



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102074499 A

(43) 申请公布日 2011. 05. 25

(21) 申请号 201010539051. 3

(22) 申请日 2010. 09. 17

(30) 优先权数据

102009044038. 0 2009. 09. 17 DE

(71) 申请人 肖特太阳能股份公司

地址 德国美因茨

(72) 发明人 A·梅茨 S·巴古斯 S·道韦

T·德罗斯特 P·罗特 A·特珀

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 张涛 李家麟

(51) Int. Cl.

H01L 21/768(2006. 01)

H01L 21/268(2006. 01)

H01L 31/0224(2006. 01)

H01L 31/18(2006. 01)

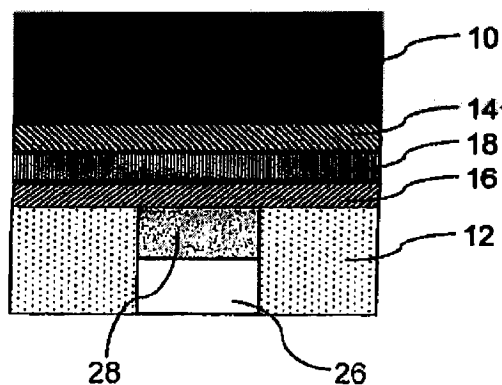
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

用于制造电子部件的接触区域的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于构造电器件的衬底的至少一个局部接触区域以将该接触区域与连接器接触的方法,其中衬底在接触侧配备有由金属构成的或包含金属的经烧结的多孔层。为了提供可以机械方式保持的、可以电学方式完美连接的接触区域,提出在要构造的接触区域中使多孔层致密化和/或去除。



1. 一种用于构造电器件的衬底的至少一个局部接触区域以使该接触区域与连接器接触的方法,其中衬底在接触侧配备有由铝构成的或包含铝的经烧结的多孔层,其特征在于,在要构造的接触区域中通过集中的电磁辐射对经烧结的多孔层进行致密化和 / 或去除。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

对经烧结的多孔层施加波长  $\lambda$  的集中的电磁辐射,其中  $200\text{nm} \leq \lambda \leq 11000\text{nm}$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

对在要构造的接触区域中的多孔层施加波长  $\lambda$  的激光辐射,其中  $\lambda \geq 800\text{nm}$ ,优选  $\lambda \geq 1000\text{nm}$ ,尤其是在近红外范围中。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,

为了产生集中的电磁辐射,使用钕掺杂的具有波长  $\lambda = 1064\text{nm}$  的固体激光器 (22) 或者钇铝石榴石固体激光器或者钷酸钷固体激光器 (22),尤其是钕掺杂的钇铝石榴石激光器 (22) 或者钕掺杂的钷酸钷激光器 (22)。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法,其特征在于,

激光器 (22) 发射如下波长的激光辐射 (24),在该波长的情况下经烧结的多孔层 (12) 的光学吸收为至少 0.5%,优选在 10%到 100%之间的范围中。

6. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法,其特征在于,

使用激光器 (38),该激光器发射如下波长的激光辐射 (36),该波长被多孔层 (12) 吸收以加热该多孔层 (12),使得多孔材料在被施加的激光辐射的区域中蒸发以形成接触区域 (20)。

7. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法,其特征在于,

为了构造接触区域 (20),使用脉冲工作方式或 Q 开关工作方式的激光器。

8. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法,其特征在于,

为了构造接触区域 (20),使激光束具有“大礼帽”状的射束轮廓。

9. 根据权利要求 2 或 3 所述的方法,其特征在于,

为了影响激光束 (24) 的射束,在激光器 (22) 和层 (14) 之间布置射束变换设备如折射或衍射光学装置或光圈。

10. 根据权利要求 7 所述的方法,其特征在于,

激光器 (22) 通过声光开关来脉冲化。

11. 根据上述权利要求至少之一所述的方法,其中将太阳能电池用作电子部件,该太阳能电池包括由半导体材料构成的第一层(10)作为衬底、在第一层上延伸的第二层(12)作为由铝构成或包含铝的经烧结的多孔层、至少两个在第一层和第二层之间延伸的由第一层和第二层的材料构造的中间层(14,16)——其中朝向第二层(12)的第一中间层(16)能够包含由第一层和第二层的材料构成的共晶混合物(18)、以及形成第一层的导电连接的接触区域(20),其中在对要构造的接触区域中的经烧结的多孔层进行致密化和/或去除之后,将该接触区域与连接器尤其是通过焊接——如超声焊接——导电地连接。

12. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,

将经烧结的多孔层部分去除或者部分致密化。

13. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,

将经烧结的多孔层至少在一个区域中致密化使得产生不同密度的区域。

14. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,

将经烧结的多孔层致密化使得形成密度梯度。

15. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,

将经烧结的多孔层在至少一个区域中致密化,使得产生不同密度的至少两个层。

16. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,

将经烧结的多孔层在要构造的接触区域中首先在外侧去除并且随后对留下的区域进行致密化。

17. 根据权利要求1所述的方法,

其特征在于,

在将多孔层致密化和/或去除之后将一个或多个层施加到相应的区域上,借助所述一个或多个层进行接触。

## 用于制造电子部件的接触区域的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造电子器件的衬底的至少一个局部接触区域的方法,以用于将该区域与连接器接触,其中衬底在接触侧配备有由铝构成的或包含铝的经烧结的多孔层。

### 背景技术

[0002] 在半导体制造中,尤其是太阳能电池生产中,出于制造费用的原因在电池的前侧和背侧上使用经烧结的金属接触部。

[0003] 通常,在硅太阳能电池的背侧上有大面积的铝层,该铝层通过热处理在太阳能电池制造期间受到烧结处理,由此同时通过所谓的背面场(Back-Surface-Field;BSF)来提供太阳能电池背侧的钝化。

[0004] 在烧结时,与要称作第一层的硅衬底直接接触的铝层熔融在铝层和硅衬底之间的边界面上并且与邻接的第一层形成合金。在冷却时,用Al高掺杂的硅层外延地在晶片——即衬底——的背侧上硬化。与此同时,使富含硅的Al层在Al层上硬化,并且在冷却过程结束时使在用铝高掺杂的层和富含硅的层之间的Al-Si共晶体硬化。用铝高掺杂的外延生长的硅层负责使太阳能电池背侧钝化。通过高Al掺杂,在该层的半导体材料中形成过量的负电的位置固定的Al受体,由这些Al受体产生抵制少数载流子的电场、即所谓的背面场。

[0005] 然而,当铝层在太阳能电池或衬底的整个背侧上延伸时,存在焊接问题,因为并不容易实现例如将镀锡的或未镀锡的金属连接器、尤其是铜连接器直接焊接在铝背侧上。尽管如此为了实现所需的电接触,通常通过丝网印刷、压印或其他合适的印刷方法将银接触印制导线或焊点直接施加到衬底表面上并且将镀锡的铜带焊接到衬底表面上。因此,在焊接接触部的区域中设置有铝层的空缺,结果在该区域中不能形成背面场,使得太阳能电池背侧面不完全地电钝化并且由此出现局部小的光电流。

[0006] 因为银作为原材料是昂贵的材料,所以要放弃银以降低制造费用。因此,希望的是完全避免Ag接触部。

[0007] 将接触带直接焊接在铝层上由于多个原因而难以实现。一个原因在于Al颗粒的氧化表面。另一原因是,铝上侧由于烧结工艺而未充分连贯地形成。这样,在烧结工艺期间在以Si掺杂的合金层之上形成由各球形烧结在一起的Al颗粒构成的Al层(烧结层),其中不存在封闭的由铝构成的复合结构而是存在比较疏松的经烧结的由铝构成的复合结构,该复合结构根据铝糊的组分或在烧结时的工艺参数而或多或少是多孔的。

[0008] 尽管如此,然而如果要在烧结铝层上焊接,由于多孔性并且由此引起的层的不稳定性则只会提供非常小的支持。该较小的支持表现在大约为2-8N的小的拉脱力,其中烧结层本身被撕裂使得在撕裂部位的两侧上看到颗粒的球体结构。

[0009] 同样出现的是,在铝层上的焊接连接受到在模块中在工作条件下作用的拉力。可能出现小的裂纹,这些裂纹可导致焊接部位的较低的耐久性并且也可导致更高的过渡电阻,或者连接可作为整体而撕裂并且机械和电接触部完全损毁。

[0010] 在 DE-A-10 2007 012 277 中公知一种用于制造太阳能电池的方法。在方法步骤中,铝大面积地施加到半导体衬底的背侧上并且进入半导体衬底中形成合金。未进入硅中形成合金的铝在蚀刻中步骤中至少部分地被去除。这需要工艺技术上的开销,这在生产线的范围中对太阳能电池的制造有负面影响。

[0011] EP-A-1 739 690 涉及一种太阳能电池,其中在形成背面场之后以化学方式去除前面形成的经烧结的铝层。

[0012] 为了制造太阳能电池上的导电接触部,根据 US-A-2003/0108664 涂覆前体混合物(Precursor-Mischung)。该前体混合物可以包含铝。为了将材料烧结,可以使用脉冲式的激光束。

[0013] 为了将电接触部施加到半导体衬底上,DE-B-10 2006 040 352 规定,借助激光束对涂覆到半导体衬底上的金属粉末进行烧结。随后将未烧结的材料去除。

[0014] 为了制造根据 EP-A-2 003 699 的金属半导体接触部,将可焊接的材料烧结到施加到太阳能电池上的铝烧结层中。

## 发明内容

[0015] 本发明所基于的任务在于,改进开头所述类型的方法,使得提供可以以机械方式保持的、可以电学方式完美连接、如焊接的接触区域。与现有技术相比还要提供工艺技术上的简化。

[0016] 根据本发明,该任务通过如下方式来解决:在接触区域中无触碰地通过集中的电磁辐射、优选激光辐射来对经烧结的多孔层进行致密化和/或去除。

[0017] 尤其设置,对该区域施加以集中的电磁辐射、优选激光辐射。

[0018] 根据本发明的教导,令人惊讶地展现出,通过施加以集中的电磁辐射、优选激光辐射并且由此进行的对经烧结的多孔层的材料的局部致密化或去除可以形成如下接触区域:所述能够借助已知的连接技术、如超声焊接来实现机械上稳定的布线。在此,通过经烧结的多孔铝层提供如下优点:所述经烧结的多孔铝层可以在一定范围内被致密化使得产生具有突出的机械粘附性的耐刮伤的铝表面。因此不必例如以掩膜技术直接在衬底上形成由不同于铝的材料构成的焊接接触部,使得因此避免了在作为部件的太阳能电池中普遍存在的如下缺点:在接触部的区域中背面场被中断。

[0019] 通过致密化形成了在机械上比由相同材料构成的多孔层更为稳定的区域。

[0020] 尤其设置,经烧结的多孔层被施加以波长  $\lambda$  的集中的电磁辐射,其中  $200\text{nm} \leq \lambda \leq 11000\text{nm}$ 。

[0021] 优选地,为了无触碰地将多孔层的区域致密化或去除,使用激光器,该激光器发射 IR 辐射,IR 辐射的波长大于等于 800nm、优选  $\lambda \geq 1000\text{nm}$ 、尤其是  $\lambda = 1064\text{nm}$ 、尤其是在近红外范围中。优选使用固体激光器,如 Nd:YVO<sub>4</sub> 激光器或者 Nd:YAG 激光器。在此,尤其优选发出具有波长  $\lambda$  为  $\lambda = 1064\text{nm}$  的激光辐射的固体激光器。

[0022] 在构造接触区域时,激光器以脉冲工作方式或者以 Q 开关工作方式工作。为了在限定区域内使能量聚束并且为了避免热点,还设置,在对背电极层进行结构化时激光束具有大礼帽状的射束轮廓。

[0023] 为了影响射束轮廓可替换地或者补充地设置,在激光器和衬底之间布置射束变换

设备如折射或衍射光学装置或者光圈。

[0024] 尤其是,要使用如下波长的激光辐射,在该波长的情况下多孔层的光学吸收为至少 0.5%,尤其是为至少 10%。

[0025] 要使用如下波长,该波长在经烧结的多孔层中被吸收用于加热该多孔层,使得在被施加的激光辐射的区域中层材料蒸发以形成接触区域。

[0026] 代替激光辐射可以使用通过任意的无触碰的辐射能量——如通过透镜或镜汇聚的任意波长的光——形成的热能量。

[0027] 补充地,应将术语“致密化”理解为对层材料或原料的处理,以实现密度提高至少 10%并最高 100%。密度的 100%的提高意味着层或层的区域通过能量输入而完全熔融并且因此产生本身例如结晶的层,该层不再具有多孔性,即具有 100%的密度。

[0028] 应将“去除”理解为对经烧结的多孔层的处理,通过该处理将烧结的多孔层部分或者完全去除。部分去除基本上应包含:将烧结的多孔层的原始层厚度的至少 10%被去除。完全去除意味着,在处理之后在衬底上、更确切地说在其中要进行接触的区域中没有原始的层的多孔部分区域留下。在太阳能电池的情况下这意味着剥蚀多孔层直至在烧结时形成的 Al-Si 共晶体。

[0029] 根据本发明的教导目的在于,对层进行处理使得提供合适的粘附基础,在该粘附基础上可以焊接或可以将能够焊接的层可以施加到该粘附基础上。在此所述层可以是例如锡层。

[0030] 焊接当然可以通过其他能够实现材料决定的连接的方式——如焊接或者粘合——来替代。

[0031] 致密化或完全或部分再融化也包括完全或部分相转换,使得形成不同的合金或合金浓度。

[0032] 尤其是,根据本发明的方法在太阳能电池作为电子部件的情况下被使用,该电子部件包含由半导体材料构成的第一层作为衬底、在第一层上延伸的第二层作为由铝构成或包含铝的经烧结的多孔层、至少两个在第一层和第二层之间延伸的由第一层和第二层的材料形成的中间层——其中朝向第二层的第一中间层可以包含由第一层和第二层的材料构成的共晶混合物、以及与第一层形成导电连接并且从第二层出发或通过将第二层的材料无触碰地致密化和 / 或去除而形成的导电接触区域,其中在将接触区域中的多孔层的材料致密化和 / 或去除之后,将该接触区域与连接器尤其是通过焊接、如超声焊接导电地连接。

#### 附图说明

[0033] 本发明的其他细节、优点和特征不仅从权利要求、可从权利要求中获得的特征(本身和 / 或组合地)中得到,而且也从以下要从附图中获得的优选实施例的描述中得到。

[0034] 其中:

[0035] 图 1 示出半导体器件的原理图,

[0036] 图 2 示出根据第一实施形式在对半导体器件处理之后的半导体器件的原理图,

[0037] 图 3 示出根据第二实施形式在对半导体器件处理之后的半导体器件的原理图,

[0038] 图 4 示出根据第三实施形式在对半导体器件处理之后的半导体器件的原理图,

[0039] 图 5 示出根据第四实施形式在对半导体器件处理之后的半导体器件的原理图,

[0040] 图 6 示出根据第五实施形式在对半导体器件处理之后的半导体器件的原理图。

### 具体实施方式

[0041] 从这些附图中纯粹在原理上可以获得半导体器件的截面,该半导体器件在下面由于简化的原因被称作太阳能电池。在此示出由硅构成的衬底 10,即半导体材料层——以下也称半导体层,在该衬底上或在其前侧上可以以惯常方式涂覆导电的层以用于形成 pn 结以及前接触部并且必要时形成钝化层。然而只要参考如太阳能电池的半导体器件的充分已知的结构或构造,而不必详细地阐述。

[0042] 在被称作第一层的半导体层 10 上,例如借助丝网印刷、压印、热喷镀来施加由铝构成或包含铝的层。以下将该层称作铝层或仅称作层。该层在制造太阳能电池时被烧结,由此得出外部的铝烧结层 12 作为第二层。在铝烧结层 12 和硅衬底 10 之间,在制造时构造有形成背面场的以铝掺杂的硅层 14 和以硅掺杂的具有 Al-Si 共晶体 18 的铝层 16。然而就此而言同样参照充分已知的现有技术。以硅掺杂的铝层 16 称作第一中间层,并且以铝掺杂的硅层称作第二中间层 14。

[0043] 由于烧结工艺,外部的或由铝构成的第二层 12 是多孔的并且因此具有多个空腔。

[0044] 对于包括共晶体 18 在内的中间层 14、16 和层 10、12 要注意的是,这些层在绘图上纯粹以原理示出,而并不反映实际的尺寸。

[0045] 为了能够将用于接触的连接器——如铜连接器——焊接到称作第二层的铝烧结层 12 上,在烧结层 12 中构造接触区域 20,该接触区域根据本发明尤其是通过将位于层 12 的其中形成接触区域 20 的区域中的铝材料借助于集中的电磁辐射无触碰地致密化或去除来实现。

[0046] 为了无触碰地致密化或去除,可以使用固体激光器——如 Nd:YVO<sub>4</sub> 激光器,即作为基质晶体具有钒酸钕的激光器。基质晶体也可以是钕铝石榴石 (YAG),使得使用 Nd:YAG 固体激光器。为了掺杂,优选使用铈,使得提供波长为 1064nm 的固体激光器。必要时,也可以使用铈以及镱或其他元素来对激光器进行掺杂。铈掺杂的钒酸钕激光器 (Nd:YVO<sub>4</sub> 激光器) 或铈掺杂的 YAG (Nd:YAG 激光器) 是特别优选的。

[0047] 为了使激光辐射具有所希望的轮廓,在光路中可以布置用于光圈的射束扩展的光学设备或者光学射束变换系统,如折射或衍射光学装置。

[0048] 通过相关的措施可以在多孔铝层 12 中有目的地形成接触区域 20,该接触区域能够借助已知的例如超声焊接的连接技术来实现机械上稳定的布线。尤其是,施加集中的电磁辐射达到如下程度:使得产生由铝层构成的接触区域,该接触区域高致密化,部分致密化或设置有在以前的多孔层的密度上的密度梯度(图 1、4、5) 并且具有必要时耐刮伤的铝表面,该铝表面导致良好的机械粘附。

[0049] 然而,当在要构造的接触区域中第二层 12 的材料以及必要时包括层 16 和 18 在内或者也仅包括层 16(图 2、3) 在内的材料完全蒸发并且因此直接在与外部的层 12 邻接的中间层 16 下进行接触时,也并不脱离本发明。

[0050] 根据本发明的教导而得出的不同的可能性基本上可从图 2 至 6 中获得。在此根据本发明的方法重新根据太阳能电池来阐述,使得针对相同的元件使用相同的附图标记。

[0051] 图 2 和 3 要阐明的是:为了提供接触区域 20,可以去除铝烧结层 12(图 2) 或将该

铝烧结层 12 与相邻的以硅掺杂的铝层 16 一起去除 (图 3)。

[0052] 图 4 和 5 要在原理上示出:在所希望的范围内可以进行铝烧结层 12 的致密化,以便构造接触区域 20,该接触区域 20 具有所希望的机械稳定性,以便进行接触。在此,根据图 4 的实施例,使具有不同密度的区域 22、24 中的烧结层 12 致密化。根据图 5 的实施例,使接触区域 2 中的烧结层 12 逐渐从外向内越来越致密。存在密度梯度。

[0053] 最后,也存在去除层——在该实施例中为铝烧结层 12——的区域并且使留下的部分致密的可能性。相应的区域在图 6 中用附图标记 26(去除区域)和 28(致密化的区域)表示。

[0054] 如果在实施例中在层 12 中或在层 12 之下示出唯一的接触区域 20,则当然可以在所需的连接的范围内按照根据本发明的教导制造相应数目的接触区域。

[0055] 与上述内容无关地应指出:根据本发明的方法不一定只应用于如太阳能电池的半导体器件的背侧。更确切地说同样适用于前侧。

[0056] 此外设置,根据本发明的致密化和 / 或去除或者去除和 / 或致密化尤其是仅仅在其中要建立与连接器——如电池连接器——的连接的区域中进行。前面构造的经烧结的多孔铝层优选也沿着太阳能电池的整个背侧延伸。

[0057] 同样应指出的是,按照根据本发明的方法的应用在执行实际焊接或连接过程之前可以补充地将一个或多个层涂覆到被处理的区域上。

[0058] 当所观察的铝层的部分区域通常具有与未处理的部分区域相比更高的密度或密度梯度时,致密化的层的形态特别是本发明的应用的证据。

[0059] 同样,当例如所观察的铝层的部分区域相对于未处理的部分区域完全或者部分缺失时,则多孔层的缺失特别是本发明的应用的证据。

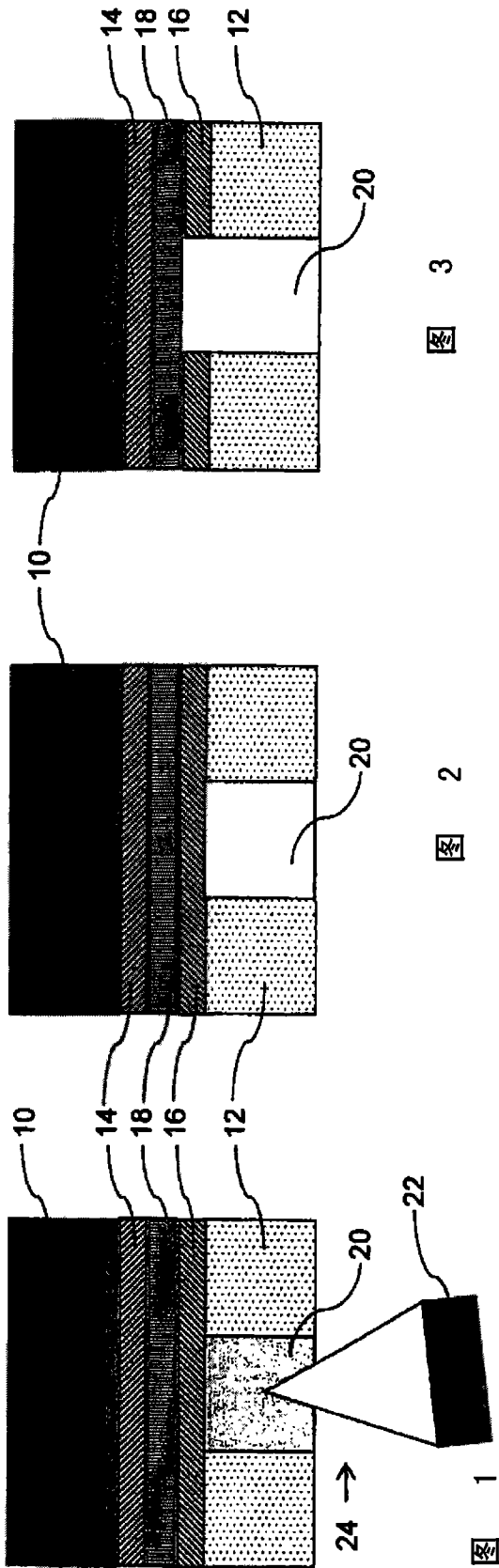


图 1

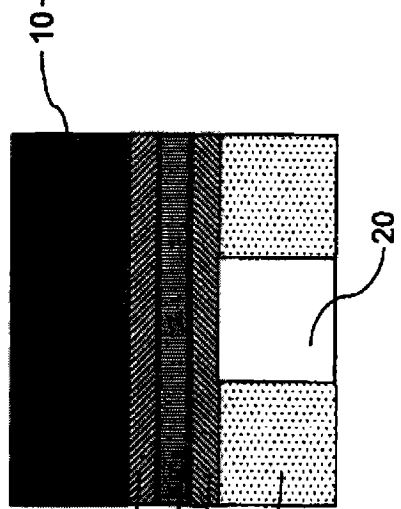


图 2

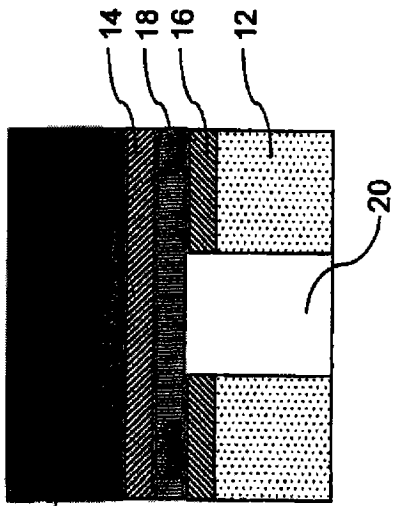


图 3

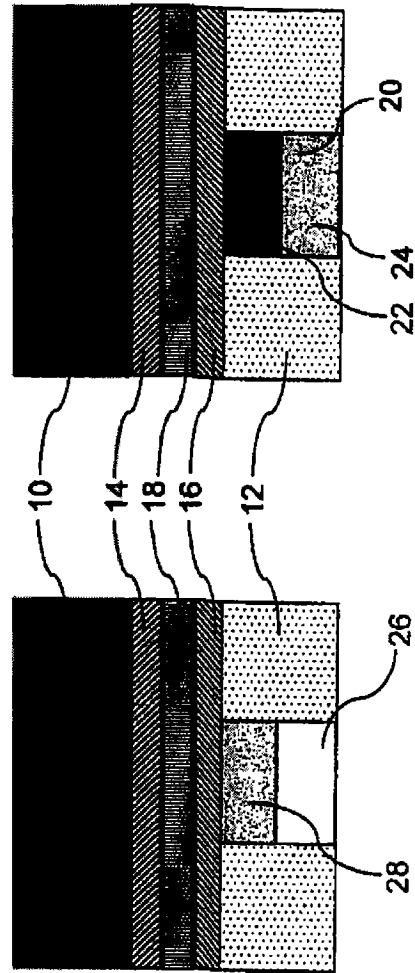


图 4

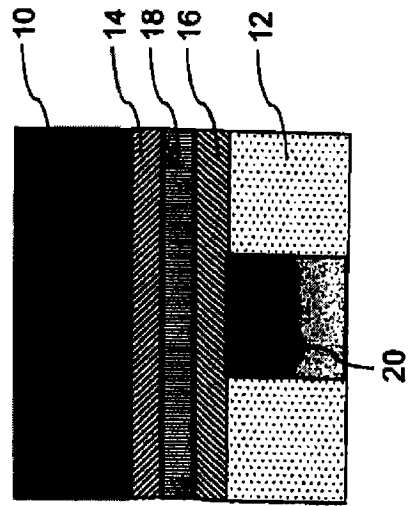


图 5