

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97180834.1

[45]授权公告日 2001年10月17日

[11]授权公告号 CN 1073005C

[22]申请日 1997.12.19

[21]申请号 97180834.1

[30]优先权

[32]1996.12.19 [33]SE [31]9604675-0

[86]国际申请 PCT/SE97/02176 1997.12.19

[87]国际公布 WO98/26913 英 1998.6.25

[85]进入国家阶段日期 1999.6.18

[73]专利权人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 L·H·海瑟尔波姆 J·P·博德

[56]参考文献

EP0244884	1987.11.11	B29C33/08
JP59-182217	1984.10.17	B29C33/08
JP59-182218	1984.10.17	B29C33/08
JP61-23313	1986.1.31	B29C33/08
US5064583	1991.11.12	B29C33/04

审查员 齐宏毅

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

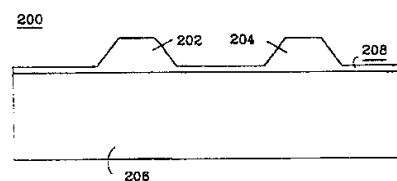
代理人 肖春京 黄力行

权利要求书1页 说明书6页 附图页数3页

[54]发明名称 制备弹性凸起的方法

[57]摘要

本发明涉及微电子领域中成型弹性凸起的制造方法。它解决了通过微机械化模成型微米级弹性部件的问题。该方法通过模的完美复制得到弹性凸起,是一项可重复的技术。该模是由蚀刻在硅晶片上的一个或几个沟槽组成。该方法包括下述步骤:清除模(100)表面的灰尘或其他颗粒;在模上沉积脱模剂层(118),并且该脱模剂例如帕里纶(Parylene)或硅烷在模的表面形成贴体自排列层(118);加入可固化的弹性体以在模上形成弹性结构(208);固化模和该弹性结构;并从模上分离该结构。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

1. 一种在具有沟槽的晶片模上制造凸起的方法包括在模上沉积脱模剂的步骤，其特征在于该方法包括下述步骤：清除模(100)表面上的  
5 灰尘和其他颗粒；沉积脱模剂层(118)，其中它形成自排列的单分子层；加入可固化的弹性体以在模上形成弹性结构(208)；固化模和该弹性结构；并从模上分离该结构。
2. 根据权利要求1的方法，其特征在于清除是按两步法进行：首先使用 $H_2O_2$ 和 $NH_3$ ，然后使用 $H_2O_2$ 和HCl溶液。
- 10 3. 根据权利要求2的方法，其特征在于沉积脱模剂层(118)具有下述步骤：将模(100)浸入无水二甲基二氯硅烷溶液中，然后用乙醇漂洗。
4. 根据权利要求1的方法，其特征在于沉积脱模剂层(118)具有下述步骤：将模(100)暴露于气体中，一种对二甲苯的单体蒸气中；单体在同气体接触的所有表面上聚合；在大约 $400^\circ C$ 的熔点下固化形成贴体  
15 聚对亚苯基二甲苯涂层。
5. 根据权利要求1的方法，其特征在于加入可固化弹性体的方法可以是旋涂、刮涂或喷涂。
6. 根据权利要求1的方法，其特征在于可固化弹性体可以是硅氧烷弹性体。
- 20 7. 根据上述权利要求中任一项的方法，其特征在于该方法中包括固化前在结构(208)上放置基体(206)的步骤。
8. 根据权利要求7的方法，其特征在于基体(206)是柔性材料。
9. 根据权利要求1-6中任一项的方法，其特征在于该方法包括固化前在弹性结构(208)的上面放置相似的模的步骤。

## 说明书

## 制备弹性凸起的方法

5 本发明涉及微电子领域中制造凸起的方法，特别是成型弹性块的方法。

在许多不同领域，最理想的是形成尺寸非常精确的在微米级范围内的小弹性部件或凸起。在特定的电子和光电子领域中，已呈现出精确度要求非常高的组件安装大量地需要微型化，并且除非这种安装可以通过某些自调整方法来进行，否则这种精确度要求非常高的安装非常昂贵。并且，尺寸的减小和电路速度的加快导致功率密度的增加。系统中更高的温度或更大的温度差表明热失调问题的存在。精确度非常小的小弹性凸起可以用作电子连接器和机械调整组件。弹性体，尤其是硅氧烷弹性体经常被用在电子产品中，并且表现出优异的性能。然而，常规的成型技术限制了电路片应用中需要的微米级尺寸的性能。

15 为了形成凸起，可以使用含有脱模剂的弹性体或在模上沉积非贴体层(non-conformal layers)。上述方法的缺点分别在于，脱模剂将保留在成型组件上形成易破坏的表面层而非贴体层限制了可重复性。

John J. Dagostino 等的美国专利 US5,064,583 公开了一种沉积硅烷脱模剂层的方法。然而，沉积过程中的环境并不限制在无水汽环境，因此没有形成贴体层(conformal layer)。

20 Ponjèe Johannes Jacobus 的欧洲专利申请 0244884A1 公开了形成非常薄的无水沉积的硅烷脱模层的方法，但是其中并没有提到蚀刻有 V 形槽的 Si 模。

25 本发明通过微型机械化的 Si 模解决了成型微米尺寸的弹性部件的问题。

本发明可以用作电子和光电子领域中电和光连接器和机械调整组件。

还有其他的应用领域需要高精度度的小尺寸弹性部件。

30 本发明公开了一种经过模的完美复制得到的弹性凸起的可重复的成型技术。沟槽可以是五角形或金字塔形，凸起可以是截头五角形或截头金字塔形。该模是由蚀刻在 IC 制造中使用的相同类型的硅片的抛光面上的一个或几个沟槽组成。要使用脱模剂，否则因为弹性体，特别是硅



氧烷弹性体会在固化中与模表面粘结的非常结实。脱模剂可以是例如帕里纶 (Parylene) 或硅烷。在模上沉积脱模剂之后，将液态未固化弹性体加入模中并在烘箱中固化。

5 本发明使用了一种沉积技术和物质来得到脱模剂，该方法在模的表面形成了非常贴体的层，因此保留了模的外形和整个尺寸的纳米级细节。使用上述这样的模，可以制备精确度非常高的弹性凸起。这些凸起可以成型为单独的结构或成型在大多数基体上。

本发明的一个优点是，它使用了公知的材料和沉积技术在 Si 模上形成非常贴体的层以使弹性体不粘结在模上。

10 本发明的另一个优点是脱模层非常贴体。

本发明的另一个优点是成型微米级的部件。

本发明的另一个优点是弹性凸起是模的完美复制。

本发明的另一个优点是易于在模上形成脱模剂层。

本发明的另一个优点是同一个模可以重复利用。

15 现在，在优选的实施方式的详细描述和附图的帮助下，进一步描述本发明。

图 1 表示具有沟槽的典型的模的截面图。

图 2 表示成型在基体上的弹性凸起的截面图。

图 3a-b 表示另一个成型在基体上的弹性凸起的截面图。

20 图 4 表示独立式的弹性凸起截面的另一种结构。

图 5a-f 表示不同弹性凸起的俯视图。

本发明解决了操作微机械化 Si 模的问题，形成了超微米级尺寸精确度的弹性部件或凸起（即所用模的完美复制）并易于将凸起从模上分离。

25 见图 1 所示，使用模 100 制备弹性凸起。所制的模 100 是由微量机加工的硅片制成的。模 100 中的沟槽是用传统方法制作。蚀刻沟槽 104、106 时，使用蚀刻掩模。见图 2 所示，沟槽 104、106 的深度和形状取决于刻蚀掩模的开口大小，反过来，沟槽的深度和形状决定了凸起 202、204 的大小和形状。在使用硅氧烷弹性体之前需要一种脱模剂，因为弹性体，特别是硅氧烷弹性体将在固化过程中与模 100 的表面粘结的非常结实。  
30 该脱模剂可以是帕里纶 (Parylene) 或硅烷，该脱模剂在模表面形成贴体的脱模层 118。在模 100 上沉积脱模剂之后，将液态未固化的弹性体加

入模中并在烘箱中固化。凸起 202、204 可以通过蚀刻模 100 形成，或者使凸起如图 3 所示的在一面或两面上单独形成薄的独立结构或者使凸起如图 2 所示成型在任何基体的表面上。

下面将更详细地描述制备凸起的方法。如果各向异性地刻蚀例如在 (100)、(110)、(111) 晶面上，轮廓非常分明的矩形或方形沟槽 104、106 可以在单晶硅片上形成。沟槽的尺寸和形状几乎与所需的弹性凸起的尺寸和形状相同。一种蚀刻技术是各向异性蚀刻，使用取向晶片 (100)。在硅晶片和其他单晶材料上各向异性蚀刻微机械化的沟槽 104、106 是一项公知技术。所用的蚀刻掩模可以由  $\text{Si}_3\text{N}_4$  (~1600 $\text{\AA}$ ) 膜和用于在氯化物中降低应力的  $\text{SiO}_2$  (~550 $\text{\AA}$ ) 中间膜组成。经常使用的蚀刻剂是 4M 的 KOH 溶液，该蚀刻剂通常对三种主晶体取向 (100):(110):(111) 的相对蚀刻速度是 100:160:1。蚀刻在 75-85 $^{\circ}\text{C}$  下进行。蚀刻透大约 500 $\mu\text{m}$  厚的 (100) 晶片大约需要 8 小时。使用 (100) 取向的晶片得到 V 形槽，该沟槽 104、106 中的侧壁 110-116 在 (111) 面上，该 (111) 面相对于 (100) 晶片的标准面的角度为 54.7 $^{\circ}$ 。沟槽 104、106 在晶片上的宽度和位置取决于通过制备超微米级分辨率的电子产品的标准方法制备的蚀刻掩模的开口。掩模蚀刻和硅蚀刻的重复性是相当高的。

图 2 表示基体 206 上轮廓非常分明的凸起 202、204，它是上述制备沟槽 104、106 的复制品，见图 1。当为了使弹性材料不粘在模 100 表面而在模 100 上使用脱模剂时，使用下面的技术。这可以使模 100 重复使用。每次制备的凸起 202、204 将与以前在相同的模 100 上制备的凸起具有相同的结构。含有凸起 202、204 的结构 208 具有与模 100 中的尺寸和相互间距离几乎相同的轮廓。在模 100 表面加入脱模剂之前，有必要去掉上述表面的灰尘和其他颗粒。一层非常薄的氧化层将保留在表面上。随后将模 100 浸入含有少量硅烷的乙醇溶液中。硅烷将在模 100 表面上形成构成脱模剂的单分子层表面。该表面层通过增长形成非常薄的贴体膜 118。涂布脱模剂的另一种方法是使用气相沉积法。下一步是在模 100 表面上覆盖可固化的弹性化合物，同时通过旋涂、刮涂或喷涂控制厚度。随后，将模 100 和基体 206 压在一起。根据要成型的结构的复杂性，气泡可能会在沉积过程中截留在弹性体中。这种可能存在的气泡可以通过在固化之前将成套的装置放入真空中而除掉。也可以考虑将基体仅挨着模放置以在基体的特定位置上得到凸起。然后将成套装置放入温

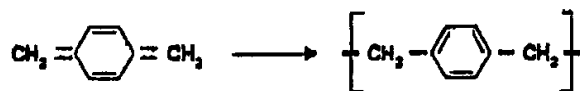
度升高到固化化合物的温度通常为 150℃ 的烘箱中 2 小时。通过固化，弹性材料将在模 100 中形成沟槽 104、106。固化后，从模 100 上分离结构 208。如果使用了硬材料，由于化合物和模 100 之间的密封配合，分离需要在真空下进行。为了特殊的应用，基体 206 可以由便于分离的弹性材料制成。模也可以制成以使得到的凸起 202、204 如图 3a 所示的峰形凸起 302、304 而不是截头形。凸起之其他可能的结构见图 3b。凸起结构的形状并不仅限于图 2-图 5 中所示的那些。

可以制备不同类型的高精确度组件：使用一块或两块模的凸起的独立式组件；在硬性或柔性基体上通过在模和基体之间加入硅氧烷弹性体得到的凸起。柔性材料例如聚合物箔的使用简化了与模的分离，尤其是大面积的组件。如果需要，本发明也可以制成具有弹性凸起的基体，并且在凸起之间有一非常薄的硅氧烷层。在模上旋涂的未固化弹性体能够得到一控制了厚度的弹性体。然后在固化之前将基体放置在弹性层的上面（可能存在的气泡可以通过真空除掉）。

如上所述，硅氧烷弹性体同模粘接的非常结实，因此采用脱模剂进行特殊表面处理以使固化了的硅氧烷弹性体能够从模 100 上分离。为了这以目的，本发明包括两种可以相互替代的方法，硅烷方法和帕里纶 (Parylene) 方法。两种方法都得到低表面能的化学惰性表面，硅氧烷弹性体可以容易地从该表面上移走。

硅烷方法能够在氧化了的硅氧烷表面上形成硅烷的自排列单分子层 (SAM)。在硅烷沉积在硅氧烷模 100 上之前，该模必须清理，例如使用公知的两步法  $H_2O_2$ 、 $NH_3$  和  $H_2O_2$ 、 $HCl$  溶液得到一薄的天然氧化物层。随后将模在硅烷例如用乙醇做溶剂的 1% 的二甲基二氯硅烷中处理，然后用乙醇冲洗，也可以在使用之前将该模保存在乙醇溶液中。得到的脱模剂层由单分子层相互紧靠排列的硅烷分子组成并在表面上以防止硅氧烷弹性体粘到模上。成型之后，该模可以直接再次使用，或者再硅烷化以确保新的脱模剂层免受可能的机械损伤。

市售的帕里纶 (Parylene) 方法生成了非常贴体的聚对亚苯基二甲苯涂层，该涂层均匀地覆盖了沟槽的边缘和底部。涂覆了的表面在室温下放入 0.1 毛的单体对二甲苯蒸气中，该单体按照下述反应在同气体接触的所有表面上缩聚和聚合：



5 熔点是 405℃，该温度能够使弹性体固化，并且具有许多其他好的性能例如高的耐化学性。可以制备任何厚度的帕里纶(Parylene)层，而作为脱模剂，仅需要非常薄的层。但是，制成几十微米的厚度会给予重复使用的相同的模好的机械稳定性。

当然，不但硅烷或帕里纶(Parylene)可以用作脱模剂。例如任何具有非反应性端基的适合于自排列的单分子层都可以使用。

10 图 3 表示不同凸起的侧视图，这些凸起可以成型在基体 206 上。第一套 300 中的结构 208 具有类似倒 V 型的 V 型凸起 302、304。图 3b 中第二套 312 具有结构 208 和类似针状的凸起 314、316。自然地，形成沟槽的模必须具有与这些图中的凸起几乎相同的形状。制造模比制成第一套 300 的凸起 302、304 稍稍困难一点。这里，进行蚀刻直到两侧壁 110-116 相遇，而不是图 1 中蚀刻在达到底部之前停止。在下一套 312 凸起 314、316，模必须由(110)晶片制成。

15 图 4 中凸起成型在结构 208 的两侧。这是由与上述几乎相同的方法制成的，但是在硅氧烷弹性体固化之前，将与上面使用的相似或不同的模放置在弹性层的上面。相似的模可以与图 1 中的模 100 具有相同或不同的形状以形成沟槽。固化后，拿走这两个模。该结构 208 形成第四套 400 的凸起 402-408。

20 图 5a-c 表示方形凸起 202、302 和 314 的俯视图，图 5d-f 表示矩形凸起 202、302 和 314 的俯视图。

上述凸起的结构和形状并不仅限于上述这些。它们可以具有许多其他的没有示出的结构和形状。

25 制造优选凸起和优选沟槽的另一种方法是使用在已经存在的结构例如激光或 IC 上排列的光刻掩模。在分离它们之前，或者使用各向异性蚀刻或者其他技术形成沟槽。类似地，也在用于同一模的相似或不相似的材料上制作镀膜(mirrored)沟槽。然后，该模或弹性凸起粘接的部分用固化前的弹性材料覆盖，之后上述部分和模在真空下压在一起。此时，弹性材料填充了模中的沟槽。之后，弹性材料用热或光（如果模或上述部分可以透过固化光）固化，最后将模从弹性材料上分离。

30

在不偏离本发明精神和其本质特征的前提下，上述本发明可以以其他的特定形式实施。因此，本发明的实施方式应该在各方面理解为说明而不是限制附属的权利要求而不是上面描述的本发明的范围，并且在权利要求的等价意义和范围内的所有变化方式也应该包括在其范围之内。

# 说明书附图

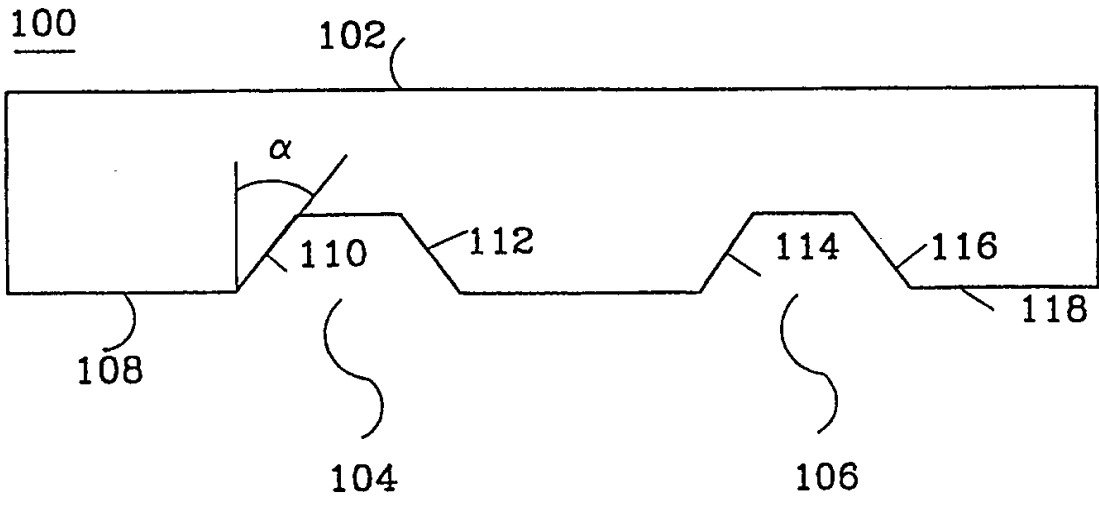


图 1

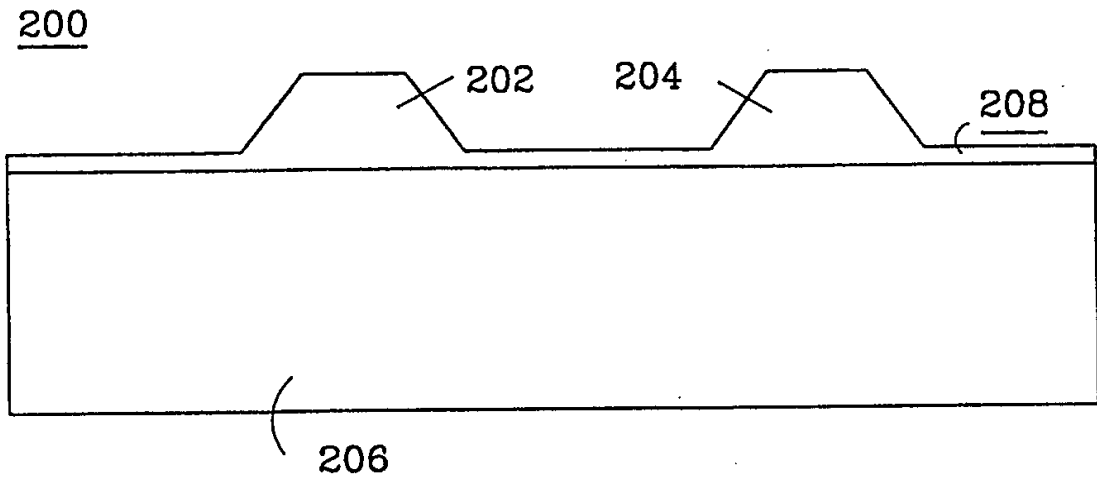


图 2

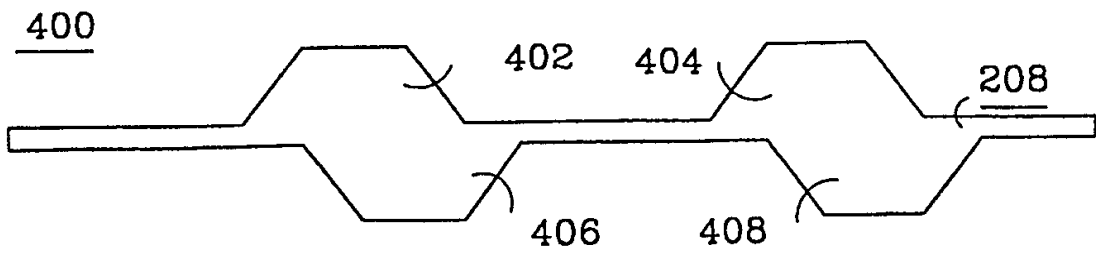


图 4

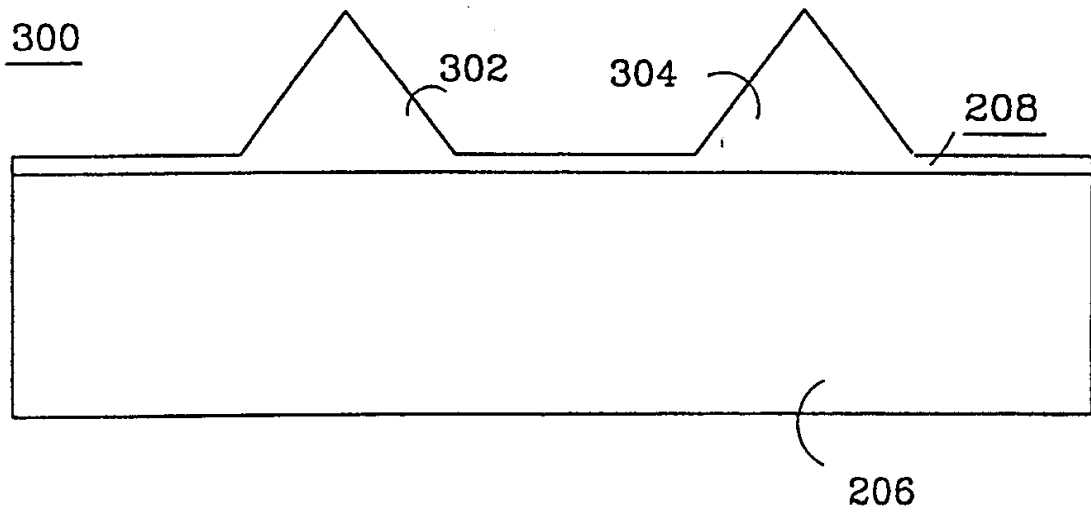


图 3a

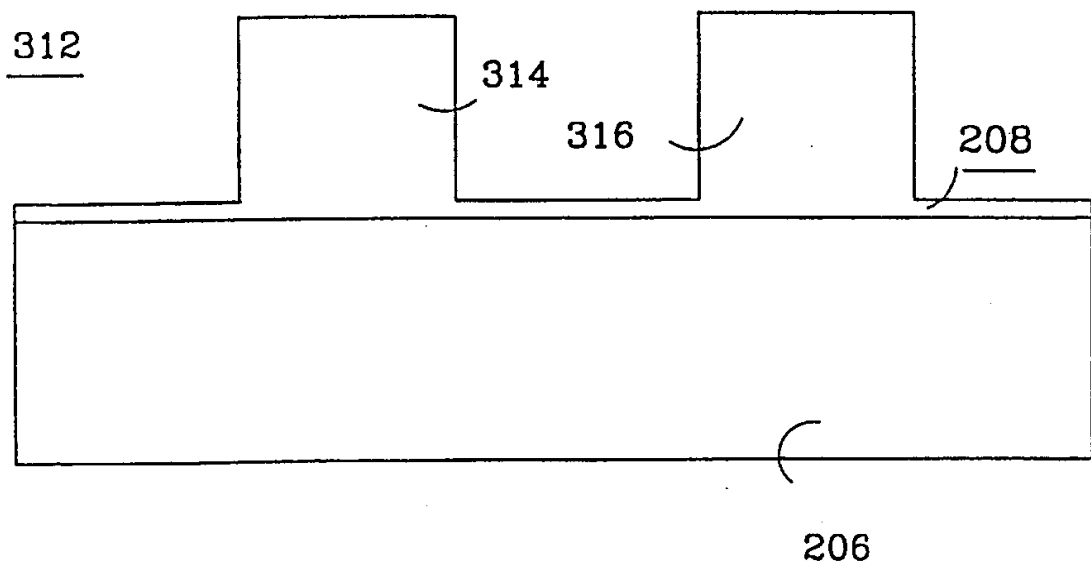


图 3b

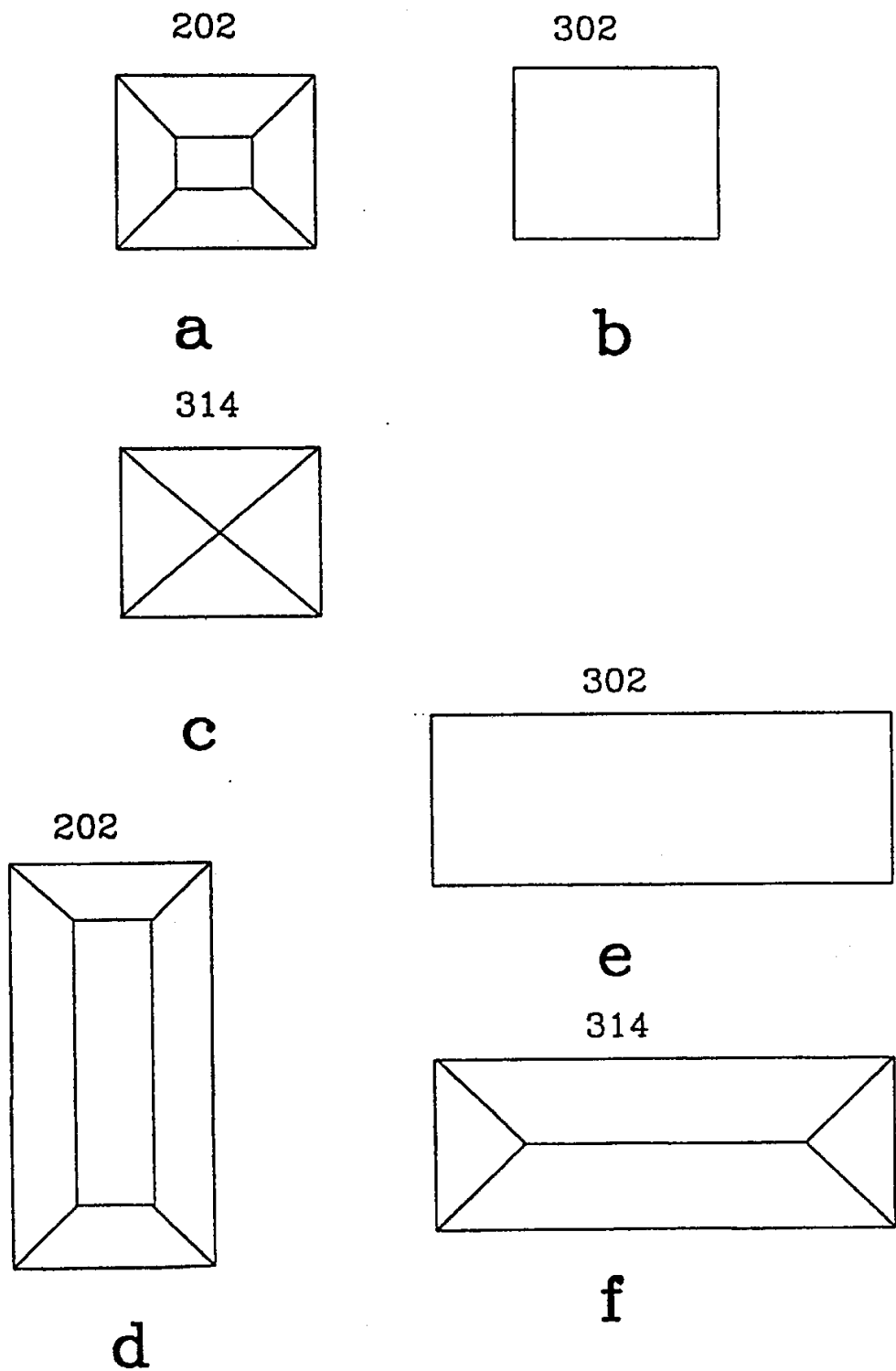


图 5