在晶片上留下一层固体的（solid）、但非固化（uncured）的底层填料。如果初始底层填充材料为一种液体或浆料，底层填料可被分散到晶片上，并加热以部分固化（cure）至固态。

典型地 B-阶段加热过程在低于 150℃ 的温度下进行，优选在温度为约 100℃ ~ 约 150℃ 的范围进行。底层填充密封材料的最后固化必须推迟到焊料熔焊（当互连材料为焊料时）和互连形成之后进行，当使用锡-铅低

共熔焊料时，其在 183℃ 温度下进行。

发明概述

本发明是一种底层填料组合物，包括两种固化温度或固化温度范围的间隔足够大的化学组份，以使具有较低固化温度的组份（下文称为第一组份）固化，而不使具有较高固化温度的组份（下文称为第二组份）发生固化。在实际操作中，第一组份将在 B-阶段过程中被固化，第二组份直到需要最终的固化，如半导体芯片最终粘结到基体上之前都被保留而不固化。完全固化的材料是交联或聚合到足够高分子量的，以有效地赋予材料的结构完整性。

发明详述

第一和第二组份二者都是一种或多种单体、一种或多种低聚物、或一种或多种聚合物或树脂、或这些化合物的组合，其可以相互反应以聚合或交联。聚合和交联都被称为固化。通常在单体、低聚物或聚合物之外，组份还可以含有一种固化剂或固化引发剂；并且选择性的可以含有一种溶剂。本申请说明书和权利要求书中，第一和第二组份的组合将被称为整个可 B 阶段底层填料。

第一组份包括一种分散或溶解在一种溶剂中的液体或固体。第二组份在室温下是一种固体或半固体材料，可分散或溶解于液体第一组份、或和第一组份相同或相容的溶剂中。第一和第二组份的选择部分地取决于半导体芯片和基体之间形成最终互连的温度。

例如，在使用锡-铅低共熔焊料时，焊料熔焊和互连的产生温度为 183℃。在焊料凸块流动和互连形成之后，底层填料的最终固化应迅速地进行，并可以在焊料回流温度或更高的温度下进行。因此，在这种情况下，第二组份应选择固化温度接近、等于、或稍高于 183℃ 的材料。如果使用聚合互连材料，第二组份应选择固化温度等于或接近聚合互连材料的固化温度的材料。

选择的第一组份应能在第二组份的固化温度之前固化，并且在此温度之前形成互连。虽然在 B-阶段过程中第二组份的不明显固化是可以接受的，但是第一和第二组份的固化温度应存在一定的间隔，以能有效地提供

两种截然不同的固化特性，以至于第二组份在第一组份固化温度下或范围内不会固化。在优选的实施方案中，第一和第二组份的固化温度间隔至少 30℃。

典型地，B-阶段加热过程，也就是第一组份固化过程，在温度为约 100℃ ~ 约 150℃ 的范围下进行。选择使用的任何溶剂在第一组份固化的相同温度范围下应能被蒸发掉。在 B-阶段过程中，固化第一组份和蒸发溶剂会固体化整个底层填料组合物，允许晶片的清洁切割，和阻止最终粘结过程中气眼的形成。

当加热到半导体模具适当的粘结温度时，整个底层填料组合物应熔融，并充分地流动以完全润湿基体表面。有效的润湿可以获得良好的粘结。

固化过程可以通过在进行 B-阶段的第一次固化时采用辐射（如紫外光）来引发和进行，随后加热进行最后的固化；或者 B-阶段和最后的固化都采用加热来引发和进行。

第一和第二组份的摩尔比为 5: 95 ~ 95: 5，摩尔比可以由实际操作者依据特定的最终用途而确定。完全的可 B 阶段底层填料的第一组份和第二组份的组合包括：

第一：热固化的丙烯酸树脂（如可以从 Sartomer 获得）、马来酰亚胺（如可以从 Ciba Specialty Chemicals 或 National Starch and Chemical Company 获得）和乙烯基化合物（如乙烯基醚和乙烯基硅烷，可以从 Aldrich 获得）和自由基固化剂。第二：热固化的环氧化合物或树脂（如可以从 National Starch, CIBA, Sumitomo 或 Dainippon 获得）和潜在的胺类或咪唑类固化剂。

第一：热固化丙烯酸类化合物（如可以从 Sartomer 获得）和自由基固化剂。第二：热固化环氧化合物或树脂（如可以从 National Starch, CIBA, Sumitomo 或 Dainippon 获得）和潜在的胺类或咪唑类固化剂。

第一：辐射固化环脂族环氧化合物（如 CIBA CY179）和光引发剂。第二：热固化芳香族环氧化合物（如双酚 A 双环氧化物）和酚醛树脂硬化剂和磷基固化剂。

第一：辐射固化丙烯酸类化合物（如可以从 Sartomer 获得）和光引

发剂。第二：热固化环氧化合物（如可以从 National Starch, CIBA, Sumitomo 或 Dainippon 获得）和潜在的胺类或咪唑类固化剂。

第一：热引发、自由基固化双马来酰亚胺化合物（电子受体）（如可以从 Ciba Specialty Chemicals 或 National Starch and Chemical Company 获得）和（电子给体）乙烯基醚、乙烯基硅烷、苯乙烯基化合物、肉桂基化合物。第二：热固化环氧化合物（如可以从 National Starch, CIBA, Sumitomo 或 Dainippon 获得）和潜在的胺类或咪唑类固化剂。

适合的环氧树脂的例子包括单官能团和多官能团的双酚 A 和双酚 F 的缩水甘油醚、脂肪族和芳香族环氧树脂、饱和和不饱和环氧树脂、环脂族环氧树脂和这些化合物的组合。

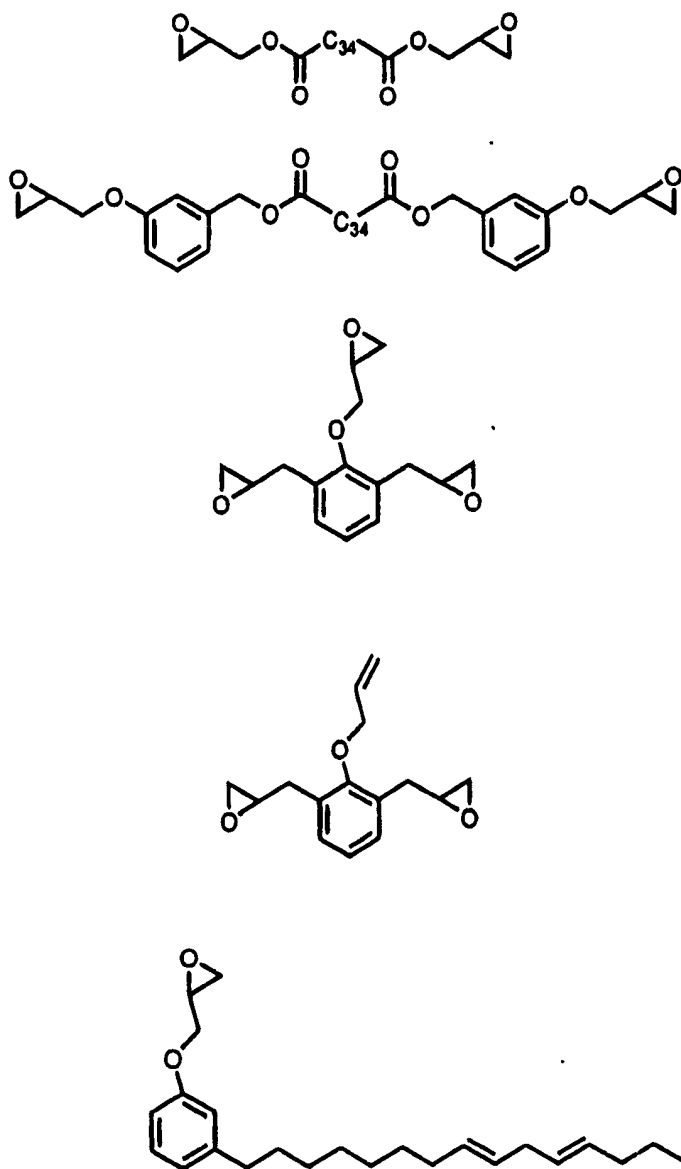
优选的环氧树脂为缩水甘油醚环氧树脂，不论其单独使用或与非缩水甘油醚环氧树脂混合使用。优选的这种类型的环氧树脂是双酚 A 环氧树脂。双酚 A 型树脂可以购买 Resolution Technology 牌号为 EPON 828 的树脂。另一种优选的环氧树脂是双酚 F 环氧树脂，其可以通过 1 摩尔双酚 F 树脂和 2 摩尔表氯醇反应制得。双酚 F 型树脂可以购买 CVC Specialty Chemicals, Maple Shade, New Jersey 牌号为 8230E 的树脂，和 Resolution Performance Products LLC 牌号为 RSL1739 的树脂。双酚 A 和双酚 F 混合物可以购买 Nippon Chemical Company 牌号为 ZX-1059 的树脂。

另一种适合的环氧树脂是环氧酚醛清漆树脂，其可以通过酚醛树脂和表氯醇的反应制得。一种优选的环氧酚醛清漆树脂是苯基缩水甘油醚-甲醛共聚物。

其他适合的环氧树脂是联苯基环氧树脂，其通常通过联苯基树脂和表氯醇的反应制得；二环戊二烯-苯酚环氧树脂；萘树脂；环氧官能丁二烯丙烯腈共聚物；环氧官能聚二甲基硅氧烷和上述化合物的混合物。

非缩水甘油醚环氧化合物也可以使用。合适的例子包括 3,4-环氧环己基甲基-3,4-环氧环己烷羧酸酯，其含有两个环氧基团，分别为环结构和酯键的一部分；乙烯基环己烯双氧化物，其含有两个环氧基团，其中一个为环结构的一部分；3,4-环氧-6-甲基环己基甲基-3,4-环氧环己烷羧酸酯和二环戊二烯双氧化物。

合适的环氧化合物的进一步例子包括：



在整个可 B 阶段底层填料的过程中，使用的对于环氧组份优选的催化剂为一种咪唑/酸酐加合物。如果固化剂反应的较快，其可以使各组份凝胶化，并阻止焊料的熔焊。咪唑/酸酐加合物的使用，可以保持组份体系足够低水平的粘度，在 190℃ 通常为 5,000mPa.s 以下，以确保可以进行熔焊。

优选的用于制备该加合物的咪唑类包括非氮取代的咪唑类，如 2-苯基-4-甲基咪唑、2-苯基-咪唑和咪唑。其他可用于该加合物的咪唑类组份包

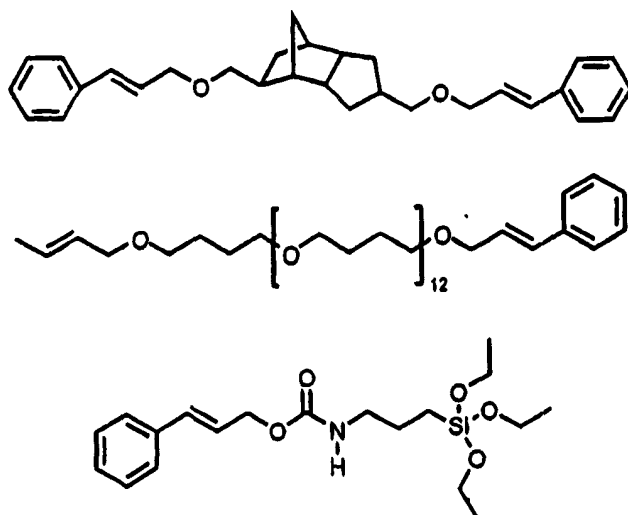
括烷基取代的咪唑类、氮取代的咪唑类和它们的混合物。

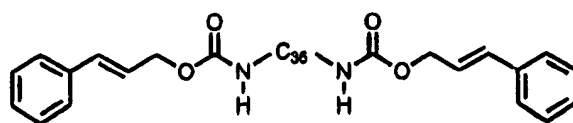
优选的用于制备该加合物的酸酐为环脂族酸酐，如苯均四酸酐，可以从 Aldrich 购买其 PMDA。其他合适的酸酐包括甲基六氢化邻苯二甲酸酐（可以从 Lonza Inc. Intermediates and Actives 购买其 MHHPA）、甲基四氢化邻苯二甲酸酐、桥亚甲基四氢化邻苯二甲酸酐、六氢化邻苯二甲酸酐、四氢化邻苯二甲酸酐、邻苯二甲酸酐、十二烷基琥珀酸酐、二苯基二酸酐、二苯甲酮四甲酸二酐、和它们的混合物。

两种优选的加合物为一份 1,2,4,5-苯四羧酸酐和四份 2-苯基-4-甲基咪唑的复合物，和一份 1,2,4,5-苯四羧酸二酐和两份 2-苯基-4-甲基咪唑的复合物。该加合物通过将各组份加热溶解在合适的溶剂如丙酮中，然后冷却沉淀出该加合物来制备。

除了第一和第二组份和固化剂之外，整个可 B 阶段底层填料选择性地进一步可以含有一种溶剂、一种无机填料和助熔剂。其他可选的组份可以由配方者自由选择使用，可以包括一种或多种空气释放剂、流动添加剂、粘结促进剂、流变改性剂和表面活性剂。选择特定的组份以获得期望的所选系列化合物性能的相互平衡。

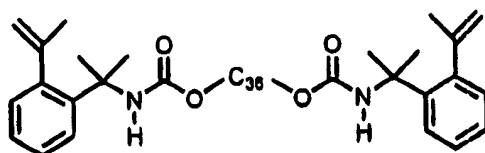
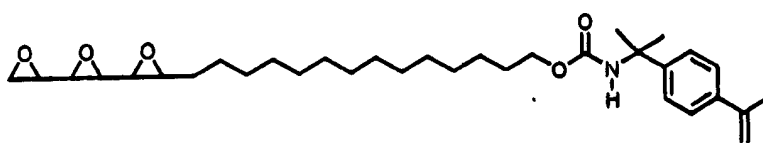
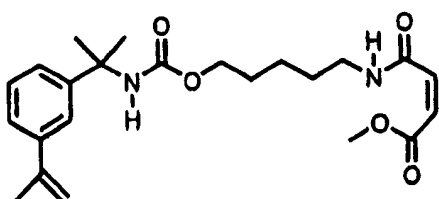
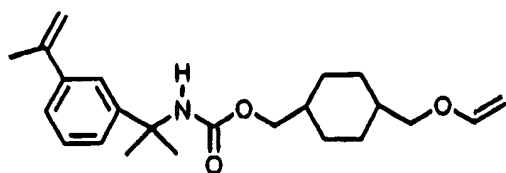
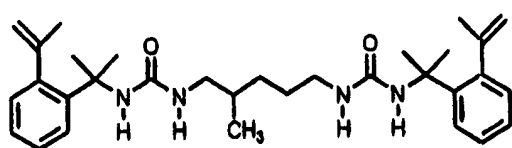
和马来酰亚胺一起使用的合适的肉桂基电子给体包括：





此处 C_{36} 代表由亚油酸和油酸衍生的 36 个碳的直链或支链烷基。

和马来酰亚胺一起使用的合适的苯乙烯基电子给体包括:



此处 C_{36} 代表由亚油酸和油酸衍生的 36 个碳的直链或支链烷基。

底层填料组合物也可以含有一种助熔剂，以去除电路终端衬垫的金属氧化物，并防止其再次被氧化。虽然优选的助熔剂为羧酸或酸酐，但是一系列的不同助熔剂都可以使用。优选的助熔剂包括聚癸二酸酐、松香胶、

十二双酸（可以从 Aldrich 购买其 Corfree M2）、己二酸、酒石酸和柠檬酸。其他适合的助熔剂包括乙醇、羧基酸和羧基碱。优选的助熔材料包括多元醇如乙二醇、甘油、3-[二(缩水甘油基氧甲基)甲氧基]-1,2-丙二醇、右旋糖、右旋纤维素二糖、纤维素和 3-环己烯-1,1-二甲醇。

选择性地，可以使用溶剂来改性组合物的粘度，并且如果使用，应选择可以在 B-阶段加热过程中蒸发掉的溶剂。典型地，B-阶段加热过程在温度为约 100℃ ~ 约 150℃ 的范围下进行。可以使用的溶剂例子包括酮、酯、醇、醚和其他稳定的并可以溶解组合物各组份的溶剂。优选溶剂包括 γ -丁内酯和丙二醇甲基乙酸乙酯。

对于底层填料合适的填料为不导电材料，包括蛭石、云母、矽矿石、碳酸钙、二氧化钛、砂石、玻璃、熔凝硅石、煅制二氧化硅、硫酸钡和卤化乙烯聚合物如四氟乙烯、三氟乙烯、偏二氟乙烯、氟乙烯、偏二氯乙烯和氯乙烯聚合物的微粒。如果使用填料时，填料通常最高占配方总重量的 98%。

固化剂如自由基引发剂、热引发剂和光引发剂应具有足够量以能固化组合物。通常，其含量范围为组合物中总的有机材料（也就是不包括任何无机填料）重量的 0.1 ~ 30%，优选为 1 ~ 20%。优选的自由基引发剂为过氧化物，如过氧化辛酸丁酯和过氧化枯基，相应的商业化产品如 USP90MD（Witco 公司产品）和偶氮化合物，如 VAZO52 和 VAZO64（Dupont 公司产品）、2,2'-偶氮二(2-甲基-丙腈)和 2,2'-偶氮二(2-甲基-丁腈)。优选的光引发剂为 Ciba Specialty Chemicals 公司出售的注册商标为 Irgacure 的产品。

对于一些第一组份来说，可以更有益的含有一种固化加速剂，如新癸酸钴，以降低固化温度。如果添加，固化加速剂占第一组份有机组份总重量，即排除第二组份的有机组份和任何填料后的约 0.05 ~ 约 1.0%。在一些情形下，也可以有益地添加阳离子固化剂，如 Rhodorsil 2074。

依据配方者的处理方式，其他可选的成分是消泡剂、粘结促进剂、润湿剂、流动添加剂和流变改性剂，其如果添加，典型地占总重量的 0.01 ~ 5%。

硅晶片具有一个微电路嵌入其中的活性面和一个中性面。本发明的双固化底层填料组合物用模板印刷术附着到硅晶片的活性面上。在进一步的实施方案中，本发明为一种具有含电路的活性面的硅晶片，活性面上已经沉积了一种可 B 阶段的底层填料，该可 B 阶段底层填料包括如前所述的具有较低固化温度的第一组份和如前所述的具有较高固化温度的第二组份，其特征在于第一组份已经被完全固化。

实施例：

实施例 1：制备两种可双固化的组合物，并测试其性能，以确定 B-阶段的合适参数以及证实形成了适当的互连。各组份的重量份数记录在表 1。

表 1	
配方 A (重量份数)	
环 氧 树 脂 Epon1001	50
2-苯氧基乙基丙烯酸酯	25.2
丁基苯基马来酰亚胺	25
新癸酸钴	1
叔丁基过氧辛酸酯	2
PMDA 和 2P4Mz 加合物	2
十二双酸	10
配方 B (重量份数)	
环 氧 树 脂 Epon1001	50

2-苯氧基乙基丙烯酸酯	25.2
新癸酸钴	1
叔丁基过氧辛酸酯	2
PMDA 和 2P4Mz 加合物	2
十二双酸	10

获得合适的 B-阶段参数对于晶片的切割和半导体芯片最后粘结到基体中都是很重要的。如果配方组合物被加热（B-阶段）小于最佳时间，底层填料就不能干透并将影响晶片的切割过程。如果材料在较高温下加热（B-阶段）或加热较长时间，第二组份就会开始固化。如果第二组份开始固化，在芯片上的过 B-阶段涂层在芯片粘结到基体上将不再流动，其将影响底层填充密封材料的粘结效果和最终半导体包装的性能。

用来确定用作 B-阶段组份和适当的 B-阶段参数的测试载体是一块有直径为 20 密耳低共熔焊料球凸块的载玻片。配方 A 和 B 的组合物分别用模板印刷术涂在测试载体上，高度达到 20 密耳。测试载体在型号为 5831 的 NAPCO 真空釜内真空下加热到 130℃，30 分钟时读取的真空度为 73.66cm（29 英寸）汞柱，并每间隔 10 分钟读取一次，直到 100 分钟。

在每个加热时间段后，通过肉眼观察和手动触摸来检测该测试载体上是否为干透的、均一的、光滑涂层。

该测试载体也可以用来研究第二组份的固化性能。如上所述的每次加热时间段后，将测试载体的底层填料边向下放置在一块具有铜表面的 FR-4 板上。随后将整个组件通过一个具有最高温度为 240℃的典型回流温度曲线的回流釜。肉眼检查整个组件中载玻片上焊料球的熔焊状况和载玻片测试载体与 FR-4 板之间的粘结状况。扩大的焊料球是熔焊的标志。熔焊不发生是第二组份固化的标志，其将抑制焊料和阻止其流动。熔焊不发生也阻碍了测试载体和 FR-4 板之间的粘结。

测试结果记录于表 2，表明：对于这些配方来说，B-阶段可以获得一

层干透涂层并且第二组份不固化。

表 2		
B-阶段时间和结果		
130 ℃ , 时间 (min)	粘性与否	第二组份固化 与否
30	是	否
40	是	否
50	否	否
60	否	否
70	否	是
80	否	是
90	否	是
100	否	是

肉眼观察和数据表明：对于在真空釜中，130℃下 20 密耳厚的组合物最佳的 B-阶段时间段为 50-60 分钟。在这样的 B-阶段条件下，载玻片表面形成一层光滑的、干透的和不含气眼的涂层。如果材料在低于该时间段下固化，底层填料将还是粘性的。如果 B-阶段时间超过 60 分钟，在载玻片粘结到 FR-4 板上后，整个组件表现出焊料球的不熔焊或部件之间的较差粘结、或两种情况都有。

应当指出的是：最佳的 B-阶段时间段取决于底层填料密封材料的厚度和配方化学组份。总的来说，底层填料密封材料越厚，所需的 B-阶段时间段越长。最佳 B-阶段时间段的测定是在本领域技术人员的技能以及本发明说明书公开内容之内的。

实施例 2：本实施例证实双固化底层填料组合物熔焊低共熔 Pb/Sn 焊料并与基体形成互连的能力。采用和实施例 1 相同的配方 A 和 B。在载玻片上放置直径为 20 密耳的低共熔焊料球。通过模板印刷术在载玻片上涂

敷一层厚度约为 20 密耳的底层填充材料。载玻片然后放置到在 135℃ 下预加热的热盘上，在相同温度下加热 50 分钟。一层光滑的、无气眼的、干透的涂层就形成了。

随后将涂布后的载玻片放置（涂层面向下）在一块有铜面的 FR-4 基体上。该 FR-4 基体（涂层载玻片在其上端）放置到预加热到 240℃ 的热盘上。观察发现焊料球直径增加，并且载玻片跌落到基体表面上，表明焊料熔焊以及芯片和基体之间互连的形成。底层填料也润湿了基体，并在载玻片周围流动形成一个完整的倒角。

使用完全相同的底层填料组合物和方法，在 OSP（有机软焊钝化层）涂布的铜基体上也获得相似的结果。