



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108933150 B

(45) 授权公告日 2021.02.23

(21) 申请号 201810494057.X

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.05.22

H01L 27/146 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H01L 27/148 (2006.01)

申请公布号 CN 108933150 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2018.12.04

US 5337191 A, 1994.08.09

(30) 优先权数据

JP 2005258050 A, 2005.09.22

15/601,773 2017.05.22 US

CN 101124863 A, 2008.02.13

(73) 专利权人 唯亚威通讯技术有限公司

CN 101467078 A, 2009.06.24

地址 美国加利福尼亚州

US 2015369980 A1, 2015.12.24

(72) 发明人 G.J.奥肯富斯

CN 104345364 A, 2015.02.11

审查员 张博

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

权利要求书3页 说明书9页 附图24页

有限公司 11262

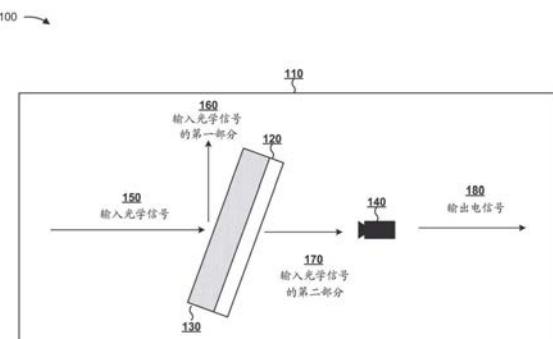
代理人 张瑞 杨明钊

(54) 发明名称

诱导透射滤光器

(57) 摘要

光学滤光器可以包括第一组层。第一组层可以包括一组电介质材料中的第一电介质材料和一组电介质材料中的第二电介质材料的交替层。光学滤光器可以包括第二组层。第二组层可以包括一组电介质材料中的第三电介质材料和一组电介质材料中的第四电介质材料的交替层。光学滤光器可以包括第三组层。第三组层可以包括一组电介质材料中的第五电介质材料、一组电介质材料中的第六电介质材料和金属材料的交替层。第三组层可以设置在第一组层和第二组层之间。



1. 一种光学滤光器，包括：

第一组层，

所述第一组层包括一组电介质材料中的第一电介质材料和所述一组电介质材料中的第二电介质材料的至少四个交替层；

第二组层，

所述第二组层包括所述一组电介质材料中的第三电介质材料和所述一组电介质材料中的第四电介质材料的至少四个交替层；以及

第三组层，

所述第三组层包括所述一组电介质材料中的第五电介质材料、所述一组电介质材料中的第六电介质材料和金属材料的交替层，

所述第三组层设置在所述第一组层和所述第二组层之间，以及

所述光学滤光器以小于阈值角度移位且以大于阈值透射水平的方式来过滤光。

2. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述一组电介质材料由两种材料组成。

3. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述一组电介质材料由三种材料组成。

4. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述一组电介质材料包括以下中的至少一种：

铌钛氧化物 (NbTiO_x)，

二氧化硅 (SiO_2)，

铝氧化物 (Al_2O_3)，

二氧化钛 (TiO_2)，

五氧化二铌 (Nb_2O_5)，

五氧化二钽 (Ta_2O_5)，

氧化锆 (ZrO_2)，

氧化钇 (Y_2O_3)，

二氧化铪 (HfO_2)，或

其组合。

5. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述一组电介质材料包括以下中的至少一种：

氮化物材料，

氟化物材料，

硫化物材料，

硒化物材料，或

其组合。

6. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述金属材料是银材料。

7. 如权利要求1所述的光学滤光器，还包括：

玻璃衬底，

所述第一组层沉积在所述玻璃衬底上，

所述第三组层沉积在所述第一组层上，

所述第二组层沉积在所述第三组层上。

8. 如权利要求1所述的光学滤光器，还包括：

检测器，所述检测器包括检测器衬底，

所述第一组层沉积在所述检测器衬底上，
所述第三组层沉积在所述第一组层上，
所述第二组层沉积在所述第三组层上。

9. 如权利要求8所述的光学滤光器，其中所述检测器是以下中的至少一种：
互补金属-氧化物-半导体(CMOS)检测器，
电荷耦合装置检测器，
前照明检测器，或
后照明检测器。

10. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述第一组层和所述第二组层不包括金属层。

11. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述一组电介质材料中的至少一种电介质材料与大于2.0的折射率相关联。

12. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述一组电介质材料中的至少一种电介质材料与小于3.0的折射率相关联。

13. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述阈值角度移位是大致30nm。

14. 如权利要求1所述的光学滤光器，其中所述阈值透射水平是大致70%。

15. 一种诱导透射滤光器，包括：

第一全电介质部分，所述第一全电介质部分包括第一组四个或多个电介质层；
第二全电介质部分，所述第二全电介质部分包括第二组四个或多个电介质层；以及
金属/电介质部分，所述金属/电介质部分包括第三组电介质层和一个或多个金属层，
所述金属/电介质部分设置在所述第一全电介质部分和所述第二全电介质部分之间，
以及

所述诱导透射滤光器以小于阈值角度移位且以大于阈值透射水平的方式来过滤光。

16. 如权利要求15所述的诱导透射滤光器，其中所述第一组电介质层和所述第二组电介质层各自包括具有第一折射率的第一电介质材料和具有第二折射率的第二电介质材料的交替层，

所述第一折射率高于所述第二折射率。

17. 如权利要求15所述的诱导透射滤光器，其中所述第一组电介质层、所述第二组电介质层以及所述第三组电介质层各自包括至少一种公共的材料。

18. 如权利要求15所述的诱导透射滤光器，其中所述金属/电介质部分包括布置成层组的一组层，

所述层组包括按第一电介质材料的第一层、第二电介质材料的第二层、金属材料的第三层、第二电介质材料的第四层以及第一电介质材料的第五层的顺序的多个层。

19. 一种混合金属/电介质光学滤光器，包括：

衬底；

第一全电介质部分，所述第一全电介质部分包括交替的二氧化硅层和铌钛氧化物层；

第二全电介质部分，所述第二全电介质部分包括交替的二氧化硅层和铌钛氧化物层；
以及

金属/电介质部分，所述金属/电介质部分包括一个或多个层组，

所述一个或多个层组中的层组包括银层、两个锌氧化物层以及两个铌钛氧化物层，
所述银层设置在所述两个锌氧化物层之间，
所述两个锌氧化物层设置在所述两个铌钛氧化物层之间，
所述金属/电介质部分设置在所述第一全电介质部分和所述第二全电介质部分之间。

20. 如权利要求19所述的混合金属/电介质光学滤光器，包括以下中的至少一种：

颜色滤光器，
带通滤光器，
近红外挡光件，
长波通 (LWP) 滤光器，
短波通 (SWP) 滤光器，
明视滤光器，或
三色滤光器。

诱导透射滤光器

技术领域

[0001] 本发明涉及光学滤光器。

背景技术

[0002] 光学传感器装置可以用于捕获信息。例如，光学传感器装置可以捕获与一组电磁频率相关的信息。光学传感器装置可以包括捕获信息的一组传感器元件（例如，光学传感器、光谱传感器、和/或图像传感器）。例如，传感器元件的阵列可以用于捕获与多个频率相关的信息。在一个示例中，传感器元件的阵列可以用于捕获传感器元件阵列的关于光的一组色带的信息，诸如传感器元件阵列的第一传感器元件捕获关于光的红色带的信息；传感器元件阵列的第二传感器元件捕获关于光的绿色带的信息；传感器元件阵列的第三传感器元件捕获关于光的蓝色带的信息，等等。

[0003] 传感器元件阵列的传感器元件可以与滤光器相关联。滤光器可以包括与传递到传感器元件的光的第一光谱范围相关联的通带。滤光器可以与阻挡光的第二光谱范围传递到第二传感器元件相关联。在一个示例中，传感器元件阵列可以与包括不同颜色的通带（诸如红色通带、蓝色通带、绿色通带等）的滤光器（例如，红色-绿色-蓝色（RGB）滤光器）相关联。在另一个示例中，传感器元件阵列可以与近红外（NIR）阻挡滤光器、红外（IR）阻挡滤光器、长波通（LWP）滤光器、短波通（SWP）滤光器、明视滤光器、三色滤光器等相关联。

发明内容

[0004] 根据一些可能的实施方式，光学滤光器可以包括第一组层。第一组层可以包括一组电介质材料中的第一电介质材料和一组电介质材料中的第二电介质材料的交替层。光学滤光器可以包括第二组层。第二组层可以包括一组电介质材料中的第三电介质材料和一组电介质材料中的第四电介质材料的交替层。光学滤光器可以包括第三组层。第三组层可以包括一组电介质材料中的第五电介质材料、一组电介质材料中的第六电介质材料和金属材料的交替层。第三组层可以设置在第一组层和第二组层之间。

[0005] 根据一些可能的实现方式，诱导透射滤光器可以包括包含第一组电介质层的第一全电介质部分。诱导透射滤光器可以包括包含第二组电介质层的第二全电介质部分。诱导透射滤光器可以包括金属/电介质部分，该金属/电介质部分包括第三组电介质层和一个或多个金属层。金属/电介质部分可以设置在第一全电介质部分和第二全电介质部分之间。

[0006] 根据一些可能的实施方式，混合金属/电介质光学滤光器可以包括衬底。混合金属/电介质光学滤光器可以包括第一全电介质部分，该第一全电介质部分包括交替的二氧化硅层和铌钛氧化物层。混合金属/电介质光学滤光器可以包括第二全电介质部分，该第二全电介质部分包括交替的二氧化硅层和铌钛氧化物层。混合金属/电介质光学滤光器可以包括包含一个或多个层组的金属/电介质部分。一个或多个层组中的层组可以包括银层、两个锌氧化物层以及两个铌钛氧化物层。银层可以设置在两个锌氧化物层之间。两个锌氧化物层可以设置在两个铌钛氧化物层之间。金属/电介质部分可以设置在第一全电介质部分

和第二全电介质部分之间。

附图说明

- [0007] 图1A-1C是本文所描述的示例实现方式的概要图；
- [0008] 图2A-2C是本文所描述的全电介质光学滤光器的特性图；
- [0009] 图3A-3C是本文所描述的低角度移位诱导透射光学(ITF)滤光器的特性图；
- [0010] 图4A-4C是本文所描述的混合金属/电介质光学滤光器的特性图；
- [0011] 图5A-5C是本文所描述的混合金属/电介质光学滤光器的特性图；
- [0012] 图6A和6B是本文所描述的一组光学滤光器的特性图；以及
- [0013] 图7A-7G是本文所描述的一组光学滤光器的特性图。

具体实施方式

[0014] 示例实现方式的以下详细描述参考附图。不同附图中的相同附图标记可以标识相同或相似的元件。

[0015] 光学传感器装置可以包括传感器元件的传感器元件阵列，以接收从光源(诸如光学发射器、灯泡、环境光源等)发起的光。光学传感器装置可以利用一个或多个传感器技术，诸如互补金属-氧化物-半导体(CMOS)技术、电荷耦合装置(CCD)技术等。光学传感器装置的传感器元件(例如，光学传感器)可以获得关于一组电磁频率的信息(例如，光谱数据)。

[0016] 传感器元件可以与为传感器元件过滤光的滤光器相关联，以使得传感器元件能够获得关于电磁频率的特定光谱范围的信息。例如，传感器元件可以与红色-绿色-蓝色(RGB)滤光器、近红外(NIR)阻挡滤光器、红外(IR)阻挡滤光器、长波通(LWP)滤光器、短波通(SWP)滤光器、明视滤光器、三色滤光器等相对准，以导致对光的指向传感器元件的部分进行过滤。滤光器可以包括一组电介质层，以过滤光的部分。例如，滤光器可以包括交替的高折射率层和低折射率层的电介质滤光器堆叠体，诸如铌钛氧化物($NbTiO_x$)和二氧化硅(SiO_2)的交替层。然而，全电介质类型的滤光器可以与在增加入射角度时的阈值角度移位相关联。例如，全电介质滤光器可以与在20度的入射角度处的大于大致10nm、在30度的入射角度处的大于大致20nm、在40度的入射角度处的大于大致40nm、在50度的入射角度处的大于大致50nm等的角度移位相关联。

[0017] 可以选择具有高折射率电介质、低折射率电介质和金属的交替层的低角度移位(LAS)滤光器，以相对于全电介质滤光器减少角度移位。例如，低角度移位滤光器可以利用铌钛氧化物、锌氧化物和银的层来相对于全电介质滤光器减少角度移位。然而，低角度移位滤光器可以与不满足阈值的低角度移位滤光器的通带中的透射率相关联。例如，低角度移位滤光器可以与在从0度到50度的入射角度的范围处的小于大致70%的透射率相关联。

[0018] 本文所描述的一些实现方式提供了具有交替电介质层的部分的混合电介质/金属滤光器，该交替电介质层夹层了电介质层和金属层部分。例如，光学滤光器可以包括具有一组交替的铌钛氧化物的高折射率层和二氧化硅的低折射率层的第一部分、具有另一组交替的铌钛氧化物的高折射率层和二氧化硅的低折射率层的第二部分、以及设置在第一部分和第二部分之间的铌钛氧化物的高折射率层、二氧化硅的低折射率层和银的金属层的交替层的第三部分。以这种方法，滤光器可以以小于阈值角度移位并且以大于传输的阈值水平的

方式来过滤光。例如，混合电介质/金属滤光器可以与在从0度到50度的入射角度处的小于大致30nm的角度移位、在从0度到40度的入射角度处的小于大致20nm的角度移位、在从0度到20度的入射角度处的小于大致10nm的角度移位等相关联。相似地，混合电介质/金属滤光器可以与在从0度到50度的入射角度处的大于大致70%的透射率、在从0度到50度的入射角度处的大于大致75%的透射率等相关联。

[0019] 图1A-1C是本文所描述的示例实现方式100/100' /100”的概要图。如图1A所示，示例实现方式100包括传感器系统110。传感器系统110可以是光学系统的部分，并且可以提供对应于传感器确定的电输出。传感器系统110包括光学滤光器结构120，该光学滤光器结构120包括光学滤光器130以及光学传感器140。例如，光学滤光器结构120可以包括进行通带滤波功能的光学滤光器130。在另一个示例中，光学滤光器130可以对准于光学传感器140的传感器元件的阵列。

[0020] 尽管可以鉴于光学滤光器中的光学滤光器来描述本文所描述的实现方式，但是本文所描述的实现方式可以用于另一种类型的系统中，可以使用于传感器系统之外，等等。

[0021] 如图1A进一步所示，并且由附图标记150示出，输入光学信号指向光学滤光器结构120。输入光学信号可以包括但不限于可见光谱(VIS)和NIR光(例如，来自利用传感器系统110的环境的环境光)。在另一个示例中，光学发射器可以将另一个光谱范围的光指引用于另一个功能，诸如测试功能、测量功能、通信功能等。

[0022] 如图1A进一步所示，并且由附图标记160示出，光学信号的具有第一光谱范围的第一部分不穿过光学滤光器130和光学滤光器结构120。例如，可以包括光学滤光器130的高折射率材料层、低折射率材料层和银/电介质滤光器堆叠体的电介质滤光器堆叠体使得光的第一部分在第一方向上被反射、吸收等。如由附图标记170示出，光学信号的第二部分穿过光学滤光器130和光学滤光器结构120。例如，光的具有第二光谱范围的第二部分可以在第二方向上朝向光学传感器140地穿过光学滤光器130。

[0023] 如图1A进一步所示，并且由附图标记180示出，基于将光学信号的第二部分传递到光学传感器140，光学传感器140可以为传感器系统110提供输出电信号，诸如用于在成像、环境光感测、检测对象的存在、进行测量、便于通信等中的使用。在一些实现方式中，可以利用光学滤光器130和光学传感器140的另一种布置。例如，光学滤光器130可以将光学信号的第二部分在另一个方向上指向不同位置的光学传感器140，而不是使光学信号的第二部分与输入光学信号共线地传递。

[0024] 如图1B所示，相似的示例实现方式100' 包括集成到光学滤光器结构的衬底120中的传感器元件阵列140的传感器元件。在这种情形下，光学滤光器130设置到衬底120上。输入光学信号150-1和150-2在一组角度处接收，并且输入光学信号150-1和150-2的第一部分在另一组角度处反射。在这种情形下，输入光学信号150-1和150-2的第二部分穿过光学滤光器130到传感器元件阵列140，传感器元件阵列140提供输出电信号180。

[0025] 如图1C所示，另一个相似的示例实现方式100”包括从光学滤光器结构120分开的传感器元件阵列140的传感器元件，并且光学滤光器130设置到光学滤光器结构130上。在这种情形下，光学滤光器结构130和传感器元件阵列140可以由自由空间等分开。在光学滤光器130处，输入光学信号150-1和150-2在一组角度处接收。输入光学信号150-1和150-2的第一部分160被反射，并且第二部分170由光学滤光器130和光学滤光器结构120传递到传感

器元件阵列140,该传感器元件阵列180提供输出电信号180。

[0026] 如上所指示的,图1A-1C仅仅作为示例提供。其他示例是可能的,并且可以与关于图1A-1C所描述的不同。

[0027] 图2A-2C是与光学滤光器相关的特性图。图2A-2C示出了全电介质滤光器的示例。

[0028] 如图2A以及由图表200所示,滤光器210可以包括衬底以及一组电介质堆叠体。衬底可以包括硅氮化物(Si_3N_4 以及示出为 Si_3N_4)、玻璃衬底、聚合物衬底、另一种透明衬底等。在一些实现方式中,衬底可以使用环氧基树脂(例如,透明胶水)、空气间隙(例如,在光学路径外侧具有环氧基树脂)等来附接到一组电介质堆叠体。附加地或替代地,一组电介质堆叠体可以直接设置在检测器、检测器阵列、传感器元件阵列等,其可以形成该组电介质堆叠体的衬底。例如,传感器元件阵列可以包括硅氮化物的顶层,一组电介质堆叠体可以附接到该顶层上。在另一个示例中,诸如对于后照明检测器,可以使用诸如硅衬底的另一种类型的衬底。在一些实现方式中,衬底可以是用于一组电介质堆叠体的入口介质、出口介质等。一组电介质堆叠体包括铌钛氧化物(NbTiO_5 并且示出为 NbTiO_5)和二氧化硅(SiO_2 并且示出为 SiO_2)的交替层。例如,滤光器210可以包括沉积在衬底上的具有99.8纳米(nm)厚度的第一铌钛氧化物层以及沉积在铌钛氧化物层上的具有172.1nm厚度的第一二氧化硅层。相似地,滤光器210可以包括沉积在第一二氧化硅层上的以105.2nm厚度进行沉积的第二铌钛氧化物层以及沉积在第二铌钛氧化物层上的具有180.5nm厚度的第二二氧化硅层。在这种情形下,滤光器210与大致5.36微米(μm)的总厚度相关联,这可能导致过多的沉积时间和过多的与增加的沉积时间相关的成本。此外,该总厚度可能导致阈值量的压缩应力,这可能导致具有小于阈值厚度的衬底翘曲,并且这可能导致当将沉积有多个滤光器的衬底分成多个分立的滤光器时的过多困难和良率损失。

[0029] 如图2B所示,并且由图表220示出,提供了滤光器210暴露于空气的出口介质的滤光器响应。例如,滤光器210与在0度的入射角度(AOI)处的大致660nm的截止波长(例如,在该波长处滤光器210的透射率减少到阈值速率)相关联。相比之下,在10度、20度、30度、40度和50度的入射角度处,滤光器210分别与在大致5nm、大致12nm、大致25nm、大致42nm和大致52nm的截止波长中的阈值移位相关联。此外,对于30度、40度和50度的入射角度,滤光器210分别与在大致880nm处的大致4%的透射率、在大致850nm处的大致31%的透射率、以及在大致805nm处的大致14%的透射率相关联。此外,滤光器210与透射率下降到低于在50度的AOI处的在大致480nm和大致505nm之间的阈值透射率(例如,下降到在大致58%和大致68%之间的透射率)相关联,并且滤光器210与透射率增加到大于对于50度的AOI的在大于大致1000nm的光谱范围处的阈值透射率(例如,增加到大于大致1%的透射率)相关联为了使用滤光器210来提供在大致420nm和大致620nm之间的通带,阈值角度移位和阈值透射率下降和增加造成了相对差的滤光器性能。

[0030] 如图2C所示,并且由图表230示出,提供了滤光器210的颜色图(例如,国际照明委员会(CIE)1931颜色图)。如由附图标记232示出,滤光器210与标识了从0度AOI移位到50度AOI时在大致(0.33,0.33)到大致(0.30,0.33)之间的阈值颜色移位的CIE颜色图相关联。阈值颜色移位导致相对差的滤光器性能。

[0031] 如上所指示的,图2A-2C仅仅作为示例提供。其他示例是可能的,并且可以与关于图2A-2C所描述的不同。

[0032] 图3A-3C是与光学滤光器相关的特性图。图3A-3C示出了具有电介质/金属滤光器堆叠体的低角度移位诱导透射光学滤光器(ITF)的示例。

[0033] 如图3A以及由图表300所示,滤光器310可以包括衬底、一组电介质层以及一组金属层。衬底可以包括硅氮化物衬底。一组电介质层和一组金属层包括铌钛氧化物、锌氧化物(ZnO)和银(Ag)的交替层。例如,具有28.0nm厚度的铌钛氧化物的第一层沉积到硅氮化物衬底上,具有2.0nm厚度的锌氧化物的第二层沉积到第一层上,具有11.3nm厚度的银的第三层沉积在第二层上,具有2.0nm厚度的锌氧化物的第四层沉积在第三层上,并且具有53.8nm厚度的铌钛氧化物的第五层沉积在第四层上。在这种情形下,铌钛氧化物的第五层可以是铌钛氧化物的多个层。换言之,第五层的第一部分可以与第一层来夹层第二层到第四层,并且第五层的第二部分可以与第九层的部分来夹层第六层到第八层。尽管滤光器310被描述为特定组的层厚度,但是其他的层厚度是可能的,并且可以与图3A中示出的不同。

[0034] 如图3B所示,并且由图表320示出,提供了滤光器310暴露于空气的出口介质的滤光器响应。如由附图标记322示出,滤光器310与相对于滤光器210减小的角度移位相关联。例如,与对于入射角度从0度改变到30度、40度或50度的大于20nm的角度移位相比较,滤光器310与对于入射角度从0度改变到10度、20度、30度、40度或50度的小于大致20nm的截止波长的角度移位相关联。然而,如由附图标记324示出,滤光器310与相对于滤光器210减小的透射率相关联。例如,滤光器310与对于在大致420nm和大致620nm之间的通带的光谱范围中的在0度和50度之间的入射角度的在大致62%和65%之间的平均透射率相关联。在这种情形下,大致750nm到大致1100nm的红外(IR)阻挡光谱范围中的透射率对于0度的AOI是大致0.41%以及对于40度的AOI是大致0.37%。

[0035] 如图3C所示,并且由图表330示出,提供了滤光器310的CIE 1931颜色图。如由附图标记332示出,对于从0度入射角度到50度入射角度的移位,滤光器310与相对于滤光器210减小的颜色移位相关联。例如,滤光器310与小于阈值(例如,小于0.2、小于0.1、小于0.05等)的颜色移位相关联。

[0036] 如上所指示的,图3A-3C仅仅作为示例提供。其他示例是可能的,并且可以与关于图3A-3C所描述的不同。

[0037] 图4A-4C是与混合金属/电介质光学滤光器相关的特性图。图4A-4C示出了具有高折射率层和低折射率层的电介质滤光器堆叠体并且具有设置在该电介质滤光器堆叠体之间的金属(例如,银)电介质滤光器堆叠体的光学滤光器的示例。

[0038] 如图4A以及由图表400所示,滤光器410可以包括衬底、一组电介质层以及一组金属层。如附图标记412示出,滤光器410的第一部分(例如,第一全电介质部分)包括交替的高折射率层和低折射率层的全电介质层。在这种情形下,交替的高折射率层和低折射率层分别是铌钛氧化物层和二氧化硅层。例如,沉积在硅氮化物衬底上的第一层是具有95.5nm厚度的铌钛氧化物层(示出为层1),沉积在第一层上的第二层是具有48.3nm的二氧化硅(示出为层2),等等。在一些实现方式中,可以使用另一种类型的衬底,诸如玻璃衬底等。在一些实现方式中,可以使用另一种高折射率材料,诸如具有大于大致2.0、大于大致2.5、大于大致3.0、大于大致3.5、大于大致3.6、大于大致3.7等的折射率的材料。在一些实现方式中,可以使用另一种低折射率材料,诸如具有小于大致3.0、小于大致2.5、小于大致2.0、小于大致1.5等的折射率的材料。在一些实现方式中,一个或多个层可以利用诸如诸如二氧化硅

(SiO_2)、五氧化二铌 (Nb_2O_5)、五氧化钽 (Ta_2O_5)、二氧化钛 (TiO_2)、铝氧化物 (Al_2O_3)、锆氧化物 (ZrO_2)、钇氧化物 (Y_2O_3)、二氧化铪 (HfO_2) 等的氧化物材料；诸如硅氮化物 (Si_3N_4) 的氮化物材料；诸如镁氟化物 (MgF) 的氟化物材料；诸如锌硫化物 (ZnS) 的硫化物材料；诸如锌硒化物 (ZnSe) 的硒化锌材料；诸如氢化硅或氢化锗；诸如锗氮化物的氮化材料；其组合；等等，来作为电介质材料，

[0039] 如图4A进一步所示，并且由附图标记414示出，滤光器410的第二部分包括混合金属/电介质层。在这种情形下，滤光器410的第二部分包括一个或多个铌钛氧化物层、一个或多个锌氧化物层以及一个或多个银层中的多个层组。例如，第一层组(层7到11)包括具有139.1nm厚度的铌钛氧化物的层(例如，示出为层7，其的第一部分可以是滤光器410的第一部分的部分，并且其的第二部分可以是滤光器410的第二部分的部分)、具有2.0nm厚度的锌氧化物的层(示出为层8)、具有9.9nm厚度的银的层(示出为层9)、具有2.0nm厚度的锌氧化物的层(示出为层10)、以及具有51.9nm厚度的铌钛氧化物的层(示出为层11，其的第一部分可以是第一层组的部分，其的第二部分可以是第二层组的部分)。再例如，第二层组(层11至15)包括铌钛氧化物的层11的第二部分、锌氧化物的层12、银的层13、锌氧化物的层14以及铌钛氧化物的层15(例如，其的第二部分可以是第三层组的部分)的第一部分。在另一个示例中，可以利用另一种金属材料。

[0040] 如图4A进一步所示，并且由附图标记416示出，滤光器410的第三部分(例如，第二全电介质部分)包括交替的高折射率层和低折射率层的全电介质层。在这种情形下，交替的高折射率层和低折射率层分别是铌钛氧化物层和二氧化硅层。例如，第一层是铌钛氧化物的层23的部分，第二层是二氧化硅的层24，第三层是铌钛氧化物的层25，第四层是二氧化硅的层26，等等。在这种情形下，滤光器410利用三种不同的电介质材料。在另一个示例中，滤光器410可以利用两种不同的电介质材料。在一些实现方式中，滤光器410可以匹配到空气的出口介质。在一些实现方式中，滤光器410可以匹配到另一种出口介质，诸如聚合物材料、颜色染料、RGB染料、环氧基树脂材料、玻璃材料等。在一些实现方式中，滤光器410可以是RGB滤光器(例如，具有与光的红色光谱范围、光的绿色光谱范围或光的蓝色光谱范围相对应的通带的滤光器)、NIR挡光件、LWP滤光器、SWP滤光器、明视滤光器、环境光传感器滤光器、三色滤光器等。尽管滤光器410被描述为特定组的层厚度，但是其他的层厚度是可能的，并且可以与图4A中示出的不同。

[0041] 如图4B所示，并且由图表420示出；以及如图4C所示，并且由图表430示出，滤光器410与相对于滤光器210减少的角度移位和颜色移位以及相对于滤光器310改善的透射率相关联。例如，如由图4B中的附图标记432示出，滤光器410与在大致420nm和0度的入射角度处的大致80%的透射率相关联，并且与对于在0度和50度之间的入射角度的在大致420nm和550nm之间的光谱范围的大于70%的透射率相关联。相似地，如由图4B中的附图标记434示出，滤光器410与对于在大致400nm和大致1100nm之间的光谱范围以及在0度和50度之间的入射角度的小于大致40nm的角度移位相关联。

[0042] 如图4C所示，并且由图表430示出，提供了滤光器310的CIE 1931颜色图。如由附图标记436示出，对于从0度入射角度到50度入射角度的移位，滤光器410与相对于滤光器210减小的颜色移位相关联。例如，滤光器410与小于阈值(例如，小于0.2、小于0.1、小于0.05等)的颜色移位相关联。

[0043] 如上所指示的,图4A-4C仅仅作为示例提供。其他示例是可能的,并且可以与关于图4A-4C所描述的不同。

[0044] 图5A-5C是与另一种混合金属/电介质光学滤光器相关的特性图。图5A-5C示出了具有高折射率层和低折射率层的电介质滤光器堆叠体并且具有金属(例如,银)电介质滤光器堆叠体的诱导透射光学滤光器的另一个示例。

[0045] 如图5A以及由图表500所示,滤光器510可以包括衬底、一组电介质层以及一组金属层。如附图标记512示出,滤光器510的第一部分包括交替的高折射率层和低折射率层的全电介质层。在这种情形下,交替的高折射率层和低折射率层分别是铌钛氧化物层和二氧化硅层。如由附图标记514示出,滤光器510的第二部分包括金属电介质层。在这种情形下,滤光器510的第二部分包括一个或多个铌钛氧化物层、一个或多个锌氧化物层以及一个或多个银层中的多个层组。如附图标记516示出,滤光器510的第三部分包括交替的高折射率层和低折射率层的全电介质层。在这种情形下,交替的高折射率层和低折射率层分别是铌钛氧化物层和二氧化硅层。尽管滤光器510被描述为特定组的层厚度,但是其他的层厚度是可能的,并且可以与图5A中示出的不同。

[0046] 如图5B所示,并且由图表520示出;以及如图5C所示,并且由图表530示出,滤光器510与相对于滤光器210减少的角度移位和颜色移位以及相对于滤光器310改善的透射率相关联。例如,如由图5B中的附图标记532示出,滤光器510与在大致500nm处且在0度到50度的入射角度处的大致80%的透射率相关联,并且与对于在0度和50度之间的入射角度的在大致460nm和590nm之间的光谱范围大于大致70%的透射率相关联。相似地,如由附图标记534示出,滤光器510与对于在大致400nm和大致1100nm之间的光谱范围以及在0度和50度之间的入射角度的小于大致30nm的角度移位相关联。

[0047] 如图5C所示,并且由图表530示出,提供了滤光器510的CIE 1931颜色图。如由附图标记536示出,对于从0度入射角度到50度入射角度的移位,滤光器510与相对于滤光器210减小的颜色移位相关联。例如,滤光器510与小于阈值(例如,小于0.2、小于0.1、小于0.05等)的颜色移位相关联。

[0048] 如上所指示的,图5A-5C仅仅作为示例提供。其他示例是可能的,并且可以与关于图5A-5C所描述的不同。

[0049] 图6A和6B是与一组光学滤光器相关的特性图。图6A和6B示出了本文所描述的滤光器的特点的比较。

[0050] 如图6A所示,并且由图表600示出,提供了对于滤光器210、滤光器310、滤光器410和滤光器510的截止波长的角度移位的对比。在这种情形下,在从0度到50度的每个入射角度处,滤光器410和滤光器510与相对于滤光器210减少的截止波长的角度移位相关联。例如,在40度的入射角度处,滤光器410与大致18nm的截止波长的角度移位相关联。相似地,在40度的入射角度处,滤光器510与大致20nm的截止波长的角度移位相关联。相比之下,在20度的入射角度处,滤光器210与大致42nm的截止波长上的改变相关联。

[0051] 如图6B所示,并且由图表610示出,提供了对于滤光器210、滤光器310、滤光器410和滤光器510的大致420nm到大致620nm的光谱范围的通带的平均透射率的比较。在这种情形下,滤光器410和滤光器510与相对于310改善的透射率相关联。在从0度到50度的每个入射角度处。例如,在40度的入射角度处,滤光器410和滤光器510分别与大致72%和大致75%

的平均透射率相关联。相比之下，在40度的入射角度处，滤光器310与大致63%的平均透射率相关联。

[0052] 如上所指示的，图6A和6B仅仅作为示例提供。其他示例是可能的，并且可以与关于图6A和6B所描述的不同。

[0053] 图7A-7G是与一组光学滤光器相关的特性图。图7A-7G示出了本文所描述的绿色类型的滤光器的特点的比较。

[0054] 如图7A所示，提供了滤光器702的示例堆叠体。滤光器702可以是包括二氧化硅(SiO_2)和铌钛氧化物(NbTiO_5)的交替层的绿色滤光器。滤光器702可以与硅氮化物(Si_3N_4)的入口介质和空气的出口介质相关联。滤光器702可以是全电介质类型的滤光器，并且可以相似于滤光器210，如图2A所示。

[0055] 如图7B所示，提供了滤光器704的示例堆叠体。滤光器704可以是包括铌钛氧化物(NbTiO_5)、锌氧化物(ZnO)和银(Ag)的层、硅氮化物(Si_3N_4)的入口介质以及空气的出口介质的绿色滤光器。滤光器704可以相似于滤光器310，如图3A所示。

[0056] 如图7C所示，提供了滤光器706的示例堆叠体。滤光器706可以是包括铌钛氧化物(NbTiO_5)、二氧化硅(SiO_2)、锌氧化物(ZnO)和银(Ag)的层、硅氮化物(Si_3N_4)的入口介质以及空气的出口介质的绿色滤光器。滤光器706可以相似于如图4A所示的滤光器410。例如，滤光器706可以包括诸如层1到13(包括交替的电介质层)的第一部分；诸如层13到25(包括交替的电介质层和金属层)的第二部分；以及诸如层25到37(包括交替的电介质层)的第三部分。

[0057] 如图7D所示，并且由图表708和710示出，提供了滤光器702的滤光器响应。例如，滤光器702与对于在大致450nm和大致575nm之间的光谱范围的大致50nm和大致80nm之间的从大致0度到大致50度的入射角度(AOI)改变的角度移位相关联。此外，滤光器702与在通带中的尖峰透射率从大致0度的入射角度处的大致100%下降到大致50度的入射角度处的大致90%相关联。

[0058] 此外，滤光器702与在CIE 1931颜色图中的从大致[0.08, 0.47]到大致[0.25, 0.69]的颜色移位相关联。

[0059] 如图7E所示，并且由图表712和714示出，提供了滤光器704的滤光器响应。例如，滤光器704与对于在大致450nm和大致575nm之间的光谱范围的大致25nm和大致40nm之间的从大致0度到大致50度的入射角度(AOI)改变的角度移位相关联。此外，滤光器704与在通带中的尖峰透射率从大致0度的入射角度处的大致72%下降到大致50度的入射角度处的大致66%相关联。此外，滤光器704与在CIE 1931颜色图中的从大致[0.17, 0.58]到大致[0.26, 0.63]的颜色移位相关联。

[0060] 如图7F所示，并且由图表716和718示出，提供了滤光器706的滤光器响应。例如，滤光器706与对于在大致450nm和大致575nm之间的光谱范围的大致25nm和大致40nm之间的从大致0度到大致50度的入射角度(AOI)改变的角度移位相关联。此外，滤光器706与在通带中的尖峰透射率从大致0度的入射角度处的大致78%下降到大致50度的入射角度处的大致70%相关联。此外，滤光器706与在CIE 1931颜色图中的从大致[0.18, 0.62]到大致[0.26, 0.65]的颜色移位相关联。以这种方法，滤光器706与相对于滤光器702减少的角度移位和减少的颜色移位以及相对于滤光器704改善的透射率相关联。

[0061] 如图7G所示，并且由图表720和722示出，对于滤光器702、滤光器704和滤光器706分别提供了中心波长上的改变的比较以及在大致510nm到大致550nm的通带中的平均透射率的比较。如图表720所示，对于大致10度到大致50度的入射角度，滤光器706与相对于滤光器702的在中心波长上的减少的改变相关联。如图表722所示，滤光器706与对于大致0度到大致50度的入射角度的相对于滤光器704的在通带中的改善的平均透射率、以及从大致40度到大致50度的入射角度的在通带中的相对于滤光器706改善的平均透射率相关联。

[0062] 如上所指示的，图7A-7G仅仅作为示例提供。其他示例是可能的，并且可以与关于图7A-7G所描述的不同。

[0063] 以这种方法，对包括电介质层的第一部分、混合的电介质层和金属层的第二部分、以及电介质层的第三部分的滤光器的利用提供了以相对于全电介质滤光器或LAS ITF滤光器减少的角度移位和改善的透射率进行过滤。基于减少角度移位和改善透射率，相对于由对准到另一种类型的滤光器的传感器元件所获得的数据的精确度，由对准到滤光器的传感器元件所获得的数据的精确度是改善的。

[0064] 前述公开提供了图示和描述，但不意图穷举实现方式或将实现方式限制为所公开的精确形式。修改和变化鉴于上述公开是可能的或是可以从实现方式的实践获得的。

[0065] 本文中结合阈值来描述一些实现方式。如本文所使用的，满足阈值可以是指值大于阈值、多于阈值、高于阈值、大于或等于阈值、小于阈值、少于阈值、低于阈值、小于或等于阈值、等于阈值，等等。

[0066] 尽管在权利要求中列举了和/或在说明书中公开了特征的特定组合，这些组合不意图限制可能实现方式的公开。实际上，这些特征中的许多可以以未具体地在权利要求中列举和/或在说明书中公开的方式组合。虽然下列每个从属权利要求可能仅直接从属于一个权利要求，可能的实现方式的公开包括每个从属权利要求与整套权利要求每个其他权利要求的组合。

[0067] 本文中使用的元件、行为或指令都不应理解为是决定性的或必要的，除非明确地这样描述。此外，如本文中所使用的，冠词“个”和“一”意图包括一个或多个项目，并且可以与“一个或多个”可互换地使用。此外，如本文中所使用的，术语“组”意图包括一个或多个项目（例如，相关的项目、不相关的项目、相关的项目的组合，以及多个不相关项目，等等），并且可以与“一个或多个”可互换地使用。在意指仅一个项目的情况下，使用了术语“一个”或相似语言。此外，如本文中所使用的，术语“具有”等意图为开放术语。另外，短于“基于”意图表示“至少部分地基于”，除非明确地另有指明。

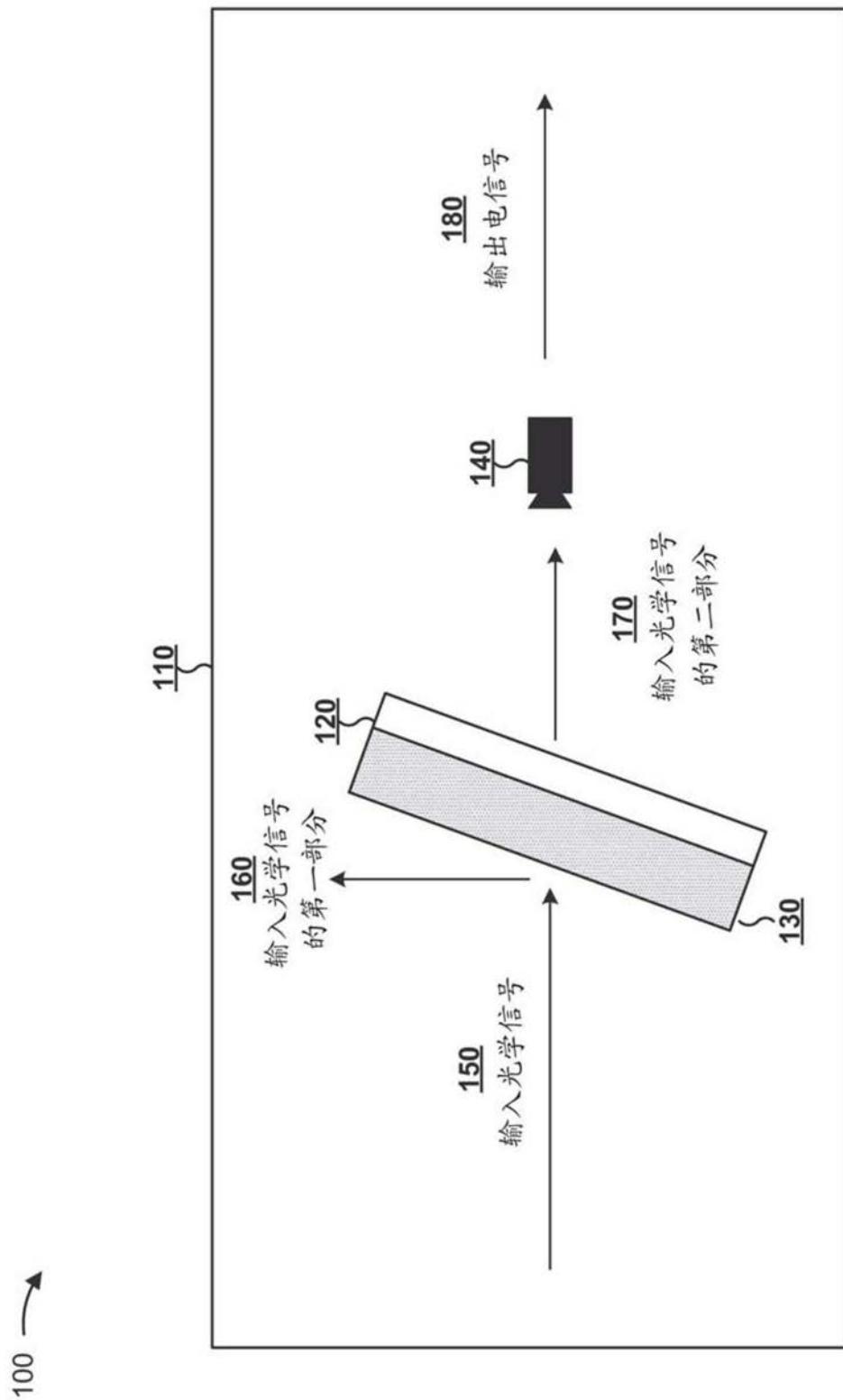


图1A

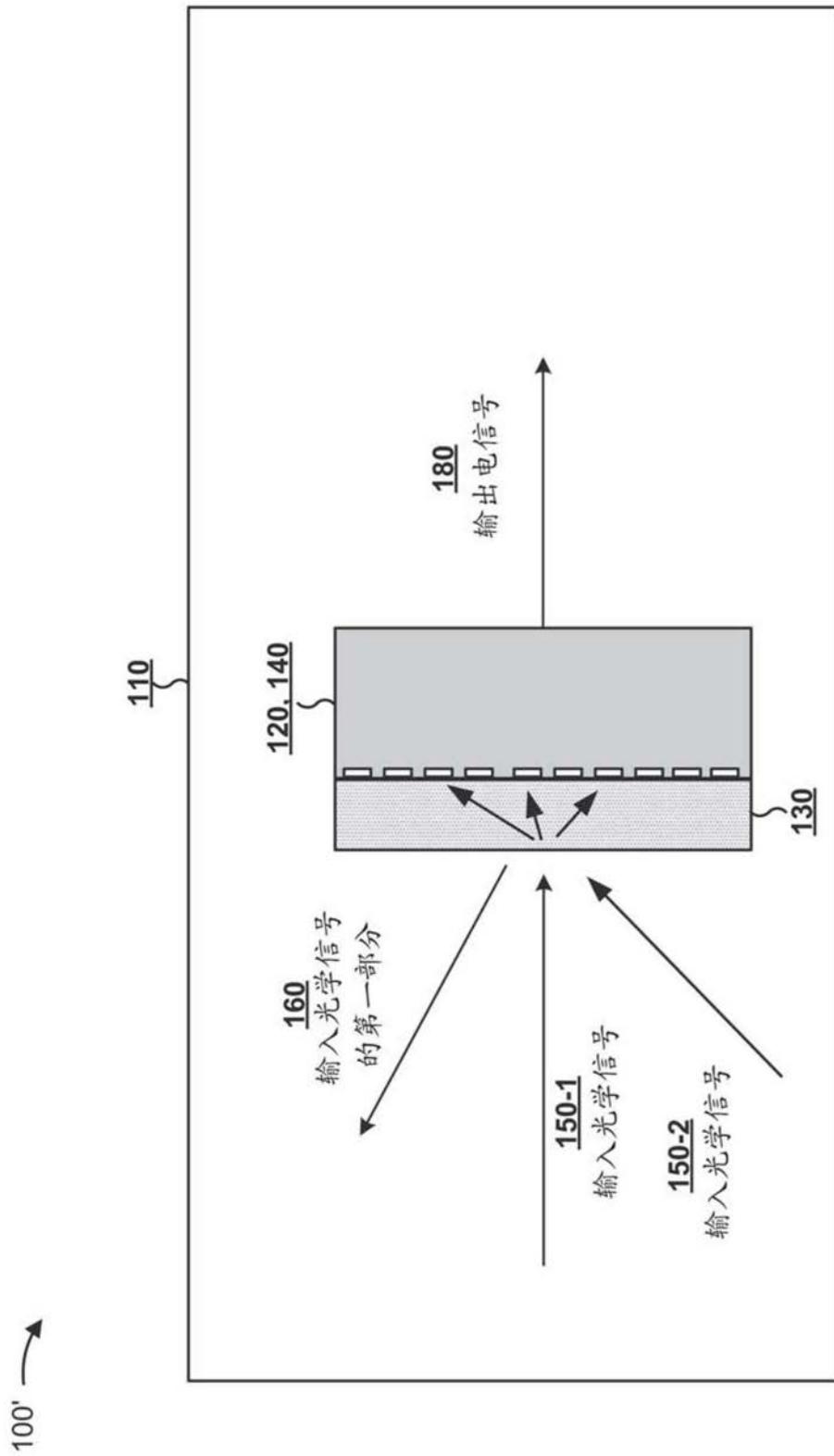


图1B

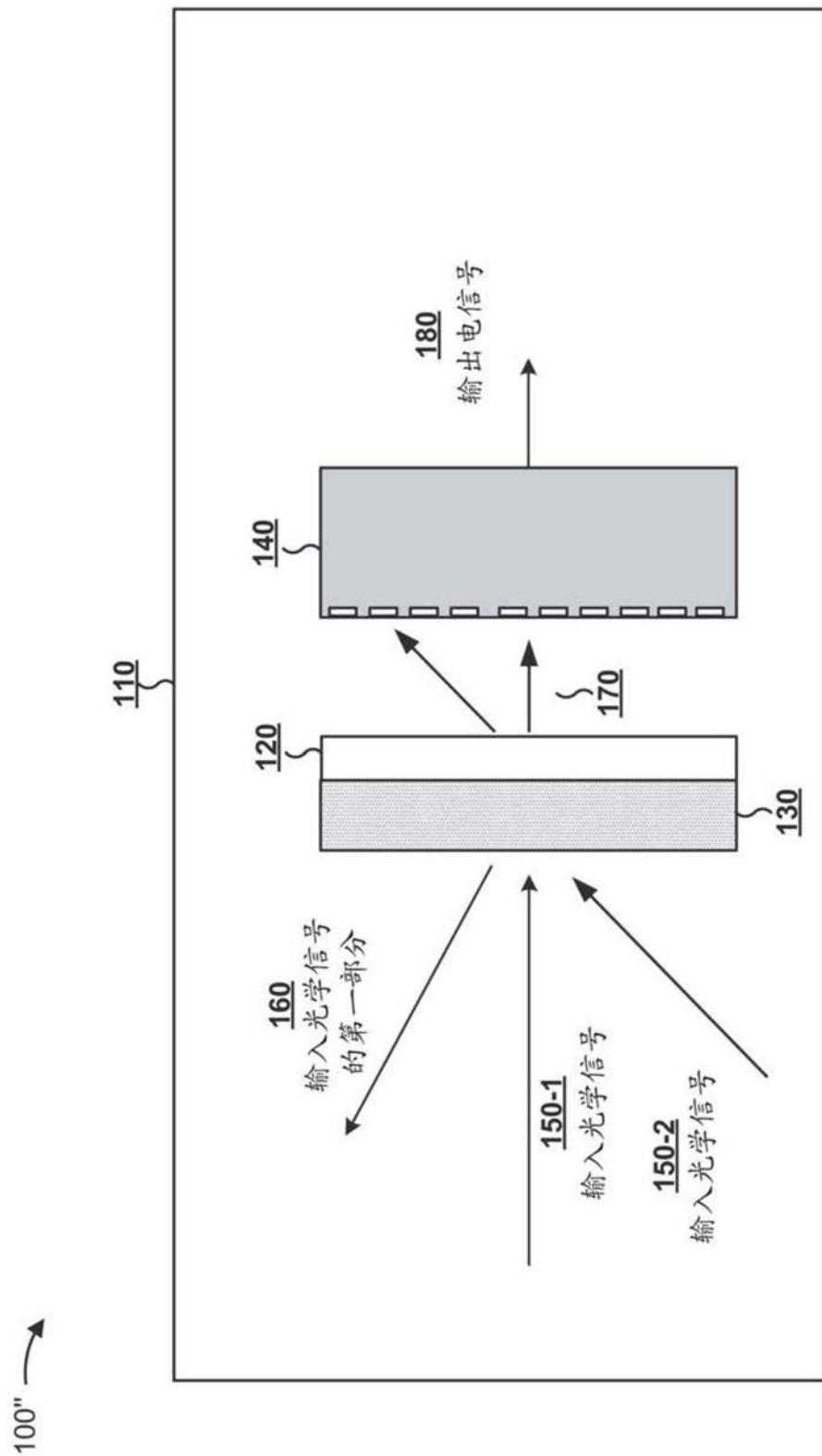


图1C

200 ↗

层 #	材料	厚度
衬底	Si3N4	[nm]
1	NbTiO5	99.8
2	SiO2	172.1
3	NbTiO5	105.2
4	SiO2	180.5
5	NbTiO5	108.8
6	SiO2	178.8
7	NbTiO5	109.3
8	SiO2	180.7
9	NbTiO5	108.9
10	SiO2	180.7
11	NbTiO5	108.7
12	SiO2	179.3
13	NbTiO5	108.7
14	SiO2	178.3
15	NbTiO5	106.8
16	SiO2	175.7
17	NbTiO5	101.3
18	SiO2	160.0
19	NbTiO5	91.2
20	SiO2	160.3
21	NbTiO5	99.1
22	SiO2	164.0
23	NbTiO5	90.2
24	SiO2	144.1
25	NbTiO5	80.4
26	SiO2	137.6
27	NbTiO5	77.0
28	SiO2	135.3
29	NbTiO5	75.6
30	SiO2	134.9
31	NbTiO5	75.2
32	SiO2	134.1
33	NbTiO5	75.3
34	SiO2	134.0
35	NbTiO5	75.4
36	SiO2	134.3
37	NbTiO5	75.8
38	SiO2	134.8
39	NbTiO5	76.7
40	SiO2	137.2
41	NbTiO5	78.5
42	SiO2	142.5
43	NbTiO5	80.9
44	SiO2	70.5
出口介质 空气		

210 ↗

图2A

220 ↗

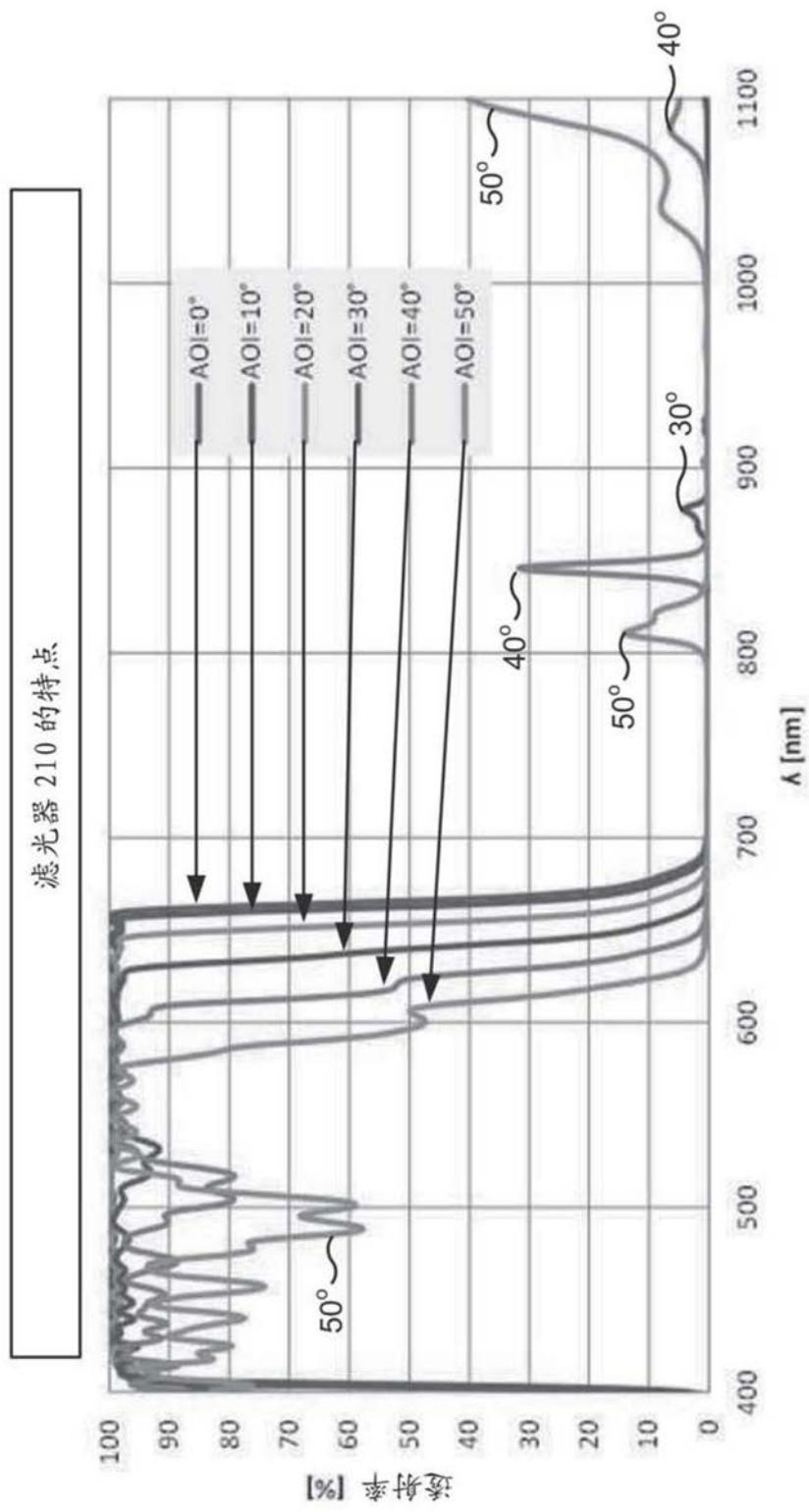


图2B

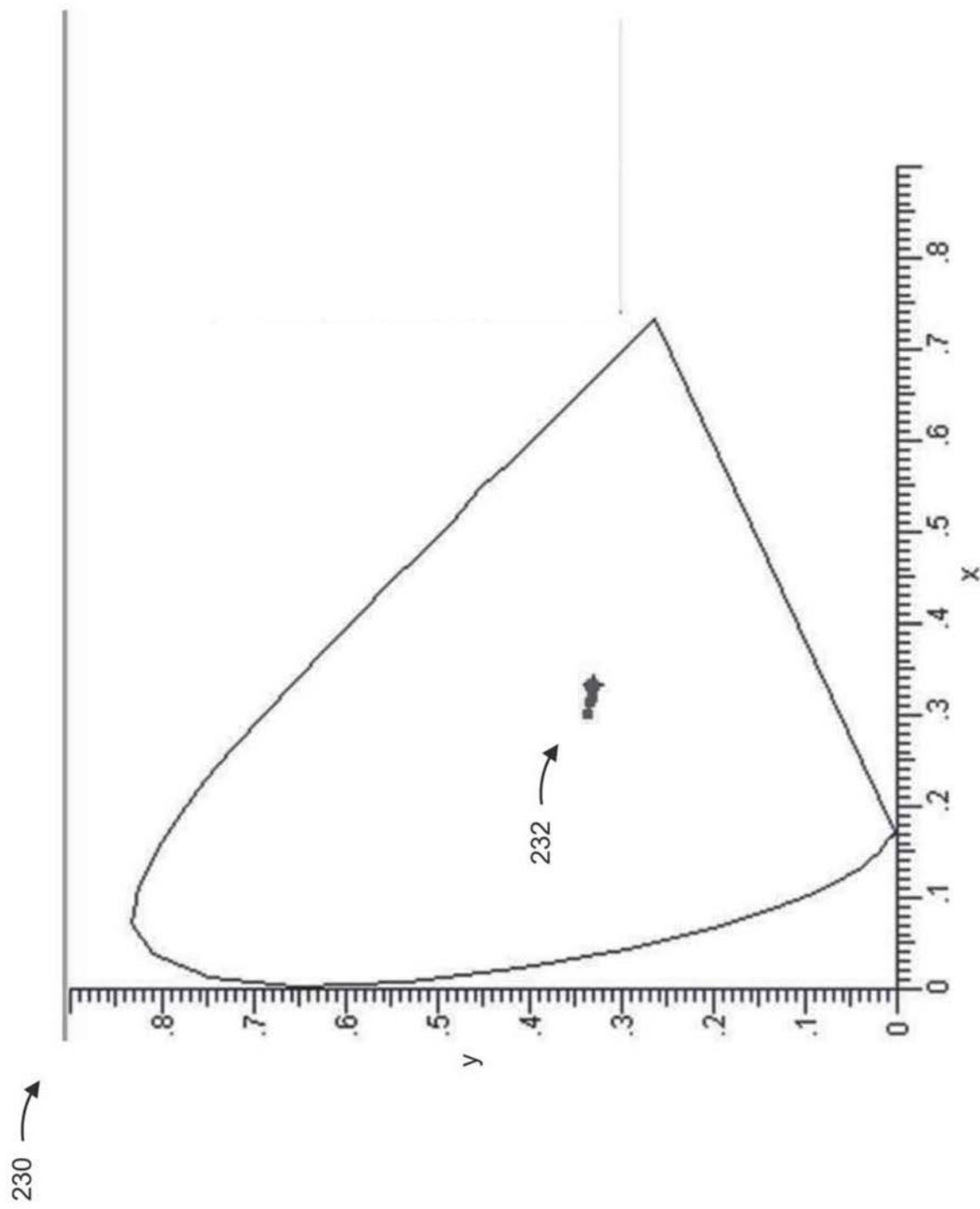


图2C

层 #	材料	厚度 [nm]
衬底	Si3N4	
1 NbTiO5		28.0
2 ZnO		2.0
3 Ag		11.3
4 ZnO		2.0
5 NbTiO5		53.8
6 ZnO		2.0
7 Ag		15.8
8 ZnO		2.0
9 NbTiO5		53.1
10 ZnO		2.0
11 Ag		16.6
12 ZnO		2.0
13 NbTiO5		50.7
14 ZnO		2.0
15 Ag		10.2
16 ZnO		2.0
17 NbTiO5		132.1
出口介质	空气	

300 ↗

310 ↗

图3A

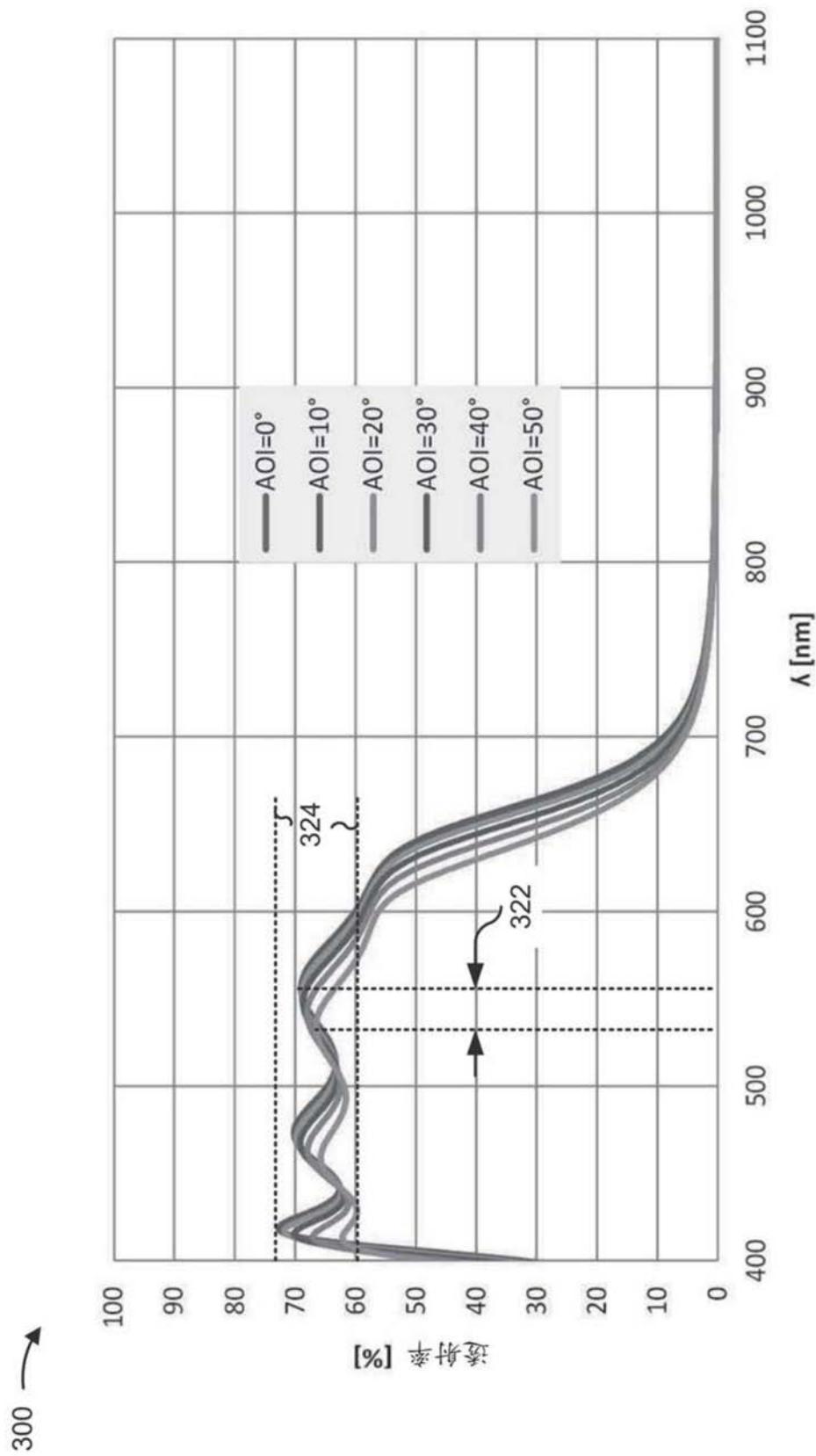


图3B

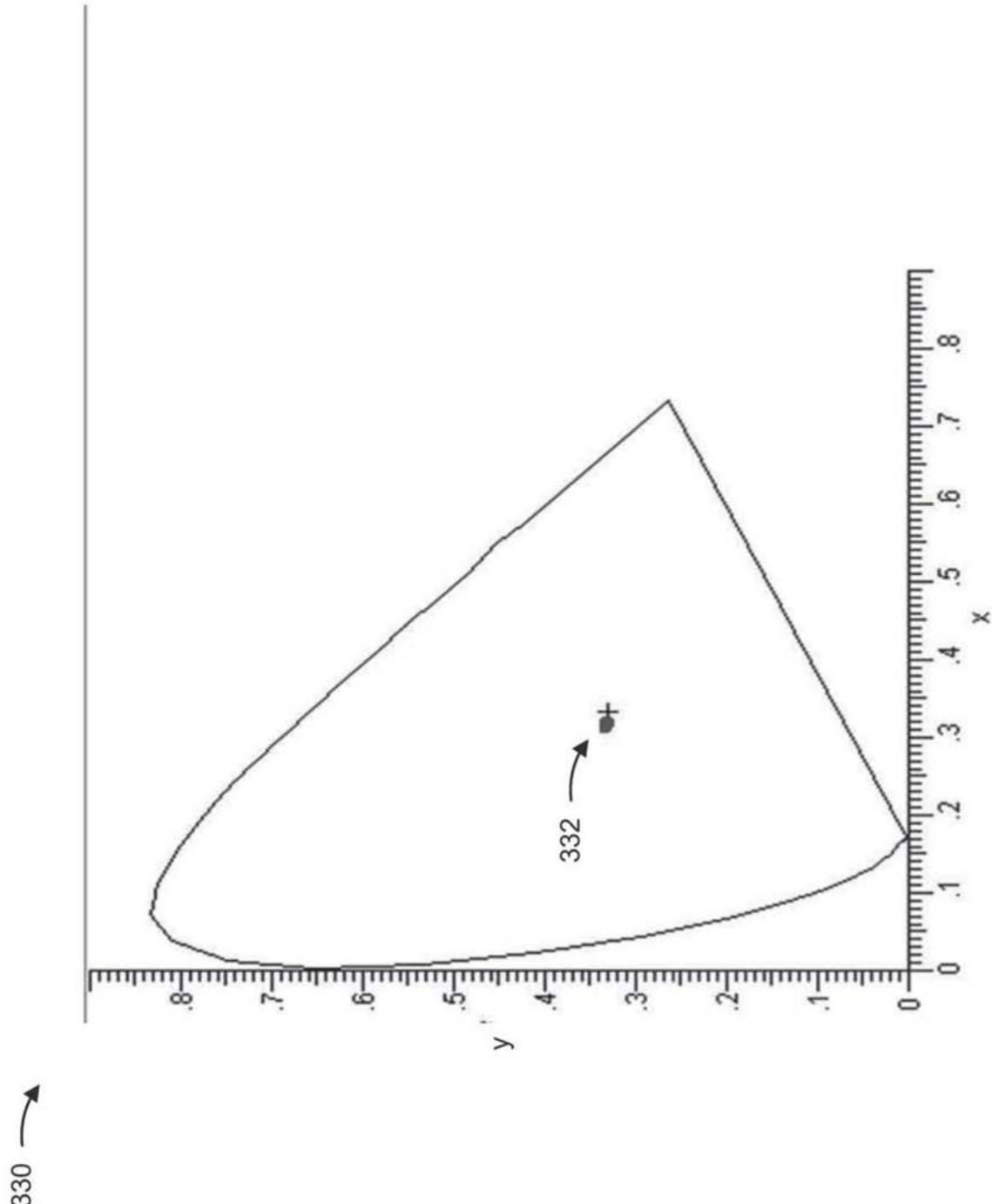


图3C

400 ↗

The diagram illustrates a layered structure with various layers labeled by number. A horizontal arrow labeled '400' points to the left side of the first few layers. A vertical bracket on the right side groups layers 1 through 32, with labels '412', '414', and '416' positioned to its right. Another vertical bracket on the left side groups layers 1 through 15, labeled '410'.

层 #	材料	厚度
衬底	Si3N4	[nm]
1	NbTiO5	95.5
2	SiO2	48.3
3	NbTiO5	12.7
4	SiO2	63.3
5	NbTiO5	116.3
6	SiO2	25.2
7	NbTiO5	139.1
8	ZnO	2.0
9	Ag	9.9
10	ZnO	2.0
11	NbTiO5	51.9
12	ZnO	2.0
13	Ag	16.3
14	ZnO	2.0
15	NbTiO5	53.4
16	ZnO	2.0
17	Ag	15.8
18	ZnO	2.0
19	NbTiO5	53.1
20	ZnO	2.0
21	Ag	9.9
22	ZnO	2.0
23	NbTiO5	72.7
24	SiO2	1.7
25	NbTiO5	50.8
26	SiO2	164.1
27	NbTiO5	97.4
28	SiO2	58.8
29	NbTiO5	9.8
30	SiO2	59.2
31	NbTiO5	94.9
32	SiO2	76.6
出口介质	空气	

图4A

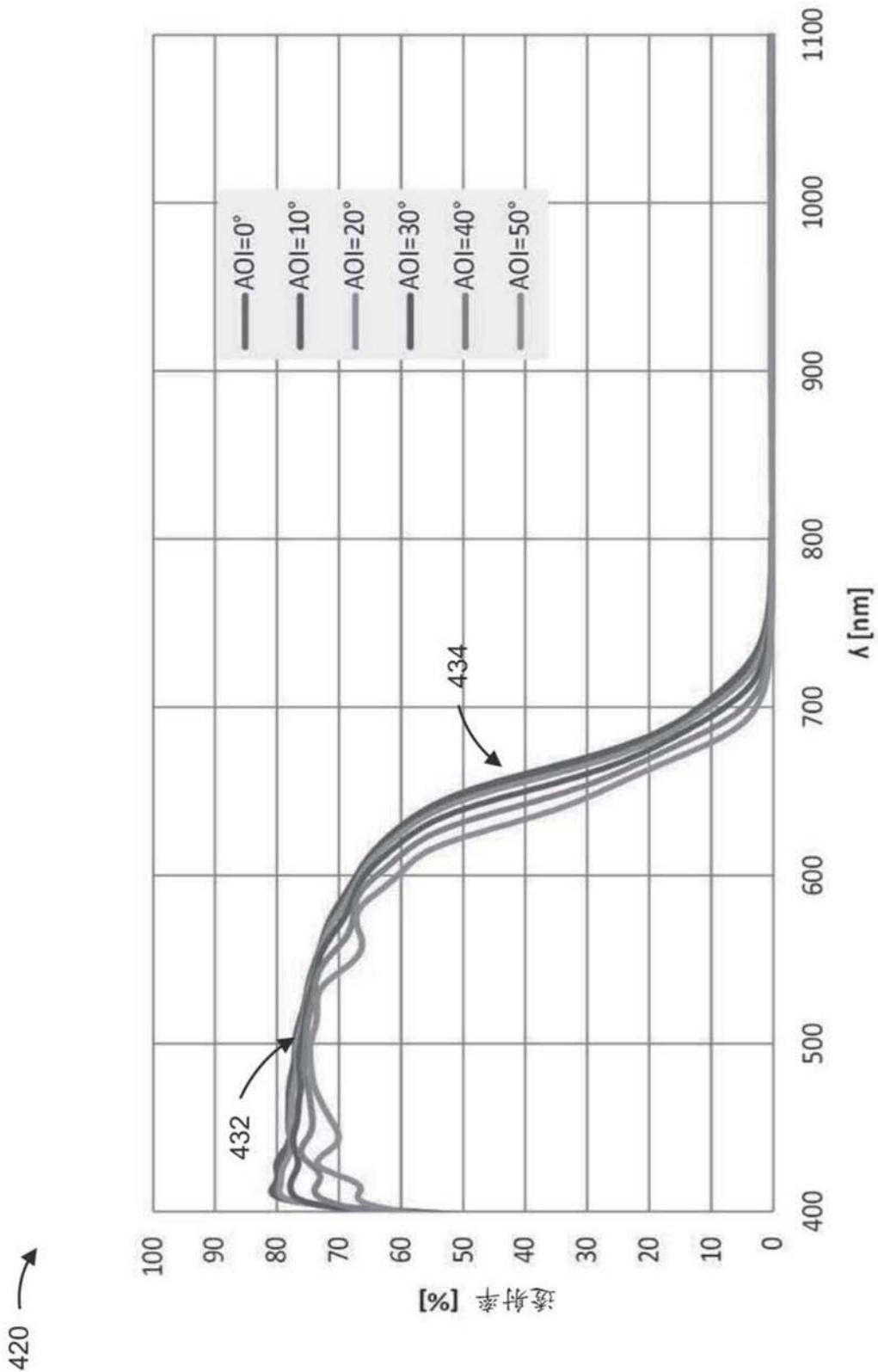


图4B

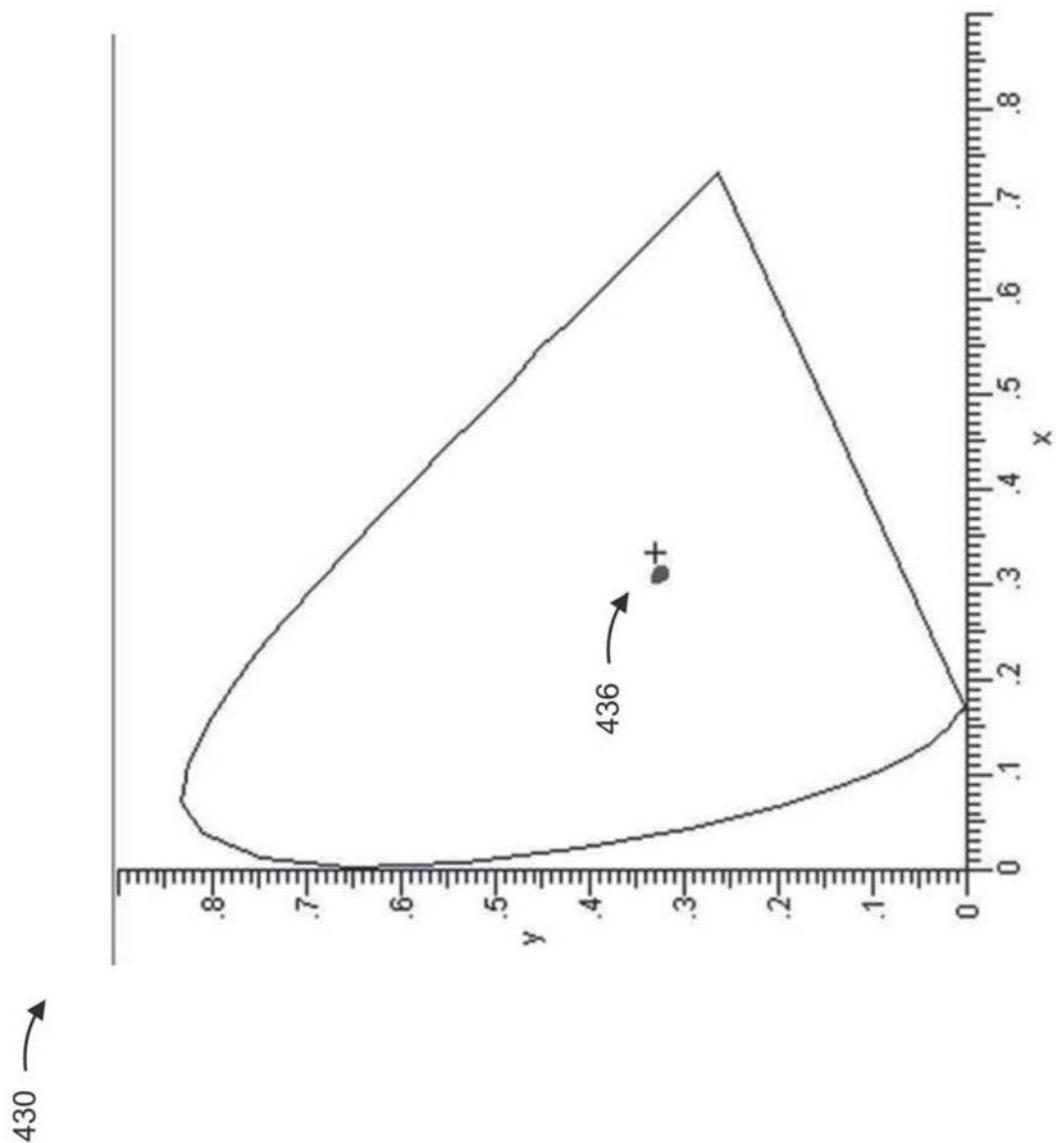


图4C

500 ↗

The diagram illustrates a layered structure with various layers labeled by number and material. A bracket on the right side groups several layers under labels 512, 514, and 516. Labels 500 and 510 are positioned to the left of the structure.

层 #	材料	厚度
衬底	Si ₃ N ₄	[nm]
1	SiO ₂	169.5
2	NbTiO ₅	95.1
3	SiO ₂	26.0
4	NbTiO ₅	19.0
5	SiO ₂	31.3
6	NbTiO ₅	94.4
7	SiO ₂	16.3
8	NbTiO ₅	22.2
9	SiO ₂	27.6
10	NbTiO ₅	134.2
11	ZnO	2.0
12	Ag	11.8
13	ZnO	2.0
15	NbTiO ₅	52.3
16	ZnO	2.0
17	Ag	15.5
18	ZnO	2.0
20	NbTiO ₅	53.1
21	ZnO	2.0
22	Ag	12.2
23	ZnO	2.0
25	NbTiO ₅	129.8
26	SiO ₂	161.0
27	NbTiO ₅	92.0
28	SiO ₂	159.2
29	NbTiO ₅	93.8
30	SiO ₂	73.5
出口介质	空气	

图5A

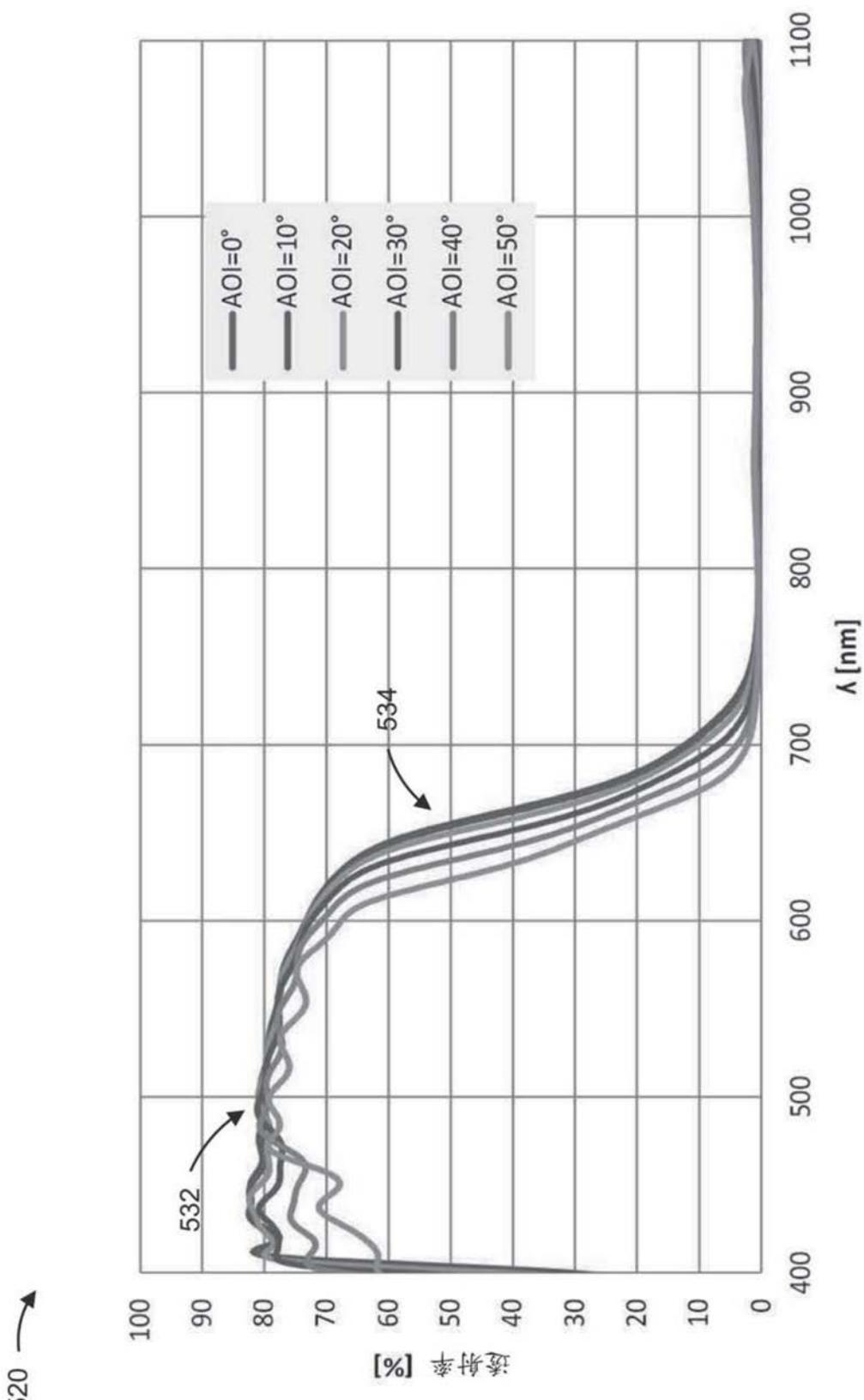


图5B

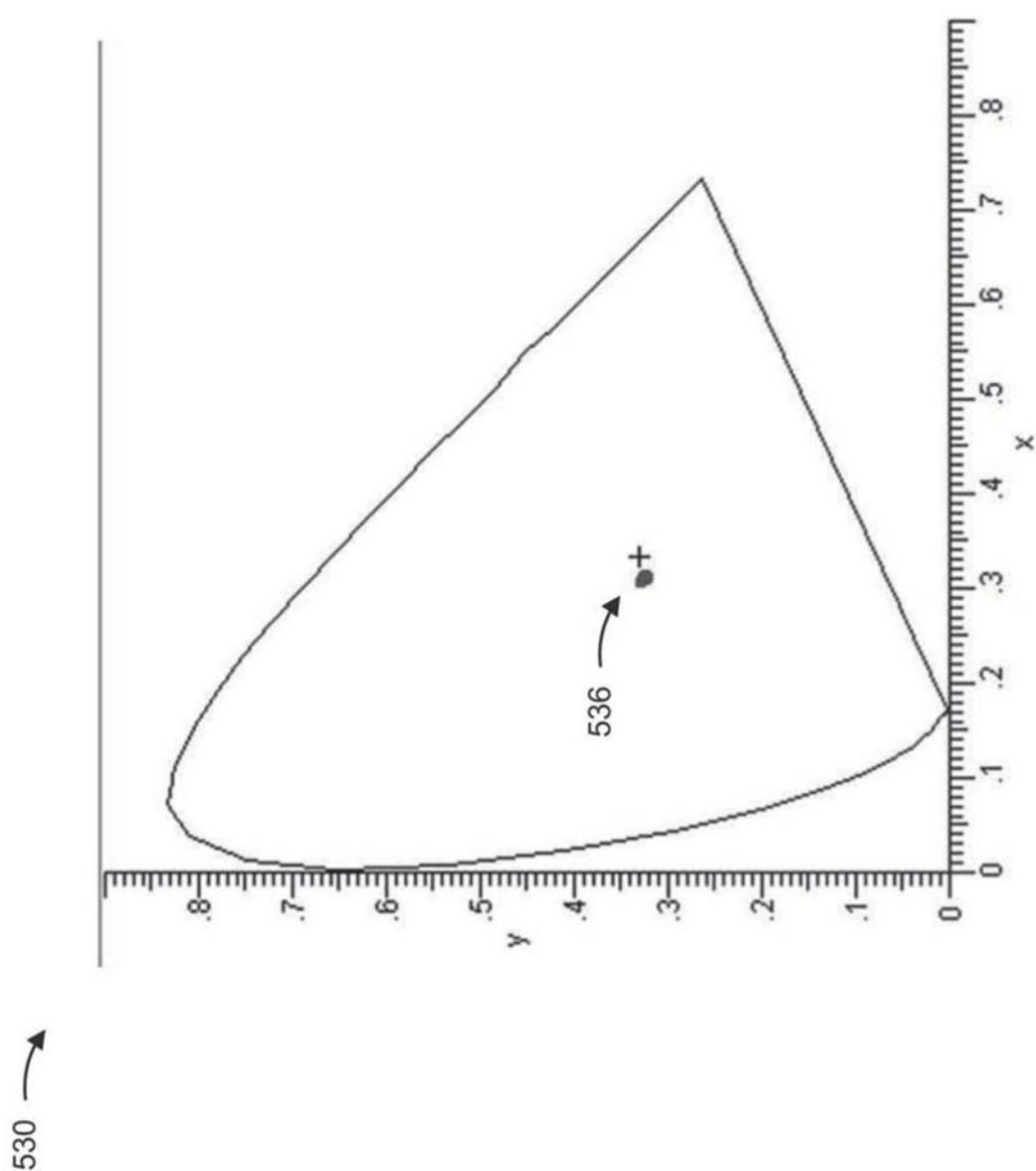


图5C

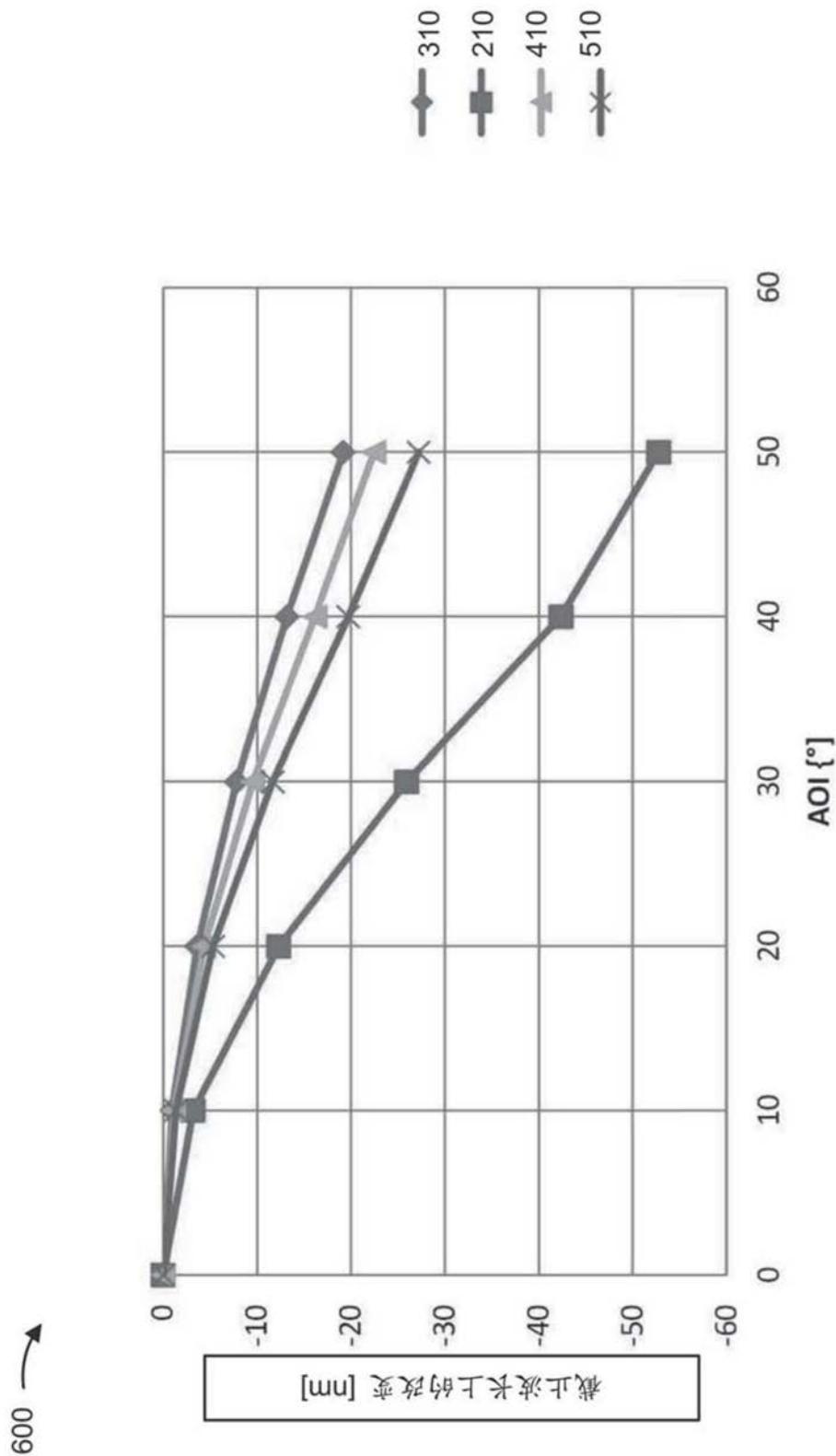


图6A

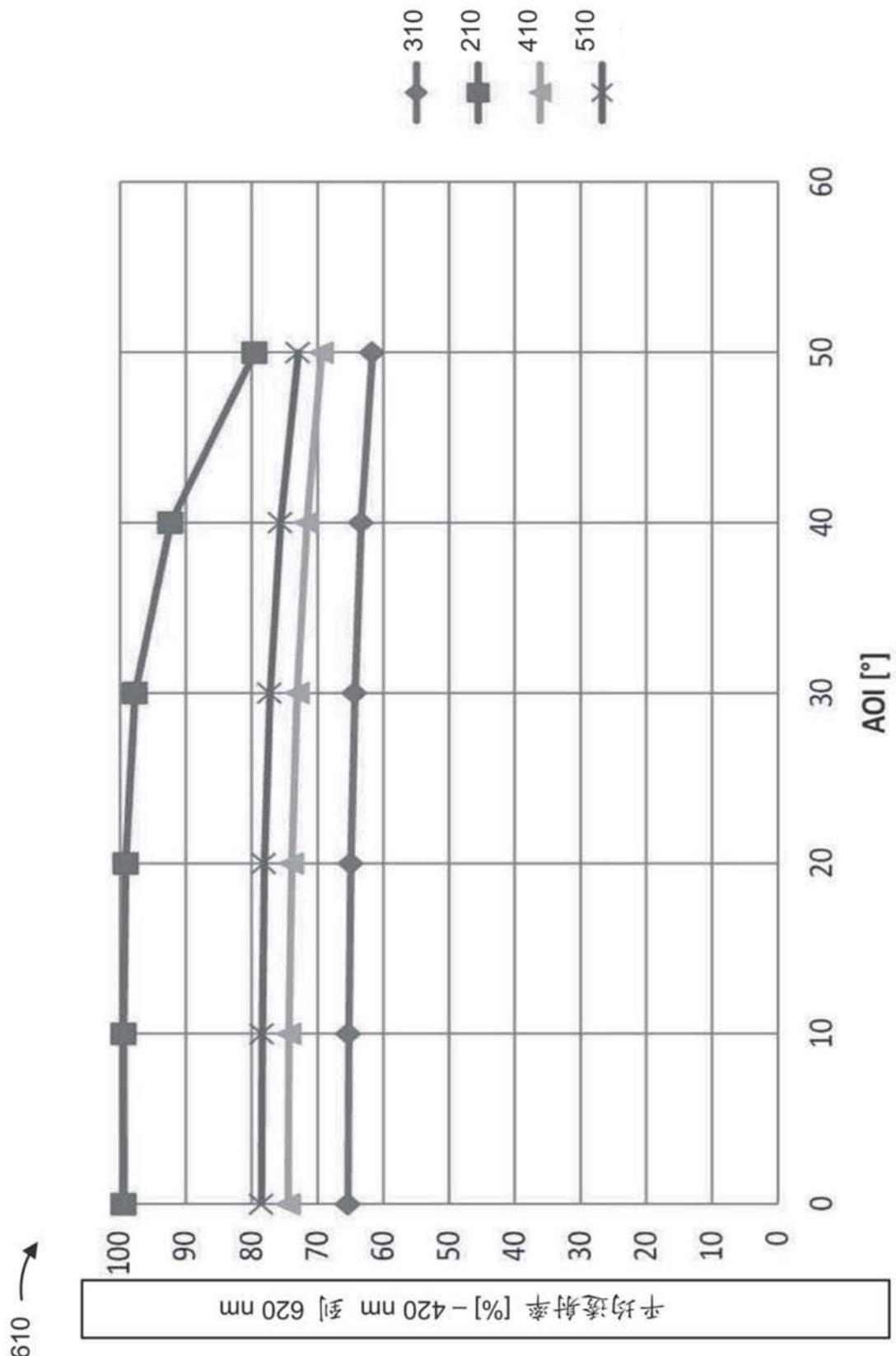


图6B

702

层 #	材料	厚度 [nm]
入口介质	Si3N4	
1	NbTiO5	101.3722
2	SiO2	178.5148
3	NbTiO5	121.1471
4	SiO2	188.9079
5	NbTiO5	123.6429
6	SiO2	199.0849
7	NbTiO5	120.7057
8	SiO2	163.2265
9	NbTiO5	104.3593
10	SiO2	184.6303
11	NbTiO5	113.9985
12	SiO2	189.0945
13	NbTiO5	103.5926
14	SiO2	184.4878
15	NbTiO5	100.8384
16	SiO2	181.5068
17	NbTiO5	119.5891
18	SiO2	166.8945
19	NbTiO5	108.9438
20	SiO2	162.7463
21	NbTiO5	96.59057
22	SiO2	158.4722
23	NbTiO5	102.0726
24	SiO2	135.7411
25	NbTiO5	75.75209

26	SiO ₂	153.1318	50	SiO ₂	109.7655	76
27	NbTiO ₅	77.12584	51	NbTiO ₅	75.30574	77
28	SiO ₂	165.8563	52	SiO ₂	123.8606	78
29	NbTiO ₅	89.27684	53	NbTiO ₅	68.29442	79
30	SiO ₂	133.718	54	SiO ₂	94.23718	80
31	NbTiO ₅	101.3882	55	NbTiO ₅	54.24409	出口介質
32	SiO ₂	141.2259	56	SiO ₂	117.9016	空氣
33	NbTiO ₅	84.22379	57	NbTiO ₅	80.85207	
34	SiO ₂	139.3229	58	SiO ₂	132.7389	
35	NbTiO ₅	65.88022	59	NbTiO ₅	60.7634	
36	SiO ₂	133.9357	60	SiO ₂	87.33624	
37	NbTiO ₅	101.6078	61	NbTiO ₅	39.85941	
38	SiO ₂	140.4364	62	SiO ₂	62.54093	
39	NbTiO ₅	75.26797	63	NbTiO ₅	38.0491	
40	SiO ₂	135.3618	64	SiO ₂	65.15651	
41	NbTiO ₅	67.03955	65	NbTiO ₅	41.44068	
42	SiO ₂	103.3118	66	SiO ₂	71.38425	
43	NbTiO ₅	64.67312	67	NbTiO ₅	45.54467	
44	SiO ₂	111.3177	68	SiO ₂	74.48081	
45	NbTiO ₅	73.80789	69	NbTiO ₅	42.83867	
46	SiO ₂	120.2145	70	SiO ₂	67.87901	
47	NbTiO ₅	66.48728	71	NbTiO ₅	39.95208	
48	SiO ₂	103.7685	72	SiO ₂	64.41866	
49	NbTiO ₅	59.38034	73	NbTiO ₅	40.94706	
50	SiO ₂	109.7655	74	SiO ₂	72.90298	
						43.66155

图7A

层 #	材料	厚度 [nm]
入口介质	Si3N4	
1	NbTiO5	49.9786
2	ZnO	2
3	Ag	25.1725
4	ZnO	2
5	NbTiO5	64.3768
6	ZnO	2
7	Ag	36.6817
8	ZnO	2
9	NbTiO5	176.9518
10	ZnO	2
11	Ag	20.5595
12	ZnO	2
13	NbTiO5	145.1848
出口介质	空气	

704 ↗

图7B

706 ↗

层 #	材料	厚度 [nm]
入口介质	Si3N4	
1 NbTiO5	32.9427	26 SiO2 32.23493
2 SiO2	40.51529	27 NbTiO5 60.32596
3 NbTiO5	5.6656	28 SiO2 31.36405
4 SiO2	128.8695	29 NbTiO5 42.88839
5 NbTiO5	89.03001	30 SiO2 61.04701
6 SiO2	64.89786	31 NbTiO5 103.1638
7 NbTiO5	30.79714	32 SiO2 34.28876
8 SiO2	52.48192	33 NbTiO5 43.06593
9 NbTiO5	29.5647	34 SiO2 27.94947
10 SiO2	71.12218	35 NbTiO5 107.891
11 NbTiO5	73.74213	36 SiO2 26.41392
12 SiO2	69.43324	37 NbTiO5 111.111
13 NbTiO5	48.11909	
14 ZnO	2	
15 Ag	20.12676	
16 ZnO	2	
17 NbTiO5	68.63259	
18 ZnO	2	
19 Ag	33.57801	
20 ZnO	2	
21 NbTiO5	172.4038	
22 ZnO	2	
23 Ag	20.21844	
24 ZnO	2	
25 NbTiO5	41.54023	

图7C

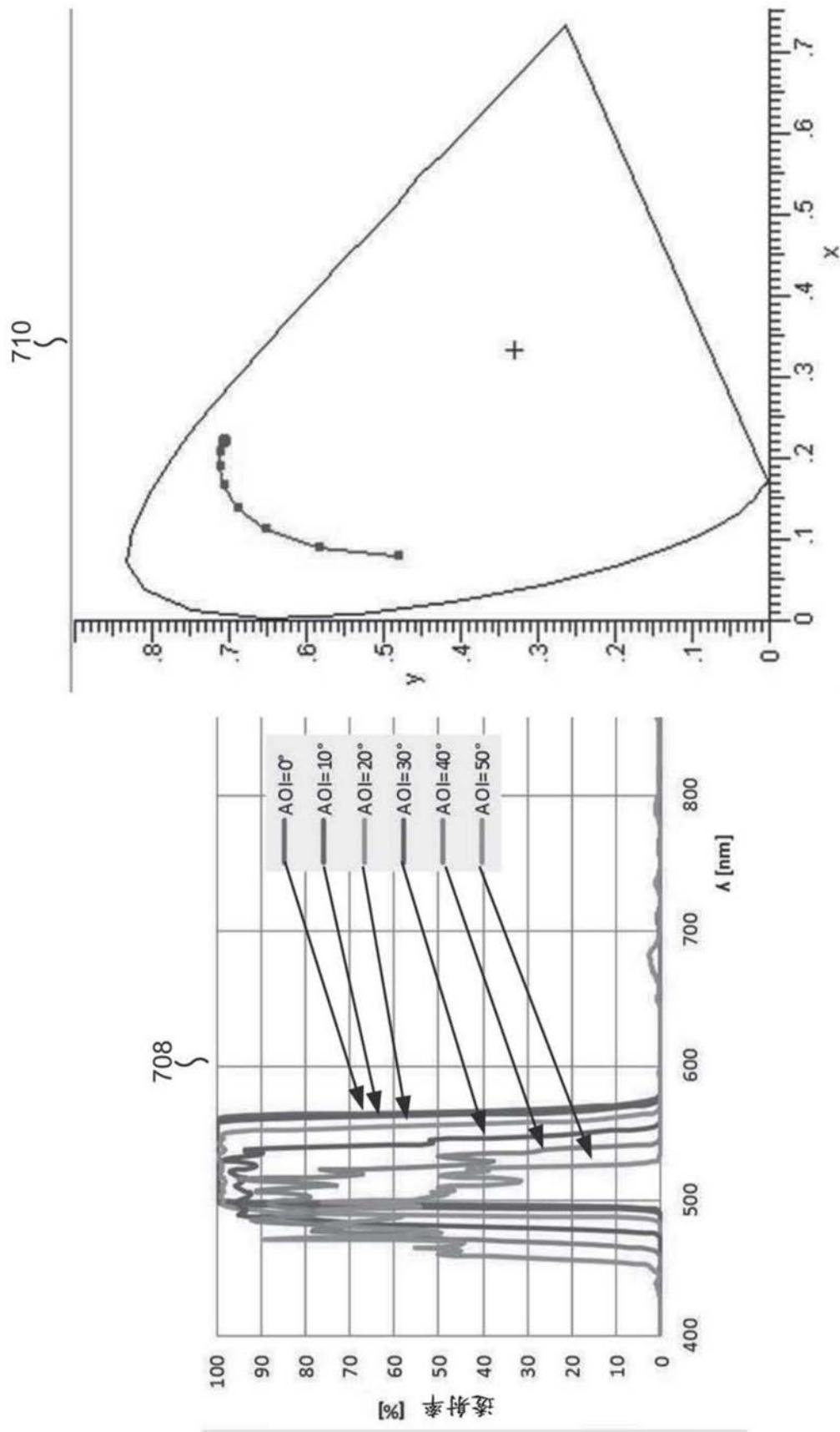


图7D

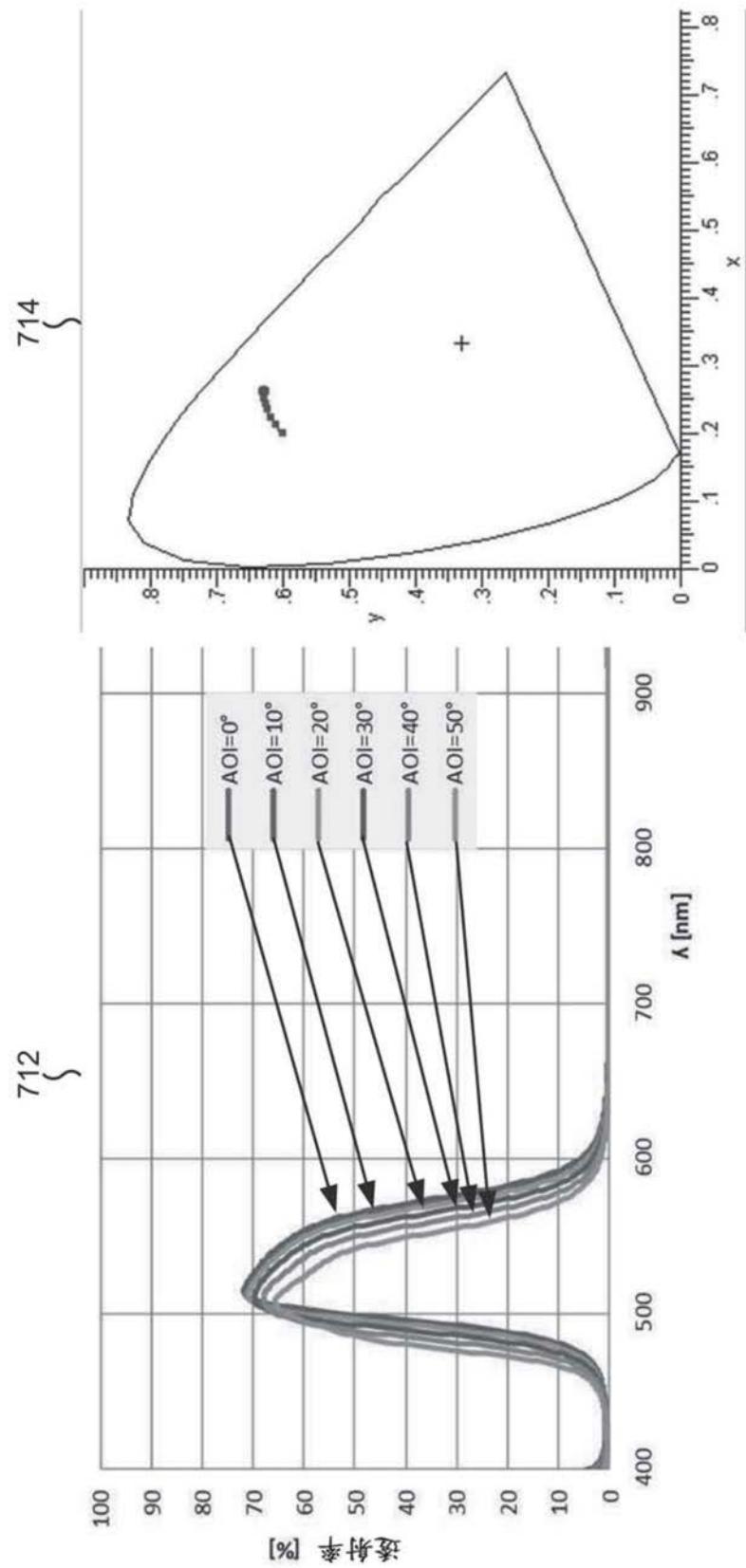


图7E

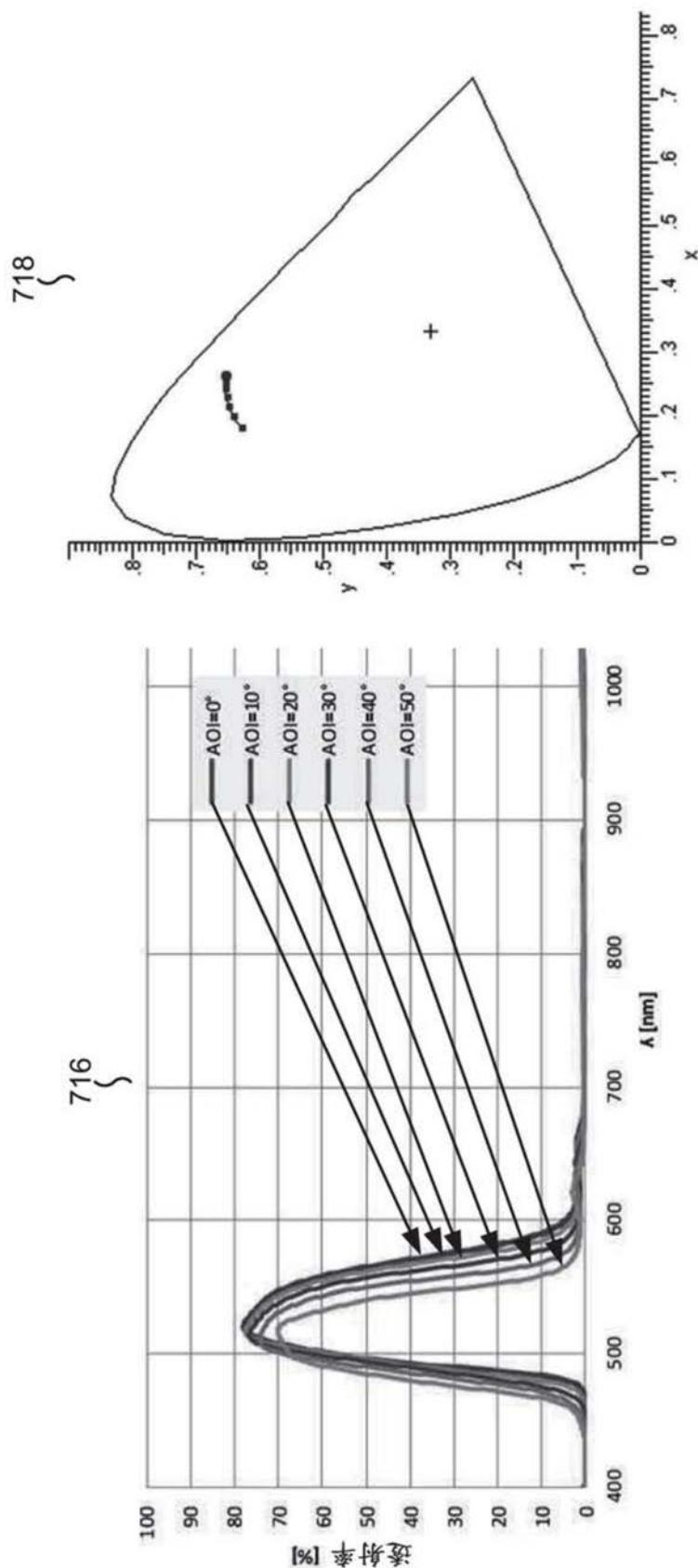


图7F

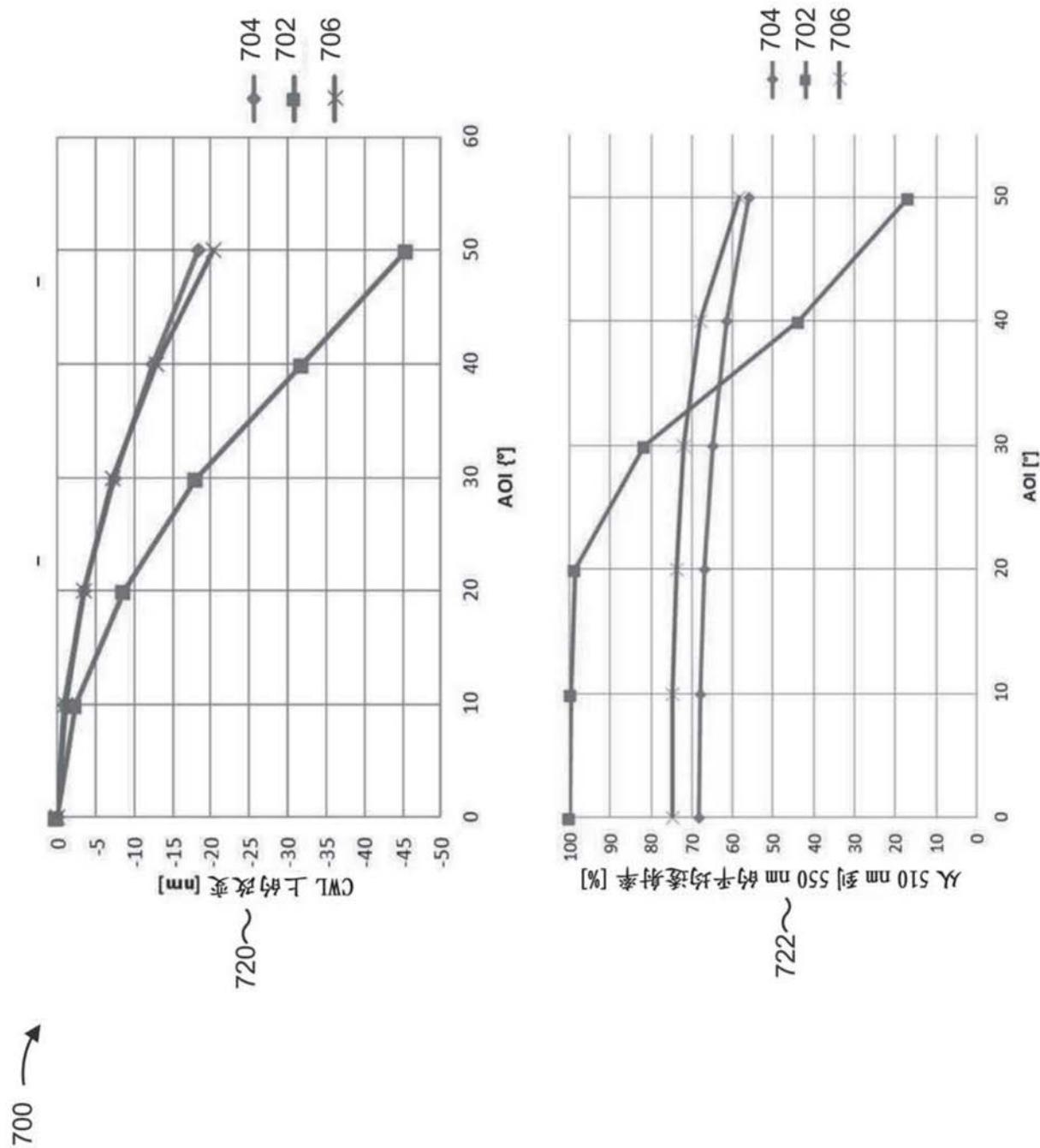


图7G