



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106030348 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(21)申请号 201480075859.7

N·J·史密斯 C·C·沃尔科特

(22)申请日 2014.12.17

R·扬森通

(30)优先权数据

61/918,276 2013.12.19 US

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 乐洪咏

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.08.18

(51)Int.Cl.

G02B 5/02(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/070771 2014.12.17

G02B 6/00(2006.01)

G03C 15/00(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/095288 EN 2015.06.25

G02B 1/118(2015.01)

(71)申请人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 J·P·汉米尔顿 K·W·科齐三世

A·李 J·M·米斯 D·A·诺兰

V·拉维钱德兰 I·G·鲁达斯

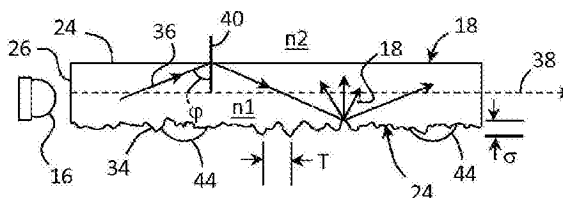
权利要求书4页 说明书37页 附图25页

(54)发明名称

用于显示器应用的织构化表面

(57)摘要

本文公开了一种具有织构化表面的基板。所述基板可以是例如包含光导的发光体,例如用于显示设备的背光灯元件,其中光导例如玻璃基板的表面构造成具有织构化表面,该织构化表面具有预定的RMS粗糙度和预定的织构相关长度。在织构化表面上可提供多个光散射抑制特征。本文所述的织构化表面可有效减少基板表面的静电充电。本文还公开了制备织构化表面的方法。



1. 一种基板,所述基板包含至少一个具有RMS粗糙度 R_q 的织构化主表面,其中 $5\text{nm} \leq R_q \leq 75\text{nm}$,该织构化主表面的织构具有相关长度 T ,其中 $0\text{nm} < T \leq 150\text{nm}$,所述基板还具有等于或小于6.0%的雾度值,并且在400nm至700nm的波长范围内,在垂直于所述至少一个主表面的方向上具有大于90%的透光率。
2. 如权利要求1所述的基板,其特征在于,所述基板包含玻璃层。
3. 如权利要求2所述的基板,其特征在于,所述基板包含设置在所述玻璃层上的聚合物层。
4. 如权利要求3所述的基板,其特征在于,所述织构化主表面是聚合物层的表面。
5. 如权利要求1-4中任一项所述的基板,其特征在于,所述基板包含第一基板,还包含与第一基板连接的第二基板,以形成基板组件,使所述织构化表面位于基板组件内部。
6. 如权利要求1所述的基板,其特征在于,所述基板是化学强化基板。
7. 如权利要求1所述的基板,其特征在于,所述基板是层合基板,该层合基板包含具有第一热膨胀系数的第一玻璃层和与第一玻璃层熔接并具有不同于所述第一热膨胀系数的第二热膨胀系数的第二玻璃层。
8. 如权利要求7所述的基板,其特征在于,第一层和第二层包含玻璃。
9. 如权利要求3所述的基板,其特征在于,聚合物层包含多个离散的光散射抑制特征,所述离散的光散射抑制特征的折射率基本上等于玻璃层的折射率。
10. 如权利要求9所述的基板,其特征在于,所述多个光散射抑制特征的空间密度随着离开基板边缘的距离变化。
11. 如权利要求4所述的基板,其特征在于,所述聚合物层是连续的聚合物层。
12. 如权利要求11所述的基板,其特征在于,所述连续的聚合物层是施加在玻璃层上的聚合物膜。
13. 如权利要求5所述的基板,其特征在于,所述第二基板是化学强化基板。
14. 如权利要求5所述的基板,其特征在于,所述第二基板是层合基板,该层合基板包含具有第一热膨胀系数的第一层和具有不同于第一热膨胀系数的第二热膨胀系数的第二层。
15. 如权利要求14所述的基板,其特征在于,第一层和第二层包含玻璃。
16. 如权利要求1-15中任一项所述的基板,其特征在于,所述基板具有体积模量 M ,其中 $10\text{吉帕} \leq M \leq 450\text{吉帕}$ 。
17. 如权利要求1-16中任一项所述的基板,其特征在于,所述基板具有等于或大于0.5的散射比,所述散射比定义为漫射透光率除以总透光率。
18. 如权利要求1-17中任一项所述的基板,其特征在于,在400nm至700nm的波长范围内,所述基板具有等于或小于26dB/m的光衰减。
19. 如权利要求1-18中任一项所述的基板,其特征在于,所述基板包含光导。
20. 如权利要求1-19中任一项所述的基板,其特征在于,所述基板还包含靠近基板的边缘表面设置的光源。
21. 如权利要求20所述的基板,其特征在于,所述光源包含多个光源。
22. 如权利要求1-21中任一项所述的基板,其特征在于,所述基板还包含设置在基板周围的框架。
23. 一种光导,所述光导包含基板,所述基板包含至少一个具有RMS粗糙度 R_q 的织构化主

表面,其中 $5\text{nm} \leq R_q \leq 75\text{nm}$,该织构化主表面的织构具有相关长度 T ,其中 $0\text{nm} < T \leq 150\text{nm}$,所述光导还具有等于或小于6.0%的雾度值,并且在400nm至700nm的波长范围内,在垂直于所述至少一个主表面的方向上具有大于90%的透光率。

24.如权利要求23所述的光导,其特征在于, $5\text{nm} \leq R_q \leq 40\text{nm}$ 。

25.如权利要求24所述的光导,其特征在于, $0\text{nm} < T \leq 100\text{nm}$ 。

26.如权利要求23-25中任一项所述的光导,其特征在于,在垂直于所述至少一个主表面的方向上的透光率等于或大于94%。

27.如权利要求23-26中任一项所述的光导,其特征在于,所述光导具有等于或小于6.0%的雾度值。

28.如权利要求23-27中任一项所述的光导,所述光导还包含沉积在所述织构化主表面上的多个光散射抑制特征。

29.如权利要求28所述的光导,其特征在于,所述多个光散射抑制特征的空间密度随着离开基板边缘的距离变化。

30.如权利要求23-29中任一项所述的光导,其特征在于,所述基板是玻璃基板。

31.一种发光体,所述发光体包含:

包含第一边缘和与该第一边缘相背的第二边缘的基板,所述基板还包含含有表面织构的至少一个主表面,其中织构化表面的RMS粗糙度在5nm至75nm的范围内,表面织构的相关长度在5nm至150nm的范围内;以及

一个或多个邻近第一边缘布置的光源。

32.如权利要求31所述的发光体,所述发光体还包含沉积在织构化表面上的多个光散射抑制特征。

33.如权利要求32所述的发光体,其特征在于,所述多个光散射抑制特征的空间密度在第一边缘到第二边缘的方向上随着距离而变化。

34.如权利要求33所述的发光体,其特征在于,所述多个光散射抑制特征的空间密度在第一边缘到第二边缘的方向上随着距离而减小。

35.如权利要求32或33所述的发光体,其特征在于,所述多个光散射抑制特征的折射率基本上等于所述基板的折射率。

36.如权利要求31-35中任一项所述的发光体,其特征在于,所述基板具有在约0.16-0.22范围内的BP值。

37.如权利要求31-36中任一项所述的发光体,其特征在于,所述发光体是显示设备背光灯元件。

38.如权利要求31-37中任一项所述的发光体,其特征在于,所述基板是玻璃基板。

39.如权利要求31-38中任一项所述的发光体,其特征在于,所述基板的体积模量等于或大于10吉帕但小于450吉帕。

40.如权利要求31-39中任一项所述的发光体,其特征在于,在400nm至700nm的波长范围内,所述基板具有等于或小于26dB/m的光衰减。

41.如权利要求31-40中任一项所述的发光体,其特征在于,所述基板具有等于或大于0.5的散射比,所述散射比定义为漫射透光率除以总透光率。

42.如权利要求31-41中任一项所述的发光体,其特征在于,所述基板的VAG参数等于或

大于1.0。

43. 如权利要求32-35中任一项所述的发光体,其特征在于,所述发光体沿其发光表面的亮度变化等于或小于20%。

44. 一种显示设备,所述显示设备包含:

显示面板;

邻近显示面板设置的发光体,所述发光体包含:

包含第一边缘和与该第一边缘相背的第二边缘的基板,所述基板还包含具有约5nm至约75nm范围内的RMS粗糙度的至少一个结构化主表面,表面结构的相关长度在5nm至150nm的范围内;

沉积在结构化表面上的多个光散射抑制特征;

邻近第一边缘布置的光源;以及

其中,所述光散射抑制特征的空间密度在从第一边缘到第二边缘的方向上变化。

45. 如权利要求44所述的显示设备,其特征在于,所述显示面板是液晶显示面板。

46. 如权利要求45所述的显示设备,其特征在于,所述光散射抑制特征的空间密度是递减的空间密度。

47. 如权利要求44-46中任一项所述的显示设备,其特征在于,所述基板具有在约0.16-0.22范围内的BP值。

48. 一种形成结构化基板的方法,所述方法包括:

用蚀刻剂处理玻璃基板表面,所述蚀刻剂包含约92重量%至约98重量%的乙酸、约0.5重量%至约5.5重量%的氟化铵和小于6重量%的水,蚀刻时间和温度足以在玻璃基板表面上形成相关长度等于或小于150nm的织构,结构化表面的RMS粗糙度在约5nm至约75nm的范围内。

49. 如权利要求48所述的方法,其特征在于,在处理过程中,玻璃基板表面接触蚀刻剂的时间在约1分钟至约10分钟的范围内。

50. 如权利要求48或49所述的方法,其特征在于,在处理过程中,蚀刻剂的温度在约18℃至约22℃的范围内。

51. 如权利要求48-50中任一项所述的方法,其特征在于,当用蚀刻剂处理玻璃基板时,玻璃基板的温度在约20℃至约60℃的范围内。

52. 如权利要求48-51中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括在玻璃基板的结构化表面上沉积多个光散射抑制特征。

53. 如权利要求52所述的方法,其特征在于,光散射抑制特征的空间密度在从玻璃基板的第一边缘到玻璃基板的第二边缘的方向上变化,其中第二边缘与第一边缘相背。

54. 如权利要求53所述的方法,其特征在于,所述空间密度是递减空间密度。

55. 如权利要求48-54中任一项所述的方法,其特征在于,处理之后,所述基板具有在约0.16-0.22范围内的BP值。

56. 一种发光体,所述发光体包含:

包含发光表面的光导,所述光导还具有:

等于或大于10吉帕的体积模量;

等于或小于 300×10^{-7} 的热膨胀系数;

在400nm至700nm的波长范围内等于或小于26dB/m的光衰减；
 等于或大于0.5的散射比，所述散射比定义为漫射透光率除以总透光率；
 等于或大于1.0的VAG参数；以及
 沿着发光表面等于或小于20%的亮度变化。

57. 如权利要求56所述的发光体，其特征在于，所述发光表面包含相关长度等于或小于150nm的表面结构，结构化表面的RMS粗糙度在5nm至75nm的范围内。

58. 如权利要求57所述的发光体，其特征在于，所述发光表面包含沉积在其上的多个光散射抑制特征。

59. 一种基板，所述基板包含至少一个结构化主表面，所述结构化主表面具有大于零至约0.78的优良指数FOM，FOM计算如下：

$$FOM = \frac{CA \cdot \delta^m}{N} \times \sum_{i=1}^N \frac{1}{\Delta_i^m} \text{ 和 } \Delta_i = \begin{cases} h_t - h_i + \delta & h_i \leq h_t \\ h_t + \delta & h_i > h_t \end{cases}$$

60. 如权利要求59所述的基板，其特征在于，m是2-6范围内的整数。

61. 如权利要求59或60所述的基板，其特征在于， $0.1 \leq \delta \leq 10\text{nm}$ 。

62. 如权利要求59-61中任一项所述的基板，其特征在于， $0.5 \leq h_t \leq 0.999$ 。

63. 如权利要求59-62中任一项所述的基板，其特征在于，结构化主表面具有等于或大于94%的透光率。

64. 如权利要求59-63中任一项所述的基板，其特征在于，所述基板具有等于或小于6%的雾度。

65. 如权利要求64所述的基板，其特征在于，所述雾度小于或等于1%。

66. 如权利要求59-65中任一项所述的基板，其特征在于，结构化表面的平均粗糙度 R_a 为 $0.4 \leq R_a \leq 10\text{nm}$ 。

67. 如权利要求59-66中任一项所述的基板，其特征在于，表面结构的相关长度T等于或小于150nm。

68. 如权利要求67所述的基板，其特征在于，结构化表面的RMS粗糙度 R_q 为 $5\text{nm} \leq R_q \leq 75\text{nm}$ 。

69. 如权利要求59-68中任一项所述的基板，其特征在于，所述基板是玻璃基板。

用于显示器应用的织构化表面

[0001] 相关申请交叉参考

[0002] 本申请根据35U.S.C.§119要求2013年12月19日提交的美国临时申请系列第61/918276号的优先权,本文以该申请的内容为基础并将其通过引用全文纳入本文。

[0003] 背景

[0004] 领域

[0005] 本发明总体涉及用于显示器应用的织构化表面。例如,本文所述的织构化表面可用于发光体(例如用于某些显示器的背光源),所述发光体包含基板,在基板的一个或两个主表面上具有织构化表面,该织构化表面可发挥光导的作用。本发明还涉及制备这种发光体的方法。光导可包含按一定图案沉积在其上的离散点状材料,用于控制发光体的光输出。本文所述的织构化表面还可用作投影表面,用于观看来自图像投影源的图像。在一些实施方式中,可利用微复制(纳米复制)技术经济、有效地生产织构化表面。在一些制造工艺中,本文所述的织构化表面甚至可用来减少显示器玻璃基板的静电充电。

技术背景

[0006] 用来产生漫射光的常规组件含有扩散型结构,包括聚合物光导和扩散膜,它们在显示器工业中用于许多应用。这些应用包括无承载框(bezel-free)电视系统、液晶显示器(LCD)、电泳显示器(EPD)、有机发光二极管(OLED)显示器、等离子体显示面板(PDP)、微机电(MEMS)结构显示器、电子阅读器(电子书)设备等等。

[0007] 对更薄、更轻和更节能的显示器的需求促进了所谓的透明显示器的发展。透明显示器长期作为科幻小说的主题,现在正以多种变化形式成为商业现实,包括自动售卖机门、冷藏机门、零售广告设备、现实增强屏、汽车工业中的平视显示器、办公室智能窗、移动式消费电子产品和安全监视设备。

[0008] 遗憾的是,透明显示器易受多个较差性能特点的影响。事实上,现有的显示器仅部分透光和反光,因而显示器的对比度受到很大限制。市售透明显示器通常仅提供约15%的透光率,反射模式下的性能甚至更低。

[0009] 对于许多实际应用,透明显示器需要背板照明的支持(借助于透明背光元件)。为了保持透明性,背光灯在关闭状态需要充分透明,而在开启状态需要充分照明。具有磨砂外观的背光灯通常是可接受的。此外,用透明背光灯就必然不能用常规反射介质。提供背板照明的现有技术不能令人满意地符合透明显示器市场在成本和性能方面的一些要求。

[0010] 显示器的其他组件,特别是形成显示面板本身的基板,可能会在制造形成于至少一块基板上的薄膜器件的过程中带来问题。例如,摩擦生电会妨碍从接触基板的表面移开基板的能力,这在一些情况下会导致基板破裂和产生颗粒。对于通过在基板上产生极光滑表面的工艺生产的基板,如玻璃基板,这会特别麻烦。

[0011] 概述

[0012] 对于数字标牌和广告应用,有传统的透明显示系统如透明和半透明LCD电视可供商购。这些显示系统在关闭状态(也就是驱动LCD元件的相关电子器件没有控制图像时)是

半透明的。为了维持半透明特性,这些传统显示系统不用不透明发光体来产生光。这些显示系统在开启状态下(也就是相关电子器件控制图像时)转而利用背景环境光给LCD照明,这就是所谓的“白箱”途径。在白箱途径中,诸如食品自动售卖机这样的大“箱子”包含一个或多个反光性内表面,例如涂有白漆的表面,该箱子从内部照亮。箱子的窗口(例如门)包含透明显示面板,其中照亮的箱子用作显示窗的光源。因此,人们可以透过显示器看见显示面板后面的物体(如商品等)。与此同时,观察者还可接收显示面板的某些部分或整个显示面板上的可视信息,所述信息在商业应用中可能与显示面板后面的商品有关。

[0013] 如上文所讨论,目前的“透明”显示系统的一个重要问题是它们不是特别透明。事实上,测量表明它们仅有约15%的透光率。因此,在靠近显示面板的地方可能需要较高水平的环境光,出于各种原因,这可能不总是可行的,甚至不总是有利的。结果是与显示图像质量的统一性相关的一系列问题,如颜色、对比度等不统一。

[0014] 因此,根据本文所述的一个或多个实施方式描述了一种发光体。如本文所用,术语发光体在一般意义上指构造用来提供照明的器件。例如,发光体可包括用于显示器的背光元件,或者发光体可构造用来提供整体照明,如用于房间或车辆的照明。发光体包括光导,一个或多个光源将光接入该光导,接入的光通过该光导传播。光导通常是包含相反主表面的基板。如本文所用,术语基板一般指板状基材,在一些实施方式中适合用作光导。基板可以是平面的,或者在一些实施方式中,基板具有楔形形状。不过,基板一般具有通过边缘表面连接的两个相反主表面。这两个主表面可以是平面且平行的,或者这两个主表面可以是平面但非平行的。在一些实施方式中,基板可以是弯曲的,例如用于弯曲型显示器。对于发光体应用,相反主表面中的至少一个主表面包括表面织构,所述表面织构构造用来散射光导内部传播的至少一部分光。表面织构具体构造用来使光导在视觉上是透明的,没有可感知的雾度,从而使光导特别适用于制造用在透明显示器中的背光元件。表面织构的构造也提供了优异的视角性能。

[0015] 发光体,例如包含光导的背光元件,可相对于透明显示面板的观察者设置在显示面板的背后。可沿着基板的一个或多个边缘表面和/或沿着基板的一个或多个边界将光接入光导,其中边界表示主表面邻近边缘表面的部分。光在光导内以波导方式传播,例如借助于全内反射,并且光入射在至少一个主表面的散射光的部分上。因此,通过光导传播并且可能入射在基板的织构表面上的光可散射出光导,照亮显示器的显示面板,如LCD显示面板。本文所述的发光体不需要会减少传统背光元件光输出的复杂散射和转向薄膜,因而相对于现有的光源,可用作透明显示系统的LCD元件的改进光源。此外,表面织构产生的雾度水平足够低,当显示系统的一些部分处于关闭状态时,可实现高水平的背光元件透明性。在一些实例中,雾度可等于或小于6%,等于或小于4%,等于或小于2%,或者等于或小于1%,应当理解,雾度以其最小值0%为界。多数情况下希望雾度等于或小于1%。如本文所用,术语透明或其变体意在表示视觉透明性(例如在约400nm至约700nm的波长范围上),其中观察者能够从透明元件的相反侧清楚看见放置在透明元件后面的物体,所述透明元件设置在观察者与物体之间的视线上。

[0016] 用作背光元件时,所述发光体可比传统背光元件提供更多的照明输出,以增加透明显示系统的明亮度(brightness)、功能性和视角。在其他应用中,光导的散射结构及其在发光体中的应用可在各种应用中用作光源,所述应用包括但不限于建筑照明、汽车照明、装

饰照明等。因此,在本文所述的多个方面中,发光体不限于显示器背光元件,而是可用于可能需要光源的各种不同应用,前面只是列举了一部分。不仅如此,显示应用可包括电视、计算机显示器、膝上型电脑显示器、平板电脑显示器和电话显示器以外的设备,可包括例如天空灯、虚拟现实眼镜或其他可佩戴显示设备。

[0017] 对于显示设备,增加视觉透明背光元件之后,透明显示器中就不需要反射介质,这消除了反射型显示器的主要缺陷。因此,透明显示器可完全在透射状态下工作,消除了眩光和反射引起的图像变形。消除反射介质的另一个优点是提供了改进的色彩平衡。由于仅以透射模式工作,透明显示器可具有改进的成图质量。

[0018] 不仅如此,本文所述的发光体能够调节从光源接入光导的光,从而提高色彩逼真度。当这种调节包括选择颜色与透明显示器的自然色度混合时,显示器的色彩逼真度就得到提高。此外,在一个或多个其他实施方式中,接入光导的光可调适(通过调节光源,例如控制不同颜色的LED),基于即时颜色内容改进现场颜色。

[0019] 根据本文用于制备织构化表面(如用于显示器应用的织构化表面,特别是在基板是玻璃的情况下)的蚀刻方法的主要优点是它能够利用通常以工业产量供应的化学品,仅用湿溶液完成。相比于其他技术,如研磨蚀刻、蚀刻颗粒和/或水性蚀刻膏工艺,采用通常易得的化学品能够显著降低工艺成本。本文所述的蚀刻技术所需要的溶液还可以不含常用但非常有毒的氢氟酸组分,就工人安全和环境质量而言,该溶液是面向生产的安全得多的蚀刻混合物。与其他一些方法相比,该方法能够产生窄分布的横向特征尺寸。

[0020] 在建筑和美学应用中,本文所述的发光体可用于室内、室外的功能性和装饰性照明。例如,发光体可用作天空灯,其中织构化玻璃相对不受天气条件影响。采用基本透明的发光体作为天空灯的优点包括抗风蚀脱色,在低照明条件下(例如在夜晚或多云天)能够提供人工光(而不是简单地引导日光),从而提供附加照明。用作天空灯的发光体的透明性可让人在白天看见头上的天空,而在光线暗的时候或者夜晚为下方空间提供照明。不仅如此,本发明的一些实施例中所述的发光体的优点是:若需要,可利用光导的织构化表面上的光散射抑制特征在发光体表面上提供均匀的光输出。顾名思义,这种光散射特征的作用是抑制或完全消除入射光在特征位置的散射。在一些实施方式中,如在装饰性应用中,可通过消除光散射抑制特征,或者通过有意排布光散射抑制特征图案,将发光体的光输出有意构造成非均匀的,从而产生所需的效果。这种设计图案的范围仅受限于设计者的想象力。

[0021] 在又一应用中,一些透明基板可以投影模式使用,其中投影系统将图像投影到视觉透明的基板上,使透明基板起投影屏的作用。在这种应用中,被投影的图像在透明基板上已经可视,而基板同时仍然基本透明,使屏后背景清晰可见。通常而言,投影到未构造成散射光的透明基板(例如玻璃板)上的这种图像在透明基板上不容易看见。相反,来自投影系统的光线会基本上透过基板,因而就算不是完全看不见基板上的投影图像,也是很难看见投影图像。然而,本文所述的织构化基板能够给入射光提供足够的散射,使图像可见,同时保持基板对观察者来说基本上透明,不产生可辨别的雾度。通过以本领域已知的方式在投影屏上添加触感功能层,可为投影屏增加触感能力。这种触感功能可通过使用对投影屏的透明度无明显影响的透明氧化物材料来实现。

[0022] 在其他应用中,本文所述的采用织构特征的基板可设置在图像设备(例如大屏幕电视设备或计算机显示器)前面作为外罩,但与图像设备间隔开。同样,可为基板加入触感

能力,该基板可通过电子方式与显示的图像协调,从而为图像设备添加以前从未有过的触感能力。尽管可能需要电气通信,但基板在结构上可与图像设备完全分离。因此,可利用控制器将外罩面板上的触摸(接触)位置与在该触摸位置正后方显示的显示板图像上的特定位置关联起来,然后引发预定动作。

[0023] 因此,用于上述及其他应用的发光体,特别是包含发光体的光导,除了透明(例如显示最低雾度)外,可构造成具有合适的刚性,并且根据一些实施方式,可具有等于或大于10吉帕(GPa)范围的体积模量。例如,体积模量可在约10GPa至约445GPa的范围内。例如,在约30GPa至约250GPa的范围内,或者在约30GPa至约100GPa的范围内。例如,玻璃具有约35GPa至约55GPa范围的体积模量。相比之下,蓝宝石具有约250GPa的体积模量。

[0024] 为确保光导内部具有合适的透光率,光导在约400纳米至约700纳米波长范围内的光学损耗等于或小于26dB/m。在一些实例中,光学损耗可等于或小于17dB/m,而在其他一些实例中,光学损耗可等于或小于10dB/m。合适的材料包括但不限于玻璃材料,包括基于二氧化硅的玻璃;晶体材料,如蓝宝石或金刚石和类金刚石材料;或者其他材料,包括氟化钙,因为光导发出的光的质量受表面特征的影响比受本体材料的影响更大。

[0025] 光导的散射比可等于或大于0.5,其中散射比定义为漫射透光率除以总透光率。此外,对于需要均匀照明的应用,在光导的整个发光表面上,光导的明亮度变化可等于或小于20%。如下文所述的视角优度(viewing angle goodness)参数(VAG)可等于或大于1.0。

[0026] 另外,制备本文所述的玻璃光导的具体方法与加工前和加工后的离子交换处理兼容。通过离子交换得到的化学强化玻璃可用来为其他精密结构(如显示设备中的LCD面板)提供保护。

[0027] 与其他技术相比,利用本文所述的发光体实现的照明可以非常均匀,透光率高,并且在玻璃的情况下,可制备的基板尺寸不受特别限制。

[0028] 因此,本文公开了一种包含至少一个结构化主表面的基板,该结构化主表面具有RMS粗糙度 R_q ,其中5纳米 $\leq R_q \leq 75$ 纳米,例如在约5纳米至约40纳米的范围内。结构化主表面的结构特征还可具有相关长度(correlation length) T ,其中0纳米 $< T \leq 150$ 纳米,例如在大于零至等于或小于100纳米的范围内。在400-700nm波长范围内,基板还可具有等于或小于6.0%的雾度值,并且所述至少一个主表面的法向上的透光率大于90%。所述基板可包含玻璃层。所述基板可包含聚合物层。例如,所述基板可包含玻璃-聚合物层合物,所述层合物包括设置在玻璃层之上的聚合物层。

[0029] 在一些实施方式中,结构化主表面是聚合物层的表面。

[0030] 在一些实施方式中,基板可包含第一基板,并且还可包含与第一基板连接形成基板组合件的第二基板,其中结构化表面位于基板组合件内部。例如,结构化表面可以是设置于第一基板上的聚合物材料的表面,第二基板的位置使得包括结构化表面的聚合物层夹在第一基板与第二基板之间。两块基板都可包括玻璃层。例如,在一些实施方式中,第一基板可以是玻璃板,第二基板可以是玻璃板。聚合物层可以是例如预结构化膜,该预结构化膜在复制工艺(例如微复制或纳米复制工艺)中生产,并位于第一玻璃板与第二玻璃板之间。

[0031] 基板可以是化学强化基板,例如经过离子交换的玻璃基板。在一些实施方式中,基板可以是层合基板,包含具有第一热膨胀系数的第一层和具有不同于第一热膨胀系数的第二热膨胀系数的第二层。例如,层合物可以是玻璃层合物,其中具有两种不同组成和两种不

同热膨胀系数的两层玻璃可熔合到一起,形成层合物。玻璃层合物可通过例如熔融法制备,其中多股不同组成的熔融玻璃在成形体(forming body)的表面上流动,且合并产生单一玻璃流,该玻璃流冷却,并可切割成单块玻璃片。不同的热膨胀系数可在玻璃片表面内产生压缩应力。

[0032] 根据一些实施方式的聚合物层可包含多个离散的光散射抑制特征,所述离散的光散射抑制特征的折射率基本上等于玻璃层的折射率。例如,光散射抑制特征的折射率可在基板折射率 $\pm 10\%$ 以内。所述多个光散射抑制特征的空间密度可设置成随着相对于基板边缘的距离而变化,产生随着基板表面上的位置变化的预定光输出。例如,所述多个光散射抑制特征的空间密度可设置成产生基本均匀的光输出,以使用作显示设备的背光灯。

[0033] 在其他实施方式中,聚合物层可以是连续层,如施加在玻璃层例如第一玻璃基板上的聚合物膜。第二基板可以是化学强化基板。例如,在包含两块玻璃基板的实施方式中,这两块玻璃基板都可以是化学强化基板。或者,第二基板是层合基板,包含具有第一热膨胀系数的第一层和具有不同于第一热膨胀系数的第二热膨胀系数的第二层。第一基板和第二基板都可以是包含多个具有不同热膨胀系数的玻璃组合物的层合基板。

[0034] 基板优选具有体积模量 M ,其中 $10 \text{吉帕} \leq M \leq 450 \text{吉帕}$ 。基板优选包含等于或大于0.5的散射比,所述散射比定义为漫射透光率除以总透光率。在约400-700nm的波长范围内,基板优选具有等于或小于26dB/m的光学衰减。

[0035] 当用作发光体,例如背光灯元件中的光导时,基板还可包含相邻于基板边缘表面设置的一个或多个光源。

[0036] 在一些实施方式中,基板还可包含围绕基板周界设置的框架。例如,基板可构造成投影屏或显示器外罩。

[0037] 在另一个实施方式中,所揭示的发光体包含导光基板,该导光基板包含第一边缘和与第一边缘相背的第二边缘,该基板还包含至少一个织构化表面,该织构化表面的RMS粗糙度在约5纳米至约75纳米的范围内,例如在约5纳米至约40纳米的范围内。织构特征的相关长度可在大于0纳米至约150纳米的范围内,例如在约5纳米至约100纳米的范围内。基板可以是例如玻璃基板,更具体地,玻璃基板可以是基于二氧化硅的玻璃基板。基板可在织构化表面上具有多个离散的沉积特征,所述特征起光散射抑制特征的作用。沉积特征的空间密度可在第一边缘到第二边缘的方向上随着距离变化。例如,沉积特征的空间密度可在第一边缘到第二边缘的方向上随着距离减小。在一个实例中,沉积特征的空间密度可在第一边缘到第二边缘的方向上从约95%变化到约5%,该空间密度通过单位面积的覆盖百分率确定。沉积特征的空间密度沿着平行于第一边缘的直线可基本上恒定。沉积特征可局部随机分布。

[0038] 沉积特征优选透明。沉积特征可包含例如聚合物树脂。沉积特征的折射率可与基板的折射率接近或匹配。例如,沉积特征的折射率可在基板的折射率的10%以内。通常,在25-300°C的温度范围,基板的折射率在约 $25 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 至约 $300 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 的范围内。发光体可以是透明的,使得发光体在关闭状态可以透视,而发光体在开启状态可发光。

[0039] 通过下文的描述将会明白,当构造成背光灯元件时,通过在光导距离显示面板最远的背侧采用反射面板,发光体还可作为不透明发光体。因此,本文所揭示的发光体可用于不需要透明性而需要更大的光输出的场合。

[0040] 基板可具有表面孔隙率,其特征是在约0.16至约0.22范围内的双峰参数(bimodal parameter, BP)值。

[0041] 另一方面,本文公开了一种显示设备,它包含:显示面板;发光体,例如与显示面板相邻的背光灯元件,该背光灯元件包含光导,该光导包含具有第一边缘和与第一边缘相背的第二边缘的基板。该基板还包含至少一个结构化表面,该结构化表面的RMS粗糙度在约5纳米至约75纳米的范围内,例如在约5纳米至约40纳米的范围内。表面结构特征的相关长度可在大于0纳米至约150纳米的范围内,例如在5纳米至约100纳米的范围内。结构化表面可具有多个位于其上的离散的沉积特征,用于控制来自光导的光散射。沉积特征用作光散射抑制特征。例如,沉积特征可用来选择性控制来自基板的结构化表面的光散射。因此,沉积特征可构造成自发光体产生均匀照明。因此,沉积特征的空间密度可随着从第一边缘到第二边缘的距离而减小。在其他实例中,可设置沉积特征,有意产生照明图案,例如非均匀图案,如用于装饰性照明。在显示应用中,光导的结构化表面可设置成背向显示面板。在其他实例中,结构化表面可设置成面向显示面板。在又一些实例中,光导的两个主表面均可结构化。对于透明性不是有利因素的应用,发光体可以是半透明的,并且可包含例如邻近光导主表面的反射元件,以增加发光体的光输出。

[0042] 为确保恰当控制光导的光散射,从而恰当控制光提取,沉积特征可具有与基板的折射率相近或匹配的折射率。例如,沉积特征的折射率可在下方光导基板折射率的10%以内,并且可认为折射率匹配。沉积特征可包含例如聚合物树脂。在其他实例中,沉积特征可包含透明金属氧化物层,如半导体器件制造中使用的透明导电氧化物(TCO)。

[0043] 沉积特征的空间密度可在第一边缘到第二边缘的方向上从约95%变化到约5%,例如在约75%至约25%的范围内,空间密度通过单位面积的覆盖百分率确定。因此,在第一边缘到第二边缘的方向上,甚至从第一边缘到两条平行边缘之间的玻璃基板中线,空间密度可具有梯度。如本文所用,边缘与边缘表面的区别在于,边缘表示基板的边缘表面与主表面之间的边界。例如,尽管在附图所示的一些实施方式中,光导显示为通过基板的单一边缘表面从光源接入光,但在其他未示出的实施方式中,光可从基板的两个或更多个边缘表面接入。合适的光源包括发光二极管(LED)。在一些实例中,光可从靠近主表面边缘(周界)的主表面边界区域接入。因此,可调节沉积特征的图案,从而调节其空间密度,以获得所需的光输出均匀性。然而,在局部尺度上,沉积特征可随机分布。

[0044] 在又一实施方式中,本文描述了一种形成光导的方法,包括用蚀刻剂处理玻璃基板的表面,所述蚀刻剂包含约92重量%至约98重量%的乙酸(例如冰醋酸)、约0.5重量%至约5.5重量%的氟化铵和不足6重量%的水。虽然无意受限于任何特定的理论,但据信对于一些实施方式,水含量越低,氟化铵解离速率越低,这导致HF的释放减少。HF浓度降低也会导致从玻璃基板去除的玻璃减少,这进而导致其蚀刻表面中的凹坑变浅,这是低雾度(例如更大的透明度)所需的。此外,水含量减少会导致沉淀的晶体掩模在蚀刻剂中的溶解度下降。这意味着掩模在玻璃基板表面上停留更长时间。当形核的晶体在玻璃表面上保持未溶解,蚀刻剂的蚀刻速率较低,晶体的横向尺寸(lateral dimension)保持不变,从而导致所需的低相关长度。

[0045] 所述方法还可包括在玻璃基板的结构化表面上用透明材料沉积多个点(沉积特征)。沉积特征用作光散射抑制特征。例如,沉积特征可用来选择性控制来自基板的结构化

表面的光散射。所述包含沉积材料的点的折射率与玻璃基板的折射率相近或匹配,例如在 $\pm 10\%$ 以内。沉积特征的空间密度优选随着从玻璃基板第一边缘到平行于该第一边缘的玻璃基板第二边缘的距离而减小,从而产生梯度化空间密度。这些沉积点可包含例如聚合物树脂。梯度化空间密度可包含线性梯度或非线性梯度。

[0046] 沉积特征的空间密度可在玻璃基板第一边缘到玻璃基板第二边缘的方向上从约95%变化到约5%,例如在约75%至约25%的范围内,空间密度通过单位面积的覆盖百分率确定。沉积特征(点)的空间密度沿着平行于第一边缘的直线可基本上恒定。

[0047] 在一些实施方式中,光导可包括合适的下部基板(underlying substrate),该基板包含沉积在其上的聚合物层。下部基板为聚合物层提供刚度,而聚合物层提供必要的表面粗糙度特征。下部基板可包括前述任何材料,包括玻璃。在一些实例中,聚合物层的厚度小于100微米。然后,可在聚合物层的暴露表面中形成表面织构特征,例如通过用主模(例如通过本文所披露的方法制成的经过蚀刻的玻璃板)压制(冲压)。在一些实施方式中,聚合物层可以是膜,织构特征可在将聚合物层施加于玻璃层之前在聚合物层上形成。

[0048] 在玻璃基板需要最大程度减少静电充电方面,可以调节蚀刻剂。例如,在一些实施方式中,蚀刻剂包含约10重量%至约90重量%的乙酸($\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$),例如约10重量%至约80重量%,约20重量%至约70重量%,约20重量%至约30重量%,或者至约40重量%至约60重量%。蚀刻剂还可包括约1重量%至约50重量%的 NH_4F ,例如约5重量%至约40重量%的 NH_4F ,约10重量%至约30重量%的 NH_4F 。在一些实施方式中,可用聚乙二醇或其他有机溶剂代替乙酸。根据所需的织构特征,蚀刻时间可在约30秒至2分钟的范围内,在一些情况下长达4分钟。当蚀刻完成时,玻璃基板可在1M H_2SO_4 中浸泡长达1分钟,以除去玻璃基板表面上的沉淀晶体残留物。然而,在一些实施方式中,可用其他矿物酸例如 HCl 或 HNO_3 代替 H_2SO_4 。在一些情况下,热水可能就是足够的。低pH值和/或高温能增大晶体的溶解性。最后,玻璃基板可用水(例如去离子水)洗涤并干燥。为避免增加与高温蚀刻相关的生产成本,蚀刻过程可在室温下进行,但应理解,若需要高温蚀刻,它也落在本发明方法的范围内。

[0049] 在以下的详细描述中说明了本文所述实施方式的其他特征和优点,其中的部分特征和优点对本领域的技术人员而言,根据所作描述就容易看出,或者通过实施包括以下详细描述、权利要求书以及附图在内的本文所述的实施方式而被认识。

[0050] 应当理解的是,前面的一般性描述和以下的详细描述都描述了本发明的实施方式,且都旨在提供用于理解所要求保护的实施方式的性质和特性的总体评述或框架。包括的附图提供了对实施方式的进一步的理解,附图结合于本说明书中并构成说明书的一部分。附图图示说明了本发明的各种实施方式,并与描述一起用来解释这些实施方式的原理和操作。

附图说明

[0051] 图1是根据本文所述的一个实施方式的显示设备的截面侧视图;

[0052] 图2是图1所示显示设备的俯视图,显示了沉积材料点在粗糙表面上的分布;

[0053] 图3是包含图1所示显示设备的照明装置(背光灯)的截面侧视图;

[0054] 图4是显示具有50nm RMS粗糙度和几个相关长度的织构化表面的归一化功率-散射角模拟数据的图线;

- [0055] 图5是背光灯的另一实施方式的截面侧视图,其中包含背光灯的玻璃基板具有至少一个倾斜边缘;
- [0056] 图6是另一显示设备的截面侧视图,其中照明装置包含光纤光源;
- [0057] 图7是包含图6所示显示设备的照明装置的截面侧视图,其中不同波长的光可接入光纤光源;
- [0058] 图8呈现了根据本发明的一个实施方式制备照明装置的方法的工艺流程图;
- [0059] 图9是用于本文所揭示的背光灯的玻璃基板的截面侧视图,其中在玻璃基板表面上施加防护性层合物;
- [0060] 图10是示例性纳米复制工艺的示意图,该工艺可用于制备具有织构化表面的聚合物膜;
- [0061] 图11是在图10所示工艺中用来制备织构化表面的转筒;
- [0062] 图12是用来将图像投影到透明投影屏上的投影系统的透视图;
- [0063] 图13A、13B和13C是可用于图12所示投影系统的投影屏的几个实施方式的边缘视图;
- [0064] 图14是在本文所述的不同蚀刻条件下蚀刻的示例性背光灯的明亮度-视角图线;
- [0065] 图15是显示12种不同背光灯的光亮度(luminance)随视角变化的图线;
- [0066] 图16是显示玻璃基板表面织构特征的相关长度与视角优度参数之间关系的图线;
- [0067] 图17是显示用于表征玻璃基板表面织构特征的无量纲孔隙率双峰性参数与视角优度参数之间关系的图线;
- [0068] 图18是沉积在玻璃基板的织构化表面上的单点(沉积特征)的显微照片;
- [0069] 图19是沉积在玻璃基板的织构化表面上的另一单点(沉积特征)的另一显微照片;
- [0070] 图20是显示图14中沉积特征的尺寸的图线;
- [0071] 图21是显示测得的明亮度的图线,所测明亮度表示为在包含无点表面织构的区域以及包含织构和点的区域散射通过玻璃基板表面的功率;
- [0072] 图22是显示在两个单独的日子,在本文所述蚀刻方法的实施方式中的玻璃基板温度与视角优度参数之间关系的图线;
- [0073] 图23A、23B和23C是玻璃基板表面的显微照片,显示了通过蚀刻方法在玻璃基板表面上得到的沉积晶体沉淀物;
- [0074] 图24是显示常规蚀刻方法对几种不同玻璃的影响的图线;
- [0075] 图25是显示用不同化学物质蚀刻的玻璃样品的表面电压减少幅度随平均粗糙度 R_a 变化的图线;
- [0076] 图26A的图线比较了乙酸/氟化铵蚀刻剂处于静态的情况下和该蚀刻剂被搅拌的情况下,玻璃样品的表面粗糙度随蚀刻时间的变化;
- [0077] 图26B的图线比较了聚乙二醇/氟化氢铵蚀刻剂处于静态的情况下和该蚀刻剂被搅拌的情况下,玻璃样品的表面粗糙度随蚀刻时间的变化;
- [0078] 图27A呈现了用20重量% NH_4F 和50重量%乙酸的溶液通过原位掩模蚀刻法得到的雾度随 R_a 的变化;
- [0079] 图27B绘制了在11重量% NH_4FHF 和25重量%聚乙二醇的溶液中蚀刻的玻璃的雾度随 R_a 的变化图;

[0080] 图28A-28F分别是6个样品C0-C5的表面的AFM图,其中C0是对照样品,C1-C5是用各种蚀刻剂蚀刻的样品,显示了各表面的表面织构特征;

[0081] 图29是显示峰值表面电压的图,通过针对四种不同的蚀刻剂,对样品C1-C5和对照样品C0进行剥离测试得到;

[0082] 图30A和30B是显示各种形貌的实施方式C0-C5的FOM($m=2,6$)与静电诱导玻璃表面电压之间的相关度的图线;

[0083] 图31A和31B是显示FOM计算参数对相关系数 R^2 的影响(即与静电荷电压响应最佳相关的能力)的等高图;

[0084] 图32A和32B分别呈现了理想化的表面形貌及其轮廓(任意单位),它们帮助描述FOM与 $R_a(R_q)$ 不一致的情况下的独特空间;

[0085] 图33A和33B分别呈现了另一种理想化的表面形貌及其轮廓(任意单位),它们帮助描述FOM与 $R_a(R_q)$ 不一致的情况下的独特空间;

[0086] 图34A和34B分别呈现了又一种理想化的表面形貌及其轮廓(任意单位),它们帮助描述FOM与 $R_a(R_q)$ 不一致的情况下的独特空间;

[0087] 图35是对图32A-34B的理想化表面形貌的FOM-占空比的图示,表面具有恒定的粗糙度 R_a (或 R_q),显示了FOM对表面区域的相对依赖性和对粗糙度的独立性;

[0088] 图36是对FOM随粗糙度(R_a)的变化的图示,显示了FOM对粗糙度的独立性;以及

[0089] 图37是显示静电荷响应随FOM变化的示意图,突出了这样一些实施例,其中粗糙度(R_a 或 R_q)不足和/或粗糙度(R_a 或 R_q)没有特别描述接触面积/静电荷减少幅度。

[0090] 发明详述

[0091] 用来为可视显示设备提供照明的传统背光灯元件通常用聚合物如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)或聚碳酸酯制备。这种材料相对便宜且提供良好的透光性。然而,随着显示设备变得更小巧,包含背光灯的光导也必须变得更薄。例如,在一些手持式设备中,这些光导的厚度小于1毫米。薄的聚合物光导制造起来变得昂贵。此外,由于在设备使用过程中不停地接触LED源发射的光和热,特别是在靠近LED排成阵列的光接入区的地方,非常薄的聚合物光导快速劣化(例如光老化)。另外,制造无翘曲薄聚合物片材面临挑战,并且在显示器工作期间接触非均匀温度场会造成聚合物光导发生翘曲,导致所谓的“成片云纹”(pooling mura)的缺陷。聚合物还具有低热导率,PMMA是约0.18瓦/米·开(W/m·K),聚碳酸酯是约0.19W/m·K。结果,聚合物光导在靠近光接入区的地方散去积热的能力下降,并且会掉色和变脆。不仅如此,聚合物光导通常还表现出差的照明角度均匀性,使得由诸如PMMA和聚碳酸酯这样的材料制成的光导发出的光的峰值强度会出现接近大约70度的角度上,所述角度是相对于光导表面的法线方向测量的。因此,常常在这些光导的前表面使用光学薄膜来产生散射,将光转向法线方向。遗憾的是,这种光学薄膜通常具有差的透明度,使它们不适合用于透明显示器。如本文所用,前表面是指出于照明目的,光从光导发出的表面。对于液晶显示器,如本文所用,光导的前表面是面向LCD面板的表面。因此,背侧是背向显示器面板的表面。

[0092] 至少出于上述原因,如果替代品能够提供更强的刚性、更少的翘曲、更少的掉色,并且光学损耗足够低,以便制备可行的发光体,则它们是有吸引力的替代品。材料选项包括但不限于玻璃、蓝宝石、某些类金刚石材料,甚至包括氟化钙。

[0093] 具体而言,在显示设备通常经历的长时间光辐照条件下,玻璃不易发生光老化和掉色。不仅如此,与可能适用于其他情况的其他材料相比,玻璃(尤其是基于二氧化硅的玻璃)可以低成本制成厚度极其均匀的格外透明的片材。结果,玻璃可作为发光体中的理想光导,特别适用于显示设备的背光灯元件。因此,以下描述和实施例介绍了基于玻璃的方法和制品,但应理解,其他材料也可用于制备具有本文所述特性(例如表面织构特征)的织构化基板。

[0094] 根据本文所述的一个或多个实施方式,“无掩模”蚀刻技术可用于制备玻璃光导,所述玻璃光导可用于许多应用,包括用于透明或非透明显示应用中的背光灯元件的光导。本发明方法涉及成本低、可控性高的工艺,所述工艺用于制备光散射部分,所述光散射部分包括分散在玻璃基板表面之内和/或之上的纳米尺寸的特征。此外,在玻璃表面上的纳米尺寸的特征上可以沉积微米尺寸的光散射抑制特征。蚀刻的纳米尺寸的特征和沉积的微米尺寸的光散射抑制特征的组合极大地改善了光导的发光性能。在操作中,光被接入玻璃基板,并以波导方式在玻璃基板中传播,入射在光散射表面部分。根据有利的光学特性,作为响应,光沿着玻璃基板表面散射出玻璃结构。然而,当穿过玻璃基板传播的光遇到光散射抑制特征时,全内反射可以恢复,光继续穿过玻璃基板传播而不会散射出来。因此,通过散射从玻璃基板提取光受到抑制,因而可以通过控制玻璃基板表面上光散射抑制特征(点)的分布来控制光输出。

[0095] 图1显示了作为电介质平板波导的织构化光导基板的截面视图,该波导从其边缘受到发光二极管(LED)阵列的光照。在图1所示的射线光学器件的图示中,光线从LED发出,沿之字形路线在电介质平板波导中传播,每束光线从玻璃基板的两个主表面择一反射。若平板波导与周围环境的界面绝对光滑,并且每束光线与光线入射的界面形成的角度(相对于界面法线)大于临界角 Φ_c ,则光线以与入射角相等的角度从界面反弹,从而继续限制在波导内。此现象称作全内反射。

[0096] 然而,当在光导界面上入射点处的织构特征与入射光波长相比较小时,全内反射受到破坏。也就是说,当入射点处的光导表面变粗糙,并且包含织构的特征非常小时,光线在光导织构化界面上每次反弹时都有一些光发生散射。散射在不同入射角的角度上产生光线。这些光线中,有一些不满足全内反射标准,从平板波导的织构化界面逃逸,并且会沿各种角度照亮LCD面板。一些光线可能继续以等于或大于临界角的角度反射。

[0097] 本文所述的方法涉及用来对具有照明应用的玻璃基板进行织构化处理的湿式化学蚀刻工艺和由该工艺制备的制品,所述制品可结合到下游器件中,如前面提到的显示器应用。此外,这种处理可应用于满足其他目的的玻璃基板,如在加工这种基板时抑制基板带静电。

[0098] 使用含氟化物的溶液在玻璃表面上产生织构特征需要蚀刻掩模,因为没有掩模的话,无定形均相硅酸盐玻璃倾向于以大于分子水平的尺寸均匀蚀刻,减小了玻璃厚度却没有产生织构特征。对于为各种应用提供图案化织构特征的掩蔽式玻璃蚀刻,人们已提出许多方法。这种方法可分为在蚀刻前需要单独的掩蔽过程的方法和蚀刻过程中原位形成掩模的方法,后者即所谓的“无掩模”蚀刻,因为在开始蚀刻前不存在掩模。出于本公开的目的,掩模可考虑采用能为蚀刻提供屏障的任何材料,可以各种横向特征尺寸以及各种水平的耐久性和对玻璃的粘附性施加在玻璃表面上。

[0099] 施加掩模的许多方法如喷墨印刷都在能够施加的掩模尺度上受到限制,使得它们无法实现纳米尺寸的小特征的沉积。事实上,多数方法产生横向特征尺寸和蚀刻深度均为微米级的织构特征,因而使玻璃产生可见的“霜化”外观,降低了透明度,增大了雾度,减小了眩光和表面反射率。

[0100] 原位掩蔽和玻璃蚀刻涉及由玻璃溶解的副产物加上蚀刻剂形成掩模的复杂过程。所形成的沉淀物(有时称作结晶)往往在蚀刻剂中稍稍可溶,使模拟此过程变得困难。不仅如此,利用无掩模蚀刻法产生差异化蚀刻可能涉及通过接触起霜(frosting)溶液或凝胶产生掩模的多个步骤,以及除去掩模和蚀刻剂的后续步骤。根据其对基板的粘附性和在湿蚀刻剂中的耐久性,原位蚀刻掩模还能产生各种织构特征,并且可以证明,耐久性较低的掩模得到较浅的织构特征。蚀刻深度也取决于掩模特征的尺寸,其中较小的特征无法支持较深的蚀刻轮廓,因为更容易发生掩模钻蚀。因此,在形成纳米尺度的织构特征时,掩模的化学特性、玻璃的化学特性和蚀刻的化学特性都应考虑到。

[0101] 本文公开了一种具有织构化表面的玻璃基板,该玻璃基板适合作为光导板,用于具有宽光亮度角分布的发光体;本文还公开了一种利用改进的无掩模蚀刻方法制备所述玻璃基板的方法。所述方法在玻璃表面上产生织构特征,其适用于显示器光导应用以及需要控制照明的任何其他应用,特别是透明光源。本文所揭示的方法也可用来制备静电减少而没有显著雾度形成的织构化表面。

[0102] 本公开内容描述了基板和光导,它们提高了热稳定性,具有较低的热膨胀系数,可抵抗热击穿,能够在宽视角范围产生均匀光亮度并具有高明亮度,显示透明性和低雾度。已观察到的能带来这些有利光学性质的表面织构性质可包括等于或小于150nm的织构特征的相关长度和约5nm至约75nm的织构化表面的根均方(RMS)粗糙度(R_q),例如约5nm至约40nm,约5nm至约30nm,约5nm至约20nm。一般而言,RMS粗糙度数值越小,光导在散射特性方面的性能越好,因为粗糙度对物理量的影响可依赖于表面上的相关性质和/或空间频率等。引入相关长度的概念,相关长度与表面自相关函数 $G_x(\tau_x)$ 有关,其表达为一维函数 $z(x)$,其中

$$[0103] \quad G_x(\tau_x) = \lim_{L \rightarrow \infty} \frac{1}{2L} \int_{-L}^L z(x)z(x + \tau_x) dx, \quad (1)$$

[0104] 其中L表示样品扫描(sample scan)的剖面长度(profile length)的一半(决定自相关函数的距离),z是相对于平均高度的表面高度,x表示表面上沿x方向的一个位置, τ 是两个位置 x_1 与 x_2 之间的距离。表面取样获得间隔 Δx 的M个位置的高度阵列 $z(j)$ 。这里k是0到M-1的整数。取近似值 $\tau_x = k \Delta x$,方程式(1)可简化为下面的方程式(2)。

$$[0105] \quad G_k = \frac{1}{M-k} \sum_{j=0}^{M-1-k} z_j z_{j+k} \quad (2)$$

[0106] 自相关函数描述了表面如何在距离 τ_x 上与自身相关。对于大 τ_x ,自相关函数趋近于零,从而表面特征的高度变得独立。因此,人们可以用自相关长度T或者简单地用相关长度表示表面的特征性横向特征尺寸。为了从测得的数据获得相关长度,人们可以为 $G_x(\tau_x)$ 选择例如高斯模型,例如以下形式:

$$[0107] \quad G_x(\tau_x) = \sigma^2 \exp\left(-\frac{\tau_x^2}{T^2}\right), \quad (3)$$

[0108] 由测得的数据计算离散 G_k (利用例如快速傅里叶变换),并在离散自相关函数上拟

合模型。另一种可选方法可采用指数模型。除非另有说明,这里采用的计算都是利用高斯模型,所有相关长度都表达为高斯相关长度。在其他实施方式中,可改变上述计算,使其包括表面的二维因素而不是一维途径。有软件程序可供基于测得的数据计算相关长度,如Gwyddion,这是一个由捷克度量衡协会纳米计量学部开发和支持的开放源码软件平台,目的是分析通过扫描探针显微技术获得的高度场,以计算自相关函数。

[0109] 这些化学蚀刻方法可分成三个领域:1)蚀刻剂化学;2)玻璃化学;3)工艺步骤。它们是制备具体的织构特征并获得良好的光导光学性质所必需的。

[0110] 如上所述,化学蚀刻工艺包括在蚀刻剂(例如蚀刻剂浴)中蚀刻玻璃基板,所述蚀刻剂包含有机溶剂如乙酸(AA)和无机酸如氟化铵(NH_4F)的混合物。接触蚀刻剂得到的玻璃结构是织构化的玻璃基板。对于照明应用,织构化玻璃基板可通过控制工艺参数来优化,所述工艺参数是例如但不限于蚀刻剂的组成、蚀刻时间、蚀刻剂温度和玻璃温度。掩模的去除不必靠添加碱金属盐或碱土金属盐。

[0111] 其他添加剂也可提供优点。这些可包括:用染料为蚀刻剂增加颜色并为洗涤提供视觉辅助(常用的食品级染料就足够);用粘度调节组分使酸增稠,使得能够将蚀刻剂涂抹或喷涂而不是蘸涂到玻璃上。增稠的酸也能证明是有利的,因为这有可能减小蒸气压,从而减少酸蒸气接触基板造成的缺陷。例如,合适的增稠剂是聚己内酯,它是一种合成聚酯,在 60°C 熔化,可用来制备蜡蚀刻剂。聚己内酯可溶于乙酸,不溶于水。

[0112] 在一些实施方式中,在玻璃基板的至少一个表面上用蚀刻的织构特征对玻璃基板进行改性的方法可包括至少六个步骤,这些步骤全能在约 18°C 至约 22°C 而得的温度范围内进行(应当指出,乙酸在低于约 17°C 的温度下开始冻结,因此,最低温度应当高于 17°C)。

[0113] 在示例性方法的第一步,用洗涤剂清洁要蚀刻的玻璃基板,除去所有无机污染物,然后充分清洗,以除去洗涤剂残留物。应当达到的清洁水平要足以获得小于约 20° 的水接触角。接触角可利用例如克鲁斯股份有限公司(Krüß GmbH)制造的DSA100滴状分析仪采用静滴法评价,本文所述的实验即以此完成,但也可采用其他合适的方法。在示例性方法的可选第二步,如果只要蚀刻玻璃基板的单面,可在玻璃基板背面层压合适的粘性聚合物膜(或其他酸阻挡层)。蚀刻过程完成后,可从玻璃基板去除聚合物膜。应当指出,若要蚀刻基板的相反面(背面),可采用类似的过程,其中聚合物膜加在基板正面。

[0114] 在示例性方法的第三步,玻璃基板与蚀刻剂接触足以产生所需织构特征的时间(通常在约0.5分钟至6分钟的范围内)。对于浸没、快速插入和合适的环境控制,例如,可在发生蚀刻的封闭空间采用至少 2.83 立方米/分钟的环境空气流,以限制玻璃基板在插入之前和/或插入过程中接触酸蒸气。玻璃基板应当采用平稳的运动插入酸浴,以防在蚀刻的表面中形成缺陷。在接触蚀刻剂之前,玻璃基板应当是干燥的。

[0115] 在第四步,从蚀刻剂移出玻璃基板,将其沥干,然后用水(例如去离子水)或者用可溶解沉淀物的溶液清洗一次或多次。可充分搅动玻璃基板或者清洗液,以确保挂在玻璃基板上的包含氟化物的酸均匀扩散。清洗步骤可采用搅拌以防缺陷。约 300 次振动/分钟的小幅振动是足够的,例如约 250 – 350 次振动/分钟。在一些情况下,蚀刻剂浴可再循环,以防分层和耗尽。

[0116] 在示例性方法的第五步,可通过例如剥离法除去先前施涂在玻璃基板背面的任何蚀刻剂阻挡膜。

[0117] 在示例性实施方式的第六步,可用强制清洁(过滤)空气干燥玻璃基板,以免在玻璃基板上形成水斑或者其他清洗液的斑点。

[0118] 上面简要叙述的示例性方法能够提供本文所述的具体结构特征和光学性质,并且与下面详细描述的特征组合时能够使每个样品的蚀刻高度统一。

[0119] 参考图1(非按比例示出),该图描绘了显示设备10的边缘视图,该显示设备包含显示面板12(如LCD显示面板)和根据本文所述的一个或多个实施方式的发光体14。发光体14可用来处理用于显示系统或其他应用的光。

[0120] 参见图1和图2,发光体14包含光源16和作为光导的玻璃基板18。从光源16接入玻璃基板18的光在玻璃基板内传播,并在玻璃基板18的主表面上散射,然后如该图所示被引导穿过玻璃基板18的相反表面,如箭头20所示。玻璃基板18包含相互间隔开的第一主表面22和第二主表面24。在一些实例中,第一主表面22和第二主表面24可相互平行。玻璃基板18可具有矩形形状,它包含第一边缘26和与第一边缘26相背并平行的第二边缘28。第一主表面22和第二主表面24在第一边缘26与第二边缘28之间延伸。

[0121] 出于描述而非限制的目的,第一边缘26与第二边缘28之间的距离称作玻璃基板18的长度L,这借助图2可看得最清楚。因此,玻璃基板18还具有在第三边缘30与第四边缘32之间延伸的宽度W,其中第三边缘30平行于第四边缘32,并且第三边缘30和第四边缘32与第一边缘26和第二边缘28总体平行并相交。

[0122] 玻璃基板18可以是能够经受住本文明示或暗示的处理参数的任何合适的玻璃,可用作玻璃基板18的玻璃包括例如碱金属硅酸盐玻璃、铝硅酸盐玻璃或铝硼硅酸盐玻璃。玻璃材料可以是基于二氧化硅的玻璃,例如2318号玻璃、2319号玻璃、2320号玻璃、Eagle XG®玻璃、Lotus™玻璃、钠钙玻璃等,均可购自康宁股份有限公司。其他显示器型玻璃也可受益于本文所述的方法。因此,玻璃基板18不限于前面描述的康宁股份有限公司的玻璃。例如,玻璃的一个选择因素可以是能否进行后续离子交换处理,在此情况下,通常希望该玻璃是含碱金属的玻璃。

[0123] 显示器玻璃基板可具有各种组成,并可通过不同工艺形成。合适的形成工艺包括但不限于浮法和下拉法,如狭缝拉制法和熔合拉制法。例如,参见美国专利3,338,696和3,682,609。在狭缝拉制法和熔合拉制法中,新形成的玻璃片沿垂直方向取向。康宁股份有限公司制造的一种玻璃基板Lotus™具有较小的热膨胀系数,尺寸稳定性优异,并且在较高加工温度下具有优异的可加工性。Lotus™玻璃若包含碱金属组分的话,也是在玻璃中包含少量碱金属组分。

[0124] 合适的玻璃显示基板包括康宁股份有限公司制造的高性能玻璃基板。玻璃基板可具体设计用于制造平板显示器,其密度小于 $2.45\text{g}/\text{cm}^3$,液相线粘度(定义为玻璃在液相线温度下的粘度)大于约200000泊,或者大于约400000泊,或者大于约600000泊,或者大于约800000泊。此外,合适的玻璃基板在 $0\text{--}300^\circ\text{C}$ 的温度范围具有基本上线性的热膨胀系数 $28\text{--}35 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 或 $28\text{--}33 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$,并具有高于约 650°C 的应变点。如本说明书和所附权利要求书所用,术语“基本上线性”意为指定范围的数据点的线性回归的决定系数大于或等于约0.9,或者大于或等于约0.95,或者大于或等于约0.98,或者大于或等于约0.99,或者大于或等于约0.995。合适的玻璃基板包括熔点低于 1700°C 的玻璃基板。此外,合适的玻璃基板在包含1份HF(50重量%)和10份 NH_4F (40重量%)的溶液中于 30°C 浸泡5分钟后的重量损失小

于 $0.5\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

[0125] 在本文所述方法的一个实施方式中,玻璃基板的组成中,玻璃的主要组分是 SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 和至少两种碱土金属氧化物。合适的碱土金属氧化物包括但不限于 MgO , BaO 和 CaO 。 SiO_2 作为玻璃的基本形成组分,其浓度大于或等于约64摩尔%,目的是为玻璃提供适用于平板显示器玻璃(例如适用于有源矩阵液晶显示面板(AMLCD)的玻璃)的密度和化学耐久性,以及使玻璃能够通过下文更详细描述的下拉法(例如熔融法)形成的液相线温度(液相线粘度)。合适的玻璃基板的密度小于或等于约 $2.45\text{g}/\text{cm}^3$,或者小于或等于约 $2.41\text{g}/\text{cm}^3$,当抛光样品在 95°C 接触5% HCl 溶液24小时后的重量损失小于或等于约 $0.8\text{mg}/\text{cm}^2$,当抛光样品在 30°C 接触包含1体积的50重量% HF 和10体积的40重量% NH_4F 的溶液5分钟后的重量损失小于约 $1.5\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

[0126] 适用于本发明的实施方式的玻璃具有小于或等于约71摩尔%的 SiO_2 浓度,以使批料能用常规大容量熔化技术熔化,例如在耐火熔炉中进行焦耳熔化。在详细实施方式中, SiO_2 浓度在约66.0-70.5摩尔%的范围内,或者在约66.5-70.0摩尔%的范围内,或者在约67.0-69.5摩尔%的范围内。由于 SiO_2 含量,合适的玻璃可具有等于或大于约 1600°C 的熔化温度。

[0127] 氧化铝(Al_2O_3)是适用于本发明实施方式的另一种玻璃形成组分。不受任何特定的操作理论限制,据信等于或大于约9.0摩尔%的 Al_2O_3 浓度为玻璃提供低液相线温度和相应的高液相线粘度。采用至少约9.0摩尔% Al_2O_3 还能改善玻璃的应变点和模量。在详细实施方式中, Al_2O_3 浓度可在约9.5-11.5摩尔%的范围内。

[0128] 氧化硼(B_2O_3)同时是玻璃形成组分和助熔剂,有助于熔化和降低熔融温度。为实现这些效果,用于本发明实施方式的玻璃具有等于或大于约7.0摩尔%的 B_2O_3 浓度。然而,大量的 B_2O_3 会导致模量、化学耐久性和应变点降低(在7.0摩尔%以上, B_2O_3 每增加1摩尔%降低约 10°C)。

[0129] 合适的玻璃基板可具有等于或大于约 650°C 、等于或大于约 655°C 或者等于或大于约 660°C 的应变点,等于或大于 $10.0 \times 10^6\text{psi}$ 的杨氏模量,以及上面讨论玻璃的 SiO_2 含量时所述的化学耐久性。不受任何特定的操作理论限制,据信高应变点有助于防止玻璃制造之后的热加工期间的压缩/收缩导致的面板变形。因此,据信高杨氏模量可减小大型玻璃片在运输和装卸过程中发生的下垂程度。

[0130] 除玻璃形成组分(SiO_2 , Al_2O_3 和 B_2O_3)外,合适的玻璃基板还可包含至少两种碱土金属氧化物,即至少 MgO 和 CaO ,以及可选的 SrO 和/或 BaO 。不受任何特定的操作理论限制,据信碱土金属氧化物为玻璃的熔化、澄清、成形和最终使用提供各种重要的性质。在一些实施方式中, MgO 浓度大于或等于约1.0摩尔%。在详细实施方式中, MgO 浓度在约1.6-2.4摩尔%的范围内。

[0131] 在碱土金属氧化物中,玻璃基板的一些实施方式的 CaO 浓度最大。不受任何特定的操作理论限制,据信 CaO 产生低液相线温度(高液相线粘度)、高应变点和模量,以及对于平板应用(具体是AMLCD应用)而言最有利范围的热膨胀系数(CTE)。另外据信, CaO 对化学耐久性具有有益贡献,并且与其他碱土金属氧化物相比, CaO 作为批料原料较廉价。因此,在一些实施方式中, CaO 浓度大于或等于约6.0摩尔%。在具体实施方式中,显示器玻璃中的 CaO 浓度小于或等于约11.5摩尔%,或者在约6.5-10.5摩尔%的范围内。

[0132] 在一些实例中,玻璃可包含:60-70摩尔%SiO₂;6-14摩尔%Al₂O₃;0-15摩尔%B₂O₃;0-15摩尔%Li₂O;0-20摩尔%Na₂O;0-10摩尔%K₂O;0-8摩尔%MgO;0-10摩尔%CaO;0-5摩尔%ZrO₂;0-1摩尔%SnO₂;0-1摩尔%CeO₂;小于50ppm的As₂O₃;以及小于50ppm的Sb₂O₃;其中12摩尔%≤Li₂O+Na₂O+K₂O≤20摩尔%,0摩尔%≤MgO+CaO≤10摩尔%,其中该硅酸盐玻璃基本上不含锂。

[0133] 本文所述的一些玻璃基板可以是在本领域称作层合玻璃的玻璃基板。一方面,显示器玻璃基板通过将玻璃表层熔融牵拉到玻璃芯体的至少一个外露表面上来制造。一般而言,玻璃表层可具有等于或大于650℃的应变点。在一些实施方式中,表层玻璃组合物的应变点等于或大于670℃,等于或大于690℃,等于或大于710℃,等于或大于730℃,等于或大于750℃,等于或大于770℃,或者等于或大于790℃。所披露的组合物的应变点可由本领域的技术人员采用已知的技术进行测定。例如,可以采用ASTM方法C336测定应变点。

[0134] 在一些实施方式中,玻璃表层可通过熔融法施加到玻璃芯体的外露表面上。合适的熔融方法的例子公开于美国专利4,214,886,该专利的内容全文参考结合于本文。熔融玻璃基板形成方法可总结如下。将至少两种不同组成的玻璃(例如基底或芯体玻璃片和表层玻璃)分开熔融。然后通过适当的传送系统将各玻璃传送到相应的溢流分配器。将各分配器相互叠置,使来自各分配器的玻璃流过该分配器的顶部边缘部分,沿至少一个侧面向下流动,在分配器的一个或两个侧面形成适当厚度的均匀流动层。从下分配器溢流的熔融玻璃沿着分配器壁向下流动,在靠近底部分配器的会合外表面附近形成初始玻璃流动层。类似的,从上分配器溢流的熔融玻璃在上分配器壁上向下流动,并且在初始玻璃流动层的外表面上流动。来自这两个分配器的两个独立玻璃层会合到一起,在拉制线处熔合,形成连续层合的单一玻璃带,所述拉制线在下分配器的会合表面相遇处形成。双玻璃层合物的中心玻璃称作芯体玻璃,而位于芯体玻璃外表面上的玻璃称作表层玻璃。表层玻璃可设置在芯体玻璃的每个表面上,也可以仅有一个表层玻璃层位于芯体玻璃的单侧。当只有一个表层玻璃直接与芯体熔合时,表层与该芯体“相邻”。

[0135] 溢流分配器方法为这样形成的玻璃带提供了火焰抛光表面,而受控分配器为玻璃带及其切出的玻璃片提供的均匀分布的厚度为玻璃片提供了优异的光学品质。用作显示器玻璃基板的玻璃片可具有100微米(μm)至约0.7μm范围内的厚度,但可受益于本文所述方法的其他玻璃片可具有约10μm至约5mm范围内的厚度。可用于本文所述方法的其他熔融法在美国专利3,338,696,3,682,609,4,102,664,4,880,453以及美国公开申请第2005-0001201号中有描述,这些专利和申请的内容全文参考结合于本文。熔融制造方法为显示器工业带来优点,包括具有优异厚度控制的平面玻璃,以及具有纯净表面品质和可扩展性的玻璃。在用于液晶显示器(LCD)电视机的平板的制造中,玻璃基板的平整度可能是重要的,因为对平整度的任何偏差都可能造成视觉变形。

[0136] 在一些实施方式中,玻璃基板具有等于或大于640℃的应变点,约 $31 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 至约 $57 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 范围内的热膨胀系数,在约95℃的5重量%HCl水溶液中浸泡24小时后小于20mg/cm²的重量损失,名义上不含碱金属氧化物,其基于氧化物的重量百分数计算的组成包含约49-67%的SiO₂,至少约6%的Al₂O₃,SiO₂+Al₂O₃>68%,约0-15%范围内的B₂O₃,并且在所制剂中包含选自下组的至少一种碱土金属氧化物:0-21%BaO,约0-15%SrO,约0-18%CaO,约0-8%MgO,以及约12-30%BaO+CaO+SrO+MgO。

[0137] 根据本文所述和图3的特写图所示的实施方式,玻璃基板18的至少一个表面(例如第一主表面22)经过处理,包含多个纳米级光散射元件34。如下文所示,所述多个光散射元件34在第一主表面22上产生织构特征,该织构特征可通过用上文所述以及下文将更详细描述蚀刻剂的蚀刻作用对第一主表面22进行改性而形成。

[0138] 经第一边缘26进入玻璃基板18的光线36在全内反射条件下总体沿着轴线38的方向在玻璃基板中传播,直到光线撞到散射元件34。例如,若玻璃基板表面的法线40之间的角度 Φ 大于临界角 Φ_c ,其中 Φ_c 可根据以下等式(4)计算:

$$[0139] \quad \Phi_c = \arcsin(n_2/n_1) \quad (4)$$

[0140] 其中 n_1 是玻璃基板18的折射率, n_2 是空气的折射率,则在玻璃基板18中传播并入射到玻璃-空气界面上的光将发生全内反射。

[0141] 然而,当传播的光线入射到织构化表面上时,至少一部分入射光发生散射,如箭头20所示(图1)。至少一些散射光被导向玻璃基板之外。若要将玻璃基板用作LCD显示设备的光源(例如背光灯元件),玻璃基板18可设置成使发射出来的光被引导通过邻近的LCD面板12。织构化表面可以是离显示面板12最远的第一主表面22,或者织构化表面也可以是离显示面板12最近的第二主表面24。在一些情况下,第一和第二表面均可织构化。玻璃基板18的光学特性可通过产生散射元件34的方法等加以控制。针对具有约50纳米(nm)RMS粗糙度(R_q)的表面,例如第一主表面22,图4描绘了显示归一化功率随散射角变化的模拟数据。曲线50代表散射元件的相关长度为200纳米的表面,曲线52代表150nm的相关长度,曲线54代表100纳米的相关长度。数据显示了前向散射随着相关长度减小而增大(散射角减小)的倾向。根据本公开内容产生的织构化表面可提供一种玻璃基板,该玻璃基板不会给玻璃产生可见的霜化外观。这种霜化外观减小透明度,增大雾度。由本文所述处理方法得到的表面已表明能产生等于或大于90%的鲜映度(DOI)。

[0142] 已经发现,上述多个光散射元件34的尺寸会影响发光体14的光散射性质。例如,包含光散射元件34的织构化第一主表面22所具有的根均方(RMS)粗糙度 R_q 在约5纳米至约75纳米的范围内,例如在约20纳米至约60纳米的范围内,在其他实施方式中在约20纳米至约35纳米的范围内,或者约20纳米至约30纳米。在其他实例中,可达到约5纳米至约20纳米范围内或者约5纳米至约15纳米范围内的根均方(RMS)粗糙度 R_q 。散射元件的相关长度的T可等于或小于约252nm,例如等于或小于200nm,等于或小于150nm,或者等于或小于100nm。如前文所述,已经发现,当考虑到下文将更详细描述视角优度参数时,相关长度等于或小于100nm特别有利。可以例如通过扫描探针显微技术如原子力显微镜(AFM)测量经过处理的表面的粗糙度,然后使用软件计算包如Gwyddion得到相关长度。

[0143] 光源16可以是一个或多个LED或其他合适的发光元件。此外,尽管图2仅沿着玻璃基板18的单一边缘或边缘表面显示光源16,但是光源16可以沿着玻璃基板18的一个或多个边缘表面或者一个或多个边界设置。在一个或多个实施方式中,玻璃基板18的所述一个或多个边缘表面可以倾斜,并且可包括金属化反射表面。选择斜角 γ ,将玻璃基板18内传播的任何光重新引导到一个或多个方向上,减少光逃逸出所述至少一个边缘表面。发光体14可任选包含光的重新定向(或阻挡)边界40,以改进玻璃基板18的边缘附近的光学外观。

[0144] 一个或多个替代性实施方式可采用一个或多个光源16以及PCT公开W012/058084(PCT/US11/57032,公开于2012年5月3日)所披露的相关类型的结构,该公开的内容全文参

考结合于本文。

[0145] 图6显示了发光体14,其中光源16包含至少一个沿着玻璃基板18的第一边缘26延伸的扩散光纤16a。扩散光纤16a的直径可约为250-300微米。从扩散光纤16a提取出来的光(例如通过散射)可接入基板18。

[0146] 在图7所示的另一实施方式中,一个或多个激光源可产生白光(或半白光)接入扩散光纤16a,然后进入基板18。在一个或多个替代实施方式中,一个或多个激光源如红色激光源(RED)、绿色激光源(GREEN)和蓝色激光源(BLUE)可将不同波长的光能接入单一扩散光纤16a或多个扩散光纤,从而将这种光接入玻璃基板18,并引发前文所述的扩散和散射。在采用多个激光源的情况下,可以通过调节每个激光源的功率水平产生任意多个数量的颜色。

[0147] 关于与调制激光源(例如时序调制)以取得所需的颜色图像功能相关的各种结构和方法的细节,关于使用扩散光纤16a的其他细节,可参见下述文献:2012年11月1日公开的美国专利公开US2012/0275745A1,2013年10月17日公开的美国专利公开US2013/0272014A1,2014年4月3日公开的美国专利公开US2014/0092623A1,它们的完整内容通过参考结合于本文。

[0148] 现在参考图8,它是结合发光体14及其变体的制备说明根据本文披露的实施方式的示例性方法步骤的流程图。

[0149] 在步骤100,若有必要,可加工玻璃基板18,使玻璃基板为后面的蚀刻步骤做好准备。具体而言,若有必要,可对玻璃基板18进行打磨和抛光,使其获得所需的厚度和/或平整度和/或其他尺寸,然后在步骤102中清洁和洗涤。步骤100可包括玻璃基板18的边缘修整,例如使边缘/边缘表面形成斜角。洗涤可完成如下:例如在有超声搅拌或没有超声搅拌的情况下,使第一主表面22和/或第二主表面24接触合适的洗涤剂清洗液如Semiclean KG,然后进行多个去离子水清洗步骤,然后干燥玻璃基板。例如,可将玻璃基板放入装有清洗液的浴槽,然后通过蘸水或喷水清洗。玻璃基板应充分清洁,使待蚀刻表面的水接触角等于或小于约20度。

[0150] 在步骤104,若玻璃基板18的一个主表面例如第二主表面24不要蚀刻,则可任选将抗蚀刻或防蚀刻的保护膜42层压在不要蚀刻的主表面上(优选整个表面)(参见图9)。应当明白,若玻璃基板的两个主表面都需要用蚀刻剂蚀刻,则不需要保护性层压膜。在接下来的另一个可选步骤106中,可对要蚀刻的主表面例如第一主表面22进行去污的过程,如去除吸附的有机污染物。这种过程可包括对至少第一主表面22进行本领域已知的等离子体清洁过程。

[0151] 在步骤108,如下所述对要蚀刻的玻璃基板18的主表面进行蚀刻:使表面与包含有机溶剂例如乙酸(AA)和矿物酸如氟化铵(NH₄F)的蚀刻剂接触,接触时间和温度足以获得所需的粗糙度和相关长度。蚀刻剂可包含约10重量%至约98重量%的有机溶剂,例如乙酸。在其他实例中,有机溶剂可在约10重量%至80重量%的范围内,约20重量%至约70重量%的范围内,或者约30重量%至约60重量%的范围内。在另一些实例中,有机溶剂可在约80重量%至约98重量%的范围内,例如在约90重量%至约98重量%的范围内,或者在约92重量%至约98重量%的范围内。

[0152] 蚀刻剂还可包含约0.5重量%至约50重量%的无机酸。例如,蚀刻剂可包含约10重

量%至约40重量%的无机酸,约15重量%至约30重量%的无机酸。在其他实例中,蚀刻剂可包含约0.5重量%至约10重量%或者约0.5重量%至约6重量%的无机酸。在一些实施方式中,蚀刻剂可包含等于或小于8重量%的水(例如去离子水),例如在约0.5重量%至约6.0重量%的范围内,约0.5重量%至约4.0重量%的范围内,或者约0.5重量%至约2.0重量%。最佳浓度可随玻璃组成和环境条件以及希望得到的织构特征而变化,所述环境条件是例如露点,它可影响玻璃表面上的物理吸附水。

[0153] 在一些实施方式中,可在蚀刻剂中加入某些其他的添加剂。例如,可在蚀刻剂中添加染料,从而添加颜色并为洗涤提供视觉帮助。此外,如前文所述,可加入粘度调节组分,以增大蚀刻剂的粘度,从而通过在玻璃上狭缝涂布、滑动涂布或幕帘涂布蚀刻剂(而不是浸涂)来实现接触,以提供具有均匀外观的发光体。或者,当需要非均匀光提取时,可通过用喷涂或涂抹技术施加蚀刻剂来实现艺术效果。高粘度蚀刻剂可减小蒸气压,从而减少蒸气引起的缺陷。可根据需要调节蚀刻剂的粘度,使其与所选施涂方法相适应。可利用可溶于乙酸的合适的聚合物如聚己内酯调节蚀刻剂溶液的流变性。

[0154] 蚀刻时间可在约30秒至约10分钟的范围内,但若其他的时间能产生所需的结果,也可采用其他的时间。例如,对于许多玻璃组合物,已发现约1分钟至约4分钟范围内的接触时间是有用的。蚀刻剂的温度可在约18°C至约90°C的范围内,例如在约18°C至约40°C的范围内,在约18°C至约35°C的范围内,在约18°C至约30°C的范围内,在约18°C至约25°C的范围内,甚至在约18°C至约22°C的范围内。较低范围例如18°C至30°C范围的蚀刻剂温度是有利的,因为这可减小蒸气压,在玻璃上产生更少的与蒸气有关的缺陷。同样,蚀刻时间和蚀刻剂温度会影响所得光散射元件34的特征尺寸、形状和分布,所述光散射元件是通过蚀刻过程产生的、从玻璃基板的蚀刻表面延伸出来的纳米级凸起物。蚀刻织构特征可随玻璃组成变化。因此,对一种玻璃组成来说最佳的蚀刻剂配方在用于其他组成时可能需要调整,以保持有效。这种调整一般通过实验完成。

[0155] 在一些实施方式中,如从图9可看得最清楚,若一个表面例如第二主表面24不需要蚀刻,则通过在该表面上施加抗蚀刻剂保护膜42来保护该表面。抗蚀刻剂保护膜42可在蚀刻步骤之后去除。下表1呈现了一些合适的蚀刻剂溶液和蚀刻时间的非限制性实例。

[0156] 表1

溶液 编号	重量%蚀刻组分			蚀刻 时间, 分钟
	乙酸	氟化铵	水	
1	92.8	5.4	1.8	2.5
2	94.1	4.1	1.8	3.5
[0157] 3	95.8	1.4	2.9	4.1
4	93.4	3.8	2.8	5.1
5	94.9	1.1	4.0	5.5
6	92.1	2.2	5.8	5.5
8	91.0	8.0	1.0	9.0
9	91.0	1.0	8.0	9.0
10	91.0	4.5	4.5	7.0

[0158] 因此,蚀刻剂应当包括浓度为约90.0重量%至约96重量%的有机溶剂例如乙酸和浓度为约1.0重量%至约8.0重量%的氟化铵。蚀刻剂可包括含量等于或小于约8.0重量%,例如约1.0重量%至约6.0重量%的水。此外,已经发现,在玻璃基板接触蚀刻剂的时候,玻璃基板自身的温度在一些情况下也会影响蚀刻结果。因此,接触时间时,玻璃基板的温度可在约20℃至约60℃的范围内,例如在约20℃至约50℃的范围内,或者在约30℃至约40℃的范围内(参见实施例3)。最佳温度将取决于玻璃类型、环境条件和所需织构特征。蚀刻时间可持续约1分钟至约10分钟,但也可采用实现所需表面织构特征所需要的其他蚀刻时间。如下文将要进一步讨论的,前面的化学参数可调整,以适应不同的应用和不同的化学组成。

[0159] 在步骤110,玻璃基板18可用清洗液例如水清洗,分一次或多次清洗(脱酸)操作。或者,在一些实施方式中,玻璃基板可在1M H₂SO₄中浸泡长达1分钟,以除去玻璃基板表面上的沉淀晶体残留物。不过,可用其他无机酸例如HCl或HNO₃代替H₂SO₄。清洗液可在一次或多次清洗操作中加热。在一些实施方式中,清洗液可包括其他流体,蚀刻过程产生的沉淀可溶解于该流体。

[0160] 在可选步骤112,可对玻璃基板进行离子交换过程。若需要此过程,则此过程可在步骤100准备可离子交换的玻璃基板18时开始。例如,适用于本文所述的实施方式的可进行离子交换的玻璃包括但不限于碱金属铝硅酸盐玻璃或者碱金属铝硼硅酸盐玻璃,但也可考虑使用其他玻璃组合物。如本文所用,可离子交换是指玻璃能够通过尺寸更大或更小的同价态阳离子来交换位于玻璃基板18的表面处或附近的阳离子。

[0161] 离子交换步骤通过将玻璃基板18在熔盐浴中浸预定时间来进行,其中玻璃板内位于其表面处或附近的离子被交换成较大的金属离子,例如来自盐浴的金属离子。举例而言,熔盐浴可包括硝酸钾(KNO₃),熔盐浴的温度可在约400℃知约500℃的范围内,所述预定时间

间可在约4小时至24小时的范围内,例如在约4小时至10小时的范围内。较大离子结合到玻璃基板18中,在邻近表面的区域产生压缩应力,从而强化玻璃基板表面。在玻璃基板18的中心区域产生相应的拉伸应力,从而平衡压缩应力。

[0162] 进一步举例而言,玻璃基板18中的钠离子可被来自熔盐浴的钾离子置换,但其他具有更大原子半径的碱金属离子如铷或铯离子也可置换玻璃中较小的碱金属离子。根据特定的实施方式,玻璃基板18中的较小碱金属离子可以被 Ag^+ 离子置换。类似地,其他碱金属盐,例如但不限于硫酸盐、卤化物等,可用于离子交换过程。在温度低于玻璃网络可以松弛的温度下用较大的离子置换较小的离子,会在玻璃基板18的表面上产生离子分布,形成应力曲线。进来的离子的更大的体积在表面上产生压缩应力(CS),并在玻璃基板18的中心区域产生张力(中心张力或CT)。在可选步骤114,对离子交换之后的玻璃基板进行最终水洗,然后干燥。

[0163] 根据图1应当明白,例如,当光总体上沿轴线38传播时,随传播距离变化的散射光强度至少部分依赖于“反弹”次数。因此,在离光源16更近的位置散射的光通常比在离光源16更远的位置散射的光具有更大的强度。不仅如此,光导内部的固有衰减将降低传播中的光的强度。因此,可采用一些方法来控制引起这些光损失的散射。在一个实例中,可在蚀刻后沉积微米尺寸的特征,由此控制在玻璃基板表面上随距离变化的光散射。此沉积过程可通过例如喷墨印刷、丝网印刷或其他合适的沉积方法来完成。

[0164] 从图1、2和6可看得最清楚,在步骤116,可在经过蚀刻的第一主表面22上按一定图案提供包含离散层44的沉积材料,以下称作“点”44。点44抑制第一主表面22上的散射。由图2可见,虽然局部是随机的,但点44在宏观尺度上是按梯度配置排列的,当沿着轴线46远离光源16移动时,点空间密度(定义为点材料在单位面积上的覆盖百分率)下降。例如,靠近第一边缘26的点空间密度可以是75%的覆盖百分率,而靠近第二边缘28的点空间密度可以是25%的覆盖百分率。但应当理解,点空间密度可根据所需效果设置成不同百分数。在其他实例中,空间密度可在约90%至约10%的范围内变化,在约60%至约40%的范围内变化。点空间密度的变化可根据需要线性或非线性变化,以匹配最大空间密度与最小空间密度之间的光衰减或者所需光学效果。相比之下,沿着平行于第一表面26的直线的空间密度可基本上均匀,使得沿着轴线43基本上并不存在梯度。上述多个点44可设置成无重叠。为避免对观察者来说明显可见,所述多个点44可以是透明的,并且其折射率应当在下部基板折射率的 $\pm 10\%$ 以内。折射率匹配得越好,点抑制散射越有效。因此,在一些实施方式中,点的折射率可在下部基板折射率的 $\pm 5\%$ 以内。点空间密度可根据从合适的光源接入的光所照射的基板边缘数量而变化。例如,采用上文所述实例,若玻璃基板从第一边缘26和第二边缘28都照射,点密度可在第一边缘26和第二边缘28都高,因为光强度在靠近光源处最大,并从各边缘向玻璃基板中间移动时逐渐减小,所述玻璃基板中间是两边缘之间的中线(假定例如每个边缘的光强度相同)。若全部四个边缘都有光照射,类似的基本原理同样适用,使得对散射最小的抑制出现在光导的中央部分,而沿着玻璃基板表面提取的光的数量基本均匀,产生基本均匀的照明。

[0165] 每个点44可通过在玻璃基板18的蚀刻表面上的规定位置沉积预定量的合适材料(例如聚合物树脂)来形成,所述合适材料的折射率大约等于施加该材料的玻璃基板的折射率(例如在10%以内)。可采用任意数量的合适树脂。例如,一种合适的树脂是霍尼韦尔公司

生产的Accuglass®T-11。Accuglass®T-11是一系列热固化的甲基硅氧烷聚合物树脂,用于介质平坦化,特别是在集成电路领域。Accuglass®T-11在633nm的折射率是1.39。但应当指出,点44不一定是聚合物树脂。例如,点44可以是具有类似折射率的透明导电氧化物材料,或者其折射率与下部基板折射率高度匹配并且同时适当透明的任何其他材料。点44的沉积可通过与所沉积的材料的属性相适应的任何合适的沉积技术进行。例如,聚合物树脂可通过喷墨印刷机或通过丝网印刷沉积。例如,具有1皮升印刷头的FujiFilm®Dimatix™2831喷墨印刷机已成功用于此目的。在喷墨沉积的情况下,所需的点配置可组装成数位图(digital bit map)并提供给印刷机。每个点的直径可在约15微米至约30微米的范围内,例如约20微米至约28微米,或者约22微米至约26微米。每个点的最大厚度可在约4nm至约10nm的范围内,例如约4nm至约8nm。若点通过喷墨印刷机沉积,则聚合物树脂的体积可在约1皮升(pL)至约15pL的范围内。迄今看来,喷墨印刷是沉积点的最可控、最稳定的方法。不仅如此,特别有利的是能够容易地对沉积图案编程,并且需要时可对其作出改变。沉积过程完成之后,可在升高的温度下固化所沉积的树脂,使树脂硬化。若树脂可代以紫外光固化,则树脂可通过暴露于必要波长的光来固化。应当指出,在沉积点的过程中所用的油墨体积受到控制,使油墨不会从已在其上沉积点的基板表面上明显突出来。

[0166] 如上文所述,通过提高全内反射(反过来说,通过抑制散射),蚀刻表面上被点44覆盖的区域比未覆盖的区域通过散射提取的光少。因此,在结构化表面上沉积点为控制结构化表面上特定位置的明亮度提供了手段,具体是随着结构化表面上的位置变化控制被点44覆盖的表面积百分率。一旦沉积了点,即可根据需要去除施加在玻璃基板的未蚀刻表面上的保护膜42。

[0167] 另一方面,包含结构化表面的基板的生产可以生产友好型方式进行生产,极大地免除了逐个对基板进行凌乱的湿式化学蚀刻。

[0168] 在第一步,可按照前文所述步骤生产主模,例如借助于湿式化学蚀刻,得到具有表面结构特征的基板,该结构化表面的RMS表面粗糙度等于或小于75nm,例如在约5nm至约75nm的范围内,其中表面结构特征的相关长度等于或小于150纳米,例如在大约0至等于或小于150纳米的范围内,或者在大约0至等于或小于100纳米的范围内。

[0169] 在第二步,可在主模的结构化表面上施加未固化弹性体,以涂覆该结构化表面。一旦结构化表面涂覆了未固化弹性体,即可根据具体弹性体的固化方法固化该弹性体。例如,若弹性体是可紫外光(UV)固化的树脂,则可将经涂覆的结构化表面暴露于来自UV光源的合适UV光,以固化弹性体。在其他实施方式中,未固化弹性体可以通过受热固化的热塑性塑料。固化完成后,可在第三步从主模的结构化表面上取下固化的弹性体涂层,得到弹性体生产模具。

[0170] 要生产更多的包含结构化表面的基板,其中该结构化表面的表面粗糙度和相关长度与主模的表面结构特征相同,可用可UV固化的合适树脂在一个或多个基板(例如玻璃基板)的至少一个主表面上涂覆所述一个或多个基板。应对可UV固化的树脂加以选择,使得固化时,可UV固化的树脂获得的折射率与基板的折射率相匹配或接近匹配(例如在基板折射率的±10%以内)。然后,可将在前面的过程中生产的生产模具压入可UV固化的树脂,随后按照具体树脂的固化要求,将可UV固化的树脂暴露于UV光,使可UV固化的树脂固化。一旦可UV固化的树脂完成固化,即可移走弹性体生产模具,在基板上留下至少一个结构化主表面,

该至少一个结构化主表面的RMS表面粗糙度等于或小于75纳米,例如在约5纳米至约75纳米的范围内,其中表面结构特征的相关长度等于或小于150纳米,例如在大于0至等于或小于150纳米的范围内,或者在大于0至等于或小于100纳米的范围内。

[0171] 在一些实施方式中,基板可以是玻璃基板。玻璃基板的厚度可以是例如等于或小于3毫米,例如在约0.01毫米至约3毫米的范围内,在约0.01毫米至约2毫米的范围内,在约0.01毫米至约1毫米的范围内,在约0.01毫米至约0.07毫米的范围内。在一些实施方式中,玻璃基板可以是柔性玻璃基板,其厚度在约0.01毫米至约0.3毫米的范围内,在约0.01毫米至约0.2毫米的范围内,或者在约0.01毫米至约0.1毫米的范围内。柔性玻璃基板可以是柔性玻璃带。在一些实施方式中,柔性玻璃带可以是卷材的形式,其中在从卷材分配柔性玻璃带期间或之后,将可UV固化的树脂施加到柔性玻璃带的至少一个主表面上。

[0172] 图10显示了可以连续方式加工柔性玻璃带的至少一个主表面以得到至少一个结构化主表面的过程。如图10所示,在馈料站124将柔性玻璃带120配置成卷材122。柔性玻璃带包含两个沿着柔性玻璃带长度延伸的纵向边缘,这两个纵向边缘限定了柔性玻璃带的两个主表面126,128的横向宽度。在传送方向130上,柔性玻璃带120沿着预定传送路径从卷材122馈出,将合适的折射率匹配的可UV固化树脂的涂料132施加到柔性玻璃带的至少一个主表面上,例如主表面126上。然后,柔性玻璃带的该至少一个主表面可接触具有结构化表面136的压花转筒134,在接触的同时,使树脂暴露于来自UV光源138的UV光,以固化该折射率匹配的树脂。接触可UV固化树脂的压花转筒表面可包含例如根据前述过程制造的生产模具,其中生产模具附着到压花转筒134的周围表面上。当压花转筒转动而柔性玻璃带继续沿着预定传送路径前进时,生产模具停止接触已固化的可UV固化树脂,并以连续方式接触未固化的可UV固化树脂。然后,可在收集站142通过接收辊140收集柔性玻璃带的上游(前导)部分,该部分包括具有结构化表面的聚合物表面层。

[0173] 在另一实施方式中,压花转筒134可将合适的结构特征直接形成在其周围表面上。例如,可利用激光直接在压花的外圆周周围表面上直接产生结构特征,如通过激光蚀刻(雕刻)或烧蚀。激光可加热表面,随后使压花滚筒的表面蒸发,或者烧蚀该表面。在一些实例中,可按照编程到激光控制器里的图案,利用短时脉冲激光束产生表面凹坑,所述图案符合预定的表面粗糙度,如本文所述的表面粗糙度和相关长度。

[0174] 按照上文所述的方式产生的其表面上施加有结构特征的聚合物膜可用于多种应用。例如,在一种这样的应用中,具有含结构特征的聚合物膜的透明玻璃基板可用于投影观看系统。在这种系统中,如前文所述形成包含玻璃基板的图像屏,该玻璃基板包含结构化表面。结构化表面可通过例如蚀刻形成在玻璃基板自身的第一表面上,或者结构化表面可形成在沉积于第一玻璃基板表面上的聚合物层中。然后可安装玻璃屏,例如置于框架或支架中。然后,投影仪将图像投影到玻璃片上。存在于结构化表面上的结构特征使形成图像的光发生散射,从而可在玻璃屏上看见图像。在一些实施方式中,第二玻璃基板可连接到第一基板上,使结构化表面夹在第一玻璃基板与第二玻璃基板之间。玻璃屏可具有等于或小于100纳米的表面粗糙度,例如RMS表面粗糙度(R_q)在约5纳米至75纳米的范围内;还具有等于或小于150纳米的相关长度,例如大于0纳米但小于或等于150纳米。在一些实例中,相关长度大于0纳米但小于或等于100纳米。

[0175] 图12显示了包含投影屏202的投影系统200,该投影屏202包含结构化基板204。投

影屏202显示为以直立姿态支在基座207中的自支撑结构。结构化基板可以是玻璃基板、聚合物基板或者聚合物与玻璃的组合,这将在下文予以更充分的讨论。可从投影设备210将图像208投影到投影屏202上。防护玻璃218可置于结构化基板204附近。

[0176] 在图13A所示的实施方式中,投影屏202包含结构化玻璃基板204,该结构化玻璃基板包含上文所述的表面结构特征。结构化玻璃基板204可包含例如用蚀刻剂如前文所述蚀刻的表面214,在玻璃基板的至少一个表面上产生所需的表面粗糙度(以及相关长度,若适用的话)。相反表面(图中示为表面216)可以不蚀刻,也可以蚀刻产生所需的结构特征。若需要,防护基板218可结合到玻璃基板204的结构化表面214上,以防结构化表面206受到损害。

[0177] 在图13B所示的另一实施方式中,投影屏202可包含玻璃层(例如未结构化玻璃基板205)和设置在该玻璃层上的聚合物层212。聚合物层212包含具有上文所述的表面粗糙度特性的表面结构特征。例如,表面结构特征可通过如上文所述的微复制或纳米复制技术,或者其他任何合适的复制方法产生。表面结构特征可在将聚合物层沉积到玻璃基板上之后施加到聚合物层上,或者聚合物层可以作为例如预结构化膜添加到玻璃基板上。如图12和图13C所示,防护玻璃基板218可置于聚合物层212上。防护玻璃218可构造成具有触感功能。或者,可为非结构化表面216提供触感功能。

[0178] 另一方面公开了构造成最大程度减少玻璃基板静电充电的结构化玻璃基板,例如由于接触分离过程中可能发生的摩擦生电。

[0179] 用来形成显示面板、特别是显示面板中包含薄膜晶体管的部分的平板显示器玻璃包含两个面,一个是在其上形成薄膜晶体管(TFT)的功能面(“背面”(A面),另一个是非功能B面。在加工过程中,B面玻璃接触多种材料(即纸、金属、塑料、橡胶、陶瓷等),可因摩擦生电而积累静电荷。例如,将玻璃基板引入生产线和将插入材料(例如层压纸)从玻璃基板上剥离时,玻璃基板可能积累静电荷。此外,在半导体沉积制造过程中,通常将玻璃基板放在装卡台(chucking table)上,B面接触装卡台,沉积在此进行。在加工过程中,装卡台可通过装卡台中的一个或多个真空端口固定玻璃。从装卡台上取下玻璃基板时,玻璃基板的B面可因摩擦生电和/或接触生电而带静电。这种静电荷会造成许多问题。例如,玻璃基板可能因静电荷而附着到装卡台上,随后努力从装卡台上取下玻璃基板时,玻璃基板可能破裂成几片。此外,由于静电荷,微粒和灰尘会沾附到玻璃表面,将其污染。更重要的是,静电荷从B面释放到A面(所谓的静电放电,ESD)会造成TFT栅失效和/或A面线损伤(line damage),从而降低产率。

[0180] 本文所述的方法可用来通过减少接触面积对玻璃表面进行精密结构化,所采取的方式能够在摩擦生电和/或接触生电的过程中减少密切接触,从而降低玻璃电压或减少表面电荷,但不会明显降低玻璃的透明度,例如具有最小的雾度。如前文所述,将有机溶剂加入无机酸,产生快速局域化沉淀,在玻璃基板表面上形成晶体特征。这些沉淀物是蚀刻副产物,通常是氟硅酸盐,它们掩蔽下面的玻璃表面,阻止这些位置发生蚀刻。在后面的热水洗涤或酸洗过程中,残留的结晶沉淀物溶解掉,在玻璃表面上留下蚀刻产生的结构特征。通过调整有机溶剂/蚀刻剂比例、蚀刻时间或蚀刻剂温度,可得到从纳米到微米范围的宽范围结构粗糙度。

[0181] 本文所述的方法可应用于玻璃工业所用的几乎所有的常规蚀刻剂。例如,无机酸可以是氢氟酸、缓冲氢氟酸(或者氟化铵和氢氟酸的混合物)、氟化钠及其混合物,以及矿物

酸,包括盐酸、硫酸、磷酸和硝酸。有机溶剂必须可与蚀刻剂混溶。合适的有机溶剂包括但不限于乙酸、聚乙二醇、异丙醇、乙醇、甲醇等。

[0182] 因此,在一些实施方式中,本文所述的方法可在必要时加以变通。例如,若目的是减少静电而不是生产光导,诸如视角这样的方面可能不是重要的考虑因素。此外,玻璃类型和/或组成发生变化时,可能也有理由调整蚀刻工艺涉及的化学条件。

[0183] 在一个示例性方法中,玻璃基板先用KOH溶液洗涤,除去表面上的有机污染物和灰尘,因为需要纯净的玻璃表面来在玻璃表面上获得均匀分布的凸起物(织构特征)。可根据需要换用其他洗涤液。存在于表面上的污染物或灰尘会起成核晶种的作用。这些成核晶种会在其周围引发结晶,产生非均匀表面织构特征。

[0184] 接下来,将玻璃基板浸在溶液中,该溶液包含约10重量%至约90重量%范围的有机溶剂,例如在约10重量%至约80重量%的范围内,在约20重量%至约70重量%的范围内,在约20重量%至约30重量%的范围内,或者在约40重量%至约60重量%的范围内。蚀刻剂还可包括约1重量%至约50重量%的无机酸,例如约5重量%至约40重量%,约10重量%至约30重量%。例如,在一些实施方式中,可选择包含约1重量%至约20重量% NH_4F 和5重量%至约50重量%乙酸或聚乙二醇的溶液。根据所需的织构粗糙度,蚀刻时间可在约30秒至几分钟的范围内,例如在约30秒至约4分钟的范围内,约30秒至约3分钟,或者约30秒至约2分钟。在一些实例中,溶液可以是静态的,而在其他实例中,溶液可以搅拌或以其他方式搅动。例如,可使蚀刻剂循环。实验表明,在上述蚀刻剂浓度和蚀刻时间范围内,搅动蚀刻剂没有在表面织构特征上带来可察觉的区别。

[0185] 完成蚀刻后,玻璃基板可在1M H_2SO_4 中浸泡长达1分钟,以除去表面上的晶体残留物。然而, H_2SO_4 酸洗可用其他矿物酸如 HCl 或 HNO_3 代替。作为替代或附加方式,可采用热水洗涤。低的pH值(或高的温度)会增加沉淀的晶体的溶解度。因此,需要大于7例如大于8的pH。洗涤之后,用水清洗玻璃基板,除去酸残留物,然后干燥。

[0186] 所得到的能有效降低表面电压(例如静电充电)的平均粗糙度(表示为平均粗糙度 R_a)通常在约0.4纳米至约10纳米的范围内。典型的雾度值等于或小于1%,但在一些实例中可以扩展到高达6%。因此,可以根据得到前述限制范围内的表面的需要,在本文披露的范围内改变具体的上述溶液配方。

[0187] 当用本文所披露的剥离试验测试时,相对于未经处理的基板表面,采用本文所述的处理方法可将玻璃基板表面的表面电压降低约20%至约70%,例如约23%至约67%。从降低静电放电的危险和对敏感电子组件的潜在损害的角度看,所产生的净电荷的这种变化是显著的、有用的。

[0188] 不过,进一步公开的内容揭示了一种基于接触面积的指标,它可用来表征对静电充电行为最有影响的表面形貌的有利分量,描述了简单参数(如平均粗糙度 R_a)不能抓住或预测的表面形貌对ESD有利的方面。

[0189] 已知表面形貌可在多种长度尺度上用多种指标予以定量限定或描述,它们对不同的数据收集和量化方法具有相应的优点和缺点。在本文中其他地方描述的技术,如原子力显微技术(AFM)或光学轮廓测量技术,为在x和y维度测量的每个像素提供了具有高度(z)的图像。x-y像素尺寸决定了该技术分辨小特征的能力,而x-y视场限制了捕捉更大特征(或者在更宽尺度上发生的形貌变化)的能力。在这方面需要重点注意的是,表面织构特征的关键

性质用一些指标能够很好地描述,但用其他指标则完全失效。例如,若用直径1毫米、高100纳米的点的规则阵列覆盖表面织构特征,但收集大小为50纳米×50纳米的图像并仅用相关长度量化图案,则完全不可能捕捉到形貌的显著方面。此情况的真实程度取决于希望理解的性质。

[0190] 记住这一点,平均粗糙度(R_a)或根均方粗糙度(R_q)是描述表面形貌最常用的参数中的一些参数,得到有关表面上的高度的幅度变化的信息(与“粗糙度”的传统含义一致)。但在实践中,仅当所描述的形貌在其表面上的高度或多或少“随机”变化时,此定义才真正合适。 R_a 和 R_q 不能捕捉或适当量化在图像中可见的表面上“特征”的存在,而是在视场中将其平均化。因此,当表面包含非随机粗糙度的形貌时,就接触分离而言,它不是量化表面织构特征的益处的最合适指标。

[0191] 其他参数如斜度(skewness)或峰度(kurtosis)也试图量化平均表面水平上的表面高度轮廓的不对称性。例如,如前文所述,负斜度表明“谷”占多数,而“峰”占多数的表面上则观察到正斜度。峰度量对“随机”幅度变化的偏离情况,3代表高度的正态/高斯分布。然而,这些单个的数值也不能合适地描述表面上被认为对接触分离重要的纳米尺度特征的高度分布,例如,当这些特征零星分布在表面上时,倾向于低估表面特征的分布。

[0192] 因此,采用一种指标,它能以一定方式定义对ESD有利的表面形貌,捕捉借助于改进的接触分离实现的关键益处。在下文中,我们通过以下方程式将此指标定义为接触分离专有的优良指数(FOM):

$$[0193] \quad FOM_m = \frac{CA \cdot \delta^m}{N} \times \sum_{i=1}^N \frac{1}{\Delta_i^m} \quad (5)$$

[0194] 其中:

$$[0195] \quad \Delta_i = \begin{cases} h_t - h_i + \delta & h_i \leq h_t \\ h_i + \delta & h_i > h_t \end{cases} \quad (6)$$

[0196] 其中参数 h_t 是“阈值高度”,它有效定义表面上最高的高度的贡献,该表面在接触事件中接触第二表面。例如, $h_t=0.95$ 对应于图像中最高的5%高度值代表处于“接触”的像素,而 $h_t=0.50$ 考虑图像中最高的50%高度值代表处于“接触”的像素。

[0197] 思考此参数的另一种方式是表面特征在接触事件中弹性压入的“深度”,从而使表面特征的峰上的多个像素发生接触,因此没有人为地限制于每个峰顶部的单个最高像素。

[0198] 参数 δ 是“紧密距”(stand-off),表示接触事件中接触区域与假想平面之间的最小距离, Δ 有效地描述接触事件中“未接触”的像素与假想接触平面分离的程度, CA 是接触面积,由 $h_i \geq h_t$ 的像素数量给出, m 是分母的指数,是分离距离对“未接触”的像素的重要性的权重。在FOM评价中, m 选为2(“FOM2”)或者6(“FOM6”),分别代表库伦($\sim r^2$)或兰纳·琼斯($\sim r^6$)相互作用-长度关系的物理性质。各个像素的表面高度数据是 h_i ,在 h_i 数据中总共有 N 个表面高度元素。

[0199] 用简单语言描述,方程式(5)中第一项捕捉接触事件中表面与第二表面“直接”接触的面积,在此情况中,该第二表面在数学上等同于假想平面。方程式的第二项描述没有“接触”的表面区域与接触表面的分离程度。在改进的ESD行为的极限情况中,当(a)有效表面-表面接触面积减小($CA \rightarrow 0$)且(b)这些不直接接触的区域距离第二表面尽可能远($\Delta \rightarrow$

∞)时,FOM趋近于零。因此,在一些实例中,基板(如玻璃基板)包含至少一个结构化表面,当 m 在2-6的范围内,且 $0.1 \leq \delta \leq 10\text{nm}$,例如 $0.1 \leq \delta \leq 2\text{nm}$,且 $0.5 \leq h_t \leq 0.999$,例如 $0.75 \leq h_t \leq 0.99$ 时,所述至少一个结构化表面的FOM在0-0.8的范围内,例如在大于0至约0.78的范围内,在约0.01至约0.7的范围内,在约0.05至约0.6的范围内,或者在约0.01至约0.5的范围内。

[0200] 应当指出,当关注的是基板的光学性质时,前面就静电充电所作的讨论本身没有解决这些光学性质问题。也就是说,FOM指向的是基于例如接触分离来最大程度减小基板的静电充电,它同等地适用于透明基板或不透明基板(例如玻璃基板)。因此,对于必须注意基板透明性的情况,必须平衡ESD特性和光学性质。也就是说,对于静电充电而言具有最佳表面性质的基板可能仍然不具有最佳光学性质。因此,要获得同时具有可接受的FOM和可接受的透明度的基板,可能需要在这两个要求之间折中处理;虽然研究表明FOM通常对粗糙度(R_a 或 R_q)不敏感,但这些属性对透明度可能仍然具有重要性。在其他实例中,基板的FOM在0至0.8的范围内,例如在大于0至约0.78的范围内,在约0.01至约0.7的范围内,在约0.05至约0.6的范围内,或者在约0.01至约0.5的范围内,该基板有可能具有RMS粗糙度 R_q ,其中5纳米 $\leq R_q \leq 75$ 纳米,其中结构化主表面的结构特征具有相关长度 T ,其中0纳米 $< T \leq 150$ 纳米。

实施例

[0201] 下面通过以下实施例对本发明做进一步阐述。

[0202] 实施例1

[0203] 在表1所示溶液1-6中蚀刻康宁®2320号玻璃的样品。测量了明亮度和雾度,数据示于下面的表2中。2320号玻璃是铝硅酸钠玻璃。

[0204] 表2

样品	溶液	衰减指数 mm^{-1}, b	明亮度@ 3 mm, λ	% 雾度
1	1	0.012	2.96E-07	0.791111
2	2	0.009	2.57E-07	0.346667
3	3	0.012	3.03E-07	0.715556
4	4	0.013	4.09E-07	0.798889
5	5	0.012	4.75E-07	0.856667

[0206]

6	6	0.021	6.39E-07	4.261111
---	---	-------	----------	----------

[0207] 如数据所示,接触蚀刻剂1-5的样品在光衰减方面相似。在两种条件下比较明亮度均匀性的良好指标是 b ,即明亮度数据的指数拟合方程的指数(例如拟合方程是 $y = Ae^{bx}$ 的形式)。表2中的数据描述了明亮度衰减指数 b 在约 0.009mm^{-1} 至约 0.013mm^{-1} 之间,其中蚀刻剂2具有最低明亮度衰减。用蚀刻剂6处理的样品虽然刚开始比其他样品明亮,但衰减曲线更陡, $\lambda = 0.21\text{mm}^{-1}$ 。用溶液1-5制备的样品的雾度小于1%,表明在可见光波长范围对光具有高

透过性,并且散射最小。蚀刻剂6具有最高雾度(4.26%),但仍可用于透明背光灯元件中。

[0208] 测量了用上述溶液1-6蚀刻的玻璃样品的光亮度(单位:坎德拉/米²)随视角(单位:度)变化的曲线(分别是曲线60,62,64,66,68,70),并示于图14的图线中,视角为-80度至80度。此图表明,用蚀刻剂2蚀刻的玻璃样品具有最均匀的光亮度(曲线62),用蚀刻剂1,3,4和5得到中等均匀性。蚀刻剂1和3得到最相同的结果。对于用蚀刻剂6处理的样品,光亮度的非均匀性显著增大。

[0209] 此外,测量了用蚀刻剂1,2和6-9处理的样品的粗糙度参数,包括相关长度,并随RMS粗糙度 R_q 一起示于下面的表3。从左到右各列分别是样品编号(7-17)、所用的具体蚀刻条件(包括以摄氏度表示的玻璃温度和表1所示的蚀刻剂溶液编号)、用原子力显微镜(AFM)测定的粗糙度[包括单位为纳米的 R_a 、包括单位为纳米的 R_q 、斜度(R_{sk})、峰度(R_{ku})、高斯相关长度(T)]和“视角优度”(VAG)参数。 R_a 是算术平均粗糙度, R_q 是二次平均粗糙度值(RMS粗糙度),斜度是概率分布的不对称性的指标。若斜度 <0 ,则它可能是具有谷的表面;若 R_{sk} 大于0,则它可能是具有峰的平坦表面。大于1.0的数值可能显示表面上的极端谷或峰。峰度是高度的随机性和表面的尖锐度的指标。完全随机的表面具有数值3;结果离3越远,表面越不随机、越重复。具有尖峰的表面显示更大的峰度值;崎岖不平的表面显示出较小的峰度值。

[0210] 由于大多数人是在约-30度至约+30度的视角(相对于显示面板表面的法线测量)观看显示器(例如电视),在这些低角度的光亮度(单位为坎德拉/米²)应当高。但有时候从更高的角度看显示器,所以在约-80度至约+80度也非常需要高的光亮度。因此,据说在-80度至+80度的角度范围具有均匀光亮度的显示器具有高视角均匀性。用背光灯元件照亮的显示器主要通过背光灯元件的光散射性能获取视角均匀性。

[0211] 当用能在各种视角进行测量的设备测量光亮度时,结果可显示为球形“雷达”图,或者在90度切片通过总半球数据组的视角-光亮度的X/Y图,如图15所示,该图显示了12个不同背光灯的光亮度随视角的变化 $L(\theta)$ 。获取视角光亮度的工具可以是Radiant Zemax成像球(imaging sphere)和ELDIM EZ Contrast。由于比较视角曲线的适宜性可能较困难,开发了一种称作视角优度(VAG)的指标。VAG计算如下:先将光亮度曲线 $L(\theta)$ 乘以视角 θ 的余弦,优先取低视角 θ 的散射光的权重;然后,用0-30度视角 θ 的平均光亮度除以30-80度视角 θ 的平均光亮度(参见下面的方程式7)。

$$[0212] \quad VAG = \frac{\text{平均}[L(\theta)\cos\theta]_{30}^0}{\text{平均}[L(\theta)\cos\theta]_{80}^{30}} \quad (7)$$

[0213] VAG是说明观察者(例如由背光灯元件照亮的显示器的观察者)感知的光亮度“优度”的定量指标。VAG值越大,感知的照明优度(可接受度)越大。

[0214] 表3的数据表明,总体上用蚀刻剂#1和#2处理的样品(具体是样品8-11和14)具有更大的VAG数值(例如大于1.5),而高斯相关长度(T)基本上小于用蚀刻剂6-9处理的样品。相关长度一般越小越好,相关长度小于100nm被认为最适宜。特别地,用溶液2处理的样品11具有最高的VAG值。图16显示了相关长度与VAG之间的关系图。

[0215] 表3

[0216]

样品	蚀刻条件		AFM 得到的粗糙度参数					VAG
	玻璃温度℃	溶液	Ra, nm	Rq, nm	斜度	峰度	T	

[0217]

7	-19	2	48.4	62.2	-1.38	1.73	248.49	0.730499
8	37	2	25.6	33.4	-1.58	2.50	88.892	1.675984
9	60	2	16.1	21.8	-1.87	4.30	63.528	1.717703
10	22	1	23.6	31.6	-1.53	2.98	115.65	1.740163
11	22	2	19.9	26.7	-1.37	2.75	97.24	1.865436
12	22	6	36.3	43.9	-0.57	-0.14	187.58	0.905445
13	4	2	19.4	26.0	-1.56	3.19	131.59	1.402849
14	22	2(无水)	19.4	26.0	-1.56	3.19	98.318	1.558392
15	22	7	19.2	25.7	-1.59	3.27	152.6	1.29123
16	22	9	19.3	25.9	-1.57	3.21	185.22	0.925579
17	22	8	19.3	25.9	-1.57	3.22	251.53	0.644086

[0218] 为了更好地理解经过蚀刻的玻璃的表面形貌,利用 Micromeritics®ASAP™ 2420 表面积和孔隙率加速测量系统,通过氩气吸附测量方法在玻璃样品上进行孔隙率测量。样品均为康宁2320号玻璃(150mm×150mm×0.7mm),在酸溶液中手动浸渍蚀刻,并在去离子水中清洗。在测量之前,所有样品均在300℃脱气24小时。所有孔尺寸测量均基于通过巴雷特-乔伊纳-哈兰达(BJH)模型吸附的氩气体积,温度为87K,压力为4.72-734.12毫米汞柱绝对压力。所有的孔尺寸分布拟合都利用罗森-拉姆勒(Rosin-Rammler)模型进行,通过 Microsoft Excel Solver的功能将孔尺寸分布提取到它们相应的模型里。

[0219] 出于此项研究的目的,用前述方法确定总体孔尺寸分布中出现的两类孔的体积分数:中心位于高于或者低于1000埃(Å)的 α 值的孔,其中 α 表示韦布尔(Weibull)分布的第63个百分点,一般对应于峰值。数据示于下面表4。对于每个样品,解析出来的以1000埃为中心的孔体积分数显示为参数 X_1 ,而对应的总体计算为 $1-X_1$ 。

[0220] 表4

[0221]

样品	溶液	蚀刻	玻璃温度℃	VAG	低于 1000Å	“双峰性”
----	----	----	-------	-----	----------	-------

[0222]

		时 间, 分钟			的分数 $[X_1]$	$[X_1(1-X_1)]$
15	8	9	22	1.21	0.887	0.100231
16	10	9	22	1.06	0.869	0.113839
17	9	7	22	1.01	0.87	0.1131
18	2	3.5	-19	0.776	0.113	0.100231
19	2	3.5	37	1.616	0.795	0.162975
20	2	3.5	60	1.599	0.292	0.206736

[0223] 计算这些分数之后,通过确定这两个体积分数的乘积 $[X_1*(1-X_1)]$ 来建立“双峰性”参数BP。然后,利用吻合上述数据的二阶多项式将双峰性与VAG参数关联起来,以确定任何经验相关性。如图16所示,此项拟合显示了与VAG参数的经验相关性。数据表明,无单位双峰性参数(BP)足以表达有利的表面孔隙率,用以产生具有高(≥ 1.0)VAG值的散射光导。图17表明在约0.16与0.22之间的BP值适合此目的。

[0224] 实施例2

[0225] 在一系列实验中,通过将样品浸在冰醋酸与水性氟化铵的混合物中,对厚0.7mm、尺寸为150mm×150mm的康宁2318号玻璃样品进行蚀刻。康宁2318号玻璃是碱金属铝硅酸盐玻璃。在冰醋酸、水和氟化铵的组分为15:6:4的浴中分别蚀刻样品。蚀刻剂浴浸没时间为3分钟,然后在去离子水中清洗样品,并空气干燥。利用LED带沿着边缘表面照亮样品,从最靠近LED带的边缘开始到相对的边缘,测量其主表面上的样品输出明亮度。

[0226] 然后利用FujiFilm® Dimatix™ 2831喷墨印刷机,用透明树脂在选定区域印刷样品的经过蚀刻的表面,所述喷墨印刷机具有1皮升印刷头,沉积树脂液滴,每个树脂液滴包含约1皮升聚合物树脂。聚合物树脂是Accuglass® T-11。用来印刷聚合物树脂的梯度图案用Adobe® Illustrator软件设计,并转换为与印刷机驱动器适应的位图格式。印刷图案是(局部)随机分布的聚合物树脂点,其构造在靠近每个玻璃样品的一个边缘处(即最靠近LED带的边缘),每单位面积上的点覆盖率大于靠近相对边缘处的每单位面积上的点覆盖率。这样产生的梯度从第一边缘到第二边缘大致为线性梯度。印刷产生的点的直径约为15-47微米。图18是沉积在玻璃基板的粗糙化表面上的单个点的俯视照片,它显示该点大致呈圆形,直径约为18微米(μm)。图19是另一个点的第二张照片(具有更偏椭圆形或卵形的形状)。图20是图19的点的轮廓图,左(y)轴显示点的高度,底(x)轴显示沿图19中线1的宽度。

[0227] 图21中的图线比较了蚀刻后(均无点)的样品明亮度(曲线56)和蚀刻并用T-11树脂印刷的同样样品的明亮度(曲线58)。样品明亮度通过测量与蚀刻表面相对的表面附近的光功率随着离开光源的距离变化的关系来确定。蚀刻的样品在印刷前的明亮度衰减指数b为 0.009mm^{-1} ,蚀刻并用T-11印刷的样品的明亮度衰减指数b为 0.005mm^{-1} 。在蚀刻样品上印

刷T-11树脂显著减小了明亮度衰减指数,导致沿着蚀刻并印刷的样品的照明均匀性得到改善。

[0228] 利用配有100X透镜和2X可变焦距镜头的Zygo Newview™ 7300型白光干涉仪,测量经过蚀刻但未印刷的区域的粗糙度,RMS粗糙度为4纳米。由树脂沉积得到的点将表面RMS粗糙度(R_q)增大到8nm。

[0229] 实施例3

[0230] 在一实验室实验中,玻璃基板样品在冷藏机中冷却到约 -19°C 的温度,在冰箱中冷却到约 -4°C 的温度,在炉子中加热到各个温度,然后立即在新鲜的#2溶液(如表1所示)中蚀刻,并清洗。玻璃温度实验在两个间隔约1周的日期分开进行,从图22可以看到,在蚀刻之前的玻璃温度与VAG参数之间显示出强正对数相关性($R^2 > 0.95$)。然而,此关系在不同日期并不相同。据信,两个日期的相对湿度、室温和露点的变化可能是导致所示玻璃温度-VAG曲线差异的原因,稳定蚀刻环境可能会消除这种变动。

[0231] 实施例4

[0232] 用表1中的#2蚀刻剂溶液蚀刻康宁2320号玻璃的样品,时间和温度如下面表5所示。利用保罗加德纳公司(Paul N.Gardner Company, Inc.)的BYKHaze-Gard Plus仪器,按照ASTM D 1003,ASTM D 1044测量每个样品的雾度和透光率。该Haze-Gard Plus能够直接测定总透光率、雾度和透明度。该仪器采用照明体C光源,代表相关色温为6774K的普通日光。结果列于下面的表5,显示了非常低的雾度(例如小于2%)和高透光率(大于94%,可以理解最大透光率以100%为限),如本文所述用蚀刻剂处理后得到高度透明的玻璃基板。

[0233] 表5

[0234]

样品	蚀刻溶液	蚀刻时间 (分钟)	蚀刻 温度 $^{\circ}\text{C}$	% 雾度	% 透光率
21	#2	1	22	1.6	94
22	#2	1	22	0.86	94
23	#2	1	22	0.76	95
24	#2	1	22	0.71	95

[0235] 实施例5

[0236] 为了理解蚀刻蜡的性能,在100毫升圆底玻璃烧瓶中将2.5克聚己内酯(Sigma a704105, MW 45k)加入50毫升乙酸,在热水浴中搅拌45分钟,使聚己内酯溶解,得到5%聚己内酯混合物。然后,将烧瓶从水浴移开,边搅拌边逐步加入0.9毫升去离子水。将混合物转移到Nalgene™瓶,随后加入2.1克氟化铵,搅拌混合物1小时。冷却后,混合物形成5%聚己内酯蚀刻蜡。

[0237] 利用高度可调节的Gardco特氟隆涂覆下拉棒,将蚀刻蜡手工施涂到清洁过的150毫米 \times 150毫米 \times 2毫米的康宁®4318号玻璃的样品上,宽10.16厘米,间隙设定为<

0.0254cm。4318号是碱金属铝硅酸盐玻璃。样品上层压有聚合物膜,以防止样品的一个主表面接触蚀刻剂。蚀刻蜡涂层留在玻璃上3.5分钟,然后在搅拌下用3份水浴清洗。

[0238] 随后将玻璃样品剥层,即去除覆盖在样品的未蚀刻主表面上的保护膜层,然后干燥样品。

[0239] 此外,还用相同的方法制备10%和15%聚己内酯蚀刻蜡。初始搅拌后,它们还须用行星式搅拌机再混合,因为放置几天后,它们会变得非常粘稠(不会流动)。这表明溶液具有触变性。再混合后,它们适合下拉施涂。然后,如前文所述测试全部三种施涂样品的VAG、雾度百分数和平均光亮度。数据见下面的表6。

[0240] 表6

[0241]

样品	%聚己内酯	VAG	% 雾度	平均光亮度, 坎德拉/m ²
25	5	1.74	0.67	不完全涂层
26	5	1.74	0.67	477
27	10	1.73	1.14	652
28	15	1.87	0.41	不完全涂层
29	15	1.79	0.47	422

[0242] 已经发现,本文所述的蚀刻方法能够形成玻璃基板的表面织构,该表面织构显著减少了静电充电及随后的放电,例如用于制造其他显示器组件(包括显示面板)的玻璃基板。

[0243] 实施例6

[0244] 在探究结构化玻璃表面对玻璃基板的静电荷特性的影响的一个实施例中,在包含氟化铵(NH₄F)和乙酸的溶液中蚀刻玻璃基板,其中氟化铵的浓度为1重量%和5重量%,乙酸的浓度为约10重量%至90重量%。采用通过Minitab软件开发的双因素分形设计,所得结果描述了酸浓度和蚀刻时间对玻璃粗糙度的影响。表7列出了用前述不同酸浓度和30秒、120秒蚀刻时间蚀刻的康宁®Lotus™玻璃样品的平均玻璃粗糙度R_a。Lotus™代表一个系列的基本上不含碱金属的铝硅酸盐玻璃,它们具有高退火点(例如高于765°C)。高退火点能产生低松弛率,因而尺寸变化量较小,使玻璃可理想地用作低温多晶硅工艺中的背面基板。玻璃表面粗糙度用Zygo仪在130微米×180微米的扫描面积上测量。数据显示,宽范围的溶液化学特性可用于得到非常低的表面粗糙度。

[0245] 表7

[0246]

样品	乙酸(体积%)	NH ₄ F(重 量%)	蚀刻时间(秒)	粗糙度 R _a (nm)

[0247]

30	10	1	30	0.369
31	10	1	120	0.439
32	10	5	30	0.472
33	10	5	120	0.361
34	90	1	30	0.717
35	90	1	120	9.287
36	90	5	30	7.270
37	90	5	120	6.662
参比: 0.5M NH ₄ FHF, 90 秒, 40°C, Lotus™				0.610

[0248] 实施例7

[0249] 用包含20重量%氟化铵(NH₄F)和50重量%乙酸的溶液蚀刻康宁Lotus™显示器玻璃样品。以下列时间将玻璃浸在溶液中:30秒、60秒、90秒、120秒和180秒。下面的表8汇总了不同蚀刻时间得到的一些玻璃特性,如平均玻璃粗糙度(R_a)、玻璃表面上凸起形状的最大高度(R_z)、玻璃雾度和玻璃透明度,其中玻璃表面上凸起形状的最大高度主要是度量每个取样长度上的最高峰与最低谷之间的平均距离。表8显示,在用此溶液的情况下,稍微改变蚀刻时间就急剧增大R_a和R_z。当蚀刻时间延长到120秒和180秒时,玻璃粗糙度数值分别增加到17.85纳米和46.80纳米。在180秒的情况下观察到玻璃表面上的可见雾度,对一些显示器应用来说,这种玻璃透明度是不可接受的。然而,即使带有雾度,这种表面粗糙度对其他潜在应用来说可能是有用的,如防眩光表面或减反射表面等,也可用于不要求透明性的背光灯应用,如用于标准不透明显示器背光灯元件。它也可用于不需要高度透明性的通用照明目的。

[0250] 表8

[0251]

样品	蚀刻时间 (s)	R _a (nm)	R _z (nm)	雾度 (%)	透明 度	电压降幅 (%)
38	30	0.79	71.47	0.14	5	23
39	60	2.86	155.33	0.33	5	24
40	90	6.98	291.33	0.94	4	28
41	120	17.85	324.00	3.70	2	53
42	180	46.80	386.67	16.30	1	67

[0252] 利用原子力显微技术(AFM)研究了蚀刻时间对表面形貌的影响,扫描范围是100微米×100微米。研究发现,随着蚀刻时间增加,玻璃粗糙度大致呈指数增加,并且按照本文所

述的方法,粗糙度在纳米至微米范围内可调。当蚀刻时间延长,沉淀的晶体生长,形成更多的成核品种。结果,随着蚀刻时间从30秒增加到60秒,再增加到120秒,在图23A-23C所示的AFM图像中观察到更致密、更大的晶体图案。图23A-23C显示了在50%乙酸和20%氟化铵中蚀刻30秒、60秒和120秒的Lotus™玻璃表面在100微米×100微米的成图面积上的形貌。同时发现,在所述蚀刻时间范围,玻璃粗糙度从0.79纳米增大到19.5纳米。相比于传统蚀刻(表7显示了不用有机溶剂的参比溶液),用本文所述的原位掩蔽方法得到的表面能有效减少玻璃表面上累积的电荷,这至少有以下两个原因。第一,可得到大范围的表面粗糙度,而传统蚀刻倾向于在稍微超出1纳米即保持稳定,如图24所示。图24显示康宁®Eagle XG®玻璃样品和康宁®Lotus™玻璃样品的平均粗糙度随蚀刻深度的变化关系,显示蚀刻深度趋向稳定。图24中的Ra用AFM测得,扫描范围是2微米×2微米。第二,与溶液中不含有机组分的传统蚀刻得到的凹陷相比,本申请的方法在玻璃表面上产生凸起物(峰),这能够产生更小的接触表面积。应当指出,对于本申请,所实现的效果同时受到静电因素和光学因素的限制。玻璃必须减少静电充电,同时还要高度光学透明,雾度最小。优选小接触表面积,以更有效地减少玻璃基板上累积的电荷。

[0253] 实施例8

[0254] 为了更好地理解表面织构对静电充电的影响,在前述NH₄F/乙酸溶液(50%乙酸和20%氟化铵,25℃)中,将康宁Lotus™玻璃样品(180 mm×230 mm×0.5mm)蚀刻表7中所示各种长度的时间,用原田公司(Harada Corporation)制造的市售提举测试仪(lift tester)测量表面电压,该测试仪采用接地304不锈钢卡盘。参比样品在0.2M NaF和1M H₃PO₄蚀刻剂溶液中蚀刻。通过装卡台中的单真空端口对玻璃样品产生-36kPa真空,用绝缘Vespel®销钉(半径为5mm)将玻璃基板样品提离装卡台。提举销钉速度为10mm/s。每个蚀刻时间取三个样品,并按随机顺序测试。每个样品进行六次提举循环,提举循环之间采用离子化处理,以中和样品。在80mm销钉高度处报告数值。电压探针构造成在提举销钉运动过程中跟踪玻璃基板。玻璃样品用包含4%SemiClean KG的洗液清洁,并且样品在100级无尘室中调理1小时,然后在约13%的相对湿度下进行测试。测试之前,对卡盘和销钉进行HEPA真空处理,并用DI清洁室擦布彻底擦拭1小时。测试开始时,用牺牲性玻璃样品通过接触来清洁卡盘和销钉,先B面,然后A面。对各次测试结果求平均值,得到所报告的电压变化。

[0255] 电压减少的百分数利用以下方程式(8)计算:

$$[0256] \quad [(V_0 - V) / V_0] \times 100 \quad (8)$$

[0257] 其中V₀是处理前的玻璃板在接触分离后测定的平均电压,V是处理后的玻璃板在接触分离后测定的平均电压。

[0258] 绘制玻璃电压减少的百分数随着用AFM测定的玻璃粗糙度变化的关系,如图25所示。在参比蚀刻剂中蚀刻的玻璃(0.2M NaF/1M H₃PO₄,40℃,90秒)用圆圈表示。乙酸/氟化铵蚀刻的样品用方块数据点表示。三角形表示未进行表面处理的样品。结果表明,与传统的无机酸蚀刻剂相比,但采用原位掩模蚀刻方法时,随着玻璃粗糙度从0.79纳米变化到54纳米,玻璃电压显著减少约23%至约67%。

[0259] 实施例9

[0260] 在制造过程中,玻璃通常用各种手段如浸渍、喷雾、刷触(brush touched)等进行

湿蚀刻。因此,做了另一个实验来说明所揭示的方法适用于不同搅拌条件。如图26A和26B所示,在包含11%氟化氢铵(NH_4FHF)和25%聚乙二醇20%PG的溶液(图26A)以及包含20%氟化铵(NH_4F)和50%乙酸AA的溶液中蚀刻LotusTM玻璃样品。用Zygo仪测量粗糙度,扫描范围是180微米 \times 130微米。处理后玻璃基板上具有可见雾度的样品被圈出。将一些玻璃样品浸在静态溶液中(符号:菱形),而其他样品浸在搅动的溶液中(符号:方块)。数据显示所得玻璃粗糙度不存在显著差异。

[0261] 为作进一步比较,蚀刻剂换为氟化氢铵ABF(NH_4FHF),并用聚乙二醇(PG)作为有机溶剂组分,用它再次蚀刻康宁LotusTM玻璃(图26B)。类似的,实验在静态溶液和搅动的溶液中进行。如果预期的那样,在这两种条件下均实现相同量级的粗糙度。此实施例意味着,该方法适用于静态或动态蚀刻条件,并且适用于含氟酸或盐和有机溶剂的任意组合(即乙酸、聚乙二醇)。

[0262] 实施例10

[0263] 如前文所述,对于显示器应用,静电得到改进的玻璃必须在静电方面和光学方面都有令人满意的表现。一般而言,使玻璃表面粗糙化有利于减少玻璃表面上累积的静电荷,但同时它也会因粗糙表面上的光散射而造成光学问题。甚至对于不透明基板来说也可能考虑静电问题,但对于显示器应用,玻璃通常应当是透明的。因此,如下所述通过视觉检查评价玻璃的透明度:从玻璃边缘表面照亮玻璃样品,然后赋予其透明度数值。虽然无法否认此方法是主观性的,但它足以在相对的基础上评价透明度。玻璃基板样品在20重量% NH_4F 和50重量%乙酸的第一溶液中蚀刻。另外的玻璃样品在11重量% NH_4FHF 和25重量%聚乙二醇的第二溶液中蚀刻。据观察,接触蚀刻剂90秒后,所得平均玻璃粗糙度(R_a)为6.98,雾度为0.94%(见表8),玻璃透明度下降。测量每个样品的雾度,相对于玻璃粗糙度绘图,如图27A和27B所示。图27A呈现了用20重量% NH_4F 和50重量%乙酸的第一溶液通过原位掩模蚀刻法得到的雾度随 R_a 的变化。玻璃表面粗糙度用AFM测量,扫描范围是100微米 \times 100微米。图27B显示了在11重量% NH_4FHF 和25重量%聚乙二醇的第二溶液中蚀刻的玻璃的雾度随 R_a 的变化图。用Zygo仪测量玻璃表面粗糙度,扫描范围是180微米 \times 130微米。虚线表示雾度值等于1%,对于一些应用来说它被视为最佳的最大雾度。除去几个偏离在外的例子,数据表明玻璃表面的雾度能够控制在可接受的范围,例如等于或小于约6%。结果进一步表明,为了维持最佳透明度,同时有利于减少静电充电,玻璃粗糙度应控制在约0.4纳米至约10纳米的范围,雾度等于或小于约1%。

[0264] 然后,通过扫描电镜-电子分散X射线谱(SEM-EDX)分析样品的玻璃表面组成。结果发现,表明凸起物(峰)的组成与玻璃基板组成相同。玻璃表面上没有发现蚀刻副产物残留[(NH_4)₂SiF₆],意味着蚀刻步骤之后的酸清洗有效地从玻璃表面清除了原位掩模材料。此结果支持了以下结论:向蚀刻剂溶液添加有机溶剂有助于玻璃上的晶体(蚀刻副产物)成核。这些晶体掩蔽了下面的玻璃表面,阻碍这些位置的蚀刻。然后,在后续酸洗或热水洗涤过程中,残留的结晶沉淀物溶解掉,在玻璃表面上留下织构化特征。

[0265] 实施例11

[0266] 在另一个实验中,评价了FOM指标的表现及其与ESD响应的相关性。用多种蚀刻剂蚀刻玻璃基板样品。所有样品都是180毫米 \times 230毫米 \times 0.5毫米的康宁[®]LotusTM玻璃。然后,对玻璃基板进行提升测试,并测量表面电压。

[0267] 通过混合862毫升HCl、381毫升HF和5757毫升去离子H₂O,形成包含1.5M HCl和1.5M HF的第一蚀刻剂的7升批料。将样品一起装入托架,浸在第一蚀刻剂中,温度为30℃,时间为60秒,然后在室温下,在去离子水中清洗30秒。

[0268] 通过混合479ml H₃PO₄、103克NaF和6521ml去离子H₂O,形成包含1MH₃PO₄和0.35M NaF的第二蚀刻剂的7升批料。将样品一起装入托架,浸在第二蚀刻剂中,温度为40℃,时间为81秒,然后在室温下,在去离子水中清洗30秒。

[0269] 通过混合200克NH₄F、500ml乙酸和300ml去离子H₂O,形成包含20重量%NH₄F和50体积%乙酸的第三蚀刻剂的1升批料。将样品一起装入托架,浸在第三蚀刻剂中,温度为室温,时间为40秒,然后在1升酸溶液中,在室温下清洗30秒,所述酸溶液通过混合56.1毫升H₂SO₄和943.9毫升去离子水形成。在此酸洗之后,进一步在去离子水中清洗。

[0270] 通过混合200克NH₄F、500ml乙酸和300毫升去离子H₂O,形成包含20重量%NH₄F和50体积%乙酸的第四蚀刻剂的1升批料。将样品一起装入托架,浸在第四蚀刻剂中,温度为室温,时间为80秒,然后在1升酸溶液中,在室温下清洗30秒,所述酸溶液通过混合56.1毫升H₂SO₄和943.9毫升去离子水形成。在此酸洗之后,进一步在去离子水中清洗。

[0271] 通过混合41克NH₄F、896毫升乙酸和18毫升去离子H₂O,形成包含4.1重量%NH₄F和94.1重量%乙酸的第五蚀刻剂的1000克批料。将样品一起装入托架,浸在第五蚀刻剂中,温度为室温,时间为210秒,然后在室温下,在去离子水中清洗30秒。

[0272] 图28A-28F显示了适合于特征的X/Y/Z尺度上的AFM图像,不同条件下的静电充电结果(图29),突出了随着表面制备的不同而减小静电诱导电压的进程,包括代表“随机”粗糙度的形貌,还有一些包含明显的形貌特征。

[0273] 蚀刻之后,用原田公司制造的市售提举测试仪对玻璃基板进行提举测试,该测试仪采用接地304不锈钢卡盘。表面电压在提举测试期间测量。通过装卡台中的单真空端口对玻璃样品产生-36kPa真空,用绝缘Vespel[®]销钉(半径为5mm)将玻璃基板样品提离装卡台。提举销钉速度为10mm/s。每个蚀刻时间取四个样品,并按随机顺序测试。每个样品进行六次提举循环,提举循环之间采用离子化处理,以中和样品。在80mm销钉高度处报告数值。在提举销钉运动过程中,电压探针构造成跟踪玻璃基板。玻璃样品用包含4% SemiClean KG的洗液清洁,并且样品在100级无尘室中调理1小时,然后在约12%-13%的相对湿度下进行测试。测试之前,对卡盘和销钉进行HEPA真空处理,并用DI清洁室抹布彻底擦拭1小时。测试开始时,用牺牲性玻璃样品通过接触来清洁卡盘和销钉,先B面,然后A面。对各次测试结果求平均值,得到所报告的电压变化。

[0274] 图29描绘了样品的峰值表面电压(单位为千伏),以95%的置信限度显示。沿着底部(x轴)将样品标记为C0-C5,其中C0表示未进行蚀刻的对照样,C1-C5表示第一至第五蚀刻剂。从图29可以明显看出,全部五种蚀刻剂对静电充电都有明显的影响。然而,还应指出,用无机酸和有机溶剂(分别是氟化铵和乙酸)蚀刻的样品比蚀刻剂1-3产生了明显更好的结果。

[0275] 除了电压测试外,用Haze-Gard Plus仪器测量了经过蚀刻的玻璃的50毫米×50毫米样品的雾度和透光率,数据列于下面的表9。在此情况下,透明度是直接获自Haze-Gard仪器的测量值,而不是前面进行的主观评级。还测量了样品的Ra、Rq和相关长度T。这些数据还用来计算m=2时的FOM。

[0276] 表9

[0277]

样品	Ra(nm)	Rq(nm)	T (nm)	FOM (2)	雾度	透光率	透明度
----	--------	--------	-----------	------------	----	-----	-----

[0278]

C0	0.28	0.34	6.20	0.77	0.12	94.3	100
C1	0.68	0.85	18.77	0.61	0.10	94.3	100
C2	0.57	0.72	14.97	0.64	0.07	94.3	100
C3	1.02	3.93	177.76	0.70	0.12	94.3	100
C4	7.49	17.07	357.34	0.66	1.08	94.3	99.8
C5	42.4	54.92	283.40	0.22	17.3	94.3	99.8

[0279] 从表9可以明显看出,除了样品组C5外,所有样品组均显示出良好的雾度性能。对对照样C0的良好雾度性能是预料之中的,因为其表面是纯净的,并且未经处理。样品组C1-C4在静电放电性能方面显示出一些改进,这反映在与对对照样组C0相比,其峰值电压下降。然而,样品组C5虽然在峰值电压下降方面改进最大,但也显示出高雾度值。对C5样品的视觉检查揭示了明显的雾度。与早先用光导基板所用可比溶液进行的表面处理给出的结果相比,C5的高雾度值可归因于玻璃组成的差异,这进一步强化了通过化学方面的调适解决玻璃组成差异问题的必要性。

[0280] 对于图28A-F和29所描绘的这些数据,图30A,30B,31A,31B呈现了一系列图线,说明了对于 m 、 h_t (“ thr ”)和紧密距 δ (“偏移量”)的具体数值,静电诱导电压与FOM的相关性。相关系数(R^2)大于0.75,显示了指标的基本相关值。

[0281] 为了优化给定形貌指标的相关值,探究进入其计算的各项数学参数如 m 、 h_t 和 δ 的影响是有帮助的。在图31A和31B所示的等高图中,针对 m 的两个数值(FOM2,FOM6),突出了相关系数随 h_t 和 δ 的变化。在图中, x 轴上的“1-阈值”等于 $(1-h_t)$, y 轴上的“偏移量”等于 δ 。对于这些特定的形貌,阴影区代表选定的 h_t 和 δ 值,它们趋于使相关强度最大。黑点表示特别高的相关点的例子。

[0282] 前面的分析表明,要使FOM关联并预测静电充电响应,选择正确的 h_t 是比 δ 更强的因素。典型的 h_t 值可在0.7-0.9的范围内,而 δ 在0.5-2.0的范围内, $m=2$ 比 $m=6$ 提供了更高的 R^2 ,尽管FOM2对静电荷数据的拟合有些偏离。如同任何形貌指标,对“最合适”的参数如阈值高度的选择可能受到具体形貌特征尺寸的影响,因而对于给定的表面织构,可借助一定的判断来选择合适的数值。甚至在计算含特征的表面上的 R_a 时,也能采取这种做法,因为计算中根本的参数是选择合适的图像尺寸(例如为了使 R_a 有意义,需要适合捕捉所感兴趣的特征的图像)。也就是说,如果试图计算一段山脉的粗糙度,采用把一个山腰放大得到的数据是不合适的。

[0283] 利用图32A,32B,33A,33B,34A和34B所示的理想化形貌可以容易地描述FOM和 R_a (R_q)相偏离的独特空间。图32A-34B交替显示了表面平面($x-y$ 平面)内的成对表面特征,以

及在竖直(高度)平面中沿着x轴的对应切片(z轴上的高度轮廓)。

[0284] 对于给定的保持恒定的 R_a ,通过简单地改变横向特征尺寸,几乎可以独立地从“针孔”极限到“尖峰”(spike)改变FOM。类似的,对于给定的FOM(即接触面积),通过简单地增加针孔深度(或者尖峰高度),几乎可以独立地改变 R_a 。当短而窄的尖峰与随机粗糙度混合时,也有可能产生这样的情形:在计算 R_a 时几乎检测不到尖峰的贡献。然而,在所有情况下,与仅以针孔或随机粗糙度为特征的表面相比,由多个尖锐的尖峰提供接触分离的表面将预期具有好得多的静电充电响应。

[0285] 这在图35和36中用图形呈现出来。图35描绘了图32B,33B和34B所示的理想特征(波形)的“占空比”发生变化(主要是峰变宽)时的FOM($m=2$)。上部曲线显示了高FOM($m=2$)从1向中点0.5变化时的进程,而下部曲线显示了低FOM($m=2$)从0向中点0.5变化时的进程。曲线显示,对于恒定的峰-谷高度(粗糙度),当峰变宽(因而基板与接触表面之间的接触面积增大)时,FOM发生变化。另一方面,图36显示,对于宽范围的粗糙度,在图35中的每种条件下(改变占空比),FOM($m=2$)是恒定的,表明FOM不依赖于粗糙度。

[0286] 图37示意性地整体描绘了各种FOM和 $R_a(R_q)$ 响应,显示了FOM& $R_a(R_q)$ 在多数情况下相关良好的模式,但也突出了 R_a 将不能与静电充电响应相关的形貌。

[0287] 对于上述实施方式, $R_a(R_q)$ 实际上都仍然与静电充电响应相关,并且与FOM交叉相关。对于这些特定实施方式中的表面形貌,这碰巧是对的。然而,作为规律它并不准确,明显存在一些形貌,其FOM和 $R_a(R_q)$ 不一致。在这些情况下,对于减小的接触面积,FOM将用作更好的相关性描述符。

[0288] 对本领域的技术人员来说显而易见的是,可以在不偏离本发明的精神和范围的情况下,对本文所述的实施方式进行各种修改和变动。因此,本公开内容意在涵盖这些实施方式的修改和变动,只要这些修改和变动在所附权利要求及其等同内容的范围之内。

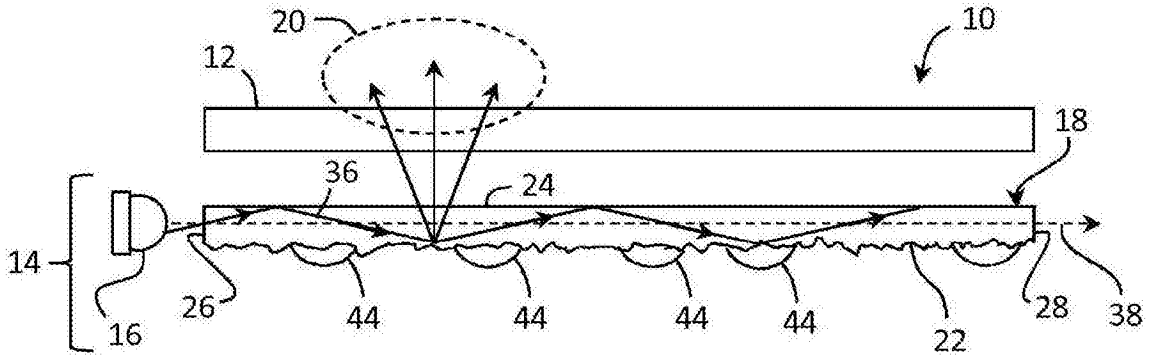


图1

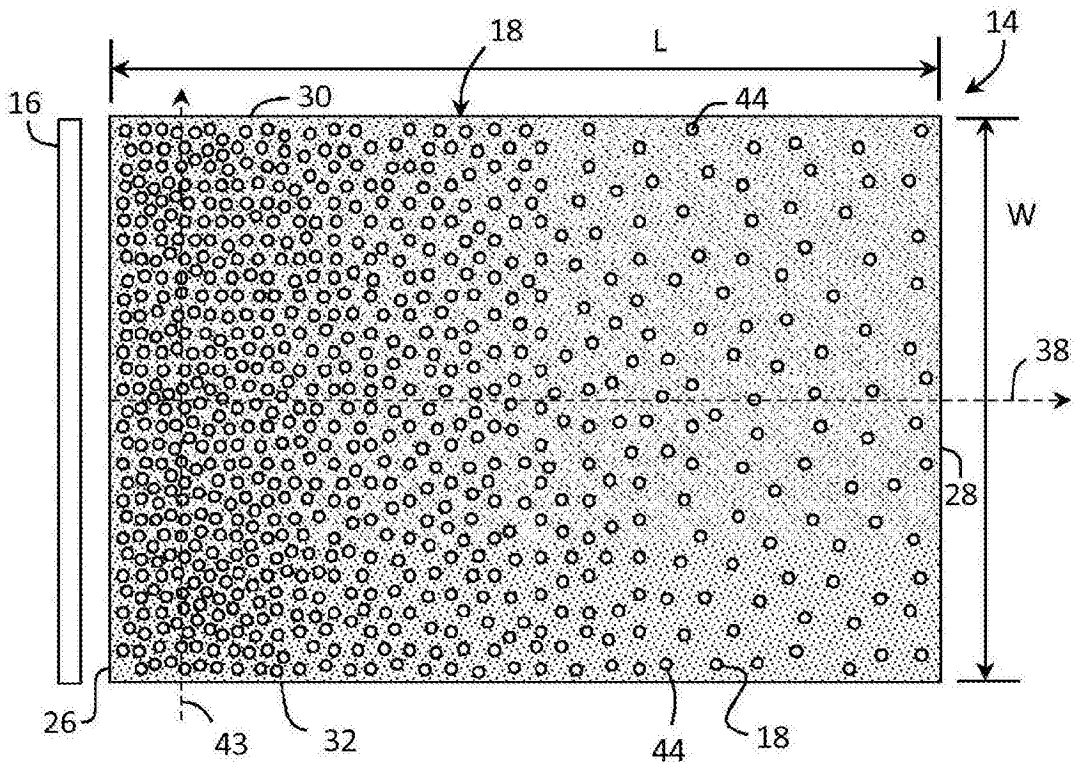


图2

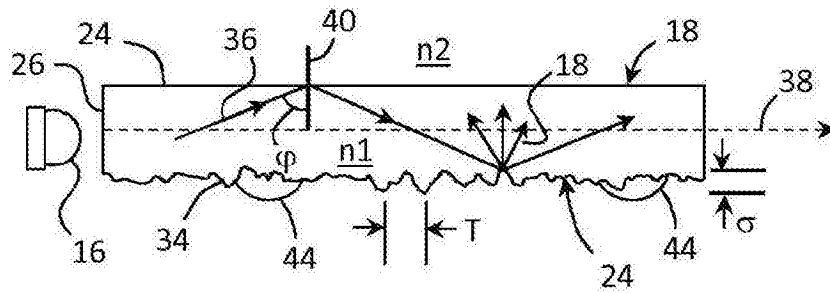


图3

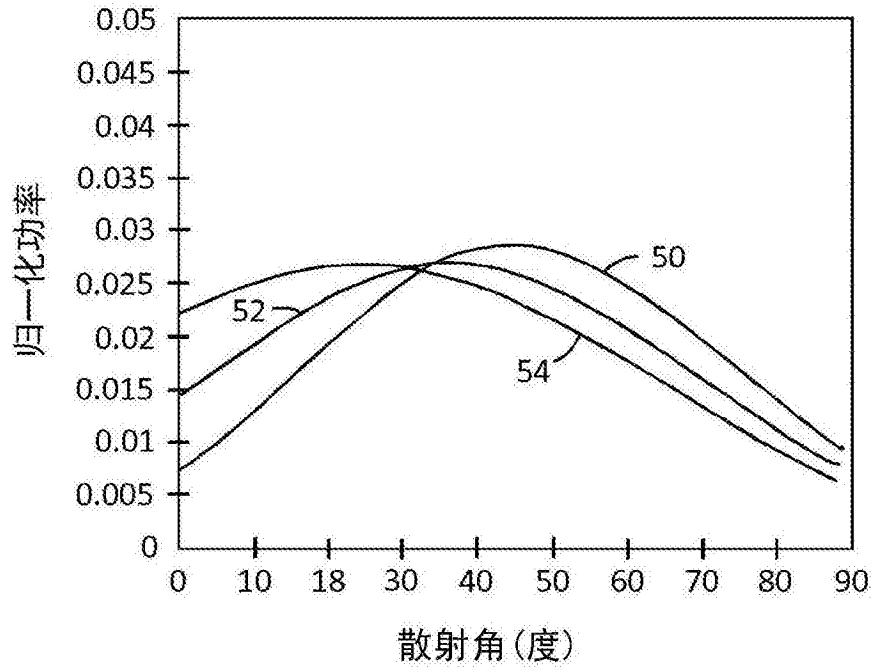


图4

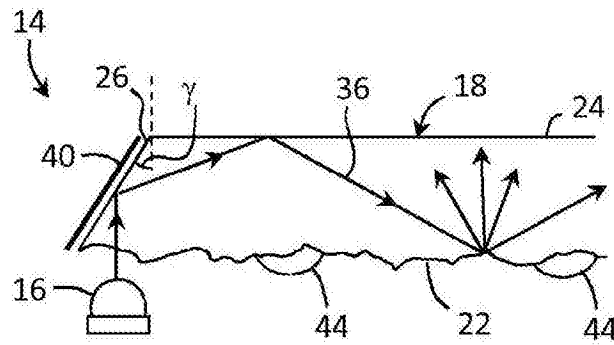


图5

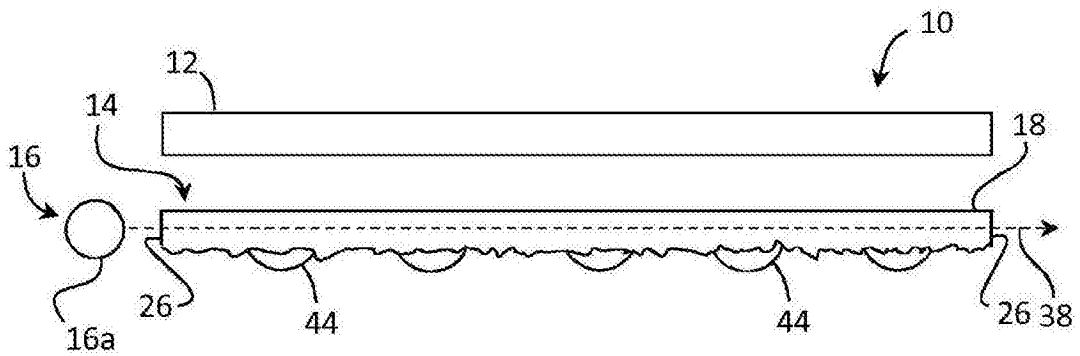


图6

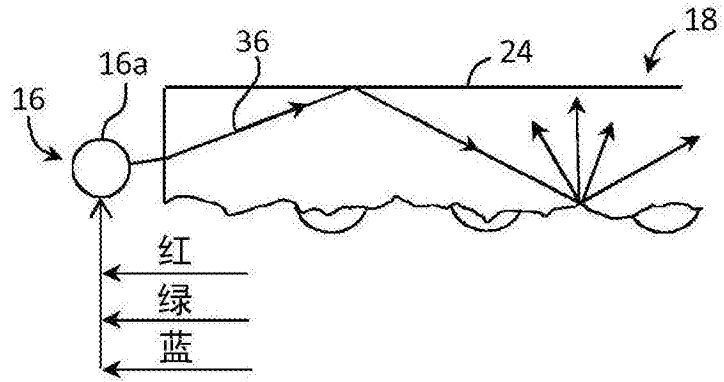


图7

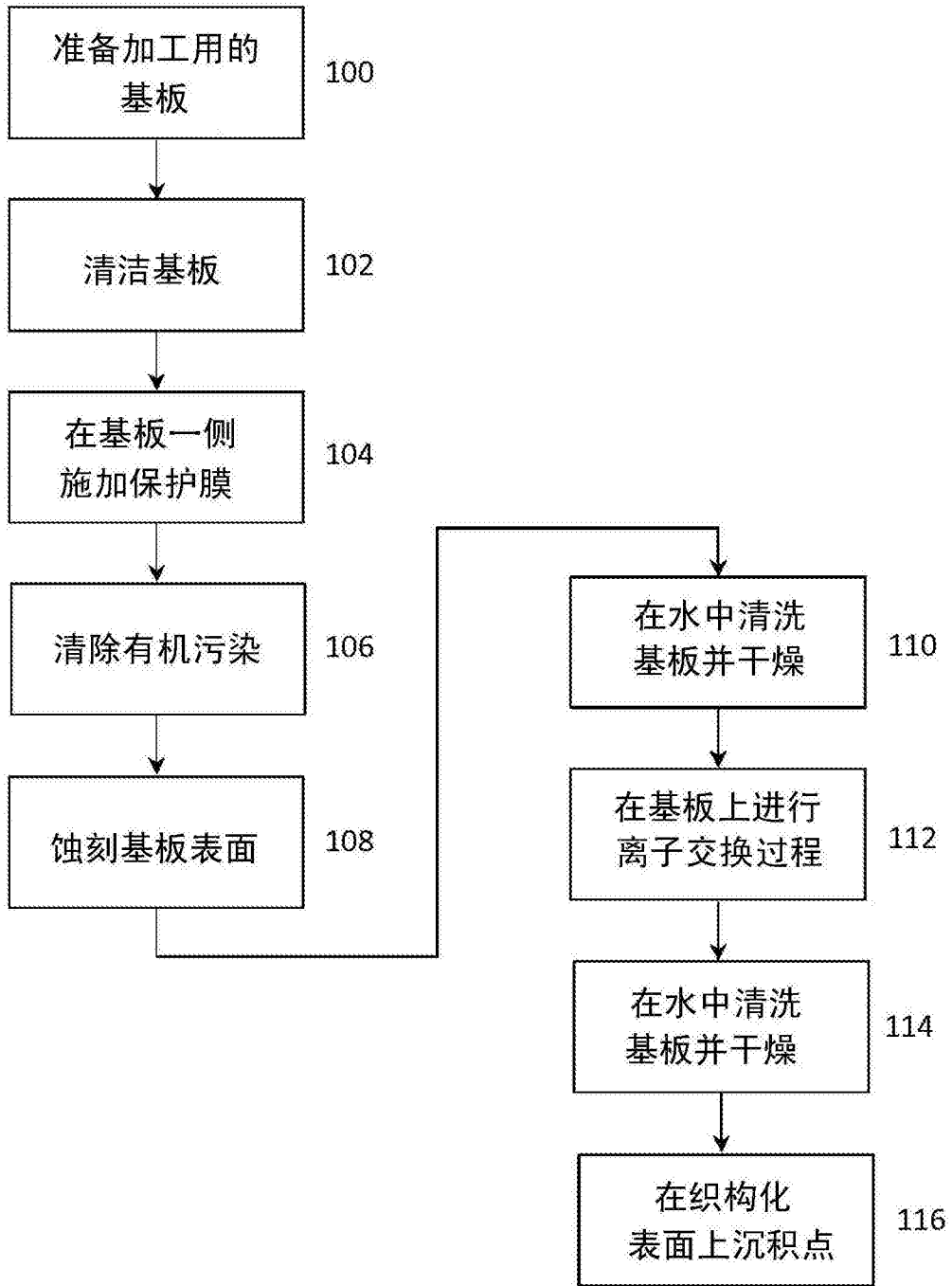


图8

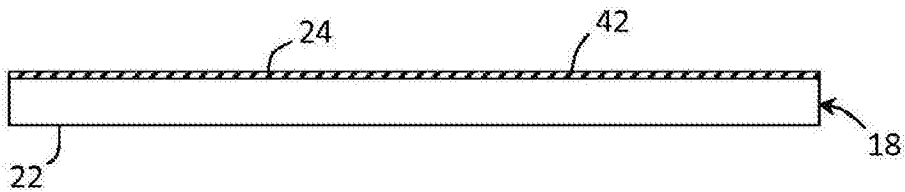


图9

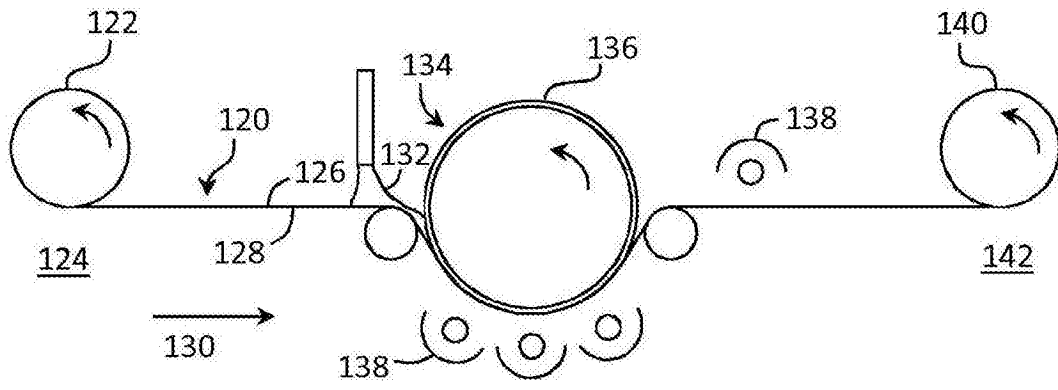


图10

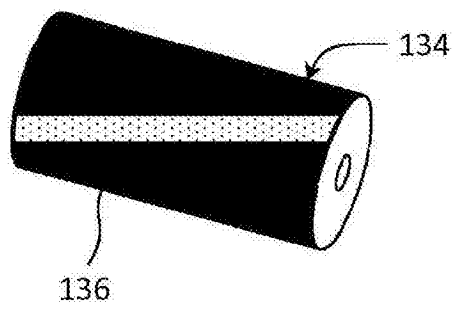


图11

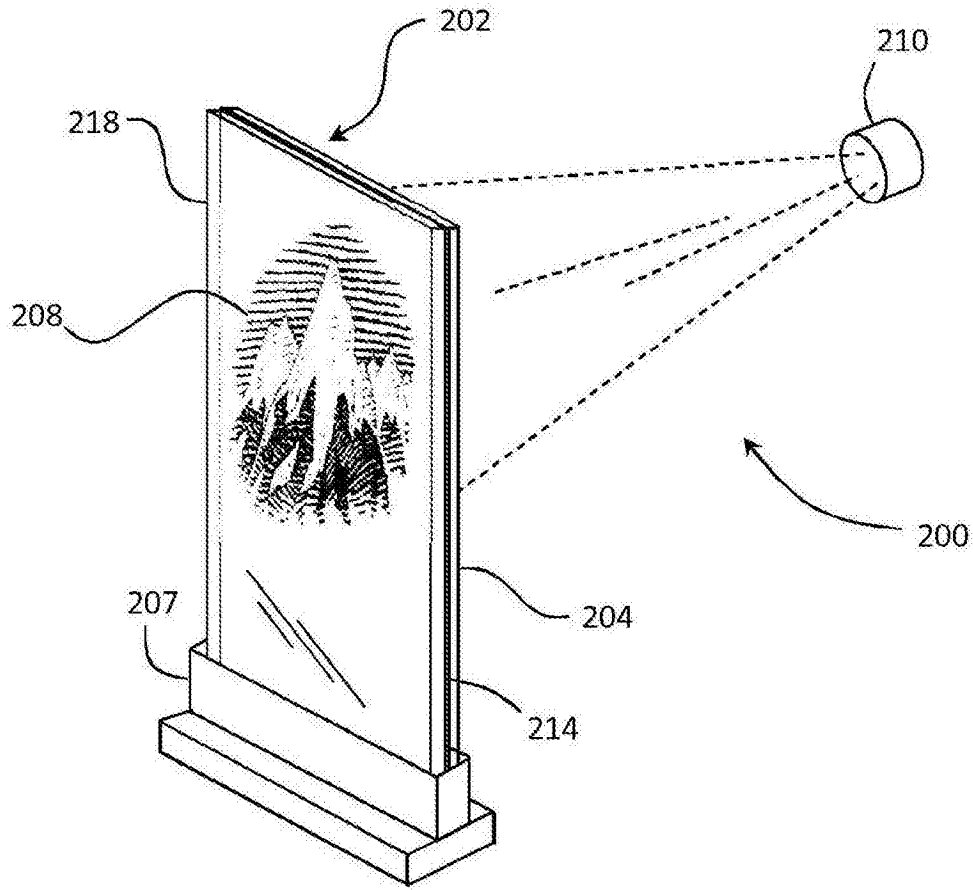


图12

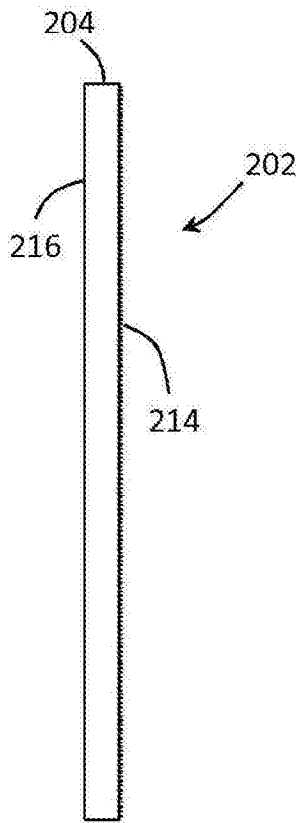


图13A

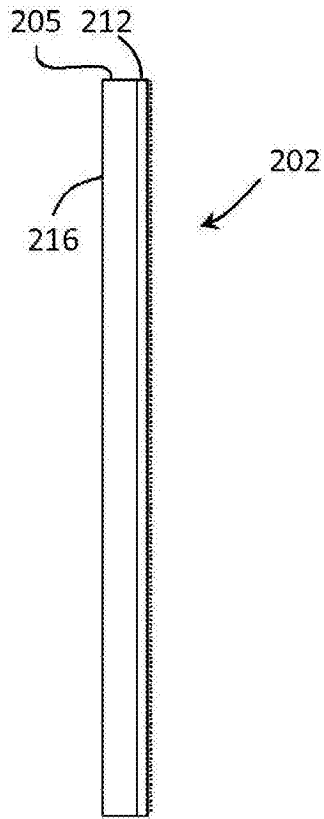


图13B

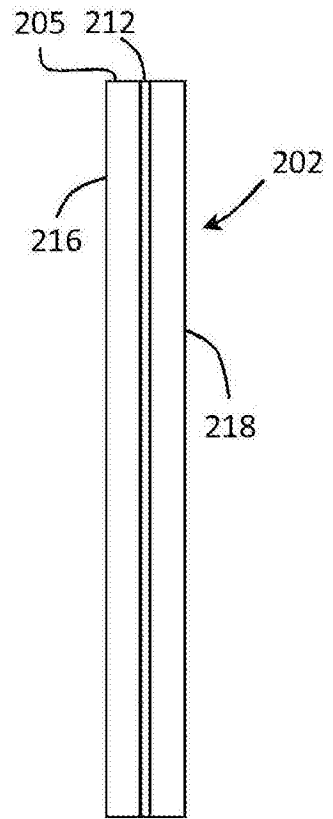


图13C

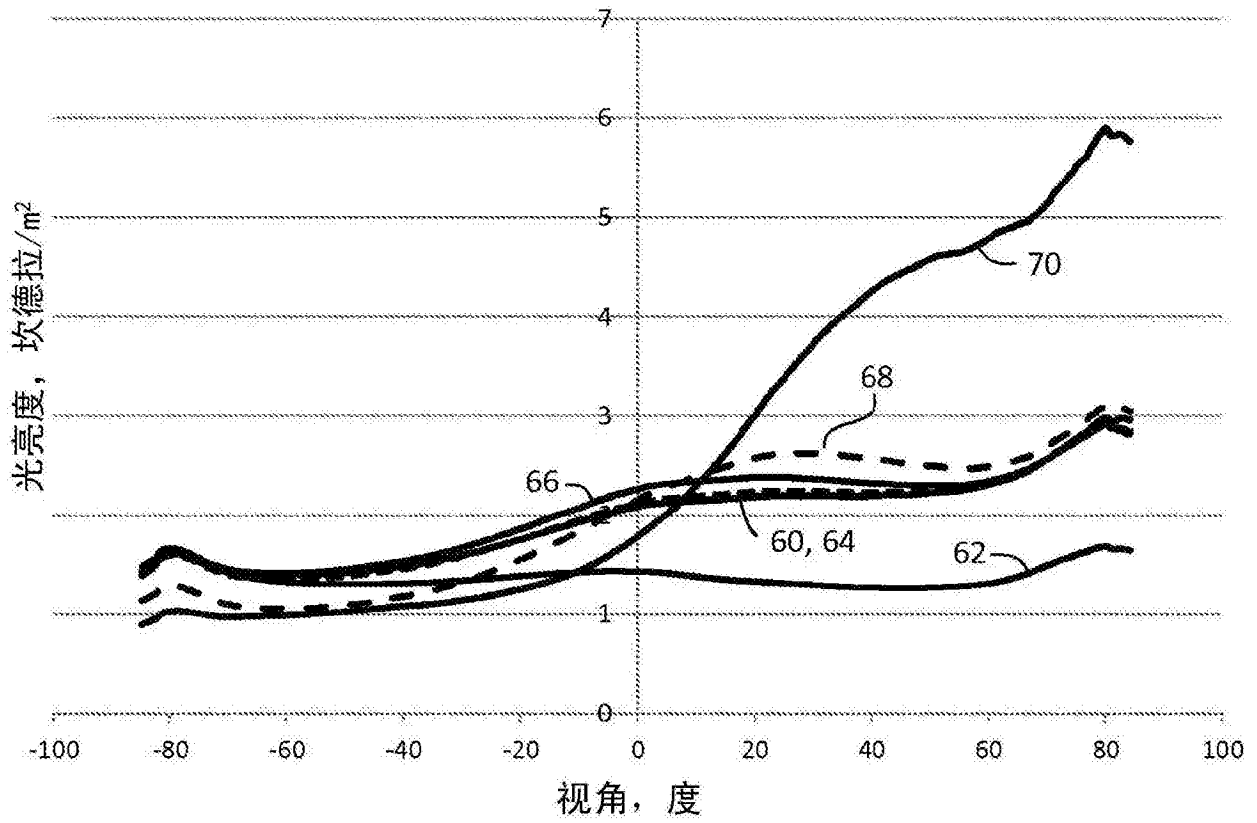


图14

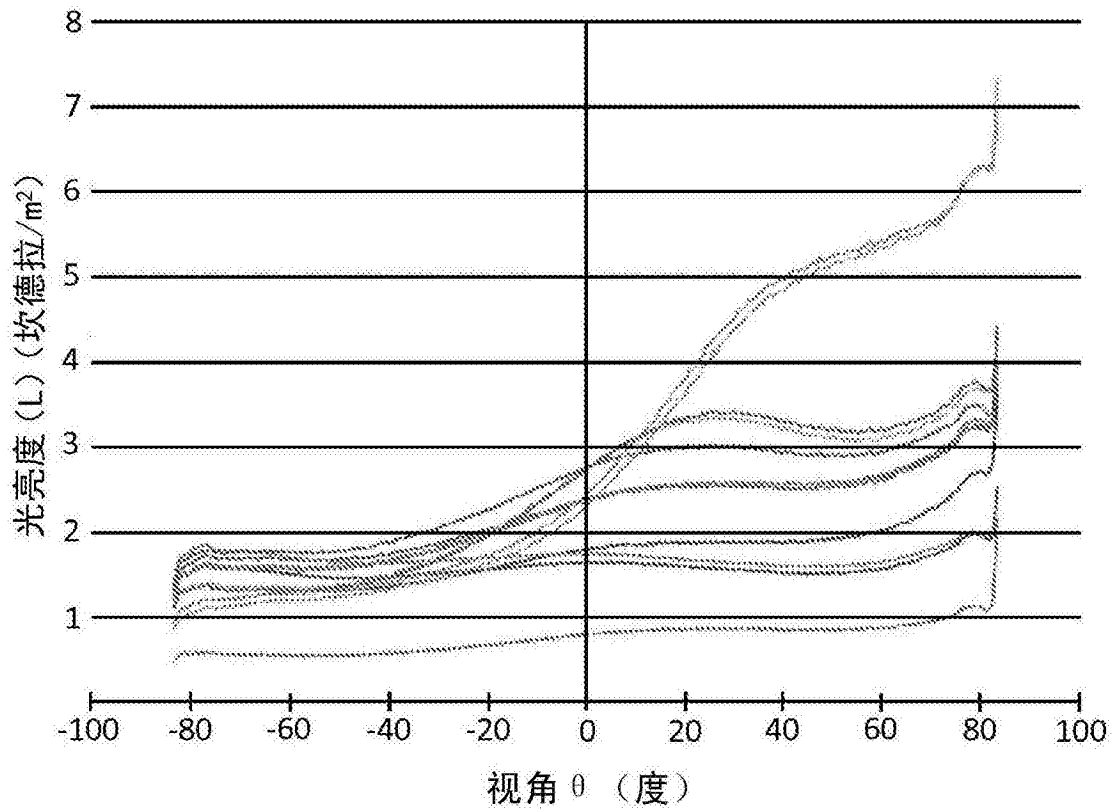


图15

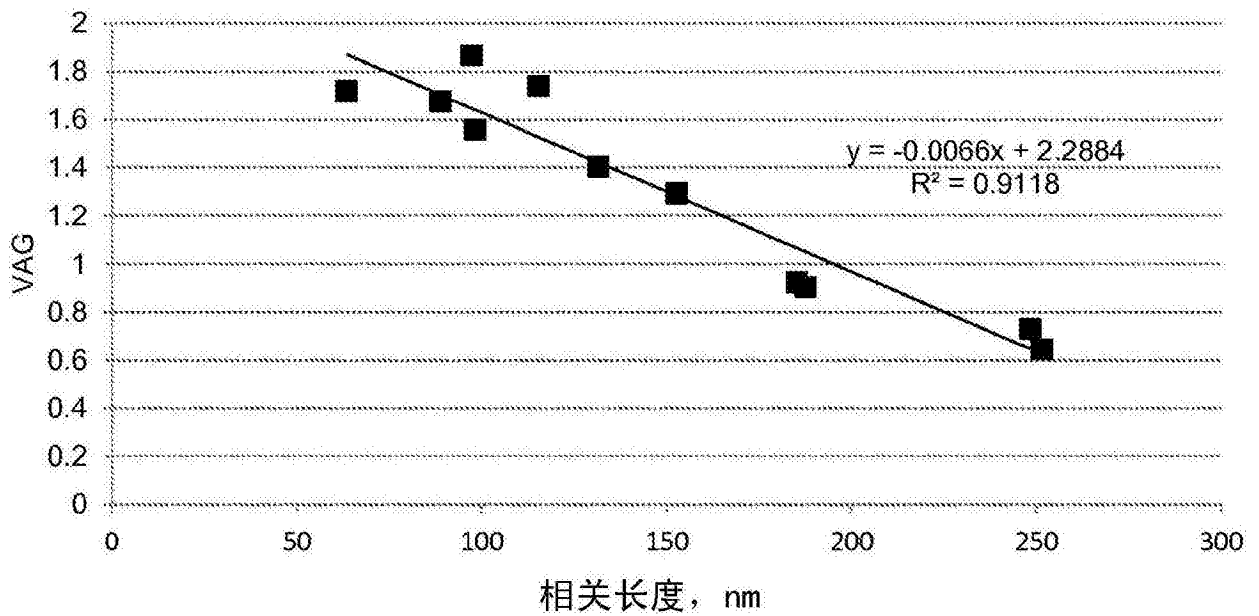


图16

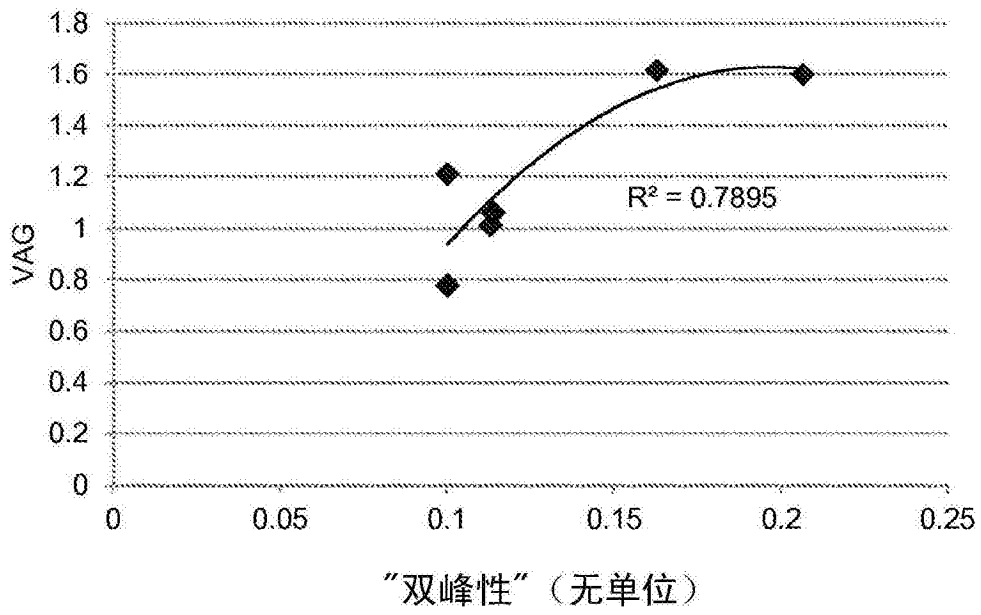


图17

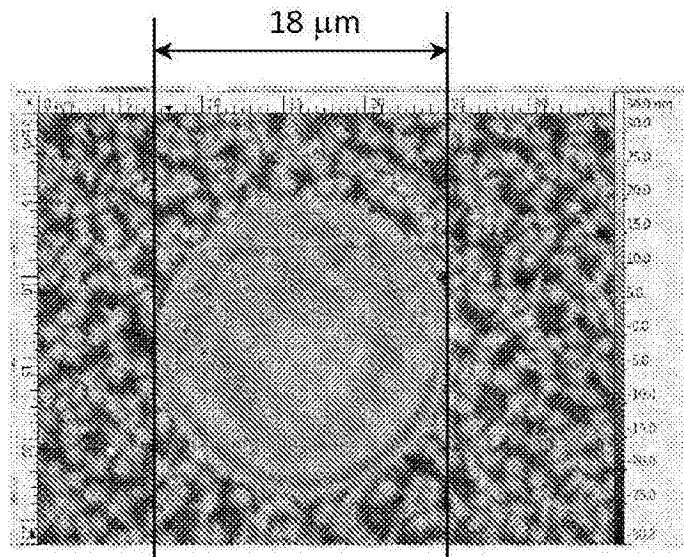


图18

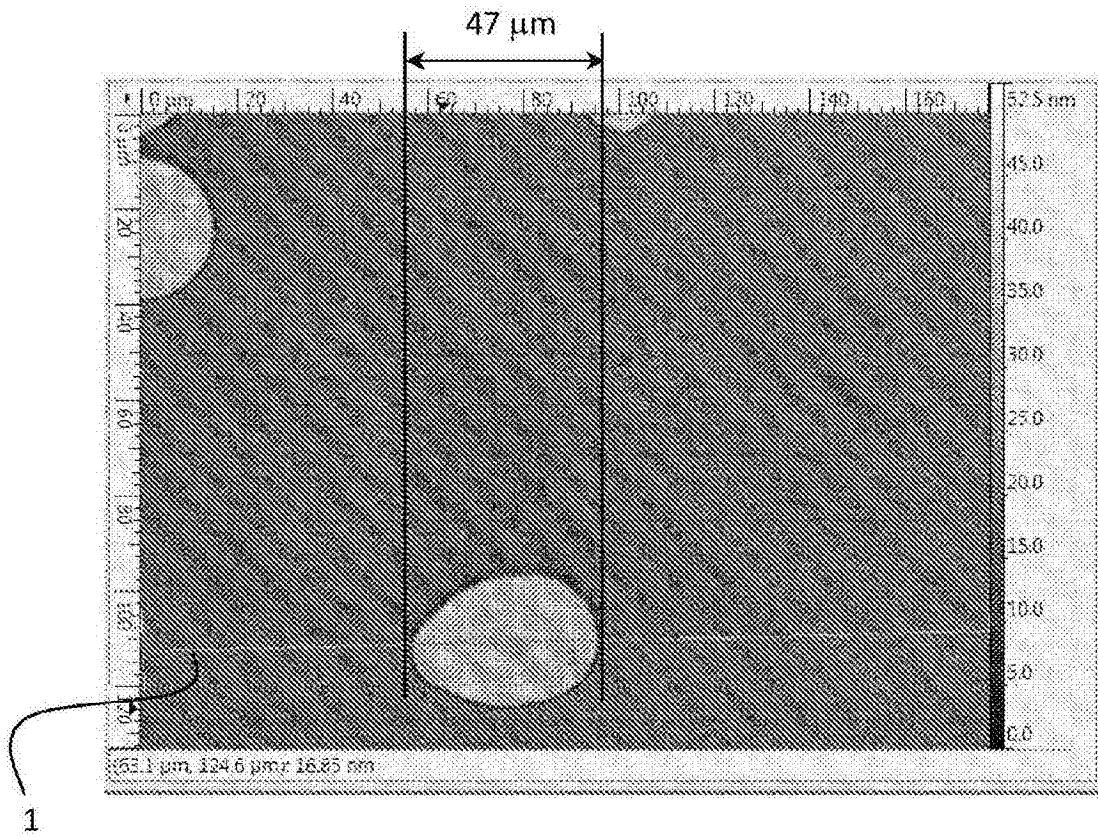


图19

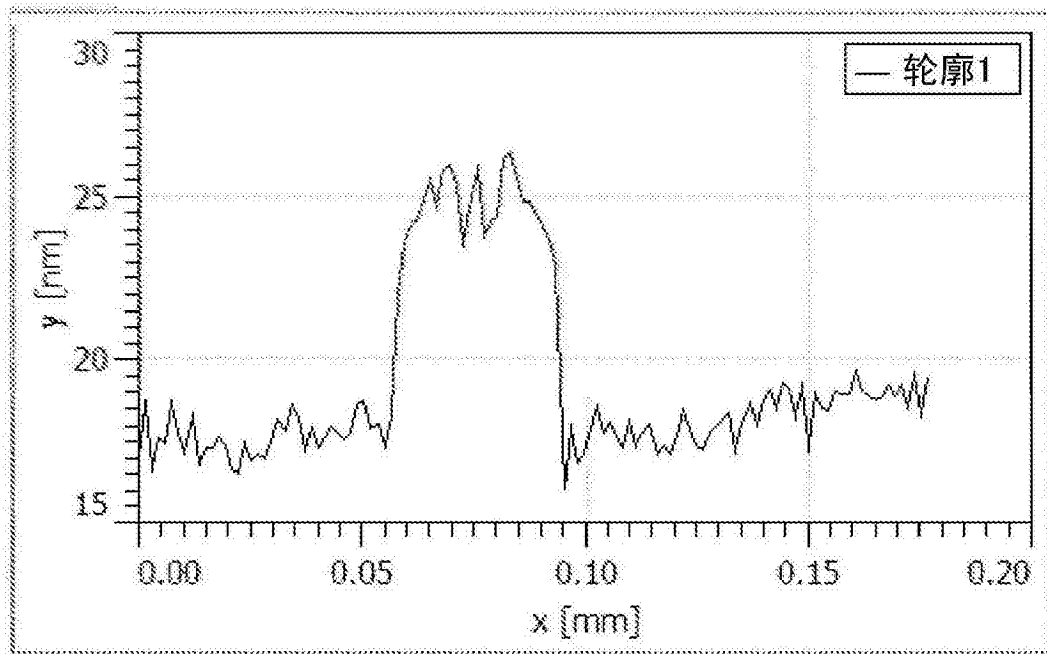


图20

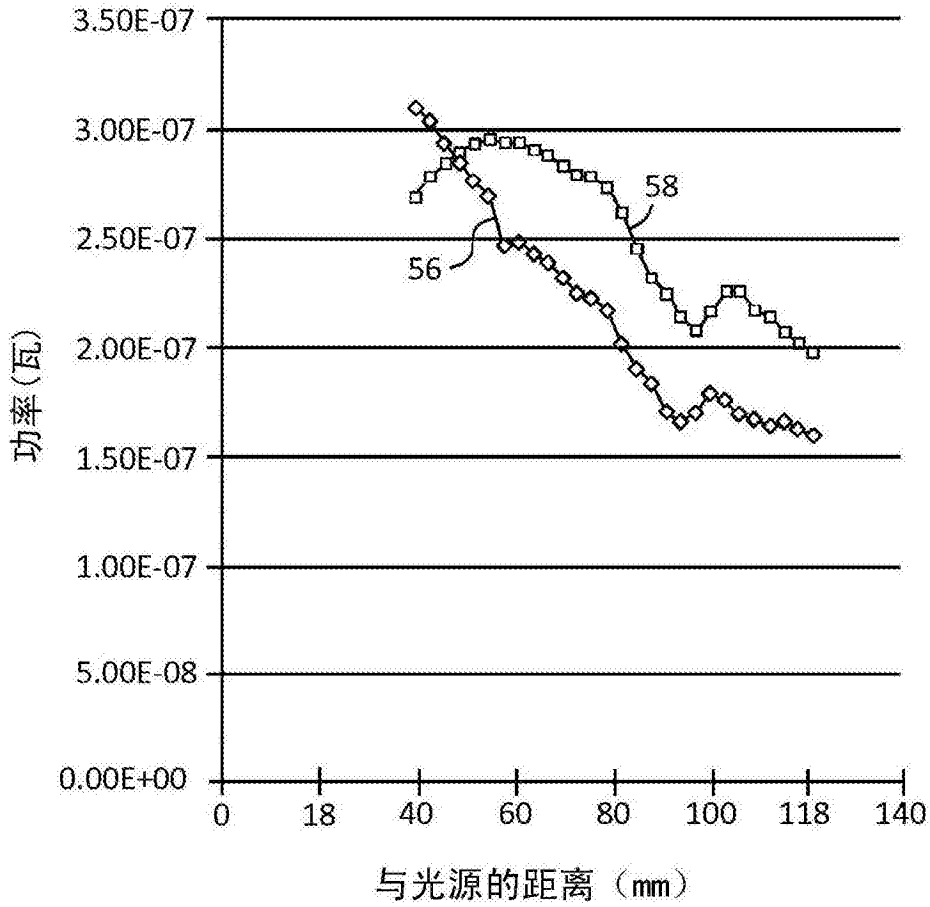


图21

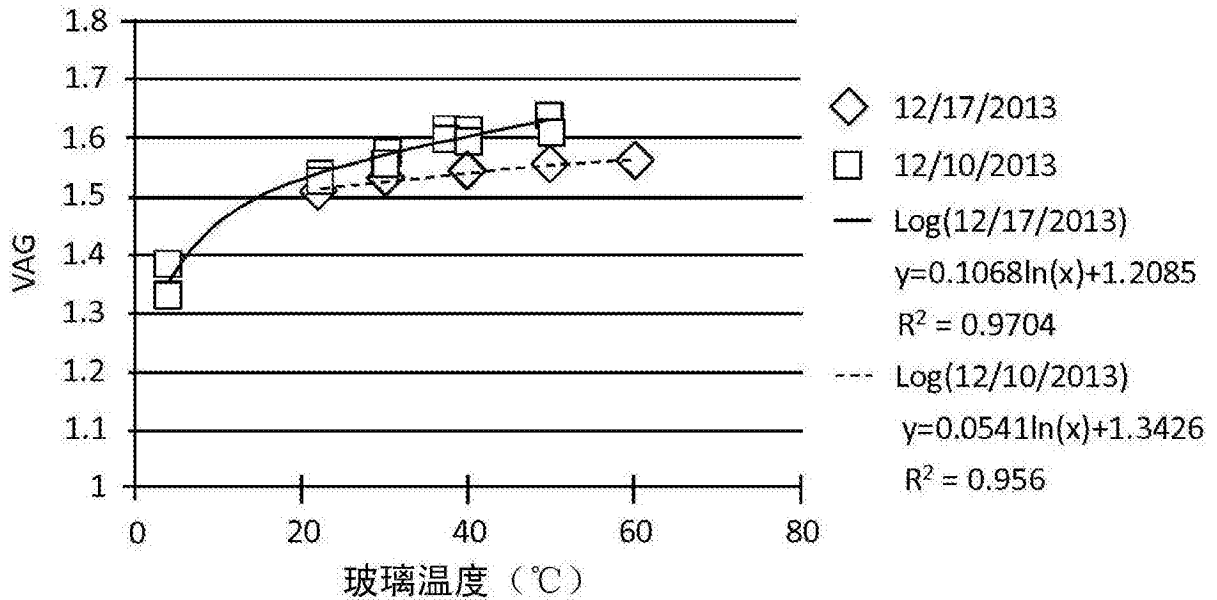


图22

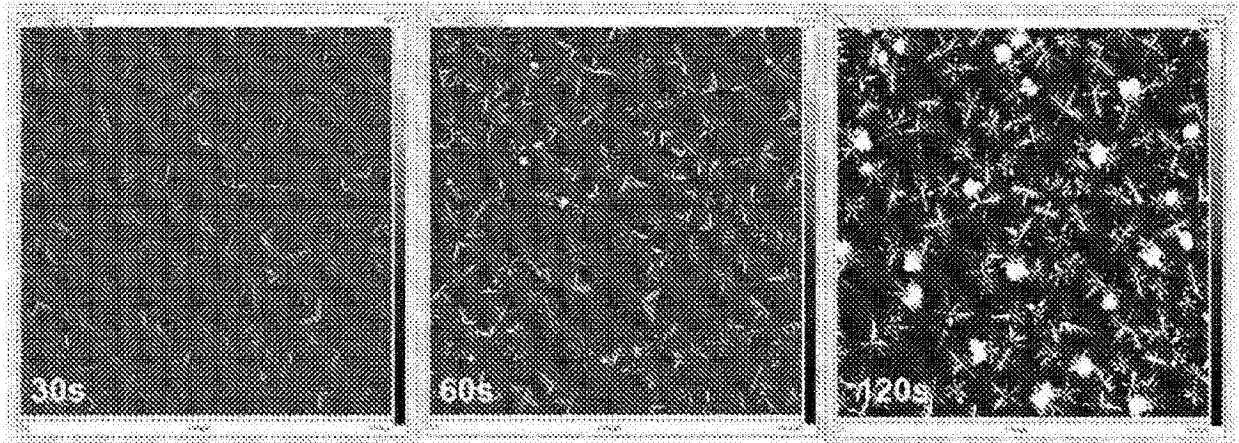


图 23A

图 23B

图 23C

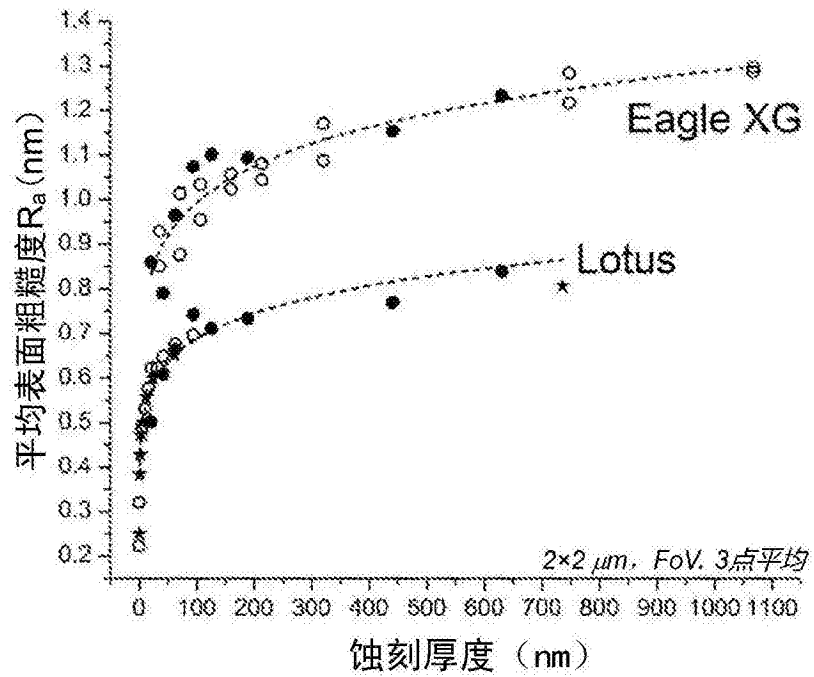


图24

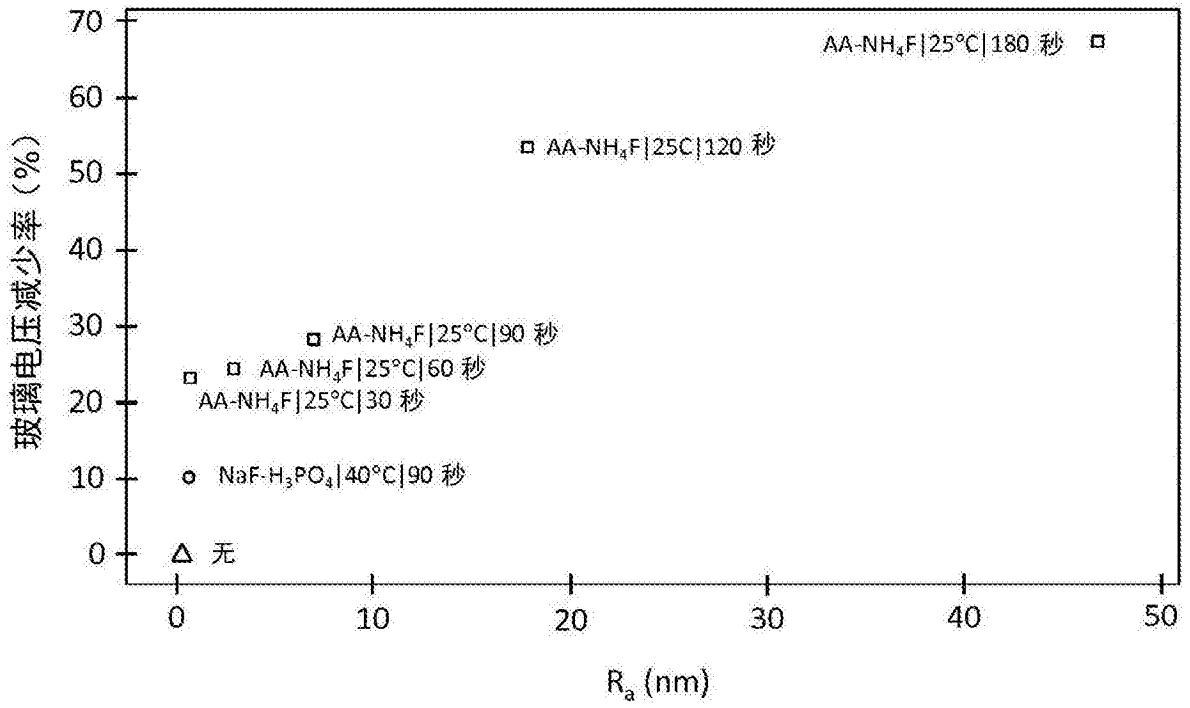


图25

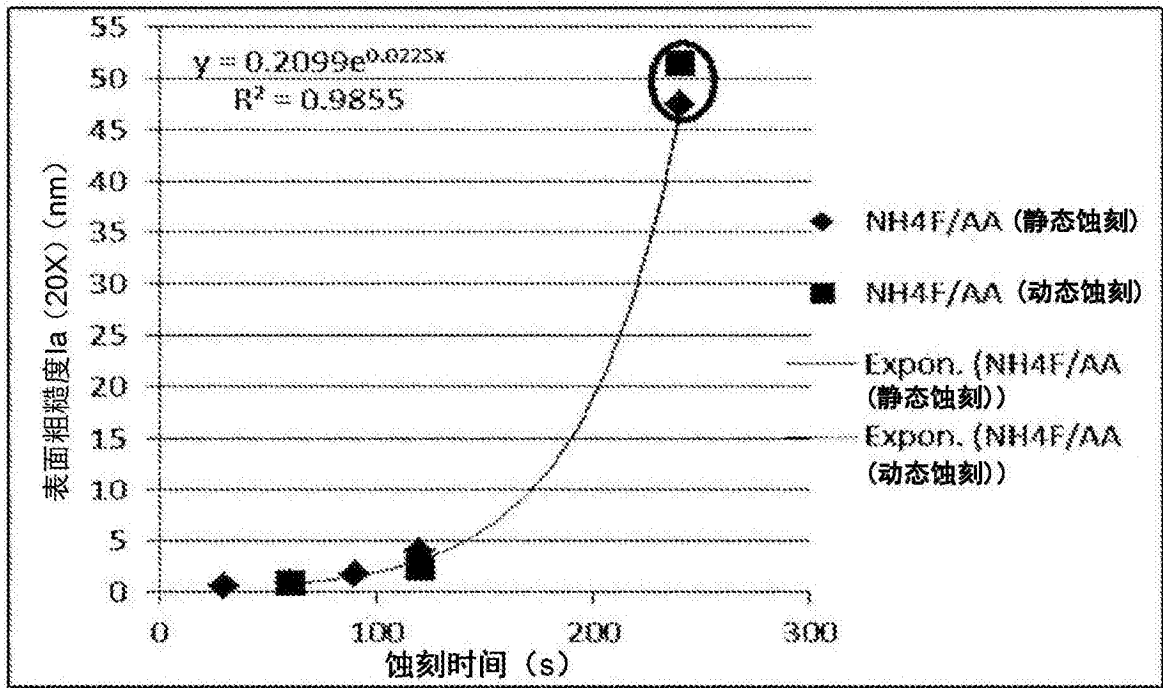


图26A

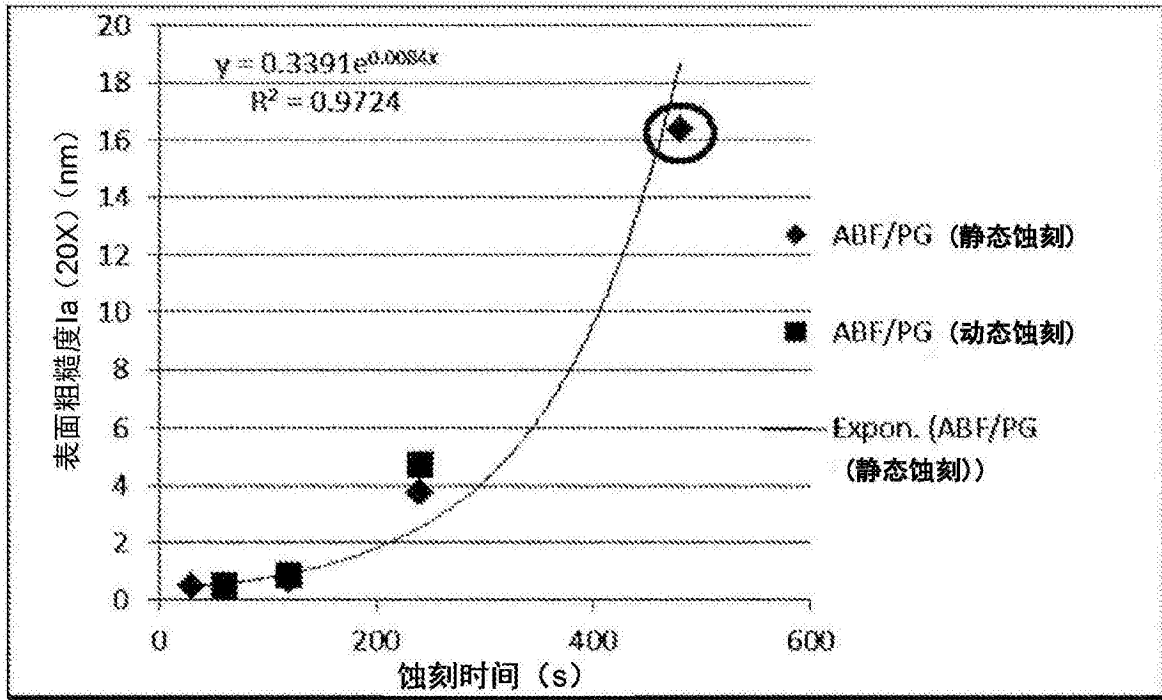


图26A

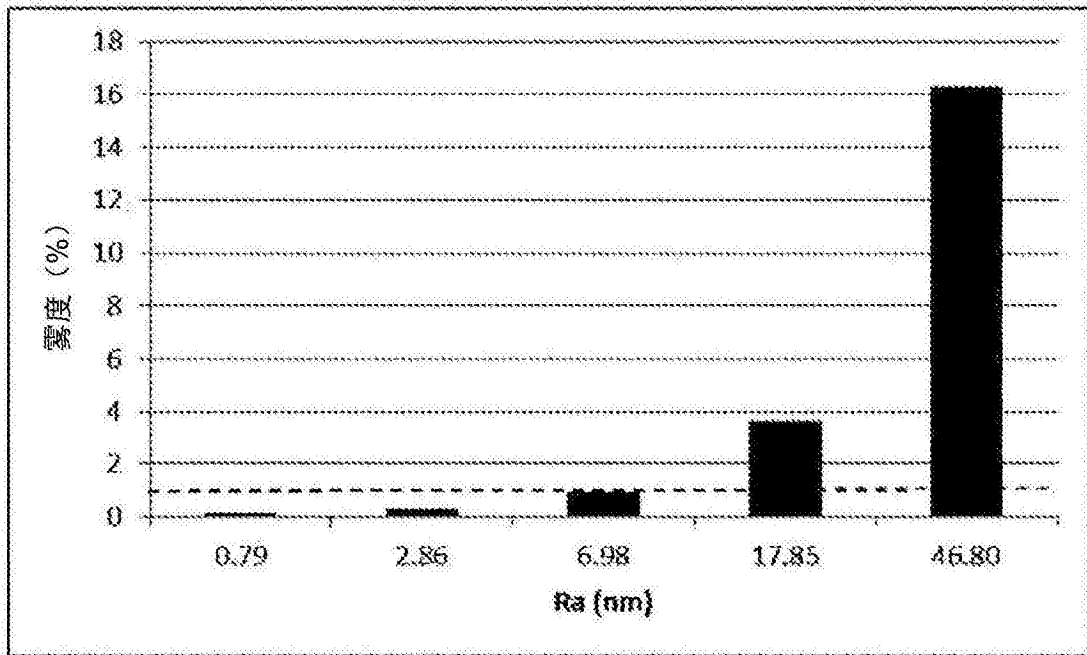


图27A

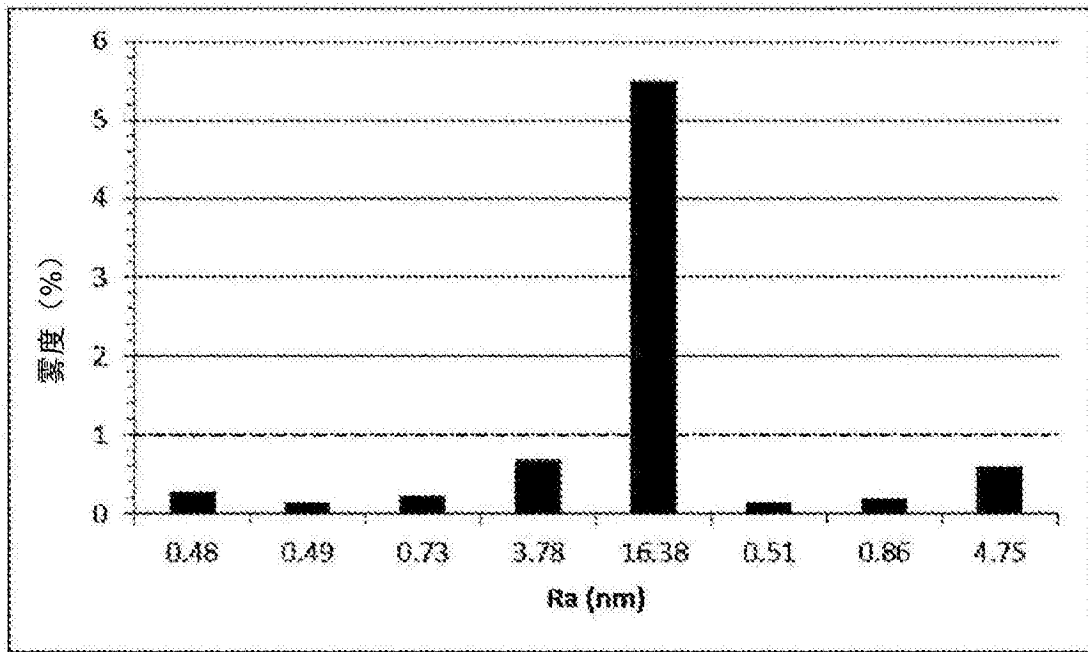


图27B

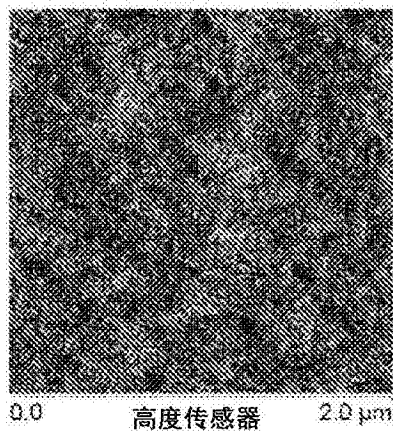


图28A

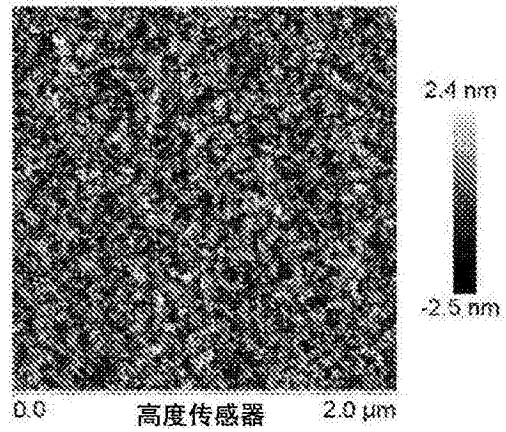


图28B

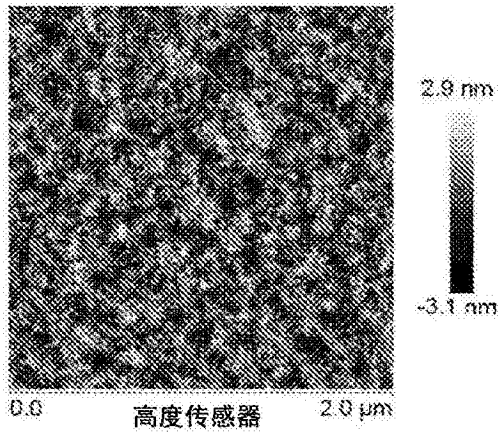


图28C

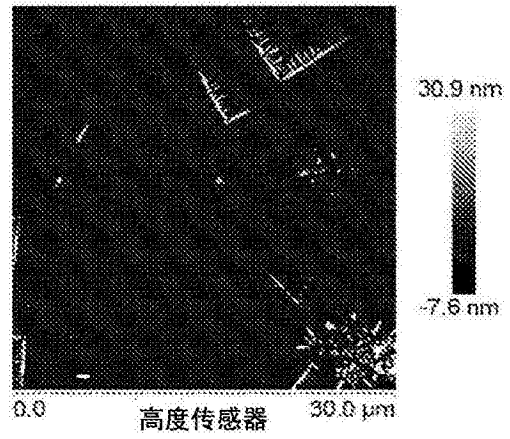


图28D

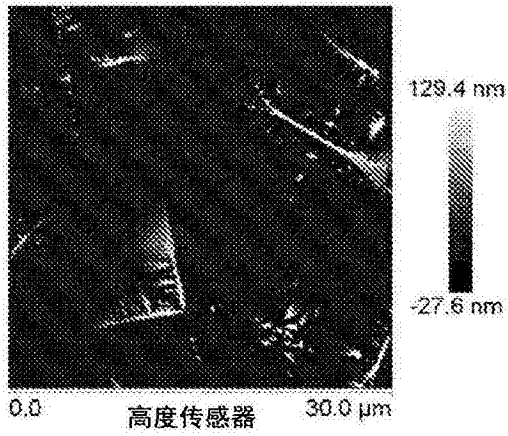


图28E

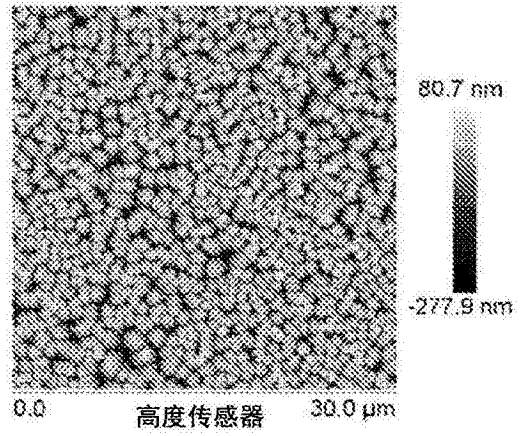


图28F

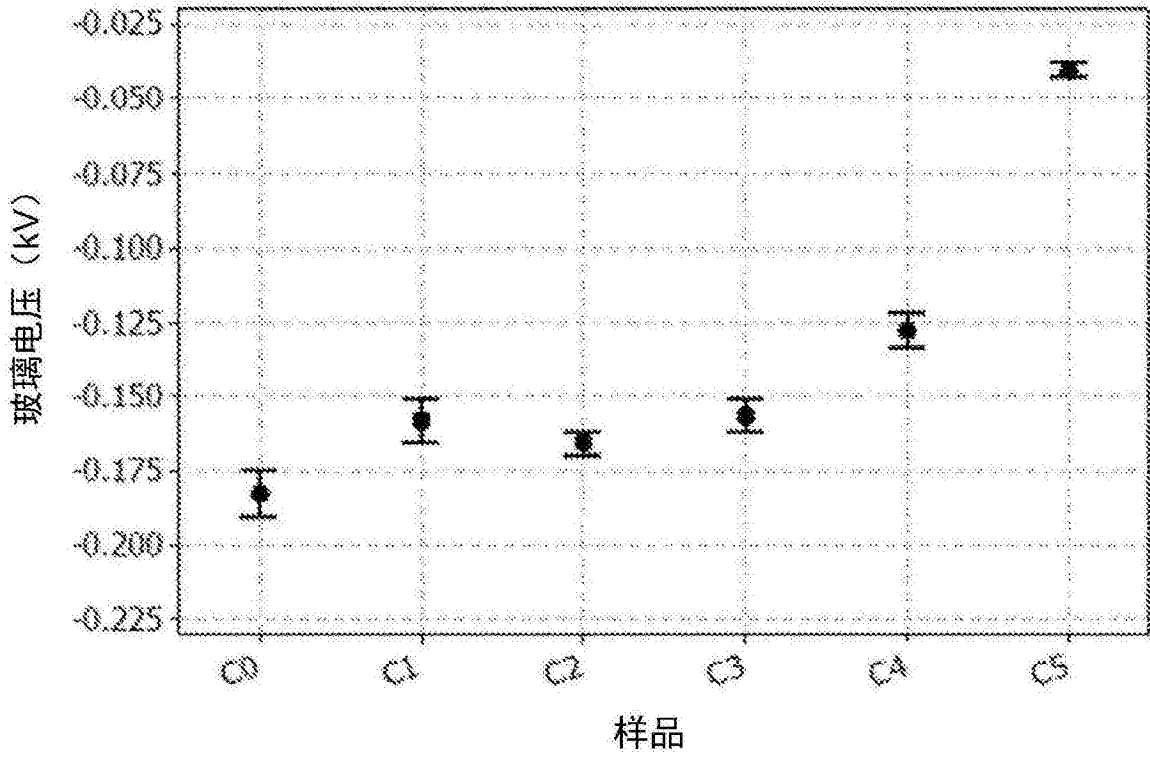


图29

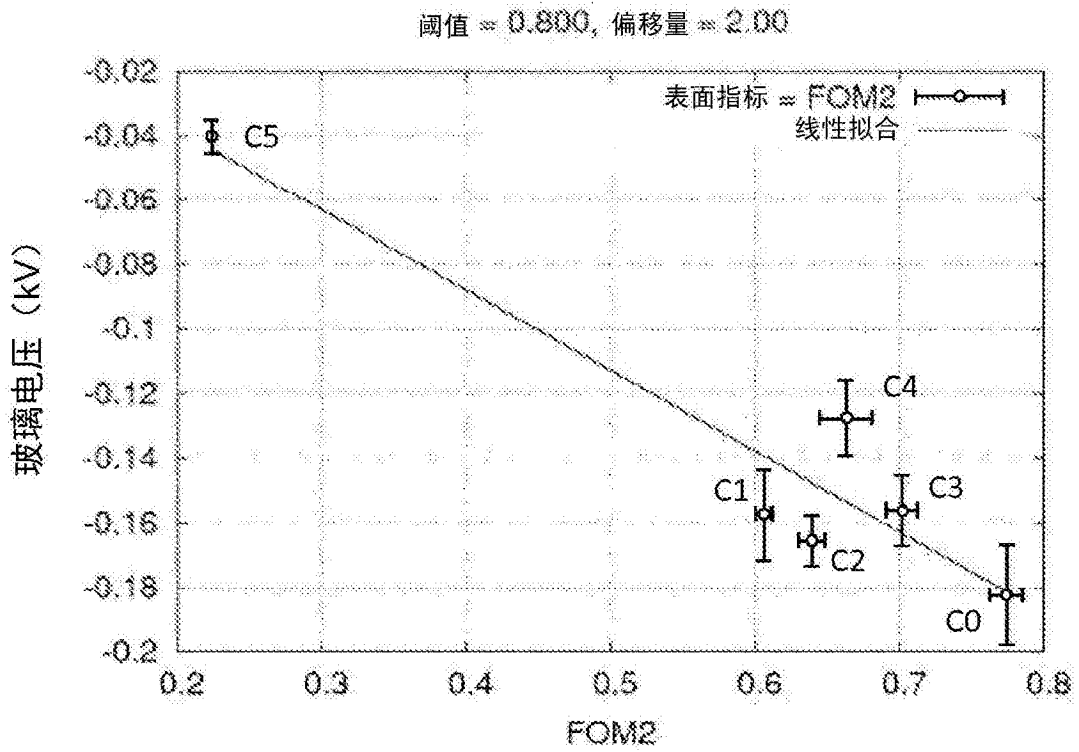


图30A

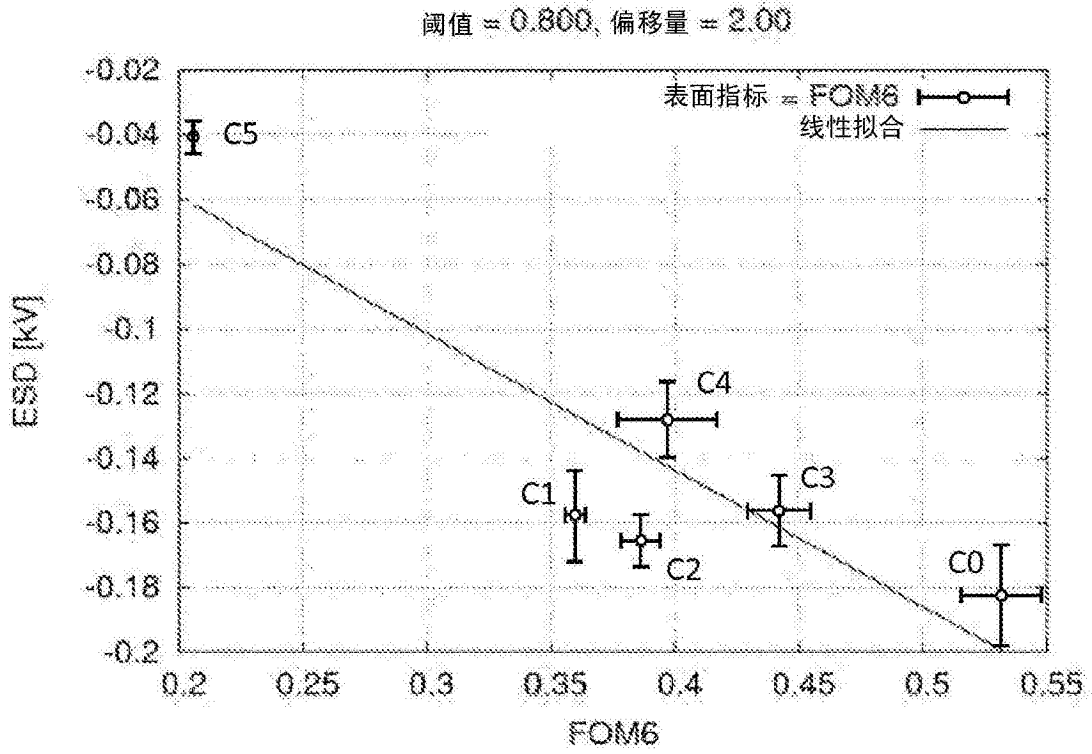


图30B

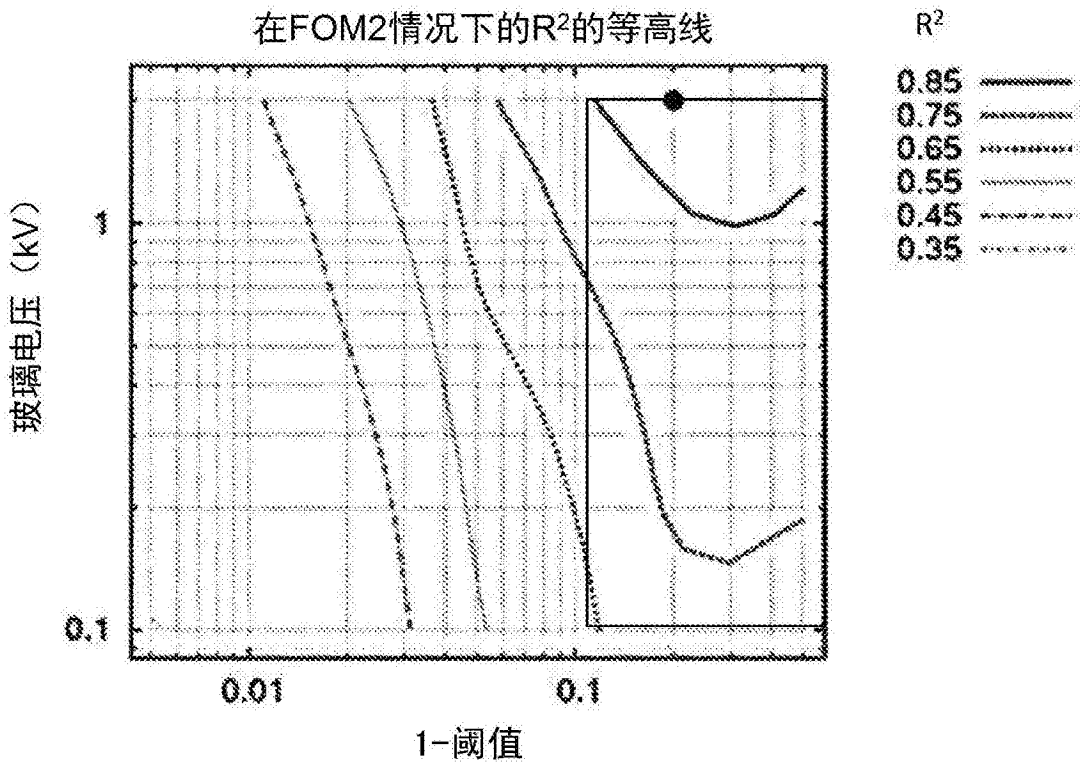


图31A

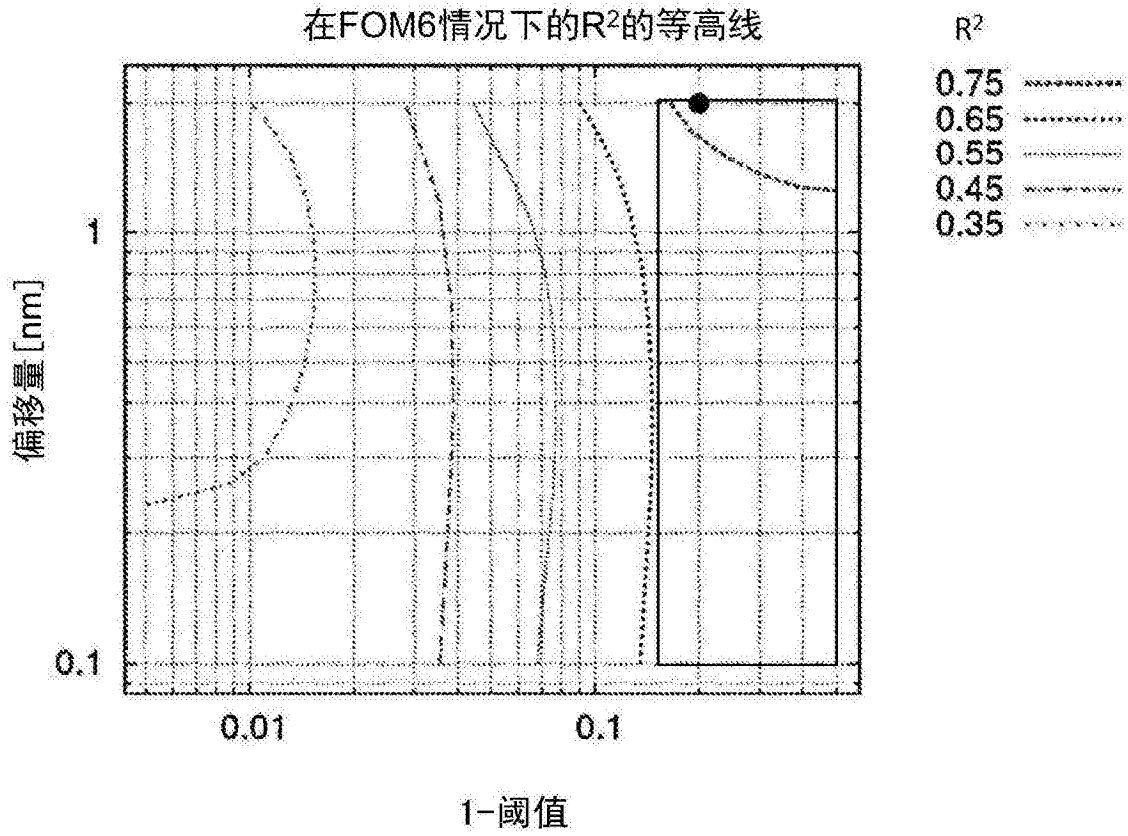


图31B

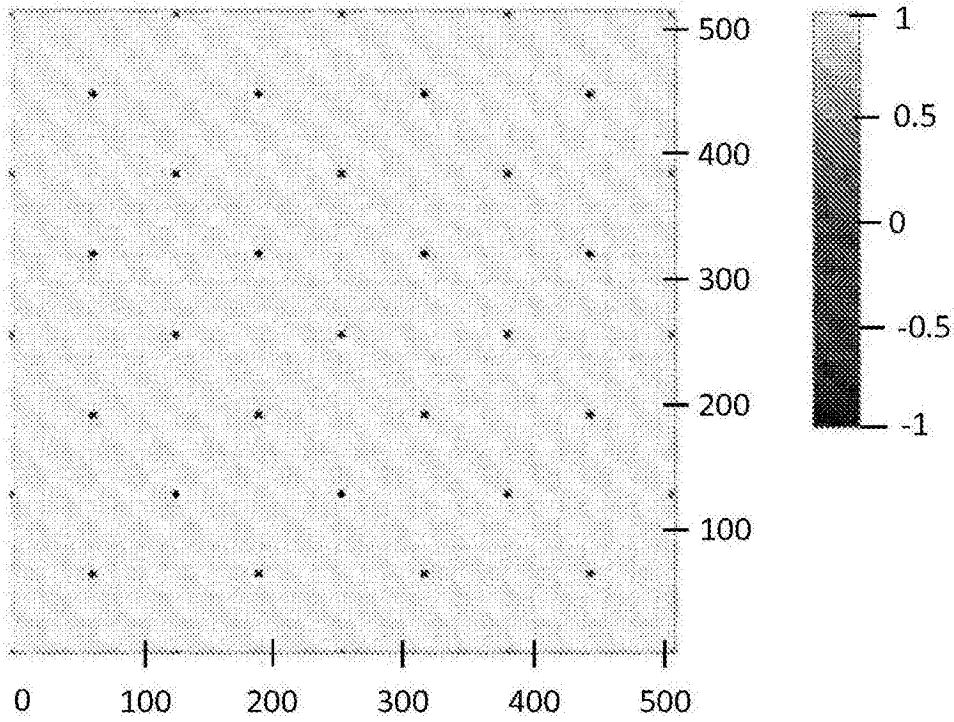


图32A

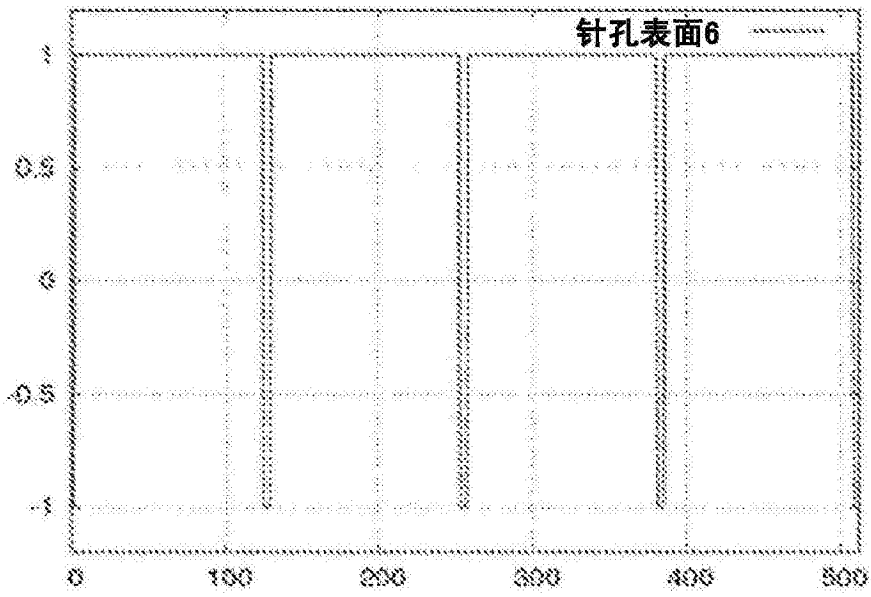


图32B

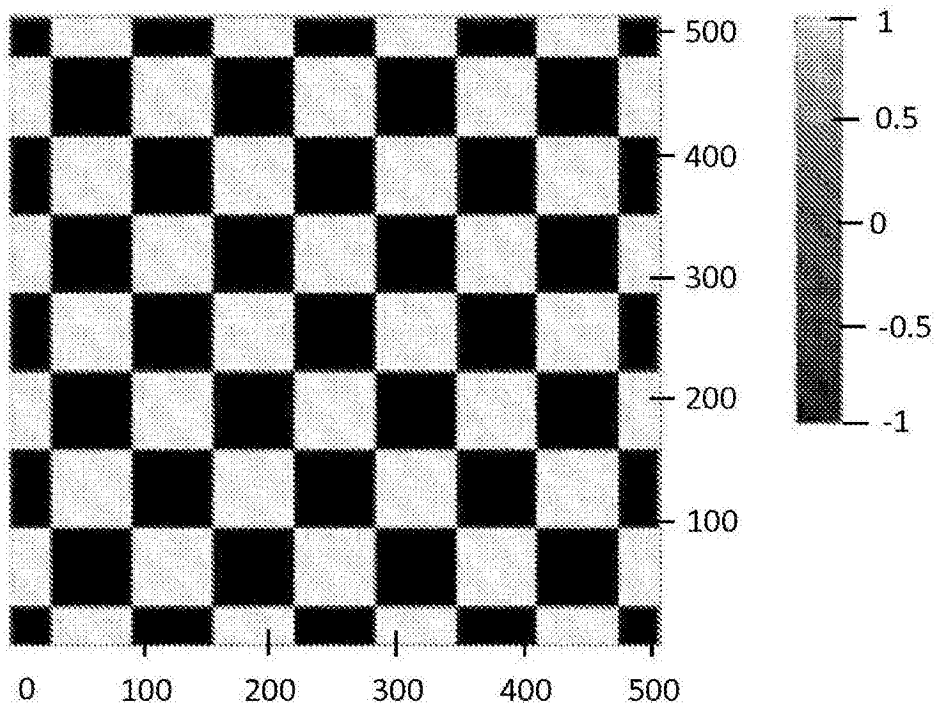


图33A

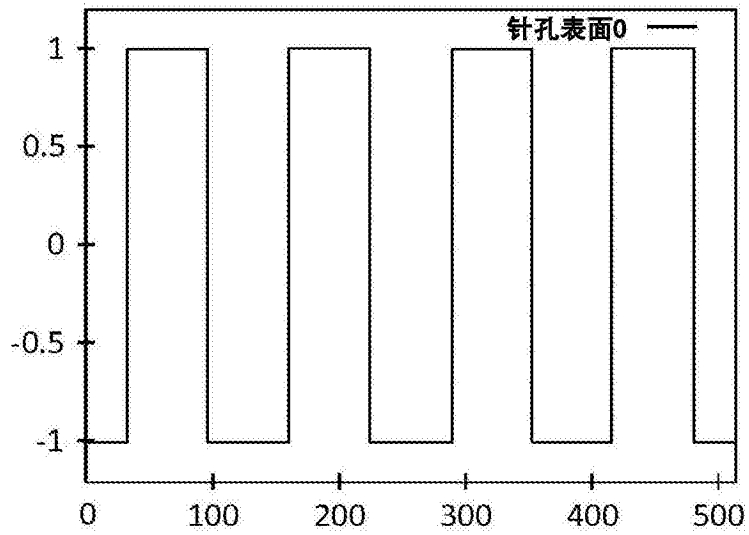


图33B

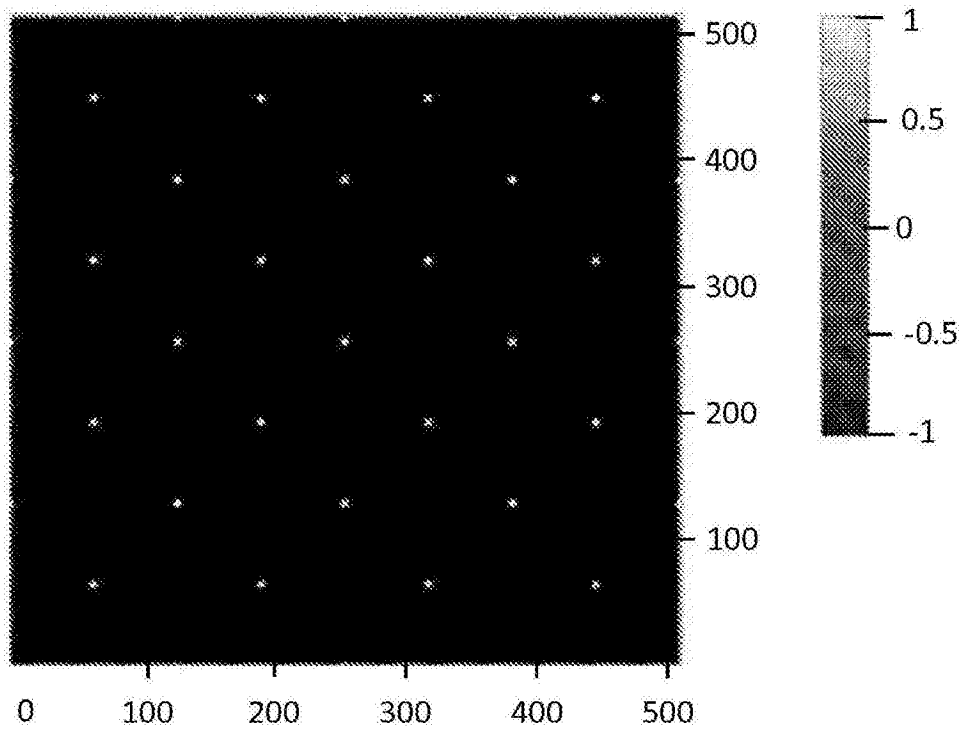


图34A

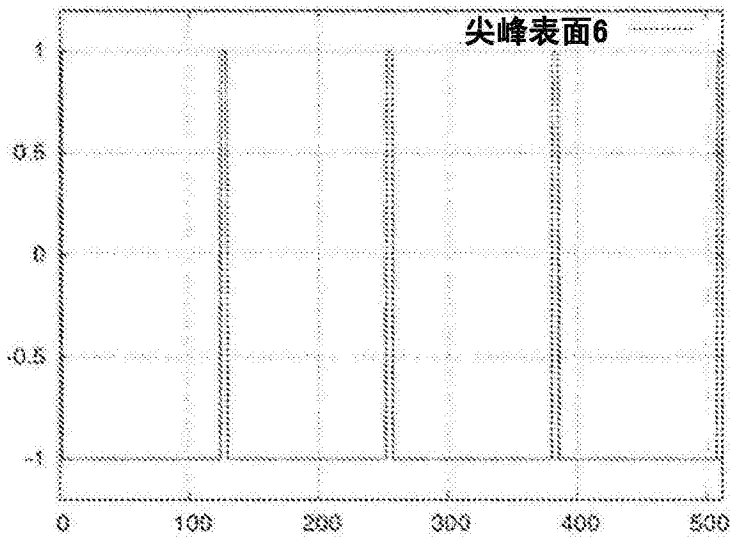


图34B

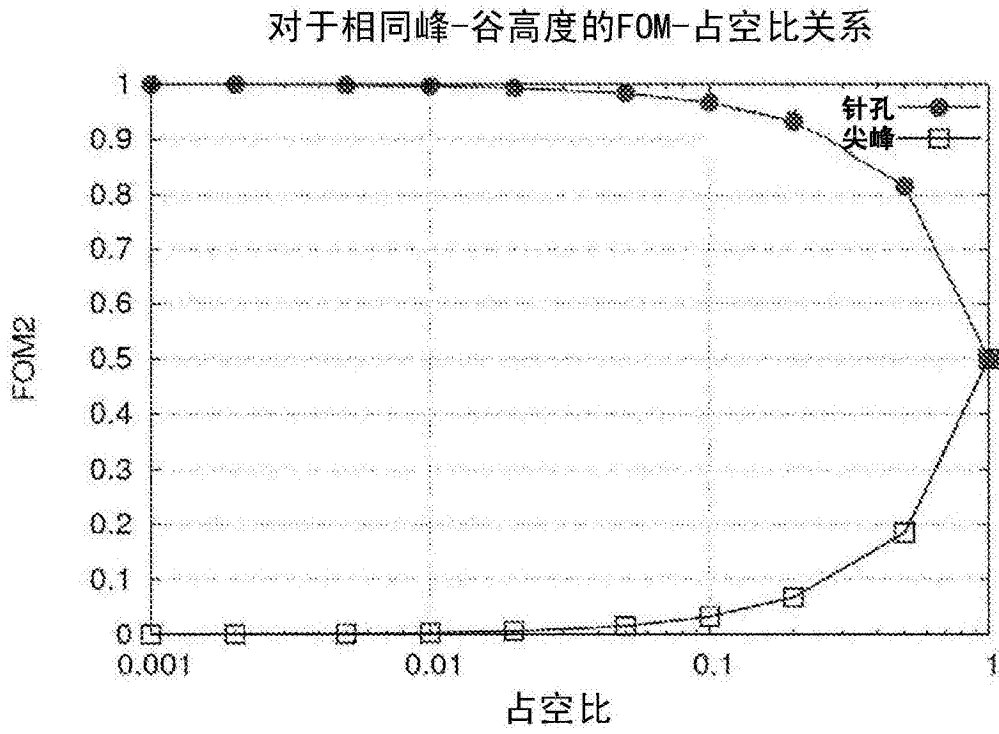


图35

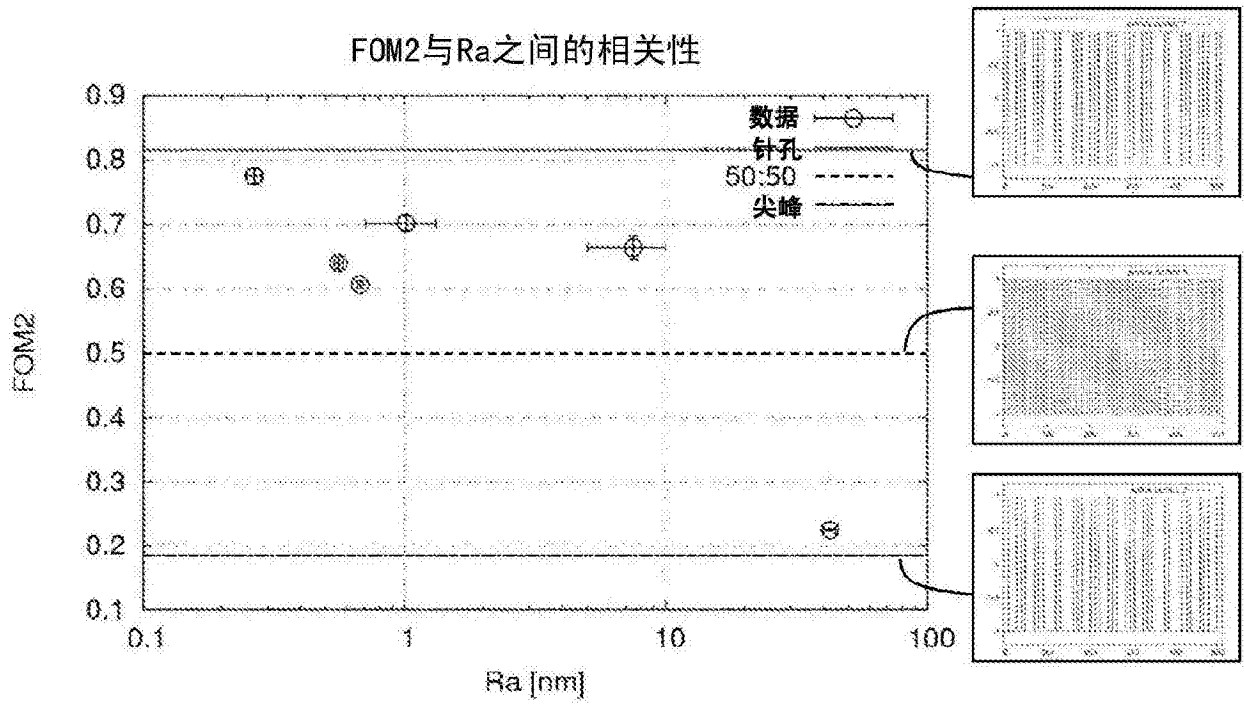


图36

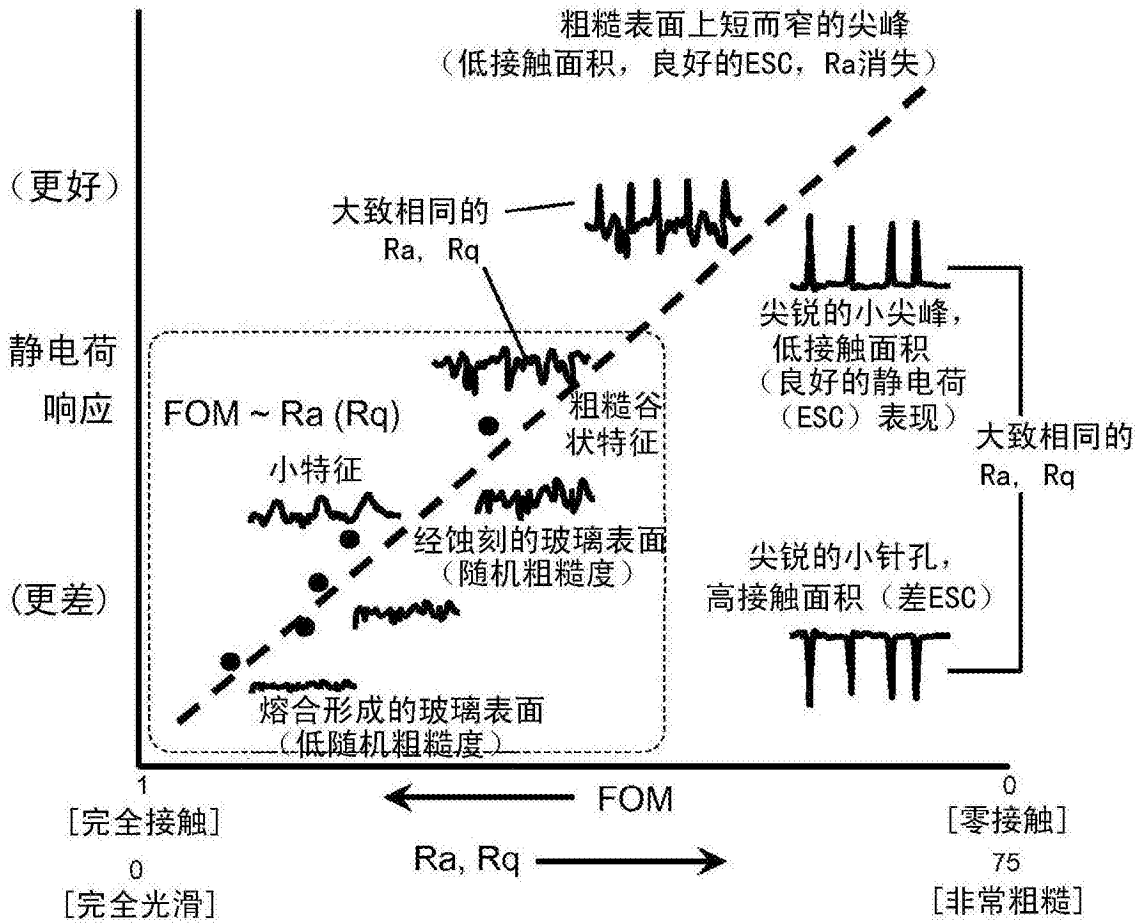


图37