

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101369563 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 30

(21) 申请号 200810099666. 1

H01L 31/18(2006. 01)

(22) 申请日 2008. 06. 13

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 4293451 , 1981. 10. 06, 全文 .

102007027263. 6 2007. 06. 13 DE

US 4392010 , 1983. 07. 05, 全文 .

(73) 专利权人 肖特太阳有限责任公司

EP 0729189 A1, 1996. 08. 28, 第10栏第35行至第56行、图3I.

地址 德国阿尔策瑙

WO 2006/132766 A2, 2006. 12. 14, 第 [0002]

(72) 发明人 B·威尔德潘纳 H·冯坎佩

段、第 [0005] 段、第 [0007] 段至第 [0009] 段、第 [0023] 段至第 [0025] 段、第 [0027] 段 .

W·巴斯

JP 特开平 5-326990 A, 1993. 12. 10, 第

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

[0002] 段、第 [0003] 段、第 [0006] 段、第 [0009]

司 72001

段、图 2 和图 5.

代理人 朱海煜 刘春元

审查员 刘中涛

(51) Int. Cl.

H01L 23/48(2006. 01)

H01L 23/522(2006. 01)

H01L 21/60(2006. 01)

H01L 21/768(2006. 01)

H01L 31/042(2006. 01)

H01L 31/05(2006. 01)

H01L 31/0224(2006. 01)

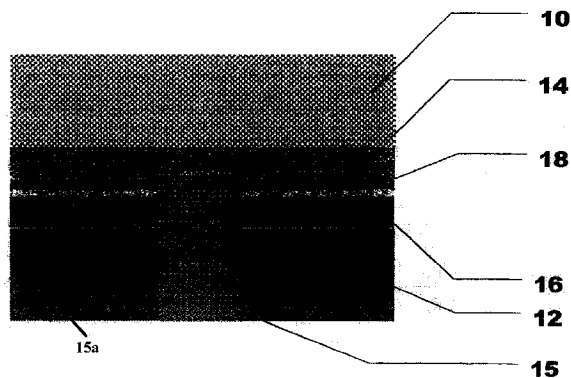
权利要求书 5 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于生产金属半导体接触的半导体元件和方法

(57) 摘要

本发明名称为用于生产金属半导体接触的半导体元件和方法,涉及一种半导体元件,包括了由半导体材料制成的第一层(10),在第一层(10)上延伸的第二层(12),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成的中间层(14,16),靠近第二层(12)的第一中间层(16)包含由第一层的材料和第二层的材料制成的共晶体混合物(18),以及形成与第一层的导电连接并始于第二层或者通过第二层的导电接触(15,15a,15b),还涉及产生金属半导体接触的方法。为了在第二层的材料的区域中产生机械上牢固的电气完好的可移除的接触。



1. 一种半导体元件,包括由半导体材料组成的作为衬底的第一层(10),在所述第一层(10)上延伸的第二层(12),在所述第一层和所述第二层之间延伸的由所述第一层和所述第二层的材料构成的至少两个中间层(14,16),其中面对所述第二层(12)的第一中间层(16)能够包含所述第一层和所述第二层的材料的共晶体混合物(18),以及形成与所述第一层的导电连接且始于所述第二层或者通过所述第二层的导电接触(15,15a,15b),

其特征在于,

所述导电接触(15,15a,15b)包括可焊的或者可湿性金属材料,所述材料扩散到所述第二层(12)中或者与所述第二层的材料形成混合物。

2. 根据权利要求1所述的半导体元件,

其特征在于,

所述可焊的或者可湿性金属材料作为所述导电接触(15,15a,15b)从所述第二层(12)起始扩散到所述两个中间层(14,16)中的至少一个中。

3. 根据权利要求1所述的半导体元件,

其特征在于,

在所述第一层(10)和相邻于所述第二层(12)的第一中间层(16)之间延伸有掺杂了所述第二层的材料的第二中间层(14),所述导电的包含了所述可焊的或者可湿性金属材料的接触(15,15a,15b)延伸直至所述第二中间层(14)。

4. 根据权利要求1所述的半导体元件,

其特征在于,

所述第二层是或者包括由铝、铜、镓、硼组成的组中的至少一种基接触材料或者所述组的材料的混合物。

5. 根据权利要求1所述的半导体元件,

其特征在于,

所述导电接触(15,15a,15b)的所述可焊的或者可湿性金属材料是或者包括由锡、铅、铜、镓、镉、铁、银、金、钛、钎、锌、镁、钙、钡组成的组中的至少一种材料或其它焊接材料或所述组的材料的混合物。

6. 根据权利要求1所述的半导体元件,

其特征在于,

所述第二层(12)至少在部分区域由铝和所述可焊的或者可湿性金属材料的混合物组成。

7. 根据权利要求1所述的半导体元件,

其特征在于,

所述第二层(12)由铝和所述可焊的或者可湿性金属材料的混合物产生的材料组成。

8. 根据权利要求1所述的半导体元件,

其特征在于,

所述可焊的或者可湿性金属材料在形成所述第二层(12)之后扩散到所述第二层(12)中。

9. 根据权利要求1所述的半导体元件,

其特征在于,

所述可焊的或者可湿性金属材料扩散到形成背面场的且由与所述第二层 (12) 的基接触材料熔合的半导体材料组成的第二中间层 (14) 中。

10. 根据权利要求 1 所述的半导体元件，
其特征在于，

所述第二层 (12) 的基接触材料以及可焊的或者可湿性金属材料溶解在由所述第一层 (10) 形成的第二中间层 (14) 中。

11. 根据权利要求 1 所述的半导体元件，
其特征在于，

所述第二层 (12) 包含了占 0.01% 重量百分比到 99.9% 重量百分比的可焊的或者可湿性金属材料。

12. 根据权利要求 1 所述的半导体元件，
其特征在于，

所述第二层 (12) 包含了占 10% 重量百分比到 50% 重量百分比的可焊的或者可湿性金属材料。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的半导体元件，
其特征在于，

所述可焊的或者可湿性金属材料是锡和 / 或锡合金。

14. 一种用于生产半导体元件的金属半导体接触 (15, 15a, 15b) 的方法，包括由半导体材料制成的作为衬底的第一层 (10)，以及施加在所述第一层上的由金属组成的或者包含金属的基接触材料制成的第二层 (12)，

其特征在于，

在构成第二层 (12) 之后，在所述第二层上施加可焊的或者可湿性金属材料 (20)，或者为了构成所述第二层 (12)，在所述第一层 (10) 上施加第二材料和可焊的或者可湿性金属材料的混合物，并通过对可焊的或者可湿性金属材料进行机械处理和 / 或热处理和 / 或通过对其热喷射，而使可焊的或者可湿性金属材料扩散到所述第二层 (12) 中，或者扩散到所述第二层和半导体元件生产期间在所述第一层和所述第二层之间构成的至少一个中间层 (14, 16, 18) 中。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，
其特征在于，

所述半导体元件是太阳能电池。

16. 根据权利要求 14 所述的方法，
其特征在于，

所述可焊的或者可湿性金属材料只通过或者主要只通过在构成所述第二层 (12) 期间和 / 或在构成所述第二层 (12) 之后对将要生产的半导体元件进行热处理而扩散到所述第二层 (12)，或者扩散到所述第二层和至少一个中间层 (14, 16, 18) 中。

17. 根据权利要求 14 所述的方法，
其特征在于，

所述可焊的或者可湿性金属材料通过声机械处理扩散到所述第二层中，或者扩散到所述第二层 (12) 和所述至少一个中间层 (14, 16, 18) 中。

18. 根据权利要求 14 所述的方法，
其特征在于，
所述热处理在温度 T 为 $150^{\circ}\text{C} \leq T \leq 800^{\circ}\text{C}$ 时实现。
19. 根据权利要求 14 所述的方法，
其特征在于，
所述热处理在温度 T 为 $230^{\circ}\text{C} \leq T \leq 600^{\circ}\text{C}$ 时实现。
20. 根据权利要求 14 所述的方法，
其特征在于，
所述可焊的或者可湿性金属材料通过在构成所述第二层 (12) 期间和 / 或在构成所述第二层 (12) 之后对将要生产的半导体元件进行超声波冲击而扩散直到所述第二层中，或者扩散到所述第二层 (12) 和所述至少一个中间层 (14, 16, 18) 中。
21. 根据权利要求 20 所述的方法，
其特征在于，
超声波冲击在频率 f 满足 $10\text{kHz} \leq f \leq 100\text{kHz}$ 时完成。
22. 根据权利要求 20 所述的方法，
其特征在于，
超声波冲击在频率 f 满足 $20\text{kHz} \leq f \leq 80\text{kHz}$ 时完成。
23. 根据权利要求 20 所述的方法，
其特征在于，
超声波冲击在频率 f 为 20kHz 或者 40kHz 时完成。
24. 根据权利要求 20 所述的方法，
其特征在于，
在超声波冲击期间，所述将要生产的半导体元件受到 $0^{\circ}\text{C} \leq T \leq 1000^{\circ}\text{C}$ 的温度 T 。
25. 根据权利要求 20 所述的方法，
其特征在于，
在超声波冲击期间，所述将要生产的半导体元件受到 $20^{\circ}\text{C} \leq T \leq 600^{\circ}\text{C}$ 的温度 T 。
26. 根据权利要求 14 所述的方法，
其特征在于，
所述可焊的材料通过热喷射施加到所述第二层 (12) 之上。
27. 根据权利要求 26 所述的方法，
其特征在于，
所述可焊的材料以 $10\text{m/s} \leq v \leq 3000\text{m/s}$ 的速度 v 施加。
28. 根据权利要求 26 所述的方法，
其特征在于，
所述可焊的材料以 $v \approx 300\text{m/s}$ 的速度 v 施加。
29. 根据权利要求 26 所述的方法，
其特征在于，
在热喷射期间，所述将要生产的半导体元件受到 $0^{\circ}\text{C} \leq T \leq 500^{\circ}\text{C}$ 的温度 T 。
30. 根据权利要求 26 所述的方法，

其特征在于，

在热喷射期间，所述将要生产的半导体元件受到 $20^{\circ}\text{C} \leq T \leq 600^{\circ}\text{C}$ 的温度 T。

31. 根据权利要求 26 所述的方法，

其特征在于，

在热喷射期间，所述将要生产的半导体元件用频率 f 为 $10\text{kHz} \leq f \leq 100\text{kHz}$ 超声波冲击。

32. 根据权利要求 26 所述的方法，

其特征在于，

在热喷射期间，所述将要生产的半导体元件用频率 f 为 $20\text{kHz} \leq f \leq 80\text{kHz}$ 的超声波冲击。

33. 根据权利要求 26 所述的方法，

其特征在于，

在热喷射期间，所述将要生产的半导体元件用频率 f 为 20kHz 或者 40kHz 的超声波冲击。

34. 根据权利要求 14 所述的方法，

其特征在于，

所述第二层 (12) 的基接触材料和所述可焊的材料的混合物或者包含了所述可焊的材料的合金被施加在所述第一层 (10) 上，并由此形成所述第二层 (12)。

35. 根据权利要求 34 所述的方法，

其特征在于，

所述第二层 (12) 的基接触材料是铝糊。

36. 根据权利要求 34 所述的方法，

其特征在于，

作为混合物将使用如下所述的混合物，所述混合物中的可焊的材料的含量 x 达 0% 重量百分比 $< x \leq 50\%$ 重量百分比或者 $50\% \text{重量百分比} \leq x < 100\%$ 重量百分比，或者作为合金将使用如下所述的合金，所述合金中的可焊的材料的含量 x 达 0% 重量百分比 $< x \leq 50\%$ 重量百分比或者 $50\% \text{重量百分比} \leq x < 100\%$ 重量百分比。

37. 根据权利要求 14 所述的方法，

其特征在于，

所述可焊的材料通过所述第二层 (12) 的选择性温度冲击，通过焊接扩散至所述至少一个中间层。

38. 根据权利要求 14 所述的方法，

其特征在于，

作为用于所述第二层 (12) 的基接触材料，使用如下材料，该材料是或者包含由铝、铟、镓、硼组成的组中的至少一种材料或者所述组的材料的混合物。

39. 根据权利要求 14 所述的方法，

其特征在于，

作为可焊的或者可湿性金属材料，使用如下材料，该材料是或者包含由锡、铟、铅、镓、银、金、镉、铁、钛、钎、锌、镁、钙、钡组成的组中的至少一种材料或者所述组的材料的混合

物。

40. 根据权利要求 14 所述的方法，
其特征在于，

作为可焊的或者可湿性金属的材料，使用锡合金或者包含这种合金的材料。

41. 根据权利要求 14 所述的方法，
其特征在于，

在所述第一层 (10) 和所述第二层 (12) 之间构成第一中间层 (16)、第二中间层 (14) 以及在所述第一中间层和所述第二中间层之间延伸的共晶体 (18)，所述第一中间层是所述第二层的与所述第一层的材料熔合的层，所述第二中间层是所述第一层的与所述第二层的材料熔合的层。

用于生产金属半导体接触的半导体元件和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体元件,该半导体元件包括由半导体材料组成的作为衬底的第一层、在第一层上延伸的第二层、在该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至少第一中间层和第二中间层,以及形成与第一层的导电连接并始于第二层或者通过第二层的导电接触 (elektrisch leitenden Kontakt)。

[0002] 本发明还涉及用于生产比如太阳能电池的半导体元件的金属半导体接触的方法,包括由半导体材料制成的作为衬底的第一层以及施加 (aufgebrachte) 在第一层之上的由金属组成或者包含金属的基接触材料 (Basis-Kontaktmaterial) 制成的第二层。

背景技术

[0003] 在半导体工艺中,尤其是太阳能电池的制造中,出于产品成本的原因,在电池的正面或者背面上装入烧结的金属接触 (Metallkontakt)。

[0004] 通常在硅太阳能电池的背面上有大面积的铝层,该铝层在太阳能电池生产期间通过热处理受到了烧结过程 (Sinterprozess),通过这种方法同时通过所谓的背面场 (BSF) 完成太阳能电池背面的钝化。

[0005] 在烧结时,与被称作第一层的硅衬底直接接触的铝层在铝层和硅衬底之间的交界面上熔化并和邻接的第一层熔成合金。在冷却时,掺杂了许多铝的硅层在面向硅的晶片的背面 (即衬底) 上取向附生 (epitaktisch) 凝固。此外,同时富含了硅的铝层在面向铝层侧凝固,并且在冷却过程结束时铝硅共晶体凝固在掺杂了许多铝的层和富含硅的层之间。太阳能电池背面的钝化是由掺杂了许多铝的取向附生的扩大的硅层负责的。通过掺杂许多铝在该层的半导体材料中载入多余的负离子,形成了位置固定的铝制接收器,由其产生了驱退少数载流子的电场,即所谓的背面场 (Back-Surface-Field)。

[0006] 当铝层在太阳能电池即衬底的整个背面上延长时,却存在焊接技术问题,因为显而易见如下情况是不可能的,比如将镀锡或者未镀锡的金属连接器,尤其是铜连接器直接焊接到铝背面上。为了不考虑这些而执行必需的电接触,通常通过丝网打印、塞子打印或者其它适当的打印方法将银制接触线路或者焊接点直接施加衬底表面上并将其焊接到镀锡的铜带。所以在焊接接触区域中的铝层空隙造成以下结果,在该区域中不能够构成背面场,而使太阳能电池背面面积没有完全被电钝化并且由此出现局部的较少的光电流。这对于效率的高低具有负面影响。

[0007] 因为银是贵金属原料,为了减少生产成本也应该放弃银。因此完全避免银接触是所希望的。

[0008] 出于许多原因,接触带在铝层上的直接焊接是不太可能的。一个原因在于铝颗粒的氧化表面。另一原因在于烧结过程没有在足够的范围内连续地构成铝上表面。因此,烧结过程中,在掺杂了硅的合金层上形成了由单个球状一起烧结成的铝颗粒 (烧结层) 的形式的铝层,在该层中存在的不是紧凑结合地而是相对松散地由铝制成的烧结连接,该连接依赖于铝制原料 (Aluminiumpaste) 的组成以及在烧结时的过程参数或多或少都是有孔的。

这些孔能够用玻璃成分填充。

[0009] 如果不考虑这些而在烧结铝层上焊接,基于多孔性及由此造成的该层的不稳定性,就仅给出非常少量的固定部(Halt)。该少量的固定部表现为大概2-8N的较小脱离强度(Abzugskraefte),这时烧结层断裂,使人们在断裂位置的两面上看出颗粒的球结构。由此存在以下风险,在尝试除去接触带时,烧结层遭到破坏。当在铝层上的焊接连接受到在模型中于运行条件下起作用的拉力时,同样情况也会发生。可能产生小裂口,裂口导致焊接位置的较差的牢固性并同时能够引起高的结电阻。

发明内容

[0010] 本发明是在以下任务基础上,即继续形成用于生产开头提及方式的金属半导体接触的半导体元件和/或方法,从而在第二层的材料的区域中产生机械上牢固的电气方面完好的可焊接接触,第二层的材料尤其是由铝制成的或者包含铝的,而与钝化相关的背面场不会被中断或者受损害。

[0011] 根据本发明该任务通过上述方式的半导体元件用以下方法解决,导电接触包括可焊的或者可湿性金属材料(loetbares oder metallischbenetzbares Material),其在该材料在第二层中扩散或者与第二层的材料形成混合物。优选地始于第二层的可焊的或者可湿性金属材料扩散到这两个中间层中的至少一个中。可湿性金属材料是由相应使用的软焊料(Lotschmelze)润湿(benetzen)的接触材料,使用该软焊料,连接器被焊接上或焊接到。

[0012] 根据本发明得出了半导体元件,其背面整个的或者至少部分的在焊接位置的区域中被由基接触材料(Basis-Kontaktmaterial)组成的,尤其是由铝组成的或者至少包含如铝的基接触材料的第二层覆盖,该第二层与半导体材料熔成合金,这样得到整个面积的通过背面场钝化的半导体元件的背面。形成背面场的层是第二中间层。

[0013] 然后,为了借助于适当的方法比如得到通到第一层的连续的电接触的方法扩散,能够将如锡层的包含可焊材料的层施加第二层上。通过该接触段存在以下可能性,在背面焊上比如铜连接器的连接器。

[0014] 第一中间层是掺杂了半导体材料的由比如铝的基接触材料制成和/或另外加入可焊材料制成的层。该层能够由锡、锡银、铅锡、镉锡、锡锌、锡镁、锡钡和/或锡钙制成或者包括一种或者多种上述材料。在此第一中间层也能够包括由第一层和第二层的材料制成共晶体(Eutektikum)。

[0015] 该金属性的可润湿的可焊的材料必要时能够在半导体元件的一定范围内扩散,使可湿性金属材料扩散到形成背面场并掺杂了基接触材料的作为第一层的边缘层的第二中间层。因为相应的第二中间层由第一层构成,因此发生了直到半导体材料边界的扩散,而不会影响背面场的功能。金属性的可润湿的可焊的材料也能够直到达到半导体材料为止,也就是说,该材料甚至能够扩散到掺杂了基接触材料的边缘层。

[0016] 第二层是由这组铝、镉、镓、硼中至少一种材料制成或者由该组的混合材料制成。

[0017] 导电接触段的可湿性金属材料是锡、铅、锌、镁、钙、钡、镉、镓、镉、银、金、镍、铁中的至少一种材料或者其它合适的可焊材料以及相应组的材料的混合。

[0018] 第二层也能够由比如铝的基接触材料和可焊的材料混合组成的材料制成。

[0019] 在第二层中混合的材料的含量能够达从0.01%重量百分比(Gew.-%)到99.9%

重量百分比。优选地却是在 10%重量百分比和 30%重量百分比之间,以及 50%重量百分比和 70%重量百分比之间的区域。

[0020] 根据本发明得到的始于第一层并经过第二层向前的直通的电气接触,第二层上的连接器,比如铜连接器,能够焊接到该接触段上。该电接触段最好是锡焊料或者至少包括包含锡的焊料的电接触,填满了如铝烧结层的第二层的孔并形成连续的金属层。通过该办法,烧结过程中突出的由其造成差的机械稳定性和较差电接触特征的烧结层的多孔性,至少在局部上,即在有焊料的地方被消除。

[0021] 备选地能够以以下方法使比如铝层的第二层可焊接,即由第二层的基础材料组成的原料,比如铝制原料,适量与例如锡粉剂或者锡铝合金粉剂混合在一起,这样就实现了始于由半导体材料制成的作为衬底的第一层并经过比如铝背面接触层(Rueckkontaktschicht)的第二层向前的电接触的产生,铜连接器能够焊接到该电接触段。

[0022] 产生了金属性的电接触段,该电接触段至少达到掺杂了半导体材料制成的层并与机械上附着度强的连接结合而不会影响背面场的电特征。

[0023] 上述方式的金属半导体接触的生产方法,其特征不在于,在构成可焊的或者可湿性金属材料施加其上的第二层之后或者为了在第一层上构成第二层,施加(aufgebracht)了基接触材料和可焊的材料的混合物并通过对可焊的或者可湿性金属材料进行的机械处理和/或热处理和/或通过对其热喷射(thermisches Spritzen),可焊的或者可湿性金属材料扩散到第二层中或者扩散到第二层和至少一个在半导体元件生产期间在第一层和第二层之间构成的中间层中。

[0024] 一种可能的生产方法,其特征不在于,在构成第二层期间或者构成第二层之后,通过对同时进行热处理的半导体元件的比如摩擦(Einreiben)或者敲击(Einhaemmern)的机械加工或者声机械加工或者声波冲击或者超声波冲击,可焊的材料扩散到第二层并扩散直到该至少第一中间层和/或该第一层。在此,超声波冲击能够在频率 f 满足 $10\text{kHz} \leq f \leq 100\text{kHz}$ 时,尤其是 $20\text{kHz} \leq f \leq 80\text{kHz}$ 时完成。在此,尤其是预先设置将要生产的半导体元件,其温度 T 满足 $0^\circ\text{C} \leq T \leq 800^\circ\text{C}$,尤其是 $180^\circ\text{C} \leq T \leq 350^\circ\text{C}$ 。

[0025] 另一种可能性预先设置了,在构成第二层期间或者构成第二层之后,可焊的材料仅通过或者主要仅通过对将要生产的半导体元件的热处理扩散到第二层并在必要时扩散到至少第一中间层。在此,热处理应该在 150°C 和 1600°C (局部的,短期的)之间的温度范围执行,优选地在 230°C 和 450°C 之间的范围执行。

[0026] 温度很高时,通过激光束或者强光源(ZMR)预先设置了加热入口(Waermeeintrag)。该光源通过椭圆的镜子聚集到将要焊接的区域上,之后被引导穿过将要焊接的区域。备选地,光脉冲能够加到将要焊接的区域上。最后激光束也能够被筛选(gerastert)穿过将要焊接的区域。用于加热将要焊接的区域的另一种可能是中频电磁场或者高频电磁场(感应式的焊接)的耦合连接。此外预先设置了频率在从 10kHz 到 10MHz 的区域,优选地 100kHz 到 800kHz 。

[0027] 如果通过热喷射施加可焊的材料,由其同时实现了优选地直到至少第一中间层的扩散,因此可焊的材料应该施加为 $10\text{m/s} \leq v \leq 1000\text{m/s}$ 的速度 v ,优选地 $v \approx 300\text{m/s}$ 。在喷射期间将要生产的半导体元件应该另外受到在 100°C 和 600°C 之间区域中的温度。

[0028] 在热喷射期间半导体元件也能够用尤其是 $10\text{kHz} \leq f \leq 100\text{kHz}$ 的频率的超声波,

优选地满足 $20\text{kHz} \leq f \leq 80\text{kHz}$ 的超声波冲击。

[0029] 备选地,能够由比如铝制原料的第二层的接触基础材料和可湿性金属材料或者可焊材料或者包含了可焊的材料的合金制成的混合物施加在第一层上,从而在之后构成第二层。作为混合物将具体地这样使用,其包含 $x\%$ 重量百分比的金属性的可润湿的和 / 或可焊的材料和 / 或包含可焊的材料的合金,其中 $0\% \text{重量百分比} < x \leq 50\% \text{重量百分比}$ 或者 $50\% \text{重量百分比} \leq x < 100\% \text{重量百分比}$ 。

[0030] 然而,可湿性金属材料和 / 或可焊的材料也能够通过第二层的选择性 (punktuell) 温度冲击,特别是通过焊接扩散直到优选的至少第一中间层。

[0031] 使用了如下的材料作为第二层的接触段基础材料,该材料至少是由该组铝、镉、镓、硼制成的材料或者这组材料制成的混合物或者包含由该组铝、镉、镓、硼制成材料的或者这组材料制成的混合物。

[0032] 作为金属性的可润湿的或者可焊的材料 (比如还有金属和还有陶瓷材料) 具体使用如下材料,该材料至少是由该组锡、锡合金、铟、铅、镉、镓、银、金、镍、铁、钛、钪、锌、镁、钙、钡制成的材料的或者这组材料制成的混合物或者包含由该组锡、锡合金、铟、铅、镉、镓、银、金、镍、铁、钛、钪、锌、镁、钙、钡制成的材料或者这组材料制成的混合物。

[0033] 还能够在铝接触段的整个面积上或者至少部分区域中施加另一种可湿性金属材料。喷涂的大概 80nm 厚度的镍可视作整个面积上施加可焊的层结构的例子。

[0034] 铝和铜或者银和铜被作为层而在部分区域施加的材料的例子。可能的金属是银、铜、铝、镍、锌。

[0035] 本发明的其他细节、优点和特征不仅在权利要求书中给出,从权利要求书推知出的特征中给出 (单独给出和 / 或结合给出),还在下文从附图推知的优选实施例中给出。

附图说明

[0036] 附图显示了,

[0037] 图 1 半导体层系统的截面示意图,半导体层系统由第一半导体层和由基接触材料制成的第二层构成,

[0038] 图 2 根据图 1 的半导体元件的基本结构,该半导体元件具有构成的半导体金属接触,

[0039] 图 3 根据图 2 的半导体元件,该半导体元件具有施加的可焊的材料,

[0040] 图 4 根据图 2 的半导体元件,该半导体元件具有达到不同长度的半导体金属接触,

[0041] 图 5 根据图 2 的半导体元件,该半导体元件具有延伸直到第一中间层的半导体金属接触以及只扩散到第二层的半导体金属接触。

具体实施方式

[0042] 这些图只是推得的原理上的半导体元件的截面图,下文中出于简化的原因称之为太阳能电池。在此说明了由硅组成的衬底 10,即半导体材料层 (下文中也称为半导体层),以惯常的方式将半导体层焊到衬底即半导体层的正面上,以构成 pn 结及前接触 (Frontkontakt) 和必要时构成钝化层。然而就这点而言,可以参照半导体元件 (诸如太阳能电池) 的足够为人熟悉的构造和 / 或结构,而不需要进一步的表述。

[0043] 比如借助于丝网打印、塞子打印、热喷射、将金属以及半金属材料的层（对于所有涉及的材料，为了举例起见，下文中指定其为铝）施加到指定为第一层的半导体层 10 上，该层将在生产太阳能电池时经受烧结过程，这样外面的铝烧结层 12 作为第二层而得到。生产时在铝烧结层 12 和硅衬底 10 之间构成了由其形成背面场并掺杂了铝的硅层 14 和掺杂了硅的铝层 16 及其具有的铝硅共晶体 18。就这点而言，仍将参照足够为人熟悉的技术水平。掺杂了硅的铝层 16 将视作第一中间层及掺杂了铝的硅层将被视作第二中间层 14。

[0044] 基于烧结过程，由铝组成的外面的层或者第二层 12 是有孔的，因此有多个腔体。

[0045] 对于层 10、12 和中间层 14、16 连同共晶体 18 都要注意，这些只是用附图从原理上说明，而没有反映实际的方面。

[0046] 出于能够将比如铜连接器的连接器为了接触起见焊接到被视作第二层的铝烧结层 12 上的目的，相应于图 3 中的描述，在第二层 12 整个面积或者部分区域施加包含了可湿性金属材料和 / 或可焊的或者由其制成的层 20。这只是用于理解的例子，因为（如下文中表述）存在用于将这种可焊的材料引入到可得出可焊的接触的层中的其它可能。

[0047] 附图中以提及的方式设定了，在第二层 12 上，即烧结层上镀了优选地包含了锡的或者由锡制成的或者包含了锡合金的层 20，以使通过比如选择性的热冲击（如举例来说通过焊接），将可焊的材料从层 20 一直至少扩散到形成背面场的并掺杂了铝的被视作第二中间层 14 的硅边缘层的边缘区域。这将借助图 4 的阴影线来解释。因此能够将比如铜连接器的连接器焊接到相应的以相应标记 15 标注的区域上，使半导体元件进行必需的电气连接 (Verschaltung)，而不用考虑以下事实，即带有比如铝烧结层的第二层 12 的背面由于其特征而是不可焊的。区域 15 是导电接触段。

[0048] 为了构成该半导体金属接触，存在多种可能，下文中对此作原理上的表述。

[0049] 通过在由比如作为第一层 10 的硅层的半导体层组成的系统中引入声机械振动和热，对于由基接触材料比如举例来说由铝、铟、镓、硼制成或者由其形成的混合物制成的第二层 12 和从其间延伸的中间层 14、16、18，施加在第二层 12 上的可焊的材料 20 一直扩散到掺杂了铝并形成背面场的硅层 14 的边缘区域。备选地，可焊的材料可能已存在于第二层 12 中。必需的振动通过超声波冲击产生，其中使用了在 10kHz 和 100kHz 之间的频率，优选的是在 20kHz 和 80kHz 之间的区域。在扩散可焊的材料时半导体元件应该加热到期望温度，该温度在 0°C 和 600°C 之间，优选地能够处在室温和 300°C 之间。

[0050] 备选地，单独热处理就能够实现扩散可焊的材料，其中为了应用达到了位于可焊的材料熔点之上的温度。优选的温度值位于 230°C 和 900°C 之间，尤其是 350°C 和 400°C 之间，并且依赖于该可焊的材料，在此具体地可能涉及锡、铟、铅、镓、镉、银、金、镍、铁、钛、钪、锌、镁、钙、钡或者由其形成的混合物。在构成烧结层 12 之后能够以优选地方式施加可焊的并将扩散的材料。

[0051] 还存在以下可能，为了生产烧结层 12，利用了已包含了可可焊材料的起始材料 (Ausgangmaterial) 及糊状物。在这种情况下，通过热处理，比如在从 700°C 到 1000°C 的烧结过程中，在层 12 中，得到由第二层 12 的基接触材料和可焊的材料制成的混合物，可焊的材料基于热处理扩散到至少第一中间层 16，即在实施例中扩散到掺杂了硅的铝层（图 5 中的区域 15）。另外还能够实现扩散一直到形成背面场的层 14（图 4 中的区域 15）的边缘区域中。

[0052] 为了将可焊的材料引入到至少第一中间层 16 和 / 或达到第二中间层 14, 在此有另外一种可能性, 可焊的材料通过热喷射施加到烧结的铝层 12 上。此外能够实现超声波冲击和 / 或热处理。如果为了扩散可焊的材料而使半导体元件振动, 超声波就应该应用在 10kHz 和 100kHz 之间的频率区域中, 优选地应用在 20kHz 和 80kHz 之间的区域。可焊的材料本身应该以 10m/s 和 1000m/s 之间的速度冲击, 优选地落在 300m/s 的范围内。

[0053] 如前已述, 也能够通过原有的焊接技术来产生半导体金属接触。为此, 在产生半导体元件时, 施加由用于背面接触且具有可焊的材料部分 (比如锡或者锡铝合金成分) 的基接触材料制成的原料。在生产半导体元件, 即生产太阳能电池时, 在铝硅边界面上 (即在层 14 和 16 之间的结区中) 形成背部接触时, 就构成相连接的铝锡层, 其作为铝锡层延伸直到背侧外表面。

[0054] 如果铝制原料与锡成分一起使用, 其中的锡含量可以在 $0\text{at.}\% < x < 50\text{at.}\%$ 之间的区域。由于锡在硅中极其低的溶解度, 该溶解度 (二元相图硅锡中) 在 700°C 时以 $0.05\text{at.}\%$ 及在 900°C 时以 $0.08\text{at.}\%$, 在形成背面接触时的熔合阶段期间, 铝含量继续存在, 以使铝硅合金层和高铝掺杂的负责背面的背面场的取向附生生长的硅层 14 能够在锡存在时不受影响地生长。因为锡与硅是等电子的 (isoeletrisch), 背面接触的电特征由此没有得到显著变化。这样能够保持原有的过程参数, 因此可以使工艺无需变化。

[0055] 但也存在以下可能性, 铝制原料包含了在 $50\text{at.}\%$ 和少于 $100\text{at.}\%$ 之间范围的锡成分, 在相应的组成条件下, 整个背面金属化在 230°C 和 580°C 之间区域的低温时已经熔化, 因此形成了含铝的铝硅边界层。由于锡在硅中低的溶解度此前表述也是适用的。

[0056] 通过利用具有不同锡成分的原料来产生接触的上述方法之间的区别在于, 在锡含量 $\leq 50\%$ 时通过在铝和硅之间形成合金, 较高的接触层仅至一定程度的熔化, 而在锡含量较高 (50% 到小于 100%) 时, 背面接触层通过在铝和锡之间形成合金完全变成液态的。

[0057] 在此, 该层的锡含量至少延伸直通到铝硅锡合金层 16, 正如在图 5 中从原理上阐明的。

[0058] 另一种构成半导体金属接触的方法是, 在可焊的材料焊接到半导体材料的背面时, 实现了直通扩散 (Durchlegieren)。在这种情况下, 第二层同样是相应的由可焊的材料限定的调整。在此, 紧接着是基于以下情况, 即第二层 12 的基础材料是铝而可焊材料是锡。如果背面是用锡焊焊接的, 就得到局部富含了锡的铝锡合金并且由此得到由可使用的锡的数量决定的铝层的不同组成。通过限制的焊接温度来限定焊接合金 / 焊接带的渗透深度。在 250°C 的焊接温度 $2\text{at.}\%$ 的铝溶化。然而金属背面接触层 12 中的锡含量可相应于平衡温度的限定来调整, 该层达到合金层 16 的边界面。焊接进入金属层, 其中因为铝含量大大增加, 含量发生了变化。如果锡含量非常高的话, 熔化带能够穿过。焊接效果能够通过以下方式被增强, 即使金属接触层 12 富含锡。通过铝锡合金的适当的组合能够在设定温度调整渗透深度。

[0059] 在烧结阶段的接触段中形成合金层期间, 铝和锡连接成连接的层, 在基于锡的比重小于 50% 的合成 (Zusammensetzung) 中是多孔的, 而在锡含量大于 50% 比重时合成是密实的。这样能够实现到含锡的颗粒或者合金层的部分区域的焊接。如果提高了锡含量, 焊接温度能够降低。

[0060] 在图 4 中始于第二层 12 的外部的导电接触 15 是用相关标记 15 表示的, 该导电接

触延伸直到第二中间层 14 中,即到形成背面场的掺杂了铝的硅层中。在图 5 中导电接触从烧结层延伸,即从第二层 12 延伸直到作为掺杂了硅的铝层的第一中间层 16。然而也存在以下可能,如图 4 中所示以及附有相关标记 15a 的区域所描述的,电接触延长直到铝硅共晶体 18。

[0061] 另一种可能是,如图 5 所示以及由相关标记 15b 标注的区域所描述的,电接触仅在第二层 12 中扩散。

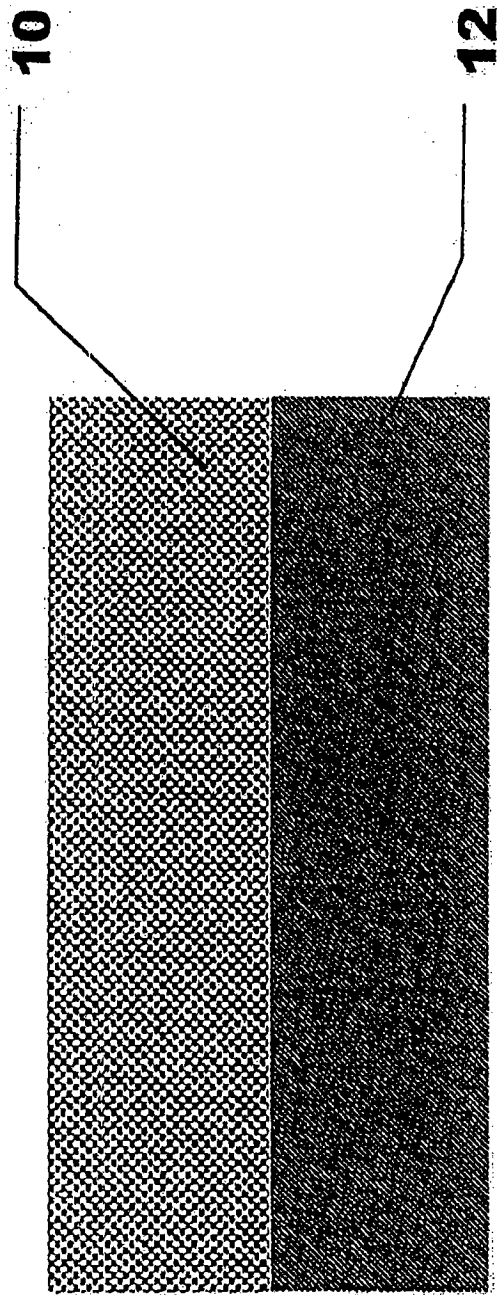


图1

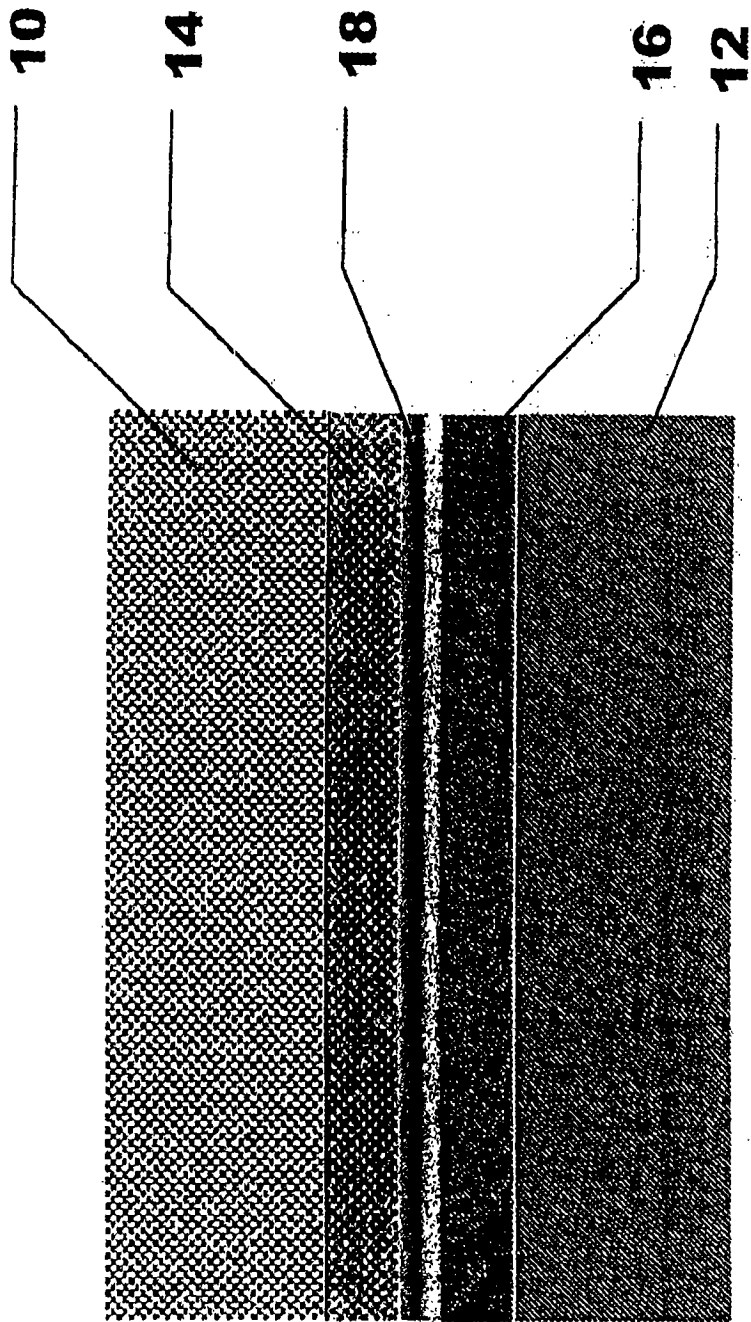


图 2

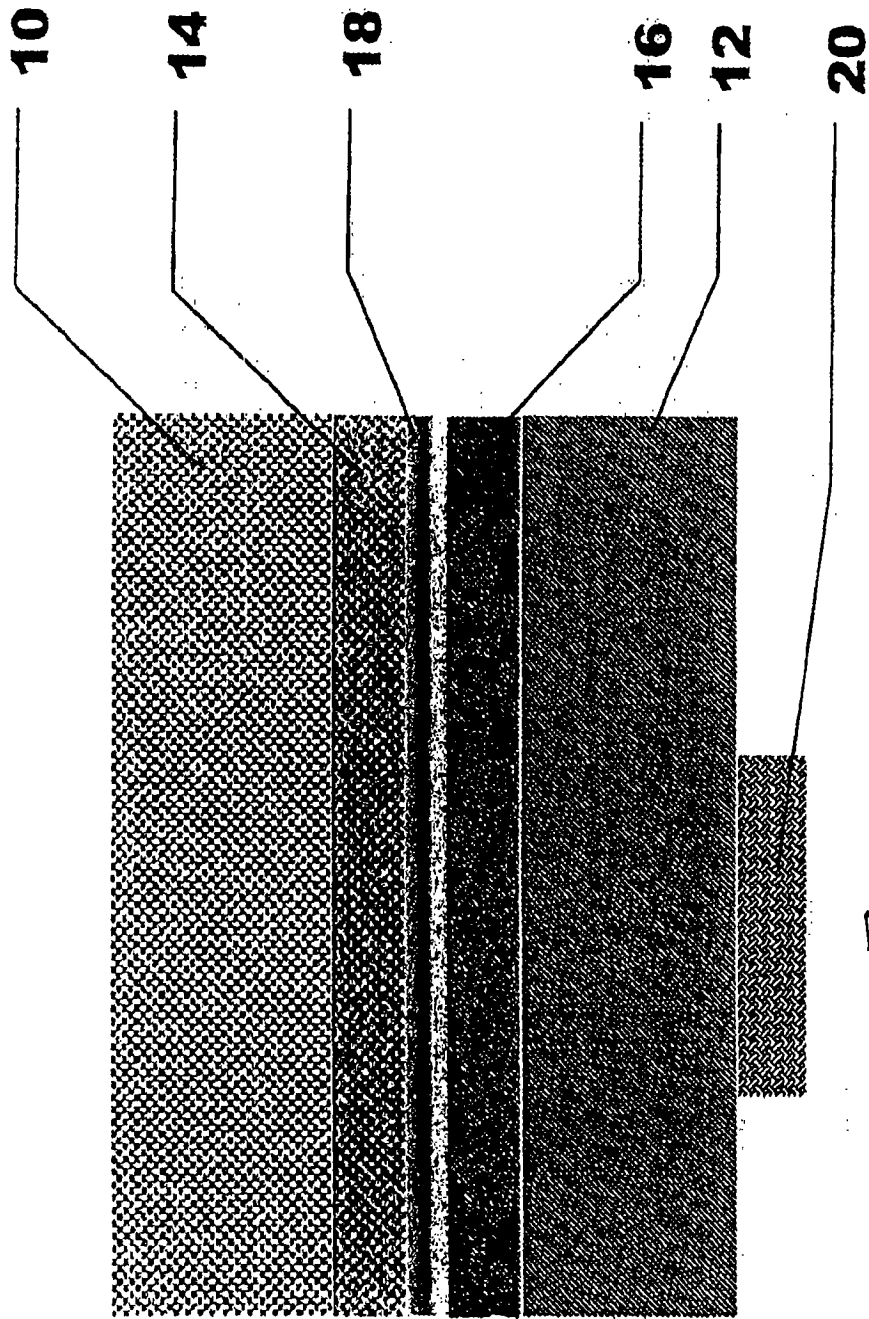


图 3

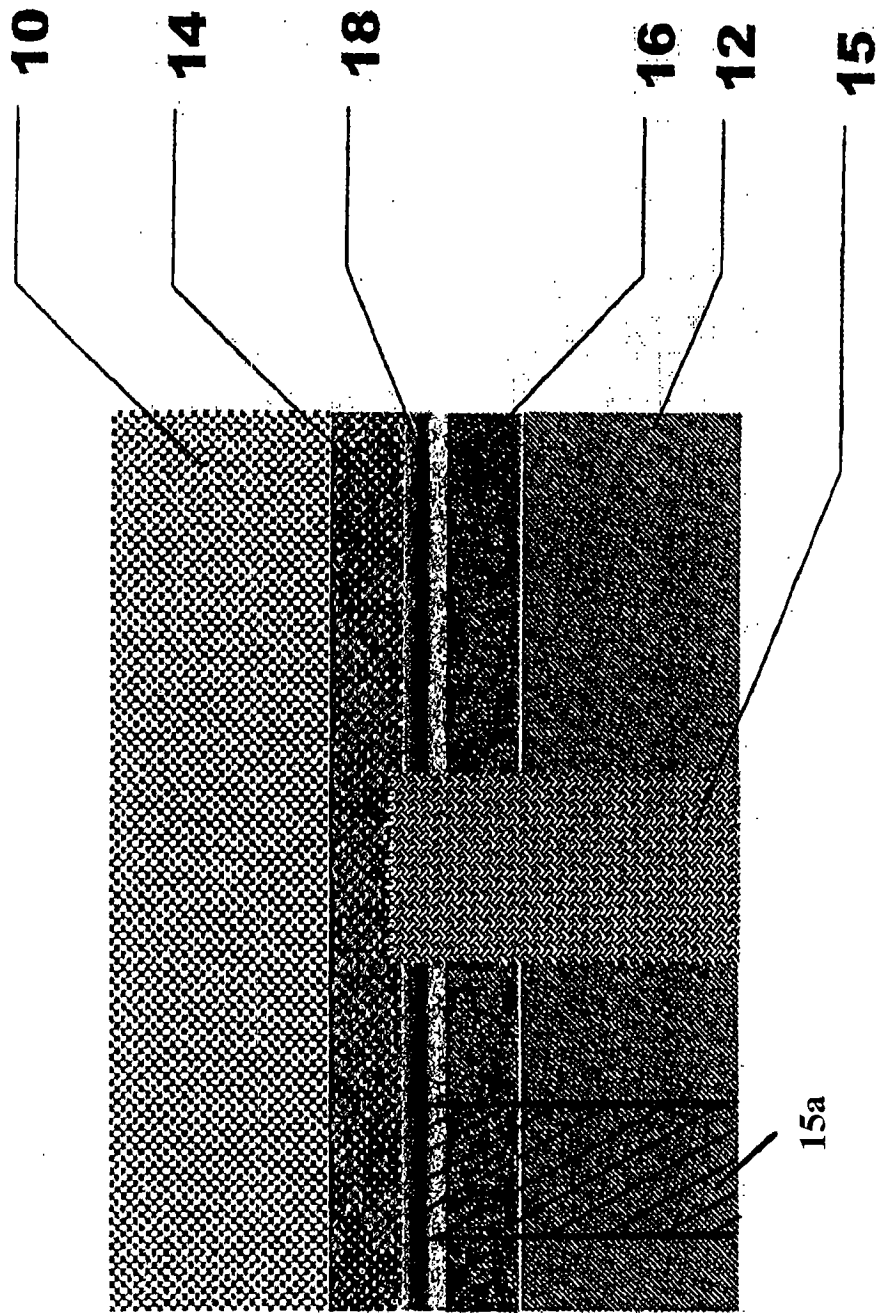


图 4

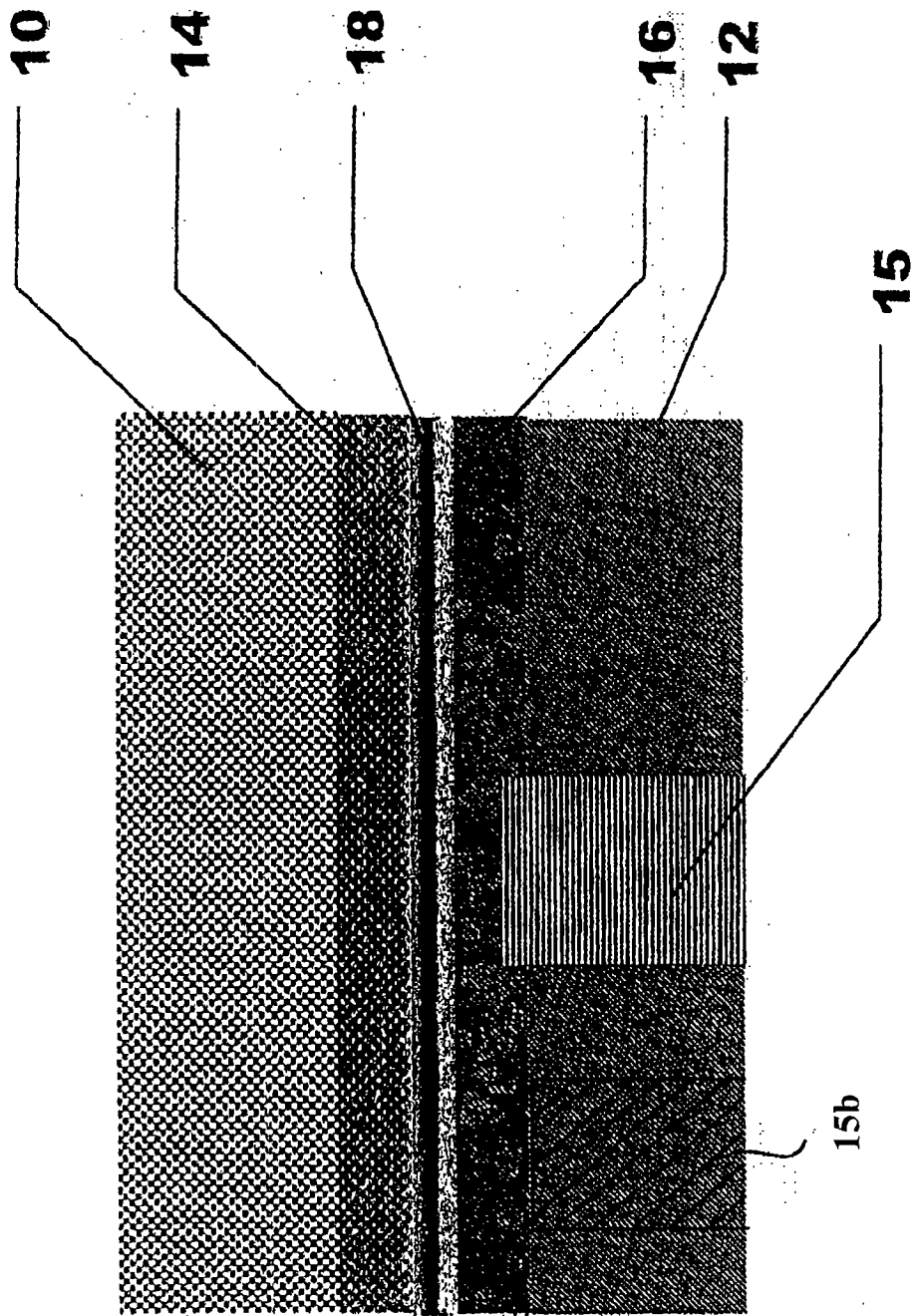


图 5