



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116368411 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 30

(21) 申请号 202180069508.5

(22) 申请日 2021.09.10

(30) 优先权数据

63/092,032 2020.10.15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.04.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2021/058253 2021.09.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/079507 EN 2022.04.21

(71) 申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 卡尔·A·斯托弗

罗伯特·D·泰勒

巴拉特·R·阿查里雅

(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 顾欣 龙涛峰

(51) Int.Cl.

G02B 5/30 (2006.01)

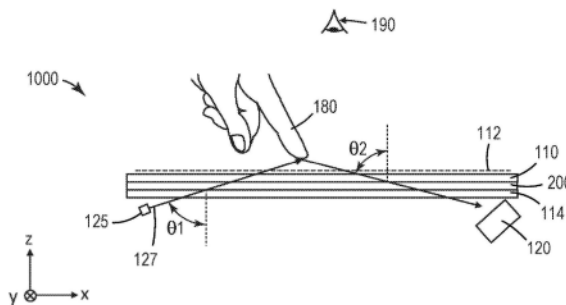
权利要求书3页 说明书10页 附图17页

(54) 发明名称

反射偏振器和包括反射偏振器的显示系统

(57) 摘要

一种反射偏振器,该反射偏振器针对第一偏振态具有透射率,该透射率具有将第一波长范围和第二波长范围分开的带边缘,该第一波长范围至少从约450nm延伸至约900nm,该第二波长范围至少从约1100nm延伸至约1300nm。对于第一偏振态,反射偏振器在第一波长范围内具有小于约10%的平均透射率并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均透射率;并且对于第二偏振态,反射偏振器在第一波长范围内具有大于约40%的平均透射率并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均透射率。显示系统包括反射偏振器和红外光源,该红外光源被配置为发射具有波长W1的红外光。带边缘具有带边缘波长W2>W1。



1. 一种显示系统,所述显示系统用于感测施加在所述显示系统上的用户的手指,所述显示系统包括:

显示面板,所述显示面板被配置为生成供所述用户观看的图像;

传感器,所述传感器用于感测所述用户的所述手指,所述传感器设置为邻近所述显示面板;

红外光源,所述红外光源被配置为朝向所述用户的所述手指发射具有波长W1的红外光,所述传感器被配置为接收和检测由所述手指反射的所述红外光的至少一部分;和

反射偏振器,所述反射偏振器设置在所述显示面板与所述传感器之间,使得对于基本上法向入射的光:

对于第一偏振态,所述反射偏振器的光学透射率包括将第一波长范围和第二波长范围分开的第一带边缘,所述第一波长范围至少从约450nm延伸至约900nm,所述第二波长范围至少从约1100nm延伸至约1300nm,沿所述第一带边缘,所述第一带边缘具有对应于约50%的光学透射率的带边缘波长W2,所述反射偏振器在所述第一波长范围内具有小于约10%的平均光学透射率并且在所述第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率;并且

对于正交于所述第一偏振态的第二偏振态,所述反射偏振器在所述第一波长范围内具有大于约40%的平均光学透射率并且在所述第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率,其中 $W2 > W1$ 。

2. 根据权利要求1所述的显示系统,其中所述传感器被设置为接收从所述手指反射并且然后以大于约40度的入射角入射到所述反射偏振器上的光。

3. 根据权利要求1或2所述的显示系统,其中 $W2 > 960\text{nm}$ 并且 $W1 < 950\text{nm}$ 。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的显示系统,其中对于所述第二偏振态以及平行于所述第二偏振态的入射平面,以及对于至少从约450nm延伸至约650nm的波长范围,所述反射偏振器对以较小入射角入射的光具有较大平均光学透射率并且对以较大入射角入射的光具有较小平均光学透射率。

5. 根据权利要求4所述的显示系统,其中所述较大平均光学透射率与所述较小平均光学透射率之间的差值大于约20%,所述较小入射角小于约25度,并且所述较大入射角在约40度至约70度的范围内。

6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的显示系统,其中对于基本上法向入射的光以及对于所述第二偏振态,所述反射偏振器在从约425nm延伸至约650nm的第三波长范围内具有平均光学透射率T1;并且

其中对于所述第二偏振态以及对于在平行于所述第二偏振态的入射平面中以约60度的入射角入射到所述反射偏振器上的光,所述反射偏振器的所述光学透射率包括将所述第三波长范围与至少从约850nm延伸至约1100nm的第四波长范围分开的第二带边缘,至少在所述光学透射率从约20%增加至约80%的波长范围内将所述光学透射率与波长相关联的对所述第二带边缘的最佳线性拟合具有大于约3%/nm的斜率和大于约0.9的r平方值,所述第三波长范围内的所述光学透射率的最佳二阶多项式拟合具有负的二阶系数和大于约0.9的r平方值,所述反射偏振器在所述第三波长范围内具有约15%至约35%的平均光学透射率T2并且在所述第四波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率,

$T1 - T2 \geq 10\%$ 。

7. 一种显示系统,所述显示系统用于感测施加在所述显示系统上的用户的手指,所述显示系统包括:

显示面板,所述显示面板被配置为生成供所述用户观看的图像;

传感器,所述传感器用于感测所述用户的所述手指,所述传感器设置为邻近所述显示面板;

红外光源,所述红外光源被配置为朝向所述用户的所述手指发射具有波长 $W1 < 975\text{nm}$ 的红外光,所述传感器被配置为接收和检测由所述手指反射的所述红外光的至少一部分;和

反射偏振器,所述反射偏振器设置在所述显示面板与所述传感器之间,使得对于基本上法向入射的光:

对于第一偏振态,所述反射偏振器的光学透射率包括将第一波长范围和第二波长范围分开的第一带边缘,所述第一波长范围至少从约 450nm 延伸至约 900nm ,所述第二波长范围至少从约 1100nm 延伸至约 1300nm ,所述反射偏振器在所述第一波长范围内具有小于约 10% 的平均光学透射率并且在所述第二波长范围内具有大于约 80% 的平均光学透射率;并且

对于正交于所述第一偏振态的第二偏振态,所述反射偏振器在所述第一波长范围内具有大于约 40% 的平均光学透射率并且在所述第二波长范围内具有大于约 80% 的平均光学透射率,其中所述反射偏振器被配置为使得对于基本上白色的入射光以及对于所述第二偏振态,当所述入射光的入射角在平行于所述第二偏振态的入射平面和正交于所述第二偏振态的入射平面中的每一者中从 0 度至约 60 度变化时,透射通过所述反射偏振器的光与所述入射光之间的最大色差在CIE 1931xy颜色空间上不超过约 0.07 。

8. 根据权利要求7所述的显示系统,其中沿所述第一带边缘,所述第一带边缘具有对应于约 50% 的光学透射率的带边缘波长 $W2$, $W2 > W1$ 。

9. 一种反射偏振器,所述反射偏振器包括总计至少 10 层的多个交替的聚合物层,每个聚合物层具有小于约 500nm 的平均厚度,使得:

对于基本上法向入射的光:

对于第一偏振态,所述反射偏振器在从约 425nm 延伸至约 650nm 的第一波长范围内具有小于约 5% 的平均光学透射率;以及

对于正交于所述第一偏振态的第二偏振态,所述反射偏振器在所述第一波长范围内具有大于约 40% 的平均光学透射率 $T1$;并且

对于以约 60 度的入射角入射到所述反射偏振器上的光:

对于所述第一偏振态以及平行于所述第一偏振态的入射平面,所述反射偏振器在所述第一波长范围内具有小于约 5% 的平均光学透射率;以及

对于所述第二偏振态以及平行于所述第二偏振态的入射平面,所述反射偏振器的光学透射率包括将所述第一波长范围和至少从约 850nm 延伸至约 1100nm 的第二波长范围分开的第一带边缘,至少在所述光学透射率从约 20% 增加至约 80% 的波长范围内将所述光学透射率与波长相关联的对所述第一带边缘的最佳线性拟合具有大于约 $3\%/nm$ 的斜率和大于约 0.9 的 r 平方值,所述第一波长范围内的所述光学透射率的最佳二阶多项式拟合具有负的二阶系数和大于约 0.9 的 r 平方值,所述反射偏振器在所述第一波长范围内具有约 15% 至约 35% 的平均光学透射率 $T2$ 并且在所述第二波长范围内具有大于约 80% 的平均光学透射率, $T1 - T2 \geq 10\%$ 。

10. 根据权利要求9所述的反射偏振器,其中沿所述第一带边缘,所述第一带边缘具有对应于约50%的光学透射率的第一带边缘波长,所述第一带边缘波长为至少约700nm。

11. 根据权利要求9或10所述的反射偏振器,其中对于所述第二偏振态以及对于在正交于所述第二偏振态的入射平面中以约60度的入射角入射到所述反射偏振器上的光,所述反射偏振器在所述第一波长范围内具有约15%至约35%的平均光学透射率T3并且在所述第二波长范围内具有大于约60%的平均光学透射率。

12. 根据权利要求11所述的反射偏振器,其中 $|T3-T2| \leq 5\%$ 。

13. 根据权利要求9至12中的任一项所述的反射偏振器,其中对于基本上法向入射的光以及对于所述第一偏振态,所述反射偏振器的所述光学透射率包括将第三波长范围和第四波长范围分开的第二带边缘,所述第三波长范围至少从约450nm延伸至约900nm,所述第四波长范围至少从约1100nm延伸至约1300nm,所述反射偏振器在所述第三波长范围内具有小于约5%的平均光学透射率并且在所述第四波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。

14. 根据权利要求13所述的反射偏振器,其中沿所述第二带边缘,所述第二带边缘具有对应于约50%的光学透射率的第二带边缘波长,所述第二带边缘波长在约925nm至约1050nm的范围内。

15. 根据权利要求13或14所述的反射偏振器,其中至少在所述光学透射率从约10%增加至约70%的波长范围内将所述光学透射率与波长相关联的对所述第二带边缘的最佳线性拟合具有大于约2%/nm的斜率和大于约0.9的r平方值。

反射偏振器和包括反射偏振器的显示系统

背景技术

[0001] 显示系统(诸如液晶显示系统)可包括反射偏振器。反射偏振器可为准直反射偏振器。

[0002] 显示系统可包括用于指纹检测的红外光源和传感器。

发明内容

[0003] 本说明书总体涉及反射偏振器和显示系统。反射偏振器可为准直反射偏振器,该准直反射偏振器对法向入射光的透射率高于对倾斜入射光的透射率。显示系统可包括反射偏振器、显示面板和红外光源。反射偏振器可被配置为提供随视角的低色移,该色移对于制造变化是稳健的,同时允许来自红外光源的红外光的高透射率。

[0004] 根据本说明书的一些方面,提供了一种用于感测施加在显示系统上的用户的手指的显示系统。该显示系统包括:显示面板,该显示面板被配置为生成供用户观看的图像;传感器,该传感器用于感测用户的手指,该传感器设置为邻近显示面板;红外光源,该红外光源被配置为朝向用户的手指发射具有波长 W_1 的红外光;和反射偏振器,该反射偏振器设置在显示面板与传感器之间。传感器被配置为接收和检测由手指反射的红外光的至少一部分。对于基本上法向入射的光以及对于第一偏振态,反射偏振器的光学透射率具有将第一波长范围和第二波长范围分开的第一带边缘,其中第一波长范围至少从约450nm延伸至约900nm,并且第二波长范围至少从约1100nm延伸至约1300nm。对于基本上法向入射的光以及对于第一偏振态,反射偏振器在第一波长范围内具有小于约10%的平均光学透射率并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。对于基本上法向入射的光以及对于正交于第一偏振态的第二偏振态,反射偏振器在第一波长范围内具有大于约40%的平均光学透射率并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。在一些实施方案中,沿第一带边缘,第一带边缘具有对应于约50%的光学透射率的带边缘波长 W_2 ,其中 $W_2 > W_1$ 。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中, $W_1 < 975\text{nm}$,并且反射偏振器被配置为使得对于基本上白色的入射光以及对于第二偏振态,当入射光的入射角在平行于第二偏振态的入射平面和正交于第二偏振态的入射平面中的每一者中从0度至约60度变化时,透射通过反射偏振器的光与入射光之间的最大色差在CIE 1931_{xy}颜色空间上不超过约0.07。

[0005] 根据本说明书的一些方面,提供了一种反射偏振器,该反射偏振器包括总计至少10层的多个交替的聚合物层,其中每个聚合物层具有小于约500nm的平均厚度。对于基本上法向入射的光以及对于第一偏振态,反射偏振器在从约425nm延伸至约650nm的第一波长范围内具有小于约5%的平均光学透射率。对于基本上法向入射的光以及对于正交于第一偏振态的第二偏振态,反射偏振器在第一波长范围内具有大于约40%的平均光学透射率 T_1 。对于以约60度的入射角入射到反射偏振器上的光以及对于第一偏振态和平行于第一偏振态的入射平面,反射偏振器在第一波长范围内具有小于约5%的平均光学透射率。对于以约60度的入射角入射到反射偏振器上的光以及对于第二偏振态和平行于第二偏振态的入射平面,反射偏振器的光学透射率具有将第一波长范围和至少从约850nm延伸至约1100nm的

第二波长范围分开的第一带边缘,其中至少在光学透射率从约20%增加至约80%的波长范围内将光学透射率与波长相关联的对第一带边缘的最佳线性拟合具有大于约3%/nm的斜率和大于约0.9的 r^2 平方值,并且第一波长范围内的光学透射率的最佳二阶多项式拟合具有负的二阶系数和大于约0.9的 r^2 平方值。对于以约60度的入射角入射到反射偏振器上的光以及对于第二偏振态和平行于第二偏振态的入射平面,反射偏振器在第一波长范围内具有约15%至约35%的平均光学透射率 T_2 并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。 $T_1 - T_2 \geq 10\%$ 。

[0006] 这些和其它方面将从以下详细描述中变得显而易见。但是,在任何情况下,本简要概述都不应解释为限制可要求保护的主体。

附图说明

- [0007] 图1A至图1B是例示性显示系统的示意性截面图。
- [0008] 图2是例示性传感器的示意性截面图。
- [0009] 图3是通过例示性滤光器的透射率与波长的示意性曲线图。
- [0010] 图4是红外光源的发射与波长的示意性曲线图。
- [0011] 图5A至图5B是例示性扩展照明源的示意性截面图。
- [0012] 图6是例示性反射偏振器的示意性截面图。
- [0013] 图7示出了示例性反射偏振器的层厚度分布。
- [0014] 图8A至图8B是入射平面的示意图。
- [0015] 图9是示例性反射偏振器的针对各种偏振态和入射角的透射率的曲线图。
- [0016] 图10是示例性反射偏振器的针对20度和60度入射角的透射率的曲线图。
- [0017] 图11是示例性反射偏振器的针对60度入射角的带边缘的曲线图。
- [0018] 图12是示例性反射偏振器的针对法向入射光的带边缘的曲线图。
- [0019] 图13是示例性反射偏振器的针对60度入射角的透射率的曲线图。
- [0020] 图14示意性地示出了在CIE xy 颜色空间中随入射角的色移。

具体实施方式

[0021] 在以下说明中参考附图,该附图形成本发明的一部分并且其中以举例说明的方式示出各种实施方案。附图未必按比例绘制。应当理解,在不脱离本说明书的范围或实质的情况下,可设想并进行其他实施方案。因此,以下具体实施方式不应被视为具有限制意义。

[0022] 根据本发明的一些实施方案,显示系统包括反射偏振器,该反射偏振器的带边缘波长大于在显示系统中用于感测施加在显示系统上的用户的手指(例如,用于检测指纹)的红外光的波长。在具有手指传感器的显示系统中使用的反射偏振器通常被选择为具有低于用于手指感测的红外光的波长的带边缘。然而,由于制造变化,这可能导致在高视角(例如,大于约60度)下的不期望色移,该制造变化导致带边缘对于膜的一些区域移位至足够低的波长以显著影响色移。此外,使带边缘低于红外光的波长可在非常高的视角(例如,约75度或更高)下导致不期望色移,即使不存在制造变化也如此。将带边缘移动至更高波长可减少或消除膜的导致不期望色移的区域,但会导致常规显示系统中红外光的透射率减小。根据本发明的一些实施方案,显示系统可被配置为使得红外光以倾斜入射角入射到反射偏振器

上,使得反射偏振器的带边缘在倾斜入射角下移位至小于红外波长。这允许随视角的低色移,即使当出现制造变化时和/或甚至对于非常高的视角,而不会基本上减小红外光通过反射偏振器的透射率。此外,根据一些实施方案,反射偏振器对于倾斜入射光具有透射光谱,该透射光谱具有导致随视角的色移进一步减小的形状。

[0023] 图1A至图1B是根据一些实施方案的用于感测施加在显示系统1000、1000'上的用户190的手指180的显示系统1000、1000'的示意性截面图。显示系统1000、1000'包括:显示面板110,该显示面板被配置为生成供用户190观看的图像112;传感器120,该传感器用于感测用户190的手指180,该传感器设置为邻近显示面板110;红外光源125,该红外光源被配置为朝向用户190的手指180发射具有波长 W_1 (参见例如图3和图9)的红外光127,其中传感器120被配置为接收和检测由手指180反射的红外光127的至少一部分;和反射偏振器200,该反射偏振器设置在显示面板110与传感器120之间,使得反射偏振器200具有本文别处所述的任何透射率特性。例如,在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光:对于第一偏振态,反射偏振器的光学透射率具有将第一波长范围和第二波长范围分开的第一带边缘,其中第一波长范围至少从约450nm延伸至约900nm并且第二波长范围至少从约1100nm延伸至约1300nm,并且其中反射偏振器在第一波长范围内具有小于约10%的平均光学透射率并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率;并且对于正交于第一偏振态的第二偏振态,反射偏振器在第一波长范围内具有大于约40%的平均光学透射率并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光以及对于第一偏振态,反射偏振器200具有第一带边缘,该第一带边缘将第一波长范围和第二波长范围分开,并且沿第一带边缘,该第一带边缘具有对应于约50%的光学透射率的带边缘波长 W_2 。在一些实施方案中,反射偏振器200被配置为使得对于基本上白色的入射光以及对于第二偏振态,当入射光的入射角(相对于表面法线的角度)在平行于第二偏振态的入射平面(由光传播方向和表面法线限定的平面)和正交于第二偏振态的入射平面中的每一者中从0度至约60度变化时,透射通过反射偏振器的光与入射光之间的最大色差在CIE 1931 xy 颜色空间上不超过约0.07。在一些实施方案中, $W_2 > W_1$ 。

[0024] 在一些实施方案中,红外光127首先以大于约40度(例如,在约40度至约80度或约45度至约70度的范围内)的入射角 θ_1 入射到反射偏振器上。在一些实施方案中,传感器120被设置为接收从手指反射并且然后以大于约40度(例如,在约40度至约80度或约45度至约70度的范围内)的入射角 θ_2 入射到反射偏振器上的光。对于显示系统1000,红外光127被透射通过反射偏振器200,从手指180被反射,被返回透射通过反射偏振器200,并且然后被传感器120接收。对于显示系统1000',红外光127被透射到手指180而不会首先被透射通过反射偏振器200,并且然后从手指180被反射,被透射通过反射偏振器200,并且然后被传感器120接收。在这种情况下,红外光127首先以入射角 θ_2 入射到反射偏振器上。在一些实施方案中,显示系统包括覆盖玻璃111,其中显示面板110设置在覆盖玻璃111与反射偏振器200之间。

[0025] 图2是根据一些实施方案的传感器120的示意性截面图。传感器120可为对波长 W_1 敏感的红外传感器。传感器120包括传感器120'并且还可包括波长选择滤光器122和/或角度选择滤光器126。另选地,滤光器122和/或126可被认为是设置在传感器上或邻近传感器的单独元件。滤光器122可设置在滤光器126与传感器120'之间,或者滤光器126可设置在滤

光器122与传感器120'之间。可任选地省略滤光器126和122中的一者或两者。例如,传感器120'可为或包括光电二极管。在一些实施方案中,传感器120包括角度选择滤光器126,该角度选择滤光器适于基本上透射以倾斜入射角入射到传感器上的光227并且基本上阻挡法向入射到传感器上的光229。在一些此类实施方案中,或者在其他实施方案中,传感器120包括波长选择滤光器122,该波长选择滤光器基本上透射波长 W_1 并且基本上阻挡可见波长和/或大于 W_1 超过100nm的近红外波长。角度选择滤光器126可包括微透镜阵列和其中具有通孔(例如,针孔)的光学不透明掩模层,其中通孔与微透镜一对一对应并且相对于微透镜偏移(沿着掩模层)使得滤光器126主要透射倾斜入射光。此类滤光器在本领域中是已知的并且在例如国际申请公布号W0 2020/035768(Yang等人)中描述。波长选择滤光器122可包括具有染料和/或颜料的层,和/或可包括干涉滤光器。

[0026] 图3是根据一些实施方案的通过滤光器122的透射率的示意性曲线图。在一些实施方案中,滤光器122包括通带123,该通带具有小于约100nm或小于约80nm的半峰全宽124。在一些实施方案中,滤光器122基本上透射波长 W_1 并且基本上阻挡波长 W_2 。

[0027] 图4是红外光源125的发射161与波长的示意性曲线图。发射161在峰值发射波长163处具有峰值162。由红外光源发射的光的波长 W_1 可以是峰值发射波长163。在一些实施方案中,发射161具有小于约20nm、或小于约10nm、或小于约7nm的半峰全宽。在一些实施方案中,红外光源125是例如激光二极管。在一些实施方案中,红外光源125是近红外发光二极管。

[0028] 在一些实施方案中,显示面板110是液晶显示面板。此类显示面板通常利用扩展照明源(例如,背景灯)来向显示面板提供光。在一些实施方案中,显示系统1000、1000'包括扩展照明源114,其中反射偏振器200设置在扩展照明光源114与显示面板110之间。在一些实施方案中,反射偏振器200是准直反射偏振器。此类偏振器可通过将具有较大入射角的光反射回扩展光源114以使光再循环来提供准直效果。液晶显示器(LCD)通常包括亮度增强棱镜膜(通常为交叉的棱镜膜)以增加显示器的轴上亮度。在一些情况下,当包括准直反射偏振器时,可以省略此类膜。在显示系统1000、1000'的一些实施方案中,在显示面板110与扩展照明源114的后反射器(例如,图5A至图5B中描绘的反射器117)之间没有设置亮度增强棱镜膜。

[0029] 图5A至图5B分别是根据一些实施方案的扩展照明源214和214'的示意性截面图,这些扩展照明源中的任一者可对应于扩展照明源114。在一些实施方案中,扩展照明源214包括光导113、至少一个光源119和反射器117,其中光导113设置在反射器117与反射偏振器200之间。至少一个光源119可以是沿着光导113的边缘设置的多个光源(例如,发光二极管)。在一些实施方案中,扩展照明源214'包括:反射器117;光学漫射器182,该光学漫射器与反射器117相邻,其中光学漫射器182和反射器117在长度和宽度上彼此基本上共同延伸并且在其间限定光学腔188;和至少一个光源119,该至少一个光源设置在光学腔中。

[0030] 如果每个层或元件的长度和宽度的至少约60%与每个其他层或元件的长度和宽度的至少约60%共同延伸,则可以将层或元件描述为在长度和宽度上彼此基本上共同延伸。在一些实施方案中,对于被描述为在长度和宽度上彼此基本上共同延伸的层或元件,每个层或元件的至少约80%或至少约90%在长度和宽度上与每个其他层或元件的长度和宽度的至少约80%或至少约90%共同延伸。

[0031] 图6是根据一些实施方案的包括多个交替的聚合物层141、142的反射偏振器200的示意性截面图,该多个交替的聚合物层的数量可总计为至少10或总计为至少100,其中每个聚合物层141、142具有小于约500nm的平均厚度。反射偏振器可包括厚度大于约500nm或大于约1微米或大于约2微米的其他层(例如,表层或保护性边界层)。层141、142的数量可基本上大于图6中示意性示出的数量。在一些实施方案中,多个交替的聚合物层141、142的总数在500至1200的范围内。反射偏振器200的透射光谱可分别针对基本上法向入射的光150和针对正交的第一(例如,阻光)偏振态151和第二(例如,透光)偏振态152来指定。透射光谱可另选地或另外地针对倾斜入射角的p偏振(在入射平面中偏振的)光和/或s偏振(正交于入射平面偏振的)光来指定,如本文别处进一步描述的。

[0032] 如本领域中已知的,多层光学膜(诸如反射偏振器膜,该反射偏振器膜包括交替的聚合物层)可用于通过适当选择层厚度和折射率差值来在所需波长范围内提供所需的反射和透射。多层光学膜和制造多层光学膜的方法描述于例如美国专利号5,882,774(Jonza等人);6,179,948(Merrill等人);6,783,349(Neavin等人);6,967,778(Wheatley等人);和9,162,406(Neavin等人)中。具有锐带边缘的反射偏振器在本领域中是已知的,并且在例如美国专利号6,967,778(Wheatley等人)中描述。在一些实施方案中,反射偏振器200是准直反射偏振器。准直反射偏振器是本领域已知的,并且在例如美国专利号9,441,809(Nevitt等人)和9,551,818(Weber等人)中有所描述。本说明书的反射偏振器的合适材料包括这些参考文献中描述的聚合物。例如,反射偏振器可包括交替的基本上各向同性的低折射率层(例如,无定形聚酯)和定向高折射率层(例如,双折射萘基聚酯)。

[0033] 图7是示例性反射偏振器的层厚度分布的曲线图。层厚度分布是指当交替的聚合物层141、142从反射偏振器的一侧到另一侧依次编号时层厚度与层数的关系。示出了窄带和宽带反射偏振器的层厚度分布。窄带反射偏振器包括总共650个交替的聚合物层141、142,并且对于基本上法向入射的光150以及对于第一(例如阻光)偏振态151具有901nm的带边缘波长。宽带反射偏振器包括总共850个交替的聚合物层141、142,并且对于基本上法向入射的光150以及对于第一(例如阻光)偏振态151具有986nm的带边缘波长。

[0034] 在一些实施方案中,层厚度分布被选择成提供透射光谱,该透射光谱包括在可见波长范围或可见-近红外波长范围内的下凹部分以及将可见波长范围或可见-近红外波长范围与近红外范围分开的锐带边缘。在一些实施方案中,层厚度分布从与反射偏振器的一侧相邻的最薄聚合物层到与反射偏振器的另一侧相邻的最厚聚合物层基本上单调地增加,其中层厚度分布具有如图7所示的大致下凹形状。

[0035] 图8A至图8B是在不同入射平面中入射到反射偏振器200上的光的示意图。光150基本上法向地入射到反射偏振器200上,并且光159、159'以入射角 θ 入射到反射偏振器200上。在图8A中,光159在平行于x-z平面的入射平面中入射到反射偏振器200上,并且在图8B中,光159'在平行于y-z平面的入射平面中入射到反射偏振器200上。第一偏振态151可被描述为其中投射到反射偏振器200的平面(x-y平面)上的电场沿着阻光轴(x轴)的偏振态,并且第二偏振态152可被描述为其中投射到反射偏振器200的平面(x-y平面)上的电场沿着透光轴(y轴)的偏振态。在x-z入射平面中(图8A),第一偏振态151是p偏振态,并且第二偏振态152是s偏振态。在y-z入射平面中(图8B),第一偏振态151是s偏振态,并且第二偏振态152是p偏振态。

[0036] 图9是示例性反射偏振器的针对各种偏振态和入射角的透射率的曲线图。T0阻光和T0透光分别表示具有第一偏振态(151)和第二偏振态(152)的法向入射光的透射率。Tp60阻光和Ts60阻光表示对于分别平行于和正交于第一偏振态151的入射平面,在第一偏振态151中以60度的入射角入射到反射偏振器上的光的透射率。Tp60透光和Ts60透光表示对于分别平行于和正交于第二偏振态152的入射平面,在第二偏振态152中以60度的入射角入射到反射偏振器上的光的透射率。图9的反射偏振器对于宽带情况使用图7所示的层厚度分布。对于窄带情况使用图7所示的层厚度分布的反射偏振器的透射光谱看起来类似,但带边缘向较低波长移位。图9所示的透射光谱是使用常规光学建模技术来计算的。交替层141、142被建模为包括无定形聚酯(乙二醇改性的聚对苯二甲酸乙二醇酯(PETg))的低折射率层和定向聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)的高折射率层。低折射率层被建模为各向同性的,在633nm处的折射率为1.563,并且高折射率层被建模为在633nm处的折射率在x方向上为1.804、在y方向上为1.615以及在z方向上为1.51。反射偏振器被建模为在反射偏振器的每一侧上包括500nm厚的PETg表层。

[0037] 图9的光学透射率210包括带边缘212和222。带边缘212和222中的任一者可被称为第一带边缘,并且带边缘212和222中的另一者可被称为第二带边缘。在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第一偏振态151,反射偏振器200的光学透射率210具有将第一波长范围和第二波长范围分开的第一带边缘212,其中第一波长范围至少从约450nm延伸至约900nm,并且第二波长范围至少从约1100nm延伸至约1300nm。沿第一带边缘212,第一带边缘212具有对应于约50%的光学透射率的带边缘波长W2。对于基本上法向入射的光150以及对于第一偏振态151,反射偏振器200在第一波长范围内具有小于约10%的平均光学透射率并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。对于基本上法向入射的光150以及对于正交于第一偏振态151的第二偏振态152,反射偏振器在第一波长范围内具有大于约40%的平均光学透射率并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第二偏振态152,反射偏振器在约450nm至约650nm的波长范围内具有约50%至约70%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第一偏振态151,反射偏振器200在第一波长范围内的平均光学透射率小于约5%、或小于约3%、或小于约2%。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第一偏振态151,第二波长范围内的平均光学透射率大于约85%或大于约90%。

[0038] 在一些实施方案中,第一波长范围至少从约450nm延伸至约925nm或约940nm或约950nm。在一些实施方案中,第一波长范围至少从约425nm延伸至约900nm或约925nm或约940nm或约950nm。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中,第二波长范围至少从约1100nm延伸至约1350nm,或至少从约1050nm延伸至约1350nm。

[0039] 由红外光源125发射的红外光127的波长W1在图9中被指示为滤光器122的通带的半峰全宽124。在一些实施方案中,W1<975nm,或者W1<960nm,或者W1<950nm。在一些实施方案中,W2>W1。在一些实施方案中,W2-W1>10nm或20nm或30nm。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中,W2>960nm并且W1<950nm。

[0040] 图10是图9的反射偏振器对于p偏振态以及20度和60度入射角的透射率的曲线图。Tp20透光和Tp60透光分别表示对于第二偏振态152以及平行于第二偏振态152的入射平面,

以20度和60度的入射角入射到反射偏振器上的光的透射率。在一些实施方案中,对于第二偏振态152以及平行于第二偏振态152的入射平面,以及对于至少从约450nm延伸至约650nm的波长范围,反射偏振器对于以较小入射角(例如,20度、或10度、或5度)入射的光具有较大平均光学透射率 T_{p01} 并且对于以较大入射角(例如,40度、或50度、或60度、或70度)入射的光具有较小平均光学透射率 T_{p02} 。在一些实施方案中,较大平均光学透射率 T_{p01} 与较小平均光学透射率 T_{p02} 之间的差值大于约20%或大于约25%,较小入射角小于约25度,并且较大入射角在约40度至约70度的范围内(例如,约60度)。在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第二偏振态152,反射偏振器200在约450nm至约650nm的第三波长范围内具有约50%至约70%的平均光学透射率。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中,对于第二偏振态152以及对于在平行于第二偏振态152的入射平面中以约60度的入射角入射到反射偏振器上的光,反射偏振器在第三波长范围内具有约15%至约35%或在约20%至约30%范围内的平均光学透射率。

[0041] 在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第二偏振态152,反射偏振器200在从约425nm延伸至约650nm的第三波长范围内具有平均光学透射率 T_1 ;并且对于第二偏振态152以及对于在平行于第二偏振态152的入射平面中以约60度的入射角入射到反射偏振器上的光159',反射偏振器的光学透射率 T_{10} 具有将第三波长范围与至少从约850nm延伸至约1100nm的第四波长范围分开的第二带边缘222。

[0042] 在一些实施方案中,光学透射率 T_{10} 包括在第三波长范围内的大致下凹部分和锐带边缘。已经发现此类透射光谱会导致随视角的低色移。图11至图12是分别示出了带边缘222和212以及对带边缘各自的最佳线性拟合224和274的光学透射率 T_{10} 的部分的曲线图。图13是对于第二偏振态152以及在平行于第二偏振态152的入射平面中以60度的入射角入射到反射偏振器上的光,光学透射率 T_{10} 的另一部分的曲线图。在一些实施方案中,至少在光学透射率从约20%增加至约80%的波长范围内将光学透射率 T_{10} 与波长相关联的对第二带边缘222的最佳线性拟合224具有大于约3%/nm的斜率226和大于约0.9的 r 平方值228。在一些实施方案中,第三波长范围内的光学透射率 T_{10} 的最佳二阶多项式拟合234具有负的二阶系数235和大于约0.9的 r 平方值238。在一些实施方案中,对于第二偏振态152以及对于在平行于第二偏振态152的入射平面中以约60度的入射角入射到反射偏振器上的光159',反射偏振器200在第三波长范围内具有约15%至约35%的平均光学透射率 T_2 并且在第四波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率,其中 $T_1 - T_2 \geq 10\%$ 或者 $T_1 - T_2$ 可在本文别处所述的范围内。在一些实施方案中,斜率226大于约3.5%/nm或大于约3.7%/nm。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中, r 平方值228大于约0.95或大于约0.98。

[0043] 在一些实施方案中,反射偏振器200包括总计至少10层的多个交替的聚合物层141、142,其中每个聚合物层具有小于约500nm的平均厚度,使得:

[0044] 对于基本上法向入射的光:

[0045] 对于第一偏振态151,反射偏振器200在从约425nm延伸至约650nm的第一波长范围内具有小于约5%的平均光学透射率;

[0046] 以及

[0047] 对于正交于第一偏振态151的第二偏振态152,反射偏振器200在第一波长范围内具有大于约40%的平均光学透射率 T_1 ;并

[0048] 且

[0049] 对于以约60度的入射角入射到反射偏振器上的光:

[0050] 对于第一偏振态151以及平行于第一偏振态151的入射平面(参见例如图8A),反射偏振器200在第一波长范围内具有小于约5%的平均光学透射率;以及

[0051] 对于第二偏振态152以及平行于第二偏振态152的入射平面(参见例如图8B),反射偏振器200的光学透射率210具有将第一波长范围和至少从约850nm延伸至约1100nm的第二波长范围分开的第一带边缘222,其中至少在光学透射率从约20%增加至约80%的波长范围内将光学透射率与波长相关联的对第一带边缘的最佳线性拟合224具有大于约3%/nm的斜率226和大于约0.9的r平方值228,第一波长范围内的光学透射率的最佳二阶多项式拟合234具有负的二阶系数235和大于约0.9的r平方值238,并且反射偏振器200在第一波长范围内具有约15%至约35%的平均光学透射率T2并且在第二波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。在一些实施方案中, $T1 - T2 \geq 10\%$ 。

[0052] 在一些实施方案中,对于第一偏振态151以及对于在正交于第一偏振态151的入射平面(例如,y-z平面)中以约60度的入射角入射到反射偏振器200上的光,反射偏振器200在第一波长范围内具有小于约5%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于第二偏振态152以及对于在正交于第二偏振态152的入射平面(例如,x-y平面)中以约60度的入射角入射到反射偏振器200上的光,反射偏振器200在第一波长范围内具有约15%至约35%的平均光学透射率T3并且在第二波长范围内具有大于约60%的平均光学透射率。在一些实施方案中, $T2$ 和 $T3$ 各自在约20%至约30%的范围内。在一些实施方案中, $|T3 - T2| \leq 8\%$ 或 $|T3 - T2| \leq 5\%$ 。

[0053] 在一些实施方案中, $T1$ 在约50%至约70%的范围内。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中, $T1 - T2 \geq 15\%$,或 $T1 - T2 \geq 20\%$,或 $T1 - T2 \geq 25\%$ 。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中, $T1 - T2 \leq 60\%$,或 $T1 - T2 \leq 50\%$,或 $T1 - T2 \leq 40\%$ 。

[0054] 在一些实施方案中,沿第一带边缘222,第一带边缘222具有对应于约50%的光学透射率的第一带边缘波长 $W3$,其中第一带边缘波长 $W3$ 为至少约670nm、或至少约700nm、或至少约720nm。

[0055] 在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光以及对于第一偏振态151,反射偏振器200在第一波长范围内具有小于约3%或小于约2%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于以约60度的入射角入射到反射偏振器200上的光以及对于第一偏振态151和平行于第一偏振态151的入射平面,反射偏振器200在第一波长范围内具有小于约3%或小于约2%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第一偏振态,反射偏振器200的光学透射率210具有将第三波长范围和第四波长范围分开的第二带边缘212,其中第三波长范围至少从约450nm延伸至约900nm,并且第四波长范围至少从约1100nm延伸至约1300nm,并且其中反射偏振器200在第三波长范围内具有小于约5%的平均光学透射率并且在第四波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第一偏振态,反射偏振器200在第三波长范围内具有小于约3%或小于约2%的平均光学透射率。在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第一偏振态,反射偏振器200在第四波长范围内具有大于约85%或大于约90%的平均光学透射率。

[0056] 在一些实施方案中,第三波长范围至少从约450nm延伸至约925nm或约940nm或约950nm。在一些实施方案中,第三波长范围至少从约425nm延伸至约900nm或约925nm或约940nm或约950nm。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中,第四波长范围至少从约1100nm延伸至约1350nm,或至少从约1050nm延伸至约1350nm。

[0057] 在一些实施方案中,对于基本上法向入射的光150以及对于第二偏振态152,反射偏振器在第四波长范围内具有大于约80%的平均光学透射率。在一些实施方案中,沿第二带边缘,第二带边缘212具有对应于约50%的光学透射率的第二带边缘波长 W_2 ,其中第二带边缘波长 W_2 在约925nm至约1050nm的范围内。在一些实施方案中,至少在光学透射率从约10%增加至约70%的波长范围内将光学透射率与波长相关联的对第二带边缘212的最佳线性拟合274具有大于约2%/nm的斜率276和大于约0.9的 r 平方值278。在一些实施方案中,对第一带边缘222的最佳线性拟合224的斜率226比对第二带边缘212的最佳线性拟合274的斜率276大至少约0.5%/nm,或大至少0.7%/nm,或大至少1%/nm。在一些实施方案中,斜率276大于约2.2%/nm或大于约2.3%/nm。在一些此类实施方案中,或在其他实施方案中, r 平方值278大于约0.95或大于约0.98。

[0058] 在一些实施方案中,最佳二阶多项式拟合234具有正一阶系数236。在一些实施方案中,最佳二阶多项式拟合234在介于约400nm与约550nm之间或介于约425nm与约500nm之间的波长 W_4 处具有最大值239。在一些实施方案中, r 平方值238大于约0.95,或大于约0.98。

[0059] 图14是CIE(国际照明委员会)1931 xy 颜色空间上的示意性曲线图,示出了对于入射到反射偏振器200上的处于第二偏振态152的光的随入射角 θ 的色移。入射光可以由点333表示的基本白光。例如,基本白光可具有CIE 1931 xy 坐标,每个坐标在0.29至0.35或0.3至0.34范围内。基本白光可以是标准光源D65,例如,其CIE 1931 x 坐标和 y 坐标分别为0.3127和0.329。颜色可从在低入射角或零入射角处更接近点333的点334移位到在高入射角处更远离点333的点335。在一些实施方案中,反射偏振器200被配置为使得对于基本上白色的入射光(例如,由点333表示)以及对于第二偏振态152,当入射光的入射角 θ 在平行于第二偏振态152的入射平面和正交于第二偏振态152的入射平面中的每一者中从0度至约60度变化时,透射通过反射偏振器的光与入射光之间的最大色差 Δ 在CIE 1931 xy 颜色空间上不超过约0.07、或不超过约0.06、或不超过约0.05。在一些实施方案中,反射偏振器200被配置为使得对于基本上白色的入射光以及对于第二偏振态152,当入射光的入射角 θ 在平行于第二偏振态152的入射平面和正交于第二偏振态152的入射平面中的每一者中从0度至约75度变化时,透射通过反射偏振器200的光与入射光之间的最大色差 Δ 在CIE 1931 xy 颜色空间上不超过约0.08、或不超过约0.07、或不超过约0.06、或不超过约0.05。

[0060] 对于具有图9的透射光谱的反射偏振器,对于标准光源D65光以及对于第二偏振态152,针对60度的入射角在入射光与透射通过反射偏振器的光之间的计算出的色差 Δ 对于平行于第二偏振态152的入射平面为0.0495(p偏振光),并且对于正交于第二偏振态152的入射平面为0.0203(s偏振光)。

[0061] 为了测试低色移对制造变化的稳健性(制造变化可能导致厚度减小和带边缘向较低波长移位),计算具有对应于窄带和宽带的图7的层厚度分布的反射偏振器的色移,并且计算厚度减小5%或10%的反射偏振器的色移。入射光具有红色、绿色和蓝色发光二极管的光谱,其相对强度被选择为分别给出0.3127和0.329的CIE 1931 x 坐标和 y 坐标。对于减小厚

度(95%厚度和90%厚度)的反射偏振器,相对于100%厚度的对应反射偏振器,对于60度的入射角以及对于第二偏振态152,计算CIE 1931 xy 颜色空间中的色移。对于宽带反射偏振器,对于95%厚度和90%厚度以及对于平行于和正交于第二偏振态152的入射平面中的每个入射平面,色移小于0.044。对于窄带反射偏振器,对于90%厚度以及对于正交于第二偏振态152的入射平面(s偏振),色移为0.0924,并且对于90%厚度以及对于平行于第二偏振态152的入射平面(p偏振),色移为0.1682。这些大色移主要是由于CIE x 坐标的增大,该增大表明向红色的移位。结果表明,与窄带反射偏振器相比,宽带反射偏振器提供了对制造变化更稳健的低色移。

[0062] 如本领域中已知的,本文描述的最佳线性拟合可以是线性最小二乘拟合。最佳多项式拟合可类似地是最小二乘拟合。此类拟合使残差平方和最小,其中残差是数据与拟合曲线(线或多项式)之间的差。最小二乘分析允许确定 r 平方值(有时称为确定系数)。

[0063] 诸如“约”的术语将在本领域普通技术人员在本说明书中使用和描述的上下文中理解。如果本领域普通技术人员在本说明书中使用和描述的上下文中对“约”应用于表达特征大小、数量和物理特性的量的使用不清楚,则“约”将被理解为是指在指定值的10%以内。给定为约指定值的量可精确地为指定值。例如,如果本领域普通技术人员在本说明书中使用和描述的上下文中对其不清楚,则具有约1的值的量是指该量具有介于0.9和1.1之间的值,并且该值可为1。

[0064] 本领域普通技术人员将在本说明书中使用和描述的上下文中理解术语诸如“基本上”。如果本领域普通技术人员在本说明书中使用和描述的上下文中对“基本上法向”的使用不清楚,则“基本上法向”将指在法线的20度以内。在一些实施方案中,描述为基本上法向的方向可在法线的10度内或5度内,或者可以是法线或标称法线。

[0065] 上述所有引用的参考文献、专利和专利申请以一致的方式全文据此以引用方式并入本文。在并入的参考文献部分与本申请之间存在不一致或矛盾的情况下,应以前述说明中的信息为准。

[0066] 除非另外指出,否则针对附图中元件的描述应被理解为同样适用于其它附图中的对应元件。虽然本文已经例示并描述了具体实施方案,但本领域的普通技术人员将会知道,在不脱离本公开范围的情况下,可用多种另选的和/或等同形式的具体实施来代替所示出和所描述的具体实施方案。本申请旨在涵盖本文所讨论的具体实施方案的任何改型或变型或组合。因此,本公开旨在仅受权利要求及其等同形式的限制。

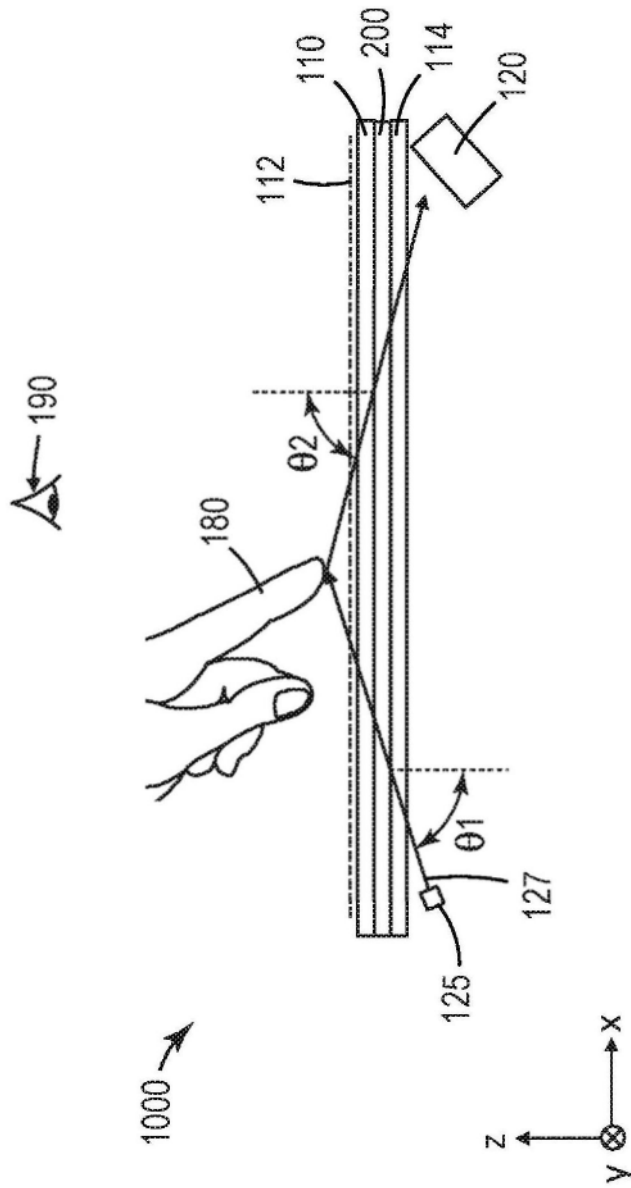


图1A

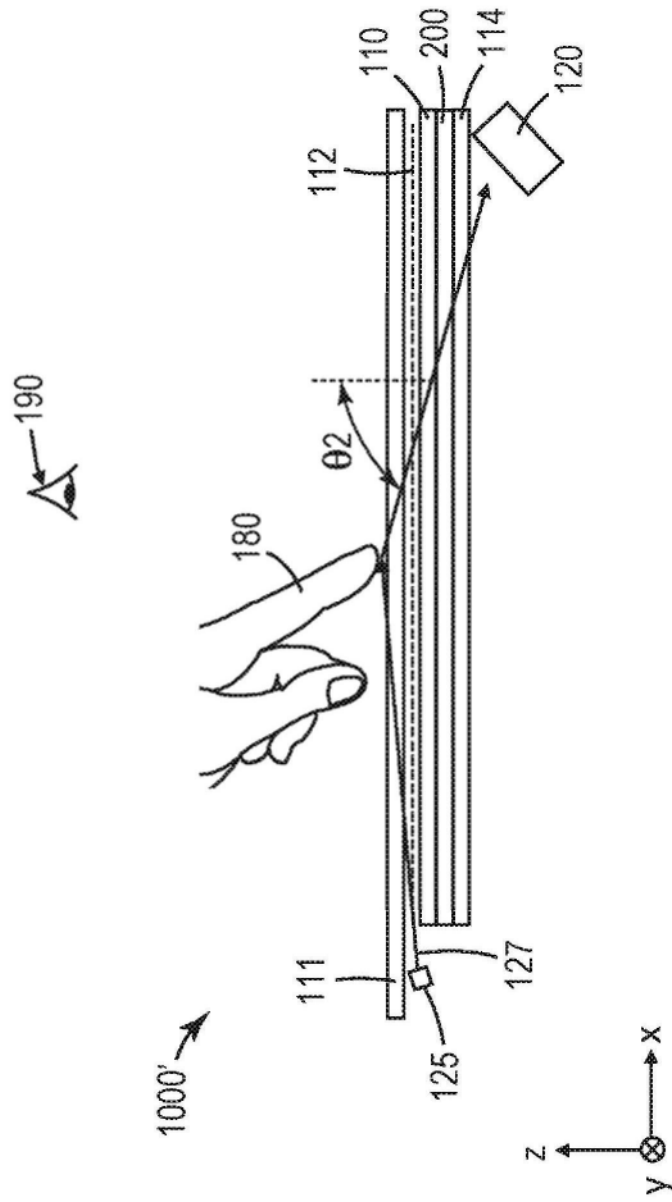


图1B

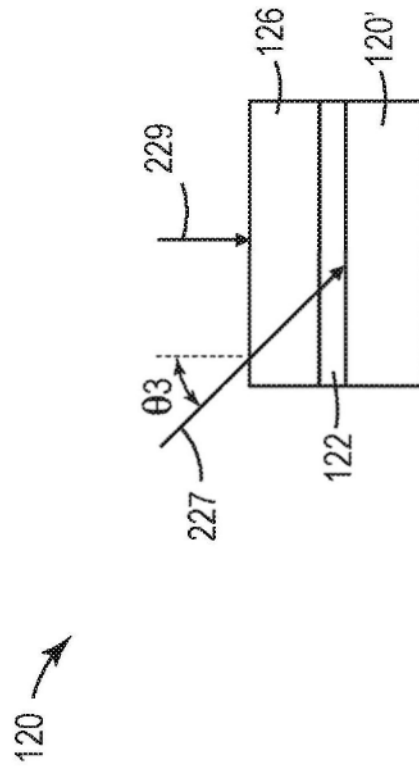


图2

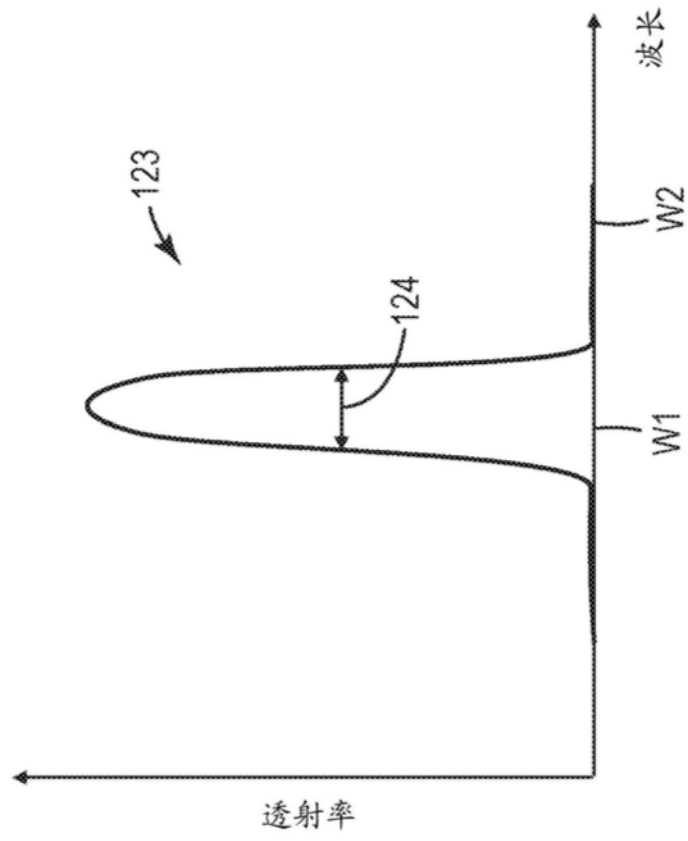


图3

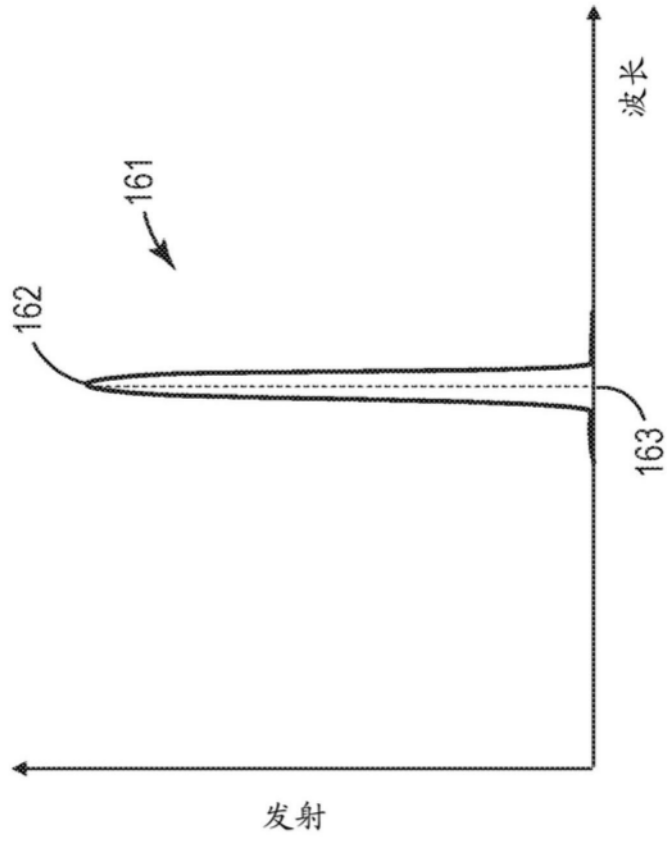


图4

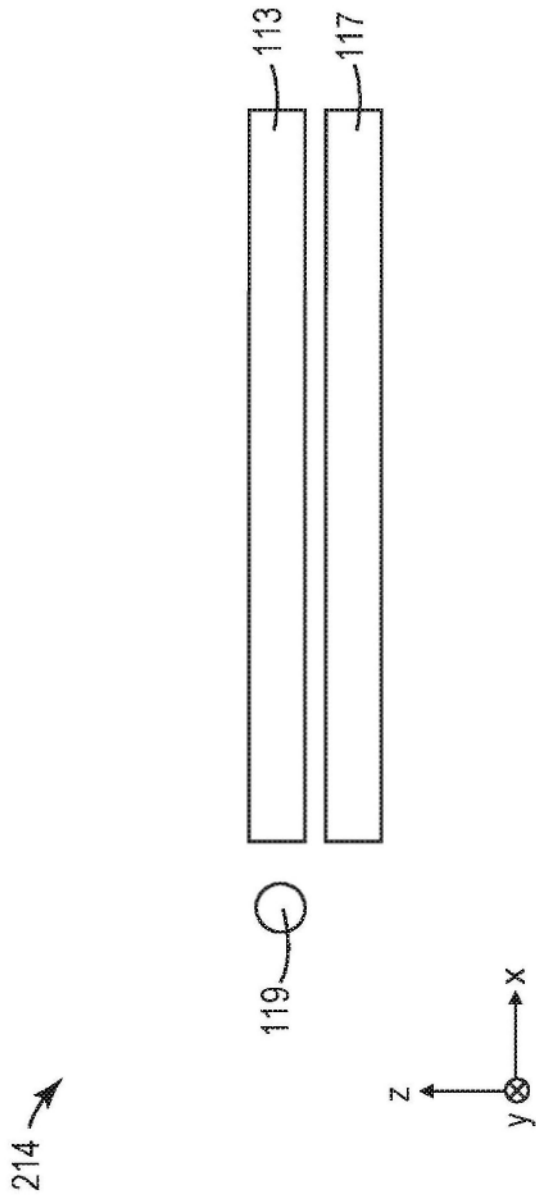


图5A

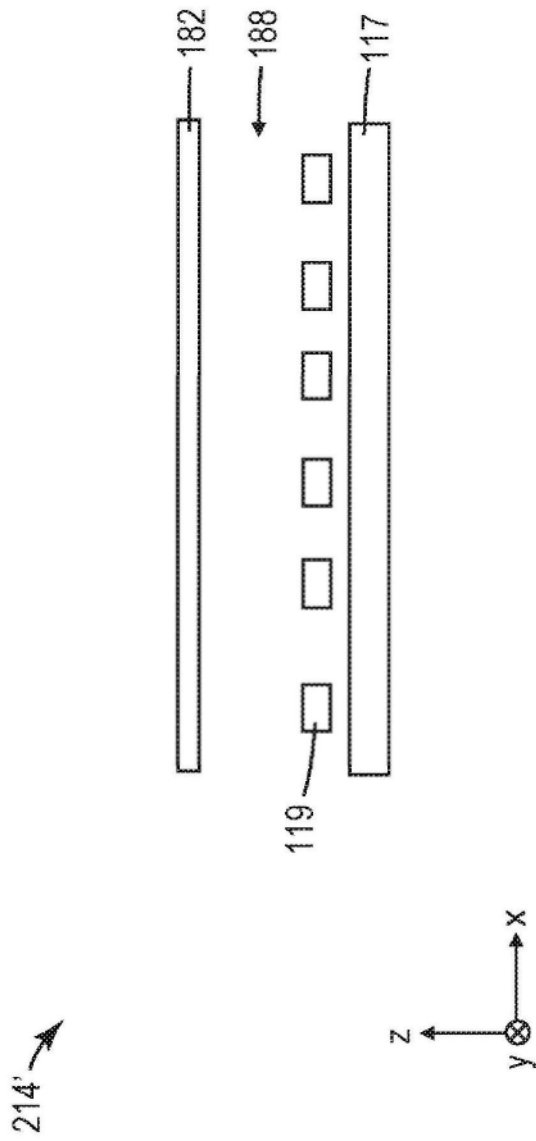


图5B

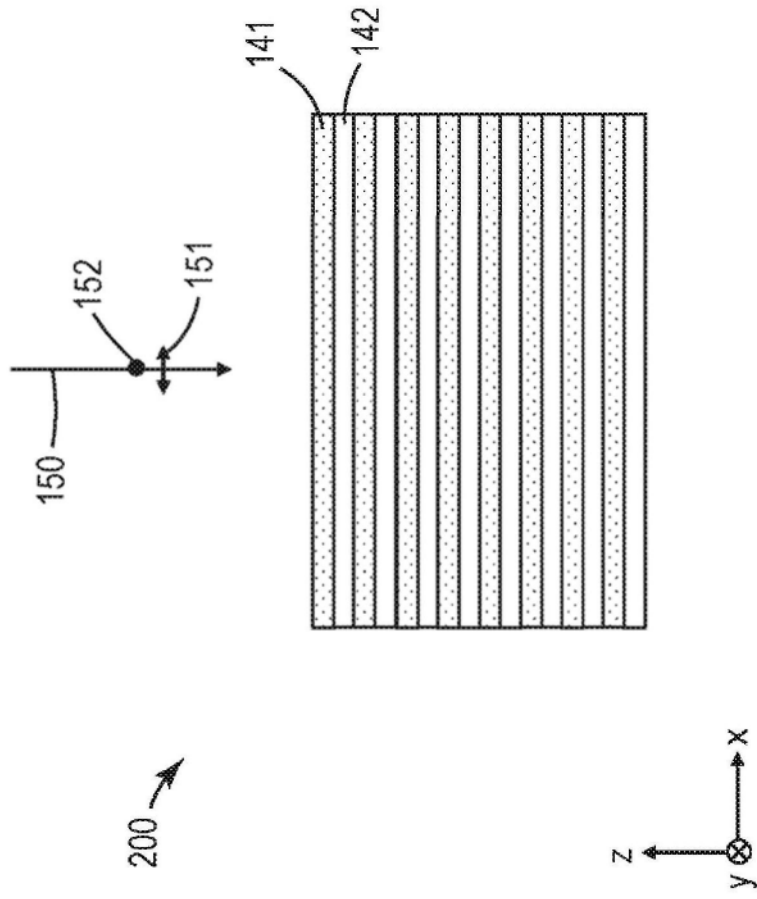


图6

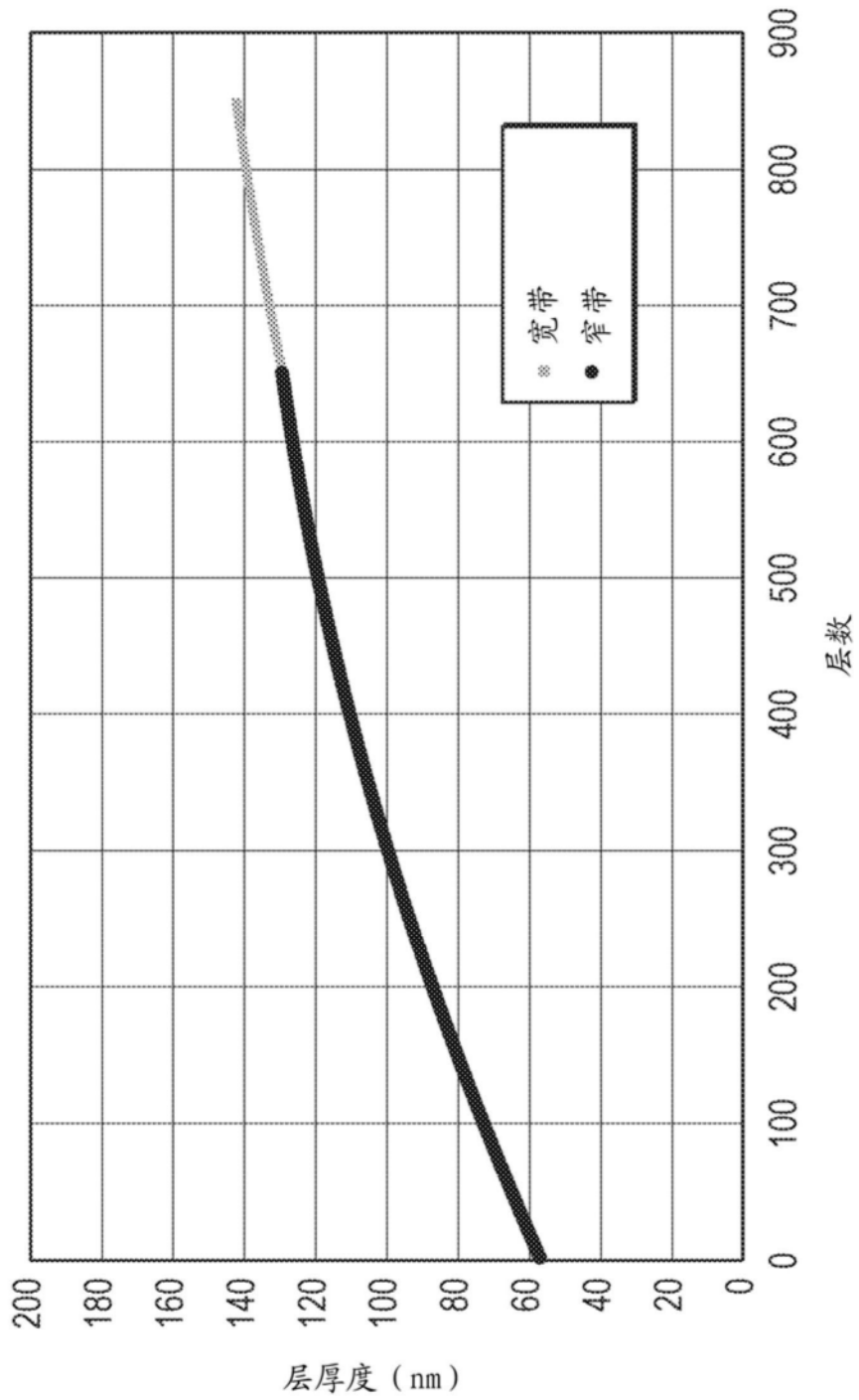


图7

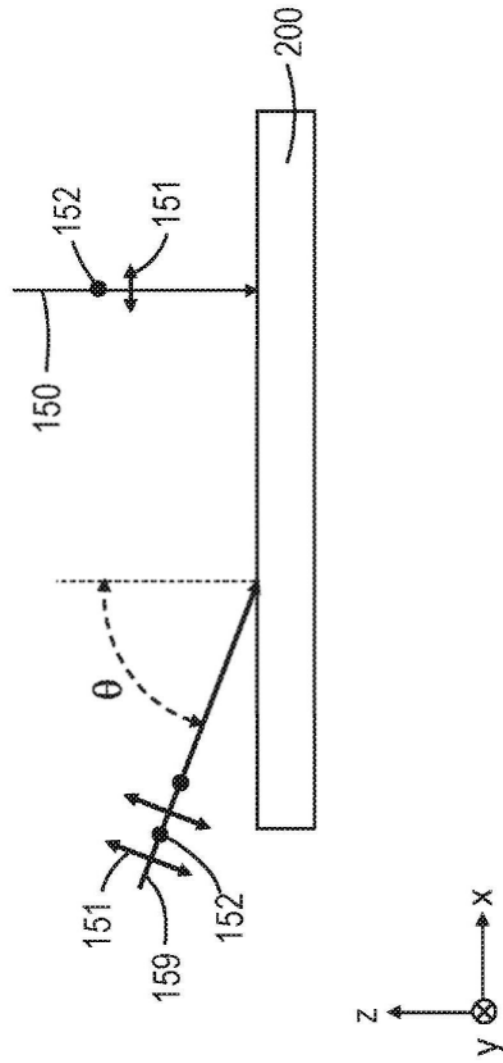


图8A

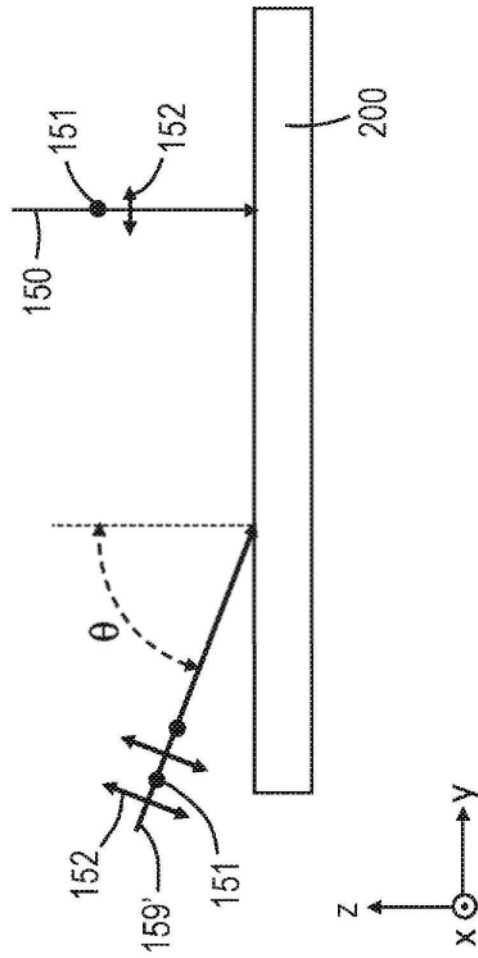


图8B

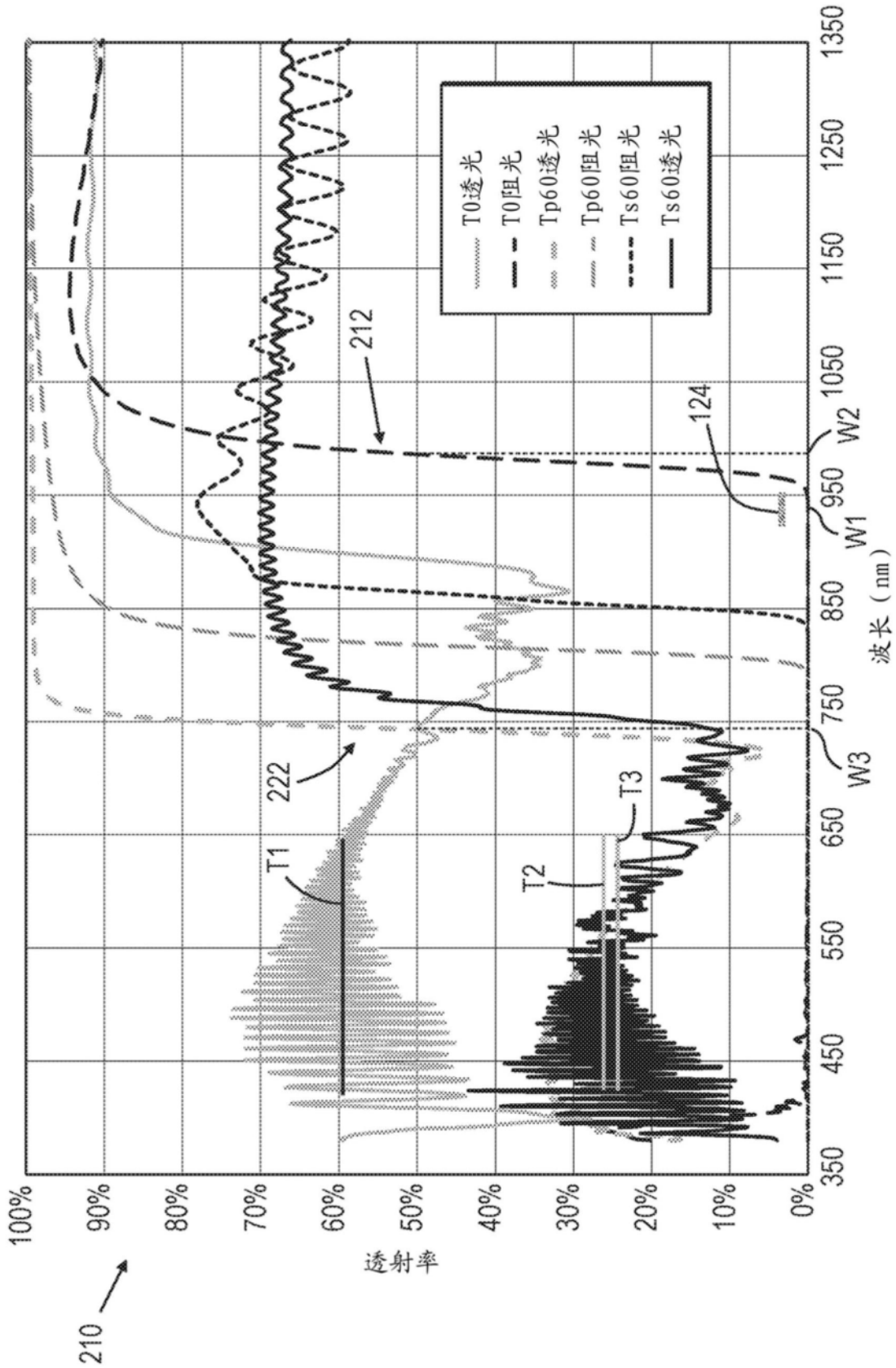


图9

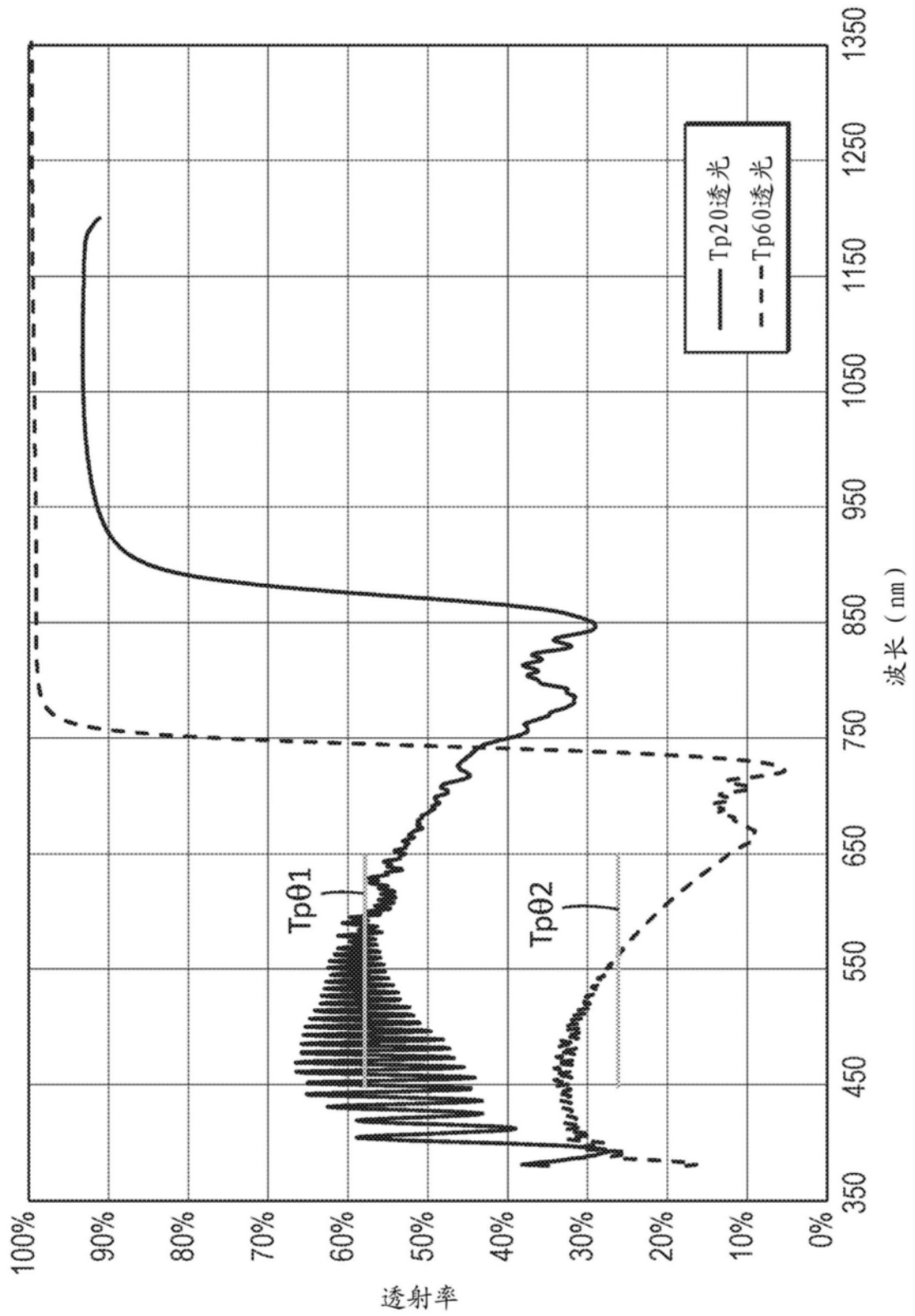


图10

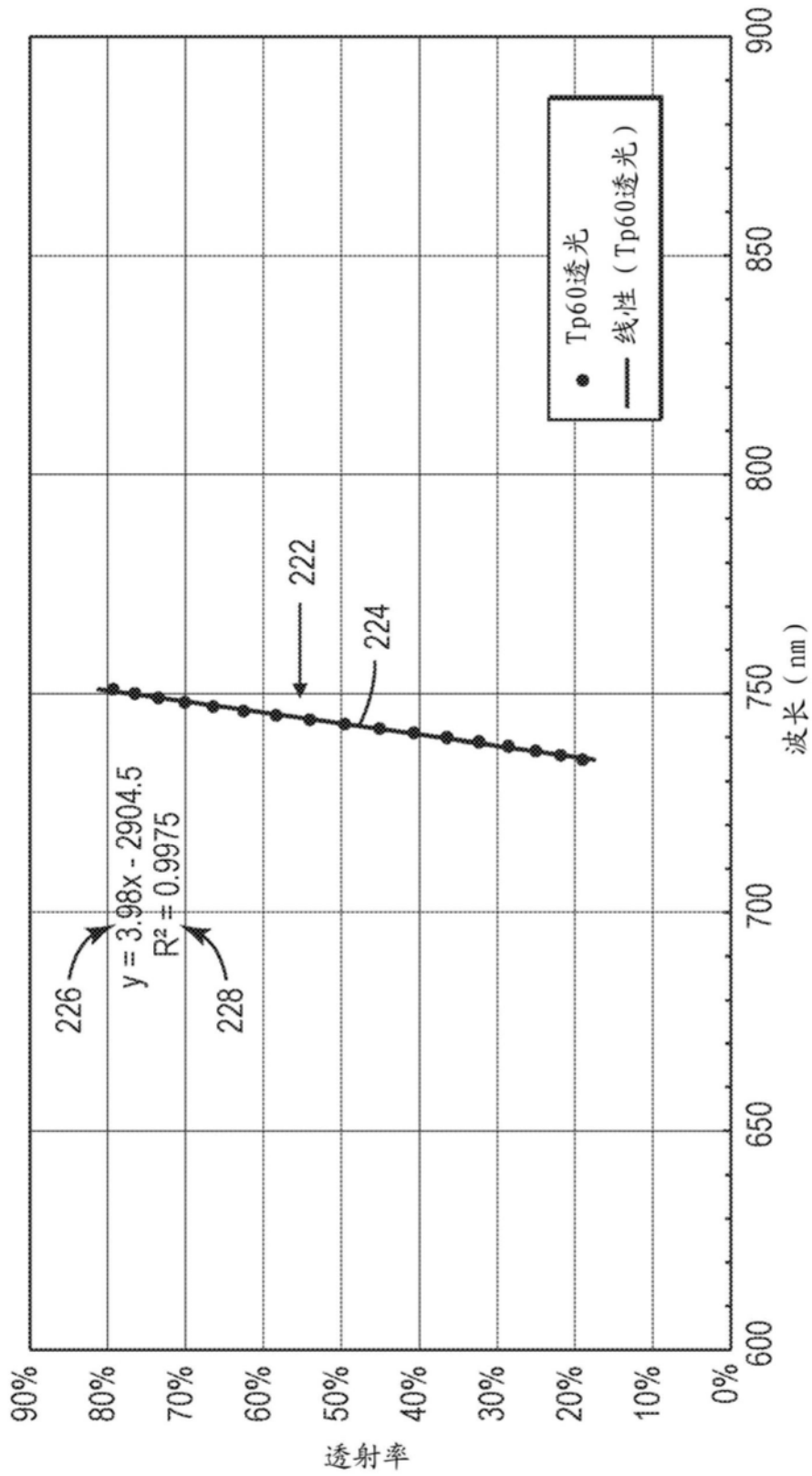


图11

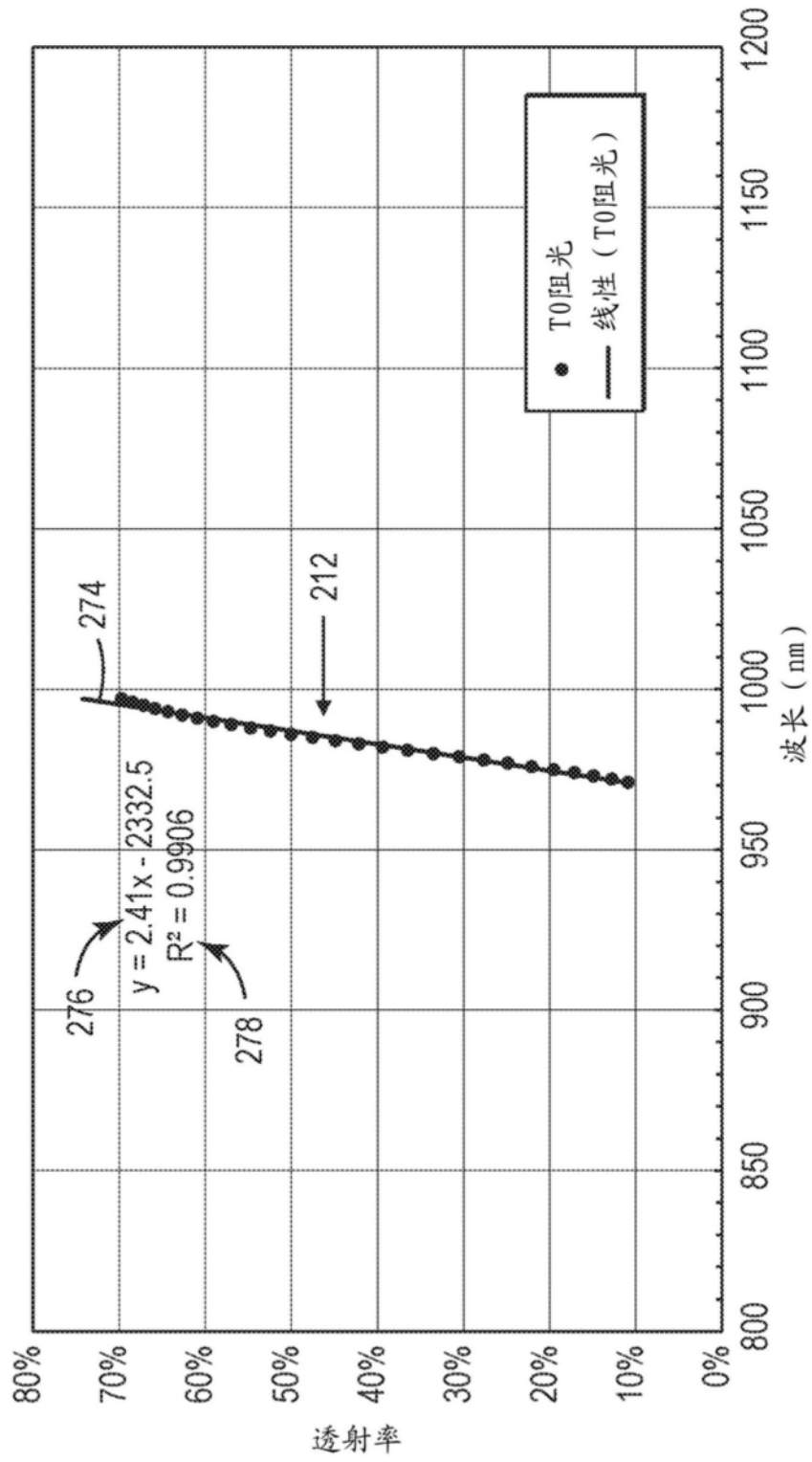


图12

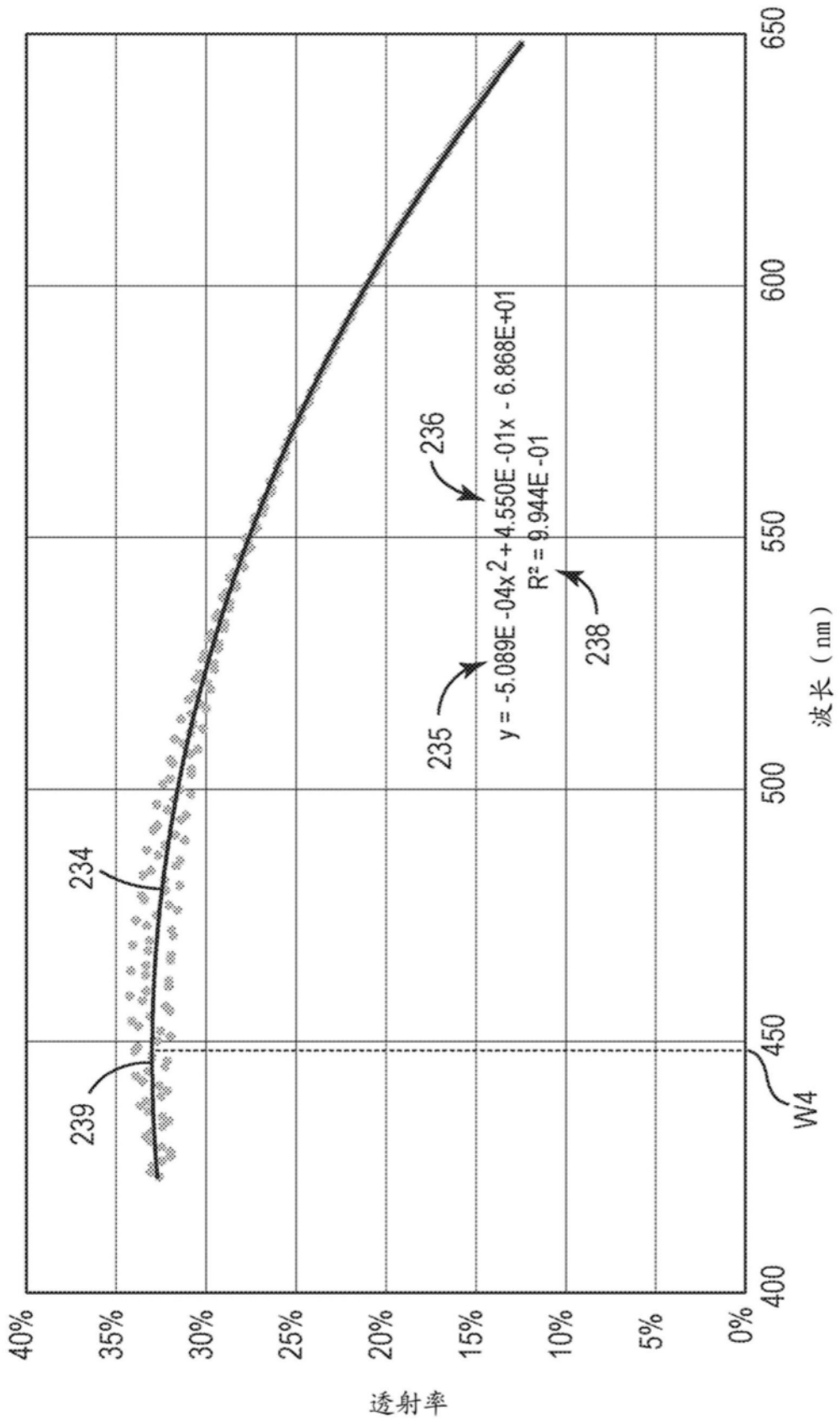


图13

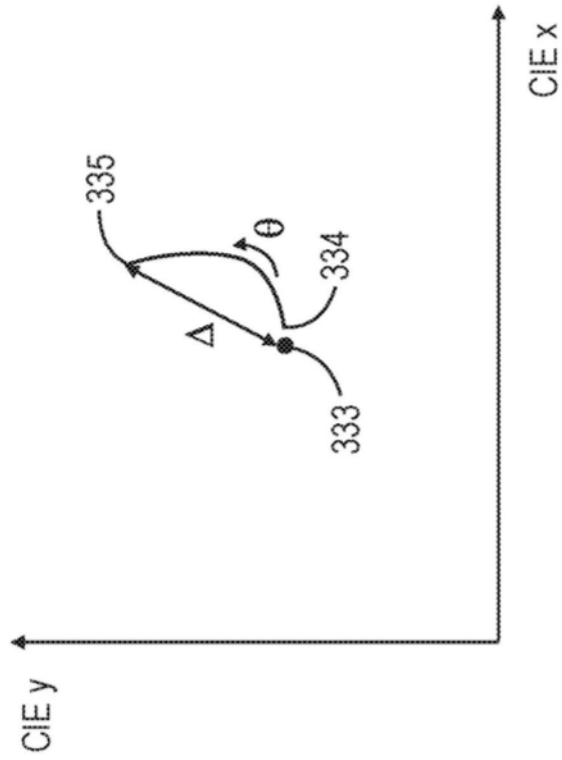


图14