(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113451429 B
(45)授权公告日 2023.05.12

(21)申请号 202110735832.8

(22)申请日 2021.06.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113451429 A

(43)申请公布日 2021.09.28

(73)专利权人 安徽华晟新能源科技有限公司
地址 242000 安徽省宣城市宣城经济技术开发区安徽省宣城经济技术开发区科技园

(72)发明人 辛科 周肃 龚道仁 王文静 徐晓华 梅志纲 杨龙

(74)专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理有限公司 11250
专利代理师 薛异荣

(51)Int.Cl.
H01L 31/0224(2006.01)
H01L 31/0288(2006.01)
H01L 31/074(2012.01)
H01L 31/18(2006.01)

(56)对比文件
JP 2004221368 A,2004.08.05
TW 456051 B,2001.09.21
US 2012299142 A1,2012.11.29

审查员 刘俊娜

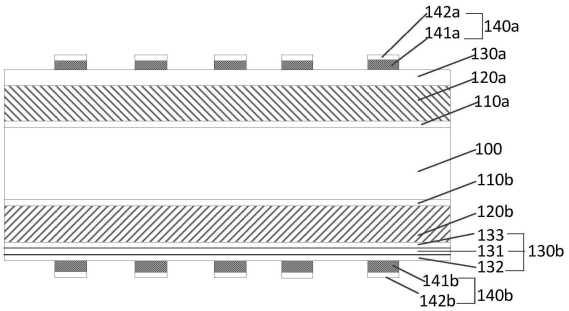
权利要求书4页 说明书13页 附图3页

(54)发明名称

一种异质结太阳能电池及其制备方法

(57)摘要

本发明提供一种异质结太阳能电池及其制备方法，该异质结太阳能电池包括：半导体衬底层；位于所述半导体衬底层一侧的背面复合透明导电膜；所述背面复合透明导电膜包括：第一背面透明导电膜；位于所述第一背面透明导电膜背向所述半导体衬底层一侧表面的第二背面透明导电膜；所述第一背面透明导电膜和所述第二背面透明导电膜中均掺杂有Ⅲ族重原子，所述第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度。通过该技术方案，所述异质结太阳能电池的光电转换效率和封装性能均得到提高。



CN 113451429 B

1.一种异质结太阳能电池,其特征在于,包括:

半导体衬底层;

位于所述半导体衬底层一侧的背面复合透明导电膜;所述背面复合透明导电膜包括:

第一背面透明导电膜;

位于所述第一背面透明导电膜背向所述半导体衬底层一侧表面的第二背面透明导电膜;

其中:所述第一背面透明导电膜和所述第二背面透明导电膜中均掺杂有Ⅲ族重原子,所述Ⅲ族重原子包括镓原子,所述Ⅲ族重原子的原子量大于或等于镓原子的原子量,所述第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度;

所述背面复合透明导电膜还包括:第三背面透明导电膜,所述第三背面透明导电膜位于所述第一背面透明导电膜和所述半导体衬底层之间,所述第三背面透明导电膜的功函数高于第一背面透明导电膜的功函数且高于第二背面透明导电膜的功函数;所述第三背面透明导电膜的迁移率大于所述第一背面透明导电膜的迁移率且大于所述第二背面透明导电膜的迁移率;所述第三背面透明导电膜中掺杂离子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度且小于第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度。

2.根据权利要求1所述的异质结太阳能电池,其特征在于,所述Ⅲ族重原子包括镓原子;所述第一背面透明导电膜的材料包括掺镓的氧化锌;所述第二背面透明导电膜的材料包括掺镓的氧化锌。

3.根据权利要求2所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述第二背面透明导电膜中镓的质量百分比浓度与所述第一背面透明导电膜中镓的质量百分比浓度的比值为1:2-1:4。

4.根据权利要求3所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述第一背面透明导电膜中镓的质量百分比浓度为1.5%-2%;所述第二背面透明导电膜中镓的质量百分比浓度为0.5%-1%。

5.根据权利要求2所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述第二背面透明导电膜的厚度与所述第一背面透明导电膜的厚度的比值为1:4-1:3。

6.根据权利要求5所述的异质结太阳能电池,其特征在于,所述第二背面透明导电膜的厚度为10nm-20nm;所述第一背面透明导电膜的厚度为50nm-60nm。

7.根据权利要求2所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述异质结太阳能电池还包括:位于所述第二背面透明导电膜背向所述第一背面透明导电膜一侧表面的有机封装层。

8.根据权利要求1所述的异质结太阳能电池,其特征在于,所述第三背面透明导电膜的材料包括掺钨氧化铟。

9.根据权利要求8所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述掺钨氧化铟中钨的质量百分比浓度为0.1%-0.3%。

10.根据权利要求1所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述第三背面透明导电膜的厚度与第一背面透明导电膜的厚度的比值为1:5-1:6。

11.根据权利要求1所述的异质结太阳能电池,其特征在于,还包括:位于所述背面复合透明导电膜背向所述半导体衬底层一侧的背栅线;

所述背栅线包括第一子背栅线和位于第一子背栅线背向所述半导体衬底层一侧表面的第二子背栅线;所述第一子背栅线的电导率大于所述第二子背栅线的电导率;所述第二子背栅线的熔点小于所述第一子背栅线的熔点。

12.根据权利要求11所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述第一子背栅线的材料包括铜;所述第二子背栅线的材料包括锡。

13.根据权利要求11所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述第一子背栅线的厚度与所述第二子背栅线的厚度的关系是5:1-9:1。

14.根据权利要求11所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述背栅线的高宽比为0.8:2-1:2;所述背栅线的宽度为9μm-11μm,所述背栅线的高度为4μm-6μm。

15.根据权利要求1至14任意一项所述的异质结太阳能电池,其特征在于,还包括:位于所述半导体衬底层和所述背面复合透明导电膜之间的第一掺杂半导体层;所述第一掺杂半导体层为纳米晶态;或,所述第一掺杂半导体层为微晶态。

16.根据权利要求15所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述第一掺杂半导体层中掺杂离子的浓度为2E19atom/cm^3-8E19atom/cm^3。

17.根据权利要求1至14任意一项所述的异质结太阳能电池,其特征在于,还包括:位于所述半导体衬底层背向所述背面复合透明导电膜一侧的正面复合透明导电膜;所述正面复合透明导电膜的材料包括掺钨氧化铟。

18.根据权利要求17所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

还包括:位于所述半导体衬底层和所述正面复合透明导电膜之间的第二掺杂半导体层;所述第二掺杂半导体层为纳米晶态;或,所述第二掺杂半导体层为微晶态。

19.根据权利要求17所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述异质结太阳能电池还包括:位于所述正面复合透明导电膜背向所述半导体衬底层一侧的正栅线;所述正栅线包括第一子正栅线和位于第一子正栅线背向所述半导体衬底层一侧表面的第二子正栅线;所述第一子正栅线的电导率大于所述第二子正栅线的电导率;所述第二子正栅线的熔点小于所述第一子正栅线的熔点。

20.根据权利要求19所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述第一子正栅线的材料包括铜;所述第二子正栅线的材料包括锡。

21.根据权利要求19所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述第一子正栅线的厚度与所述第二子正栅线的厚度的关系是5:1-9:1。

22.根据权利要求19所述的异质结太阳能电池,其特征在于,

所述正栅线的高宽比为0.8:2-1:2;所述正栅线的宽度为4μm-6μm,所述正栅线的高度为2.5μm-3.5μm。

23.一种异质结太阳能电池的制备方法,其特征在于,包括:

提供半导体衬底层;

在所述半导体衬底层的一侧形成背面复合透明导电膜;形成所述背面复合透明导电膜的方法包括:

在所述半导体衬底层的一侧形成第一背面透明导电膜；

在所述第一背面透明导电膜背向所述半导体衬底层的一侧表面形成第二背面透明导电膜；

其中：所述第一背面透明导电膜和所述第二背面透明导电膜中均掺杂有Ⅲ族重原子，所述Ⅲ族重原子包括镓原子，所述Ⅲ族重原子的原子量大于或等于镓原子的原子量，所述第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度；

形成所述背面复合透明导电膜的方法还包括：在形成所述第一背面透明导电膜之前，在所述半导体衬底层的一侧形成第三背面透明导电膜；

形成所述第一背面透明导电膜之后，所述第三背面透明导电膜位于所述第一背面透明导电膜和所述半导体衬底层之间；

所述第三背面透明导电膜的功函数高于第一背面透明导电膜的功函数且高于第二背面透明导电膜的功函数；

所述第三背面透明导电膜的迁移率大于所述第一背面透明导电膜的迁移率且大于所述第二背面透明导电膜的迁移率；所述第三背面透明导电膜中掺杂离子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度且小于第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度。

24.根据权利要求23所述的异质结太阳能电池的制备方法，其特征在于，还包括：在所述背面复合透明导电膜背向所述半导体衬底层的一侧形成背栅线；

形成所述背栅线的步骤包括：在所述背面复合透明导电膜的表面形成图形化的第一光刻胶层，所述第一光刻胶层中具有第一栅线开口；采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成背栅线；采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成背栅线之后，去除所述第一光刻胶层。

25.根据权利要求24所述的异质结太阳能电池的制备方法，其特征在于，

采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成背栅线的步骤包括：采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成第一子背栅线；采用蒸镀工艺在第一栅线开口中形成位于第一子背栅线表面的第二子背栅线；所述第一子背栅线的电导率大于所述第二子背栅线的电导率；所述第二子背栅线的熔点小于所述第一子背栅线的熔点。

26.根据权利要求24所述的异质结太阳能电池的制备方法，其特征在于，

所述异质结太阳能电池的制备方法还包括：在所述半导体衬底层的另一侧形成正面复合透明导电膜；所述正面复合透明导电膜的材料包括掺钨氧化铟。

27.根据权利要求26所述的异质结太阳能电池的制备方法，其特征在于，

所述异质结太阳能电池的制备方法还包括：在所述正面复合透明导电膜背向所述半导体衬底层的一侧形成正栅线；

形成所述正栅线的步骤包括：在所述正面复合透明导电膜的表面形成图形化的第二光刻胶层，所述第二光刻胶层中具有第二栅线开口；采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成正栅线；采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成正栅线之后，去除所述第二光刻胶层。

28.根据权利要求27所述的异质结太阳能电池的制备方法，其特征在于，

采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成正栅线的步骤包括：采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成第一子正栅线；采用蒸镀工艺在第二栅线开口中形成位于第一子正栅线表面的第二子正栅线；所述第一子正栅线的电导率大于所述第二子正栅线的电导率；所述

第二子正栅线的熔点小于所述第一子正栅线的熔点。

29.根据权利要求23所述的异质结太阳能电池的制备方法,其特征在于,还包括:在所述半导体衬底层的一侧形成第一掺杂半导体层;所述第一掺杂半导体层为纳米晶态;或,所述第一掺杂半导体层为微晶态;

形成所述背面复合透明导电膜之后,所述第一掺杂半导体层位于所述半导体衬底层和所述背面复合透明导电膜之间。

30.根据权利要求29所述的异质结太阳能电池的制备方法,其特征在于,

形成所述第一掺杂半导体层的工艺包括等离子体化学气相沉积工艺,等离子体化学气相沉积工艺的参数包括:采用的气体包括H_2、SiH_4和B_2H_6,H_2和SiH_4的流量比例为200:1.8-200:2.3,B_2H_6和SiH_4的流量比为1:1-1:5,腔室压强为0.3Pa-0.5Pa,射频功率密度为0.25mW/cm^2-0.4mW/cm^2。

一种异质结太阳能电池及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光伏电池技术领域，具体涉及一种异质结太阳能电池及其制备方法。

背景技术

[0002] 太阳能电池是一种清洁能源电池，太阳能电池广泛的应用在生活和生产中。在太阳能电池，尤其是异质结太阳能电池的电极和非晶硅之间加一层透明导电膜(TCO)可以有效地增加载流子的收集，提高太阳能电池的转换效率。

[0003] 透明导电膜包括正面透明导电膜和背面透明导电膜。目前，透明导电膜的设置使得异质结太阳能电池存在光电转换效率和封装性能较差的问题。对于异质结太阳能电池，背面透明导电膜的综合性能的优化一直是本领域技术人员研究的热点。

发明内容

[0004] 因此，本发明要解决的技术问题在于克服现有技术中异质结太阳能电池的光电转换效率和封装性能较差的问题，从而提供一种异质结太阳能电池。

[0005] 本发明提供一种异质结太阳能电池，包括：半导体衬底层；位于所述半导体衬底层一侧的背面复合透明导电膜；所述背面复合透明导电膜包括：第一背面透明导电膜；位于所述第一背面透明导电膜背向所述半导体衬底层一侧表面的第二背面透明导电膜；所述第一背面透明导电膜和所述第二背面透明导电膜中均掺杂有Ⅲ族重原子，所述第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度。

[0006] 可选的，所述Ⅲ族重原子包括镓原子；所述第一背面透明导电膜的材料包括掺镓的氧化锌；所述第二背面透明导电膜的材料包括掺镓的氧化锌。

[0007] 可选的，所述第二背面透明导电膜中镓的质量百分比浓度与所述第一背面透明导电膜中镓的质量百分比浓度的比值为1:2-1:4。

[0008] 可选的，所述第一背面透明导电膜中镓的质量百分比浓度为1.5%-2%；所述第二背面透明导电膜中镓的质量百分比浓度为0.5%-1%。

[0009] 可选的，所述第二背面透明导电膜的厚度与所述第一背面透明导电膜的厚度的比值为1:4-1:3。

[0010] 可选的，所述第二背面透明导电膜的厚度为10nm-20nm；所述第一背面透明导电膜的厚度为50nm-60nm。

[0011] 可选的，所述异质结太阳能电池还包括：位于所述第二背面透明导电膜背向所述第一背面透明导电膜一侧表面的有机封装层。

[0012] 可选的，所述背面复合透明导电膜还包括：第三背面透明导电膜，所述第三背面透明导电膜的功函数高于第一背面透明导电膜的功函数且高于第二背面透明导电膜的功函数。

[0013] 可选的，所述第三背面透明导电膜的迁移率大于所述第一背面透明导电膜的迁移率且大于所述第二背面透明导电膜的迁移率；所述第三背面透明导电膜中掺杂离子的浓度

小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度且小于第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度。

[0014] 可选的,所述第三背面透明导电膜的材料包括掺钨氧化铟。

[0015] 可选的,所述掺钨氧化铟中钨的质量百分比浓度为0.1%-0.3%。

[0016] 可选的,所述第三背面透明导电膜的厚度与第一背面透明导电膜的厚度的比值为1:5-1:6。

[0017] 可选的,还包括:位于所述背面复合透明导电膜背向所述半导体衬底层一侧的背栅线;所述背栅线包括第一子背栅线和位于第一子背栅线背向所述半导体衬底层一侧表面的第二子背栅线;所述第一子背栅线的电导率大于所述第二子背栅线的电导率;所述第二子背栅线的熔点小于所述第一子背栅线的熔点。

[0018] 可选的,所述第一子背栅线的材料包括铜;所述第二子背栅线的材料包括锡。

[0019] 可选的,所述第一子背栅线的厚度与所述第二子背栅线的厚度的关系是5:1-9:1。

[0020] 可选的,所述背栅线的高宽比为0.8:2-1:2;所述背栅线的宽度为9μm-11μm,所述背栅线的高度为4μm-6μm。

[0021] 可选的,还包括:位于所述半导体衬底层和所述背面复合透明导电膜之间的第一掺杂半导体层;所述第一掺杂半导体层为纳米晶态;或,所述第一掺杂半导体层为微晶态。

[0022] 可选的,所述第一掺杂半导体层中掺杂离子的浓度为2E19atom/cm^3-8E19atom/cm^3。

[0023] 可选的,还包括:位于所述半导体衬底层背向所述背面复合透明导电膜一侧的正面复合透明导电膜;所述正面复合透明导电膜的材料包括掺钨氧化铟。

[0024] 可选的,还包括:位于所述半导体衬底层和所述正面复合透明导电膜之间的第二掺杂半导体层;所述第二掺杂半导体层为纳米晶态;或,所述第二掺杂半导体层为微晶态。

[0025] 可选的,所述异质结太阳能电池还包括:位于所述正面复合透明导电膜背向所述半导体衬底层一侧的正栅线;所述正栅线包括第一子正栅线和位于第一子正栅线背向所述半导体衬底层一侧表面的第二子正栅线;所述第一子正栅线的电导率大于所述第二子正栅线的电导率;所述第二子正栅线的熔点小于所述第一子正栅线的熔点。

[0026] 可选的,所述第一子正栅线的材料包括铜;所述第二子正栅线的材料包括锡。

[0027] 可选的,所述第一子正栅线的厚度与所述第二子正栅线的厚度的关系是5:1-9:1。

[0028] 可选的,所述正栅线的高宽比为0.8:2-1:2;所述正栅线的宽度为4μm-6μm,所述正栅线的高度为2.5μm-3.5μm。

[0029] 本发明还提供一种异质结太阳能电池的制备方法,包括:提供半导体衬底层;在所述半导体衬底层的一侧形成背面复合透明导电膜;形成所述背面复合透明导电膜的方法包括:在所述半导体衬底层的一侧形成第一背面透明导电膜;在所述第一背面透明导电膜背向所述半导体衬底层的一侧表面形成第二背面透明导电膜;所述第一背面透明导电膜和所述第二背面透明导电膜中均掺杂有Ⅲ族重原子,所述第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度。

[0030] 可选的,形成所述背面复合透明导电膜的方法还包括:在形成所述第一背面透明导电膜之前,在所述半导体衬底层的一侧形成第三背面透明导电膜;形成所述第一背面透明导电膜之后,所述第三背面透明导电膜位于所述第一背面透明导电膜和所述半导体衬底

层之间;所述第三背面透明导电膜的功函数高于第一背面透明导电膜的功函数且高于第二背面透明导电膜的功函数。

[0031] 可选的,所述第三背面透明导电膜的迁移率大于所述第一背面透明导电膜的迁移率且大于所述第二背面透明导电膜的迁移率;所述第三背面透明导电膜中掺杂离子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度且小于第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度。

[0032] 可选的,还包括:在所述背面复合透明导电膜背向所述半导体衬底层的一侧形成背栅线;形成所述背栅线的步骤包括:在所述背面复合透明导电膜的表面形成图形化的第一光刻胶层,所述第一光刻胶层中具有第一栅线开口;采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成背栅线;采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成背栅线之后,去除所述第一光刻胶层。

[0033] 可选的,采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成背栅线的步骤包括:采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成第一子背栅线;采用蒸镀工艺在第一栅线开口中形成位于第一子背栅线表面的第二子背栅线;所述第一子背栅线的电导率大于所述第二子背栅线的电导率;所述第二子背栅线的熔点小于所述第一子背栅线的熔点。

[0034] 可选的,所述异质结太阳能电池的制备方法还包括:在所述半导体衬底层的另一侧形成正面复合透明导电膜;所述正面复合透明导电膜的材料包括掺钨氧化铟。

[0035] 可选的,所述异质结太阳能电池的制备方法还包括:在所述正面复合透明导电膜背向所述半导体衬底层的一侧形成正栅线;形成所述正栅线的步骤包括:在所述正面复合透明导电膜的表面形成图形化的第二光刻胶层,所述第二光刻胶层中具有第二栅线开口;采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成正栅线;采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成正栅线之后,去除所述第二光刻胶层。

[0036] 可选的,采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成正栅线的步骤包括:采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成第一子正栅线;采用蒸镀工艺在第二栅线开口中形成位于第一子正栅线表面的第二子正栅线;所述第一子正栅线的电导率大于所述第二子正栅线的电导率;所述第二子正栅线的熔点小于所述第一子正栅线的熔点。

[0037] 可选的,还包括:在所述半导体衬底层的一侧形成第一掺杂半导体层;所述第一掺杂半导体层为纳米晶态;或,所述第一掺杂半导体层为微晶态;形成所述背面复合透明导电膜之后,所述第一掺杂半导体层位于所述半导体衬底层和所述背面复合透明导电膜之间。

[0038] 可选的,形成所述第一掺杂半导体层的工艺包括等离子体化学气相沉积工艺,等离子体化学气相沉积工艺的参数包括:采用的气体包括H_2、SiH_4和B_2H_6,H_2和SiH_4的流量比例为200:1.8-200:2.3,B_2H_6和SiH_4的流量比为1:1-1:5,腔室压强为0.3Pa-0.5Pa,射频功率密度为0.25mW/cm^2-0.4mW/cm^2。

[0039] 本发明的技术方案具有以下有益效果:

[0040] 1.本发明提供的异质结太阳能电池,包括背面复合透明导电膜;所述背面复合透明导电膜包括:第一背面透明导电膜;位于所述第一背面透明导电膜背向所述半导体衬底层一侧表面的第二背面透明导电膜,所述第一背面透明导电膜和所述第二背面透明导电膜中均掺杂有Ⅲ族重原子。由于Ⅲ族重原子的原子量较大,因此使得掺杂有Ⅲ族重原子的第一背面透明导电膜的密度变大,掺杂有Ⅲ族重原子的第二背面透明导电膜密度变大,第一

背面透明导电膜和第二背面透明导电膜的硬度均变大，第二背面透明导电膜与有机封装层之间的界面处的镓原子被有机封装层的更多的C-H键包覆，也就是界面处的镓原子能与更多的C-H键结合，进而使得第二背面透明导电膜与有机封装层之间的结合力较大。其次，所述第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度，第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度较小，这样使得第二背面透明导电膜的表面缺陷态密度降低，增强第二背面透明导电膜与有机封装层之间的结合力。再次，第一背面透明导电膜和第二背面透明导电膜的硬度均变大，也使得第一背面透明导电膜和第二背面透明导电膜之间的结合力较大。综上，增强背面复合透明导电膜与有机封装层之间的结合力，提高异质结太阳能电池的封装性能。

[0041] 由于第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度较大，这样使得第一背面透明导电膜中的自由载流子浓度较多，第一背面透明导电膜的导电能力优于第二背面透明导电膜的导电能力，使得背面复合透明导电膜的导电能力较好，背面复合透明导电膜收集载流子的能力较好，利于提高异质结太阳能电池的光电转换效率。

[0042] 2.进一步，所述Ⅲ族重原子包括镓原子；所述第一背面透明导电膜的材料包括掺镓的氧化锌；所述第二背面透明导电膜的材料包括掺镓的氧化锌。掺镓的氧化锌不仅具有价格较低的优势，降低异质结太阳能电池的成本，且掺镓的氧化锌具有迁移率较大的优势，能提高第一背面透明导电膜和第二背面透明导电膜的导电能力。

[0043] 3.进一步，所述背面复合透明导电膜还包括第三背面透明导电膜，所述第三背面透明导电膜的功函数高于第一背面透明导电膜的功函数且高于第二背面透明导电膜的功函数。由于第三背面透明导电膜的功函数较高，因此降低第三背面透明导电膜与第一掺杂半导体层之间的带隙失配，也就是降低背面复合透明导电膜和与第一掺杂半导体层之间的带隙失配，使得背面复合透明导电膜对第一掺杂半导体层的价带弯曲量较小，利于空穴从第一掺杂半导体层隧穿至背面复合透明导电膜。

[0044] 进一步，第三背面透明导电膜的费米能级会随着第三背面透明导电膜中掺杂离子的浓度的降低而上移，相应的，第三背面透明导电膜的功函数会随之降低。本发明中采用第三背面透明导电膜中掺杂离子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度且小于第二背面透明导电膜中Ⅲ族重原子的浓度，这样使得第三背面透明导电膜的功函数较高。第三背面透明导电膜的迁移率大于第一背面透明导电膜的迁移率且大于第二背面透明导电膜的迁移率，由于第三背面透明导电膜的迁移率更加高，因此即使第三背面透明导电膜中掺杂离子的浓度较小，也不会使得第三背面透明导电膜的导电率过小，也就是说第三背面透明导电膜依然能维持较好的导电性，第三背面透明导电膜与第一掺杂半导体层的接触电阻较低。

[0045] 4.进一步，第一掺杂半导体层为纳米晶态，或第一掺杂半导体层为微晶态，其次，第一掺杂半导体层中掺杂离子的浓度较高，这样使得第一掺杂半导体层的电导率提高，第一掺杂半导体层具有高的掺杂浓度提高场钝化，也就是说，第一掺杂半导体层与第一本征半导体层之间的电场强度变大，更好的阻碍光生电子扩散至第一掺杂半导体层与第一本征半导体层之间的界面，使得光生电子更多的扩散至异质结太阳能电池的正面，降低光生载流子的复合几率。同时，第一掺杂半导体层的体电阻降低，降低第一掺杂半导体层和背面复合透明导电膜的接触电阻，改善异质结太阳能电池的串联电阻，提高异质结太阳能电池的

光电转换效率。

附图说明

[0046] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施方式，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的附图。

[0047] 图1为本发明一实施例提供的异质结太阳能电池的结构示意图；

[0048] 图2为本发明一实施例提供的异质结太阳能电池形成过程的流程图；

[0049] 图3至图7为本发明另一实施例提供的异质结太阳能电池制备过程的结构示意图；

[0050] 附图标记：

[0051] 100、半导体衬底层；110b、第一本征半导体层；110a、第二本征半导体层；130b、背面复合透明导电膜；120b、第一掺杂半导体层；120a、第二掺杂半导体层；131、第一背面透明导电膜；132、第二背面透明导电膜；133、第三背面透明导电膜；130a、正面复合透明导电膜；140b、背栅线；141b、第一子背栅线；142b、第二子背栅线；140a、正栅线；141a、第一子正栅线；142a、第二子正栅线。

具体实施方式

[0052] 下面将结合附图对本发明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。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做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。

[0053] 在本发明的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0054] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“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，还可以是两个元件内部的连通，可以是无线连接，也可以是有线连接。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0055] 此外，下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

[0056] 本发明一实施例提供一种异质结太阳能电池，请参考图1，该异质结太阳能电池包括：

[0057] 半导体衬底层100；

[0058] 位于所述半导体衬底层100一侧的背面复合透明导电膜130b；

[0059] 所述背面复合透明导电膜130b包括：第一背面透明导电膜131；位于所述第一背面透明导电膜131背向所述半导体衬底层100一侧表面的第二背面透明导电膜132；所述第一

背面透明导电膜131和所述第二背面透明导电膜132中均掺杂有Ⅲ族重原子，所述第二背面透明导电膜132中Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜131中Ⅲ族重原子的浓度。

[0060] 本实施例中，所述半导体衬底层100的导电类型为N型。需要说明的是，在其他实施例中，所述半导体衬底层的导电类型还可以为P型。

[0061] 所述半导体衬底层100的材料包括单晶硅。

[0062] 由于所述第一背面透明导电膜131和所述第二背面透明导电膜132中均掺杂有Ⅲ族重原子。由于Ⅲ族重原子的原子量较大，因此使得掺杂有Ⅲ族重原子的第一背面透明导电膜131的密度变大，掺杂有Ⅲ族重原子的第二背面透明导电膜132密度变大，第一背面透明导电膜131和第二背面透明导电膜132的硬度均变大，第二背面透明导电膜132与有机封装层之间的界面处的镓原子(Ga)被有机封装层的更多的C-H键包覆，也就是界面处的镓原子能与更多的C-H键结合，进而使得第二背面透明导电膜132与有机封装层之间的结合力较大。其次，所述第二背面透明导电膜132中Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜131中Ⅲ族重原子的浓度，第二背面透明导电膜132中Ⅲ族重原子的浓度较小，这样使得第二背面透明导电膜132的表面缺陷态密度降低，增强第二背面透明导电膜132与有机封装层之间的结合力。再次，第一背面透明导电膜131和第二背面透明导电膜132的硬度均变大，也使得第一背面透明导电膜131和第二背面透明导电膜132之间的结合力较大。综上，增强背面复合透明导电膜130b与有机封装层之间的结合力，提高异质结太阳能电池的封装性能。

[0063] 其次，由于第一背面透明导电膜131中Ⅲ族重原子的浓度较大，这样使得第一背面透明导电膜的131中自由载流子浓度较多，第一背面透明导电膜131的导电能力优于第二背面透明导电膜132的导电能力，使得背面复合透明导电膜130b的导电能力较好，背面复合透明导电膜130b收集载流子的能力较好，利于提高异质结太阳能电池的光电转换效率。

[0064] 本实施例中，所述Ⅲ族重原子包括镓原子。本实施例中，Ⅲ族重原子不包括铝原子。所述Ⅲ族重原子的原子量大于等于镓原子的原子量。

[0065] 在一个实施例中，第一背面透明导电膜131的材料包括掺镓的氧化锌；所述第二背面透明导电膜132的材料包括掺镓的氧化锌。

[0066] 当第一背面透明导电膜131和第二背面透明导电膜132选择氧化锌系的材料时，氧化锌系的材料的价格非常便宜，能显著的降低异质结太阳能电池的成本。

[0067] 需要说明的是，尽管掺铝(Al)的氧化锌的价格较低，但是掺铝的氧化锌的迁移率较低，会降低太阳能电池的光电转换效率，且掺铝的氧化锌中铝的原子量较小，掺铝的氧化锌的硬度较小，会导致铝的氧化锌与有机封装层之间的结合力较小，不能满足太阳能电池的封装性能要求。

[0068] 本实施例中，掺镓的氧化锌与有机封装层之间的结合力较大。其次，掺镓的氧化锌的迁移率大于掺铝的氧化锌的迁移率。掺镓的氧化锌不仅具有价格较低的优势，降低异质结太阳能电池的成本，且具有迁移率较大的优势。

[0069] 在一个实施例中，所述第二背面透明导电膜132中镓的质量百分比浓度与所述第一背面透明导电膜131中镓的质量百分比浓度的比值为1:2-1:4。好处在于：第一背面透明导电膜131为重掺杂，第一背面透明导电膜131的导电率高；第二背面透明导电膜132为中度掺杂，用于和有机封装层之间形成良好的结合。在上述比值范围内，使得背面复合透明导电

膜130b的整个导电性较好且与有机封装层之间形成良好的结合。

[0070] 在一个具体的实施例中，所述第一背面透明导电膜131中镓的质量百分比浓度为1.5%-2%；所述第二背面透明导电膜132中镓的质量百分比浓度为0.5%-1%。

[0071] 在一个实施例中，所述第二背面透明导电膜132的厚度与所述第一背面透明导电膜131的厚度的比值为1:4-1:3。这样的比值范围的好处在于：第一背面透明导电膜131的厚度比较厚，使得第一背面透明导电膜131的电阻降低，第一背面透明导电膜131作为背面复合透明导电膜130b的主要导电层；第二背面透明导电膜132的厚度较低，使得中度掺杂的第二背面透明导电膜132的厚度占比相对于重掺杂的第一背面透明导电膜131厚度占比较小，这样使得背面复合透明导电膜130b的导电能力提高。

[0072] 在一个具体的实施例中，所述第二背面透明导电膜132的厚度为10nm-20nm；所述第一背面透明导电膜131的厚度为50nm-60nm。所述异质结太阳能电池还包括：位于所述第二背面透明导电膜132背向所述第一背面透明导电膜131一侧表面的有机封装层(未图示)。所述有机封装层的材料包括：聚乙烯-烯烃共聚物(POE)、可发性聚乙烯(EPE)或热塑性聚烯烃弹性体(TPO)。

[0073] 所述异质结太阳能电池还包括：位于所述半导体衬底层100和所述背面复合透明导电膜130b之间的第一掺杂半导体层120b。

[0074] 所述背面复合透明导电膜130b还包括：第三背面透明导电膜133，所述第三背面透明导电膜133的功函数高于第一背面透明导电膜131的功函数且高于第二背面透明导电膜132的功函数。由于第三背面透明导电膜133的功函数较高，因此降低第三背面透明导电膜133与第一掺杂半导体层之间的带隙失配，也就是降低背面复合透明导电膜130b和与第一掺杂半导体层之间的带隙失配，使得背面复合透明导电膜130b对第一掺杂半导体层的价带弯曲量较小，利于空穴从第一掺杂半导体层隧穿至背面复合透明导电膜130b。

[0075] 进一步，所述第三背面透明导电膜133的迁移率大于所述第一背面透明导电膜131的迁移率且大于所述第二背面透明导电膜132的迁移率；所述第三背面透明导电膜133中掺杂离子的浓度小于所述第一背面透明导电膜131中Ⅲ族重原子的浓度且小于第二背面透明导电膜132中Ⅲ族重原子的浓度。

[0076] 第三背面透明导电膜133的费米能级会随着第三背面透明导电膜133中掺杂离子的浓度的降低而上移，相应的，第三背面透明导电膜133的功函数会随之降低。本发明实施例中采用第三背面透明导电膜133中掺杂离子的浓度小于所述第一背面透明导电膜131中Ⅲ族重原子的浓度且小于第二背面透明导电膜132中Ⅲ族重原子的浓度，这样使得第三背面透明导电膜133的功函数较高。其次，第三背面透明导电膜133的迁移率大于第一背面透明导电膜131的迁移率且大于第二背面透明导电膜132的迁移率，由于第三背面透明导电膜133的迁移率更加高，因此即使第三背面透明导电膜133中掺杂离子的浓度较小，也不会使得第三背面透明导电膜133的导电率过小，也就是说第三背面透明导电膜133依然能维持较好的导电性，第三背面透明导电膜133与第一掺杂半导体层的接触电阻较低。在一个实施例中，所述第三背面透明导电膜133的材料包括掺钨氧化铟。掺钨氧化铟的迁移率大于氧化铟锡的迁移率，掺钨氧化铟的功函数高于氧化铟锡的功函数。

[0077] 在一个实施例中，所述第三背面透明导电膜133的迁移率为70μS/cm^2-90μS/cm^2，如80μS/cm^2。

[0078] 在一个具体的实施例中，所述第三背面透明导电膜133的材料为掺钨氧化铟时，掺钨氧化铟中氧化钨的质量百分比浓度为0.1%-0.3%。

[0079] 在一个实施例中，所述第三背面透明导电膜133的厚度与第一背面透明导电膜131的厚度的比值为1:5-1:6。好处在于：由于第三背面透明导电膜133的导电率小于第一背面透明导电膜131的导电率，因此需要使得第三背面透明导电膜133的厚度尽可能的薄，这样保证背面复合透明导电膜130b的整体较好的导电性。其次，第三背面透明导电膜133的厚度较薄，有利于维持PN结的内建电场，维持高的开路电压。

[0080] 在一个具体的实施例中，所述第三背面透明导电膜133的厚度为5nmm-12nm，如10nmm。

[0081] 需要说明的是，本实施例中，由于第一背面透明导电膜中的掺杂浓度大于第二背面透明导电膜中的掺杂浓度，因此第一背面透明导电膜的导电率大于第二背面透明导电膜的导电率。第三背面透明导电膜的导电率小于第一背面透明导电膜的导电率且大于第二背面透明导电膜的导电率。

[0082] 需要说明的是，由于第一背面透明导电膜中的掺杂浓度大于第二背面透明导电膜中的掺杂浓度，且第一背面透明导电膜的材料和第二背面透明导电膜的材料相同，因此第二背面透明导电膜的迁移率大于第一背面透明导电膜的迁移率。在一个具体的实施例中，第二背面透明导电膜的迁移率为35μS/cm^2-38μS/cm^2，第一背面透明导电膜的迁移率为33μS/cm^2-35μS/cm^2。

[0083] 需要说明的是，掺钨氧化铟的功函数比氧化铟锡(I TO)的功函数高。

[0084] 需要说明的是，在其他实施例中，所述背面复合透明导电膜仅包括第一背面透明导电膜和第二背面透明导电膜，而不包括第三背面透明导电膜。

[0085] 所述背面复合透明导电膜的厚度为70nm-80nm，背面复合透明导电膜的方阻为30Ω/square-60Ω/square，所述背面复合透明导电膜的透过率大于82%，所述背面复合透明导电膜针对波长为350nm-1100nm的光的透过率大于82%。

[0086] 所述异质结太阳能电池还包括：位于所述背面复合透明导电膜130b背向所述半导体衬底层100一侧的背栅线140b。

[0087] 所述背栅线140b包括第一子背栅线141b和位于第一子背栅线141b背向所述半导体衬底层100一侧表面的第二子背栅线142b；所述第一子背栅线141b的电导率大于所述第二子背栅线142b的电导率；所述第二子背栅线142b的熔点小于所述第一子背栅线141b的熔点。

[0088] 在一个具体的实施例中，所述第一子背栅线141b的材料包括铜；所述第二子背栅线142b的材料包括锡。所述第一子背栅线141b的材料为铜使得第一子背栅线141b具有较好的导电率的同时价格降低。第二子背栅线142b的材料为锡，锡的熔点较低，使得第二子背栅线142b与焊带之间的结合力提高，保证第二子背栅线142b与焊带之间的焊接效果。综上，使得背栅线140b同时保持成本低的优势和良好的焊接效果。

[0089] 在一个实施例中，所述第一子背栅线141b的厚度与所述第二子背栅线142b的厚度的关系是5:1-9:1。在一个具体的实施例中，第一子背栅线141b的厚度为4μm-4.5μm，第二子背栅线142b的厚度为0.5μm-1μm。背栅线140b的总厚度为4μm-6μm，如5μm。

[0090] 在一个实施例中，所述背栅线140b的高宽比为0.8:2-1:2。所述背栅线的宽度为9μ

m-11μm,所述背栅线的高度为4μm-6μm。

[0091] 本实施例中,所述第一掺杂半导体层120b为纳米晶态,或所述第一掺杂半导体层120b为微晶态,其次,第一掺杂半导体层120b中掺杂离子的浓度较高,这样使得第一掺杂半导体层120b的电导率提高,第一掺杂半导体层120b具有高的掺杂浓度提高场钝化,也就是说,第一掺杂半导体层120b与第一本征半导体层之间的电场强度变大,更好的阻碍光生电子扩散至第一掺杂半导体层120b与第一本征半导体层之间的界面,使得光生电子更多的扩散至异质结太阳能电池的正面,降低光生载流子的复合几率。同时,第一掺杂半导体层120b的体电阻降低,降低第一掺杂半导体层120b和背面复合透明导电膜130b的接触电阻,改善异质结太阳能电池的串联电阻,提高异质结太阳能电池的光电转换效率。第一掺杂半导体层120b中的晶粒尺寸为1nm-10nm。

[0092] 本实施例中,所述第一掺杂半导体层120b的材料为纳米晶态硅,或所述第一掺杂半导体层120b的材料为微晶态硅。

[0093] 在一个实施例中,所述第一掺杂半导体层120b中的掺杂离子的浓度为2E19atom/cm^3-8E19atom/cm^3。当第一掺杂半导体层120b的导电类型为P型时,第一掺杂半导体层120b中的掺杂离子为P型离子,例如硼离子。

[0094] 第一掺杂半导体层120b的晶化率为20%-80%。

[0095] 在一个具体的实施例中,第一掺杂半导体层120b的厚度为7nm-14nm。

[0096] 在一个具体的实施例中,第一掺杂半导体层120b的导电率为$2x10^{-1}$S/cm-$8x10^{-1}$S/cm。

[0097] 所述异质结太阳能电池还包括:位于所述半导体衬底层100背向所述背面复合透明导电膜130b一侧的正面复合透明导电膜130a;所述正面复合透明导电膜130a的材料包括掺钨氧化铟。

[0098] 本实施例中,所述正面复合透明导电膜130a为单层结构,所述正面复合透明导电膜130a的材料为掺钨氧化铟,掺钨氧化铟的迁移率大于氧化铟锡的迁移率,因此在保持正面复合透明导电膜130a的电阻一定的情况下,正面复合透明导电膜130a中的掺杂浓度可以降低,更少的掺杂浓度降低对自由载流子的复合,其次,更少的掺杂浓度使得正面复合透明导电膜130a的透过率提高,具体的增加对700nm-1100nm的光的透过率,异质结太阳能电池更多的吸收太阳光,提高异质结太阳能电池的短路电流,提高异质结太阳能电池的光电转换效率。

[0099] 在一个具体的实施例中,正面复合透明导电膜130a的厚度70nm-80nm,正面复合透明导电膜130a的方阻为60Ω/square-100Ω/square,正面复合透明导电膜130a透过率大于85%,具体的,正面复合透明导电膜130a针对波长为350nm-1100nm的光的透过率大于85%。

[0100] 所述异质结太阳能电池还包括:位于所述正面复合透明导电膜130a和所述半导体衬底层100之间的第二掺杂半导体层120a。所述第二掺杂半导体层120a的导电类型和所述第一掺杂半导体层120b的导电类型相反。本实施例中,以所述第二掺杂半导体层120a的导电类型为N型作为示例。

[0101] 所述第二掺杂半导体层120a为纳米晶态;或,所述第二掺杂半导体层120a为微晶态。

[0102] 所述第二掺杂半导体层120a为纳米晶态,或所述第二掺杂半导体层120a为微晶

态，其次，第二掺杂半导体层120a中掺杂离子的浓度较高，这样使得第二掺杂半导体层120a的电导率提高，第二掺杂半导体层120a具有高的掺杂浓度提高场钝化，也就是说，第二掺杂半导体层120a与第二本征半导体层之间的电场强度变大，更好的阻碍光生空穴扩散至第二掺杂半导体层120a与第二本征半导体层之间的界面，使得光生空穴更多的扩散至异质结太阳能电池的正面，降低光生载流子的复合几率。同时，第二掺杂半导体层120a的体电阻降低，降低第二掺杂半导体层120a和正面复合透明导电膜130a的接触电阻，改善异质结太阳能电池的串联电阻，提高异质结太阳能电池的光电转换效率。第二掺杂半导体层120a中的晶粒尺寸为1nm-10nm。

[0103] 所述第二掺杂半导体层120a中掺杂离子的浓度为2E19atom/cm^3-8E19atom/cm^3。

[0104] 所述异质结太阳能电池还包括：位于所述正面复合透明导电膜130a背向所述半导体衬底层100一侧的正栅线140a；所述正栅线140a包括第一子正栅线141a和位于第一子正栅线141a背向所述半导体衬底层100一侧表面的第二子正栅线142a；所述第一子正栅线141a的电导率大于所述第二子正栅线142a的电导率；所述第二子正栅线142a的熔点小于所述第一子正栅线141a的熔点。

[0105] 在一个实施例中，所述第一子正栅线141a的材料包括铜；所述第二子正栅线142a的材料包括锡。第一子正栅线141a的材料为铜使得第一子正栅线141a具有较好的导电率的同时价格降低。第二子正栅线142a的材料为锡，锡的熔点较低，使得第二子正栅线142a与焊带之间的结合力提高，保证第二子正栅线142a与焊带之间的焊接效果。综上，使得正栅线140a同时保持成本低的优势和良好的焊接效果。

[0106] 在一个实施例中，所述第一子正栅线141a的厚度与所述第二子正栅线142a的厚度的关系是5:1-9:1。在一个具体的实施例中，第一子正栅线141a的厚度为2μm-2.5μm，第二子正栅线142a的厚度为0.5μm-1μm。正栅线140a的总厚度为2.5μm-3.5μm，如3μm。所述正栅线的宽度为4μm-6μm，所述背栅线的高度为2.5μm-3.5μm。

[0107] 需要说明的是，本实施例中，第一子正栅线141a的厚度小于第一子背栅线141b的厚度，这样的目的是为了使得正栅线140a的透过率提高，使得异质结太阳能的正面能接收更多的太阳光。

[0108] 在一个实施例中，所述正栅线140a的高宽比为0.8:2-1:2。

[0109] 所述异质结太阳能电池还包括：位于所述第一掺杂半导体层120b和所述半导体衬底层100之间的第一本征半导体层110b；位于所述第二掺杂半导体层120a和所述半导体衬底层100之间的第二本征半导体层110a。

[0110] 相应的，本发明另一实施例还提供一种异质结太阳能电池的方法的制备方法，参考图2，包括以下步骤：

[0111] S1:提供半导体衬底层100；

[0112] S2:在所述半导体衬底层100的一侧形成背面复合透明导电膜130b。

[0113] 形成所述背面复合透明导电膜130b的方法包括：

[0114] S21:在所述半导体衬底层100的一侧形成第一背面透明导电膜131；

[0115] S22:在所述第一背面透明导电膜131背向所述半导体衬底层100的一侧表面形成第二背面透明导电膜132；所述第一背面透明导电膜131和所述第二背面透明导电膜132中均掺杂有Ⅲ族重原子，所述第二背面透明导电膜132中的Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一

背面透明导电膜131中的Ⅲ族重原子的浓度。

[0116] 形成所述背面复合透明导电膜130b的方法还包括:在形成所述第一背面透明导电膜131之前,在所述半导体衬底层100的一侧形成第三背面透明导电膜133;形成所述第一背面透明导电膜131之后,所述第三背面透明导电膜133位于所述第一背面透明导电膜131和所述半导体衬底层100之间。需要说明的是,本实施例中,以背面复合透明导电膜130b包括第一背面透明导电膜131、第二背面透明导电膜132和第三背面透明导电膜133为示例,在其他实施例中,背面复合透明导电膜可以不包括第三背面透明导电膜。

[0117] 下面结合图3至图7对异质结太阳能电池的方法的制备方法进行详细的说明。

[0118] 参考图3,提供半导体衬底层100。

[0119] 参考图4,在所述半导体衬底层100的一侧表面形成第一本征半导体层110b,在所述半导体衬底层100的另一侧表面形成第二本征半导体层110a。

[0120] 参考图5,在所述第一本征半导体层110b背向所述半导体衬底层100的一侧形成第一掺杂半导体层120b;在所述第二本征半导体层110a背向所述半导体衬底层100的一侧形成第二掺杂半导体层120a。

[0121] 在一个具体的实施例中,形成所述第一掺杂半导体层120b的工艺包括等离子体化学气相沉积工艺,等离子体化学气相沉积工艺的参数包括:采用的气体包括H_2、SiH_4和B_2H_6,H_2和SiH_4的流量比例为200:1.8-200:2.3,B_2H_6和SiH_4的流量比为1:1-1:5,腔室压强为0.3Pa-0.5Pa,射频功率密度为0.25mW/cm^2-0.4mW/cm^2。

[0122] 所述第一掺杂半导体层120b中的掺杂离子的浓度为2E19atom/cm^3-8E19atom/cm^3。

[0123] 本实施例中,所述第一掺杂半导体层120b为纳米晶态;或,所述第一掺杂半导体层120b为微晶态,其次,第一掺杂半导体层120b中掺杂离子的浓度较高。

[0124] 在一个具体的实施例中,所述第一掺杂半导体层120b的材料为纳米晶态硅,或所述第一掺杂半导体层120b的材料为微晶态硅。

[0125] 本实施例中,第二掺杂半导体层120a为纳米晶态;或,所述第二掺杂半导体层120a为微晶态,其次,第二掺杂半导体层120a中掺杂离子的浓度较高。在一个具体的实施例中,所述第二掺杂半导体层120a的材料为纳米晶态硅,或所述第二掺杂半导体层120a的材料为微晶态硅。

[0126] 所述第二掺杂半导体层120a的形成工艺包括等离子体化学气相沉积工艺。

[0127] 参考图6,在所述第一掺杂半导体层120b背向所述半导体衬底层100的一侧形成背面复合透明导电膜130b;在所述第二掺杂半导体层120a背向所述半导体衬底层100的一侧形成正面复合透明导电膜130a。

[0128] 形成所述背面复合透明导电膜130b的方法包括:在所述第一掺杂半导体层120b背向所述半导体衬底层100的一侧形成第三背面透明导电膜133;在所述第三背面透明导电膜133背向所述半导体衬底层100的一侧表面形成第一背面透明导电膜131;在所述第一背面透明导电膜131背向所述半导体衬底层100的一侧表面形成第二背面透明导电膜132;所述第一背面透明导电膜131和所述第二背面透明导电膜132中均掺杂有Ⅲ族重原子,所述第二背面透明导电膜132中的Ⅲ族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜131中的Ⅲ族重原子的浓度。

[0129] 所述第三背面透明导电膜133的迁移率大于所述第一背面透明导电膜131的迁移

率且大于所述第二背面透明导电膜132的迁移率;所述第三背面透明导电膜133的功函数高于第一背面透明导电膜131的功函数且高于第二背面透明导电膜132的功函数。

[0130] 形成所述第一背面透明导电膜131的工艺包括沉积工艺,如等离子体化学气相沉积工艺;形成第二背面透明导电膜132的工艺包括沉积工艺,如等离子体化学气相沉积工艺;形成所述第三背面透明导电膜133的工艺包括沉积工艺,如等离子体化学气相沉积工艺。

[0131] 形成所述正面复合透明导电膜130a的工艺包括沉积工艺,如等离子体化学气相沉积工艺。

[0132] 所述正面复合透明导电膜130a的材料包括掺钨氧化铟。

[0133] 参考图7,在所述背面复合透明导电膜130b背向所述半导体衬底层100的一侧形成背栅线140b;在所述正面复合透明导电膜130a背向所述半导体衬底层100的一侧形成正栅线140a。

[0134] 形成所述背栅线140b的步骤包括:在所述背面复合透明导电膜130b的表面形成图形化的第一光刻胶层,所述第一光刻胶层中具有第一栅线开口;采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成背栅线140b;采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成背栅线140b之后,去除所述第一光刻胶层。

[0135] 形成所述第一光刻胶层的步骤包括:涂覆第一光刻胶膜;涂覆第一光刻胶膜之后,固化第一光刻胶膜;固化第一光刻胶膜之后,对第一光刻胶膜进行曝光;对第一光刻胶膜进行曝光之后,对第一光刻胶膜进行显影,形成第一光刻胶层。

[0136] 去除所述第一光刻胶层的工艺包括脱模工艺。

[0137] 采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成背栅线140b的步骤包括:采用蒸镀工艺在所述第一栅线开口中形成第一子背栅线141b;形成所述第一子背栅线141b之后,采用蒸镀工艺在第一栅线开口中形成位于第一子背栅线141b表面的第二子背栅线142b;所述第一子背栅线141b的电导率大于所述第二子背栅线142b的电导率;所述第二子背栅线142b的熔点小于所述第一子背栅线141b的熔点。

[0138] 形成所述正栅线140a的步骤包括:在所述正面复合透明导电膜130a的表面形成图形化的第二光刻胶层,所述第二光刻胶层中具有第二栅线开口;采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成正栅线140a;采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成正栅线140a之后,去除所述第二光刻胶层。

[0139] 形成所述第二光刻胶层的步骤包括:涂覆第二光刻胶膜;涂覆第二光刻胶膜之后,固化第二光刻胶膜;固化第二光刻胶膜之后,对第二光刻胶膜进行曝光;对第二光刻胶膜进行曝光之后,对第二光刻胶膜进行显影,形成第二光刻胶层。

[0140] 去除所述第二光刻胶层的工艺包括脱模工艺。

[0141] 采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成正栅线140a的步骤包括:采用蒸镀工艺在所述第二栅线开口中形成第一子正栅线141a;形成所述第一子正栅线141a之后,采用蒸镀工艺在第二栅线开口中形成位于第一子正栅线141a表面的第二子正栅线142a;所述第一子正栅线141a的电导率大于所述第二子正栅线142a的电导率;所述第二子正栅线142a的熔点小于所述第一子正栅线141a的熔点。

[0142] 本实施例中,由于形成正栅线140a的过程中采用蒸镀工艺,因此使得正栅线140a

与正面复合透明导电膜130a的结合力较好，进一步降低正栅线140a与正面复合透明导电膜130a的接触电阻。

[0143] 本实施例中，形成背栅线140b的过程中采用蒸镀工艺，因此使得背栅线140b和背面复合透明导电膜130b的结合力较好，进一步降低背栅线140b和背面复合透明导电膜130b的接触电阻。

[0144] 本实施例中，该异质结太阳能电池的方法的制备方法还包括：对正栅线140a和背栅线140b进行固化处理；对正栅线140a和背栅线140b进行固化处理之后，进行光注入退火处理。

[0145] 光注入退火处理指的是：在进行退火处理的同时，采用红外光对所述正栅线140a和背栅线140b进行照射，使得对正栅线140a和背栅线140b的热激加强。

[0146] 关于制备方法中涉及到的各膜层的参数均参照前一实施例对应的内容，不再详述。

[0147] 显然，上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明点所作的举例，而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举，而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之中。

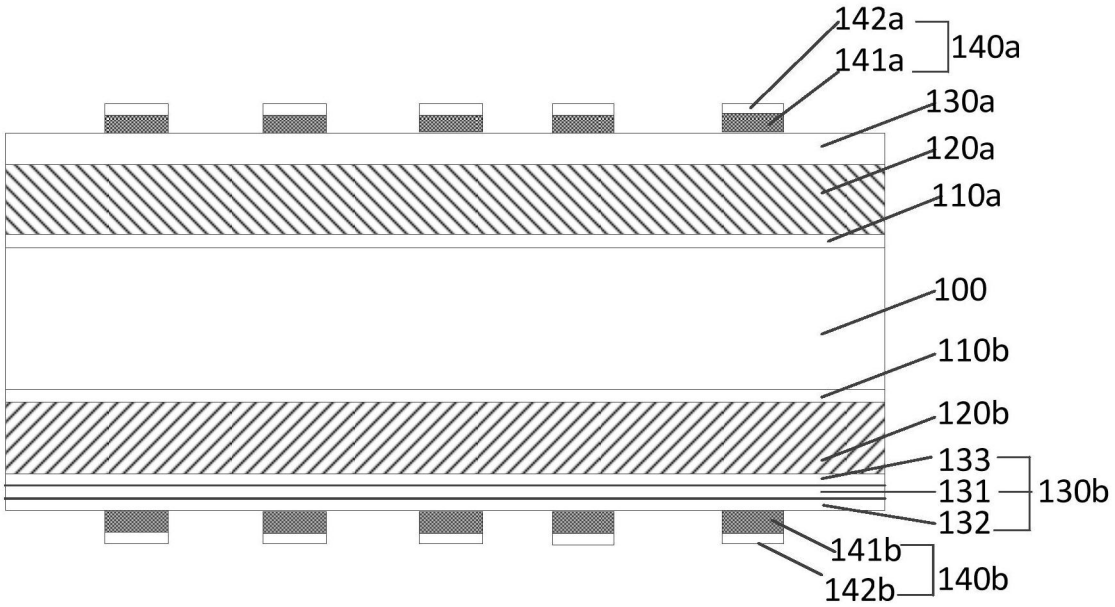

142a
141a
140a
130a
120a
110a
100
110b
120b
133
131
132
130b
141b
142b
140b

图1

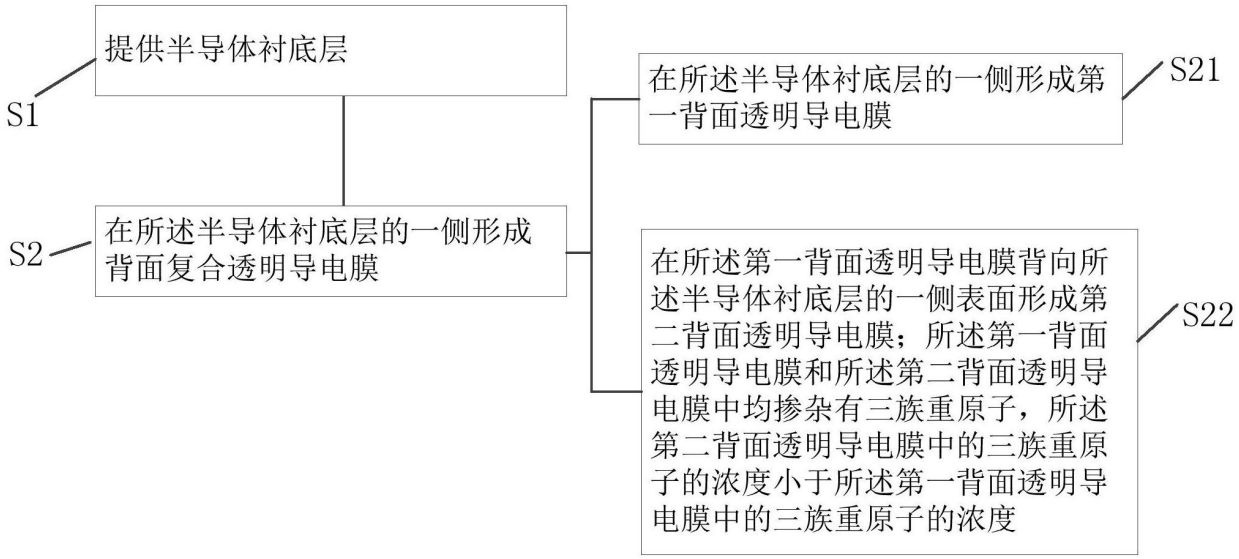

提供半导体衬底层
S1
在所述半导体衬底层的一侧形成背面复合透明导电膜
S2
在所述半导体衬底层的一侧形成第一背面透明导电膜
S21
在所述第一背面透明导电膜背向所述半导体衬底层的一侧表面形成第二背面透明导电膜；所述第一背面透明导电膜和所述第二背面透明导电膜中均掺杂有三族重原子，所述第二背面透明导电膜中的三族重原子的浓度小于所述第一背面透明导电膜中的三族重原子的浓度
S22

图2


100

图3

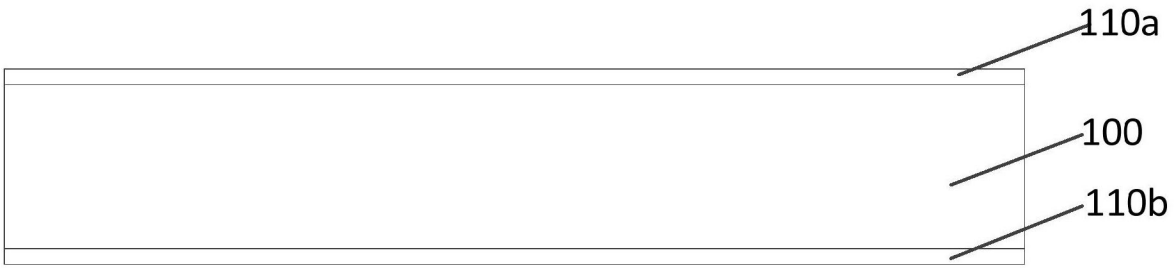

110a
100
110b

图4


130a
120a
110a
100
110b
120b

图5


130a
120a
110a
100
110b
120b
131
132
133
130b

图6

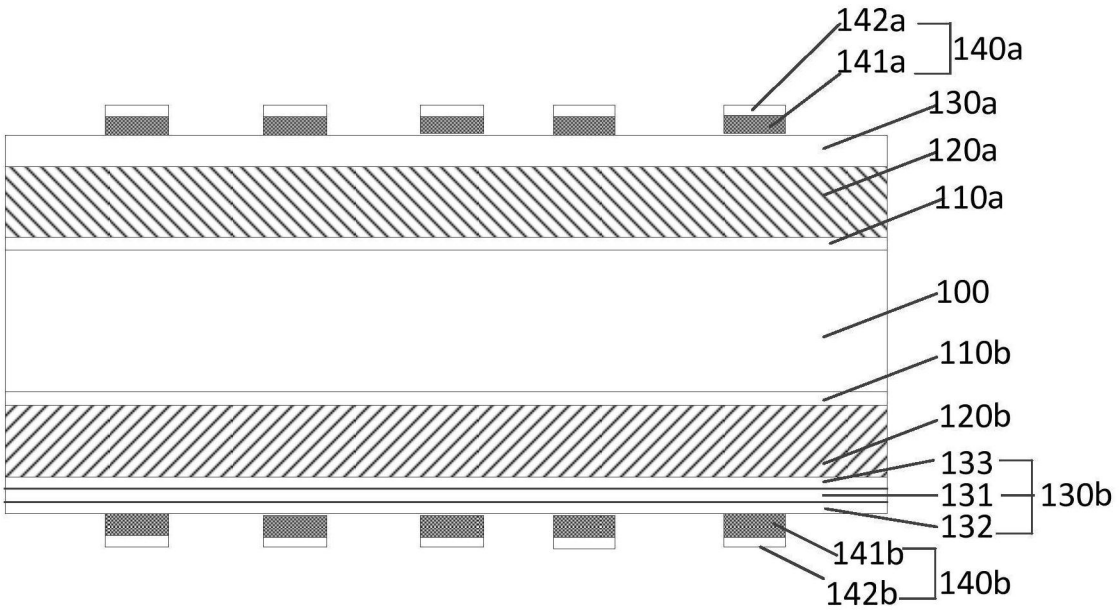

142a
141a
140a
130a
120a
110a
100
110b
120b
133
131
130b
132
141b
142b
140b

图7