



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109923445 B

(45) 授权公告日 2022.01.14

(21) 申请号 201780064429.9

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

(22) 申请日 2017.10.18

有限公司 11112

(65) 同一申请的已公布的文献号

代理人 顾红霞 李赛

申请公布号 CN 109923445 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2019.06.21

G02B 5/20 (2006.01)

(30) 优先权数据

G02B 5/28 (2006.01)

62/409,680 2016.10.18 US

G01J 1/06 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G02C 7/10 (2006.01)

2019.04.18

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/US2017/057191 2017.10.18

TW 201346327 A, 2013.11.16

(87) PCT国际申请的公布数据

JP 2011221376 A, 2011.11.04

W02018/075640 EN 2018.04.26

CN 1054319 A, 1991.09.04

(73) 专利权人 3M创新有限公司

CN 104115054 A, 2014.10.22

地址 美国明尼苏达州

CN 101398496 A, 2009.04.01

(72) 发明人 约翰·A·惠特利 堡光磊

CN 101680981 A, 2010.03.24

吉勒·J·伯努瓦

CN 102680094 A, 2012.09.19

罗尔夫·W·比尔纳特

US 2014126183 A1, 2014.05.08

US 2002112384 A1, 2002.08.22

审查员 毛文峰

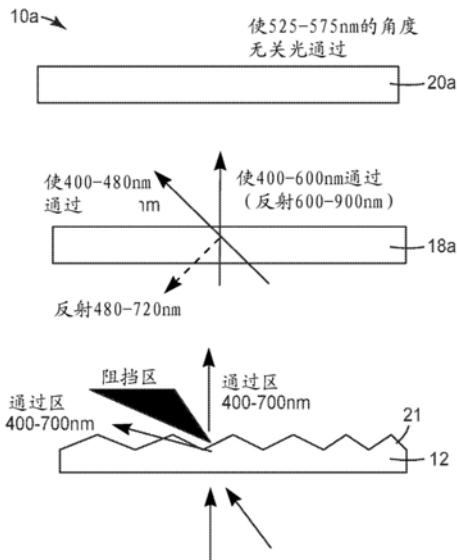
权利要求书3页 说明书9页 附图16页

(54) 发明名称

具有互补角阻挡区域的光学滤光器

(57) 摘要

本发明公开一种示例性光学滤光器，该示例性光学滤光器可包括：角度阻挡层，该角度阻挡层具有相对于法向轴线的第一角光阻挡范围 θ_{AL} ；和邻近角度阻挡层的干涉滤光器，该干涉滤光器具有相对于法向轴线的第二角光阻挡范围 θ_{IF} 。 θ_{IF} 和 θ_{AL} 至少部分地重叠。示例性光学滤光器具有相对于主表面的法向轴线的预定的光透射区，该预定的光透射区包括从0°至最大光透射角度 θ_{Tmax} 的角度。示例性光学滤光器具有预定的角光阻挡区 θ_B ，即 θ_{IF} 和 θ_{AL} 的并集。示例性光学滤光器可包括干涉滤光器，该干涉滤光器具有入射角相关的反射带和具有吸收带的吸收层。入射角相关的反射带和吸收带可在至少一个入射角处以至少一个波长重叠。



1. 一种光学滤光器，包括：

主表面，其中所述光学滤光器具有相对于所述主表面的法向轴线的预定的光透射区，所述预定的光透射区包括从 0° 至最大光透射角度 θ_{Tmax} 的角度，其中所述光学滤光器具有预定的角光阻挡区 θ_B ，所述预定的角光阻挡区 θ_B 包括从 $90^\circ - \theta_{Tmax}$ 至 90° 的角度；

角度阻挡层，所述角度阻挡层具有相对于所述法向轴线的第一角光阻挡范围 θ_{AL} ，其中所述第一角光阻挡范围 θ_{AL} 具有小于 90° 的上限，其中所述角度阻挡层具有预定的漏光角透射区，并且其中所述预定的漏光角透射区从所述第一角光阻挡范围 θ_{AL} 的所述上限延伸到 90° ；和

干涉滤光器，所述干涉滤光器邻近所述角度阻挡层，其中所述干涉滤光器具有相对于所述法向轴线的第二角光阻挡范围 θ_{IF} ，其中 θ_B 是 θ_{IF} 和 θ_{AL} 的并集，其中 θ_{IF} 和 θ_{AL} 至少部分地重叠，并且其中所述角度阻挡层的所述预定的漏光角透射区被所述干涉滤光器的所述第二角光阻挡范围 θ_{IF} 覆盖。

2. 根据权利要求1所述的光学滤光器，其中 θ_{AL} 中的至少一个角度大于 θ_{IF} 中的一个角度。

3. 根据权利要求1或2所述的光学滤光器，其中 θ_{IF} 中的至少一个角度大于 θ_{AL} 中的一个角度。

4. 根据权利要求1或2中任一项所述的光学滤光器，其中 θ_{IF} 和 θ_{AL} 中的一者或两者是波长相关的。

5. 根据权利要求1或2中任一项所述的光学滤光器，其中所述干涉滤光器包括双折射多层光学膜或各向同性膜中的一者或两者。

6. 根据权利要求1或2中任一项所述的光学滤光器，其中所述角度阻挡层包括多个角度限制特征。

7. 根据权利要求6所述的光学滤光器，其中所述多个角度限制特征具有特性尺寸，并且其中 θ_{AL} 与所述特性尺寸具有预定的关系。

8. 根据权利要求7所述的光学滤光器，其中当所述特性尺寸较小时， θ_{AL} 较窄。

9. 根据权利要求6所述的光学滤光器，其中所述角度阻挡层包括转向膜或增亮膜中的一者或两者。

10. 根据权利要求1或2所述的光学滤光器，其中所述干涉滤光器具有包括反射带的特性透射光谱，其中所述反射带具有在入射角度减小时偏移至较短波长的带边缘。

11. 根据权利要求10所述的光学滤光器，其中所述干涉滤光器的所述反射带包括通过所述角度阻挡层的所述预定的漏光角透射区透射的波长。

12. 根据权利要求1或2所述的光学滤光器，还包括波长选择性吸收体。

13. 根据权利要求12所述的光学滤光器，其中所述干涉滤光器包括所述波长选择性吸收体。

14. 根据权利要求12所述的光学滤光器，其中所述角度阻挡层包括所述波长选择性吸收体。

15. 根据权利要求12所述的光学滤光器，还包括吸收层，所述吸收层包括所述波长选择性吸收体。

16. 根据权利要求15所述的光学滤光器，其中所述吸收层位于所述干涉滤光器和所述角度阻挡层之间。

17. 根据权利要求15所述的光学滤光器,其中所述干涉滤光器位于所述吸收层和所述角度阻挡层之间。

18. 根据权利要求15所述的光学滤光器,其中所述角度阻挡层位于所述吸收层和所述干涉滤光器之间。

19. 一种光学滤光器,包括:

角度阻挡层,所述角度阻挡层具有相对于所述光学滤光器的主表面的法向轴线的第一角光阻挡范围 θ_{AL} ,其中所述第一角光阻挡范围 θ_{AL} 具有小于90°的上限,其中所述角度阻挡层具有预定的漏光角透射区,并且其中所述预定的漏光角透射区从所述第一角光阻挡范围 θ_{AL} 的所述上限延伸到90°;

干涉滤光器,所述干涉滤光器具有入射角相关的反射带,其中所述干涉滤光器具有相对于所述法向轴线的第二角光阻挡范围 θ_{IF} ,其中 θ_B 是 θ_{IF} 和 θ_{AL} 的并集,其中 θ_{IF} 和 θ_{AL} 至少部分地重叠,并且其中所述角度阻挡层的所述预定的漏光角透射区被所述干涉滤光器的所述第二角光阻挡范围 θ_{IF} 覆盖;和

吸收层,所述吸收层具有吸收带,其中所述入射角相关的反射带和所述吸收带在至少一个入射角处以至少一个波长重叠。

20. 根据权利要求19所述的光学滤光器,其中所述干涉滤光器包括双折射多层光学膜或各向同性膜中的一者或两者。

21. 根据权利要求19或20所述的光学滤光器,其中所述干涉滤光器具有包括所述入射角相关的反射带的特性透射光谱,其中所述入射角相关的反射带具有当入射角度减小时偏移得较短的带边缘。

22. 根据权利要求21所述的光学滤光器,其中所述干涉滤光器的所述入射角相关的反射带包括由所述吸收层透射的波长。

23. 根据权利要求19或20中任一项所述的光学滤光器,其中所述干涉滤光器包括波长选择性吸收体。

24. 根据权利要求19或20中任一项所述的光学滤光器,其中所述吸收层包括波长选择性吸收体。

25. 一种光学角度限制系统,包括:

传感器;和

根据权利要求1或2中任一项所述的光学滤光器。

26. 根据权利要求25所述的光学角度限制系统,还包括光源。

27. 根据权利要求25所述的光学角度限制系统,还包括反射器,其中所述反射器限定镜面反射表面、漫射反射表面或逆向反射表面中的一者或者者。

28. 一种光学角度限制系统,包括:

光源;和

根据权利要求1或2中任一项所述的光学滤光器。

29. 根据权利要求28所述的光学角度限制系统,还包括反射器,其中所述反射器限定镜面反射表面、漫射反射表面或逆向反射表面中的一者或者者。

30. 一种光学角度限制系统,包括:

反射器,其中所述反射器限定镜面反射表面、漫射反射表面或逆向反射表面中的一者

或多或少者；和

根据权利要求1或2中任一项所述的光学滤光器。

具有互补角阻挡区域的光学滤光器

技术领域

[0001] 本公开涉及光学滤光器和包括光学滤光器的传感器。本公开还涉及具有互补角阻挡区域的光学滤光器。

背景技术

[0002] 光学滤光器可用于多种应用，诸如光学通信系统、光学传感器、成像、科学和工业光学设备以及显示系统。光学滤光器可包括管理入射电磁辐射（包括光）的透射的光学层。光学滤光器可反射或吸收入射光的一部分，并透射入射光的另一部分。光学滤光器内的光学层可在波长选择性、光学透射率、光学透明度、光学雾度和折射率方面有所不同。

[0003] 存在可用于上述应用的各种类型的光学传感器，包括硅光电传感器和CMOS图像传感器。这些传感器具有光谱灵敏度功能，该光谱灵敏度功能横跨可见光和近红外光并在该范围内是不均匀的。由于光学传感器具有宽的光谱灵敏度功能，因而环境光源可产生光学噪声并且干涉传感器的功能。不想要的光可能来自许多环境源，包括太阳、白炽光、LED、OLED等。除引起问题的环境源之外，在包含传感器的光学系统内的光源可能引起问题。例如，脉搏血氧仪是感测血液的充氧或脱氧的装置。这些装置可具有以两个不同波长发射的两个LED和与相应的LED配对的两个不同传感器。在这种情况下，来自第一LED的光可干涉第二传感器，因此防止传感器从错误LED接收光的光学滤光器可减少这种干涉。

发明内容

[0004] 在示例中，本公开描述了包括主表面的示例性光学滤光器。示例性光学滤光器具有相对于主表面的法向轴线的预定的光透射区，该预定的光透射区包括从 0° 至最大光透射角度 $\theta_{T\max}$ 的角度。示例性光学滤光器具有预定的角光阻挡区 θ_B ，该角光阻挡区 θ_B 包括从 $90^\circ - \theta_{T\max}$ 至 90° 的角度。示例性光学滤光器包括角度阻挡层，该角度阻挡层具有相对于该法向轴线的第一角光阻挡范围 θ_{AL} 。示例性光学滤光器包括邻近角度阻挡层的干涉滤光器。干涉滤光器具有相对于法向轴线的第二角光阻挡范围 θ_{IF} 。 θ_B 是 θ_{IF} 和 θ_{AL} 的并集。 θ_{IF} 和 θ_{AL} 至少部分地重叠。

[0005] 在示例中，本公开描述了一种示例性光学滤光器，该示例性光学滤光器包括具有入射角相关的反射带的干涉滤光器。示例性光学滤光器包括具有吸收带的吸收层。入射角相关的反射带和吸收带在至少一个入射角处以至少一个波长重叠。

[0006] 本发明的一个或多个方面的细节在以下附图和具体实施方式中示出。从说明书和附图以及从权利要求中可显而易见本发明的其它特征、目的和优点。

附图说明

[0007] 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。

[0008] 图1A和图1B是示出示例性角度阻挡层的角透射的图表。

[0009] 图1C是具有入射角改变的示例性干涉滤光器的带偏移的概念性图示。

- [0010] 图2A和图2B是包括凹陷结构的示例性制品的概念性和示意性侧向横截面图。
- [0011] 图2C是包括凹陷结构和干涉滤光器的示例性制品的概念性和示意性侧向横截面图。
- [0012] 图2D是与仅包括凹陷结构的制品相比,包括凹陷结构和干涉滤光器的厚度减小的制品的概念性和示意性侧向横截面图。
- [0013] 图3A、图3B和图3C是示出示例性吸收层的透射光谱的图表。
- [0014] 图4A和图4B是包括角度阻挡层、干涉滤光器和吸收层的示例性光学滤光器的示意性和概念性分解横截面图。
- [0015] 图4C是包括角度阻挡层并具有偏斜通过区的示例性光学滤光器的示意性和概念性分解横截面图。
- [0016] 图4D是包括角度阻挡层和干涉滤光器并具有由延伸的阻挡区限定的偏斜通过区的示例性光学滤光器的示意性和概念性分解横截面图。
- [0017] 图5A是由图4A的示例性光学滤光器进行的角透射和阻挡的示意性和概念性图示。
- [0018] 图5B是由图5A的示例性光学滤光器进行的角透射和阻挡的示意性和概念性图示。
- [0019] 图5C是由示例性光学滤光器进行的角透射和阻挡的示意性和概念性图示。
- [0020] 图6A是具有包括干涉滤光器和吸收层的示例性光学滤光器的入射角改变的带偏移的概念性图示。
- [0021] 图6B是比较由多层光学膜干涉滤光器、染料滤光器和包括多层光学膜干涉滤光器和染料滤光器的组合的制品进行的光透射和阻挡的照片。
- [0022] 图7A是示出图6B的示例性多层光学膜干涉滤光器的透射光谱的图表。
- [0023] 图7B是示出图6B的吸收层的透射光谱的图表。
- [0024] 图7C是示出包括图7A的干涉滤光器和图7B的吸收层的示例性光学滤光器的透射光谱的图表。
- [0025] 图8A是示出示例性多层光学膜干涉滤光器的透射光谱的图表。
- [0026] 图8B是示出示例性吸收层的透射光谱的图表。
- [0027] 图8C是示出包括图8A的干涉滤光器和图8B的吸收层的示例性光学滤光器的透射光谱的图表。
- [0028] 图9是示出包括光学滤光器、源、传感器和反射器的示例性系统的示意性和概念性图。
- [0029] 应当理解,本公开的某些图的特征未必按比例绘制,并且图呈现本文所公开的技术的非排他性示例。

具体实施方式

- [0030] 光学滤光器可用来改变反射光或透射光的光谱。例如,多层光学膜(MOF)可在光学滤光器中使用。MOF可使用多层薄膜技术来制成,并且MOF的波长范围和其它光学性质可以是层的厚度和折射率范围的函数。光学滤光器还可用来控制沿其透射或反射预先确定波长的光的角度。
- [0031] 当入射角或视角改变时,例如MOF干涉滤光器的MOF反射带的带边缘的位置的波长变化可导致视觉上可检测的光学伪影。例如,尤其在包括干涉滤光器的光学滤光器的通过

区和消光区之间的过渡角度处的微小厚度变化可以是可检测的,从而损坏在阻挡角与透射角之间视觉上均匀的过渡。

[0032] 这种变化可通过组合角度限制元件(例如,结构化表面膜)来减轻。结构化表面(例如,棱镜膜)可实现从通过到阻挡的尖锐过渡,但可能在可处于阻挡区的另一侧上的其它角度下漏光。甚至在高入射角下具有最小量的泄露的棱镜膜也可表现出可见的漏光。此外,具有最小高角度光发射的棱镜膜可能要求将从通过到阻挡的过渡角设计成比特定应用所需的更加远离法向入射。另外,棱镜膜可沿横向于棱镜的轴线的角度最佳地起作用,但沿直交平面不会很好地起作用。当单独使用时,棱镜膜可在某些条件下表现出金属外观。因此,虽然棱镜膜可表现出从通过角到阻挡角的相对尖锐的过渡,但是它们可能不会阻挡涵盖高角度的单个连续区。

[0033] 将光学滤光器中的干涉滤光器和角度限制元件组合可以克服它们相应的限制。例如,干涉滤光器可有效地阻挡角度限制元件可能不会阻挡的高角度下的光透射,而角度限制元件可减轻通过干涉滤光器表现出的带边缘变化。

[0034] 根据本公开的示例性光学滤光器可限制从窄波长源到检测器的光的角范围。在一些示例中,示例性光学滤光器可控制光在预定的波长带内的角强度分布。在一些示例中,示例性光学滤光器可包括干涉滤光器(例如,MOF干涉滤光器)和角度限制元件(例如,角度阻挡层)。角度阻挡层可通过光学现象(例如,吸收)以预定的角度折射光或物理地阻挡光。干涉滤光器和角度阻挡层可具有互补的角度阻挡区域。例如,干涉滤光器可在相对于法线的入射角的第一范围内阻挡光的透射,而角度阻挡层可在相对于法线的入射角的第二范围内阻挡光的透射。干涉滤光器和角度阻挡层中的一者未阻挡的至少一些角度可被干涉滤光器和角度阻挡层中的另一者阻挡。在一些示例中,由干涉滤光器阻挡的至少一个角度也可被角度阻挡层阻挡。在一些示例中,由干涉滤光器阻挡的第一角度范围和由角度阻挡元件阻挡的第二角度范围中的一者或两者可取决于光的波长。

[0035] 以下参考图1A-1C来讨论在根据本公开的示例性光学滤光器中使用的角度阻挡层和干涉滤光器的光学性质。

[0036] 图1A和图1B是示出示例性角度阻挡层的角透射的图表。图1A是示出用于包括3M光学照明膜(明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M,Saint Paul,MN))的示例性角度阻挡层的透射光分布图案的图表,该示例性角度阻挡层包括位于一侧上的预定的棱镜结构和位于另一侧上的平滑表面。图1A的示例性角度阻挡层具有绕法线延伸至与法线相距约30°的光发射或透射区ABN,其在超过约30°时截止以阻挡超过约35°的光透射。截止角由线AB表示。然而,在大于约60度的角度下,光再次透射。消光或阻挡的角度范围包括在区ABC中或从约35°至60°。因此,图1A的示例性角度阻挡层在区CBD中表现出漏光。

[0037] 图1B是示出用于示例性角度阻挡层的透射光分布图案的图表,该示例性角度阻挡层包括3M透射直角膜(TRAF)(明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M,Saint Paul,MN))。图1B的示例性角度阻挡层示出的阻挡区类似于图1A的阻挡区,其中在A1B1N区中光透射,之后在C1B1A1区中受到阻挡,之后在D1B1C1区中出现高角度漏光。

[0038] 如参考示例性光学制品所讨论,干涉滤光器可用来阻挡由角度阻挡层表现出的漏光,例如在高角度下的漏光。

[0039] 图1C是由具有入射角改变的示例性干涉滤光器表现出的带偏移的概念性图示。干

涉滤光器可以是光谱选择性的，具有透射波长范围和反射（或阻挡）波长范围。在这两个范围之间的过渡为“带边缘”。当光的入射角从法线改变至倾斜时，反射带将偏移至更短波长。干涉滤光器的这种性质可用于限制从源发射或由传感器接收的预定的波长的光的角范围。在法向入射处，干涉滤光器的透射光谱中的反射带的带边缘处于的波长比预定的通信波长更长，但足够接近使得该带边缘将在预期的入射倾斜角下消蚀通信波长。例如，干涉滤光器可具有在法向入射下定位成比LED通信波长高10-100nm的带边缘。在倾斜入射角下，反射带偏移至更短波长并阻挡通信波长。结果为锥形接收角度。

[0040] 根据本公开的示例性光学制品可利用干涉滤光器的这类角度偏移组合角度选择性元件的角度阻挡区，以及每个阻挡互补的角区。

[0041] 根据本公开的示例性光学制品可用于实现阻挡通常将需要更厚系统的角范围的更薄系统。例如，如参考图2A和图2B所述，可使用基于凹陷部的角度限制元件，在该凹陷部中物理壁几何地限制透射角度。

[0042] 图2A和图2B是包括凹陷结构壁的示例性制品的概念性和示意性侧向横截面图。图2A所示的示例性制品1a包括角度阻挡层12a，角度阻挡层12a具有凹陷结构壁13a，凹陷结构壁13a具有特性尺寸L₁。凹陷结构壁13a可以是具有多边形、圆形、椭圆形或其它横截面（例如，凹陷式圆柱形壁结构）的凹陷结构的壁。凹陷结构壁13a允许入射光14a在透射角度α₁内从源16进行透射，并且物理地或光学地阻挡光超过透射角度α₁。源16可包括光源（诸如导向或环境光、太阳光、LED、激光、白炽灯、荧光灯、紧凑型荧光灯或光的其它直接或间接源）。透射角α₁的量值与特性尺寸L₁相关。当L₁下降时，α₁增大。例如，图2B所示的示例性制品1b包括角度阻挡层12b，该角度阻挡层具有凹陷壁13b，该凹陷壁具有小于L₁的特性尺寸L₂。因此，由示例性制品1b表现出的透射角度α₂宽于α₁。因此，为了获得相对较窄的透射角度（例如，α₁），可能需要凹陷结构壁的相对较大的特性尺寸（例如，凹陷结构壁13a的L₁）。然而，增大凹陷结构的特性尺寸将导致制品1a的厚度增大，这可能是不期望的。

[0043] 图2C是包括具有凹陷结构壁13b和干涉滤光器18的角度阻挡层12b的示例性制品10的概念性和示意性侧向横截面图。具有更短特性尺寸L₂（与凹陷结构壁13a的L₁相比）的凹陷结构壁13b阻挡更大的光角度（超过α₂），而干涉滤光器18阻挡更低的透射角（例如，位于α₁和α₂之间），从而将透射角有效地缩窄至α₁。因此，示例性制品10可以与制品1b一样薄，同时提供与较厚制品1a相关联的较窄透射角α₁，而不是与制品1b相关联的较宽透射角α₂。

[0044] 图2D是制品厚度减小的概念性和示意性侧向横截面图，该制品包括具有较低特性尺寸L₂的凹陷结构壁13b和干涉滤光器18。相比之下，仅包括凹陷结构壁13a的制品具有更大的特性尺寸L₁，以便实现与基底19上的传感器20类似的光透射角度。

[0045] 在一些示例中，示例性光学滤光器可包括光谱选择性吸收体，该光谱选择性吸收体具有与干涉滤光器互补的波长阻挡范围。例如，不会被光谱选择性吸收体和干涉滤光器中的一个阻挡的波长可能被干涉滤光器和光谱选择性吸收体中的另一个阻挡。光谱选择性吸收体可包括可具有尖锐吸收光谱的染色PET膜或“凝胶滤光器”。

[0046] 图3A、图3B和图3C是示出示例性吸收层的透射光谱的图表。图3A是示出包括染红色的PET膜的示例性吸收层的透射光谱的图表。该膜表现出介于500nm和600nm之间的光谱尖锐的截止。图3B是示出包括染暗黄绿色的PET膜的示例性吸收层的透射光谱的图表。图3C是示出包括染蓝色的PET膜的示例性吸收层的透射光谱的图表。图3B和图3C的膜表现出光

谱泄露，该光谱泄露可在透射强度的20%-60%中变化并且可定位在可见光谱中的不同波长下。

[0047] 除干涉滤光器和角度阻挡层之外，根据本公开的示例性光学滤光器可任选地包括吸收层，如参考图4A和图4B的示例性光学滤光器所描述。图4A和图4B是包括角度阻挡层、干涉滤光器和吸收层的示例性光学滤光器的示意性和概念性分解横截面图。

[0048] 图4A的示例性光学滤光器10a包括用于从源16选择性地透射光的角度阻挡层12和干涉滤光器18a。角度阻挡层12可包括角度限制或选择性元件或其它角度限制特征，例如，包括凹陷壁、棱镜、菲涅耳结构、菲涅耳环、凹陷、百叶窗、通道或微复制特征中的一者或多者的多个角度限制特征21。在一些示例中，百叶窗可包括正交于或基本上垂直于角度阻挡层12的主表面的面。多个角度限制特征21可包括基本上均匀的特征、对称特征、不对称特征、特征的线或沟槽或特征的阵列中的一个或多个。在一些示例中，角度阻挡层12可包括设置在折射基底上的多个角度限制特征21。例如，折射基底可包括转向膜、增亮膜或微结构光学膜。在一些示例中，多个角度限制特征21可包括限制第一平面中的光角度的第一次多角度限制特征，以及限制第二平面中的光角度的第二次多角度限制特征。例如，第二平面可与第一平面直交。在一些示例中，第一次多角度限制特征和第二次多角度限制特征可有效地起作用来约束不对称光分布内的光(例如，椭圆形光图案)。在一些示例中，角度阻挡层12可包括棱镜膜，如图4A所示。角度阻挡层12可表现出绕法向入射为中心的透射区，和偏轴阻挡区，然后是例如高角度透射区，如参考图1A和图1B所描述。在透射区中，可透射全部可见波长。

[0049] 在一些示例中，干涉滤光器18a可包括MOF(例如双折射的MOF)。在一些示例中，干涉滤光器18a可包括各向同性膜，例如，3M的柯那多(Condor)膜(明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M, Saint Paul, MN))或由气相沉积或溅射形成的膜。在一些示例中，MOF可充当着色镜，从而反射选择的波长并透射选择的波长。在一些示例中，干涉滤光器18a可在法向入射下反射600-900nm带中的光，该光在偏轴时或在倾斜角度下向更短波长偏移，例如如参考图1C所讨论。例如，带边缘位置可在约60度的角度下向其法向入射值的约80%偏移。

[0050] 在一些示例中，光学滤光器10a可任选地包括吸收层20a。在一些示例中，吸收层20a可包括光谱选择性吸收体。在一些示例中，如图4A所示，干涉滤光器18a可设置在吸收层20a和角度阻挡层12之间。在一些示例中，吸收层20a可仅允许预定的波长带透射(例如，允许525-575nm透射)，并且吸收或以其它方式阻挡其它波长。在一些示例中，吸收层20的透射带可以不进行角度偏移或者是角相关的。例如，透射带中的仅到达吸收层20a的光可以处于绕法向入射为中心的有限锥角内，并且仅从吸收层20a发射的光可以是绿色(或与预定的波长带相关联的另一种预定的颜色)并且具有有限角度范围。在这一波长范围之外的光被吸收。

[0051] 在一些示例中，光学滤光器10a可跨预定的波长带操作，例如，包括可见波长(例如，介于约400nm和约700nm之间)、紫外线波长(例如，小于约400nm)以及红外线和近红外线波长(例如，介于约700nm和约2000nm之间)。

[0052] 光学滤光器10a的光学性质可通过改变干涉滤光器18a和吸收层20a中的一个或两个的性质来调谐，而无需改变角度阻挡层12。例如，图4B的光学滤光器10b包括角度阻挡层12和干涉滤光器18b。干涉滤光器18b可在法向入射下使400-700nm带中的光通过，在倾斜角

度下使400-630nm中的光通过，并且在倾斜角度下使630-700nm带中的光反射。吸收层20b可使630-700nm的角度无关的带中的光通过。因此，虽然图4A的示例性光学滤光器10a可以是透射绿色的叠堆，但图4B的示例性光学滤光器10b可以是透射红色的叠堆。因此，根据本公开的示例性光学滤光器的光学性质可无需重新制造或采购可能是昂贵的新的成批的角度阻挡层12，相反通过相对不太昂贵地改变干涉滤光器或吸收层来改变。

[0053] 在一些示例中，通过区可绕正交或基本上垂直于光学制品的主表面的轴线限定，例如如在图4A和图4B所示。然而，在其它示例中，通过区可绕非垂直轴线，例如在约1度和小于约90度之间的偏斜轴线限定。图4C是包括角度阻挡层12a并且具有偏斜通过区的示例性光学滤光器10c的示意性和概念性分解横截面图。例如，通过区可绕偏斜轴线23a限定，如图4C所示。角度阻挡层12a可包括被构成限定倾斜通过区（例如，倾斜通过或透射锥角）的多个角度限制特征21a。在一些示例中，多个角度限制特征21a可包括参考图4A的多个角度限制特征21描述的特征。在一些示例中，多个角度限制特征21a可包括非垂直的、偏斜的或侧斜的百叶窗，使得透射区或通过区绕偏斜轴线23a限定，如图4C所示。

[0054] 图4D是包括角度阻挡层12c和干涉滤光器18a并且具有由延伸的阻挡区绕偏斜轴线23b限定的偏斜通过区的示例性光学滤光器10d的示意性和概念性分解横截面图。延伸的阻挡区包括除由多个角度限制特征21（例如，包括类似于图4C中的那些的侧斜百叶窗）产生的阻挡区之外，由干涉滤光器18a产生的阻挡区。

[0055] 图4A的光学滤光器10a的光学透射和阻挡性质可参考图5A来理解。图5A是由图4A的示例性光学滤光器10a对来自源16的光进行角透射和阻挡的示意性和概念性图示。光分布图案在图的顶部处示出。存在中心区或通过区22，其中绿光被透射。线AB表示由角度阻挡层12提供的从通过到阻挡的过渡角。线AC表示干涉滤光器18a的反射带已经充分偏移以（与吸收层20a组合）阻挡光的角度。线AD表示角度阻挡层12开始再次透射光，然后被干涉滤光器18a和吸收体层20a的组合阻挡的角度。由DAB表示的角区可为干涉滤光器18a提供缓冲区（包括具有制造的厚度变量的面积）以偏移到可能不能在视觉上检测到的位置中。当带边缘侵入到透射区中时，这一缓冲区可因此防止感知到由干涉滤光器18a产生的非均匀性。图5B是由图5A的光学滤光器10a进行的角透射和阻挡的示意性和概念性图示。 θ_{IF} 是由干涉滤光器18a阻挡的角范围。 θ_{AL} 是由角度阻挡层12阻挡的角范围。 θ_{Trans} 是相对于与光学滤光器10a的主表面正交的轴线的半角度角透射范围。因此，通过区22在由半角 θ_{Trans} 限定的锥角中绕法向轴线延伸。半角 θ_{Trans} 可相对于光学滤光器10a的主表面17的法向轴线延伸至最大透射角度 θ_{Tmax} 。

[0056] 虽然光学滤光器10a在干涉滤光器18a和源16之间包括角度阻挡层12，但是在一些示例中，干涉滤光器18a可面向源16，并且角度阻挡层12可远离源16设置。图5C是由示例性光学滤光器10d进行角透射和阻挡的示意性和概念性图示，在该示例性光学滤光器中干涉滤光器18a面向源16。

[0057] 在一些示例中，光学滤光器10a包括主表面17。光学滤光器10a可具有相对于主表面17的预定的光透射区，该预定的光透射区包括从0°至最大光透射角 θ_{Tmax} 的角度。光学滤光器10a可具有预定的角光阻挡区 θ_B ，该角光阻挡区 θ_B 包括从90- θ_{Tmax} 至90°的角度。在一些示例中，光学滤光器10a包括角度阻挡层12，该角度阻挡层具有相对于法向轴线的第一角光阻挡范围 θ_{AL} 。在一些示例中，光学滤光器10a包括邻近角度阻挡层12的干涉滤光

器18a。干涉滤光器可具有相对于法向轴线的第二角光阻挡范围 θ_{IF} 。 θ_B 是 θ_{IF} 和 θ_{AL} 的并集。例如, θ_B 包括属于 θ_{IF} 或 θ_{AL} 的全部角度。在一些示例中, θ_{IF} 和 θ_{AL} 至少部分地重叠。例如,至少一个角度或角度范围可属于 θ_{IF} 和 θ_{AL} 两者。在一些示例中, θ_{AL} 中的至少一个角度大于 θ_{IF} 中的一个角度。在一些示例中, θ_{IF} 中的至少一个角度大于 θ_{AL} 中的一个角度。在一些示例中, θ_{IF} 和 θ_{AL} 中的一者或两者是波长相关的。例如,当入射光的波长增大或减小时, θ_{IF} 和 θ_{AL} 中的一者或两者中的至少一个角度可增大或减小。在一些示例中,干涉滤光器18a可包括双折射多层光学膜或各向同性膜中的一者或两者。在一些示例中,角度阻挡层12可包括多个角度限制特征21。在一些示例中,多个角度限制特征21包括棱镜、菲涅耳结构、菲涅耳环、凹陷部、百叶窗、通道或微复制特征中的一者或多者。

[0058] 在一些示例中,多个角度限制特征21可具有特性尺寸,并且 θ_{AL} 可与特性尺寸具有预定的关系。例如, θ_{AL} 可在特性尺寸增大时变窄,并且在特性尺寸减小时变宽。例如,当特性尺寸更小时, θ_{AL} 可更窄。在一些示例中,角度阻挡层12可包括转向膜或增亮膜中的一者或两者。在一些示例中,角度阻挡层12可具有预定的漏光角透射区。在一些示例中,干涉滤光器18a可具有包括反射带的特性透射光谱,其中反射带具有当入射角度减小时,偏移至更低的带边缘。在一些示例中,干涉滤光器18a的反射带可包括通过角度阻挡层12的预定的漏光角透射区透射的波长。

[0059] 在一些示例中,光学滤光器18a可包括波长选择性或光谱选择性吸收体。在一些示例中,光谱选择性吸收体可包括吸收预定的波长的染料或颜料。在一些示例中,干涉滤光器18a可包括波长选择性吸收体。在一些示例中,角度阻挡层12包括波长选择性吸收体。

[0060] 在一些示例中,光学滤光器18a可包括吸收层20a,该吸收层包括波长选择性吸收体。在一些示例中,吸收层20a可位于干涉滤光器18a和角度阻挡层12之间。在一些示例中,干涉滤光器18a可位于吸收层20a和角度阻挡层12之间。在一些示例中,角度阻挡层12可位于吸收层和干涉滤光器之间。

[0061] 在一些示例中,光学滤光器10a可不包括单独的角度阻挡层12,并且作为替代可包括干涉滤光器18a和吸收层20a。图6A是具有包括干涉滤光器和吸收层的示例性光学滤光器的入射角改变的带偏移的概念性图示。如图6A所示,位于吸收层20a的吸收带和干涉滤光器18a的反射带之间的透射性带通可在法向入射处具有宽度 $\Delta\lambda$ 。当入射角增大时,相应的带中的一个或多个可偏移,例如干涉滤光器18a的反射带向下偏移,最终闭合带隙。图6B是比较由包括MOF的干涉滤光器、包括染料的吸收层和包括干涉滤光器和吸收层的组合的制品进行的光透射和阻挡的照片。如图6B所示,该组合基本上阻挡光的透射,即使吸收层和干涉滤光器单独地透射至少一些光。

[0062] 图6B的示例性制品的光谱性质可参考图7A-7C来理解。图7A是示出图6B的示例性多层光学膜干涉滤光器的透射光谱的图表。图7B是示出图6B的吸收层的透射光谱的图表。图7C是示出包括图7A的干涉滤光器和图7B的吸收层的示例性光学滤光器的透射光谱的图表。如图7C所示,组合干涉滤光器和吸收层导致在约640nm处的法向入射处产生凹口滤光器。作为另一个示例,图8A-8C示出示例性绿色角度选择性光学滤光器的光谱性质。图8A是示出示例性多层光学膜干涉滤光器在不同角度下的透射光谱,从而示出角度偏移的图表。图8B是示出示例性吸收层的透射光谱的图表。图8C是示出包括图8A的干涉滤光器和图8B的吸收层的示例性光学滤光器的透射光谱的图表。如图8C所示,组合图8A的干涉滤光器和图

8B的吸收层导致在法向入射下绿色的透射，并且在倾斜角度处绿色的消失。

[0063] 在一些示例中，角度阻挡层12可包括多个角度阻挡特征和光谱选择性吸收体两者。在一些示例中，角度阻挡层12可包括多个角度限制特征或光谱选择性吸收体中的仅一者。例如，吸收层20a可替换角度阻挡层12。

[0064] 在一些示例中，光学滤光器18a可包括具有入射角相关的反射带的干涉滤光器12和具有吸收带的吸收层20a，其中入射角相关的反射带和吸收带在至少一个入射角处以至少一个波长重叠。在一些示例中，干涉滤光器18a可具有包括入射角相关的反射带的特性透射光谱。例如，角相关的反射带可具有当入射角减小时偏移至更低的带边缘。在一些示例中，干涉滤光器18a的角相关的反射带包括由吸收层20a透射的波长。在一些示例中，干涉滤光器18a可包括波长选择性吸收体。在一些示例中，吸收层18a可包括波长选择性吸收体。

[0065] 根据本公开的示例性光学滤光器可在期望限制光的角度的系统中使用。图9是示出包括光学滤光器10a、源16、传感器20和反射器31的示例性系统30的示意性和概念性图。虽然在一些示例中，系统30可包括源16、传感器20和反射器31中的全部，如图9所示，但是在其它示例中，系统30可包括源16、传感器20或反射器31中的仅一个。

[0066] 虽然系统30可包括光学滤光器10a、源16或传感器20中的一个或多个，但是在一些示例中，系统30可根据本公开包括任何光学滤光器、源或传感器。例如，系统30可包括窄光源、可见光源、紫外线源或近红外线或红外线源、LED、激光或其他合适波长的源中的一个或多个。在一些示例中，源可表现出FWHM<40nm的光谱峰值。用于感测和通信的特定系统可包括特定通信波长。例如，源可包括可具有约20nm半最大值全宽的发射的单波长LED(诸如绿色LED、红色LED或近IR LED)。在一些示例中，系统30可包括在多于一个波长处发射的多于一种类型的LED。

[0067] 系统30可包括可见光传感器、紫外线传感器、近红外线或红外线传感器、宽带传感器、窄带传感器、LIDAR传感器、CMOS传感器、接近传感器、姿态传感器、相机传感器、图像传感器、CCD传感器、飞行时间传感器、虹膜扫描仪或其它传感器中的一者或多者。

[0068] 在一些示例中，系统30可包括传感器20和光学滤光器10a。光学滤光器10a可限制由传感器20接收的光的角度。例如，光学滤光器10a可阻挡来自可在超过通过或透射区的角度下透射光的噪音源的光。在一些示例中，系统30可包括传感器20、光学滤光器10a和源16。

[0069] 在一些示例中，系统30可包括反射器31。反射器31可限定镜面反射表面、漫射反射表面或逆向反射表面中的一者或多者。例如，反射器31可包括反射层，或反射主体或物体。虽然在图9所示的系统30的示例性构型中，反射器31设置成邻近于传感器20和与源16相对，但是在其它示例中，反射器31可位于任何合适位置处。例如，传感器20和源两者都可设置成跨光学滤光器10a与反射器31相对，使得反射器31将光从源16反射至传感器20。在一些示例中，系统30可不包括传感器20，并且反射器31可跨光学滤光器10a反射来自源16的光。在一些示例中，系统30可既不包括反射器31也不包括光学滤光器10a，并且反射器31可跨光学滤光器10a反射环境光。

[0070] 在一些示例中，系统30可包括源16和光学滤光器10a。在一些示例中，系统30可限制出于隐私原因或人体工程学原因由源16发射的发射角度。例如，系统30可减少从停止灯或制动灯朝向汽车驾驶员的眩光。示例性光学制品(例如，光学滤光器10a)可在示例性系统30(例如，包括需要进行内部炫光控制的车辆显示系统)中作为用于显示器的隐私特征(诸

如自动柜员机)、作为用于交通信号的交通控制膜使用或在中央高位停止灯(CHIMSL)中使用。

[0071] 因此,根据本公开的示例性光学滤光器可用来实现光分布图案,该光分布图案从彩色(诸如红色或绿色)到黑色具有尖锐过渡作为角度的函数,并且可维持消光,即使在高入射角度和全部方位角下。这类光分布图案可能仅使用结构化表面或其它制品是不可能的。根据本公开的示例性光学滤光器可表现出下列性质中的一个或多个:1)针对预定的波长的光具有单个连续的通过区和单个连续的阻挡区;2)具有预定的锥角的锥形透射图案;3)在高入射角下进行消光或阻挡;4)从通过区到阻挡区具有尖锐过渡;5)即使在过渡角度处,在大面积上具有外观均匀性;6)在从通过到阻挡的过渡上在感知到的色调中不具有低偏移7)在横向于棱镜轴线的平面中具有良好性能。根据本公开的示例性光学滤光器可通过组合现有的商业产品以谐调光学性质来制备,从而降低制造成本。

[0072] 已经描述了本发明的各种实施例。这些实施例以及其它实施例均在如下权利要求书的范围内。

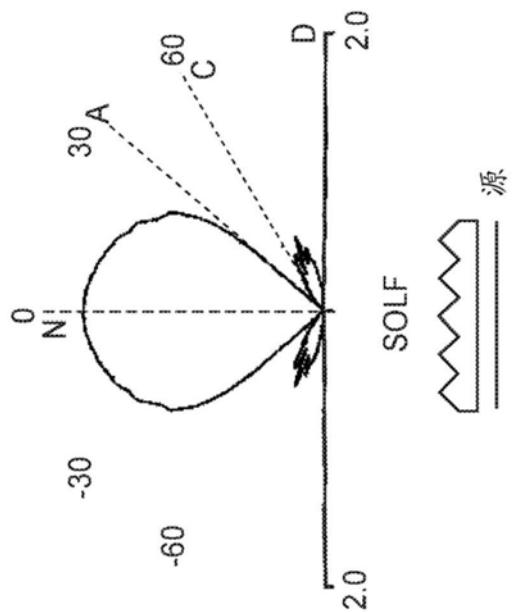


图1A

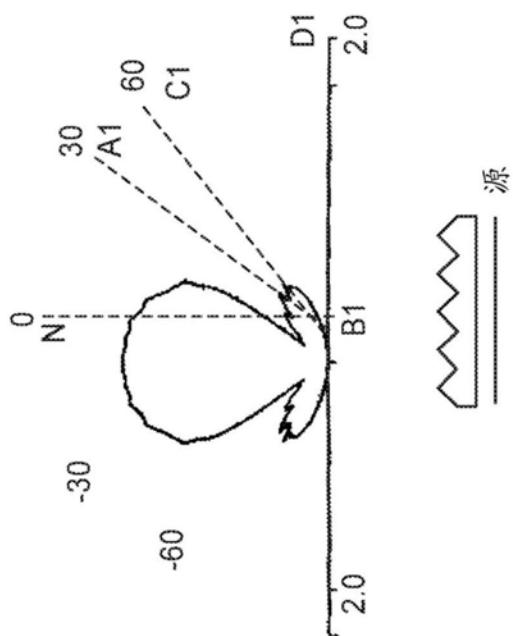


图1B

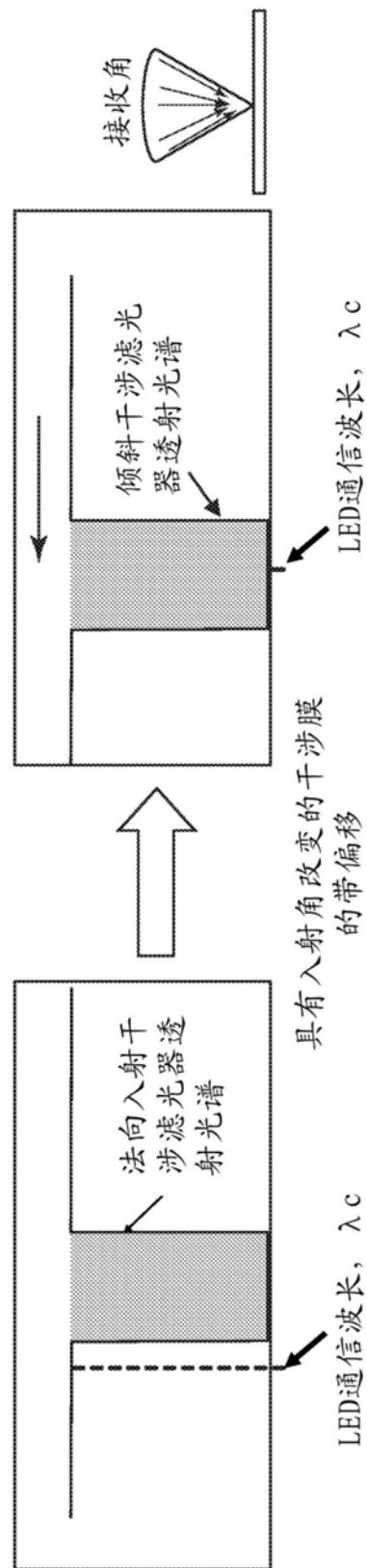


图1C

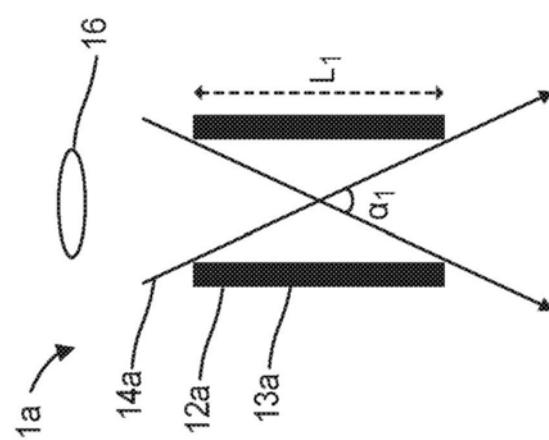


图2A

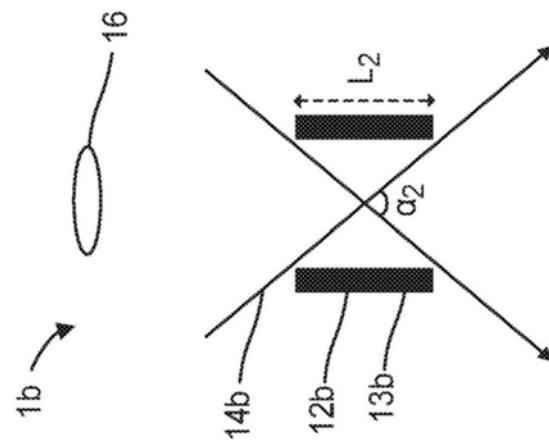


图2B

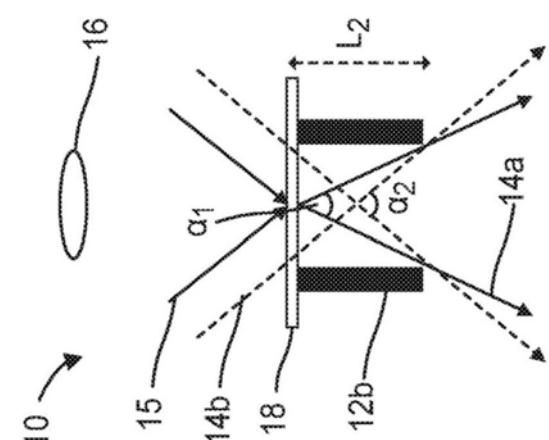


图2C

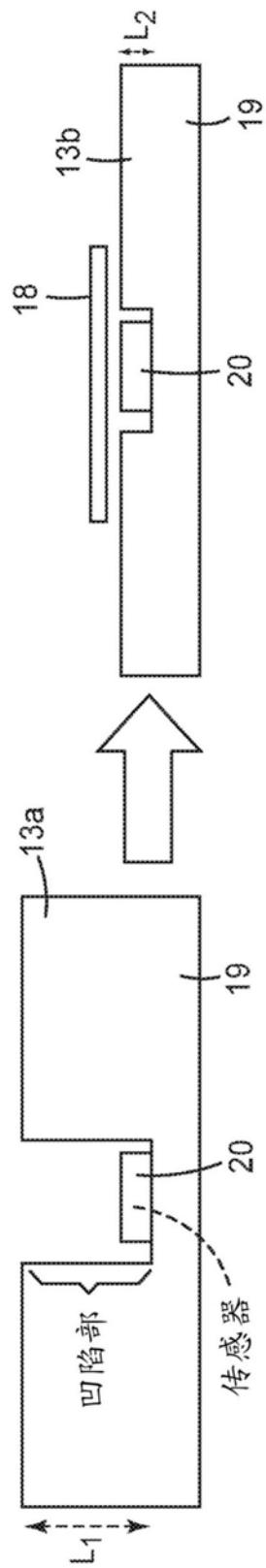


图2D

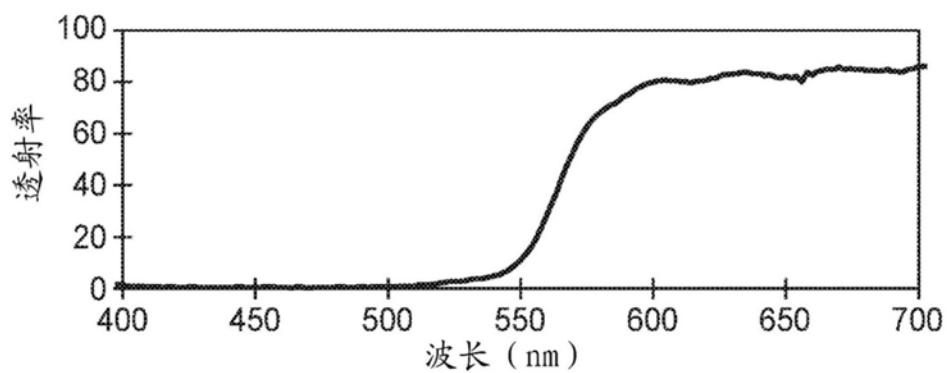


图3A

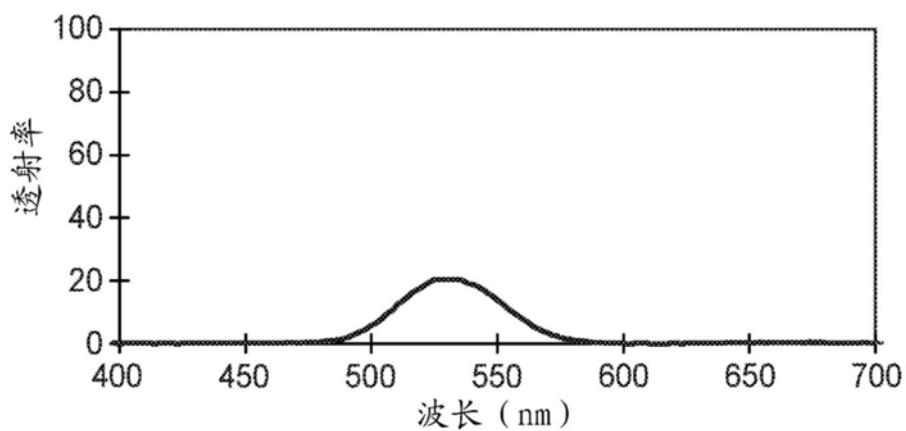


图3B

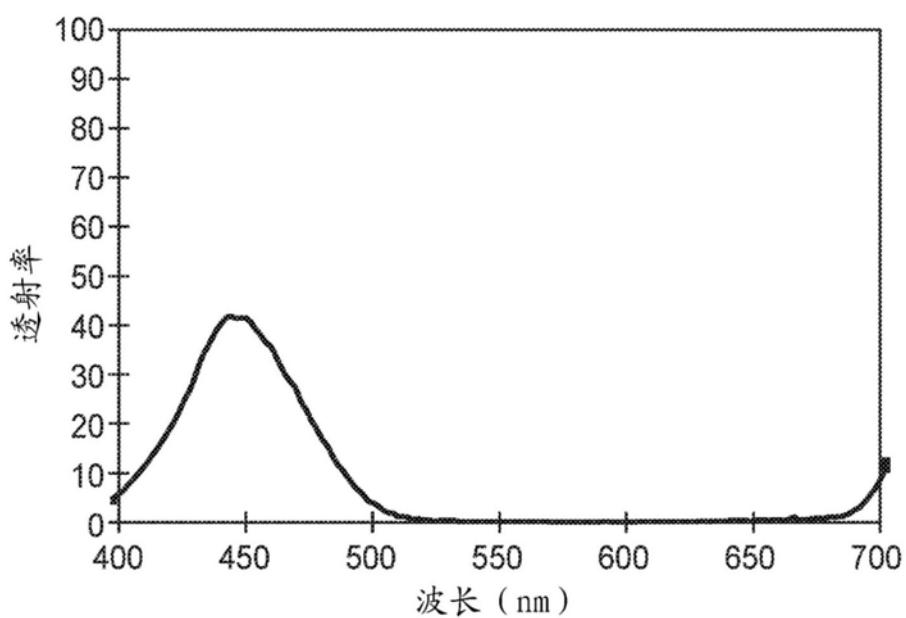


图3C

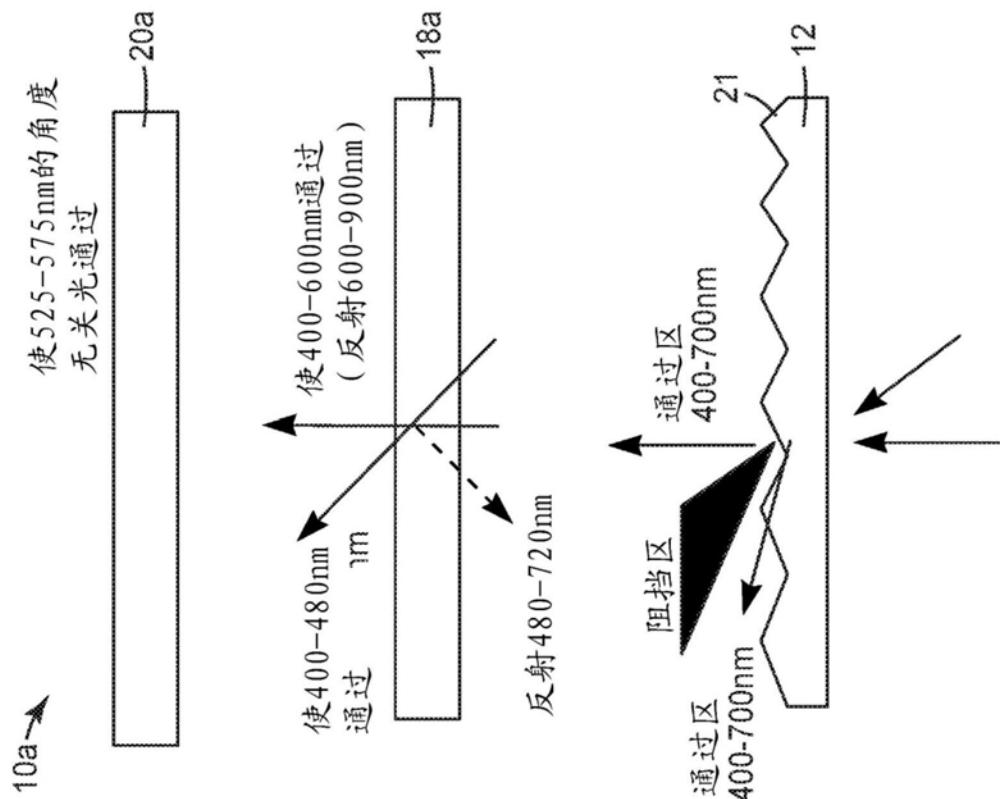


图4A

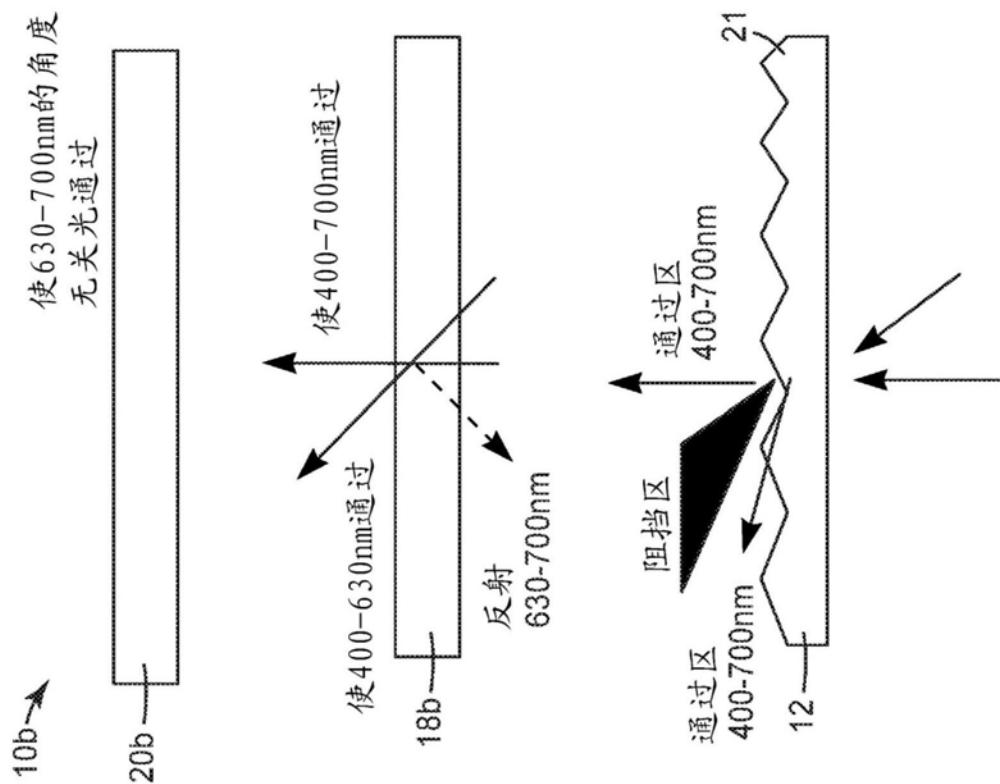


图4B

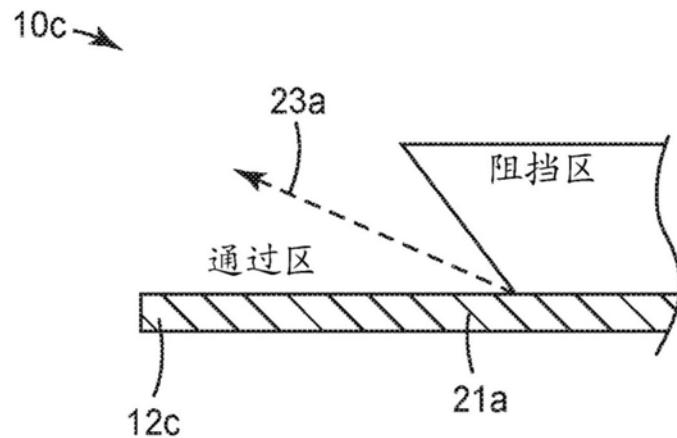


图4C

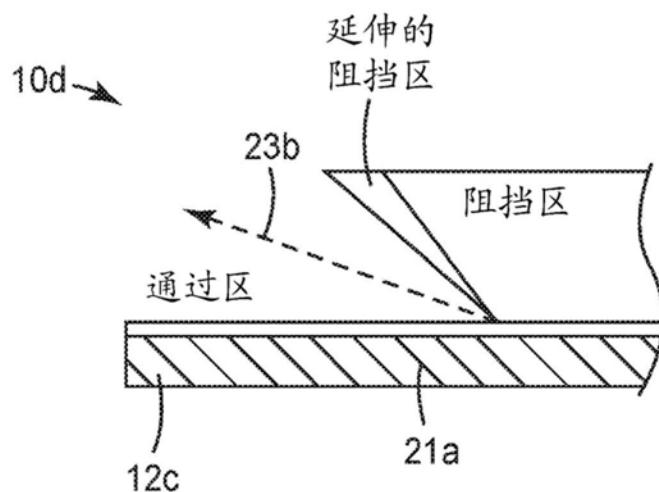


图4D

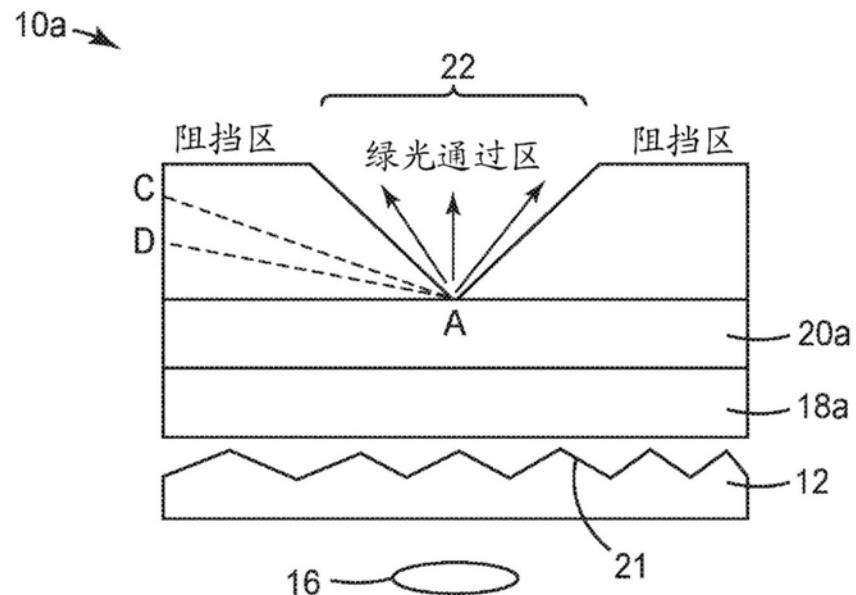


图5A

通过其允许透射以用
于 λ 通信的角范围

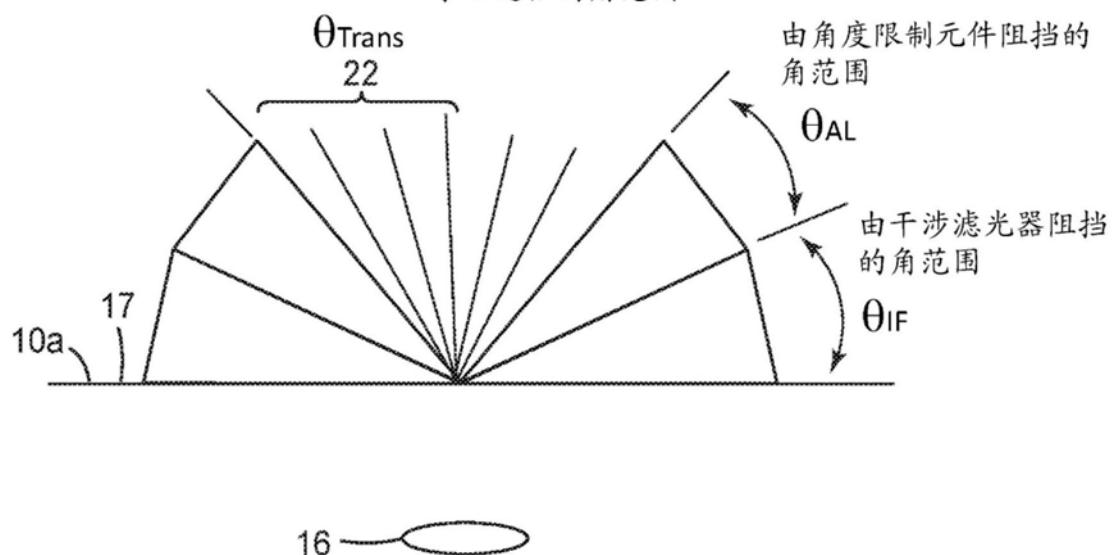


图5B

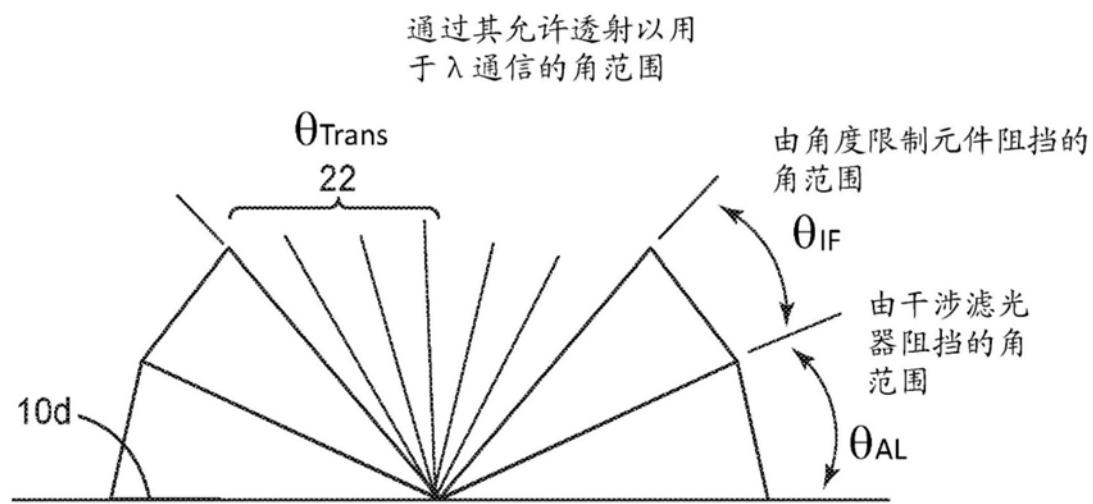


图5C

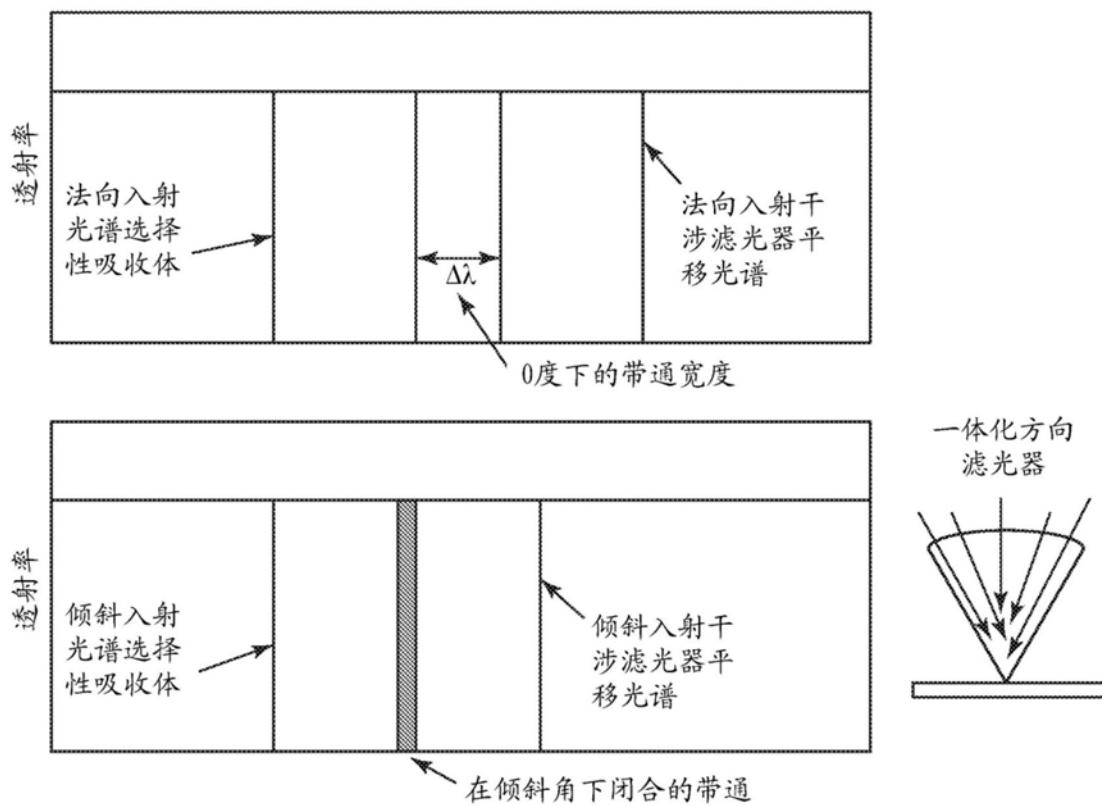


图6A

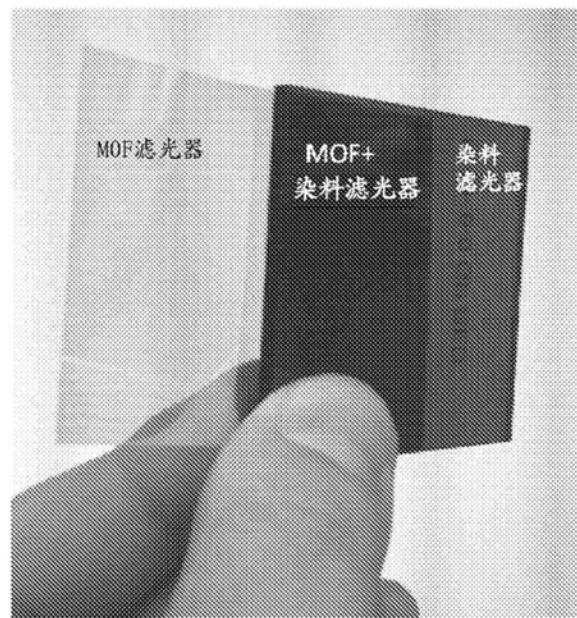


图6B

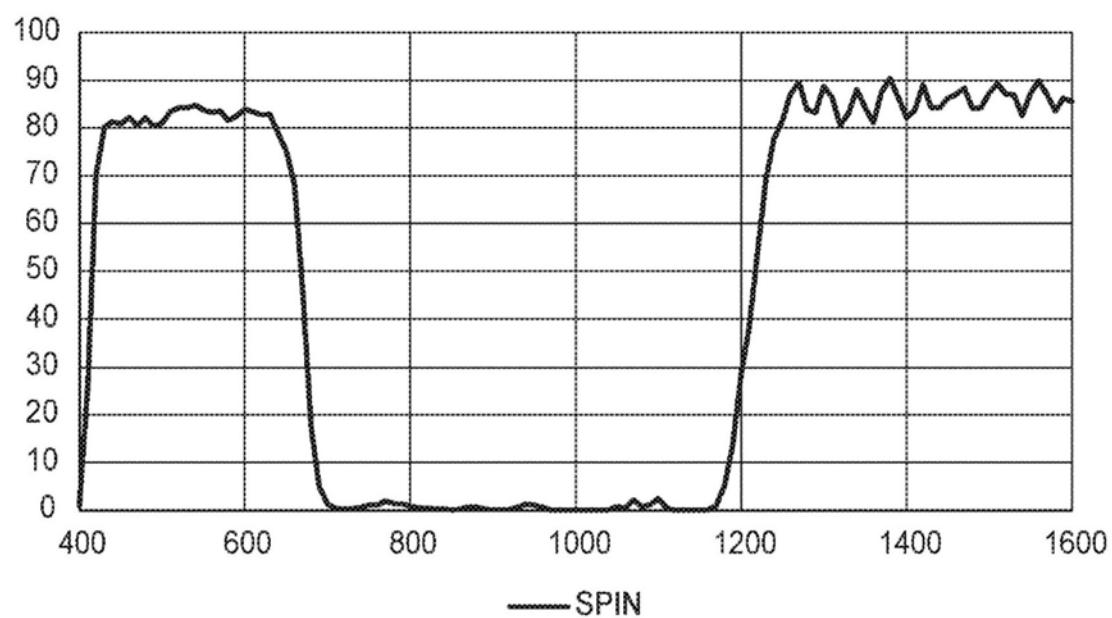


图7A

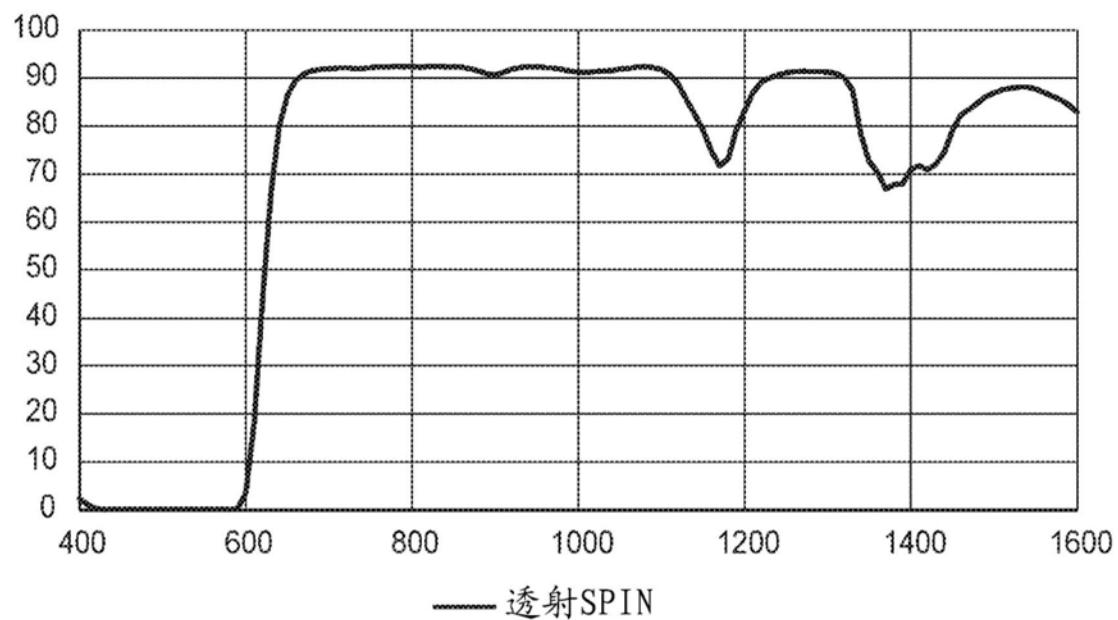


图7B

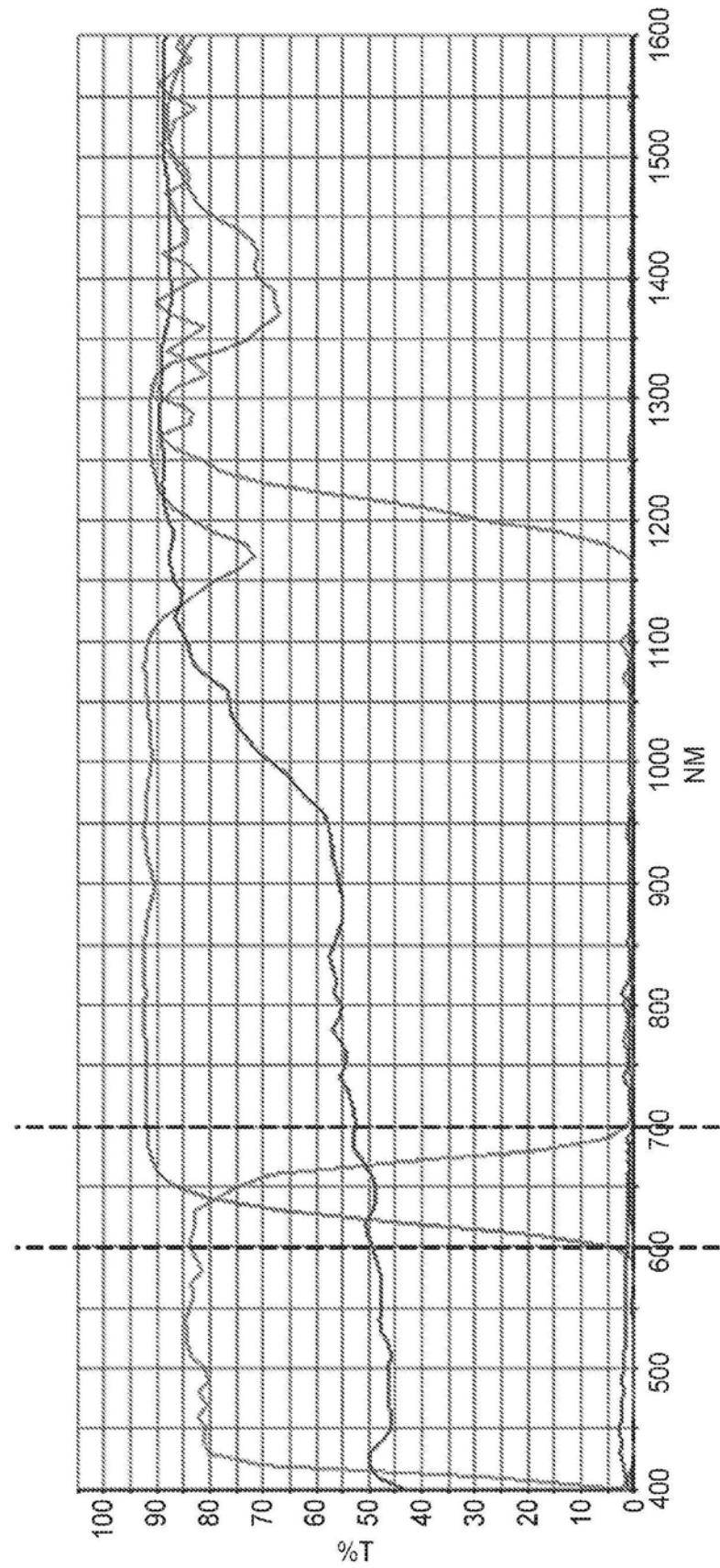


图7C

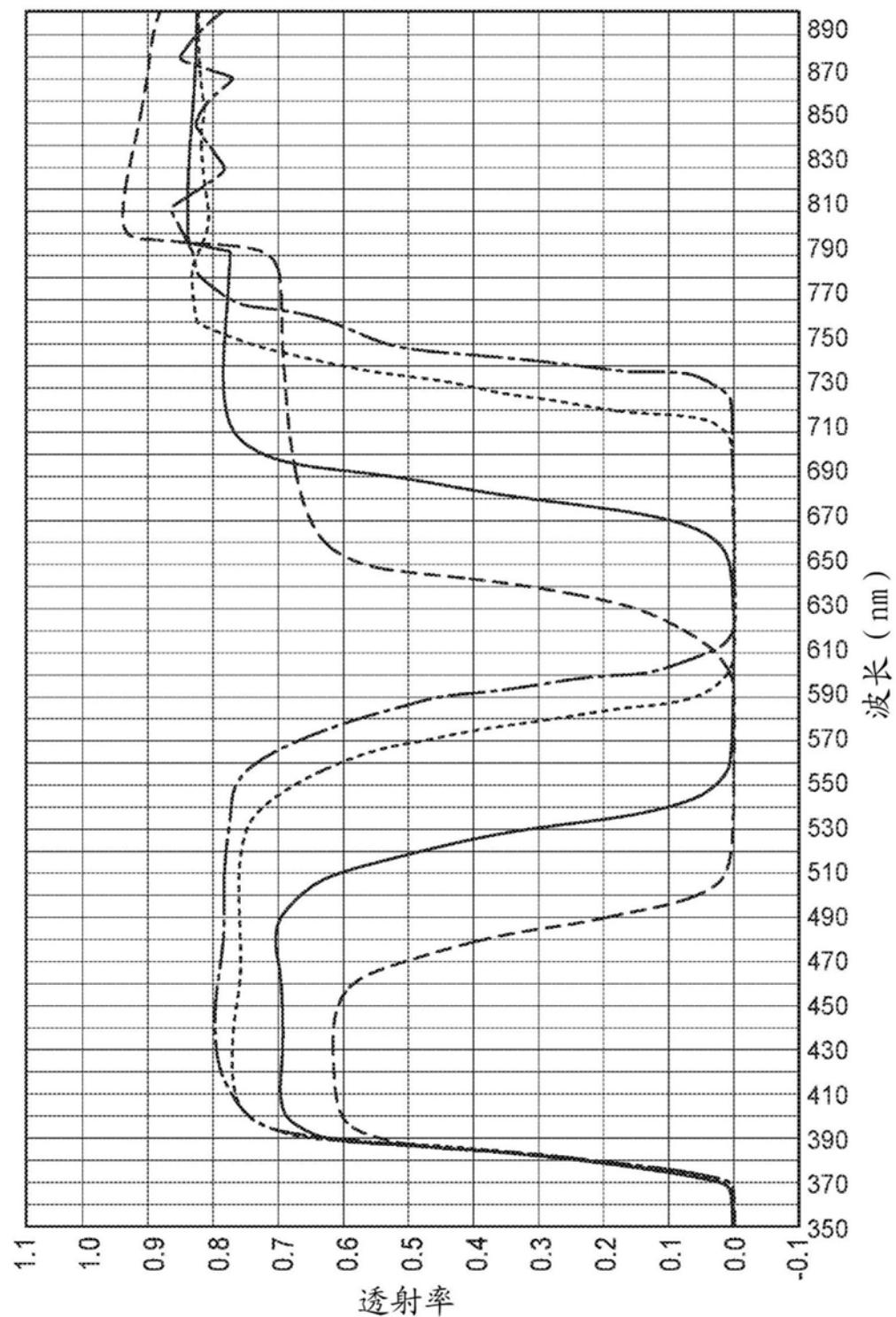


图8A

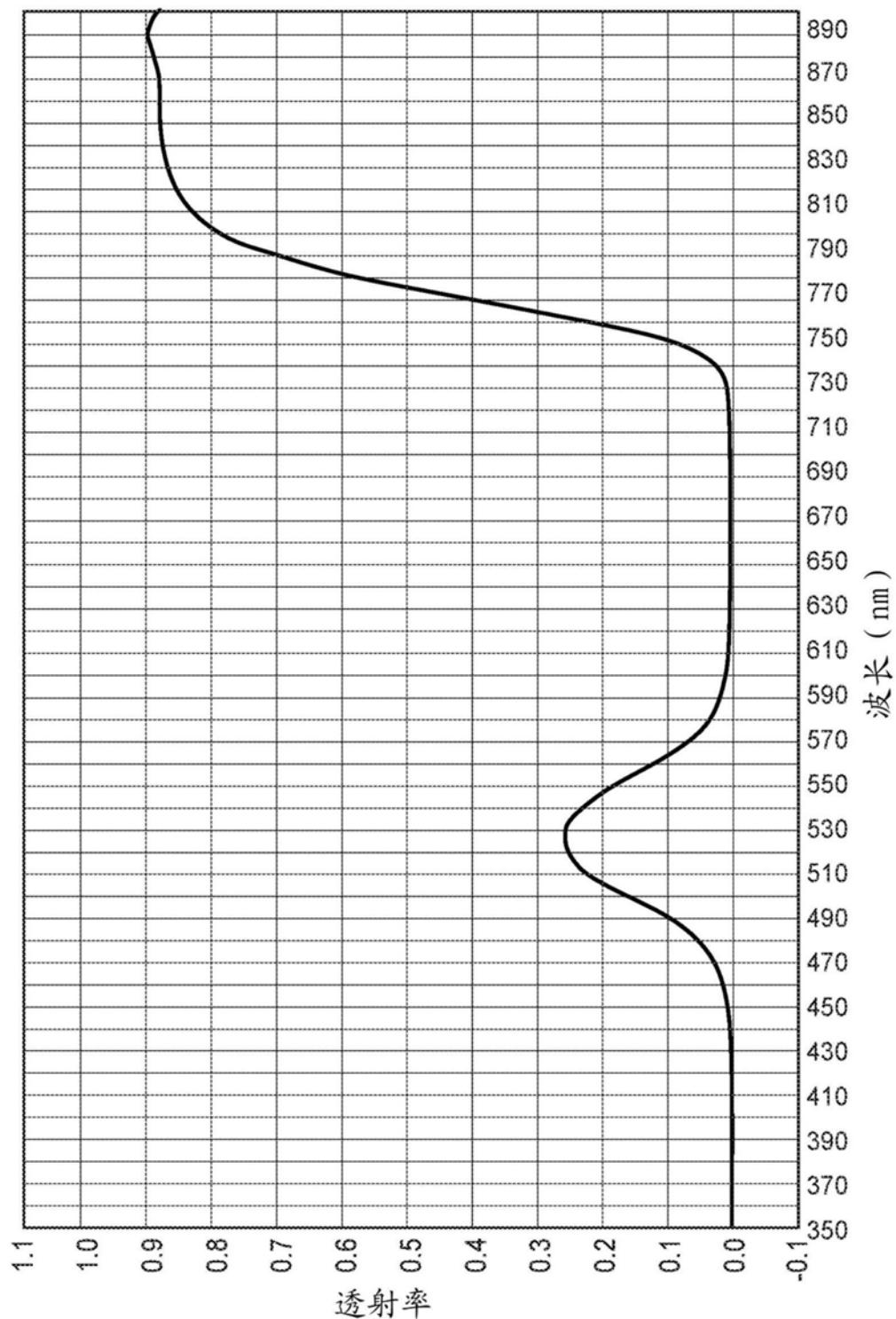


图8B

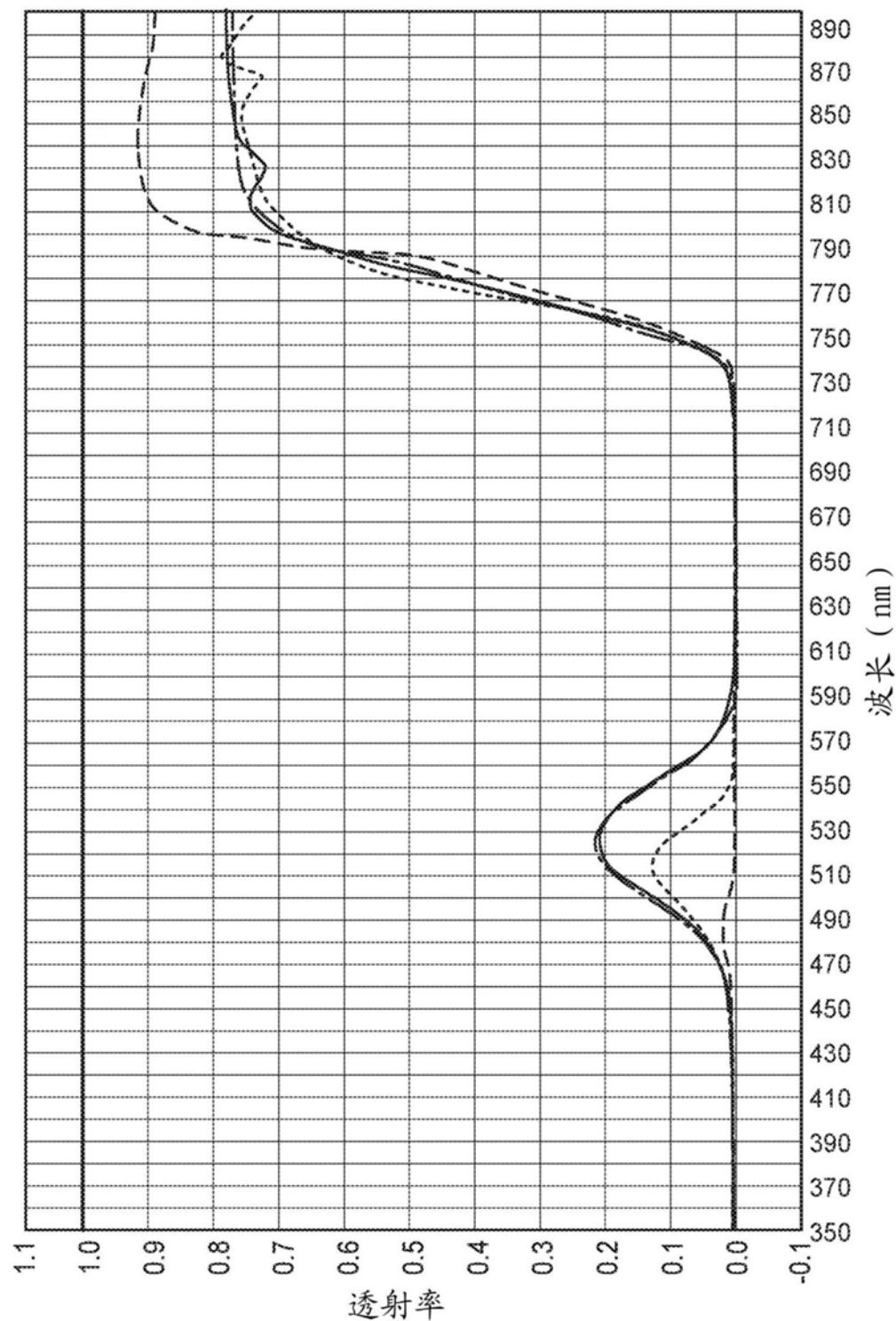


图8C

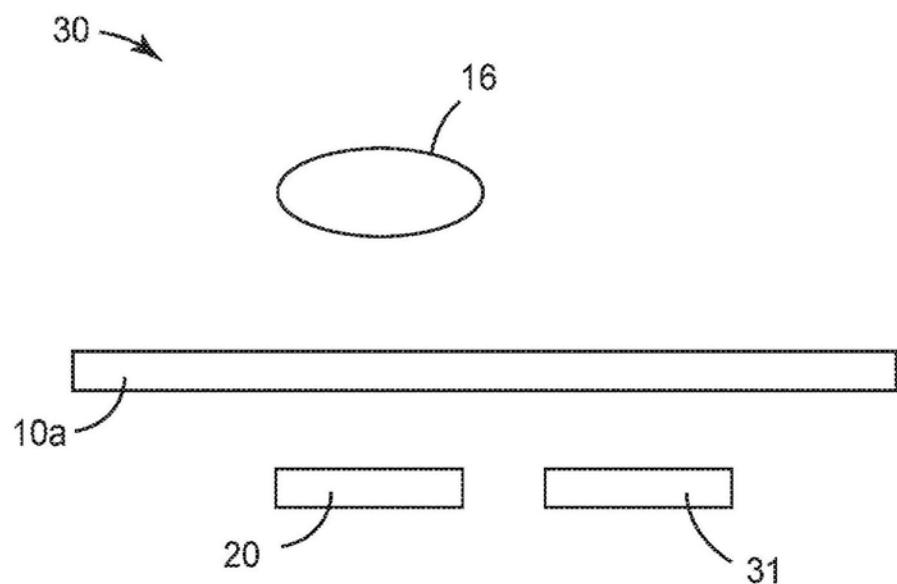


图9