

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/768

H01L 21/28



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99125090.7

[45] 授权公告日 2003 年 10 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 1124648C

[22] 申请日 1999. 11. 26 [21] 申请号 99125090.7

[30] 优先权

[32] 1998. 11. 27 [33] JP [31] 337804/1998

[71] 专利权人 恩益禧电子股份有限公司

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 山本悦章

审查员 朱永全

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

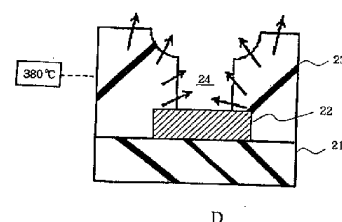
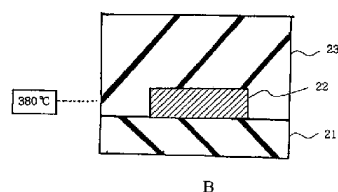
代理人 朱进桂

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 8 页

[54] 发明名称 半导体器件的制造方法

[57] 摘要

一下层的铝配线(22)对形成在层间隔离层(23)中的通孔(24)暴露,以及在淀积通过通孔(24)连接至下层的铝配线(22)的一上部铝配线(30)之前,执行除气处理,其中除气是在等于或者小于在层间隔离层(23)时的最大的基片温度的一基片温度下执行的,所以由于热应力造成的小丘和触须不会发生在下层的铝配线(22)上。



ISSN 1008-4274

5 1. 一种用于制造半导体器件的方法，其中包括步骤：

 a) 在一半导体基片 (20) 上方形成一下层的金属配线 (22; 32) ；

 b) 在所述半导体基片 (20) 被加热到在最大值的第一温度的情况下，
用一层间隔层 (23; 33) 覆盖所述下层的金属配线 (22; 32) ；

 c) 在所述层间隔层 (23; 33) 中形成一通孔 (24; 37) ；

10 d) 执行一除气从所述层间隔层 (23; 33) 中除去污染物； 以及

 e) 形成穿过所述通孔 (24; 37) 并与下层金属配线连接的一上部金属
配线 (30; 38) ， 并且所述上层金属配线是从包括铝和铝合金的组中选择
的一种导电的材料构成的， 其特征在于

 所述除气是在所述半导体基片 (20) 被加热到等于或者小于所述第
15 一温度的一第二温度的情况之下执行的。

 2. 根据权利要求 1 所述的方法， 其特征在于所述第二温度等于或者
高于摄氏 200 度， 并且比所述第一温度降低 0 至 400 摄氏度。

 3. 根据权利要求 2 所述的方法， 其特征在于所述第一温度落在摄氏
200 度和 600 度之间的范围内。

20 4. 根据权利要求 1 所述的方法， 其特征在于所述步骤 b) 包括细步
骤： 使用等离子体化学汽相淀积， 在所述第一温度下淀积隔离材料， 以
至于为所述层间隔层 (23) 形成一隔离材料层。

 5. 根据权利要求 4 所述的方法， 其特征在于所述步骤 b) 还包括细
步骤： 化学机械抛光所述隔离材料层的上部表面， 以至于产生所述层间隔
25 层 (23) 的一平滑的顶表面。

 6. 根据权利要求 1 所述的方法， 其特征在于所述步骤 b) 包括细步骤：

 b - 1) 通过使用等离子体化学汽相淀积淀积隔离材料用于形成一线
隔离层 (34) ，

 b - 2) 在所述线[性]隔离层之上散布包含硅石的溶液， 用于在所述
30 线隔离层 (34) 上形成一硅石层 (35) ，

b - 3) 执行一深蚀刻, 以便选择性的留下在所述下层的金属配线 (32) 和另一下层的金属配线之间的所述线隔离层 (34) 上的所述硅石层 (35),

5 b - 4) 通过使用等离子体化学汽相淀积淀积隔离材料, 用于覆盖所述硅石层 (35) 以及具有一覆盖层 (36) 的所述线隔离层 (34) 的暴露的表面, 以及

b - 5) 退火所述细步骤 b - 4) 产生的结构以至于烘焙所述硅石层 (35)。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于所述退火是在所述第一温度执行的。

8. 根据权利要求 6 所述的方法, 其特征在于所述隔离材料是在所述第一温度淀积的。

9. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于所述步骤 d) 和 e) 是在其间不破坏所述真空的情况下在真空中进行的。

15 10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其特征在于所述步骤 e) 包括细步骤:

e-1) 在所述步骤 d) 产生的结构的整个表面之上淀积所述导电的材料以致填充所述通孔 (24; 37) 以及, 在之后扩大成导电的材料层 (28; 41), 以及

20 e-2) 将所述导电的材料层 (28; 41) 形成所述上部金属配线 (30; 38) 图案。

11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其特征在于所述步骤 e - 1) 包括细步骤:

25 e-1-1) 以一第三温度和一相对地高的淀积率在所述步骤 d) 的所述产生的结构的整个表面之上淀积所述导电的材料, 以及

e-1-2) 将淀积温度从所述第三温度改变至比所述第三温度更高的一第四温度用于增加所述导电的材料的表面扩散, 以及将淀积率从所述相对高的淀积率改变到一相对低的淀积率。

30 12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其特征在于在所述细步骤 e-1-1) 和 e-1-2) 中使用一溅射。

13. 根据权利要求 11所述的方法，其特征在于所述步骤 e-1)还包括
细步骤：在所述细步骤 e-1-1)之前，为所述导电的材料改进润湿性的步
骤。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于所述润湿性是通过在
5 所述步骤 d)的所述产生结果的整个表面之上淀积钛 (25; 39)改进的。

半导体器件的制造方法

技术领域

本发明涉及用于半导体器件的一项制造技术，尤其是用于制造具有通孔的半导体器件的方法。

背景技术

大量的电路元件被制造在一单个半导体芯片上，而形式一集成电路器件。集成电路被做的复杂，相应地，电路元件被增加。然而，增大半导体芯片不是令人想要的。由于这个原因生产商要使集成电路的电路元件小型化。对于集成电路，多层的配线结构是必需的，而且在不同层次上的导线是通过通孔连接的。通孔也已经被小型化。用于超大规模集成电路的多层的配线结构包括通孔，通孔的纵横比等于或者大于 1。

在上层上的导线通常被铝或者铝合金形成的。通过利用溅射淀积铝/铝合金，并且通过光刻和蚀刻将铝/铝合金层形成导线图案。在铝/铝合金目标被溅射时，铝/铝合金填充通孔，并且扩大成在层间隔离层之上的铝/铝合金层。然而，铝/铝合金很难围绕具有不小于 1 的纵横比的通孔形成平滑上部表面并且该台阶覆盖是差的。差的台阶覆盖导致上层导线的低可靠性。

在日本的未审查的专利申请 64 - 76736 中提出了一种多步骤高温度的溅射技术用于改进台阶覆盖。图 1A 至 1H 举例说明在日本的未审查的专利申请中透露的现有技术的多步骤高温度的溅射技术。

电路元件被制造在一硅衬底（未示出）上，并且是覆盖着第一层间隔离层 1。铝的下层的金属配线 2 在下层的层间隔离层 1 上形成图案如图 1A 所示。在摄氏的 380 度通过使用等离子体化学汽相淀积，在该产生的结构的整个表面之上淀积隔离材料，而形成一第二层间隔离层 3 如图 1B

所示。

在第二层间隔离层 3 上形成一光刻胶蚀刻掩膜（未示出），并且在下层的金属配线 2 之上有一开口。使用光刻胶蚀刻掩膜对蚀刻剂暴露第二层间隔离层 3 的一部分，并且第二层间隔离层 3 被选择性的蚀刻以至于在第二层间隔离层 3 中形成一通孔 4 如图 1C 所示。

随后，在高温度真空中实现除气。产生的结构处于真空，并且被加热至摄氏的 450 度。用于除气的高温真空气氛比此后参照图 1G 描述的溅射温度更高。然后，第二层间隔离层 3 按图 1D 中的箭头指示散发气体。

为了增强润湿性，在整个表面之上淀积钛，而形成一钛层 5。产生的结构被维持在真空室中而不必断开该真空，并且在一高溅射比率下在低温气氛中在整个表面之上淀积铝。然后，一铝层 6 被淀积在该钛层 5 上，如图 1F 所示。铝层 6 定义一第二通孔 7。

随后，在一高温气氛中，在低溅射率没有断开真空的情况下，在产生的结构的整个表面之上淀积铝。高温低比率溅射导致铝的表面扩散。铝填充该第二通孔 7，并且扩大成铝层 8。铝层 8 被融合进铝层 6，并且钛与铝起反应形成一钛铝合金层 9，如图 1G 所示。

通过利用光刻和蚀刻，钛铝层 9 和铝层 8 被形成上部金属配线 10 图案。产生的配线结构在图 1H 中示出。

高温低比率溅射引起表面扩散，和用铝填充纤小的通孔 7。结果，台阶覆盖的确是改进。然而，在现有技术方法中遇见一个问题，即，由于热应力，从下层的金属配线 2 产生小丘和触须。小丘和触须成为在铝配线之间短路的原因。

发明内容

因此，本发明的一重要的目的是提供一种用于制造半导体器件的方法，其改进了台阶覆盖没有任何短路。

本发明者考虑了这个问题。虽然难熔金属比如钨或者钛氮化物的下层的金属配线 2 没有这个问题，但是难熔金属和难熔金属氮化物在电阻系数方面比铝大的多，这对于高速集成电路来说是不理想的。然后，本发明者调查了现有技术方法，并且将注意力集中在除气步骤上。本发明人

以现有技术的方法在不同的温度下执行了除气，并且获得了在除气温度方面不同的多组示例。本发明人观察多组示例以及多少下层的金属配线 2 被小丘和触须损坏。本发明人绘制了依据加热温度的被损坏的示例的数字，如图 2 所示。本发明人注意到被损坏的采样从除气温度大致等于第二层间隔层 3 的淀积温度开始剧烈的增加。本发明人断定临界除气温度大致等于第二层间隔层 3 的淀积温度。

为实现这个目标，本发明建议以不高于层间隔层的淀积温度的温度除气。

按照本发明的一个方面，提供了一种用于制造半导体器件的方法，其包括步骤：a) 在一个半导体基片之上形成一下层的金属配线，b) 在该半导体基片被加热到为最大值的第一温度情况之下，用一层间隔层覆盖该下层的金属配线，c) 在该层间隔层中形成一通孔，d) 在该半导体基片被加热至等于或者小于第一温度的一第二温度的情况之下执行除气，以至于从层间隔层中除去污染物，以及 e) 形成穿透进入通孔并且是由从铝和铝合金组中选择的一导电的材料构成的一上部金属配线。

通过下面结合相应附图的详细描述，本方法的特征和优点将更加易于理解。

附图说明

图 1A 至 1H 示出在日本的未审查的专利申请 64 - 76736 中透露的现有技术方法的截面的视图；

图 2 是示出在被损坏的抽取样品和加热温度之间的关系的曲线图；

图 3A 至 3H 示出了根据本发明的用于制造半导体器件的方法的必要的步骤的截面的视图；

图 4 是示出施加于下层的金属配线上的热应力和温度之间的关系的曲线图；

图 5 是示出依据除气温度的剩余污染物的质量数的曲线图；及

图 6A 至 6H 示出了根据本发明的用于制造半导体器件的另一方法的截面视图。

具体实施方式

第一实施例

图 3A至 3H举例说明具体表达本发明的用于制造半导体器件的一方法。本方法从半导体基片 20的准备开始。虽然在图 3A至 3H中未示出，电路元件比如集成电路的场效应晶体管是制造在该半导体基片 20上。隔离材料被淀积在半导体基片 20之上，并且电路元件是覆盖着一层第一层间隔隔离层 21。通过使用溅射，铝或者铝合金被淀积在第一层间隔隔离层 21的整个表面之上。作为例子，铝合金可为铝铜合金或者是铝硅铜合金。光刻胶溶液遍及铝/铝合金层的整个表面，并且被烘焙以至于形成一光刻胶层。对于下层的金属配线的一图案图像被转移到光刻胶层，并且在光刻胶层中产生一隐藏的图像。该隐藏的图像被显影，光刻胶层被成形为一光刻胶蚀刻掩膜(未示出)。使用光刻胶蚀刻掩膜，选择性的蚀刻铝/铝合金层，并且下层的金属配线 22被遗留在第一层间隔隔离层 21上，如图 3A所示。因此，通过光刻和蚀刻形成了下层的金属配线 22。

随后，通过使用等离子体化学汽相淀积，硅氧化物系的隔离材料被淀积在产生的结构的整个表面之上，并且形成一第二层间隔隔离层 23。在隔离材料被生长的同时，半导体基片 20被加热至某一个温度 TW。在这个例子中，该确定的温度 TW是摄氏的 380度。该确定的温度 TW的范围约从摄氏的200度至 600度。然而，该确定的温度 TW通常是落在摄氏的 400度和 200度之内的范围内。在隔离材料的淀积之后，第二层间隔隔离层 23可以被化学机械抛光以至于产生一平滑的顶表面。

随后，通过光刻将在第二层间隔隔离层 23上的光刻胶蚀刻掩膜(未示出)形成图案。其后，光刻胶蚀刻掩膜对于蚀刻剂和湿的蚀刻剂暴露在下层的金属配线 22之上的一部分第二层间隔隔离层 23，而干蚀刻剂和湿蚀刻剂在第二层间隔隔离层 23中形成一通孔 24。该干蚀刻剂各向异性地蚀刻第二层间隔隔离层 23的该部分，并造成通孔 24有不小于 1的纵横比。另一方面，湿蚀刻剂各向同性地蚀刻在通孔 24周围的第二层间隔隔离层 23的上部，并且弄圆第二层间隔隔离层 23的外围。紧接着两种蚀刻的完成，通孔 24被成形成一漏斗结构，如图 3C所示。该通孔可以仅仅使用干蚀刻剂形成。

随后, 通过使用如下的两步溅射方法淀积铝。 这种两步溅射有一除气步骤 (参见图 3D), 一冷却步骤, 一改善的润湿性 (参见图 3E), 一低温高比率溅射 (参见图 3F) 和一高温低比率溅射 (参见图 3G), 并且这些步骤是没有断开真空的情况下在一间溅射室相继的执行的。

5 详细地说, 半导体基片 20 被加热至用于除气的摄氏 380 度。 水 H_2O , 水成分 OH 和其他污染物被 (使) 蒸发, 并且从产生的结构的整个表面被除去, 如图 3D 中箭头指示的。 在除气中基片温度至少是摄氏的 200 度。 在基片温度比确定的温度 TW 降低摄氏的 0 至 400 度时是适合于执行除气的。 因此, 在除气中基片温度等于或者低于在第二层间隔离层 23 淀积中的基片温度 TW 。

紧接着除气的完成, 半导体基片 20 被冷却, 并且在没有任何预先加热的情况下在产生的结构的整个表面之上淀积钛。 钛形成一钛层 25, 并且该钛层 25 在第二层间隔离层 23 的暴露的表面上一致地扩展, 如图 3E 所示。 钛层 25 为铝改善了润湿性。

15 随后, 执行低温高比率溅射。 半导体基片 20 未被预先加热或者加热至不比摄氏的 150 度高的一较低温度。 铝或者铝合金被淀积在钛层 25 的整个表面之上, 并且形成一铝/铝合金层 26。 铝合金可以是铝铜合金或者铝硅铜合金。 在铝/铝合金封闭通孔以前, 低温高比率溅射被完成, 如图 3F 所示。 由于这个原因, 铝/铝合金层 26 在通孔 24 中限定了一个凹的空间 27。

20 该低温高比率铝溅射后面跟着高温低比率铝溅射。 该半导体基片 20 被加热至摄氏的 400 度至 500 度, 而铝或者铝合金是以 每分钟 2000 埃或者更低地淀积在产生的结构之上。 铝/铝合金填充该凹的空间 27, 并且扩大成一铝/铝合金层 28。 高温促进表面扩散, 而表面扩散改善台阶覆盖。 当铝/铝合金是在该高温下生长的时候, 铝与钛起反应, 而钛层 25 被转换成铝钛合金层 29。

25 通过光刻在铝/铝合金层 28 上将光刻胶蚀刻掩膜 (未示出) 形成图案, 通过使用干蚀刻剂选择性的除去铝/铝合金层 28。 因此, 铝钛层 29 和铝/铝合金层 28 被形成上部金属配线 30 的图案, 如图 3H 所示。

30 本发明人研究了施加于下层的金属配线 22 上的热应力。 本发明人改

变了在下层的金属配线 22 周围的温度，并且确定了施加于下层的金属配线 22 上的热应力。热应力被绘制在图 4 中。当温度上升的时候，热应力从张力改变到压力，如箭头 A1 指示的，并且在摄氏的 200 度周围压力是最大。在达到该最大值压力以后，该压力与温度一起按箭头 A2 指示降低。另一方面，在温度降低时，压力改变为张力，而张力与温度相反地增加，如箭头 A3 指示的。

当下层的金属配线 22 被形成图案时，张力作用于下层的金属配线 22 上。在为第二层间隔层 23 淀积隔离材料的同时，下层的金属配线 22 是向摄氏的 380 度加热，而张应力被改变为压力（参见箭头 A1）。然而，在高温气氛中产生铝颗粒，并且在摄氏的 200 度之后压力降低（参见箭头 A2）。紧接着淀积的完成，下层的金属配线被冷却如箭头 A3 指示的，而张应力被遗留在下层的金属配线 22 上。然而，下层的金属配线 22 抵抗沿着箭头 A1 指示的弯曲的热应力变化，并且任何小丘和任何触须未被观察到。

除气是以不高于在等离子体化学汽相淀积中的基片温度 TW 的基片温度执行的。这意味热应力的变化与在第二层间隔层 23 淀积中的热应力变化相比是相当的或者是适度的。由于这个原因，在除气的时候，下层的金属配线 22 经得起该热应力，任何小丘和任何触须不会发生。因此，下层的金属配线 22 不会短路。

随后，，本发明人对在除气的时候的基片温度取值。本发明人在不同的温度执行除气，并且测量了污染物比如 CO_2 、 N_2 、 H_2O 和 OH 的变化。与除气温度相关的污染物 CO_2 、 N_2 、 H_2O 和 OH 被绘制在图 5 中。在本测量中，污染物 OH 是从水 H_2O 中分解，而质量数 17 和 18 表示水。剩余污染物在摄氏的 380 度附近被足够地降低，并且对于本方法，除气温度等于淀积温度 TW 是可接受的。

最后，本发明人研究了高温低比率溅射。如以上所描述的，高温低比率溅射是在摄氏的 400 度到 500 度之间排列的基片温度上执行的。本发明人在摄氏的 380 度除气之后，以低淀积率在摄氏的 490 度淀积铝，并且检查样品以看在下层的金属配线 22 中是不是发生小丘或触须。本发明人确认下层的金属配线 22 不曾被损坏。因此，即使通过使用高温低比率

溅射形成铝层 28，高基片温度不会导致任何小丘和任何触须。这个现象是从下层的金属配线 22 的约束中获得的。在钛层 25 被淀积以前，除气已经被执行，而下层的金属配线 22 是没有任何约束。另一方面，在钛/铝层 25/26 的形成之后，通过高温低比率溅射淀积铝/铝合金。钛/铝层 25/26 担任该约束，并且防止下层的金属配线 2 产生小丘和触须。因此，在下层的金属配线 22 上只有除气有影响。

从前面的描述中将可以理解，除气是在基片温度不高于淀积第二层间隔离层 23 的基片温度的一温度执行的，而且在除气的时候，下层的金属配线 22 经得起热应力。这导致在下层的金属配线 22 中不产生小丘和触须，而且在下层的金属配线之间不发生短路。因此，根据本发明的处理增加了台阶覆盖的范围，没有牺牲下层的金属配线 22 的可靠性。

第二实施例

图6A至 6H举例说明具体表达本发明的用于制造半导体器件的另一方法。本方法也从半导体基片（未示出）的预先准备开始。作为例子，场效应晶体管（未示出）被制造在半导体基片的主要的表面部分。场效应晶体管覆盖着第一层间隔离层 31。

铝或者铝合金的导电的材料被淀积在第一层间隔离层 31 的整个表面之上，并且形成一铝/铝合金层。铝合金可以是铝铜合金或者铝硅铜合金。通过光刻在铝/铝合金层上将光刻胶蚀刻掩膜（未示出）形成图案，通过使用该光-刻胶蚀刻掩膜选择性的蚀刻铝/铝合金层。铝/铝合金层被形成下层的金属配线 32 的图案，其中的一个显示在图 6A 中。

随后，下层的金属配线 32 被如下地覆盖一第二层间隔离层 33。使用等离子体化学汽相淀积在摄氏的 450 度下，在整个表面之上淀积硅氧化物。该硅氧化物形成一个硅氧化物层 34，其一致地扩展遍及在下层的金属配线 32 之上。硅氧化物层 34 防止硅石层 35 破裂，相应地担任一个线层。硅石溶液被散布在硅氧化物层 34 之上，并形成硅石层 35。硅石层 35 也一致地在硅氧化物层 34 之上扩展，并且没有任何蚀刻掩膜的受到干蚀刻。结果，硅石层 35 被深蚀刻，并且被留在下层的金属配线 32 之间的硅氧化物层 34 上。该深蚀刻步骤可以从本方法中删除。通过使用等离子体化学汽相淀积，硅氧化物被淀积在产生的结构的整个表面之上，并且形

成一硅氧化物层36。该硅氧化物层 36担任一覆盖层。产生的结构在摄氏的 450度被退火，并且该硅石层 35被烘焙。硅氧化物层 34/ 36和硅石层 35作为一个整体构成第二层间隔离层33。产生的结构被显示在图 6B中。通过使用光刻技术，在第二层间隔离层 33上将光刻胶蚀刻掩膜（未示出）形成图案，并且通过干蚀刻及跟随的湿蚀刻在第二层间隔离层 33中形成通孔 37，如图 6C所示。该通孔 37可以仅仅通过该干蚀刻形成。

随后，通过使用多步骤溅射技术，形成一上部金属配线 38。上部金属配线 38是铝或者铝合金形成的。作为例子，在这个例子中，铝合金是铝铜合金或者是铝硅铜合金。产生的结构处于密封空气室中，在该密封空气室中抽真空。首先，在摄氏的 450度执行除气，其等于硅氧化物层 34/36的淀积温度和退火温度。该硅石层 35包含许多水。除气温度是足够的高以除去水和污染物，如图 6D中箭头指示的。

紧接着除气的完成，产生的结构被冷却。然而，真空不曾破坏。通过使用溅射技术，在没有任何预先加热的情况下，将钛一致地淀积在产生的结构的整个表面之上，并且形成一钛层 39，如图 6E所示。钛层 39增强了铝/铝合金的润湿性。其后，铝或者铝合金在一低温和高淀积率被淀积在钛层 39之上。然而，在密封空气室中维持真空。铝/铝形成一铝/铝合金层 40，其在钛层 39上一致地扩展延伸，如图 6F所示。最后，铝或者铝合金在没有破坏真空的情况下，以一低温和高淀积率被淀积在铝/铝合金层 40之上。高温气氛增强了铝/铝合金的表面扩散。铝/铝合金填充了在通孔 37中的由铝/铝合金层 40限定的凹的空间，并且扩大成铝/铝合金层 41，如图 6G所示。当铝/铝合金被淀积的时候，铝与钛起反应，而钛层 39被转换成铝钛合金层 42。

最后，在铝/铝合金层 41上的光刻胶蚀刻掩膜（未显示）被形成图案，通过使用一干蚀刻，选择性的蚀刻掉铝/铝合金层 41和钛铝合金层 42。然后，上部金属配线 38留下在第二层间隔离层 33上，如图 6H所示。

在实现第二实施例的方法中，除气是在等于形成第二层间隔离层的最大温度的温度下进行的，在下层的金属配线 32中不会发生任何小丘、触须和任何空隙。虽然硅石层 35是能吸收湿气的，但是通过除气从硅石层中消除了水和水成分，并且生产商可以使用硅石层 35作为使其平滑的技

术。

从前面的描述中可体会到，除气是在等于或者小于层间隔离层中的最大值温度的某一个温度下，在下层的金属配线之上执行的，并且在高温淀积铝/铝合金的时候，根据本发明的除气不损害下层的金属配线。因此，
5 即使在层间隔离层中形成纤小的通孔，根据本发明的方法在通孔中没有空隙地提高了下层的金属配线的可靠性。

虽然本发明的特定的实施例已经被示出并且被描述，显然对于本领域的熟练者来说，在没有脱离本发明的精神和范围的情况下是可以作出各种改变和修改的。

10 例如，虽然多步骤溅射技术是通俗的，该多步骤溅射可以替代为一铝回流技术，一温高压的溅射或者用于铝/铝合金淀积的一高温溅射。

在第二实施例中，可以通过使用化学机械抛光代替硅石层 35使第二层间隔离层 33平滑。

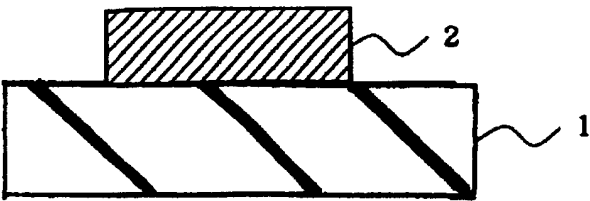


图 1A

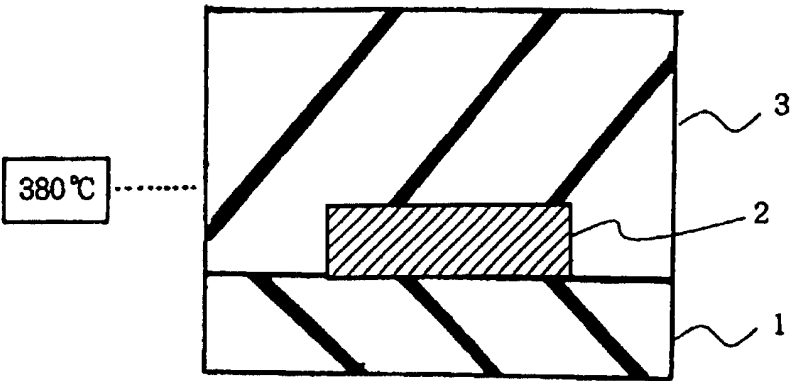


图 1B

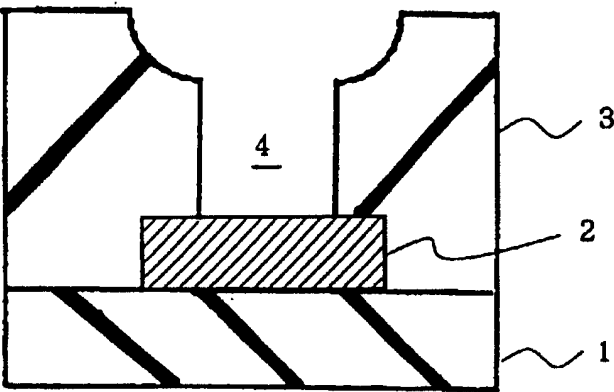


图 1C

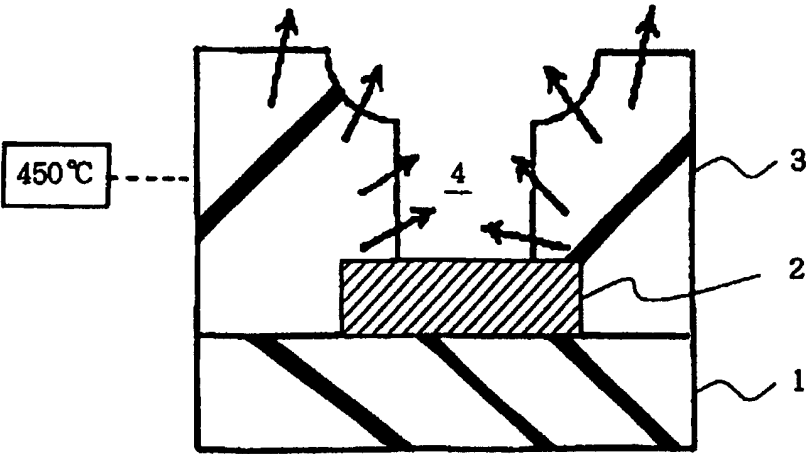


图 1D

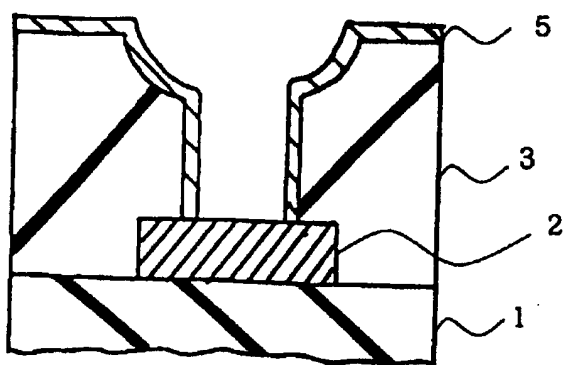


图 1E

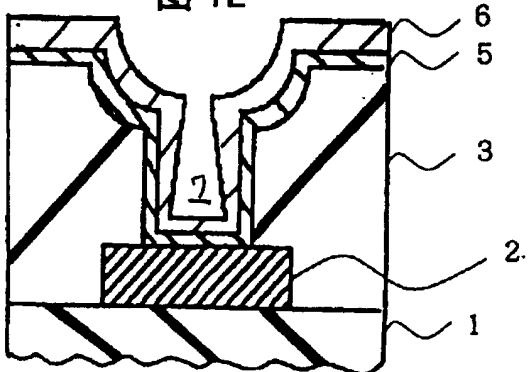


图 1F

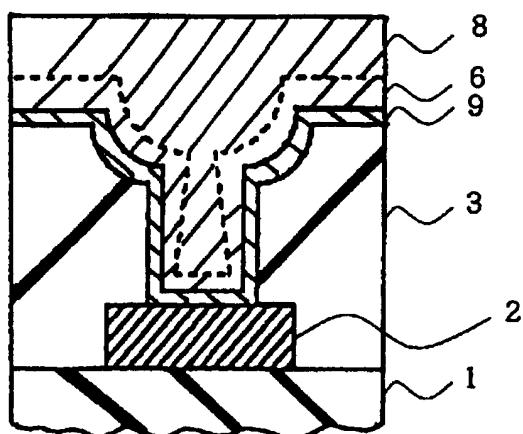


图 1G

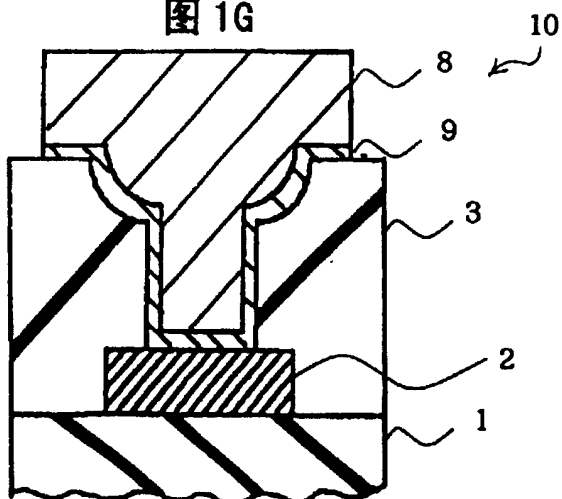


图 1H

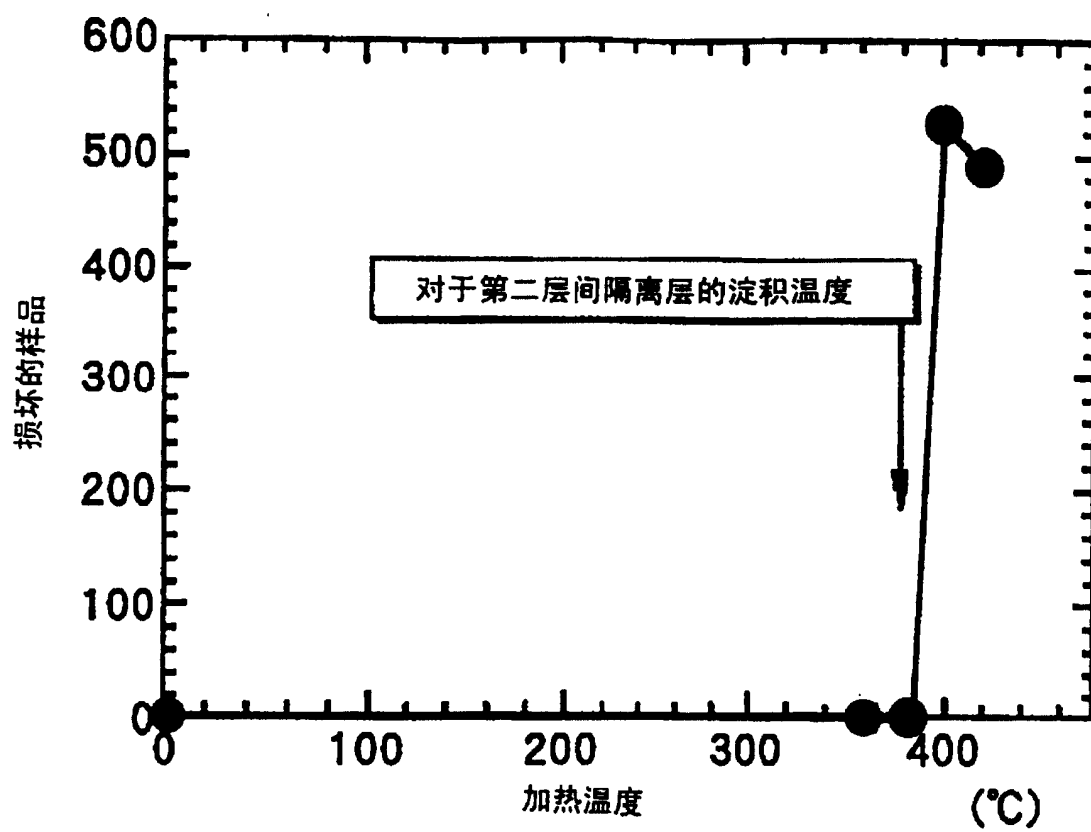


图 2

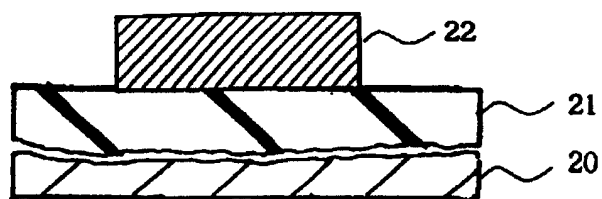


图 3A

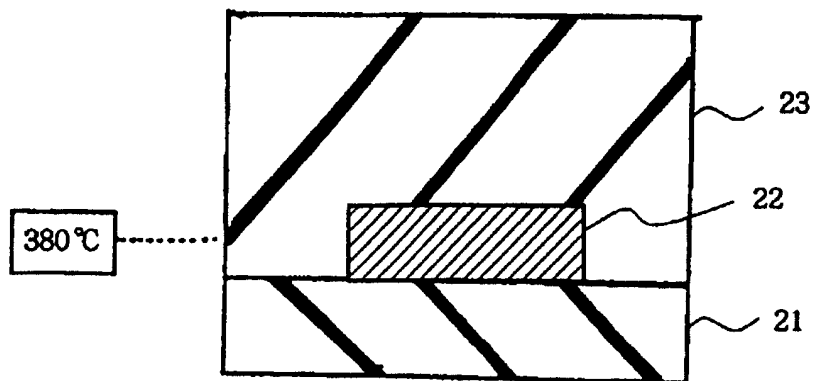


图 3B

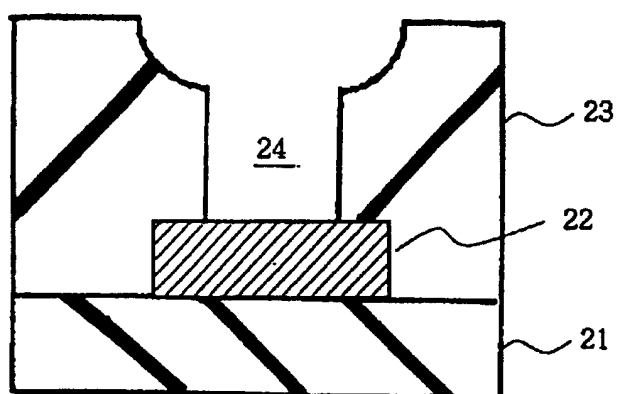


图 3C

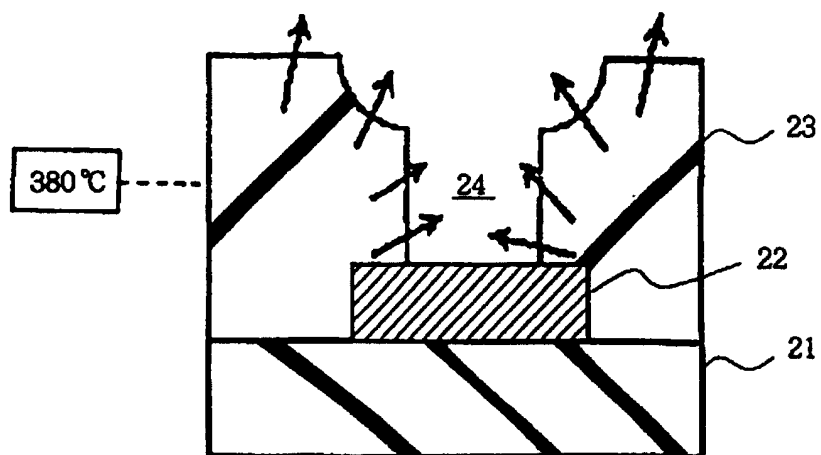


图 3D

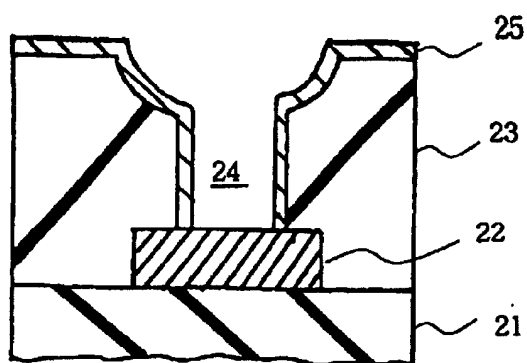


图 3E

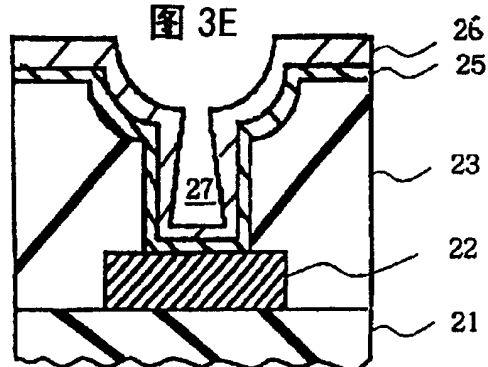


图 3F

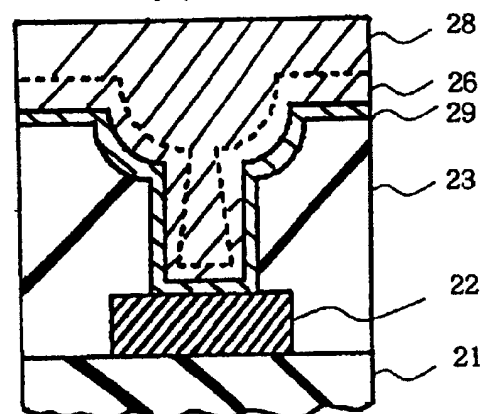


图 3G

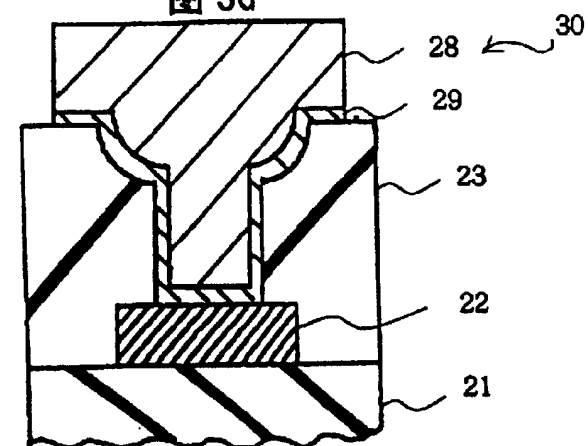


图 3H

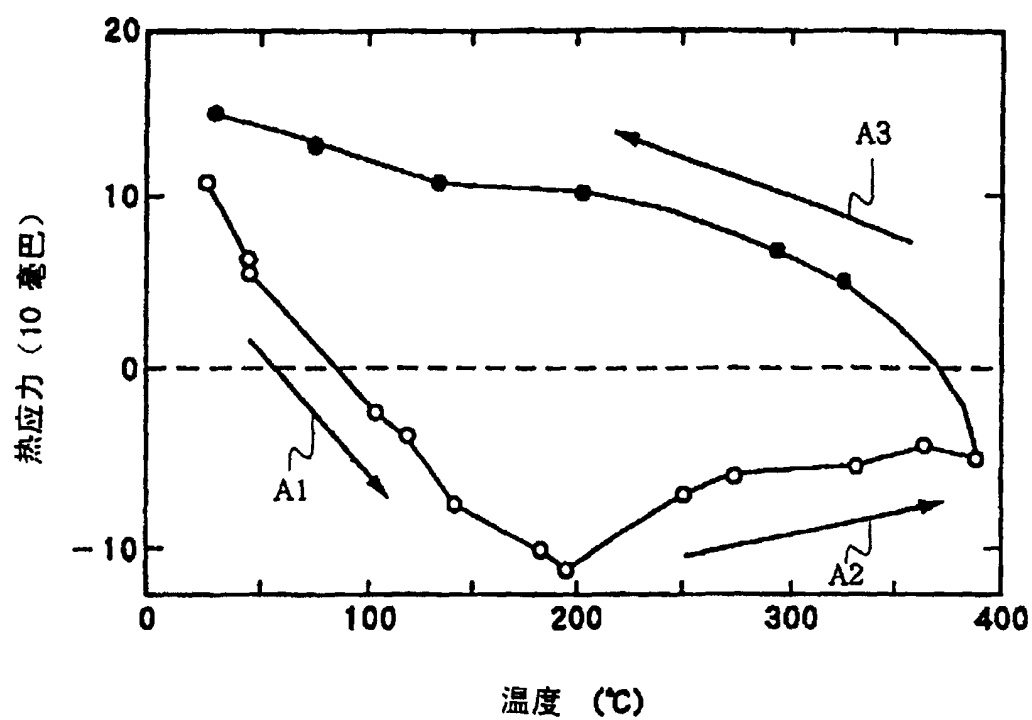


图 4

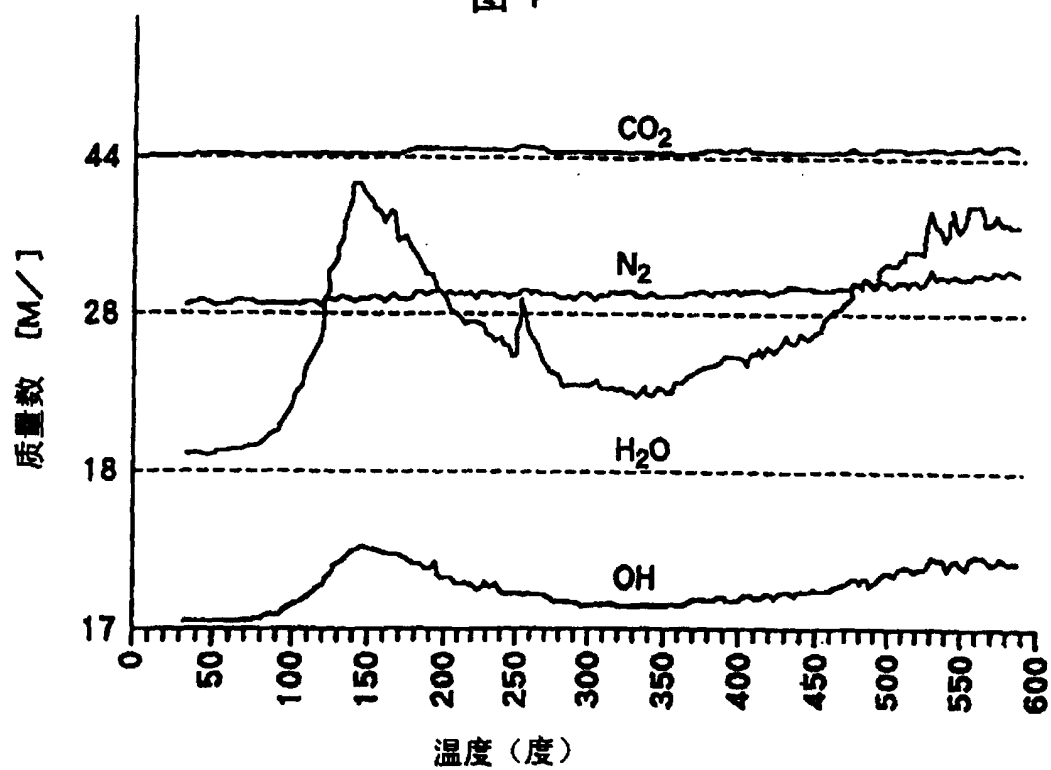


图 5

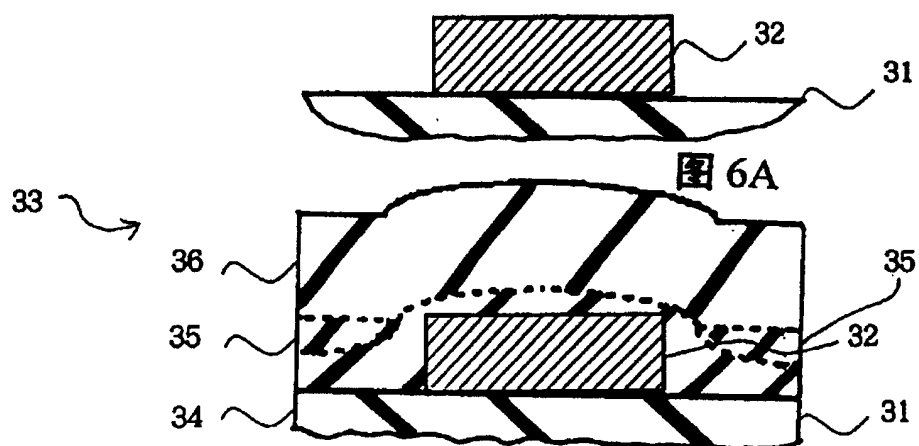


图 6A

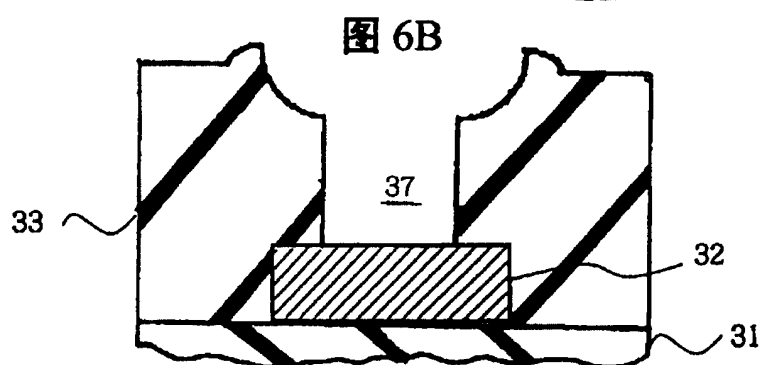


图 6B

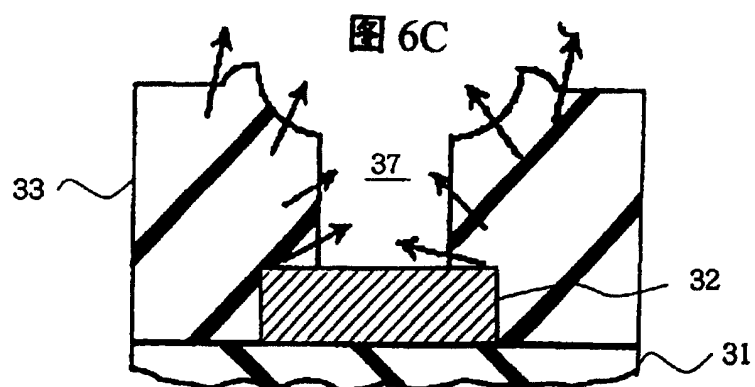


图 6C

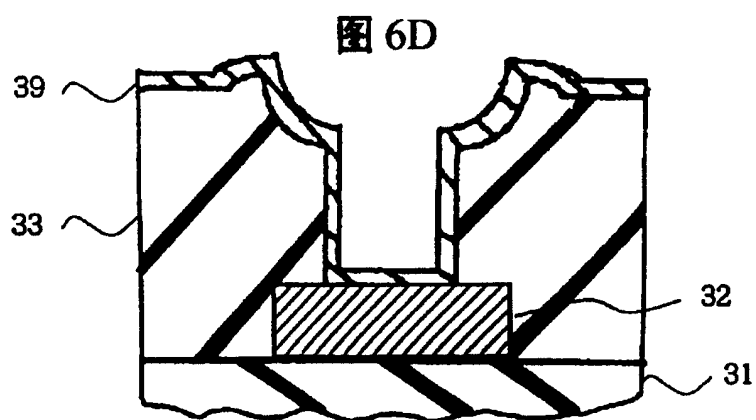


图 6D

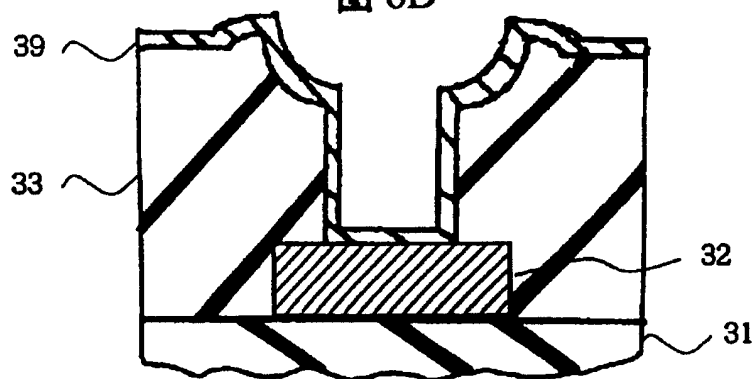


图 6E

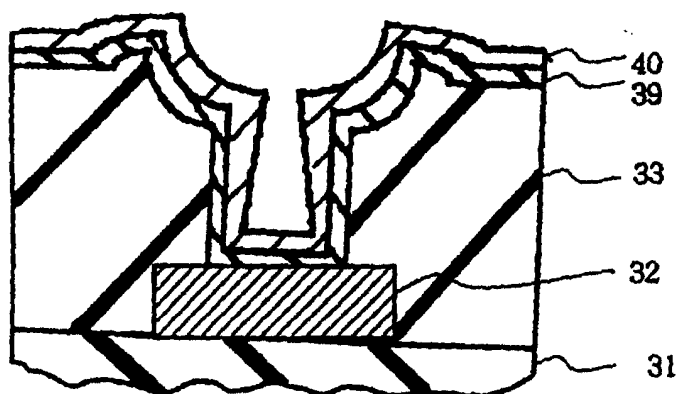


图 6F

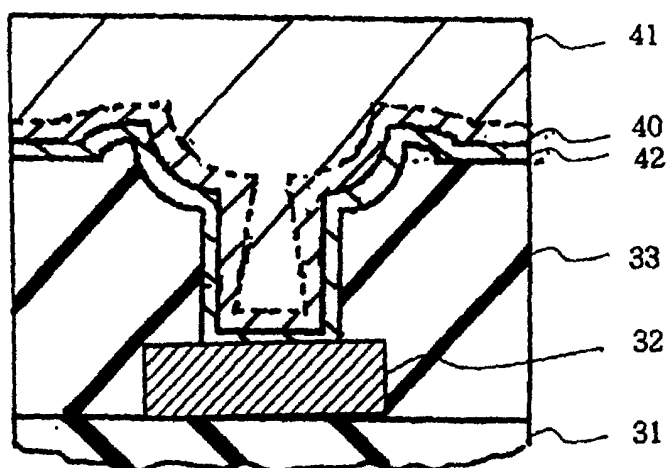


图 6G

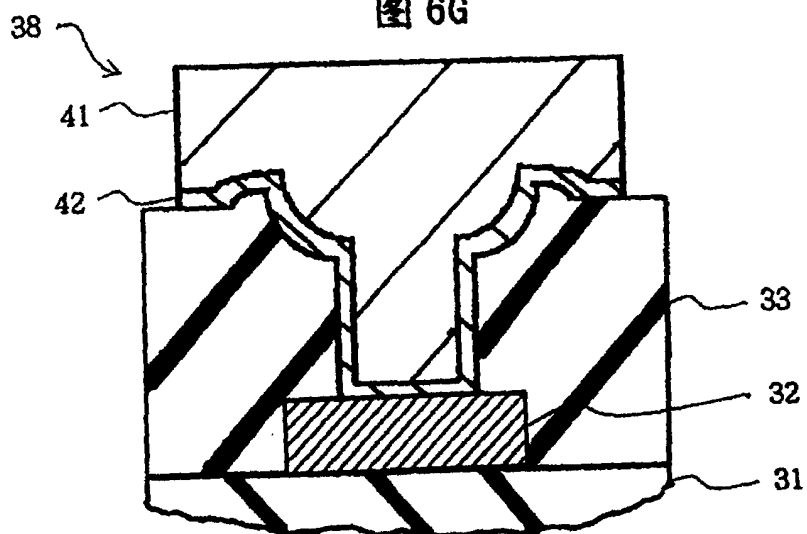


图 6H