

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/304

C09G 1/02 C09K 3/14

B24B 1/00



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 98109693. X

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1152416C

[22] 申请日 1998.4.7 [21] 申请号 98109693. X

[30] 优先权

[32] 1997. 4. 7 [33] FR [31] 9704207

[71] 专利权人 科莱恩(法国)公司

地址 法国普多

[72] 发明人 E·杰克奎诺特 M·里沃尔

C·厄吾拉德

审查员 闫立刚

[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

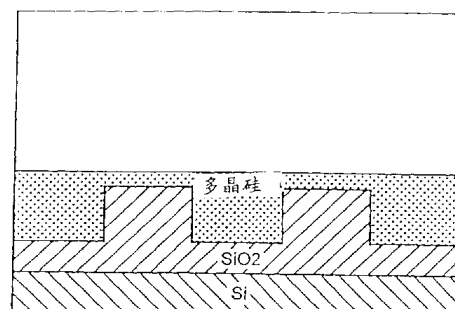
代理人 王 杰

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称 半导体或绝缘材料层的机械 - 化学
新抛光方法

[57] 摘要

半导体材料层或绝缘材料层的机械 - 化学研磨方法, 半导体材料比如是多晶硅、外延单晶硅、非晶硅; 绝缘材料比如是磷硅酸盐玻璃或硼磷硅酸盐玻璃, 这都是在半导体微电子工艺中常用的, 不包括制作集成电路板时所用的初制硅, 在该方法中对半导体材料层或绝缘层进行研磨主要是借助一种浸润了研磨组合物的织物去摩擦所述材料层, 研磨剂含有中性或接近中性 pH 的单颗粒化胶质二氧化硅微粒的含水悬浮液, 这些微粒之间没有由于硅氧烷键合而彼此粘结, 还含一些作为悬浮介质的水。



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

1. 一种半导体材料或绝缘材料层的机械-化学抛光方法, 所谓半导体材料或绝缘材料不包括制作集成电路板时所用的粗制硅, 在该方法中对半导体材料层或绝缘材料层进行研磨是借助了一种浸渍有研磨剂组合物的织物对所述材料层进行摩擦, 该方法的特征在于: 研磨剂含有 pH 值为 6-8 的胶质二氧化硅含水悬浮液, 它含有彼此没有通过硅氧烷键而彼此粘结的单个颗粒化的胶态二氧化硅微粒, 还含有一些作为悬浮介质的水。

2. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于所述胶质二氧化硅含水悬浮液的 pH 值为 6.5-7.5。

3. 根据权利要求 1 的方法, 其特征在于所述胶质二氧化硅含水悬浮液含有单个颗粒化的胶态二氧化硅微粒, 这些微粒之间没有通过硅氧烷键合而彼此粘结, 微粒直径为 3-250nm。

4. 根据权利要求 2 的方法, 其特征在于所述胶质二氧化硅含水悬浮液含有单个颗粒化的胶态二氧化硅微粒, 这些微粒之间没有通过硅氧烷键合而彼此粘结, 微粒直径为 3-250nm。

5. 根据权利要求 3 的方法, 其特征在于所述胶质二氧化硅含水悬浮液含有单颗粒化的胶态二氧化硅微粒, 这些微粒之间没有通过硅氧烷键合而彼此粘结, 其直径为 10-100nm。

6. 根据权利要求 4 的方法, 其特征在于所述胶质二氧化硅含水悬浮液含有单颗粒化的胶态二氧化硅微粒, 这些微粒之间没有通过硅氧烷键合而彼此粘结, 其直径为 10-100nm。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项的方法, 其特征在于所述胶质二氧化硅含水悬浮液在二氧化硅重量浓度为 5-50% 的条件下被采用。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于所述胶质二氧化硅含水悬浮液在二氧化硅重量浓度为 15-40% 的条件下被采用。

9. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法, 其特征在于半导体材料是以多晶硅、外延硅、无定形非晶硅为主要成分, 或者是以选自于磷硅酸盐玻璃 PSG 和硼磷硅酸盐玻璃 BPSG 的掺杂硅氧化物为主要成分。

10. 根据权利要求 9 的方法, 其特征在于半导体材料层是以多晶硅为主要成分。

11. 以硅为主要成分的半导体材料层或者是以掺杂硅氧化物为主要成分的材料

层机械-化学抛光用的研磨剂，研磨剂还包括一种浸润液体研磨组合物的织物，研磨组合物又含有 pH 为 6-8 的胶质二氧化硅含水悬浮液，它含有单颗粒化的微粒，这些微粒之间没有通过硅氧烷键合而彼此粘结，微粒的直径为 3-250 毫微米。

半导体或绝缘材料层的机械- 化学新抛光方法

技术领域

本发明方法涉及一种在制造集成电路时所用半导体或绝缘材料的新的机械-化学抛光方法。

背景技术

制造集成电路时可采用两种彼此分开而又依次进行的工艺。

第一种工艺主要是制作集成电路板，也就是说要制作硅片。因此在此类制造业中，先要进行硅单晶生长，然后再把制成的硅单晶切割成约 750 微米厚的单晶片，那时再把这些单晶片进行抛光，以便得到一种光洁硅片。但是这类制造业厂家并不生产集成电路而是把这些集成电路板都卖给集成电路制造商。

专利 US-A-3,170,273、US-A-4,664,679、US-A-4,117,093 及 EP-A-0,684,638 描述了由切割实心单晶棒所得到的粗制硅片的抛光，以便制成集成电路板。

第二种工艺是集成电路制造商的专业工艺，它主要就在于把按照前述工业所提供的集成电路板随后制成集成电路。制作集成电路的具体步骤如下：

首先是把集成电路板的整个表面进行氧化得到一种绝缘层。在那种情况下再对该氧化层进行光刻以便露出硅来。这样刻蚀出的凹形部件叫作有源区。就在这些有源区的地方再重新进行所谓“栅极氧化”的氧化过程。那时就形成一个例如是可构成栅极的掺杂多晶硅层。然后沉积绝缘层并进行一次新的光刻重新显现出原有硅片的地方。在这些位置内当时就沉积一种金属比如是钨。本发明涉及在集成电路制作水平面的抛光以及后面的几个制作水平面的抛光。事实上，目前可以达到在 6 个接触水平面上每个水平面都有一种带沉积层的凹形刻槽，然后再按照本发明进行金属及绝缘材料的抛光操作。相反地，本发明却不涉及集成电路板的初始抛光。

正如上面所看到的那样，高度的变化过程主要是由于刻蚀步骤因而也是伴随着有规律沉积层的凹槽刻蚀步骤而出现的。缩小晶体管的尺寸必须使这些凹凸外形比较平整，因为它们能引起定位校准比较困难（光刻时的聚焦）、在沉积时出现材料的连续性问题或者在刻蚀这些材料时有残余材料。主要是通过对不同沉积层加以机

械-化学抛光来实现超微工艺展平。这些绝缘沉积层、半导体层或导体层抛光后的剩余厚度对集成电路的电特性有影响。

现今，制作集成电路都是在直径为 200 毫米（mm）的集成电路板上作成的，根据其尺寸每片板可有 50-200 个电路。

集成电路的电特性不管其在板上的位置如何都应该是重现的，各种不同工艺步骤的均匀性是很重要的。尤其是集成板上的机械-化学抛光良好均匀性可避免材料抛光的局部过量，这会造成电路损坏或导致集成电路的电特性随着其在板上位置不同而有所变化。

因而提高集成电路的集成度就必须发展新工艺，比如用于凹凸图案表面光滑展开的机械-化学抛光。

因此在目前的集成电路制作过程中，不仅特别需要对集成电路板上的硅材料进行抛光，而且还涉及到对其它一些集成电路板化合物像氧化硅以及诸如钨之类的一些金属进行抛光。这些金属的抛光方法比较容易控制。

但是与此相反，那些半导体材料诸如多晶硅、外延单晶硅、无定形非晶硅或者一些绝缘材料诸如磷硅酸盐玻璃（通常称为 PSG）或硼磷硅酸盐玻璃（通常称为 BPSG）等的机械-化学抛光方法仍然很难控制，因为没有适合这些各种不同材料的研磨剂。

这些材料都按照制作集成电路的各个不同阶段而用到外延层半导体（外延硅）或沉积层半导体（多晶硅和无定形非晶硅，PSG 和 BPSG）的微电子工业中。

因此，专用磨料在集成电路板材料抛光方面的发展是掌握其抛光方法的基础。

在该文献中还描述了采用其 pH 值呈碱性（通常为 9-12.5）的胶体二氧化硅含水悬浮液进行多晶硅抛光。这些胶质二氧化硅含水悬浮液的 pH 借助于添加碱金属氢氧化物比如氢氧化钠或氢氧化钾，或者通过添加溶于水的胺而变成碱性（具体参见 M.T.Bohr 等人的专利 WO-A-9627206，M.Motoshu 等人的专利 US-A-5,376,222，A.V.Gelatos 等人的专利 US-A-5,324,690，R.L.Lachapelle 的专利 US-A-3,328,141，S.Yamamichi 等人的专利 JP-A-07074313，M.Watanabe 等人的专利 JP-A-07249600）。

使用这类碱性含水悬浮液有一定的不足之处。得到的抛光均匀性不佳，在通常在英文中被称为“薄片”的抛光板的边缘处尤为如此。

专利 EP-A-0,745,656 描述了半导体基片上极少量绝缘材料的抛光方法，使用

的研磨组合物含有在稳定剂存在下的氧化铝，二氧化硅及氧化锶混合物。

EP-A-0,363,100 描述了在含有 Si_3N_4 的表面与相对说来比 Si_3N_4 更容易处理的表面之间的选择性抛光，由于氨水对抛光选择性产生不利影响而使用没有氨水的纯度为 95.3% 的胶质二氧化硅。

发明内容

本申请的主要目的就是阐明了一种抛光方法，它可改善上述沉积在集成电路板上的一些材料层的抛光均匀性，所用的沉积材料比如是集成电路制作中的半导体材料或绝缘材料。

需要明确指出的是：抛光是在平整的板面上（参见图 1a 和 1b）或在表面凹凸不平的板上进行的（参见图 1c 和 1d），目的是为了把这些起伏不平的表面进行平整抛光。

本发明所涉及的一些材料如上面所提到的可归纳为以硅或以掺杂硅为主要成分的材料，诸如多晶硅、外延硅、无定形非晶硅、磷硅酸盐玻璃或硼磷硅酸盐玻璃，这后两种以掺杂硅氧化物为主要成分，没有在制作集成电路板时所使用的粗制硅。

为了实现在上述材料层机械-化学抛光中的所有类似的改进，令人惊奇而又意外地发现使用胶质二氧化硅悬浮液，尤其是使用一种含二氧化硅单个细颗粒（或优选地基本上由其组成）的悬浮液可以明显地改善抛光的均匀性，这些细小的二氧化硅颗粒并没有由于硅氧烷的粘合力而彼此粘结并且以中性介质或接近中性的介质形式使用，同时还保持了良好的腐蚀速度以及非常好的表面平整质量，具体是几乎没有粗糙度。在本申请及后面的说明中，所谓的“基本上”应理解为是 50% 以上，尤其是 60% 以上，优选地是 80% 以上，更优选地是 90% 以上，最优选地是 99% 以上。

因此本发明的目的就是使用了一种含有中性或接近中性 pH 值胶质二氧化硅含水悬浮液的研磨剂，它优选地含有未因硅氧烷而彼此粘结的胶质二氧化硅的单个微粒，诸如用于半导体材料层的机械-化学抛光的，多晶硅、外延单晶硅、无定形非晶硅，或者用于绝缘材料层的机械-化学抛光，比如磷硅酸盐玻璃或制作集成电路时所用的硼磷硅酸盐玻璃，制作集成电路板时所用的初制硅除外，本发明还涉及用在半导体微电子工艺中的半导体或绝缘材料层的机械-化学抛光方法，半导体材料比如是多晶硅、外延单晶硅、非晶硅；绝缘材料比如是磷硅酸盐玻璃或硼磷硅酸盐玻璃，在制作集成电路板时所用的初制硅除外，在该方法中，利用浸渍了研磨组合物的织物摩擦所述材料层而达到对半导体材料或绝缘材料层的研磨，其特征在于：研磨剂

含有一种中性或接近中性 pH 值的胶质二氧化硅含水悬浮液，优选地它含有的是一些单个化的胶质二氧化硅微粒，这些微粒之间没有通过硅氧烷键而彼此粘结，还含有水作为悬浮介质，该研磨剂具体地说基本上是由这种中性或接近中性的 pH 含水悬浮液组成。

这种机械-化学抛光在制作集成电路的各个阶段都进行，尤其是在晶体管的侧向绝缘处理过程中，在制备晶体管栅极，实现介电互连时完成。

这种机械-化学抛光也可以对完整的板或表面凹凸不平的板起作用以便对凹凸不平表面进行抛光平整。

对于机械-化学抛光以硅为主要成分的材料层来说，这些材料比如是多晶硅、外延硅或非晶硅，或者抛光以掺杂硅氧化物为主要成分的材料层比如磷硅酸盐玻璃（或称 PSG）或硼磷硅酸盐玻璃（BPSG），所用胶质二氧化硅含水悬浮液的单个微粒直径优选为 3-250nm（毫微米），具体地为 7-150nm，更优选地是 10-100nm。

制取本发明优选胶质二氧化硅含水悬浮液的方法是或者用盐酸、硝酸或硫酸之类的一种酸中和碱性硅溶胶、具体是钠或钾硅溶胶；或者用氢氧化钠、氢氧化钾或氨水，优选地用氢氧化钾和氨水、更优选地用氨水中和酸性硅溶胶。

已经注意到：用 pH 为 8 的氨水中和酸性溶胶得到的这类胶质二氧化硅悬浮液可获得较高的均匀性百分比，同时还保持着较高的多晶硅腐蚀速度，这正好与 EP-A-0.363.100 所指出的情况相反。

按照采用本发明方法的优选条件，人们使用中性或接近中性 pH 的胶质二氧化硅含水悬浮液，其 pH 为 6-8，特别是 6.5-7.5。

在其它使用本发明方法的优选条件中，胶质二氧化硅悬浮液的单个微粒直径为 3-250nm，优选地为 10-100nm。

在另外一些使用本发明方法的优选条件中，抛光产品的重量浓度，也就是二氧化硅的重量浓度为 5-50%，优选地为 15-40%。

本发明的一个主要优点就是通过使用中性或接近中性 pH 胶质二氧化硅含水悬浮液而改善了半导体材料层或绝缘材料层的机械-化学抛光的均匀性，半导体材料比如是多硅（多晶硅），绝缘材料是以掺杂硅氧化物为主要成分的材料比如硼磷硅酸盐玻璃（BPSG）。

这种改进例如可以通过在保持可接受的半导体材料磨蚀速度的同时进行抛光

磨蚀均匀性试验而基本得到验证。这种抛光磨蚀均匀性表示的是在同一块板上的多晶硅厚度变化。它是由对于在同一块板上根据下述公式于抛光前、后测得的多晶硅而计算出来的（参见图 1a 和 1b）。

$$U = \frac{\text{最大厚度} - \text{最小厚度}}{2 \times \text{磨去的平均厚度}} \times 100$$

所得到的值越小，磨蚀的均匀性越令人满意。

本发明的另一个优点就是：中性或接近中性 pH 的胶质二氧化硅含水悬浮液（具体是由单微粒组成，这些微粒之间没有通过硅氧烷键合而彼此粘结）的稳定性非常好，由此而产生的结果就是，贮存一段时间也不出现微粒沉淀。

本发明最后涉及用在半导体材料层或绝缘材料层机械-化学抛光方面的研磨剂，该半导体材料是以硅为主要成分的比如多晶硅、外延硅或非晶硅；绝缘材料是以掺杂硅氧化物为主要成分的，比如磷硅酸盐玻璃（PSG）或硼磷硅酸盐玻璃（BPSG），不包括制作集成电路板时所用的初制硅，该研磨剂包括一种浸渍了液体研磨组合物的织物，该组合物含有中性或接近中性 pH 的胶质二氧化硅含水悬浮液，优选地含有彼此之间没有通过硅氧烷键而粘结的其直径为 3-250nm、PH 为 6-8 的单个微粒。

上面按照方法的操作条件描述了由 CLARIANT（法国）公司生产的特别优选的悬浮液。

下面的实施例可更好地说明本发明。

附图说明

图 1a 示出了抛光前一块完整的覆盖有多晶硅的板片，而图 1b 表示的是该板片抛光后的状况。

图 1c 和 1d 表示的是一块类似板片的情况，但表面凹凸不平。这些起伏不平的形状是由于光刻而形成的。

优选实施方式

实施例 1

采用以中性 pH 胶质二氧化硅含水悬浮液为主要成分的研磨剂进行抛光的实施例。

在每块进行实验的板片上沉积一层约 0.4 μm 的多晶硅，厚度是在抛光前和抛光后测出的。

然后借助下面的标准方法抛光板片:

- 支承力: 0.7 daN/cm^2
- 托盘速度: 40 转/分钟 (tours/mn)
- (载体) 顶部速度: 45 转/分钟
- 温度: 20°C
- 研磨剂流量: $50 \text{ cm}^3/\text{分钟}$
- 织物: 在 RODEL PRODUCTS Suba 4 上的 IC 1400

使用一种胶质二氧化硅, 其特性如下:

- 含水悬浮液的 pH: 7
- 胶质二氧化硅单个微粒的平均直径: 50nm
- 胶质二氧化硅的重量浓度: 30%

得到:

- 均匀度的百分比: 4%
- 多晶硅的磨蚀速度为 $1300 \text{ \AA}/\text{分钟}$

实施例 2

采用以接近中性的胶质二氧化硅含水悬浮液为主要成分的研磨剂所进行的抛光实施例。

在与实施例 1 相同的条件下, 同时也使用同样的胶质二氧化硅并且仅仅改变了 pH, 得到如下结果:

a) pH 为 6

- 均匀度的百分比为 4.6%
- 多晶硅的磨蚀速度为 $820 \text{ \AA}/\text{分钟}$

b) pH 为 8

- 均匀度的百分比为 6%
- 多晶硅的磨蚀速度为 $1950 \text{ \AA}/\text{分钟}$

实施例 3

硼磷硅酸盐玻璃 (BPSG) 的抛光实施例, 浓度是硼为 4.4% 而磷为 4.7%, 使用以中性 pH 胶质二氧化硅含水悬浮液为主要成分的研磨剂。

在与实施例 1 所述相同的条件下, 同时也使用相同的胶质二氧化硅而只是改变了 pH, 得到如下结果:

-均匀度百分比为 3.9%

-BPSG 的磨蚀速度为 5560 Å/分钟

实验 1:

采用以碱性胶质二氧化硅含水悬浮液为主要成分的研磨剂进行的抛光实施例。

在与实施例 1 相同的条件下, 在碱性介质中使用相同的胶质二氧化硅, 得到的结果如下:

a) pH 为 10

-均匀度百分比为 18%

-多晶硅的磨蚀速度为 3550Å/分钟

b) pH 为 11

-均匀度百分比为 30%

-多晶硅的磨蚀速度为 7088 Å/分钟

实验 2:

采用以酸性胶质二氧化硅含水悬浮液为主要成分的研磨液进行的抛光实施例。

在与实施例 1 相同的条件下, 使用相同的胶质二氧化硅, 不同的是使用 pH2.2 的酸性介质, 得到如下结果:

-均匀度百分比为 8%

-多晶硅的磨蚀速度为 470 Å/分钟

实验 3:

硼磷硅酸盐玻璃 (BPSG) 的抛光实施例, 其浓度是硼为 4.4%而磷为 4.7%, 采用以碱性胶质二氧化硅含水悬浮液为主要成分的研磨剂抛光。

在与实施例 1 中所述相同的条件下, 使用相同的胶质二氧化硅, 不同的是在 pH10 碱性介质中使用的, 得到如下结果:

-均匀度百分比为 12%

-BPSG 的磨蚀速度为 451Å/分钟

实验 4:

采用以胶态二氧化硅碱性含水悬浮液为主要成分的研磨剂所进行的硼磷硅酸盐玻璃 (BPSG) 抛光实施例, 其浓度是硼为 4.4%而磷为 4.7%。

在与实施例 1 中所述相同的条件下，使用同样的胶态二氧化硅，是在 pH2.5 的酸性介质中使用，得到如下结果：

-均匀度百分比为 7.9%

-BPSG 的磨蚀速度为 2770Å%/分钟

因而可证实：使用中性或接近中性 pH 的胶态二氧化硅悬浮液可以达到无论是对多晶硅还是对 BPSG 都有较好的抛光均匀度，同时还保持了较高的磨蚀速度，板片的表面态也很好并且平整抛光又非常好。

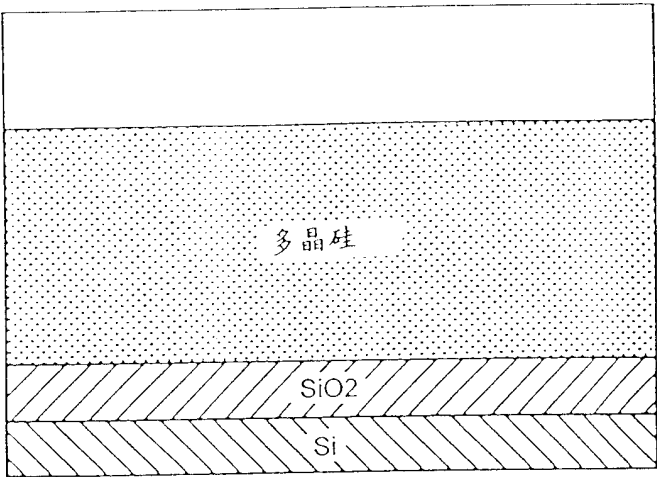


图1a

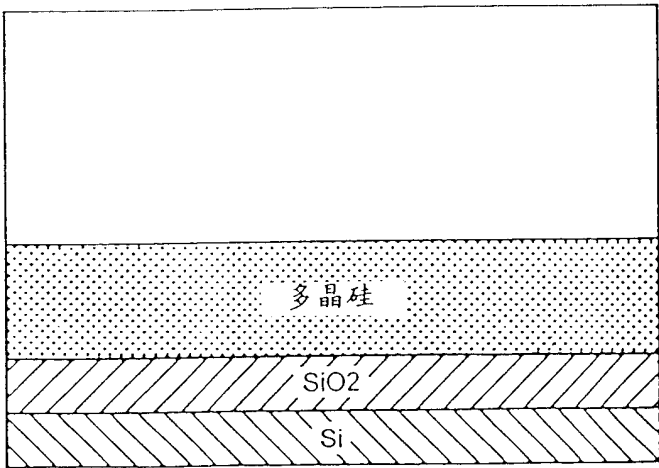


图1b

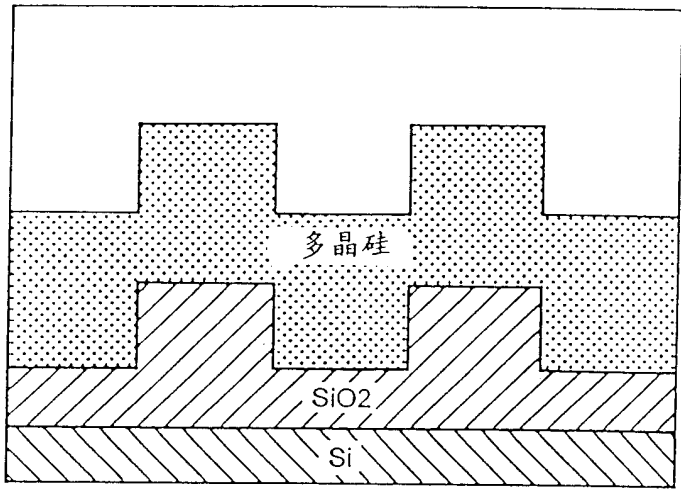


图1c

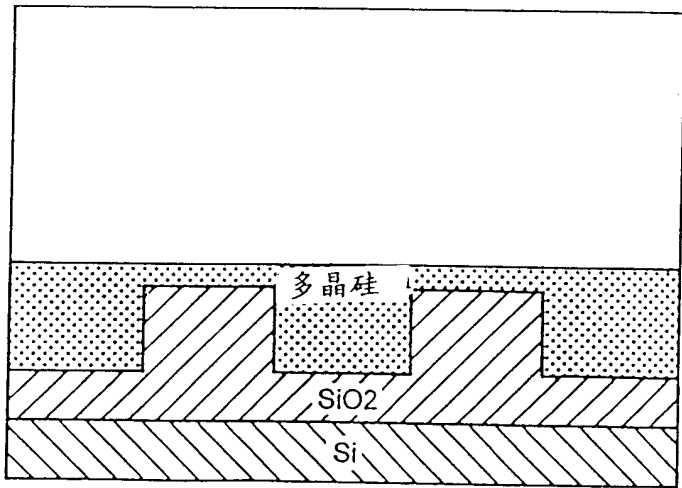


图1d