



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119200066 A

(43) 申请公布日 2024. 12. 27

(21) 申请号 202410317704.5

(22) 申请日 2024.03.20

(30) 优先权数据

63/510,458 2023.06.27 US

18/503,843 2023.11.07 US

(71) 申请人 VIAVI科技有限公司

地址 美国亚利桑那州

(72) 发明人 G·J·奥克肯福斯

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 闫红玉

(51) Int.Cl.

G02B 5/20 (2006.01)

权利要求书2页 说明书8页 附图11页

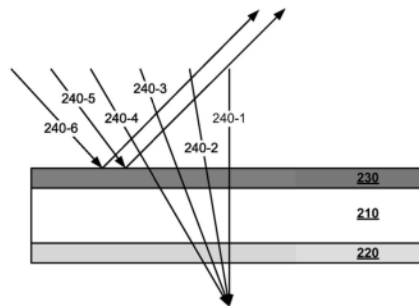
(54) 发明名称

角度选择性滤波器

(57) 摘要

在一些实现中,一种光学滤波器组件包括:设置在基板的第一侧的第一光学滤波器,其中第一光学滤波器是带通滤波器;以及设置在基板的第二侧的第二光学滤波器,其中第二光学滤波器与阈值入射角下的阈值角度偏移量相关联。

200



1. 一种光学滤波器组件, 包括:

第一光学滤波器, 设置在基板的第一侧, 其中所述第一光学滤波器是带通滤波器; 以及
第二光学滤波器, 设置在所述基板的第二侧, 其中所述第二光学滤波器与阈值入射角下的阈值角度偏移量相关联。

2. 根据权利要求1所述的光学滤波器组件, 其中所述第二光学滤波器包括针对所述带通滤波器的带通区域的抗反射滤波器。

3. 根据权利要求1所述的光学滤波器组件, 其中所述第二光学滤波器包括长波长通带型滤波器。

4. 根据权利要求1所述的光学滤波器组件, 其中所述第二光学滤波器包括短波长通带型滤波器。

5. 根据权利要求1所述的光学滤波器组件, 其中所述第二光学滤波器包括宽通带型滤波器。

6. 根据权利要求1所述的光学滤波器组件, 其中所述第一光学滤波器是低角度偏移(LAS)带通滤波器。

7. 根据权利要求1所述的光学滤波器组件, 其中所述第一光学滤波器是超低角度偏移(HLAS)带通滤波器。

8. 一种光学滤波器, 包括:

带通滤波器, 具有在配置的中心波长下的至少第一阈值水平的透射率, 其中所述带通滤波器的第一侧被配置为接收光束; 以及

角度偏移滤波器, 具有在大于配置值的入射角下并且在所述配置的中心波长下的至少第二阈值水平的角度偏移, 其中所述角度偏移滤波器设置在所述带通滤波器的第二侧。

9. 根据权利要求8所述的光学滤波器, 其中所述带通滤波器包括交替布置的一个或多个高折射率层和一个或多个低折射率层。

10. 根据权利要求9所述的光学滤波器, 其中所述一个或多个高折射率层包括以下项中的至少一项:

非晶硅层, 或者
氢化硅层。

11. 根据权利要求9所述的光学滤波器, 其中所述一个或多个低折射率层包括以下项中的至少一项:

氧化硅层,
氧化钛层,
氧化钽层。

12. 根据权利要求8所述的光学滤波器, 其中所述角度偏移滤波器包括以下项中的至少一项:

氧化钽层,
氧化钛层,
氧化铌层,
氧化锆层, 或者
氧化硅层。

13. 根据权利要求8所述的光学滤波器,其中所述配置的中心波长在100纳米(nm)至14000纳米的范围内。

14. 根据权利要求8所述的光学滤波器,其中所述配置值在30度至90度的范围内。

15. 一种光学系统,包括:

电光组件;以及

复合光学滤波器,所述复合光学滤波器包括:

带通滤波器,具有在配置的中心波长下的至少第一阈值水平的透射率,其中所述带通滤波器的第一侧被配置为接收光束;以及

角度偏移滤波器,具有在大于配置值的入射角下并且在所述配置的中心波长下的至少第二阈值水平的角度偏移,其中所述角度偏移滤波器设置在所述带通滤波器的第二侧,

其中所述复合光学滤波器与所述电光组件对准,并且

其中所述复合光学滤波器被配置为透射大于第一阈值量的在第一配置角度范围内的光,并且透射小于第二阈值量的在第二配置角度范围内的光。

16. 根据权利要求15所述的光学系统,其中所述电光组件是光学发射器,所述光学发射器被配置为在所述配置的中心波长下进行发射。

17. 根据权利要求15所述的光学系统,其中所述电光组件是光学检测器,所述光学检测器被配置为在所述配置的中心波长下进行检测。

18. 根据权利要求15所述的光学系统,其中所述带通滤波器包括交替布置的一个或多个高折射率层和一个或多个低折射率层。

19. 根据权利要求15所述的光学系统,其中所述带通滤波器包括基板,并且

其中所述角度偏移滤波器设置在所述基板上。

20. 根据权利要求19所述的光学系统,其中所述基板是玻璃基板。

角度选择性滤波器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求于2023年6月27日提交的题为“WAVELENGTH AND ANGLE SENSITIVE BANDPASS FILTER”的第63/510,458号美国临时专利申请的优先权。现有申请的公开内容被视为本专利申请的一部分,并且通过引用并入本专利申请。

背景技术

[0003] 光学滤波器用于选择入射光的光谱带或光谱分量。例如,高通滤波器选择波长比滤波器的边缘波长长的光。相反,低通滤波器选择波长比边缘波长短的光。带通滤波器是一种不同类型的滤波器,它在滤波器的带宽内选择波长接近滤波器的中心波长的光。可调谐带通滤波器是一种光学滤波器,其中心波长可以被调节或调谐。

[0004] 当指向光学滤波器的光的入射角(AOI)从配置的入射(例如,0度、45度、90度等)变为阈值入射角(例如,与配置的入射的偏差大于约30度)时,光学滤波器的滤波器性能可能会降低。在这种情况下,带边缘可能经历向较短波长的蓝移。此外,当入射角从配置的入射(例如,正交入射、非正交选择入射等)变为阈值入射角(例如,大于阈值水平的效应)时,偏振效应对于光学滤波器来说变得显著。

发明内容

[0005] 在一些实现中,一种光学滤波器组件包括:设置在基板的第一侧的第一光学滤波器,其中第一光学滤波器是带通滤波器;以及设置在基板的第二侧的第二光学滤波器,其中第二光学滤波器与阈值入射角下的阈值角度偏移量相关联。

[0006] 在一些实现中,一种光学滤波器包括:具有在配置的中心波长下的至少第一阈值水平的透射率的带通滤波器,其中带通滤波器的第一侧被配置为接收光束;以及具有在大于配置值的入射角下在配置的中心波长下的至少第二阈值水平的角度偏移的角度偏移滤波器,其中角度偏移滤波器设置在带通滤波器的第二侧。

[0007] 在一些实现中,一种光学系统包括电光组件;具有在配置的中心波长下的至少第一阈值水平的透射率的带通滤波器,其中带通滤波器的第一侧被配置为接收光束;以及具有在大于配置值的入射角下在配置的中心波长下的至少第二阈值水平的角度偏移的角度偏移滤波器,其中角度偏移滤波器设置在带通滤波器的第二侧,并且其中带通滤波器和角度偏移滤波器与电光组件对准。

附图说明

[0008] 图1是本文中描述的示例实现的示意图;

[0009] 图2A和图2B是示例光学滤波器组件的示意图;以及

[0010] 图3A-图3H是示例光学滤波器的光学特性的示意图。

具体实施方式

[0011] 以下示例实现的详细描述参考附图。不同附图中的相同附图标记可以标识相同或相似的元素。以下描述以光谱仪为例。然而,本文中描述的技术、原理、过程和方法可以与任何传感器一起使用,包括但不限于其他光学传感器和光谱传感器。

[0012] 一种光学传感器设备可以包括用于接收从光源(诸如光学发射器、灯泡、环境光源等)发出的光的传感器元件的传感器元件阵列。例如,在光谱仪中,光学传感器设备可以包括传感器元件的阵列,该传感器元件用于接收从目标物体反射的光,从而使得能够标识目标物体。传感器元件可以与光学滤波器相关联,该光学滤波器将光滤波到传感器元件以使得传感器元件能够获取关于特定光谱范围的电磁频率的信息。例如,传感器元件可以与具有在近红外(NIR)光谱范围、可见光谱范围、紫外线光谱范围等中的通带的光学滤波器对准。

[0013] 带通滤波器的总积分通量可以对角度偏移相对不敏感(例如,指向光学滤波器的光的配置的入射角(AOI)的变化)。例如,即使在相对较大的入射角(例如,大于例如与配置的入射角成30度的阈值)下,带通滤波器也可以允许相对较大比例的光通过滤波器。然而,以相对较大的入射角通过带通滤波器的光可以包括杂散光,这增加了由诸如光电二极管等传感器元件检测到的噪声水平。此外,当存在多个光源时,允许具有相对较大入射角的光通过带通滤波器可能导致多个光源之间的串扰。换言之,来自非预期源(例如,太阳或房间中的灯泡)的杂散光可以通过带通滤波器,来自预期源(例如,光学发射器)但旨在指向不同传感器元件的光也可以通过带通滤波器。此外,当多个设备或通道使用与特定检测器的感兴趣波长相同的光源波长时,多个设备或通道的存在可能导致杂散光以特定入射角(例如,大于阈值的角度)指向特定检测器。因此,希望将通过带通滤波器的光限制在配置的角度范围内,以避免光源之间的过度噪声和/或串扰。

[0014] 本文中描述的一些实现提供了一种光学滤波器组件、一种光学器件、一种光学元件、一种光学模块、一种光学系统等,其中两个光学滤波器设置在公共基板表面位置上,以限制光的入射角并且提供带通干涉滤波。例如,复合光学滤波器可以包括作为带通光学滤波器的第一光学滤波器、以及作为高角度偏移(例如,大于或等于阈值角度偏移)光学滤波器的第二光学滤波器。第一光学滤波器和第二光学滤波器可以在基板的相反侧或者在基板的单侧实现(例如,通过使用两个不同光学滤波器、或者组合第一光学滤波器和第二光学滤波器的功能的单个光学滤波器)。以这种方式,光学滤波器组件可以透射配置的入射角下的光,并且反射或阻挡大于阈值入射角下的光、以及反射或阻挡在配置通带之外的光。以这种方式,对于带通滤波器可以避免大于阈值入射角的影响,诸如通过避免光学传感器或传感器元件阵列中的过量噪声或串扰。

[0015] 图1是本文中描述的示例实现100的示意图。如图1所示,示例实现100包括光学系统110。光学系统110可以是光学系统的一部分,并且可以提供与传感器确定相对应的电输出。例如,光学系统110可以是LIDAR系统、三维感测系统、光谱系统、手势识别系统、面部识别系统、对象识别系统、成像系统、虹膜识别系统、运动跟踪系统或通信系统的一部分等。

[0016] 在一些实现中,光学系统110可以包括光学滤波器组件120,该光学滤波器组件120可以包括基板130和一组光学滤波器140。在一些实现中,光学滤波器组件120可以包括带通滤波器。例如,光学滤波器组件120可以包括形成带通干涉滤波器的一个或多个层,该带通

干涉滤波器被配置为使处于第一波长范围的第一部分光通过并且阻挡处于第二波长范围的第二部分光,如本文中更详细地描述的。另外地或替代地,光学滤波器组件120可以包括长波长通带型(long wavelength passband,LWP)滤波器、短波长通带型(short wavelength passband,SWP)滤波器、超低角度偏移(low angle shift,LAS)带通滤波器、超低角度偏移(hyper-low angle shift,HLAS)带通滤波器、宽波长通带型(BWP)滤波器、红外截止(IR Cut)滤波器、陷波滤波器等。在一些实现中,光学滤波器组件120可以具有在200纳米(nm)至14000nm之间的带通,并且可以用于可见光谱范围、NIR光谱范围、中波红外(MWIR)光谱范围、长波红外(LWIR)光谱范围、紫外光谱范围等。

[0017] 在一些实现中,光学滤波器组件120可以包括角度偏移滤波器。例如,光学滤波器组件120可以包括形成角度敏感滤波器的一个或多个层,该角度敏感滤波器被配置为使处于第一入射角范围的第一部分光通过(例如,不偏移第一部分光的波长)并且使处于第二入射角范围的第二部分光的波长偏移。在这种情况下,通过偏移第二部分光的波长,光学滤波器组件120可以确保进入光学系统110的腔的杂散光不处于光学系统110的感兴趣波长。换言之,当光学系统110被配置为测量例如980nm波长下的光的特性时,角度敏感滤波器确保具有正交入射角(例如,0度入射角,±10度)的光不被偏移,但是具有阈值入射角(例如,大于10度或小于-10度)的光被偏移 to 不同波长(例如,偏移 to 900nm或1100nm的中心波长)。因此,通过偏移第二部分光的波长,可以在没有(或具有减少的量的)来自第二部分光的噪声或串扰的情况下测量第一部分光。

[0018] 在一些实现中,光学滤波器组件120可以包括一个或多个其他滤波器。例如,光学滤波器组件120可以包括抗反射滤波器。例如,光学滤波器组件120可以包括抗反射滤波器,该抗反射滤波器被配置用于与光学滤波器组件120的带通滤波器相同的带通区域。在这种情况下,抗反射滤波器可以被涂覆在表面上或者被包括在带通滤波器内。

[0019] 尽管本文中描述的一些实现可以根据传感器系统中的一个或多个光学滤波器来描述,但一些(其他)实现可以用于另一类型的系统、传感器系统外部的光学元件、光学封装的光学元件等。在一些实现中,光学系统110可以包括光电检测器系统、雪崩光电检测器系统、单光子雪崩二极管(SPAD)检测器系统、或者互补金属氧化物半导体(CMOS)检测器系统。

[0020] 在一些实现中,基板130可以是透明基板,诸如玻璃基板、硅基板、锗基板等。在一些实现中,基板130可以是二氧化硅基板。在一些实现中,基板130可以设置在该组光学滤波器140的特定侧。例如,基板130可以具有设置在基板130的表面上的第一光学滤波器140(例如,角度敏感滤波器),并且第二光学滤波器140可以设置在第一光学滤波器140之上(例如,使得第一光学滤波器140被第二光学滤波器140和基板130夹置)。换言之,第一光学滤波器140和第二光学滤波器140(按任意顺序)两者都可以设置在基板130的同一侧(或者光学滤波器140可以形成用于另一光学滤波器140的基板)。另外地或替代地,基板130可以在基板130的相反侧具有光学滤波器140。例如,第一光学滤波器140可以设置在基板130的第一侧,并且第二光学滤波器140可以设置在基板130的第二侧(例如,使得第一光学滤波器140和第二光学滤波器140夹置基板130)。在一些实现中,可以省略基板130。例如,(该组光学滤波器140中的)带通滤波器可以直接设置在(该组光学滤波器140中的)角度敏感滤波器的表面上,其间没有基板或者没有其上设置有滤波器的基板。在这种情况下,带通滤波器和角度敏感滤波器被匹配以在带通滤波器与角度敏感滤波器之间具有光的相干性。在一些实现中,

另一介质可以分离该组光学滤波器140中的滤波器,诸如空气间隙、气体间隙或液体间隙等,而不是基板分离该组光学滤波器140中的滤波器。

[0021] 在一些实现中,该组光学滤波器140可以包括一组交替的高折射率层和低折射率层(例如,多个高折射率层和多个低折射率层的交替布置)。例如,该组光学滤波器140可以包括高折射率材料,诸如非晶硅或铌钛氧化物等。另外地或替代地,该组光学滤波器140可以包括硅层、二氧化硅层、氢化硅层、五氧化二钽层、五氧化二铌层、锆层、硅锆层、氢化锆硅层、氧化铌钽层、二氧化钛层、氮化硅层或氮化铝层等。另外地或替代地,该组光学滤波器140可以包括折射率大于2.0、大于2.5、大于3.0、大于3.5等的另一类型的高折射率材料层。

[0022] 在一些实现中,该组光学滤波器140可以包括低折射率材料,诸如二氧化硅。另外地或替代地,该组光学滤波器140可以包括折射率小于2.5、小于2.0、小于1.5等的另一类型的低折射率材料层。例如,该组光学滤波器140可以包括用于在940nm下操作的带通滤波器的非晶硅层和二氧化硅层的一组交替层、以及用于角度敏感滤波器的氧化钽层和氧化硅层的一组交替层。在一些实现中,该组光学滤波器140可以包括三种或更多种不同的材料。例如,该组光学滤波器140可以具有氢化硅层的子集、五氧化二钽层的子集和二氧化硅层的子集。在这种情况下,与仅使用两种不同的材料相比,使用三种或更多种不同类型的层可以使得光学滤波器140能够在某些波长处实现更高的透射率和/或减小的角度偏移。

[0023] 如图1进一步所示,如附图标记170所示,输入的光信号以一个或多个入射角 θ 指向光学滤波器组件120。例如,输入光信号150-1和150-2可以以入射角 θ_0 (例如,配置的入射角)和 θ 指向光学滤波器组件120。如附图标记175所示,输入光信号的第一部分被光学滤波器组件120反射。例如,基于输入光信号的一部分在该组光学滤波器140中的带通滤波器的通带之外,该组光学滤波器140可以反射输入光信号的该部分。

[0024] 如图1和附图标记180进一步所示,光信号的另一部分通过光学滤波器组件120透射。例如,输入光信号的位于光学滤波器组件120的通带内的部分通过光学滤波器组件110,如本文中更详细描述。输入光信号的位于光学滤波器组件120的通带内的部分中的一些可以被角度偏移和/或阻挡。例如,入射角 θ_0 下的通过光学滤波器组件120的光由该组光学滤波器140中的角度敏感滤波器偏移未偏移和/或通过。相反,入射角 θ 下或更大入射角下的光被该组光学滤波器140中的角度敏感滤波器角度偏移和/或阻挡。因此,输入光信号的通过光学滤波器组件120的部分包括未偏移或未阻挡的第一子部分和被偏移或阻挡的第二子部分。

[0025] 尽管使用术语“未偏移”或“未阻挡”和“偏移”或“阻挡”,但所有滤波器频谱都可以被偏移或阻挡一定量(例如,配置的百分比),并且“未偏移”或“未阻挡”的光可以包括滤波器频谱被偏移小于或等于阈值量或具有大于或等于阈值透射百分比的光,并且“偏移”可以包括滤波器频谱被偏移大于阈值量或被透射小于阈值百分比的光。

[0026] 如附图标记185所示,基于输入光信号的一部分被传递到光学传感器160(例如,光学检测器或光电检测器),光学传感器160可以为光学系统110提供输出电信号。例如,光学传感器160可以提供标识光的强度、光的特性(例如,光谱特征)、光的波长等的输出电信号。在一些实现中,光学传感器160可以仅执行光的子部分的测量。例如,光学传感器160可以对以低角度通过滤波器140的光执行测量,而可以不对以高角度在滤波器处被反射或阻挡的光执行测量。另外地或替代地,光学传感器160可以执行光的测量,但是光学传感器160可以被配

置为使得由偏移的光引起的测量中的噪声或串扰的量小于阈值噪声或串扰量。

[0027] 如上所述,图1仅作为示例提供。其他示例可以与图1中描述的不同。

[0028] 图2A和图2B是示例光学滤波器组件200/200'的示意图。如图2A所示,光学滤波器组件200包括基板210,该基板210上在第一侧设置有第一光学滤波器220并且在第二侧设置有第二光学滤波器230。

[0029] 在一些实现中,第一光学滤波器220可以是表现出低角度偏移量的带通滤波器。例如,第一光学滤波器220可以是使用银(Ag)材料制造的低角度偏移带通滤波器。在一些实现中,银材料可以形成光致涂层、红绿蓝滤色器或另一类型的低角度偏移滤波器。另外地或替代地,第一光学滤波器220可以是使用氢化硅(Si:H)制造的低角度偏移带通滤波器。在一些实现中,第一光学滤波器220可以在大于阈值入射角时与小于阈值角度偏移相关联,如这里更详细描述。例如,在特定的入射角范围内,第一光学滤波器220可以与小于20%的角度偏移、小于10%的角度偏移,小于5%的角度偏移和/或小于1%的角度偏移等相关联。在这种情况下,特定入射角范围可以是大约0度至大约60度、大约0度至大约45度、大约0度至大约30度等的范围。

[0030] 在一些实现中,低角度偏移(LAS)滤波器(诸如第一光学滤波器)可以包括带通滤波器,该带通滤波器在例如近红外(NIR)光谱范围内在大约0度到大约30度的角度范围内表现出例如小于大约20nm的通带中心角度偏移。在一些实现中,在NIR光谱范围内,LAS滤波器可以包括非晶硅或氢化硅作为高折射率材料。在一些实现中,超低角度偏移(HLAS)滤波器可以包括带通滤波器,该带通滤波器在例如NIR光谱范围内在大约0度到大约30度的角度范围内表现出例如小于大约10nm的通带中心角度偏移。在一些实现中,在NIR光谱范围内,HLAS滤波器可以包括非晶硅或氢化硅作为高折射率材料。尽管关于NIR光谱范围描述第一光学滤波器的LAS和HLAS类型,但是应当理解,LAS滤波器和HLAS滤波器可以用于针对其他光谱范围的第一光学滤波器。在一些实现中,第一光学滤波器220可以包括多个层。例如,可以沉积和/或图案化多个层,诸如通过使用光刻过程,以形成第一光学滤波器220。在一些实现中,光学滤波器组件200可以与特定尺寸相关联。例如,光学滤波器可以与大约10nm至5000nm之间的厚度相关联。

[0031] 在一些实现中,第二光学滤波器230可以是表现出高角度偏移量的角度敏感滤波器。例如,第二光学滤波器230可以与在特定入射角范围处大于1%、大于5%、大于10%、大于20%、大于30%等的角度偏移相关联。在一些实现中,诸如第二光学滤波器230等角度敏感滤波器或高角度偏移滤波器可以包括与10%至20%的范围内的角度偏移相关联的滤波器。在一些实现中,发生配置的角度偏移的特定入射角范围可以在大约0度至大约90度、大约10度至大约60度、大约30度至大约45度等之间。在一些实现中,特定入射角范围可以大于大约30度、大于大约45度等。在一些实现中,第二光学滤波器230可以由具有小于阈值折射率的材料制造。例如,第二光学滤波器230可以是基于二氧化硅(SiO_2)的滤波器、基于五氧化二钽(Ta_2O_5)的滤波器等。在一些实现中,第二光学滤波器230可以包括多个层。例如,可以沉积和/或图案化多个层,诸如通过使用光刻过程等,以形成第二光学滤波器230。

[0032] 在一些实现中,在小于阈值入射角(或小于与配置的入射角的阈值偏差)的角度下,大于阈值百分比的光可以通过第一光学滤波器220和第二光学滤波器230。例如,对于入射角小于大约60度、小于大约45度、小于大约30度等的光,第一光学滤波器220和第二光学

滤波器230可以允许大于大约75%的透射率、大于大约90%的透射率、小于大约95%的透射率、大于大约99%的透射率、或大于大约99.9%的透射率等。

[0033] 相反,对于与大于或等于阈值入射角相关联的光(例如,光线240-5和240-6,其偏离配置的入射角达阈值量),光可以被阻挡通过第一光学滤波器220和/或第二光学滤波器230。在这种情况下,光可以被第一光学滤波器220和/或第二光学滤波器230反射。在一些实现中,在大于或等于阈值入射角下,小于或等于阈值百分比的光可以被第一光学滤波器220和第二光学滤波器230阻挡。例如,对于入射角大于或等于大约30度、大于或等于大约45度、大于或等于大约60度等的光,第一光学滤波器220和/或第二光学滤波器230可以与小于或等于大约50%的透射率、小于或等于大约25%的透射率、小于或等于大约10%的透射率、小于或等于大约5%的透射率、小于或等于大约1%的透射率等相关联。在这种情况下,光学滤波器组件200可以阻挡阈值百分比的光,诸如大约75%、大约90%、大约95%、大约99%、大约99.9%、大约99.99%、大约99.999%等。以这种方式,使用包括高角度偏移分量光学滤波器和低角度偏移分量光学滤波器的复合光学滤波器可以消除对孔径的需要,从而能够降低光学器件的制造复杂性、降低其成本、减小其封装尺寸等等。

[0034] 在一些实现中,光学滤波器组件200可以与特定光谱范围相关联,对于该特定光谱范围,光学滤波器组件200在满足入射角阈值的第一入射角范围内是透射的,而在不满足入射角阈值的第二入射角范围内不是透射的。例如,光学滤波器组件200可以与大约600纳米(nm)至大约1200nm、大约700nm至大约1100nm、大约800nm至大约1000nm等之间的光谱范围相关联。另外地或替代地,光学滤波器组件200可以与大约1200nm至大约2000nm、大约1400nm至大约1800nm、大约1500nm至大约1700nm等之间的光谱范围相关联。另外地或替代地,光学滤波器组件200可以与大约200nm至大约4000nm、大约1000nm至大约3000nm、大约1500nm至大约2500nm等之间的光谱范围相关联。在一些实现中,光学滤波器组件200可以与大约100nm至大约14000nm之间的光谱范围或其子范围相关联。另外地或替代地,光学滤波器组件200可以与可见光谱范围、近红外光谱范围、紫外光谱范围、其组合等相关联。

[0035] 在一些实现中,光学滤波器组件200可以包括一个或多个其他滤波器,诸如阻波器、边缘滤波器、带通滤波器等。在一些实现中,光学滤波器组件200可以包括保护性覆盖物(例如,以保护第一光学滤波器220和/或第二光学滤波器230免受环境劣化)。在一些实现中,光学滤波器组件200可以包括一种或多种其他材料的层。例如,诸如对于第一光学滤波器220或第二光学滤波器230,光学滤波器组件200可以包括硅(Si)基材料、氢化硅(Si:H)基材料、锗(Ge)基材料、氢化锗(Ge:H)基材料、硅锗(SiGe)基材料、铝(Al)基材料、银(Ag)基材料、二氧化硅(SiO₂)材料、氧化铝(Al₂O₃)材料、二氧化钛(TiO₂)材料、五氧化二铌(Nb₂O₅)材料、五氧化二钽(Ta₂O₅)材料、氟化镁(MgF₂)材料、铌钛氧化物(NbTiO_x)材料、五氧化二铌钽材料(NbTa₂O₅)、氧化锌材料(ZnO)、铂(Pt)材料、金(Au)材料、荧光材料等。在一些实现中,间隔层或材料可以被包括在一个或多个光学滤波器中。

[0036] 如图2B所示,光学滤波器组件200'可以允许大于或等于阈值入射角的光通过,并且可以阻挡小于阈值入射角的光通过或对其进行角度偏移。例如,光学滤波器组件200'可以包括沉积在基板210'上的第一光学滤波器220'和第二光学滤波器230'。第一光学滤波器220'可以是低角度偏移滤波器,并且第二光学滤波器230'可以是高角度偏移滤波器。在这种情况下,第一光学滤波器220'和第二光学滤波器230'可以被配置为使得在高入射角(例

如,大于或等于阈值入射角)下指向光学滤波器组件200'的光的波长对于光学滤波器组件200'是透射的,并且在低入射角(例如,小于阈值入射角)下被反射。

[0037] 在一些实现中,光学滤波器组件200/200'可以是双向的。例如,尽管光学滤波器组件200/200'被示出为具有在特定方向上的光透射,但是光学滤波器组件200/200'可以被配置为允许光在另一方向上通过。

[0038] 如上所述,图2A和图2B仅作为示例提供。其他示例也是可能的,并且可以与关于图2A和图2B所描述的不同。

[0039] 图3A-图3H是示例光学滤波器的光学特性的示意图。

[0040] 如图3A所示,示意图300示出了第一光学滤波器350的光学特性,该第一光学滤波器可以是具有940nm处的通带的低角度偏移滤波器。如示意图300所示,第一光学滤波器350经受准直光,该准直光是非偏振的,并且以 0° 至 50° 的范围内的入射角(AOI)指向第一光学滤波器。在这种情况下,在 0° 的AOI下,第一光学滤波器350在从大约930nm到大约960nm的波长范围内(例如,以大约940nm为中心)表现出大约95%的透射率。在 30° 的AOI下,第一光学滤波器350在从大约925nm到大约950nm的波长范围内表现出大约93%的透射率。在 50° 的AOI下,第一光学滤波器在大约915nm到大约935nm的波长范围内表现出大约90%的透射率。

[0041] 如图3B所示,示意图302示出了第二光学滤波器352的光学特性,该第二光学滤波器可以是包括具有940nm处的通带的带通滤波器和角度偏移滤波器的复合光学滤波器。如示意图302所示,第二光学滤波器352经受准直光,该准直光是非偏振的,并且以 0° 至 50° 的范围内的AOI指向第二光学滤波器352。在这种情况下,在 0° 的AOI下,第二光学滤波器352在从大约930nm到大约955nm的波长范围内(例如,以940nm为中心)具有大约95%的透射率。在 30° 的AOI下,第二光学滤波器352在任何波长下都不超过50%的透射率(并且在大约910nm到大约945nm的波长范围内具有高于大约10%的透射率)。在 50° 的AOI下,第二光学滤波器352在任何波长下都不超过15%的透射率(并且在大约898nm到大约900nm的波长范围内具有大约13%的峰值透射率)。因此,第二光学滤波器352在低AOI(例如, 0° 的AOI)下具有与光学滤波器350大致相同的通带,但在较大AOI下阻挡大多数光,而不是像第一光学滤波器350发生的那样仅偏移通带。

[0042] 如图3C所示,示意图304示出了第二光学滤波器352的第一侧(例如,第一分量光学滤波器,诸如带通滤波器)的光学特性。如图3D所示,示意图306示出了第二光学滤波器352的第二侧(例如,第二分量光学滤波器,诸如角度偏移滤波器、高角度偏移滤波器或角度敏感滤波器)的光学特性。如示意图304和306所示,第二光学滤波器352的第二侧提供比光学滤波器352的第一侧提供的角度灵敏度大的角度灵敏度。

[0043] 如图3E所示,示意图308示出了第三光学滤波器354的光学特性,该第三光学滤波器可以是包括具有940nm处的通带的带通滤波器和角度偏移滤波器的另一复合光学滤波器。如示意图308所示,第三光学滤波器354经受准直光,该准直光是非偏振的,并且以 0° 至 50° 的范围内的AOI指向第三光学滤波器354。在这种情况下,在 0° 的AOI下,第三光学滤波器354在从大约930nm到大约955nm的波长范围内(例如,以940nm为中心)具有大约90%的透射率。在 30° 的AOI下,第三光学滤波器354在大约910nm到大约950nm的波长范围内具有大约60%-70%的透射率范围。在 50° 的AOI下,第三光学滤波器354在任何波长下都不超过5%的透射率(并且在大约885nm到大约890nm的波长范围内具有大约5%的峰值透射率)。因此,第

三光学滤波器354在低AOI (例如, 0°的AOI) 下具有与光学滤波器350大致相同的通带, 但在较大AOI下阻挡大多数光, 而不是像第一光学滤波器350发生的那样仅偏移通带。

[0044] 如图3F所示, 图310示出了第三光学滤波器354的第一侧 (例如, 第一分量光学滤波器, 诸如带通滤波器) 的光学特性。如图3G所示, 图312示出了第三光学滤波器354的第二侧 (例如, 第二分量光学滤波器, 诸如角度偏移滤波器、高角度偏移滤波器或角度敏感滤波器) 的光学特性。如图310和312所示, 第二光学滤波器354的第二侧提供比光学滤波器354的第一侧提供的角度灵敏度大的角度灵敏度。

[0045] 如图3H所示, 图3H示出了在0°到50°的入射角下光学滤波器350-354的透射率的积分的比较。如图所示, 不包括角度偏移滤波器的第一光学滤波器350提供跨AOI的高水平的透射率。相反, 第二光学滤波器352和第三光学滤波器354在较高AOI (例如, 大于10°的AOI) 下提供透射率的下降, 从而表现出角度灵敏度。在图3H中, 光学滤波器352和354在第一配置角度范围内透射大于第一阈值量的光, 并且在第二配置角度范围内透射小于第二阈值量的光。例如, 光学滤波器352和/或354透射大于阈值百分比 (例如, 50%、75%、90%、95%或99%) 的在0°至10°、0°至20°、或0°至30°等的范围内的入射角下的光。相反, 光学滤波器352透射小于阈值百分比 (例如, 50%、25%、10%、5%或1%) 的在30°至90°、40°至90°、或50°至90°等的范围内的入射角下的光。

[0046] 如上所述, 图3A-图3H仅作为示例提供。其他示例也是可能的, 并且可以与关于图3A-图3H所描述的不同。

[0047] 上述公开提供了说明和描述, 但并非旨在穷举或将实现限于所公开的精确形式。可以根据上述公开进行修改和变化, 或者可以从实现的实践中获取修改和变化。

[0048] 如本文中使用的, 根据上下文, 满足阈值可以是指值大于阈值、大于或等于阈值、小于阈值、小于或等于阈值、等于阈值、不等于阈值等等。

[0049] 即使在权利要求书中列举和/或在说明书中公开了特定特征组合, 这些组合并不旨在限制各种实现的公开。事实上, 这些特征中的很多可以以权利要求中未具体列举和/或说明书中未公开的方式进行组合。尽管下面列出的每个从属权利要求可以直接依赖于仅一个权利要求, 但是各种实现的公开包括每个从属权利要求与权利要求集中的每个其他权利要求相结合。如本文中使用的, 提及项目列表中的“至少一项”的短语是指这些项目的任何组合, 包括单个成员。例如, “a、b或c中的至少一项”旨在涵盖a、b、c、a-b、a-c、b-c和a-b-c、以及具有多个相同项目的任何组合。

[0050] 除非明确说明, 否则本文中使用的任何元素、动作或指令都不应当被解释为关键或必要的。此外, 如本文中使用的, 冠词“一”和“一个”旨在包括一个或多个项目, 并且可以与“一个或多个”互换使用。此外, 如本文中使用的, “该”旨在包括与冠词“该”相关的一个或多个项目, 并且可以与“一个或多个”互换使用, 术语“集合”旨在包括一个或多个项目 (例如, 相关项目、不相关项目、或相关和不相关项目的组合), 并且可以与“一个或多个”互换使用。如果仅打算使用一个项目, 则使用短语“仅一个”或类似语言。此外, 如本文中使用的, 术语“具有”、“含有”、“包括”等旨在是开放式术语。此外, 除非另有明确说明, 否则“基于”一词的意思是“至少部分基于”。此外, 如本文中使用的, 术语“或”在一个系列中使用时具有包容性, 并且可以与“和/或”互换使用, 除非另有明确说明 (例如, 如果与“任一”或“仅一个”相结合使用)。

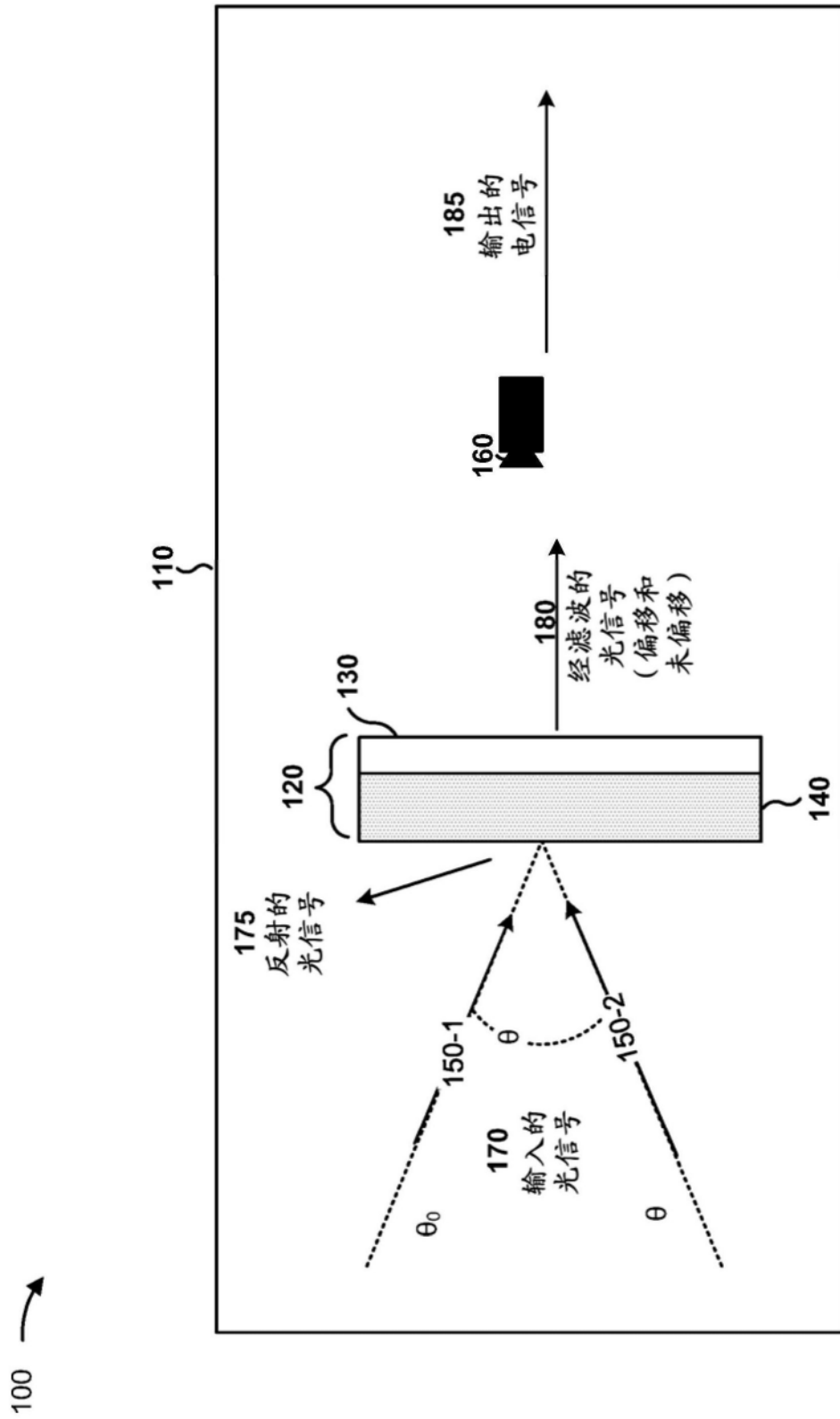


图1

200

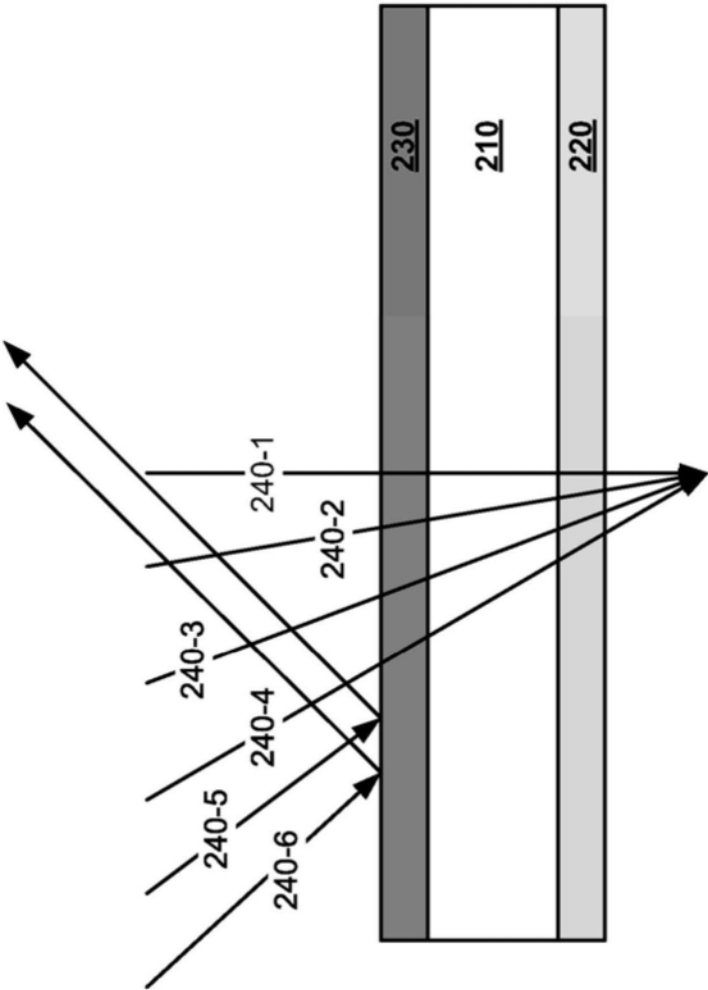


图2A

200' ↗

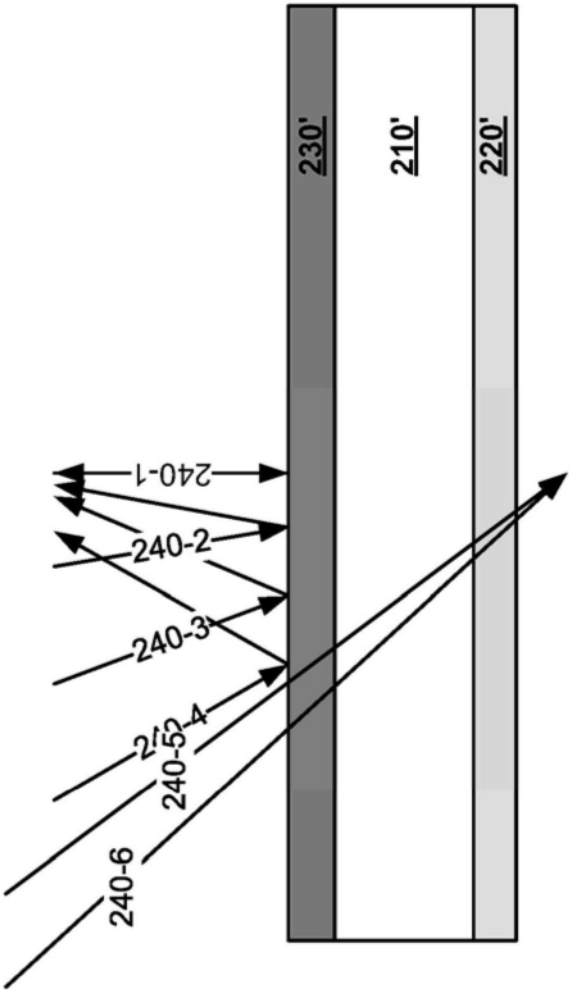


图2B

300

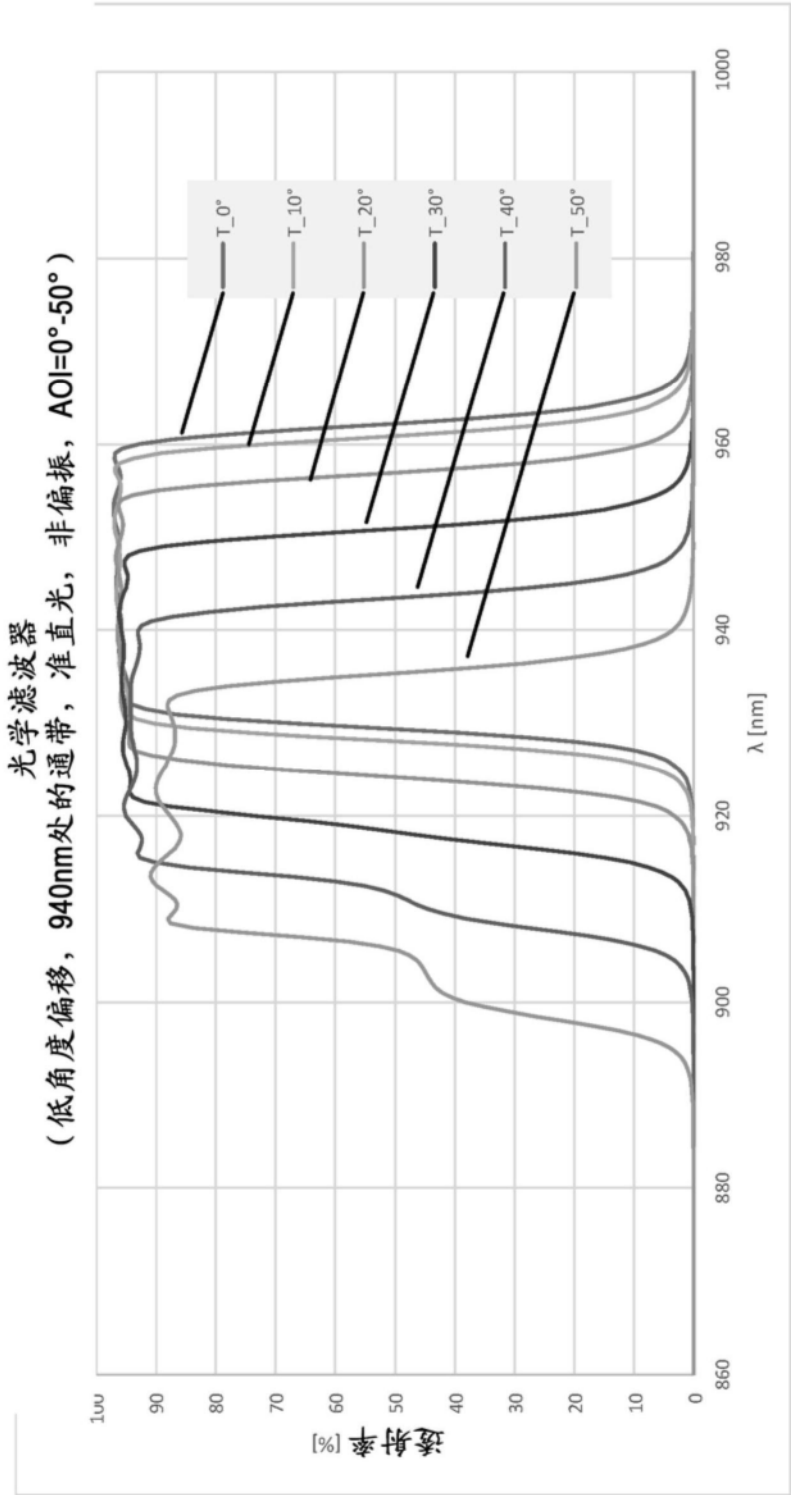


图3A

302 

光学滤波器
(940nm处的通带, 准直光, 非偏振, AOI=0°-50°)



图3B

304

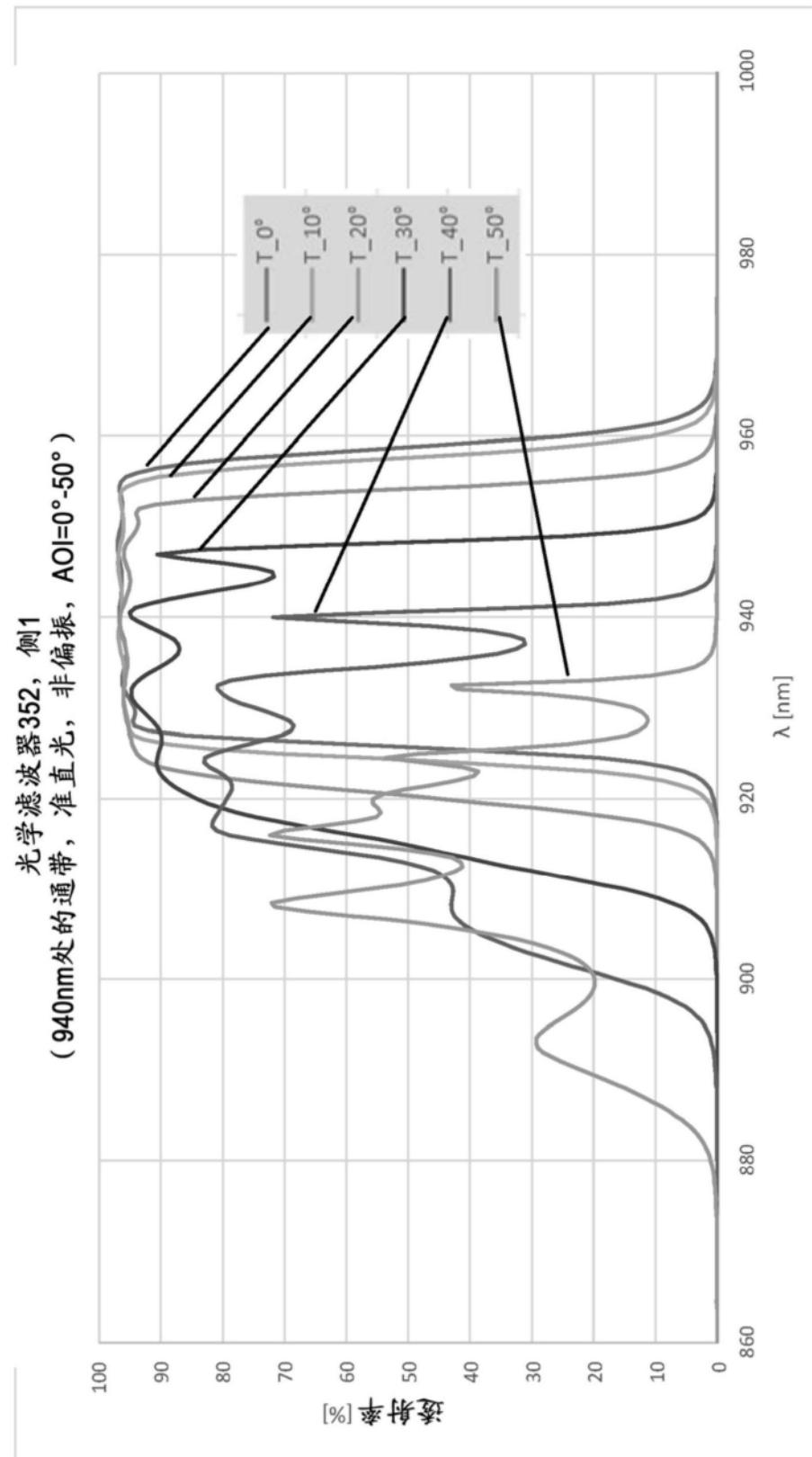


图3C

306

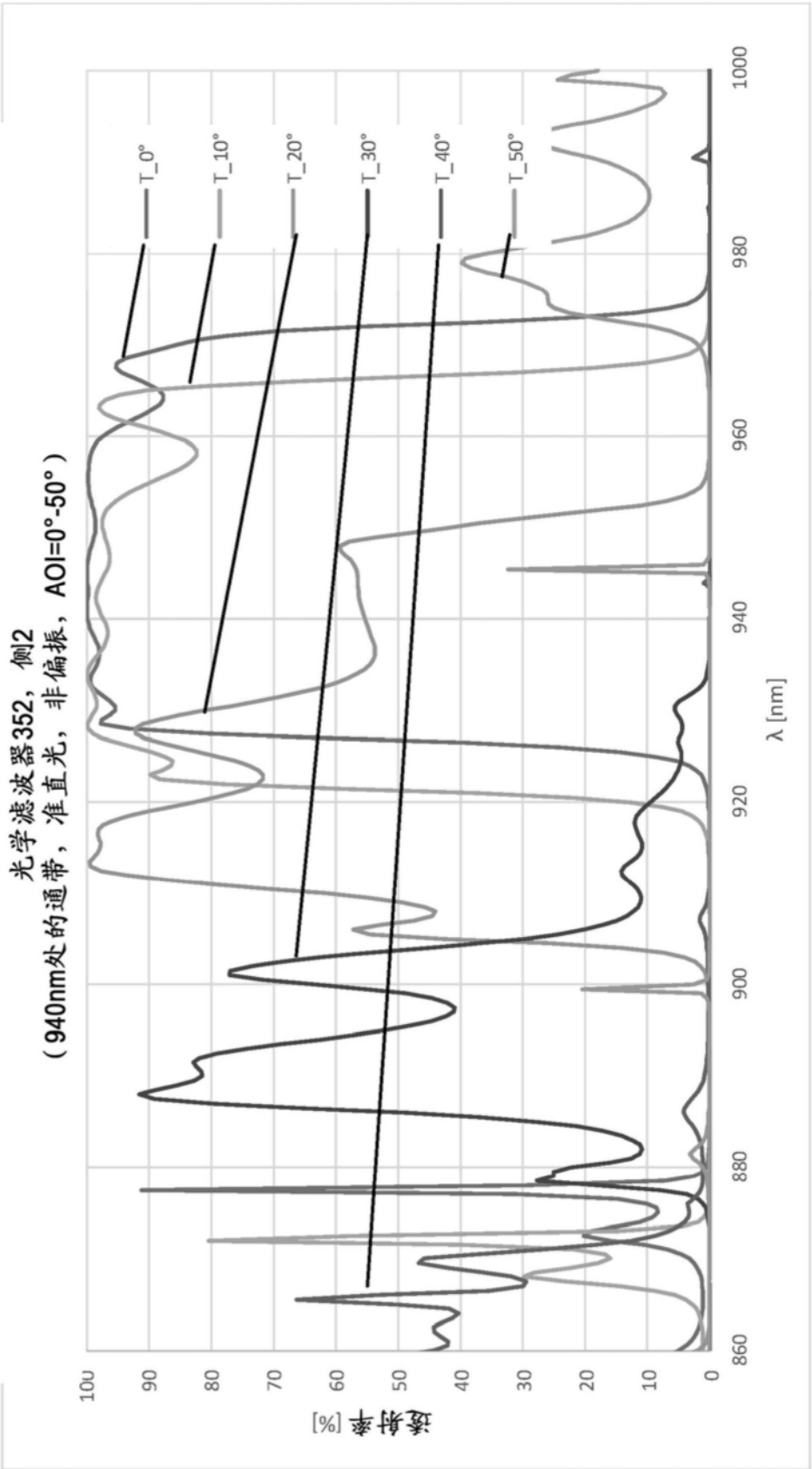


图3D

308 ↗

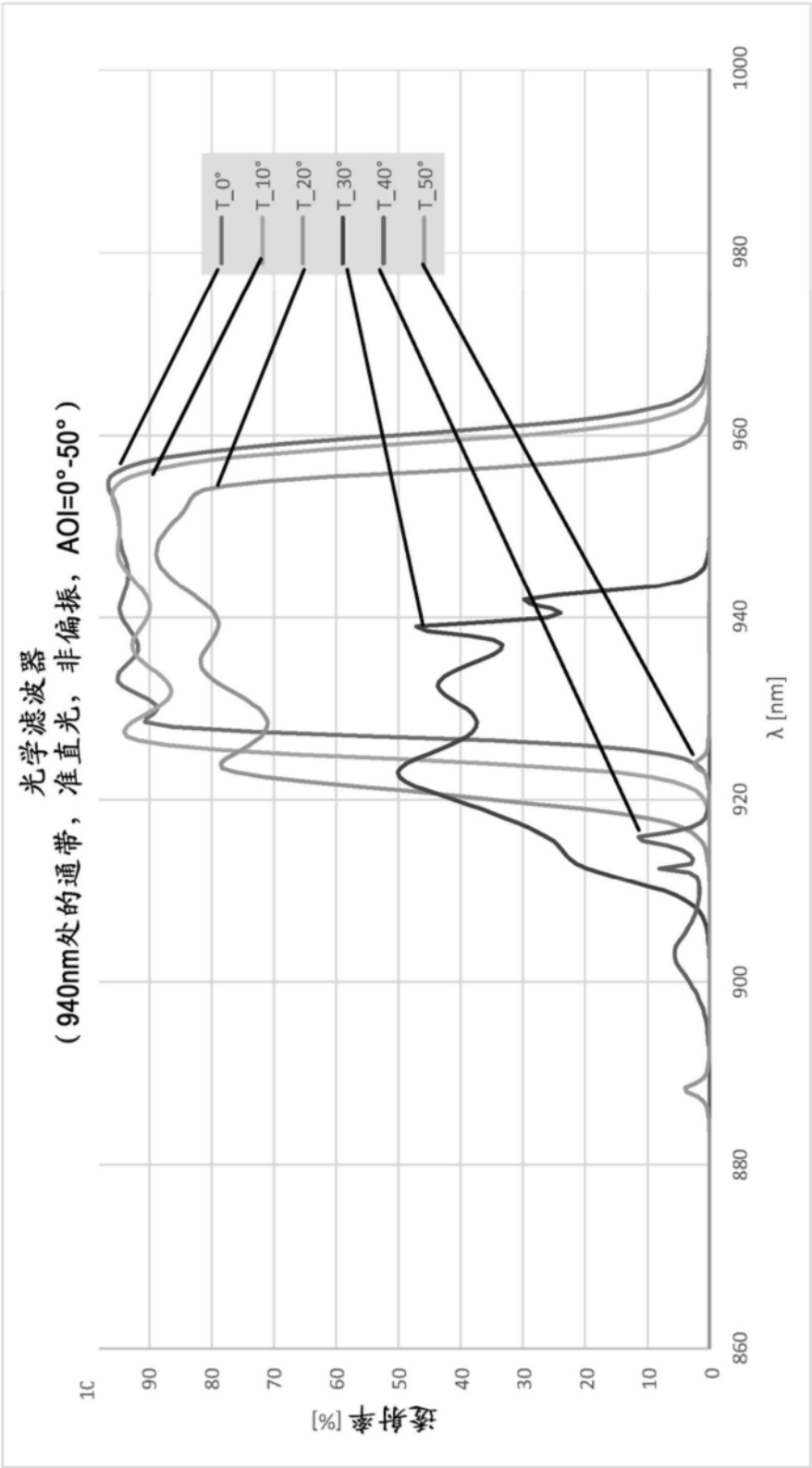


图3E

310 

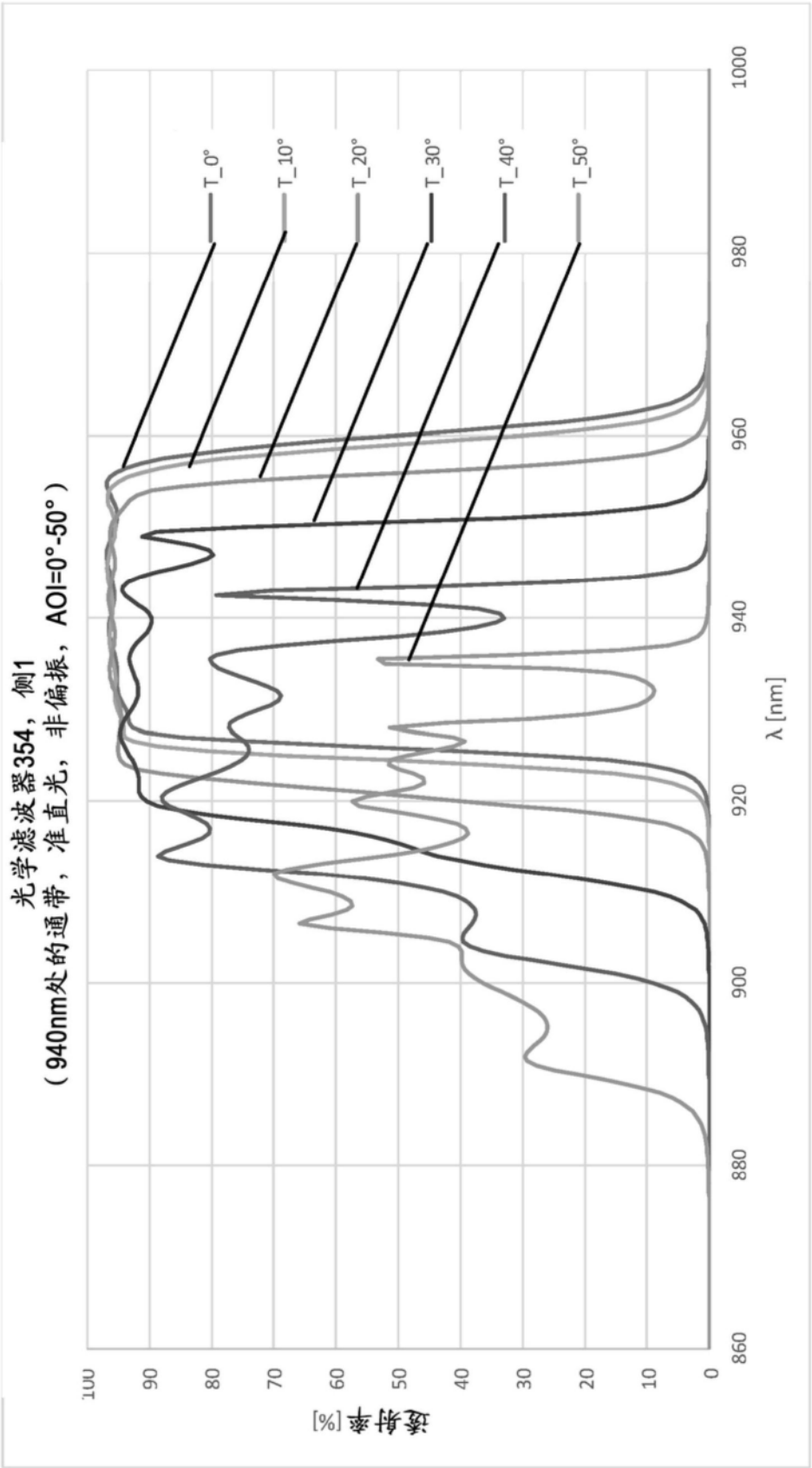


图3F

312 →

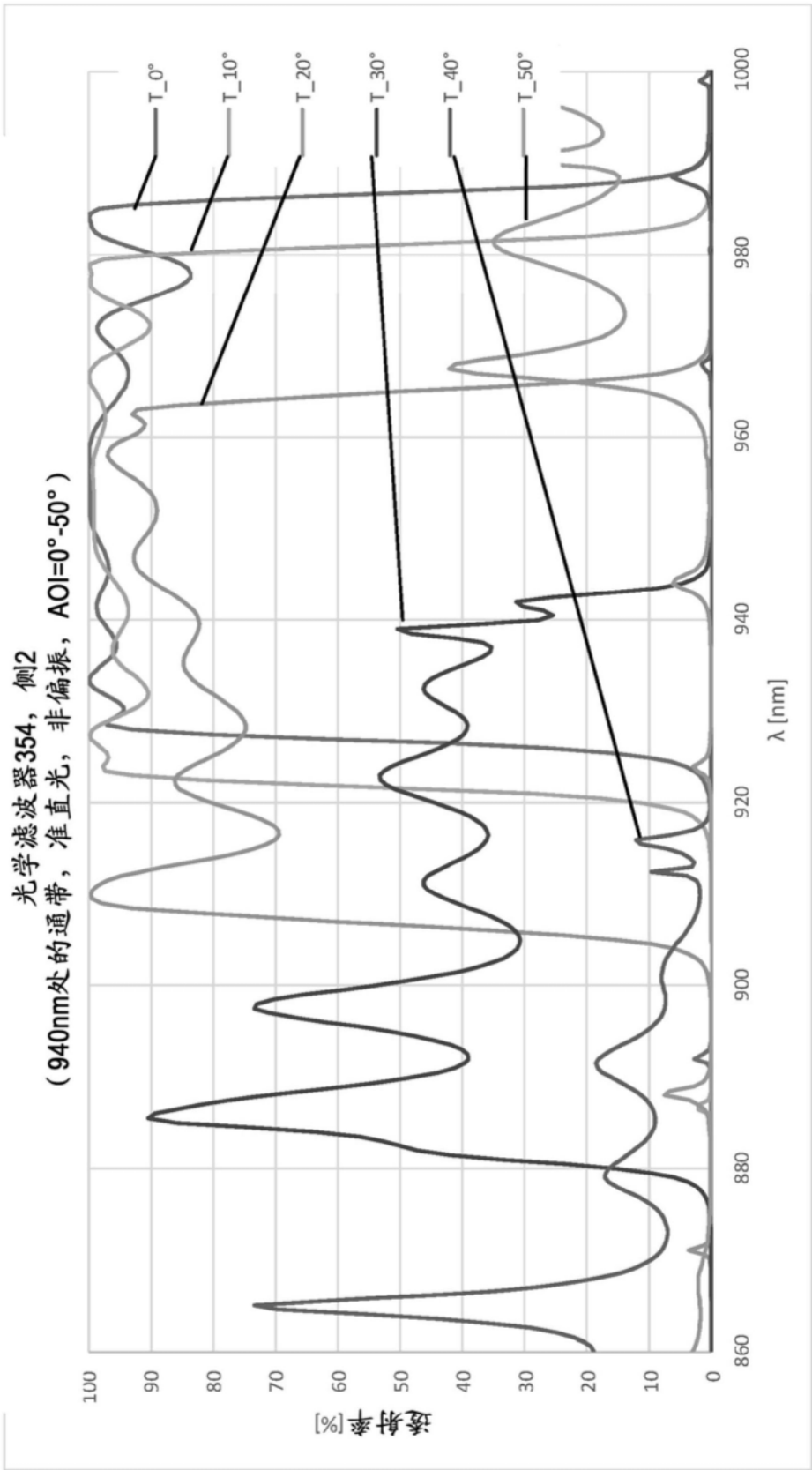
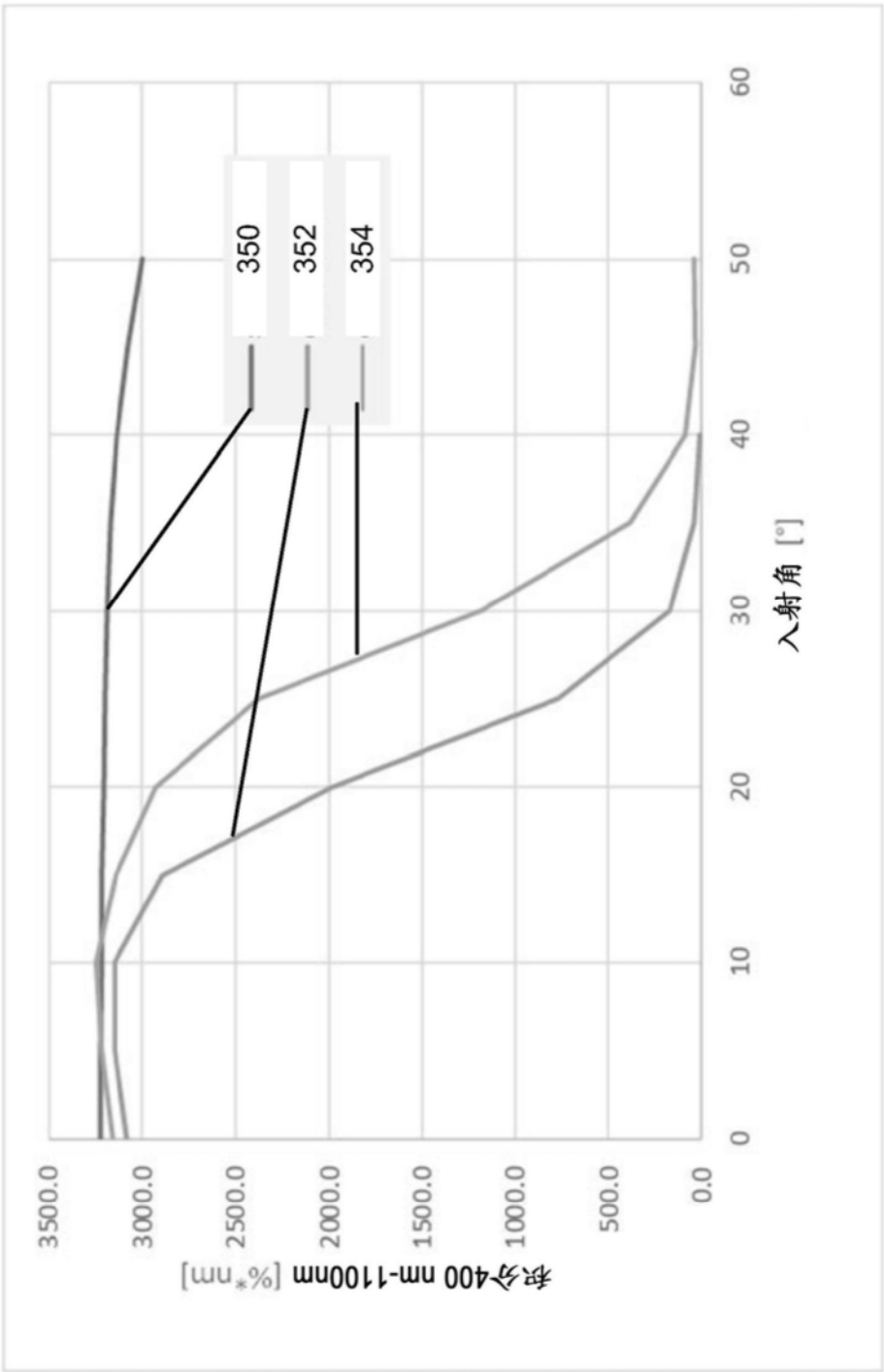


图3G



314

图3H