



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110875165 A

(43)申请公布日 2020.03.10

(21)申请号 201811006185.1

(22)申请日 2018.08.30

(71)申请人 中国科学院微电子研究所
地址 100029 北京市朝阳区北土城西路3号

(72)发明人 卢维尔 夏洋

(74)专利代理机构 北京华沛德权律师事务所
11302

代理人 房德权

(51)Int.Cl.

H01J 1/304(2006.01)

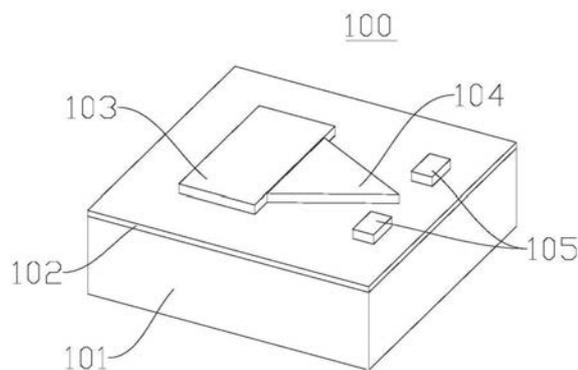
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种场发射阴极电子源及其阵列

(57)摘要

本发明实施例提供的一种场发射阴极电子源及其阵列,包括:衬底,及设置在所述衬底同一侧的阴极、阴极尖端和栅极。通过将所述阴极、所述阴极尖端和所述栅极设置于所述衬底的上表面上,并且所述阴极尖端连接在所述阴极上,所述栅极位于所述阴极尖端远离所述阴极的一侧,所述阴极尖端的电子发射端指向所述衬底的靠近所述栅极的侧面。阴极尖端在衬底上为贴合衬底的平行布置,相对于现有技术的立体堆叠结构,具有更高的稳定性和可靠性,适合大规模集成。



1. 一种场发射阴极电子源,其特征在於,包括:衬底,及设置在所述衬底同一侧的阴极、阴极尖端和栅极;所述阴极、所述阴极尖端和所述栅极均设置在所述衬底的上表面上;所述阴极尖端连接在所述阴极上,所述栅极位于所述阴极尖端远离所述阴极的一侧;所述阴极尖端的电子发射端指向所述衬底的靠近所述栅极的侧面。

2. 根据权利要求1所述的场发射阴极电子源,其特征在於,所述栅极数量为2,并且两个所述栅极分别分布在所述阴极尖端的两侧。

3. 根据权利要求1所述的场发射阴极电子源,其特征在於,所述阴极尖端的形状为三角状。

4. 根据权利要求1所述的场发射阴极电子源,其特征在於,还包括绝缘层,所述绝缘层设置在所述衬底的上表面上,所述阴极、所述阴极尖端和所述栅极均设置在所述绝缘层上。

5. 根据权利要求4所述的场发射阴极电子源,其特征在於,所述衬底的材料为硅,所述绝缘层为氧化硅。

6. 根据权利要求4所述的场发射阴极电子源,其特征在於,所述绝缘层的厚度为大于或等于290nm。

7. 根据权利要求1所述的场发射阴极电子源,其特征在於,采用平面工艺制备。

8. 一种场发射阴极电子源阵列,其特征在於,包括:多个权利要求1-7任一项所述的场发射阴极电子源,多个所述场发射阴极电子源并列相接连成一排;多个所述阴极尖端朝向相同。

9. 根据权利要求8所述的场发射阴极电子源阵列,其特征在於,同一排中,每个所述场发射阴极电子源的阴极均与其相邻的场发射阴极电子源的阴极相连接或不相连接。

10. 根据权利要求8所述的场发射阴极电子源阵列,其特征在於,包括多个相互层叠的电子源排,每个所述电子源排为多个所述场发射阴极电子源并列相接连成一排组成。

一种场发射阴极电子源及其阵列

技术领域

[0001] 本发明涉及电子发射技术领域,具体而言,涉及一种场发射阴极电子源及其阵列。

背景技术

[0002] 电子源被认为是真空电子器件的核心,为其提供工作所必须的自由电子束。场发射电子源是通过在场发射材料外部加一强电场,压抑发射材料表面势垒,使其势垒高度降低、宽度变窄,使得相当数量的电子从场发射材料内部通过隧道效应遂穿至外部,在外电场的作用下产生定向运动,从而形成一定的发射电流密度。

[0003] 一个典型场发射电子源的基本结构通常包括阴极、栅极和阳极。微场发射阴极阵列是一种通过现代加工手段,在一定区域内大量密集集成的电子源。微场发射阵列自发明以来,发展了多种结构,其中Spindt阴极又称薄膜金属场发射阴极,是最早依靠现代微加工手段制作的场发射阴极,结构包含微发射尖锥、绝缘层和栅极组成的阵列式阴极。由于微尖锥曲率半径很小,微尖和栅极间距也很近,因此二者之间只需很小的偏压,就可以诱导尖锥表面产生电子发射。场发射阴极阵列可以基于微纳加工技术实现大量发射尖锥阵列的高密度集成,因此可以获得高的总发射电流和电流密度。

[0004] 但是,场发射尖锥阵列由于是三维立体的结构,加工时,沉积出的尖锥的高度直径等参数各不相同,所得阵列均匀性较差,容易导致局部过度发射,同时相对于衬底上表面垂直发射的电子,易引起空间放电诱发电弧,极易损坏整个器件,可靠性较差。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种场发射阴极电子源及其阵列,其中阴极、阴极尖端和栅极设计在同一平面内,避免了现有技术场发射尖锥的加工难以控制的问题,提高了阵列的均匀性。

[0006] 一种场发射阴极电子源,包括:衬底,及设置在所述衬底同一侧的阴极、阴极尖端和栅极;所述阴极、所述阴极尖端和所述栅极均设置在所述衬底的上表面上;所述阴极尖端连接在所述阴极上,所述栅极位于所述阴极尖端远离所述阴极的一侧;所述阴极尖端的电子发射端指向所述衬底的靠近所述栅极的侧面。

[0007] 优选地,所述栅极数量为2,并且两个所述栅极分别分布在所述阴极尖端的两侧。

[0008] 优选地,所述阴极尖端的形状为三角状。

[0009] 优选地,还包括绝缘层,所述绝缘层设置在所述衬底的上表面上,所述阴极、所述阴极尖端和所述栅极均设置在所述绝缘层上。

[0010] 优选地,所述衬底的材料为硅,所述绝缘层为氧化硅。

[0011] 优选地,所述绝缘层的厚度为大于或等于290nm。

[0012] 优选地,采用平面工艺制备。

[0013] 一种场发射阴极电子源阵列,包括:上述的多个场发射阴极电子源,多个所述场发射阴极电子源并列相接连成一排;多个所述阴极尖端朝向相同。

[0014] 优选地,同一排中,每个所述场发射阴极电子源的阴极均与其相邻的场发射阴极电子源的阴极相连接或不相连接。

[0015] 优选地,包括多个相互层叠的电子源排,每个所述电子源排为多个所述场发射阴极电子源并列相连接成一排组成。

[0016] 上述本发明实施例提供的一种场发射阴极电子源及其阵列,针对现有技术的电子源而言,在本发明中将阴极、阴极尖端和栅极设置在了衬底的同侧上,并且所述阴极、阴极尖端和栅极均设置在所述衬底的上表面上,并且阴极尖端的电子发射端指向所述衬底的靠近所述栅极的侧面,继而电子发射方向也相对衬底的上表面由垂直变为平行,避免了阴极尖端(或电子发射端)的立体堆叠结构设计,在生产加工的时候更加容易控制长度、宽度等参数;同时阴极尖端相对于现有技术的场发射尖锥而言,在加工时可以避免考虑场发射尖锥的高度直径等难以控制的生产参数,最终得到的场发射阴极电子源具有更高的稳定性,而由此组成的阵列除阴极尖端的结构优化外,还由于衬底可将各个阴极尖端隔离可进一步避免电弧的产生,阵列整体具有更好均匀性,提高了使用该场发射阴极电子源及其阵列的相关器件的可靠性。

[0017] 为使本发明的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0019] 图1是本发明第一实施例提供的一种场发射阴极电子源的结构示意图。

[0020] 图2是本发明第一实施例提供的一种场发射阴极电子源的电子发射状态的结构示意图。

[0021] 图3是本发明第二实施例提供的一种场发射阴极电子源阵列的第一种结构示意图。

[0022] 图4是本发明第二实施例提供的一种场发射阴极电子源阵列的第二种结构示意图。

[0023] 图5是本发明第二实施例提供的一种场发射阴极电子源阵列的三种结构示意图。

[0024] 图标:100-场发射阴极电子源;101-衬底;102-绝缘层;103-阴极;104-阴极尖端;105-栅极;106-发射方向;200-场发射阴极电子源阵列;300-场发射阴极电子源阵列。

具体实施方式

[0025] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0026] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护

的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0027] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0028] 在本发明的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0029] 第一实施例

[0030] 请参照图1,本实施例提供一种场发射阴极电子源100,包括:衬底101,及设置在所述衬底101同一侧的阴极103、阴极尖端104和栅极105;所述阴极103、所述阴极尖端104和所述栅极105设置在所述衬底101的上表面上(此处的上表面应当理解为衬底101的其中任意一个表面,不随人为改变其与水平面的位置而发生改变,在本发明中上表面的周围面称为衬底101的侧面)。

[0031] 衬底101,用于承载所述阴极103、所述阴极尖端104、所述栅极105等的设置。

[0032] 在本实施例中,所述衬底101可设置有方形(也可设置为圆形三角形等其他形状),该衬底101可以是绝缘材料,也可以是其他任意材料。具体的,可以是:氧化硅、氧化铝、氧化钽、氧化钽、氧化钽、氧化钽、氧化钽、氮化硅、金刚石等。

[0033] 通常的,为了保证绝缘效果,在衬底101的表面(具体指设置阴极103、阴极尖端104、栅极105的一面)覆盖一层绝缘层102,此时,所述阴极103、所述阴极尖端104和所述栅极105均设置在所述绝缘层102上。该种设置方式可以是,在硅衬底的表面上覆盖一层氧化硅的绝缘层102,同时根据使用环境的电压情况可以对绝缘层102的厚度进行调整,防止被击穿,在较优选的情况下绝缘层102的厚度可以为300nm,另外也可以大于300nm,也可小于300nm,例如还可为290nm或大于290nm。

[0034] 阴极103为施加电压极,并且用于与阴极尖端104连接;阴极尖端104用于发射电子。

[0035] 所述阴极尖端104连接在所述阴极103上,其中阴极103的形状可以为方形(长方形、正方形)块状,梯形状等,阴极尖端104连接在该阴极103的一侧面上。优选地,所述阴极尖端104的形状为三角状,其中底边与阴极103连接,保证更大的连接面(点),与底边相对的为电子发射端,其中阴极尖端104的电子发射端(该电子发射端为一导电微尖端结构),阴极尖端104的电子发射端指向所述衬底101的靠近所述栅极105的侧面,保证电子可以从该阴极尖端104的电子发射端进行准确发射,同时适用于平面工艺的加工,如图2所示的发射方向106。

[0036] 为了进一步的控制电子的发射方向,在所述阴极尖端104的电子发射端处,可以设置两个栅极105。具体的,所述栅极105位于所述阴极尖端104远离所述阴极103的一侧。并且两个所述栅极105分别分布在所述阴极尖端104的两侧。在本发明中,其中所述阴极103和栅极105用与配合给电子源加压,使得电子从电势低的阴极尖端104发射,通过电势高的栅极

孔从侧面精准引出。

[0037] 在本发明中要达到该场发射阴极电子源100的要求结构,较优选的一种实施方式为,采用平面工艺制备该器件。同时由于采用硅材料的衬底101覆盖氧化硅的形式,可以有效的掩蔽大多数重要的受主语施主杂志的扩散,保证加工时(如光刻加工)的阴极103、阴极尖端104、栅极105等的集合控制更加精准。同时副盖的氧化硅薄膜可钝化该器件的表面,受周围环境影响的弱点得到控制,提高器件的稳定性。

[0038] 在本发明中,阴极103和栅极105可采用的材料可以是以下的一种或多种,如:金属、石墨烯、碳纳米管、半导体。所述金属材料可以是钨、钼、钽、钛、金、铂、铜、铯、铝等;所述半导体如:硅、锗;石墨烯可以是单层、多层、单晶或者多晶;碳纳米管可以是单壁、多壁、单根、多根或者碳纳米管薄膜。本实施例中,优选地阴极103材料为金属钨,栅极金属为金电极。

[0039] 第二实施例

[0040] 请参照图3,本发明还提供一种场发射阴极电子源阵列200,与第一实施例不同的是,该阵列中由多个场发射阴极电子源100组成。

[0041] 其中,多个所述场发射阴极电子源100并列相接连成一排,每个所述场发射阴极电子源100的阴极103均与其相邻的场发射阴极电子源100的阴极103相连接;多个所述阴极尖端104朝向相同。在多个场发射阴极电子源100并列相接连成一排后,其中栅极105位于同一轴线上(仅仅表示位置关系,可允许存在误差)。

[0042] 需要说明的是,与该实施方式相等同的可以为,每个所述场发射阴极电子源100的衬底101可以为直接一体成型的整体,在该衬底101上设置的阴极103也可以为相互电连接的整体,如图4所示(如图3所示,为衬底101上设置的阴极103不直接相互连接)。

[0043] 请参阅图5,进一步的,还可以将上述的场发射阴极电子源阵列200进行层叠,以得到一个新的场发射阴极电子源阵列300。即,新的场发射阴极电子源阵列300包括多个相互层叠的电子源排,每个所述电子源排为多个所述场发射阴极电子源并列相接连成一排组成(即场发射阴极电子源阵列200),形成规模集成,以此适应不同的使用需求。

[0044] 综上所述:

[0045] 本发明实施例提供的一种场发射阴极电子源及其阵列,其中将阴极、阴极尖端和栅极设置在了衬底的同侧上,并且所述阴极、阴极尖端和栅极均位于同一平面内,如采用平面工艺制造,在生产加工的时候更加容易控制长度、宽度等参数。同时阴极尖端相对于现有技术的场发射尖锥而言,在加工时可以避免考虑场发射尖锥的高度直径等难以控制的生产参数。在使用本发明的时候,在阴极与栅极进行施加电压,阴极尖端出聚集电子,通过分布在阴极尖端两侧的两块栅极进引导,电子就可从电势低的阴极尖端发射,通过电势高的栅极之间从侧面引出。使用本发明结构的场发射阴极电子源具有更高的稳定性,其所集成的阵列除阴极尖端的结构优化外,还由于衬底可将各个阴极尖端隔离可进一步避免电弧的产生,也具有更高的均匀性,保证了相关使用器件的安全性。

[0046] 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。

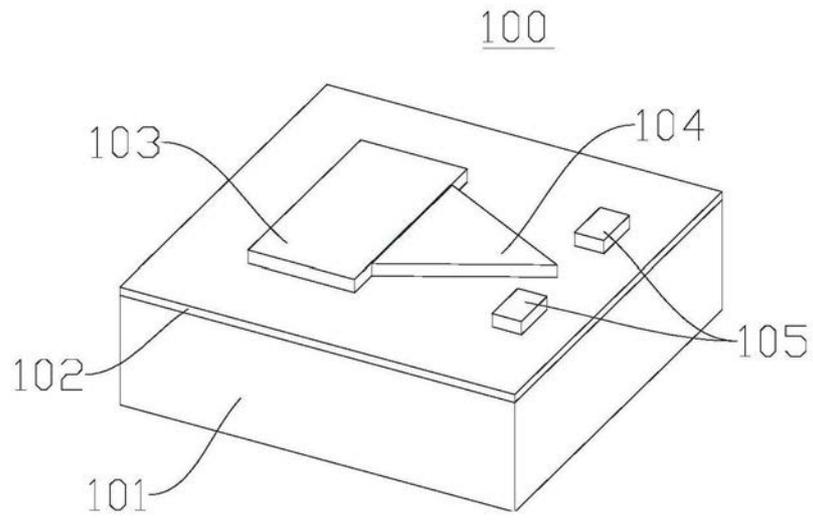


图1

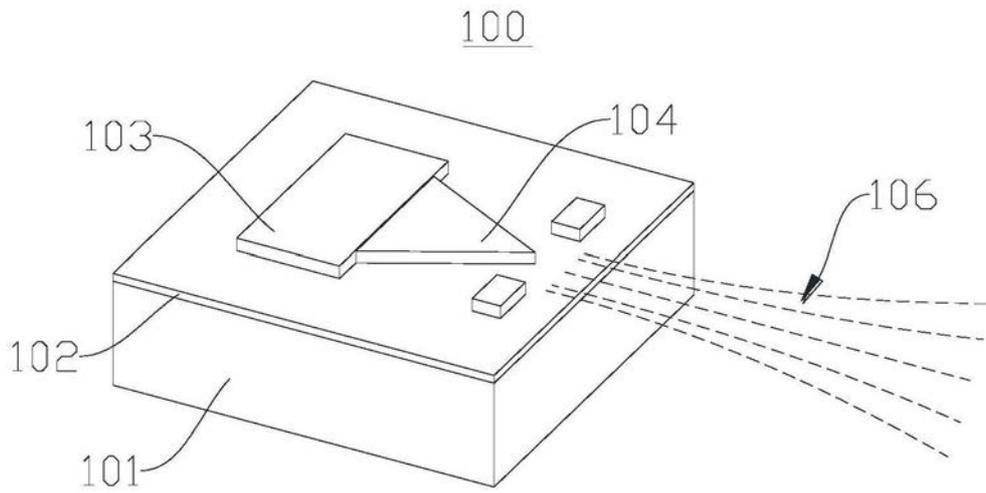


图2

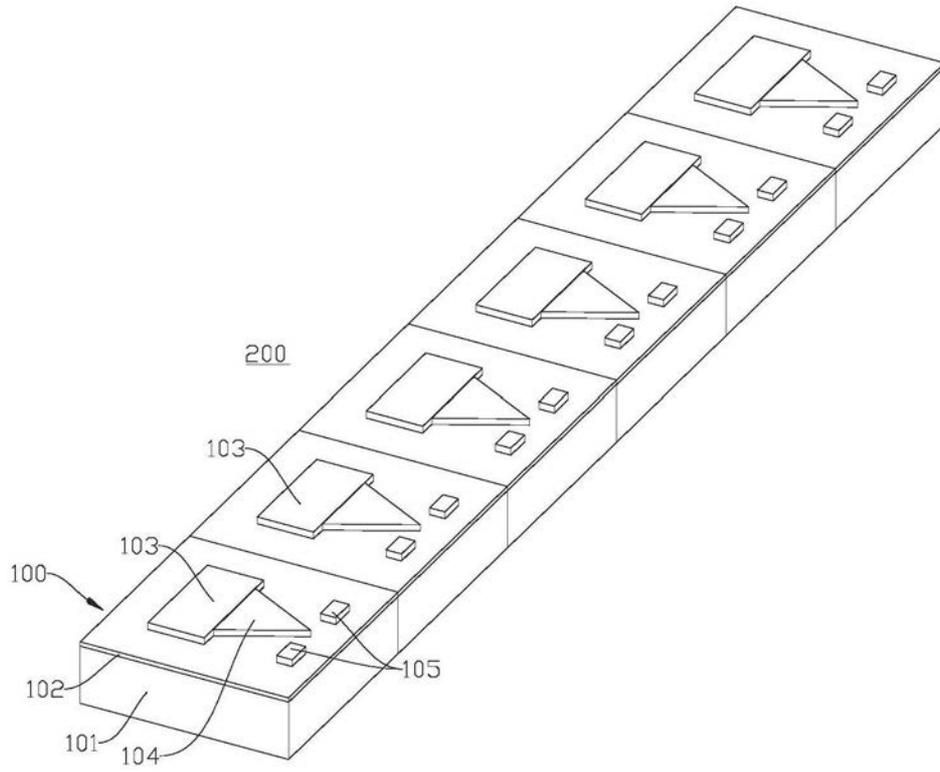


图3

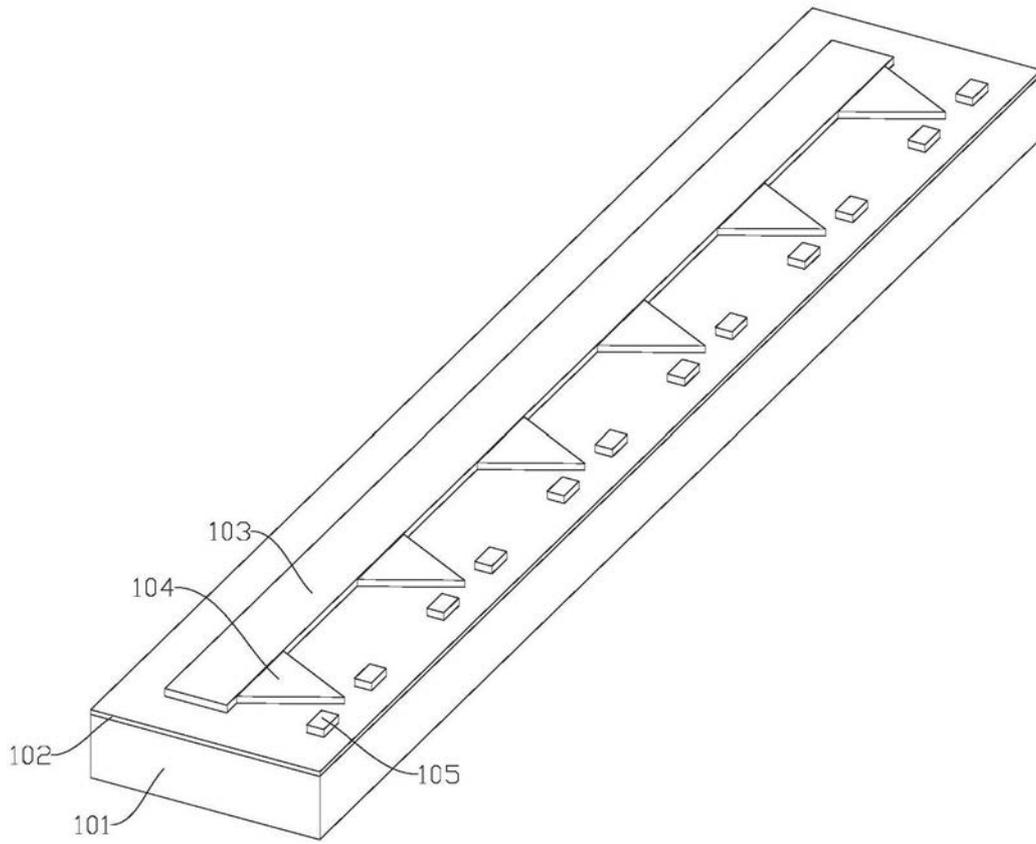


图4

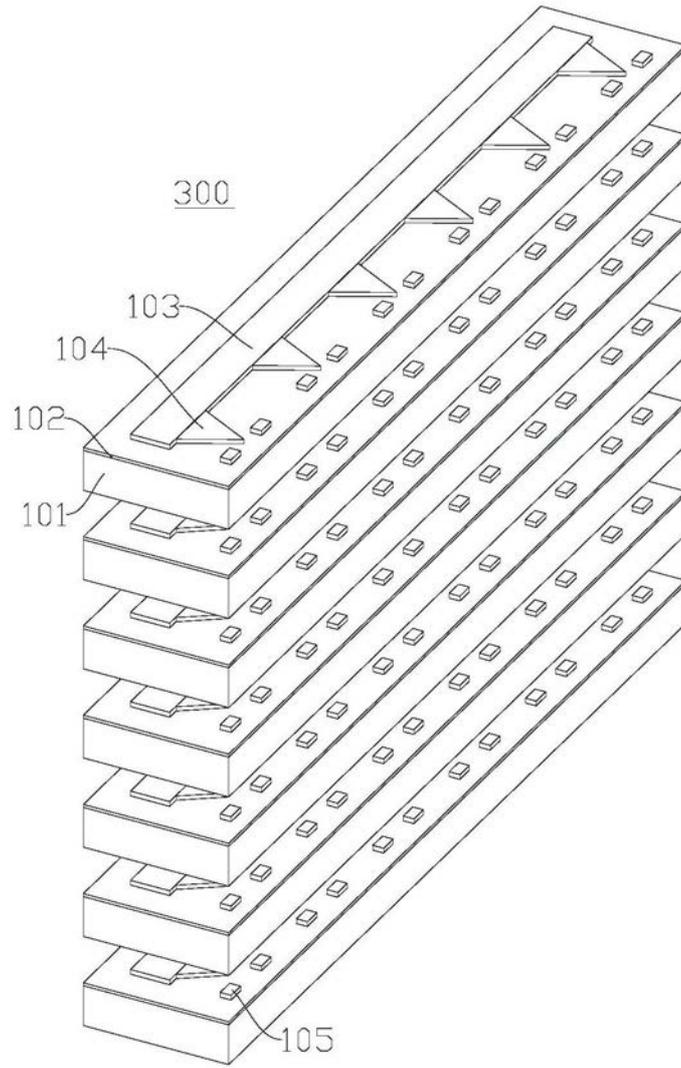


图5