



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117546059 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 09

(21) 申请号 202280043921.9

罗伯特·D·泰勒

(22) 申请日 2022.06.17

本杰明·J·福赛思

(30) 优先权数据

63/202,749 2021.06.23 US

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

专利代理师 张芸 周伟

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.20

(51) Int.Cl.

G02B 5/22 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2022/055654 2022.06.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/269437 EN 2022.12.29

(71) 申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 马修·E·苏泽 杰森·S·佩泰耶

安东尼·M·伦斯特伦

威廉·B·科尔布

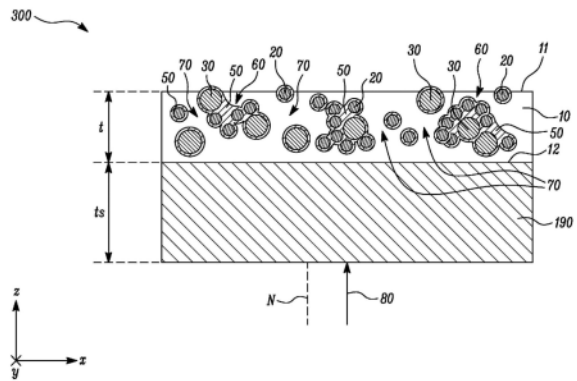
权利要求书3页 说明书14页 附图11页

(54) 发明名称

光学膜、背光源和显示器

(57) 摘要

一种光学膜,该光学膜包括光漫射层,该光漫射层包括多个纳米颗粒,该多个纳米颗粒分散在该光漫射层的相反的第一主表面和第二主表面之间并且跨越该光漫射层的相反的第一主表面和第二主表面分散。该多个纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,该纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸 $d_1$ 和 $d_2$ 处的不同的第一峰和第二峰,其中 $1.5 \leq d_2/d_1 \leq 10$ 。该光漫射层包括聚合物材料,该聚合物材料将纳米颗粒彼此粘结。对于基本上准直且基本上垂直的入射光,该光学膜在可见光波长内具有平均镜面透射率 $VT_s$ 和平均总透射率 $VT_t$ ,并且在红外波长范围内具有平均总透射率 $IT_t$ 和平均镜面透射率 $IT_s$ ,其中 $0.3 \leq (VT_s/VT_t) \leq 0.7$ ,  $(VT_s/IT_s) \leq 0.25$ ,并且 $(IT_s/IT_t) \geq 0.7$ 。



1. 一种光学膜,所述光学膜包括光漫射单层,所述光漫射单层具有在约0.5微米和约5微米之间的平均厚度并且包括:

相反的第一主表面和第二主表面;

多个纳米颗粒,所述多个纳米颗粒分散在所述第一主表面和所述第二主表面之间并且跨越所述第一主表面和所述第二主表面分散,所述纳米颗粒包含二氧化硅,所述多个纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,所述纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸 $d_1$ 和 $d_2$ 处的至少两个不同的第一峰和第二峰, $1.5 \leq d_2/d_1 \leq 10$ ,其中在所述第一峰的半高全宽(FWHM)内和在所述第二峰的FWHM内的所述多个纳米颗粒中的所述纳米颗粒形成所述多个纳米颗粒的相应的重量百分比 $W_1$ 和 $W_2$ , $1.1 \leq W_1/W_2 \leq 2$ ;和

聚合物材料,所述聚合物材料将所述纳米颗粒彼此粘结以形成多个纳米颗粒聚集体,所述多个纳米颗粒聚集体在其间限定多个空隙,

其中,对于基本上准直且基本上垂直的入射光和约420纳米(nm)至约680nm的可见光波长范围和约900nm至约1000nm的红外波长范围,所述光学膜:

在所述可见光波长范围内,具有平均镜面透射率 $VT_s$ 和平均总透射率 $VT_t$ ;并且

在所述红外波长范围内,具有平均总透射率 $IT_t$ 和平均镜面透射率 $IT_s$ , $0.3 \leq VT_s/VT_t \leq 0.7$ , $VT_s/IT_s \leq 0.25$ , $IT_s/IT_t \geq 0.7$ 。

2. 根据权利要求1所述的光学膜,其中 $50\text{nm} \leq d_2 \leq 100\text{nm}$ 并且 $5\text{nm} \leq d_1 \leq 50\text{nm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的光学膜,所述光学膜还包括基底,所述基底设置在所述光漫射单层上,并且所述基底包括:(a) 反射偏振器,并且其中对于所述基本上准直且基本上垂直的入射光和所述可见光波长范围,所述反射偏振器对于第一偏振态具有至少40%的平均光学透射率并且对于正交的第二偏振态具有至少40%的平均光学反射率;(b) 吸收偏振器,并且其中对于所述基本上准直且基本上垂直的入射光和所述可见光波长范围,所述吸收偏振器对于第一偏振态具有至少40%的平均光学透射率并且对于正交的第二偏振态具有至少60%

的平均光吸收;或(c) 光学反射镜,使得对于所述基本上准直且基本上垂直的入射光和所述可见光波长范围,所述光学反射镜对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态具有至少60%的平均光学反射率。

4. 根据权利要求1所述的光学膜,其中在所述光漫射单层的厚度方向上截取的所述光漫射单层的截面平面中,所述纳米颗粒基本上是圆形的。

5. 一种光学膜,所述光学膜包括光漫射层,所述光漫射层粘结到反射偏振器,所述光漫射层包括多个纳米颗粒,所述多个纳米颗粒分散在所述光漫射层的相反的第一主表面和第二主表面之间并且占据所述光漫射层的相反的第一主表面和第二主表面之间所限定的体积的多于80%,所述多个纳米颗粒形成多个纳米颗粒聚集体,所述多个纳米颗粒聚集体在其间限定多个空隙,所述第一主表面和所述第二

主表面间隔开至少2微米,所述多个纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,所述纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸 $d_1$ 和 $d_2$ 处的至少两个不同的第一峰和第二峰, $1.5 \leq d_2/d_1 \leq 10$ ,所述反射偏振器包括数量总计至少为10个的多个聚合物层,所述聚合物层中的每个聚合物层具有小于约500nm的平均厚度,所述光学膜具有大于约30%的光学雾度,使得通过使所述光学膜经受约95%的相对湿度和约65°C的温度至少200小时,所述光学膜的所述

光学雾度的任何降低均小于约10%。

6. 根据权利要求5所述的光学膜,其中对于基本上准直且基本上垂直的入射光和约420nm至约680nm的可见光波长范围,所述反射偏振器对于第一偏振态具有至少40%的平均光学透射率并且对于正交的第二偏振态具有至少40%的平均光学反射率。

7. 根据权利要求6所述的光学膜,其中对于所述第一偏振态和所述可见光波长范围,所述反射偏振器对于以较小入射角入射的光具有较大平均光学透射率,并且对于以较大入射角入射的光具有较小平均光学透射率。

8. 根据权利要求5所述的光学膜,其中 $50\text{nm} \leq d_2 \leq 100\text{nm}$ 并且 $5\text{nm} \leq d_1 \leq 50\text{nm}$ 。

9. 一种背光源,所述背光源包括:

背反射器;

根据权利要求5所述的光学膜,所述光学膜设置在所述背反射器上;和

光导,所述光导设置在所述背反射器和所述光学膜之间,使得对于基本上准直且基本上垂直的入射光、约420nm至约680nm的可见光波长范围、约800nm至约1500nm的红外波长范围并且对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态,所述背反射器对于所述可见光波长范围内的每个波长反射所述入射光的至少60%,并且对于所述红外波长范围内的至少一个波长透射所述入射光的至少30%。

10. 一种显示器,所述显示器包括根据权利要求9所述的背光源,所述背光源设置在液晶面板和红外敏感检测器之间,使得当发射所述红外波长范围内的红外光的红外发射光源设置为靠近所述液晶面板时,所述红外敏感检测器检测所发射的红外光的至少一些红外光。

11. 一种光学膜,所述光学膜包括:

反射偏振器,所述反射偏振器包括数量总计至少为10个的多个聚合物层,所述聚合物层中的每个聚合物层具有小于约500nm的平均厚度,所述反射偏振器包括在其第一主表面上的多个第一突起;和

光漫射层,所述光漫射层设置在所述反射偏振器的所述第一主表面上,并且包括多个纳米颗粒,所述多个纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,所述纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸 $d_1$ 和 $d_2$ 处的至少两个不同的第一峰和第二峰, $1.5 \leq d_2/d_1 \leq 10$ ,所述光漫射层基本上与所述第一突起一致,从而形成:

多个同心部分,其中所述光漫射层基本上与所述第一突起同心;

多个平行部分,其中所述光漫射层基本上平行于所述反射偏振器的所述聚合物层;和

多个过渡部分,所述多个过渡部分在所述同心部分和所述平行部分之间提供逐渐过渡,其中对于每个第一突起,对应于所述第一突起的所述过渡部分的长度小于所述第一突起的宽度的三倍。

12. 根据权利要求11所述的光学膜,其中对于至少两个相邻的第一突起,所述光漫射层基本上与所述两个相邻的第一突起一致,从而形成两个同心部分,其中所述光漫射层基本上与所述两个相邻的第一突起同心,但在所述两个同心部分之间不形成平行部分。

13. 根据权利要求11所述的光学膜,其中 $50\text{nm} \leq d_2 \leq 100\text{nm}$ 并且 $5\text{nm} \leq d_1 \leq 50\text{nm}$ 。

14. 根据权利要求11所述的光学膜,其中对于所述第一突起中的至少一个第一突起,所述光漫射层的所述同心部分使所述第一突起中的所述至少一个第一突起的峰暴露。

15. 根据权利要求14所述的光学膜,其中所述第一突起中的所述至少一个第一突起包括所述多个第一突起的至少1%。

## 光学膜、背光源和显示器

### 技术领域

[0001] 本公开大致涉及一种光学膜。具体地,本公开涉及一种光学膜,该光学膜包括光漫射层。本公开还涉及一种包括光学膜的背光源和包括背光源的显示器。

### 背景技术

[0002] 光漫射层通常用于显示装置中以提供光学雾度,从而减少光学伪影,诸如反射莫尔条纹。然而,由于在具有高湿度和温度的环境中的老化,光漫射层的光学雾度可能会发生不均匀的变化。

### 发明内容

[0003] 在第一方面,本公开提供了一种光学膜,该光学膜包括光漫射单层。该光漫射单层具有在约0.5微米和约5微米之间的平均厚度。该光漫射单层包括相反的第一主表面和第二主表面。该光漫射单层还包括多个纳米颗粒,该多个纳米颗粒分散在该第一主表面和该第二主表面之间并且跨越该第一主表面和该第二主表面分散。该纳米颗粒包含二氧化硅。该多个纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,该纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸d1和d2处的至少两个不同的第一峰和第二峰,其中 $1.5 \leq (d2/d1) \leq 10$ 。在该第一峰的半高全宽(FWHM)内和在该第二峰的FWHM内的该多个纳米颗粒中的该纳米颗粒形成该多个纳米颗粒的相应的重量百分比W1和W2其中, $1.1 \leq (W1/W2) \leq 2$ 。该光漫射单层还包括聚合物材料,该聚合物材料将该纳米颗粒彼此粘结以形成多个纳米颗粒聚集体,该多个纳米颗粒聚集体在其间限定多个空隙。对于基本上准直且基本上垂直的入射光和约420纳米(nm)至约680nm的可见光波长范围和约900nm至约1000nm的红外波长范围,该光学膜在该可见光波长范围内具有平均镜面透射率VTs和平均总透射率VTt。此外,对于该基本上准直且基本上垂直的入射光以及该可见光波长范围和该红外波长范围,该光学膜在该红外波长范围内具有平均总透射率ITt和平均镜面透射率ITs,其中, $0.3 \leq (VTs/vTt) \leq 0.7$ ,  $(VTs/ITs) \leq 0.25$ ,  $(ITs/ITt) \geq 0.7$ 。

[0004] 在第二方面,本公开提供了一种光学膜,该光学膜包括粘结到反射偏振器的光漫射层。该光漫射层包括多个纳米颗粒,该多个纳米颗粒分散在该光漫射层的相反的第一主表面和第二主表面之间并且占据该光漫射层的相反的第一主表面和第二主表面之间所限定的体积的多于80%。该多个纳米颗粒形成多个纳米颗粒聚集体,该多个纳米颗粒聚集体在其间限定多个空隙。该第一主表面和该第二主表面间隔开至少2微米。该多个纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,该纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸d1和d2处的至少两个不同的第一峰和第二峰,其中 $1.5 \leq (d2/d1) \leq 10$ 。该反射偏振器包括数量总计至少为10个的多个聚合物层。这些聚合物层中的每一个具有小于约500nm的平均厚度。该光学膜具有大于约30%的光学雾度,使得通过使该光学膜经受约95%的相对湿度和约65摄氏度的温度至少200小时,该光学膜的该光学雾度的任何降低均小于约10%。

[0005] 在第三方面,本公开提供一种背光源,该背光源包括背反射器。该背光源还包括第

二方面的该光学膜,该光学膜设置在该背反射器上。该背光源还包括光导,该光导设置在该背反射器和该光学膜之间。对于基本上准直且基本上垂直的入射光、约420nm至约680nm的可见光波长范围、约800nm至约1500nm的红外波长范围并且对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态,背反射器对于该可见光波长范围内的每个波长反射入射光的至少60%,并且对于该红外波长范围内的至少一个波长透射入射光的至少30%。

[0006] 在第四方面,本公开提供了一种显示器,该显示器包括根据该第三方面所述的背光源,该背光源设置在液晶面板和红外敏感检测器之间,使得当发射该红外波长范围内的红外光的红外发射光源设置为靠近该液晶面板时,该红外敏感检测器检测所发射的红外光的至少一些红外光。

[0007] 在第五方面,本公开提供了一种光学膜,该光学膜包括反射偏振器。该反射偏振器包括数量总计至少为10个的多个聚合物层。这些聚合物层中的每一个具有小于约500nm的平均厚度。该反射偏振器包括在其第一主表面上的多个第一突起。该光学膜还包括光漫射层,该光漫射层设置在该反射偏振器的该第一主表面上。该光漫射层包括多个纳米颗粒,该纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,该纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸d1和d2处的至少两个不同的第一峰和第二峰,其中 $1.5 \leq (d2/d1) \leq 10$ 。该光漫射层基本上与该第一突起一致,从而形成多个同心部分,其中该光漫射层基本上与该第一突起同心。该光漫射层基本上与该第一突起一致,从而形成多个平行部分,其中该光漫射层基本上平行于该反射偏振器的该聚合物层。此外,该光漫射层基本上与该第一突起一致,从而形成多个过渡部分,在该同心部分和该平行部分之间提供逐渐过渡。对于每个第一突起,对应于该第一突起的该过渡部分的长度小于该第一突起的宽度的三倍。

[0008] 在第六方面,本公开提供了一种光学膜,该光学膜包括反射偏振器。该反射偏振器包括数量总计至少为10个的多个聚合物层。这些聚合物层中的每一个具有小于约500nm的平均厚度。该反射偏振器包括在其第一主表面上的多个第一突起。该光学膜还包括光漫射层,该光漫射层设置在该反射偏振器的该第一主表面上。该光漫射层包括多个纳米颗粒,该纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,该纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸d1和d2处的至少两个不同的第一峰和第二峰,其中 $1.5 \leq (d2/d1) \leq 10$ 。该光漫射层基本上与该第一突起一致,从而形成多个同心部分,其中该光漫射层基本上与该第一突起同心。此外,该光漫射层基本上与该第一突起一致,从而形成连接多个同心部分的多个连接部分。在由连接部分占据的该光漫射层的总表面积的至少80%上,该光漫射层的厚度变化小于约30%。

[0009] 在第七方面,本公开提供了一种光学膜,该光学膜包括反射偏振器。该反射偏振器包括数量总计至少为10个的多个聚合物层。这些聚合物层中的每一个具有小于约500nm的平均厚度。该反射偏振器包括在其第一主表面上的多个第一突起。该光学膜还包括光漫射层,该光漫射层设置在该反射偏振器的该第一主表面上。该光漫射层包括多个纳米颗粒,该纳米颗粒具有包括在相应的纳米颗粒尺寸d1和d2处的至少两个不同的第一峰和第二峰的纳米颗粒尺寸分布,其中 $1.5 \leq (d2/d1) \leq 10$ 。该光漫射层基本上与该第一突起一致,从而形成多个同心部分和多个连接部分,其中该光漫射层基本上与该第一突起同心,该多个连接部分连接该多个同心部分。对于基本上准直且基本上垂直的入射光和约420nm至约680nm的可见光波长范围以及约900nm至约1000nm的红外波长范围,该光学膜相对波长的漫反射率在设置于可见光波长范围和红外波长范围之间的第一波长处具有全局最小值。

## 附图说明

[0010] 考虑到以下结合下图的详细描述,可更全面地理解本文公开的示例性实施方案。附图未必按比例绘制。图中使用的相似数字指代相似的部件。然而,应当理解,在给定图中使用数字指代部件不旨在限制另一图中用相同数字标记的部件。

[0011] 图1示出了根据本公开的实施方案的包括光漫射层的光学膜的详细示意性剖视图;

[0012] 图2示出了根据本公开的实施方案的描绘图1的光漫射层的顶视图的扫描电子显微镜(SEM)图像;

[0013] 图3示出了根据本公开的实施方案的反射偏振器的示意性剖视图;

[0014] 图4示出了根据本公开的实施方案的描绘图1的光漫射层的多个纳米颗粒的纳米颗粒尺寸分布的曲线图;

[0015] 图5示出了根据本公开的实施方案的描绘图1的光学膜的光学特性的曲线图;

[0016] 图6A是根据本公开的实施方案的包括图1的光学膜的显示器的详细示意性剖视图;

[0017] 图6B示出了根据本公开的实施方案的图6A的显示器的背反射器的示意性剖视图;

[0018] 图7A示出了根据本公开的另一实施方案的描绘光学膜的详细剖视图的SEM图像;

[0019] 图7B示出了根据本公开的实施方案的描绘图7A的光学膜的详细剖视图的另一SEM图像;

[0020] 图7C示出了根据本公开的实施方案的描绘光学膜的顶视图的SEM图像;

[0021] 图8A示出了根据本公开的实施方案的光学膜的示意性剖视图;并且

[0022] 图8B示出了根据本公开的实施方案的描绘图8A的光学膜的光学特性的曲线图。

## 具体实施方式

[0023] 在以下描述中,参考形成其一部分的附图,并且其中通过图示的方式示出了各种实施方案。应当理解,在不脱离本公开的范围或实质的情况下,设想到并作出其他实施方案。因此,以下具体实施方式不应被视为具有限制意义。

[0024] 在以下公开中,采用如下的定义。

[0025] 如本文所用,应该将所有数字视为由术语“约”修饰。如本文所用,“一个”、“一种”、“所述”、“至少一种(个)”以及“一种(个)或多种(个)”可互换使用。

[0026] 如本文所用,作为对特性或属性的修饰语,除非另外具体地定义,否则术语“大致”意指该特性或属性将能够容易被普通技术人员识别,而不需要绝对精确或完美匹配(例如,对于可量化特性,在 $\pm 20\%$ 内)。

[0027] 除非另外具体地定义,否则术语“基本上”意指高逼近程度(例如,对于可量化特性,在 $\pm 10\%$ 内),但同样不需要绝对精确或完美匹配。

[0028] 除非另外具体地定义,否则术语“约”意指高逼近程度(例如,对于可量化特性,在 $\pm 5\%$ 内),但同样不需要绝对精确或完美匹配。

[0029] 如本文所用,术语“第一”和“第二”用作标识符。因此,此类术语不应理解为对本公开的限制。在本公开的实施方案的全文中,术语“第一”和“第二”在与特征部或元件结合使用时可互换。

[0030] 如本文所用,当第一材料被称为“类似”于第二材料时,第一材料和第二材料的至少90重量%是相同的,并且第一材料和第二材料之间的任何变化占第一材料和第二材料中的每一者的小于约10重量%。

[0031] 如本文所用,“A和B中的至少一者”应当理解成意指“仅A、仅B或A和B两者”。

[0032] 如本文所用,术语“膜”通常是指具有非常高的长度或宽度与厚度之比的材料。膜具有由长度和宽度限定的两个主表面。膜通常具有良好的柔性并可用于多种多样的应用,包括显示器。膜还可具有一定的厚度或材料组成,使得它们是半刚性或刚性的。本公开中描述的膜可由各种聚合物材料构成。膜可以是单层、多层或不同聚合物的共混物。

[0033] 如本文所用,术语“层”通常是指膜内具有相对一致的化学组成的材料厚度。层可以是任何类型的材料,包括聚合物、纤维素、金属或它们的共混物。给定的聚合物层可包含单一聚合物类型或聚合物的共混物,并且可伴有添加剂。给定的层可与其他层组合或连接以形成膜。与相邻层或膜相比,层可以是部分连续的或完全连续的。给定的层可与相邻层部分共延或完全共延。层可包含子层。

[0034] 如本文所用,术语“镜面透射率”通常是指光通过主体的透射率,其中透射光的角度分布基本上与入射在主体上的入射光的角度分布相同。

[0035] 如本文所用,术语“漫透射率”通常是指光通过主体的透射率,其中透射光的角度分布不同于入射在主体上的入射光的角度分布。

[0036] 如本文所用,术语“总透射率”通常是指所有光的组合透射率,包括镜面透射率和漫透射率。

[0037] 如本文所用,术语“漫反射率”通常是指光在主体处的反射率,其中反射光的角度分布不同于入射在主体上的入射光的角度分布。

[0038] 如本文所用,除非另外明确定义,否则术语“在约……之间”通常是指包含性或封闭性范围。例如,如果参数X在约A和B之间,则 $A \leq X \leq B$ 。

[0039] 如本文所用,术语“干燥厚度”通常是指在涂层或膜中存在的溶剂干燥后涂层或膜的厚度。

[0040] 本公开涉及一种光学膜,该光学膜包括光漫射层。本公开还涉及一种背光源,该背光源包括光学膜。包括光学膜的背光源可用于显示器中。在一些示例中,光学膜可用于显示装置的背光源中。显示装置可并入到电子装置中,诸如计算机监视器、电视、移动电话、个人数字助理(PDA)、可穿戴装置或任何其他便携式装置。在一些其他示例中,光学膜可用于光学生物测定扫描装置(诸如指纹扫描仪、视网膜扫描仪等)的背光源中。

[0041] 通常,包括液晶面板的显示装置包括背光源,因为液晶面板本身不是自发光的。背光源发出的光穿过液晶面板到达观察者。然而,此类显示装置可能易受光学伪像(诸如反射莫尔条纹)影响。为了减少这种光学伪像,此类显示装置的背光源可以设置有包括多孔涂层的光学膜以向显示装置提供光学雾度。然而,常规多孔涂层可能容易老化。具体地,包括常规多孔涂层的光学膜在持续暴露于高温和/或高湿度(诸如95%的相对湿度和65摄氏度(°C)的温度)约200小时后可提供不均匀的光学雾度。在一些情况下,常规多孔涂层的光学雾度在持续暴露于高温和/或高湿度时可显著降低。因此,常规多孔涂层在环境耐久性能测试,特别是高温或高湿度测试中表现不佳。

[0042] 减轻老化影响的一种方式可以是增加常规多孔涂层的干燥厚度。可以通过在常规

多孔涂层中包括尺寸为约75纳米(nm)的纳米颗粒来增加干燥厚度。然而,这种干燥厚度增加可能会对常规多孔涂层的内聚强度产生不利影响,并且可能导致常规多孔涂层发生过早的机械故障。

[0043] 在一个方面,本公开提供了一种光学膜,该光学膜包括光漫射单层。该光漫射单层具有在约0.5微米和约5微米之间的平均厚度。该光漫射单层包括相反的第一主表面和第二主表面。该光漫射单层还包括多个纳米颗粒,该多个纳米颗粒分散在该第一主表面和该第二主表面之间并且跨越该第一主表面和该第二主表面分散。该纳米颗粒包含二氧化硅。该多个纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,该纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸d1和d2处的至少两个不同的第一峰和第二峰,其中 $1.5 \leq (d2/d1) \leq 10$ 。在该第一峰的半高全宽(FWHM)内和在第二峰的FWHM内的该多个纳米颗粒中的该纳米颗粒形成该多个纳米颗粒的相应的重量百分比W1和W2其中, $1.1 \leq (W1/W2) \leq 2$ 。该光漫射单层还包括聚合物材料,该聚合物材料将该纳米颗粒彼此粘结以形成多个纳米颗粒聚集体,该多个纳米颗粒聚集体在其间限定多个空隙。对于基本上准直且基本上垂直的入射光和约420nm至约680nm的可见光波长范围和约900nm至约1000的红外波长范围,光学膜在可见光波长范围内具有平均镜面透射率VTs和平均总透射率VTt。此外,对于基本上准直且基本上垂直的入射光以及可见光波长范围和红外波长范围,光学膜在红外波长范围内具有平均总透射率ITt和平均镜面透射率ITs,其中, $0.3 \leq (VTs/VTt) \leq 0.7$ ,  $(VTs/ITs) \leq 0.25$ ,  $(ITs/ITt) \geq 0.7$ 。

[0044] 由于多个纳米颗粒和多个空隙的存在,光学膜的光漫射层可在可见光波长范围内提供光学雾度。然而,光漫射层可以在红外波长范围内提供相当高的镜面透射率。因此,光学膜可适用于与在红外波长范围内操作的光学传感器一起使用,或适用于将此类光学传感器用于各种应用(诸如指纹感测)的显示装置中。

[0045] 此外,多个纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸分布,该纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸d1和d2处的至少两个不同的第一峰和第二峰,使得 $1.5 \leq (d2/d1) \leq 10$ ,以及在第一峰和第二峰的相应的FWHM内的纳米颗粒的相应的重量百分比W1和W2,使得 $1.1 \leq (W1/W2) \leq 2$ ,可以提供干燥厚度增加的光漫射层,而不会对光漫射层的内聚强度产生不利影响。光漫射层的干燥厚度增加可以减少老化的负面影响,即在持续暴露于高温和/或高湿度时不均匀的光学雾度,而不会损害光漫射层的内聚强度。具体地,通过使光学膜经受约95%的相对湿度和约65°C的温度至少200小时,光学膜的光学雾度的降低小于约10%。

[0046] 此外,可通过改变多个纳米颗粒的重量百分比W1和W2和/或纳米颗粒尺寸d2和d1来控制由光漫射层提供的光学雾度。

[0047] 现在参考附图,图1示出了根据本公开的实施方案的光学膜300的详细示意性剖视图。

[0048] 光学膜300限定互相正交的x轴、y轴和z轴。x轴和y轴对应于光学膜300的平面内轴线,而z轴是沿着光学膜300的厚度设置的横向轴线。换句话说,x轴和y轴沿光学膜300的平面(即,x-y平面)设置,而z轴垂直于光学膜300的平面。z轴可以可互换地称为“厚度方向”。

[0049] 光学膜300包括光漫射单层10。光漫射单层10可互换地称为“光漫射层10”。光漫射层10包括相反的第一主表面11和第二主表面12。光漫射层10具有平均厚度t。光漫射层10限定沿z轴的平均厚度t。如本文使用的术语“平均厚度”是指沿光漫射层10的平面(即,x-y平面)的平均厚度。在一些实施方案中,可在相反的第一主表面11和第二主表面12之间测量光

漫射层10的平均厚度 $t$ 。在一些实施方案中,光漫射层10具有在约0.5微米与约5微米之间的平均厚度 $t$ 。

[0050] 在一些实施方案中,第一主表面11和第二主表面12可互换地称为“主要的第一表面11和第二表面12”。在一些实施方案中,第一主表面11和第二主表面12间隔开至少2微米。在一些实施方案中,第一主表面11和第二主表面12间隔开至少4微米、至少6微米或至少8微米。换句话说,在一些实施方案中,光漫射层10具有至少2微米、至少4微米、至少6微米、或至少8微米的平均厚度 $t$ 。

[0051] 图2示出了示例性扫描电子显微镜(SEM)图像200,其描绘了光漫射层10的顶视图。

[0052] 现在参考图1和图2,光漫射层10还包括多个纳米颗粒。具体地,多个纳米颗粒包括多个第一纳米颗粒20和多个第二纳米颗粒30。在一些实施方案中,多个第一纳米颗粒20和多个第二纳米颗粒30可统称为“多个纳米颗粒20、30”。多个纳米颗粒20、30分散在第一主表面11和第二主表面12之间并且跨越第一主表面和第二主表面分散。

[0053] 在一些实施方案中,多个纳米颗粒20、30占据光漫射层10的相反的第一主表面11和第二主表面12之间所限定的体积的多于80%。在一些实施方案中,多个纳米颗粒20、30占据光漫射层10的相反的第一主表面11和第二主表面12之间所限定的体积的多于约85%或多于约90%。

[0054] 纳米颗粒20、30包含二氧化硅。在一些实施方案中,纳米颗粒20、30包含官能化二氧化硅。在一些实施方案中,纳米颗粒20、30基本上是球形的。此外,在一些实施方案中,在厚度方向上截取的光漫射层10的截面平面中(即,在 $z$ - $x$ 平面中),纳米颗粒20、30基本上是圆形的。此外,在一些实施方案中,在沿着 $x$ - $y$ 平面截取的光漫射层10的截面平面中,纳米颗粒可以基本上是圆形的。

[0055] 多个纳米颗粒20、30形成多个纳米颗粒聚集体60。具体地,光漫射层10包括聚合物材料50,该聚合物材料将多个纳米颗粒20、30彼此粘结以形成多个纳米颗粒聚集体60。多个纳米颗粒聚集体60限定在其间的多个空隙70。在一些实施方案中,聚合物材料50包括季戊四醇三丙烯酸酯。

[0056] 如图1所示,在一些实施方案中,光学膜300还包括设置在光漫射层10上的基底190。在一些实施方案中,光漫射层10粘结到基底190。在一些实施方案中,光漫射层10经由光学透明粘合剂层或环氧树脂层粘结到基底190。

[0057] 在一些实施方案中,基底190包含聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯醇(PVA)、聚烯烃、聚乙烯、聚萘二甲酸乙二醇酯、醋酸纤维素、聚苯乙烯和聚酰亚胺中的一者或多者。

[0058] 基底190具有平均厚度 $t_s$ 。沿着 $z$ 轴限定平均厚度。如本文所用,术语“平均厚度”是指沿基底190的平面(即, $x$ - $y$ 平面)的平均厚度。在一些实施方案中,基底190具有在约20微米和约500微米之间的平均厚度。在一些实施方案中,基底190具有在约20微米和约300微米之间,在约20微米和约200微米之间,或者在约20微米和约100微米之间的平均厚度 $t_s$ 。

[0059] 在一些实施方案中,光漫射层10可以按湿涂层的形式沉积在基底190上。在这种情况下,光漫射层10的平均厚度 $t$ 可以在湿涂层干燥后进行测量。换句话说,光漫射层10的平均厚度 $t$ 可以是干燥厚度。

[0060] 图1进一步示出了入射在光学膜300上的基本上准直且基本上垂直的入射光80。换

句话说,基本上准直且基本上垂直的入射光80相对于法线N以约0度的角度入射到光学膜300。在一些实施方案中,法线N可基本上沿着光学膜300的z轴。此外,如本文所用,术语“基本上准直的”是指光的全发散角小于约20度。因此,入射在光学膜300上的基本上准直且基本上垂直的入射光80可具有小于约20度的全发散角(未示出)。基本上准直且基本上垂直的入射光80可互换地称为“入射光80”。

[0061] 在一些情况下,入射光80可具有第一偏振态。在一些实施方案中,第一偏振态可以指沿着x轴的偏振。在一些情况下,入射光80可具有正交的第二偏振态。在一些实施方案中,正交的第二偏振态可以指沿着y轴的偏振。在一些实施方案中,入射光80可包括第一偏振态和第二偏振态的混合物。

[0062] 在一些实施方案中,基底190包括吸收偏振器。在一些实施方案中,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80和约420nm至约680nm的可见光波长范围81(如图5所示),吸收偏振器对于第一偏振态具有至少40%的平均光学透射率。换句话说,对于入射光80和可见光波长范围81,吸收偏振器对于沿x轴的偏振具有至少40%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于入射光80和可见光波长范围81,吸收偏振器对于第一偏振态具有至少50%、至少60%、至少70%、至少80%或至少90%的平均光学透射率。

[0063] 在一些实施方案中,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80和可见光波长范围81,吸收偏振器对于正交的第二偏振态具有至少60%的平均光吸收。换句话说,对于入射光80和可见光波长范围81,吸收偏振器对于沿y轴的偏振具有至少60%的平均光吸收。在一些实施方案中,对于入射光80和可见光波长范围81,吸收偏振器对于正交的第二偏振态具有至少70%、至少80%、至少90%或至少95%的平均光吸收。

[0064] 因此,对于入射光80和可见光波长范围81,吸收偏振器可以基本上透射具有第一偏振态的入射光80,并且可以基本上吸收具有正交的第二偏振态的入射光80。换句话说,对于入射光80和可见光波长范围81,吸收偏振器可以基本上通过具有第一偏振态的入射光80,并且可以基本上阻挡具有正交的第二偏振态的入射光80。

[0065] 在一些实施方案中,基底190包括光学反射镜。在这些实施方案中,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80和可见光波长范围81,光学反射镜对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态具有至少60%的平均光学反射率。换句话说,对于入射光80和可见光波长范围81,光学反射镜对于沿着相互正交的x和y轴中的每个轴的偏振具有至少60%的平均光学反射率。在一些实施方案中,对于入射光80和可见光波长范围81,光学反射镜对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态具有至少70%、至少80%、至少90%或至少95%的平均光学反射率。因此,光学反射镜可以选择性地透射或反射光,而与入射光80的偏振无关。

[0066] 图3示出了根据本公开的实施方案的反射偏振器90的详细示意性剖视图。

[0067] 参考图1和图3,在一些实施方案中,基底190包括反射偏振器90。在一些实施方案中,光漫射层10粘结到反射偏振器90。反射偏振器依赖于至少两种材料(通常为聚合物材料)之间折射率的差值,以选择性地反射一种偏振态的光,而透射正交偏振态的光。

[0068] 反射偏振器90限定互相正交的x1轴、y1轴和z1轴。x1轴和y1轴对应于反射偏振器90的平面内轴,而z1轴是沿反射偏振器90的厚度设置的横向轴。换句话说,x1轴和y1轴沿着反射偏振器90的平面(即,x1-y1平面),并且z1轴垂直于反射偏振器90的平面,即,沿

着反射偏振器90的厚度。在一些实施方案中,反射偏振器90的x1轴、y1轴和z1轴可分别对应于光学膜300(如图1所示)的x轴、y轴和z轴。

[0069] 反射偏振器90包括多个聚合物层。在图3例示的实施方案中,反射偏振器90包括多个交替的第一聚合物层91和第二聚合物层92。多个交替的第一聚合物层91和第二聚合物层92可以可互换地称为“多个聚合物层91、92”或“聚合物层91、92”。在一些实施方案中,多个聚合物层91、92沿着z1轴彼此相邻地设置。多个聚合物层91、92的总数可以是至少10。在一些实施方案中,聚合物层91、92中的每个聚合物层具有平均厚度 $t_r$ 。沿着z1轴限定平均厚度 $t_r$ 。本文中使用的术语“平均厚度”是指沿着聚合物层91、92的每个聚合物层的平面(即,x1-y1平面)的平均厚度。聚合物层91、92中的每个聚合物层具有小于约500nm的平均厚度 $t_r$ 。

[0070] 在一些实施方案中,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80和可见光波长范围81(如图5所示),反射偏振器90对于第一偏振态具有至少40%的平均光学透射率。换句话说,对于入射光80和可见光波长范围81,反射偏振器90对于沿x轴的偏振具有至少40%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于入射光80和可见光波长范围81,反射偏振器90对于第一偏振态具有至少50%、至少60%、至少70%、至少80%或至少90%的平均光学透射率。

[0071] 在一些实施方案中,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80和可见光波长范围81,反射偏振器90对于正交的第二偏振态具有至少40%的平均光学反射率。换句话说,对于入射光80和可见光波长范围81,反射偏振器90对于沿y轴的偏振具有至少40%的平均光学反射率。在一些实施方案中,对于入射光80和可见光波长范围81,反射偏振器90对于正交的第二偏振态具有至少50%、至少60%、至少70%、至少80%或至少90%的平均光学反射率。

[0072] 因此,对于入射光80和可见光波长范围81,反射偏振器90可以基本上透射具有第一偏振态的入射光80,并且可以基本上反射具有正交的第二偏振态的入射光80。换句话说,对于入射光80和可见光波长范围81,反射偏振器90可以基本上通过具有第一偏振态的入射光80,并且可以基本上阻挡具有正交的第二偏振态的入射光80。

[0073] 在一些实施方案中,对于第一偏振态和可见光波长范围81,反射偏振器90对于以较小入射角入射的光具有较大平均光学透射率,并且对于以较大入射角入射的光具有较小平均光学透射率。具体地,对于第一偏振态和可见光波长范围81,反射偏振器90对于相对于法线N具有较小入射角的光(例如,入射光80)具有较大的平均光学透射率,并且对于相对于法线N以较大入射角(未示出)入射的光具有较小的平均光学透射率。换句话说,对于第一偏振态和可见光波长范围81,反射偏振器90对入射光80的平均光学透射率随入射光80相对于法线N的入射角的增加而减小。因此,对于第一偏振态和可见光波长范围81,反射偏振器90可具有比离轴光学透射率更大的同轴光学透射率。

[0074] 图4示出了描绘多个纳米颗粒20、30(在图1和图2中示出)的纳米颗粒尺寸分布40的示例性曲线图210。具体地,曲线图210描绘了多个第一纳米颗粒20和多个第二纳米颗粒30的纳米颗粒尺寸分布40。此外,曲线图210将多个纳米颗粒20、30的纳米颗粒尺寸描绘为基本上球形的纳米颗粒20、30的直径。纳米颗粒计数以任意单位(a.u.)描绘在纵坐标轴上,并且纳米颗粒直径以纳米(nm)描绘在横坐标上。

[0075] 如曲线图210所示,多个纳米颗粒20、30具有纳米颗粒尺寸分布40,该纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸d1和d2处的至少两个不同的第一峰41和第二峰42。因此,多个纳米颗粒20、30中的大部分纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸d1和d2。具体地,多个第一

纳米颗粒20中的大部分纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸 $d_1$ ,并且多个第二纳米颗粒30中的大部分纳米颗粒具有纳米颗粒尺寸 $d_2$ 。纳米颗粒尺寸 $d_2$ 与纳米颗粒尺寸 $d_1$ 之比大于或等于1.5且小于或等于10,即 $1.5 \leq (d_2/d_1) \leq 10$ 。换句话说,纳米颗粒尺寸 $d_2$ 是纳米颗粒尺寸 $d_1$ 的大于或等于约1.5倍且小于或等于约10倍。在一些实施方案中,纳米颗粒尺寸 $d_1$ 大于或等于约5nm且小于或等于约50nm,即 $5\text{nm} \leq d_1 \leq 50\text{nm}$ 。在一些实施方案中,纳米颗粒尺寸 $d_2$ 大于或等于约50nm且小于或等于约100nm,即 $50\text{nm} \leq d_2 \leq 100\text{nm}$ 。在曲线图210中,纳米颗粒尺寸 $d_1$ 的值(即,在第一峰41处)为约18nm,并且纳米颗粒尺寸 $d_2$ 的值(即,在第二峰42处)为约56nm。因此, $(d_2/d_1)$ 为约3.1。在一些其他实施方案中,纳米颗粒尺寸 $d_1$ 为约20nm,并且纳米颗粒尺寸 $d_2$ 为约75nm。因此, $(d_2/d_1) = 3.75$ 。

[0076] 此外,在第一峰41的半峰全宽(FWHM)43内和在第二峰42的FWHM 44内的多个纳米颗粒20、30中的纳米颗粒形成多个纳米颗粒20、30的相应的重量百分比 $W_1$ 和 $W_2$ 。换句话说,第一峰41的FWHM 43内的纳米颗粒形成多个纳米颗粒20、30的重量百分比 $W_1$ ,并且第二峰42的FWHM 44内的纳米颗粒形成多个纳米颗粒20、30的重量百分比 $W_2$ 。在曲线图210中,FWHM 43在约17nm和约22nm之间,且FWHM 44在约56nm和约72nm之间。因此,粒度在约17nm和约22nm之间的纳米颗粒形成多个纳米颗粒20、30的重量百分比 $W_1$ ,并且粒度在约56nm和约72nm之间的纳米颗粒形成多个纳米颗粒20、30的重量百分比 $W_2$ 。

[0077]  $W_1$ 与 $W_2$ 之比大于或等于约1.1且小于或等于约2,即 $1.1 \leq (W_1/W_2) \leq 2$ 。换句话说,多个第一纳米颗粒20的重量百分比(即, $W_1$ )是多个第二纳米颗粒30的重量百分比(即, $W_2$ )的大于或等于约1.1倍且小于或等于约2倍。在一些实施方案中, $1.1 \leq (W_1/W_2) \leq 1.8$ ,或 $1.1 \leq (W_1/W_2) \leq 1.6$ 。在一些示例中, $W_1$ 为约60%且 $W_2$ 为约40%。因此, $(W_1/W_2) = 1.5$ 。

[0078] 图5示出了根据本公开的实施方案的描绘光学膜300(如图1所示)的光学特性的曲线图500。具体地,曲线图500描绘了光学膜300对于入射光80(如图1所示)的镜面透射率、漫透射率和总透射率,其中总透射率=(镜面透射率+漫透射率)。波长在横坐标上以纳米(nm)表示,并且透射率在左侧纵坐标轴上以透射率百分比表示。

[0079] 参考图1和图5,曲线图500包括描绘光学膜300的总透射率的曲线501、描绘光学膜300的镜面透射率的曲线502和描绘光学膜300的漫透射率的曲线503。具体地,曲线501描绘了光学膜300的总透射率随入射光波长的变化。曲线502描绘了光学膜300的镜面透射率随入射光波长的变化。此外,曲线503描绘了光学膜300的漫透射率随入射光波长的变化。

[0080] 如曲线501所示,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80和可见光波长范围81以及约900nm至约1000nm的红外波长范围82,光学膜300在可见光波长范围81内具有平均总透射率 $VT_t$ 。

[0081] 如曲线502所示,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80以及可见光波长范围81和红外波长范围82,光学膜300在可见光波长范围81内具有平均镜面透射率 $VT_s$ 。

[0082] 此外,如曲线503所示,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80以及可见光波长范围81和红外波长范围82,光学膜300在可见光波长范围81内具有平均漫透射率 $VT_d$ 。

[0083] 在一些实施方案中,平均镜面透射率 $VT_s$ 与平均总透射率 $VT_t$ 之比大于或等于约0.3且小于或等于约0.7,即 $0.3 \leq (VT_s/VT_t) \leq 0.7$ 。换句话说,对于可见光波长范围81,光学膜300的平均镜面透射率 $VT_s$ 可以大于或等于光学膜300的平均总透射率 $VT_t$ 的约30%且小于或等于光学膜300的平均总透射率 $VT_t$ 的约70%。因此,对于可见光波长范围81,光学膜

300的平均漫透射率 $VT_d$ 可以小于或等于光学膜300的平均总透射率 $VT_t$  (即,光学膜300的平均总透射率 $VT_t$ 的剩余部分)的约70%且大于或等于光学膜300的平均总透射率 $VT_t$ 的约30%。换句话说,对于可见光波长范围81,入射光80的一部分作为漫射光离开光学膜300,从而提供可见光波长范围81内的光学雾度。在一些实施方案中, $0.3 \leq (VT_s/VT_t) \leq 0.65$ 、 $0.3 \leq (VT_s/VT_t) \leq 0.6$ 或 $0.3 \leq (VT_s/VT_t) \leq 0.55$ 。换句话说,在一些实施方案中,平均镜面透射率 $VT_s$ 与平均总透射率 $VT_t$ 之比大于或等于约0.3且小于或等于约0.65、大于或等于约0.3且小于或等于约0.6、大于或等于约0.3且小于或等于约0.55、或大于或等于约0.3且小于或等于约0.5。

[0084] 基于光学膜300的 $VT_d$ 的值,作为漫射光离开光学膜300的入射光80的量可以变化,并且因此光学膜300的光学雾度可以根据期望的应用属性相应地发生变化。光学膜300的漫透射率可归因于入射光80由于多个纳米颗粒20、30的存在和多个空隙70在光漫射层10中的存在而发生的散射。光学膜300的光学雾度可与由多个纳米颗粒20、30散射的入射光80的量成正比。此外,被多个纳米颗粒20、30散射的入射光80的量可以取决于 $d_2/d_1$ 和 $W_1/W_2$ 中的至少一者,并且可以通过根据期望的应用属性相应地改变 $d_2/d_1$ 和 $W_1/W_2$ 中的至少一者来进行改变。换句话说,通过控制光漫射层10中的多个纳米颗粒20、30的 $d_2/d_1$ 和 $W_1/W_2$ 中的至少一者,光学膜300的光学雾度可以根据期望的应用属性而变化。

[0085] 在一些示例中,对于具有约2.7微米的平均厚度 $t$ 的光漫射层10, $VT_t$ 为约26.5%, $VT_s$ 为约14.1%且 $VT_d$ 为约12.4%。在该示例中, $(VT_s/VT_t)$ 为约0.53。此外, $VT_d$ 为 $VT_t$ 的约47%,从而赋予光学膜300光学雾度。

[0086] 如曲线501所示,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80以及可见光波长范围81和红外波长范围82,光学膜300在红外波长范围82内具有平均总透射率 $IT_t$ 。

[0087] 如曲线502所示,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80以及可见光波长范围81和红外波长范围82,光学膜300在红外波长范围82内具有平均镜面透射率 $IT_s$ 。

[0088] 此外,如曲线503所示,对于基本上准直且基本上垂直的入射光80以及可见光波长范围81和红外波长范围82,光学膜300在红外波长范围82内具有平均漫透射率 $IT_d$ 。

[0089] 在一些实施方案中,平均镜面透射率 $IT_s$ 与平均总透射率 $IT_t$ 之比等于或大于约0.7,即 $(IT_s/IT_t) \geq 0.7$ 。换句话说,光学膜300的平均镜面透射率 $IT_s$ 可以大于或等于光学膜300的平均总透射率 $IT_t$ 的约70%。因此,光学膜300的平均漫透射率 $IT_d$ 可以小于光学膜300的平均总透射率 $IT_t$  (即,光学膜300的平均总透射率 $IT_t$ 的剩余部分)的约30%。换句话说,对于红外波长范围82,光学膜300可提供入射光80的基本上镜面透射。在一些实施方案中, $(IT_s/IT_t) \geq 0.75$ ,或 $(IT_s/IT_t) \geq 0.8$ 。换句话说,平均镜面透射率 $IT_s$ 与平均总透射率 $IT_t$ 之比等于或大于约0.75,或者等于或大于约0.8。

[0090] 在一些示例中,对于具有约2.7微米的平均厚度 $t$ 的光漫射层10, $IT_t$ 为约87.5%且 $IT_s$ 为约75%。在该示例中, $(IT_s/IT_t)$ 为约0.85。换句话说, $IT_s$ 为 $IT_t$ 的约85%,即,对于红外波长范围82,光学膜300可提供入射光80的基本上镜面透射。

[0091] 因此,光学膜300可用于需要在红外波长范围内基本上镜面透射的应用中,诸如用于光学生物测定扫描应用,包括指纹扫描、视网膜扫描等。

[0092] 此外,光学膜300的平均镜面透射率 $VT_s$ 与光学膜300的平均镜面透射率 $IT_s$ 之比等于或小于0.25,即 $(VT_s/IT_s) \leq 0.25$ 。换句话说,与可见光波长范围81相比,光学膜300在红

外波长范围82内具有基本上更大的平均镜面透射率。因此,光学膜300可适用于需要在红外波长范围82内基本上镜面透射和在可见光波长范围81内光学雾度的应用中。在一些实施方案中,  $(VT_s/IT_s) \leq 0.22$ , 或  $(VT_s/IT_s) \leq 0.2$ 。在一些示例中,对于具有约2.7微米的平均厚度 $t$ 的光漫射层10,  $VT_s$ 为约14.1%且 $IT_s$ 为约75%。在该示例中,  $(VT_s/IT_s)$ 为约0.18。

[0093] 现在参考图1、图4和图5,光漫射层10可以为光学膜300提供在可见光波长范围81内的光学雾度并且提供在红外波长范围82内的相当高的镜面透射率。

[0094] 此外,由于多个第一纳米颗粒20和第二纳米颗粒30的纳米颗粒尺寸分布40,与常规多孔涂层相比,光漫射层10可以具有增加的干燥厚度,而不会对光漫射层10的内聚强度产生不利影响。光漫射层10的干燥厚度增加可以减少老化的负面影响,即,在持续暴露于高温和/或高湿度时不均匀的光学雾度。干燥厚度增加可减少由于老化引起的光学膜300的光学雾度的不均匀变化。具体地,在一些实施方案中,光学膜300具有大于约30%的光学雾度,使得通过使光学膜300经受约95%的相对湿度和约65°C的温度至少200小时,光学膜300的光学雾度的任何降低均小于约10%。在一些示例中,光学膜300具有约45%的光学雾度。

[0095] 图6A示出了根据本公开的实施方案的包括光学膜300的显示器120的详细示意性剖视图。显示器120包括背光源110。在一些实施方案中,背光源110包括背反射器111和设置在背反射器111上的光学膜300。在一些实施方案中,光学膜300和背反射器111可在其间形成循环光学腔。

[0096] 在一些实施方案中,背光源110还可包括设置在背反射器111和光学膜300之间的光导112。在一些实施方案中,光导112可以是固体光导。在一些实施方案中,光导112可以是阶梯楔形光导。在一些实施方案中,光导112可使用全内反射(TIR)来将入射在光导112上的光朝向光学膜300传送或引导。在一些情况下,光导112可改善将入射在光学膜300上的光的均匀性。在一些实施方案中,光导112可包括漫射层或光重定向层,以提供入射在光学膜300上的光的期望角度分布。

[0097] 背光源110设置在液晶面板121和红外敏感检测器122之间,使得当发射红外波长范围(例如,图5中所示的红外波长范围82)内的红外光124的红外发射光源123设置为靠近液晶面板121时,红外敏感检测器122检测所发射的红外光124中的至少一些红外光。在一些应用中,显示器120可以包括指纹扫描器。由红外发射光源123发射的红外光124可以穿过液晶面板121并且从放置在液晶面板121上的手指(未示出)反射。因此,从手指反射的光可以包括一些发射的红外光124。从手指反射的光可以透射通过光学膜300和背反射器111,以被红外敏感检测器122检测。

[0098] 图6B示出了根据本公开的实施方案的显示器120(在图6A中示出)的背反射器111的示意性剖视图。图6B还示出了入射在背反射器111上的基本上准直且基本上垂直的入射光601,即,基本上准直且基本上垂直的入射光601相对于法线 $N_1$ 以约0度的角度入射到背反射器111。在一些实施方案中,法线 $N_1$ 可基本上平行于(图1所示的)法线 $N$ 。基本上准直且基本上垂直的入射光601可互换地称为“入射光601”。

[0099] 在一些情况下,入射光601可具有相互正交的第一偏振态和第二偏振态。在一些实施方案中,相互正交的第一偏振态和第二偏振态可以分别指沿着 $x$ 轴和 $y$ 轴的偏振。

[0100] 参考图6A和图6B,在一些实施方案中,对于基本上准直且基本上垂直的入射光601、约420nm至约680nm的可见光波长范围以及约800nm至约1500nm的红外波长范围并且对

于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态,背反射器111对于可见光波长范围内的每个波长反射入射光601的至少60%。在一些实施方案中,对于入射光601、可见光波长范围和红外波长范围并且对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态,背反射器111对于可见光波长范围内的每个波长反射入射光601的至少70%、至少80%、至少90%或至少95%。换句话说,对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态,背反射器111基本上反射可见光波长范围内的每个波长的入射光601。

[0101] 在一些实施方案中,对于基本上准直且基本上垂直的入射光601、可见光波长范围和红外波长范围并且对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态,背反射器111对于红外波长范围内的至少一个波长透射入射光601的至少30%。在一些实施方案中,对于入射光601、可见光波长范围和红外波长范围并且对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态,背反射器111对于红外波长范围内的至少一个波长透射入射光601的至少30%、至少40%、至少50%、至少60%、至少70%或至少80%。换句话说,对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每个偏振态,背反射器111对于红外波长范围内的至少一个波长透射入射光601的至少一部分。

[0102] 因此,背反射器111对于可见光波长范围内的每个波长可以是高度反射的。对于可见光波长范围内的每个波长的这种高反射率可以减少在光学膜300和背反射器111之间所限定的回收腔中的损耗量。此外,对于可见光波长范围内的每个波长的这种高反射率可以包括镜面反射和漫反射两者。在一些实施方案中,背反射器111可以主要是镜面反射器、漫反射器或镜面反射器/漫反射器的组合,无论其在空间上均匀分布或呈一定的图案。在一些实施方案中,背反射器111可以是半镜面反射器。在一些情况下,背反射器111可包括具有高反射率涂层的刚性金属基底,或者层压到支承基底的高反射率膜。在一些实施方案中,背反射器111可包括一种或多种元素,诸如银、铝、白色涂层、非导电涂层等。

[0103] 图7A和图7B示出了扫描电子显微镜(SEM)图像701、702,分别描绘了根据本公开的另一实施方案的光学膜300'的详细侧面剖视图。图7A和图7B中所示的光学膜300'基本上类似于图1的光学膜300。然而,光学膜300'包括反射偏振器90'和光漫射层10'。光学膜300'和光学膜300之间的通用部件由相同的附图标号示出。

[0104] 反射偏振器90'基本上类似于图3所示的反射偏振器90。然而,反射偏振器90'在其第一主表面93上包括多个第一突起100。

[0105] 光漫射层10'设置在反射偏振器90'的第一主表面93上。光漫射层10'基本上类似于图1的光漫射层10。然而,光漫射层10'基本上与第一突起100一致。

[0106] 光漫射层10'基本上与第一突起100一致,从而形成多个同心部分13,其中光漫射层10'基本上与第一突起100同心。在图7A和图7B所示的实施方案中,为了清楚起见,示出了第一突起100中的一个突起。

[0107] 此外,光漫射层10'基本上与第一突起100一致,从而形成多个平行部分14,其中光漫射层10'基本上平行于反射偏振器90'的聚合物层91、92。

[0108] 此外,光漫射层10'基本上与第一突起100一致,从而形成多个过渡部分15,在同心部分13和平行部分14之间提供逐渐过渡。对于每个第一突起100,对应于第一突起100的过渡部分15的长度 $L_1$ 小于第一突起100的宽度 $L_2$ 的三倍,即 $L_1 < 3L_2$ 。

[0109] 图7C示出根据本公开的实施方案的描绘图7A和图7B的光学膜300'的顶视图的SEM

图像703。

[0110] 现在参考图7A至图7C,在一些实施方案中,对于至少两个相邻的第一突起100-1、100-2,光漫射层10'基本上与两个相邻的第一突起100-1、100-2一致,从而形成两个同心部分13-1、13-2,其中光漫射层10'基本上与两个相邻的第一突起100-1、100-2同心,但在两个同心部分13-1、13-2之间不形成平行部分。

[0111] 在一些实施方案中,对于第一突起中的至少一个第一突起,光漫射层10'的同心部分13使第一突起中的至少一个第一突起的峰暴露。

[0112] 在图7C所示的实施方案中,对于第一突起100-1,光漫射层10的同心部分13-1使第一突起100-1的峰76暴露。

[0113] 在一些实施方案中,峰暴露的第一突起中的至少一个第一突起(例如,第一突起100-1)包括多个第一突起100的至少1%。在一些实施方案中,第一突起中的至少一个第一突起包括多个第一突起100的至少2%、至少3%、至少4%或至少5%。

[0114] 此外,光漫射层10'基本上与第一突起100一致,从而形成连接多个同心部分13的多个连接部分16。在图7C所示的实施方案中,光漫射层10'基本上与第一突起100-1、100-2、100-3一致,从而形成连接同心部分13-1和13-2的连接部分16-1以及连接同心部分13-1和13-3的连接部分16-2。

[0115] 此外,在由连接部分16(例如16-1、16-2)占据的光漫射层10'的总表面积的至少80%上,光漫射层10'的厚度变化小于约30%。换句话说,在由连接部分16占据的光漫射层10'的总表面积的至少80%上,光漫射层10'的厚度变化不得超过30%。在一些实施方案中,在由连接部分16占据的光漫射层10'的总表面积的至少80%上,光漫射层10'的厚度变化小于约25%、小于约20%、小于约15%或小于约10%。因此,在由连接部分16占据的光漫射层10'的总表面积的至少80%上,光漫射层10'的厚度可以是基本上恒定的。

[0116] 图8A示出了根据本公开的实施方案的光学膜300'(如图7A至图7C所示)的示意性剖视图。图8A还示出了入射在光学膜300'上的基本上准直且基本上垂直的入射光801,即,基本上准直且基本上垂直的入射光801相对于法线N2以约0度的角度入射到光学膜300'。基本上准直且基本上垂直的入射光801可互换地称为“入射光801”。

[0117] 图8B示出了根据本公开的实施方案的描绘了光学膜300'(如图8A所示)的光学特性的曲线图800。具体地,曲线图800描绘了光学膜相对波长83的漫反射率。光学膜相对波长83的漫反射率可互换地称为“相对波长83的漫反射率”。相对波长83的漫反射率示出了光学膜300'的漫反射率随入射到光学膜300'上的入射光801的波长的变化。波长在横坐标上以纳米(nm)表示,并且漫反射率在左侧纵坐标轴上以反射率百分比表示。

[0118] 现在参考图8A和图8B,从曲线图800可以明显看出,对于基本上准直且基本上垂直的入射光801以及可见光波长范围81和红外波长范围82,相对波长83的漫反射率在设置于可见光波长范围81和红外波长范围82之间的第一波长85处具有全局最小值84。在一些实施方案中,第一波长85设置在约750nm和约880nm之间。在一些实施方案中,全局最小值84在约30%和约50%之间。在曲线图800中,第一波长85为约820nm,并且全局最小值84为约32%。

[0119] 现在参考图1至图8B,相应的光学膜300、300'的光漫射层10、10'可由于多个纳米颗粒20、30和多个空隙70的存在而在可见光波长范围81内提供光学雾度,并且还可在红外波长范围82内提供相当高的镜面透射率。换句话说,多个纳米颗粒20、30和多个空隙70可以

对红外波长范围82内的入射光基本上透明。此外,多个纳米颗粒20、30具有纳米颗粒尺寸分布40,该纳米颗粒尺寸分布包括在相应的纳米颗粒尺寸d1和d2处的至少两个不同的第一峰41和第二峰42,使得 $1.5 \leq (d2/d1) \leq 10$ ,以及在第一峰41和第二峰42的相应的FWHMS内的纳米颗粒的相应的重量百分比W1和W2,使得 $1.1 \leq (W1/W2) \leq 2$ ,可以提供干燥厚度增加的光漫射层10、10',而不会对光漫射层10、10'的内聚强度产生不利影响。因此,本公开的光漫射层10、10'可以减少老化的负面影响,即在持续暴露于高温和/或高湿度时不均匀的光学雾度,而不会损害光漫射层10、10'的内聚强度。具体地,通过使光学膜300、300'经受约95%的相对湿度和约65°C的温度至少200小时,光学膜300、300'的光学雾度的降低小于约10%。此外,可通过改变多个纳米颗粒20、30的相应的重量百分比W1和W2和/或相应的纳米颗粒尺寸d2和d1来控制由光漫射层10、10'提供的光学雾度。

[0120] 除非另有说明,否则在说明书和权利要求中使用的表示特征尺寸、数量和物理特性的所有数字应理解为由术语“约”修饰。因此,除非有相反的说明,否则在上述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均为近似值,这些近似值可根据本领域的技术人员利用本文所公开的教导内容来寻求获得的期望特性而变化。

[0121] 虽然本文已经例示并描述了具体实施方案,但本领域的普通技术人员将会知道,在不脱离本公开范围的情况下,可用多种另选的和/或等同形式的具体实施来代替所示出和所描述的具体实施方案。本申请旨在涵盖本文所讨论的具体实施方案的任何改型或变型。因此,本公开旨在仅受权利要求及其等同形式的限制。

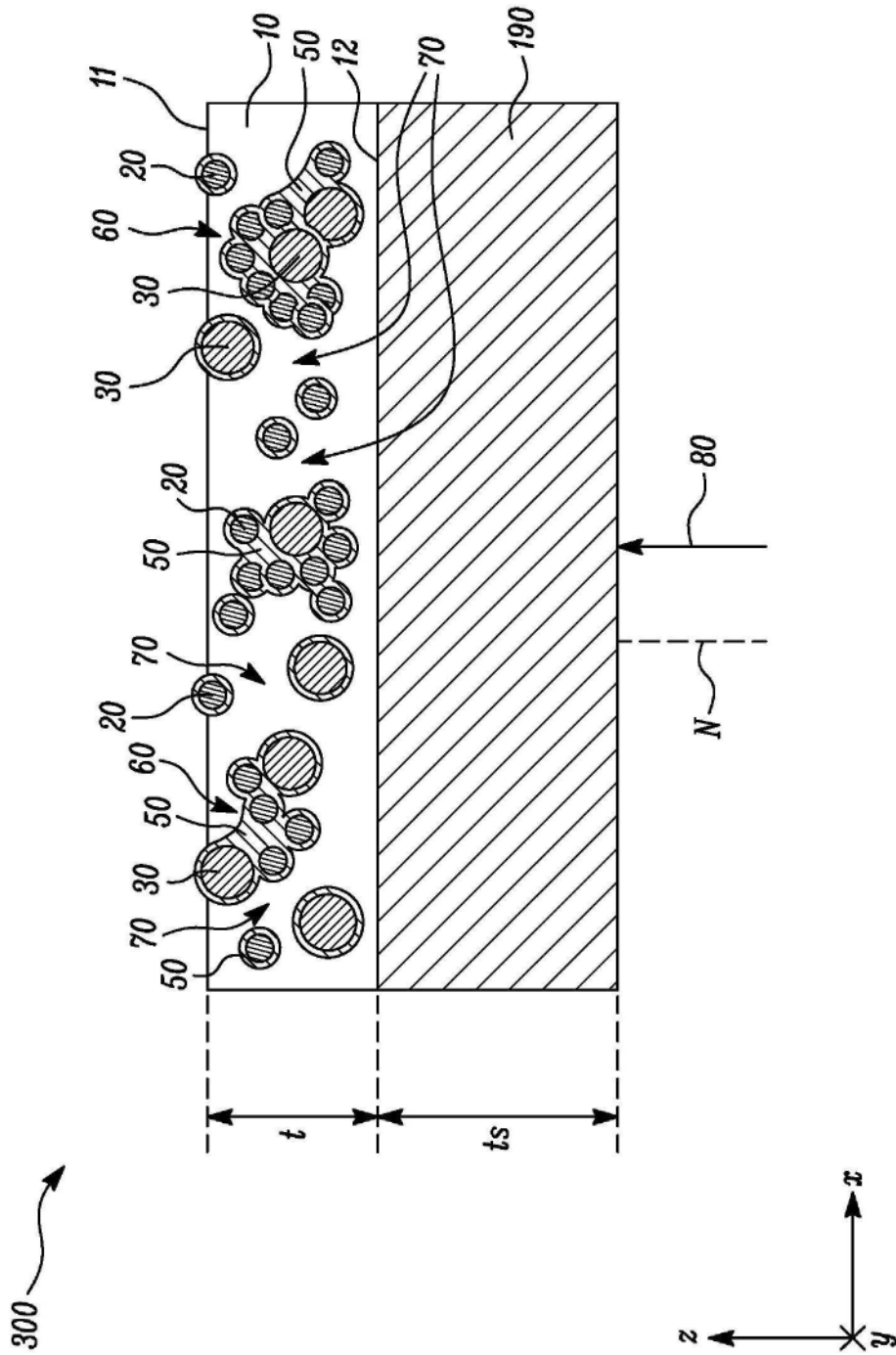


图1

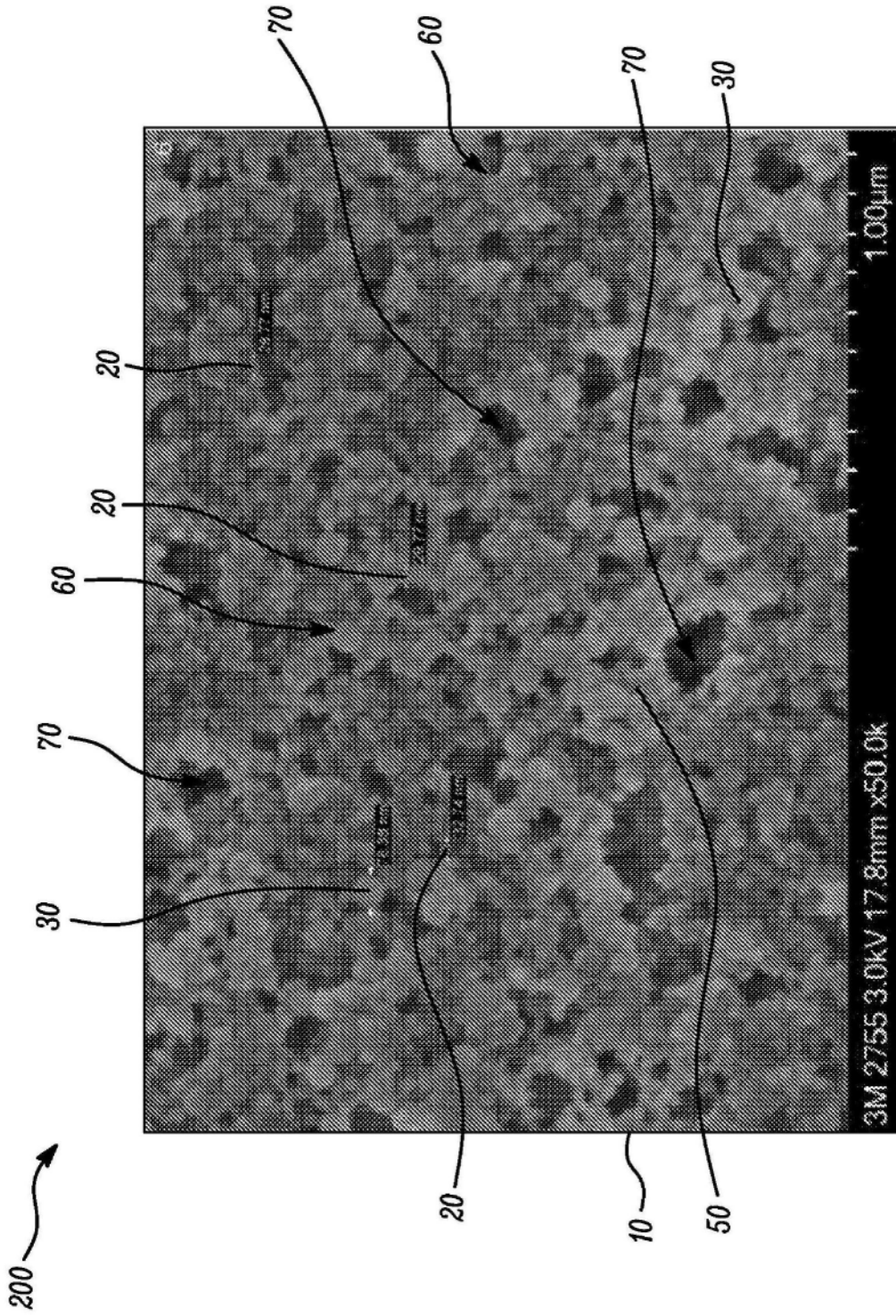


图2

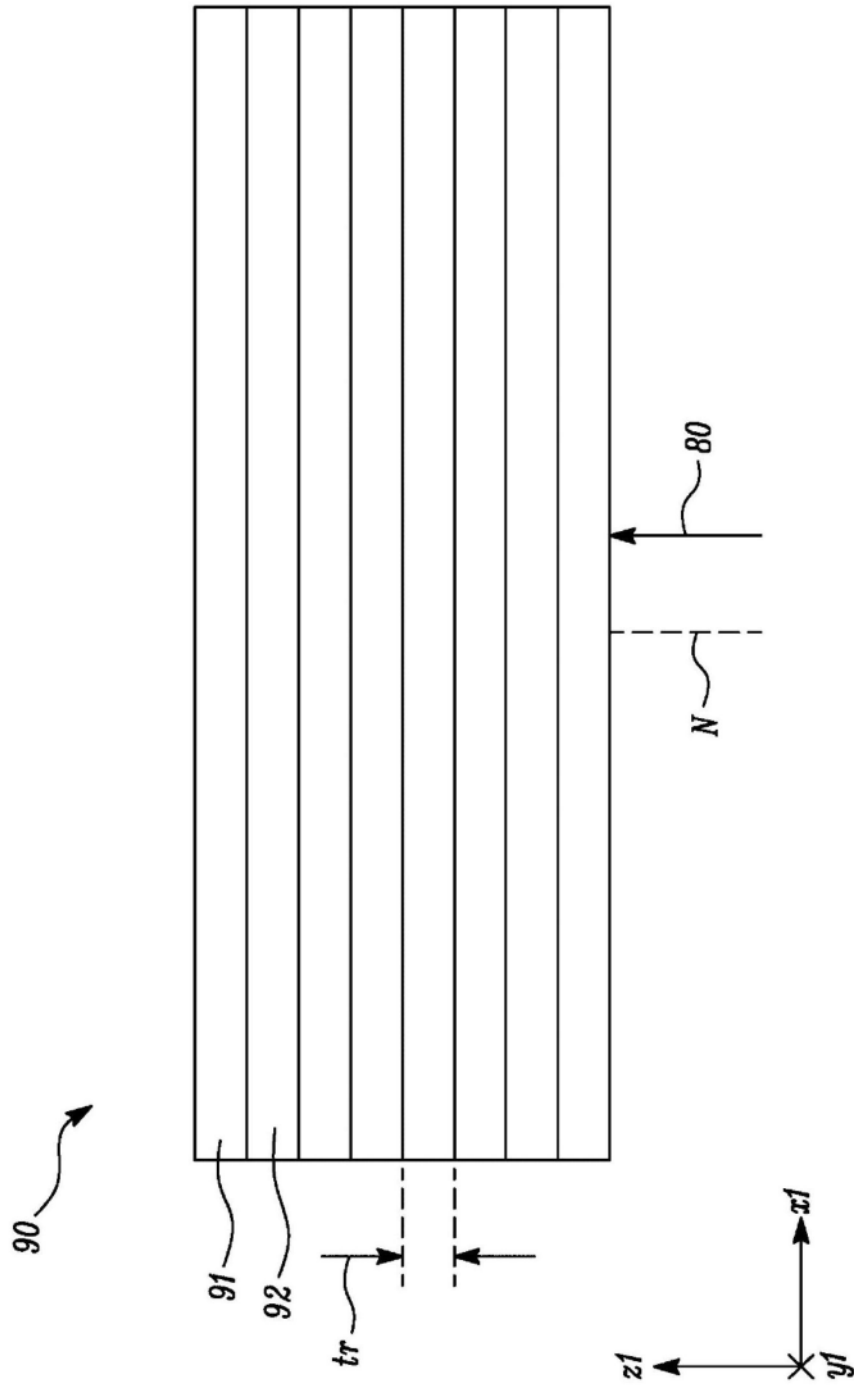


图3

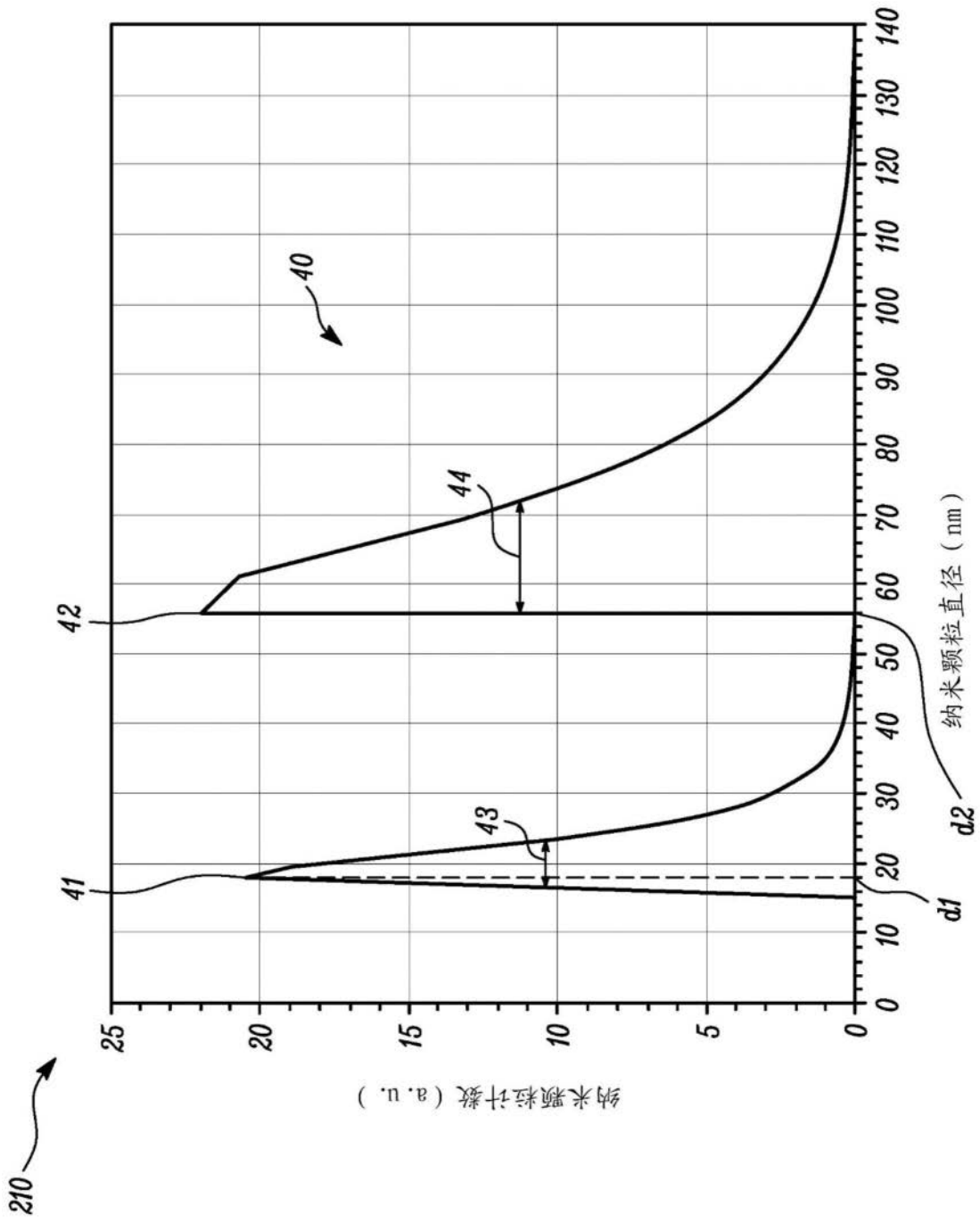


图4

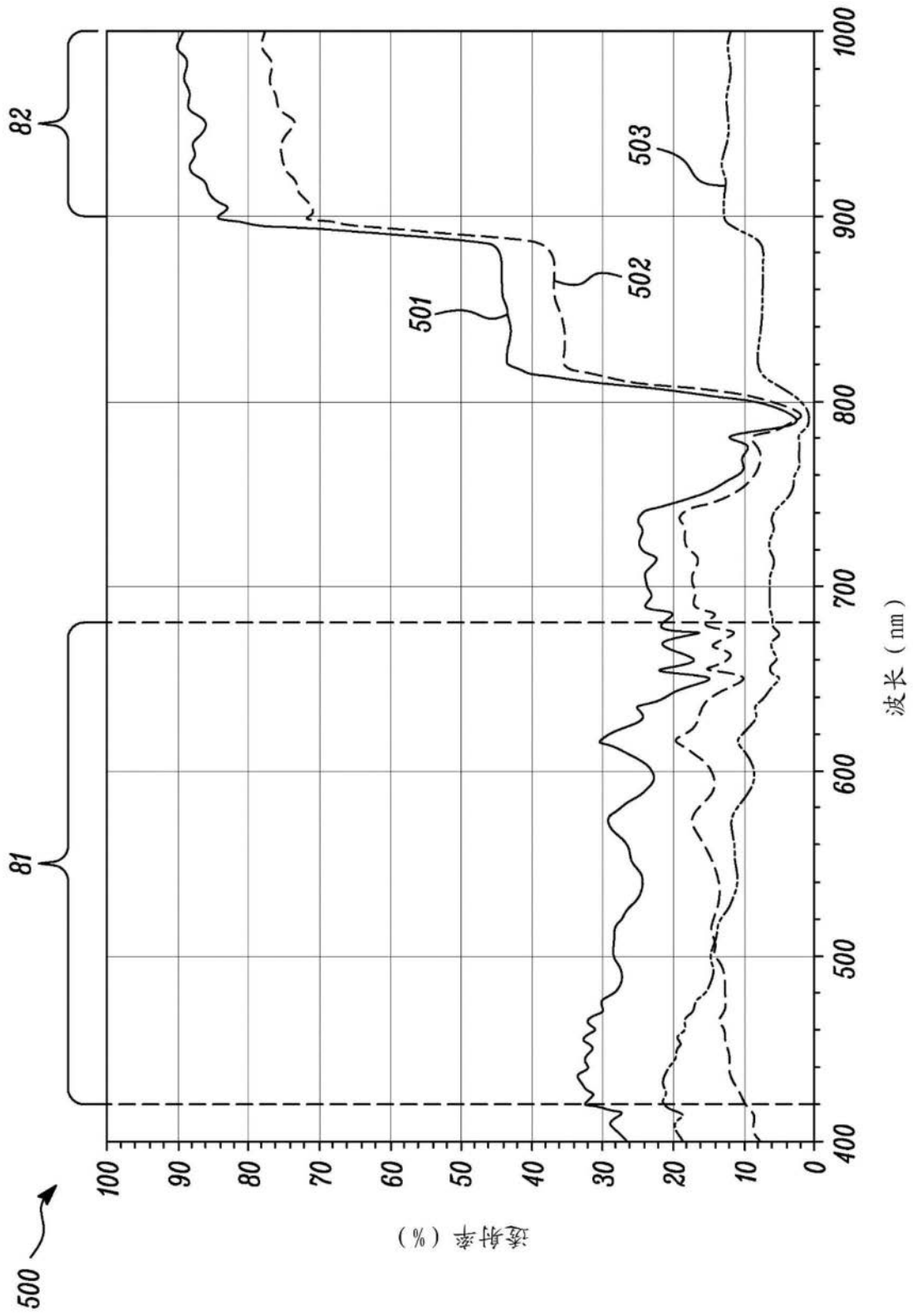


图5

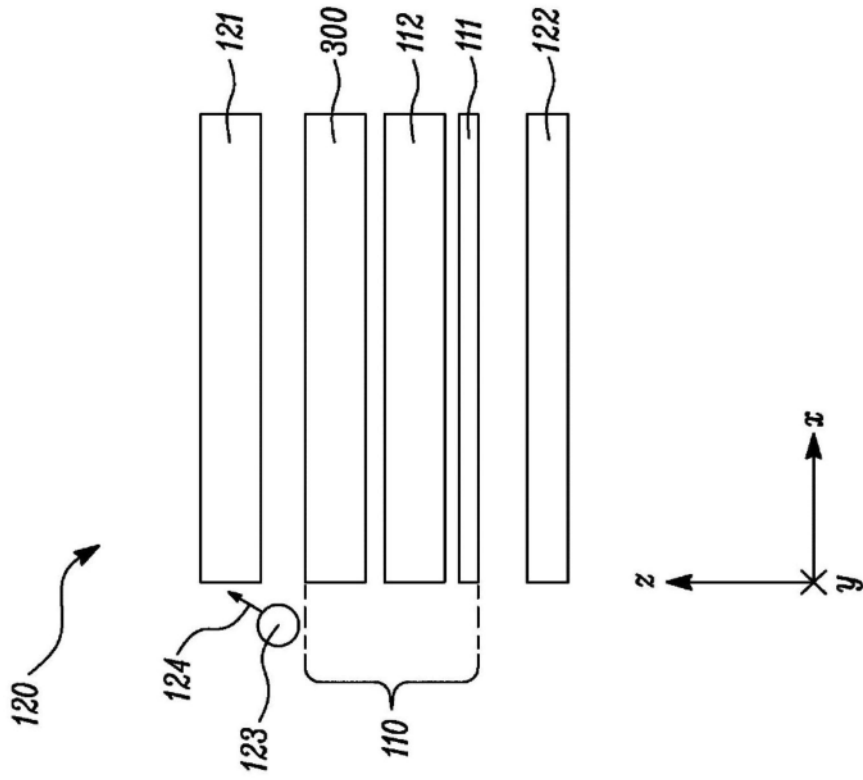


图6A

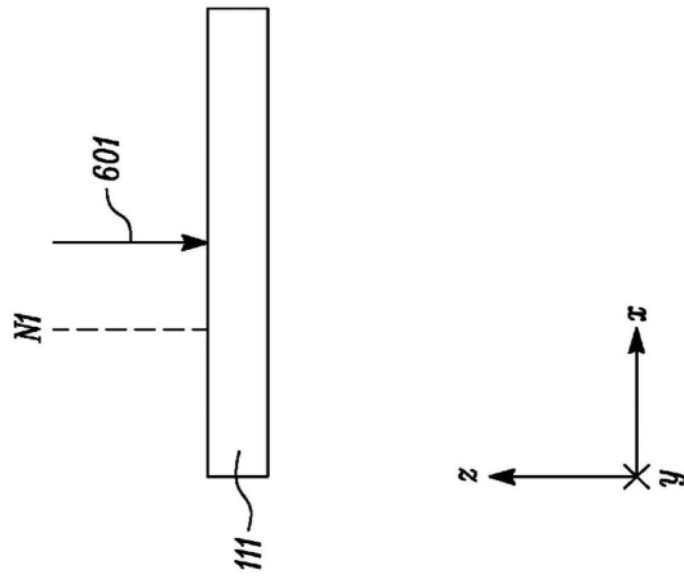


图6B

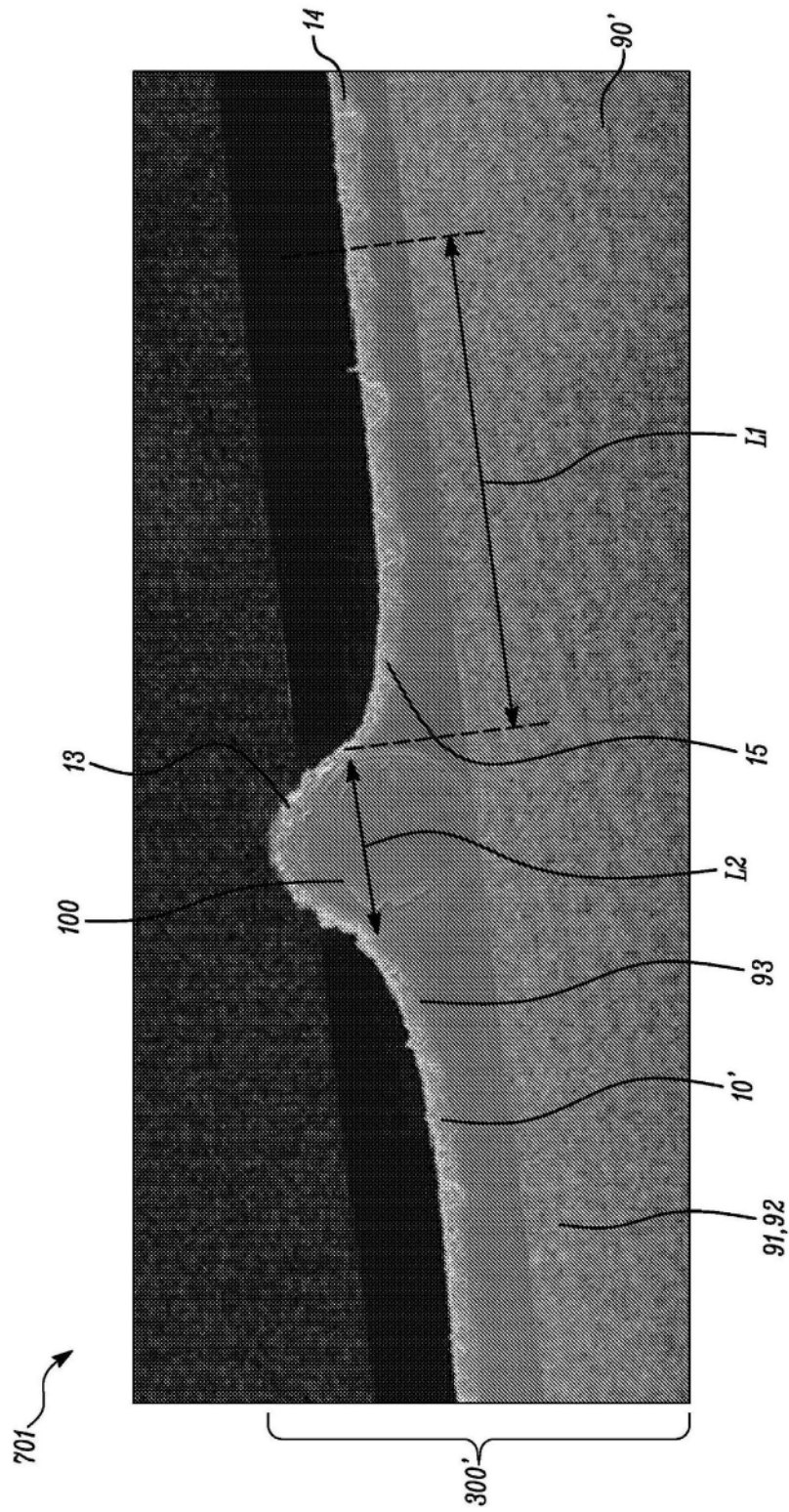


图7A

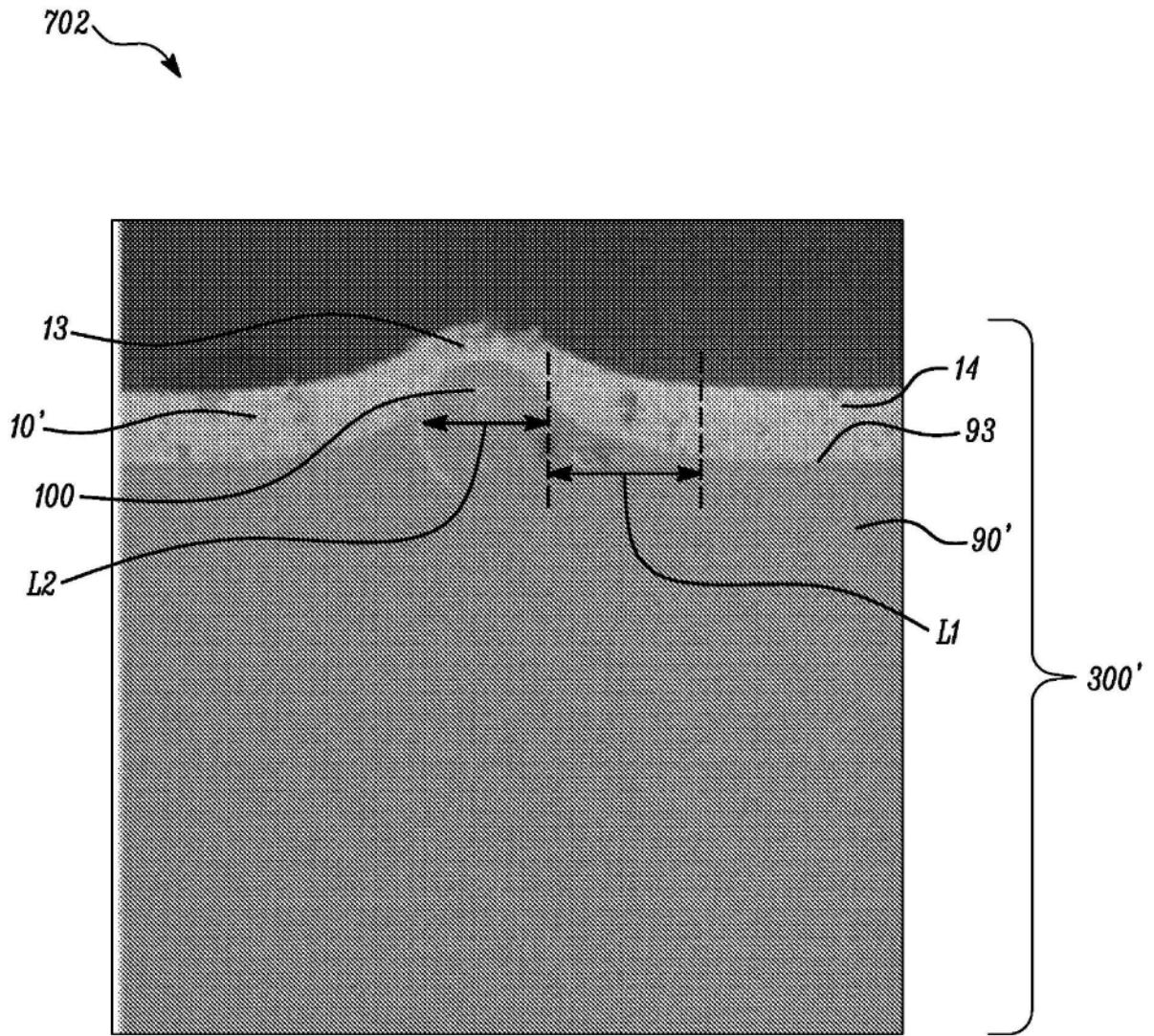


图7B

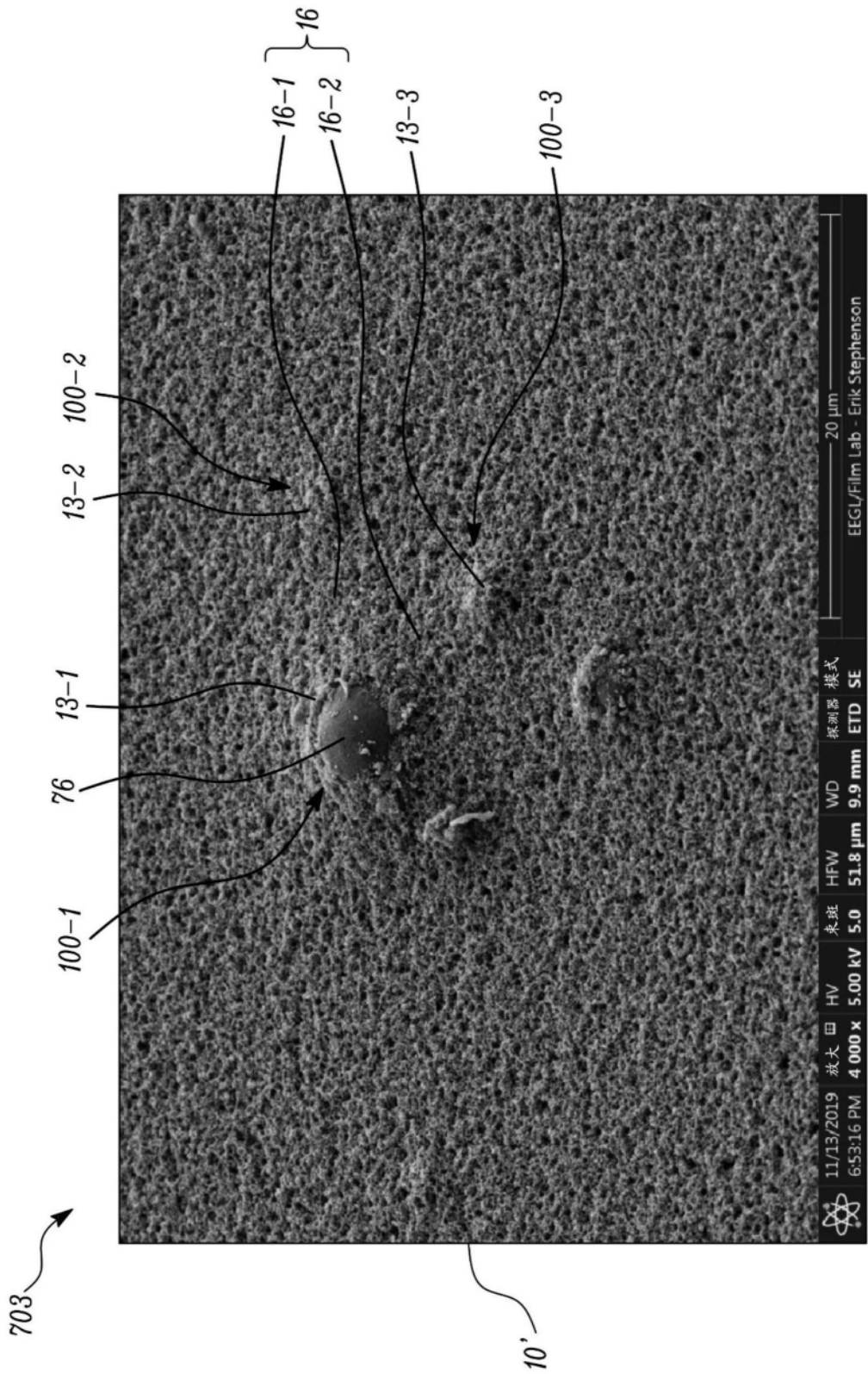


图7C

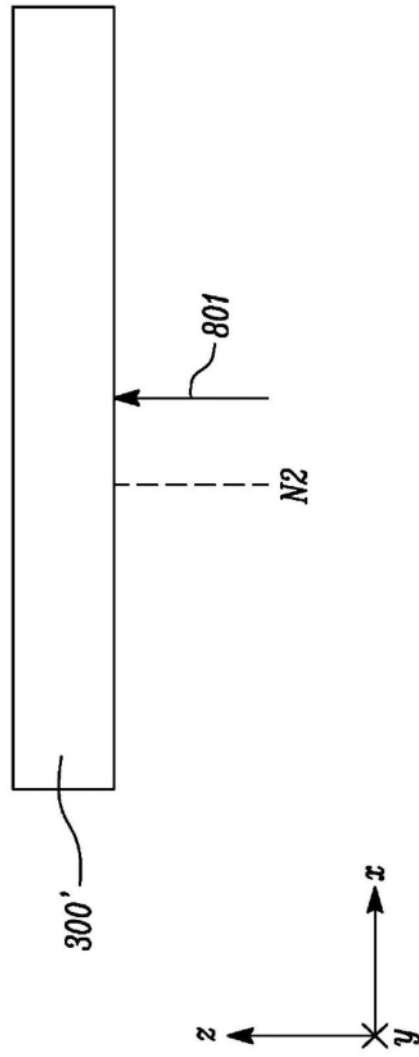


图8A

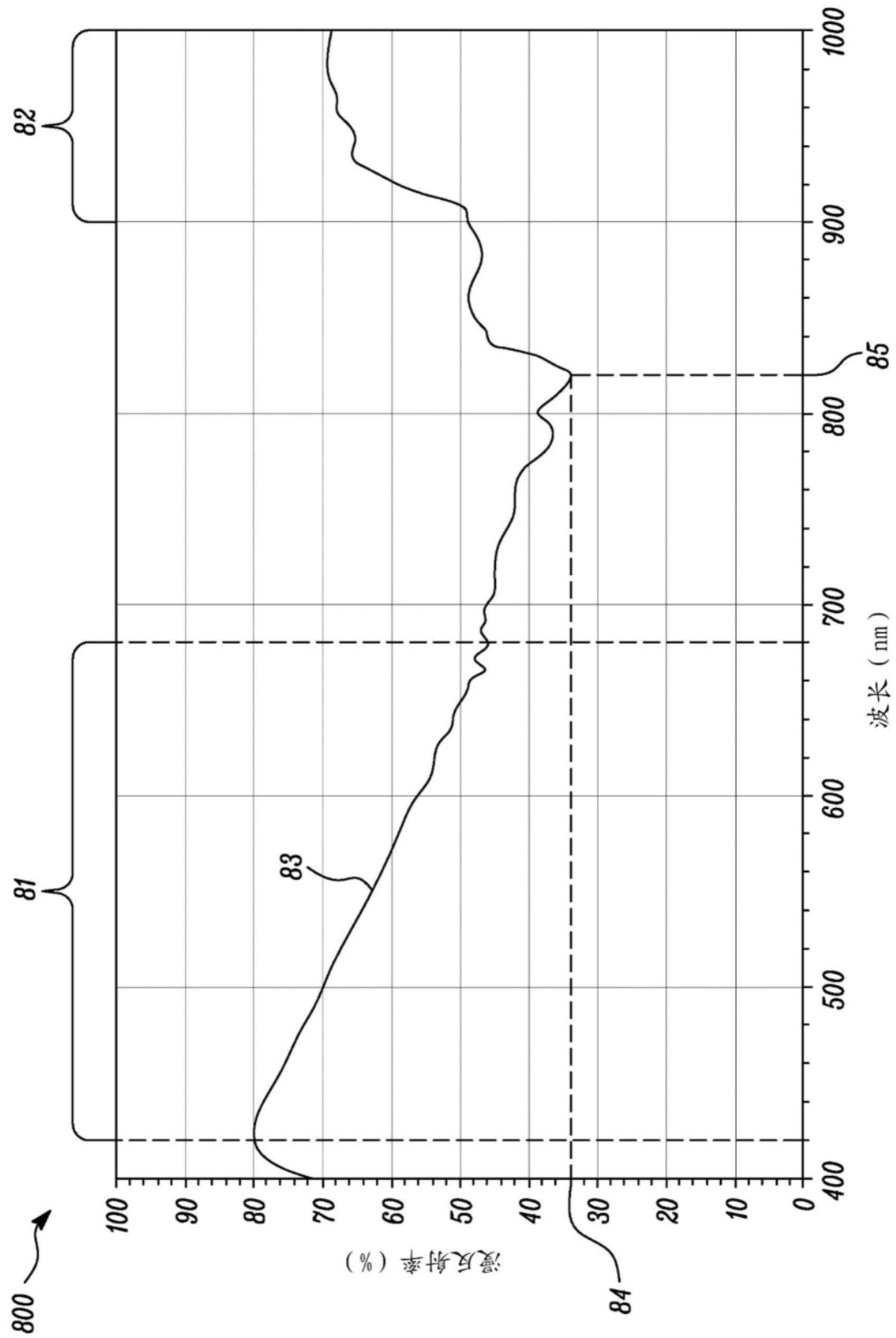


图8B