

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G03F 7/00

G03F 7/075 H01L 23/31



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02805240.4

[43] 公开日 2004 年 7 月 21 日

[11] 公开号 CN 1514954A

[22] 申请日 2002. 1. 17 [21] 申请号 02805240.4

[30] 优先权

[32] 2001. 2. 20 [33] US [31] 09/789,083

[86] 国际申请 PCT/US2002/001263 2002. 1. 17

[87] 国际公布 WO2002/067292 英 2002. 8. 29

[85] 进入国家阶段日期 2003. 8. 20

[71] 申请人 陶氏康宁公司

地址 美国密执安

[72] 发明人 G·贝克 G·加德纳

B·哈克尼斯 L·马伦方特

S·萨尔马

[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 龙传红

权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 2 页

[54] 发明名称 半导体封装件及其制造方法

[57] 摘要

一种半导体封装件，包含晶片，该晶片有源表面包含至少一个集成电路，其中每一个集成电路具有多个接合焊盘；和覆盖在晶片有源表面的固化的硅氧烷层，条件是每一接合焊盘的至少一部分未被硅氧烷层所覆盖并且其中硅氧烷层由本发明方法制备。

I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种制造带图案的膜的方法，其特征在于以下步骤：

(i)将硅氧烷组合物施用到基底表面以形成膜，其中所述硅氧烷组合物包括：

(A) 每分子包含平均至少两个与硅键合的链烯基基团的有机聚硅氧烷，

(B)每分子包含平均至少两个与硅键合的氢原子的有机硅化合物，其浓度足以固化组合物，和

(C)催化量的光活化硅氢化催化剂；

(ii)将一部分膜暴露于波长 150 至 800 纳米的辐照下以制备部分曝光的膜，该部分曝光的膜具有覆盖了一部分表面的未曝光区和覆盖了其余表面的曝光区；

(iii)将该部分曝光的膜加热一段时间，如此使得曝光区基本上不溶于显影溶剂，而未曝光区却溶于显影溶剂；

(iv)用显影溶剂除去加热膜的未曝光区从而形成带图案的膜；和

(v)将带图案的膜加热一段时间，该加热时间足以形成固化的硅氧烷层。

2. 权利要求 1 的方法，其中基底包括半导体晶片，表面包括半导体晶片的有源表面，有源表面包括至少一个集成电路，并且每一集成电路具有多个接合焊盘。

3. 权利要求 2 的方法，其中晶片还包括纬线。

4. 前述权利要求任一项的方法，其中固化的硅氧烷层的厚度是 1 至 50 微米。

5. 前述权利要求任一项的方法，其中组分(A)是基本上由 $R^1_3SiO_{1/2}$ 硅氧烷单元和 $SiO_{4/2}$ 硅氧烷单元构成的有机聚硅氧烷树脂，其中每一 R^1 独立地选自单价烃基团和单价卤代烃基团，并且有机聚硅氧烷树脂中 $R^1_3SiO_{1/2}$ 单元对 $SiO_{4/2}$ 单元的摩尔比为 0.6 至 1.9。

6. 前述权利要求任一项的方法，其中组分(B)是有机氢聚硅氧烷。

7. 前述权利要求任一项的方法，其中组分(B)的浓度足以向组分(A)中每一链烯基提供 0.7 至 1.2 个与硅键合的氢原子。

8. 前述权利要求任一项的方法，其中光活化的催化剂是铂(II) β -二酮酸盐。

9. 前述权利要求任一项的方法，其中硅氧烷组合物还包括有机溶剂。

10. 一种由权利要求 2、3、4、5、6、7、8 或 9 任一项的方法制造的半导体封装件。

半导体封装件及其制造方法

发明领域

本发明涉及一种半导体封装件，更具体涉及一种包含固化的硅氧烷层的晶片级(level)半导体封装件。本发明还涉及一种制造该半导体封装件的方法。

发明背景

集成电路(IC)芯片(chip)或基片(dice)通常在安装于印刷线路板(PWB)之前进行封装。封装具有几大功能，包括互连（电力和信号输送）、机械和环境保护以及热散逸。此外，封装起到这样的作用：将 IC 芯片上的紧密间距（焊盘之间中心到中心的间距）的接合“舒展”为印刷电路板制造商所要求的相对较宽的间距。

在电子封装激烈竞争的市场上，性能、产量、成本和可靠性这些因素对封装技术具有重大的影响。虽然通常对单个 IC 芯片进行封装，但是发展晶片级封装多个 IC 的方法(也就是说，在单个芯片从晶片中分立出来之前)越来越引起人们的兴趣。与单个芯片封装相比，晶片级封装有可能产量更高、可靠性更高和成本更低。

由于基片和封装基底之间或封装件和 PWB 之间的互连元件(如焊接点、接合线)失效而经常导致 IC 封装的可靠性受到限制。由于硅片、基底和 PWB 材料之间的热膨胀系数(CTE)不同，常常导致产生这样的失效，已经报导了在半导体封装中使热应力最小化的各种方法。例如，Cagan 等人的美国专利 No.5171716 公开了包含应力消除层的半导体装置，该应力消除层的玻璃化转变温度低于 150℃。

Kang 等人教导了包含高 CTE/模量介电聚合物作为应力缓冲层的晶片级芯片规模封装(Electronic Components and Technology Conference Proceedings, 2000 年, 87-92 页)。

Standjord 等人教导了一种应用于应力缓冲和钝化作用的单掩模

方法,其中使用光敏苯并环丁烯(IEMT/IMC Symposium Proceedings, 1997年, 261-266页)。

美国专利 No.6103552 公开了晶片级封装的方法和封装件。该方法包括在芯片表面沉积一层聚合物材料,例如聚酰亚胺、硅氧烷弹性体或苯并环丁烯。该'552 专利进一步教导了在封装中聚合物的温度膨胀系数应当比较低以便与金属接线柱的温度膨胀系数相匹配,由此使得接线柱-聚合物界面的局部应力最小化。

尽管前述半导体封装的方法提供了具有诸多热性能的封装件,但是仍然需要具有优异热稳定性的半导体封装。

发明概述

本发明涉及一种半导体封装件,它包括:

其有源(active)表面包含至少一个集成电路的半导体晶片,其中每一个集成电路具有多个接合焊盘;和

覆盖有源表面的固化的硅氧烷层,条件是每一接合焊盘至少一部分未被硅氧烷层所覆盖并且其中硅氧烷层由以下方法制备,该方法包括下述步骤:

(i)将硅氧烷组合物施用到有源表面以形成膜,其中硅氧烷组合物包括:

(A) 每分子包含平均至少两个与硅键合的链烯基基团的有机聚硅氧烷,

(B)每分子包含平均至少两个与硅键合的氢原子的有机硅化合物,其浓度足以固化组合物,和

(C)催化量的光活化硅氢化催化剂;

(ii)将一部分膜暴露于波长 150 至 800 纳米的辐照下以制备部分曝光的膜,该部分曝光的膜具有覆盖了每一接合焊盘至少一部分的未曝光区和覆盖了其余有源表面的曝光区;

(iii)将该部分曝光的膜加热一段时间,如此使得曝光区基本上不溶于显影溶剂,而未曝光区却溶于显影溶剂;

(iv)用显影溶剂除去加热膜的未曝光区,从而形成带图案的膜;和

(v)将带图案的膜加热一段时间，该加热时间足以形成固化的硅氧烷层。

本发明还涉及一种制造半导体封装件的方法，该方法包括下列步骤：

(i)将硅氧烷组合物施用到半导体晶片的有源表面以形成膜，其中该有源表面包括至少一个集成电路，每一集成电路具有多个接合焊盘，并且硅氧烷组合物包括：

(A)每分子包含平均至少两个与硅键合的链烯基基团的有机聚硅氧烷，

(B)每分子包含平均至少两个与硅键合的氢原子的有机硅化合物，其浓度足以固化组合物，和

(C)催化量的光活化硅氢化催化剂；

(ii)将一部分膜暴露于波长 150 至 800 纳米的辐照下以制备部分曝光的膜，该部分曝光的膜具有覆盖了每一接合焊盘至少一部分的未曝光区和覆盖了其余有源表面的曝光区；

(iii)将该部分曝光的膜加热一段时间，如此使得曝光区基本上不溶于显影溶剂，而未曝光区却溶于显影溶剂；

(iv)用显影溶剂除去加热膜的未曝光区，从而形成带图案的膜；和

(v)将带图案的膜加热一段时间，该加热时间足以形成固化的硅氧烷层。

本发明半导体封装件在很宽的温度范围内显示出良好的热稳定性和良好的耐环境性能。还有，该半导体封装件允许在晶片上同时测试所有的 IC。而且，单个芯片可以从晶片级半导体封装中分立出来（分离出来），每一芯片的尺寸仅稍大于 IC 本身。这些比常规 IC 封装件更轻、更小和更薄的“芯片规模封装件”非常适用于高密度应用。

本发明制造半导体封装件的方法是规模可扩大至高产量制造方法。重要的是，该方法提供了在晶片上对所有的 IC 同时进行封装。另外，该方法利用常规的晶片生产工艺（例如涂覆、曝光、显影、固化）和设备。而且，该方法使用可光致形成图案的硅氧烷组合物，由此消

除了使用非光致形成图案聚合物组合物所需要的附加工艺步骤。最后，本发明方法具有高分辨率，意味着本方法能够将图像从光掩模转印至晶片上的硅氧烷层并保持良好的临界尺寸。

本发明半导体封装可以用于制造单个 IC 芯片封装件。芯片封装件可用于制造印刷线路板，而印刷线路板能够装入电子设备中，例如计算器、电话、电视和大型计算机以及个人计算机。

参考以下说明书、所附权利要求以及所附附图，本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更加清楚。

附图简述

图 1 表示本发明半导体封装件的横截面图。

图 2 表示本发明半导体封装件的横截面图，它进一步包括附于每一接合焊盘的金属引线(trace)。

发明详述

本发明的半导体封装件示于图 1 中。为清楚起见，仅列出了带有单一接合焊盘的晶片的一部分。该半导体封装件包括其有源表面包含至少一个集成电路（未示出）的半导体晶片 10，其中每一集成电路具有多个接合焊盘 20；和覆盖晶片有源表面的固化的硅氧烷层 30，条件是每一接合焊盘的至少一部分未被硅氧烷层所覆盖。

半导体晶片 10 包括半导体材料，例如硅和砷化镓。半导体晶片的有源表面包括至少一个、一般多于 100 个 IC。IC 的实例包括但不限于，DRAM、FLASH、SRAM 和 LOGIC 元件。每一 IC 具有多个接合焊盘 20（即 I/O 终端），它们通常位于 IC 外围。每个集成电路中接合焊盘 20 的数量可以是大约 4 至大约 2000，根据电路的复杂性而有所不同。接合焊盘 20 由导电金属制成，一般是铝、铜或其合金。优选地，半导体晶片 10 还包括纬线(streets)或划线(scribe lines)，沿着它们将晶片锯成单个芯片。在半导体晶片上制造集成电路的方法是本领域众所周知的。

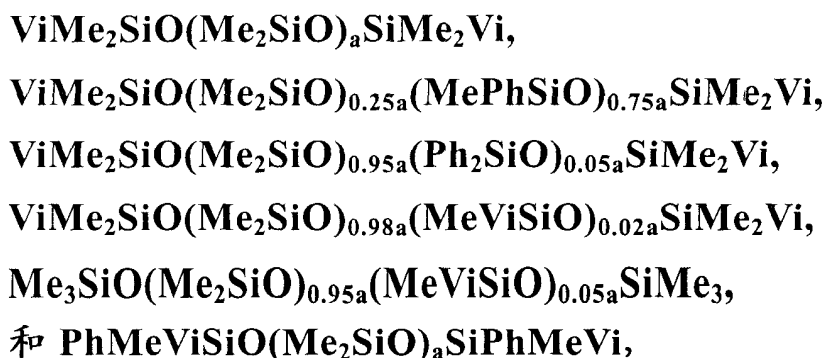
固化的硅氧烷层 30 的厚度一般是 0.1 至 200 微米，优选 1 至 50 微米，更优选 5 至 25 微米。固化的硅氧烷层 30 采用硅氧烷组合物制

得, 该硅氧烷组合物包括(A)每分子包含平均至少两个与硅键合的链烯基基团的有机聚硅氧烷, (B)每分子包含平均至少两个与硅键合的氢原子的有机硅化合物, 其浓度足以固化组合物, 和(C)催化量的光活化硅氢化催化剂。

组分(A)是至少一种每分子含有平均至少两个与硅键合的链烯基基团的有机聚硅氧烷。有机聚硅氧烷可以具有线型、支化或树脂性结构。有机聚硅氧烷可以是均聚物或共聚物。链烯基基团通常具有 2 至大约 10 个碳原子并且可列举出但不限于乙烯基、烯丙基、丁烯基和己烯基。有机聚硅氧烷中的链烯基基团可以处于端部、侧挂或既在端部又在侧挂位置。有机聚硅氧烷中其它与硅键合的有机基独立地选自无脂族不饱和度的单价烃基团和单价卤代烃基团。这些单价基团通常具有 1 至大约 20 个碳原子, 优选具有 1 至 10 个碳原子, 并且可列举为但不限于烷基例如甲基、乙基、丙基、戊基、辛基、十一烷基和十八烷基; 环烷基例如环己基; 芳基例如苯基、甲苯基、二甲苯基、苜基和 2-苜基乙基; 卤代烃基团例如 3,3,3-三氟丙基、3-氯丙基和二氯苜基。有机聚硅氧烷中优选至少 50%、更优选至少 80% 无脂族不饱和度的有机基团是苜基。

有机聚硅氧烷在 25℃ 下的粘度随分子量和结构而变化, 一般是 0.001 至 100,000 Pa·s, 优选 0.01 至 10,000 Pa·s, 更优选 0.01 至 1000 Pa·s。

可用于硅氧烷组合物的有机聚硅氧烷的实例包括但不限于, 下式的聚二有机硅氧烷:



其中 Me、Vi 和 Ph 分别代表苜基、乙烯基和苜基, a 的取值使得

聚二有机硅氧烷的粘度为 0.001 至 100,000Pa·s。

制备适用于硅氧烷组合物的有机聚硅氧烷的方法，例如相应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聚合，都是本领域众所周知的。

有机聚硅氧烷树脂的实例包括主要由 $R^1_3SiO_{1/2}$ 单元和 $SiO_{4/2}$ 单元构成的 MQ 树脂，主要由 $R^1SiO_{3/2}$ 单元和 $R^1_2SiO_{2/2}$ 单元构成的 TD 树脂，主要由 $R^1_3SiO_{1/2}$ 单元和 $R^1SiO_{3/2}$ 单元构成的 MT 树脂，以及主要由 $R^1_3SiO_{1/2}$ 单元、 $R^1SiO_{3/2}$ 单元和 $R^1_2SiO_{2/2}$ 单元构成的 MTD 树脂，其中每一 R^1 独立地选自单价烃基团和单价卤代烃基团。 R^1 所示单价烃基团一般具有 1 至大约 20 个碳原子，优选具有 1 至大约 10 个碳原子。单价基团的实例包括但不限于，烷基例如甲基、乙基、丙基、戊基、辛基、十一烷基和十八烷基；环烷基例如环己基；链烯基例如乙烯基、烯丙基、丁烯基和己烯基；芳基例如苯基、甲苯基、二甲苯基、苜基和 2-苜基乙基；和卤代烃基团例如 3,3,3-三氟丙基、3-氯丙基和二氯苜基。在有机聚硅氧烷树脂中优选至少一个至三个、更优选基本上所有 R^1 基团是甲基。优选的有机聚硅氧烷树脂主要由 $(CH_3)_3SiO_{1/2}$ 硅氧烷单元和 $SiO_{4/2}$ 构成，其中 $(CH_3)_3SiO_{1/2}$ 单元对 $SiO_{4/2}$ 单元的摩尔比为 0.6 至 1.9。

优选地，有机聚硅氧烷树脂平均含有大约 3 至 30% 摩尔链烯基基团。此处链烯基基团在树脂中的摩尔百分比定义为树脂中含链烯基的硅氧烷单元的摩尔数对树脂中硅氧烷单元的总摩尔数之比再乘以 100。

有机聚硅氧烷树脂可以通过本领域公知的方法来制备。优选地，通过处理树脂共聚物而制得该树脂，所述树脂共聚物用至少一种含链烯基的封端剂按照 Daudt 等人的二氧化硅水溶胶封端法制得。Daudt 等人的方法公开于美国专利 No.2676182 中，此处将其引入作为参考，以教导如何制取适用于本发明的有机聚硅氧烷树脂。

简言之，Daudt 等人的方法包括使二氧化硅水溶胶在酸性条件下与可水解的三有机硅烷例如三甲基氯硅烷、硅氧烷例如六甲基二硅氧烷或其混合物反应，然后回收带有 M 和 Q 单元的共聚物。所得共聚

物通常包含大约 2wt%至大约 5wt%的羟基。

使 Daudt 等人的产物与含链烯基的封端剂反应或者与含链烯基的封端剂和无脂族不饱和度的封端剂的混合物反应，可以制得典型地包含小于 2wt%与硅键合的羟基基团的有机聚硅氧烷树脂，封端剂的量足以给最终产品提供 3 至 30% 摩尔链烯基基团。封端剂的实例包括但不限于硅氮烷、硅氧烷和硅烷。适宜的封端剂是本领域已知的并且列举在 Blizzard 等人的美国专利 No.4584355、Blizzard 等人的美国专利 No.4591622 和 Homan 等人的美国专利 No.4585836 中，这些文献此处引入作为参考。单一封端剂或这类试剂的混合物可以用于制备有机聚硅氧烷树脂。

组分(A)可以是单一有机聚硅氧烷或者是包括两种或多种有机聚硅氧烷的混合物，该两种或多种有机聚硅氧烷至少下列性能之一各不相同：结构、粘度、平均分子量、硅氧烷单元和序列。

组分(B)是至少一种每分子包含平均至少两个与硅键合的氢原子的有机硅化合物。通常，当组分(A)中每分子链烯基的平均数与组分(B)中每分子与硅键合的氢原子的平均数之和大于 4 时会发生交联。有机氢聚硅氧烷中与硅键合的氢原子可以位于端部、侧挂或既在端部又在侧挂位置。

有机硅化合物可以是有机硅烷或有机氢硅氧烷。有机硅烷可以是单硅烷、二硅烷、三硅烷或聚硅烷。类似地，有机氢硅氧烷可以是二硅氧烷、三硅氧烷或聚硅氧烷。优选地，有机硅化合物是有机氢硅氧烷，更优选地，有机硅化合物是有机氢聚硅氧烷。有机硅化合物的结构可以是线型、支化、环状或树脂型。优选地，有机硅化合物中至少 50% 有机基是甲基。

有机硅烷的实例包括但不限于，单硅烷例如二苯基硅烷和 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；丙硅烷例如 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；和聚硅烷例如聚(甲基亚甲硅基)亚苯基和聚(甲基亚甲硅基)亚甲基。

有机氢硅氧烷的实例包括但不限于，二硅氧烷例如 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；和聚硅氧烷例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)和主要由 $\text{H}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 单元、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 单元和 $\text{SiO}_{4/2}$ 单元构成的树脂。

组分(B)可以是单一有机硅化合物或者是包括两种或多种这类化合物的混合物，该两种或多种这类化合物至少下列性能之一各不相同：结构、平均分子量、粘度、硅烷单元、硅氧烷单元和序列。

组分(B)在本发明硅氧烷组合物中的浓度足以使组合物固化(交联)。组分(B)的确切用量取决于所希望的固化程度，这通常随着组分(B)中与硅键合的氢原子摩尔数对组分(A)中链烯基摩尔数的比值增大而增加。典型地，组分(B)的浓度足以向组分(A)每一链烯基提供 0.5 至 3 个与硅键合的氢原子。优选地，组分(B)的浓度足以向组分(A)的每一链烯基提供 0.7 至 1.2 个与硅键合的氢原子。

制备包含与硅键合氢原子的有机硅化合物的方法是本领域众所周知的。例如，通过烃溶剂中的氯硅烷在钠或锂金属存在下的反应(Wurz 反应)可以制得有机聚硅烷。通过有机卤硅烷的水解和缩合可以制得有机聚硅氧烷。

为确保组分(A)和(B)的相容性，优选各组分中主要的有机基团是相同的。该基团优选是甲基。

组分(C)是光活化的硅氢化催化剂。光活化的硅氢化催化剂可以是曝光在波长 150 至 800 纳米的辐照下且在随后的加热下能够催化组分(A)与组分(B)的硅氢化反应的任何硅氢化催化剂。铂族金属包括铂、铑、钌、钯、铱和银。基于其在硅氢化反应中的高活性，铂族金属优选是铂。适合用于本发明硅氧烷组合物的具体光活化硅氢化催化剂可以采用以下实施例部分的方法通过常规实验而迅速确定。

光活化的硅氢化催化剂的例子包括但不限于，铂(II) β -二酮酸盐配

合物例如铂(II)二(2,4-戊二酸盐)、铂(II)二(2,4-己二酸盐)、铂(II)二(2,4-庚二酸盐)、铂(II)二(1-苯基-1,3-丁二酸盐)、铂(II)二(1,3-二苯基-1,3-丙二酸盐)、铂(II)二(1,1,1,5,5,5,-六氟-2,4-戊二酸盐); (η -环戊二烯基)三烷基铂配合物, 例如(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, 例如 $\text{Pt}[\text{C}_6\text{H}_5\text{NNNOCH}_3]_4$ 、 $\text{Pt}[\text{对}-\text{CN}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOC}_6\text{H}_{11}]_4$ 、 $\text{Pt}[\text{对}-\text{H}_3\text{COC}_6\text{H}_4\text{NNNOC}_6\text{H}_{11}]_4$ 、 $\text{Pt}[\text{对}-\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOCH}_3]_4$ 、1,5-环辛二烯 $\text{Pt}[\text{对}-\text{CN}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOC}_6\text{H}_{11}]_2$ 、1,5-环辛二烯 $\text{Pt}[\text{对}-\text{CH}_3\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOCH}_3]_2$ 、 $[(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}]_3\text{Rh}[\text{对}-\text{CN}-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOC}_6\text{H}_{11}]$ 和 $\text{Pd}[\text{对}-\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x-\text{C}_6\text{H}_4\text{NNNOCH}_3]_2$, 其中 x 是 1、3、5、11 或 17; (η -二烯烃)(σ -芳基)铂配合物, 例如(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)二-(4-二甲基氨基苯基)铂、(η^4 -1,5-环辛二烯基)二-(4-乙酰基苯基)铂和(η^4 -1,5-环辛二烯基)二-(4-三氟甲基苯基)铂。优选地, 光活化的硅氢化催化剂是铂(II) β -二酮酸盐配合物, 更优选地, 催化剂是铂(II)二(2,4-戊二酸盐)。

组分(C)可以是单一光活化硅氢化催化剂或者包括两种或多种这类催化剂的混合物。

组分(C)的浓度足以在曝光于辐照下以及下述方法所述的加热下时催化组分(A)和组分(B)的加成反应。基于组分(A)、(B)和(C)的合计量, 组分(C)的浓度足以提供通常是 0.1 至 1000ppm 铂族金属, 优选 0.5 至 100ppm 铂族金属, 更优选 1 至 25ppm 铂族金属。低于 1ppm 铂族金属时固化速率非常低。使用大于 100ppm 的铂族金属不会导致固化速率明显增大, 因而是经济节约的。

制备前述光活化硅氢化催化剂的方法是本领域公知的。例如, Guo 等人 (Chemistry of Materials, 1998, 10, 531-536) 报导了制备铂(II) β -二酮酸盐类的方法。制备(η -环戊二烯基)三烷基铂配合物的方法公开于美国专利 No.4510094 中。制备三氮烯氧化物-过渡金属配合物的方法

披露在美国专利 No.5496961 中。还有，美国专利 No.4530879 教导了制备(η -二烯烃)(σ -芳基)铂配合物的方法。

前述组分(A)、(B)和(C)的混合物可以在室温下开始固化。为了获得更长使用时间或“贮存期”，通过向本发明硅氧烷组合物中加入适宜的抑制剂可以延缓或抑制室温条件下催化剂的活性。铂催化剂抑制剂在室温下能够延迟本发明硅氧烷组合物固化但在升高的温度下不会阻止组合物固化。适宜的铂催化剂抑制剂包括各种“烯-炔”体系，例如 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；马来酸盐和富马酸盐，例如公知的二烷基、二链烯基和二烷氧基烷基富马酸盐和马来酸盐；以及环乙烯基硅氧烷。在本发明硅氧烷组合物中炔醇是优选的一类抑制剂。

在本发明硅氧烷组合物中铂催化剂抑制剂的浓度足以延迟该组合物在室温下固化而不会阻止或过分延长在升高温度下的固化。该浓度随着所用具体抑制剂、硅氢化催化剂的特性和浓度以及有机氢聚硅氧烷特性的不同而有所变化。

抑制剂的浓度低至每摩尔铂族金属为一摩尔抑制剂，某些情况下这将产生令人满意的储存稳定性和固化速率。在其它情形下可能要求抑制剂浓度高达 500 或更高摩尔抑制剂 / 摩尔铂族金属。对于给定硅氧烷组合物中具体的抑制剂，其最佳浓度可以通过常规实验而迅速确定。

本发明硅氧烷组合物还可以包括附加成分，只要在本发明方法中，这些成分不会对组合物的光致成型图案或固化产生不利影响。附加成分的例子包括但不限于粘合促进剂、溶剂、无机填料、光敏剂和表面活性剂。

本发明硅氧烷组合物可以进一步包括适当量的至少一种有机溶剂以降低组合物的粘度并有助于组合物的制备、处理和应用。适宜溶剂的例子包括但不限于，具有 1 至大约 20 个碳原子的饱和烃；芳族烃例如二甲苯和 1,3,5-三甲基苯；矿油精；卤代烃；酯类；酮类；硅氧烷流

体例如线型、支化和环状聚二甲基硅氧烷；和这些溶剂的混合物。在本发明硅氧烷组合物中，具体溶剂的最佳浓度可以通过常规实验来迅速确定。

本发明硅氧烷组合物可以是包括组分(A)至(C)且以单一组分形式的单组份组合物，或者换之，也可以是包括组分(A)至(C)并以两组份或多组份形式的多组份组合物。在多组份组合物中，除非还存在抑制剂的话，组分(A)、(B)和(C)通常不存在于同一个组份中。例如，多组份硅氧烷组合物可以包括第一组份和第二组份，第一组份包含一部分组分(A)和一部分组分(B)，第二组份包含其余的组分(A)和所有的组分(C)。

如上所述，通常在室温下将组分(A)至(C)以及所述含量的任何可选成分结合，可以使用溶剂也可以不使用溶剂，从而制备出本发明单组份硅氧烷组合物。尽管加入各种组分的顺序不是很重要，但是如果硅氧烷组合物需要立即使用，则优选在大约 30℃ 以下温度最后加入硅氢化催化剂，以防止组合物发生早期固化。还有，通过将各个组份所设计的具体组分结合可以制备出本发明的多组份硅氧烷组合物。

本发明优选的半导体封装件示于图 2 中。为清楚起见，仅示出了带有单一接合焊盘的晶片的一部分。如图 2 所示，半导体封装件包括其有源表面包含至少一个集成电路（未示出）的半导体晶片 10，其中每一集成电路具有多个接合焊盘 20；覆盖除接合焊盘 20 之外晶片有源表面的固化的硅氧烷层 30；近端粘附于每一接合焊盘 20 而远端处于硅氧烷层 30 表面上的金属引线 40；连在每一引线 40 远端上的焊接凸点 50；和覆盖接合焊盘 20、硅氧烷层 30 和金属引线 40 的焊接掩模 60。

金属引线将 IC 上的外围接合焊盘重布线或再分布，形成面阵排布 (area array configuration)。引线包括导电金属或合金。金属的实例有铬、钛、铜、金和镍。优选地，金属引线由钛/镍/铜三层体系构成，其中钛是粘合层，镍是扩散阻挡层，而铜是主引线金属。优选地，焊接掩模是本发明硅氧烷组合物的固化产物。前述无本发明硅氧烷组合物

的晶片级封装设计是现有技术已知的。例如，Kang 等人报导了晶片级芯片规模封装件，它包含改性聚酰亚胺作为应力缓冲层，焊接掩模由苯并环丁烯构成，再分布网络由金属滑槽(metal runner)和焊球构成 (Electronic Components and Technology Conference Proceedings, 2000 年, 87-92 页)。

一种制造本发明半导体封装件的方法，它包括以下步骤：

(i)将硅氧烷组合物施用到半导体晶片的有源表面以形成膜，其中该有源表面包括至少一个集成电路，每一集成电路具有多个接合焊盘，并且所述硅氧烷组合物包括：

(A)每分子包含平均至少两个与硅键合的链烯基基团的有机聚硅氧烷，

(B)每分子包含平均至少两个与硅键合的氢原子的有机硅化合物，其浓度足以固化组合物，和

(C)催化量的光活化硅氢化催化剂；

(ii)将一部分膜暴露于波长 150 至 800 纳米的辐照下以制备部分曝光的膜，该部分曝光的膜具有覆盖了每一接合焊盘至少一部分的未曝光区和覆盖了其余有源表面的曝光区；

(iii)将该部分曝光的膜加热一段时间，如此使得曝光区基本上不溶于显影溶剂，而未曝光区溶于显影溶剂；

(iv)用显影溶剂除去加热膜的未曝光区，从而形成带图案的膜；和

(v)将带图案的膜加热一段时间，该加热时间足以形成固化的硅氧烷层。

可以采用常规方法将硅氧烷组合物施用到半导体晶片的有源表面，例如旋涂、浸涂、喷涂或丝网印刷。优选地，以 500 至 6000rpm 的速度通过旋涂来施用硅氧烷组合物 5 至 60 秒。旋涂法中施用的硅氧烷组合物的体积量通常是 0.1 至 5 毫升。可以调整旋转速度、旋转时间和硅氧烷组合物的体积量以生产厚度为 0.1 至 200 微米的固化的硅氧烷膜 (步骤 v)。

当硅氧烷组合物包括溶剂时，该方法可以进一步包括从膜中除去

至少一部分溶剂的步骤。优选地，通过将膜在 50 至 150℃ 温度下加热 1 至 5 分钟而除去溶剂，更优选地，通过在 80 至 120℃ 温度下加热 2 至 4 分钟而除去溶剂。

将所得硅氧烷膜的一部分暴露于辐照下以制备部分曝光的膜，该部分曝光的膜具有覆盖了每一接合焊盘至少一部分的未曝光区和覆盖了晶片其余有源表面的曝光区。当晶片还包括划线时，覆盖在划线上的硅氧烷组合物通常不暴露于辐照下。所用光源一般是中压汞弧灯。辐照波长通常是 150 至 800 纳米，优选 250 至 450 纳米。辐照量通常是 0.1 至 5000 mJ/cm²，优选 250 至 1300 mJ/cm²。膜的选择区经由带有图像的光掩模而暴露于辐照下。

将部分曝光的膜加热一段时间，如此使得暴露于辐照下的区域（“曝光区”）基本上不溶于显影溶剂。先前未暴露于辐照下的区域（“未曝光区”）可溶解于显影溶剂。术语“基本上不溶”意指显影溶剂不会溶解除去硅氧烷膜的曝光区而使晶片有源表面下层暴露出来。术语“可溶解”意指显影溶剂溶解除去硅氧烷膜的未曝光区，从而暴露出晶片有源表面下层。部分曝光的膜通常在 50 至 250℃ 温度下加热 0.1 至 10 分钟，优选在 100 至 200℃ 温度下加热 1 至 5 分钟，更优选在 135 至 165℃ 温度下加热 2 至 4 分钟。部分曝光的膜可以采用常规设备来加热，例如电热板或烘箱。

用显影溶剂除去加热膜的未曝光区从而形成带图案的膜。显影溶剂是有机溶剂，加热膜的未曝光区至少能够部分溶解于其中，曝光区则基本上不溶于其中。显影溶剂通常具有 3 至 20 个碳原子。显影溶剂的实例包括酮类，例如甲基·异丁基酮和甲基·戊基酮；醚类，例如正丁基醚和聚乙二醇单甲醚；酯类，例如乙酸乙酯和 γ -丁内酯；脂族烃类，例如壬烷、萘烷和十二烷；和芳族烃类，例如 1,3,5-三甲基苯、二甲苯和甲苯。可以用任何常规方法来施用显影溶剂，包括喷雾、浸渍和浸没(pooling)。优选地，通过在固定的晶片上形成溶剂池然后旋转干燥晶片而施用显影溶剂。通常在室温至 100℃ 的温度下使用显影溶剂。不过，具体温度取决于溶剂的化学性能、溶剂的沸点、形成图

案的理想速率和光致成型图案方法所必需的分辨率。

然后将带图案的膜加热一段时间，该加热时间足以形成固化的硅氧烷层。典型地，将带图案的膜加热一段时间，无需氧化或分解即可在硅氧烷中获得最大的交联密度。带图案的膜通常在 50 至 300℃ 的温度下加热 1 至 300 分钟，优选在 75 至 275℃ 的温度下加热 10 至 120 分钟，更优选在 200 至 250℃ 的温度下加热 20 至 60 分钟。可以采用常规设备来加热带图案的膜，例如加热板或烘箱。

在本发明方法优选的具体实施方案中（参见图 2），该工艺进一步包括形成金属引线 40，金属引线 40 的近端粘附于每一接合焊盘 20 而远端处于硅氧烷层 30 的表面上；施加焊接掩模 60 覆盖接合焊盘 20、硅氧烷层 30 和金属引线 40，其中至少一部分每一引线 40 的远端无焊接掩模 60；并且在每一引线 40 的远端形成焊接凸点 50。使用例如常规的晶片锯可以将所得半导体封装件分离为单个 IC 芯片。

采用常规喷镀、平板印刷和电镀技术可以形成金属引线，例如 Kang 等人所报导的（Electronic Components and Technology Conference Proceedings, 2000 年，87-92 页）。优选地，通过在封装件的表面施用本发明的硅氧烷组合物，并且使组合物形成光致成型图案以便给金属引线远端上的焊接凸点提供孔口，从而形成焊接掩模。

或者换之，本工艺可进一步包括将弹簧连接至每一接合焊盘并且将封装件分离为单个 IC 芯片。弹簧连接的例子和将弹簧连接至半导体装置的方法是本领域已知的，如 Chang 等人的美国专利 No.6168974B1 所列举的。

相反地，本工艺可以进一步包括将封装件分离为单个 IC 芯片并且将每一芯片装配成引线框架封装。装配方法通常包括将每一芯片连至引线框架，将每一芯片上的接合焊盘连接至引线框架的导线（通过常是引线接合），并且将壳体部件密封在一起或用模塑化合物包封装配件。装配引线框架封装件（例如 DIP、SH-DIP、SK-DIP、SL-DIP、SIP、ZIP、PGA、SO、SOP、LCC、PLCC 和 SOJ）的方法是本领域公知的。

另一方面，本工艺可进一步包括将封装件分离为单个 IC 芯片并且将每一芯片装配成球栅阵列（BGA）封装件。装配 BGA 封装件的方法也是本领域公知的。

带图案的膜还可以由以下方法制得：将硅氧烷组合物施用到基底表面上以形成膜，使一部分膜暴露于波长 150 至 800 纳米的辐照下以制备部分曝光的膜，该部分曝光的膜具有覆盖一部分表面的未曝光区和覆盖其余表面的曝光区，将部分曝光的膜加热一段时间，如此使得曝光区基本上不溶于显影溶剂而未曝光区却溶于显影溶剂，用显影溶剂除去加热膜的未曝光区从而形成带图案的膜，将带图案的膜加热一段时间，该加热时间足以形成固化的硅氧烷层。

适宜的基底包括但不限于，金属例如铝、银、铜和铁以及它们的合金；硅；多孔材料例如纸张、木材、皮革和织物；聚烯烃，例如聚乙烯和聚丙烯；氟碳聚合物例如聚四氟乙烯和聚氟乙烯；聚苯乙烯；聚酰胺例如尼龙；聚酰亚胺；聚酯和丙烯酸聚合物；涂漆的表面；陶瓷；玻璃；玻璃布。

本发明的半导体封装件在很宽的温度范围内显示出良好的热稳定性和良好的耐环境性能。而且，本发明半导体封装件可以分立为单个芯片，每一芯片的尺寸仅稍大于 IC 本身。这些比常规 IC 封装件更轻、更小和更薄的“芯片规模封装件”非常适用于高密度应用。

本发明制造半导体封装件的方法是规模可扩大至高产量制造方法。重要的是，该方法提供了在晶片上对所有的 IC 同时进行封装。另外，该方法利用常规的晶片生产工艺（例如涂覆、曝光、显影、固化）和设备。而且，该方法使用可光致成型图案的硅氧烷组合物，由此消除了使用非光致成型图案聚合物组合物所需要的附加工艺步骤。最后，本发明方法具有高分辨率，意味着本方法能够将图像从光掩模转换至晶片上的硅氧烷层并保持良好的临界尺寸。

本发明的半导体封装可以用于制造单个 IC 芯片封装件。芯片封装件可用于制造印刷线路板，而印刷线路板能够装入电子设备中，例如计算器、电话、电视和大型计算机以及个人计算机。

实施例

下述实施例用于进一步解释使本发明硅氧烷组合物形成光致成型图案的方法，但是并不认为下述实施例是对本发明的限制，本发明范围由所附权利要求来界定。若无相反指示，实施例中所有的份数和百分数都是指重量。在实施例中运用以下方法和使用以下材料：

利用装备有4-英寸直径干涉滤光片的 OAI 7-英寸中压水银投影灯对硅氧烷膜进行辐照，该干涉滤光片中心在 365 ± 2 纳米处(I-线)并且半高峰宽为 10 ± 2 纳米 (Optics Automation Instrumentation, Milpitas, CA)。使用对 I-线辐射校准的 International Light 辐射计测量辐照量 (mJ/cm^2)。

利用 Tencor P-11 表面光度计 (KLA Tencor, Milpitas, CA) 测定硅片上固化的硅氧烷膜的厚度。测量涂覆的和未涂覆的晶片表面之间的间距为膜厚。以微米为单位表示的厚度值代表对同一晶片不同区域实施三次测量的平均值。

根据下述方程计算以百分数表示的膜保留率：

$$\text{膜保留率}(\%) = t_2/t_1 \times 100$$

其中 t_2 是固化的带图案的硅氧烷膜厚度，该固化的带图案的硅氧烷膜根据以下实施例的方法制得， t_1 是用同样方法制得的硅氧烷膜的厚度，只是省略了 UV 曝光、曝光后加热和显影（用正丁基醚处理）步骤。在后述情况下，除去一部分不带图案的固化硅氧烷膜以露出晶片表面。厚度测量按照上述方法进行。

测量对应于光掩模上 250 微米圆孔(实施例 1-3)或 40 微米圆孔(实施例 4-33)的硅氧烷膜中特征部分的尺寸，由此测得光致成型图案工艺的分辨率。运用 Image Pro Plus 图像分析软件 (Silver Spring, MD) 借助数字化显微照相来实施测量。以微米为单位表示的分辨率数值代表对同一晶片的不同特征部分实施 4 次测量的平均值。

树脂：基本上由 $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 单元、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 单元和 $\text{SiO}_{4/2}$ 单元构成的有机聚硅氧烷树脂，其中 $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{1/2}$ 单元与 $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ 单元之和对 $\text{SiO}_{4/2}$ 单元的摩尔比是大约 0.7，并且树脂

的重均分子量大约为 22,000, 多分散性大约为 5, 树脂包含大约 5.5 % 摩尔(1.8wt%)的乙烯基基团。

交联剂: 由 88 % 三甲基甲硅烷氧基封端的聚(二甲基硅氧烷/甲基氢硅氧烷) (每分子平均带有 92 个二甲基硅氧烷单元和 6 个甲基氢硅氧烷单元并且含有大约 0.08 % 与硅键合的氢原子)、4 % 二甲基甲基氢环硅氧烷、4 % 八甲基环四硅氧烷、3 % 十甲基环五硅氧烷和 1 % 二甲基环硅氧烷(D₆或更高)构成的混合物;

硅氧烷基料: 由下述物质形成的混合物: 61.32 % 的树脂; 22.09 % 由 88 % 三甲基甲硅烷氧基封端的聚(二甲基硅氧烷/甲基氢硅氧烷) (每分子平均带有 100 个二甲基硅氧烷单元和 9 个甲基氢硅氧烷单元并且含有大约 0.11 % 与硅键合的氢原子)、5 % 二甲基甲基氢环硅氧烷、3 % 八甲基环四硅氧烷、2 % 十甲基环五硅氧烷、1 % 甲基氢环硅氧烷和 0.8 % 二甲基环硅氧烷(D₆或更高)构成的混合物; 2.33 % 的三甲基甲硅烷氧基封端的聚(二甲基硅氧烷/甲基氢硅氧烷) (每分子平均带有 3 个二甲基硅氧烷单元和 5 个甲基氢硅氧烷单元并且含有大约 0.8 % 与硅键合的氢原子); 和 14.27 % 的 1,3,5-三甲基苯。该硅氧烷基料储存在密封的琥珀色瓶中。

从 Strem Chemicals(Newburyport, MA)购得用于制备催化剂 A-E 的铂(II)乙酰丙酮酸盐。通过在 140 °C 温度和 4mmHg 压力下的升华作用提纯该材料。

催化剂 A: 0.05 % 铂(II)乙酰丙酮酸盐在 1,3,5-三甲基苯中形成的混合物。

催化剂 B: 0.10 % 铂(II)乙酰丙酮酸盐在 1,3,5-三甲基苯中形成的混合物。

催化剂 C: 0.15 % 铂(II)乙酰丙酮酸盐在 1,3,5-三甲基苯中形成的混合物。

催化剂 D: 0.20 % 铂(II)乙酰丙酮酸盐在 1,3,5-三甲基苯中形成的混合物。

催化剂 E: 0.25 % 铂(II)乙酰丙酮酸盐在 1,3,5-三甲基苯中形成的

混合物。

1,3,5-三甲基苯: A.C.S.试剂级。

实施例 1-3

将树脂(46.84 份)、42.16 份交联剂和 10.12 份 1,3,5-三甲基苯混合在琥珀色瓶中。向混合物中加入催化剂 D(0.89 份)并且在室温下继续混合 0.5 小时。然后用串联有 10 微米和 5 微米尼龙膜的不锈钢罐压滤(138 至 276kPa 氮气)该混合物。使用之前将硅氧烷组合物(滤液) 储存于-15℃ 包有铝箔的封闭聚乙烯瓶中。

在实施例 1-3 中, 室温下将硅氧烷组合物(大约 2.5g)涂覆到 100-mm 硅片上并且使其旋转成薄膜(在 500rpm 进行 10 秒接着在 3000rpm 进行 30 秒)。被涂覆的晶片在 110℃ 的电热板上加热 2 分钟以除去大部分溶剂。之后将该膜透过包含 250 微米圆孔且与膜紧密接触的光掩模而暴露于 I-线辐射(365 纳米)下。然后在表 1 所设具体温度和时间条件下于电热板上加热晶片。使晶片冷却至室温并且安装在旋涂器上。用壬烷冲洗晶片被涂覆的表面, 使其在室温下静置两分钟。之后旋转干燥晶片(500rpm 进行 10 秒接着在 3000rpm 进行 30 秒), 将其放置于烘箱中在 250℃ 下加热三十分钟, 然后使其冷却至室温。每一晶片的膜厚、膜保留率和分辨率值都示于表 1 中。

表 1

实施例	催化剂	辐射量 (mJ/cm ²)	UV 后烘烤		膜厚(微米)	膜保留率 (%)	分辨率 (微米)
			温度(℃)	时间(秒)			
1	D	1000	135	180	18.3	87	151
2	D	1000	144	265	16.8	80	168
3	D	1000	165	60	17.2	82	164

实施例 4-33

在实施例 4-33 中, 按照下述步骤将硅氧烷基料与表 2 所列具体催化剂混合而制备出硅氧烷组合物: 将硅氧烷基料(99.15 份)和 0.85 份催

化剂混合在琥珀色瓶中并且在室温下混合 0.5 小时。然后用串联有 10 微米和 5 微米尼龙膜的不锈钢罐压滤(138 至 276kPa 氮气)该混合物。使用之前将硅氧烷组合物(滤液) 储存于-15℃ 包有铝箔的封闭聚乙烯瓶中。

室温下将硅氧烷组合物(大约 2.5g)样品涂覆到 100-mm 硅片上并且使其旋转成薄膜(在 500rpm 进行 10 秒接着在 3000rpm 进行 30 秒)。被涂覆的晶片在 110℃ 的电热板上加热 2 分钟以除去大部分溶剂。之后将该膜透过包含 40 微米圆孔且与膜紧密接触的光掩模而暴露于线辐射(365 纳米)下。然后在表 2 所设具体温度和时间条件下于电热板上加热晶片。使晶片冷却至室温并且安装在旋涂器上。用正丁基醚冲洗晶片被涂覆的表面, 使其在室温下静置两分钟。之后旋转干燥晶片(500rpm 进行 10 秒接着在 3000rpm 进行 30 秒), 将其放置于烘箱中在 250℃ 下加热三十分钟, 然后使其冷却至室温。每一晶片的膜厚、膜保留率和分辨率值都示于表 2 中。

表 2

实施例	催化剂	辐射量 (mJ/cm ²)	UV 后烘烤		膜厚(微米)	膜保留率 (%)	分辨率 (微米)
			温度(℃)	时间(秒)			
4	A	700	165	180	14.33	62	44.55
5	B	400	150	120	0.17	0.7	-
6	B	400	150	240	10.24	45	46.32
7	B	400	180	120	15.33	67	40.13
8	B	400	180	240	17.64	77	15.05
9	B	1000	150	120	12.19	53	52.15
10	B	1000	150	240	15.74	68	42.59
11	B	1000	180	120	18.25	79	25.26
12	B	1000	180	240	18.91	82	19.99
13	C	100	165	180	6.89	30	-
14	C	700	135	180	8.67	38	-
15	C	700	165	60	7.61	33	-

16	C	700	165	180	8.19	36	-
17	C	700	165	180	16.62	72	37.55
18	C	700	165	180	16.64	72	19.50
19	C	700	165	180	17.31	75	+
20	C	700	165	180	17.69	77	17.72
21	C	700	165	180	18.08	79	32.97
22	C	700	165	300	19.12	83	33.22
23	C	700	195	180	25.00	100	6.02
24	C	1300	165	180	18.43	80	27.78
25	D	400	150	120	12.12	53	47.59
26	D	400	150	240	16.02	70	39.89
27	D	400	180	120	19.10	83	32.99
28	D	400	180	240	25.00	100	8.43
29	D	1000	150	120	16.32	71	43.30
30	D	1000	150	240	18.82	82	23.53
31	D	1000	180	120	18.74	82	19.87
22	D	1000	180	240	25.00	100	5.66
33	E	700	165	180	19.07	83	21.79

- 表示由于图像质量差而不能测量的值，+表示未测量的值。

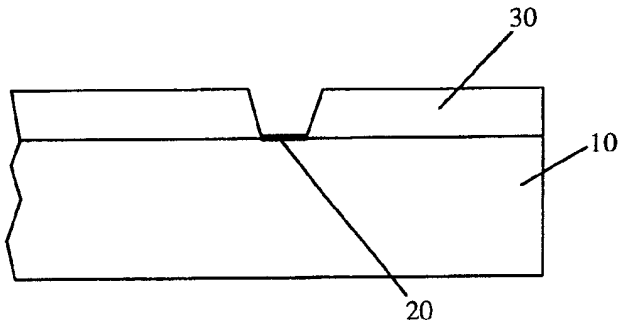


图1

图2

