

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 31/0236 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880014796.9

[43] 公开日 2010 年 3 月 24 日

[11] 公开号 CN 101681937A

[22] 申请日 2008.4.28

[21] 申请号 200880014796.9

[30] 优先权

[32] 2007. 5. 4 [33] FR [31] 0754875

[86] 国际申请 PCT/FR2008/050768 2008.4.28

[87] 国际公布 WO2008/148978 法 2008.12.11

[85] 进入国家阶段日期 2009.11.4

[71] 申请人 法国圣戈班玻璃厂

地址 法国库伯瓦

[72] 发明人 G·考尼尔 M·夏沃尼

F·阿博特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 段家荣 林 森

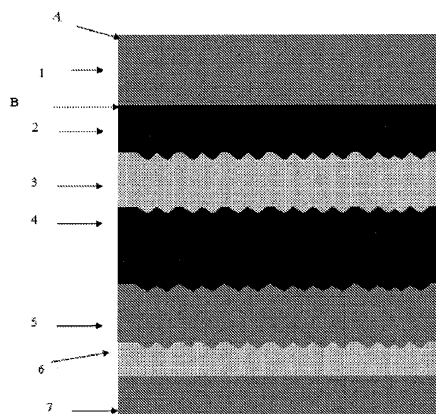
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

提供有改进的电极层的透明基底

[57] 摘要

其与含有至少一个基于一种或多种金属氧化物的透明导电层的织构电极相连接的具有玻璃功能的基底，所述层用至少一个能够收集光的元件的功能层覆盖，特征在于该基底用具有织构部分的界面层覆盖，所述织构部分含有周期性或非周期性突起状构件的重复。



1. 具有玻璃功能的基底(1), 其与含有至少一个基于一种或多种金属氧化物的透明导电层(3)的织构化电极相连接, 所述层被至少一个能够收集光的元件的功能层(4)覆盖, 其特征在于: 基底(1)用具有织构部分的界面层(2)覆盖, 所述织构部分具有周期性或非周期性的突起状构件的重复。

2. 如权利要求 1 所述的基底, 其特征在于: 界面层(2)位于基底(1)的背面并具有包含周期性或非周期性突起状构件的重复的织构部分, 其步长 w 和高度 h 满足下列关系: $w \leq \lambda$, 优选 $w \leq \lambda/2$ 且更优选 $w \leq \lambda/4$ 且 $h \geq \lambda/4$, 优选 $h \geq \lambda$ 且更优选 $h \geq 2\lambda$, 其中 λ 属于太阳光谱且位于太阳能电池的能量转化效率最大值处。

3. 如权利要求 1 所述的基底, 其特征在于: 界面层(2)位于基底(1)的背面并具有包含周期性或非周期性突起状构件的重复的织构部分, 其步长 w 和高度 h 满足下面的关系: $\lambda/4 \leq w \leq 2\lambda$; 且 h 为 20nm-1 μ m, 优选 30nm-500nm 且更优选 h 为 50nm-200nm, 其中 λ 位于这样的波长位置, 在该波长中太阳光谱是重要的但电池的转化率不是其最佳的。

4. 如在前面权利要求任一项所述的基底, 其特征在于: 导电层(3)沉积在界面层(2)上。

5. 如权利要求 1 所述的基底, 其特征在于: 界面层(2)位于基底(1)的前面并具有包含周期性或非周期性突起状构件的重复的织构部分, 其步长 w 和高度 h 满足下面的关系: $\lambda/4 \leq w \leq 2\lambda$; 且 h 为 20nm-1 μ m, 优选 30nm-500nm 且更优选 h 为 50nm-200nm, 其中 λ 位于这样的波长位置, 在该波长中太阳光谱是重要的但电池的转化率不是其最佳的。

6. 如在前面权利要求任一项所述的基底, 其特征在于: 导电层(3)相对于界面层(2)是共形的。

7. 如权利要求 1-5 任一项所述的基底, 其特征在于: 导电层(3)具有与界面层的粗糙度不同的粗糙度。

8. 如权利要求 1-4 任一项所述的基底, 其特征在于: 界面层(2)具有与基底的折射指数接近的折射指数。

9. 如权利要求 5 所述的基底, 其特征在于: 界面层(2)具有的折射指数 $n \leq n_{\text{基底}}$ 。

10. 如权利要求 1-4 任一项所述的基底, 其特征在于: 如果界面层

(2)被置于基底和导电层之间，该界面层具有的折射指数 n 使得 $n_{\text{基底}} \leq n \leq n_{\text{TCO}}$ 。

11. 如在前面权利要求任一项所述的基底，其特征在于：突起状构件包含平行线。

12. 如权利要求 1-10 任一项所述的基底，其特征在于：突起状构件含有非平行线和/或块。

13. 如在前面权利要求任一项所述的基底，其特征在于：其与太阳能模块连接，使织构化表面朝向太阳能模块的活性材料。

14. 如在前面权利要求任一项所述的基底，其特征在于：界面层(2)位于基底(1)的背面并具有包含周期性或非周期性的构件的重复的织构部分，其步长 w 基本接近 300nm，由此其具有对于第一波长范围的减反射和对于第二波长范围的光俘获的组合作用。

15. 用于制造如权利要求 1-14 任一项所述的基底的方法，其特征在于：织构表面通过压花溶胶-凝胶或聚合物层而获得。

16. 用于制造如权利要求 1-14 任一项所述的基底的方法，其特征在于：织构表面通过光刻技术获得。

17. 如权利要求 1-14 任一项所述的基底用于太阳能电池的用途。

18. 太阳能电池，其特征在于：其含有如权利要求 1-14 任一项所述的基底。

提供有改进的电极层的透明基底

本发明涉及对透明基底，特别是由玻璃制成的提供有电极的透明基底的改进。该导电基底更特别地设计为用于形成太阳能电池的一部分。其尤其用作太阳能电池的“前面”，也就是说将直接处于暴露于将被转化为电流的太阳能辐射的面。

本发明特别适用于无定形或微晶 Si 型太阳能电池，对其结构进行简要回顾。

通常，该类型的产品以太阳能电池的形式出售，所述太阳能电池在两个，任选地透明的刚性基底之间串联安装，其前面(face avant)由玻璃制成。该类型的电池在德国申请 DE 102004046 554.1 中进行了描述。

我们指的是基底、聚合物和太阳能电池的组合件，并将其作为“太阳能模块”进行出售。

本发明因此还涉及所述模块。

当已知的是太阳能模块不以平方米而以产生的电能出售时，每一百分比的额外效率增加了给定尺寸的太阳能模块的电性能，并因此增加了价格，对于给定的太阳能模块技术，所增加的每一百分比效率首先取决于在与所述电池结合的基底中光传播所获得的增益。

通过法国专利 FR 2 832 706 知道具有玻璃功能的基底，其被提供了含有至少一个基于一种或多种金属氧化物的透明导电层的电极，该电极具有其 RMS 粗糙度从几个纳米到几十个纳米变化的特性。

尽管这种具有结构化(texturée)电极的基底，当其位于能够收集光的元件(例如光伏电池或太阳能集热器)附近时，实现其功能并确保获得有益的能量转化率，本发明人已注意到还可以改善光源在基底内部在能够收集光的元件的功能层方向中的漫射(diffusion)。

因此本发明的目的是寻求用于改进这些模块的光电转化率的方法，更具体地涉及提供有上述电极的“前”玻璃的方法。所寻求的是易于工业规模实施的且不推翻该类型产品的已知结构和结构的方法。

本发明目的首先是与含有至少一个基于一种或多种金属氧化物的透明导电层的织构电极相连接的具有玻璃功能的基底，所述层用至少一个能够收集光的元件的功能层覆盖，其特征在于该基底用具有织构部分

的界面层覆盖,所述织构部分含有突起状构件(motifs en relief)的周期性或非周期性的重复。

在本发明意义上,电极以英语缩写 T.C.O(透明导电氧化物)而己知。其广泛用于太阳能电池领域和电子学。

在本发明意义上,术语“功能层”被定义为基于在能够收集光的元件(例如太阳能或光伏电池或太阳能集热器)内部能够使光能转化为电能或热能的材料的任何薄层。所讨论的用于太阳能电池的材料可通常为无定形硅、微晶硅或基于碲化镉(CdTe)的层。

如果这种表面织构化(texturation)具有特定的规格,更将能得到围绕界面层的两介质之间的减反射作用。

另外,由于在界面层位置的表面织构化,在界面层和围绕该界面层的材料之间获得入射光的更大漫射,光被“迫使”沿长得多的路径穿过太阳能电池。

由此延长了光子路径(trajet optique),增大了光被电池的活性元件吸收的机会,最后,增大了太阳能电池的光电转化率。因此,更好地俘获光。

在本发明的优选实施方式中,可任选地进一步采用下列布置中的一种或多种:

- 界面层位于基底的背面并具有包含周期性或非周期性的突起状(en relief)构件的重复的织构部分,其步长(pas) w 和高度 h 满足下列关系: $w \leq \lambda$, 优选 $w \leq \lambda/2$ 且更优选 $w \leq \lambda/4$; 且 $h \geq \lambda/4$, 优选 $h \geq \lambda$ 且更优选 $h \geq 2\lambda$, 其中 λ 属于太阳光谱且位于太阳能电池的能量转化效率最大值处;

- 界面层位于基底的背面并具有包含周期性或非周期性的突起状构件的重复的织构部分,其步长 w 和高度 h 满足下列关系: $\lambda/4 \leq w \leq 2\lambda$; 且 h 为 20nm-1 μ m, 优选 30nm-500nm 且更优选 h 为 50nm-200nm, 其中 λ 位于这样的波长位置,在该波长中太阳光谱是重要的但电池的转化率不是其最佳的;

- 导电层沉积在界面层上;

- 界面层位于基底的前面并具有包含周期性或非周期性的突起状构件的重复的织构部分,其步长 w 和高度 h 满足下列关系: $\lambda/4 \leq w \leq 2\lambda$; 且 h 为 20nm-1 μ m, 优选 30nm-500nm 且更优选 h 为 50nm-200nm, 其中 λ 位于这样的波长位置,在该波长中太阳光谱是重要的但电池的转化率不是其最佳的;

- 界面层具有与基底折射指数接近的折射指数;
- 如果界面层置于基底的前面, 界面层具有的折射指数 $n \leq n_{\text{基底}}$;
- 如果界面层置于基底和导电层之间, 界面层具有的折射指数 n 使得 $n_{\text{基底}} \leq n \leq n_{\text{TCO}}$;
- 导电层相对于界面层是共形的(conforme);
- 导电层具有与界面层粗糙度不同的粗糙度;
- 界面层位于基底的背面并具有包含周期性或非周期性的构件重复的织构部分, 其步长 w 基本接近 300nm, 因此其具有对于第一波长范围的减反射作用和对于第二波长范围的俘获光的组合作用;
- 突起状构件包括平行线;
- 突起状构件包括非平行线和/或块(plots);
- 该织构表面通过压花(embossing)溶胶-凝胶或聚合物层获得; 和
- 该织构表面通过光刻技术获得。

通过阅读下面的说明, 本发明的其他特征、细节和优点将变得更清楚了, 所述说明通过参照附图以说明性且非限制性给出, 其中:

- 图 1 为包括根据依照第一实施方式的本发明形态的基底的太阳能电池的剖面图, 其中界面层被置于基底的背面;
- 图 2 为包括依照第二实施方式的本发明形态的基底的太阳能电池的剖面图, 其中界面层被置于基底的前面;
- 图 3 说明了作为光的波长的函数的两种典型光伏电池(无定形硅和微晶硅)的能量转化效率(E/λ);
- 图 4 说明了具有减反射作用的本发明第一实施方案;
- 图 5 说明了具有俘获光作用的本发明第二实施方案; 和
- 图 6 说明了对于不同步长值作为波长的函数的光路(chemin optique)的变化。

图 1 表示包括依照本发明目的基底的能够收集光的元件(太阳能电池或光伏电池)。

具有玻璃功能的透明基底 1 可以例如完全由玻璃制成。其也可以由热塑性聚合物如聚氨酯或聚碳酸酯或聚甲基丙烯酸甲酯制成。

具有玻璃功能的基底的主体的大部分(即至少 98 重量%)或甚至全部由一种或多种具有尽可能好的透明度且优选在对该应用(太阳能模块)有用的光谱部分中具有小于 0.01mm^{-1} 的线性吸收的材料构成, 通常该光

谱为 380-1200nm。

当其被用作各种技术(无定形硅、微晶硅)的光伏电池的保护板时,依照本发明的基底 1 可以具有的总厚度为 0.5-10mm。在这种情况下,使该板经过热处理(例如淬火类型)是有利的。

通常,用 A 定义朝向光线的基底的前面(其为外表面)而用 B 定义朝向太阳能模块的其他层的基底的背面(其为内表面)。

界面层 2 沉积在基底的表面 B 上。该界面层 2 通过旋涂、流涂、喷涂或丝网印刷技术,或通过用于任何其它通过液体途径沉积薄层的技术获得,且基于聚合物或由溶胶-凝胶制成。

可被使用的溶胶-凝胶层通常为无机氧化物前体,如 SiO_2 、 Al_2O_3 、 TiO_2 等例如溶于水/醇混合物的液体层。这些层通过使用或不用辅助加热手段的干燥进行硬化。作为 SiO_2 前体,提及四乙氧基硅烷(TEOS)和甲基三乙氧基硅烷(MTEOS)。有机官能可以被包括在这些前体和最终的获得的二氧化硅中。例如在文献 EP 799 873 中描述了用于得到疏水涂层的氟化硅烷。

聚合物当中,可提及:

- 聚(对苯二甲酸乙二酯)(PET);
- 聚苯乙烯;
- 聚丙烯酸酯,如聚(甲基丙烯酸甲酯)、聚(丙烯酸丁酯)、聚(甲基丙烯酸)、聚(甲基丙烯酸 2-羟基-乙酯)及其共聚物;
- 聚环氧丙烯酸酯;
- 聚氨基甲酸酯甲基丙烯酸酯;
- 聚酰亚胺,如聚甲基戊二酰亚胺;
- 聚硅氧烷,如聚环氧硅氧烷;
- 聚(乙烯醚);
- 聚(双苯并环丁烯),等

它们单独的或作为其中的几种的共聚物或混合物进行使用。

然后在该界面层 2 的表面上,或者通过压花技术或者通过光刻技术,或者通过任何织构化技术(化学刻蚀、转移激光烧蚀(ablation laser transfert)、离子交换、光折射效应或电光效应)获得所述构件。

压花方法在于通过形成具有亚毫米(submillimétriques)的特征尺寸的特征的光栅来结构具有玻璃功能的基底的部分表面,其中表面结构通

过与称为掩膜的结构化元件相接触并通过施加压力进行的塑性或粘塑性变形获得,所述结构化通过掩膜平行于产品的表面的连续移动和/或通过所述产品平行于产品的表面的连续移动而进行。依照将要结构化的表面的性质调节移动的速度和产品和掩膜之间的加压接触持续时间,尤其是:

- 根据其粘度和其表面张力;
- 任选地根据希望的构件的类型(掩膜上的构件的最忠实的重现,或有意删简的重现等)。

掩膜上的构件并非必须是被复制构件的负片。因此,最终构件可使用多个掩膜或通过多次转换来形成。

掩膜可以具有多个在其尺寸(宽度如高度)和/或其定向和/或其距离而不同的构件的区域。

制造本发明的光栅的另一可能方法包括光刻法。该方法通常在于首先为透明基底提供第一层,可以在其中形成所述凸起构件。该第一层相当于压花法的添加的溶胶-凝胶或聚合物层。其还可以具有与此相同的性质,特别是由二氧化硅制成。在该方法的第二步骤中,沉积第二光敏树脂层。其通过暴露在确定目标的(ciblé)辐射中而在指定位置进行硬化。由此在除去该光敏树脂的未硬化部分后在要蚀刻的第一层上产生掩模。然后以与上文关于压花法的任选步骤所述相同的方式进行蚀刻。可以除去该光敏树脂的可能的残留物。

制造本发明的光栅的另一方法包括纳米结构化层的转印(transfert)。将在第一载体上的粘附层粘附到第二载体上,以构成本发明的装置。该层可以由塑料或类似物制成。

可用的另一方法基于无机玻璃中的离子交换,例如 Na^+ 离子被 Ag^+ 离子交换。

最后,可以利用光折射效应,根据这种效应调制光诱发该材料(例如:钛酸钡的光折射晶体)的折光指数的空间调制。也可以利用电光效应,根据这种效应电场诱发该材料的折光指数的空间调制。

根据目标结构形式,该方法可不必得到完美的几何形状。尤其是在锐角构件的情况下,其可被圆滑而无需妨害所需外观。

依照第一实施方案,获得被称为“蝇眼”的轮廓,即周期性或非周期性突起的大多数具有下面的几何特征:所述构件步长 w 和高度 h 满足下

面的关系:

- $w \leq \lambda$, 优选 $w \leq \lambda/2$ 且更优选 $w \leq \lambda/4$ 和 $h \geq \lambda/4$, 优选 $h \geq \lambda$ 且更优选地 $h \geq 2\lambda$ 。

在这种构造中, λ 属于太阳光谱且更特别地位于太阳能电池的效率最大值处, 尤其地对于无定形硅(参照图 3) $\lambda = 500\text{nm}$ 且对于微晶硅(参照图 3) $\lambda = 700\text{nm}$ 。

所述构件可以例如具有锥形, 或带有多边形(如三角形、正方形、长方形、六边形或八边形)底部的锥体, 所述构件可能是凸状的, 即作为相对于界面层的整体平面的向外凸出(venant en excroissance), 或者可以是凹入的, 即作为界面层的主体中的孔状凹进(venant en creux)。

所有这些构件可在表面之上延伸并形成平行的或非平行的线(实际上其可产生块(plots))。

被选择来形成界面层材料的材料具有的折射指数与构成具有玻璃功能的基底的材料的折射指数(约 1.50)基本相似或接近。

在界面层 2 上沉积所谓的 TCO(透明导电氧化物)导电层 3。其可选自下列材料: 掺杂的氧化锡, 特别是含氟或用锑掺杂(在通过 CVD 沉积的情况下, 可以使用的前体可以是或与氢氟酸或三氟乙酸类型的氟前体相结合的卤化锡或有机金属), 掺杂的氧化锌, 特别是用铝掺杂(在通过 CVD 沉积的情况下, 可以使用的前体可以是有机金属或锌和铝的卤化物)或掺杂的氧化铟, 特别是用锡掺杂(在 CVD 沉积的情况下, 可以使用的前体可以是有机金属或锡和铟的卤化物)。

导电层 3 具有最多 30 欧姆/平方米, 特别是最多 20 欧姆/平方米且优选最多 10 或 15 欧姆/平方米的表面电阻(résistance par carré)。其通常为 5-12 欧姆/平方米。

可注意的是, 如果界面层被置于玻璃和 TCO 导电层 3 之间, 界面层具有的折射指数 n 使得 $n_{\text{玻璃}} \leq n \leq n_{\text{TCO}}$ 。

以这种方式, 在具有玻璃功能(基于玻璃)的基底 1 和导电层 3 之间将获得减反射作用。对于折射指数接近 2.0 的常规 TCO, 这使得透射增大 2-3% 左右。

导电层 3 用太阳能电池的功能层 4 覆盖。

根据导电层 3 和功能层 4 之间的接触区域的性质, 在太阳能电池内部可能获得不同的光学性质:

- 如果接触区域是共形的, 即导电层 3 与来自所述突起的界面层 2 的几何形状共形, 在导电层 3 和功能层 4 之间获得第二减反射作用。对于折射指数为 2 的 TCO 和折射指数为 3 的功能层, 透射的增加将为 3-4 % 左右;

- 如果接触区域不是共形的(即导电层 3 具有与界面层 2 不同的织构(例如粒状物形成)), 该第二种织构(texture)可有助于“光俘获”(capture de lumière)并可使太阳能电池的功能层中的光路程变长。

依照第二实施方案, 制作了漫射或衍射光的结构。界面层 2 的织构部分包括多个周期性或非周期性的突起, 其具有下面的几何特征: 步长 w 和高度 h 满足下面的关系: $\lambda/4 \leq w \leq 2\lambda$; 且 h 为 20nm-1 μ m, 优选 30nm-500nm 且更优选 h 为 50nm-200nm。

在该构造中, 所选的波长 λ 对应于这样的波长, 在该波长中太阳光谱是重要的, 但电池的转化率不是其最佳的。以这种方式, 波长在太阳能电池中通过较长的距离并且被转化的可能性更高。将选择转化率不是过低的波长。因为如果采用转化率过低的 λ 值, 延长光子路径的事实将引起大的相对增加但小的绝对增加。对于基于无定形硅(参照图 3), 作为实例将选择 550-750nm 的 λ (超过该值, 效率过低)。对于微晶硅(参照图 3), 将选择 500-650nm 和 800-1000nm 的 λ 。

所述特征可以例如具有锥形或带有多边形(如三角形、正方形、长方形、六边形或八边形)底部的棱锥体, 所述构件可以是凸出的, 即作为相对于界面层的整体平面的向外凸出, 或者是凹入的, 即在界面层的主体中孔状凹进。

所有这些构件可在表面之上延伸并形成平行的或非平行的线(实际上产生块(plots))。

在该界面层 2 上沉积所谓由 TCO(透明导电氧化物)制成的导电层 3。其可选自下列材料: 掺杂的氧化锡, 特别是含氟或用锑掺杂(在通过 CVD 沉积的情况下, 可以使用的前体可以是与氢氟酸或三氟乙酸类型的氟前体相结合的卤化锡或有机金属), 掺杂的氧化锌, 特别是用铝掺杂(在通过 CVD 沉积的情况下, 可以使用的前体可以是锌和铝的卤化物或有机金属)或掺杂的氧化铟, 特别是用锡掺杂(在通过 CVD 沉积的情况下, 可以使用的前体可以是锡和铟的卤化物或有机金属)。

导电层 3 具有最多 30 欧姆/平方米, 特别是最多 20 欧姆/平方米且

优选最多 10 或 15 欧姆/平方米的表面电阻。其通常为 5-12 欧姆/平方米。

导电层 3 被太阳能电池的功能层 4 覆盖。其产生衍射作用，在界面层处光线被漫射或衍射。

如果导电层 3 与来自界面层的织构是共形的且另外具有一定的固有的粗糙度，于是，在这种情况下，导电层 3 和功能层 4 之间的界面区域具有两个等级(échelle)的织构，第一等级由织构化界面层给出，而第二等级来自导电层的固有粗糙度。具有两个等级中的粗糙度使得获得改善的“光俘获”成为可能。

对于某些实施方式，粗糙度是非均一的，或随意的。在界面层和导电层的表面上没有规则的构件，但是在所述层的表面上的向外凸出和/或孔状凹进的不同尺寸随机分布在整個所述的表面上。这种粗糙度将允许重要的透射过基底的光的漫射，主要是“向前”漫射，即以便使光漫射但主要是朝向太阳能电池的内部。

再次地，目的是最优地“俘获”处于 550-750nm 特定波长 λ 的入射太阳光线。对于基于无定形硅的电池，将选择 550-750nm 的 λ ，对于基于微晶硅的电池(参见图 3)，将选择 500-650nm 和 800-1000nm 的 λ 。

功能层 4 用用作太阳能模块的第二电极的导电层 5 覆盖。该导电层 5，例如由银真空(磁控管)溅射技术制成。

接下来，提供有全部上面论述的层的玻璃板 1 借助于层压中间层 6 固定到支撑玻璃(contre-verre)7，由此制成太阳能或光伏电池。

图 2 表示本发明的另一实施方式，其与图 1 中所示的实施方式的不同仅在于界面层 2 相对于基底的位置。

在该实施方式中，界面层 2 位于基底 1 的表面 A 上。在这种情况下，界面层具有的折射指数 $n \leq n_{\text{玻璃}}$ 。这可以使入射光漫射或衍射以使得光线穿过基底 1 然后通过导电层 3 中并随后通过功能层 4 中(以高的入射角)，由此可以增大光俘获现象。对于特定的波长，获得这种光漫射或散射。

将使用具有满足下列关系的步长 w 和高度 h 的突起(reliefs): $\lambda/4 \leq w \leq 2\lambda$ 且 h 为 20nm-1 μ m，优选 30nm-500nm 且更优选 h 为 50nm-200nm。对于无定形硅，将选择 550-750nm 的 λ (超过该值效率过低)。对于多晶硅(参照图 3)，将选择 500-650nm 和 800-1000nm 的 λ 。

依照本发明的基底可在太阳能电池内使用。

根据预期的应用，在板的最适合的表面上可以施用至少一个为其提

供特定性能的层。特别是可施用对某些波长(例如在紫外线中)形成屏障的层。在板上,优选至少在直接处于环境空气中的一侧还可以施用抗污垢层,如 TiO_2 层,特别是构成专利申请 EP 1 087 916 中目的的层,或如 WO 01/32578 中所述的由 SiO_2 或 Si 的碳氧化物或 Si 的氮氧化硅或 Si 的氧碳氮化物制成的防污层。

实施例 1

图 4 表示依照第一实施方案的“蝇眼”状减反射构造。

界面层 2 沉积在玻璃基底 1 的表面 B 上。该层 2 被结构化并具有梯形底部的凹槽。梯形底部具有的宽度 $w=135\text{nm}$ 和 $p=15\text{nm}$ 。凹槽彼此间由距离 $p=15\text{nm}$ 隔开。构件的深度 h 为 900nm 。

透明导电层 3 沉积在该界面层 2 上。

下表 1 中给出,存在界面层 2 和没有该界面层 2 时,玻璃基底和导电层 3 之间的反射值。反射指数分别为:对于玻璃 1, $n=1.52$;对于结构化的界面层 2, $n=1.52$;且对于导电层(TCO)3, $n=2.01$ 。对于 3 个入射角 θ : 0° 、 30° 和 42° (后面的角度为玻璃中总的内反射角)和对于波长 $\lambda=450\text{nm}$ (对于无定形硅类型电池的理想波长)计算了反射。

表 1: 存在具有减反射作用的界面层 2(“蝇眼”状结构化层)和不存在所述界面层时在玻璃/导电层界面处的反射。

	$R(\theta = 0^\circ)$	$R(\theta = 30^\circ)$	$R(\theta = 42^\circ)$
界面层: $h=900\text{nm}$	0.08%	0.04%	0.02%
无界面层	1.93%	1.95%	1.97%

界面层的减反射作用是明显的,对于所有的入射角反射从约 2% 降至小于 0.1%。

实施例 2

实施例 2 举例说明了本发明的第二实施方案,也就是光路线增大的实施方式。可以参照图 5 和 6,界面层 2 沉积在玻璃基底 1 的表面 B 上。界面层 2 被结构化并具有正弦剖面的凹槽。正弦曲线的步长为 w 且高度

为 h 。在该界面层 2 上沉积由厚度为 e 的透明导电层 3(形成 TCO), 其与结构化界面层 2 的结构共形。由此在功能层 4 中获得光路的增大。如果光线在功能层 4 中具有相对于与电池的垂直线的角度 θ , 在活性介质中的光路将相对于垂直电池的光线以因子 $1/\cos\theta$ 增大。

下面给出的是对于织构的不同步长 w , 作为光的波长 λ 的函数的光路的增大。高度 h 被设定在 $h=200\text{nm}$ 且厚度 $e=600\text{nm}$ 。

下面给出的是对于该织构的不同步长 w , 在功能层 4 中作为光的波长 λ 的函数的光路的增大 A (以 % 表示)。对于介质 1 和 2(玻璃和结构化界面层)折射指数为 $n = 1.52$, 对于介质 3(TCO) $n=2.0$ 且对于介质 4(功能层 4) $n=3$ 。增大 A (以 % 表示)通过对在空气中 0° - 50° 入射角范围内进行平均来计算。

结果在图 6 中给出。观察到由于光在结构化层的衍射/漫射而光路增大。光路的增大, 即“光俘获”, 随光的波长而变化。对于无定形硅类型电池, 特别地具有 $w = 300\text{nm}$ 的织构是特别有效的, 如图 3。实际上, 对于 $600\text{-}750\text{nm}$ 的 λ , “光俘获”是特别有效的。另外, 对于微晶硅类型电池, 具有 $w = 400\text{nm}$ 的织构表现出特别有效, 如图 3。实际上, 对于 $500\text{-}650\text{nm}$ 和 $750\text{-}900\text{nm}$ 的 λ , “光俘获”是特别有效的, 然而在 700nm 附近“光俘获”是较低效的, 在该电池具有最佳的转化率的波长下, 使得“光俘获”现象较少必要。

实施例 3

最后在实施例 3 中, 表示同时具有“蝇眼”状减反射作用和“光俘获”作用的结构。

在该实施例 3 中, 我们采用实施例 2 的几何形状且尤其在 $w = 300\text{nm}$ 的情况下。在该构造中, 不仅可以获得具有光路增大的光捕获, 而且在玻璃(介质 1)和功能层 4 之间获得减反射作用。对于第一波长范围 $\lambda = 400\text{-}600\text{nm}$ (对于该结构)通过计算介质 1(玻璃)和功能层 4 之间的光透射, 获得 4% 左右的光透射增大(通过对 0° - 50° 的入射角进行平均而获得的值)。另外, 我们已经看到(参照图 6)对于 $600\text{-}750\text{nm}$ 的第二波长范围, 这种结构可以增大光路 20% 左右。对于无定形硅类型功能层 4, 其导致这种结构将具有双重有益效果, 如图 3。对于 $400\text{-}600\text{nm}$ 的波长(功能层 4 对于该波长非常有效的), 该结构引起减反射作用, 然而对于 $600\text{-}750\text{nm}$ 的波长(其中功能层 4 较少有效的)获得“光俘获”作用。

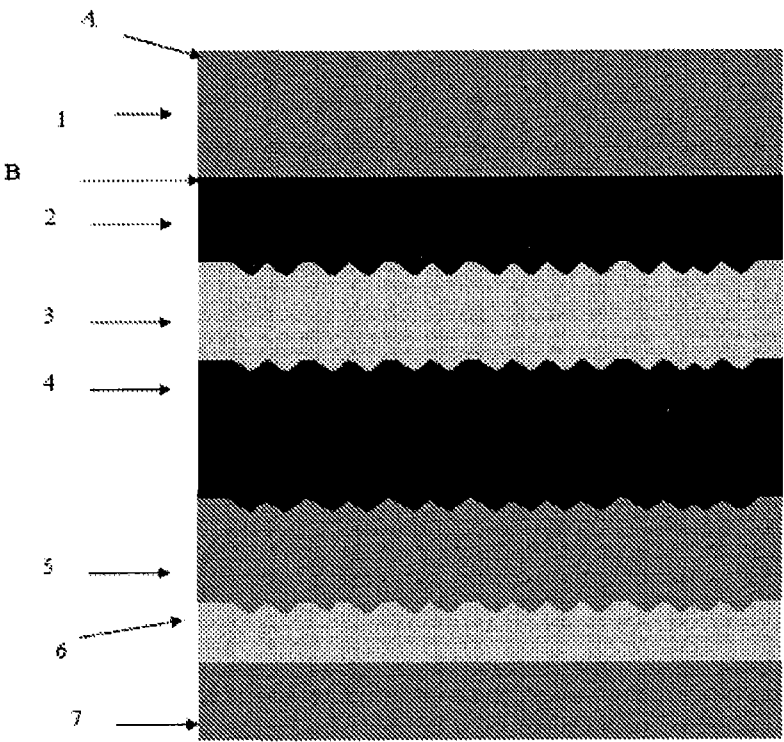


图 1

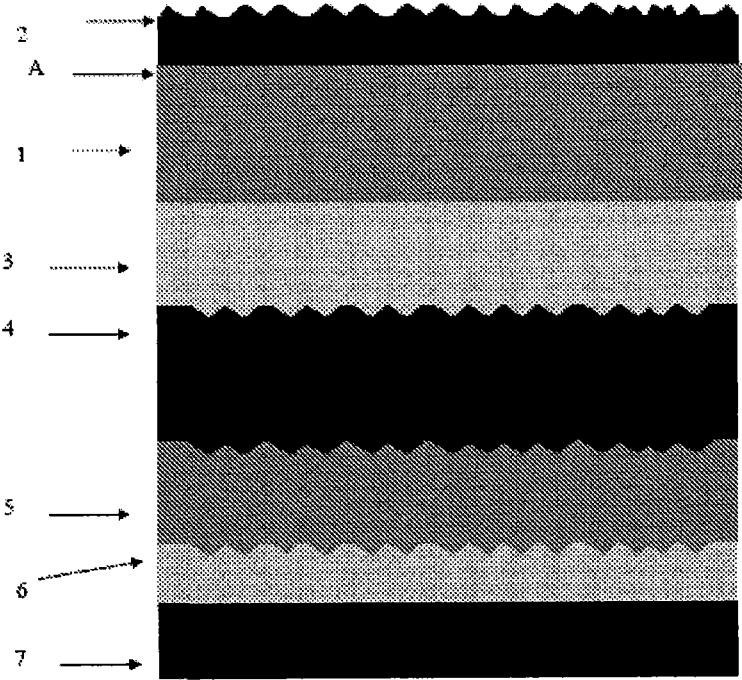


图 2

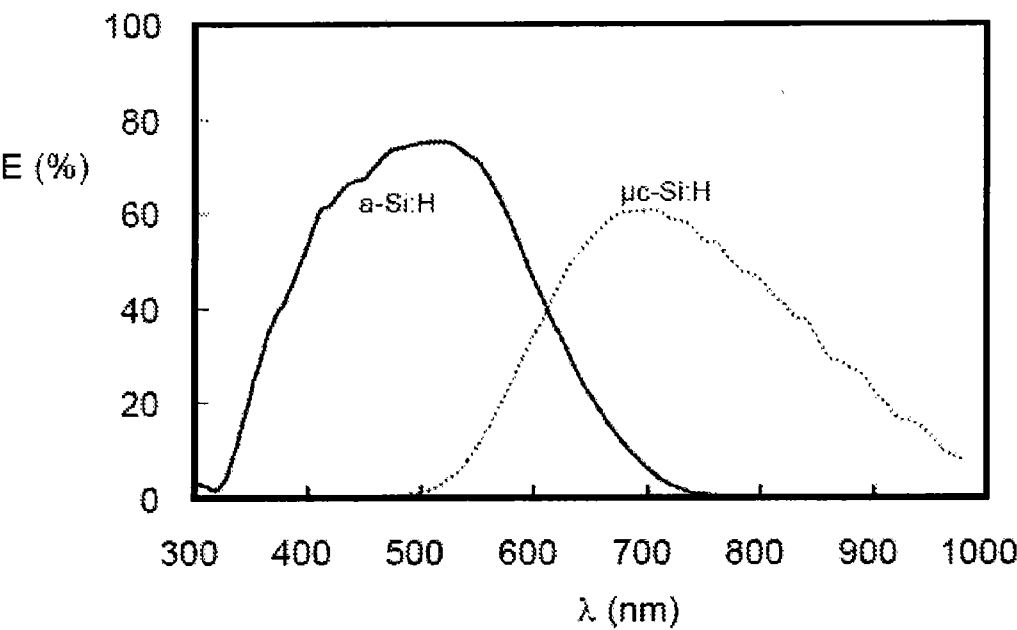


图 3

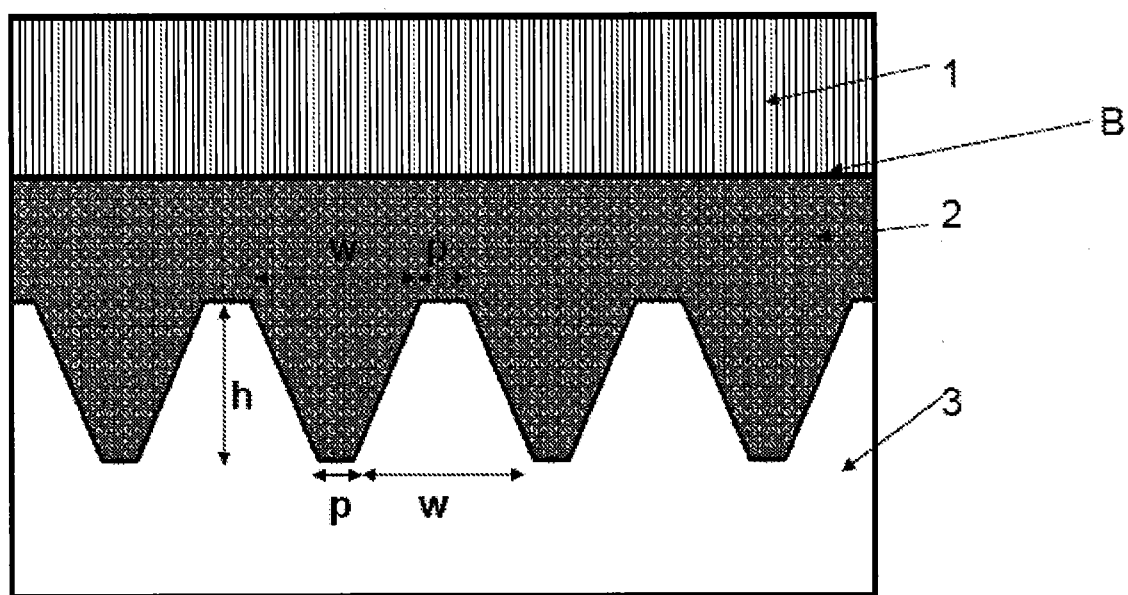


图 4

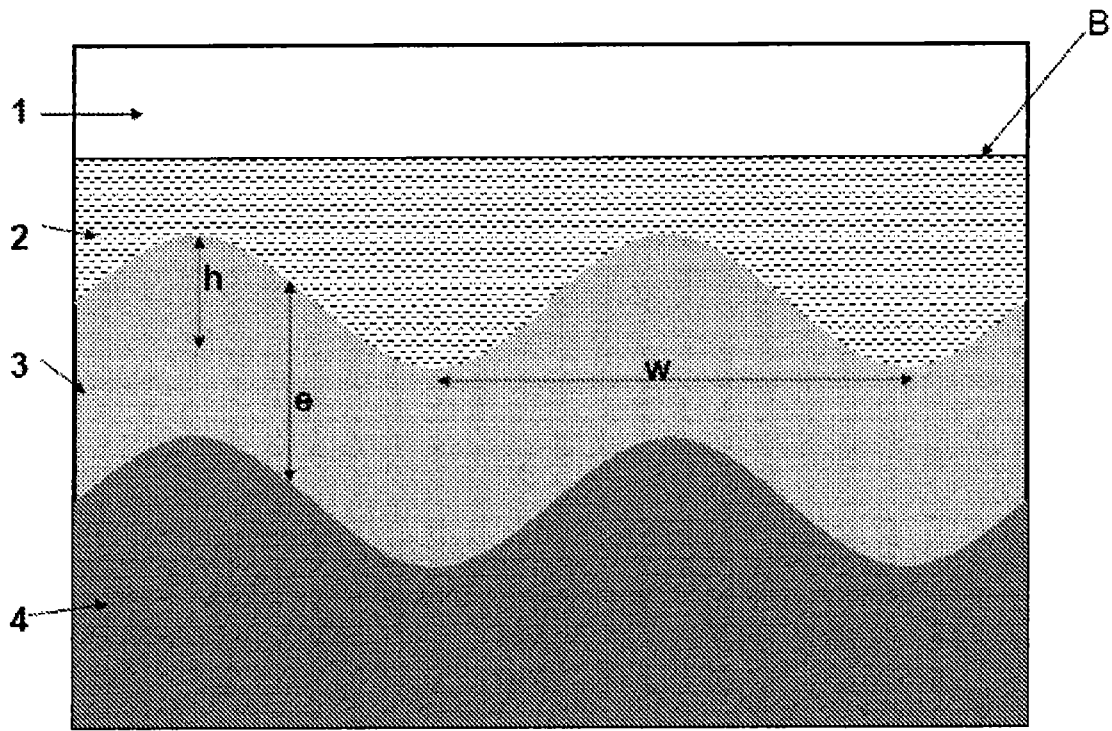


图 5

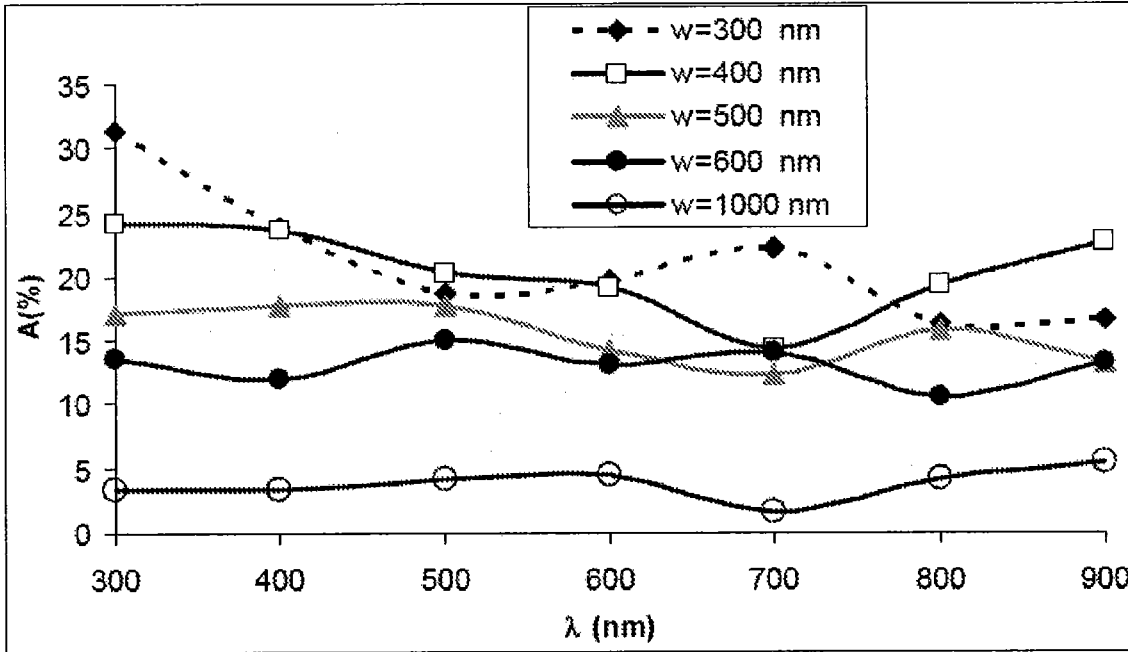


图 6