

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01N 27/12 (2006.01)

G01N 27/22 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680042536.3

[43] 公开日 2008年11月19日

[11] 公开号 CN 101310175A

[22] 申请日 2006.10.24

[21] 申请号 200680042536.3

[30] 优先权

[32] 2005.11.17 [33] EP [31] 05110874.4

[86] 国际申请 PCT/IB2006/053907 2006.10.24

[87] 国际公布 WO2007/057794 英 2007.5.24

[85] 进入国家阶段日期 2008.5.14

[71] 申请人 NXP 股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 罗马诺·霍夫曼

朱利恩·M·M·米舍隆

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 陈源 张天舒

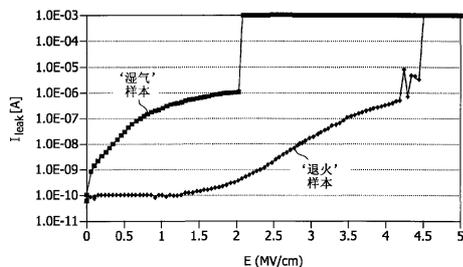
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 4 页

[54] 发明名称

湿度传感器

[57] 摘要

一种湿度传感器包括在沟槽(26)中形成的交叉指型的第一和第二电极。在电极之间提供了多孔低介电常数电介质(20)。电极具有被阻挡层(28、32)围绕的Cu(30)，从而保护Cu不被腐蚀。TiN可被用作阻挡层(28)，并且选择性地沉积诸如CoWB、MoWB、或者NiMoP之类的阻挡材料，用作阻挡层(32)。



1. 一种湿度传感器，其包括：

第一和第二导电电极（40，42），其中每个电极都具有至少一个组件（48），所述第一和第二导电电极（40，42）的组件（48）彼此平行地延伸，总平行长度至少为 0.3mm，并且所述组件间距不超过 1 μ m；以及

多孔电介质（20），其具有大于 10%的孔隙度，所述多孔电介质用于将所述第一和第二电极（40，42）分开。

2. 如权利要求 1 所述的湿度传感器，其中所述第一和第二导电电极是交叉指型梳状物，所述梳状物的齿（48）就是总平行长度延伸至少为 0.3mm 的组件，所述第一和第二导电电极的齿彼此间的间距不超过 1 μ m。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的湿度传感器，其中所述第一和第二导电电极（40，42 是具有介电常数小于 3.0 的低介电常数电介质（20）原硅酸盐玻璃。

4. 如上述任一权利要求所述的湿度传感器，进一步包括围绕所述导电电极延伸的阻挡层（28，32），用于保护导电电极不被腐蚀。

5. 如权利要求 4 所述的湿度传感器，其中所述阻挡层（28，32）包括处于所述导电电极（40，42）侧部和底部的第一阻挡材料（28），以及处于所述导电电极（40，42）顶部的第二阻挡材料（32），并且所述第一阻挡材料和所述第二阻挡材料是不同的。

6. 如权利要求 5 所述的湿度传感器，其中所述第二阻挡材料（32）是可以选择性地沉积在所述导电电极材料上的阻挡材料。

7. 如权利要求 5 所述的湿度传感器，其中所述第二阻挡材料（32）是电介质阻挡物。

8. 如权利要求 5、6 或 7 所述的湿度传感器，其中所述第一阻挡材料（28）是金属。

9. 一种关于根据任意上述权利要求所述的湿度传感器的用法，所述用法包括：在所述第一和第二电极之间施加 0.5 至 1 MV/cm 的电场，并且

测量通过所述第一和第二电极（40，42）之间的电流，并且将其作为含水量的测量结果。

10. 一种制造湿度传感器的方法，所述方法包括：

沉积具有至少 10%孔隙度的多孔电介质（20）；

刻蚀透所述多孔电介质，从而形成第一和第二沟槽（26），其中每个沟槽都具有至少一个组件，所述第一和第二沟槽（26）的所述组件彼此平行地延伸，总平行长度至少为 0.3mm，并且所述组件间距不超过 1 μ m；以及

利用导体填充所述沟槽（26），以便形成第一和第二导电电极（40，42），所述电极具有总平行长度延伸至少为 0.3mm 并且间距小于 1 μ m 的组件。

11. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述第一和第二沟槽（26）以及所述第一和第二导电电极（40，42）是交叉指型梳状物，所述梳状物的齿的总平行长度延伸至少为 0.3mm，并且所述梳状物的齿处于所述另一梳状物的齿之间，齿的间距小于 1 μ m。

12. 如权利要求 10 或 11 所述的方法，其中所述多孔电介质（20）是介电常数小于 3.0 的低介电常数电介质（20）。

13. 如权利要求 10 至 12 中任一所述的方法，其中填充所述沟槽的步骤包括：

在所述沟槽（26）的侧部和底部上沉积第一阻挡材料的阻挡层（28）；以及

利用导电填充材料（30）填充所述沟槽（26）。

14. 如权利要求 13 所述的方法，进一步包括：在利用所述导电填充材料（30）填充所述沟槽（26）之后，通过选择性沉积在所述导电填充材料上沉积第二阻挡材料（32），从而形成围绕所述导电填充材料（30）的顶部、侧部和底部延伸的阻挡层（28，32）。

湿度传感器

技术领域

本发明涉及湿度传感器及其制造方法。

背景技术

现有湿度测量器件经常不能很精确地测量出低湿度水平。此外，现有设计大部分都不能按比例缩小，所以不能集成至尺寸总在缩小的集成电路中。

US 4,057,823 描述了一种集成在集成电路中的湿度传感器。通过阳极刻蚀将芯片的一个小区域做成多孔状。该区域被氧化以形成多孔二氧化硅和沉积在部分多孔区域上的金属电极。由多孔结构引起的电介质的大表面面积意味着，环境湿气扩散至电介质并且吸收在二氧化硅上。器件的电容或电导发生变化并且能被测量到。

但是遗憾的是，该专利始于 1977 年，并且所描述的工艺不能很容易地集成至现代集成电路工艺中。该结构并不能很容易地使用——在专利中给出的示例中，直径为“60mil”（约为 1.5mm）的电极的电阻值高达数量级 10^{10} ohm，这样的电阻值是很难测量的。用于降低电阻的更大面积会进一步增大已经很大的传感器芯片面积。

因此，仍然存在对制造工艺与当今集成电路工艺兼容的湿度传感器的需求，这样的传感器既能集成在集成电路中又能作为分立器件。

发明内容

根据本发明，提供了一种湿度传感器，其包括：

第一和第二导电电极，其均具有至少一个组件，第一和第二导电电极的组件彼此平行地延伸，总平行长度至少为 0.3mm，并且组件间距不超过 $1\mu\text{m}$ ；以及

孔隙度大于 10%的多孔电介质,多孔电介质用于将第一和第二导电电极分开。在实施例 1 中,孔隙度大于 20%,并且在特定实施例中,孔隙度大于 30%。

用于半导体工艺的传统绝缘体是二氧化硅,其介电常数约为 4.1。为了改进互连技术,提出了利用铜互连线和多孔低 k 有机硅玻璃材料作为绝缘体的改进的导电层。此处“k”表示介电常数。

可以商购获得诸如 Trikon 的 Orion (TM)、来自 AMAT 的 BD11x (TM)、和来自 ASMi 的 Aurora (TM) 的这种多孔低介电常数电介质,利用化学气相沉积 (CVD) 来进行生长。通过旋转可以沉积可替换材料,这些材料包括诸如来自 Dow Chemical 的 SiLK (TM) 和来自 JSR 的 LKD (TM) 在内的材料来沉积。

这种多孔材料的一个已知问题在于,它们会吸收湿气,尤其是在所有工艺之后(因为它们倾向于由于工艺破坏而变得含水)。

发明人已经认识到,该特性可被用于提供根据本发明的湿度传感器,该传感器能被很容易地集成至现有集成电路工艺中。特别地,湿度传感器利用适合于新兴工艺技术的工艺技术,所以湿度传感器能被很容易地集成至在未来若干年内制造的利用了这些技术的先进器件中。

在优选实施例中,第一和第二导电电极是交叉指型的梳状物,该梳状物的齿就是延伸总平行长度至少为 0.3mm 的组件,第一和第二导电组件的齿间距不超过 1 μ m。

优选地,电介质是介电常数小于 3.0 的低介电常数电介质。该电介质优选地为原硅酸盐玻璃 (orthosilicate glass, OSG)。

在实施例 1 中,第一和第二导电电极可为铜。存在诸如铝之类的其它替换。

阻挡层可能围绕导电电极延伸,以保护导电电极不被腐蚀。该阻挡层可能是电介质或者导体。

阻挡物可能包括铜电极侧部和底部的第一阻挡材料,以及导电电极顶部的第二阻挡材料,并且第一阻挡材料和第二阻挡材料是不同的。

第二阻挡材料可能是可以选择性地沉积在铜上的诸如 CoWB、WoWP、或者 NiMoP 之类的材料。如果采用了没有多孔电介质材料的其它电介质层的实施例，那么铜线还可以由诸如 SiC 或 Si₃N₄ 之类的 CVD 材料所覆盖，作为铜扩散阻挡物，并且也保护铜不被腐蚀。

可以通过化学气相沉积 (CVD) 或者物理气相沉积 (PVD) 沉积第一阻挡材料。第一阻挡材料可以是诸如 TiN、TaN、WN 或 Ru 之类的金属。

本发明还涉及上述湿度传感器的用法，该用法是这样的：在第一和第二电极之间施加 0.5 至 1 MV/cm 的电场；并且测量通过第一和第二电极 (40, 42) 之间的电流，作为含水量的测量结果。

在另一方面，提供了一种制造湿度传感器的方法，所述方法包括：沉积孔隙度至少为 10% 的多孔电介质；刻蚀透多孔电介质，从而形成第一和第二沟槽，其中每个沟槽都具有至少一个组件，第一和第二沟槽的组件彼此平行地延伸，总平行长度至少为 0.3mm，并且组件间距不超过 1 μ m；以及利用导体填充沟槽，以便形成第一和第二导电电极，电极具有总平行长度延伸至少为 0.3mm 并且间距小于 1 μ m 的组件。

附图说明

为了更好地理解本发明，现在将参见附图并仅通过示例的方式对本发明进行描述，其中：

图 1 至图 5 示出了制造根据本发明的湿度传感器的方法中的步骤的侧视图；

图 6 示出了图 5 中的湿度传感器的俯视图；

图 7 图示说明了在图 5 和图 6 中的湿度传感器上进行的测量；

图 8 示出了湿度传感器的替换实施例的侧视图；以及

图 9 示出了湿度传感器的替换实施例的侧视图。

附图是示意性的而不是按比例绘制的。相同及类似的元件在不同附图中具有相同的标号。

具体实施方式

参见图 1，介电常数 (k) 约为 2.7 的低介电常数多孔有机硅玻璃 20 被沉积在衬底 10 上。玻璃 20 的孔隙度大于 10%。孔隙度被定义为孔的体积除以包括孔和孔间材料在内的整个体积。

接下来，沉积底部抗反射涂料 (BARC) 层 22，随后是抗蚀剂 24。随后，如图 2 所示的将抗蚀剂 24 制成图形。BARC 层改进了抗蚀剂 24 的光刻特性，并且 BARC 层在高分辨率光刻中尤其有用。如果不需要，那么可以省略 BARC 层 22。

接下来，对沟槽 26 进行刻蚀以定义第一和第二沟槽的交叉指型梳状结构。随后去除抗蚀剂 24 和 BARC 层 22，形成图 3 的结构。

随后，在覆盖了沟槽 26 的侧壁和底部以及沟槽之间的低介电常数电介质 20 的整个表面上，沉积第一阻挡材料的阻挡层 28。沟槽的形状与沟槽中形成的最终电极的形状相同，下文中将参见图 6 对该形状进行描述。在该示例中，通过物理气相沉积对 TiN 阻挡层 28 进行沉积。

随后沉积作为导电填充材料的铜块 30 以填充沟槽。

随后，化学机械抛光步骤去除了包括表面上的阻挡层 28、沟槽 26 之间的阻挡层 28 上的所有铜、以及低介电常数电介质层 20 的顶部在内的顶部表面，这就产生了图 4 的结构。

随后，通过自对准工艺沉积第二阻挡材料的另一个阻挡层 32。第二阻挡材料可以是 CoWB、CoWP、或者 NiMoP，它们可以按照自对准方式在 Cu 上生长，从而产生图 5 的结构。

因此，第一和第二阻挡层 28、32 共同形成围绕铜的顶部、侧部和底部的隔离物。该隔离物保护铜不被腐蚀。阻挡层 28、32 和铜 30 形成了电极。

图 6 提供了湿度传感器的俯视图，其中示出了由铜形成的第一和第二电极 40、42 的交叉指型梳状结构。该图还示出了各自的第一和第二键合焊盘 44、46。该梳状物具有作为电极的组件的齿 48。应当理解的是，电极 40、42 在沟槽 26 中形成，因此沟槽具有相同的结构。

第一和第二电极 40、42 的齿 48 彼此平行地进行交替。每个梳状物的齿 48 与另一梳状物的齿 48 发生重叠的部分超过 0.3mm，并且齿 48 之间的横向间隔小于 $1\mu\text{m}$ 。这样，可以在小面积中实现大的总长度。

本领域技术人员可以理解的是，键合焊盘 44、46 本身就可能通过铝互连线和钝化来连接至同一衬底上的其它器件，从而将湿度传感器与其它器件集成。

可选地，若器件是分立器件，那么可以通过例如键合来与键合焊盘接触。

图 7 示出了两种状态下（一种状态存在湿气，另一种不存在湿气），作为电极之间施加的电场的函数的第一和第二电极 40、42 之间通过的电流。对无湿气的样本进行退火以确保它是完全干燥的。

该样本采用了 40% 的孔隙度 OSG 材料，其中交叉指型电极的总长度为 1cm。电极的组件是距离 200nm 的，即梳状部分之间的间距是 200nm。

应该注意的是，当电场大于 $2\text{MV}/\text{cm}$ 时，样本中发生击穿。

于是，在使用中，在第一和第二电极 40、42 之间施加 0.5 至 $1\text{MV}/\text{cm}$ 的电场，并测量电流。如图 7 中所示，电流作为湿度存在的一种测量结果——湿气存在的时候的电流比湿气不存在的时候的电流要大几个数量级。

本领域技术人员将能认识到，还可以采用替代工艺。

图 8 图示了一种替换实施例，其中另一种低介电常数电介质层 50 被沉积在图 5 中的结构的顶部。

图 9 图示了另一种替换实施例。该结构是这样制成的：形成更厚的低介电常数电介质层 20，随后对沟槽 26 进行刻蚀，但是刻蚀工艺并不将该层刻蚀透而仅仅刻蚀至预定深度。

该实施例用多孔低介电常数电介质材料围绕电极 40、42。

本领域技术人员将能认识到，针对这些器件的工艺细节，还可以采用许多替换形式。

特别地，可以采用任何合适的多孔低介电常数电介质或阻挡材

料。可以采用铝电极来代替铜。

衬底可以是硅衬底，或者是任何可选的衬底，例如可以采用绝缘衬底。

湿度传感器可以形成为衬底上的单个传感器，或者它也可以集成在集成电路中。

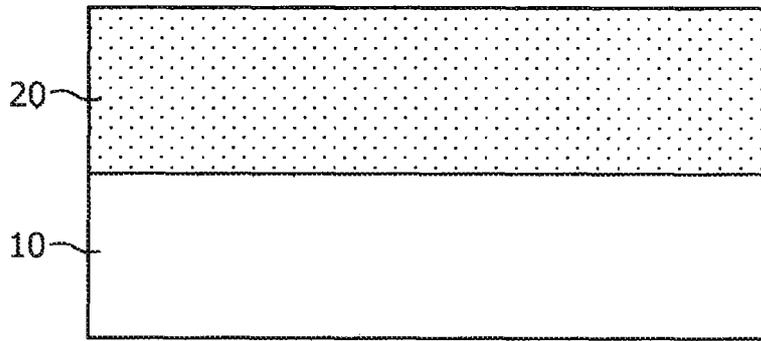


图 1

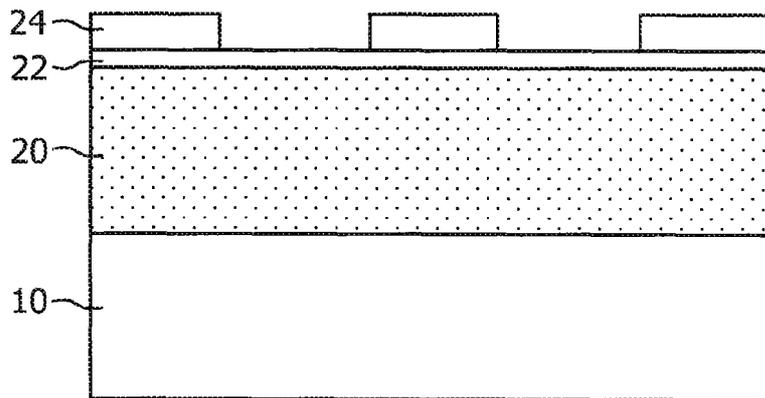


图 2

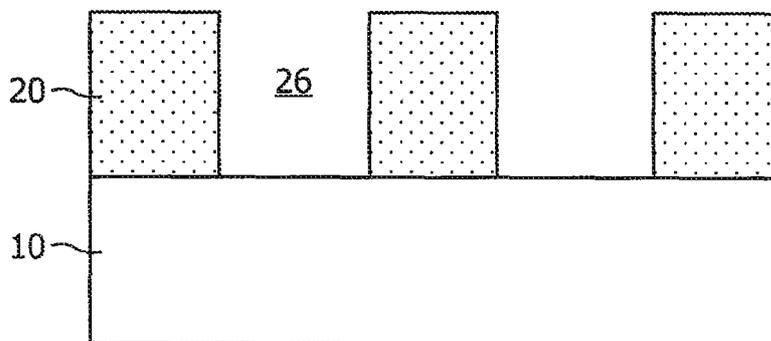


图 3

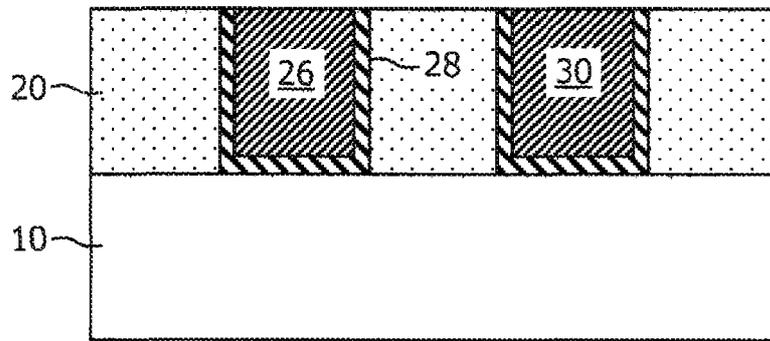


图 4

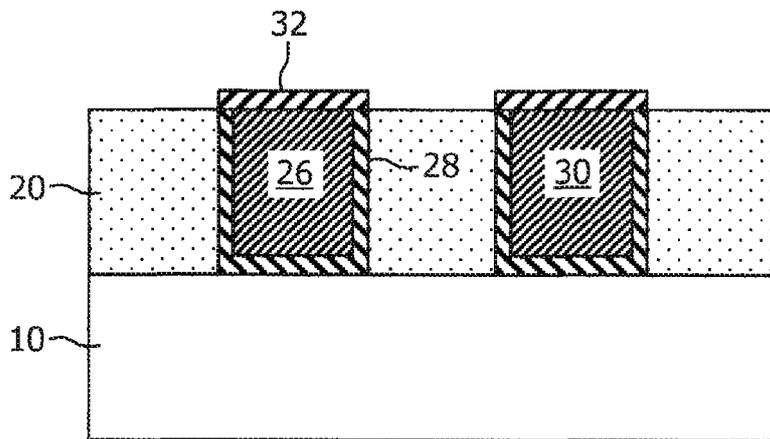


图 5

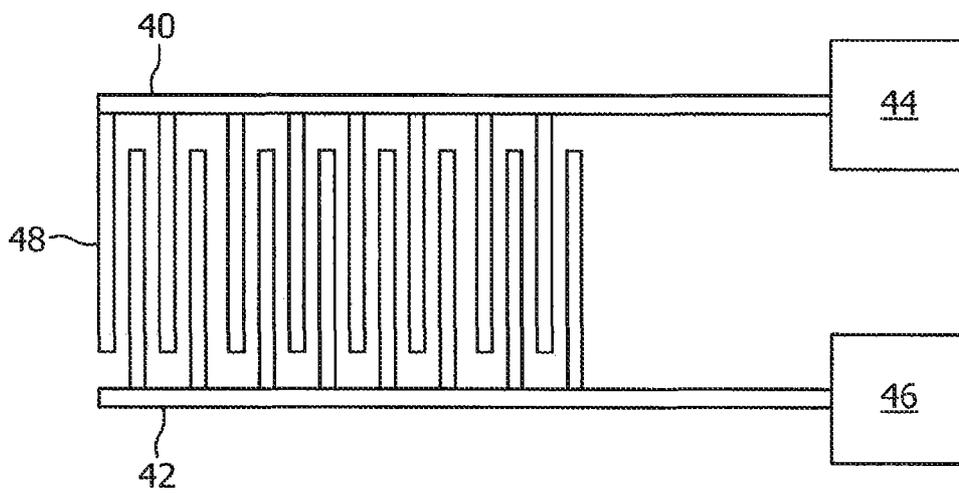


图 6

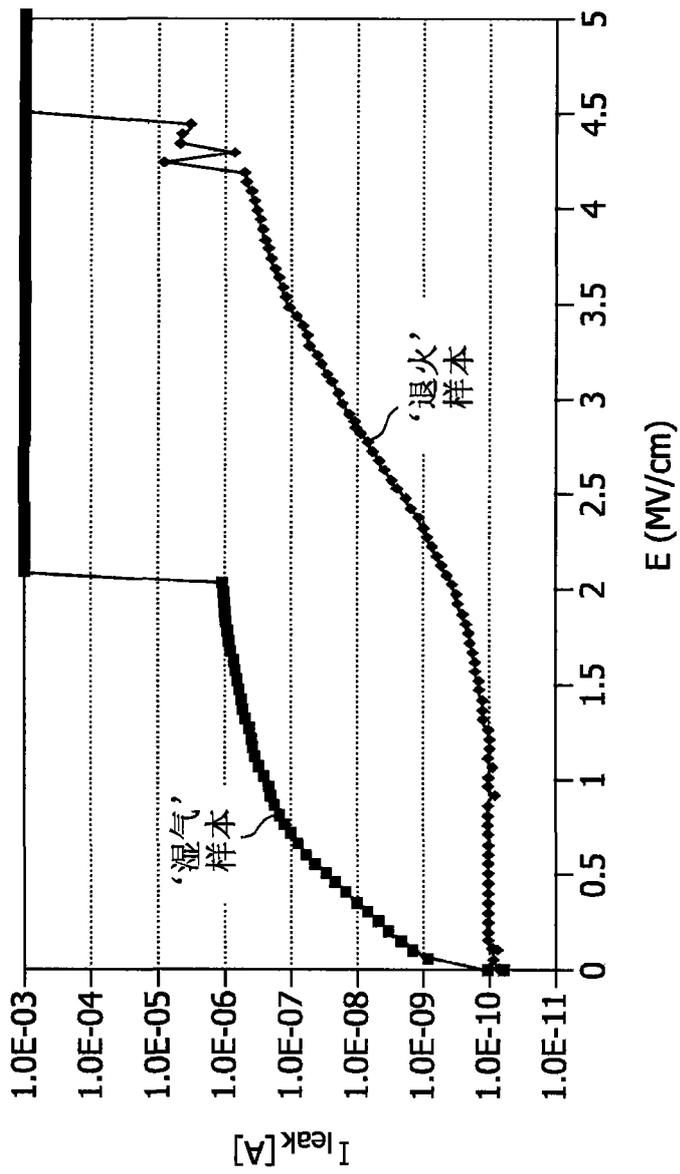


图 7

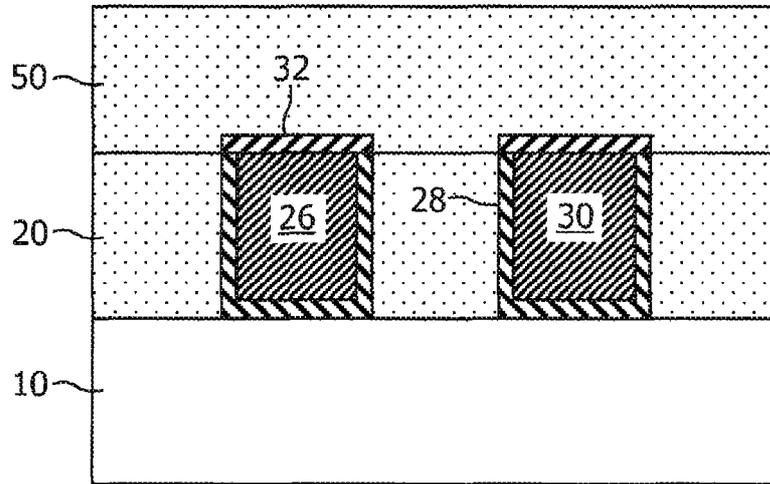


图 8

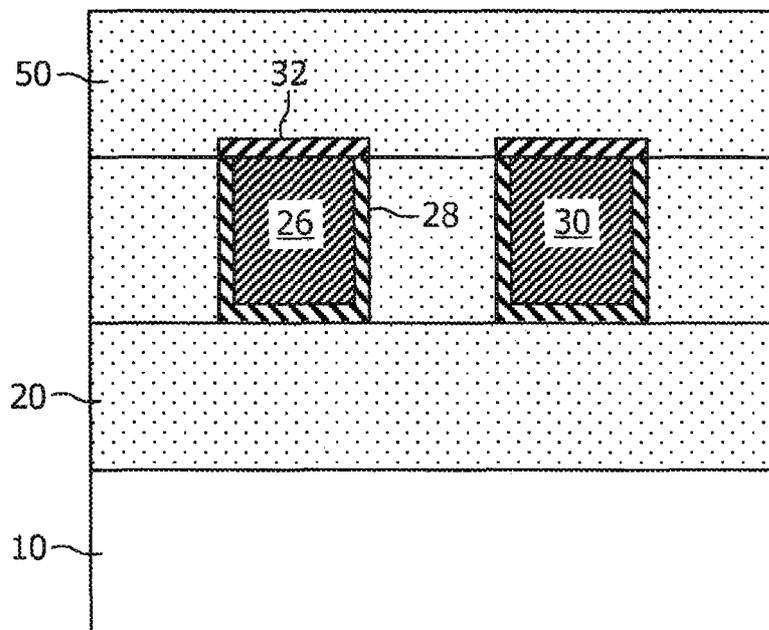


图 9