

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

[12] 发明专利申请公开说明书

H01L 29/06
H01L 29/12 H01J 1/16
H01J 1/30 H01J 9/02

[21] 申请号 98800003.2

[43]公开日 1999年5月5日

[11]公开号 CN 1216161A

[22]申请日 98.1.5 [21]申请号 98800003.2

[30]优先权

[32]97.2.3 [33]US[31]08/794,559

[86]国际申请 PCT/US98/00129 98.1.5

[87]国际公布 WO98/34280 英 98.8.6

[85]进入国家阶段日期 98.7.27

[71]申请人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯

[72]发明人 罗德尔夫·鲁瑟若 罗伯特·T·史密斯

劳伦斯·N·德沃斯基

[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

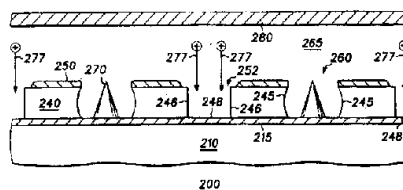
代理人 付建军

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 电荷耗散场发射器件

[57]摘要

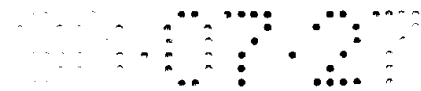
电荷耗散场发射器件(200,300,400)包括一个支撑衬底(210,310,410),一个形成其上的阴极(215,315,415),一层形成在阴极(215,315,415)上的具有发射阱(260,360,460)的介质层(240,340,440),以及一个暴露于电荷收集面(248,348,448,449)的电荷耗散阱(252,352,452,453);为了流走电荷耗散场发射器件(200,300,400)工作过程中产生的气态正电荷,在每个发射阱(260,360,460)中做一个电子发射极(270,370,470),并且与介质层(240,340,440)隔离的阳极(280,380,480)用来收集电子发射极(270,370,470)发射的电子。



ISSN 1008-4274

权利要求书

1. 一个电荷耗散场发射器件 (300) 包括:
 - 一个具有主表面的支撑衬底 (310);
 - 一个做在支撑衬底 (310) 主表面上具有电荷收集表面 (348) 的阴极 (315);
 - 一层做在阴极 (315) 上的介质层 (340), 该介质层 (340) 确定一个发射阱 (360), 该阴极 (315) 的介质层 (340) 和电荷收集表面 (348) 确定电荷耗散阱 (352);
 - 一个做在发射阱 (360) 中的电子发射极 (370); 以及
 - 一个与介质层 (340) 隔离确定一个间隙区 (365) 的阳极 (380), 该电荷耗散阱 (352) 与间隙区 (365) 连接。
2. 一个电荷耗散场发射器件 (400) 包括:
 - 一个具有主表面的支撑衬底 (410);
 - 一个形成在支撑衬底 (410) 主表面上的阴极 (415);
 - 一层形成在与阴极 (415) 相邻的支撑衬底 (410) 主表面上, 具有一个电荷收集面 (449) 的电荷耗散层 (490);
 - 一层形成在阴极 (415) 和电荷耗散层 (490) 上的介质层 (440), 该介质层 (440) 确定一个发射阱 (460), 该电荷耗散层 (490) 和介质层 (440) 的电荷收集面确定一个电荷耗散阱 (453);
 - 一个形成在发射阱 (460) 中的电子发射极 (470); 以及
 - 一个与介质层 (440) 隔离确定一个间隙区 (465) 的阳极 (480), 该电荷耗散阱 (453) 与间隙区 (465) 连接。
3. 权利要求 4 中的电荷耗散场发射器件 (400), 其中电荷耗散层 (490) 与阴极 (415) 电学隔离。
4. 权利要求 4 中的电荷耗散场发射器件 (400), 其中电荷耗散层 (490) 与阴极电学连接。
5. 权利要求 6 中的电荷耗散场发射器件 (400), 其中电荷耗散层 (490) 由非晶硅组成。
6. 权利要求 6 中的电荷耗散场发射器件 (400), 其中电荷耗散层



(490) 具有 $10^9 - 10^{12}\Omega$ /方块范围内的方块电阻。

7. 一种在具有多个电子发射极 (270, 370, 470) 的场发射器件 (200, 300, 400) 内减少充电的方法, 该方法包括提供与多个电子发射极 (270, 370, 470) 相邻的电荷收集表面 (248, 348, 448, 449) 的步骤。

8. 一种在具有一个阴极 (215, 315), 一个阳极 (280, 380) 和一个间隙区 (265, 365) 的场发射器件 (200, 300) 内减少充电的方法, 该方法包括在阴极 (215, 315) 的一部分和间隙区 (265, 365) 间提供连接的步骤。

9. 权利要求 10 中在场发射器件 (200, 300) 内减少充电的方法, 其中场发射器件 (200, 300) 还包括形成在阴极 (215, 315) 上的介质层 (240, 340), 在阴极 (215, 315) 的一部分和间隙区 (265, 365) 间提供连接的步骤包括在介质层 (240, 340) 中与阴极 (215, 315) 部分对准处形成电荷耗散阱 (252, 352) 的步骤。

10. 在场发射器件 (200, 300) 内减少充电的方法, 包括以下步骤:
提供一个具有主表面的支撑衬底 (210, 310);

在支撑衬底 (210, 310) 主表面上形成一个具有电荷收集表面 (248, 348) 的阴极 (215, 315);

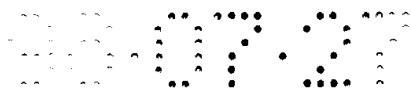
在阴极 (215, 315) 上形成介质层 (240, 340);

在介质层 (240, 340) 中形成发射阱 (260, 360);

在介质层 (240, 340) 中与阴极 (215, 315) 电荷收集面对准处形成电荷耗散阱 (252, 352);

在发射阱 (260, 360) 中提供电子发射极 (270, 370); 以及

提供一个与介质层 (240, 340) 隔离确定间隙区 (265, 365) 的阳极 (280, 380), 以使电荷耗散阱 (252, 352) 与间隙区 (265, 365) 连接。



说明书

电荷耗散场发射器件

本发明的领域

本发明与场发射器件领域有关，具体地说与场发射器件的阴极结构有关。

本发明的背景

现有的技术已知道场发射器件和可寻址的场发射器件矩阵。例如可选择性地寻址的场发射器件矩阵用于场发射显示。图 1 所示的是一个现有的具有三极管结构的场发射器件 (FED) 100。FED100 包括多个通过介质层 140 与阴极 115 隔离的栅引出电极 150。阴极 115 包括一层淀积在支撑衬底 110 上的导电材料，如钨。由介质材料，如氧化硅，形成的介质层 140 将栅引出电极 150 与阴极 115 隔离。由一层导电材料形成的阳极 180 与栅电极 150 分开，由此确定间隙区 165。间隙区 165 一般达到 10^{-6} 托以下的压强。介质层 140 具有确定发射阱 160 的垂直表面 145。多个电子发射极 170 分别淀积在发射阱 160 中 (每个一个)，并包括 Spindt 尖。介质层 140 还包括一个具有被覆盖部分 147 和暴露部分 149 的主表面。栅引出电极 150 做在覆盖部分 147 上。介质层 140 主表面的暴露部分 149 暴露在间隙区 165 中。

在 FED100 工作时，正如三极管工作的通常情形一样，合适的电压加在栅引出电极 150，阴极 115 和阳极 180 上来选择性地从电子发射极 170 上抽取电子，并将它们引向阳极 180。一般电压偏置包括 100 - 10,000 伏范围内的阳极电压；10 - 100 伏范围内的栅引出电极电压；以及低于大约 10 伏的阳极电势，一般情况该阳极电学接地。发射电子撞击阳极 180，在那里释放出气态物质。沿着发射电子从电子发射极 170 到阳极 180 的轨迹，它们也撞击存在于间隙区 165 中的气态物质，其中一些由阳极产生。以这种方式，在间隙区 165 中产生正离子物质，如图 1 中带圈“+”符号所示。

当 FED100 用到场发射显示器中时，阳极 180 已淀积了一层阳极发光材料。当接收到电子时，阳极发光材料就发光。当激活时，公共阳极发光



材料释放出大量的气态物质，它们易被电子撞击破裂而形成离子。间隙区 165 中的正离子物质受到阳极 180 高正电势的排斥，如图 1 中一对箭头 177 所示，使它们撞击栅引出电极 150 和介质层 140 主表面的暴露部分 149。那些撞击栅引出电极部分 150 的离子作为栅电流流走；那些撞击介质层 140 主表面的暴露部分 149 的离子在那里保留下来，导致一个电势的形成，如图 1 中“+”符号所示。

暴露部分 149 处正电势的建立持续进行，直到介质层 140 击穿，或该正电势足够高，以致将电子折射到介质层 140 的主表面上（图 1 中箭头 175 所示），使得这些电子被暴露部分 149 接收，从而中和表面电荷。在前一个情形中，介质层 140 的击穿是由于建立的电势达到该介质层的击穿电压，它一般在 300 - 1000 伏的范围内。介质层 140 的击穿常常导致阳极 180 上一个弧光的产生以及阴极 115 和暴露部分 149 间的破坏性电流（图 1 中箭头 178 所示），它们破坏介质层 140 和阴极 115，从而使得 FED100 不工作。在后一个情形中，电荷的建立/中和周期依次重复进行，导致发射极 170 上发射电子的散焦情形。

在场发射器件的开发中，为了降低因电极间电容而带来的功率要求，可期望减少栅引出电极 150 和阴极 115 间重叠的面积。栅引出电极 150 面积的减少，同时增加了介质层 140 主表面暴露部分 149 的面积。这使得介质充电问题严重以及相伴随的控制失控或器件失效，如以上详细所述。

现有的电子管，如电视中用的阴极射线管，因介质表面充电而导致弧光问题已通过涂上一层导电材料薄膜在暴露的介质表面，如氧化锡，而得以解决。这项技术不能有效解决 FED100 中类似的充电问题，因为覆盖一层诸如氧化锡材料的介质层 140 的暴露部分 149 会在栅引出电极间产生短路，严重破坏电子发射极 170 的寻址能力。这种寻址能力对于 FED100 的应用来说，如场发射显示，是很重要的。

这样，就需要一个场发射器件，它不会因为器件内主暴露介质表面的电荷积累而失效。

附图的简述

参考这些附图：

图 1 是现有场发射器件的截面图。



图 2 是根据本发明的电荷耗散场发射器件一种实施方法的截面图。

图 3 是根据本发明的电荷耗散场发射器件另一种实施方法的截面图。

图 4 是根据本发明的电荷耗散场发射器件另一种实施方法的原理顶视图。

图 5 是图 4 结构中沿着截断线 5 - 5 的截面图。

图 6 是图 4 结构中沿着截断线 6 - 6 的截面图。

优选实施方法的描述

现在参考图 2，它示出了根据本发明的一个电荷耗散场发射器件 200 的截面图。电荷耗散场发射器件 200 包括用玻璃，如硼硅玻璃或硅，制成的支撑衬底 210。在支撑衬底 210 上，制作阴极 215。在这个具体的实施方法中，阴极 215 包括一导电材料层，如钼或铝。一般来说，阴极 215 包括一层金属或其它合适导电材料。电荷耗散场发射器件 200 还包括形成在阴极 215 上的介质层 240。如果阴极 215 刻出图形，介质层 240 的部分也可以淀积在支撑衬底 210 上或在上形成任何其它层。介质层 240 具有确定多个发射阱 260 的多个表面 245。电子发射极 270 做在每个发射阱 260 中，并能与阴极 215 连接。在所示的实施方法中，电子发射极 270 做在阴极 215 上，并包括 Spindt 尖场发射极。

在本发明的另一种实施方法中，电阻材料，如非晶硅，做成的镇流电阻从阴极 215 延伸到电子发射极 270，以在它们之间提供电学连接。介质层 240 还包括多个表面 246。阴极 215 在多个电荷收集表面 248 处暴露。介质层 240 的表面 246 和阴极 215 的电荷收集表面 248 确定多个电荷耗散阱 252。电荷耗散阱 252 可以通过在阴极 215 上淀积一层介质材料来形成，然后选择性地刻蚀介质材料，以暴露出下面阴极 215 部分。一般来说，在电荷耗散场发射器件 200 中可期望暴露下面适合接收和流走气态充电物质的金属。还可期望在电荷耗散场发射器件 200 中减少介质层材料的用量，由此减少工作中充电介质表面的面积。

带电物质的去除以及充电介质表面面积的减少带来很大的优越性。这些优越性包括保持工作结构，如电子发射极 270 的完整性，以及提高电子发射的控制。电荷耗散阱 252 可以做在电子发射极 270 矩阵确定的电荷耗散场发射器件 200 的有源区中。电荷耗散阱 252 还可以做在有源区之外电



荷耗散场发射器件 200 的周围。多个栅引出电极 250 做在介质层 240 上，并与电子发射极 270 和阴极 215 隔开。

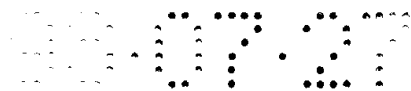
栅引出电极 250，电子发射极 270 和阴极 215 的结构设计成在阴极 215 和栅引出电极 250 上加上预定电势时，从电子发射极 270 中产生电子发射。介质层 240 提供足够的介质材料来确定发射阱 260 和支撑栅引出电极 250，以使它们与阴极 215 电学隔离。电荷耗散场发射器件 200 还包括与栅引出电极 250 分开，并确定一个间隙区的阳极 280，以及包括接收电子的导电材料。

电荷耗散场发射器件 200 的工作包括通过电荷耗散场发射器件 200 外部接地电压源（没有画出）将合适的电势加到阴极 215，栅引出电极 250 以及阳极 280 上，以从电子发射极 270 中产生电子发射，并以合适的加速度将发射电子引向阳极 280。在电荷耗散场发射器件 200 的工作中，正离子气态物质在间隙区 265 中产生，并被吸引到比阳极 280 保持更低电势的阴极 215。图 2 中箭头所指的正离子电流 277 包括那些不期望的带电物质。正离子电流 277 的一部分被阴极 215 电荷收集表面 248 接收，并流到接地电势源（没有画出）。正离子电流 277 的另外一部分被栅引出电极 250 接收，并流到接地电势源（没有画出）。被流走的带电物质不再能够对介质表面充电或撞击，从而引起对电荷耗散场发射器件 200 中工作部分，如电子发射极 270 的破坏。

电荷耗散场发射器件 200 的制作包括将一介质材料层制作出电荷耗散场发射阱 252 的制作步骤。首先，阴极 215 通过采用合适工艺，如溅射或等离子化学气相淀积（PECVD），在支撑衬底 210 上淀积导电材料，如钼或铝。随后，在阴极 215 上做出图案，形成可寻址列。

一个镇流电阻包含在阴极 215 中，镇流电阻在阴极 215 的导电材料和电子发射极 270 间提供电学连接。镇流电阻包括一层电阻材料，如非晶硅，它通过合适工艺，如等离子增强化学气相淀积（PECVD），淀积在支撑衬底 210 上。随后，将电阻材料层刻出图形，以使电阻从阴极 215 的导电材料延伸到电子发射极 270。

接下来，介质，如氧化硅，通过已知淀积方法淀积在阴极 215 上。栅引出电极 250 通过合适淀积技术在介质层上形成，并由导体组成，如钼。



对与阴极 215 部分对准处的介质层进行选择性地刻蚀，去除电荷收集表面 248 上面的介质材料，形成电荷耗散阱 252。然后，电荷耗散阱 252 用光刻胶掩膜覆盖，防止包括电子发射极 270 的材料淀积到里面。介质层再次刻出图形，并选择性地刻蚀，形成发射阱 260。然后，电子发射极 270 通过标准的为本领域的技术人员所熟知的尖制造技术在发射阱 260 中形成。然后，光刻胶从电荷耗散阱 252 中去除。

在本发明的范围内，可不用 Spindt 尖而采用其它电子发射极，例如，包括基于碳的表面发射极，如类似于金刚石的碳层。另外，根据本发明的场发射器件可以包括诸如二极管和四极管的电极结构，而不是三极管。现在参考图 3，它画出了根据本发明的电荷耗散场发射器件 300 的剖面图。电荷耗散场发射器件 300 包括电荷场发射器件 200 的部分，这些部分相类似，并以“3”开头作为参考。然而，电荷耗散场发射器件 300 不包括栅引出电极。电荷耗散场发射器件 300 可以采用图 2 中所述类似的方法制作。然而，形成栅引出电极的一步可以省去。

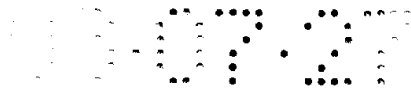
电荷耗散场发射器件 300 的工作包括通过电荷耗散场发射器件 300 的外部接地电源（没有画出）将合适电势加到阴极 315 和阳极 380 上，以从多个电子发射极 370 上产生电子发射。

现在参考图 4 - 6，它们画出了电荷耗散场发射器件的简图。图 4 大致地画出了电荷耗散场发射器件 400 的顶视图；图 5 和 6 分别画出了图 4 中截面线 5 - 5 和 6 - 6 的截面图。电荷耗散场发射器件 400 包括电荷耗散场发射器件 200（图 2）的部分，这些部分类似，并以“4”开头作为参考。电荷耗散场发射器件 400 包括多个做在支撑衬底 410 上的被隔离的阴极 415。阴极 415 用导电材料做成，如钨或铝。一般地说，阴极 415 用金属或其它合适导电材料做成，并与另外一个电极电学隔离，用来提供多个电子发射极 470 的选择性寻址。电荷耗散层 490 做在相邻阴极 415 间的支撑衬底 410 上。在这个具体的实施方法中，电荷耗散层 490 与阴极 415 电学隔离。电荷耗散层 490 由导电材料做成，并与场发射器件外部的地接触（没有画出）电学连接。电荷耗散层 490 包括电荷收集表面 449，它在电荷耗散场发射器件 400 的工作过程中接收带电气态物质。然后通过电荷耗散层 490 流到地接触处。

电荷耗散场发射器件 400 的制作包括支撑衬底 410 上形成电荷耗散层 490 以及在介质层 440 中形成电荷耗散阱 453 以暴露电荷耗散层 490 的电荷收集面 449 的步骤。如图 4 和 5 所示，电荷耗散阱 452 也可以采用与图 2 所述类似的方法在介质层 440 中形成，以暴露出阴极 415 的电荷收集表面 448。阴极 415 做在支撑衬底 410 上。电荷耗散层 490 通过合适淀积技术做在阴极 415 间，如包括电荷耗散层 490 导电材料的掩膜淀积。电荷耗散层 490 可以由导体，如铝，或其它一些电阻性材料，如非晶硅，做成。然后，介质，如二氧化硅，采用已知的淀积方法淀积在阴极 415 和电荷耗散层 490 上。栅引出电极 450 做在介质层上。栅引出电极 450 由导体，如钼，做成，它通过合适的淀积方法淀积。然后，介质层选择性地刻蚀，形成电荷耗散阱 453，并暴露出电荷耗散层 490 的电荷收集面 449。介质层选择性地刻蚀，形成电荷耗散阱 452，并暴露出阴极 415 的电荷收集面 448。电荷耗散阱 453，452 用一层光刻胶掩膜覆盖，以防止包括电阻发射极 470 材料的淀积。

接下来，介质层选择性地刻蚀，以形成多个发射阱 460。在每个发射阱 460 中，采用为本领域技术人员熟知的标准 Spindt 尖制造技术做一个电子发射极 470。最后，光刻胶从电荷耗散阱 453，452 中去除。

在本发明的另一种实施方法中，电荷耗散层与阴极电学连接，以便电荷耗散层接收的电荷通过阴极流走。在本发明的实施方法中，通过在电荷耗散层中加入相对高的方块电阻防止电荷耗散层连接的阴极间的短路。在本发明的实施方法中，电荷耗散层还具有 $10^9 - 10^{12} \Omega/\text{方块}$ 范围的方块电阻。它最好由不掺杂的非晶硅做成。任何提供上述范围方块电阻以及具有合适薄膜特性的材料都可以采用。合适的薄膜特性包括足够的与支撑衬底的粘附性。预先确定方块电阻，可影响撞击电荷耗散层 490 的带正电物质电流的传导，由此在器件工作过程中减少正表面电荷的积累。间隙区中产生的离子电流，与发射电子相比，其比例会小于或等于大约 0.1%。例如在场发射显示中，正离子返回电流大约为 10 皮安。因为该正离子电流如此之小，所以电荷耗散层的方块电阻可做得很高，足以防止阴极间短路，以及过量功率损耗，同时可以充分导通/流走碰撞电荷。在本具体实施方法中，电荷耗散层的厚度在 100 - 500 埃的范围内。



本文已对一个电荷耗散场发射器件的摘要进行了阐述，该器件减少了器件中介质层面积，并且提供的结构将器件工作过程中产生的不期望正电荷流走。这些特点减少了介质层击穿的可能性，并且提供了对电子轨迹的控制。

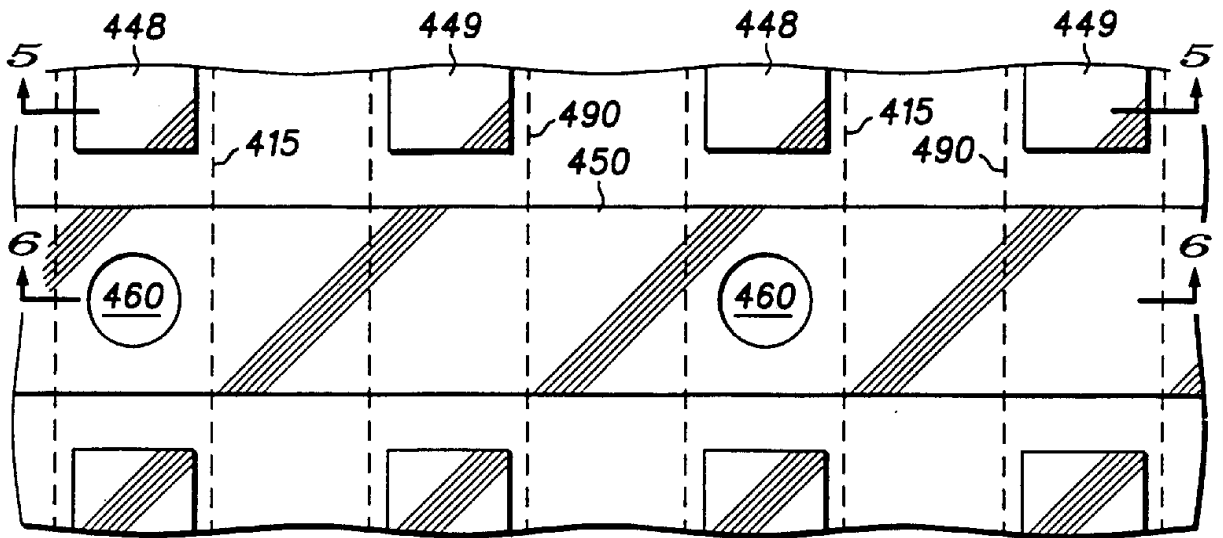


图 4 400

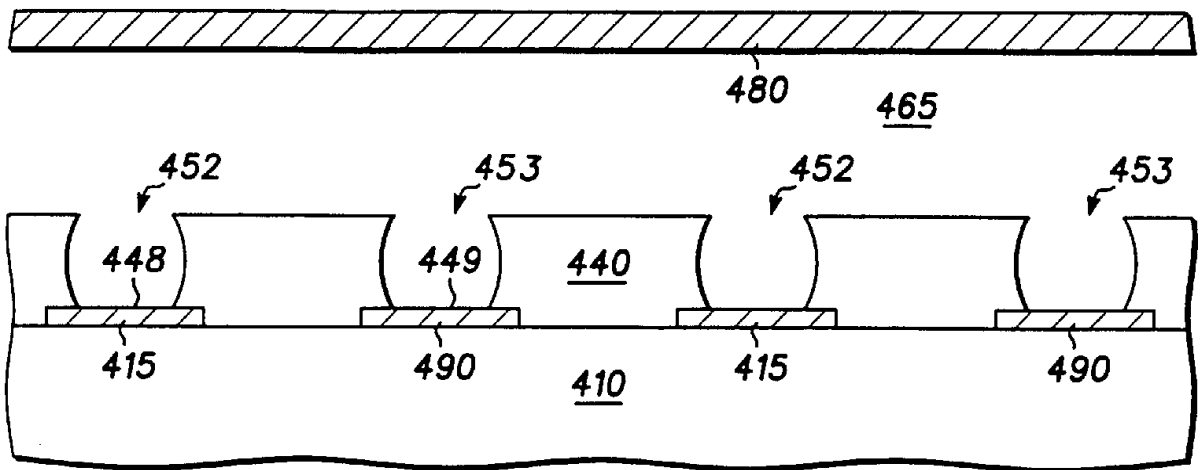


图 5 400

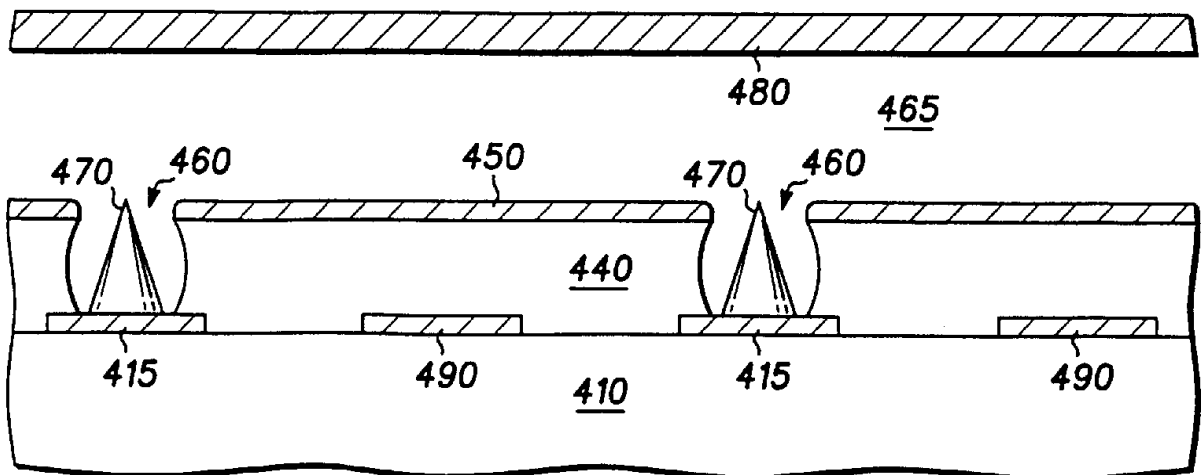


图 6 400