



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102449779 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201080023922. 4

(22) 申请日 2010. 03. 31

(30) 优先权数据

10-2009-0027862 2009. 03. 31 KR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 11. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/KR2010/001990 2010. 03. 31

(87) PCT申请的公布数据

W02010/114314 KO 2010. 10. 07

(71) 申请人 LG 伊诺特有限公司

地址 韩国首尔

(72) 发明人 李东根

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限

公司 11327

代理人 许向彤 林锦辉

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006. 01)

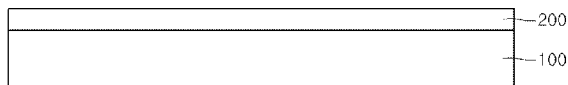
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 6 页

(54) 发明名称

太阳能电池设备及其制造方法

(57) 摘要

本发明公开一种太阳能电池设备。所述太阳能电池设备包括：太阳能电池；以及在所述太阳能电池上的具有多个微孔的减反射层。由于所述微孔，易于调节所述减反射层的折射率，从而所述太阳能电池设备显示优化的减反射效率。



1. 一种太阳能电池设备,包括:
太阳能电池;以及
在所述太阳能电池上的具有多个微孔的减反射层。
2. 根据权利要求1所述的太阳能电池设备,其中,所述减反射层具有在约1.18至约1.29范围内的折射率。
3. 根据权利要求1所述的太阳能电池设备,其中,所述减反射层包括多个晶体柱,所述多个晶体柱在相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的方向上延伸,并且所述微孔位于晶体柱之间。
4. 根据权利要求1所述的太阳能电池设备,进一步包括位于所述减反射层和所述太阳能电池之间的透明的保护衬底,其中,所述减反射层涂布在所述保护衬底的上表面上。
5. 根据权利要求1所述的太阳能电池设备,其中,所述太阳能电池包括:
后电极;
光吸收层,位于所述后电极上;以及
上电极层,位于所述光吸收层上,其中所述减反射层涂布在所述上电极层上。
6. 根据权利要求3所述的太阳能电池设备,其中,每个微孔的宽度在每个晶体柱的宽度的约1/20到约1/5的范围内。
7. 一种太阳能电池设备,包括:
太阳能电池;以及
在所述太阳能电池上的减反射层,
其中,所述减反射层包括多个晶体柱,所述多个晶体柱在相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的方向上延伸。
8. 根据权利要求7所述的太阳能电池设备,其中,所述晶体柱相对于所述太阳能电池的上表面倾斜约 10° 到约 50° 的角度。
9. 根据权利要求7所述的太阳能电池设备,其中,所述减反射层包括氧化钛或氟化镁。
10. 根据权利要求7所述的太阳能电池设备,其中,所述太阳能电池包括:
后电极层;
光吸收层,位于所述后电极层上;以及
上电极层,位于所述光吸收层上,其中所述晶体柱从所述上电极层的上表面延伸。
11. 根据权利要求7所述的太阳能电池设备,进一步包括位于所述减反射层和所述太阳能电池之间的透明的保护衬底,其中,所述晶体柱从所述保护衬底的上表面延伸。
12. 一种太阳能电池设备,包括:
太阳能电池;
在所述太阳能电池上的第一减反射层;以及
在所述第一减反射层上的第二减反射层,
其中,所述第一减反射层包括多个第一晶体柱,所述多个第一晶体柱在相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的第一方向上延伸,并且所述第二减反射层包括多个第二晶体柱,所述多个第二晶体柱在相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的第二方向上延伸。
13. 根据权利要求12所述的太阳能电池设备,其中,所述第一减反射层和所述第二减反射层包括彼此相同的材料并且具有彼此不同的折射率。

14. 根据权利要求 12 所述的太阳能电池设备,其中,所述第二晶体柱和所述太阳能电池的上表面之间的第二角度小于所述第一晶体柱和所述太阳能电池的上表面之间第一角度。

15. 根据权利要求 14 所述的太阳能电池设备,进一步包括在所述第二减反射层上的第三减反射层,其中,所述第三减反射层包括多个第三晶体柱,所述多个第三晶体柱沿相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的第三方向延伸,并且,所述第三晶体柱和所述太阳能电池的上表面之间的角度小于所述第二晶体柱和所述太阳能电池的上表面之间的所述第二角度。

16. 根据权利要求 12 所述的太阳能电池设备,其中,所述第一方向相对于与所述太阳能电池的上表面垂直的平面在一个方向上倾斜,并且所述第二方向在该垂直平面的相反方向上倾斜。

17. 根据权利要求 16 所述的太阳能电池设备,进一步包括在所述第二减反射层上的第三减反射层,

其中,所述第三减反射层包括多个第三晶体柱,所述多个第三晶体柱在相对于所述太阳能电池的上表面的第三方向上倾斜,并且所述第三方向在相对于所述垂直平面的不同于所述第二方向的一个方向上倾斜。

18. 一种太阳能电池设备的制造方法,所述方法包括:

在支撑衬底上形成太阳能电池;以及

通过在相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的方向上喷射减反射材料来形成减反射层。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其中,所述减反射材料以相对于所述太阳能电池的上表面的法线成约 70° 至约 80° 的角度喷射。

太阳能电池设备及其制造方法

技术领域

[0001] 实施例涉及一种太阳能电池设备及其制造方法。

背景技术

[0002] 近来,随着能量消耗的增长,已研制能够将太阳能转化为电能的太阳能电池。

[0003] 具体地,已广泛应用 CIGS 太阳能电池,所述 CIGS 太阳能电池是具有包括玻璃衬底的衬底结构、金属后电极层、P 型 CIGS 光吸收层、高电阻缓冲层以及 N 型窗口层的 PN 异质结装置。

[0004] 为了提高太阳能电池的特性,已进行关于提高入射光效率方面的探索和研究。

发明内容

[0005] 技术问题

[0006] 实施例提供一种能够提高光效率的太阳能电池设备及其制造方法。

[0007] 技术方案

[0008] 根据实施例,一种太阳能电池设备,包括:太阳能电池;以及在所述太阳能电池上的具有多个微孔的减反射层。

[0009] 根据实施例,一种太阳能电池设备,包括:太阳能电池;以及在所述太阳能电池上的减反射层。所述减反射层包括多个晶体柱,所述多个晶体柱在相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的方向上延伸。

[0010] 根据实施例,一种太阳能电池设备,包括:太阳能电池;在所述太阳能电池上的第一减反射层;以及在所述第一减反射层上的第二减反射层。所述第一减反射层包括多个第一晶体柱,所述多个第一晶体柱在相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的第一方向上延伸,并且第二减反射层包括多个第二晶体柱,所述多个第二晶体柱在相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的第二方向上延伸。

[0011] 根据实施例,一种太阳能电池设备的制造方法包括:在支撑衬底上形成太阳能电池;以及通过在相对于所述太阳能电池的上表面倾斜的方向上喷射减反射材料来形成减反射层。

[0012] 有益效果

[0013] 根据实施例的太阳能电池设备包括具有微孔的减反射层。因此,可以容易地调节减反射层的折射率。通过最小化从空气(例如,折射率 $n = 1$)入射到保护衬底或上电极层的光的反射,可以提高太阳能电池设备的光效率。

[0014] 具体地,由于减反射层具有源自微孔的多孔结构,因此减反射层的折射率小于密实结构的折射率。从而,减反射层可以降低在空气和保护衬底或在空气和上电极层之间的折射率的快速变化。

[0015] 换言之,降低反射到太阳能电池外侧的阳光的量,并增加太阳能电池吸收的阳光的量,从而可以提高太阳能电池的效率。

[0016] 此外,多个减反射层包含相同的材料,并且以彼此不同的角度生长。因此,包含相同材料的减反射层的折射率逐渐改变,从而可以表现优异的减反射效果。

附图说明

[0017] 图 1 至图 6 是示出根据第一实施例的太阳能电池设备的制造方法的剖视图;

[0018] 图 7 是示出根据第二实施例的太阳能电池设备的剖视图;

[0019] 图 8 是示出根据第三实施例的太阳能电池设备的减反射膜的放大剖视图;

[0020] 图 9 和图 10 是示出根据第四实施例的太阳能电池设备的剖视图;

[0021] 图 11 是示出根据第五实施例的太阳能电池设备的剖视图;

[0022] 图 12 是示出试验实例 #3 和试验实例 #1 中的透射率的曲线图;

[0023] 图 13 至图 16 是示出试验实例 #1、#2 和 #3 以及对比实例 #1 中的 TiO_2 层的剖视图和平面图;

[0024] 图 17 和图 18 是示出试验实例 #8 以及对比实例 #2 中的 MgF_2 层的剖视图。

具体实施方式

[0025] 在实施例的描述中,应该理解,当层(或膜)、区域、图案或结构被表述为在其它衬底、其它层(或膜)、其它区域、其它衬垫或其它图案“上”或“下”时,可以“直接地”或“间接地”在所述其它衬底、层(或膜)、区域、衬垫或图案之上,或者也可以存在一个或多个中间层。参考附图描述所述层的这种位置。为了方便和清楚,可以夸大、省略或示意性地描绘附图中所示的每层的厚度和大小。此外,部件的大小不完全反映真实大小。

[0026] 图 1 至图 6 是示出根据第一实施例的太阳能电池设备的剖视图。

[0027] 如图 1 所示,后电极 200 形成在衬底 100 上。

[0028] 衬底 100 包括玻璃或可以包括诸如氧化铝的陶瓷衬底、不锈钢衬底、钛衬底或聚合物衬底中的一个。更详细地,衬底 100 可以包括钠钙玻璃。此外,衬底 100 可以具有刚性或挠性。

[0029] 后电极 200 可以包括金属导体。例如,后电极 200 可以利用钼 (Mo) 靶通过溅射过程形成。

[0030] 使用 Mo 靶是因为 Mo 表现高导电性、与光吸收层欧姆接触并且在 Se 气氛下的高温稳定性。

[0031] 构成后电极 200 的 Mo 薄膜必须具有如电极般的低电阻率并且必须具有相比衬底 100 优异的粘附特性,从而使得后电极 200 不会因与衬底 100 不同的热膨胀系数而从衬底 100 脱落。

[0032] 此外,可以设置至少一个后电极 200。当后电极 200 包括多个层 610、620... 以及 600n 时,构成后电极 200 的多个层 610、620... 以及 600n 可以包含不同材料。

[0033] 之后,如图 2 所示,在后电极 200 上形成光吸收层 300 和缓冲层 400。光吸收层 300 包括基于 Ib-IIb-VIb 的化合物。更详细地,光吸收层 300 包括基于铜铟镓硒 (Cu(In, Ga)Se₂, CIGS) 的化合物。

[0034] 或者,光吸收层 300 可以包括基于铜铟硒 (CuInSe₂, CIS) 的化合物或基于铜镓硒 (CuGaSe₂, CGS) 的化合物。

[0035] 例如, 通过利用铜靶、镉靶和镓靶在后电极 200 上形成 CIG 类金属前体 (precursor) 层, 以便形成光吸收层 300。

[0036] 然后, 在硒化过程中金属前体层与硒发生反应, 以形成 CIGS 类光吸收层 300。

[0037] 光吸收层 300 将外部入射的光转化为电能。光吸收层 300 基于光电效应产生光电势。

[0038] 可以设置至少一层缓冲层 400。例如, 可以通过堆叠硫化镉 (CdS) 层形成至少一层缓冲层 400。

[0039] 此时, 缓冲层 400 包括 N 型半导体层, 光吸收层 300 包括 P 型半导体层。因此, 光吸收层 300 和缓冲层 400 形成 PN 结结构。

[0040] 缓冲层 400 可以额外包括利用 ZnO 靶通过溅射过程形成在 CdS 层上的氧化锌 (ZnO) 层。缓冲层 400 插置在光吸收层 300 和之后形成的上电极层 500 之间。

[0041] 换言之, 由于光吸收层 300 和上电极层 500 的晶格常数和能带隙差异大, 因此具有适中的能带隙的缓冲层 400 插置在光吸收层 300 和上电极层 500 之间, 从而可以顺利形成结。

[0042] 如图 3 所示, 上电极层 500 和减反射膜 600 形成在缓冲层 400 上。

[0043] 上电极层 500 可以包括从由氧化铟 (In_2O_3)、氧化锌 (ZnO) 和氧化锡 (SnO_2) 构成的组中选择材料。上电极层 500 是与光吸收层 300 一起形成 PN 结的窗口层。由于上电极层 500 在太阳能电池 1 的整个表面上用作透明电极, 因此, 上电极层 500 包括表现高光透射率和电导率的材料。

[0044] 在此情形中, 通过在 ZnO 层中掺杂铝 (Al) 或氧化铝可以形成具有低电阻的电极。此外, ITO (氧化铟锡) 层可以额外形成在上电极层 500 上。

[0045] 由此, 太阳能电池 1 形成在衬底 100 上。换言之, 太阳能电池 1 包括后电极 200、光吸收层 300、缓冲层 400 和上电极层 500。

[0046] 减反射膜 600 可以通过蒸发过程或溅射过程形成在太阳能电池 1 上。更详细地, 减反射膜 600 可以被涂布在太阳能电池 1 的上表面上。更详细地, 减反射膜 600 可以涂布在太阳能电池 1 的上表面上。

[0047] 在此情形中, 减反射膜 600 可以在真空状态下形成。此外, 用于形成减反射膜 600 的原材料 20 通过靶或源喷射, 并沉积在上电极层 500 上, 由此形成减反射膜 600。

[0048] 如图 4 所示, 原材料 20 的喷射方向相对于衬底 100 倾斜。例如, 原材料 20 可以沿相对于衬底 100 倾斜的方向喷射。此外, 原材料 20 可以在衬底 100 倾斜的状态下喷射到衬底 100 上。

[0049] 例如, 原材料 20 可以在衬底 100 相对于与原材料 20 的喷射方向垂直的平面倾斜约 40° 至 80° 角的状态下喷射到衬底 100 上。换言之, 源 10 可以在相对于与上电极层 500 的上表面垂直的方向倾斜约 40° 至 80° 角的状态下喷射到衬底 100 上。

[0050] 换言之, 源 10 沿相对于太阳能电池 1 的上表面 (即上电极层 500 的上表面) 倾斜的方向喷射用于形成第一减反射层 610 的原材料 20。换言之, 假设竖直方向表示 0° 角, 源 10 以约 40° 至约 80° 的 α 角将原材料 20 喷射到衬底 100 上。

[0051] 因此, 如图 3、5 和 6 所示, 多个晶体柱 601 在相对于上电极层 500 的上表面倾斜的方向上生长。换言之, 晶体柱 601 在相对于太阳能电池 1 的上表面 (即上电极层 500 的上

表面) 倾斜的方向上延伸。更详细地, 晶体柱 601 从上电极层 500 的上表面向上延伸。换言之, 晶体柱 601 在相对于上电极层 500 倾斜的方向上延伸。

[0052] 晶体柱 601 可以相对于上电极层 500 的上表面形成约 10° 到约 50° 的角 $\beta 1$ 。如上所述, 当形成晶体柱 601 时, 减反射膜 600 形成在上电极层 500 上。

[0053] 多个微孔 602 形成在晶体柱 601 之间。换言之, 由于晶体柱 601 不是密集地形成在上电极层 500 的上表面上, 因此形成微孔 602。微孔 602 的直径或宽度可以为晶体柱 601 的直径或宽度的 $1/20$ 到约 $1/5$ 。

[0054] 微孔 602 可以在晶体柱 601 的延伸方向上延伸。微孔 602 的上部可以在减反射膜 600 的上表面上开口。

[0055] 因此, 减反射膜 600 具有多孔结构。换言之, 减反射膜 600 可以不具有密实结构。更详细地, 由于晶体柱 601 是倾斜的, 因此减反射膜 600 可以具有多孔结构和稀疏结构。

[0056] 参照图 5 和图 6, 将详细描述减反射膜 600 的形成方法。为了形成减反射膜 600, 当进行沉积过程时, 芯 30 形成在上电极层 500 上, 并且原材料 20 沉积在芯 30 附近, 从而使晶体柱 601 生长。

[0057] 在此情形中, 原材料 20 以预定角度注入上电极层 500 中, 并且由于产生阴影区域 40 的阴影效应而形成微孔 602, 使得减反射膜 600 具有多孔结构。

[0058] 由于减反射膜 600 具有多孔结构, 因此与密实结构的薄膜的折射率相比, 在减反射膜 600 上的折射率小很多。因此, 由于减反射膜 600, 太阳能电池 1 可以表现出较低的反射率和提高的透射率。换言之, 减反射膜 600 可以提高增透效率。

[0059] 例如, 减反射膜 600 可以具有约 1.18 至约 1.32 的折射率。更详细地, 减反射膜 600 可以具有约 1.18 至约 1.29 的折射率。更详细地, 减反射膜 600 可以具有约 1.18 至约 1.26 的折射率。

[0060] 减反射膜 600 是透明的。减反射膜 600 可以包括诸如氟化镁 (例如 MgF_2) 的氟化物和诸如氧化铟锡 (ITO)、氧化硅 (SiO_2)、氧化锌 (ZnO) 或氧化钛 (例如 TiO_2) 的氧化物。

[0061] 减反射膜 600 的折射率根据原材料 20 的喷射角度而改变。换言之, 根据第一实施例的太阳能电池设备的制造方法, 减反射膜 600 可以具有所需的折射率。换言之, 原材料 20 以所需角度沉积在上电极层 500 的上表面上, 从而使减反射膜 600 可以具有优化的折射率, 以尽可能多地增加入射到太阳能电池 1 中的光的量。

[0062] 因此, 减反射膜 600 可以降低空气层和上电极层 500 之间的突变。相应地, 可以降低上电极层 500 的上表面所反射的阳光量。

[0063] 图 7 是示出根据第二实施例的太阳能电池设备的剖视图。在关于本实施例的以下描述中, 除了关于减反射膜的额外描述, 将不会进一步描述与前述实施例相同的结构和组件。除了一些部件, 根据第二实施例的太阳能电池设备可以与根据前述实施例的太阳能电池设备基本相同。

[0064] 参照图 7, 减反射膜 600 可以包括多个层 610、620... 以及 600n。在此情形中, 晶体柱可以在不同层 610、620... 以及 600n 沿不同方向延伸。例如, 晶体柱 601 和太阳能电池 1 的上表面之间的角 $\beta 2$ 和 $\beta 3$ 可以根据多个层 610、620... 以及 600n 而改变。因此, 多个层 610、620... 以及 600n 可以具有彼此不同的折射率。

[0065] 在此情形中, 可以通过将原材料以彼此不同的角度喷射在上电极层 500 上来进行

形成多个层 610、620... 以及 600n 的过程。例如,原材料可以以第一角度喷射,以形成第一层。原材料可以以第二角度喷射,以形成第二层。原材料可以以第三角度喷射,以形成第三层。

[0066] 例如,减反射膜 600 可以包括第一减反射层 610 和第二减反射层 620。

[0067] 第一减反射层 610 形成在太阳能电池 1 上。更详细地,第一减反射层 610 形成在太阳能电池 1 的上表面上。更详细地,第一减反射层 610 涂布在太阳能电池 1 的上表面上。

[0068] 第一减反射层 610 包括第一晶体柱 611。第一晶体柱 611 沿第一方向延伸。在此情形中,第一晶体柱 611 和上电极层 500 的上表面之间的角 $\beta 2$ 可以在约 10° 到约 50° 的范围内。

[0069] 第二减反射层 620 形成在第一减反射层 610 上。更详细地,第二减反射层 620 形成在第一减反射层 610 的上表面上。第二减反射层 620 涂布在第一减反射层 610 的上表面上。

[0070] 第二减反射层 620 包括多个第二晶体柱 621。第二晶体柱 621 沿与第一方向不同的第二方向延伸。在此情形中,第二晶体柱 621 和上电极层 500 之间的角 $\beta 3$ 可以在约 10° 到约 50° 的范围内。

[0071] 在此情形中,第一晶体柱 611 和上电极层 500 的上表面之间的角 $\beta 2$ 可以与第二晶体柱 621 和上电极层 500 的上表面之间的角 $\beta 3$ 不同。例如,第一晶体柱 611 和上电极层 500 的上表面之间的角 $\beta 2$ 可以大于第二晶体柱 621 和上电极层 500 的上表面之间的角 $\beta 3$ 。

[0072] 此外,包括在第三方向上延伸的多个第三晶体柱的第三减反射层可以形成在第二减反射层 620 上。此外,第四减反射层可以形成在第三减反射层上。

[0073] 因此,上述减反射层 610、620... 以及 600n 可以具有彼此不同的折射率。此外,根据本实施例,太阳能电池设备包括减反射膜 600,减反射膜 600 包括具有彼此不同的折射率的减反射层 610、620... 以及 600n。

[0074] 例如,第一减反射层 610 可以具有较高的折射率,第二减反射层 620 可以具有较低的折射率。此外,第三减反射层的折射率可以小于第二减反射层 620 的折射率。

[0075] 此外,多个减反射层 610、620... 以及 600n 中的较高层可以具有较低的折射率。相反,多个减反射层 610、620... 以及 600n 中的较高层可以具有较高的折射率。此外,具有较高折射率的各个减反射层可以交替地与具有较低折射率的减反射层对齐。

[0076] 具体地,如果多个层 610、620... 以及 600n 具有从太阳能电池 1 的上表面到空气层逐渐降低的折射率,就是说,如果多个层 610、620... 以及 600n 的折射率在向上方向上逐渐降低,则减反射膜的折射率在向上方向上逐渐降低。因此,减反射膜 600 可以有效地减小空气和上电极层 500 之间的折射率差异。

[0077] 减反射膜 600 的多个减反射层 610、620... 以及 600n 可以包括相同的材料。换言之,第一减反射层 610、第二减反射层 620 和第三减反射层可以包括相同的材料。

[0078] 如上所述,多个减反射层 610、620... 以及 600n 的折射率分别被设置为所需值,从而可以实现优化的减反射效果。因此,根据本实施例的太阳能电池设备可以显示提高的生产效率。

[0079] 图 8 是示出根据第三实施例的太阳能电池设备的减反射膜的放大剖视图。

[0080] 在关于本实施例的以下描述中,除了关于减反射膜的额外描述以及改进,将不会进一步描述与前述实施例相同的结构和组件。除了一些部件,根据第三实施例的太阳能电池设备可以与根据前述实施例的太阳能电池设备基本相同。

[0081] 参照图 8,减反射层的晶体柱 611、621 和 631 可以形成为“之”字形图案。例如,第一减反射层的晶体柱 611 在相对于平面 VS 的一个向上方向上延伸,平面 VS 垂直于太阳能电池 1 的上表面,并且第二减反射层的晶体柱 621 可以在垂直平面 VS 的另一向上方向上延伸。此外,晶体柱 631 可以在所述一个向上方向上延伸。

[0082] 例如,第一晶体柱 611 可以在基于垂直平面 VS 的右上方向 RD 上延伸,并且第二晶体柱 621 可以在相对于垂直平面 VS 的左上方向 LD 上延伸。类似地,第三减反射层的第三晶体柱 631 可以在垂直平面 VS 的右上方向 RD 上延伸。

[0083] 在此情形中,减反射层的晶体柱 611、621 和 631 可以相对于太阳能电池 1 的上表面以相同角度或不同角度倾斜。例如,第一晶体柱 611 和太阳能电池 1 的上表面之间的角度可以与第二晶体柱 621 和太阳能电池 1 的上表面之间的角度相同或不同。

[0084] 图 9 和图 10 是示出根据第四实施例的太阳能电池设备的减反射膜的剖视图。在关于本实施例的以下描述中,除了关于外部减反射膜的额外描述,将不会进一步描述与前述实施例相同的结构和组件。除了一些部件,根据第四实施例的太阳能电池设备可以与根据前述实施例的太阳能电池设备基本相同。

[0085] 参照图 9,透明树脂 700 和保护衬底 800 形成在减反射膜 600 上。

[0086] 透明树脂 700 可以利用乙烯乙酸乙烯共聚物 (EVA, ethylene vinyl acetate copolymer) 通过热处理形成,并且保护衬底 800 可以包括半钢化玻璃 (halfstrengthened glass)。

[0087] 在下文中,如图 10 所示,外部减反射膜 900 形成在保护衬底 800 上。更详细地,外部减反射膜 900 形成在保护衬底 800 的上表面上。更详细地,外部减反射膜 900 可以涂布在保护衬底 800 的上表面上。

[0088] 与根据前述实施例的减反射膜 600 的形成方法类似,外部减反射膜 900 可以通过蒸发过程或溅射过程形成。

[0089] 类似地,外部减反射膜 900 可以具有与根据前述实施例的减反射膜 600 相同的结构。换言之,外部减反射膜 900 包括多个晶体柱 901,所述晶体柱 901 沿相对于保护衬底 800 的上表面倾斜的方向延伸。晶体柱 901 从保护衬底 800 的上表面向上延伸。

[0090] 例如,晶体柱 901 和保护衬底 800 的上表面之间的角 β_4 可以在约 10° 到约 50° 的范围内。

[0091] 由于外部减反射膜 900,可以降低从保护衬底 800 的上表面反射的阳光量,并且可以提高透射率。换言之,可以通过外部减反射膜 900 提高减反射效率。

[0092] 此外,外部减反射膜 900 可以形成在保护衬底 800 的下表面上和保护衬底 800 的上表面上。

[0093] 图 11 是示出根据第五实施例的太阳能电池设备的剖视图。在关于本实施例的以下描述中,除了关于外部减反射膜的额外描述,将不会进一步描述与前述实施例相同的结构和组件。除了一些部件,根据第五实施例的太阳能电池设备可以与根据前述实施例的太阳能电池设备基本相同。

[0094] 参照图 11, 外部减反射膜 900 可以包括多个层 910、920... 以及 900n。此外, 外部减反射膜 900 可以通过与形成根据前述实施例的具有多层结构的减反射膜类似的过程形成并且具有与所述具有多层结构的减反射膜类似的结构。

[0095] 由于外部减反射膜 900, 可以降低从保护衬底 800 的上表面反射的阳光量, 并且可以提高透射率。换言之, 可以通过外部减反射膜 900 提高减反射效率。

[0096] 具体地, 外部减反射膜 900 的多个层 910、920... 以及 900n 可以具有所需的折射率。因此, 外部减反射膜 900 可以有效地减小空气层和保护衬底 800 之间的折射率差。

[0097] 因此, 根据本实施例的太阳能电池设备可以显示提高的生产效率。

[0098] 尽管已描述了本发明的示例性实施例, 但是应该理解, 本发明不限于这些示例性实施例, 并且在下文中所主张的本发明的精神和范围内, 本领域普通技术人员可以进行各种变型和改进。

[0099] 试验实例 #1、#2# 和 #3 以及对比实例 #1

[0100] 进行溅射过程以在玻璃衬底上沿倾斜方向和垂直方向上沉积 TiO_2 。在试验实例 #1、#2# 和 #3 以及对比实例 #1 中, 玻璃衬底相对于与垂直 TiO_2 溅射方向垂直的平面倾斜约 45° 、约 60° 、约 80° 或 0° 的角度。图 12 示出试验实例 #3 和对比实例 #1 中的透射率。此外, 图 13 至图 16 示出在试验实例 #1、#2# 和 #3 以及对比实例 #1 中 TiO_2 层的剖视图和平面图。

[0101] 试验实例 #4、#5#、#6、#7 和 #8 以及对比实例 #2

[0102] 进行溅射过程以在玻璃衬底上沿倾斜方向和垂直方向沉积预定厚度的 MgF_2 。在试验实例 #4、#5#、#6、#7 和 #8 以及对比实例 #2 中, 玻璃衬底相对于与垂直 MgF_2 溅射方向垂直的平面的倾角 α 和根据倾角 α 的 MgF_2 层的折射率在表 1 中示出。图 17 和图 18 示出根据试验实例 #8 和对比实例 #2 的 MgF_2 层的剖面形状。如表 1 所示, MgF_2 层的折射率可以根据倾角设置为不同值。

[0103]

	玻璃衬底的倾角	MgF_2 层的折射率
试验实例 #4	20	1.373
试验实例 #5	40	1.363
试验实例 #6	60	1.327
试验实例 #7	70	1.266
试验实例 #8	80	1.191
对比实例 #2	0	1.376

[0104] 工业应用性

[0105] 本发明可应用于太阳能电池设备。

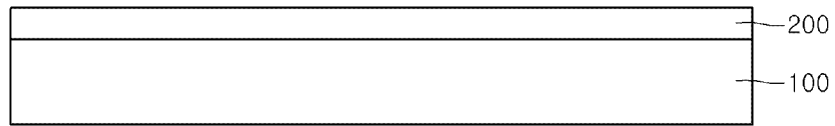


图 1

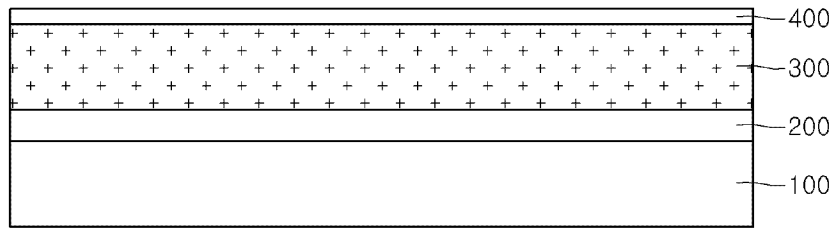


图 2

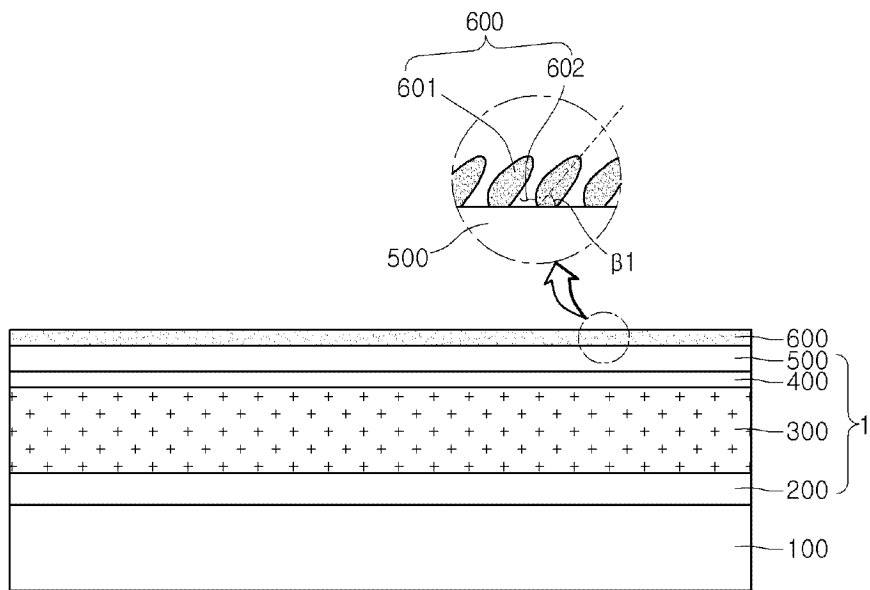


图 3

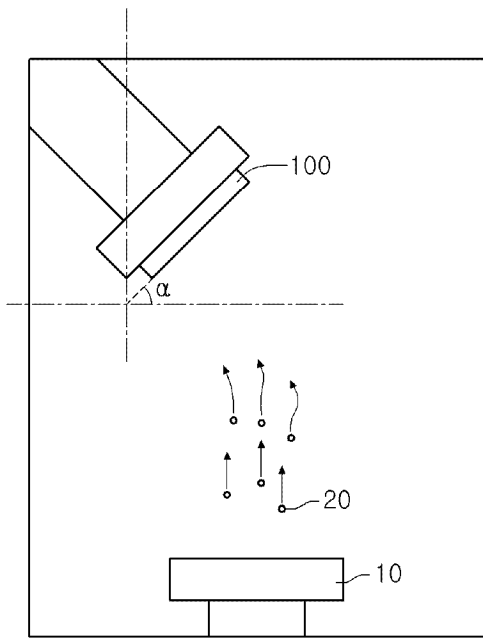


图 4

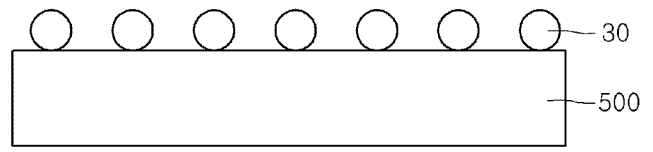


图 5

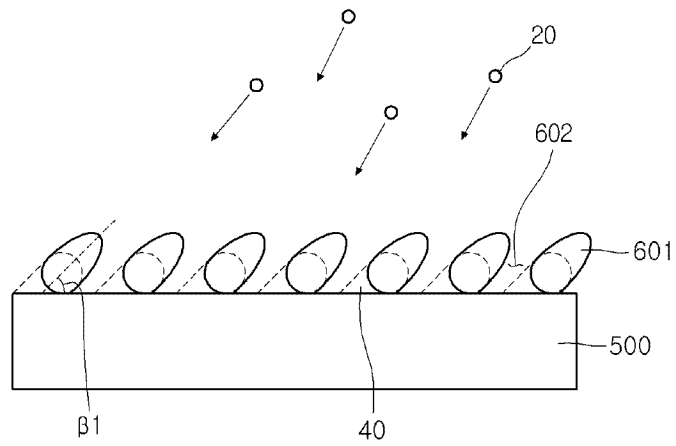


图 6

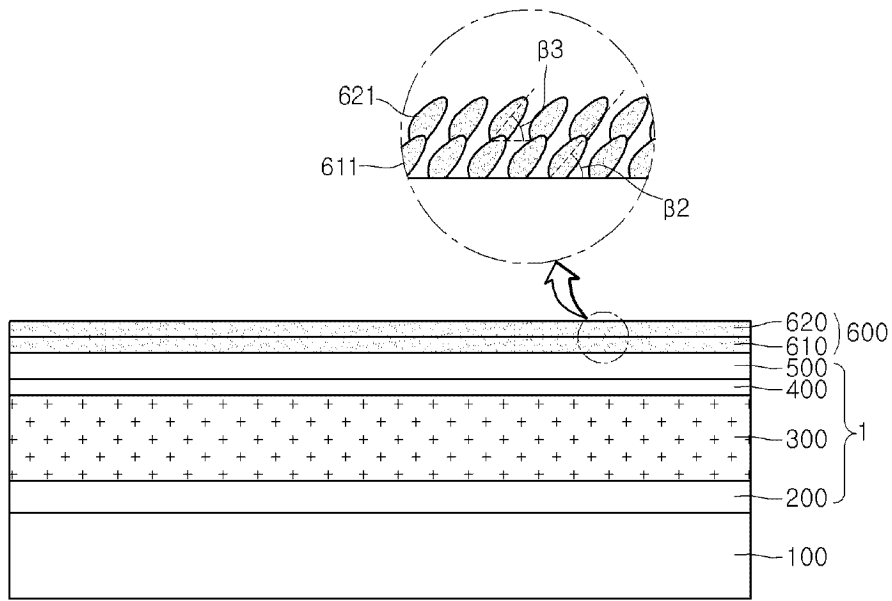


图 7

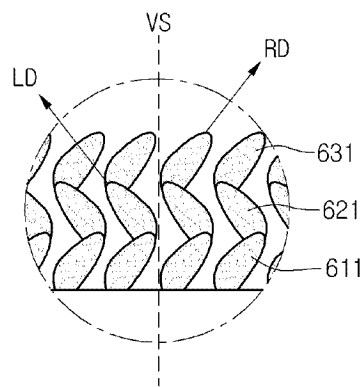


图 8

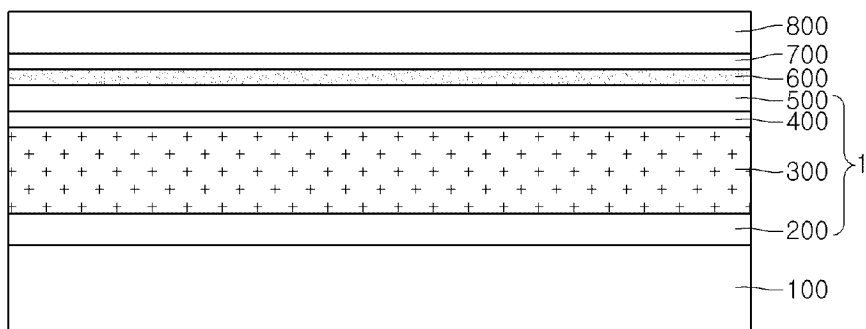


图 9

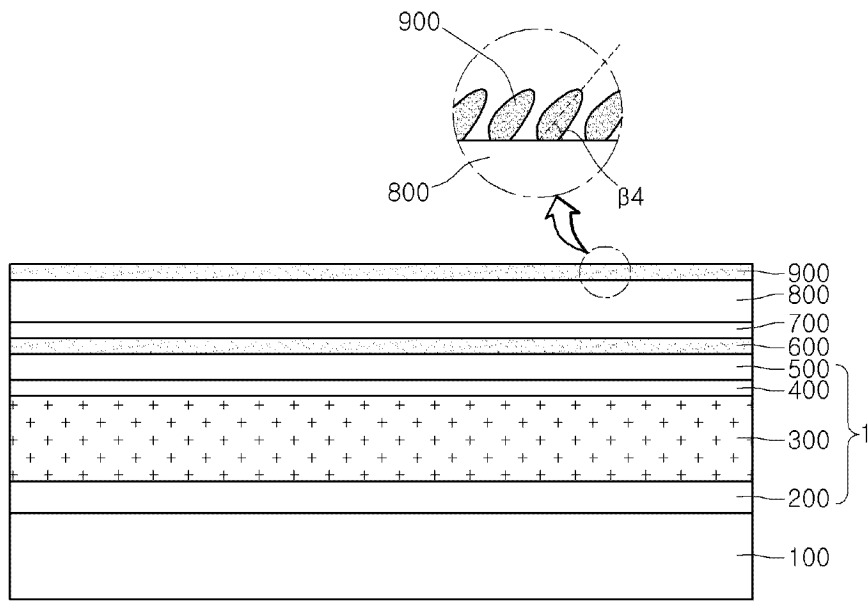


图 10

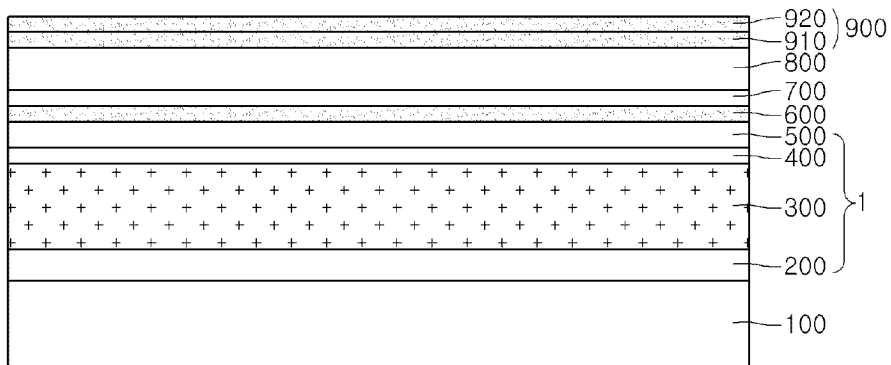


图 11

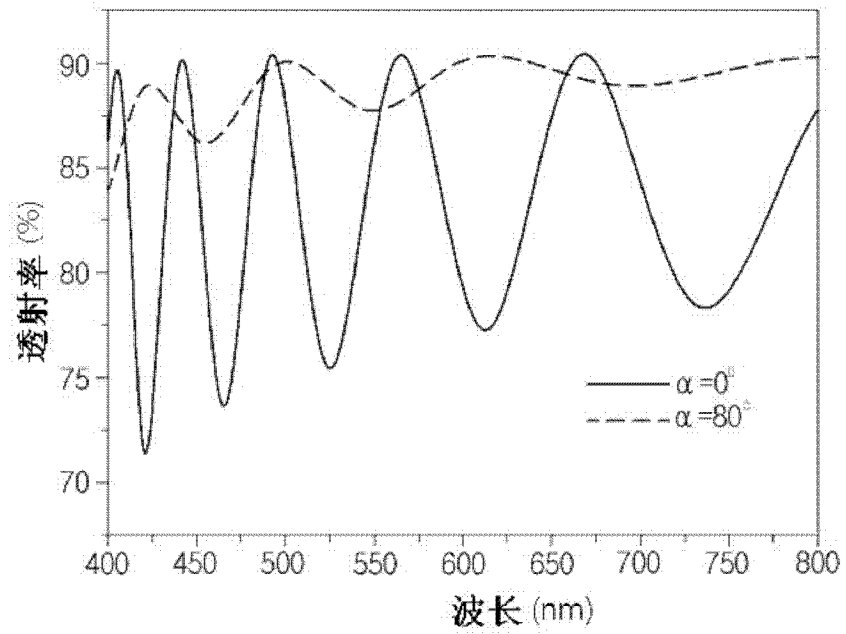


图 12

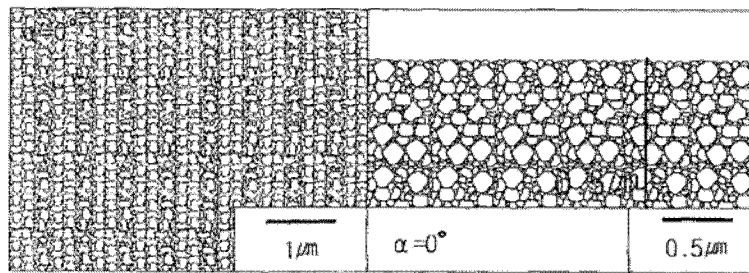


图 13

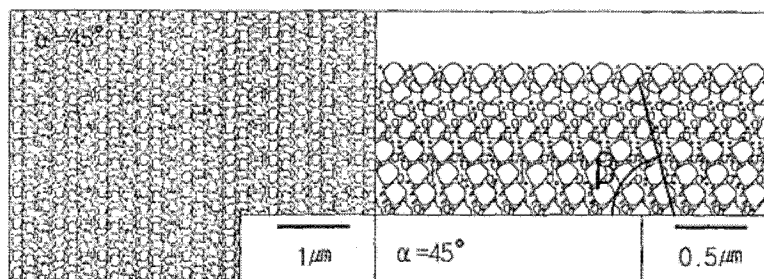


图 14

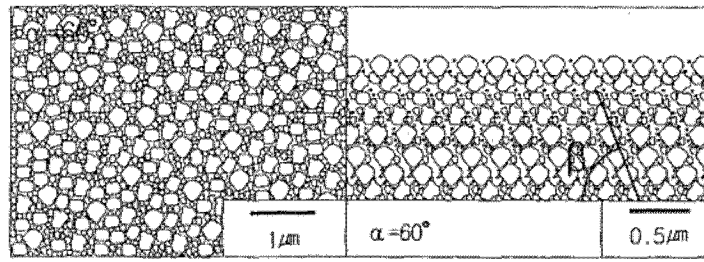


图 15

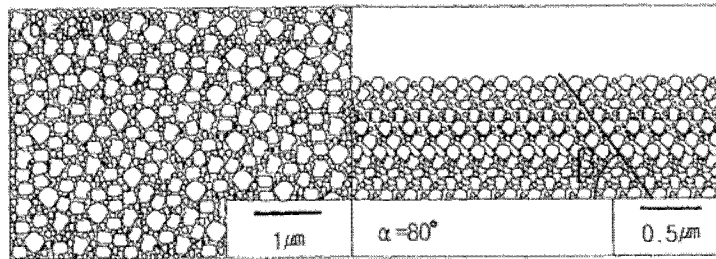


图 16

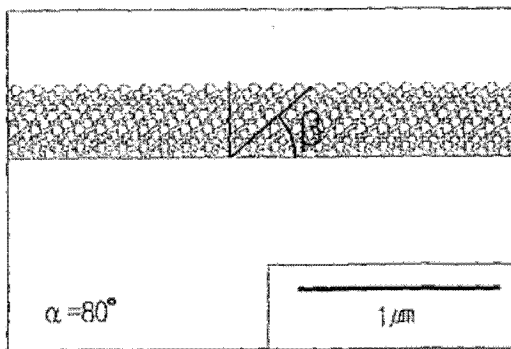


图 17

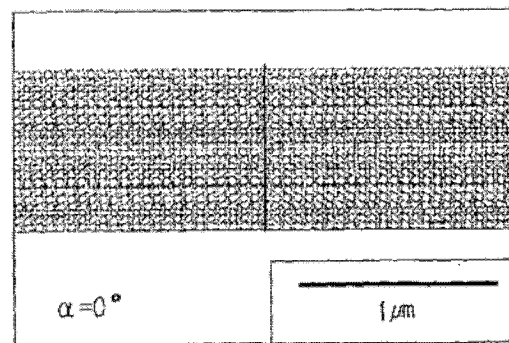


图 18