



(45) 授权公告日 2016.06.08

马克·A·斯特罗贝尔

1. 一种透明抗反射结构化膜,其包括:

具有结构化面的结构化膜基材,其中所述结构化面包括抗反射结构,所述抗反射结构限定结构化表面并且抗光反射,所述结构化表面的全部包括玻璃样表面,至少所述抗反射结构包括交联的有机硅弹性体材料,并且所述玻璃样表面包括 $\text{SiO}_2$ 化学计量并且涂有涂层,该涂层有至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物的层,其中所述凝聚物包括二氧化硅纳米颗粒的三维多孔网,并且所述二氧化硅纳米颗粒粘合到邻近的二氧化硅纳米颗粒。

2. 根据权利要求1所述的透明抗反射结构化膜,其中所述玻璃样表面中包括的所述 $\text{SiO}_2$ 化学计量进入所述抗反射结构中每一者的深度为至少5纳米。

3. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中所述玻璃样表面中包括的所述 $\text{SiO}_2$ 化学计量进入所述抗反射结构中每一者的深度在至少10纳米至100纳米的范围内。

4. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中所述玻璃样表面包括最小量至少10摩尔%的碳原子。

5. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中所述玻璃样表面包括范围在最小量至少10摩尔%的碳原子至最多达40摩尔%的碳原子。

6. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中所述抗反射结构包括棱柱,其棱柱顶端角在15度至75度范围内,并且其间距在10微米至250微米范围内。

7. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中所述抗反射结构包括棱柱,其谷-峰高度在10微米至250微米范围内。

8. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中在所述结构化表面暴露在沾污测试和落砂测试中的至少一者之后,所述膜表现出的透光率变化小于8%。

9. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中所述抗反射结构包括棱柱顶锥角 $\alpha$ 小于90度、小于或等于60度、或者在10度至最高达90度范围内的棱柱和在2微米至2cm范围内的间距。

10. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中在所述结构化表面暴露于沾污测试、落砂测试或这两个测试之后,所述膜呈现至少80%的透光率。

11. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中所述结构化表面具有至少20MPa的储能模量,而每一抗反射结构的其余部分所具有的储能模量低于所述结构化表面具有的储能模量。

12. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中所述涂层包括:

- a) 从60重量%至95重量%的二氧化硅纳米颗粒凝聚物;
- b) 从0.1重量%至20重量%的至少一种或多种四烷氧硅烷;
- c) 任选的从0重量%至5重量%的表面活性剂;和
- d) 任选的从0重量%至5重量%的润湿剂。

13. 根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,其中所述涂层包括:

- a) 从0.5重量%至99重量%的水;
- b) 从0.1重量%至20重量%的二氧化硅纳米颗粒,其平均粒径为40nm或更小;
- c) 任选从0重量%至20重量%的二氧化硅纳米颗粒,其平均粒径大于50nm,其中b)和c)的总和为从0.1重量%至20重量%;
- d) 足够量的酸,其 $\text{pK}_a < 3.5$ 以将pH降低到小于5;以及

e)任选地从0重量%至20重量%的四烷氧硅烷,该量是相对于二氧化硅纳米颗粒的量而言的。

14.一种光能吸收装置,其包括:

具有光能接收面的吸光体;以及

根据权利要求1或2所述的透明抗反射结构化膜,所述透明抗反射结构化膜设置在光能源和所述光能接收面之间,同时,来自所述光能源的光能被所述吸光体吸收。

15.一种制备透明抗反射结构化膜的方法,所述方法包括:

提供具有结构化面的结构化膜基材,所述结构化面包括抗反射结构,所述抗反射结构限定抗光反射的抗反射结构化表面,其中至少所述抗反射结构包括交联的有机硅弹性体材料;以及

对所述抗反射结构化表面进行处理以将限定所述抗反射结构化表面的全部的交联的有机硅弹性体材料转变成包括 $\text{SiO}_2$ 化学计量的玻璃样材料,使得所述抗反射结构化表面中至少相当大一部分包括具有所述 $\text{SiO}_2$ 化学计量的玻璃样表面;以及

用至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物的层的涂层来涂覆所述玻璃样表面,其中所述凝聚物包括二氧化硅纳米颗粒的三维多孔网,并且所述二氧化硅纳米颗粒粘合到邻近的二氧化硅纳米颗粒。

## 涂有二氧化硅纳米颗粒的玻璃样聚合物抗反射膜、制备方法 以及使用该膜的吸光装置

[0001] 相关专利申请的交叉参考

[0002] 本专利申请要求于2010年12月20日提交的第61/424707号美国临时专利申请的权益,该专利的公开内容以全文引用方式并入本文。

[0003] 本发明在DOE授予的政府支持下进行,合同号为DE-EE0000587。政府拥有本发明的某些权利。

[0004] 本发明涉及透明抗反射结构化膜,确切地说,涉及一种透明抗反射结构化膜,该膜包括涂有纳米级微粒的交联的有机硅弹性体材料,更确切地说,涉及具有玻璃样表面的抗反射结构的这类膜,该表面涂有二氧化硅纳米颗粒,并涉及制备该类膜的方法,以及包括该类膜的吸光装置。

### 背景技术

[0005] 由于基于燃烧化石燃料的常规发电(例如,基于石油和煤炭的发电厂)的成本升高并且需要减少伴随的温室气体,因此非常规电源中的投资增加。例如,美国能源部已在太阳能发电(例如,基于太阳能的热水生成和发电)的研究和开发中进行了大量投资。一种这样的非常规发电源是使用光伏电池来将太阳光能转化为电。太阳光能还已被用来直接或间接地加热水以供住宅和商业使用。与此提高的关注程度一道,需要改善此类非常规太阳能技术可吸收光能的效率并从而增加可供使用的太阳能的量。

### 发明内容

[0006] 本发明提供一种通过允许更多可用的光能进入对应的吸光元件(例如,光伏电池)来提高太阳光和其他光能吸收技术的效率(即,增大能量产生潜能)的方法。

[0007] 有机硅弹性体以其在长期暴露于紫外光下的稳定性而著称,且它们可能在光学上透明并且坚韧。不幸的是,有机硅弹性体也具有相对发粘的表面,此表面往往会吸引、粘附(pick-up)并且固持住污物和粉尘微粒。直到现在,有机硅弹性体粘附并且固持住污物和粉尘的该特性使其成为形成光能吸收或转化装置的暴露表面的不可取的材料,例如用于光伏电池的光透明棱柱覆盖件。本发明至少部分基于以下发现:有机硅弹性体表面的粘着性可以显著降低,以及它们对污物和粉尘微粒粘附的抵抗力可以显著提高,方法是对有机硅弹性体材料的结构化表面进行处理使得它成为包括SiO<sub>2</sub>化学计量的玻璃样表面。对污物和粉尘微粒粘附的抵抗力可以进一步增加,同时保持耐磨性,方法是在玻璃样表面上涂覆无机纳米级微粒。

[0008] 在本发明的一方面,提供了透明抗反射结构化膜、片、幅材等,其包括结构化膜基材,该基材包括具有抗反射结构的结构化面,该抗反射结构限定了抗光反射的结构化表面。至少抗反射结构包括交联的有机硅弹性体材料,其中结构化表面中的所有、大多数或至少相当大一部分包括玻璃样表面,并且该玻璃样表面包括SiO<sub>2</sub>化学计量。该玻璃样表面涂有至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物的层的涂层,其中凝聚物包括二氧化硅纳米颗粒的三

维多孔网,并且二氧化硅纳米颗粒粘合到邻近的二氧化硅纳米颗粒。

[0009] 期望玻璃样表面包括大于约50摩尔百分比的 $\text{SiO}_2$ 。可以期望玻璃样表面包括在大于约50摩尔百分比至约90摩尔百分比范围内的 $\text{SiO}_2$ 。或者,也可以期望玻璃样表面包括在至少约60摩尔百分比至约90摩尔百分比范围内的 $\text{SiO}_2$ 。优选地,玻璃样表面包括至少约60、65、70、75、80或85摩尔百分比的 $\text{SiO}_2$ 。玻璃样表面可以包括至少一些量的 $\text{SiOH}$ 。本文所用的对 $\text{SiOH}$ 的任何引用不仅包括 $\text{SiOH}$ ,而且还包括含 $\text{Si}$ 和 $\text{OH}$ 的其他成分。

[0010] 期望每个抗反射结构中只有外层是玻璃样的(即,每个抗反射结构具有玻璃样表面)。抗反射结构可以从结构化膜基材的基座部分或背衬中突出。玻璃样表面的深度取决于在抗反射结构的至少相当大一部分上形成玻璃样表面所使用的处理(例如,火焰温度和持续时间、UV辐射强度和持续时间、氧等离子体功率和持续时间,等等)的设置(例如,强度和/或持续时间)。

[0011] 在本发明的另一方面,提供了一种用于制备根据本发明的透明抗反射结构化膜的方法。所述方法包括:提供具有结构化面的结构化膜基材,所述结构化面包括抗反射结构,所述抗反射结构限定抗光反射的抗反射结构化表面,其中至少抗反射结构包括交联的有机硅弹性体材料;以及对抗反射结构化表面进行处理以将限定抗反射结构化表面的至少相当大一部分的交联的有机硅弹性体材料转变成包括 $\text{SiO}_2$ 化学计量的玻璃样材料,这样抗反射结构化表面的至少相当大一部分包括具有 $\text{SiO}_2$ 化学计量的玻璃样表面;以及用至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物的层的涂层来涂覆所述玻璃样表面,其中所述凝聚物包括二氧化硅纳米颗粒的三维多孔网,并且二氧化硅纳米颗粒粘合到邻近的二氧化硅纳米颗粒。

[0012] 提供结构化膜基材的步骤可以包括:提供可固化的有机硅前体材料,以形成交联的有机硅弹性体材料;使所述有机硅前体材料形成所述结构化膜基材的形状;以及对所述有机硅前体材料进行固化,以形成所述结构化膜基材。用至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物层来涂覆所述玻璃样表面的步骤可以使用常规气刀涂覆技术来执行。

[0013] 在本发明的另一方面,提供一种光能吸收装置(例如,太阳能热水系统、光伏发电系统等等),其包括吸光体(例如,太阳能热水循环管或其他管道、光伏电池等等)以及透明抗反射结构化膜。吸光体具有光能接收面,并且透明抗反射结构化膜设置成至少在来自源的光能被吸光体吸收时在光能源(例如,太阳)与光能接收面之间。光能吸收装置(例如,太阳能转化装置)用于大量应用中,有地球上的应用还有基于太空的应用。在一些实施例中,太阳能转化装置可以附接到基于陆地的、基于水的、基于空气的和/或基于太空的运载工具,例如汽车、飞机、火车、船或航天卫星。许多这样的环境会对有机聚合物材料非常不利。

[0014] 在本发明的另一方面,提供一种用于制备光能吸收装置的方法。所述方法包括:提供根据本发明的透明抗反射结构化膜;提供具有光接收面的吸光体;将所述抗反射结构化膜固定到所述吸光体,使得光能够穿过所述抗反射结构化膜到达所述吸光体的所述光接收面。

[0015] 如本文所用并且除非另外指明,术语“膜”与片、幅材及类似结构是同义的。

[0016] 如本文所用,术语“透明”是指结构(例如,本发明的膜)允许所需带宽的光透射通过的能力。如该术语在本文中所用,某一结构在不被认为是清晰的情况下仍可以是透明的。也就是说,如该术语在本文中所用,某一结构可以在被认为是模糊的但仍是透明的。期望根据本发明的透明结构允许通过至少85%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%或98%的透光率。本

发明可以用于广泛的光波长带中。例如,可以期望本发明的透明情况可以使约400nm至约2500nm的波长带内的光能透射。该带大体对应于包括近红外(IR)光的可见光带。

[0017] 如本文所用,术语“抗反射结构”是指能改变光的入射角而使得光超过临界角进入聚合物材料并在内部透射的表面结构。

[0018] 如本文所用,术语“玻璃样表面”是指有机硅弹性体基材(即,包括交联的有机硅弹性体材料、热塑性有机硅弹性体材料,或这两者的基材)的表面,其中所述表面包括硅石( $\text{SiO}_2$ )的化学计量并且显示出对污物和粉尘微粒粘附的抵抗力(即,抗污性)以及/或者类似于或至少类似于由100%玻璃表面显示出来的耐磨性。“玻璃样表面”可以是亲水的,但可能无需是亲水的。此外,如下文所述,在进行沾污测试、落砂测试或这两个测试之后,“玻璃样表面”显示出一定的透光度,这对于预期的光能吸收应用而言是合格的。如本文所用,抗反射结构化表面中的一部分基本上是玻璃样的,同时该表面在沾污测试、落砂测试,或这两个测试表现出期望的抵抗力,该情况如该类测试对透光度的影响和/或在该类测试之后由玻璃样表面所显示出来的光透射的变化所证实的那样。

[0019] 如本文所用,属于“硅石或 $\text{SiO}_2$ 化学计量”是指含硅和氧气的组合物,其比例充分接近硅石的化学计量(即,氧与硅2:1的比率),该组合物显示出硅石玻璃的至少一些性质。例如,一种组合物满足以下条件时具有硅石化学计量:具有的氧与硅的比率至少为1.25:1.00、至少为1.5:1.0、至少为1.75:1.00并且优选更接近或等于约2.0:1.0的氧与硅比率。

[0020] 出现在说明书和权利要求书中的术语“包括”、“含有”、“包含”及其变型不具有限制的意思。

[0021] 词语“优选的”和“优选地”是指在某些情况下可以提供某些有益效果的本发明的实施例。然而,在相同的情况或其他情况下,其他实施例也可以是优选的。此外,对一个或多个优选实施例的表述并不暗示其他实施例是不可用的,且并非意图将其他实施例排除在本发明范围之外。

[0022] 如本文所用,除非上下文另行明确指出,否则“一个”、“所述”、“至少一个”和“一个或多个”可互换使用。

[0023] 术语“和/或”意为一个或所有的所列元件或所列元件中任何两者或两者以上的组合(例如,使用UV光、UVO、氧等离子体,和/或热量来处理抗反射结构化表面意为使用UV光、UVO、氧等离子体、热量或这三者的任何组合)。

[0024] 在本文中,通过端点表述的数值范围包括该范围内包括的所有数字(例如,1至5的范围包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4、4.6、5、5.3等)以及该范围内的任何范围。

[0025] 如本文所公开的抗反射结构化膜的使用已呈现出被反射但不到达光能吸收装置中的吸光元件的光的量的减少。例如,这样的抗反射结构化膜已使得常规的光伏太阳能模块得以实现约3%至约7%范围内的平均输出功率增加。通过改善抗反射结构化膜的暴露表面对污物和粉尘微粒粘附的抵抗力(即抗污性)和/或耐磨性,本发明可以有助于在光能吸收装置的使用寿命期间保持此类抗反射结构化膜对光的透射性。这样,本发明可有助于减少在该类光能吸收装置中的光暴露表面反射离开的入射光的量。确切地说,相比于不具有玻璃样表面的同一有机硅弹性体材料,以及相比于用其他聚合物材料(例如,聚氨酯)制成的同一结构化面,本发明中的结构化面由于具有玻璃样表面而更易于保持清洁(即,更能防止沾污),并且具有相对较好的机械耐久性(例如,对于落砂的抵抗性)。积累在该结构化面上

的污物和粉尘微粒也可以相对容易地保持清洁。

[0026] 光能吸收装置,以及尤其是抗反射结构化膜的结构化面可以暴露于来自外部环境的多种不利条件。例如,所述结构化面可以暴露于可能损坏结构化面的结构化表面的环境要素如雨、风、雹、雪、冰、扬沙等。此外,长期暴露于其他环境条件如暴露于来自太阳的热和UV辐射也可能引起结构化面的劣化。例如,许多聚合型有机材料易于因反复暴露于UV辐射而分解。光能吸收装置如太阳能转化装置的耐候性一般以年衡量,因为期望材料可以运作多年而不出现性能退化或性能损失。期望该材料可以经受多达20年的户外暴露而不出现光透射或机械完整性的显著损失。典型的聚合物有机材料无法经受得起在户外暴露很长时间如20年不出现光透射或机械完整性的损失。在至少一些实施例,本发明的结构化面预期具有抗污性和/或至少约5年到至少约20年范围内和可能更长(例如,至少约25年)的机械耐久性。此外,由于其由有机硅材料制成,因此所述结构化面可以显示出至少约15年、约20年或甚至约25年的长期UV稳定性。

[0027] 在本发明的附图和详细描述中更加充分地展示和描述本发明的这些及其他可能优点,其中相似的参考数字用来代表类似部件。然而,应当理解,附图和描述仅用于举例说明的目的,而不应被理解为是对本发明范围的不当限制。

#### 附图说明

[0028] 在附图中:

[0029] 图1是本发明的透明抗反射结构化膜实施例的侧边视图;

[0030] 图2是本发明的替代形式的透明抗反射结构化膜实施例的侧边视图;

[0031] 图3是本发明的另一透明抗反射结构化膜实施例的侧边视图;

[0032] 图4是具有透明抗反射结构化膜的光能吸收装置实施例的侧视图,所述透明抗反射结构化膜经设置以增加由吸光体吸收的光量;和

[0033] 图5是另一光能吸收装置实施例的侧视图,其示出在如此增加由吸光体吸收的光量时入射光可以行进的反射路径。

#### 具体实施方式

[0034] 以下描述更具体地举例说明了示例性实施例。在描述本发明的以下实施例时,使用特定术语是为了清晰的目的。然而,本发明并非意图受限于如此选择的特定术语,并且每一个如此选择的术语都包括相似地工作的所有技术等同物。此外,相同的参考数字用于识别出不同的图示实施例中相同或相似的元件。

[0035] 除非有相反的指示,在上述说明书和所附权利要求中所提出的数值参数为近似值,可以根据本领域内的技术人员利用本文所公开的教导内容而寻求获得的所需性质而变化。

[0036] 参考图1,示例性透明抗反射结构化膜10包括结构化膜基材12,所述基材具有带抗反射结构的主结构化面14,例如,此抗反射结构的形式为抗光反射的棱柱肋条16(见图5)。每个抗反射结构(例如,肋条)16具有顶锥角 $\alpha$ 、谷-峰高度 $H_{TP}$ ,以及暴露的结构化表面18。两个邻近的抗反射结构(例如,肋条)16在其间界定谷角 $\beta$ 以及峰-峰距离 $D_{PP}$ 。膜10进一步包括基座部分20,所述抗反射结构16从所述基座部分延伸出去。基础部分20可以如图所示作为

结构16的一部分一体地形成,或者可以如虚线21所示作为单独的层。为了改善它们的耐久性,可以期望使肋条16具备圆形峰 $R_P$ 和圆形谷 $R_T$ 。

[0037] 结构化膜基材12包括交联的有机硅弹性体材料。有机硅弹性体材料可以是,例如,可以加热固化或冷凝固化的两部分有机硅橡胶(例如,迈图(Momentive)RTV615有机硅)、可以用电子束(e-束)固化的聚二甲基硅氧烷(例如,得自位于宾夕法尼亚州莫里斯维尔的盖勒斯特公司(Gelest)的DMS-S51)等等,或其组合。可以用于形成结构化表面的有机硅材料的其他具体实例为:其他氢化硅烷化固化有机硅,例如得自道康宁公司(Dow Corning)的Sylgard184或得自威凯化学品公司(Wacker Chemie AG)的Elastosil601;冷凝固化有机硅,例如得自道康宁的732和734RTV有机硅;以及电子束可交联的有机硅,例如得自盖勒斯特的DMS-S42或得自威凯化学品公司的EL Polymer NA。

[0038] 结构化面14暴露于处理,该处理使限定每个结构16的表面18的所有、大多数或至少相当大一部分的交联的有机硅弹性体材料转变为包括 $SiO_2$ 化学计量的玻璃样材料。此类处理可以包括,例如,将有机硅材料暴露于以下项中的一者或其组合中:真空紫外(VUV)光(例如,172nm激发原子(Excimer)VUV灯处理)、真空紫外光和臭氧(VUV/O<sub>3</sub>)、火焰处理、氧等离子体处理,以及可以转化有机硅弹性体材料中的硅原子以显示出 $SiO_2$ 化学计量的任何其他处理。玻璃样材料成形以进入每个结构16深度D。玻璃样材料的深度D取决于暴露强度和/或处理的持续时间。因此,玻璃样材料可以成形以达到深度D,该深度使交联的有机硅弹性体材料的核心或残留部分22处于每个结构16中或使每个结构16完全由玻璃样材料形成。在随后的实施例中,可能存在由未经处理的有机硅弹性体材料制成的膜基材12的残留部分(例如,在虚线21下方)。形成结构化表面18的材料显示出越接近的 $SiO_2$ 化学计量,表面18就越能抵抗污物和粉尘微粒的粘附(由沾污测试结果所指示),且越耐磨(由落砂测试结果所指示)或这两者兼备。

[0039] 不希望受理论的约束,据信玻璃样表面的形成方法是通过吸收高能光子或通过热氧化来破坏抗反射结构的暴露表面上或附近的Si-C键。在破坏此Si-C键之后,便生成了SiOH,其经压缩以形成 $SiO_2$ 化学计量。

[0040] 结构化表面18对污物和粉尘微粒粘附的抵抗性(由沾污测试结果所指示)可以通过以下方法得到进一步改善:用至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物层23的涂层来涂覆玻璃样表面。所述凝聚物包括二氧化硅纳米颗粒的三维多孔网,并且二氧化硅纳米颗粒粘合到邻近的二氧化硅纳米颗粒。可以期望二氧化硅纳米颗粒的平均大小(即,大直径或尺寸)范围自约5纳米(nm)至最高达且包括约100nm。可以期望二氧化硅纳米颗粒涂层的厚度达到约1000nm,并且还可以期望二氧化硅纳米颗粒涂层的厚度范围自约20nm至最高达且包括约100nm。涂覆大于100nm的涂层可能存在困难。例如,纳米级微粒的此类厚涂层可能会导致纳米级微粒的过量凝聚并且/或者可能会导致涂层显示出不期望的染色效果。该二氧化硅纳米颗粒层可以包括以下项中公开的那些层的任何一者或其组合:第W02009/140482号PCT公开、公布的第US2001/036547号美国专利申请,以及第US3,986,997和US4,027,073号美国专利,还有第US2010/056773号PCT专利申请、于2010年10月6日提交的第61/390491号美国临时专利申请以及于2009年11月18日提交的第61/262423号美国临时专利申请,这些均以全文引用的方式并入本文中。

[0041] 可以期望膜10,或根据本发明的任何其他透明抗反射结构化膜,与任选的透明支

承背衬24组合在一起使用。在这样的实施例中,支承背衬24具有主面24a,并且结构化膜基材12进一步包括主背衬面12a,所述主背衬面粘合到支承背衬24的主面24a以形成透明的增强型抗反射结构化膜。支承背衬24可以包括聚合物材料或玻璃或其他透明陶瓷材料。示例性的聚合物材料可以包括以下材料的至少一种或组合:聚甲基(甲基)丙烯酸酯(PMMA)膜、聚偏二氟乙烯(PVDF)膜、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)膜、涂有底漆的PET膜、聚碳酸酯膜、交联的聚氨酯膜、丙烯酸酯膜、乙烯四氟乙烯(ETFE)、氟化乙烯丙烯(FEP)膜或其共混物。紫外吸光体(例如,得自汽巴嘉基公司(Ciba Geigy)的Tinuvin1577,以及均得自南卡罗来纳州邓肯(Duncan, SC)的苏卡诺聚合物公司(Sukano Polymers Corporation)的Sukano TA11-10MB03PMMA-UVA和Sukano TA07-07MV02PET-UVA)可以并入PMMA以及PVDF和PMMA的共混物中以改善室外耐久性。其他透明的陶瓷材料可以是例如石英晶体等等。透明的非织造或织造纤维材料,或短切透明纤维,也可以用于形成支承背衬24。该类纤维材料可以设置在形成结构化膜10的有机硅弹性体材料中、设置在结构化膜10上,或两者兼备。

[0042] 透明的支承背衬24还可被选择成能够耗散静电。例如,支承背衬可以包括使支承背衬24能耗散静电的一种或多种聚合物材料。为了耗散静电,透明支承背衬24还可以包括固有静电耗散聚合物,例如得自路博润公司(Lubrizol Corp)的STATRITE X5091聚氨酯或STATRITE M809聚甲基丙烯酸甲酯那些。或者,可以将静电耗散盐(例如,得自3M公司的FC4400)混入用于制备透明支承背衬24的聚合物(例如,PVDF)中。此外或作为替代方案,结构化膜基材12可以包括此类静电耗散盐。

[0043] 代替支承背衬24或除该支承背衬外,还可以期望的是膜10或根据本发明的任何其他透明抗反射结构化膜与任选的防潮层26组合起来使用。在这样的实施例中,防潮层26可以例如间接地经由一个或多个中间层(例如,支承背衬层24)或是直接地将抗湿阻挡层26通过层合、涂覆或用其他方式粘合到结构化膜基材12的主背衬面12a上来形成。或者,防潮层26可以通过配制膜10的组合物以使其具有防潮性质(例如,使其抑制湿气吸收、渗透等)来形成。

[0044] 防潮层可以为(例如)阻挡组件或者第PCT/US2009/062944号国际专利申请、第7,486,019和7,215,473号美国专利以及公布的第US2006/0062937A1号美国专利申请中所公开的阻挡层中的一种或多种,这些专利文献以全文引用方式并入本文中。防潮层可能是有用的,因为有机硅具有高水汽透过率,而光伏电池通常对湿气敏感。因此,通过用防潮层作为背衬,本发明的透明抗反射结构化膜可以直接用在对湿气敏感的光伏电池上(例如,铜/钢/镓/硒或CIGS光伏电池)。

[0045] 参考图2,在本发明的透明抗反射结构化膜的另一个实施例10a中,主结构化面14暴露在一定程度/持续时间的处理中,致使每个抗反射结构16中全部的有机硅弹性体材料转变为包括SiO<sub>2</sub>化学计量的玻璃样材料。在该实施例中,膜基材12的残留部分22保持为有机硅弹性体材料。虚线23将基材12中的玻璃样材料部分与有机硅弹性体材料部分分离开。同样,结构化表面18可以通过以下方法来进一步改善:用至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物层23的涂层来涂覆玻璃样表面。

[0046] 参考图3,在本发明的透明抗反射结构化膜的另一个实施例10b中,每个抗反射结构16从单独的基座部分20'延伸出来。单独的基座部分20'可以是一层或多层的交联的有机硅弹性体材料,或者该单独的基座20'可以是一层或多层的不同材料(例如,PMMA、PVDF以及

PET之类的较便宜的材料)。单独的基座20'借助于任何合适的构件粘附或用其他方式粘合到抗反射结构16,这取决于有机硅弹性体材料与不同材料之间的相容性。例如,基座部分20'的主表面20a可以任选地涂有底漆或用其他方式来处理(例如,电晕处理)或制备,以便接收并且粘合每个有机硅弹性体抗反射结构16中的主背衬面16a。抗反射结构16的形成方法可以是,例如,使用模具膜(未图示),所述模具膜的至少一个主表面中形成有微复制图案,所述微复制图案与抗反射结构16的所需图案相匹配。

[0047] 所需的有机硅弹性体前体材料层可以挤到、涂覆到或用其他方式施加到基座部分面20a的表面上。模具膜中微复制的主表面随后可以与有机硅弹性体前体材料层发生接触,从而使施加的有机硅弹性体前体材料中的暴露表面形成为所需的抗反射结构16的形状。或者,有机硅弹性体前体材料层可以挤到、涂覆到或用其他方式施加到模具膜中的微复制主表面上,随后施加的前体材料中暴露的背表面可以用层合方式或用其他方式发生接触,从而与基座部分面20a的表面粘合在一起。或者,有机硅弹性体前体材料层可以直接挤到、涂覆到或用其他方式施加到模具膜中的微复制主表面与基座部分面20a的表面之间,虽然所有这三层是,例如通过穿过压料辊工位而层合在一起。一旦所形成的前体材料与基座部分面20a的表面发生接触,有机硅弹性体前体材料便初始为交联的或固化的,模具便被移除,然后则有,随后的处理至少在抗反射基材16的表面18中产生玻璃样材料。

[0048] 抗反射结构可以包括以下结构中的至少一者或组合:棱柱形、金字塔形、圆锥形、半球形、抛物线形、圆柱形和筒形结构。包括棱柱的抗反射结构可以具有小于约90度、小于或等于约60度、小于或等于约30度或者在约10度至最高达约90度范围内的棱柱顶锥角 $\alpha$ 。这样的抗反射棱柱结构还可以具有在约2微米至约2cm范围内的谷-谷或峰-峰间距或距离。包括棱柱的抗反射结构还可以具有在约15度至约75度范围内的棱柱顶锥角。包括棱柱的抗反射结构还可以具有在约10微米至约250微米范围内的谷-谷或峰-峰间距。在耐久性改善的抗反射结构16的一个实施例中,肋条16具有半径约为5微米的圆形峰 $R_P$ 和圆形谷 $R_T$ 、约53度的谷角 $\beta$ 、约50微米的峰-峰间距或距离 $D_{PP}$ ,以及约37.7307微米的谷-峰高度 $H_{TP}$ 。

[0049] 可以期望抗反射结构具有的折射率小于约1.55,并且优选地,折射率小于约1.50。当抗反射结构包括棱柱结构(例如,线性棱柱结构或肋条)时,可以期望每个棱柱从底部到顶端变窄,从而使具有的顶角小于约90度,并且优选小于或等于约60度。可以期望这样的棱柱结构的谷-峰高度在约10微米至约250微米的范围内。还可以期望这样的棱柱结构的谷-峰高度在约25微米至约100微米的范围内。

[0050] 可以期望在结构化表面暴露在沾污测试、落砂测试,或这两个测试的组合之后,本发明的透明抗反射结构化膜具有至少约85%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%或99%的透光率。下文描述这些测试。可以期望在结构化表面暴露在沾污测试、落砂测试,或这两个测试的组合之后,本发明的透明抗反射结构化膜显示出来的透光率变化小于10%、9%、8%、7%、6%、5%、4%、3%、2%或1%。

[0051] 本发明的透明抗反射结构化膜也可以包括无机微粒,并且优选是抗反射结构的有机硅弹性体材料中的纳米级微粒。这些微粒可以包括任何合适的无机材料(例如,硅石、氧化锆、二氧化钛等或其任何组合)。这样的微粒也可以涂有硅烷表面修改形式,从而促进有机硅的分散。这样的微粒的大小可以在最高达并且包括约2.0微米的范围内。硅石微粒可以达到微米大小,但优选的是由纳米大小(即,在从约5nm至最高达并且包括约50nm的范围内)

下使用的其他材料制成的微粒。这样的颗粒,尤其是纳米级微粒,也可以在0重量%至最高达并且包括约60重量%的范围加到有机硅弹性体材料中。

[0052] 参考图4,本发明的透明抗反射结构化膜10的任何实施例可以用于光能吸收装置30中,例如,光源热能吸收装置(例如,太阳能热水系统)、光伏装置或任何其他光能吸收装置。这样的装置30还包括具有光能接收面32a的吸光体32(例如,光伏电池),其中透明抗反射结构化膜10相对于吸光体32而设置在光能源(例如,太阳)与光能接收面32a之间。这样,来自源的光能穿过结构化膜10,然后由吸光体32吸收。膜10可以粘合、粘附、机械地固定或用其他方式设置成直接与光能接收面32a接触。或者,如果需要,透明支承背衬24或其他中间层中的一者或多者可以设置在膜10与吸光体32之间。

[0053] 参考图5,通过将本发明的透明抗反射结构化膜10与光能吸收装置30中的吸光体32一起使用,穿透抗反射结构16的表面18的入射光(用箭头40表示)有可能进行多次反射(用箭头40<sub>R</sub>表示)。光40的这种多次反射,增加了光40被折射到吸光体32中的可能性,并且增大了入射光接受角。这样,使用该类透明抗反射结构可以增加装置30的效率和能量输出。

[0054] 当吸光装置是光伏装置时,吸光体是光伏模块,该光伏模块具有至少一个光伏电池以将太阳能或其他光能转化成电能。抗反射结构化膜减少了表面反射,这样会增加撞击光伏电池的光量,从而使产生的电能增加。通过这样使用本发明的透明抗反射结构化膜,将光能转化成电能的效率可以提高至少约3%并且有可能在约5%至最高达并且包括约10%的范围内。由于透明抗反射结构是膜的形式,因此光伏电池可以充分具有柔性和可挠性以卷绕成卷或进行折叠而不会发生损坏。

[0055] 本发明的光能吸收装置可以用以下方法来制备:将抗反射结构化膜机械地附接、粘附或用其他方式固定在吸光体上,这样光可以穿过抗反射结构化膜到达吸光体(例如,光伏电池)的光接收面。吸光体可以是例如太阳能热水加热器或其他光生热能吸收装置、用于将太阳能或其他光能转化成电能的光伏电池或其组合。

[0056] 根据本发明的透明抗反射结构化膜可以通过以下方法来制备:提供如上所述的透明结构化膜基材,随后对该结构化表面进行处理使得形成该结构化表面的交联的有机硅弹性体材料中的所有、大多数或至少相当大一部分被转变为包括SiO<sub>2</sub>化学计量的玻璃样材料。该玻璃样表面随后用包括至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物层、基本上由该至少一层组成或者由该至少一层构成的涂层来涂覆,其中凝聚物包括二氧化硅纳米颗粒的三维多孔网,并且二氧化硅纳米颗粒粘合到邻近的二氧化硅纳米颗粒。

[0057] 初始的结构化膜基材中的抗反射结构化表面可以经处理以形成玻璃样表面,例如,通过将抗反射结构化表面暴露在任何合适的处理来实现,所述处理例如以下项中的至少一者或其组合:真空紫外(VUV)光(例如,通过172nm激发态原子处理)、真空紫外光和臭氧(VUV/O<sub>3</sub>)、氧等离子体,以及热量(例如,感应加热、火焰等)。为了适用于在大容量制备设置中使用,需要相对快速地执行这样的处理。确切地说,例如,高速(即,大容量)基于幅材的制备工艺需要使用尽可能短至例如小于或等于约5分钟的处理时间。同时,有机硅材料的表面需要处理达充分的时间段(例如,暴露在172nm激发态原子灯中达5至300秒)并且以合适的能级(例如在小于50ppm氧气的氮惰性气氛中的10至50mW/cm<sup>2</sup>)进行处理,以产生硅到SiO<sub>2</sub>化学计量所需的转化率水平。根据用于产生玻璃样表面的处理设置(例如,强度和/或持续时间),结构化膜基材中可能存在剩余部分没有转化成玻璃样材料。如图所示,例如,在图2中,处理

设置也可以经选择使得限定每个抗反射结构的所有交联的有机硅弹性体材料转变成包括SiO<sub>2</sub>化学计量的玻璃样材料。或者,处理设置可以经选择使得每个抗反射结构的核心部分保持为有机硅弹性体材料(见图1、图3和图4)。为了节约能量成本,可以期望最小化抗反射结构化表面转化成玻璃样表面的深度和程度。

[0058] 透明结构化膜基材可以通过以下方法来制备:提供可固化的有机硅弹性体前体材料,以形成交联的有机硅弹性体材料。使用任何合适的形成技术,使该有机硅弹性体前体材料形成成为结构化膜基材的形状。例如,可以在基材中形成合适大小的沟槽,随后将基材用作模表面,在该模表面上涂覆有机硅弹性体前体材料,从而浇铸具有结构化膜基材中的抗反射结构的主结构化面。这样的模基材可以根据例如第US2006/0234605号美国专利公开中公开的技术和设备来制备,该公开以全文引用的方式并入本文中。当处于该形状时,有机硅弹性体前体材料经固化以形成结构化的膜基材。或者,第US2006/0234605号美国专利公开案中公开的工具可以用于在聚合物模基材(例如,膜的形式)中浇铸合适大小的沟槽并且随后用作模表面。根据所使用的有机硅弹性体前体材料,固化过程会涉及使前体材料经历交联处理(例如,热处理和/或辐射处理)。当前体材料是两部分的自固化有机硅弹性体材料时,固化过程会涉及在这两部分混合之后,使前体材料与模表面保持接触达足够长的时间段,以允许交联发生。

[0059] 用至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物的层的涂层来涂覆玻璃样表面的步骤可以根据例如以下项中公开的技术来执行:先前并入的第W02009/140482号PCT专利公开、公布的第US2001/036547号美国专利申请,以及第US3,986,997和US4,027,073号美国专利,还有第US2010/056773号PCT专利申请、于2010年10月6日提交的第61/390491号美国临时专利申请案和于2009年11月18日提交的第61/262423号美国临时专利申请。为了获得对二氧化硅纳米颗粒涂层的良好润湿,可以期望玻璃样表面表现出具有亲水性质。也可以期望将热量施加到二氧化硅纳米颗粒涂层上(例如,用火焰,感应加热等),从而使纳米级微粒烧结在一起。可以期望限制此烧结步骤,否则会导致二氧化硅纳米颗粒凝聚物过度变平。尽管各种涂覆技术可以用于施加一层或多层二氧化硅纳米颗粒凝聚物,但是已发现期望的是使用常规气刀涂覆技术来施加该涂层。此气刀涂覆工艺有助于确保二氧化硅纳米颗粒凝聚物能相对较薄地被涂覆到玻璃样抗反射结构化表面上。

[0060] 选择以下实例仅为进一步地说明本发明的特征、优点和/或其它细节。然而,应当理解,虽然这些实例可起到示例之用,但是不应以不当地限制本发明范围的方式理解其所用的具体成分、量以及其它条件和细节。

[0061] 实例

[0062] 实例1

[0063] 得自纽约沃特福德的迈图高性能材料公司(Momentive Performance Materials)的RTV615Part A和RTV615Part B,以10:1的比率混合并且以100微米厚涂覆到四个石英载玻片中的每一者上。涂有有机硅的石英载玻片随后在对流烘箱中被加热到85°C达30分钟,以对可热固化的有机硅弹性体前体材料进行交联/固化。这些涂有交联有机硅的载玻片(样本2-5)随后暴露在火焰处理中,如表1所示。这些用火焰处理的涂有有机硅的玻璃构造随后通过纳米压痕来分析储能模量。这些用火焰处理的涂有有机硅的玻璃构造中的模量变化如表1所示。

[0064] 表1

|        | 用火焰处理的 RTV615 有机硅 |                              | 纳米压痕仪<br>储能模量<br>兆帕 |
|--------|-------------------|------------------------------|---------------------|
|        | 样本                | 火焰条件<br>温度 (°C)      时间 (秒)  |                     |
| [0065] | 1                 | 0                      0     | 12.3                |
|        | 2                 | 2000                      30 | 9.7                 |
|        | 3                 | 2000                      30 | 8.6                 |
|        | 4                 | 2000                      60 | 22.7                |
|        | 5                 | 2000                      60 | 19.5                |

[0066] 实例2

[0067] 十四个7.6cm(3英寸)乘5.1cm(2英寸)的载玻片(得自VWR国际有限公司(VWR International, LLC.))用纳米硅石基底漆来涂覆。纳米硅石底漆由5重量%的比率为70:30的第一胶态硅石(“NALC01115COLLOIDAL SILICA(NALC01115胶态硅石)”)和第二胶态硅石(“NALC01050colloidal SILICA(NALC01050胶态硅石)”)的共混物与H<sub>2</sub>O组成,并用HNO<sub>3</sub>将pH值调整至2.5-2.0。通过用由该纳米硅石底漆溶液打湿的小擦拭物(从佐治亚州罗斯韦尔的金佰利-克拉克公司(Kimberly-Clark, Roswell, GA)的商标名为“金特(KIMTECH)”的产品获得)来擦拭表面,每个载玻片上被施加有一均匀且薄(约100纳米)的底漆涂层。让该底漆在室温下干燥。加成固化有机硅(得自密歇根州米德兰的道康宁的Sylgard184)以10:1的比率混合(部分A:部分B)并且以45微米厚度的平滑涂层形式施加到涂有底漆的载玻片表面并且用48小时使之完全固化。对于样本6和7,有机硅表面未经处理,而样本8至19是用氧等离子体处理的,使用的是商业批次(batch)等离子体系统(Plasmatherm型号3032),该系统经配置以用27英寸低功率电极和中心气泵进行反应离子蚀刻(RIE)。腔室用罗茨鼓风机(Edwards型号EH1200)来泵吸,该鼓风机用干机械泵(Edwards型号iQDP80)来支撑。RF功率通过阻抗匹配网络由3kW、13.56Mhz固态发电机(RFPP型号RF30H)来传递。所述系统具有5mTorr的标称基础压力。气体的流量由MKS流控制器来控制。用于等离子体处理的基材放置在低功率电极上。涂有有机硅的载玻片放置在所述批次等离子体设备的所述功率电极上。等离子体处理用氧等离子体执行,方法是使氧气(氧气服务公司(Oxygen Service Corporation), UHP等级)以500标准cm<sup>3</sup>/min的流量和3000瓦特的等离子体功率流动达90秒。在完成等离子体处理之后,将腔室排气到大气中并且移除样本。

[0068] 样本6至17,以及一个未涂覆的平载玻片,周期性地地进行如下所述的沾污测试#1,其具有的测试之前最初的透光率(T<sub>i</sub>)、测试之后最终的透光率(T<sub>f</sub>)以及最初与最终透光率之间的差值(T<sub>d</sub>)针对每个样本制成如下表2(沾污测试#1结果)。使用透程仪来测试透射。列表数据示出了:与未经处理的样本6和7相比,用氧等离子体处理的样本8至17中的透光率显著增加。该透光率的该差值的存在原因是:与未经处理的样本6和7相比,额外处理的有机硅弹性体表面(样本8至17)粘附并且固持住的污物较少。表2数据还表明了,经处理的样本6至

17所显示的透光度相当于平载玻片的透光度。

[0069] 表2(沾污测试#1结果)

[0070]

| 样本   | O2等离子体处理之后的时间(hr) | T <sub>i</sub> | T <sub>f</sub> | T <sub>d</sub> |
|------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| 6    | 无等离子体处理           | 95.4           | 56.9           | -38.5          |
| 7    | 无等离子体处理           | 95.2           | 62.1           | -33.1          |
| 8    | 1                 | 95.3           | 94.5           | -0.8           |
| 9    | 1                 | 95.2           | 94.4           | -0.8           |
| 10   | 8                 | 95.5           | 94.4           | -1.1           |
| 11   | 8                 | 95.6           | 94.4           | -1.2           |
| 12   | 32                | 95.6           | 95             | -0.6           |
| 13   | 32                | 95.6           | 95.1           | -0.5           |
| 14   | 197               | 95.9           | 94.6           | -1.3           |
| 15   | 197               | 95.5           | 93.9           | -1.6           |
| 16   | 1131              | 95.7           | 95.4           | -0.3           |
| 17   | 1131              | 95.8           | 95.1           | -0.7           |
| 平载玻片 |                   | 94.5           | 94.3           | -0.2           |

[0071] 样本18和19进行了如下所述的落砂测试,其具有的测试之前最初的透光率(T<sub>i</sub>)、测试之后最终的透光率(T<sub>f</sub>)以及最初与最终透光率之间的差值(T<sub>d</sub>)制成如下表3(落砂测试)。列表数据表明,经处理的样本18和19显示出的透光度相当于平载玻片的透光度。

[0072] 表3(落砂测试结果)

| 样本   | O2 等离子体处理之后的时间<br>(hr) | T <sub>i</sub> | T <sub>f</sub> | T <sub>d</sub> |
|------|------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 18   | 1131                   | 95.8           | 93.2           | -2.6           |
| 19   | 1131                   | 95.7           | 93.3           | -2.4           |
| 平载玻片 |                        | 94.7           | 92.2           | -2.5           |

[0074] 样本18和19还紧随着落砂测试进行了污物测试,其中最初透光率(T<sub>i</sub>)表示落砂测试之后的透光率值,最终透光率(T<sub>f</sub>)表示污物测试之后的透光率值,它们与最初与最终透光率之间的差值(T<sub>d</sub>)制成下表4(紧随着落砂测试的污物测试#1结果)。列表数据表明,用氧等离子体处理的有机硅样本在平载玻片性能的2%以内。

[0075] 表4(紧随着落砂测试的污物测试#1结果)

[0076]

| 样本  | T <sub>i</sub> | T <sub>f</sub> | T <sub>d</sub> |
|-----|----------------|----------------|----------------|
| 18  | 93.2           | 91.7           | -1.5           |
| 19  | 93.3           | 91.9           | -1.4           |
| 载玻片 | 92.2           | 92.3           | 0.1            |

[0077] 实例3

[0078] 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)(从弗吉尼亚州切斯特的杜邦帝人膜(DuPont Teijin Films)的商品名为“MELINEX618”的产品获得)的两个30.5cm(12英寸)乘15.2cm(6英寸)薄片用纳米硅石基底漆来涂覆。纳米硅石底漆由5重量%的比率为70:30的第一胶态硅石(“NALC01115COLLOIDAL SILICA(NALC01115胶态硅石)”)和第二胶态硅石(“NALC01050colloidal SILICA(NALC01050胶态硅石)”)的共混物与H<sub>2</sub>O组成,并用HNO<sub>3</sub>将pH值调整至2.5-2.0。通过用由该纳米硅石底漆溶液打湿的小擦拭物(从佐治亚州罗斯韦尔的金佰利公司的商标名为“金特(KIMTECH)”的产品获得)来擦拭表面,每个载玻片上被施加有一均匀且薄(约100纳米)的底漆涂层。让该底漆在室温下干燥。使用切口棒涂覆机将硅烷醇封端的聚二甲基硅氧烷流体(得自宾夕法尼亚州莫里斯维尔的盖勒斯特公司的DMS-S51)以100微米的厚度涂覆在有底漆的PET膜上。将带有有机硅涂层的PET膜固定在载体纤维网上并且通过加速电压为190keV、剂量为10MRad的电子束。该E-束装置为宽带帘型电子束处理器(得自PCT工程系统公司(PCT Engineered Systems,LLC))。从一个涂有有机硅的膜上切下六片(样本20、21、22、23、24和25),将样本20、21、22和23中的有机硅涂层表面暴露在带有氮气吹尘的172nm激态原子灯(型号UER20-172,得自加利福尼亚州赛普拉斯(Cypress)的牛尾美国公司(Ushio America,Inc.))中达120秒,其中辐照度为10mW/cm<sup>2</sup>。样本24和25不接受激态原子灯处理。从其他涂有有机硅的膜上切下六片(样本26、27、28、29、30和31),所述其他膜接收额外e束剂量,在120keV下通过四次并且每次通过的剂量为15MRad,从而使表面进一步交联。样本26、27、28和29随后暴露在172nm激态原子灯中达120秒,其中辐照度为10mW/cm<sup>2</sup>。样本30和31不接受激态原子灯处理。

[0079] 样本20、21、24、26、27和30,进行如下所述的沾污测试#1,其具有的测试之前最初的透光率(T<sub>i</sub>)、测试之后最终的透光率(T<sub>f</sub>),以及最初与最终透光率之间的差值(T<sub>d</sub>)针对每一者制成如下表5(沾污测试#1结果)。列表数据表明,与未经处理的样本24和30相比,额外处理的样本20、21、26和27中的透光率显著增加。该透光率差值存在原因是:与未经处理的样本24和30相比,额外处理的有机硅弹性体表面(样本20、21、26和27)粘附并且固持的污物较少。表5数据还表明,处理过的样本20、21、26和27的透光度相当于表5中的平载玻片的透光度。该表还表明,与未接受电子束或172nm激态原子灯处理的样本24相比,样本30中额外的电子束交联使得透射损失较少,即使没有172nm激态原子灯处理也如此。

[0080] 表5(污物测试#1结果)

[0081]

| 样本 | T <sub>i</sub> | T <sub>f</sub> | T <sub>d</sub> |
|----|----------------|----------------|----------------|
| 20 | 95.9           | 95.2           | -0.7           |
| 21 | 95.6           | 95.2           | -0.4           |
| 24 | 96.5           | 55.5           | -41            |
| 26 | 96             | 94.5           | -1.5           |
| 27 | 95.9           | 93.3           | -2.6           |
| 30 | 96.3           | 82.6           | -13.7          |

[0082] 样本22、23、25、28、29和31进行了如下所述的落砂测试,其具有的测试之前最初的透光率(T<sub>i</sub>)、测试之后最终的透光率(T<sub>f</sub>),以及最初与最终透光率之间的差值(T<sub>d</sub>)制成下表6(落砂测试)。列表数据表明,与未发生额外电子束交联的样本22和23相比,在172nm激态

原子灯处理之前发生额外电子束交联的样本28和29的透光率增加了(即,落砂测试结果)。该表还表明,与不接受额外电子束交联或172nm激态原子灯处理的样本25以及只接收172nm激态原子灯处理的样本22和23还有同时接受额外电子束交联和172nm激态原子灯处理的样本28和29相比,样本31中未进行172nm激态原子灯处理但发生额外电子束交联,这使得透射损失较小。

[0083] 表6(落砂测试结果)

[0084]

| 样本 | T <sub>i</sub> | T <sub>f</sub> | T <sub>d</sub> |
|----|----------------|----------------|----------------|
| 22 | 96             | 84.5           | -11.5          |
| 23 | 95.8           | 88             | -7.8           |
| 25 | 96.2           | 92.5           | -3.7           |
| 28 | 95.9           | 89.6           | -6.3           |
| 29 | 95.9           | 90.2           | -5.7           |
| 31 | 96.4           | 95.2           | -1.2           |

[0085] 实例4

[0086] 聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)(从弗吉尼亚州切斯特的杜邦帝人膜公司的商标为“MELINEX618”的产品获得)的两个30.5cm(12英寸)乘15.2cm(6英寸)薄片用纳米硅石基底漆来涂覆。纳米硅石底漆由5重量%的比率为70:30的第一胶态硅石(“NALC01115COLLOIDAL SILICA(NALC01115胶态硅石)”)和第二胶态硅石(“NALC01050colloidal SILICA(NALC01050胶态硅石)”)的共混物与H<sub>2</sub>O组成,并用HNO<sub>3</sub>将pH值调整至2.5-2.0。通过用由该纳米硅石底漆溶液打湿的小擦拭物(从佐治亚州罗斯韦尔的金佰利公司的商标名为“金特(KIMTECH)”的产品获得)来擦拭表面,每个载玻片上被施加有一均匀且薄(约100纳米)的底漆涂层。让该底漆在室温下干燥。热固化的有机硅弹性体(得自密歇根州米德兰的道康宁的Sylgard184)涂覆在有底漆的PET与包括抗反射表面结构的聚丙烯模具膜之间。带有机硅涂层和聚丙烯模具膜的PET膜放置在75°C的烘箱中达90分钟以使有机硅涂层固化。在从烘箱中移除膜之后,移除模具膜,从而使表面结构化的抗反射有机硅涂层附接到PET膜。为了在有机硅表面结构处提供额外交联以便改善耐久性,随后将带涂层膜的一个薄片捆到载体纤维网并且四次通过加速电压为120keV、每次通过剂量为15MRad的电子束。该E-束装置为宽带帘型电子束处理器(得自PCT工程系统公司)。

[0087] 从一个涂有有机硅的膜上切下四片(样本32、33、34和35),所述膜不接受额外的电子束处理,样本32和33中的有机硅涂层表面暴露在带有氮气吹尘的172nm激态原子灯(牛尾型号UER20-172)中达300秒,其中辐照度约为10mW/cm<sup>2</sup>。样本34和35不接受激态原子灯处理。从接受额外e束处理的其他涂有有机硅的膜上切下四片(样本36、37、38和39)。样本37和37随后暴露在172nm激态原子灯中达300秒,其中辐照度约为10mW/cm<sup>2</sup>。样本38和39不接受激态原子灯处理。

[0088] 样本32、34、36和38进行如下所述的沾污测试#1,其具有的测试之前最初的透光率(T<sub>i</sub>)、测试之后最终的透光率(T<sub>f</sub>),以及最初与最终透光率之间的差值(T<sub>d</sub>)针对每一者制成如下表7(沾污测试#1结果)。列表数据表明,与未经处理的样本34和38相比,用172nm激态原子灯处理过的样本32和36中的透光率显著增加。该透光率差值的存在原因是:与未经处

理的样本34和38相比,用172nm激发态原子灯处理过的有机硅弹性体表面(样本32和36)粘附并且固持的污物较少。表7还表明,与只接受172nm激发态原子灯处理的样本32相比,在172nm激发态原子灯处理之前接受额外电子束交联的样本36,产生更好的沾污测试结果。

[0089] 表7(沾污测试#1结果)

[0090]

| 样本 | T <sub>i</sub> | T <sub>f</sub> | T <sub>d</sub> |
|----|----------------|----------------|----------------|
| 32 | 101            | 97.6           | -3.4           |
| 34 | 101            | 73.2           | -27.8          |
| 36 | 101            | 99.3           | -1.7           |
| 38 | 101            | 93.6           | -7.4           |

[0091] 样本33、35、37和39进行了如下所述的落砂测试,其具有的测试之前最初的透光率(T<sub>i</sub>)、测试之后最终的透光率(T<sub>f</sub>),以及最初与最终透光率之间的差值(T<sub>d</sub>)制成如下表8(落砂测试)。列表数据表明,与未用172nm激发态原子灯处理过的样本35和39相比,接受172nm激发态原子灯处理的样本33和37的透光率增加了(即,落砂测试结果)。还可以看到:与未发生额外电子束交联的样本33和35相比,在172nm激发态原子灯处理之前发生额外电子束交联的样本37和39的透光率增大(即,落砂测试结果)。

[0092] 表8(落砂测试结果)

[0093]

| 样本 | T <sub>i</sub> | T <sub>f</sub> | T <sub>d</sub> |
|----|----------------|----------------|----------------|
| 33 | 101            | 95.7           | -5.3           |
| 35 | 101            | 90.4           | -10.6          |
| 37 | 101            | 96.4           | -4.6           |
| 39 | 101            | 94.4           | -6.6           |

[0094] 样本33、35、37和39还紧随着落砂测试进行了污物测试#1,其中最初透光率(T<sub>i</sub>)表示落砂测试之后的透光率值,最终透光率(T<sub>f</sub>)表示污物测试之后的透光率值,它们以及最初与最终透光率之间的差值(T<sub>d</sub>)制表成下表9(紧随着落砂测试的污物测试#1结果)。列表数据表明,接受了额外电子束表面处理的样本37和39保持了样本的抗污性,因为与未接受额外电子束表面处理的样本33和35相比,它们的透射损失更小。

[0095] 表9(紧随着落砂测试的污物测试#1结果)

[0096]

| 样本 | T <sub>i</sub> | T <sub>f</sub> | T <sub>d</sub> |
|----|----------------|----------------|----------------|
| 33 | 95.7           | 86.6           | -9.1           |
| 35 | 90.4           | 70.5           | -19.9          |
| 37 | 96.4           | 94.2           | -2.2           |
| 39 | 94.4           | 91.3           | -3.1           |

[0097] 实例5

[0098] 硅烷醇封端的聚二甲基硅氧烷(得自盖勒斯特的PDMS-S51)以25微米的厚度涂覆在用SS4120(得自纽约沃特福德的迈图高性能材料)涂底漆的聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)(从弗吉尼亚州切斯特的杜邦帝人膜的商标名“MELINEX618”的产品获得)薄片上。将带有机

硅涂层的PET膜捆定在载体纤维网上并且通过加速电压为160keV、剂量为12Mrad的电子束。该E-束装置为宽带帘型电子束处理器(得自PCT工程系统公司)。随后将涂有有机硅PET膜切成六片。这些涂有有机硅的PET片中的两片(样本41和44)在6.4mm厚的铝板顶部浮动在水薄膜上,随后暴露在火焰处理中,方法是将带涂层表面暴露在约2000℃的火焰中达20秒。涂有有机硅的PET片中的另外两片(样本42和45)暴露在额外的电子束处理中,在电压140kV下通过5次且每次剂量为12Mrad,从而进一步使有机硅表面交联,此外这两片随后在6.4mm厚的铝板顶部浮动在水薄膜上并且暴露在约2000℃的火焰中达20秒。最后的涂有有机硅的PET片(样本40和43)未经额外处理。

[0099] 样本41和42进行如下所述的沾污测试#2,其具有的测试之前最初的透光率( $T_i$ )、测试之后最终的透光率( $T_f$ ),以及最初与最终透光率之间的差值( $T_d$ )针对每一者制成如下表10(沾污测试#2结果)。列表数据表明,与未经处理的样本40相比,额外处理的样本41和42中的透光率显著增加。该透光率差值存在原因是:与未经处理的样本40相比,额外处理的有机硅弹性体表面(样本41和42)粘附并且固持的污物较少。表10数据还表明,在火焰处理之前发生额外交联(即,样本42)所产生的沾污测试结果更好。

[0100] 表10(沾污测试#2结果)

[0101]

| 样本 | $T_i$ | $T_f$ | $T_d$ |
|----|-------|-------|-------|
| 40 | 95.4  | 87.3  | -8.1  |
| 41 | 95.2  | 92.5  | -2.7  |
| 42 | 95.1  | 93    | -2.1  |

[0102] 样本43、44和45进行了如下所述的落砂测试,其具有的测试之前最初的透光率( $T_i$ )、测试之后最终的透光率( $T_f$ ),以及最初与最终透光率之间的差值( $T_d$ )制成如下表11(落砂测试)。列表数据表明,与未经处理的样本43相比,额外处理的样本45中的透光率显著增加。该透光率差值的存在原因是:与未经处理的样本43相比,额外处理的有机硅弹性体表面(样本45)粘附并且固持的污物较少。列表数据还表明,与未发生额外交联的样本44相比,在火焰处理之前发生额外交联的样本45中的透光率增加(即,落砂测试结果)。

[0103] 表11(落砂测试结果)

[0104]

| 样本 | $T_i$ | $T_f$ | $T_d$ |
|----|-------|-------|-------|
| 43 | 96.5  | 92.4  | -4.1  |
| 44 | 96.2  | 91.5  | -4.7  |
| 45 | 95.2  | 92.1  | -3.1  |

[0105] 测试方法

[0106] 沾污测试#1

[0107] 使用一种设备来测试涂层防污性,该设备由95mm正方形塑性皮式培养皿(商标名Falcon35112;得自贝迪医疗实验室用品公司(Becton Dickinson Labware))构成,其中皮式培养皿的下半部中钻有5cm的孔。用胶带将一个5cm乘8cm的涂覆样品附接在皮式培养皿的外部上盖住5cm的孔,使得样品的涂覆表面面向皮式培养皿的内部并将直接暴露于测试污物。将50g亚利桑那测试污物(0-600微米分布;可得自明尼苏达州伯恩斯维尔的粉末技术

公司(Powder Technology, Inc., Burnsville, MN))置于皮式培养皿的下半部中,从而覆盖所述涂覆样品。牢固地合并皮氏培养皿的两半并以左右摇摆循环轻轻摇晃,使得污物在样品的表面上来回滚动。摇晃样品,以每秒1次循环的速率持续60次循环。然后从测试装置取下样品并轻轻敲打以移除附接得不紧的污物。在污物测试前后用可得自BYK-Gardner公司(BYK-Gardner)的Haze Gard Plus测量涂覆样品的透射比。

#### [0108] 沾污测试#2

[0109] 如本文所用,沾污测试涉及使透明抗反射结构化膜样品在带有100g细小/尘状亚利桑那污物的1加仑Nalgen广口瓶内部翻滚。1.5"×2.5"样本粘附到较大的3"×5"片的10密耳PET。样本和污物翻滚是由于Nalgen广口瓶内的阻碍,该广口瓶水平地放在机动辊上。在翻滚两分钟之后,用罐装空气来吹动样本,以移除过量的污物,这样只留下束缚在表面的污物。在污物测试前后用可得自BYK-Gardner公司(BYK-Gardner)的Haze Gard Plus测量涂覆样品的透射比。

#### [0110] 落砂测试

[0111] 使用可得自洪堡德制造公司(Humboldt MFG)的落砂磨损测试机(商标名HP-1160)来测试涂层的耐磨性。用胶带将一个5cm乘8cm的涂覆样品附接到落砂管出口下面中心位置处的测试平台。往向落砂管进料的料斗中装入1000g的ASTM C778石英砂(可得自美国硅石公司(US.Silica Company)。打开闸门,砂开始通过落砂管下落100cm的距离并撞击到涂覆样品的表面上。水在磨损的表面上流动达5秒,随后使用潮湿的KimWipe(金佰利-克拉克公司)轻轻地擦拭该表面。随后用干的KimWipe轻轻地擦拭该样本,以使样本干燥。在落砂测试前后用可得自BYK-Gardner公司(BYK-Gardner)的Haze Gard Plus测量涂覆样品的透射比。

#### [0112] 本发明的示例性实施例

##### [0113] 抗反射膜实施例1

[0114] 一种透明抗反射结构化膜、片、幅材等包括:

[0115] 结构化膜基材,所述基材具有主结构化面和主背衬面,其中所述结构化面包括抗反射结构,所述抗反射结构限定结构化表面并且抗光反射,所述结构化表面中至少相当大一部分、大多数或所有部分包括玻璃样表面,至少所述抗反射结构包括交联的有机硅弹性体材料,并且所述玻璃样表面包括SiO<sub>2</sub>化学计量。

##### [0116] 膜实施例2

[0117] 根据膜实施例1所述的膜,其中所述玻璃样表面中包括的SiO<sub>2</sub>化学计量进入每个抗反射结构的深度至少约为1、5、10、15、20、25、30、35、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95,或100纳米或甚至更深。

##### [0118] 膜实施例3

[0119] 根据膜实施例1所述的膜,其中所述玻璃样表面中包括的SiO<sub>2</sub>化学计量进入每个抗反射结构的深度最高为100、110、120、130、140或150纳米或甚至更深(例如,深至1、2、3、4或5微米)。

##### [0120] 膜实施例4

[0121] 根据膜实施例1至3中任一项所述的膜,其中所述玻璃样表面包括最小量至少约10摩尔%的碳原子或至少约20摩尔%的碳原子,最多达约40摩尔%的碳原子。据信,玻璃样表面中碳原子的量相对较高,这指示出,处理有机硅材料以生成根据本发明的SiO<sub>2</sub>化学计量所

使用的时间段相对较短。

[0122] 膜实施例5

[0123] 根据膜实施例1至4中任一项所述的膜,其中所述抗反射结构包括以下项中的至少一种或其组合:棱柱、棱锥、圆锥、抛物形、半球状、圆柱形和柱形结构。

[0124] 膜实施例6

[0125] 根据膜实施例1至5中任一项所述的膜,其中所述抗反射结构包括棱柱,其棱柱顶端角小于约90度、小于或等于约60度、或在约10度至最多达约90度范围内,其间距在约2微米至约2cm范围内。

[0126] 膜实施例7

[0127] 根据膜实施例1至6中任一项所述的膜,其中所述抗反射结构包括棱柱,其棱柱顶端角在约15度至约75度范围内,其间距在约10微米至约250微米范围内。

[0128] 膜实施例8

[0129] 根据膜实施例1至7中任一项所述的膜,其中所述抗反射结构包括棱柱,其谷-峰高度在约10微米至约250微米范围内。

[0130] 膜实施例9

[0131] 根据膜实施例1至8中任一项所述的膜,其中在所述结构化表面暴露于沾污测试、落砂测试或这两个测试之后,所述膜呈现至少约80%、81%、82%、83%、84%、85%、90%、91%、92%、93%、94%、95%、96%、97%、98%或99%的透光率。

[0132] 膜实施例10

[0133] 根据膜实施例1至9中任一项所述的膜,其中在所述结构化表面暴露于沾污测试、落砂测试或这两个测试之后,所述膜呈现的透光率变化小于10%、9%、8%、7%、6%、5%、4%、3%、2%或1%。

[0134] 膜实施例11

[0135] 根据膜实施例1至10中任一项所述的膜,其中所述结构化表面具有至少约20MPa的储能模量,而每一抗反射结构的其余部分所具有的储能模量低于所述结构化表面具有的储能模量。

[0136] 膜实施例12

[0137] 根据膜实施例1至11中任一项所述的膜,其在至少所述抗反射结构的所述交联的有机硅弹性体材料中进一步包括无机纳米级微粒(例如,硅石、氧化锆、二氧化钛等)。这样的微粒的大小可以在最高达并且包括约2.0微米的范围内。硅石微粒可以达到微米大小,但优选的是由纳米大小(即,在从5nm至最高达并且包括约50nm的范围内)下使用的其他材料制成的微粒。这样的微粒,尤其是纳米级微粒,也可以在0重量%至最高达并且包括约60重量%的范围加到有机硅弹性体材料中。

[0138] 膜实施例13

[0139] 根据膜实施例1至12中任一项所述的膜,其中所述结构化膜基材进一步包括基座部分,所述抗反射结构从所述基座部分延伸出去。当所述基座部分和所述抗反射结构均由有机硅弹性体材料制成时,每个抗反射结构均可以具有约相同的有机硅弹性体交联密度并且所述基座部分的有机硅弹性体交联密度可以低于每个抗反射结构的有机硅弹性体交联密度。

[0140] 膜实施例14

[0141] 根据膜实施例1至13中任一项所述的膜,其与具有主面的透明支承背衬相结合,其中所述结构化膜基材还包括背衬面(例如,主背衬面),所述背衬面粘合到所述支承背衬的所述主面,以形成增强型抗反射结构化膜。所述抗反射结构可以形成所述增强型抗反射结构化膜的暴露表面。

[0142] 膜实施例15

[0143] 根据膜实施例14所述的膜,其中所述透明支承背衬能耗散静电。

[0144] 膜实施例16

[0145] 根据膜实施例1至15中任一项所述的膜,其与阻挡层相结合,其中所述结构化膜基材还包括背衬面(例如,主背衬面),并且所述阻挡层粘合到所述结构化膜基材的所述背衬面。

[0146] 膜实施例17

[0147] 根据膜实施例16所述的膜,其中所述阻挡层为防潮层。

[0148] 膜实施例18

[0149] 根据膜实施例1至17中任一项所述的膜,其中所述抗反射结构中的每一者均具有有机硅弹性体交联密度梯度,其中有机硅弹性体交联密度在靠近所述玻璃样表面处较大而在远离所述玻璃样表面处较小。

[0150] 膜实施例19

[0151] 根据膜实施例1至18中任一项所述的膜,其中所述抗反射结构中的每一者除了其玻璃样表面以外还具有核心部分和残留部分,其中形成所述核心部分的所述交联的有机硅弹性体材料的交联密度低于形成所述残留部分的所述交联的有机硅弹性体材料。形成所述核心部分的所述交联的有机硅弹性体材料可以具有基本上均匀的交联密度,该密度低于形成所述残留部分的所述交联的有机硅弹性体材料的交联密度。

[0152] 膜实施例20

[0153] 根据膜实施例1至19中任一项所述的膜,其中所述涂层的干厚度在约 50Å 至约 10,000Å 的范围内。可以期望该涂层的厚度在约 50Å 至约 2500Å 的范围内。

[0154] 膜实施例21

[0155] 根据膜实施例1至20中任一项所述的膜,其中所述二氧化硅纳米颗粒的平均粒径约为40纳米或更小。所述二氧化硅纳米颗粒也可以是球形。

[0156] 膜实施例22

[0157] 根据膜实施例1至21中任一项所述的膜,其中所述涂层包括:

[0158] a)从约60重量%(即,重量百分比)至约95重量%的二氧化硅纳米颗粒凝聚物;

[0159] b)从约0.1重量%至约20重量%的至少一种或多种四烷氧硅烷;

[0160] c)任选的从约0重量%至约5重量%的表面活性剂;和

[0161] d)任选的从约0重量%至约5重量%的润湿剂。

[0162] 膜实施例23

[0163] 根据膜实施例1至20中任一项所述的膜,其中所述涂层包括:

[0164] a)从约0.5重量%至约99重量%的水;

[0165] b)从约0.1重量%至约20重量%的二氧化硅纳米颗粒,其平均粒径为40nm或更小;

[0166] c)任选从约0重量%至约20重量%的二氧化硅纳米颗粒,其平均粒径大于约50nm,其中b)和c)的和从约0.1重量%至约20重量%;

[0167] d)足够量的酸,其 $pK_a < 3.5$ 以将pH降低到小于5;以及

[0168] e)任选的从约0重量%至约20重量%的四烷氧硅烷,该量是相对于二氧化硅纳米颗粒的量而言的。

#### [0169] 光能吸收装置实施例1

[0170] 一种光能吸收装置,其包括:具有光能接收面的吸光体;以及根据膜实施例1至23中任一项所述的透明抗反射结构化膜,该膜设置在光能源和所述光能接收面之间,同时,来自所述源的光能被所述吸光体吸收。光能吸收装置可以包括但不限于,例如,用于从光源(例如,太阳)吸收热能的热能吸收装置、用于将光转化成电能的光伏装置,或任何其他光能吸收装置。

#### [0171] 装置实施例2

[0172] 根据装置实施例1所述的装置,其中所述吸光装置为光伏装置,所述吸光体包括具有至少一个光伏电池的光伏模块,并且所述抗反射结构化膜减少表面反射以将所述光伏模块的电能输出提高(即,提高光伏模块将光能转化为电能的效率)至少约3%。期望光伏模块的电能输出提高至少约5%并且优选在从约5%至约10%的范围内,或甚至更多。

#### [0173] 装置实施例3

[0174] 根据装置实施例1或2所述的装置,其中所述吸光体包括光伏电池,并且所述吸光装置是其柔性和可挠性足以卷绕成卷或发生折叠且不会发生损坏的光伏装置。

#### [0175] 装置实施例4

[0176] 根据装置实施例1或2所述的装置,其中所述吸光装置包括刚性光伏模块。

#### [0177] 装置实施例5

[0178] 根据装置实施例1所述的装置,其中所述吸光装置包括太阳能热板。

#### [0179] 装置实施例6

[0180] 根据装置实施例1、2、4和5中任一项所述的装置,其中所述结构化膜基材层合到、涂覆到,或者用其他方式设置在玻璃基材上。

#### [0181] 制备透明抗反射膜的方法的实施例1

[0182] 一种制备透明抗反射结构化膜的方法,所述方法包括:提供具有主结构化面和主背衬面的透明结构化膜基材,其中所述结构化面包括抗反射结构,所述抗反射结构限定抗光反射的抗反射结构化表面,并且至少所述抗反射结构包括交联的有机硅弹性体材料;以及对所述抗反射结构化表面中所有、大多数,或至少相当大一部分进行处理以将所述抗反射结构化表面中的交联的有机硅弹性体材料转变成包括 $SiO_2$ 化学计量的玻璃样材料,这样所述抗反射结构化表面中所有、大多数,或至少相当大一部分均包括具有 $SiO_2$ 化学计量的玻璃样表面;以及用至少一个二氧化硅纳米颗粒的凝聚物的层的涂层来涂覆所述玻璃样表面,其中所述凝聚物包括二氧化硅纳米颗粒的三维多孔网,并且所述二氧化硅纳米颗粒粘合到邻近的二氧化硅纳米颗粒。

#### [0183] 膜制备方法的实施例2

[0184] 根据膜制备方法实施例1所述的方法,其中所述处理包括将所述抗反射结构化表

面暴露在以下项中的至少一项或其组合中：真空紫外(VUV)光(例如,通过172nm激发态原子处理)、真空紫外光和臭氧(VUVO)、氧等离子体、以及热量(例如,感应加热、火焰等)。

[0185] 有机硅材料的表面需要处理达充分的时间段(例如,暴露在172nm激发态原子灯中达5至300秒)并且用合适的能量级(例如在小于50ppm氧气的氮惰性气氛中10至50mW/cm<sup>2</sup>)进行处理,以产生硅到SiO<sub>2</sub>化学计量所需的转化率水平。

#### [0186] 膜制备方法的实施例3

[0187] 根据膜制备方法实施例1或2所述的方法,进一步包括:

[0188] 将抗反射结构化表面暴露在e束辐射中,从而使至少所述结构化表面中的交联的有机硅弹性体材料进一步交联,所述e束辐射暴露在处理之前执行。

#### [0189] 膜制备方法的实施例4

[0190] 根据膜制备方法实施例1至3中任一项所述的方法,其中所述提供透明结构化膜基材的步骤包括:

[0191] 提供有机硅前体材料(例如,熔化的热塑性或可交联的热固性有机硅弹性体树脂),该材料可固化形成交联的有机硅弹性体材料;

[0192] 使所述有机硅前体材料形成所述结构化膜基材的形状;以及

[0193] 使所述有机硅前体材料固化,以形成所述透明结构化膜基材。

#### [0194] 制备光能吸收装置的方法的实施例1

[0195] 一种制备光能吸收装置,例如光源(例如,太阳能)热能吸收装置、光伏装置或任何其他光能吸收装置的方法,所述方法包括:

[0196] 提供根据实施例1至23中任一项所述的透明抗反射结构化膜;提供具有光接收面的吸光体(例如,太阳能热水加热器或其他热能吸收装置、具有将太阳能或其他光能转化为电能的至少一个光伏电池的光伏模块等);以及将所述抗反射结构化膜相对于所述吸光体机械附接、用粘结方法粘合或用其他方式固定,使得光能够穿过所述抗反射结构化膜到达所述吸光体的所述光接收面。

#### [0197] 制备光能吸收装置的方法的实施例2

[0198] 一种制备光能吸收装置,例如光源(例如,太阳能)热能吸收装置、光伏装置或任何其他光能吸收装置的方法,所述方法包括:

[0199] 根据膜制备方法实施例1至4中任一项所述的方法来制备透明抗反射结构化膜;提供具有光能接收面的吸光体(例如,太阳能热水加热器或其他热能吸收装置、具有将太阳能或其他光能转化为电能的至少一个光伏电池的光伏模块);以及将所述抗反射结构化膜相对于所述吸光体机械附接、用粘结方法粘合或用其他方式固定,使得光能够穿过所述抗反射结构化膜到达所述吸光体的所述光能接收面。

[0200] 在不脱离本发明的精神和范围的前提下,可以对本发明进行各种修改和更改。因此,本发明并不限于上述内容,而是受以下权利要求书和其任何等同物提及的限制的控制。

[0201] 本发明可以在不存在本文中未具体描述的任一元件的情况下适当地实施。

[0202] 将上面引用的所有专利和专利申请(包括背景部分中的那些)全部以引用的方式并入本文中。

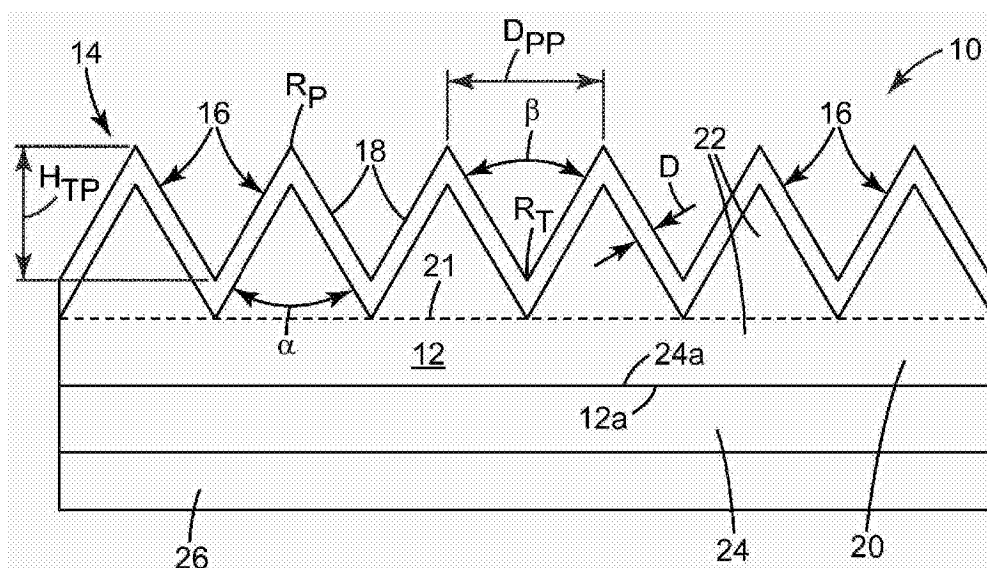


图1

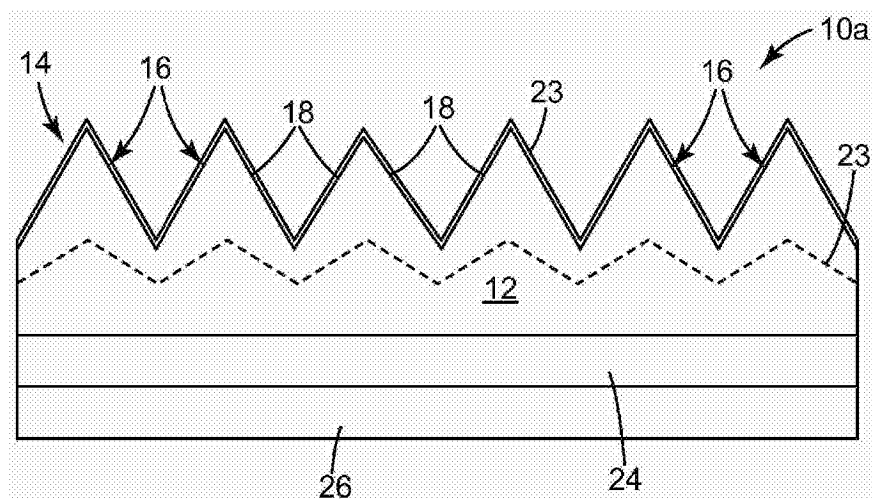


图2

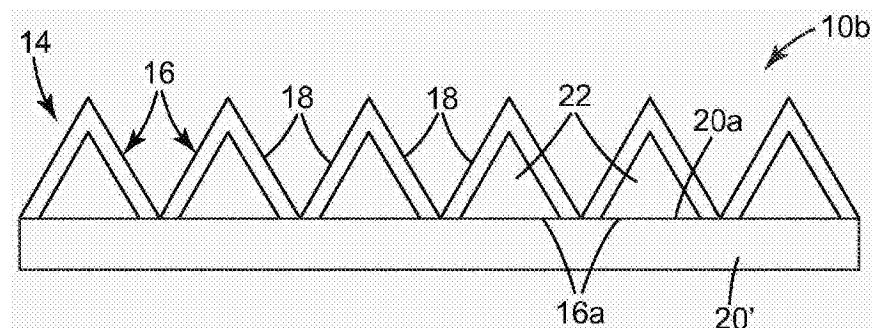


图3

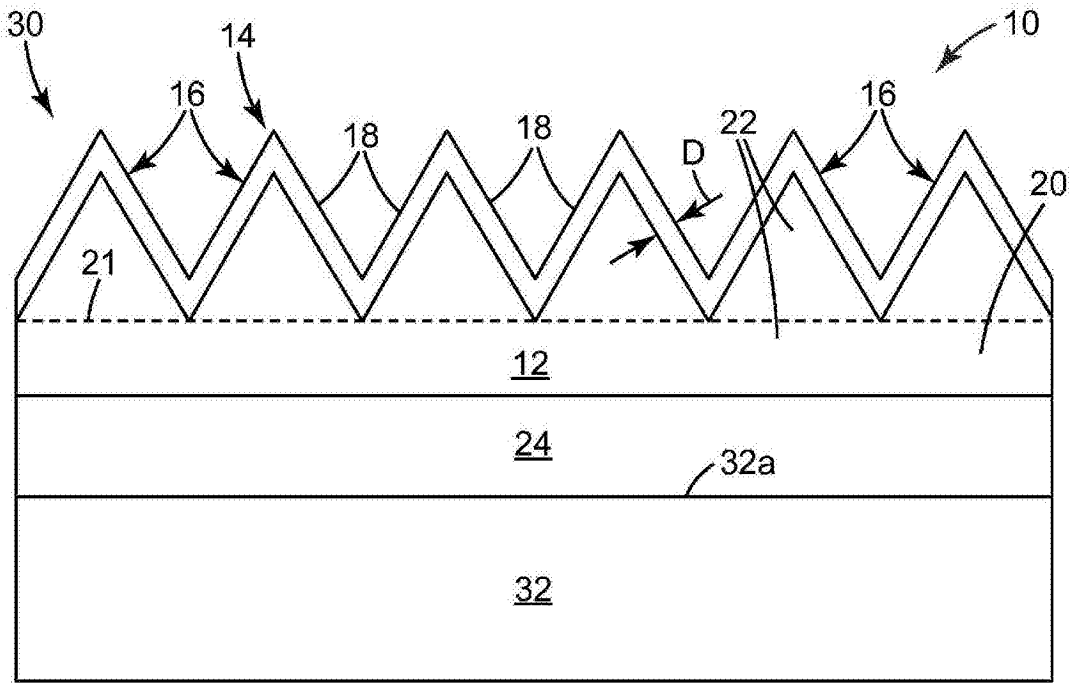


图4

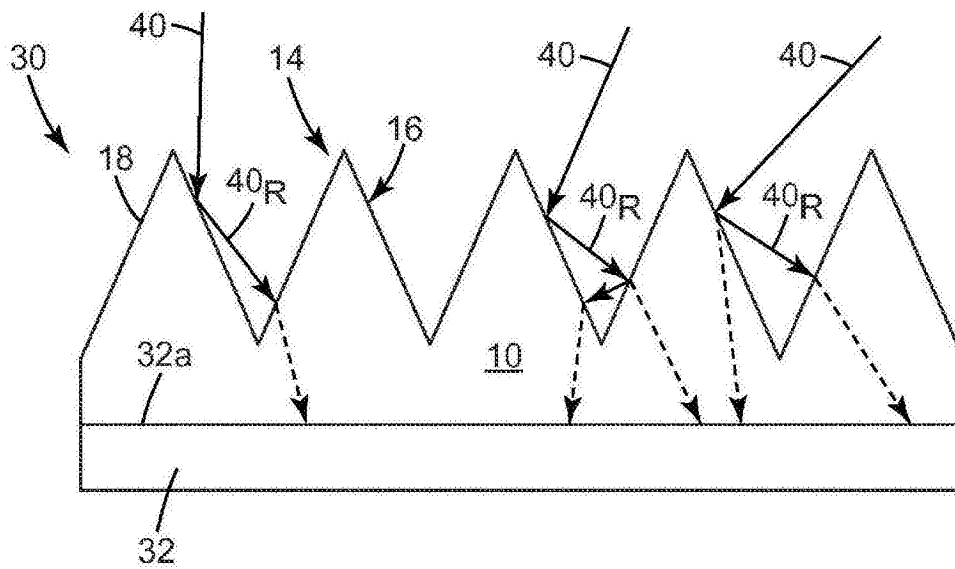


图5