



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114137646 B

(45) 授权公告日 2024.12.03

(21) 申请号 202111322234.4

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

(22) 申请日 2018.05.22

专利代理人 王茂华

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114137646 A

(51) Int.CI.

G02B 5/28 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.03.04

G02B 1/10 (2015.01)

(30) 优先权数据

15/601,753 2017.05.22 US

(56) 对比文件

WO 0063728 A1, 2000.10.26

(62) 分案原申请数据

201810494349.3 2018.05.22

CN 1516821 A, 2004.07.28

审查员 胡文波

(73) 专利权人 唯亚威通讯技术有限公司

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 G.J.奥肯富斯

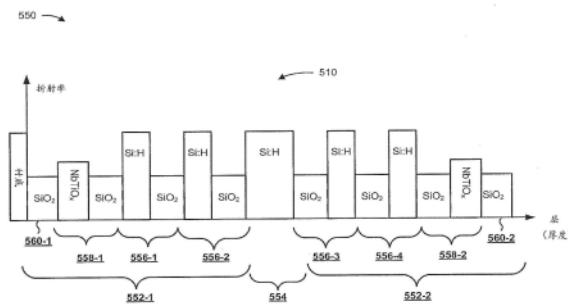
权利要求书2页 说明书13页 附图24页

(54) 发明名称

多光谱滤光器

(57) 摘要

本申请涉及多光谱滤光器。光学滤光器可以包括衬底。光学滤光器可以包括第一镜和第二镜。第一镜和第二镜中的每一个可以包括多个四分之一波堆叠体。多个四分之一波堆叠体可以包括多个层，该多个层包括第一材料、第二材料和第三材料。光学滤光器可以包括设置在第一镜和第二镜之间的间隔体。



1. 一种光学滤光器,包括:

第一镜和第二镜,

其中,所述第一镜包括:

第一四分之一波堆叠体,所述第一四分之一波堆叠体包括氢化硅层和二氧化硅层,其中所述氢化硅层的第一折射率高于所述二氧化硅层的第二折射率,

第二四分之一波堆叠体,以及

第一未配对的层;以及

间隔体,所述间隔体布置在所述第一镜与所述第二镜的低折射率层之间,

其中,所述光学滤光器具有以下中的一个或更多:在0.9nm和5.3nm之间的50%相对带宽、在3.75nm和5.75nm之间的50%相对带宽或在4nm和8nm之间的50%相对带宽,

其中,所述第二镜包括第三四分之一波堆叠体、第四四分之一波堆叠体以及第二未配对的层,并且

其中所述第一未配对的层、所述第一四分之一波堆叠体、所述第二四分之一波堆叠体、所述间隔体、所述第三四分之一波堆叠体、所述第四四分之一波堆叠体、以及所述第二未配对的层被依次布置。

2. 根据权利要求1所述的光学滤光器,其中,所述光学滤光器在932nm的中心波长处具有在0.9nm与5.3nm之间的带宽的50%相对带宽。

3. 根据权利要求1所述的光学滤光器,其中,所述光学滤光器在800nm的中心波长处具有在3.75nm与5.75nm之间的带宽的50%相对带宽。

4. 根据权利要求1所述的光学滤光器,其中,所述光学滤光器在1100nm的中心波长处具有在4nm与8nm之间的带宽的50%相对带宽。

5. 一种滤光器,包括:

第一四分之一波堆叠体,所述第一四分之一波堆叠体包括第一材料和第二材料的一个或多个交替层;

第二四分之一波堆叠体,所述第二四分之一波堆叠体包括第三材料和第四材料的一个或多个交替层,以及

第一未配对的层,

其中,所述第一材料、所述第二材料、所述第三材料和所述第四材料包括三种或更多种不同的材料;以及

其中,所述滤光器具有以下中的一个或更多:在0.9nm和5.3nm之间的50%相对带宽、在3.75nm和5.75nm之间的50%相对带宽或在4nm和8nm之间的50%相对带宽,

其中所述滤光器还包括:间隔体、第三四分之一波堆叠体、第四四分之一波堆叠体、以及第二未配对的层,

其中所述间隔体布置在所述第二四分之一波堆叠体与所述第三四分之一波堆叠体的低折射率层之间,并且

其中所述第一未配对的层、所述第一四分之一波堆叠体、所述第二四分之一波堆叠体、所述间隔体、所述第三四分之一波堆叠体、所述第四四分之一波堆叠体、以及所述第二未配对的层被依次布置。

6. 根据权利要求5所述的滤光器,其中,相比所述第二材料,所述第一材料与更高的折

射率相关联。

7. 根据权利要求5所述的滤光器, 其中, 相比所述第四材料, 所述第三材料与更高的折射率相关联。

8. 根据权利要求5所述的滤光器,

其中, 所述第一四分之一波堆叠体和所述第二四分之一波堆叠体被包括在一组电介质层中,

其中, 所述一组电介质层中的至少一个层的厚度从四分之一波厚度失谐, 以及

其中, 所述四分之一波厚度是与将要入射在所述第一四分之一波堆叠体或所述第二四分之一波堆叠体中的至少一个上的光的中心波长相关联的厚度。

多光谱滤光器

[0001] 本申请是申请日为2018年5月22日,申请号为201810494349.3,发明名称为“多光谱滤光器”的申请的分案申请。

背景技术

[0002] 多光谱传感器装置可以用于捕获信息。例如,多光谱传感器装置可以捕获与一组电磁频率相关的信息。多光谱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。传感器元件阵列的特定传感器元件可以与限制针对特定传感器元件的频率的范围的滤光器相关联。滤光器可以与对应于滤光器朝向特定传感器元件传递的光谱范围的宽度的特定带宽相关联。

发明内容

[0003] 根据一些可能的实现方式,光学滤光器可以包括第一镜和第二镜。第一镜和第二镜中的每一个可以包括第一一个或多个四分之一波堆叠体。第一一个或多个四分之一波堆叠体中的四分之一波堆叠体可以包括第一材料和第二材料的一组交替层。第一材料可以与比第二材料更高的折射率相关联。第一镜和第二镜中的每一个可以包括第二一个或多个四分之一波堆叠体。第二一个或多个四分之一波堆叠体中的四分之一波堆叠体可以包括第三材料和第四材料的一个或多个交替层。第三材料可以与比第四材料更高的折射率相关联。第一材料、第二材料、第三材料和第四材料可以包括三种或更多种不同的材料。光学滤光器可以包括设置在第一镜和第二镜之间的间隔体。

[0004] 根据一些可能的实现方式,多光谱滤光器可以包括第一组电介质层,以反射光的指向第一组电介质层的部分。第一组电介质层可以包括第一一个或多个四分之一波堆叠体。第一组电介质层可以包括第一组三种或更多种不同的材料。多光谱滤光器可以包括一组间隔体层。与由一组间隔体层形成的一组信道中的信道相对应,可以基于层的折射率并且对应于指向一组传感器元件中的传感器元件的光的波长来选择一组间隔体层中的层。多光谱滤光器可以包括第二组电介质层,以反射光的指向第二组电介质层的部分。第二组电介质层可以包括第二一个或多个四分之一波堆叠体。第二组电介质层可以包括第二组三种或更多种不同的材料。

[0005] 根据一些可能的实施方式,光学滤光器可以包括衬底。光学滤光器可以包括第一镜和第二镜。第一镜和第二镜中的每一个可以包括多个四分之一波堆叠体。多个四分之一波堆叠体可以包括多个层,该多个层包括第一材料、第二材料和第三材料。光学滤光器可以包括设置在第一镜和第二镜之间的间隔体。

[0006] 本申请提供了以下内容:

[0007] 1) 一种光学滤光器,包括:

[0008] 第一镜和第二镜,

[0009] 所述第一镜和所述第二镜中的每一个包括第一一个或多个四分之一波堆叠体,

- [0010] 所述第一一个或多个四分之一波堆叠体中的四分之一波堆叠体包括第一材料和第二材料的一组交替层，
- [0011] 相比所述第二材料，所述第一材料与更高的折射率相关联，
- [0012] 所述第一镜和所述第二镜中的每一个包括第二一个或多个四分之一波堆叠体，
- [0013] 所述第二一个或多个四分之一波堆叠体中的四分之一波堆叠体包括第三材料和第四材料的一个或多个交替层，
- [0014] 相比所述第四材料，所述第三材料与更高的折射率相关联，
- [0015] 所述第一材料、所述第二材料、所述第三材料和所述第四材料包括三种或更多种不同的材料；以及
- [0016] 间隔体，所述间隔体布置在所述第一镜与所述第二镜之间。
- [0017] 2) 如项目1) 所述的光学滤光器，其中所述三种或更多种不同的材料中的至少一种是氧化物材料，所述氧化物材料包括以下项中的至少一种：
- [0018] 钨钛氧化物(NbTiOx)，
- [0019] 二氧化硅(SiO2)，
- [0020] 铝氧化物(Al2O3)，
- [0021] 二氧化钛(TiO2)，
- [0022] 五氧化二铌(Nb2O5)，
- [0023] 五氧化二钽(Ta2O5)，
- [0024] 氧化锆(ZrO2)，
- [0025] 氧化钇(Y2O3)，
- [0026] 二氧化铪(HfO2)，或
- [0027] 其组合。
- [0028] 3) 如项目1) 所述的光学滤光器，其中，所述三种或更多种不同的材料中的至少一种包括以下项中的至少一种：
- [0029] 氮化物材料，
- [0030] 氟化物材料，
- [0031] 硫化物材料，
- [0032] 硒化物材料，或
- [0033] 其组合。
- [0034] 4) 如项目1) 所述的光学滤光器，其中，所述第一镜或所述第二镜中的至少一个包括氢化硅(Si:H)材料。
- [0035] 5) 如项目1) 所述的光学滤光器，其中，所述间隔体是氢化硅(Si:H)间隔体。
- [0036] 6) 如项目1) 所述的光学滤光器，其中，在大致800nm和大致1100nm之间的光谱范围处，所述三种或更多种不同的材料中的至少一种与大于2.0的折射率相关联。
- [0037] 7) 如项目1) 所述的光学滤光器，其中，在大致800nm和大致1100nm之间的光谱范围处，所述三种或更多种不同的材料中的至少一种与小于3.0的折射率相关联。
- [0038] 8) 如项目1) 所述的光学滤光器，其中，所述光学滤光器与在932nm的中心波长处的在大致0.9nm和大致5.3nm之间的50%相对带宽相关联。
- [0039] 9) 如项目1) 所述的光学滤光器，其中，所述光学滤光器与在800nm的中心波长处的

在大致3.75nm和大致5.75nm之间的50%相对带宽相关联。

[0040] 10) 如项目1) 所述的光学滤光器, 其中, 所述光学滤光器与在1100nm的中心波长处的在大致4nm和大致8nm之间的50%相对带宽相关联。

[0041] 11) 如项目1) 所述的光学滤光器, 其中, 所述光学滤光器沉积到与传感器元件阵列中的一组传感器元件相关联的衬底上,

[0042] 所述光学滤光器的所述间隔体包括多个层, 所述多个层形成与所述传感器元件阵列中的所述一组传感器元件相对应的多个信道。

[0043] 12) 如项目1) 所述的光学滤光器, 其中, 所述光学滤光器是与传感器元件阵列中的一组传感器元件相对应的光学滤光器的阵列。

[0044] 13) 一种多光谱滤光器, 包括:

[0045] 第一组电介质层, 所述第一组电介质层反射光的指向所述第一组电介质层的部分,

[0046] 所述第一组电介质层包括第一一个或多个四分之一波堆叠体,

[0047] 所述第一组电介质层包括第一组三种或更多种不同的材料;

[0048] 一组间隔体层,

[0049] 所述一组间隔体层中的层基于该层的折射率来选择并且对应于指向一组传感器元件中的传感器元件的光的波长, 所述一组传感器元件中的该传感器元件与由所述一组间隔体层形成的一组信道中的信道相对应; 以及

[0050] 第二组电介质层, 所述第二组电介质层反射光的指向所述第二组电介质层的部分,

[0051] 所述第二组电介质层包括第二一个或多个四分之一波堆叠体,

[0052] 所述第二组电介质层包括第二组三种或更多种不同的材料。

[0053] 14) 如项目13) 所述的多光谱滤光器, 其中所述第一组三种或更多种不同的材料和所述第二组三种或更多种不同的材料是三种或更多种不同的材料的公共集合。

[0054] 15) 如项目13) 所述的多光谱滤光器, 其中所述第一一个或多个四分之一波堆叠体包括:

[0055] 第一四分之一波堆叠体,

[0056] 所述第一四分之一波堆叠体包括所述第一组三种或更多种不同的材料中的第一材料以及所述第一组三种或更多种不同的材料中的第二材料; 以及

[0057] 第二四分之一波堆叠体,

[0058] 所述第二四分之一波堆叠体包括所述第二组三种或更多种不同的材料中的所述第一材料和第三材料。

[0059] 16) 如项目13) 所述的多光谱滤光器, 其中所述一组信道中的信道的量大于或等于信道量阈值, 所述信道量阈值是以下项中的一个:

[0060] 8信道,

[0061] 16信道,

[0062] 32信道,

[0063] 64信道, 或

[0064] 128信道。

[0065] 17) 如项目13) 所述的多光谱滤光器, 其中所述第一组电介质层和所述第二组电介质层中的至少一个层的厚度从四分之一波厚度失谐。

[0066] 18) 如项目17) 所述的多光谱滤光器, 其中所述厚度由阈值百分比进行失谐, 所述阈值百分比包括以下项中的至少一个:

[0067] 10%的减少,

[0068] 20%的减少,

[0069] 30%的减少,

[0070] 40%的减少,

[0071] 50%的减少,

[0072] 10%的增加,

[0073] 20%的增加,

[0074] 30%的增加,

[0075] 40%的增加, 或

[0076] 50%的增加。

[0077] 19) 一种光学滤光器, 包括:

[0078] 衬底,

[0079] 第一镜和第二镜,

[0080] 所述第一镜和所述第二镜中的每一个包括多个四分之一波堆叠体,

[0081] 所述多个四分之一波堆叠体包括多个层, 所述多个层包括第一材料、第二材料和第三材料; 以及

[0082] 间隔体, 所述间隔体布置在所述第一镜和所述第二镜之间。

[0083] 20) 如项目19) 所述的光学滤光器, 其中所述多个四分之一波堆叠体中的四分之一波堆叠体的高折射率材料和所述多个四分之一波堆叠体中的四分之一波堆叠体的低折射率材料的折射率之间的差值大于阈值。

附图说明

[0084] 图1是本文所描述的示例实现方式的概要图;

[0085] 图2A-2D是与本文所描述的多光谱滤光器相关的特性图;

[0086] 图3A-3D是与本文所描述的多光谱滤光器相关的特性图;

[0087] 图4A-4C是与本文所描述的多光谱滤光器相关的特性图;

[0088] 图5A-5C是与本文所描述的多光谱滤光器相关的特性图;

[0089] 图6A-6C是与本文所描述的多光谱滤光器相关的特性图;

[0090] 图7A-7D是与本文所描述的多光谱滤光器相关的特性图; 以及

[0091] 图8A-8B是与本文所描述的多光谱滤光器相关的特性图。

具体实施方式

[0092] 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识别相同或相似的元件。

[0093] 传感器元件(例如, 光学传感器)可以合并到光学传感器装置中, 以获得关于一组

电磁频率的信息。例如,光学传感器装置可以包括可以进行光的传感器测量的图像传感器、多光谱传感器等。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。光学传感器装置可以包括多个传感器元件(例如,传感器元件的阵列),该多个传感器元件中的每一个配置为获得信息。

[0094] 传感器元件可以与为传感器元件过滤光的滤光器相关联。例如,传感器元件可以与线性可变滤光器(LVF)、圆形可变滤光器(CVF)、法布里-珀罗滤波器等对准,以使得过滤光的指向传感器元件的部分。对于诸如法布里-珀罗滤波器的二元滤光器结构,可以选择氢化硅(Si:H)作为定位在滤光器的镜之间的间隔体的层。可以由金属层(例如,银)或电介质层(例如,交替的高折射率层和低折射率层(HL对)的四分之一波堆叠体)制造镜。例如,多光谱滤光器可以包括第一镜和第二镜,该第一镜包括交替的氢化硅层和二氧化硅层的一组四分之一波堆叠体,该第二镜包括交替的氢化硅层和二氧化硅层的另一组四分之一波堆叠体。多光谱滤光器可以导致特定的滤光器响应。例如,多光谱滤光器可以与朝向传感器通过的光谱范围的特定中心波长、朝向传感器元件传递的光谱范围的特定带宽等相关联。可以通过更改间隔体的厚度或通过更改四分之一波堆叠体(在其间定位间隔体)的量来更改滤光器响应。

[0095] 然而,更改单腔类型的滤光器的间隔体的厚度和/或更改四分之一波堆叠体的量可能导致滤光器响应的改变超过阈值。例如,从一组两个氢化硅和二氧化硅的四分之一波堆叠体改变为一组三个氢化硅和二氧化硅的四分之一波堆叠体可能将滤光器的带宽从大于第一阈值的第一带宽减少为小于第二阈值的第二带宽。本文所描述的实现方式可以利用混合的四分之一波堆叠体配置、更改的四分之一波堆叠体层厚度等来允许更改多光谱滤光器响应。例如,本文所描述的实现方式可以对多光谱滤光器的四分之一波堆叠体利用三种或更多种涂覆材料。在这种情形下,多光谱滤光器的滤光器响应可以从例如大于第一阈值的初始带宽改变为在第一阈值和第二阈值之间的目标带宽。以这种方法,实现对多光谱滤光器性能的更大粒度的调整。

[0096] 图1是本文所描述的示例实现方式100的概要图。如图1所示,多光谱滤光器105(例如,二元结构光学滤光器阵列)可以包括第一镜110-1、第二镜110-2和间隔体120。

[0097] 如图1进一步示出的,第一镜110-1和第二镜110-2可以夹置间隔体120。换言之,间隔体120可以将第一镜110-1和第二镜110-2分开阈值距离,和/或间隔体120的面可以由第一镜110-1和第二镜110-2围封。在一些实现方式中,镜110可以与特定材料相关联。例如,镜110可以包括一组电介质镜材料层(例如,交替的氢化硅层和二氧化硅层)等,以反射光的从光源朝向与多光谱滤光器105相关联的传感器元件指引的部分。镜110可以与传感器元件阵列中的与多光谱滤光器105的每个信道相关联的每个传感器元件对准。

[0098] 在一些实现方式中,间隔体120可以包括一个或多个间隔体层130。例如,间隔体120可以包括一组间隔体层130-1到130-5(例如,诸如氢化硅层的电介质层)。在一些实现方式中,一个或多个间隔体层130的厚度可以与为特定波长确保最小间隔体厚度相关联。在一些实现方式中,间隔体120可以与单腔配置相关联。附加地或替代地,间隔体120可以与多腔配置相关联。

[0099] 在一些实现方式中,一个或多个间隔体层130的厚度可以依赖于二元数列(binary progression)。例如,间隔体层130-3可以与间隔体层130-2的厚度的大约一半相关联,间隔

体层130-4可以与间隔体层130-3的厚度的大约一半相关联，并且间隔体层130-5可以与间隔体层130-4的厚度的大约一半相关联。

[0100] 在一些实现方式中，多光谱滤光器105可以沉积在与光学传感器装置相关联的衬底上。例如，镜110-1可以（例如，经由沉积工艺和/或光刻剥离工艺）沉积在包括传感器元件的阵列的衬底上，以捕获信息（例如，光谱数据）。在一些实现方式中，间隔体120可以允许对与多波长相关的信息进行捕获。例如，间隔体120的与第一传感器元件（例如，传感器元件阵列的后照明光学传感器或前照明光学传感器）相对准的第一部分可以与第一厚度相关联，并且间隔体120的与第二传感器元件相对准的第二部分可以与第二厚度相关联。在这种情形下，经由与第一部分相对应的第一信道指向第一传感器元件和经由与第二部分相对应的第二信道指向第二传感器元件的光可以基于第一厚度而对应于第一传感器元件处的第一波长，以及基于第二厚度而对应于第二传感器元件处的第二波长。以这种方法，多光谱滤光器105使用与多个部分相关联的间隔体（例如，间隔体120）来允许由光学传感器装置感测多光谱，该多个部分与多个厚度相关联，对准到光学传感器装置的多个传感器元件。

[0101] 如上所指示的，图1仅仅作为示例提供。其他示例是可能的，并且可以与关于图1所描述的不同。

[0102] 图2A-2D是与多光谱滤光器相关的特性图。图2A-2D示出了多光谱滤光器的示例，该多光谱滤光器采用第一组两个四分之一波堆叠体和第二组两个四分之一波堆叠体来夹层间隔体。

[0103] 如图2A以及由图表200所示，滤光器210可以包括衬底、第一组两个四分之一波堆叠体、间隔体以及第二组两个四分之一波堆叠体。第一组四分之一波堆叠体包括交替的氢化硅（示出为“Si_H”或有时称为Si:H）层和二氧化硅（示出为SiO₂）层的层1到4。间隔体可以包括氢化硅间隔体的层5。第二组两个四分之一波堆叠体包括交替的氢化硅层和二氧化硅层的层6到9。

[0104] 第一四分之一波堆叠体和第二四分之一波堆叠体的氢化硅层可以各自与在大致932nm的光谱范围处的大致3.7226的折射率、大致62.6nm的物理厚度以及大致932nm的四分之一波光学厚度（示出为“Q.W.O.T.”）相关联。层的四分之一波光学厚度对应于层的物理厚度和折射率。在一些实现方式中，四分之一波堆叠体的高折射率层（例如，氢化硅层，其与比四分之一波堆叠体的低折射率层（二氧化硅层）更高的折射率相关联）可以与大于阈值的折射率相关联。例如，高折射率层可以与以下折射率相关联：在大致800nm到大致1100nm的光谱范围处，大于大致2.0的折射率、大于大致2.5的折射率、大于大致3.0的折射率、大于大致3.5的折射率、大于大致3.6的折射率、大于大致3.7的折射率等。在一些实现方式中，高折射率材料层的折射率和低折射率材料层的折射率之间的差值可以大于阈值，诸如大于大致1.0、大于大致1.5、大于大致2.0等。

[0105] 第一组两个四分之一波堆叠体和第二组两个四分之一波堆叠体的二氧化硅层可以各自与在大致932nm的光谱范围处的大致1.4664的折射率、大致158.9nm的物理厚度以及大致932nm的四分之一波光学厚度相关联。在一些实现方式中，四分之一波堆叠体的低折射率层（例如，二氧化硅层）可以与小于在大致800nm的光谱范围处的阈值的折射率相关联，诸如比高折射率层的折射率更小的折射率、小于大致3.0的折射率、小于大致2.5的折射率、小于大致2.0的折射率、小于大致1.75的折射率、小于大致1.5的折射率等等。

[0106] 氢化硅间隔体层与大致3.7226的折射率、大致152.2nm的物理厚度以及大致1864的四分之一波光学厚度相关联。尽管本文描述为氢化硅间隔体层,但是该氢化硅间隔体层可以包括为形成多个信道而选择的多个厚度的氢化硅的多个间隔体层。例如,在第一情形中,可以使用形成64个信道的多个层来形成氢化硅间隔体层。相似地,在第二情形中,可以使用形成128个信道的多个层来形成氢化硅间隔体层。附加地或替代地,间隔体层可以用于形成另一个阈值量的信道,诸如8个信道、16个信道、32个信道、256个信道等。在一些实现方式中,间隔体层可以与大于在大致800nm到大致1100nm的光谱范围处的阈值的折射率(诸如大于大致2.0的折射率、大于大致2.5的折射率、大于大致3.0的折射率、大于大致3.5的折射率、大于大致3.6的折射率、大于大致3.7的折射率等)相关联。

[0107] 如图2B所示,图表250表示滤光器210的折射率简况。如所示,滤光器210包括衬底、设置在衬底上的第一镜252-1、第二镜252-2、以及设置在第一镜252-1和第二镜252-2之间的氢化硅间隔体254。第一镜252-1包括第一四分之一波堆叠体256-1和第二四分之一波堆叠体256-2。相似地,第二镜252-2包括第三四分之一波堆叠体256-3和第四四分之一波堆叠体256-4。每个四分之一波堆叠体256-1到256-4包括形成高折射率层/低折射率层(HL)对的氢化硅层和二氧化硅层。

[0108] 如图2C所示,并且由图表270示出;以及如图2D所示,并且由图表280示出,提供了滤光器210的滤光器响应。例如,滤光器210与在大致932nm的波长(示出为“ λ [nm]”)处大于大致90%的透射率(示出为“T[%]”)相关联。如图2D所示,并且由附图标记282所示,滤光器210与在从大致929.35nm到大致934.65nm的光谱范围内的大致5.3nm的相对50%的带宽(例如,围绕表示峰值透射率的中心波长的大于50%透射率的带宽)相关联。

[0109] 如上所指示的,图2A-2D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-2D所描述的不同。

[0110] 图3A-3D是与多光谱滤光器相关的特性图。图3A-3D示出了多光谱滤光器的示例,该多光谱滤光器采用第一组三个四分之一波堆叠体和第二组三个四分之一波堆叠体来夹层间隔体。

[0111] 如图3A所示,图表350表示滤光器310的折射率简况。如所示,滤光器310包括衬底、设置在衬底上的第一镜352-1、第二镜352-2、以及设置在第一镜352-1和第二镜352-2之间的氢化硅间隔体354。第一镜352-1包括一组三个四分之一波堆叠体356-1到356-3。第二镜352-2包括一组三个四分之一波堆叠体356-4到356-6。每个四分之一波堆叠体356包括形成HL对的氢化硅层和二氧化硅层。

[0112] 如图3B所示,并且由图表370示出;如图3C所示,并且由图表380示出;以及如图3D所示,并且由图表390示出,提供了滤光器210的滤光器响应和滤光器310的滤光器响应。例如,如图3C所示,并且由附图标记392和392’示出,基于滤光器310对于滤光器310的每个镜相对于滤光器210包括附加的氢化硅和二氧化硅四分之一波堆叠体,滤光器310与减少的峰值透射率和减少的相对50%带宽相关联。在这种情形下,如图3C所示并且由附图标记392示出,滤光器210与在大致932nm处的大致92%的透射率以及5.3nm的50%相对带宽相关联。相比之下,如图3C所示并且由附图标记392’示出,滤光器310与在大致932nm处的大致76%的峰值透射率相关联,并且与大致0.9nm的50%相对带宽相关联。如图3D所示,并且由附图标记396和396’示出,滤光器310与相对于滤光器210的减少的带外透射相关联,并且滤光器

310的最小透射率从相对于过滤器210的大致0.1%减小到大致0.005%。在一些实现方式中,滤光器310的透射率还可以通过将滤光器310的配置匹配到衬底和另一介质(例如,空气)来改善。

[0113] 在这些情形下,改变多光谱滤光器的镜中的四分之一波堆叠体的量(例如,从每个镜中两个四分之一波堆叠体改变为每个镜中三个四分之一波堆叠体)造成了多光谱滤光器的光学特点的改变,从而使得能够为特定光谱范围、特定透射率等调整多光谱滤光器。然而,光学特点上的改变可以大于阈值改变。例如,可以将多光谱滤光器期望为与在大致0.9nm和大致5.3nm之间的50%相对带宽相关联。

[0114] 如上所指示的,图3A-3D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-3D所描述的不同。

[0115] 图4A-4C是与多光谱滤光器相关的特性图。图4A-4C示出了具有邻接于第一组三个四分之一波堆叠体和第二组三个四分之一波堆叠体中的每一个所沉积的附加低折射率层以及设置在第一组三个四分之一波堆叠体、第二组三个四分之一波堆叠体和附加低折射率层之间的间隔体的多光谱滤光器的示例。

[0116] 如图4A所示,图表450表示滤光器410的折射率简况。如所示,滤光器410包括衬底、设置在衬底上的第一镜452-1、第二镜452-2、以及设置在第一镜452-1和第二镜452-2之间的间隔体454。第一镜452-1包括一组四分之一波堆叠体456-1到456-3以及未配对的二氧化硅层458-1(例如,未与高折射率氢化硅层或另一高折射率层配对的低折射率二氧化硅层)。相似地,第二镜452-2包括一组四分之一波堆叠体456-4到456-6以及未配对的二氧化硅层458-2。每个四分之一波堆叠体456设置在未配对的二氧化硅层458-1和458-2之间,并且包括形成HL对的氢化硅层和二氧化硅层。尽管二氧化硅层458未与对应的高折射率层(例如,氢化硅层)配对,但是每个二氧化硅层458可以被称为相应的镜452的四分之一波堆叠体。在一些实现方式中,滤光器410可以是对准到传感器元件阵列的一组传感器元件的光学滤光器的阵列。

[0117] 如图4B所示,并且由图表470所示;以及如图4C所示,并且由图表480示出,提供了滤光器210、滤光器310和滤光器410的一组滤光器响应。例如,如图4B所示,并且由附图标记492、492'和492''示出,基于滤光器410对于滤光器410的每个镜包括一组未配对的二氧化硅层,滤光器410与滤光器210和滤光器310之间的在大致932nm处的峰值透射率以及滤光器210和滤光器310之间的50%相对带宽相关联。在这种情形下,如图4B所示并且由附图标记492示出,滤光器210与在大致932nm处的大于90%的峰值透射率相关联,并且与大致5.3nm的50%相对带宽相关联。如图4B所示并且由附图标记492'示出,滤光器310与在大致932nm处的大致75%的峰值透射率以及大致0.9nm的50%相对带宽相关联。相比之下,如图4B所示并且由附图标记492''示出,滤光器410与在大致932nm处的大致80%的峰值透射率以及大致1.4nm的50%相对带宽相关联。

[0118] 在这种情形下,添加未配对组的二氧化硅层引起多光谱滤光器的光学特点改变,从而使得能够以比更改四分之一波堆叠体的量更大粒度的方式为特定光谱范围、特定透射率、特定带宽等调整多光谱滤光器。

[0119] 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。

[0120] 图5A-5C是与多光谱滤光器相关的特性图。图5A-5C示出了多光谱滤光器的示例，该多光谱滤光器采用四分之一波堆叠体的混合集合以及设置在四分之一波堆叠体的混合集合之间的间隔体。

[0121] 如图5A所示，图表550表示滤光器510的折射率简况。如所示，滤光器510包括衬底、设置在衬底上的第一镜552-1、第二镜552-2、以及设置在第一镜552-1和第二镜552-2之间的间隔体554。第一镜552-1包括一组四分之一波堆叠体556-1和556-1、四分之一波堆叠体558-1、以及未配对的二氧化硅层560-1。相似地，第二镜552-2包括一组四分之一波堆叠体556-3和556-4、四分之一波堆叠体558-2、以及未配对的二氧化硅层560-2。每个四分之一波堆叠体556包括形成HL对的氢化硅和二氧化硅。每个四分之一波堆叠体558包括形成HL对的铌钛氧化物(NbTiO_x)。在这种情形下，滤光器510利用四分之一波堆叠体的混合集合，每个镜552包括不同类型的HL对。利用四分之一波堆叠体的混合集合比利用增加或减少四分之一波堆叠体的量来控制特点的另一技术允许以更大的粒度来控制滤光器510的特点。尽管本文中鉴于铌钛氧化物、二氧化硅和氢化硅来描述滤光器510的四分之一波堆叠体，但是可以对一组混合的四分之一波堆叠体使用另一组的三种或更多种材料，诸如利用诸如二氧化硅(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；其组合；等等。

[0122] 如图5B所示，并且由图表570示出；如图5C所示，并且由图表580示出，提供了滤光器210的滤光器响应、滤光器310的滤光器响应和滤光器510的滤光器响应。例如，如图5B所示，并且由附图标记592、592'和592''示出，基于滤光器510包括一组未配对的二氧化硅层560并且利用四分之一波堆叠体的混合集合，滤光器510与滤光器210和滤光器310之间的大致932nm的峰值透射率以及50%相对带宽相关联。在这种情形下，如图5B所示并且由附图标记592示出，滤光器210与在大致932nm处的大于90%的峰值透射率以及大致5.3nm的50%相对带宽相关联，并且如图5B所示并且由附图标记592'示出，滤光器310与在大致932nm处的大致75%的峰值透射率以及大致0.9nm的50%相对带宽相关联。相比之下，如图5B所示并且由附图标记592''示出，滤光器510与在大致932nm处的大致90%的峰值透射率以及大致3.1nm的50%相对带宽相关联。

[0123] 在这种情形下，利用一组混合的四分之一波堆叠体引起多光谱滤光器的光学特点改变，从而使得能够以比更改四分之一波堆叠体的量更大粒度的方式为特定光谱范围、特定透射率等来调整多光谱滤光器。

[0124] 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。

[0125] 图6A-6C是与多光谱滤光器相关的特性图。图6A-6C示出了多光谱滤光器的示例，该多光谱滤光器采用四分之一波堆叠体的失谐集合以及设置在四分之一波堆叠体的失谐集合之间的间隔体。

[0126] 如图6A所示，图表650表示了对滤光器410的折射率简况和滤光器610的折射率简况的比较。如所示，滤光器610包括衬底、设置在衬底上的第一镜652-1、第二镜652-2、以及设置在第一镜652-1和第二镜652-2之间的氢化硅间隔体654。第一镜652-1包括一组四分之

一波堆叠体656-1到656-3以及未配对的二氧化硅层658-1。相似地,第二镜652-2包括一组四分之一波堆叠体656-4到656-6以及未配对的二氧化硅层658-2。每个四分之一波堆叠体656包括形成HL对的氢化硅层和二氧化硅层。在一些实现方式中,另一组材料可以用于四分之一波堆叠体656。在一些实现方式中,四分之一波堆叠体656可以是使用三种或更多种材料的四分之一波堆叠体的混合集合。

[0127] 如图6A所进一步所示,并且由附图标记660示出,(例如,镜652的)滤光器610包括二氧化硅层,该二氧化硅层与在厚度上相对于滤光器410(例如,镜454的)的二氧化硅层的阈值减少相关联的。如由附图标记示出的,滤光器610包括氢化硅层,该氢化硅层与在厚度上相对于滤光器410的氢化硅层的阈值增加相关联。在一些实现方式中,可以选择阈值增加或减少,以将四分之一波堆叠体从四分之一波厚度(例如,与将要入射在四分之一波堆叠体上的光的中心波长相关联的厚度)失谐,从而诸如通过利用在厚度上大致30%的增加或大致30%的减少,将滤光器610集中在峰值透射率的所选中心波长处和/或更改滤光器610的50%相对带宽。附加地或替代地,可以为滤光器610选择在厚度上增加或减少大致25%和30%之间、大致20%和40%之间、大致10%和50%之间等等。

[0128] 如图6B所示,并且由图表670所示;以及如图6C所示,并且由图表680示出,提供了滤光器210、滤光器310和滤光器610的一组滤光器响应。例如,如图6B所示,并且由附图标记692、692'和692"示出,基于滤光器610包括一组失谐的四分之一波堆叠体(例如,使用更改的层厚度的四分之一波堆叠体),滤光器610与滤光器210和滤光器310之间的在大致932nm处的峰值透射率以及50%相对带宽相关联。在这种情形下,如图6B所示并且由附图标记692示出,滤光器210与在大致932nm处的大于90%的峰值透射率以及大致5.3的50%相对带宽相关联,并且如图6B所示并且由附图标记592'示出,滤光器310与在大致932nm处的大致75%的峰值透射率以及大致0.9nm的50%相对带宽相关联。相比之下,如图6B所示并且由附图标记692"示出,滤光器610与在大致932nm处的大致87%的峰值透射率以及大致2.0nm的50%相对带宽相关联。

[0129] 在这种情形下,利用一组失谐的四分之一波堆叠体引起多光谱滤光器的光学特点改变,从而使得能够以比更改四分之一波堆叠体的量更大粒度的方式为特定光谱范围、特定透射率等来调整多光谱滤光器。例如,失谐四分之一波堆叠体的厚度允许光学滤光器配置有所选带宽,诸如与不同量的四分之一波堆叠体相关联的带宽之间的带宽、与不同量的四分之一波堆叠体相关联的带宽重叠的带宽等。

[0130] 如上所指示的,图6A-6C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-6C所描述的不同。

[0131] 图7A-7D是与一组多光谱滤光器相关的特性图。图7A-7D示出了具有四分之一波堆叠体的混合集合的多光谱滤光器的示例。

[0132] 如图7A所示,图表705表示滤光器710的折射率简况。如所示,滤光器710包括衬底、设置在衬底上的第一镜712-1、第二镜712-2、以及设置在第一镜712-1和第二镜712-2之间的氢化硅间隔体714。第一镜712-1包括作为HL对的氢化硅和二氧化硅的四分之一波堆叠体716-1和716-2的集合以及作为HL对的铌钛氧化物和二氧化硅的四分之一波堆叠体718-1。第二镜712-2包括作为HL对的氢化硅和二氧化硅的四分之一波堆叠体716-3和716-4的集合以及作为HL对的铌钛氧化物和二氧化硅的四分之一波堆叠体718-2。在这种情形下,四分之

一波堆叠体718-1设置在四分之一波堆叠体716-2和氢化硅间隔体714之间，并且四分之一波堆叠体718-2设置在四分之一波堆叠体716-3和氢化硅间隔体714之间。

[0133] 如图7B所示，图表735表示滤光器740的折射率简况。如所示，滤光器740包括衬底、设置到衬底上的第一镜742-1、第二镜742-2、以及设置在第一镜742-1和第二镜742-2之间的氢化硅间隔体744。第一镜742-1包括作为HL对的氢化硅和二氧化硅的四分之一波堆叠体746-1和746-2的集合、作为HL对的铌钛氧化物和二氧化硅的四分之一波堆叠体748-1以及未配对的二氧化硅层750-1。相似地，第二镜742-2包括作为HL对的氢化硅和二氧化硅的四分之一波堆叠体746-3和746-4的集合、作为HL对的铌钛氧化物和二氧化硅的四分之一波堆叠体748-2以及未配对的二氧化硅层750-2。在这种情形下，四分之一波堆叠体748-1设置在四分之一波堆叠体746-1和746-2之间，并且四分之一波堆叠体748-2设置在四分之一波堆叠体746-3和746-4之间。

[0134] 如图7C所示，图表755表示滤光器760的折射率简况。如所示，滤光器760包括衬底、设置在衬底上的第一镜762-1、第二镜762-2、以及设置在第一镜762-1和第二镜762-2之间的氢化硅间隔体764。第一镜762-1包括作为HL对的氢化硅和五氧化二钽(Ta_2O_5)的四分之一波堆叠体766-1、作为HL对的氢化硅和二氧化硅的两个四分之一波堆叠体768-1和768-2的集合、以及未配对的五氧化二钽层770-1。相似地，第二镜762-2包括作为HL对的氢化硅和五氧化二钽的四分之一波堆叠体766-2、作为HL对的氢化硅和二氧化硅的两个四分之一波堆叠体768-3和768-4的集合、以及未配对的五氧化二钽层770-2。在这种情形下，四分之一波堆叠体768-1和768-2设置在四分之一波堆叠体766-1和氢化硅间隔体764之间，并且四分之一波堆叠体768-3和768-4设置在四分之一波堆叠体766-2和氢化硅间隔体764之间。

[0135] 如图7D所示，图表775表示滤光器780的折射率简况。如所示，滤光器780包括衬底、设置在衬底上的第一镜782-1、第二镜782-2、以及设置在第一镜782-1和第二镜782-2之间的氢化硅间隔体784。第一镜782-1包括作为HL对的氢化硅和铌钛的四分之一波堆叠体786-1和786-2的集合、作为HL对的氢化硅和二氧化硅的两个四分之一波堆叠体788-1和788-2的集合、以及未配对的铌钛层790-1。相似地，第二镜782-2包括作为HL对的氢化硅和铌钛的四分之一波堆叠体786-3和786-4的集合、作为HL对的氢化硅和二氧化硅的两个四分之一波堆叠体788-3和788-4的集合、以及未配对的五氧化二钽层790-2。在这种情形下，四分之一波堆叠体788-1和788-2设置在四分之一波堆叠体786-2和氢化硅间隔体784之间，并且四分之一波堆叠体788-3和788-4设置在四分之一波堆叠体786-3和氢化硅间隔体784之间。

[0136] 如上所指示的，图7A-7D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-7D所描述的不同。

[0137] 图8A-8B是与一组多光谱滤光器相关的特性图。图8A和8B示出了本文所描述的滤光器的50%相对带宽的示例。

[0138] 如图8A所示，并且由表800示出，为大致932nm的中心波长提供了本文所描述的滤光器的一组50%相对带宽。如所示，滤光器210与大致5.3nm的50%相对带宽相关联。添加附加的四分之一波堆叠体来形成滤光器310导致了大致0.9nm的50%相对带宽。如本文所描述的，可以利用多个技术来以更大程度的粒度调整多光谱滤光器(例如，以将多光谱滤光器调整到大致0.9nm和大致5.3nm之间的50%相对带宽或者与另一组多光谱滤光器相关联的另一个50%相对带宽的范围)。例如，滤光器410导致大致1.4nm的50%相对带宽，滤光器510导

致大致3.1nm的50%相对带宽,滤光器610导致大致2.0nm的50%相对带宽,滤光器710导致大致2.8nm的50%相对带宽,滤光器740导致大致3.1nm的50%相对带宽,滤光器760导致大致5.3nm的50%相对带宽,并且滤光器780导致大致3.0nm的50%相对带宽。以这种方法,多光谱滤光器可以利用四分之一波堆叠体镜的三种或更多种不同的材料、失谐的四分之一波堆叠体厚度、未配对的四分之一波堆叠体层等来实现特定光谱范围、透射率等。

[0139] 如图8B所示,并且由图表850示出,在一组中心波长处提供本文所描述的滤光器的一组50%相对带宽。例如,基于将本文所描述的多光谱滤光器调整到特定中心波长(例如,通过更改多光谱滤光器的间隔体厚度),可以确定50%相对带宽。如所示,对于中心波长在大致800nm和大致1100nm之间的光谱范围,滤光器410、510、610、710、740、760和780中的每一个与滤光器210和310之间的50%相对带宽相关联。例如,在大致800nm的中心波长处,滤光器410、510、610、710、740、760和780与在大致3.75nm和大致5.75nm之间的50%相对带宽相关联。相似地,在大致1100nm的中心波长处,滤光器410、510、610、710、740、760和780与在大致4nm和大致8nm之间的50%相对带宽相关联。

[0140] 如上所指示的,图8A-8B仅仅作为示例提供。其他示例是可能的,并且可以与关于图8A和8B所描述的不同。

[0141] 尽管相对于具有两个四分之一波堆叠体或三个四分之一波堆叠体的另一个光学滤光器在调整光谱范围的粒度方面对本文所描述的一些实现方式进行了描述,但是本文所描述的实现方式相对于其他量的四分之一波堆叠体可以提供更大的调整粒度。例如,相对于添加或扣除一个四分之一波堆叠体、添加或扣除两个四分之一波堆叠体、添加或扣除三个四分之一波堆叠体、添加或扣除四个四分之一波堆叠体等,利用第三涂覆材料、第四涂覆材料等或者失谐四分之一波堆叠体的厚度可以允许为特定光谱范围、透射率等来改善对光学滤光器调整的粒度。

[0142] 以这种方法,利用四分之一波堆叠体的混合集合以及四分之一波堆叠体的失谐集合相对于涉及利用附加量的四分之一波堆叠体的另一种技术产生了用于控制透射率、带宽等的更大粒度。基于改善对多光谱滤光器控制的粒度,对附连到多光谱滤光器的传感器元件改善感测。

[0143] 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。

[0144] 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。

[0145] 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。

[0146] 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。

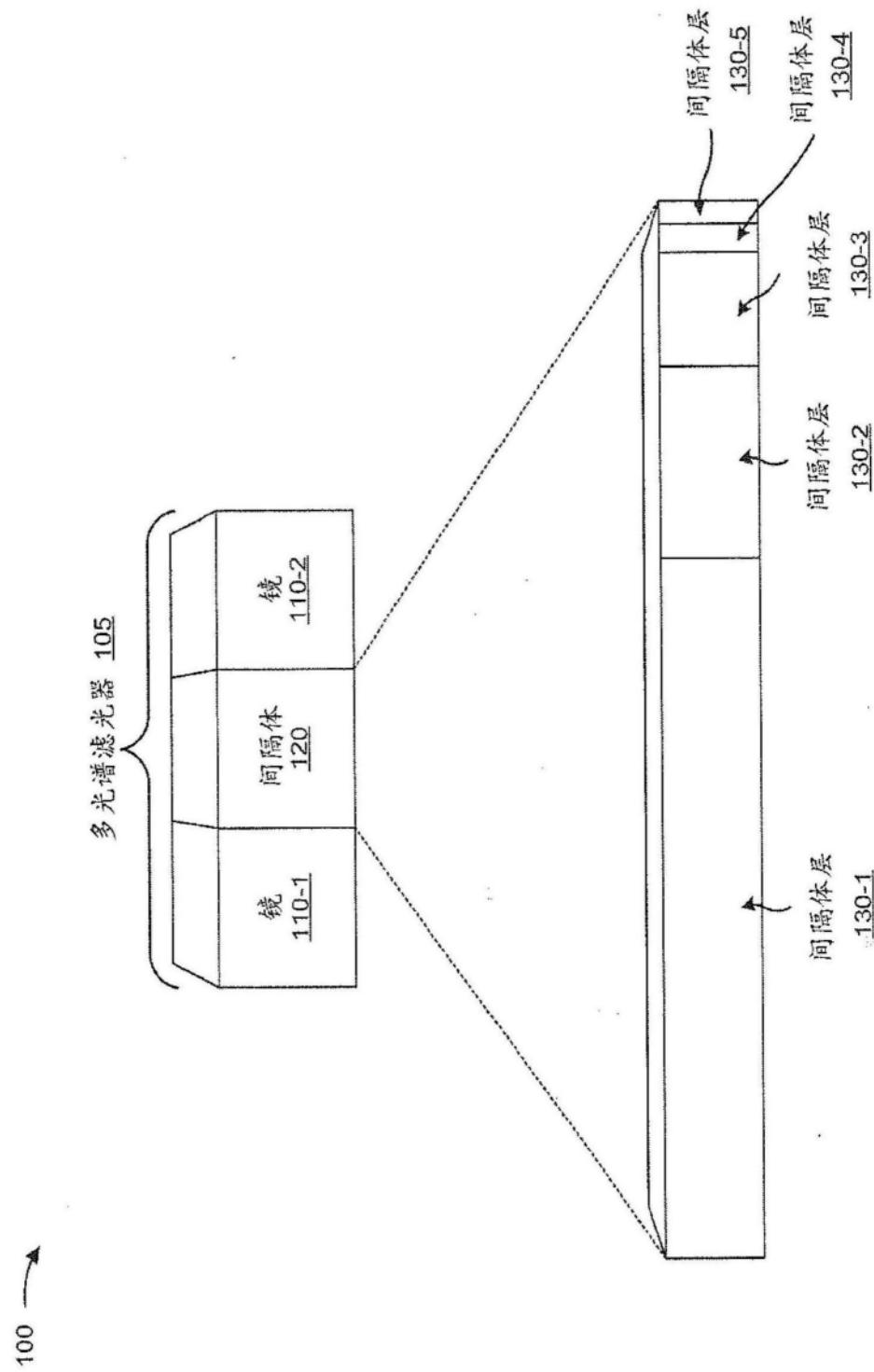


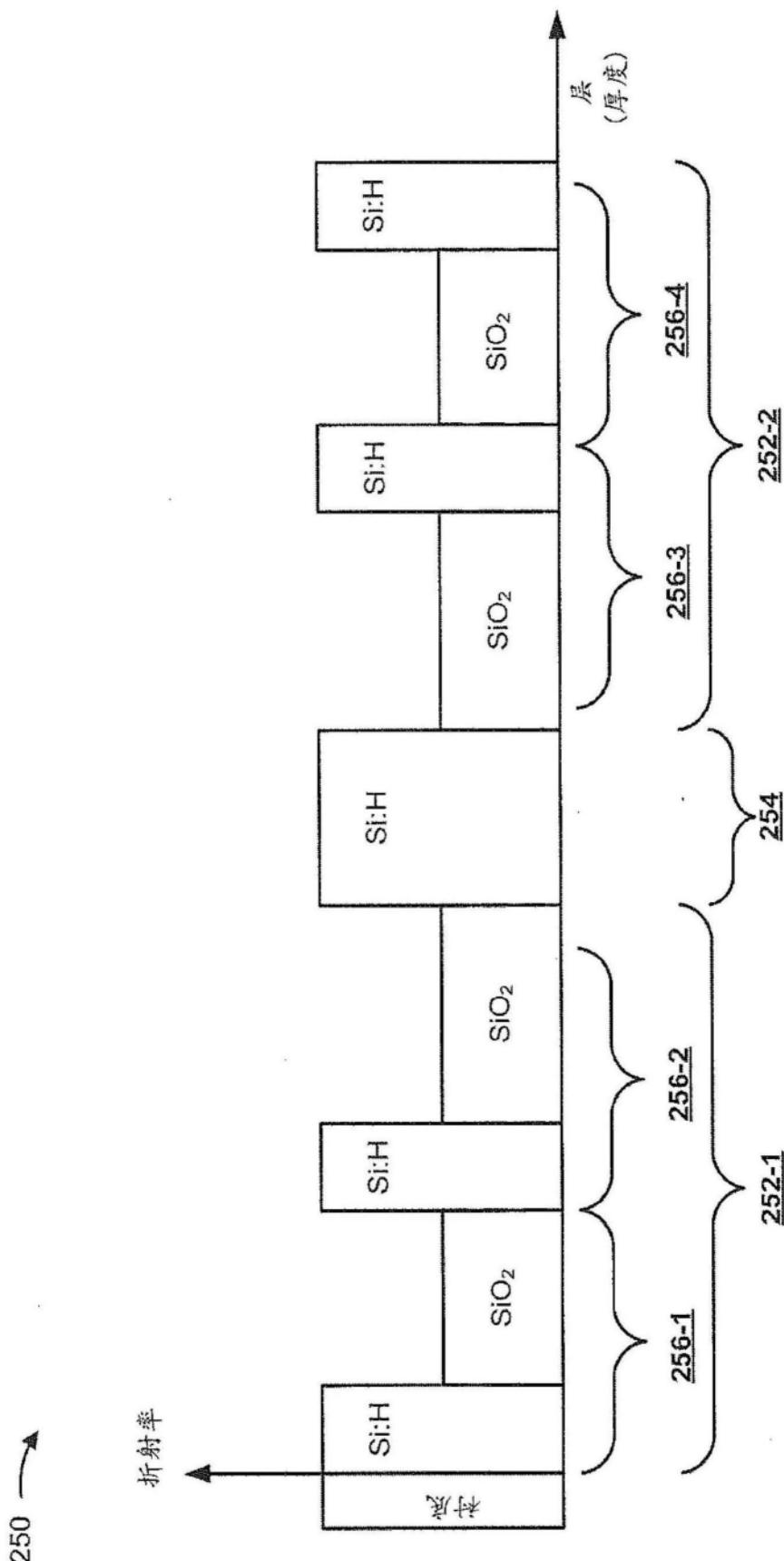
图1

#	层	材料	名称	n	QW的#	物理厚度 (nm)	Q.W.O.T. 配对的
衬底	1	Si ₃ H ₈		3.7226	1	62.6	932
	2	SiO ₂		1.4664	1	158.9	932
	3	Si ₃ H ₈		3.7226	1	62.6	932
	4	SiO ₂		1.4664	1	158.9	932
	5	Si ₃ H ₈		3.7226	2	125.2	1864
	6	SiO ₂		1.4664	1	158.9	932
	7	Si ₃ H ₈		3.7226	1	62.6	932
	8	SiO ₂		1.4664	1	158.9	932
	9	Si ₃ H ₈		3.7226	1	62.6	932
	空气						

210 ↗

200 ↗

图2A



冬 2B

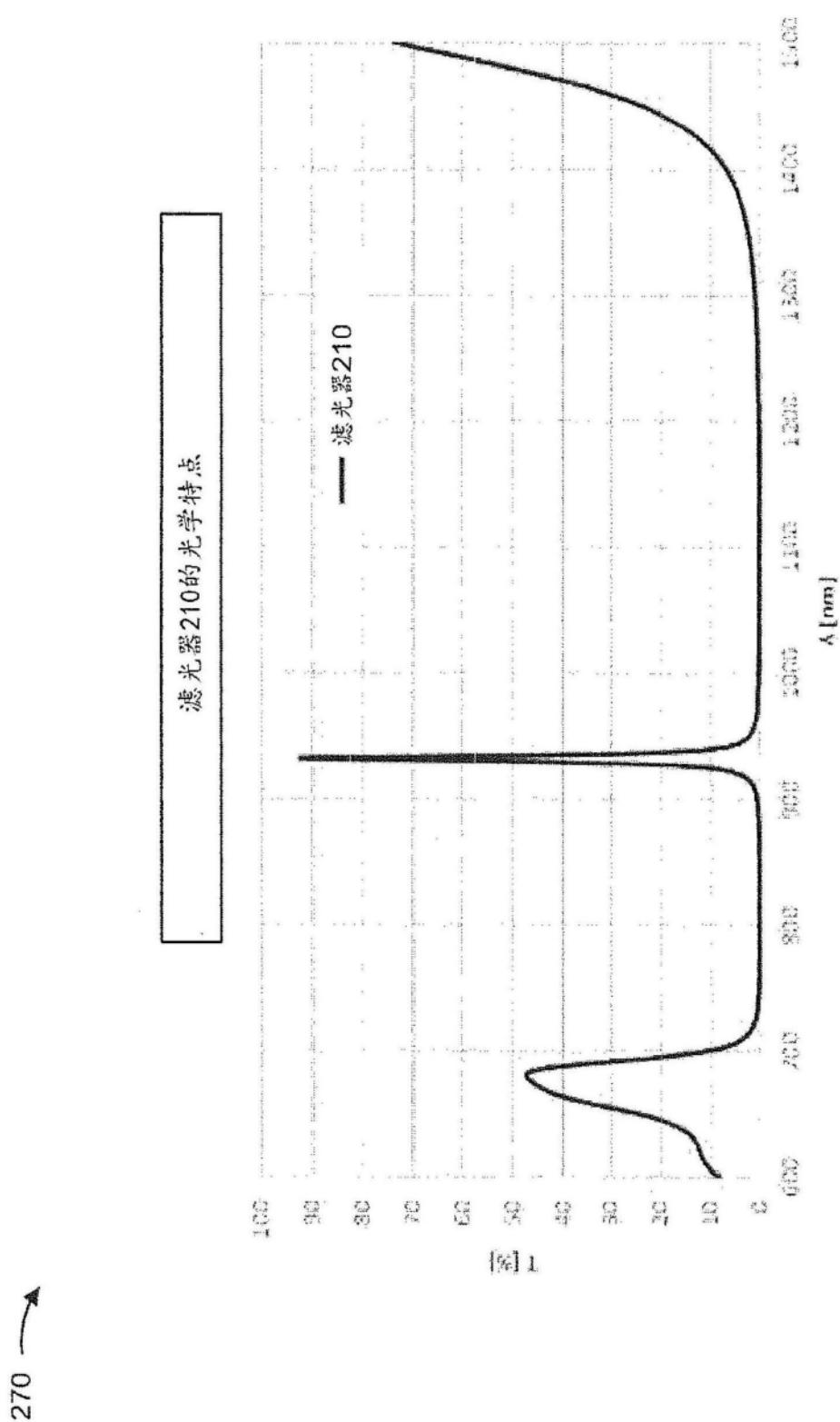


图2C

280 ↗

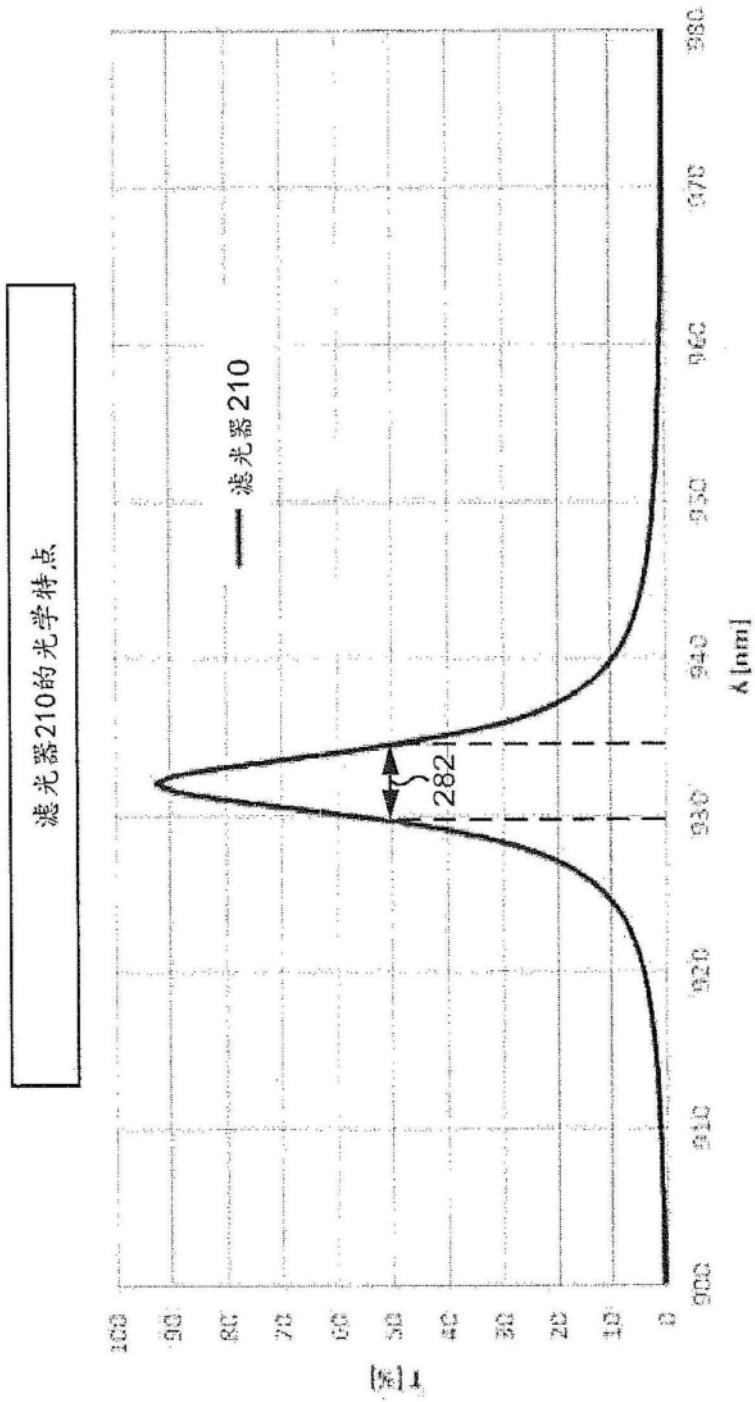


图2D

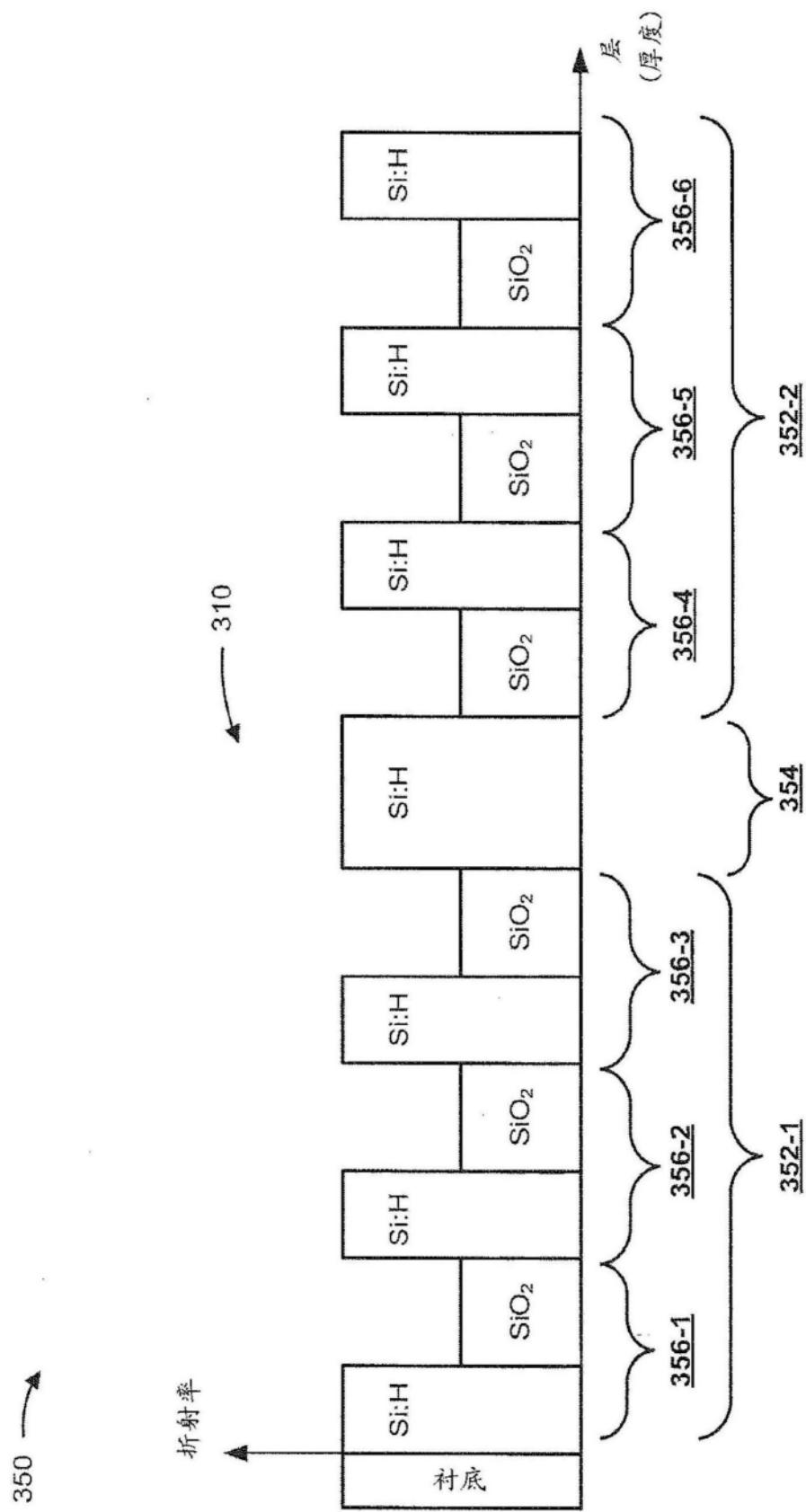


图3A

370 ↗

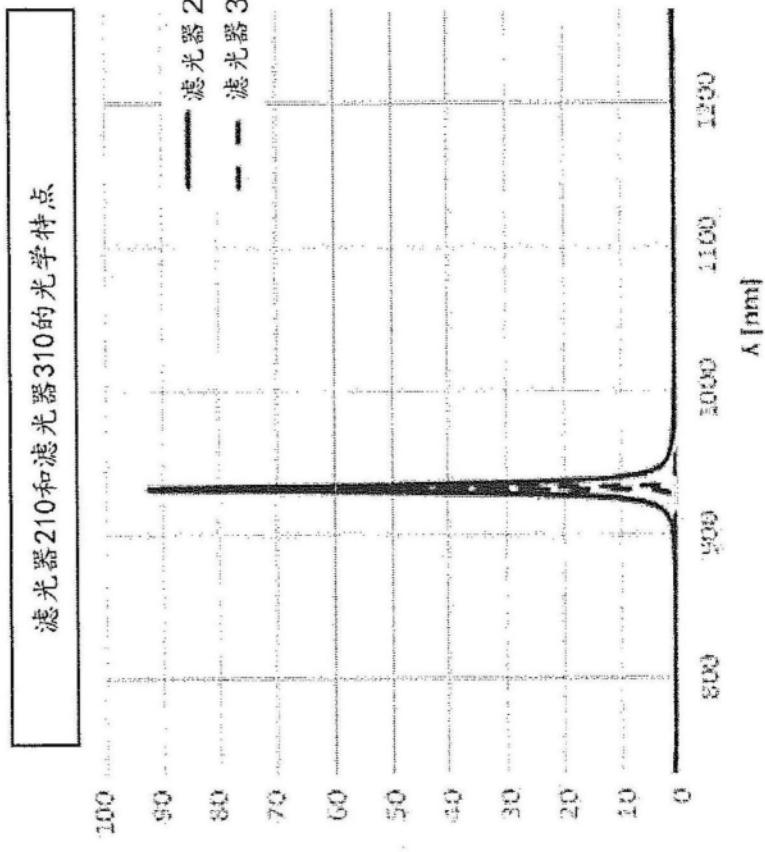


图3B

380 ↗

滤光器210和滤光器310的光学特点

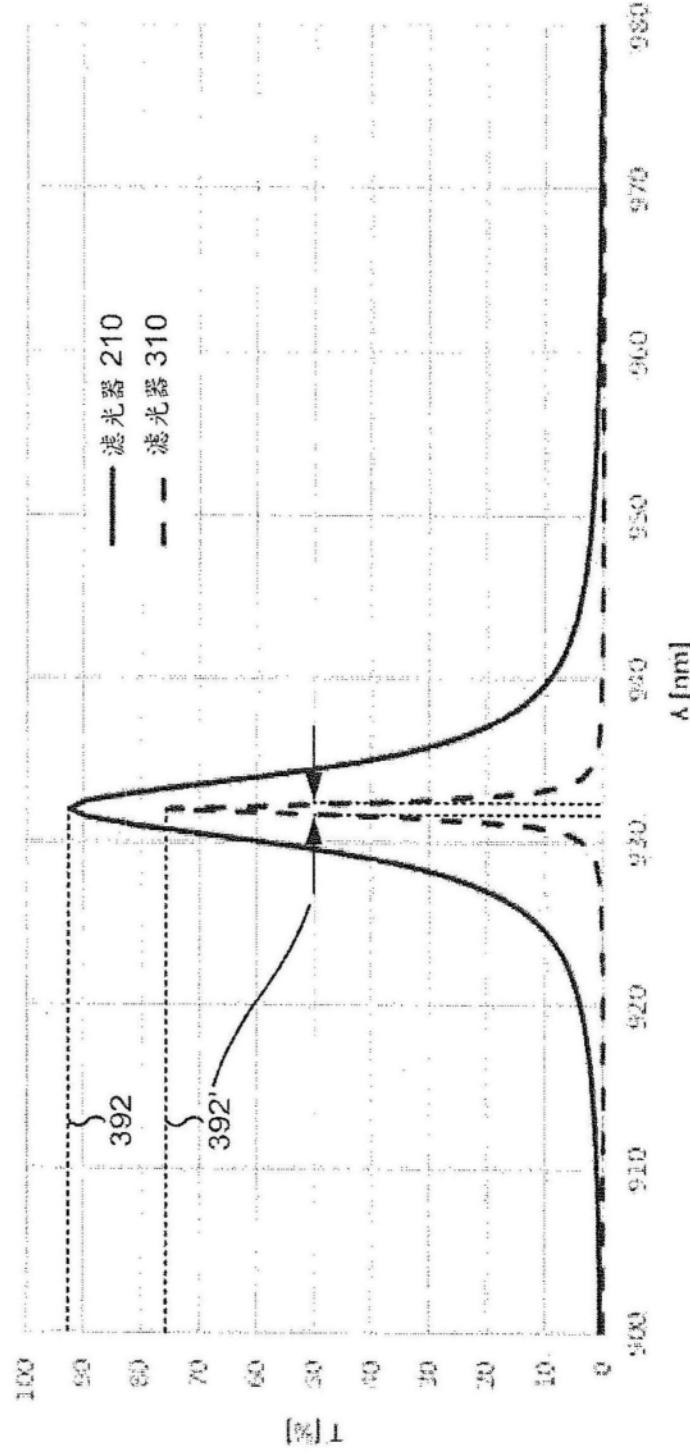


图3C

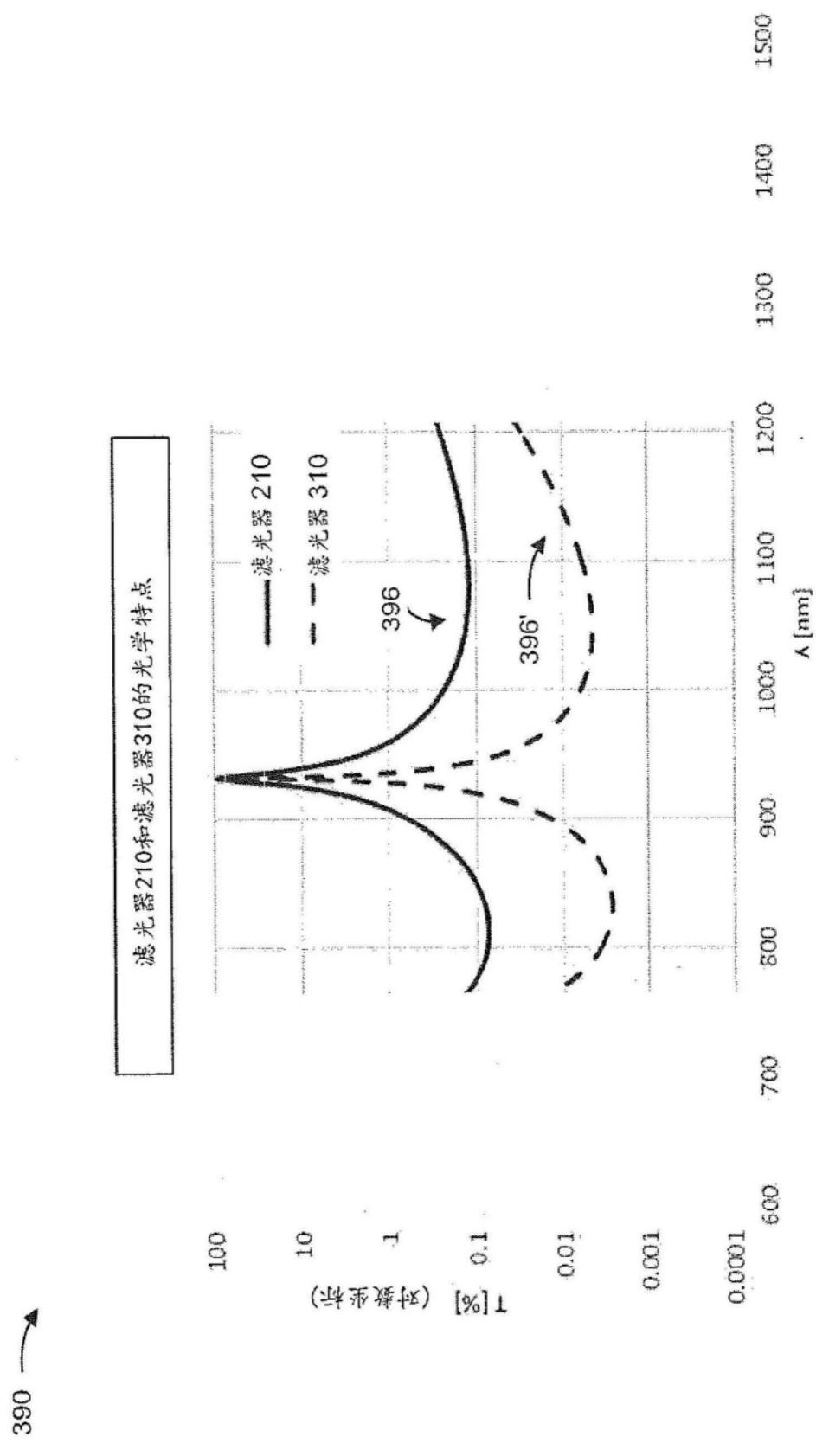


图3D

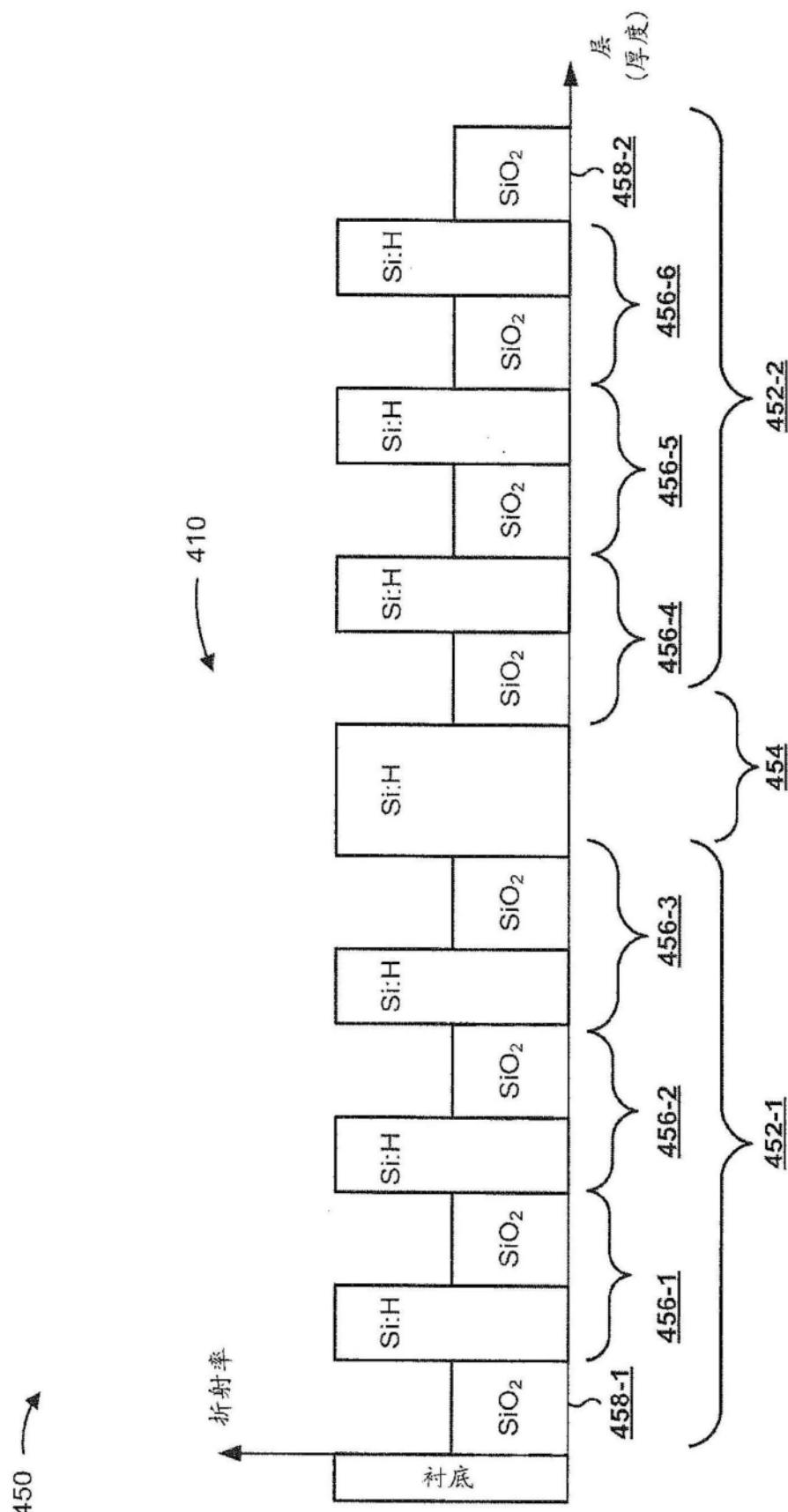


图4A

470 ↗

滤光器210、滤光器310和滤光器410的光学特点

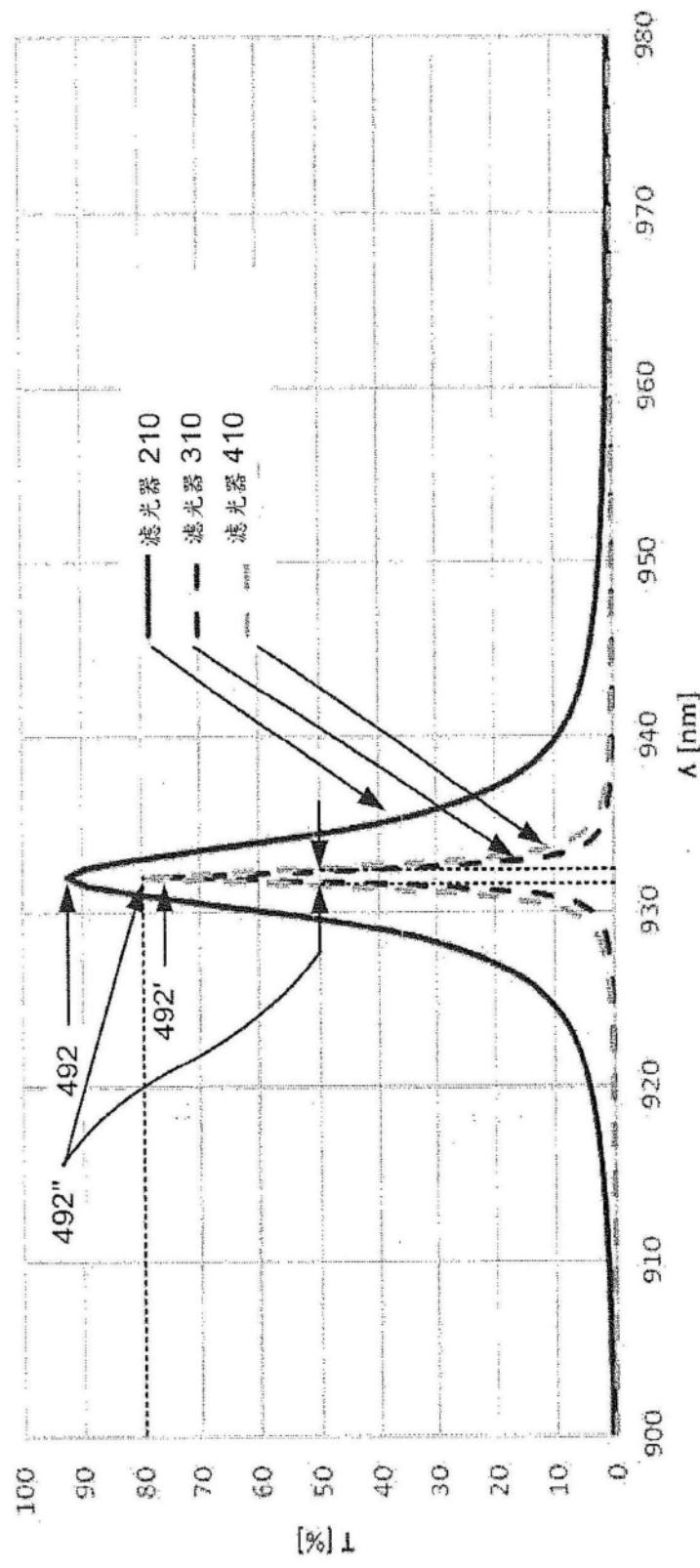


图4B

480 ↗

滤光器210、滤光器310和滤光器410的光学特点

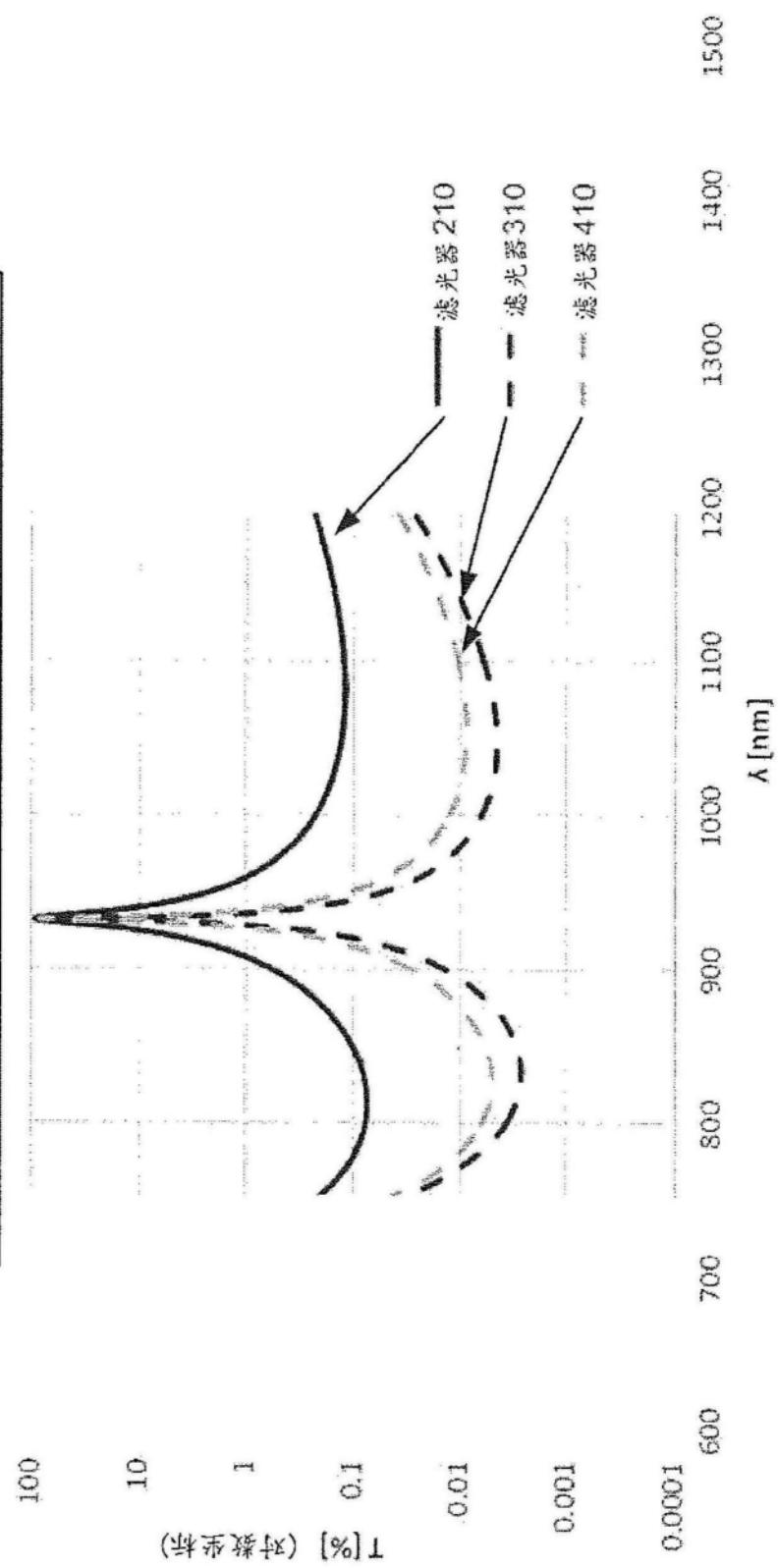


图4C

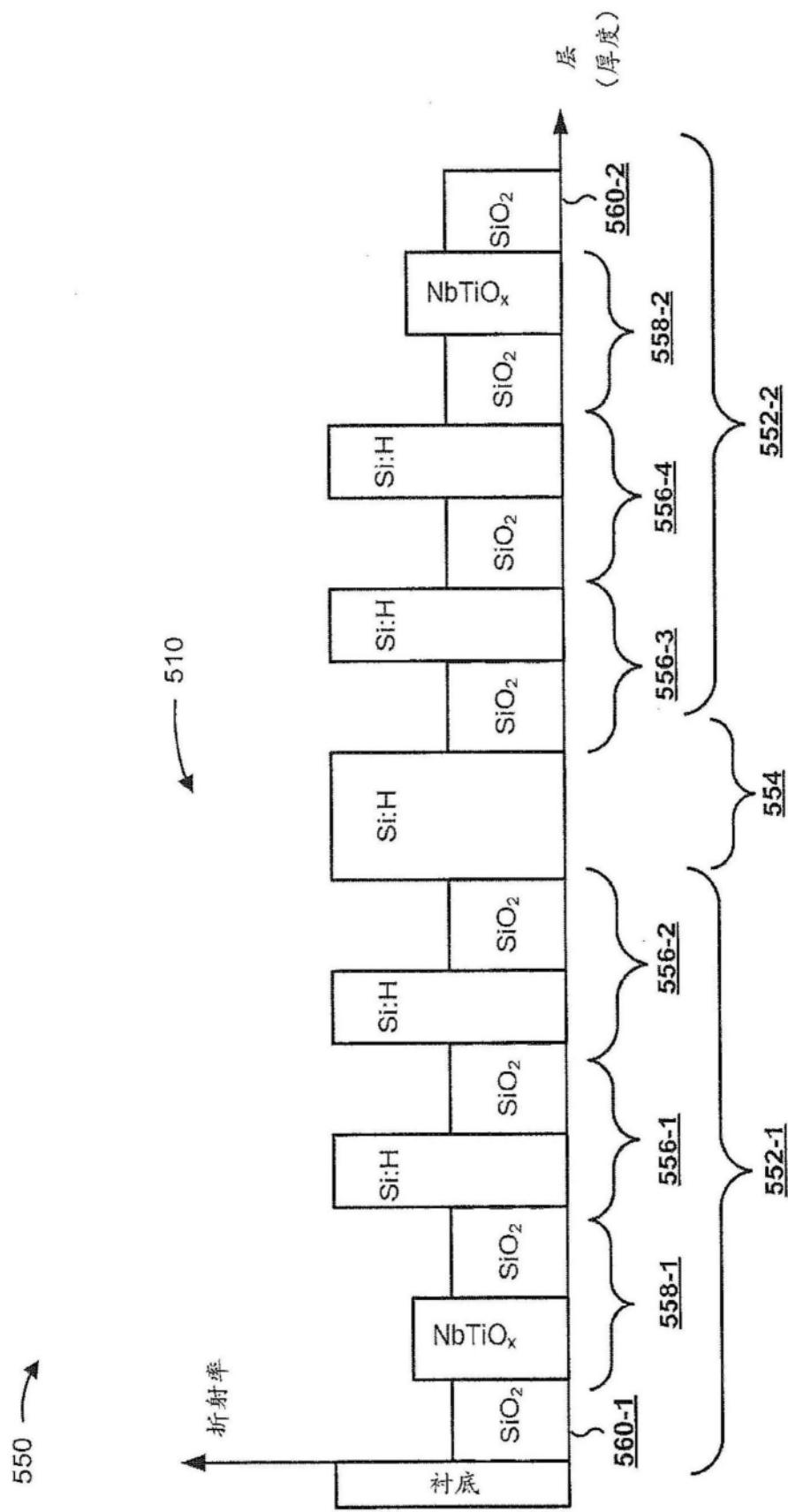


图5A

570 →

滤光器210、滤光器310和滤光器510的光学特点

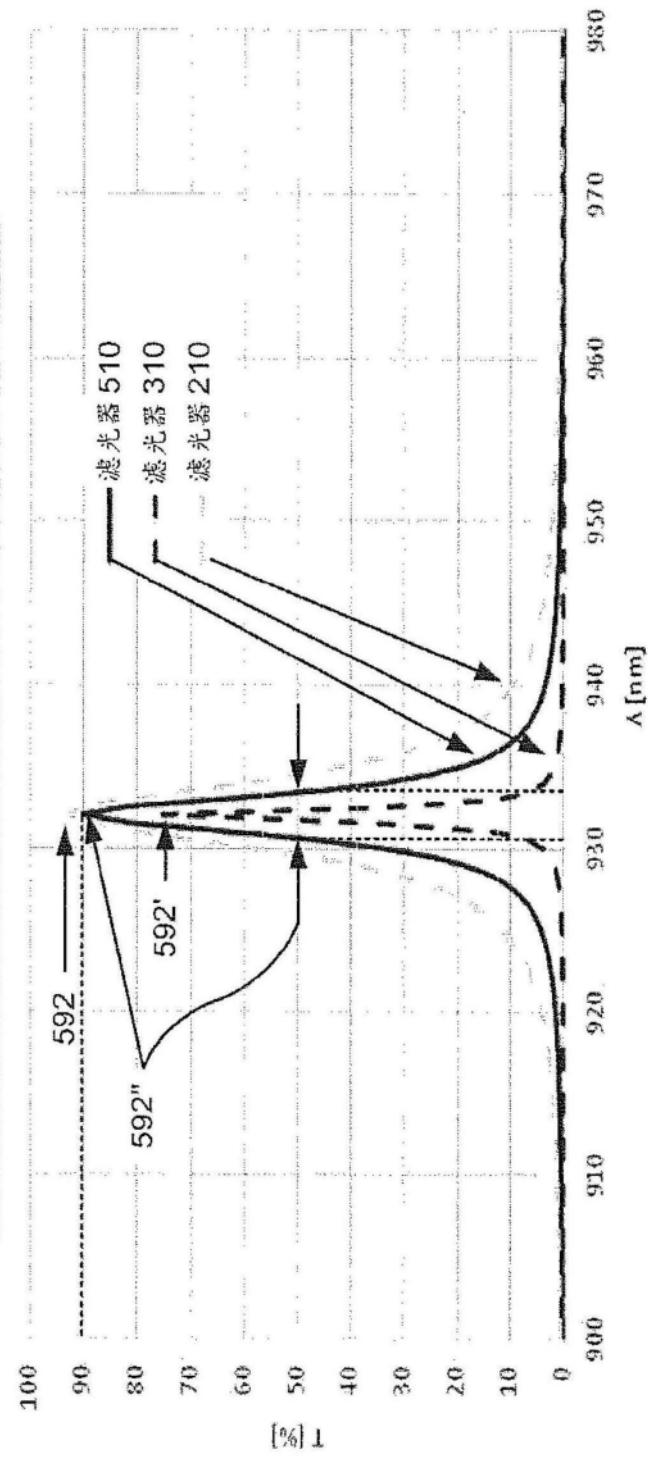


图5B

580 ↗

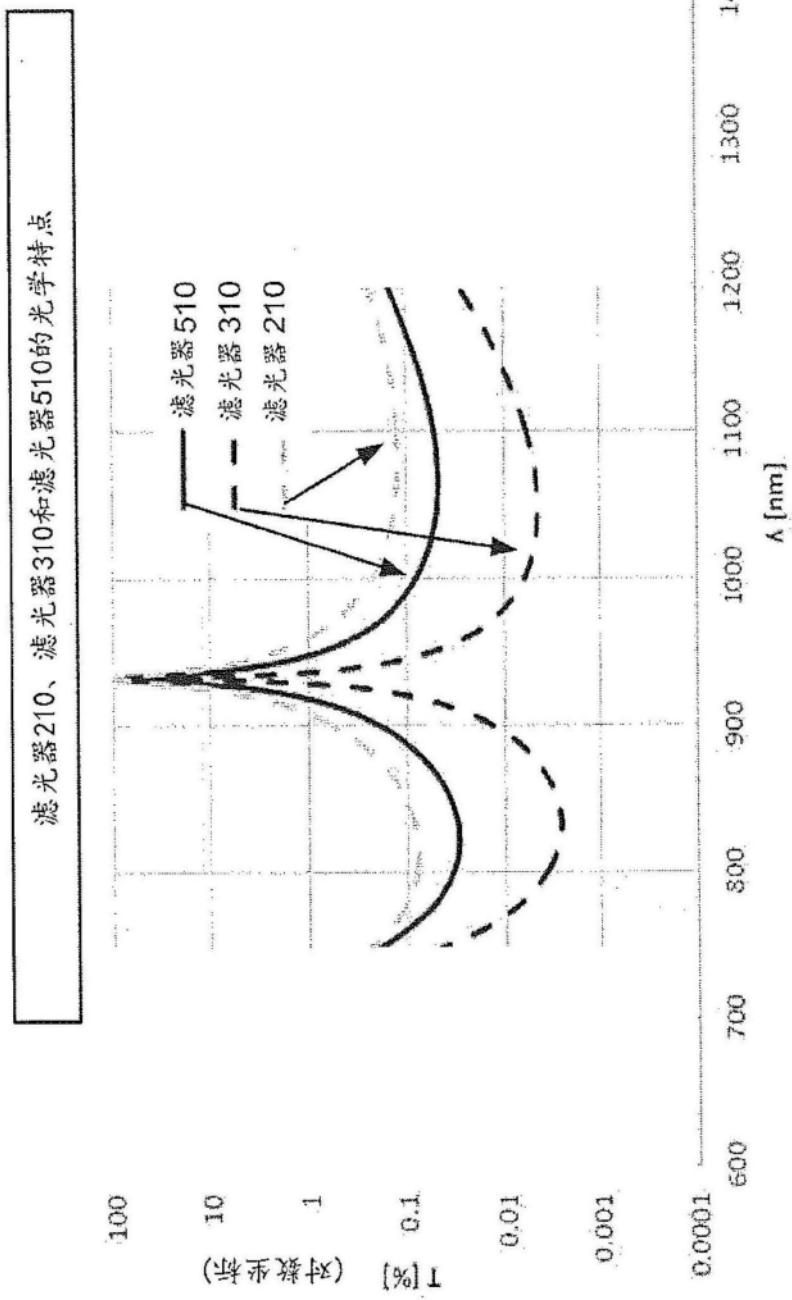
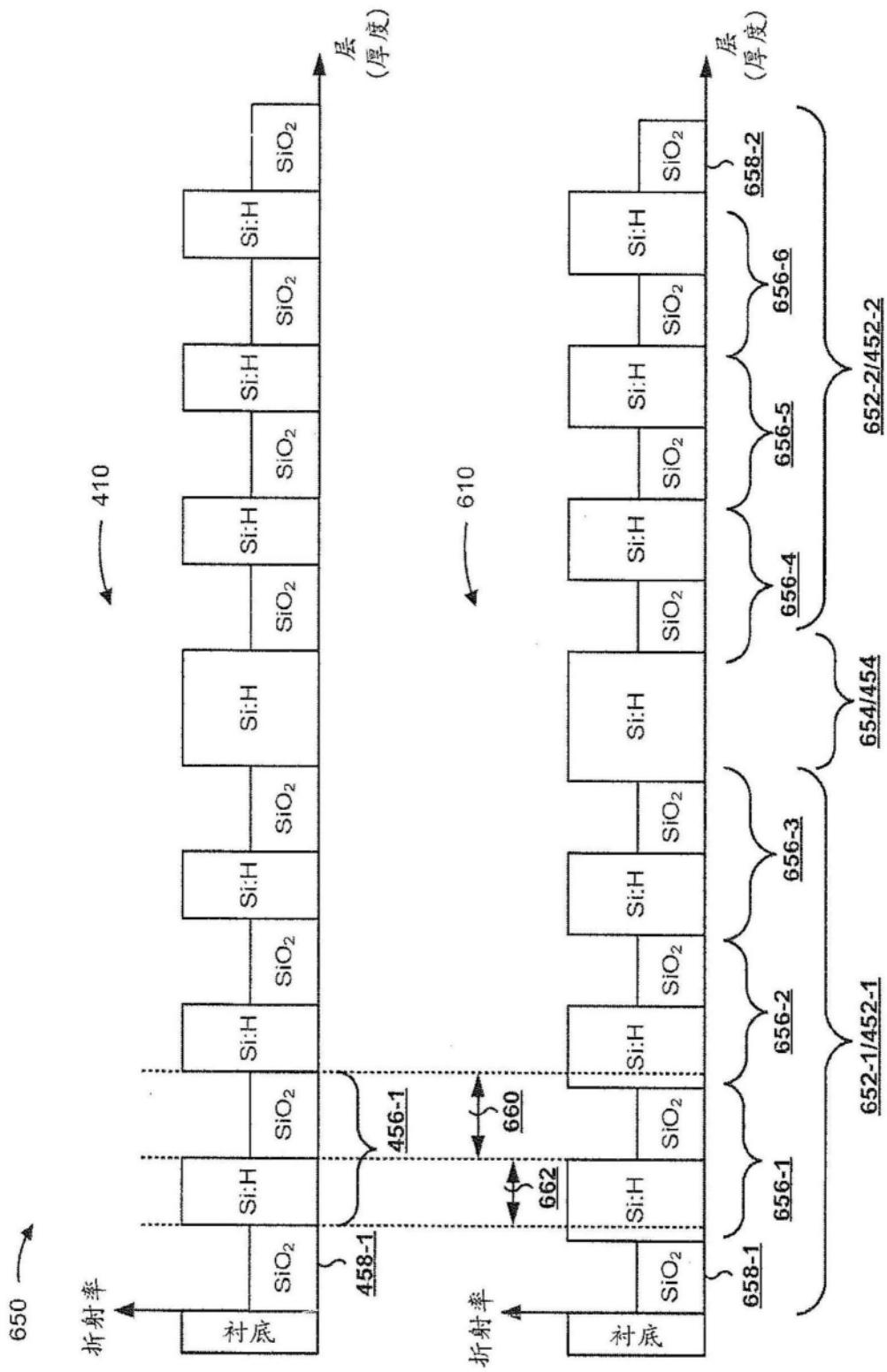


图5C



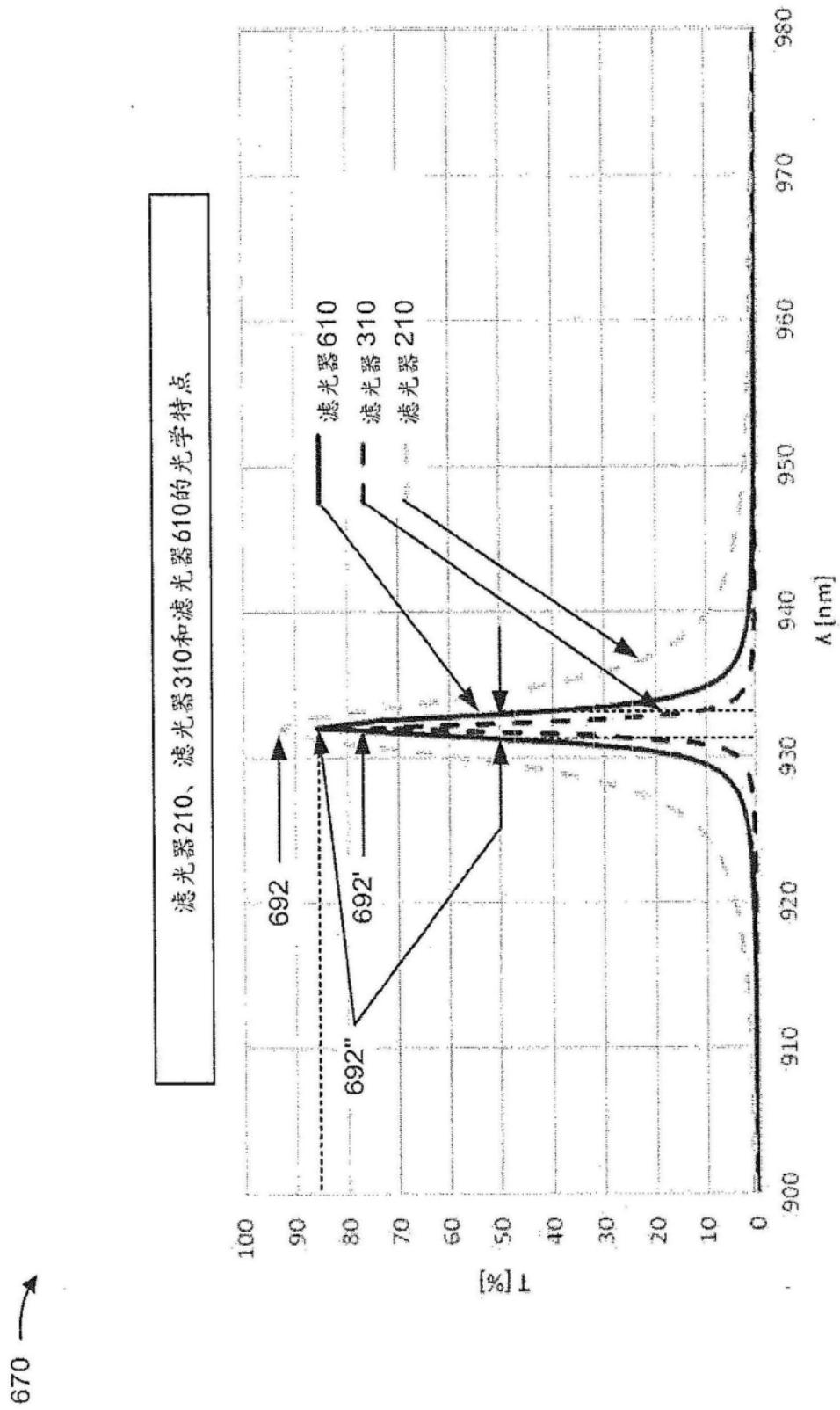


图6B

680 ↗

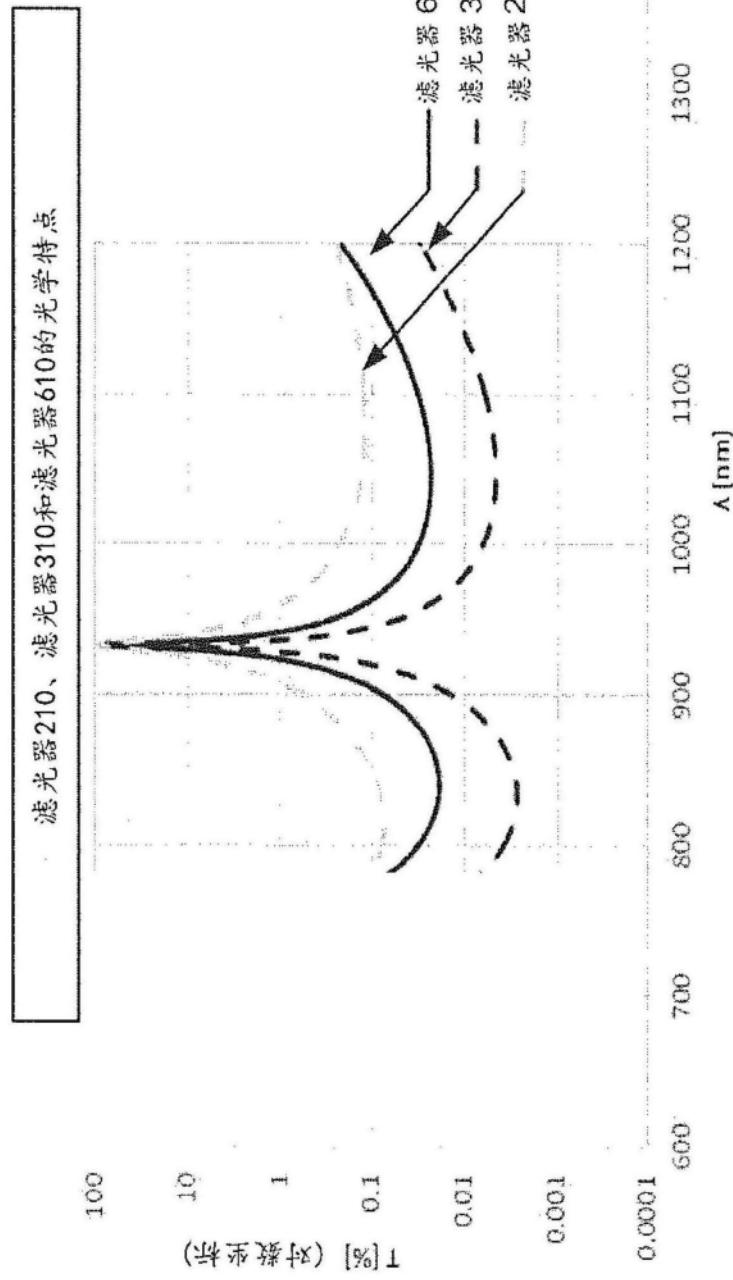


图6C

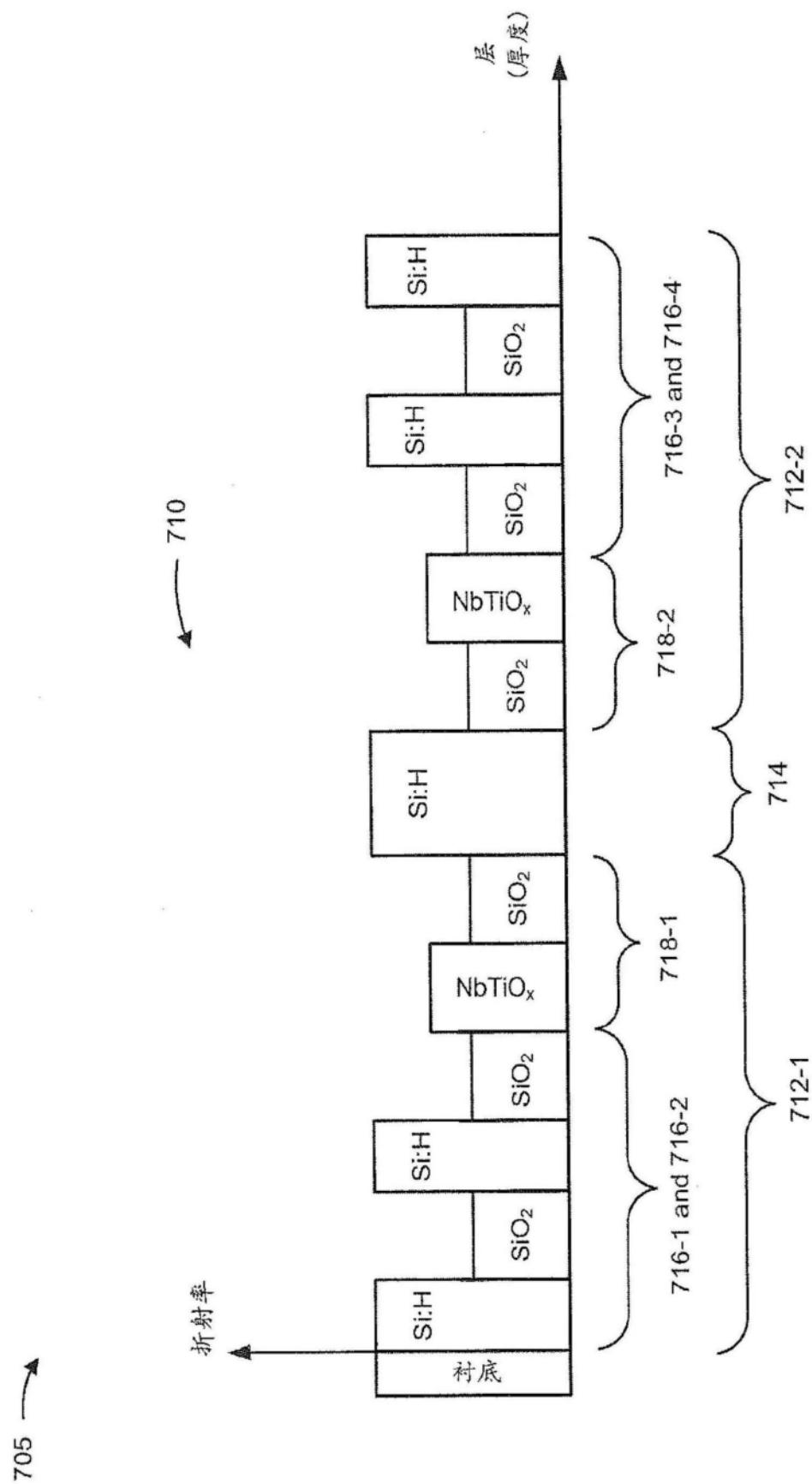


图7A

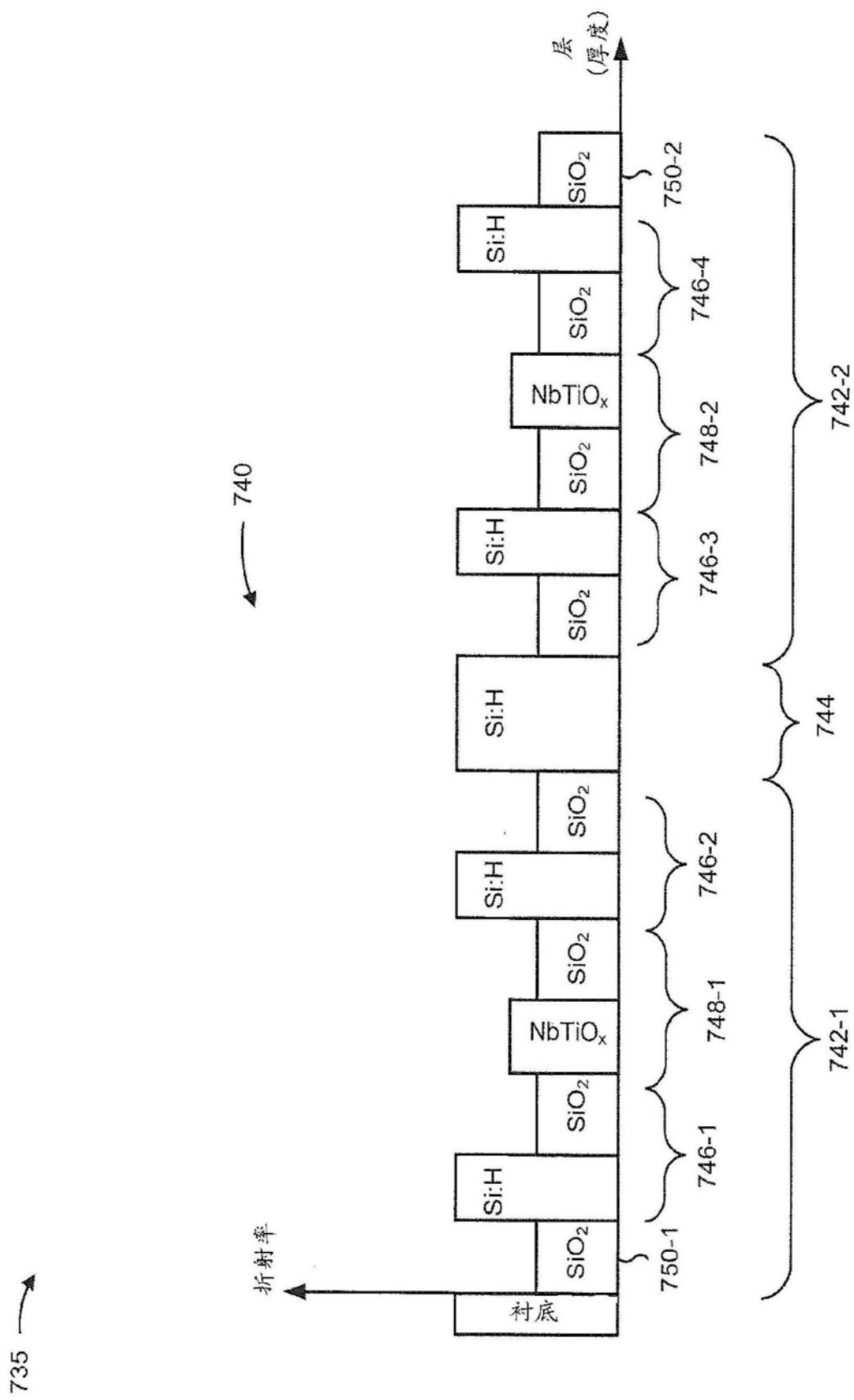


图7B

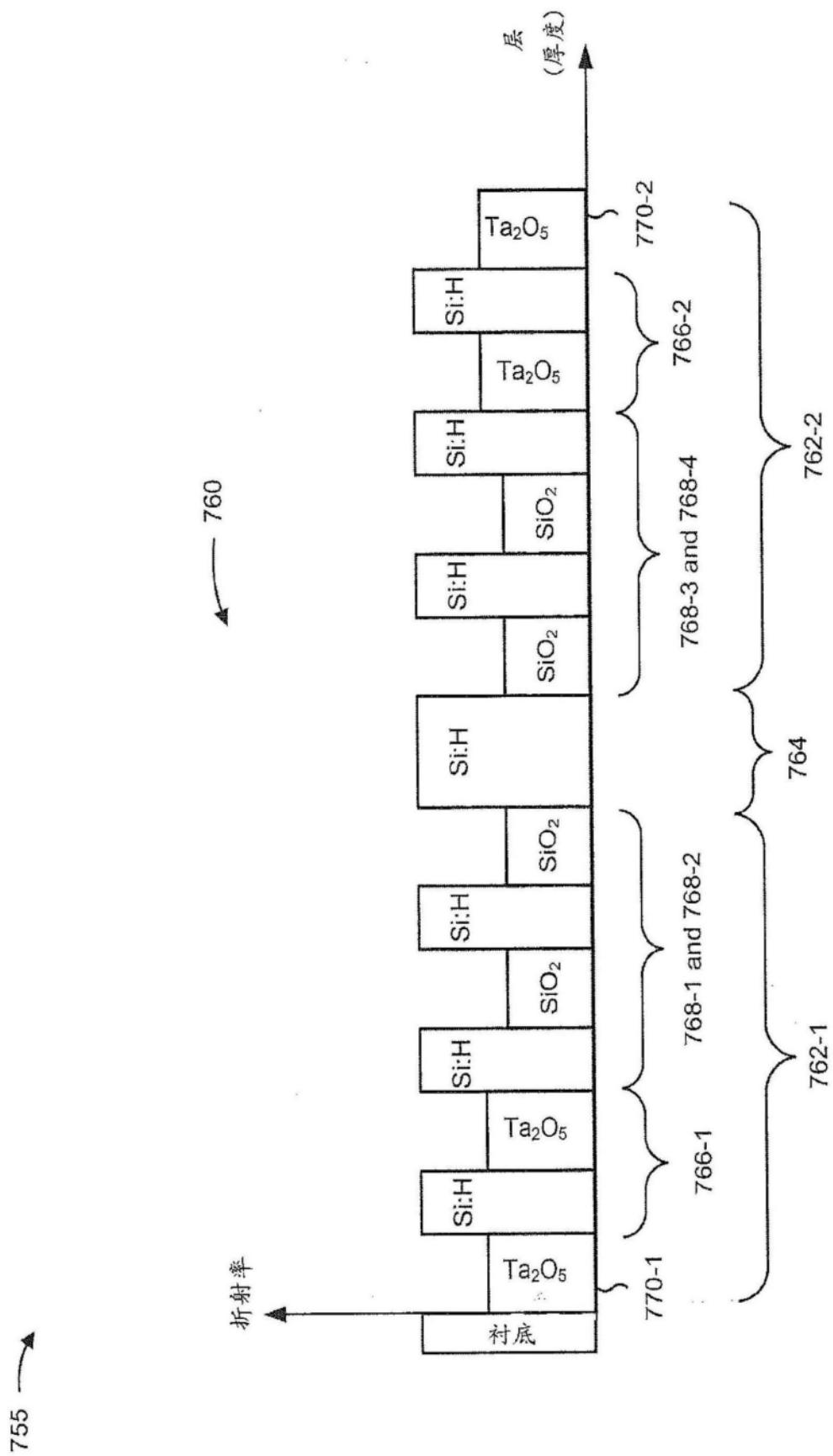


图7C

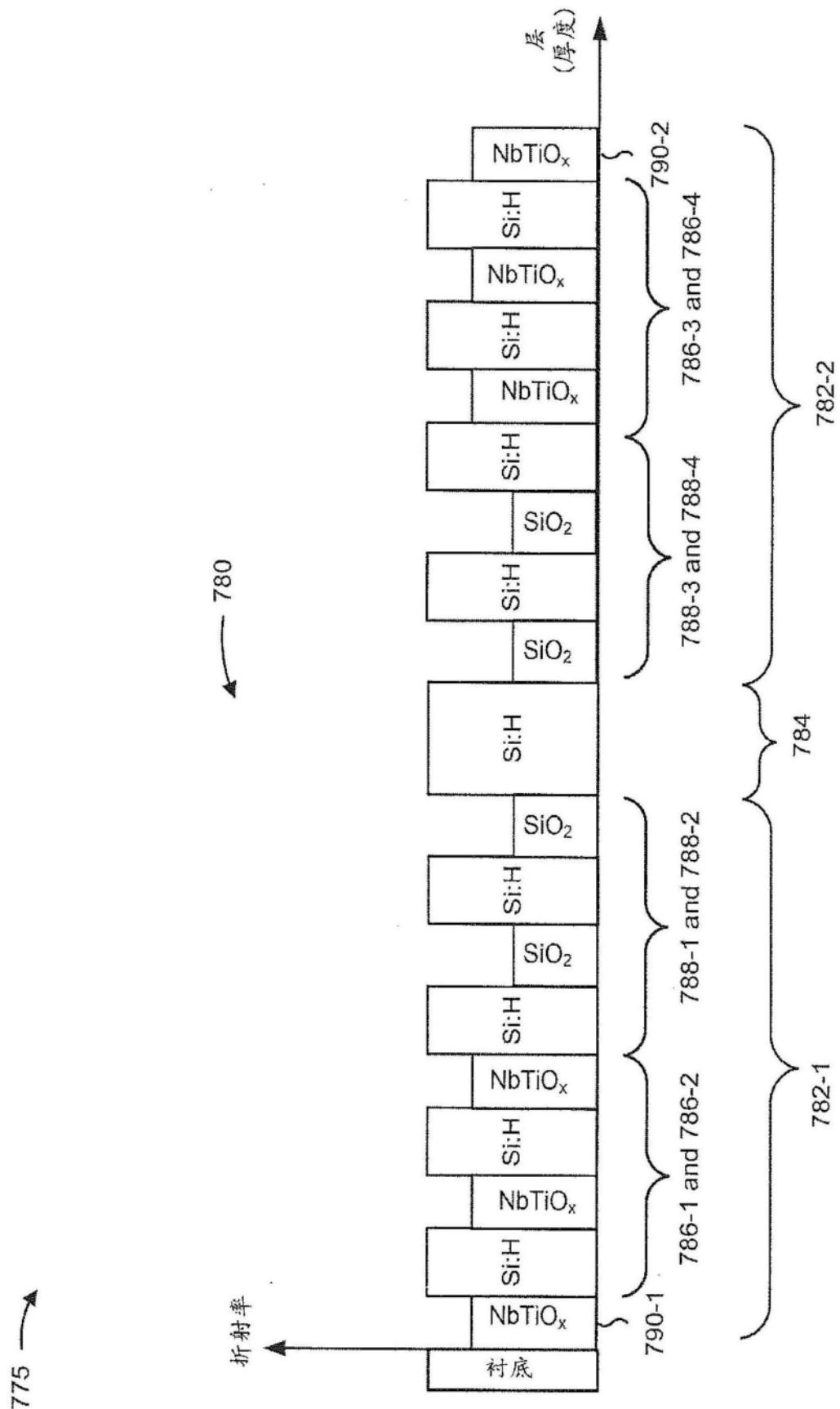


图7D

滤光器	带宽 [nm]
滤光器 210	5.3
滤光器 310	0.9
滤光器 410	1.4
滤光器 510	3.1
滤光器 610	2.0
滤光器 710	2.8
滤光器 740	3.1
滤光器 760	5.3
滤光器 780	3.0

800 ↗

图8A

850 ↗

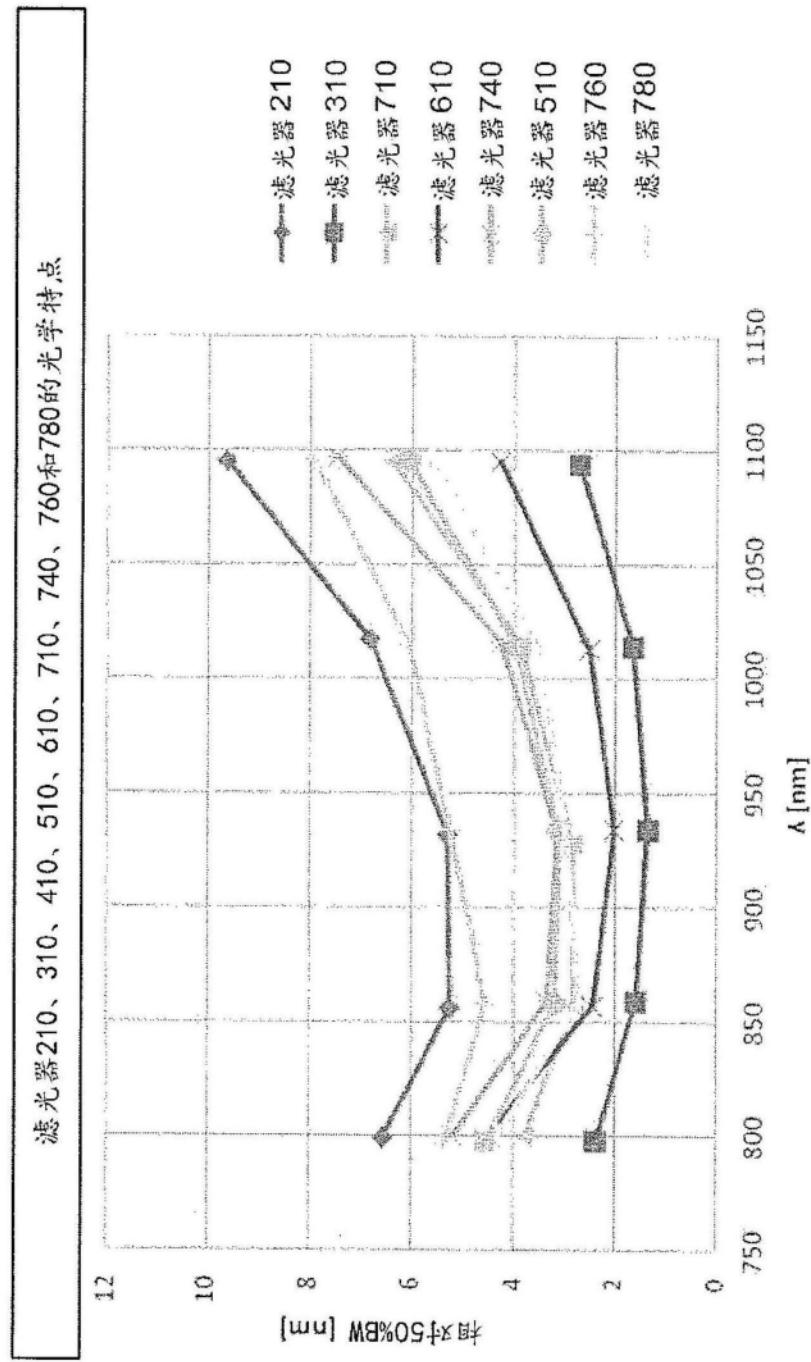


图8B