



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110268311 B

(45) 授权公告日 2022.08.19

(21) 申请号 201880009993.5

(22) 申请日 2018.01.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110268311 A

(43) 申请公布日 2019.09.20

(30) 优先权数据
62/442,332 2017.01.04 US
62/608,513 2017.12.20 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.08.02

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/012218 2018.01.03

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/129068 EN 2018.07.12

(73) 专利权人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 肯尼斯·A·爱泼斯坦
尼古拉斯·A·约翰逊
罗伯特·M·埃蒙斯

(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 顾红霞 张芸

(51) Int.Cl.
G02F 1/13357 (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2010224113 A, 2010.10.07
JP 2011227341 A, 2011.11.10
JP 2007298757 A, 2007.11.15
CN 102067011 A, 2011.05.18
CN 105190369 A, 2015.12.23
KR 20090019301 A, 2009.02.25
JP 2003287819 A, 2003.10.10
WO 2007049511 A1, 2007.05.03
US 2014240839 A1, 2014.08.28
CN 101535880 A, 2009.09.16

审查员 马婧

权利要求书6页 说明书14页 附图23页

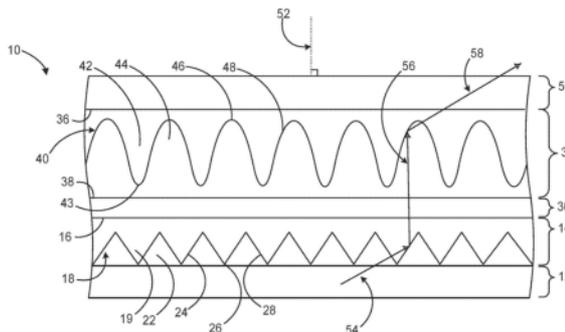
(54) 发明名称

用于在水平平面中增强视图的具有转向膜和透镜状匀光片的光控制膜

(57) 摘要

本公开涉及光学系统,该光学系统包括光导;转向膜,该转向膜包括垂直于显示轴线的第一平滑表面,以及包括多个第一微观结构的第一结构化表面,所述多个第一微观结构限定第一多个平行凹槽,其中转向膜光学耦合到光导,其中转向膜输出在平行于显示轴线的第一平面中准直的光;以及透镜状匀光片,该透镜状匀光片包括垂直于显示轴线的第二平滑表面,以及包括多个第二微观结构的第二结构化表面,所述多个第二微观结构限定第二多个平行凹槽,所述第二多个平行凹槽沿垂直于显示轴线的平面延伸,其中透镜状匀光片光学耦合到转向膜,其中透镜状匀

光片朝向垂直于第一平面的第二平面反射或折射准直的光;其中所述第一多个平行凹槽垂直于第二多个平行凹槽。



CN 110268311 B

1. 一种光学系统,包括:
背光光导,其中所述背光光导输出准直的光;
转向膜,所述转向膜包括:
第一平滑表面,所述第一平滑表面垂直于显示轴线;和
第一结构化表面,所述第一结构化表面包括多个第一微观结构,所述多个第一微观结构限定第一多个平行的凹槽,
其中所述转向膜邻近所述背光光导,其中所述转向膜输出在第一平面中准直的光;以及
透镜状匀光片,所述透镜状匀光片包括:
第二平滑表面,所述第二平滑表面垂直于所述显示轴线;和
第二结构化表面,所述第二结构化表面包括多个第二微观结构,所述多个第二微观结构限定第二多个平行的凹槽,所述第二多个平行的凹槽沿垂直于所述显示轴线的平面延伸,
其中所述透镜状匀光片光学耦合到所述转向膜,其中所述透镜状匀光片朝向垂直于所述第一平面的第二平面反射或折射所述第一平面中准直的光;
其中所述第一多个平行的凹槽垂直于所述第二多个平行的凹槽;并且
其中所述多个第二微观结构中的至少一个第二微观结构限定在75度与80度之间的侧壁底角,所述多个第二微观结构中的至少一个微观结构具有节距 p 、 $2\mu\text{m}$ 以下的尖端半径 $R_{\text{尖端}}$ 和小于0.1的尖端分率,其中所述尖端分率等于 $R_{\text{尖端}}/p$ 。
2. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述透镜状匀光片还包括具有第一折射率的第一材料,其中所述第一材料形成所述多个第二微观结构。
3. 根据权利要求2所述的光学系统,其中所述多个第二微观结构各自包括混合透镜状棱镜,其中每个混合透镜状棱镜的横截面在从所述第二平滑表面至顶点的方向上沿平行于所述显示轴线的平面延伸,其中所述多个第二微观结构限定所述第二多个平行的凹槽。
4. 根据权利要求3所述的光学系统,其中所述透镜状匀光片还包括具有第二折射率的第二材料,其中所述第二材料与所述第一材料相邻,其中所述第一折射率大于所述第二折射率。
5. 根据权利要求4所述的光学系统,其中所述第一折射率和所述第二折射率之间的差值在0.05和0.6之间。
6. 根据权利要求4所述的光学系统,其中所述第一折射率和所述第二折射率之间的差值在0.1和0.3之间。
7. 根据权利要求4所述的光学系统,其中所述第一折射率和所述第二折射率之间的差值在0.15和0.25之间。
8. 根据权利要求3所述的光学系统,其中所述混合透镜状棱镜包括连续的曲面棱镜。
9. 根据权利要求3所述的光学系统,其中所述混合透镜状棱镜包括弓形棱镜。
10. 根据权利要求3所述的光学系统,其中所述多个第一微观结构包括多个两侧的、直面棱镜。
11. 根据权利要求3所述的光学系统,其中所述多个第一微观结构包括多个多面棱镜。
12. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述第一平滑表面与所述第二平滑表面相

邻。

13. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述第一平滑表面与所述第二结构化表面相邻。

14. 根据权利要求13所述的光学系统,其中所述多个第二微观结构的至少一部分至少部分地嵌入所述第一平滑表面中。

15. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述透镜状匀光片被配置为从小于 ± 30 度半峰半宽HWHM的输入光束提供大于 ± 40 度的HWHM亮度。

16. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述透镜状匀光片被配置为从小于 ± 20 度半峰半宽HWHM的输入光束提供大于 ± 50 度的HWHM亮度。

17. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述光学系统还包括液晶显示器,其中所述透镜状匀光片光学耦合到所述液晶显示器。

18. 一种光学系统,包括:

转向膜,所述转向膜包括:

第一平滑表面,其中所述第一平滑表面限定垂直于所述第一平滑表面延伸的显示轴线;和

第一结构化表面,所述第一结构化表面包括多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜,所述多个两侧的、直面棱镜或所述多个多面棱镜包括具有第一折射率的第一材料,其中所述多个两侧的、直面棱镜或所述多个多面棱镜限定垂直于所述显示轴线延伸的位于所述第一结构化表面上的第一多个平行的凹槽;和

具有第二折射率的第二材料,其中所述第二材料与所述多个两侧的、直面棱镜或所述多个多面棱镜相邻,其中所述第一折射率大于所述第二折射率;以及

透镜状匀光片,所述透镜状匀光片包括:

第二平滑表面,其中所述第二平滑表面与所述显示轴线垂直;和

第二结构化表面,其中所述第二结构化表面包括多个第二微观结构,所述多个第二微观结构各自包括弓形棱镜,所述弓形棱镜包括具有第三折射率的第三材料,其中每个弓形棱镜的横截面在从所述第二平滑表面至顶点的方向上沿平行于所述显示轴线的平面延伸,其中所述多个第二微观结构限定位于所述第二结构化表面上的第二多个平行的凹槽,所述第二多个平行的凹槽沿垂直于所述显示轴线的平面延伸;和

具有第四折射率的第四材料,其中所述第四材料与所述多个第二微观结构相邻,其中所述第三折射率与所述第四折射率之间的差值在0.1和0.3之间,

其中所述透镜状匀光片光学耦合到所述转向膜;

其中所述第一多个凹槽与所述第二多个凹槽正交,其中所述透镜状匀光片被配置为从小于 ± 20 度半峰半宽HWHM的输入光束提供大于 ± 40 度的HWHM亮度;并且

其中所述多个第二微观结构中的至少一个第二微观结构限定在75度与80度之间的侧壁底角,所述多个第二微观结构中的至少一个微观结构具有节距 p 、 $2\mu\text{m}$ 以下的尖端半径 $R_{\text{尖端}}$ 和小于0.1的尖端分率,其中所述尖端分率等于 $R_{\text{尖端}}/p$ 。

19. 根据权利要求18所述的光学系统,其中所述多个第二微观结构的至少一部分至少部分地嵌入所述第一平滑表面中,其中所述透镜状匀光片被配置为从小于 ± 20 度半峰半宽HWHM的输入光束提供大于 ± 50 度的HWHM亮度。

20. 一种光学系统, 包括:

转向膜, 所述转向膜包括:

第一平滑表面, 其中所述第一平滑表面限定垂直于所述第一平滑表面延伸的显示轴线; 和

第一结构化表面, 所述第一结构化表面包括多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜, 所述多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜包括具有第一折射率的第一材料, 其中所述多个两侧的、直面棱镜或所述多个多面棱镜限定垂直于所述显示轴线延伸的位于所述第一结构化表面上的第一多个平行的凹槽;

具有第二折射率的第二材料, 其中所述第二材料为空气, 其中所述第二材料与所述多个两侧的、直面棱镜或所述多个多面棱镜相邻, 其中所述第一折射率大于所述第二折射率; 以及

透镜状匀光片, 所述透镜状匀光片包括:

第二平滑表面, 其中所述第二平滑表面与所述显示轴线垂直; 和

第二结构化表面, 其中所述第二结构化表面包括多个第二微观结构, 所述多个第二微观结构各自包括弓形棱镜, 所述弓形棱镜包括具有第三折射率的第三材料, 其中每个弓形棱镜的横截面在从所述第二平滑表面至顶点的方向上沿平行于所述显示轴线的平面延伸, 其中所述多个第二微观结构限定位于所述第二结构化表面上的第二多个平行的凹槽, 所述第二多个平行的凹槽沿垂直于所述显示轴线的平面延伸; 和

具有第四折射率的第四材料, 其中所述第四材料与所述多个第二微观结构相邻,

其中所述第三折射率与所述第四折射率之间的差值在0.1和0.3之间,

其中所述透镜状匀光片光学耦合到所述转向膜;

其中所述第一多个凹槽与所述第二多个凹槽正交,

其中所述第一平滑表面与所述第二平滑表面相邻,

其中所述透镜状匀光片被配置为从小于 ± 20 度半峰半宽HWHM的输入光束提供大于 ± 50 度的HWHM亮度; 并且

其中所述多个第二微观结构中的至少一个第二微观结构限定在75度与80度之间的侧壁底角, 所述多个第二微观结构中的至少一个微观结构具有节距 p 、 $2\mu\text{m}$ 以下的尖端半径 $R_{\text{尖端}}$ 和小于0.1的尖端分率, 其中所述尖端分率等于 $R_{\text{尖端}}/p$ 。

21. 根据权利要求20所述的光学系统, 其中所述多个第二微观结构的至少一部分至少部分地嵌入所述第一平滑表面中。

22. 一种光学系统, 包括:

液晶显示器,

背光光导,

设置在所述背光光导和所述液晶显示器之间的光控膜, 所述光控膜包括:

转向膜, 所述转向膜包括:

第一平滑表面, 所述第一平滑表面垂直于显示轴线; 和

第一结构化表面, 所述第一结构化表面包括多个第一微观结构, 所述多个第一微观结构限定第一多个平行的凹槽,

其中所述转向膜输出在第一平面中准直的光; 和

透镜状匀光片,所述透镜状匀光片包括:

第二平滑表面,所述第二平滑表面垂直于所述显示轴线;和

第二结构化表面,所述第二结构化表面包括多个第二微观结构,所述多个第二微观结构各自包括混合透镜状棱镜,其中每个混合透镜状棱镜的横截面在从所述第二平滑表面至顶点的方向上沿平行于所述显示轴线的平面延伸,其中所述多个第二微观结构限定位于所述第二结构化表面上的第二多个平行的凹槽,所述第二多个平行的凹槽沿垂直于所述显示轴线的平面延伸;和

具有第一折射率的第一材料,其中所述第一材料形成所述多个第二微观结构,

其中所述透镜状匀光片光学耦合到所述转向膜和所述液晶显示器;

其中所述第一多个平行的凹槽垂直于所述第二多个平行的凹槽;并且

其中所述多个第二微观结构中的至少一个第二微观结构限定在75度与80度之间的侧壁底角,所述多个第二微观结构中的至少一个微观结构具有节距 p 、 $2\mu\text{m}$ 以下的尖端半径 $R_{\text{尖端}}$ 和小于0.1的尖端分率,其中所述尖端分率等于 $R_{\text{尖端}}/p$ 。

23. 一种安装在车辆中的光学系统,包括:

车辆;以及

安装在所述车辆中的显示器系统,所述显示器系统包括:

液晶显示器;

背光光导;

转向膜,所述转向膜包括:

第一平滑表面,所述第一平滑表面垂直于显示轴线;和

第一结构化表面,所述第一结构化表面包括多个第一微观结构,所述多个第一微观结构限定第一多个平行的凹槽,

其中所述转向膜邻近所述背光光导,其中所述转向膜输出在第一平面中准直的光;以及

透镜状匀光片,所述透镜状匀光片包括:

第二平滑表面,所述第二平滑表面垂直于所述显示轴线;和

第二结构化表面,所述第二结构化表面包括多个第二微观结构,所述多个第二微观结构各自包括混合透镜状棱镜,其中每个混合透镜状棱镜的横截面在从所述第二平滑表面至顶点的方向上沿平行于所述显示轴线的平面延伸,其中所述多个第二微观结构限定位于所述第二结构化表面上的第二多个平行的凹槽,所述第二多个平行的凹槽沿垂直于所述显示轴线的平面延伸;和

具有第一折射率的第一材料,其中所述第一材料形成所述多个第二微观结构,

其中所述透镜状匀光片光学耦合到所述转向膜和所述液晶显示器;

其中所述第一多个平行的凹槽垂直于所述第二多个平行的凹槽;并且

其中所述多个第二微观结构中的至少一个第二微观结构限定在75度与80度之间的侧壁底角,所述多个第二微观结构中的至少一个微观结构具有节距 p 、 $2\mu\text{m}$ 以下的尖端半径 $R_{\text{尖端}}$ 和小于0.1的尖端分率,其中所述尖端分率等于 $R_{\text{尖端}}/p$ 。

24. 一种光学系统,包括:

(a) 转向膜,所述转向膜包括:

第一平滑表面,所述第一平滑表面垂直于显示轴线;和
第一结构化表面,所述第一结构化表面包括多个第一微观结构,所述多个第一微观结构限定第一多个平行的凹槽,

其中所述转向膜输出在第一平面中准直的光;以及

(b) 透镜状匀光片,所述透镜状匀光片包括:

第二平滑表面,所述第二平滑表面垂直于所述显示轴线;和

第二结构化表面,所述第二结构化表面包括多个透镜状棱镜,所述多个透镜状棱镜限定第二多个平行的凹槽,所述第二多个平行的凹槽沿垂直于所述显示轴线的平面延伸,

其中包括多个透镜状棱镜的所述第二结构化表面包括多个两侧的、直面棱镜,所述多个两侧的、直面棱镜具有修圆的端部,所述修圆的端部通过平坦的棱面区分隔,

其中每个透镜状棱镜的横截面在从所述第二平滑表面至顶点的方向沿平行于所述显示轴线的平面延伸,

其中所述透镜状匀光片光学耦合到所述转向膜,并且其中所述透镜状匀光片朝向垂直于所述第一平面的第二平面反射或折射所述第一平面中准直的光;

其中所述第一多个平行的凹槽垂直于所述第二多个平行的凹槽;并且

其中所述透镜状棱镜具有75度至80度的侧壁底角,所述透镜状棱镜具有节距 p 、 $2\mu\text{m}$ 以下的尖端半径 $R_{\text{尖端}}$ 和小于0.1的尖端分率,其中所述尖端分率等于 $R_{\text{尖端}}/p$ 。

25. 根据权利要求24所述的光学系统,其中所述透镜状匀光片还包括具有第一折射率的第一材料和具有第二折射率的第二材料,其中所述第一材料形成所述多个透镜状棱镜,所述第二材料与所述第一材料相邻,并且所述第一折射率大于所述第二折射率。

26. 根据权利要求25所述的光学系统,其中所述第一折射率和所述第二折射率之间的差值在0.05和0.6之间。

27. 根据权利要求26所述的光学系统,其中所述第一折射率和所述第二折射率之间的差值在0.1和0.3之间。

28. 根据权利要求27所述的光学系统,其中所述第一折射率和所述第二折射率之间的差值在0.15和0.25之间。

29. 根据权利要求24所述的光学系统,其中所述透镜状棱镜具有棱面宽度 w ,并且所述第二结构化表面具有0.6至0.95的填充率,其中所述填充率等于 $(p-w)/p$ 。

30. 根据权利要求29所述的光学系统,其中所述第二结构化表面具有0.8至0.9的填充率。

31. 根据权利要求24所述的光学系统,其中所述透镜状棱镜具有77度至79度的侧壁底角。

32. 根据权利要求24所述的光学系统,其中所述透镜状棱镜具有 $1\mu\text{m}$ 或更小的尖端半径。

33. 根据权利要求24所述的光学系统,其中所述透镜状棱镜具有小于0.035的尖端分率。

34. 根据权利要求29所述的光学系统,其中所述透镜状棱镜的纵横比 $(h/(p-w))$ 在1.8和2.5之间, h 为所述透镜状棱镜的高度。

35. 根据权利要求24所述的光学系统,其中所述第一平滑表面与所述第二平滑表面相

邻。

36. 根据权利要求24所述的光学系统,其中所述第一平滑表面与所述第二结构化表面相邻。

37. 根据权利要求24所述的光学系统,其中所述透镜状匀光片被配置为从小于 ± 30 度半峰半宽HWHM的输入光束提供大于 ± 40 度的HWHM亮度。

38. 根据权利要求24所述的光学系统,其中所述透镜状匀光片被配置为从小于 ± 20 度半峰半宽HWHM的输入光束提供大于 ± 50 度的HWHM亮度。

39. 根据权利要求24所述的光学系统,还包括邻近所述转向膜的背光光导,其中所述背光光导输出准直的光。

40. 一种液晶显示器系统,包括:

(a) 液晶显示器,

(b) 背光光导,以及

(c) 设置在所述背光光导和所述液晶显示器之间的光控膜,所述光控膜包括根据权利要求24所述的光学系统。

41. 一种光学系统,包括:

(a) 车辆;以及

(b) 安装在所述车辆中的根据权利要求40所述的液晶显示器系统。

用于在水平平面中增强视图的具有转向膜和透镜状匀光片的光控制膜

技术领域

[0001] 本发明涉及光控制膜以及包括光控制膜的光学系统。此类光控制膜和光学系统可用于例如汽车显示器中。

背景技术

[0002] 光学系统广泛用于手提电脑、手提式计算器、数字手表、汽车触摸屏显示器等。熟悉的液晶显示器 (LCD) 就是此类光学系统的常见示例。在 LCD 显示器中, 液晶的部分通过应用电场来使它们的光学状态改变。该工艺生成显示信息的像素所需的对比度。在一些示例中, LCD 显示器可包括各种光控膜 (LCF) 的组合, 以改变光学系统的光特性, 包括例如亮度或光输出分布。

发明内容

[0003] 所述 LCF 和包括转向膜和透镜状匀光片的光学系统, 可用于改善对 LCD 显示器输出分布的控制并增强显示器亮度。

[0004] 在一些示例中, 本公开描述了一种光学系统, 其包括背光光导, 其中所述背光光导输出基本准直的光; 转向膜, 包括第一基本平滑表面, 该第一基本平滑表面基本垂直于显示轴线; 以及包括多个第一微观结构的第一结构化表面, 该多个第一微观结构限定第一多个基本平行的凹槽, 其中该转向膜邻近所述背光光导, 其中转向膜输出在第一平面中基本准直的光; 以及透镜状匀光片, 该透镜状匀光片包括基本垂直于显示轴线的第二基本平滑表面; 以及包括多个第二微观结构的第二结构化表面, 该多个第二微观结构限定第二多个基本平行的凹槽, 第二多个基本平行的凹槽沿基本垂直于显示轴线的平面延伸, 其中透镜状匀光片光学耦合到转向膜, 透镜状匀光片朝向基本垂直于第一平面的第二平面反射或折射准直的光; 其中第一多个基本平行的凹槽基本垂直于所述第二多个基本平行的凹槽。

[0005] 在一些示例中, 本公开描述了一种光学系统, 包括转向膜, 包括第一基本平滑表面, 其中第一基本平滑表面限定垂直于第一基本平滑表面延伸的显示轴线; 以及包括多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜的第一结构化表面, 该多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜包括具有第一折射率的第一材料, 其中多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜限定基本垂直于显示轴线延伸的位于第一结构化表面上的第一多个基本平行的凹槽; 以及具有第二折射率的第二材料, 其中第二材料与多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜相邻, 其中第一折射率大于第二折射率; 以及透镜状匀光片, 该透镜状匀光片包括第二基本平滑表面, 其中第二基本平滑表面与显示轴线基本垂直; 以及第二结构化表面, 其中第二结构化表面包括多个第二微观结构, 多个第二微观结构各自包括弓形棱镜, 弓形棱镜包括具有第三折射率的第三材料, 其中每个弓形棱镜的横截面在从第二基本平滑表面至顶点的方向上沿基本平行于显示轴线的平面延伸, 其中多个第二微观结构限位于第二结构化表面上的第二多个基本平行的凹槽, 第二多个基本平行的凹槽沿基本垂直于显示轴线的平面延伸; 以及具

有第四折射率的第四材料,其中第四材料与多个第二微观结构相邻,其中第三折射率与第四折射率之间的差值在约0.1和约0.3之间,其中透镜状匀光片光学耦合到转向膜;其中第一多个凹槽与第二多个凹槽基本正交,其中透镜状匀光片被配置为从小于约 ± 20 度半峰半宽(HWHM)的输入光束提供大于约 ± 40 度的HWHM亮度。

[0006] 在一些示例中,本公开描述了一种光学系统,包括转向膜,包括第一基本平滑表面,其中第一基本平滑表面限定垂直于第一基本平滑表面延伸的显示轴线;以及包括多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜的第一结构化表面,该多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜包括具有第一折射率的第一材料,其中多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜限定基本垂直于显示轴线延伸的位于第一结构化表面上的第一多个基本平行的凹槽;以及具有第二折射率的第二材料,其中第二材料为空气,第二材料与多个两侧的、直面棱镜或多个多面棱镜相邻,其中第一折射率大于第二折射率;以及透镜状匀光片,该透镜状匀光片包括第二基本平滑表面,其中第二基本平滑表面与显示轴线基本垂直;以及第二结构化表面,其中第二结构化表面包括多个第二微观结构,多个第二微观结构各自包括弓形棱镜,该弓形棱镜包括具有第三折射率的第三材料,其中每个弓形棱镜的横截面在从第二基本平滑表面至顶点的方向上沿基本平行于显示轴线的平面延伸,其中多个第二微观结构限定位于第二结构化表面上的第二多个基本平行的凹槽,第二多个基本平行的凹槽沿基本垂直于显示轴线的平面延伸;以及具有第四折射率的第四材料,其中第四材料与多个第二微观结构相邻,其中第三折射率与第四折射率之间的差值在约0.1和约0.3之间,其中透镜状匀光片光学耦合到转向膜;其中第一多个凹槽与第二多个凹槽基本正交,其中第一基本平滑表面与第二基本平滑表面相邻,其中透镜状匀光片被配置为从小于约 ± 20 度半峰半宽(HWHM)的输入光束提供大于约 ± 50 度的HWHM亮度。

[0007] 在一些示例中,本公开描述了一种光学系统,该光学系统包括一种液晶显示器、背光光导、设置在背光光导和液晶显示器之间的光控膜,光控膜包括转向膜,包括第一基本平滑表面,该第一基本平滑表面基本垂直于显示轴线;以及包括多个第一微观结构的第一结构化表面,多个第一微观结构限定第一多个基本平行的凹槽,其中转向膜输出在第一平面中基本准直的光;以及透镜状匀光片,该透镜状匀光片包括基本垂直于显示轴线的第二基本平滑表面;以及包括多个第二微观结构的第二结构化表面,每个微观结构包括混合透镜状棱镜,其中每个混合透镜状棱镜的横截面在从第二基本平滑表面至顶点的方向上沿基本平行于显示轴线的平面延伸,其中多个第二微观结构限定位于第二结构化表面上的第二多个基本平行的凹槽,第二多个基本平行的凹槽沿基本垂直于显示轴线的平面延伸;以及具有第一折射率的第一材料,其中第一材料形成多个第二微观结构,其中透镜状匀光片与转向膜光学耦合;其中第一多个基本平行的凹槽基本垂直于第二多个基本平行的凹槽。

[0008] 在一些示例中,本公开描述了一种安装在车辆中的光学系统,包括车辆;以及安装在车辆中的显示器系统,显示器系统包括背光光导,转向膜,包括第一基本平滑表面,该第一基本平滑表面基本垂直于显示轴线;以及包括多个第一微观结构的第一结构化表面第一结构化表面,多个第一微观结构限定第一多个基本平行的凹槽,其中转向膜邻近背光光导,其中转向膜输出在第一平面中基本准直的光;以及透镜状匀光片,透镜状匀光片包括基本垂直于显示轴线的第二基本平滑表面;以及包括多个第二微观结构的第二结构化表面,每个微观结构包括混合透镜状棱镜,其中每个混合透镜状棱镜的横截面在从第二基本平滑表

面至顶点的方向上沿基本平行于显示轴线的平面延伸,其中多个第二微观结构限定位于第二结构化表面上的第二多个基本平行的凹槽,第二多个基本平行的凹槽沿基本垂直于显示轴线的平面延伸;以及具有第一折射率的第一材料,其中第一材料形成多个第二微观结构,其中透镜状匀光片与转向膜光学耦合;以及与透镜状匀光片光学耦合的液晶显示器,其中第一多个基本平行的凹槽基本垂直于第二多个基本平行的凹槽。

[0009] 在一些示例中,本公开描述了一种光学系统,光学系统包括(a)转向膜、(b)透镜状匀光片。转向膜包括第一基本平滑表面,第一基本平滑表面基本垂直于显示轴线,以及包括多个第一微观结构的第一结构化表面,多个第一微观结构限定第一多个基本平行的凹槽,其中转向膜输出在第一平面中基本准直的光。透镜状匀光片包括基本垂直于显示轴线的第二基本平滑表面,以及包括多个透镜状棱镜的第二结构化表面,透镜状棱镜限定第二多个基本平行的凹槽,第二多个基本平行的凹槽沿基本垂直于显示轴线的平面延伸,其中包括多个透镜状棱镜的第二结构化表面,包括多个两侧、基本直面棱镜,的多个两侧、基本直面棱镜具有修圆的尖端,修圆的尖端通过基本平坦的棱面区分隔,其中每个透镜状棱镜的横截面在从第二基本平滑表面至顶点的方向,沿基本平行于显示轴线的平面延伸,并且其中透镜状匀光片光学耦合到转向膜,同时透镜状匀光片朝向基本垂直于第一平面的第二平面,反射或折射第一平面中基本准直的光。第一多个基本平行的凹槽基本垂直于第二多个基本平行的凹槽。

附图说明

[0010] 当结合附图阅读时,本发明的前述方面和其它方面在下列详细描述中更加明显。

[0011] 图1A为示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0012] 图1B为示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0013] 图2A为YZ平面内示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0014] 图2B为XZ平面内示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0015] 图2C为YZ平面内示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0016] 图2D为XZ平面内示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0017] 图3为示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0018] 图4为示出了图3的示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。

[0019] 图5为示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0020] 图6为示出了图5示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。

[0021] 图7为示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0022] 图8为示出了图7示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。

[0023] 图9为示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0024] 图10为示出了图9示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。

[0025] 图11为示例性光学系统的概念性和示意性横向剖视图。

[0026] 图12为示出了实施例5中示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。

[0027] 图13为示出了实施例6中的示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。

[0028] 图14为示出了实施例6中的示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。

[0029] 图15为示出了实施例7中的示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。

- [0030] 图16为示出了实施例8中的示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。
- [0031] 图17为实施例9中的透镜状匀光片的横截面图像。
- [0032] 图18为实施例9中的透镜状匀光片的横截面图像。
- [0033] 图19为实施例9中的透镜状匀光片的横截面图像。
- [0034] 图20为示出了实施例9中的示例性光学系统的亮度随视角的变化的图表。
- [0035] 应当理解,本公开的某些图的标的物未必按比例绘制,并且图呈现本文所公开的光控膜和光学系统的非排它性示例。

具体实施方式

[0036] 本公开描述了光控膜(LCF)和包括该光控制膜的光学系统。光学系统,例如:显示器组件,在同轴位置(即:显示法线的方向)可更亮,并且在离轴位置(例如:相对于显示法线,某个角度大于零的方向)更亮。在一些光学系统应用中,可能要求控制水平光输出分布并减少垂直方向上的离轴照明,以在水平方向上为观看者提供在同轴位置和多个离轴位置为明亮的或几乎为明亮的显示器,同时在垂直方向提供较低的离轴光。例如,可能要求控制汽车显示器应用中的水平光输出分布,在汽车显示器应用中,仪表显示器可能位于司机前方(例如:相对于司机为同轴,相对于前座乘客为离轴),或控制台显示器位于司机和前座乘客中间(例如:相对于司机和前座乘客为离轴),以为司机和前座乘客提供为明亮的或几乎为明亮的显示器,并减少垂直方向的离轴光。

[0037] 在一些光学系统应用中,LCF可用于控制光输出分布。LCF和光学系统可包括转向膜(例如:类似棱镜的转向结构)和透镜状匀光片(例如:弯曲的漫射结构),以调节光输出分布并增强亮度特性。例如,LCF可在水平方向传播输出分布,以增强在同轴位置和离轴位置上的显示器亮度特性。与没有转向膜和透镜状匀光片的LCF相比,具有转向膜和透镜状匀光片的本发明所公开的LCF可改善对显示器输出分布的控制并增强水平方向上的显示器亮度,同时减小垂直方向上的离轴光。因此,本发明提供了示例性LCF和具有水平输出分布的光学系统,水平输出分布在水平方向上增强显示器亮度,并且相对于显示器表面在垂直方向上减少离轴光。

[0038] 本文的转向膜和透镜状匀光片各自可包括多个微观结构(例如:棱镜)。在一些示例中,转向膜的多个微观结构可至少有两个面被配置为准直、折射和/或反射光。在一些示例中,透镜状匀光片的多个微观结构可包括被配置为反射和/或折射光的连续的曲面棱镜。例如,图1A为示例性光学系统10的概念性和示意性横向剖视图。在图1A的示例中,光学系统10可包括背光光导12、转向膜14、基片30、透镜状匀光片34和液晶显示器(LCD)50。在一些示例中,光学系统10的LCF可包括转向膜14和透镜状匀光片34。在一些示例中,透镜状匀光片的多个微观结构可包括具有修圆的尖端的,连续直面棱镜。例如,图1B为示例性光学系统11的概念性和示意性横向剖视图。在图1B的示例中,光学系统11可包括背光光导12、转向膜14、基片30、透镜状匀光片35和LCD 50。在一些示例中,光学系统11的LCF可包括转向膜14和透镜状匀光片35。

[0039] 为了进行图解说明,图1A和1B示出了转向膜14的微观结构,以及透镜状匀光片34、35的微观结构。然而,实际上,光学系统10、11的剖视图通常仅显示转向膜14或仅显示透镜状匀光片34、35的微观结构,因为转向膜14中的凹槽通常基本垂直于透镜状匀光片34、35中

的凹槽。在一些示例中,透镜状匀光片34、35可被配置为接收来自转向膜14,在第一平面中准直的光(例如:光线56),并且朝向与第一平面正交的第二平面优先反射和/或折射准直的光(例如:光线58)。例如,透镜状匀光片34、35可接收来自转向膜型光导,或楔形或伪楔形光导等的准直光输出。在一些示例中,透镜状匀光片34、35可被配置为在与显示器表面呈水平的平面内,从转向膜14扩散准直的光。例如,LCF包括转向膜14和透镜状匀光片34、35,可具有折射和/或反射光操作的特征。

[0040] 在一些示例中,透镜状匀光片34可限定基本平滑的表面38(例如:非结构化的)和结构化表面40。在一些示例中,结构化表面40可包括多个微观结构44,微观结构各自具有曲面48,曲面包括顶点46。在一些示例中,微观结构44可限定凹槽42具有波谷凹部43。在一些示例中,透镜状匀光片34可光学耦合至转向膜14(即:透镜状匀光片34和转向膜14之间没有空气或其它明显间隙,这些空气或间隙可能允许相邻层的表面存在显著反射)。

[0041] 在一些示例中,透镜状匀光片35可限定基本平滑的表面39(例如:非结构化的)和结构化表面41。在一些示例中,结构化表面41可包括多个微观结构45,微观结构各自具有直面49和修圆的尖端47。在一些示例中,微观结构45可限定凹槽43具有基本平坦的棱面区33。在一些示例中,微观结构45可光学耦合至转向膜14(即:透镜状匀光片35和转向膜14之间没有空气或其它明显间隙,这些空气或间隙可能允许相邻层的表面存在显著反射)。

[0042] 在一些示例中,基本平滑的表面38可限定基本垂直于基本平滑的表面38延伸的显示轴线52。在一些示例中,基本平滑的表面38无需是完全平滑的,并且如果表面不包括微观结构(例如:非结构化表面),则可限定为基本平滑的表面。例如,在基本平滑表面38的表面上可包括或掺入防浸润或防炫光珠状涂层,此类表面仍然可被认为是基本平滑的。换句话讲,术语“平滑的”不用于指示表面是不粗糙的或完全平面的,而是用于指示表面是非结构化的。

[0043] 在一些示例中,结构化表面40、41可包括棱镜微观结构44、45(例如,多面棱镜)。在其它示例中,结构化表面40、41可包括多于一个微观结构44、45,例如:曲面或直面微观结构、弓形微观结构、角微观结构和/或多面微观结构。在一些示例中,微观结构44、45中的每个可为线性微观结构,即:微观结构44、45可沿垂直于显示轴线52的平面延伸,具有基本相同(例如:相同或几乎相同)的横截面形状(例如:如图1A和1B的剖视图中所示,并且沿页面内/外的平面延伸)。在其它示例中,微观结构44、45可为沿平行于页面的平面延伸的线性微观结构(图1A和1B中未示出)。

[0044] 在一些示例中,微观结构44中的每个微观结构可为具有曲面48的棱镜。在一些示例中,曲面48可被配置为优先反射和/或折射水平方向上的光,例如:朝向基本垂直于显示轴线的平面。例如,曲面48可为连续弯曲形状、弓形形状、圆锥截面、透镜形状(例如:双凸形)、多形状、自由形式光学镜片等。在一些示例中,曲面48可被成形为具有控制参数以覆盖输出光分布具有所需宽度和均匀度的空间。在一些示例中,每个微观结构44的横截面可基本平行于显示轴线,从基本平滑表面38延伸至顶点46。在一些示例中,微观结构44可为具有被成形为折射光的横截面的棱镜。在一些示例中,微观结构44可为具有被成形为折射光和反射光的横截面的棱镜。在其它示例中,微观结构44可为具有被成形为混合透镜状横截面的棱镜,以通过全内反射折射光和反射光。

[0045] 在一些示例中,微观结构45中的每个微观结构可为具有直面49和修圆的尖端47的

棱镜。在一些示例中,微观结构45可在棱镜之间具有平坦的棱面区33。在一些示例中,微观结构45可被配置为优先反射和/或折射水平方向上的光,例如:朝向基本垂直于显示轴线的平面。在一些示例中,微观结构45可被成形为具有控制参数以覆盖输出光分布具有所需宽度和均匀度的空间。在一些示例中,每个微观结构45的横截面可基本平行于显示轴线,从基本平滑表面39延伸至修圆的尖端47。在一些示例中,微观结构45可为具有被成形为混合透镜状横截面的棱镜,以通过全内反射折射光和反射光。

[0046] 透镜状匀光片34、35可为任何合适的厚度并且可由任何合适的材料制成。在一些示例中,透镜状匀光片34、35的微观结构44、45可由聚合物材料形成,诸如聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚(甲基丙烯酸甲酯)以及它们的共聚物和共混物。其它适当的材料包括丙烯酸类、聚苯乙烯、甲基苯乙烯、丙烯酸酯、聚丙烯、聚氯乙烯等。在一些示例中,透镜状匀光片34、35可为光学透明的或具有低雾度和高清晰度以避免不期望地散射的入射光。在一些示例中,形成透镜状匀光片34、35的微观结构44、45的材料可具有足够高的折射率,例如:约1.45至约1.75,以有利于在足够宽的角度范围内反射和/或折射。在一些示例中,为了达到所需的高折射率,特别合适的材料为含有锆颗粒的可紫外光固化复合材料,如美国专利7,833,662中所述。在一些示例中,可选择透镜状匀光片34、35的材料、尺寸或两者以便制备柔性膜。

[0047] 微观结构44、45可为任何适当的尺寸。微观结构44的节距可从两个连续凹槽42的波谷凹部进行测量。平滑表面38上的微观结构44的总体布置可具有任何合适的节距并且在相邻微观结构之间可具有或不具有棱面(即:平坦区域;未示出)。当两个微观结构之间包括平坦棱面33时,微观结构45的节距可从两个连续凹槽43的平坦棱面33的端点进行测量。平滑表面39上的微观结构45的总体布置在相邻微观结构之间可具有任何合适的节距。在一些示例中,微观结构44、45可采用毫米或微米尺度,例如:微观结构44、45的节距在约15到约200微米之间。对于透镜状匀光片34、35的结构化表面40、41的所有或部分,微观结构44、45的节距或尺寸可增大、降低、都增大和降低或保持不变。在一些示例中,微观结构44、45可全部基本相同(例如:相同或几乎相同)或可包括不同形状或尺寸的微观结构的组合。

[0048] 微观结构44、45,并且更具体地,结构化表面40、41可通过任何合适的工艺,诸如微复制工艺形成。例如,平滑表面38、39可通过切割(飞刀切割、螺纹切割、金刚石车削等等),或按下柔顺但可固化或可硬化材料抵靠合适工具,其中表面限定所需结构的负像表面。例如,微观结构44、45可使用棱镜设计工具形成,棱镜设计工具可包括例如以下参数:节距(p)、侧壁底角(α_1 和 α_2)、曲率侧壁半径、尖端半径($R_{\text{尖端}}$)、波谷半径、平坦棱面宽度(w)、填充率($(p-w)/p$)、纵横比($h/(p-w)$),和/或尖端分率($R_{\text{尖端}}/p$)。在一些示例中,填充率为约0.6至约0.95,或约0.8至约0.9。在一些示例中, α_1 和 α_2 为约75度至约80度,或约77度至约79度。在一些示例中,对于侧壁底角、尖端半径和其它分率变式的任意组合,可对填充率进行调整,以补偿亮度纵断面的调制(平面度欠佳)。在一些示例中, $R_{\text{尖端}}$ 为约 $2\mu\text{m}$ 或更小,或约 $1\mu\text{m}$ 或更小。在一些示例中,尖端分率小于约0.1或小于约0.035。在一些示例中,纵横比为约1.8至约2.5。

[0049] 在一些示例中,可改变棱镜设计工具参数,以为结构化表面40、41提供所需的光输出分布,例如:适合宽度和平滑的输出光分布。在一些示例中,微观结构形成工艺可利用多参数搜索和优化矩阵自动操作,例如:确定全宽、半峰或半宽、半峰,并改变亮度二阶导数对

极性视角,以实现所需的光输出分布。形成透镜状匀光片34、35的其它工艺也可以采用,包括使用光刻法,诸如结合浇铸和固化工艺的工具有的双光子原模制作或甚至直接机加工或附加三维打印工艺,用经过电镀的、激光切割或蚀刻的工具进行浇铸和固化。随后可硬化或固化材料(例如,通过暴露于光诸如紫外线),保留具有期望的微观结构44、45的结构化表面40、41。

[0050] 在一些示例中,结构化表面40、41可限定多个基本平行凹槽42、43。在一些示例中,凹槽42、43中的每个可为线性凹槽,即:凹槽42、43可沿基本垂直于显示轴线52的平面延伸,具有基本相同(例如:相同或几乎相同)的横截面形状(例如:如图1A和1B的剖视图中所示,并且沿页面内/外的平面延伸)。在其它示例中,凹槽42、43中可为沿平行于页面的平面延伸的线性凹槽(图1A和1B中未示出)。在一些示例中,凹槽42、43可为任何合适的厚度。

[0051] 在一些示例中,凹槽42、43可完全填充有材料,使得透镜状匀光片34、35可包括基本平滑的表面36、37。在一些示例中,凹槽42、43可部分地填充有材料,使得凹槽42、43中的材料与结构化表面40、41中的至少一部分相邻。在一些示例中,凹槽42、43中的材料可为任何合适的材料。例如,凹槽42、43中的材料可为低折射率材料、空气、光学粘合剂,硅树脂、氟化聚合物和共聚物、夹带超低折射率材料的纳米孔隙空气等等。在其它示例中,凹槽42、43中的材料可包括多于一种材料,例如:空气和光学粘合剂等。

[0052] 在一些示例中,凹槽42、43中的材料折射率可小于微观结构44、45的材料的折射率。在一些示例中,填充凹槽42、43的材料可具有足够低的折射率,例如:约1.3至约1.55,以有利于在足够宽的角度范围内的全内反射。在一些示例中,形成微观结构44、45的材料折射率与填充凹槽42、43的材料折射率之间的差值可在0.05和0.6之间,或在约0.1和0.3之间,或在约0.15和0.25之间。

[0053] 光学系统10、11的水平输出分布可被描述为亮度随视角变化。亮度随视角变化可被描述为具有半峰半宽(HWHM),即:同轴位置任意一侧的视角位置,在该位置的亮度为最大亮度的一半(例如:在同轴位置的亮度)。在一些示例中,透镜状匀光片34、35可被配置为从小于约 ± 30 度HWHM的输入光束提供大于约 ± 40 度的HWHM。在一些示例中,可选择微观结构44、45的形状、尺寸和节距,以从小于约 ± 30 度HWHM的输入光束提供大于约 ± 40 度的HWHM。在其它示例中,透镜状匀光片34、35可被配置为从小于约 ± 20 度HWHM的输入光束提供大于约 ± 50 度的HWHM。例如,可选择微观结构44、45的形状,尺寸和节距以从小于约 ± 20 度HWHM的输入光束提供大于约 ± 50 度的HWHM。

[0054] 亮度随视角变化可被描述为在80%峰值具有半宽(HW80),即:同轴位置任意一侧的视角位置,在该位置的亮度为最大亮度的80%(例如:在同轴位置的亮度)。在一些示例中,透镜状匀光片34、35可被配置为从小于约 ± 30 度HWHM的输入光束提供大于约 ± 35 度的HW80。例如,可选择微观结构44、45的形状,尺寸和节距以从小于约 ± 30 度HWHM的输入光束提供大于约 ± 35 度的HW80。在其它示例中,透镜状匀光片34、35可被配置为从小于约 ± 20 度HWHM的输入光束提供大于约 ± 40 度的HW80。例如,可选择微观结构44、45的形状,尺寸和节距以从小于约 ± 20 度HWHM的输入光束提供大于约 ± 40 度的HW80。

[0055] 在一些示例中,转向膜14可包括基本平滑的表面16(例如:非结构化表面)和结构化表面18。在一些示例中,基本平滑的表面18可限定基本垂直于基本平滑的表面16延伸的显示轴线52。在一些示例中,结构化表面18可包括多个微观结构19,每个微观结构具有在顶

点26处相交的第一侧24和第二侧28。在其它示例中,结构化表面18可包括多于两个表面,例如:多面微观结构。在一些示例中,结构化表面18的微观结构19可限定凹槽22。在一些示例中,凹槽22可为基本平行的。在一些示例中,转向膜14可光学耦合到背光光导12。在一些示例中,转向膜14可输出在第一平面中基本准直的光。

[0056] 在一些示例中,转向膜14可被配置为从背光光导12(例如:光线54)接收基本准直的光并输出在第一平面中基本准直的光(例如:光线56)。例如,转向膜14可接收来自转向膜型光导,或楔形或伪楔形光导等的基本准直光输出。

[0057] 在一些示例中,基本平滑的表面16无需在所有实施方案中是完全平滑的,并且只要表面不包括微观结构(例如:非结构化表面),则可限定为基本平滑的表面。例如,在基本平滑表面16的表面上可包括或掺入防浸润或防炫光珠状涂层,此类表面仍然可被认为是基本平滑的。换句话说,术语“平滑的”不用于指示表面是不粗糙的或完全平面的,而是用于指示表面是非结构化的。

[0058] 在一些示例中,结构化表面18可包括微观结构19。在其它示例中,结构化表面18可包括不止一个微观结构19,例如:角微观结构、多面微观结构等等。在一些示例中,微观结构19中的每个可为线性微观结构,即:微观结构19可沿垂直于显示轴线52的平面延伸,具有基本相同(例如:相同或几乎相同)的横截面形状(例如:如图1A和1B的剖视图中所示,并且在页面内/外的轴线中延伸)。在其它示例中,微观结构44可为在平行于页面的平面内延伸的线性微观结构(图1A和1B中未示出)。

[0059] 在一些示例中,微观结构19中的每个可具有第一侧24和第二侧28。在一些示例中,第一侧24和第二侧28可为相似的。例如,第一侧24和第二侧28中的每个可具有单个直面、曲面等。在其它示例中,第一侧24和第二侧28可为不相似的。例如,第一侧24和第二侧28中的每个可具有不同数量的小平面,或可为多面的等等。在其它示例中,第一侧24和第二侧28可为弯曲的或弓形的,以从基本准直的输入分布形成合适的光输出分布。在这个意义上,第一侧24可优先在第一方向反射光,第二侧28可优先在第二方向反射光。平滑表面18上的微观结构19的总体布置可具有任何合适的节距并且在相邻微观结构之间可具有或不具有棱面(即:平坦区域;未示出)。在一些示例中,微观结构18可彼此直接相邻,使得微观结构在相邻微观结构上产生阴影效果。

[0060] 微观结构19可为任何适当的尺寸。在一些示例中,微观结构19可采用毫米或微米尺度,例如:微观结构19的节距在约10到200微米左右之间,或在约10到100微米左右之间。对于转向膜14的结构化表面18的所有或部分,不对称微观结构19的节距或尺寸可增大、降低、都增大和降低或保持不变。在一些示例中,微观结构19可全部基本相同(例如:相同或几乎相同)或可包括不同形状或尺寸的微观结构的组合。

[0061] 转向膜14可为任何合适的厚度并且可由任何合适的材料制成。在一些示例中,转向膜14的微观结构19可由聚合物材料形成,诸如聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚(甲基丙烯酸甲酯)以及它们的共聚物和共混物。其它适当的材料包括丙烯酸类、聚苯乙烯、甲基苯乙烯、丙烯酸酯、聚丙烯、聚氯乙烯等。在一些示例中,转向膜14可为光学透明的或具有低雾度和高清晰度以避免不期望地散射的入射光。在一些示例中,形成转向膜14的微观结构19的材料可具有足够高的折射率,例如:约1.5至约1.75,以有利于在足够宽的角度范围内的全内反射。在一些示例中,可选择转向膜14的材料、尺寸或两者以

便制备柔性膜。在一些示例中,用于转向膜14的微观结构的可用材料为美国专利9,360,592中所述的那些。

[0062] 微观结构19,并且更具体地,结构化表面18可通过任何合适的工艺,诸如微复制工艺形成。例如,结构化表面18可以通过切割(飞刀切割、螺纹切割、金刚石车削等等),或按下柔顺但可固化或可硬化材料抵靠合适工具,其中表面限定所需结构的负像表面。随后可硬化或固化材料(例如,通过暴露于光诸如紫外线),保留具有期望的微观结构19的结构化表面18。形成转向膜14的其它工艺也可以采用,包括使用光刻法,诸如结合浇铸和固化工艺的工具有的双光子原模制作或甚至直接机加工或附加三维打印工艺,用经过电镀的、激光切割或蚀刻的工具进行浇铸和固化。

[0063] 在一些示例中,背光光导12可包括任意适合光源中的一个或多个,或光源的组合(未示出)。在一些示例中,光源可包括一个或多个发光二极管(LED)。在一些示例中,光源可分别包括单一光源或可包括多个光源(例如,一组或一系列光源)。在一些示例中,光源可包括冷阴极荧光管(CCFL)或白炽光源。可选择光源和任何对应的注入、准直或其它光学器件以提供任何合适的波长或波长、偏振、点扩散分布和准直度的组合。

[0064] 在一些示例中,背光光导12可被配置为输出基本准直的光,例如,基本准直的光输出可包括具有小于约40度的半高全宽(FWHM)的光输出。例如,背光光导12可包括转向膜光导,该转向膜光导包括楔形光导,以通过全内反射的渐进式折返来提取光,使得光可以高角度在向下引导方向上沿显示轴线52从背光光导12输出。又如,背光光导12可包括伪楔形件,该伪楔形件包括具有浅斜面提取器形状的平面光导,以弱视全内反射,使得提取的光可以高角度从在向下引导方向上基本平行于显示轴线52的背光光导12准直。在此类示例中,此类提取器的密度和面积比(即:提取器的表面积与背光光导的总面积的比例)被布置成均匀发光,并且基本从背光光导14沿其长度提取光。另外,在此类示例中,背光光导12可在沿光传播方向的一侧上包括透镜和/或棱镜凹槽或结构,以散射传播光,破坏源图像伪影,或者在交叉波导方向上基本准直光(即:光可在向下引导方向和交叉波导方向上基本准直)。

[0065] 在一些示例中,基片30可设置在转向膜14和透镜状匀光片34、35之间。在一些示例中,光学系统10可不包括基片30,例如,转向膜14可直接邻近并光学耦合到透镜状匀光片34、35。在一些示例中,基片30可为光学粘合剂、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚碳酸酯等。在一些示例中,转向膜14和透镜状匀光片34、35可设置在基片30的相对侧上并光学耦合到基片30的相对侧。在其它示例中,转向膜14和透镜状匀光片34、35可设置并光学耦合到两个单独的基片上,其中两个基片层压在一起或以其它方式光学耦合。

[0066] 在一些示例中,液晶显示器(LCD)50可邻近透镜状匀光片34、35设置。在一些示例中,LCD 50可被设置邻近并光学耦合到透镜状匀光片34、35。在一些示例中,其它层(未示出)可设置在LCD 50和透镜状匀光片34、35之间,每个层光学耦合到每个相邻层。其它层可包括例如光学粘合剂、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚碳酸酯等。

[0067] 在一些示例中,光学系统10、11可安装在车辆中。例如,车辆显示器系统可包括背光光导12、转向膜14、透镜状匀光片34、35和LCD 50。在其它示例中,车辆显示器系统可包括转向膜14和透镜状匀光片34、35。

[0068] 图2A、2B、2C和2D为YZ平面(图2A和2C)和XZ平面(图2B和2D)内示例性光学系统20、21的概念性和示意性横向剖视图。图2A和2B的光学系统20可与图1A的光学系统10基本相

同,并且包括与图1A相关的上述元素的描述。图2B和2C的光学系统21可与图1B的光学系统11基本相同,并且包括与图1B相关的上述元素的描述。在图2A、2B、2C和2D的示例中,光学系统20、21可包括背光光导12、转向膜14、基片30、透镜状匀光片34、35和液晶显示器(LCD)50。

[0069] 如图2A、2B、2C和2D中所示,光学系统20、21可设置在XY平面中,其中X轴表示相对于光学系统20、21表面的水平轴,Y轴表示相对于光学系统20、21表面的垂直轴,并且Z轴表示显示法线。如图2A和2C中所示,转向膜14的凹槽22可基本垂直于YZ平面设置(即:基本平行于X轴线)。如图2B和2D中所示,透镜状匀光片34、35的凹槽42、43可基本垂直于XZ平面设置(即:基本平行于Y轴线)。在一些示例中,转向膜14的凹槽22可以基本垂直于透镜状匀光片34、35的凹槽42、43。

[0070] 在一些示例中,转向膜14可输出在YZ平面内准直的光。在一些示例中,透镜状匀光片34远离Z轴线,朝向X轴线平面反射或折射来自转向膜14的准直光。在一些示例中,透镜状匀光片34、35的凹槽42、43相对于转向膜14的凹槽22的位置,可在相对于显示器表面的水平方向上扩散光。

[0071] 根据本发明提供的示例性LCF以及包括LCF的光学系统将通过以下非限制性实施例示出。

[0072] 实施例

[0073] 虽然通过以下实施例进一步说明了本发明的目的和优点,但在这些实施例中列举的具体材料及其量以及其它的条件和细节不应理解为是对本发明的不当限制。

[0074] 实施例1

[0075] 图3为示例性光学系统60的概念性和示意性横向剖视图。在图3的实施例中,光学系统可包括光学系统60,该光学系统可包括转向膜62、折射透镜状匀光片66和LCD 82。转向膜62和LCD 82结合图1、图2A和图2B进行描述,并且可包括如图1、图2A和图2B中所述的特征。

[0076] 折射透镜状匀光片66可如结合图1、图2A和图2B中的透镜状匀光片34所述,并且可包括如图1、图2A和图2B中所述的特征,不同的是折射透镜状匀光片66为折射结构,而非反反射结构。如图3中所示,折射透镜状匀光片66可包括基本平滑的表面72,限定微观结构74具有弓形或部分圆柱体横截面形状的第一材料78,以及第二材料80邻近结构化表面70。在图3的实施例中,使用包括以下参数的棱镜设计工具形成微观结构114:节距、侧壁底角、曲率侧壁半径、尖端半径、波谷半径和平坦部分(在结构端部)。改变这些参数以实现所需的光输出分布。如图3中所示,光学系统60可具有基本垂直于显示器表面中心的显示轴线84。在图3的实施例中,第一材料78的折射率为1.56,第二材料80为折射率为1.00的空气,并且透镜状匀光片66的基本平滑表面72与转向膜62的基本平滑表面64相邻。

[0077] 图4为示出了图3的示例性光学系统60的亮度随视角的变化的图表90。亮度被测量为距显示轴线84的观察角度的函数,其中零度表示与显示轴线84平行对齐(例如,正面观察显示表面), ± 90 度表示与显示轴线84垂直对齐(例如,从侧面观察显示表面)。曲线92示出,光学系统60从小于约 ± 20 度半峰半宽(HWHM)的输入光束提供小于约 ± 20 度的HWHM(即:在小于约 ± 20 度的视角下亮度减小到小于最大亮度的一半)。

[0078] 实施例2

[0079] 图5为示例性光学系统100的概念性和示意性横向剖视图。在图5的实施例中,光学

系统100可包括转向膜102、混合透镜状匀光片106和LCD 122。转向膜102和LCD 122结合图1、图2A和图2B进行描述,并且可包括如图1、图2A和图2B中所述的特征。

[0080] 混合透镜状匀光片106结合图1、图2A和图2B进行描述,并且可包括如图1、图2A和图2B中所述的特征。如图5中所示,混合透镜状匀光片106可包括基本平滑的表面112,限定微观结构114具有弓形或部分圆柱体横截面形状的第一材料118,以及第二材料120邻近结构化表面110。在图5的实施例中,使用包括以下参数的棱镜设计工具形成微观结构114:节距、侧壁底角、曲率侧壁半径、尖端半径、波谷半径和平坦部分(在结构端部)。改变这些参数以实现所需的光输出分布。如图5中所示,光学系统100可具有基本垂直于显示器表面中心的显示轴线124。在图5的实施例中,第一材料118的折射率为1.50,第二材料120为折射率为1.00的空气,并且混合透镜状匀光片106的基本平滑表面112与转向膜102的基本平滑表面104相邻。

[0081] 图6为示出了图5的示例性光学系统100的亮度随视角的变化的图表130。亮度被测量为距显示轴线124的观察角度的函数,其中零度表示与显示轴线124平行对齐(例如,正面观察显示表面), ± 90 度表示与显示轴线124垂直对齐(例如,从侧面观察显示表面)。曲线132示出,光学系统100从小于约 ± 20 度半峰半宽(HWHM)的输入光束提供大于约 ± 60 度HWHM(即:在大于约 ± 60 度的视角下亮度减小到最大亮度的一半)。

[0082] 实施例3

[0083] 图7为示例性光学系统140的概念性和示意性横向剖视图。在图7的实施例中,光学系统140可包括转向膜142、折射透镜状匀光片146和LCD 162。转向膜142和LCD 162结合图1、图2A和图2B进行描述,并且可包括如图1、图2A和图2B中所述的特征。

[0084] 折射透镜状匀光片146可结合图1、图2A和图2B进行描述,并且可包括如图1、图2A和图2B中所述的特征,不同的是折射透镜状匀光片146为折射结构,而非反折射结构。如图7中所示,折射透镜状匀光片146可包括基本平滑的表面152,限定微观结构154具有弓形或部分圆柱体横截面形状的第一材料158,以及第二材料160邻近结构化表面150。在图7的实施例中,使用包括以下参数的棱镜设计工具形成微观结构154:节距、侧壁底角、曲率侧壁半径、尖端半径、波谷半径和平坦部分(在结构端部)。改变这些参数以实现所需的光输出分布。如图7中所示,光学系统140可具有基本垂直于显示表面中心的显示轴线164。在图7的实施例中,第一材料158的折射率为1.56,第二材料160为折射率为1.00的空气,并且折射透镜状匀光片146的基本平滑表面152与LCD 162相邻。

[0085] 图8为示出了图7的示例性光学系统140的亮度随视角的变化的图表170。亮度被测量为距显示轴线164的观察角度的函数,其中零度表示与显示轴线164平行对齐(例如,正面观察显示表面), ± 90 度表示与显示轴线164垂直对齐(例如,从侧面观察显示表面)。曲线172示出,光学系统140从小于约 ± 20 度半峰半宽(HWHM)的输入光束提供大于约 ± 50 度的HWHM(即:在大于约 ± 50 度的视角下亮度减小到最大亮度的一半)。

[0086] 实施例4

[0087] 图9为示例性光学系统180的概念性和示意性横向剖视图。在图9的实施例中,光学系统180可包括转向膜182、混合透镜状匀光片186和液晶显示器(LCD) 202。转向膜182和LCD 202结合图1、图2A和图2B进行描述,并且可包括如图1、图2A和图2B中所述的特征。

[0088] 混合透镜状匀光片186结合图1、图2A和图2B进行描述,并且可包括如图1、图2A和

图2B中所述的特征。如图9中所示,混合透镜状匀光片186可包括基本平滑的表面192,限定微观结构190具有弓形或部分圆柱体横截面形状的第一材料198,以及第二材料200邻近结构化表面196。在图9的实施例中,使用包括以下参数的棱镜设计工具形成微观结构190:节距(p)、侧壁底角(α_1 和 α_2)、曲率侧壁半径($R_{\text{面}1}$ 和 $R_{\text{面}2}$)、尖端半径($R_{\text{尖端}}$)、波谷半径($R_{\text{波谷}}$)和平坦端部宽度(w)。改变棱镜设计工具参数以实现所需的光输出分布,如表1中所示。

[0089]	节距, P (μm)	α_1 (度)	$R_{\text{波谷}}$ (μm)	$R_{\text{面}1}$ (μm)	$R_{\text{尖端}}$ (μm)	α_2 (度)	$R_{\text{面}2}$ (μm)	平坦端部宽 度, w (μm)
	50	79	0	700	3	79	700	7

[0090] 表1:

[0091] 如图9中所示,光学系统180可具有基本垂直于显示表面中心的显示轴线204。在图9的实施例中,分析了三对第一材料198和第二材料200,包括折射率为1.64、1.67和1.7的第一材料198,以及折射率为1.44,1.49和1.50的相应第二材料200。在图9的实施例中,微观结构190嵌入转向膜182的基本平滑的表面184上。

[0092] 图10为示出了图9的示例性光学系统180的亮度随视角的变化的图表。亮度被测量为距显示轴线204的观察角度的函数,其中零度表示与显示轴线204平行对齐(例如,正面观察显示表面), ± 90 度表示与显示轴线204垂直对齐(例如,从侧面观察显示表面)。曲线212、214、216示出了光学系统186的亮度随视角的变化。曲线212对应于一对折射率为1.67的第一材料198和折射率为1.49的第二材料200。曲线214对应于一对折射率为1.7的第一材料198和折射率为1.5的第二材料200。曲线216对应于一对折射率为1.64的第一材料198和折射率为1.44的第二材料200。曲线212、214、216示出,光学系统180从小于约 ± 20 度半峰半宽(HWHM)的输入光束提供大于约 ± 50 度的HWHM(即:在大于约 ± 50 度的视角下亮度减小到最大亮度的一半)。

[0093] 实施例5

[0094] 图11为示例性光学系统220的概念性和示意性横向剖视图。在图11的实施例中,光学系统220可包括转向膜222、混合透镜状匀光片224和LCD 226。转向膜222和LCD 226结合图1B、图2C和图2D进行描述,并且可包括如图1B、图2C和图2D中所述的特征。

[0095] 透镜状匀光片224可结合图1B、图2C和图2D进行描述,并且可包括如图1B、图2C和图2D中所述的特征。如图11中所示,透镜状匀光片224可包括基本平滑的表面228,限定微观结构232具有两个平面棱镜和相邻平坦棱面区横截面形状的第一材料230,以及第二材料234邻近结构化表面236。在图11的实施例中,利用光学射线跟踪软件模拟微观结构232,所述光学射线跟踪软件利用以下参数建模:节距(p)、侧壁底角(α_1 和 α_2)、尖端半径($R_{\text{尖端}}$)、棱面宽度(w)、填充率 $(p-w)/p$ 、纵横比 $(h/(p-w))$,和尖端分率($R_{\text{尖端}}/p$)。改变这些参数以实现一组所需的光输出分布(目标宽度),如表2中所示。例如,建模预测:对具有从-35度至+35度的平顶峰分布而言,优选的棱镜设计如表2第一行中所示。表3中示出了表2的不同参数的最佳亮度分布数据输出。

	目标宽度 (度)	节距, p (μm)	棱面宽度, w (μm)	α1 (度)	R _{尖端} (μm)	α2 (度)	填充率, (p-w)/p	纵横比, h/(p-w)	尖端分率 R _{尖端} /p
[0096]	±35	29	3.944	79.1	1.014	79.1	0.864	2.42	0.035
	±40	29	4.785	78.4	0.942	78.4	0.835	2.29	0.032
	±45	29	5.249	77.9	1.016	77.9	0.819	2.17	0.035
	±50	29	5.655	77.4	0.998	77.4	0.805	2.09	0.034
	±60	29	6.554	76.2	1.026	76.2	0.774	1.89	0.035

[0097] 表2:改变设计参数以实现所需的光输出分布

	目标宽度 (度)	½峰半宽 (度)	80%峰半宽 (度)	90%峰半宽 (度)
[0098]	±35	52.5	41.7	36.6
	±40	54.0	44.0	39.3
	±45	55.6	46.6	41.7
	±50	57.1	48.4	43.4
[0099]	±60	61.5	53.9	49.0

[0100] 表3:朝所需的光输出分布建模的亮度分布数据输出

[0101] 如图11中所示,光学系统220可具有基本垂直于显示表面中心的显示轴线238。对于该实施例的模拟,第一材料230的折射率为1.681,吸收系数为每毫米0.0104,第二材料234为折射率为1.486的填充材料,并且混合透镜状匀光片224的基本平滑表面228与转向膜的基本平滑表面240相邻。

[0102] 图12为示出了设计本实施例的透镜状匀光片结构的结果的图表,以在通过90%峰值亮度滚降所测量的范围为35至50度的亮度分布内具有各种宽度的平顶。图12中参考“REF”描述了具有相对平顶和±40度的目标宽度的分布所需亮度。图12示出了可以设计实施例5的透镜状匀光片结构,以在35至40度,或甚至至50度的范围内具有相对平顶亮度分布。目标宽度大于50度的亮度分布表现出利用亮度分布的平顶进行的强调制。

[0103] 实施例6—透镜状匀光片224—通过填充率进行的水平角亮度分布调制

[0104] 在一些情况下,可能要求减少或消除在原本平顶中可能发生的调制,以减少平顶部调制,使顶部平坦度更低但具有在图案中心滚降更趋于均匀的峰值亮度。利用α₁和α₂为78度(图13)/77度(图14),R_{尖端}为0.75μm以及p为29.0μm的混合透镜状匀光片224,可通过调节填充率((p-w)/p)实现相对平顶的亮度分布。

[0105] 图13和图14示出了通过两个不同的侧壁底角的填充率从0.62变化为0.84的亮度分布。图13和图14中参考“REF”描述了具有相对平顶和目标宽度±40度的所需亮度分布。产生具有相对平顶为0.75至0.90的亮度分布的填充率范围。产生具有相对平顶为0.80至0.87的期望亮度分布的填充率范围。

[0106] 实施例7—透镜状匀光片224—通过尖端分率进行的亮度分布调制

[0107] 另外,如实施例6所述,可能要求减少或消除在原本平顶中可能发生的调制,以减少平顶部调制,使顶部平坦度更低但具有在图案中心滚降更趋于均匀的峰值亮度。这也可通过调节尖端分率并从而调节光学系统中反射和折射光的程度来实现。在本实施例中,透镜状匀光片224的α₁和α₂为78度,填充率为0.82,节距为29.0μm。

[0108] 图15示出对于小于1微米的尖端半径,其中节距为29.0μm,R_{尖端}变化的影响较小。对

于大于 $2\mu\text{m}$ 的 $R_{\text{尖端}}$,顶端半径似乎会明显增加顶端调制。图15中参考“REF”描述了具有相对平顶和目标宽度 ± 40 度的所需亮度分布。产生具有相对平顶为 $0\mu\text{m}$ 至约 $1\mu\text{m}$ 的期望亮度分布的 $R_{\text{尖端}}$ 范围。获得具有相对平顶小于0.100的亮度分布的尖端分率。获得具有相对平顶小于0.035的期望亮度分布的尖端分率。

[0109] 实施例8—透镜状匀光片224—通过侧壁底角进行的亮度分布调制

[0110] 图16示出了具有类似混合透镜状匀光片224设计参数和不同侧壁底角的水平角亮度分布。每个水平角亮度分布在图16中通过与每个模型相关联的侧壁底角,77.0、78.0、79.0和80.0表示。所建模的透镜状匀光片224的其它设计参数包括:0.017尖端分率、 $44\mu\text{m}$ 节距和0.80填充率。图16中参考“REF”描述了具有相对平顶和目标宽度 ± 40 度的所需亮度分布。在该实施例中,侧壁底角为78度的结构实现目标宽度为约 ± 40 度的相对最平坦顶部分布。

[0111] 实施例9—通过装配式透镜状匀光片实现的亮度分布的比较

[0112] 使用微复制工具体备A匀光片,B匀光片和C匀光片样本,微复制工具利用在本领域内公知的以及上文所述方法进行制造。来自具有图17至图19中扫描电子显微镜(SEM)图像中所示几何形状的工具的三个透镜状匀光片,是通过将高折射率可紫外光固化树脂微复制到PET膜上而制备。每个实施例的设计参数在表4中提供。样本用可商购获得的光学透明粘合剂进行涂刷,光学透明粘合剂也是紫外光固化的(折射率1.47)。

	匀光片	节距, p (μm)	棱面宽度, w (μm)	$\alpha 1$ (度)	$\alpha 2$ (度)	填充率, (p-w)/p	纵横比, h/(p-w)
[0113]	A	29	5.883	78.2	78.2	0.80	2.25
	B	29	5.605	77.4	76.8	0.81	2.08
	C	29	3.468	77.8	77.8	0.88	2.19

[0114] 表4:A、B和C匀光片样本的测量设计参数

[0115] A匀光片,B匀光片和C匀光片分别被置于XPS 11 LG背光源顶部,该背光源由戴尔公司提供(美国得克萨斯州),其中背光源的白色反射器被替换为增强型镜面反射片,增强型镜面反射片由3M公司提供(地址:美国明尼苏达州)。增强型镜面反射片有助于保持背光源的准直。每个样本的LCD面板为来自XPS 13装置的LCD面板,可从戴尔公司(美国得克萨斯州)购得。

[0116] 对于具有上述样本的转向膜系统,来自转向膜系统的光的角分布,使用由Eldim公司(法国,埃鲁维尔圣克莱)提供的L80锥光偏振仪测定。使用置于De11 XPS 11 LG背光源顶部的匀光片进行测量,其中常备的白色反射器被替换为3M增强型镜面反射片,用于帮助保持准直。图20示出了可通过改变透镜状匀光片的几何形状来控制的亮度分布。图20中的A匀光片和B匀光片证明了亮度分布具有相对平坦顶部。图20中的C匀光片示出了平坦顶部调制更大的亮度分布。

[0117] 本文所引述的专利公开的全部公开内容以引用方式全文并入本文,如同每种专利公开单独并入本文。在不脱离本发明范围和实质的前提下,对本发明的各种变型和更改对本领域的技术人员而言将显而易见。应当理解,本发明并非意图不当地限制于本文所示出的示例性实施方案和实施例,并且上述实施例和实施方案仅以举例的方式提出,而且本发明的范围旨在仅受下面本文所示出的权利要求书的限制。

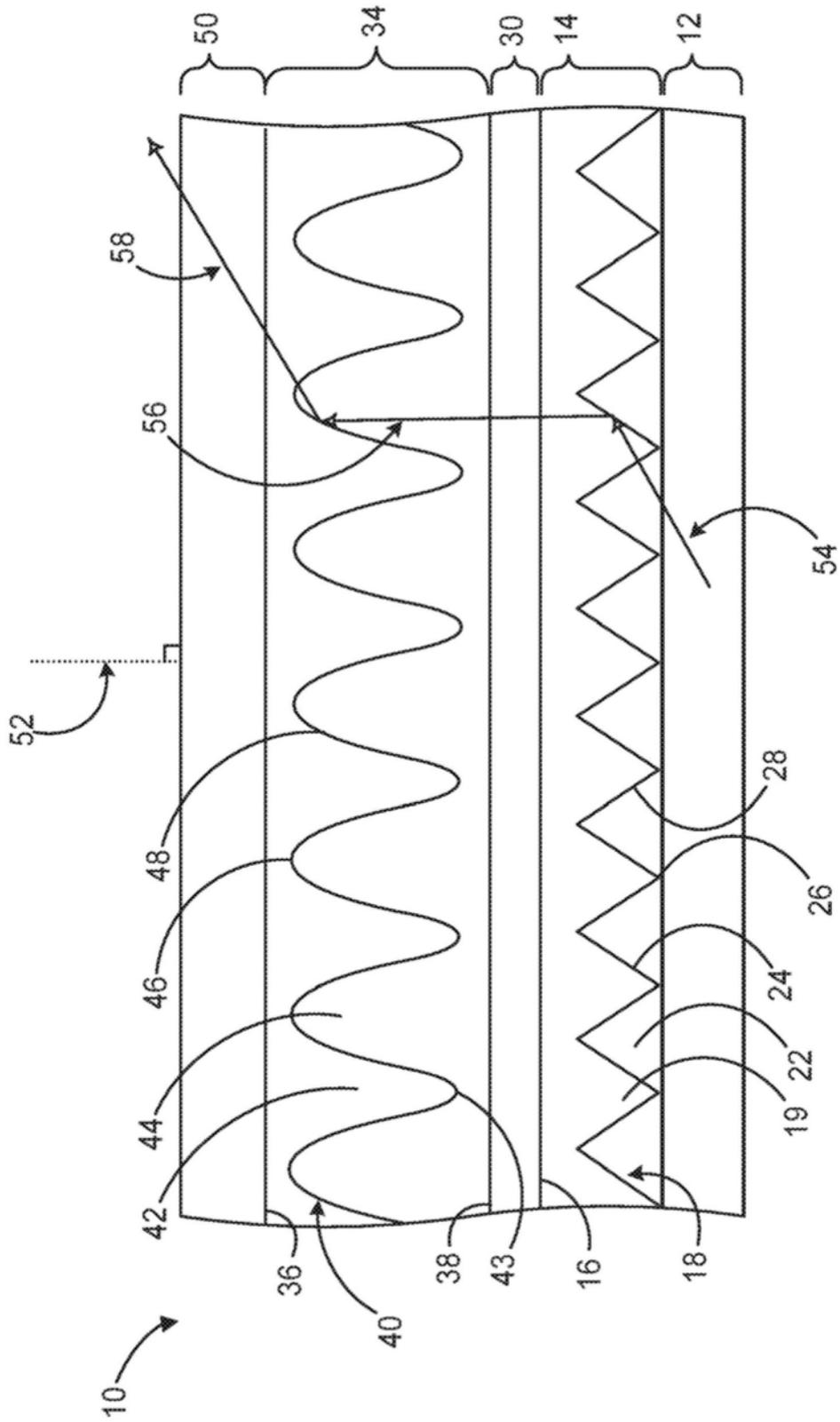


图1A

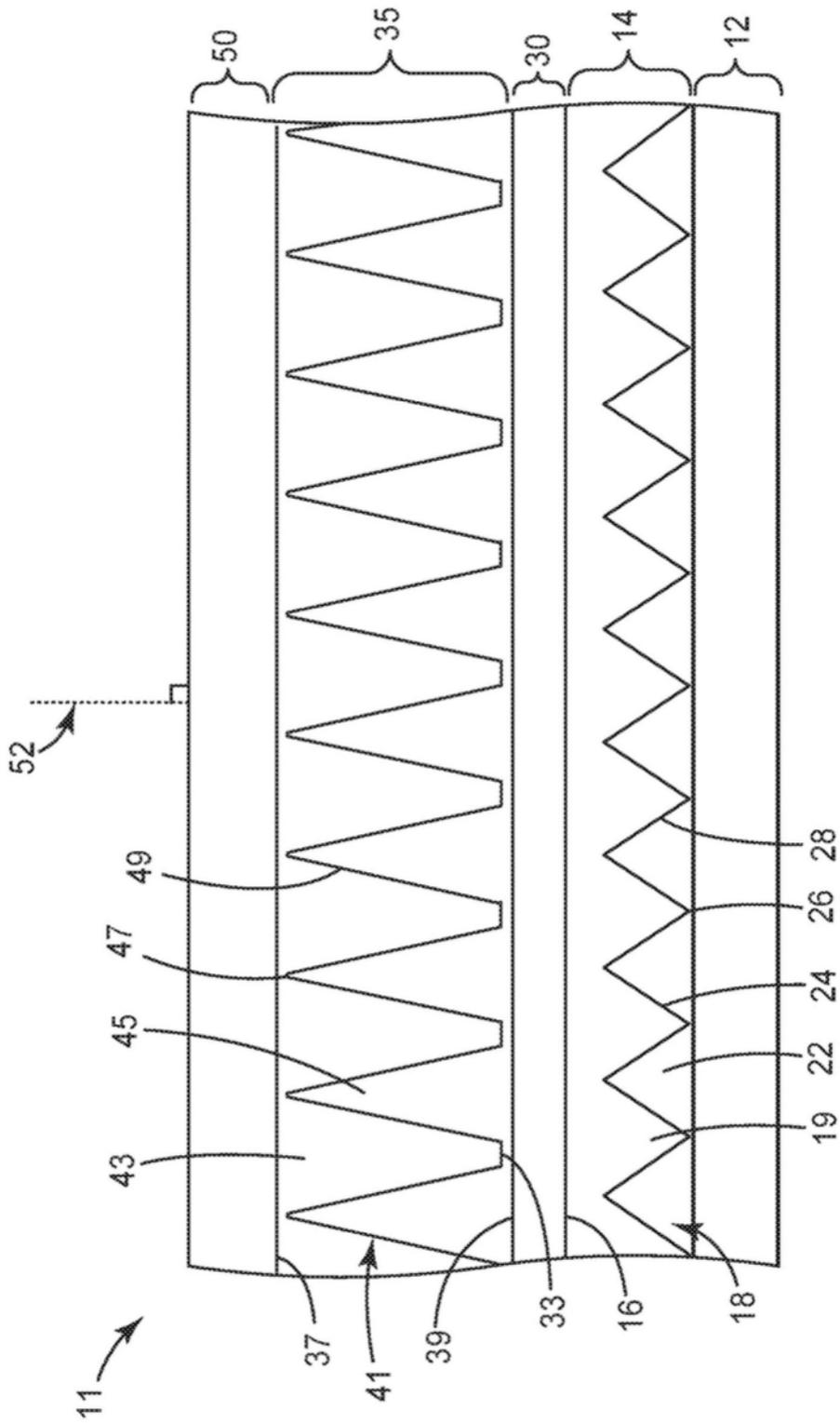


图1B

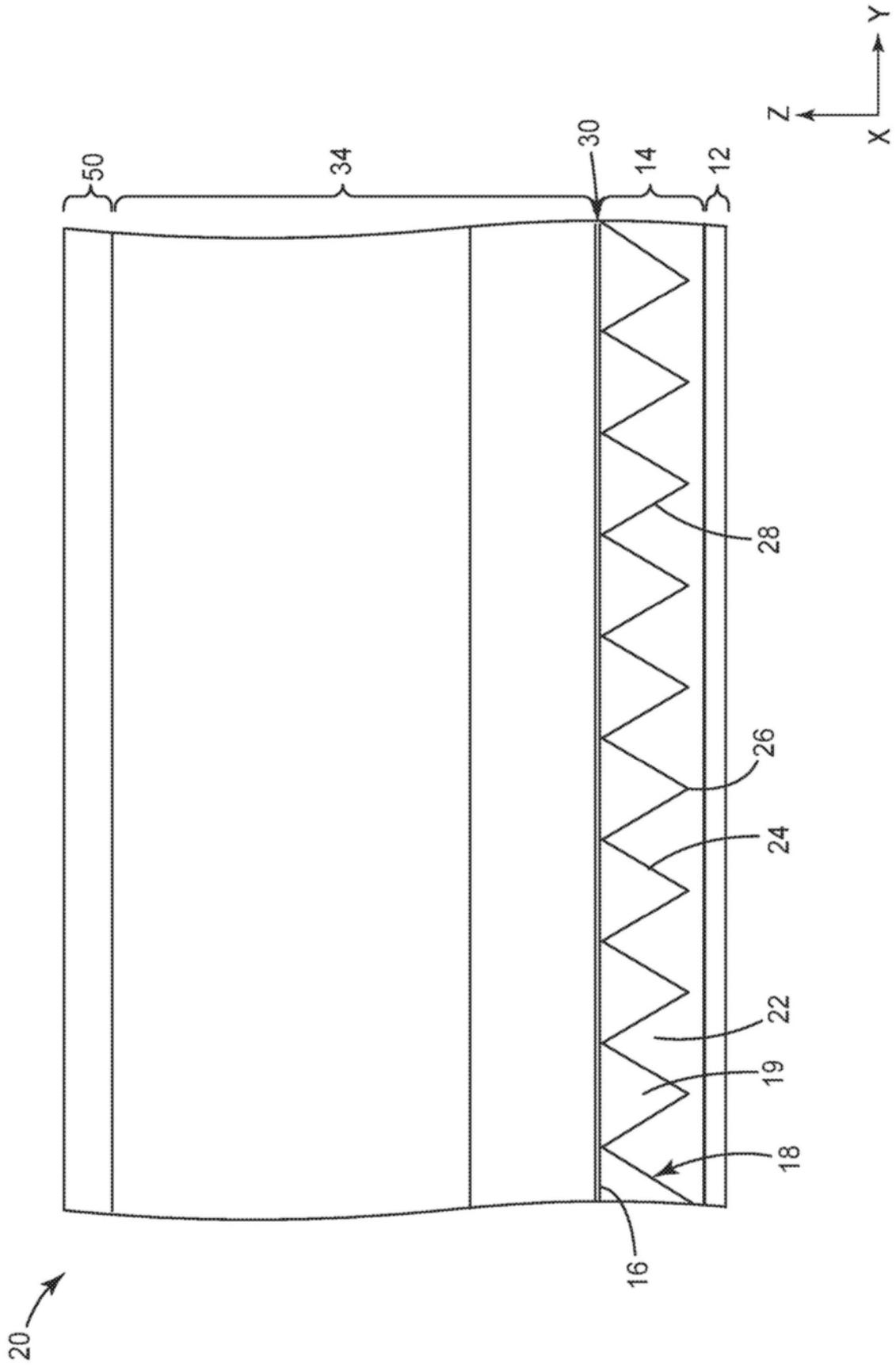


图2A

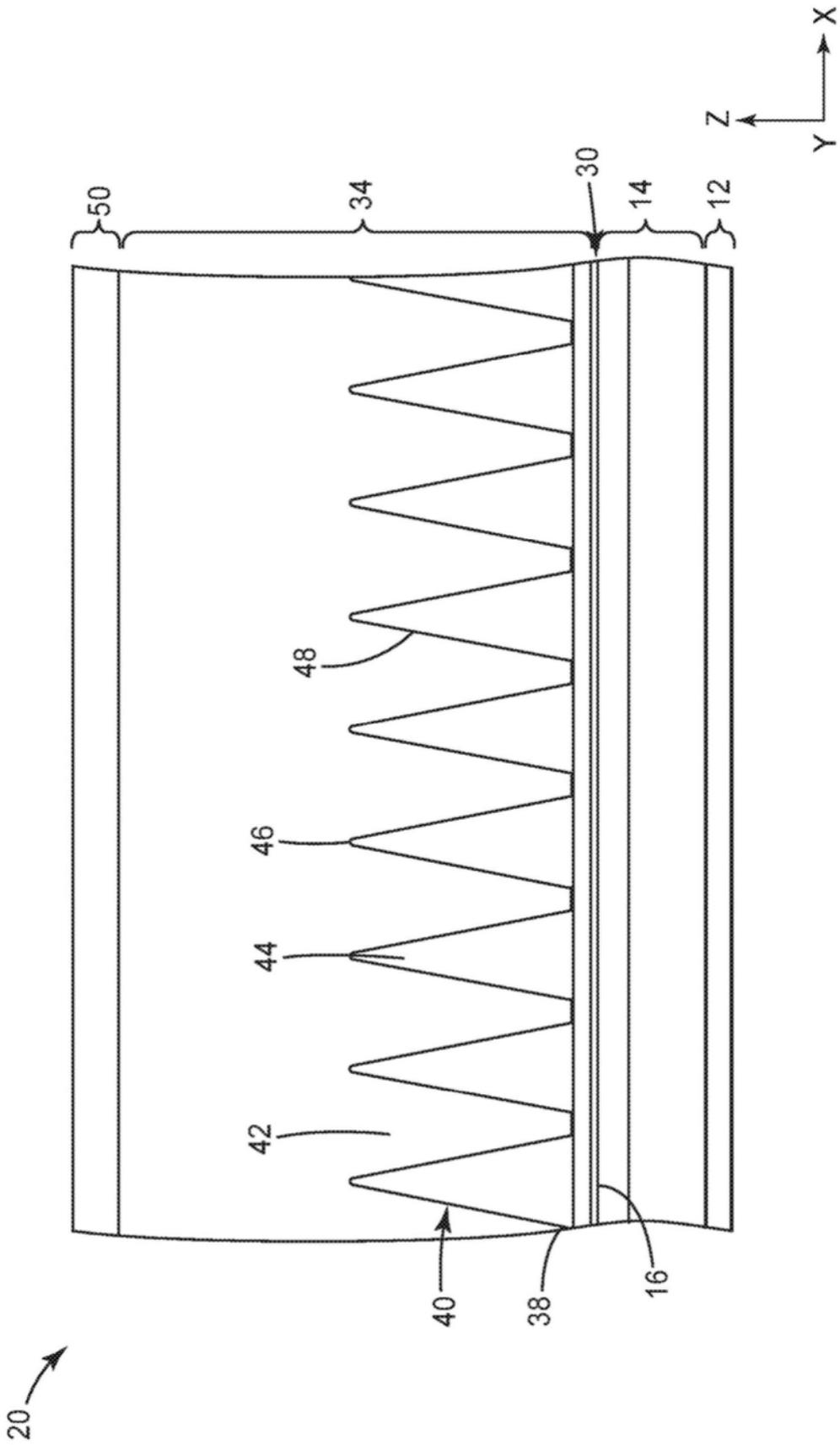


图2B

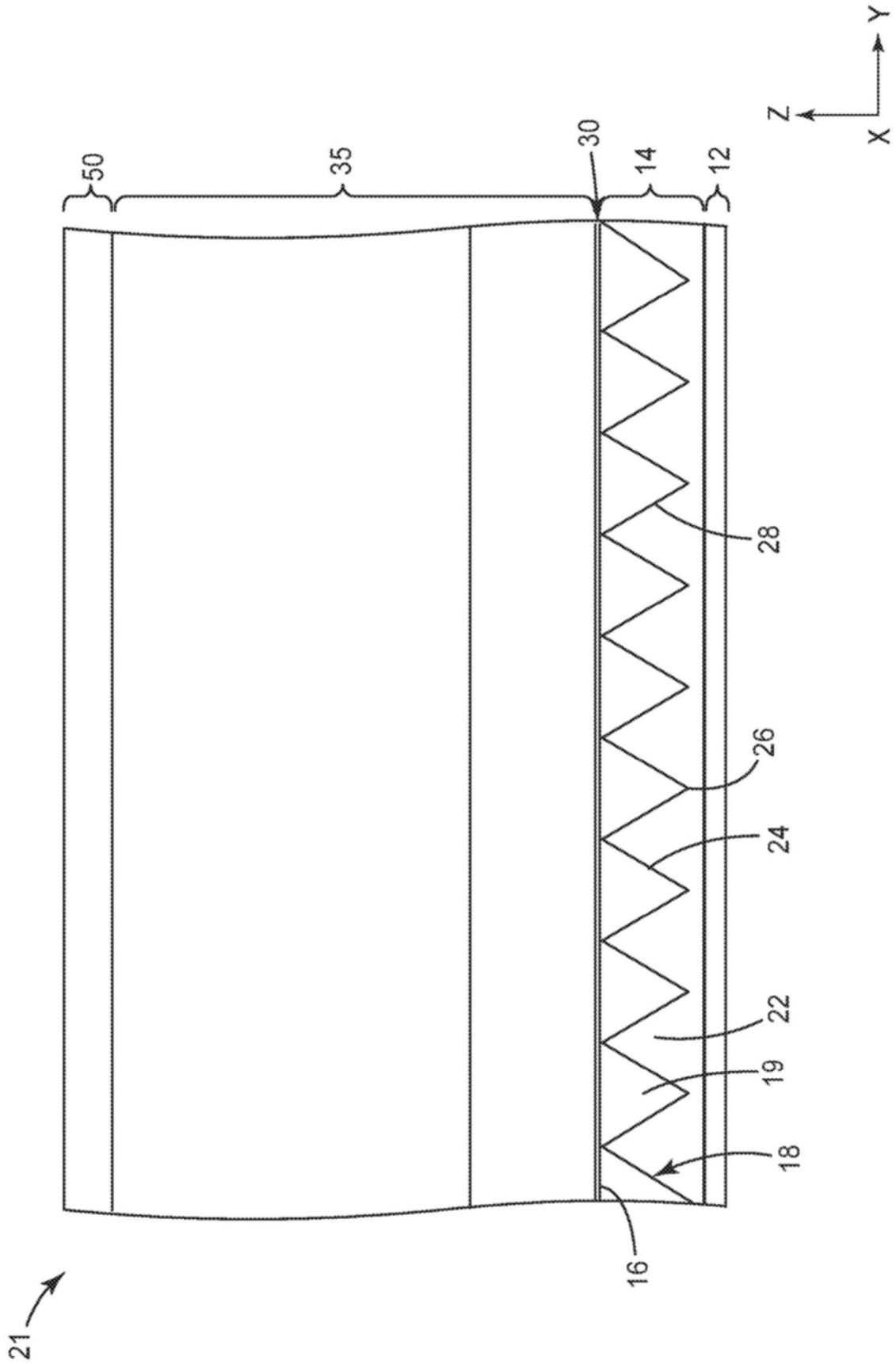


图2C

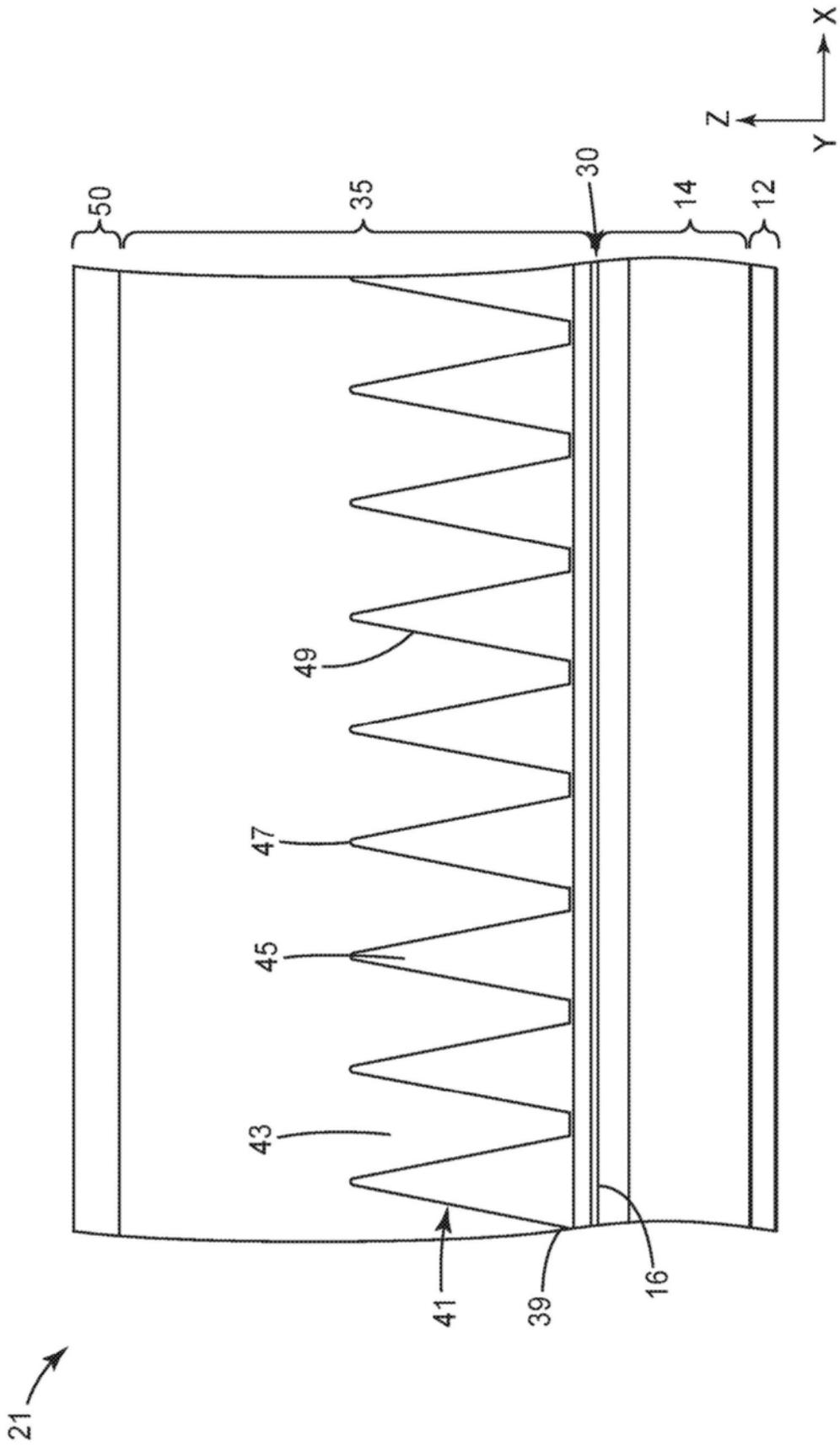


图2D

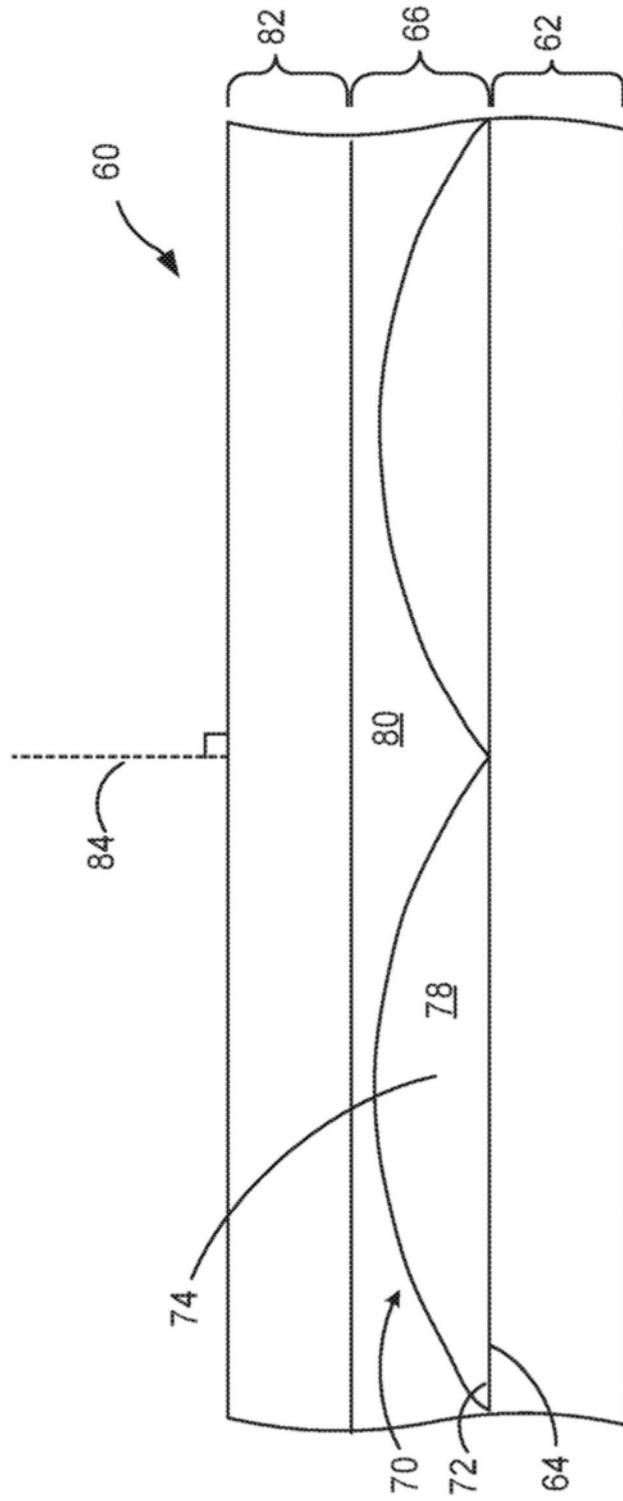


图3

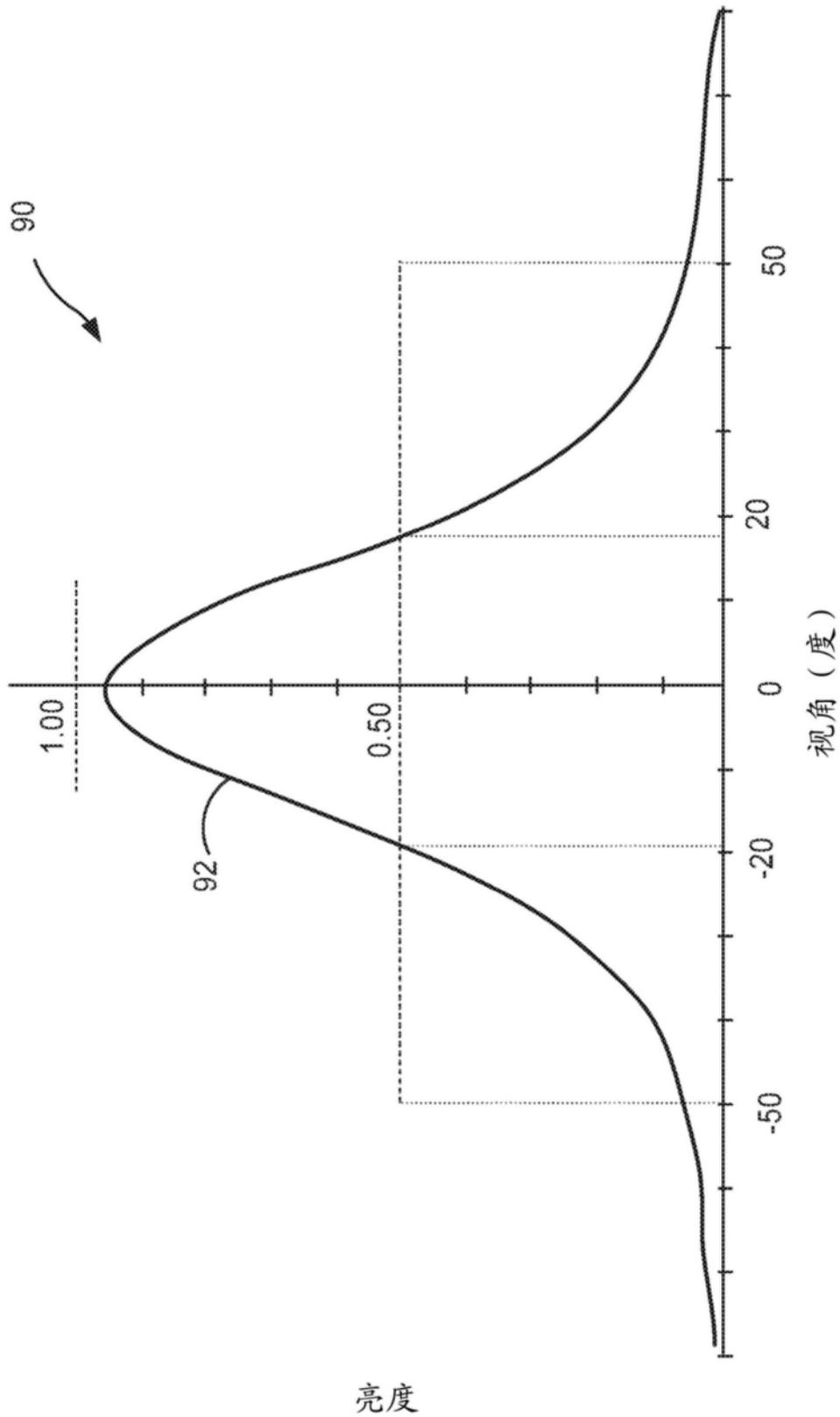


图4

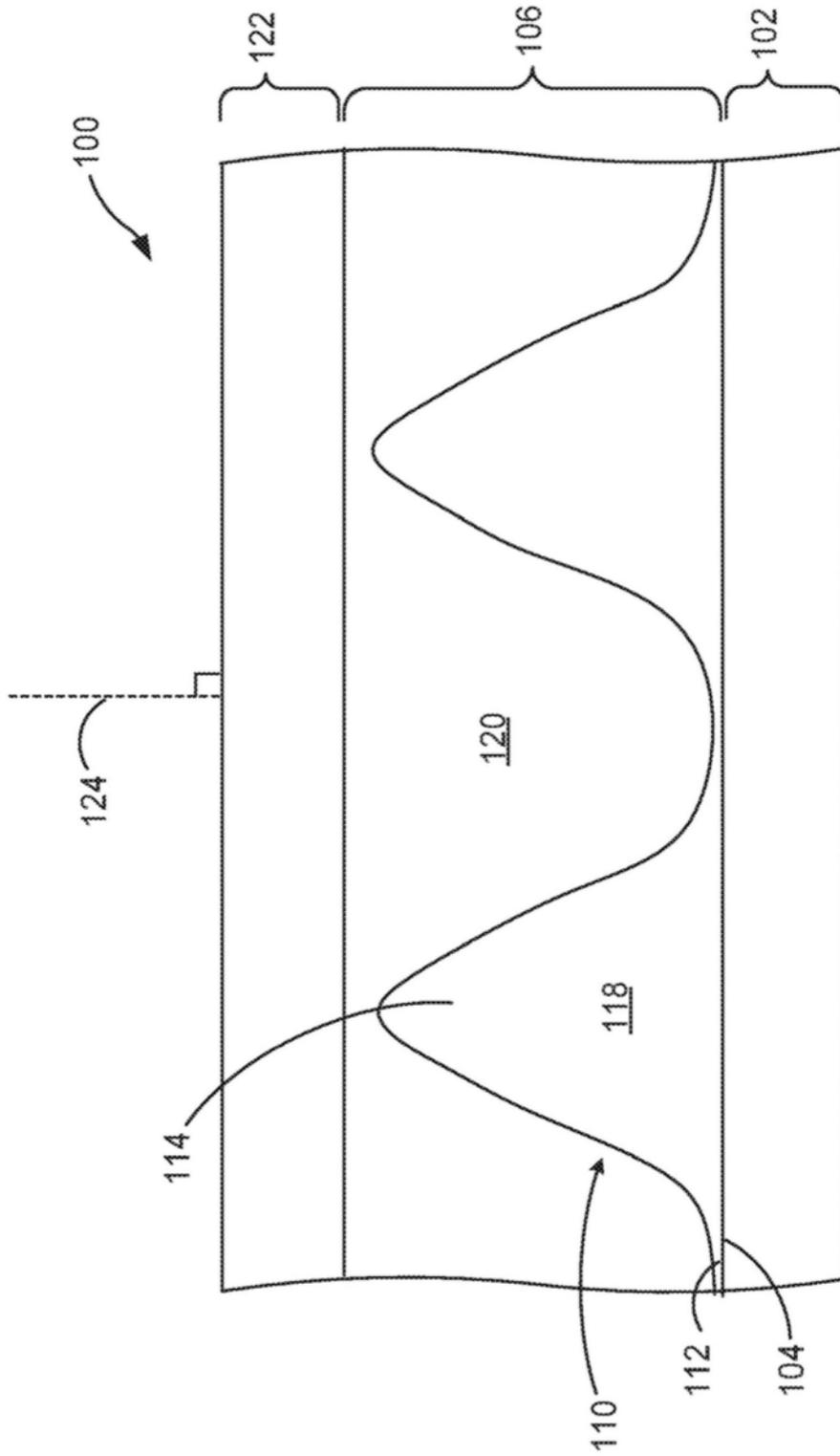


图5

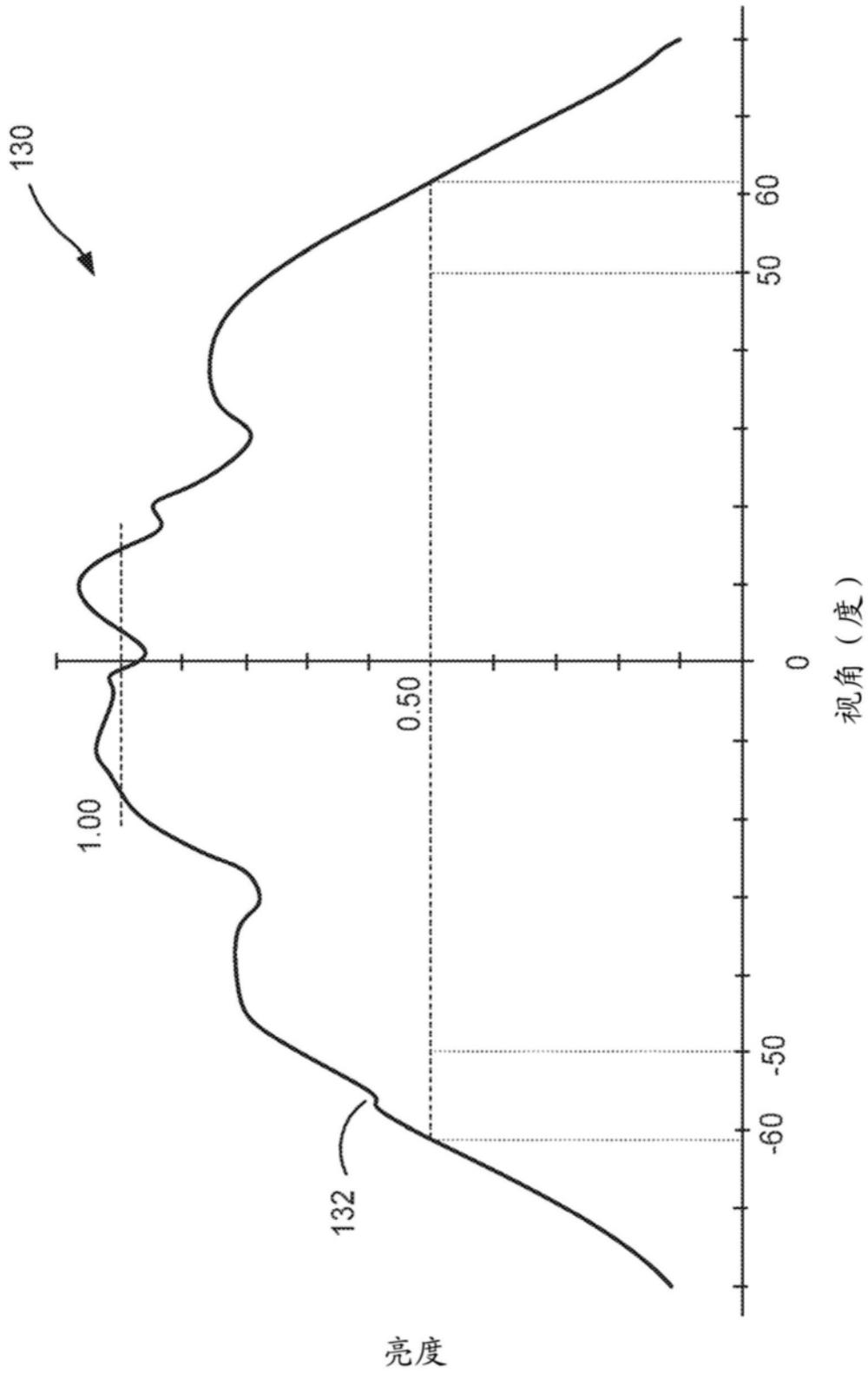


图6

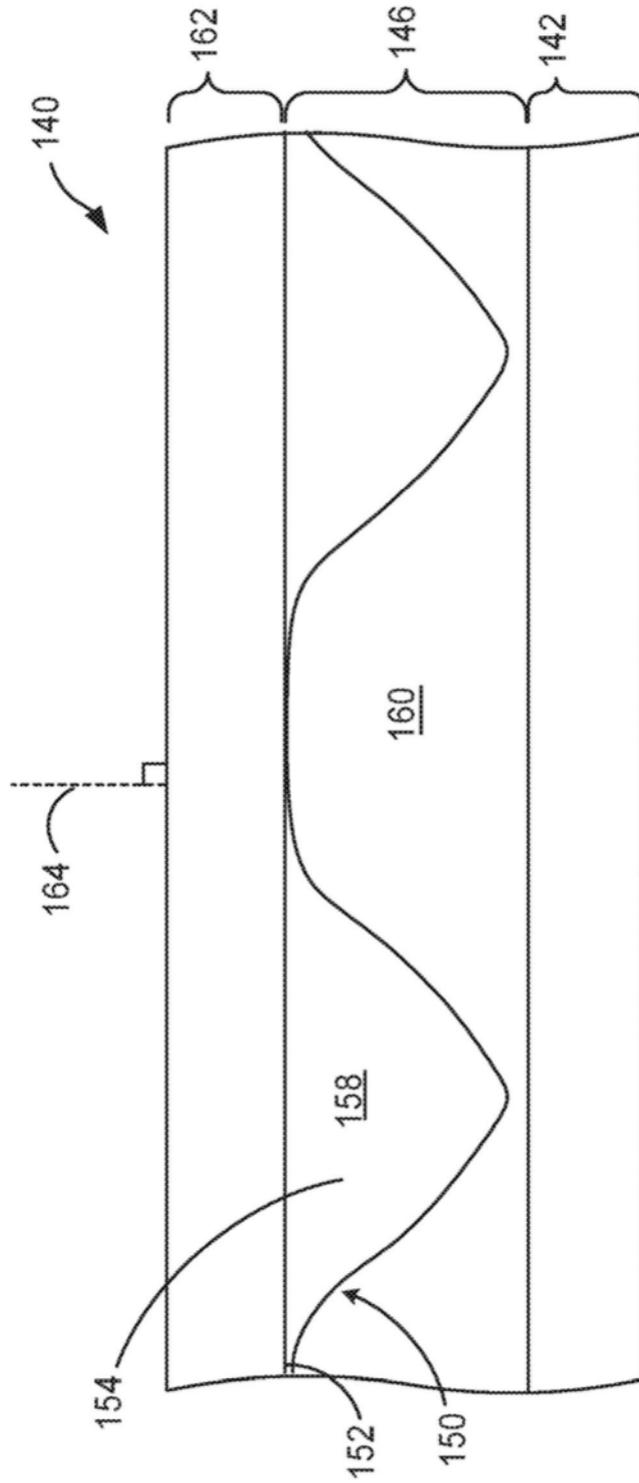
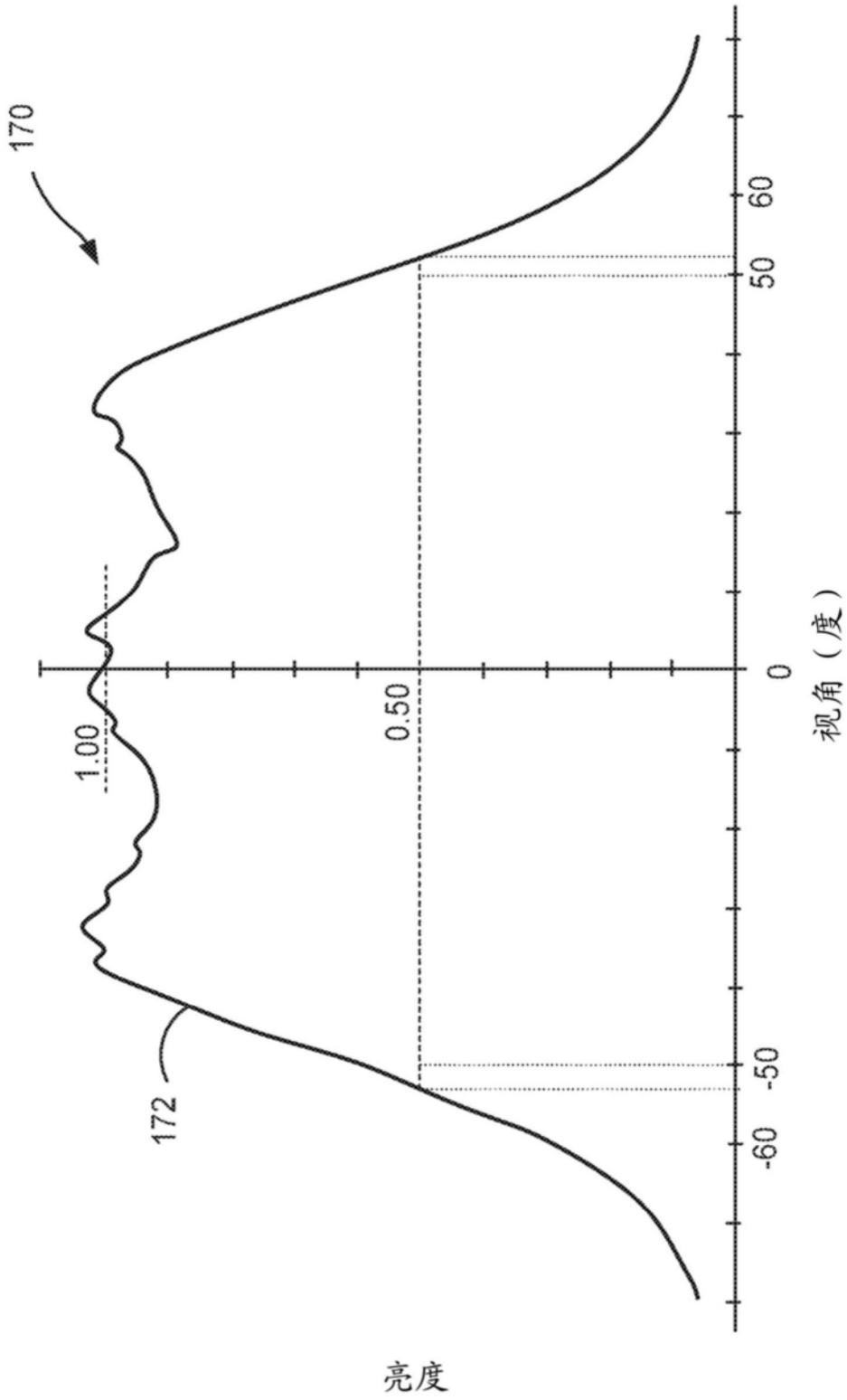


图7



亮度

图8

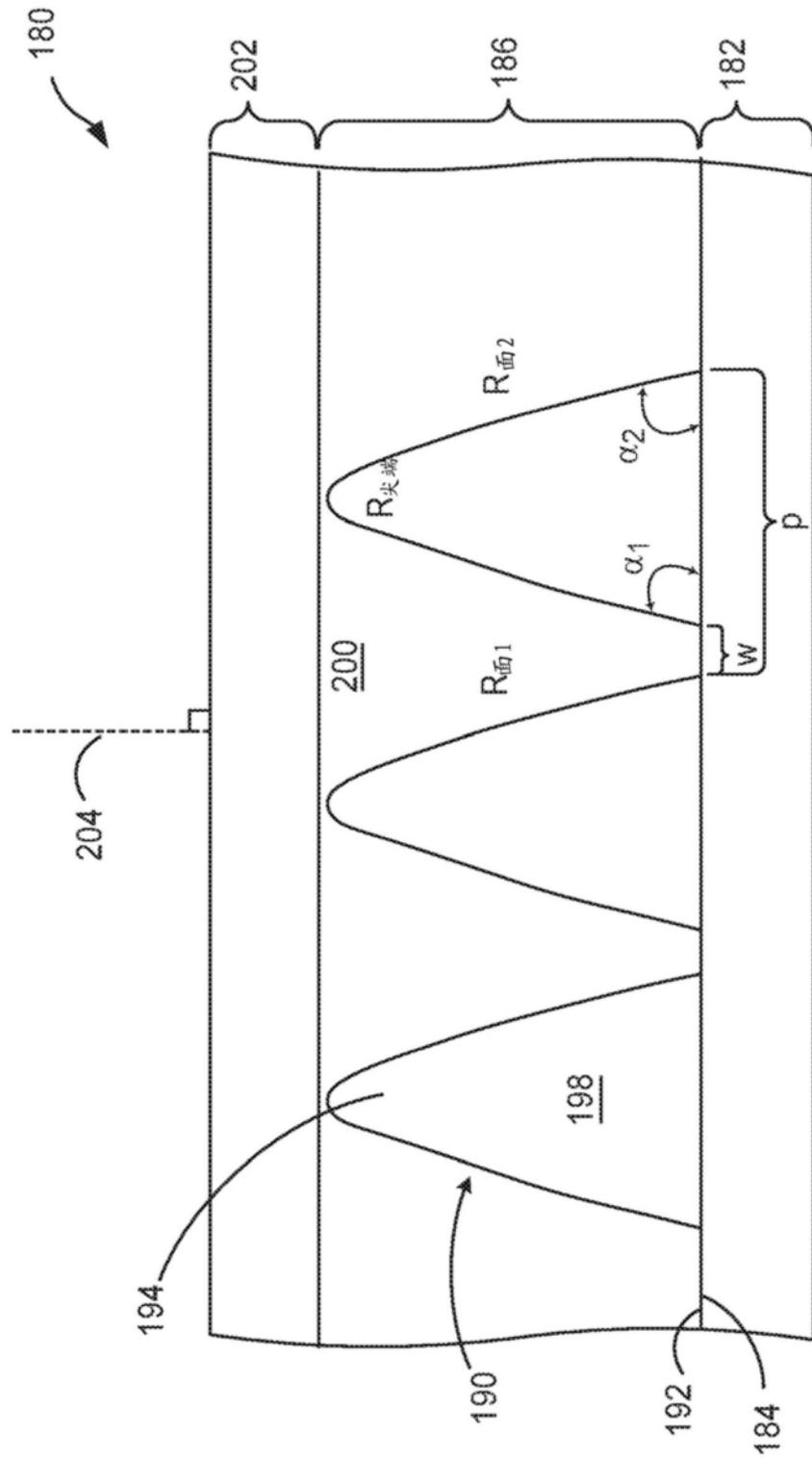


图9

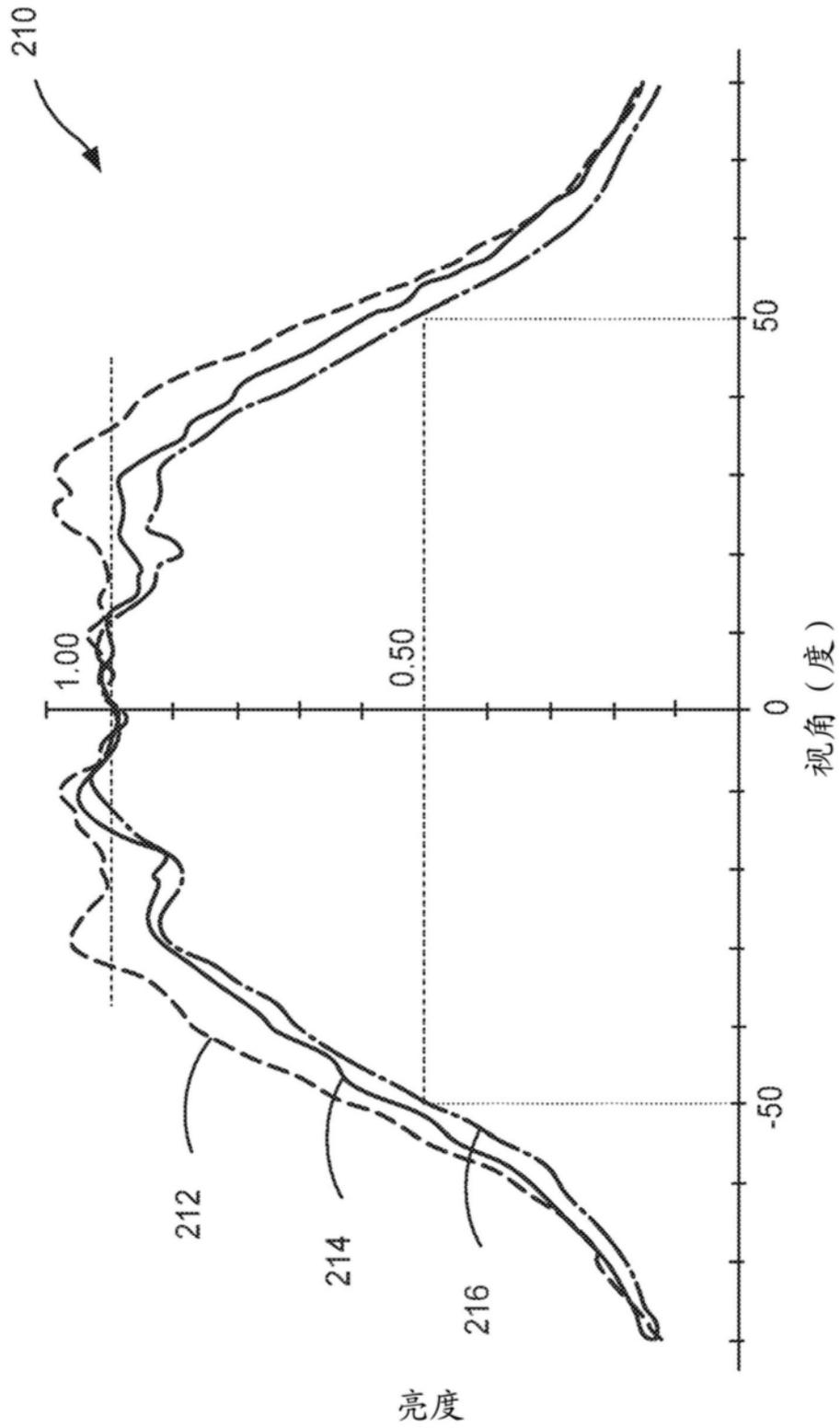


图10

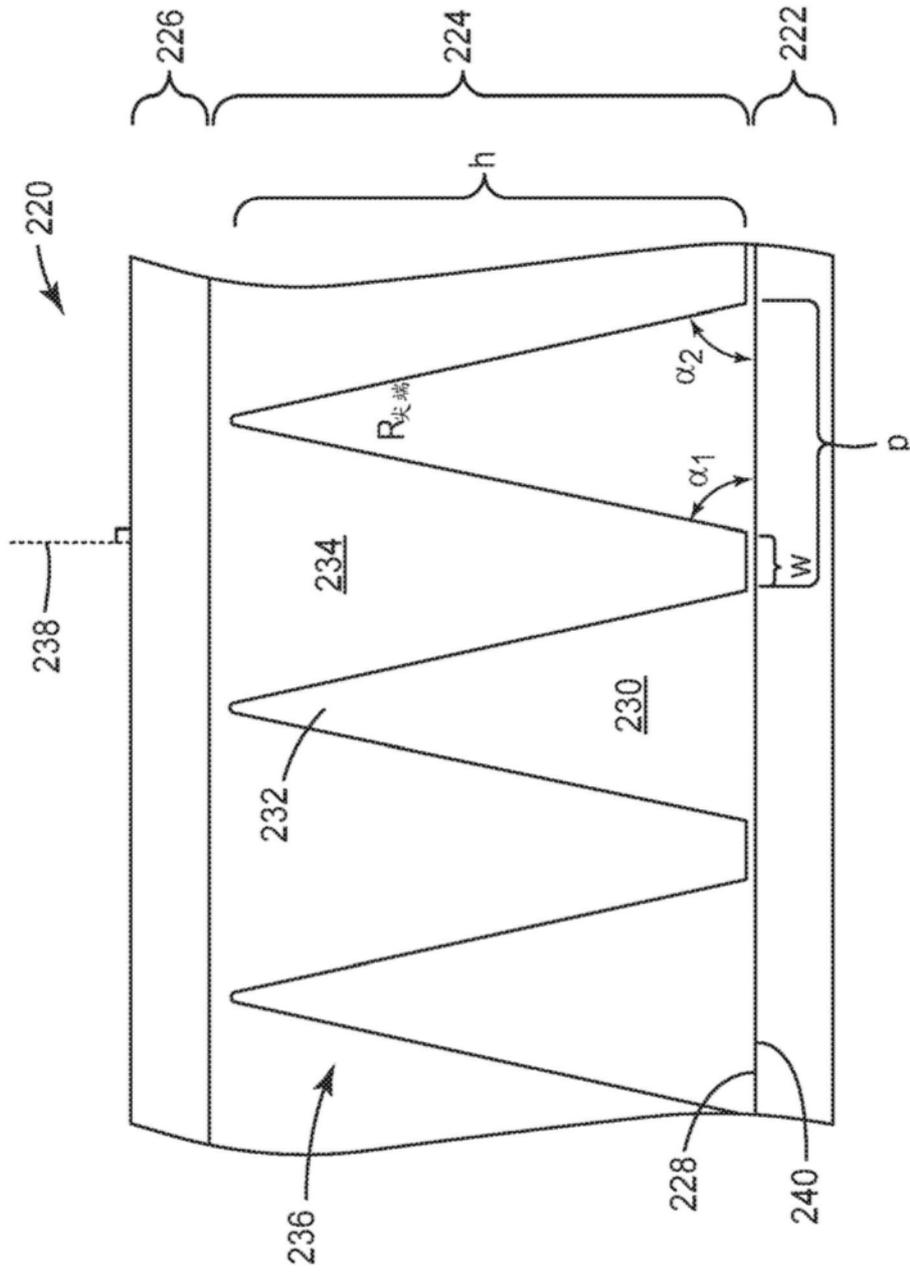


图11

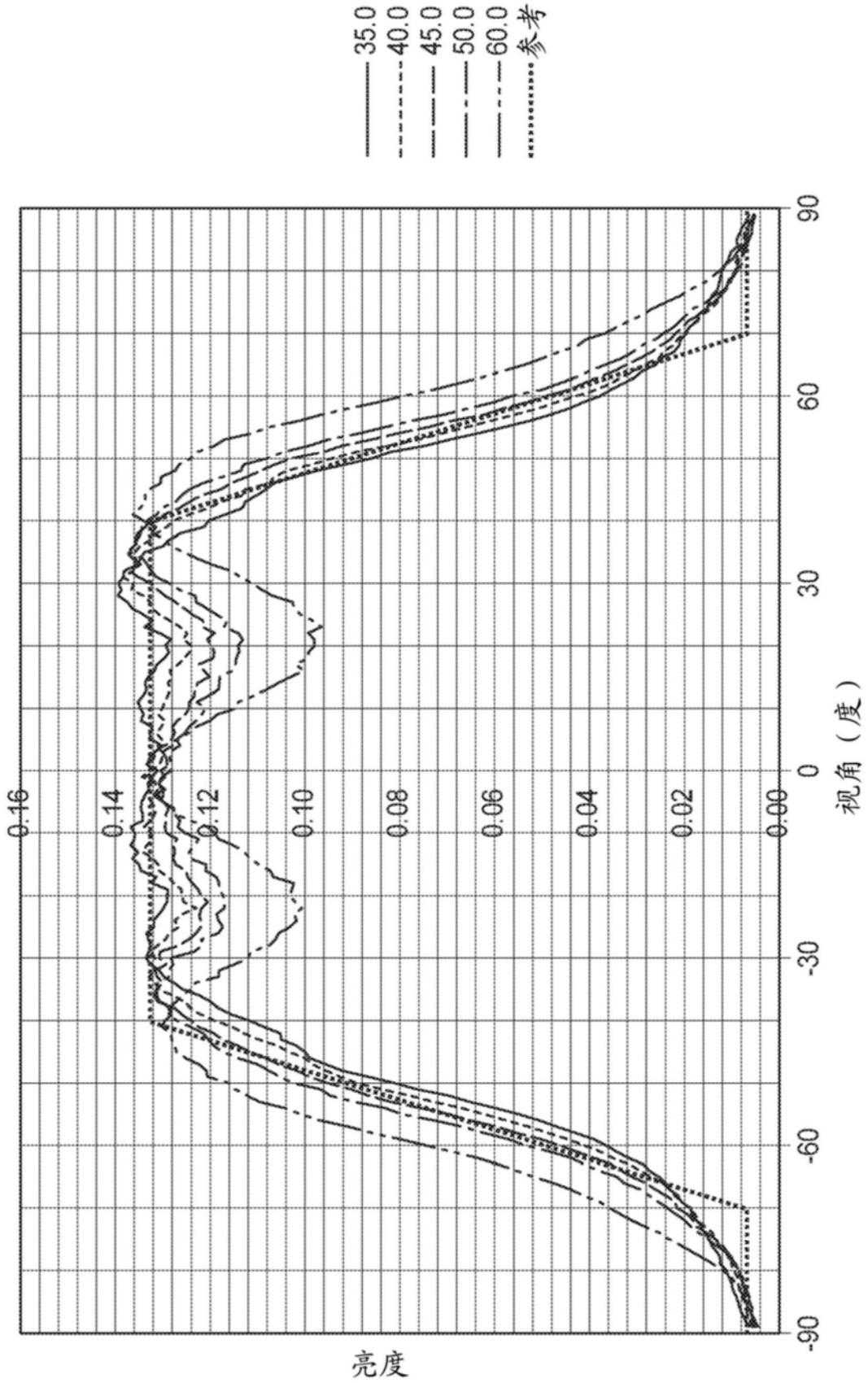


图12

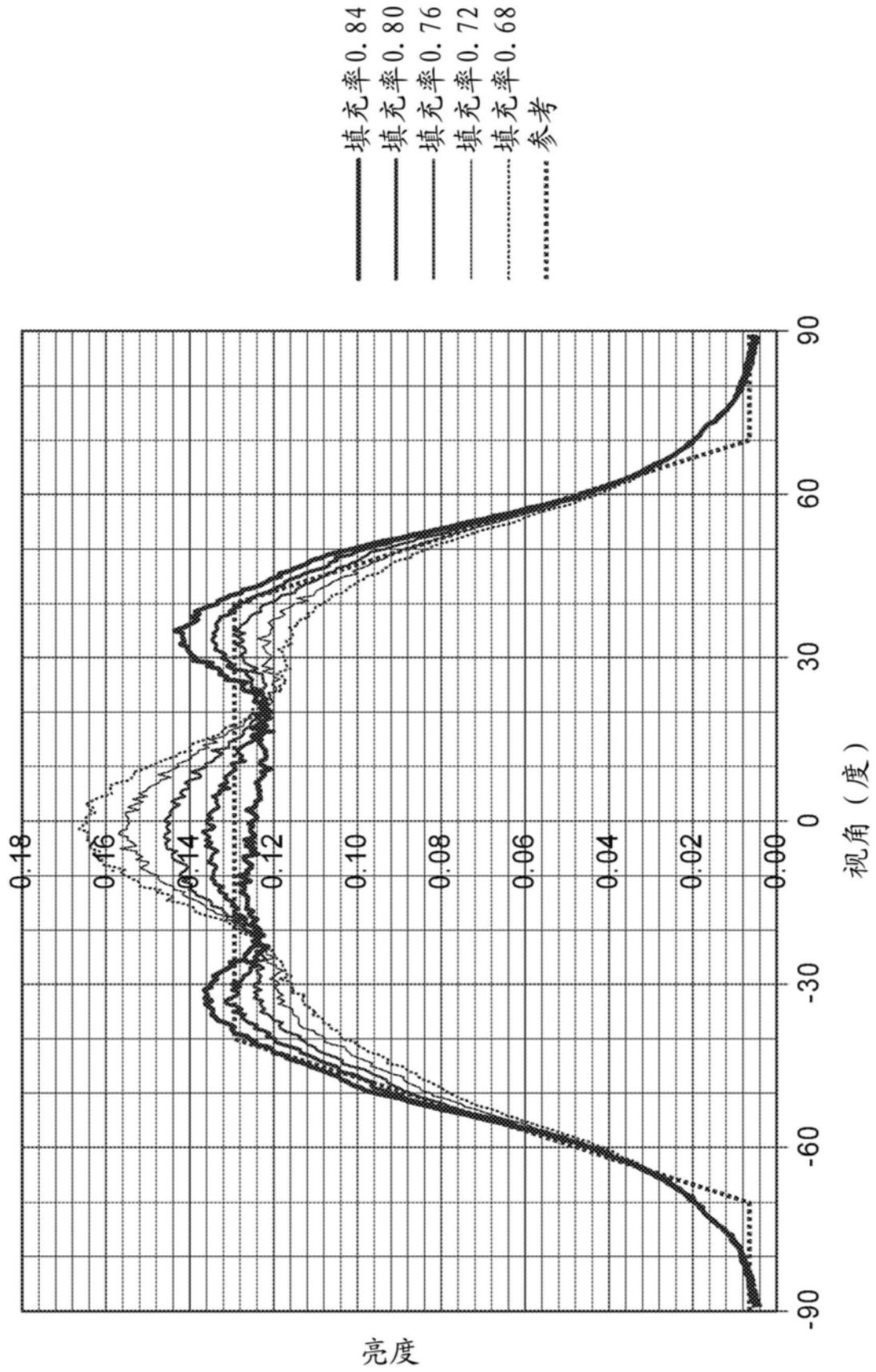


图13

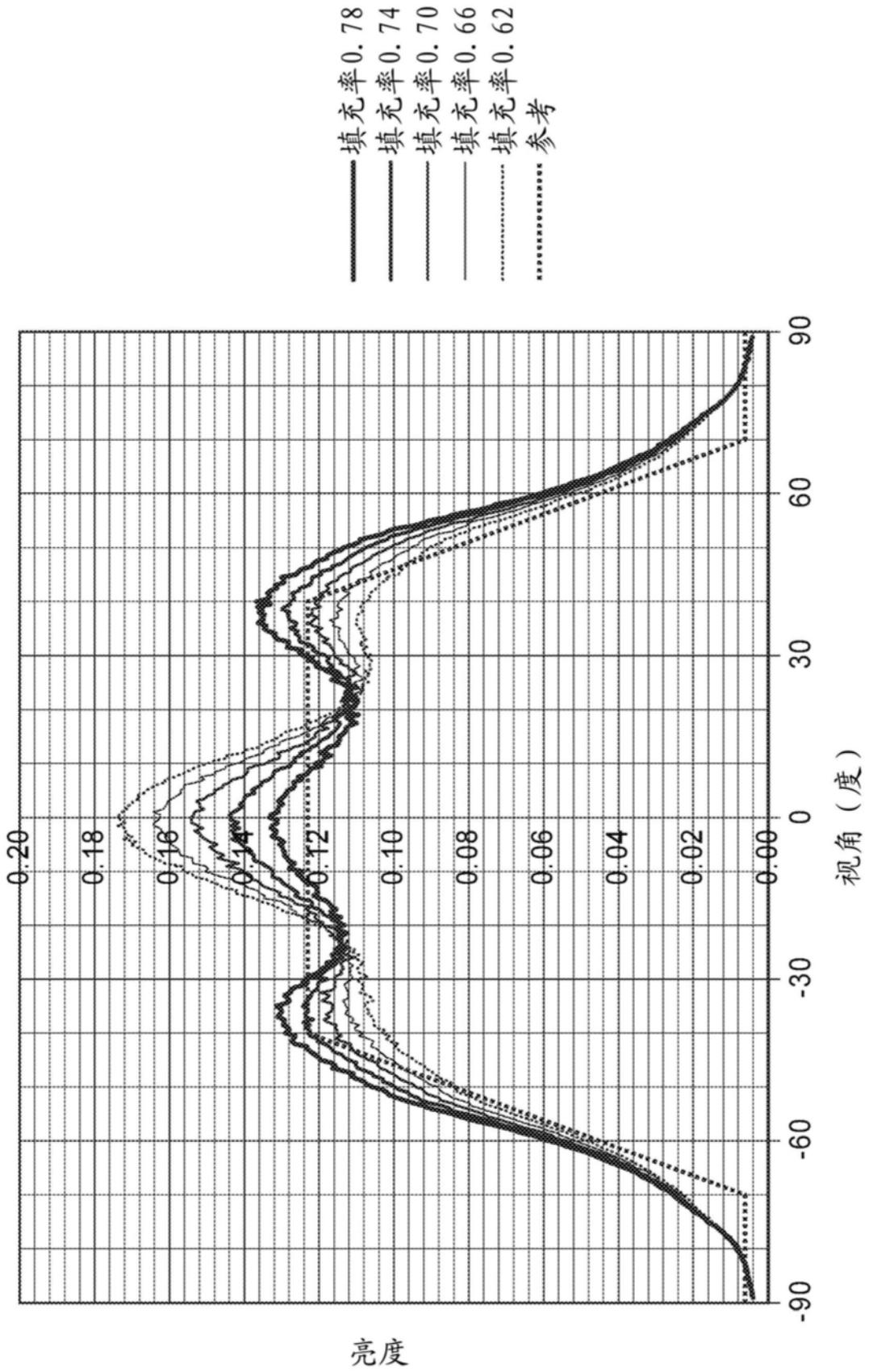


图14

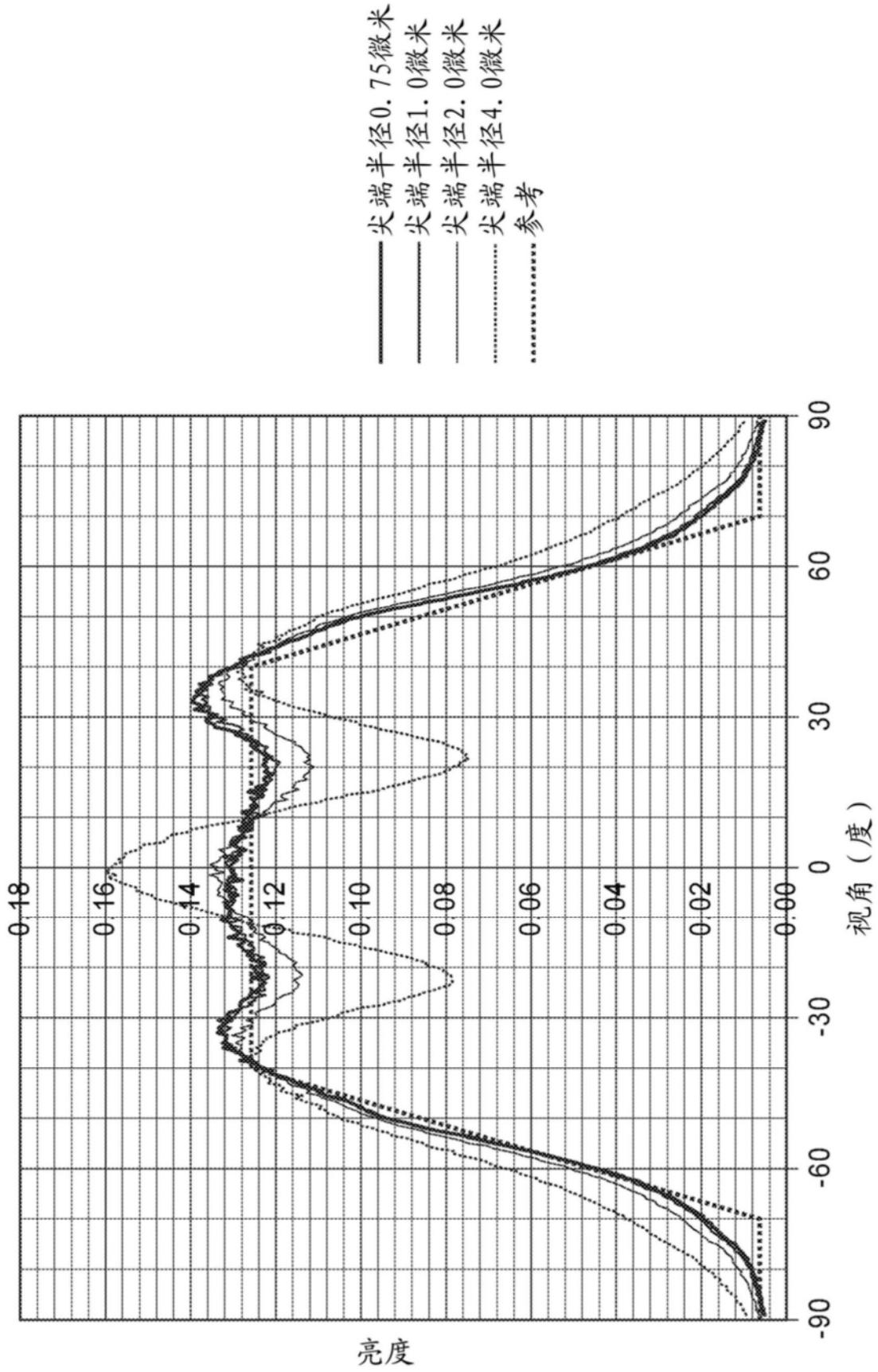


图15

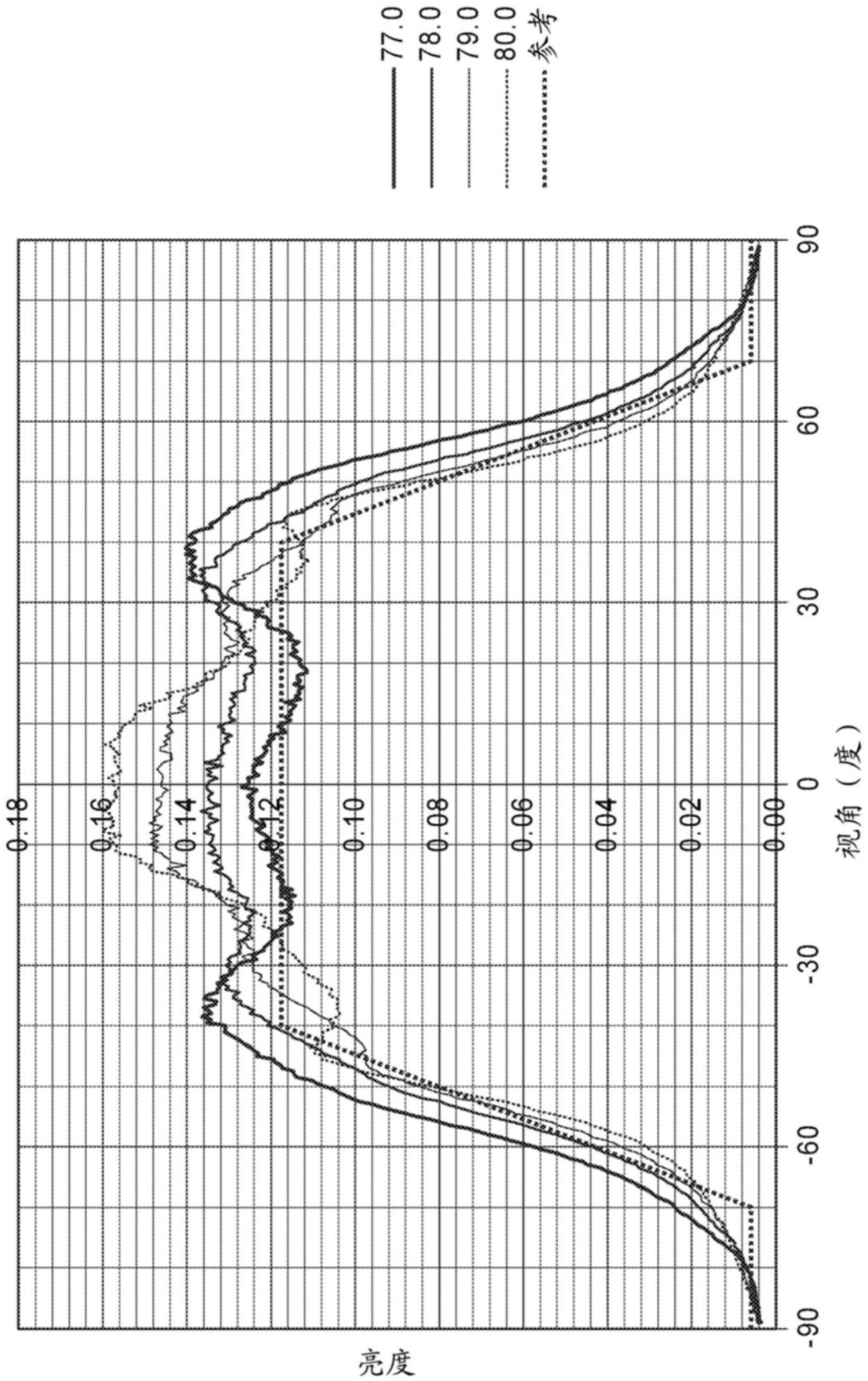


图16

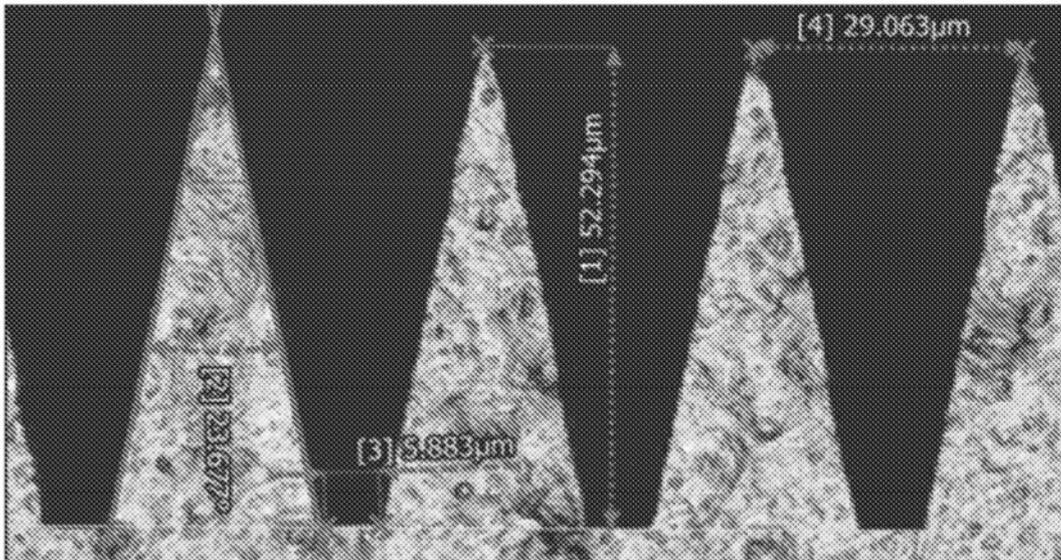


图17

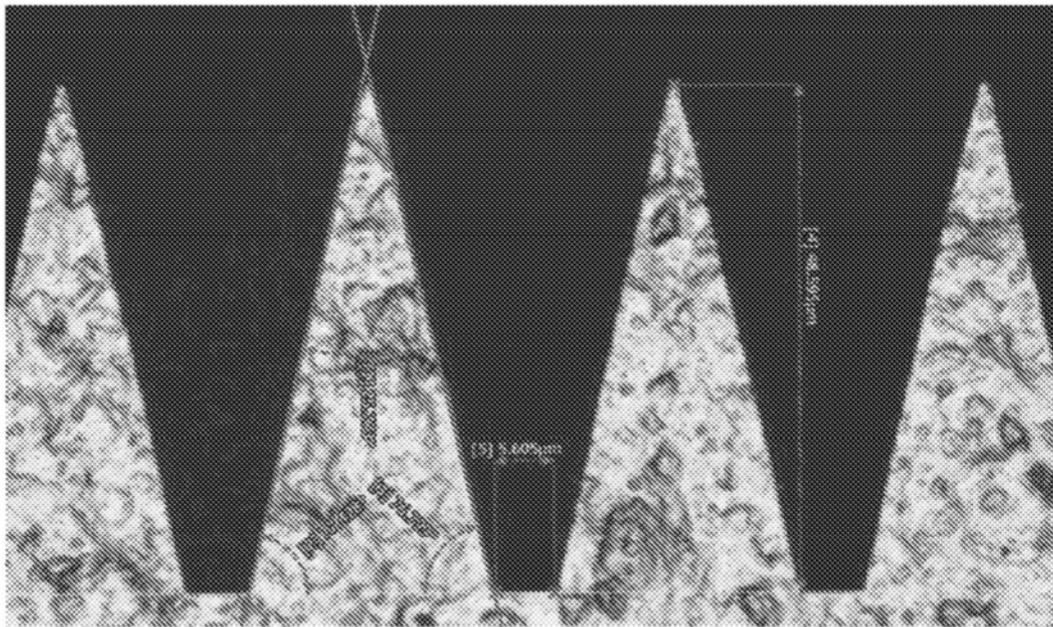


图18

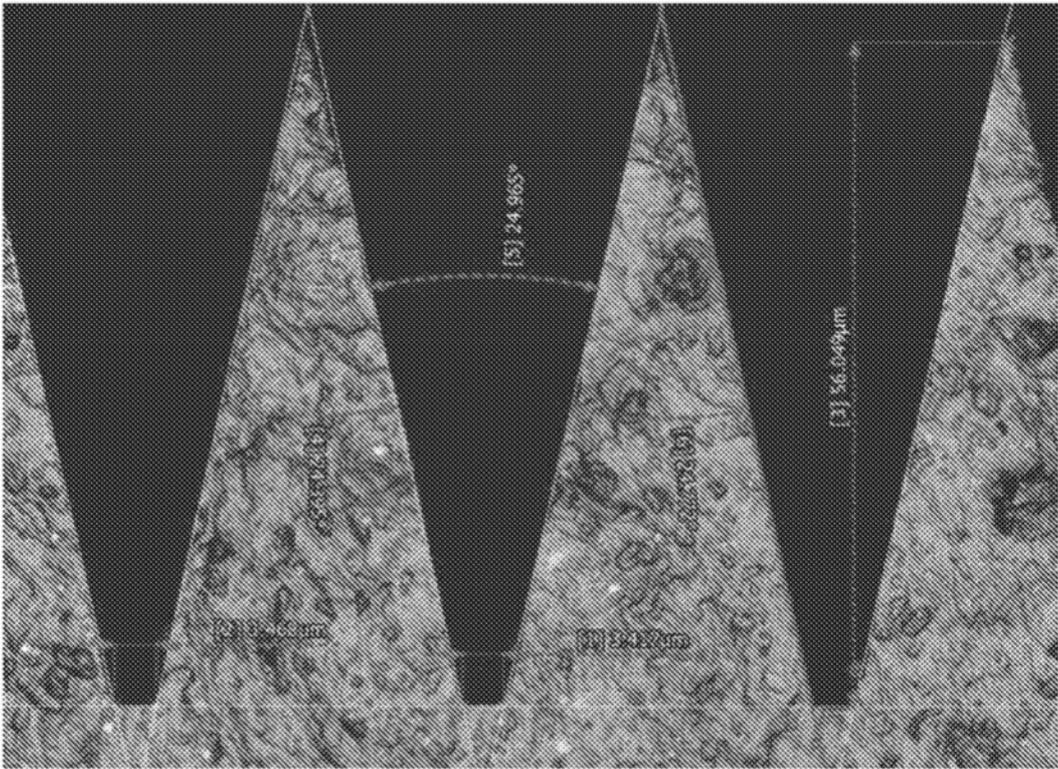


图19

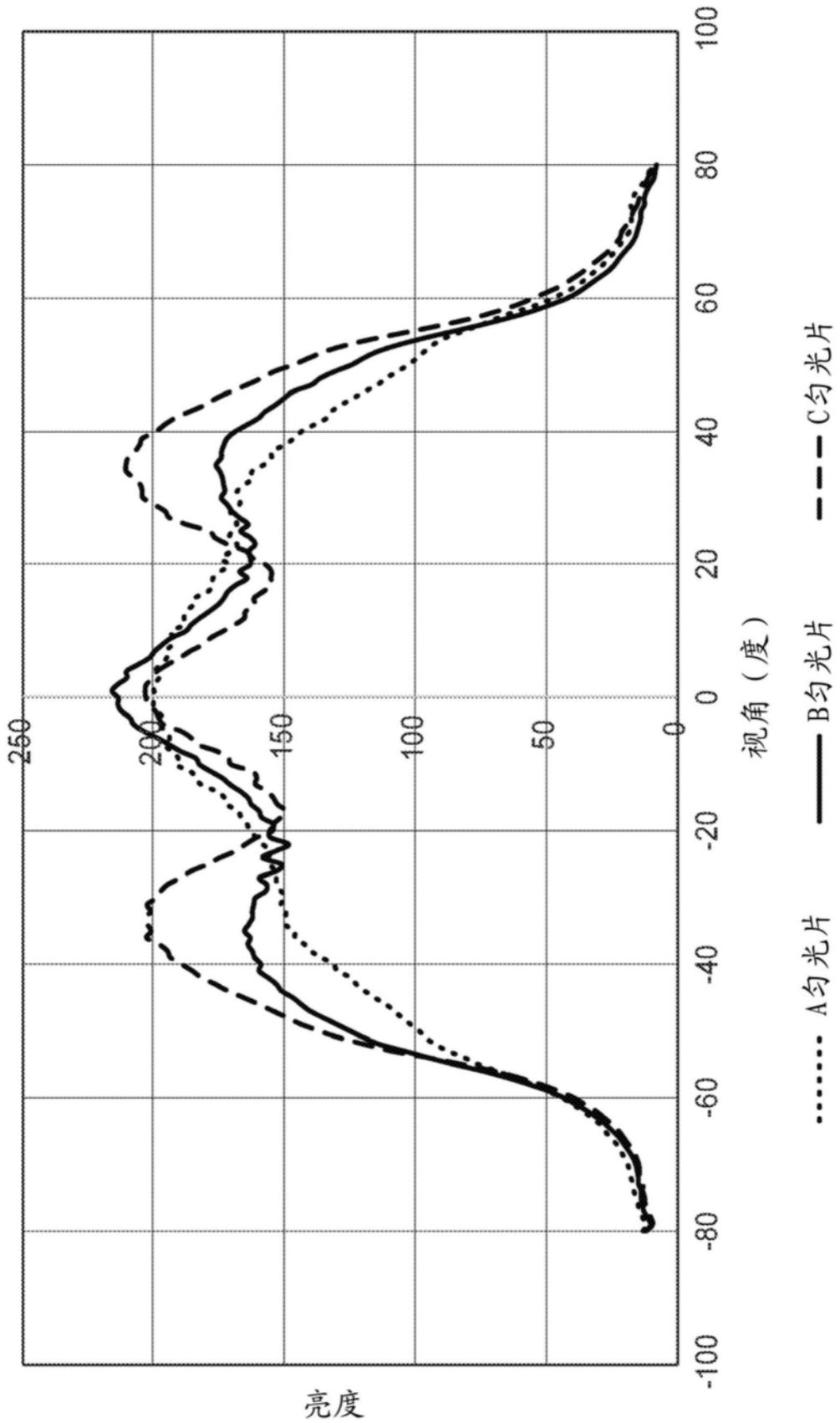


图20