



1. 一种透明基板,包括防眩表面和布置在所述防眩表面下的衍射元件,其中所述透明基板当被布置在像素化显示器之前时至少部分地减少在所述像素化显示器中的像素间的间隙。

2. 如权利要求 1 所述的透明基板,其特征在于,所述衍射元件被布置在所述基板的第二表面上,所述第二表面与所述防眩表面相反。

3. 如权利要求 2 所述的透明基板,其特征在于,所述衍射元件与所述第二表面是一体的。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的透明基板,其特征在于,所述衍射元件具有第一折射率,且所述第二表面与具有不同于所述第一折射率的第二折射率的环氧树脂层相接触。

5. 如权利要求 2-4 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述衍射元件包括周期性的光栅、准周期性的光栅、非周期性的光栅、或随机相位图案。

6. 如权利要求 5 所述的透明基板,其特征在于,所述周期性的光栅具有光栅周期  $T$  和衍射级  $k$ ,其中所述周期性的光栅与像素隔开光程  $D$ ,所述像素发射具有波长  $\lambda$  的光,并且其中  $k \cdot D \cdot \lambda / \text{节距} < T < 2k \cdot D \cdot \lambda / \text{节距}$ 。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的透明基板,其特征在于,所述衍射元件被布置在聚合膜上,所述聚合膜被布置在所述第二表面上。

8. 如权利要求 5-7 中任一项所述的透明基板,其特征在于,多个像素当被透过所述透明基板观看且与所述随机相位图案隔开一距离时具有带衍射圆锥的漫射角能量分布,其中所述多个像素中的每一个像素具有像素尺寸,所述衍射圆锥位于所述像素尺寸除以将所述随机相位图案与所述多个像素隔开的距离的 10% 以内。

9. 如权利要求 1-8 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述透明基板具有与所述防眩表面相反的第二表面以及位于所述防眩表面和所述第二表面之间的体部分,并且所述衍射元件被布置在所述体部分中。

10. 如权利要求 1-9 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述防眩表面是粗糙表面,其具有在没有表面波长滤波的情况下测得的在从约 60nm 至约 600nm 的范围内的总 RMS 粗糙度  $R_{\text{total}}$ 。

11. 如权利要求 10 所述的透明基板,其特征在于,所述粗糙表面具有:在从约  $40 \mu\text{m}$  至约  $640 \mu\text{m}$  的横向空间周期范围内测得的多达约 300nm 的第一 RMS 表面粗糙度  $R_{\text{long}}$ ;以及在小于约  $20 \mu\text{m}$  的横向空间周期处测得的第二 RMS 表面粗糙度  $R_{\text{short}}$ ,其中比值( $R_{\text{long}}/R_{\text{short}}$ )小于约 3.9。

12. 如权利要求 1-11 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述透明基板具有小于约 20% 的透射雾度。

13. 如权利要求 1-12 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述透明基板具有小于约 85 的  $20^\circ$  图像清晰度。

14. 如权利要求 1-13 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述透明基板包括聚合材料片。

15. 如权利要求 1-14 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述透明基板包括玻璃片。

16. 如权利要求 15 所述的透明基板,其特征在于,所述玻璃片被加强。

17. 如权利要求 15 或 16 所述的透明基板,其特征在于,所述玻璃片通过离子交换被加强,且所述玻璃片具有至少一个表面,所述至少一个表面具有处于压缩应力之下的区域,所述区域从所述表面延伸到所述透明基板内的层深。

18. 如权利要求 15-17 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述压缩应力至少约为 350MPa 且所述层深至少为 15  $\mu\text{m}$ 。

19. 如权利要求 15-18 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述玻璃片包括钠钙玻璃、碱铝硅玻璃以及碱铝硼硅玻璃中的一种。

20. 如权利要求 19 所述的透明基板,其特征在于,所述玻璃包括至少 2 摩尔 % 的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  或  $\text{ZrO}_2$ 。

21. 如权利要求 1-20 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述防眩表面包括具有至少约 80nm 的 RMS 幅度的粗糙表面部分以及非粗糙表面部分,其中所述非粗糙表面部分形成所述防眩表面的多达约 0.1 的部分,且其中所述粗糙表面部分形成所述防眩表面的剩余部分。

22. 如权利要求 1-21 中任一项所述的透明基板,其特征在于,多个像素中的每一个像素具有像素尺寸,所述多个像素当被透过所述透明基板观看时具有在相邻像素之间的小于所述像素尺寸的三分之二的间隙。

23. 如权利要求 1-22 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述透明基板当被布置在所述像素化显示器的前面时具有小于约 7.5% 的像素功率偏差,所述像素化显示器具有多个像素和成像平面,使得所述防眩表面位于所述像素化显示器的远端且与所述成像平面隔开预定的距离。

24. 如权利要求 23 所述的透明基板,其特征在于,所述透明基板具有小于约 80 的  $20^\circ$  图像清晰度。

25. 如权利要求 23 或 24 所述的透明基板,其特征在于,所述像素化显示器独自具有第二像素功率偏差,且与所述像素化显示器结合的所述透明基板的像素功率偏差小于比所述第二像素功率偏差大了大约 4% 的值。

26. 如权利要求 23-25 中任一项所述的透明基板,其特征在于,所述像素化显示器独自具有第二像素功率偏差,且与所述像素化显示器结合的所述透明基板的像素功率偏差小于比所述第二像素功率偏差大了大约两倍的值。

27. 一种显示器系统,所述显示器系统包括:

包括多个像素的像素化显示器,所述多个像素中的每一个像素具有像素尺寸;

布置在所述像素化显示器的前面且与所述像素化显示器基本上平行的透明基板,所述透明基板具有位于所述像素化显示器远端的防眩表面;以及

布置在所述防眩表面和所述像素化显示器之间的衍射元件。

28. 如权利要求 27 所述的显示器系统,其特征在于,所述衍射元件被布置在所述基板的第二表面上,所述第二表面与所述防眩表面相反。

29. 如权利要求 28 所述的显示器系统,其特征在于,所述衍射元件具有第一折射率,且所述第二表面与具有不同于所述第一折射率的第二折射率的环氧树脂层相接触。

30. 如权利要求 28 或 29 所述的显示器系统,其特征在于,所述衍射元件与所述第二表面是一体的。

31. 如权利要求 28-30 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述衍射元件包括周期性的光栅、准周期性的光栅、非周期性的光栅、或随机相位图案。

32. 如权利要求 31 所述的显示器系统,其特征在于,所述多个像素与所述随机相位图案隔开一距离,所述多个像素具有带衍射圆锥的漫射角能量分布,所述衍射圆锥位于所述像素尺寸除以将所述随机相位图案与所述多个像素隔开的距离的 10% 以内。

33. 如权利要求 31 或 32 所述的显示器系统,其特征在于,所述周期性的光栅具有光栅周期  $T$  和衍射级  $k$ ,其中所述周期性的光栅与像素隔开光程  $D$ ,所述像素发射具有波长  $\lambda$  的光,并且其中  $k \cdot D \cdot \lambda / \text{节距} < T < 2k \cdot D \cdot \lambda / \text{节距}$ 。

34. 如权利要求 31-33 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述衍射元件被布置在聚合膜上,所述聚合膜被布置在所述第二表面上。

35. 如权利要求 31-34 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述周期性的光栅具有约为所述像素尺寸的三分之一的光栅周期。

36. 如权利要求 27-35 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述透明基板具有与所述防眩表面相反的第二表面以及位于所述防眩表面和所述第二表面之间的体部分,并且所述衍射元件被布置在所述体部分中。

37. 如权利要求 27-36 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述防眩表面是粗糙表面,其具有在没有表面波长滤波的情况下测得的在从约 60nm 至约 600nm 的范围内的总 RMS 粗糙度  $R_{\text{total}}$ 。

38. 如权利要求 37 所述的显示器系统,其特征在于,所述粗糙表面具有:在从约  $40 \mu\text{m}$  至约  $640 \mu\text{m}$  的横向空间周期范围内测得的多达约 300nm 的第一 RMS 表面粗糙度  $R_{\text{long}}$ ;以及在小于约  $20 \mu\text{m}$  的横向空间周期处测得的第二 RMS 表面粗糙度  $R_{\text{short}}$ ,其中比值 ( $R_{\text{long}}/R_{\text{short}}$ ) 小于约 3.9。

39. 如权利要求 37 或 38 所述的显示器系统,其特征在于,所述透明基板具有小于约 20% 的透射雾度。

40. 如权利要求 37-39 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述透明基板具有小于约 85 的  $20^\circ$  图像清晰度。

41. 如权利要求 27-40 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述透明基板包括聚合材料片。

42. 如权利要求 27-41 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述透明基板包括玻璃片。

43. 如权利要求 42 所述的显示器系统,其特征在于,所述玻璃片被加强。

44. 如权利要求 43 所述的显示器系统,其特征在于,所述玻璃片通过离子交换被加强,且所述透明基板具有至少一个表面,所述至少一个表面具有处于压缩应力之下的区域,所述区域从所述表面延伸到所述透明基板内的层深。

45. 如权利要求 44 所述的显示器系统,其特征在于,所述压缩应力至少约为 350MPa 且所述层深至少为  $15 \mu\text{m}$ 。

46. 如权利要求 42-45 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述玻璃片包括钠钙玻璃、碱铝硅玻璃以及碱铝硼硅玻璃中的一种。

47. 如权利要求 42-46 中任一项所述的显示器系统,其特征在于,所述玻璃包括至少 2

摩尔 % 的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  或  $\text{ZrO}_2$ 。

48. 如权利要求 27-47 中任一项所述的显示器系统,其特征在於,所述防眩表面包括具有至少约 80nm 的 RMS 幅度的粗糙表面部分以及非粗糙表面部分,其中所述非粗糙表面部分形成所述防眩表面的多达约 0.1 的部分,且其中所述粗糙表面部分形成所述防眩表面的剩余部分。

49. 如权利要求 27-49 中任一项所述的显示器系统,其特征在於,透过所述透明基板观看的所述多个像素中的每一个像素具有在相邻像素之间的小于所述像素尺寸的三分之二的间隙。

50. 如权利要求 27-49 中任一项所述的显示器系统,其特征在於,所述透明基板具有小于约 7.5% 的像素功率偏差。

51. 如权利要求 50 所述的显示器系统,其特征在於,所述透明基板具有小于约 80 的  $20^\circ$  图像清晰度。

52. 如权利要求 50 或 51 所述的显示器系统,其特征在於,所述像素化显示器独自具有第二像素功率偏差,且与所述像素化显示器结合的所述透明基板的像素功率偏差小于比所述第二像素功率偏差大了大约 4% 的值。

53. 如权利要求 50-52 中任一项所述的显示器系统,其特征在於,所述像素化显示器独自具有第二像素功率偏差,且与所述像素化显示器结合的所述透明基板的像素功率偏差小于比所述第二像素功率偏差大了大约两倍的值。

## 所设计的用于减少显示闪烁的防眩表面

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据 35U.S.C. § 119 要求 2011 年 5 月 27 日提交的美国临时申请 S/N: 61/490,706 的优先权,本申请基于该临时申请的内容并且该临时申请的内容通过引用而整体结合于此。

### 背景技术

[0003] 本公开涉及透明基板以及具有防眩性质的设备。更特别地,本公开涉及透明基板以及具有减少由像素化的显示器所产生的图像中的闪烁的结构和设备。

[0004] 诸如液晶显示器(LCD)和有机发光二极管(OLED)之类的像素化显示器被广泛用于各种信息、通信和娱乐设备中。此类显示器经常包括防眩处理,诸如膜、涂层或表面,以通过减少环境光的镜面反射来增强显示器的可视性。

[0005] 显示器“闪烁”或“闪耀”是在将防眩表面或光散射表面引入像素化显示器系统中时会发生的一般不期望有的副作用。闪烁与显示器的非常细微的粒状外观相关联,且在改变显示器的视角时颗粒的图案可能看起来是移动的。显示器闪烁可被表示为在大约像素水平尺寸级别下的亮斑、暗斑和 / 或色斑。

### 发明内容

[0006] 提供具有防眩表面的透明基板,该防眩表面具有减少的闪烁。透明基板具有粗糙的防眩表面以及在该基板内或在该基板的反面上的衍射元件。衍射元件是根据衍射定律修改光的光学元件,并且可包括周期性的光栅、准周期性的光栅、非周期性的光栅、或通过填充在像素化的显示器中的子像素之间的间隙来减少闪烁的随机相位图案。还提供包括透明基板和像素化显示器的显示器系统。透明基板和显示器系统可用于电子信息、通信和娱乐设备中。

[0007] 因此,本公开的一个方面在于提供包括防眩表面和位于防眩表面下的衍射元件的透明基板,其中透明基板当位于像素化显示器的前面时至少部分地减少了在像素化显示器中的像素间的间隙。

[0008] 本公开的第二方面在于提供显示器系统。显示器系统包括:包括多个像素的像素化显示器,该多个像素中的每个像素具有像素尺寸;位于像素化显示器的前面且与像素化显示器基本上平行的透明基板,该透明基板具有位于像素化显示器远端的防眩表面;以及位于防眩表面和像素化显示器之间的衍射元件。

[0009] 根据以下详细描述、附图以及所附权利要求书,这些以及其它方面、优点和突出特征将变得显而易见。

### 附图说明

[0010] 图 1 是包括矩形红色、绿色和蓝色子像素的像素的示意性表示;

[0011] 图 2 是包括透明基板和像素化显示器的显示器系统的截面示意图;

[0012] 图 3a 是穿过不包括衍射元件的透明基板看到的像素组的示意性表示,其中绿色子像素被激发而红色和蓝色子像素没有被激发;

[0013] 图 3b 是穿过包括衍射元件的透明基板看到的像素组的示意性表示,其中绿色子像素被激发而红色和蓝色子像素没有被激发;

[0014] 图 4 是由用于绿色光的正弦光栅所散射的角能量分布图;

[0015] 图 5 是由用于红色光的正弦光栅所散射的角能量分布图;以及

[0016] 图 6 是作为粗糙防眩表面的周期的函数的像素功率偏差(PPD)的图。

## 具体实施方式

[0017] 在以下描述中,在附图所示的若干视图中相同的附图标记指示相同或相应的部件。还应理解,诸如“顶部”、“底部”、“向外”、“向内”等等之类的术语是属于方便性的词语并且不应被解释为限制性术语。另外,无论何时组被描述为或者包括一组元件中的至少一个及其组合或者由一组元件中的至少一个及其组合组成,应理解该组可包括任意数量的所述那些元件或者由任意数量的所述那些元件组成,无论那些元件是单独的还是彼此组合的。除非另外指出,所述的数值范围包括该范围的上限和下限两者以及其间的任意子范围。如本文所使用的,不定冠词“一”、“一个以及相应的定冠词“该”是指“至少一个”或者“一个或多个”,除非另外指出。附图不一定按比例绘制,并且为了清楚和简明附图的某些特征和某些视图可被事物成比例地或示意性地放大。

[0018] 一般地参见附图以及特别地参见图 1,将会理解例示是出于描述特定实施例的目的并且不旨在将本公开或所附权利要求局限于此。

[0019] 显示器“闪烁”或“闪耀”是通常不期望的副作用,当将防眩表面或光散射表面引入像素化的显示器系统(诸如,例如液晶显示器(LCD)、有机发光二极管(OLED)、触摸屏、反射型显示器等等)时会发生这种显示器“闪烁”或“闪耀”。显示器系统可包括有源矩阵、无源矩阵和/或静态显示器,诸如印刷图像。这种显示器闪烁在类型和起源方面不同于在投射或激光系统中观察到和表征的“闪烁”或“闪耀”的类型。闪烁与显示器的非常细微的粒状外观相关联,且在改变显示器的视角时颗粒的图案可能看起来是移动的。显示器闪烁可被表示为在大约像素水平尺寸级别下的亮斑、暗斑和/或色斑。

[0020] 防眩表面经常用于此类像素化显示器应用以避免或减少环境光的镜面反射。这些防眩表面典型地是通过向该表面提供一定程度的粗糙度以一定角度展开该表面所反射的光来形成的。例如,这可通过应用具有粗糙表面或纹理的膜或者通过使基板的天然表面变粗糙来完成的。

[0021] 在诸如 LCD 显示器等等之类的像素化显示器中,彩色图像通常通过使用相邻的红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)像素来创建。在非限制性示例中,图 1 示出像素 100 的示意性表示,像素 100 包括矩形红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)子像素,这些子像素的尺寸在 X 方向上大约为像素 100 的尺寸(或节距)的三分之一且在 Y 方向上等于像素 100 的尺寸。作为这种类型的几何形状的结果,单色(即,红色、蓝色或绿色)图像组成具有约为像素尺寸三分之二的间隙的子像素。该像素间的间隙是造成在由多个像素 100 生成的图像中产生一定程度的闪烁的原因。如果没有像素间的间隙存在或被观看者察觉到,则闪烁将不会被观察到,无论防眩表面的粗糙度如何。本领域普通技术人员将会理解,本公开涵盖除了图 1 所示以外的

像素和子像素几何形状。其它像素几何形状包括,但不限于:具有不同尺寸的子像素(例如,是红色和绿色子像素两倍大以补偿蓝色光源的低亮度的蓝色子像素);非矩形子像素;具有不止三个子像素的像素,包括具有非标准颜色(例如,RGB加上白色)的子像素;其中在每个子像素内可能有进一步细分的子像素;以及被安排在具有比图1所示的更复杂的对称的配置中的子像素。

[0022] 在一个方面,提供包括防眩表面和衍射元件的透明基板(在本文中也称为“基板”)。在一些实施例中,基板包括聚合材料的透明片,诸如但不限于聚碳酸酯等等。在其它实施例中,基板包括透明玻璃板。透明基板可以是平板或三维板,诸如例如弯曲的板。在另一个方面,提供包括本文所述的透明基板和像素化显示器的显示器系统。图2示出包括透明基板和像素化显示器的这种显示器系统的截面示意图。显示器系统200包括透明基板205和像素化显示器250。透明基板205沿着光路230被布置在像素化显示器250的前面。在一些实施例中,透明基板基本上平行于像素化显示器250。透明基板205具有厚度 $t$ 、防眩表面210以及位于防眩表面210之下的衍射元件220。在图2所示的实施例中,衍射元件220被布置在与防眩表面210相反的第二表面215上。在一些实施例中,衍射元件220被布置在聚合膜或环氧树脂层中,该聚合膜或环氧树脂层被布置在第二表面215上。在其它实施例中,衍射元件220被布置在透明基板205的体积内且在防眩表面205和第二表面215之间。像素化显示器250可以是LCD显示器、OLED显示器或本领域已知的显示器等等,并且与包括多个像素252的玻璃基板205分离。像素化显示器250通过间隙255与透明基板205分离,并且多个像素252通过光程 $d$ 与衍射元件220分离。

[0023] 防眩表面210是使反射的图像变模糊至某一程度的粗糙表面。在一些实施例中,防眩表面210包括涂覆或构造的聚合膜(通常为极化膜),其被直接层压到透明基板205的表面。在其它实施例中,防眩表面210可通过直接或者经由耐酸或耐碱掩模而化学地蚀刻该透明基板200的表面来形成。当透明基板205位于像素化显示器250的前面时,防眩表面210沿着光路230定位并且在像素化显示器250的远端使得防眩表面210面对观看者。

[0024] 闪烁的幅度是许多参数的函数。当防眩表面210主要包含高空间频率时或者用于将防眩表面210与多个像素252分离的距离较小时,闪烁一般减少。如此,有兴趣使用具有高空间频率的防眩表面。然而,随着这些空间频率增大,防眩表面的混浊也增大,导致像素化显示器250的对比度很差。为了解决这一难题,可使透明基板205的防眩表面210和第二表面215两者粗糙。前防眩表面210具有足够低以避免产生混浊但足够高以使反射的图像模糊的空间频率。第二表面215主要具有较高的空间频率以便使可能由前防眩表面210产生的闪烁最小化。另外,第二表面215可包括防反射涂层或层或者折射率匹配的环氧树脂以避免由第二表面215上的反射所产生的额外的混浊。

[0025] 除了混浊和闪烁之外,还应考虑显示器分辨率。随着背面的空间频率增大以消除闪烁,由单个像素发射的光的能量在较大区域上展开;即,通过透明基板205观看到的像素的大小变得更大并且可降低图像的锐度。为了避免图像质量的可视的劣化,来自像素的光的被展开的幅度应当小于人眼分辨率(约1弧分)。例如,对于观察者通常位于离屏幕约半米处的手持式设备,该能量应当在所有方向上在小于0.15mm的距离上展开。

[0026] 在一些实施例中,第二表面215的纹理可以是随机的或者包括微透镜阵列、随机相位图案、或设置在第二表面215上的其它衍射元件(诸如周期性结构、周期性光栅、准周



期性光栅、非周期性光栅等等)。周期性结构提供对其中来自多个像素的光和能量由透明基板 210 展开的方式的较好控制。在如图 1 所述安排像素的特定情况下,第二表面 215 应当具有沿 X 方向使光展开的纹理。在该配置中,通过使用包括周期性结构的衍射元件(诸如,例如其主轴沿像素的 X 轴对准的光栅),可获得最大程度的闪烁减少而不需要使图像分辨率妥协太多。

[0027] 当透明基板 205 置于像素化显示器 250 前面时,衍射元件 220 沿着光路 230 定位且位于防眩表面 210 和像素化显示器 250 之间,使得当通过衍射元件 220(和防眩表面 210)观看时,由像素化显示器 250 所生成的图像中的像素之间的间隙减小。在一个实施例中,间隙被减小至小于单独像素的长度(或宽度)的约三分之一。在一些实施例中,间隙对于肉眼而言是不可见的。

[0028] 出于例示衍射元件 220 的功能及底层概念的目的,考虑这样一种衍射元件 220,即在该衍射元件 220 中穿过衍射元件 220 的大部分能量被衍射成 -1、0 和 +1 级。假设对于三个衍射级而言衍射效率大部分是相等的并且衍射沿着 X 轴(图 1)发生。

[0029] 当衍射元件 220 被插入到光路 230 中时,像素化显示器 250 中的每个子像素(图 1)被复制到与三个衍射级相对应的 3 个图像中。这些复制图像沿 X 轴(图 1)移位一幅度或位移,该幅度或位移大致等于:

$$[0030] \quad dx = D \cdot \tan(\theta) \quad (1),$$

[0031] 其中  $\theta = \lambda / T$ ,  $dx$  是横向位移,  $D$  是从像素 255 (图 2) 到衍射元件 220 的光程,  $\theta$  是衍射角,  $\lambda$  是波长, 以及  $T$  是衍射光栅周期。光程 255 等于物理距离乘以由距离  $d$ (图 1) 所跨越的区域的光折射率。在图 3a 和图 3b 中示意性地示出其中衍射光栅周期  $T$  被选择使得横向位移  $dx$  等于像素尺寸的三分之一的情况。在图 3a 和图 3b 中,绿色子像素 G1、G2 和 G3 被激活或者处于“开启”状态,而红色子像素 R1、R2 和 R3 以及蓝色子像素 B1、B2 和 B3 没有被激活或者处于“关闭”状态。在没有衍射元件 220 的情况下(图 3a),在子像素 G1、G2 和 G3 之间感知到在所观看的图像中产生闪烁的间隙 310。当将衍射元件 220 置于光路 230 中时(图 3b),子像素之间的间隙被子像素 G1、G2 和 G3 的 -1 和 +1 衍射级填充,且像素间的间隙 310 或间隔消失。尽管图 3a 中的像素间间隙 310 存在于 X 方向中,但是在一些实施例中,此类像素间间隙可存在于 Y 方向中,并且可按与上述类似的方式来填充。

[0032] 衍射元件影响通过透明基板观看的图像的分辨率,并且应当对照像素模糊来平衡闪烁减少。因此,衍射光栅周期  $T$  可被选择以提供稍大于或稍小于像素尺寸的  $1/3$  (即,在其  $\pm 10\%$  内)的横向位移  $dx$  以平衡闪烁减少和模糊。

[0033] 实验指示当像素之间的间隙被衍射周期完美匹配时实现最佳闪烁减少。为了实现这一目标,位移  $dx$  必须等于单个彩色像素节距或尺寸(节距)的三分之一。衍射光栅周期  $T$  通过下式给出:

$$[0034] \quad T = 3D \cdot \lambda / \text{节距} \quad (2).$$

[0035] 然而,取决于应用,这种光栅周期可导致显著的图像质量劣化。通过将  $3D \cdot \lambda / \text{节距}$  (等式(2)) 设置为光栅周期  $T$  的下限且将等式(2) 的值的两倍( $6D \cdot \lambda / \text{节距}$ ) 设置为上限,可减少劣化量。

$$[0036] \quad 3D \cdot \lambda / \text{节距} < T < 6D \cdot \lambda / \text{节距} \quad (3).$$

[0037] 等式(2) 和(3) 可被外推到具有不止三个衍射级的周期结构。在该情况下,等式

(3) 变成：

$$[0038] \quad k \cdot D \cdot \lambda / \text{节距} < T < 2k \cdot D \cdot \lambda / \text{节距} \quad (4),$$

[0039] 其中  $k$  表示由结构所衍射的主要衍射级。

[0040] 在一些实施例中，衍射元件 220 包括设置在基板 200 的第二表面 215 上的周期性光栅或纹理。如上所示，周期性光栅可具有光栅周期，该光栅周期通过在  $dx$  等于存在于像素化显示器 250 中的像素的尺寸的三分之一时求解等式(1)来获得。在其它实施例中，衍射元件 220 可包括准周期光栅、非周期光栅或随机相位图案。

[0041] 为了实现最佳闪烁减少，通过衍射元件看到的图像应当尽可能均匀。在三级衍射光栅中，这可通过使所有三个衍射级在幅度上相等来达成。例如，图 4 示出相位调制峰谷比 (PTV) 幅度为 0.45PTV (以  $2\pi$  为单位) 的正弦光栅的衍射效率。这种光栅将用于像素尺寸为 100 微米且  $d=2.256\text{mm}$  的显示器系统中。像素功率/能量在三个衍射级之间相等地分布，其包含衍射功率/能量的大约 90%。类似的衍射效率可利用调制幅度为 0.32PTV 的方形光栅来达成。

[0042] 当周期结构具有不止三个衍射级时，末端衍射级必须具有比中央级更高的幅度以便达成相同同质的图像扩展。

[0043] 针对具有三个衍射级的光栅，在表格 1 中列举了与不同类型的显示器相对应的典型光栅周期。针对  $0.53\mu\text{m}$  的波长  $\lambda$  计算了光栅周期。

[0044] 表格 1. 针对不同类型显示器的光栅周期。

[0045]

显示器类型	光程 D	像素节距	光栅周期
	(mm)	(mm)	(微米)
膝上型计算机	1	0.191	8.35 至 16.2
手持式设备	2.4	0.194	19.8 至 39.6
视网膜显示器	1.2	0.078	24.5 至 49

[0046] 表格 1 中的光程 D 是使用显微镜物镜来测量的。显微镜首先在第一位位置 P1 处聚焦以使像素化显示器中的像素对准焦点。随后将焦点调整到第二位位置 P2，该第二位位置 P2 对应于 LCD 显示器堆栈的最后表面。光程被定义为第一和第二位置之间的距离 ( $P2 - P1$ ) 并考虑 LCD 堆栈内部材料的折射率。

[0047] 在其中衍射光栅具有正弦形状且光栅折射率对比度为 0.5 的那些实例中，在表格 1 中所列举的所有三种情况中衍射级的最佳幅度为大约  $0.48\mu\text{m}$ 。在方形光栅的情况下，理想幅度是  $0.34\mu\text{m}$  且光栅占空因数接近或约为 50%。

[0048] 尽管以上表格 1 中所述的示例在假设衍射元件 220 通过表面纹饰获得的情况下被计算，但是衍射元件 220 也可包括具有体散射性质的组件。例如，衍射元件 220 可包括透明基板 200 的一部分，其中透明基板 205 的折射率已被修改(例如，通过经由掩模的玻璃基板的离子交换)以产生折射率的局部变化。当光传播通过基板时，这些局部变化可引起光波中的某些相位调制，从而产生与表面纹饰类似的衍射效果。

[0049] 例如,在高分辨率显示器中,像素尺寸约为  $75\ \mu\text{m}$ 。针对绿色(大约  $532\text{nm}$ )来优化显示器系统 200 的参数并假定从像素 252 到衍射元件 220 的光程  $d$  (图 2) 为  $3\text{mm}$ ,衍射角为  $8.3\text{mRd}$ ( $0.48$  度),与  $63.8\ \mu\text{m}$  的光栅周期相对应。假定在像素化显示器 250 之间有折射率  $n = 1$  的空气间隙 255 且衍射元件包括周期正弦光栅,则粗糙度的最佳幅度为  $0.48\ \mu\text{m}$ ,这与相对浅的表面轮廓(即,光栅幅度是光栅周期的大约百分之一)相对应。

[0050] 在其它实施例中,衍射元件 220 包括随机相位图案。随机相位图案可具有截止频率,使得漫射角能量分布是具有衍射圆锥的矩形分布,该衍射圆锥等于该像素尺寸除以从像素 252 到衍射元件 220 的距离  $d$  (图 2)。

[0051] 衍射元件 220 的效率和衍射角对于三个像素颜色中的每一个将会是不同的。由于人眼的白昼视觉响应在绿色中比在其它颜色(即,红色,蓝色)中高得多,因此白色图像中的亮度的大约 70% 是由绿色子像素产生的。如此,一般期望针对绿色优化衍射元件 220 和显示器系统 200 的参数,并且接受红色和蓝色中的稍低分辨率和稍高闪烁。

[0052] 假定显示器系统 200 已在绿色( $532\text{nm}$ )周围被优化,在图 5 中描绘了红色( $632\text{nm}$ )光的衍射的能量分布。与  $-1$  级和  $+1$  级中的 25% 相比较,衍射元件 220 在红色中的效率在 0 级中为 45%。尽管闪烁将被减少,但是该减少将不会像绿色中那么有效率。

[0053] 衍射元件 220 可作为聚合膜被施加到基板 200 的第二表面 215。或者,衍射元件 220 可在第二表面 215 上形成且与第二表面 215 一体化。

[0054] 在一些实施例中,间隙 255 用环氧树脂(未示出)来填充以便接触第二表面 215 并将透明基板 205 粘附或接合至像素化显示器 250。环氧树脂具有与透明基板 205 的折射率部分匹配的折射率,以便消除像素化显示器的第二表面 215 和前面 252 上的菲涅尔反射。环氧树脂具有与衍射元件 220 不同的折射率以及足够低以削弱菲涅尔反射的折射率对比度。同时,环氧树脂的折射率对比度足够大以将衍射元件的粗糙度幅度保持在合理水平。例如,在折射率对比度为 0.05 的情况下,菲涅尔反射的幅度约为 0.04% 且对于正弦光栅和方形光栅理想的光栅幅度分别为  $4.8\ \mu\text{m}$  和  $3.4\ \mu\text{m}$ 。给定大约  $20\ \mu\text{m}$  至  $40\ \mu\text{m}$  的相对大周期,此类幅度对于诸如显微光刻法、凹凸印、复制等等之类的光栅制造工艺是可达成的。

[0055] 在一些实施例中,防眩表面 210 具有至少约  $80\text{nm}$  的 RMS 幅度。在一些实施例中,防眩表面与玻璃基板 200 的主体是一体的;即,防眩表面 210 是玻璃基板 200 的一部分,其通过化学或其它刻蚀工艺形成。

[0056] 取决于用于形成防眩表面 210 的工艺,在一些实施例中,防眩表面 210 可能未被粗糙特征完全覆盖;即,防眩表面 210 可能不是同质的。例如,当通过沉积在表面上的掩模来刻蚀透明基板的表面时,在表面上掩模中的开口所存在的位置处产生孔。因此,基板表面的一部分没有被刻蚀且粗糙度贯穿表面或在表面上不是同质分布的。防眩表面 210 的该未刻蚀部分没有被粗糙化,因而相对平滑和平坦。未刻蚀部分可包括多达约 20% 的防眩表面 210,且在其它实施例中,未刻蚀部分可包括多达约 10% 的防眩表面 210,其中粗糙部分包括防眩表面 210 的剩余部分。此类防眩表面在 2011 年 5 月 27 日提交的 Jacques Gollier 等人的题为“Transparent Glass Substrate having Antiglare Surface (具有防眩表面的透明玻璃基板)”的美国临时专利申请 No. 61/490,678 中有所描述,该临时专利申请的内容通过引用整体结合于此。

[0057] 在一些实施例中,防眩表面 210 具有在从约  $40\ \mu\text{m}$  至约  $640\ \mu\text{m}$  的横向空间周期

(有时被称为表面波长)的范围内测量的多达约 300nm 的第一 RMS 粗糙度  $R_{\text{long}}$  ( $R_{\text{长}}$ ), 在小于约  $20 \mu\text{m}$  的横向空间周期测量的第二 RMS 表面粗糙度  $R_{\text{short}}$  ( $R_{\text{短}}$ ), 以及在从约 60nm 直至约 600nm 的范围内在没有表面波长滤波的情况下测量的第三 RMS 粗糙度  $R_{\text{total}}$  ( $R_{\text{总}}$ ), 其中比值( $R_{\text{long}}/R_{\text{short}}$ )小于约 3.9。此类防眩表面在 2011 年 2 月 28 日提交的 Jacques Gollier 等人的题为“Glass having Antiglare Surface with Low Display Sparkle (具有低显示器闪烁的防眩表面的玻璃)”的美国临时专利申请 No. 61/447, 242 中有所描述, 该临时专利申请的内容通过引用整体结合于此。

[0058] 如本文所使用的, 术语“像素功率偏差”和“PPD”是指显示器闪烁的定量测量。通过根据以下过程对显示器像素进行图像分析来计算 PPD。在每个显示器像素周围描绘格栅框。每个格栅框内的总功率是根据相机数据来计算的且作为总功率分配给每个像素。因此每个显示器像素的总功率变成数字数组, 对此可计算平均偏差和标准偏差, 并且 PPD 值被定义为每像素总功率除以每像素平均功率(乘以 100)的标准偏差。测量由相机从每个显示器像素收集的总功率并且跨测量区域(其通常包括约  $30 \times 30$  LCD 像素)计算总像素功率的标准偏差(PPD)。

[0059] 用于获得 PPD 值的测量系统和图像处理计算的细节在 2011 年 2 月 28 日提交的 Jacques Gollier 等人的题为“Apparatus and Method for Determining Sparkle (用于确定闪烁的装置和方法)”的美国临时专利申请 No. 61/447, 285 中有所描述, 该临时专利申请的内容通过引用整体结合于此。

[0060] 当被放置在诸如像素化显示器 250 之类的像素化显示器之前离像素化显示器 250 的成像平面一预定距离  $d_1$  (图 2) 时, 透明基板 205 具有小于约 7.5% 的像素功率偏差。

[0061] 在一些实施例中, 像素化显示器 250 展示了与透明基板 205 分离且独立的第二 PPD。当透明基板 205 与像素化显示器 250 结合时, 透明基板的 PPD 小于比第二 PPD 大了大约 4% 的值。在其它实施例中, 透明基板的 PPD 小于比第二 PPD 大了大约两倍的值。

[0062] 图 6 是作为粗糙防眩表面的周期的函数的 PPD 的绘图。在假定防眩表面是正弦函数的情况下相对于防眩表面的周期来计算 PPD。基于诸如本文所述的那些衍射元件之类的衍射元件不存在于透明基板的第二表面上的情况计算图 6 中的线 A, 且基于诸如本文所述的那些衍射元件之类的衍射元件存在于透明基板的第二表面上的情况计算图 6 中的线 B。图 6 示出透明基板的第二表面上的衍射元件的存在可显著减少 PPD 的总量, 即使在衍射涂层产生闪烁的那些粗糙周期 / 频率(图 6 中约  $130 \mu\text{m}$ ) 处。

[0063] 如本文所使用的, 术语“图像清晰度(DOI)”由题为“Standard Test Methods for Instrumental Measurements of Distinctness-of-Image Gloss of Coating Surfaces(对涂层表面的图像清晰度光泽的仪器测量的标准测试方法)”的 ASTM 过程 D5767 (ASTM5767) 的方法 A 所定义, 其内容通过引用整体结合于此。根据 ASTM5767 的方法 A, 以镜面视角以及以稍微偏离镜像视角的角度在玻璃片的至少一个粗糙表面上进行玻璃反射因子测量。从这些测量获得的值被组合以提供 DOI 值。在一些实施例中, 本文所述的透明基板 205 具有小于约 85 的  $20^\circ$  图像清晰度, 以及在其它实施例中小于约 80。

[0064] 如本文所使用的, 术语“透射雾度”是指根据题为“Standard Test Method for Haze and Luminous Transmittance of Transparent Plastics(透明塑料的雾度和光透射比的标准测试方法)”的 ASTM 过程 D1003 散射到角圆锥外部大约  $\pm 2.5^\circ$  的所透射的光的

百分比,该文献的内容通过引用整体结合于此。在一些实施例中,本文所述的透明基板 205 具有小于约 20% 的透射雾度。

[0065] 本文所述的透明基板可包括离子可交换玻璃,在一些实施例中,离子可交换玻璃通过本领域已知的化学或热方法来加强。在一个实施例中,透明基板通过离子交换来化学地加强。在该过程中,玻璃表面处或附近的金属离子以具有与玻璃中的金属离子相同的化合价的较大金属离子来交换。一般通过将玻璃与诸如例如包含较大金属离子的熔融盐槽之类的离子交换介质相接触来进行交换。金属离子通常是单价金属离子,诸如例如碱金属离子。在一个非限制性示例中,通过将玻璃基板沉浸在包括诸如硝酸钾(KNO<sub>3</sub>)等等之类的熔融钾盐的离子交换槽中来完成含有钠离子的玻璃基板经由离子交换的化学加强。

[0066] 在离子交换过程中由较大金属离子对小金属离子的替换在玻璃中产生处于压缩应力之下的从表面延伸到深度(被称为“层深”)的区域。透明基板的表面处的该压缩应力由玻璃基板内部之内的张应力(也被称为“中央张力”)来平衡。在一些实施例中,本文所述的透明基板的表面当通过离子交换来加强时具有至少 350MPa 的压缩应力,且处于压缩应力之下的区域延伸到表面之下至少 15 μm 的层深。

[0067] 在一些实施例中,本文所述的透明基板包括钠钙玻璃、碱铝硅玻璃或碱铝硼硅玻璃。在一个实施例中,透明基板包括碱铝硅玻璃,该碱铝硅玻璃包括氧化铝,至少一种碱金属,以及在一些实施例中大于 50 摩尔%的 SiO<sub>2</sub>、在其它实施例中至少 58 摩尔%的 SiO<sub>2</sub>、以

及在又一些实施例中至少 60 摩尔%的 SiO<sub>2</sub>,其中比值  $\frac{Al_2O_3(\text{摩尔}\%) + B_2O_3(\text{摩尔}\%)}{\sum \text{碱金属调节剂}(\text{摩尔}\%)} > 1$ ,

其中调节剂是碱金属氧化物。在特定实施例中,该玻璃包括、基本上包含或包含:约 58 摩尔%至约 72 摩尔%的 SiO<sub>2</sub>;约 9 摩尔%至约 17 摩尔%的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;约 2 摩尔%至约 12 摩尔%的 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;约 8 摩尔%至约 16 摩尔%的 Na<sub>2</sub>O;以及 0 摩尔%至约 4 摩尔%的 K<sub>2</sub>O,其中比值

$\frac{Al_2O_3(\text{摩尔}\%) + B_2O_3(\text{摩尔}\%)}{\sum \text{碱金属调节剂}(\text{摩尔}\%)} > 1$ ,其中调节剂是碱金属氧化物。

[0068] 在另一实施例中,透明基板包括碱铝硅玻璃,该碱铝硅玻璃包括、基本包含或包含:约 61 摩尔%至约 75 摩尔%的 SiO<sub>2</sub>;约 7 摩尔%至约 15 摩尔%的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0 摩尔%至约 12 摩尔%的 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;约 9 摩尔%至约 21 摩尔%的 Na<sub>2</sub>O;0 摩尔%至约 4 摩尔%的 K<sub>2</sub>O;0 摩尔%至约 7 摩尔%的 MgO;以及 0 摩尔%至约 3 摩尔%的 CaO。

[0069] 在又一实施例中,本文所述的透明基板包括碱铝硅玻璃,该碱铝硅玻璃包括、基本包含或包含:约 60 摩尔%至约 70 摩尔%的 SiO<sub>2</sub>;约 6 摩尔%至约 14 摩尔%的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0 摩尔%至约 15 摩尔%的 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0 摩尔%至约 15 摩尔%的 Li<sub>2</sub>O;0 摩尔%至约 20 摩尔%的 Na<sub>2</sub>O;0 摩尔%至约 10 摩尔%的 K<sub>2</sub>O;0 摩尔%至约 8 摩尔%的 MgO;0 摩尔%至约 10 摩尔%的 CaO;0 摩尔%至约 5 摩尔%的 ZrO<sub>2</sub>;0 摩尔%至约 1 摩尔%的 SnO<sub>2</sub>;0 摩尔%至约 1 摩尔%的 CeO<sub>2</sub>;少于约 50ppm 的 As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 以及少于约 50ppm 的 Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;其中 12 摩尔% ≤ Li<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O ≤ 20 摩尔%且 0 摩尔% ≤ MgO+CaO ≤ 10 摩尔%。

[0070] 在再一实施例中,本文所述的透明基板包括碱铝硅玻璃,该碱铝硅玻璃包括、基本包含或包含:约 64 摩尔%至约 68 摩尔%的 SiO<sub>2</sub>;约 12 摩尔%至约 16 摩尔%的 Na<sub>2</sub>O;约 8 摩尔%至约 12 摩尔%的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;0 摩尔%至约 3 摩尔%的 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;约 2 摩尔%至约 5

摩尔%的  $K_2O$  ; 约 4 摩尔% 至约 6 摩尔% 的  $MgO$  ; 以及 0 摩尔% 至约 5 摩尔% 的  $CaO$  , 其中 :  $66 \text{ 摩尔} \% \leq SiO_2 + B_2O_3 + CaO \leq 69 \text{ 摩尔} \% ; Na_2O + K_2O + B_2O_3 + MgO + CaO + SrO > 10 \text{ 摩尔} \% ; 5 \text{ 摩尔} \% \leq MgO + CaO + SrO \leq 8 \text{ 摩尔} \% ; (Na_2O + B_2O_3) - Al_2O_3 \leq 2 \text{ 摩尔} \% ; 2 \text{ 摩尔} \% \leq Na_2O - Al_2O_3 \leq 6 \text{ 摩尔} \% ;$  以及  $4 \text{ 摩尔} \% \leq (Na_2O + K_2O) - Al_2O_3 \leq 10 \text{ 摩尔} \% .$

[0071] 在其它实施例中, 本文所述的透明基板包括玻璃, 该玻璃包括  $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $P_2O_5$  以及至少一种碱金属氧化物 ( $R_2O$ ), 其中  $0.75 \leq [(P_2O_5(\text{摩尔}\%) + R_2O(\text{摩尔}\%))/M_2O_3(\text{摩尔}\%)] \leq 1.2$ , 其中  $M_2O_3 = Al_2O_3 + B_2O_3$ 。在一些实施例中,  $[(P_2O_5(\text{摩尔}\%) + R_2O(\text{摩尔}\%))/M_2O_3(\text{摩尔}\%)] = 1$ , 且在一些实施例中, 玻璃不包括  $B_2O_3$  且  $M_2O_3 = Al_2O_3$ 。在一些实施例中, 玻璃包括: 约 40 至约 70 摩尔% 的  $SiO_2$ ; 0 至约 28 摩尔% 的  $B_2O_3$ ; 约 0 至约 28 摩尔% 的  $Al_2O_3$ ; 约 1 至约 14 摩尔% 的  $P_2O_5$ ; 以及约 12 至约 16 摩尔% 的  $R_2O$ 。在一些实施例中, 玻璃包括: 约 40 至约 64 摩尔% 的  $SiO_2$ ; 0 至约 8 摩尔% 的  $B_2O_3$ ; 约 16 至约 28 摩尔% 的  $Al_2O_3$ ; 约 2 至约 12 摩尔% 的  $P_2O_5$ ; 以及约 12 至约 16 摩尔% 的  $R_2O$ 。玻璃还可包括至少一种碱土金属氧化物, 诸如但不限于  $MgO$  和  $CaO$ 。

[0072] 在一些实施例中, 包括本文所述透明基板的玻璃不含锂; 即玻璃包括少于 1 摩尔% 的  $Li_2O$ , 且在其它实施例中少于 0.1 摩尔% 的  $Li_2O$ , 以及在其它实施例中 0 摩尔% 的  $Li_2O$ 。在一些实施例中, 此类玻璃不含砷、锑和钡中的至少一种; 即玻璃包括少于 1 摩尔%、在其它实施例中少于 0.1 摩尔% 的  $As_2O_3$ 、 $Sb_2O_3$  和 / 或  $BaO$ 。

[0073] 尽管出于说明目的陈述了典型的实施例, 但是前述描述不应被视为对本公开或所附权利要求书的范围的限制。因此, 本领域普通技术人员可做出各种修改、调整和替代而不背离本公开的精神和范围。

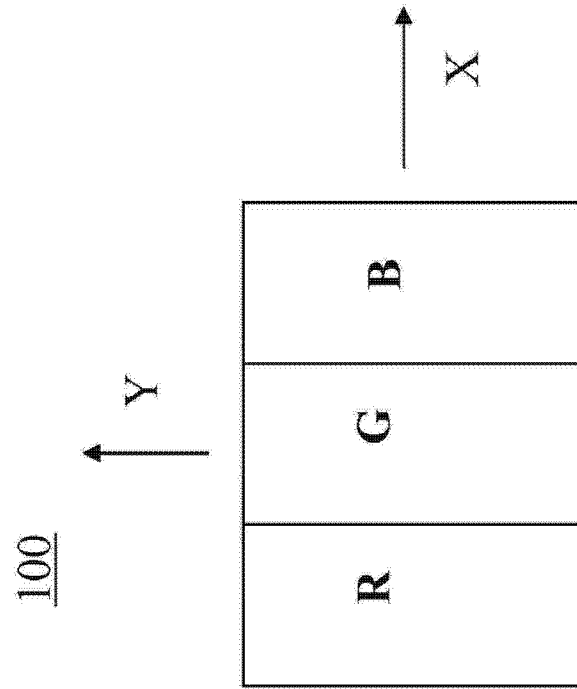


图 1

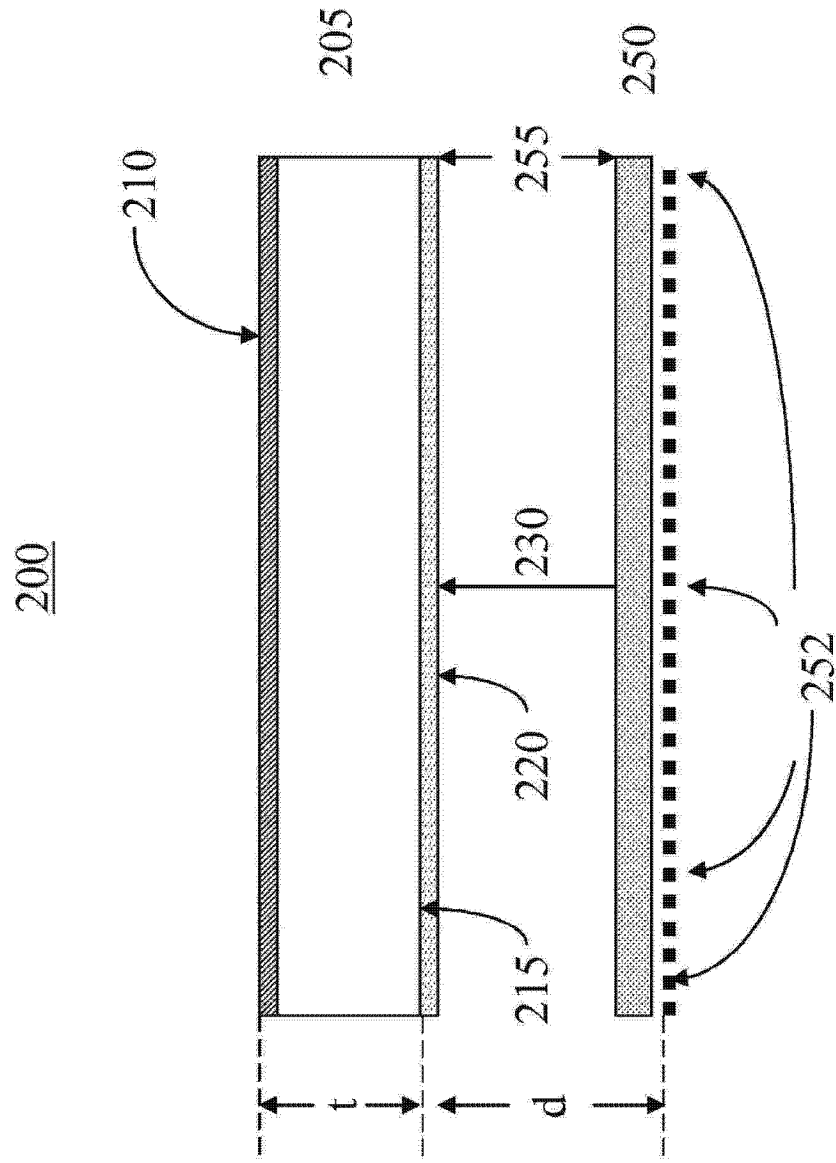


图 2



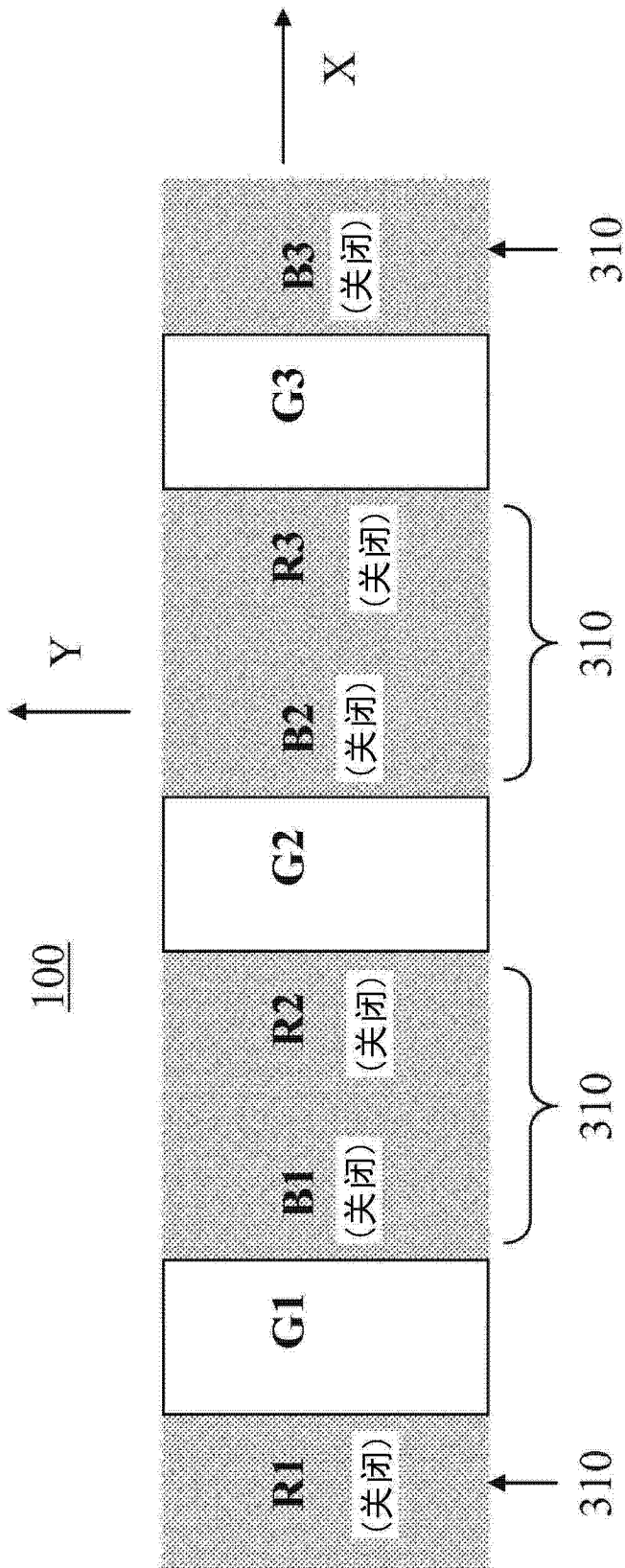


图 3a

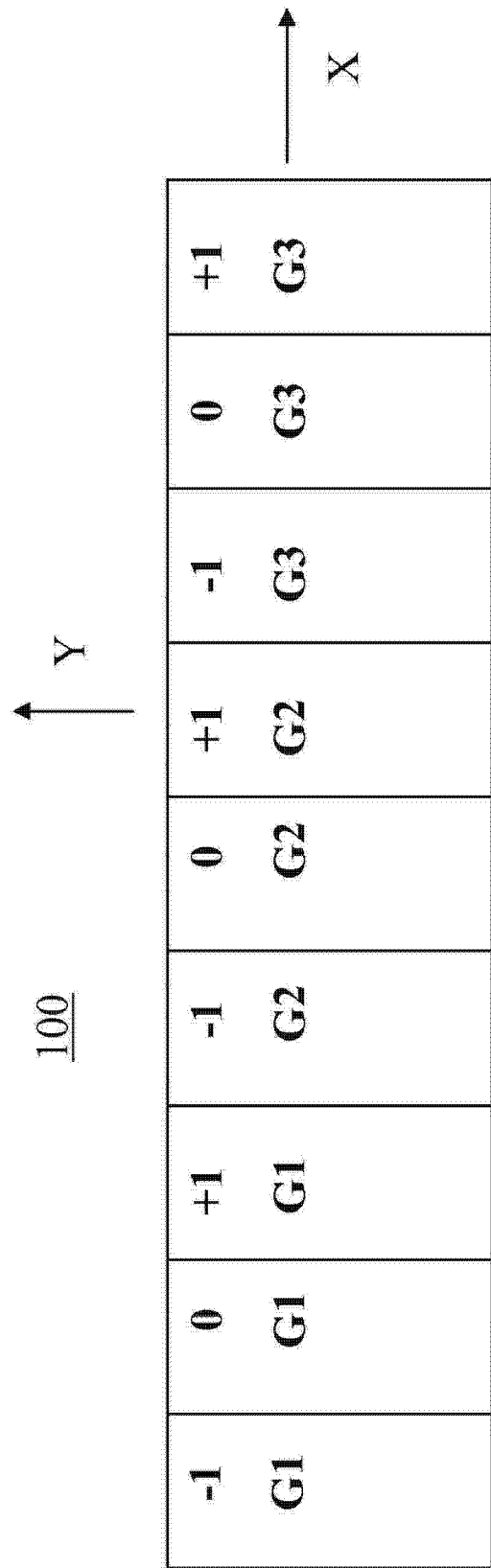


图 3b

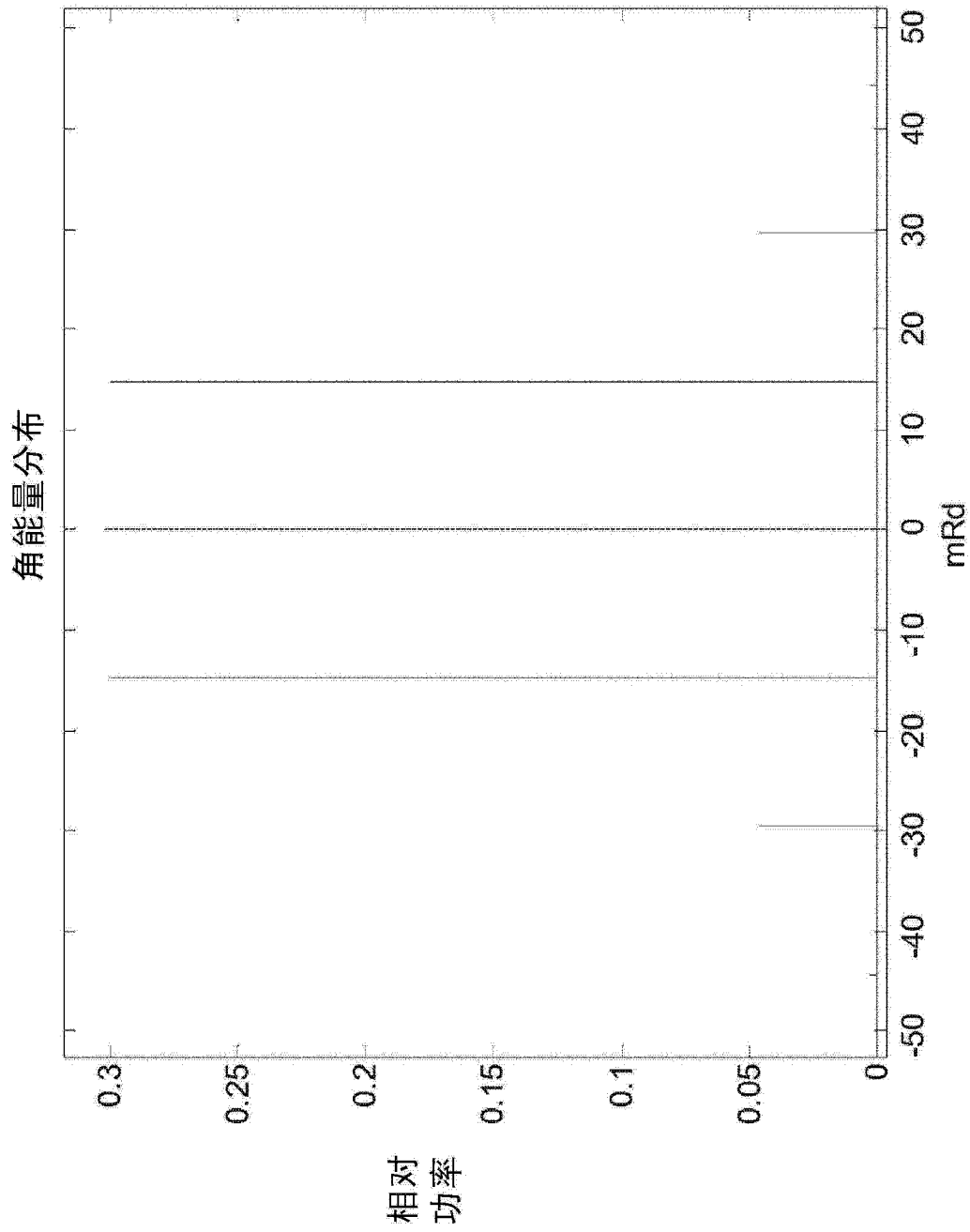


图 4

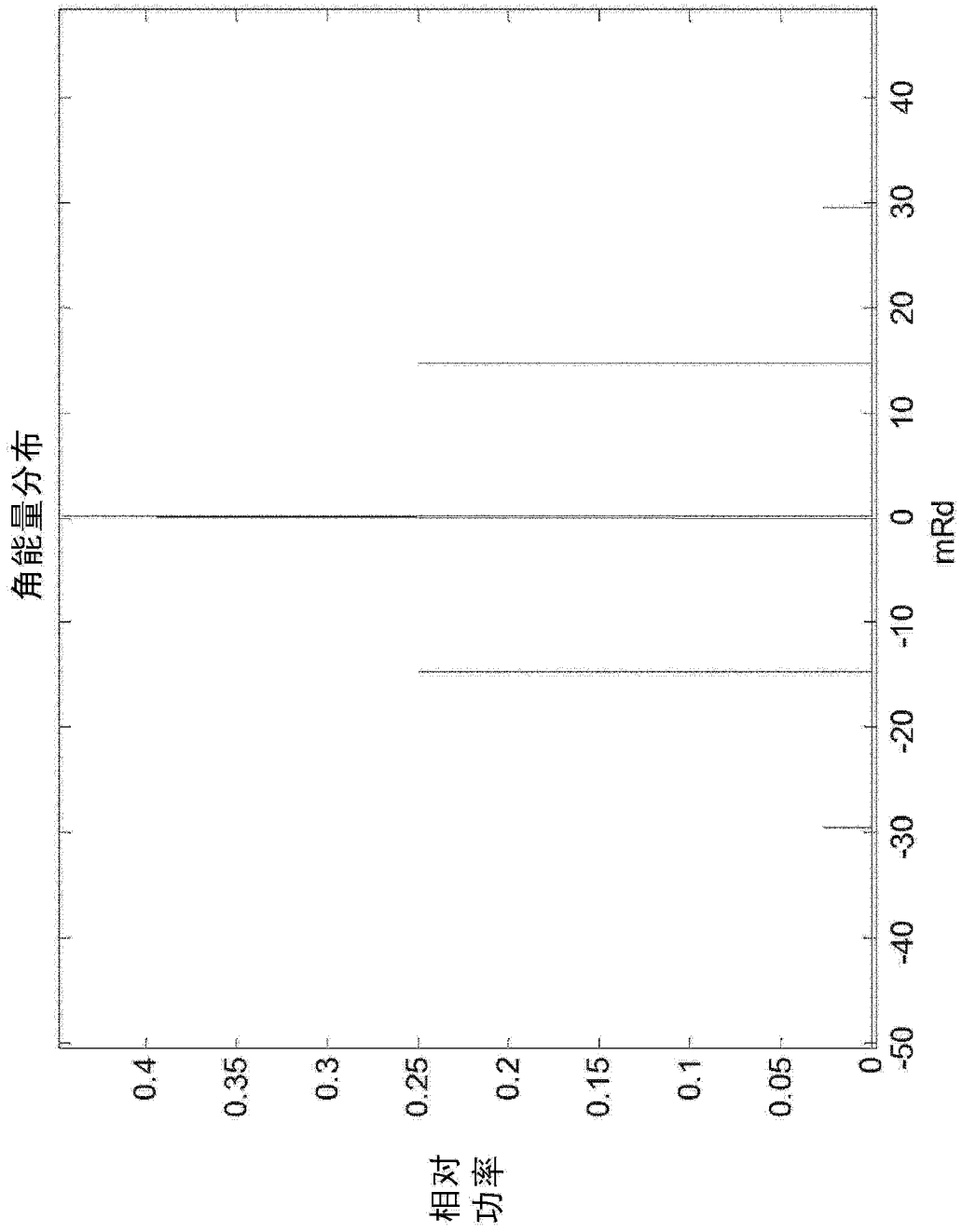


图 5

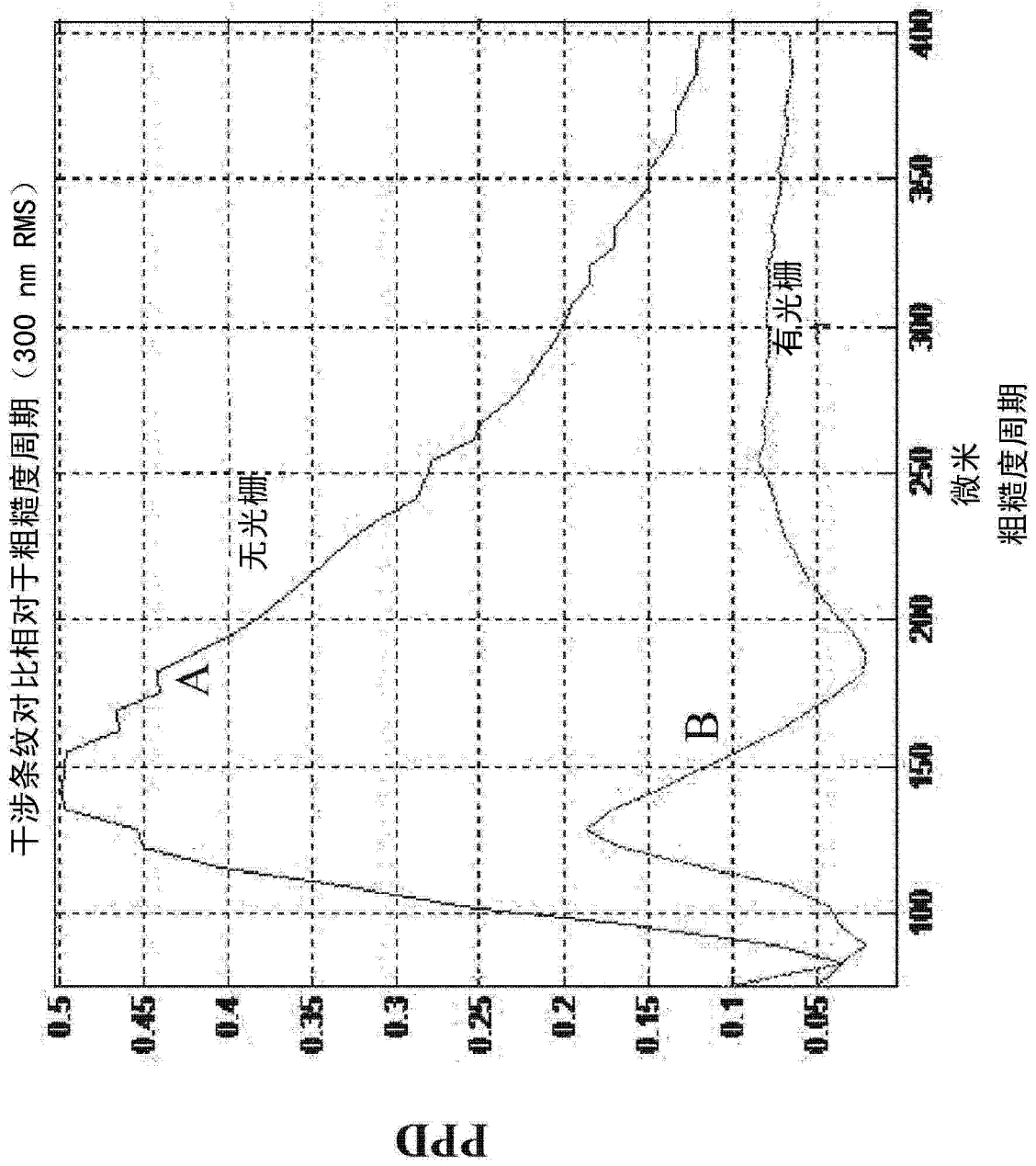


图 6