

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102441717 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201110222729. X

(22) 申请日 2011. 07. 22

(30) 优先权数据

61/368, 048 2010. 07. 27 US

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 亚当·布兰德 飞·C·王 英丘·常

国-飞·刘 马库斯·克雷斯

阿克塞尔·斯特劳布

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

代理人 徐金国 钟强

(51) Int. Cl.

B23K 1/00 (2006. 01)

B23K 1/20 (2006. 01)

B23K 35/22 (2006. 01)

H01L 31/18 (2006. 01)

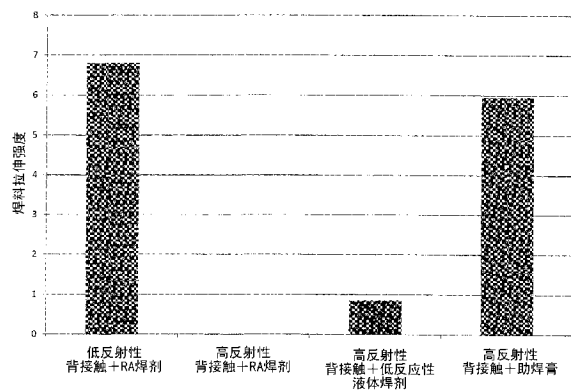
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

高效薄膜太阳能电池的焊接方法

(57) 摘要

本发明提供了形成薄膜太阳能电池的方法。在一个方面中, 通过以下步骤形成薄膜太阳能电池: 提供背接触, 所述背接触包括反射材料和界面金属; 将包括助焊膏和金属颗粒的焊料膏涂覆到所述界面金属; 和焊接至少一个总线至背接触层。



1. 一种形成薄膜太阳能电池模块的方法,包括:  
形成薄膜背接触,所述薄膜背接触包括反射金属和界面金属;  
将焊料膏涂覆到所述界面金属上,所述焊料膏包括助焊膏和金属颗粒;和  
将至少一个侧面总线焊接到所述薄膜背接触,所述总线包括的金属不同于所述背接触的所述反射金属。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中所述焊料膏包括松香酸、溶剂和粘度调节剂。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述总线包括 Cu、Al、镀有 Ni 的 Cu、Sn、SnAg 及上述金属的组合物。
4. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述助焊膏是免清洗助焊膏。
5. 如权利要求 2 所述的方法,其中通过使用丝网印刷工艺、螺旋涂布工艺或者压力涂布工艺中的一个将所述焊接膏设置在所述界面金属上。
6. 如权利要求 2 所述的方法,其中在约 130°C 至约 230°C 范围内的熔点温度下将所述总线焊接到所述焊剂。
7. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述焊接膏包括 SnPb、SnAg、SnAgCu、SnAgCuNi、SnAu、SnCu 和 SnBi 中的一或更多种。
8. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述金属颗粒选自 SnPb、SnAg、SnAgCu、SnAgCuNi、SnAu、SnCu 和 SnBi 中的一或更多种。
9. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述金属颗粒包括合金颗粒,所述合金颗粒选自 Sn/0.58Bi、Sn-3.8Ag-0.7Cu、Sn-0.7Cu、Sn-2Ag-0.8Cu-0.5Sb、Sn-3.5Ag 中的一或更多种。
10. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述焊接膏具有熔点,且其中将至少一个总线焊接到所述背接触包括加热所述焊接膏至所述熔点以熔化所述焊料。
11. 如权利要求 10 所述的方法,其中熔化所述焊料引起所述焊剂还原并产生抗氧化作用。
12. 如权利要求 2 所述的方法,还包括将导热缓冲层设置在所述银层上,以在焊接期间向所述背接触提供应变消除。
13. 如权利要求 12 所述的方法,其中所述缓冲层包括选自 Al、Cu 和 W 中的一或更多种的金属。
14. 如权利要求 12 所述的方法,其中所述界面层包括选自 Ni、V、Ti、Au 和 Pt 中的一或更多种的金属。
15. 如权利要求 12 所述的方法,其中所述缓冲层具有足以将施加到所述背接触的热量分散的厚度。
16. 如权利要求 15 所述的方法,其中所述缓冲层具有范围在约 50 埃和约 300 埃之间的厚度。
17. 如权利要求 2 所述的方法,其中所述总线包括 Cu、Al、镀有 Ni 的 Cu、Sn、SnAg 及上述金属的组合物。

## 高效薄膜太阳能电池的焊接方法

### 技术领域

[0001] 本发明的实施方式一般涉及薄膜太阳能电池和模块的制造。更具体来说,本发明的实施方式涉及将总线焊接到薄膜太阳能电池的背接触的方法。

### 背景技术

[0002] 在薄膜太阳能电池或者光伏电池中,自背接触反射最初未被吸收的光允许电池的额外吸收,以增加器件电流以及转换效率。对于物理气相沉积(PVD)制造的背接触薄膜叠层,将氧化锌(ZnO)和银叠层用于串联结太阳能电池能够产生最高的底部电池电流。

[0003] 然而,银与常用的背接触导电层——铝掺杂的氧化锌(AZO)的粘附性较低。因此,为了减少AZO和银层的界面处的脱层(delamination),通常使用活性金属层。该活性金属层也称作“粘附金属层”,通常为包括铬、钛、钼、或者其他活性金属的薄层。该金属层的目的是改善AZO层和银层之间的界面强度(即,粘附性)。由于在AZO和银层之间引入了该粘附金属层,一部分光被该粘附金属层吸收,因此减少了自银层的反射。该减少的反射导致光伏电池产生的电流降低。

[0004] 在没有粘附金属层的情况下,从技术上讲,银层对AZO层的粘附性足以提供电流最高且转换效率最佳的良好器件性能。最大的问题发生在用于将总线连接至背接触的焊接工艺期间。在该焊接期间,背接触经受高温(大于约220°C)、焊剂材料和潜在的腐蚀性化学物质,这些都会引起AZO和银界面之间脱层。

[0005] 脱层不仅由于AZO和银层之间的粘附性(界面强度)差,也由于其他因素。影响脱层的因素包括,不按特定顺序:(1)AZO层和银层之间的界面强度(粘附性);(2)在焊接期间施加到背接触的高温引起膜沿着晶界破裂;(3)在焊接期间使用的腐蚀性焊剂;(4)焊接期间的高温结合腐蚀性焊剂与银发生反应并引起AZO界面处的脱层;和(5)在焊接期间由于热应力,背接触叠层中的膜之间的膜应力失配,导致严重的脱层和焊剂渗透(和腐蚀),从而造成AZO-银界面处发生脱层。

[0006] 目前用于制造薄膜太阳能电池的焊接工艺使用高温以焊接总线。高温会导致脱层和焊料痕迹,所述焊料痕迹可在太阳能电池前表面看见。此外,高温缩短了用于焊接总线的热电极或相似器件的寿命。

[0007] 另一个与焊接薄膜太阳能电池相关的问题是,在薄膜应用中使用的例如银等典型背接触材料可以是反应性的。例如,背接触通常与焊剂反应。对于保持背接触的反射或光学特性、同时限制与背接触材料反应的需求成为另一项挑战。因此,需要改进用于将总线附接到薄膜太阳能电池中所用的背接触的焊接工艺。

### 发明内容

[0008] 本发明的一或更多个方面涉及一种形成薄膜太阳能电池模块的方法。在一或更多个实施方式中,用于形成薄膜太阳能电池模块的方法包括:形成薄膜背接触,所述薄膜背接触包括反射金属和界面金属;将包括助焊膏和金属颗粒的焊料膏涂覆到界面金属上;和将

少一个侧面总线焊接至薄膜背接触。可通过使用丝网印刷工艺、螺旋涂布工艺或者压力涂布工艺将焊料膏涂覆到界面金属上。可在约 130°C 至约 230°C 范围内的熔点温度下将一或更多个实施方式的总线焊接到焊剂。在另一变形实施例中,焊料膏可具有熔点,并且将至少一个总线焊接到背接触包括加热焊料膏至熔点以熔化焊料。在所述方法的一或更多个实施方式中,熔化焊料引起焊剂还原并产生抗氧化作用。

[0009] 本文描述的方法也可包括将导热缓冲层设置在银层上,以在焊接期间向背接触提供应变消除。在一或更多个实施方式中,该方法也可包括将导热缓冲层设置在银层上,以在焊接期间向背接触提供应变消除。

[0010] 本文描述的缓冲层可包括选自 Al、Cu 和 W 中的一或更多种的金属。在一或更多个实施方式中,缓冲层具有足以分散施加到背接触的热量的厚度。缓冲层厚度也可在约 50 埃至约 300 埃的范围内。本文描述的界面层可包括选自 Ni、V、Ti、Au 和 Pt 中的一或更多种的金属。

[0011] 在一或更多个实施方式中,所描述方法使用的总线可包括不同于背接触的反射金属的金属。在一或更多个特定实施方式中,总线包括 Cu、Al、镀 Ni 的 Cu、Sn、SnAg 及上述金属的组合。

[0012] 在本发明的一或更多个变形例中,本文公开的方法使用的焊料膏包括松香酸、溶剂和粘度调节剂。一或更多个实施方式中使用的助焊膏的特征在于所用助焊膏是一免清洗助焊膏。一或更多个变形例的焊料膏可包括 SnPb、SnAg、SnAgCu、SnAgCuNi、SnAu、SnCu 和 SnBi 中的一或更多种。在一或更多个实施方式中使用的金属颗粒可包括 SnPb、SnAg、SnAgCu、SnAgCuNi、SnAu、SnCu 和 SnBi 中的一或更多种。在另一变形例中,金属颗粒可包括合金颗粒,所述合金颗粒选自 Sn/0.58Bi、Sn-3.8Ag-0.7Cu、Sn-0.7Cu、Sn-2Ag-0.8Cu-0.5Sb、Sn-3.5Ag 中的一或更多种。

[0013] 前述内容已经概述了本发明的广义的特定特征以及技术优势。本领域技术人员应当理解,所公开的具体实施方式容易用作在本发明的范围内修改或者设计其他结构或工艺的基础。本领域技术人员还应当理解,这种等效构造不脱离如所附的权利要求书所阐述的本发明的精神和范围。

## 附图说明

[0014] 图 1A 是根据本发明的一或更多个实施方式的薄膜太阳能电池模块的侧面截面图;

[0015] 图 1B 是根据本发明的一或更多个实施方式的薄膜太阳能电池模块的侧面截面图;

[0016] 图 2 是根据本发明的一或更多个实施方式的复合太阳能电池模块的平面图;

[0017] 图 3 图示了沿着图 2 的截面 3-3 取得的光伏模块的截面图;和

[0018] 图 4 图示一图表,所述图表图示了根据本发明的实施方式制作的样品以及利用粘附金属层的样品的粘附强度。

## 具体实施方式

[0019] 本发明的实施方式一般提供用于制造薄膜太阳能电池的方法,所述方法包括:提

供背接触；将含有金属颗粒的焊料膏涂覆到背接触；和将至少一个总线焊接到焊剂。根据一或多个实施方式，与根据利用粘附金属层的常规薄膜太阳能电池制造的薄膜太阳能电池相比，在没有粘附金属层的情况下，根据所公开的方法制造的薄膜太阳能电池显现出 AZO 层和银层之间的相似界面强度。根据一或多个实施方式制造太阳能电池的优势在于，没有粘附金属层会导致太阳能电池中的较少吸收和自银层的更多反射，最终使薄膜太阳能电池产生更大的电流。

[0020] 如本文中所使用的，用语“粘附金属层”指的是薄膜光伏电池的银层和 AZO 层之间的包括铬、钛、钽或其他活性金属的薄层。如本文所使用的，薄膜光伏电池指的是具有厚度小于 10 微米的硅沉积层的光伏电池，且薄膜光伏电池通过使用物理气相沉积工艺沉积膜层而制得。

[0021] 图 1A 图示了向着光源或者太阳辐射 301 定向的单结非晶硅太阳能电池 304。太阳能电池 304 通常包括基板 302，诸如玻璃基板、聚合物基板、金属基板或其他合适的基板，基板 302 上形成有薄膜。在一个实施方式中，基板 302 是玻璃基板，尺寸为约 2200mm×2600mm×3mm。太阳能电池 304 还包括形成在基板 302 上方的第一透明导电氧化物 (TCO) 层 310 (例如，氧化锌 (ZnO)、氧化锡 (SnO) 和氧化铝锌 (AZO))；形成在第一 TCO 层 310 上方的第一 p-i-n 结 320；形成在第一 p-i-n 结 320 上方的第二 TCO 层 340；和形成在第二 TCO 层 340 上方的背接触层 350。为了通过增加光俘获来改善光吸收，可任选地通过湿法、等离子体、离子和 / 或机械工艺将基板和 / 或形成在基板上方的一或多个薄膜纹理化。例如，在图 1A 中图示的实施方式中，纹理化第一 TCO 层 310，随后沉积在第一 TCO 层上方的薄膜大体遵循所述薄膜下方表面的形貌。

[0022] 在一个配置中，第一 p-i-n 结 320 可包括 p 型非晶硅层 322；形成在 p 型非晶硅层 322 上方的本征型非晶硅层 324；以及形成在本征型非晶硅层 324 上方的 n 型微晶硅层 326。在一个实例中，p 型非晶硅层 322 可形成为约 60 Å 和约 300 Å 之间的厚度，本征型非晶硅层 324 可形成为约 1,500 Å 和约 3,500 Å 之间的厚度，并且 n 型微晶硅层 326 可形成为约 100 Å 和约 400 Å 之间的厚度。背接触层 350 可包括选自以下组的材料，该组由 Al、Ag、Ti、Cr、Au、Cu、Pt、Ni、Mo、导电碳、上述材料的合金及上述材料的组合物构成，但不限制于此。

[0023] 图 1B 是太阳能电池 304 的一实施方式的示意图，太阳能电池 304 是向着光或者太阳辐射 301 定向的多结太阳能电池。该太阳能电池 304 包括基板 302，诸如玻璃基板、聚合物基板、金属基板或其他合适的基板，基板 302 上方形成有薄膜。太阳能电池 304 还包括形成在基板 302 上方的第一透明导电氧化物 (TCO) 层 310；形成在第一 TCO 层 310 上方的第一 p-i-n 结 320；形成在第一 p-i-n 结 320 上方的第二 p-i-n 结 330；形成在第二 p-i-n 结 330 上方的第二 TCO 层 340；以及形成在第二 TCO 层 340 上方的背接触层 350。

[0024] 在图 1B 中图示的实施方式中，第一 TCO 层 310 被纹理化，随后沉积在第一 TCO 层上方的薄膜大体遵循所述薄膜下方表面的形貌。第一 p-i-n 结 320 可包括 p 型非晶硅层 322；形成在 p 型非晶硅层 322 上方的本征型非晶硅层 324；和形成在本征型非晶硅层 324 上方的 n 型微晶硅层 326。在一个实例中，p 型非晶硅层 322 可形成为约 60 Å 和约 300 Å 之间的厚度，本征型非晶硅层 324 可形成为约 1,500 Å 和约 3,500 Å 之间的厚度，并且 n 型微晶硅层 326 可形成为约 100 Å 和约 400 Å 之间的厚度。

[0025] 第二 p-i-n 结 330 可包括 p 型微晶硅层 332 ;形成在 p 型微晶硅层 332 上方的本征型微晶硅层 334 ;以及形成在本征型微晶硅层 334 上方的 n 型非晶硅层 336。在一个实例中, p 型微晶硅层 322 可形成为约 100 Å 和约 400 Å 之间的厚度, 本征型微晶硅层 334 可形成为约 10,000 Å 和约 30,000 Å 之间的厚度, 并且 n 型非晶硅层 336 可形成为约 100 Å 和约 500 Å 之间的厚度。背接触层 350 可包括选自以下组的材料, 该组由 Al、Ag、Ti、Cr、Au、Cu、Pt、Ni、Mo、导电碳、上述材料的合金、及上述材料的组合物构成, 但不限制于此。如上文所述, 自背接触反射最初未被吸收的光允许电池的额外吸收, 以增加器件电流以及转换效率。对于物理气相沉积 (PVD) 制造的背接触叠层, 将通常为 AZO 的氧化锌 (ZnO) 和银叠层用于串联太阳能电池能够产生最高的底部电池电流。由此, 背接触层 350 通常包括若干个子层。典型的背接触层 350 包括在 ZnO/AZO 层上方的铬 (Cr) 层 (有时也称作粘合或粘附金属层); 在 Cr 层上方的银层 (有时也称作反射层); 以及在银层上方的界面或钝化层 (通常是 NiV)。背接触层 350 的这些子层中的每一个都未在图中图示。

[0026] 图 2 是示意性图示太阳能电池模块 300 的背面实例的平面图, 所述太阳能电池模块 300 通过前述工序制造。图 3 图示了图 2 的薄膜太阳能电池模块 300 的侧面截面图。尽管图 3 图示了与图 1A 中所述配置相似的单结电池的截面图, 这不意味着限制本文描述的发明的范围。

[0027] 如图 2- 图 4 中所示, 太阳能电池模块 300 可以包括基板 302、太阳能电池器件元件 (例如, 元件符号 310、322、324、326、340 和 350)、一或更多个内部电连接 (例如, 侧面总线 355、交叉总线 356)、粘接材料层 360、背玻璃基板 361 和接线盒 370。接线盒 370 一般可含有两个接线盒端子 371、372, 接线盒端子 371、372 经由侧面总线 355 和交叉总线 356 电连接到太阳能电池模块 300 的引线 362, 侧面总线 355 和交叉总线 356 与太阳能电池模块 300 的背接触层 350 和活性区电通信。为了避免与上述在基板 302 上具体执行的操作混淆, 通常将基板 302 称作器件基板 303, 所述基板 302 上面设置有一或更多个沉积层 (例如, 元件符号 310、322、324、326、340 和 350), 和 / 或一或更多个内部电连接 (例如侧面总线 355、交叉总线 356)。相似地, 将器件基板 303 称作复合太阳能电池模块 300, 所述器件基板 303 已经使用粘接材料 360 粘合到背玻璃基板 361。图 2 中图示了绝缘材料 357, 所述绝缘材料 357 将侧面总线 355 和交叉总线 356 隔离开。

[0028] 本发明的第一方面涉及一方法, 所述方法用于制造薄膜太阳能电池和将太阳能电池结合到太阳能电池模块中。在一个实施方式中。选择助焊膏和焊接材料, 所述助焊膏和焊接材料有利于与构成背接触层 350 的材料相容。该方法的一或更多个实施方式包括: 形成背接触, 所述背接触包括反射金属 (例如, 银) 和界面金属 (例如, NiV、Ti、Au 或 Pt); 将焊料膏涂覆到界面金属; 和将至少一个总线焊接到背接触。根据一或更多个实施方式, 焊料膏包括助焊膏和金属颗粒。助焊膏含有松香酸、溶剂和粘度调节剂, 并具有比液体焊剂高的粘性。

[0029] 如现有技术中所理解的, 界面层可用作背接触叠层的顶层或外层, 以提供抗腐蚀性和易操作的总线贴附表面。根据一或更多个实施方式, 贴附到背接触的总线可由以下材料形成, 所述材料包括 Cu、Al 和 / 或镀 Ni 的 Cu、Sn 和 / 或 SnAg。

[0030] 在一或更多个实施方式中, 本文中将更详细描述焊料膏可包含下列选自下述中的一或更多种的焊接材料: SnPb、SnAg、SnAgCu、SnAgCuNi、SnAu、SnCu、SnBi 及上述材料的

组合物。可提供焊接材料作为总线上的涂层。在一或更多个实施方式中,焊料可与其他成分一起提供在膏剂中。

[0031] 在一或更多个实施方式中,焊接膏可包括一或更多种有机溶剂、一或更多种粘度调节剂,和/或一或更多种表面活性剂。合适的有机溶剂的实例包括苯、甲苯和  $\alpha$ -松油醇(terpineol)。粘度调节剂的实例包括甘油、聚乙二醇和氢化蓖麻油。表面活性剂的实例包括芳香树脂卤化氢酸盐(anime halogenated hydroacid salt)和二苯基胍 HBr(diphenyl guanidine HBr)。

[0032] 根据本发明的一或更多个实施方式也可使用包括金属颗粒的焊接膏。焊接膏和金属颗粒被提供在浆液中。合适的金属颗粒包括 SnPb、SnAg、SnAgCu、SnAgCuNi、SnAu、SnCu、SnBi 及上述金属颗粒的组合物。金属颗粒可以包括单种类型的金属或可以包括多于一种类型的金属。现有技术中已知的合适的合金包括 Sn/0.58Bi、Sn-3.8Ag-0.7Cu、Sn-0.7Cu、Sn-2Ag-0.8Cu-0.5Sb 和 Sn-3.5Ag,但是也可使用本领域中已知的其他合金。在此类实施方式中,可以相信,浆液防止了焊接工艺期间焊剂与反射金属不利地反应。

[0033] 在一或更多个实施方式中使用的焊剂由于在升高的温度下变为强还原性而防止了氧化反应,由此防止形成金属氧化物。焊剂还通过减少熔融焊料的表面张力而在焊接工艺中用作润湿剂。在一或更多个实施方式中,该方法所使用的焊剂具有“免清洗(no-clear)”焊剂的特征,或者具有在焊接工艺之后不会留下痕迹(residue)或者仅留下有益痕迹的焊剂的特征。

[0034] 在使用包括金属颗粒的焊料膏的一或更多个实施方式中,通过将金属颗粒分散到助焊膏中形成焊料膏。可通过混合松脂和所选的有机溶剂、粘度调节剂以及表面活性剂来制备该助焊膏。

[0035] 在一或更多个实施方式中,焊接膏包括松脂,且可包括铅、锡、银、铋、铟、铜及上述金属的组合物。合适的焊接膏还可包含表面活性剂和粘度调节剂。焊接膏还可包括合金颗粒,所述合金颗粒可以作为球状和均匀尺寸的颗粒提供在膏剂中。包含在焊料膏中的合金颗粒的尺寸可具有约 5 微米至约 75 微米的颗粒尺寸范围。在一或更多个特定实施方式中,颗粒尺寸可在约 25 微米至约 45 微米的范围内。焊料膏可具有高达 90% 的金属负载(load),或者可具有高于 90% 的金属负载。在本文描述的实施方式中,也可使用具有约 140Kcps 至约 1000Kcps 范围内的粘度的焊接膏。在一或更多个特定实施方式中,合适的焊料膏具有约 700Kcps 至 900Kcps 范围内的粘度。在一或更多个特定实施方式中,当在印刷应用中使用焊接膏时,合适的焊接膏可具有约 700Kcps 至约 1000Kcps 范围内的粘度,当在涂布(dispensing)应用中使用焊接膏时,合适的焊接膏可具有约 450 至 800Kcps 的粘度。

[0036] 合适的焊接膏的实例可购自美国康涅狄格州布兰德福德市(Brandford)的 Amtech 公司,商标名为 Amtech SynTECH-LF 和 Amtech SynTECH。其他合适的焊接膏可购自美国伊利诺斯州伊塔斯克市(Itasca)的 Kester 公司,商标名为 NXGI 和 EnviroMark™ 907,也可购自美国俄亥俄州温斯堡市(Twinsburg)Metallic Resources 公司,商标名为 MetaPaste™ NC-500。合适的焊接膏也可购自德国兰茨胡特市(Landshut)的 Solder Chemistry,商标名为 BLF03 和 BLF04,也可购自美国纽约州尤蒂卡市(Utica)的 Inidum 公司,商标名为 INDALLOY,具有铟 5.8LS。在特定实施方式中,焊料膏是免清洗焊剂,这意味着在焊接工艺完成之后,在太阳能电池上残留焊剂的低导电性残渣。在使用中,将焊料膏涂覆

到背接触的表面。在一或多个实施方式中,通过丝网印刷、螺旋涂布、压力涂布和本领域中已知的其他方法涂覆焊料膏。将总线设置在背接触表面上。此时加热焊料膏至焊料膏的熔点,焊料膏熔点在约 138°C 至约 700°C 的范围内。可通过热焊头、热电极、直接欧姆加热或者其他能量传送方法施加热量。所使用的热源可在更具体的温度范围下操作,例如从约 250°C 至约 450°C 的范围内。当焊料熔化时,焊剂将还原并产生抗氧化作用。当熔化的焊料固化时,每个引线的安装端都经由焊接膏留下的焊料层连接至背接触。根据本发明的实施方式,在焊接薄膜太阳能电池中使用助焊膏的优势在于,比常规工艺更容易控制与薄膜层反应的材料量。

[0037] 使用常规工艺焊接若干个样品,在所述样品中,在 AZO 膜和 Ag 膜之间形成厚度在 10 Å 和 50 Å 之间的金属粘附层。通常,使用类型为 RA (活性树脂) 或者 RMA (中度活性树脂) 的液体焊剂。液体焊剂具有 1-100cps 范围内的粘度。测试结果于图 4 中图示,并且结果指示与使用 RA 焊剂并包括粘附层的样品相比,根据本发明的实施方式,在没有金属粘附层的情况下,利用含有助焊膏和金属颗粒的焊料膏制得的样品在背接触的 AZO 层和银层之间显现出类似的粘附强度。由此,可制造显现出可接受的粘附强度的薄膜太阳能电池,以防止背接触的银和 AZO 层之间的脱层,且与在背接触的 AZO 和银层之间包括金属粘附层的样品相比,显现增加了的自银层的反射性,以及增加了的光伏电池产生的电流。与使用高反射性背接触和 RA 焊剂或低反应性液体焊剂的样品相比,使用含有助焊膏和金属颗粒的焊料膏的样品也显现出更高的拉伸强度。

[0038] 在整个说明书中,参考“一个实施方式”、“某些实施方式”、“一或多个实施方式”或“一实施方式”意味着结合实施方式描述的特定特征、结构、材料或特性包括在本发明的至少一个实施方式中。由此,在整个说明书中各个位置出现的诸如“在一或多个实施方式中”、“在某些实施方式中”、“在一个实施方式中”或“在一实施方式中”的用语不必代表本发明的相同实施方式。而且,在一或多个实施方式中,可按任何合适的方式组合特定的特征、结构、材料或特性。不应认为上述方法的描述顺序是限制性的,并且所述方法可不按顺序、或者省略或者添加地执行所述操作。

[0039] 应理解,上述内容意在说明,而不是限制性的。一旦查阅了上述内容,很多其他实施方式对本领域一般技术人员是显而易见的。因此,应参考附加的权利要求书以及所述权利要求书所给出的等价物的整个范围来确定本发明的范围。



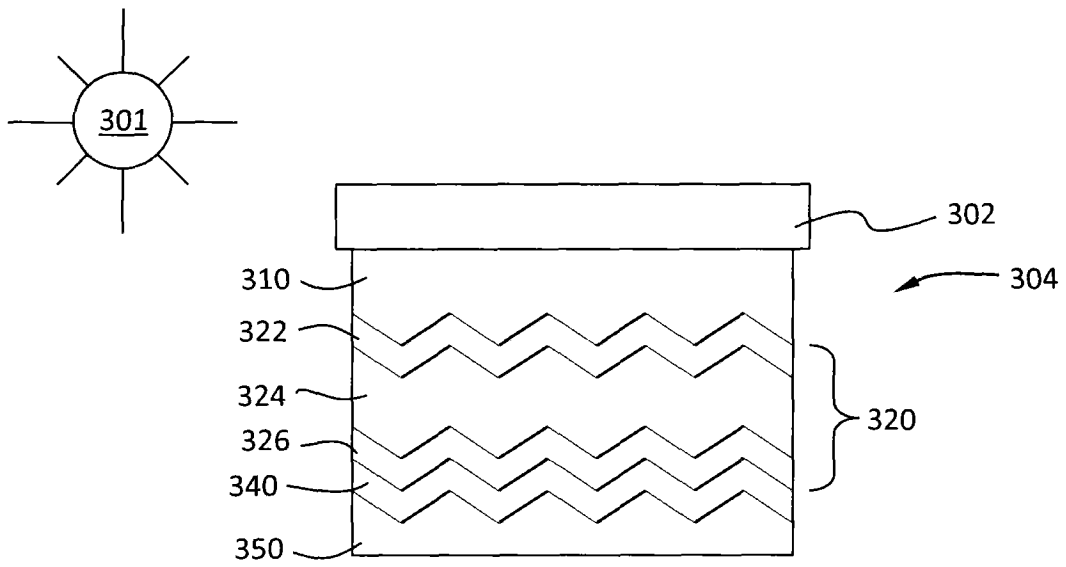


图 1A

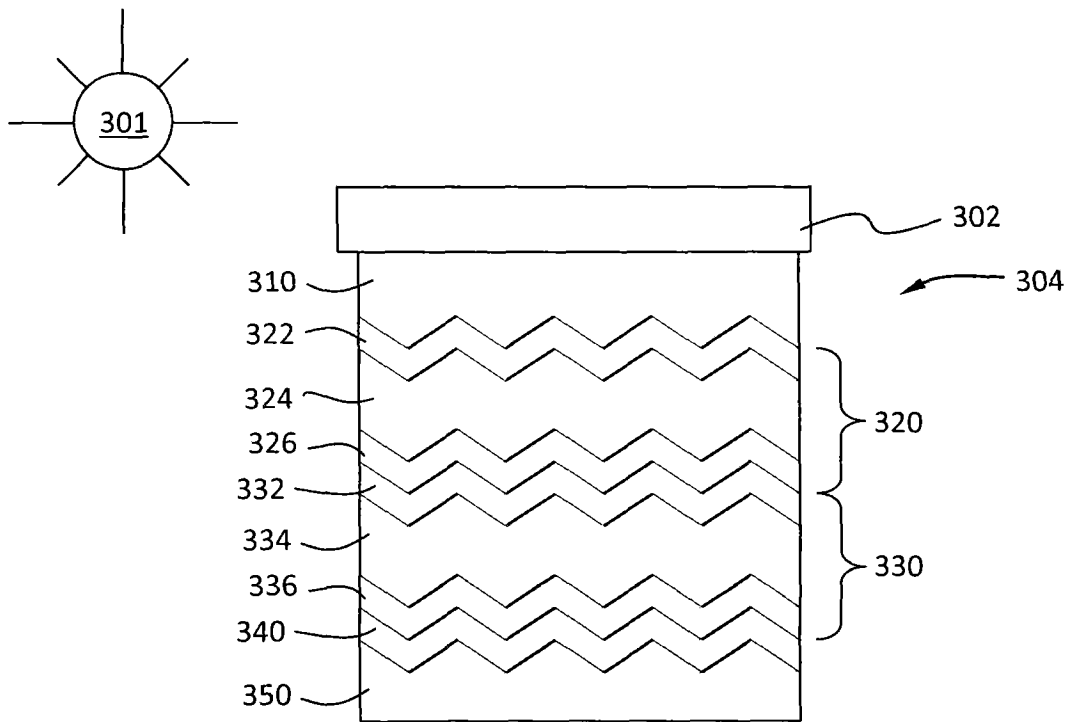


图 1B

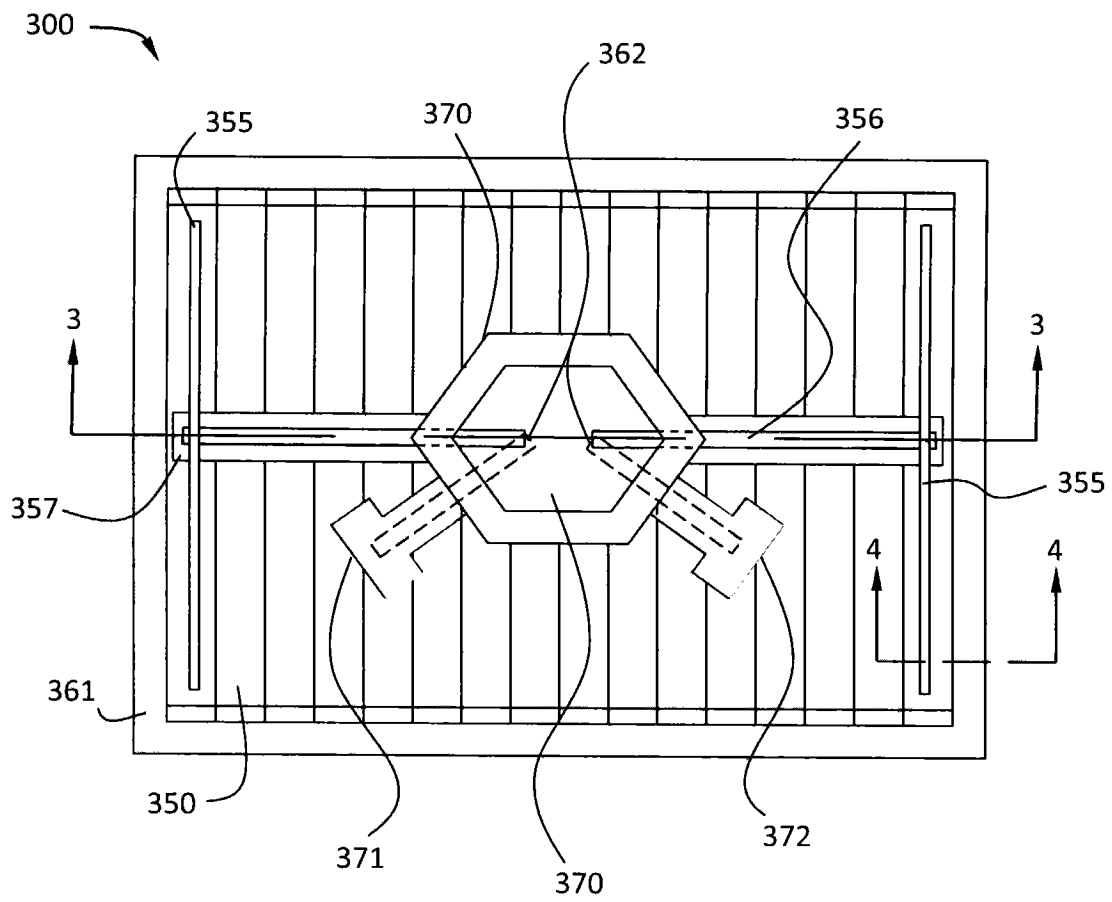


图 2

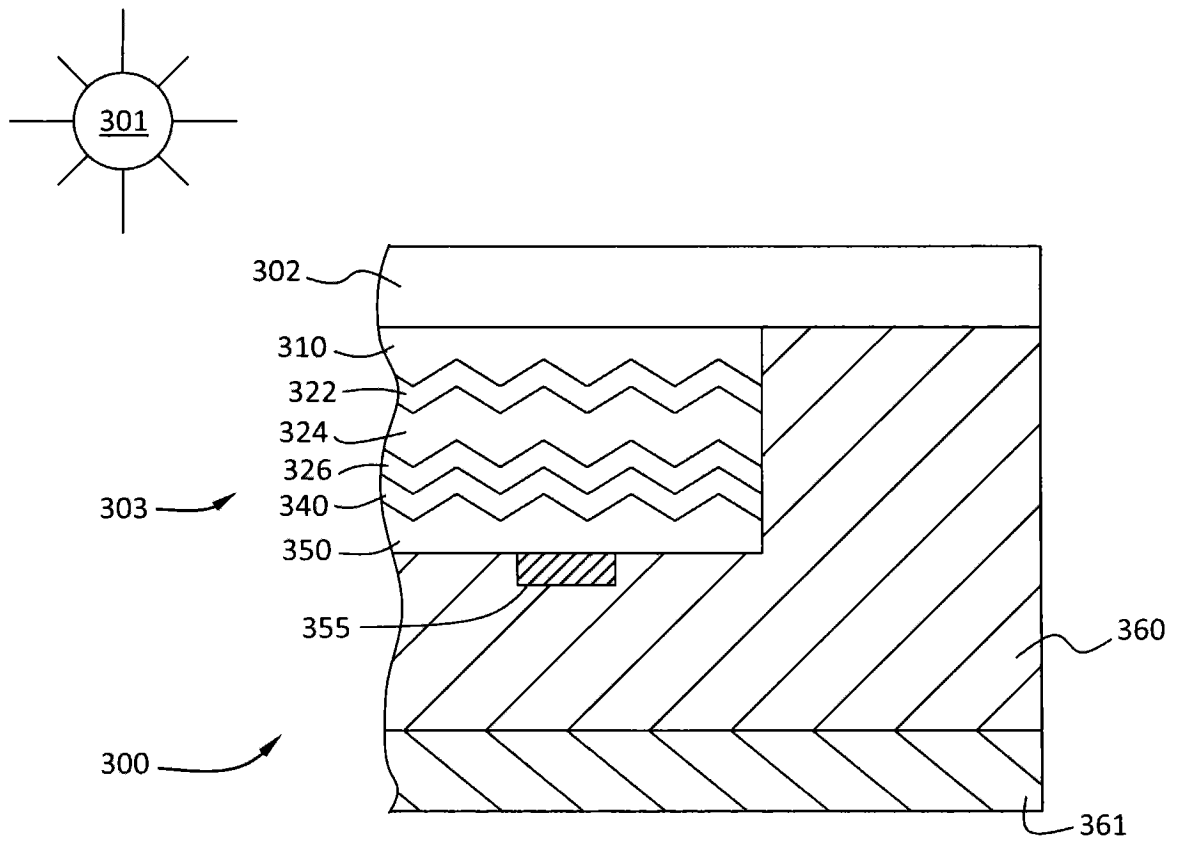


图 3

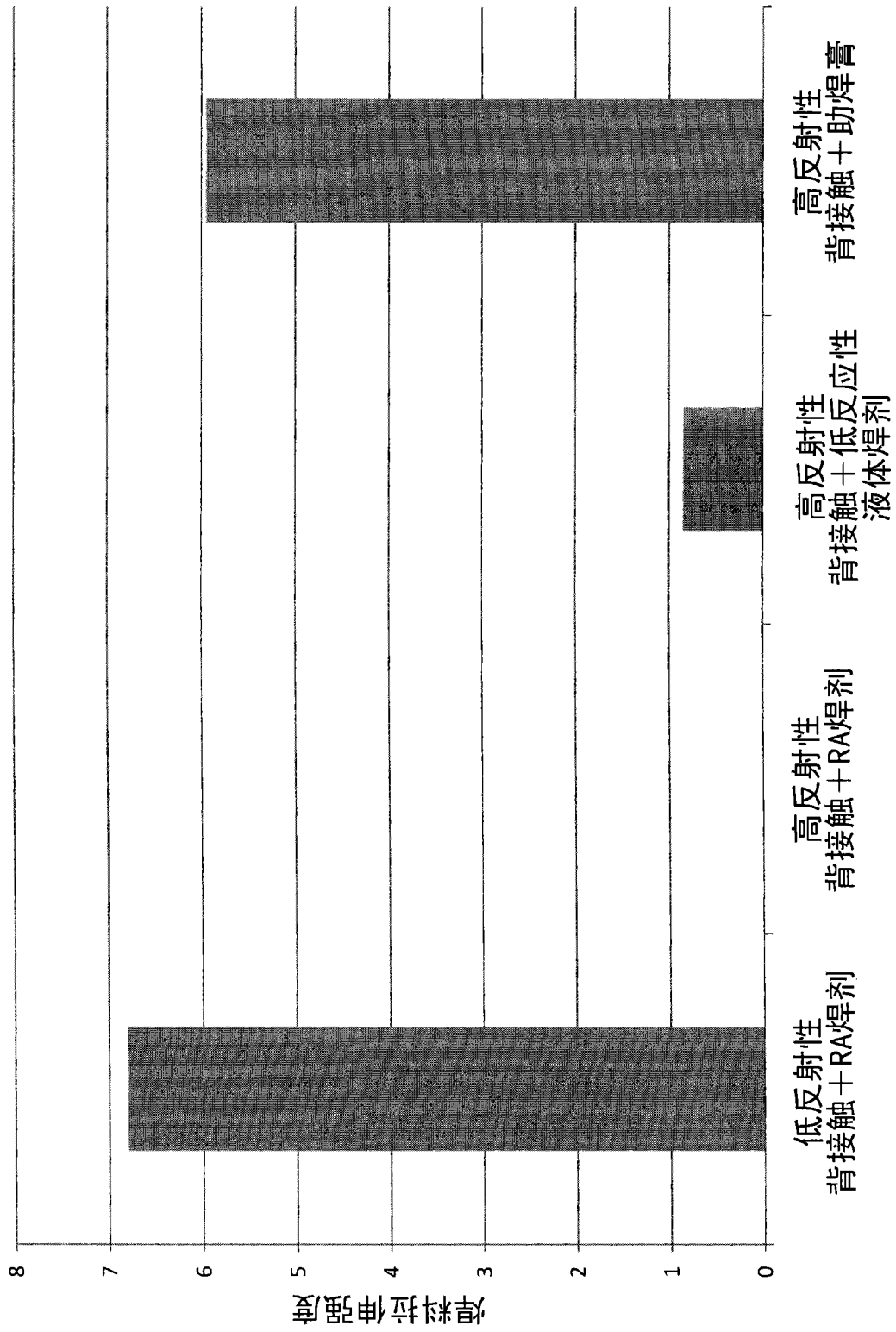


图 4