



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 106018884 A

(43) 申请公布日 2016. 10. 12

(21) 申请号 201510509278. 6

(22) 申请日 2015. 08. 19

(30) 优先权数据

14/667, 676 2015. 03. 24 US

(71) 申请人 华亚科技股份有限公司

地址 中国台湾桃园市

(72) 发明人 王威智

(74) 专利代理机构 深圳新创友知识产权代理有

限公司 44223

代理人 江耀纯

(51) Int. Cl.

G01Q 60/48(2010. 01)

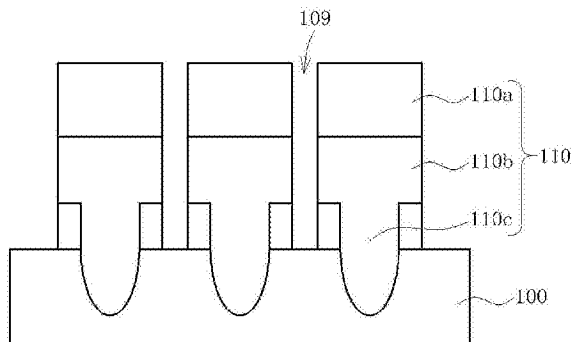
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

测试机台的探针组件及其制作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种测试机台的探针组件及其制作方法,其中测试机台的探针组件包括一主体以及以一探针针尖,其中主体包括一连接部分与一基座部分;探针针尖自所述基座部分相对于所述连接部分的一端延伸出,其中所述探针针尖与所述基座部分由相同材料一体成型构成,并与所述连接部分为不同材料。



1. 一种测试机台的探针组件,其特征在于,包括:
 - 一主体,包括一连接部分与一基座部分;以及
 - 一探针针尖,自所述基座部分相对于所述连接部分的一端延伸出,其中所述探针针尖与所述基座部分由相同材料一体成型构成,并与所述连接部分为不同材料。
2. 根据权利要求1所述的测试机台的探针组件,其特征在于,所述基座部分与所述连接部分的尺寸相同。
3. 根据权利要求2所述的测试机台的探针组件,其特征在于,所述基座部分与所述连接部分的尺寸大于50纳米。
4. 根据权利要求1所述的测试机台的探针组件,其特征在于,所述探针针尖的宽度小于50纳米,且所述探针针尖的长度大于100纳米。
5. 根据权利要求1所述的测试机台的探针组件,其特征在于,所述基座部分与所述探针针尖的材料为钨,且所述连接部分的材料为钛/氮化钛。
6. 一种制作测试机台探针组件的方法,包括:
 - 提供一基底;
 - 在所述基底形成多个形状为所需探针针尖形状的凹槽;
 - 在所述基底上沉积一第一材料层并填满所述凹槽,在所述凹槽里形成所述探针针尖;
 - 在所述第一材料层上沉积一第二材料层;以及
 - 图案化所述第一材料层与所述第二材料层,形成多个探针组件,其中所述第二材料层构成所述探针组件的一连接部分,用来连接到一测试机台,且各所述探针组件包括一所述探针针尖。
7. 根据权利要求6所述的制作测试机台探针组件的方法,其特征在于,还包括:
 - 将一机臂按压在一所述探针组件的所述连接部分上;
 - 接合所述机臂与所述探针组件的所述连接部分;
 - 改变所述基底的温度使所述凹槽扩张并松开所述基底中的所述探针针尖;以及
 - 用所述机臂拉取出所述探针组件。
8. 根据权利要求7所述的制作测试机台探针组件的方法,其特征在于,所述基底与所述第一材料层的热膨胀系数不同。
9. 根据权利要求7所述的制作测试机台探针组件的方法,其特征在于,通过焊接的方法将所述连接部分接合在所述机臂上。
10. 根据权利要求9所述的制作测试机台探针组件的方法,其特征在于,通过脉冲激光加热或高电压脉冲焊接,将所述连接部分接合在所述机臂上。
11. 根据权利要求9所述的制作测试机台探针组件的方法,其特征在于,还包括拆卸步骤:
 - 将所述探针针尖放入所述凹槽中;
 - 改变所述基底的温度使所述凹槽收缩,夹住所述探针针尖;
 - 熔化所述连接部分;以及
 - 自被夹住的所述探针针尖上移除所述机臂。
12. 根据权利要求7所述的制作测试机台探针组件的方法,其特征在于,所述探针组件的所述连接部分通过真空吸附的方法安装在所述机臂上。

13. 根据权利要求 12 所述的制作测试机台探针组件的方法,其特征在于,还包括吹气卸除所述机臂以释放所述探针组件的拆卸步骤。

测试机台的探针组件及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一测试机台的探针组件及其制作方法，特别是涉及一种低成本且易替换针尖的探针组件及其制作方法。

背景技术

[0002] 扫描式探针显微镜 (SPMs) 由于可提供多种表面性质的高解析度影像，常被用来测量表面形貌及相对应的电性分析，例如导电性、电压、电容、电阻、电流和其他电性质。当测量不同电性时，会用到不同的 SPM 技术，例如可同步提供相对应表面型貌影像的电子信号的 SPM 技术包括有扫描式电容显微镜 (SCM)，扫描式扩散电阻显微镜 (SSRM)，克尔文力 (Kelvin force) 显微镜 (KFM) 和导电原子力显微镜 (C-AFM)。

[0003] 扫描式电容显微镜 (SCM) 装置的工作方法是用一微小针尖在一待显像样本表面上扫描，同时测量所述样本的电性。典型的扫描式电容显微镜 (SCM) 由一原子力显微镜 (AFM) 和一可同步提供二维影像的超高频率 (UHF) 共振电容感测器所组成。所述 AFM 取得表面形貌影像，而所述 UHF 共振电容感测器可同步提供二维的微分电容影像。典型的 AFM 由一悬臂和一位于所述悬臂悬空端且具有导电性的探针所组成。大多数 AFM 悬臂的位置由光学装置检测，通过一红光 (670nm) 激光光束自悬臂背面反射到一对位置灵敏的光检测器来检测悬臂的位置，来产生表面形貌影像。

[0004] 然而，光 / 激光的干扰，例如由所述 AFM 红光激光光束散射光引起的光伏效应 (photovoltaic effect) 和高位载流子注入效应 (high-level carrier injection effect)，会导致扭曲的微分电容 (dC/dV) 曲线，因而干扰 SCM 影像的对比。此由 AFM 激光光束引起的光 / 激光的干扰不只影响 SCM 影像的对比，还会降低判断载流子浓度分布的精准度。

[0005] 再者，旧有的 SPM 及 Nano-prober 探针具有较大的探针针尖接触面积和一倾斜的接触角，无法达到较小针尖接触面积及避免杂散电容，以致无法达到测量高阶技术世代产品的要求。而其复杂的针尖替换过程和昂贵的探针也直接影响到所述分析工具的处理量及探针耗材成本。此领域中的技术人员已长期寻觅却仍无法得到这些问题的解决方法。

发明内容

[0006] 本发明公开了一种测试机台的探针组件（也可称针尖接头）及其制作方法。其中制作方法的特色是利用现阶段成熟、低成本的半导体工艺制造能力，在晶片上制作探针针尖和针尖接头。由于整套制作方法可沿用现行已成熟的半导体工艺，所制作的探针电性质量具高度一致性及良好保存性，且所制作的探针形状也容易由工艺参数控制下具有高度一致性，综合以上特点，其在测量时可达到高阶工艺世代所要求的高扫描解析度与较佳信号信噪比。再者，其探针制造方式可提供不同新颖设计的探针组件，针尖精细且形状可被设计控制，加上快速的针尖替换机制，可扩大传统 SPM 测量测试机台在高阶工艺世代的测量能力。

[0007] 本发明其中一个目的是提供一测试机台的探针组件,其中包括一主体,包括一连接部分与一基座部分;以及一探针针尖,自所述基座部分相对于所述连接部分的一端延伸出,其中所述探针针尖与所述基座部分由相同材料一体成型构成,并与所述连接部分为不同材料。

[0008] 本发明另一个目的是提供一制作测试机台探针组件的方法,步骤包括提供一基底;在所述基底形成多个形状为所需探针针尖形状的凹槽;在所述基底上沉积一第一材料层并填满所述凹槽,在所述凹槽里形成一探针针尖;在所述第一材料层上沉积一第二材料层;以及图案化所述第一材料层与所述第二材料层,形成多个探针组件,其中所述第二材料层构成所述探针组件的一连接部分,用来连接到一测试机台,且各所述探针组件包括一所述探针针尖。

[0009] 一方面,本发明提供的方法还包括使用焊接或真空吸附的方式,将探针组件安装在测试机台上。

[0010] 另一方面,本发明提供的方法也包括使用熔化或吹气卸除的方式,将探针组件自测试机台上拆卸下来。

附图说明

[0011] 图 1 到图 3 是剖视图,例示本发明实施例制作测试机台探针组件(针尖与针尖接头)的过程。

[0012] 图 4 和图 5 是剖视图,例示本发明实施例组合探针组件与机臂的过程。

[0013] 图 6 是剖视图,说明本发明另一实施例组合探针组件与机臂的过程。

[0014] 图 7 是剖视图,例示本发明实施例自机臂拆卸探针组件的过程。

[0015] 图 8 是剖视图,说明使用本发明实施例的探针组件测量/扫描一样本的过程。

[0016] 其中,附图标记说明如下:

[0017] 100 基底

[0018] 102 热氧化层

[0019] 104 凹槽

[0020] 106 第一材料层

[0021] 108 第二材料层

[0022] 109 间隙

[0023] 110 探针组件

[0024] 100a 连接部分

[0025] 100b 基座部分

[0026] 100c 探针针尖

[0027] 120 机臂

[0028] 120a 空气通道

[0029] 130 加热元件

[0030] 140 装置

[0031] 150 装置

[0032] 160 样本

[0033] 162 电路图案

具体实施方式

[0034] 本发明接下来的详细说明所参考的附图都为可实现本发明的特定实施例。这些实施例的详细说明，足够使此领域中的技术人员了解并实现本发明。在不悖离本发明的范围内，可做结构、逻辑和电性上的修改应用在其他实施例上，因此接下来的详述并非用来对本发明加以限制。

[0035] 在详细说明此优选实施例之前，应该进一步解释在说明中普遍使用的专有名词。

[0036] 专有名词“蚀刻”普遍用来说明图案化某一材料的工艺，至少部分所述材料会在蚀刻后留存下来。例如，应该可了解蚀刻硅质的过程，包括图案化一位于硅质上方的遮罩层（例如光刻胶或硬遮罩），接着移除未被遮罩层保护的硅质区域。如此以来，被遮罩层保护的硅质区域会在蚀刻工艺结束后留下来。然而，另外的例子里，蚀刻也表示未使用遮罩层，但蚀刻过程结束后仍留下至少部分材料的工艺。由以上说明，可区分专有名词“蚀刻”与“移除”的不同。当蚀刻某一材料，至少部分所述材料会在工艺结束后留下来。相反地，当移除某一材料时，所有所述材料会在接下来的工艺中被移除。然而在某些实施例中，广义地认为“移除”包括“蚀刻”。

[0037] 专有名词“形成”、“沉积”和“设置”在此用来说明施加某一层材料于基底之上。所述专有名词意指任何产生膜结构的技术，包括热生成、溅镀、蒸镀、化学气相沉积、磊晶生长、电镀等等。举例来说，根据不同实施例，沉积可由任何合适的公知方法来实施，包括任何生长、覆盖，或传送材料到基底上面的工艺。一些公知的技术包括物理气相沉积 (PVD)、化学气相沉积 (CVD)、电化学沉积 (ECD)、分子束外延、原子层沉积、高密度等离子体化学气相沉积和等离子体增强化学气相沉积及其他未在此提及者。

[0038] 本文中普遍使用的“基底”一般认为是硅基底。然而所述基底也可作为半导体族群中任何一种材料、例如锗、砷化镓、磷化铟等等。在其他实施例中，基底也可作为非导电性材料，例如玻璃或蓝宝石晶片。

[0039] 图 1 到图 3 是剖视图，例示本发明实施例制作测试机台探针组件（针尖与针尖接头）的过程。本发明提供一新颖的方法，用于制作测试机台的探针组件。本发明中的探针组件也可指一组装在测试机台机臂上，根据不同被测元件 (DUT) 的规格需求而更换的接头。本发明利用现行的半导体工艺可一次在 12 英寸晶片上制作数十万个探针组件。

[0040] 首先，参考图 1，提供一半导体基底 100，例如 12 英寸硅晶片，为制作本发明探针组件的基座。在含氧环境下进行一温度介于 750℃ 到 850℃ 之间的热氧化过程，在基底 100 上形成一氧化层 102，例如二氧化硅 (SiO₂)。所述氧化层 102 将作为探针组件和基底 100 之间的绝缘体和间隙壁。接着进行光刻和蚀刻工艺，在基底 100 上形成多个圆筒状凹槽 104。所述凹槽 104 可呈阵列排列，形状为符合不同规格和长宽比要求的探针针尖，例如一探针针尖的末端为 20 纳米，长度为 100 纳米。

[0041] 参考图 2，在基底 100 中形成凹槽 104 后，接着在基底 100 上沉积一第一材料层 106。第一材料层 106 填满凹槽 104，且覆盖基底 100。第一材料层 106 填入凹槽 104 的部分形成探针组件的探针针尖。在本发明中，第一材料层 106 由强度、导电性和弹性均适合用来做原子力探针 (AFP) 的材料做成，例如钨 (W)。沉积第一材料层 106 之后，接着沉积第二

材料层 108 于第一材料层 106 上。第二材料层 108 可由具有优越金属可焊性的合金做成，例如钛 / 氮化钛 (Ti/TiN)。本发明中，第二材料层 108 将作为探针组件与机臂连接的部分。

[0042] 参考图 3，在基底 100 上形成第一材料层 106 和第二材料层 108 后，进行另一光刻和蚀刻工艺，图案化第一材料层 106 和第二材料层 108 形成多个探针组件 110。探针组件 110 由图案化工艺形成的间隙 109 分开，并且整齐以阵列排列在基底 100 上。每一探针组件 110 包括一上方的连接部分 110a，由图案化的第二材料层 108 形成；一中间的基座部分 100b，由图案化的第一材料层 106 形成；一底部的探针针尖 110c，相对于连接部分 110a，自基座部分 100b 的一端延伸出。底部探针针尖 110c 由第一材料层 106 填入凹槽 104 的部分形成。应注意的是探针针尖 110c 和基座部分 110b 由相同材料一体成型构成（即第一材料，例如钨）。连接部分 110a 更佳由具有优越金属可焊性的合金做成，才可轻易地安装到测试机台。

[0043] 除了上述探针组件 100 简单的工艺外，本发明另一特征是快速、简单的针尖安装 / 更换方法，且更换时不需执行传统的激光重新校正步骤，可显著提高目前传统 AFM (SPM) 的处理量。请参考图 4 与图 5，为本发明实施例中将探针组件 100 安装到测试机台机臂 120 的剖视图。首先，图 4 中，将一测试机台机臂 120 按压在一选定的探针组件 110 的连接部分 110a 上，接着由与机臂 120 和基底 110 连接的加热元件 130 进行一加热过程，例如使用脉冲激光加热或高电压脉冲焊接，使具有较低熔点与较佳可焊性的连接部分 110a 熔化，使熔化后的 110a 与按压于其上的机臂 120 焊接起来。由附图参考中可注意到，所述连接过程是当机臂碰触到连接部分 110a 启动加热电路后才开始，因此不需要传统的激光校正步骤。

[0044] 参考图 5，在机臂 120 和探针组件 110 连接后，使用组件 140（例如加热板）提高基底 100 温度，通过温度差使其上的凹槽 104 扩张。要注意的是在本发明中，探针针尖 100c 和底座 100b（即第一材料）的热膨胀系数与基底 100 不同，因此凹槽 104 会扩张到足够大使探针针尖 110c 自基底 100 松脱。在温度变化后，可用机臂 120 将与其连接的探针组件 110 自凹槽 104 拉取出。

[0045] 参考图 6。本发明也提供另一组装机方法，利用真空吸附的方式将探针组件 110 安装到机臂 120 上。在此实施例中，机臂 120 具有一空气通道 120a，可制造一真空环境，将与其接触的探针组件 110 吸附在空气通道 120a 的排气口上。接着与前述实施例相同，进行基底温度变化和拉取步骤，可将探针组件 110 自基底 100 中拉取出。

[0046] 参照图 7。除了上述将探针组件 110 安装到机臂 120 的过程，本发明也提供将探针组件 110 自机臂 120 拆卸下来的方法。本发明拆卸的过程可为上述安装过程的反向程序。首先，将探针针尖 110c 放入凹槽 104 内，接着通过连接的装置 150 使基底产生温度变化，造成基底 100 上的凹槽 104 收缩。请注意在本发明中，由于探针针尖 110c 和基座部分 110b（即第一材料）与基底 100 的热膨胀系数不同，凹槽 104 会收缩到足够小的程度，夹住位于基底 100 里的探针针尖 110c。接下来利用加热元件进行加热，再次熔化连接部分 110a，使机臂得以轻易地自被夹住的探针组件 110 的连接部分 110a 移开。在探针组件 110 通过真空吸取安装在机臂 120 上的实施例中（图 6），只需自机臂 120 排放气体解除真空密封，可更轻易地将探针组件 110 自机臂 120 移除。

[0047] 参考图 8，为一剖视图，说明使用本发明实施例的探针组件 110 测试 / 扫描一样本的过程。本发明中，由于连接处 110a 与基座部分 100b 由同一图案化步骤形成，因此两者的

尺寸相同,例如最好都大于 50 纳米。此外,最佳化的探针针尖 110c 宽度最好小于 50 纳米,且长度最好大于 100 纳米,使长宽比大于 2,得以用来测量样本 160。具有较小尺寸与较大垂直方向长宽比的探针针尖,可以符合先进工艺世代样本 160 的电路图案 162 表面形貌尺寸需求,得到较佳解析度与低杂讯的扫描式电容显微镜测量结果。

[0048] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

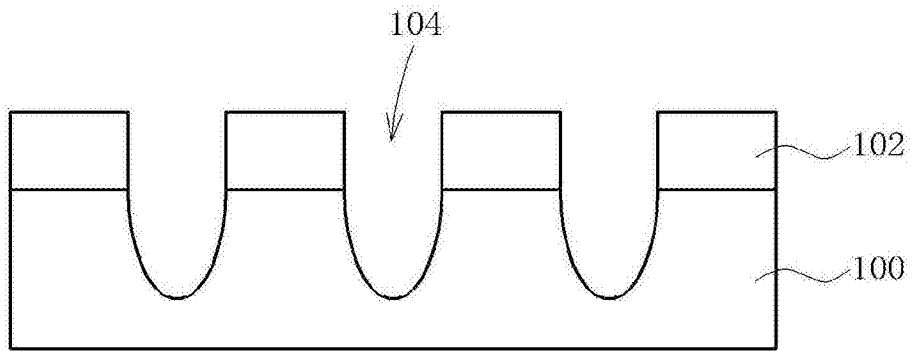


图 1

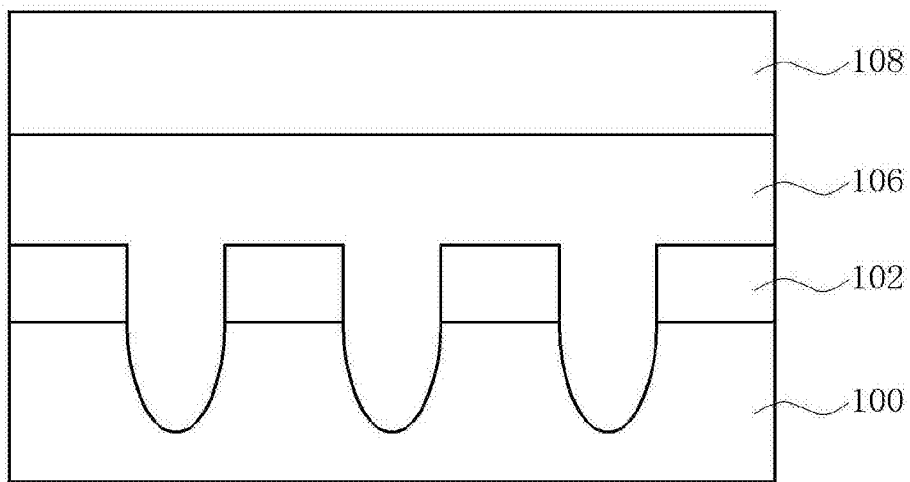


图 2

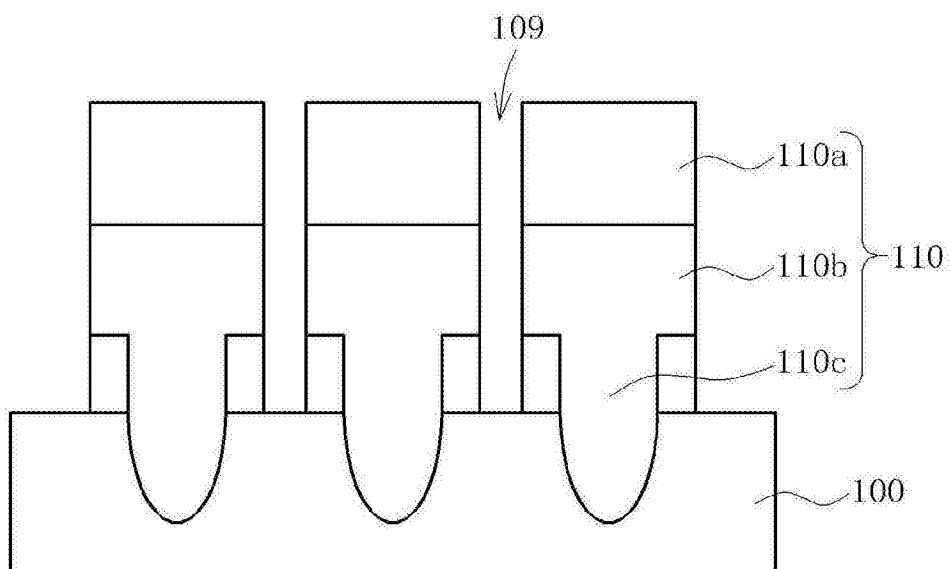


图 3

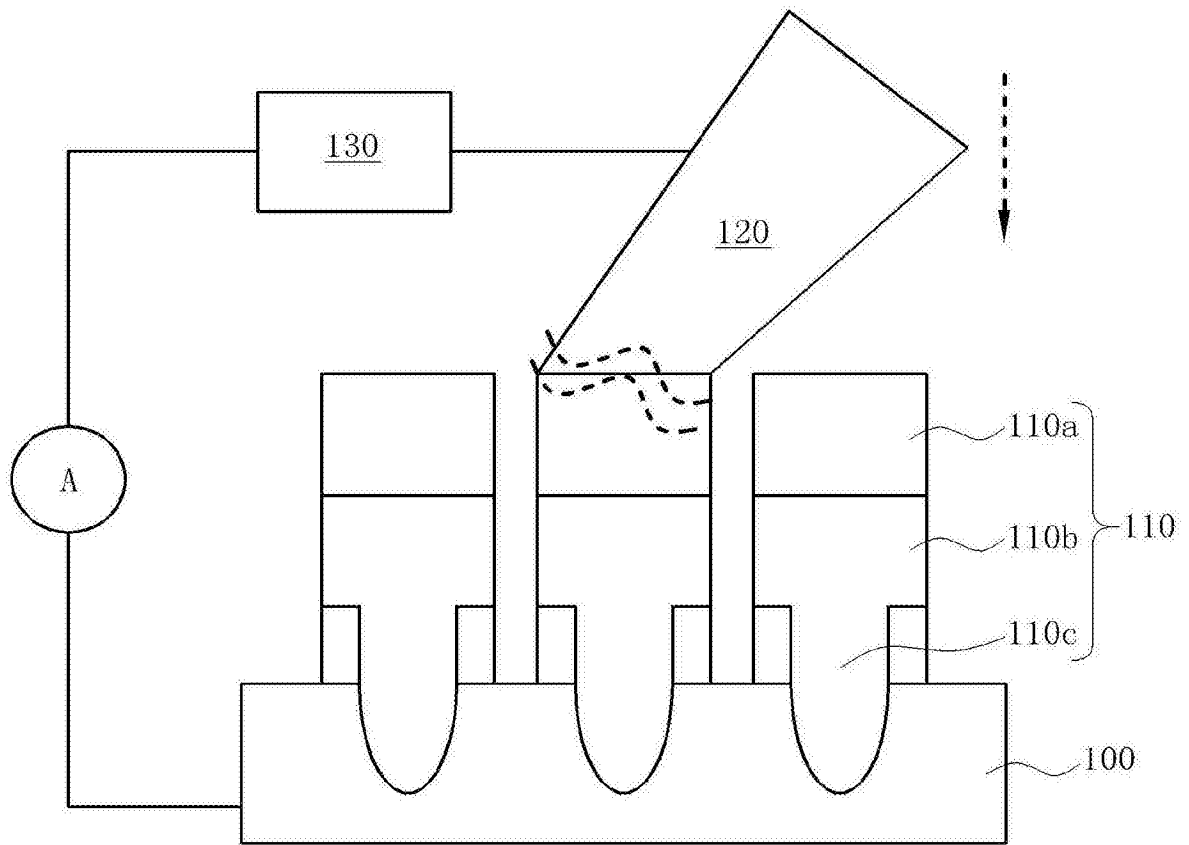


图 4

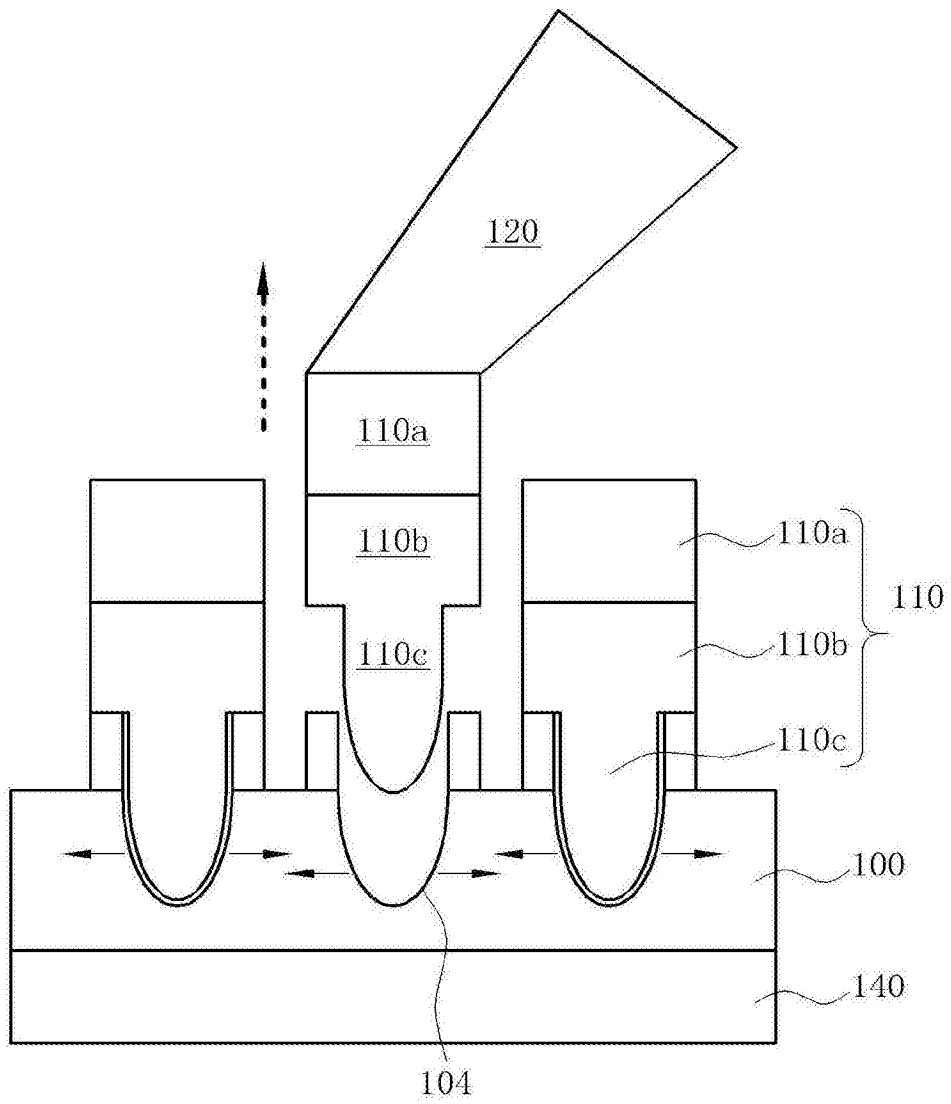


图 5

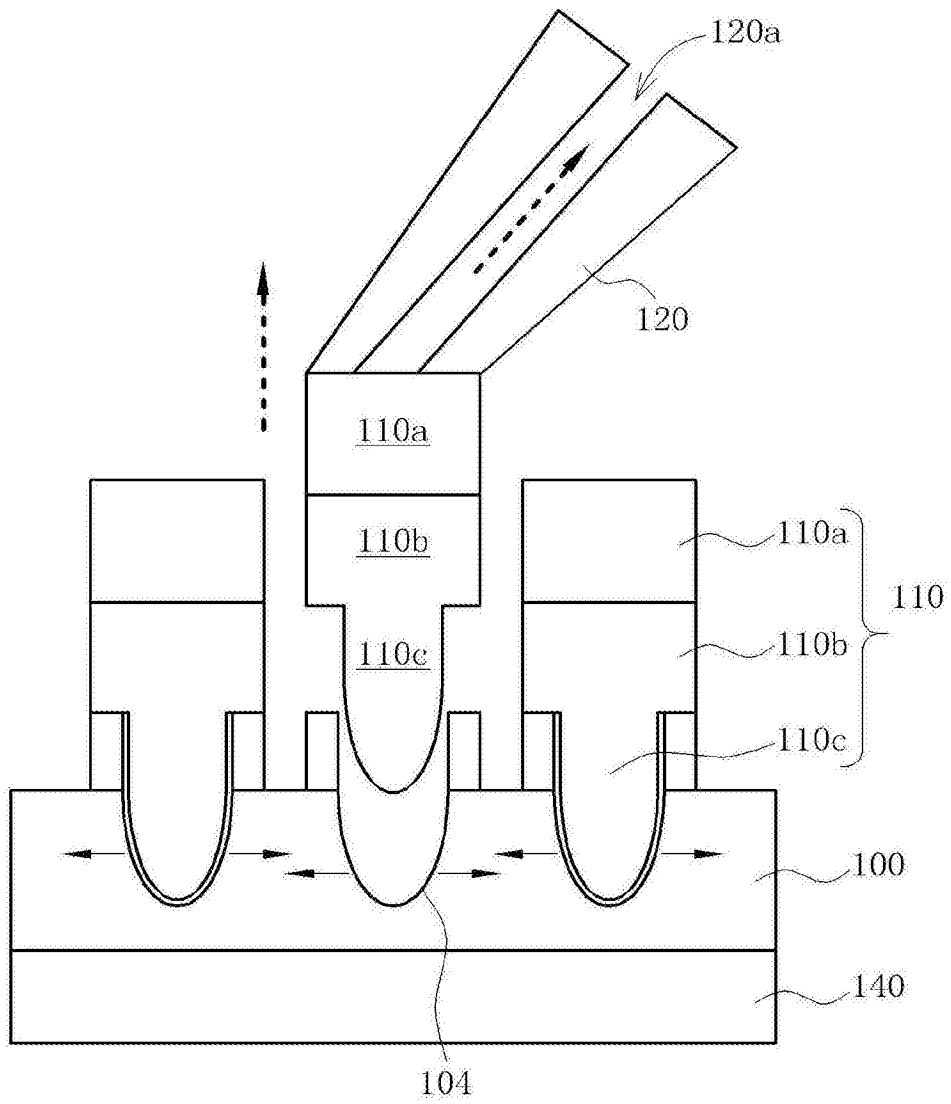


图 6

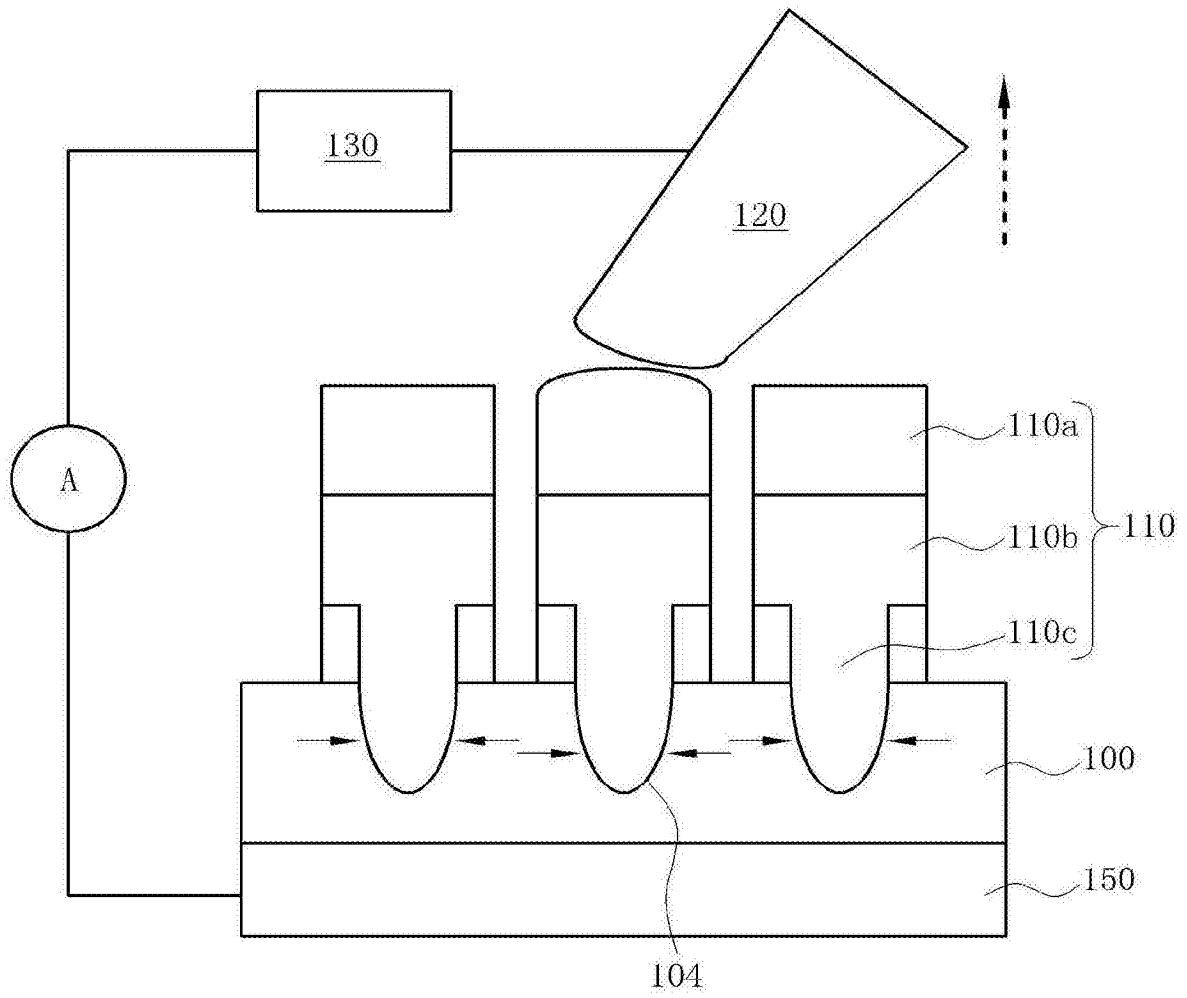


图 7

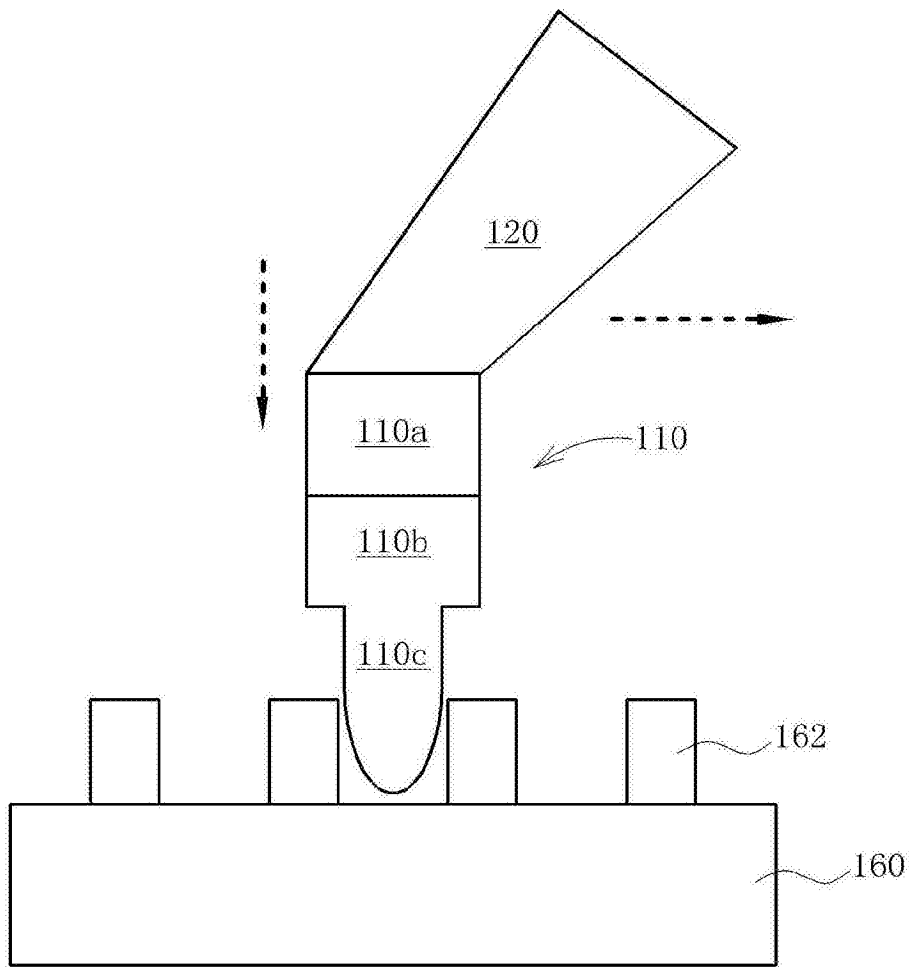


图 8