(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113874762 B
(45)授权公告日 2025.03.07

(21)申请号 202080038258.4
(22)申请日 2020.05.20
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113874762 A
(43)申请公布日 2021.12.31
(30)优先权数据
62/852,112 2019.05.23 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.23
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2020/054798 2020.05.20
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/234808 EN 2020.11.26
(73)专利权人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州
(72)发明人 亚当·D·哈格 威廉·B·布莱克
罗伯特·M·比格勒
马修·B·约翰逊
爱德华·J·基维尔
(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 张芸 龙涛峰
(51)Int.Cl.
G02B 5/30(2006.01)
(56)对比文件
CN 101932444 A,2010.12.29
CN 103608173 A,2014.02.26
审查员 孙宏雪

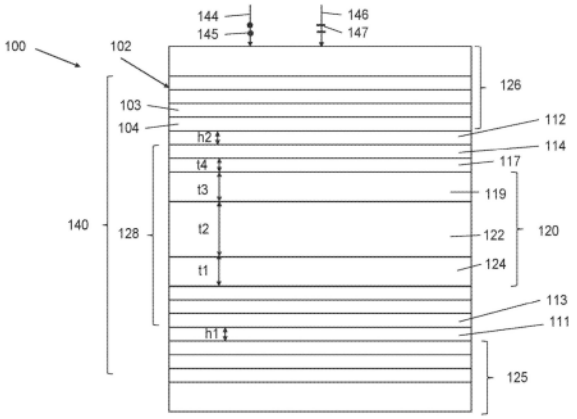
权利要求书2页 说明书10页 附图17页

(54)发明名称

多层光学膜

(57)摘要

本发明公开了一种多层光学膜,该多层光学膜包括按顺序彼此相邻布置的多个聚合物层。该多个聚合物层中的间隔开的第一聚合物层和第二聚合物层之间的厚度差异小于约10%。设置在该第一聚合物层与该第二聚合物层之间的每个聚合物层具有小于约400nm的厚度。该多个聚合物层中的设置在该第一聚合物层与该第二聚合物层之间的一组至少三个聚合物层中的每个层具有比该第一聚合物层和该第二聚合物层的平均厚度大了约20%至约500%的厚度。该一组至少三个聚合物层包括至少一对紧邻的聚合物层。



CN 113874762 B

1.一种多层光学膜,包括按顺序彼此紧邻布置的多个聚合物层,所述多个聚合物层中的间隔开的第一聚合物层和第二聚合物层之间的厚度差异小于约10%,所述第一聚合物层和所述第二聚合物层以及设置在所述第一聚合物层与所述第二聚合物层之间的每个聚合物层具有小于约400nm的厚度,所述多个聚合物层中的设置在所述第一聚合物层与所述第二聚合物层之间的一组至少三个聚合物层中的每个层具有比所述第一聚合物层和所述第二聚合物层的平均厚度大了约50%至约500%的厚度,所述一组至少三个聚合物层包括至少一对紧邻的聚合物层,其中所述多个聚合物层中的设置在所述第一聚合物层与所述第二聚合物层之间的聚合物层的总数不超过30。

2.根据权利要求1所述的多层光学膜,包括至少50个层。

3.根据权利要求1所述的多层光学膜,其中所述一组至少三个聚合物层中的聚合物层按顺序彼此相邻布置。

4.根据权利要求1所述的多层光学膜,其中所述多个聚合物层中的所述一组至少三个聚合物层是所述多个聚合物层中的一组至少四个聚合物层。

5.根据权利要求1所述的多层光学膜,其中所述一组至少三个聚合物层具有比所述第一聚合物层和所述第二聚合物层的所述平均厚度大了约150%至约250%的平均厚度。

6.根据权利要求1所述的多层光学膜,其中所述第一聚合物层和所述第二聚合物层中的每者设置在所述一组至少三个聚合物层与所述多个聚合物层中的至少50个其他聚合物层之间。

7.根据权利要求1所述的多层光学膜,其中设置在所述第一聚合物层与所述第二聚合物层之间的层都不具有比所述第一聚合物层和所述第二聚合物层的所述平均厚度小了超过约10%的平均厚度。

8.根据权利要求1所述的多层光学膜,包括沿所述多层光学膜的厚度的至少一部分按顺序彼此相邻布置的第一组至少200个聚合物层,所述第一组聚合物层包括所述第一聚合物层和所述第二聚合物层以及所述一组至少三个聚合物层,所述第一组至少200个聚合物层中的每个层具有小于约400nm的平均厚度。

9.根据权利要求1所述的多层光学膜,其中所述一组至少三个聚合物层包括少于20个聚合物层。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的多层光学膜,其中所述多个聚合物层中的设置在所述第一聚合物层与所述第二聚合物层之间的聚合物层的所述总数不超过20。

11.根据权利要求1所述的多层光学膜,其中所述多个聚合物层进一步包括沿所述多层光学膜的厚度的至少一部分按顺序彼此相邻布置的多个光学重复单元,每个光学重复单元包括至少两个层并且具有对应带宽,所述多个光学重复单元中的间隔开的第一光学重复单元和第二光学重复单元的所述带宽彼此重叠,所述多个光学重复单元中的设置在所述第一光学重复单元与所述第二光学重复单元之间的至少一对相邻光学重复单元具有非重叠带宽,设置在所述第一光学重复单元与所述第二光学重复单元之间的光学重复单元都不具有比所述第一光学重复单元和所述第二光学重复单元的平均厚度小了超过约10%的厚度,所述多层光学膜中的设置在所述第一光学重复单元与所述第二光学重复单元之间的每个层具有小于约400nm的平均厚度。

12.根据权利要求11所述的多层光学膜,其中每个光学重复单元包括至少四个层。

13.根据权利要求11所述的多层光学膜,其中每个光学重复单元包括层A、B和C,所述层A、B和C按ABCB的次序布置,其中层AB和CB的光学厚度为基本上相同波长的四分之一。

14.根据权利要求1所述的多层光学膜,其中所述多个聚合物层进一步包括按顺序彼此相邻布置的第一光学层和第二光学层的多个交替层,所述第一光学层和所述第二光学层的所述多个交替层中的按顺序相邻布置的至少第一光学层至第四光学层分别具有预期的平均厚度t1至t4,t1至t4中的每者小于约400nm,其中t2和t3中的一者比t1、t4以及t2和t3中的另一者大至少5%。

15.一种多层光学膜,包括第一多层叠堆、第二多层叠堆和设置在两者间的第三多层叠堆,所述第一多层叠堆、所述第二多层叠堆和所述第三多层叠堆中的每者包括多个聚合物层,所述第一多层叠堆和所述第二多层叠堆中的每者中的聚合物层的总数为至少50,所述第一多层叠堆和所述第二多层叠堆包括紧邻所述第三多层叠堆的相应的第一聚合物层和第二聚合物层,所述第一聚合物层和所述第二聚合物层以及在所述第三多层叠堆中的每个聚合物层具有小于约400nm的厚度,在所述第一聚合物层与所述第二聚合物层之间的厚度差异小于约10%,所述第三多层叠堆包括至少一对紧邻的聚合物层,使得所述至少一对紧邻的聚合物层中的每个聚合物层具有比所述第一聚合物层和所述第二聚合物层的平均厚度大至少约50%至约500%的厚度,其中所述多层光学膜一体成形,并且在所述多层光学膜的第一部分和第二部分之间的最小平均剥离力大于约0.4N/cm,所述第一部分和所述第二部分分别包括所述第一多层叠堆和所述第二多层叠堆中的至少一个聚合物层,并且其中设置在第一多层叠堆和所述第二多层叠堆之间的聚合物层的总数不超过30。

多层光学膜

背景技术

[0001] 多层光学膜可包括由光学厚保护边界层隔开的微层分组。

发明内容

[0002] 在本说明书的一些方面,提供了多层光学膜,该多层光学膜包括按顺序彼此相邻布置的多个聚合物层。多个聚合物层中的间隔开的第一聚合物层和第二聚合物层之间的厚度差异小于约10%。设置在第一聚合物层与第二聚合物层之间的每个聚合物层具有小于约400nm的厚度。多个聚合物层中的设置在第一聚合物层与第二聚合物层之间的一组至少三个聚合物层中的每个层具有比该第一聚合物层和该第二聚合物层的平均厚度大了约20%至约500%的厚度。一组至少三个聚合物层包括至少一对紧邻的聚合物层。

[0003] 在本说明书的一些方面,提供了多层光学膜,该多层光学膜包括沿多层光学膜的厚度的至少一部分按顺序彼此相邻布置的多个光学重复单元。每个光学重复单元包括至少两个层并且具有对应带宽。多个光学重复单元中的间隔开的第一光学重复单元和第二光学重复单元的带宽彼此重叠。多个光学重复单元中的设置在第一光学重复单元与第二光学重复单元之间的至少一对相邻光学重复单元具有非重叠带宽。设置在第一光学重复单元与第二光学重复单元之间的光学重复单元都不具有比该第一光学重复单元和该第二光学重复单元的平均厚度小了超过约10%的厚度。多层光学膜中的设置在第一光学重复单元与第二光学重复单元之间的每个层具有小于约400nm的平均厚度。

[0004] 在本说明书的一些方面,提供了多层光学膜,该多层光学膜包括按顺序彼此相邻布置的第一聚合物层和第二聚合物层的多个交替层。第一聚合物层和第二聚合物层的多个交替层中的按顺序相邻布置的至少第一聚合物层至第四聚合物层分别具有预期的平均厚度t1至t4。t1至t4中的每者小于约400nm。t2和t3中的一者比t1、t4以及t2和t3中的另一者大至少5%。

[0005] 在本说明书的一些方面,提供了多层光学膜,该多层光学膜包括第一多层叠堆、第二多层叠堆和设置在该第一多层叠堆与该第二多层叠堆之间的第三多层叠堆。第一多层叠堆、第二多层叠堆和第三多层叠堆中的每者包括多个聚合物层。第一多层叠堆和第二多层叠堆中的每者中的聚合物层的总数为至少50。第一多层叠堆和第二多层叠堆包括紧邻第三多层叠堆的相应的第一聚合物层和第二聚合物层,其中在第一聚合物层与第二聚合物层之间的厚度差异小于约10%。第三多层叠堆包括至少一对紧邻的聚合物层,使得该至少一对紧邻的聚合物层中的每个聚合物层具有比第一聚合物层和第二聚合物层的平均厚度大至少约20%的厚度。多层光学膜一体成形,并且在该多层光学膜的第一部分和第二部分之间的最小平均剥离力大于约0.4N/cm,其中该第一部分和该第二部分分别包括第一多层叠堆和第二多层叠堆中的至少一个聚合物层。

附图说明

[0006] 图1为多层光学膜的示意性剖视图;

[0007] 图2A为多层光学膜的层厚度对层数的曲线图；

[0008] 图2B为图2A的曲线图的一部分的放大视图；

[0009] 图3为光学重复单元的重叠带宽的示意图；

[0010] 图4为光学重复单元的非重叠带宽的示意图；

[0011] 图5为包括两个层的光学重复单元的示意性剖视图；

[0012] 图6为包括四个层的光学重复单元的示意性剖视图；

[0013] 图7至图8为多层光学膜的透射率对波长的示意性曲线图；

[0014] 图9为剥离测试的示意图；

[0015] 图10为具有图2A至图2B中所示的层厚度分布的反射偏振器的透射率对波长的曲线图；

[0016] 图11A为多层光学膜的层厚度对层数的曲线图；

[0017] 图11B为图11A的曲线图的一部分的放大视图；

[0018] 图12为具有图11A至图11B中所示的层厚度分布的反射偏振器的透射率对波长的曲线图；

[0019] 图13为在光学分组之间包括厚隔层的多层光学膜的层厚度对层数的曲线图；

[0020] 图14A为多层光学膜的层厚度对层数的曲线图；并且

[0021] 图14B为图14A的曲线图的一部分的放大视图。

具体实施方式

[0022] 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。

[0023] 至少部分地通过具有不同折射率的微层的布置提供期望的透射和/或反射特性的多层光学膜是已知的。例如，通过挤出交替的聚合物层、借由膜模头将这些层浇铸到冷却辊上然后拉伸浇铸料片，此类光学膜已得到证实。参见例如美国专利号3,610,729(Rogers)、4,446,305(Rogers等人)、4,540,623(Im等人)、5,448,404(Schrenk等人)、5,882,774(Jonza等人)、6,157,490(Wheatley等人)、6,783,349(Neavin等人)和9,279,921(Kivel等人)以及国际申请公布号2018/163009(Haag等人)。在这些聚合物多层光学膜中，聚合物材料可主要或专门用于构成各个层。此类膜适合高产量制造工艺，并且可制成大型片和卷材。通过选择合适的微层和该微层的合适布置(例如，厚度分布)，多层光学膜可被配置为例如为宽带(例如，可见和/或近红外波长范围)反射偏振器、宽带反射镜、凹口(例如，具有相对窄的间隔开的反射带)反射偏振器或凹口反射镜。

[0024] 在一些情况下，多层光学膜包括光学重复单元的两个或更多个光学叠堆或光学分组。光学重复单元包括两个或更多个层并且在光学重复单元叠堆或分组上重复。光学重复单元对于等于光学重复单元的光学厚度(厚度乘以折射率)两倍的波长具有一阶反射。光学重复单元分组中的每个层可具有小于400nm、或小于300nm、或小于250nm、或小于200nm的厚度。每个层可具有大于约5nm或大于约10nm的厚度。例如，多层光学膜可包括两个光学重复单元分组，其中一个分组被配置为将蓝色波长反射至绿色波长，并且另一个分组被配置为将绿色波长反射至红色波长。光学重复单元分组之间可包括一个或多个隔层。常规地，一个

或两个光学上厚的(太厚以致于不能通过光学干涉实质上促成一阶可见(例如,在约400nm至约700nm的范围内的波长)或近红外(例如,在约700nm至约2500nm的范围内的波长)光反射)隔层或保护边界层(PBL)已经被包括在内。这些PBL层通常被包括在内以防止交替的聚合物层的共挤出幅材中的流动剖面在交替的聚合物层中产生光学缺陷。根据本说明书,已经发现,使用较薄PBL可提供针对相邻光学分组的改善的抗分层性,但较薄的PBL也可能导致光学缺陷。根据本说明书的一些实施方案,已经发现,使用较大数量的较薄PBL在光学分组之间提供改善的抗分层性而不导致光学缺陷。根据一些实施方案,这些较薄PBL优选地小于约400nm厚。在一些实施方案中,相邻光学重复单元分组之间包括三个或更多个PBL层。在一些实施方案中,这些PBL层中的至少一些(并且在一些情况下,全部)PBL层为光学层。在该上下文中,光学层是厚度在一定范围内的层,在该范围内,层可通过光学干涉来显著地促成一阶可见光或近红外光反射。在一些实施方案中,PBL的厚度分布被选择来防止或减少来自这种反射的光学相干性(例如,PBL中的不同光学重复单元可具有非重叠带宽),使得PBL基本上不影响多层光学膜的反射率。

[0025] 图1为多层光学膜100的示意性剖视图。光学膜100包括按顺序彼此相邻布置的多个聚合物层102。多个聚合物层中的间隔开的第一聚合物层111和第二聚合物层112之间的厚度差异小于约10%、或小于约7%、或小于约5%。第一层111和第二层112的厚度差异百分比为|h1-h2|除以h1和h2中的较大者乘以100%,其中h1为第一层111的厚度并且h2为第二层112的厚度。在一些实施方案中,多个聚合物层102中的设置在第一聚合物层111与第二聚合物层112之间的一组120至少三个聚合物层中的每个层具有比第一聚合物层和第二聚合物层的平均厚度((h1+h2)/2)大了约20%至约500%的厚度(例如t1、t2、t3)。在一些此类实施方案中,组120中的每个层具有比第一聚合物层和第二聚合物层的平均厚度大至少约30%、或至少约50%、或至少约100%、或至少约150%的厚度。在一些此类实施方案中或在其他实施方案中,组120中的每个层具有比第一聚合物层和第二聚合物层的平均厚度大不超过约400%、或不超过约300%、或不超过约250%的厚度。在一些实施方案中,一组120至少三个聚合物层具有比第一聚合物层111和第二聚合物层112的平均厚度大了约50%至约400%、或约100%至约300%、或约150%至约250%的平均厚度(例如,在所示的实施方案中的(t1+t2+t3)/3)。

[0026] 通常,多层光学膜中的每个层都具有恒定或近似恒定的厚度。除非另外指明,否则如果多层光学膜中的层的厚度存在变化,则层的厚度是指层的平均(未加权平均)厚度。一组层的平均厚度为该组中的单独层的厚度的算术平均值。层的预期的平均厚度为层的设计或标称厚度。在一些实施方案中,层的预期的平均厚度与层的平均厚度相同或基本上相同。

[0027] 在一些实施方案中,一组120至少三个聚合物层包括至少一对紧邻的聚合物层(例如,124和122、或122和119)。在一些实施方案中,一组120至少三个聚合物层中的聚合物层按顺序彼此相邻布置,如图1中示意性示出。在其他实施方案中,附加聚合物层可隔开组120中的聚合物层中的一些聚合物层。

[0028] 光学膜100可包括比图1中示意性示出的更多的层。在一些实施方案中,多层光学膜100包括至少50个层、或至少100个层、或至少200个层。在一些此类实施方案中或在其他实施方案中,多层光学膜100包括不超过1000个层,或不超过800个层。

[0029] 聚合物层128是多个聚合物层中的设置在第一聚合物层111与第二聚合物层112之

间的聚合物层。在一些实施方案中,多个聚合物层中的设置在第一聚合物层111与第二聚合物层112之间的聚合物层128的总数为至少3、或至少4、或至少5。在一些实施方案中,多个聚合物层中的设置在第一聚合物层111与第二聚合物层112之间的聚合物层128的总数为不超过30、或不超过25、或不超过20、或不超过15、或不超过12、或不超过10。

[0030] 如其他地方进一步所述,多层光学膜100可具有对具有第一偏振态145的基本上垂直的入射光144(例如,垂直入射的光,或者在法线的30度、或在法线的20度内,或在法线的10度内入射的光)和具有第二偏振态147的基本上垂直的入射光146的期望的光学透射率和反射率。

[0031] 图2A为可对应于多层光学膜100的多层光学膜的层厚度对层数的曲线图。图2B是图2A的曲线图的一部分,其示出了间隔开的第一聚合物层211和第二聚合物层212以及设置在第一聚合物层211和第二聚合物层212之间的一组220至少三个聚合物层。示出了整数层数处的数据点。在数据点之间的线为眼睛提供了引导。第一层211具有84.3nm的厚度,第二层212具有84.4nm的厚度,并且组220中的层分别具有175.5nm、196.2nm、129.8nm和112.3nm的厚度。组220中的每个层具有比第一层211和第二层212的平均厚度大了约33%至约133%(例如,(112.3nm-84.35nm)/84.35nm×100%为约33%)的厚度。

[0032] 在一些实施方案中,多个聚合物层中的一组120或220至少三个聚合物层为多个聚合物层中的一组至少四个聚合物层。在一些实施方案中,该组至少三个聚合物层包括少于20个聚合物层、或少于15个聚合物层、或少于10个聚合物层。

[0033] 在一些实施方案中,第一聚合物层111或211和第二聚合物层112或212中的每者设置在该组120或220至少三个聚合物层与多个聚合物层中的至少50个其他聚合物层之间。例如,图1中示意性示出的该组层125和126可各自包括至少50个层。

[0034] 在一些实施方案中,设置在第一聚合物层111或211与第二聚合物层112或212之间的每个层具有小于约1微米、或小于约700nm、或优选地小于约500nm、或更优选地小于约400nm、或甚至更优选地小于约300nm或小于约250nm的厚度(例如,层的平均厚度)。

[0035] 在一些实施方案中,设置在第一聚合物层111或211与第二聚合物层112或212之间的层都不具有比第一聚合物层和第二聚合物层的平均厚度小了超过约10%或超过约5%的厚度(例如,层的平均厚度)。换句话讲,在一些实施方案中,设置在第一聚合物层111或211与第二聚合物层112或212之间的层都不具有比第一聚合物层和第二聚合物层的平均厚度小了约0.9倍或小了约0.95倍的厚度。

[0036] 在一些实施方案中,多层光学膜100包括沿多层光学膜100的厚度的至少一部分按顺序彼此相邻布置的第一组140聚合物层。在一些实施方案中,第一组140包括沿多层光学膜100的厚度的至少一部分按顺序彼此相邻布置的至少200个聚合物层(图1的示意图中示出了较少的层)。例如,第一组140可对应于至少包括层数200至400的图2A至图2B的一组层。第一组140聚合物层包括第一聚合物层111和第二聚合物层112以及一组120至少三个聚合物层。第一组140至少200个聚合物层中的每个层具有小于约1微米、或小于约700nm、或优选地小于约500nm、或更优选地小于约400nm、或甚至更优选地小于约300nm或小于约250nm的厚度(例如,层的平均厚度)。

[0037] 在一些实施方案中,多层光学膜100包括沿多层光学膜100的厚度的至少一部分按顺序彼此相邻布置的多个光学重复单元(例如,层对103、104)。每个光学重复单元包括至少

两个层103和104并且具有对应带宽。例如,第一光学重复单元111、113可具有在左波长λ1L与右波长λ1R之间的带宽W1,并且第二光学重复单元112、114可具有在左波长λ2L与右波长λ2R之间的带宽W2,如图3示意性所示。左波长和右波长可被理解为半极大处全宽度(FWHM)带边缘波长。在一些实施方案中,多个光学重复单元中的间隔开的第一光学重复单元111、113和第二光学重复单元112、114的带宽彼此重叠。例如,λ2L在λ1L与λ1R之间,并且λ1R在λ2L与λ2R之间。在一些实施方案中,多个光学重复单元中的设置在第一光学重复单元111、113与第二光学重复单元112和114之间的至少一对相邻光学重复单元(例如124、122和119、117)具有非重叠带宽。这在图4中示意性示出,该图示出了光学重复单元(例如,124、122)的在λ3L与λ3R之间的带宽W3和相邻光学重复单元(例如,119、117)的在λ4L与λ4R之间的带宽W4。带宽不重叠,因为在范围λ3L与λ3R和范围λ4L与λ4R中不存在重叠。在一些实施方案中,设置在第一光学重复单元与第二光学重复单元之间的光学重复单元都不具有比该第一光学重复单元和该第二光学重复单元的平均厚度小了超过约10%或超过约5%的厚度。光学重复单元的厚度为光学重复单元中的至少两个层的总厚度。在一些实施方案中,多层光学膜中的设置在第一光学重复单元与第二光学重复单元之间的每个层具有小于约1微米、或小于约700nm、或优选地小于约500nm、或更优选地小于约400nm、或甚至更优选地小于约300nm或小于约250nm的厚度(例如,层的平均厚度)。

[0038] 光学重复单元(ORU)的带宽是厚度相同的ORU的无限叠堆将表现出的一阶反射带的带宽。这可从如Born和Wolf,“光学原理(Principles of Optics)”,第5版,第67页所定义的特征矩阵M的矩阵元素容易地计算。

[0039] 光学重复单元可包括两个层或可包括多于两个层。例如,在一些实施方案中,每个光学重复单元包括至少三个层或至少四个层。图5为包括两个层503和504的光学重复单元505的示意性剖视图。在一些实施方案中,层503和504中的每者的光学厚度为基本上相同波长的四分之一。在一些实施方案中,层503和504中的一者或两者被替换为两个(或更多个)层。在一些实施方案中,两个(或更多个)层的组合光学厚度为光学重复单元被配置为反射的波长的四分之一。

[0040] 图6为包括四个层603、607、604、608的光学重复单元605的示意性剖视图。在一些实施方案中,层607和608是接合层,其被包括来改善与相邻层的粘结。在一些实施方案中,层607和608具有例如在约5nm至约50nm、或约10nm至约30nm的范围内的厚度。在一些实施方案中,层607和608具有相同的组成。在一些实施方案中,每个光学重复单元605包括层A(603)、B(607或608)和C(604),该层A、B和C按ABCB的次序布置。在一些此类实施方案中,层AB和CB的光学厚度为基本上相同波长的四分之一。

[0041] 在一些实施方案中,多层光学膜100包括按顺序彼此相邻布置的第一聚合物层103和第二聚合物层104的多个交替层。第一聚合物层103和第二聚合物层104的多个交替层中的按顺序相邻布置的至少第一层至第四层(例如,分别为层124、122、119和117)分别具有预期的平均厚度t1至t4,其中t2和t3中的一者比t1、t4以及t2和t3中的另一者大至少5%、或至少7%、或至少10%、或至少15%、或至少20%、或至少30%。在一些实施方案中,t2和t3中的一者比t1、t4以及t2和t3中的另一者大了约5%至约500%;或约10%至约500%;或约20%至约500%、或至约400%、或至约300%、或至约250%。在一些实施方案中,t1至t4中的每者小于约1微米、或小于约700nm、或优选地小于约500nm、或更优选地小于约400nm、或甚

至更优选地小于约300nm、或小于约250nm。

[0042] 在一些实施方案中,多层光学膜100是反射偏振器。图7为光学膜的透射率对第一偏振态745和第二偏振态747的基本上垂直的入射光的波长的示意性曲线图。图7中描绘的波长范围可为至少200nm宽(例如,至少450nm至650nm、或400nm至700nm)。在一些实施方案中,对于在至少200nm的波长范围内的基本上垂直的入射光,多层光学膜100对于第一偏振态745具有至少60%的平均光学反射率,并且对于正交的第二偏振态747具有至少60%的平均光学透射率T2。通常,光学吸收可忽略不计,使得平均光学反射率为约100%减去T1。

[0043] 在一些实施方案中,聚合物层中的至少一些聚合物层(例如,两个交替聚合物层中的一者)为基本上单轴取向的。例如,在一些实施方案中,多层光学膜为反射偏振器,其为基本上单轴牵拉膜并且具有至少0.7或至少0.8或至少0.85的单轴性程度U,其中U=(1/MDDR-1)/(TDDR$^{1/2}$-1),其中MDDR被定义为纵向拉伸比并且TDDR被定义为横向拉伸比。此类基本上单轴取向的多层光学膜在例如美国专利号2010/0254002(Merrill等人)中有所描述。

[0044] 在一些实施方案中,多层光学膜100为镜膜。在一些实施方案中,对于在至少200nm的波长范围内的基本上垂直的入射光,多层光学膜100对于相互正交的第一偏振态和第二偏振态中的每者具有至少60%的平均光学反射率。例如,第一偏振态和第二偏振态的透射率可各自遵循图7中标记为747的曲线。

[0045] 透射率可显著不同于图7的示意图。例如,透射率可随波长而变化,而不是在波长范围内恒定或基本上恒定。

[0046] 在一些实施方案中,多层光学膜100是具有间隔开的反射带的反射偏振器。图8为光学膜的透射率对第一偏振态845和第二偏振态847的基本上垂直的入射光的波长的示意性曲线图。在一些实施方案中,对于基本上垂直的入射光以及对于第一波长λ1和第二波长λ2中的每者,多层光学膜100反射具有第一偏振态845的入射光的至少60%并且透射具有正交的第二偏振态847的入射光的至少60%。对于设置在第一波长λ1与第二波长λ2之间的至少第三波长λ3,多层光学膜100对于第一偏振态845和第二偏振态847中的每者透射入射光的至少60%。

[0047] 透射率可显著不同于图8的示意图。例如,在靠近λ1和λ2的反射带中的透射率或反射率可在带内变化,并且可具有更平缓的带边缘过渡。又如,透射率或反射率对于靠近λ1的反射带和靠近λ2的反射带可显著不同。

[0048] 本说明书的多层光学膜可一体成形。如本文使用,与第二元件“形成为一体的”第一元件意味着第一元件和第二元件是一起制造的,而不是分开地制造并且随后进行结合。形成为一体包括制造第一元件,紧接着在该第一元件上制造第二元件。包括多个层的光学膜是一体成形的,前提是这些层是一起制造的(例如,组合为熔融流并且随后浇注到冷却辊上以形成流延膜,并且随后对该流延膜进行取向),而不是单独地制造并且随后进行结合。

[0049] 在一些实施方案中,多层光学膜100包括第一多层叠堆(层111与一组层124)、第二多层叠堆(层112与一组层126)和设置在两者间的第三多层叠堆(一组层128)。第一多层叠堆、第二多层叠堆和第三多层叠堆中的每者包括多个聚合物层。在一些实施方案中,第一多层叠堆和第二多层叠堆中的每者中的聚合物层的总数为至少50、或至少100、或至少150、或至少200。在一些实施方案中,第三多层叠堆中的聚合物层的总数为至少3、或至少4、或至少5,并且在一些实施方案中为不超过30、或不超过25、或不超过20、或不超过15、或不超过12、

或不超过10。在一些实施方案中,第三多层叠堆中的每个聚合物层具有小于400nm、或小于300nm、或小于250nm的厚度。第一多层叠堆和第二多层叠堆中的每者以及任选地第三多层叠堆可以是包括如其他地方所述的多个光学重复单元的光学叠堆。第一多层叠堆和第二多层叠堆包括紧邻第三多层叠堆(一组层128)的相应的第一聚合物层111和第二聚合物层112。在第一聚合物层111与第二聚合物层112之间的厚度差异小于约10%。第三多层叠堆包括至少一对紧邻的聚合物层(例如,124和122、或122和119),使得该至少一对紧邻的聚合物层中的每个聚合物层具有比第一聚合物层和第二聚合物层的平均厚度大至少约20%的厚度。在一些实施方案中,该至少一对紧邻的聚合物层中的每个聚合物层具有比第一聚合物层111和第二聚合物层112的平均厚度大不超过约500%的厚度。在一些实施方案中,第三多层叠堆(一组层128)中的每个层具有在第一聚合物层111和第二聚合物层112的平均厚度的90%至600%或至500%或至400%或350%的范围内的厚度。在一些实施方案中,多层光学膜一体成形,并且在该多层光学膜的第一部分和第二部分之间的最小平均剥离强度大于约0.4N/cm,其中该第一部分和该第二部分分别包括第一多层叠堆和第二多层叠堆中的至少一个聚合物层。在一些实施方案中,最小平均剥离强度大于约0.6N/cm、或大于约0.8N/cm。在一些实施方案中,在约1.5m/min的剥离速度下使用基本上90度的剥离测试确定最小平均剥离强度,其中最小平均剥离强度是在约5秒的平均时间内求平均的剥离强度的最小值。

[0050] 图9示意性地示出了应用于一体成形的多层光学膜400的剥离测试,该一体成形的多层光学膜可对应于例如光学膜100。可将光学膜400切割成标准尺寸用于测试(例如,1英寸(2.54cm)宽×12英寸(30cm)条)。双面胶带458(例如,购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company,St.Paul,MN)的3M 665双面胶带)附接到板455(例如,金属板),并且膜400附接到双面胶带448。沿着刻划线444在膜400的边缘附近对膜进行刻划(例如,使用剃刀刀片),该刻划线与板455的主表面形成在例如20度至60度或30度至45度范围内的角度α。将胶带459施加至膜400,使得胶带459至少覆盖膜400的刻划部分,并且使得胶带459的自由端479可用于剥离测试。例如,胶带459可以为购自明尼苏达州圣保罗的3M公司的3M 396胶带的大约1.5英寸(4cm)条。可将在剥离测试期间用于抓持的自由端479自身折叠,以形成不粘片(例如,大约1/2英寸(1.3cm)片)。然后通过从自由端479剥离来执行基本上90度的剥离测试。例如,牵拉方向(由图9中的所施加的力F示意性地示出)与平行于板455的顶表面的方向之间的角度β可为约90度。以约1.2m/min至约1.8m/min(例如,约1.5m/min)范围内的剥离速度(自由端479沿牵拉方向的速度)进行剥离测试。可使用例如IMASS SP-2000剥离测试仪(美国马萨诸塞州阿科德的艾玛氏有限公司(IMASS Inc.,Accord,MA))进行剥离测试。在约4至约6秒(例如,约5秒)的平均时间内对剥离强度求平均。可针对多个样本(例如,五个膜样本)中的每个样本针对单个平均时间确定平均剥离强度,或针对单个(例如,更长)样本针对平均时间的多个间隔确定平均剥离强度。这些平均剥离强度中的最小值被称为最小平均剥离强度。

[0051] 剥离强度介于光学膜400的两个部分434和435之间,其中两个部分434、435中的每者包括多层光学膜400中的至少一个层(例如,膜的最外聚合物层中的一个最外聚合物层)。例如,在剥离测试期间,光学膜400可在最外层中的一个最外层与相邻层之间的界面处分层,使得两个部分434、435中的一个部分包括分层的最外层,并且两个部分434、435中的另一个部分包括光学膜400的其余部分。又如,光学膜400可在第一光学叠堆与第二光学叠堆

之间分层。例如,当在第一光学叠堆和第二光学叠堆之间包括常规的厚PBL层时,剥离可穿过该层的本体或在该层与相邻层之间的界面处发生。根据一些实施方案,通过在第一光学叠堆与第二光学叠堆之间包括多个更薄的PBL来消除或大幅减少该失效模式。又如,光学膜400可在光学叠堆中的一个光学叠堆内的两个内层之间的界面处分层。再如,分层可在最外层与相邻层之间的界面处开始,然后传播到光学膜400的内层中,使得每个部分434和435包括内层的部分。

[0052] 在一些实施方案中,多层光学膜包括多个交替的高折射率层和低折射率层。在一些实施方案中,低折射率层由以下各项的共混物形成:聚碳酸酯、PETG(聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)与用作乙二醇改性剂的环己烷二甲醇的共聚酯;购自田纳西州诺克斯维尔的伊士曼化工公司(Eastman Chemicals,Knoxville,TN))和PCTG(PET与用作乙二醇改性剂的环己烷二甲醇的共聚酯,与PETG相比,环己烷二甲醇的量为其两倍;购自田纳西州诺克斯维尔的伊士曼化工公司)。可选择所用的聚碳酸酯的比例以提供期望的玻璃化转变温度。在一些实施方案中,玻璃化转变温度可被选择用于改善光学膜的微皱,如在2019年5月23日提交且名称为“多层光学膜(MULTILAYER OPTICAL FILM)”的共同拥有的临时专利申请号62/851991中进一步描述。在一些实施方案中,高折射率层由聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)或PEN/聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)共聚物形成。另选地,可使用已知可用于聚合物多层光学膜中的其他聚合物材料。

[0053] 实施例

[0054] 剥离强度测试方法

[0055] 制备膜样本,并将其切割成1英寸(2.54cm)乘12英寸(30cm)的条。将双面胶带(3M 665双面胶带购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3MCompany,St.Paul,MN))附接到金属板,并将样本条附接到双面胶带。从板的一端切割多余的膜,使得膜与板的边缘齐平,同时通过使用剃刀刀片以锐角处切割来刻划其他边缘。胶带(3M 396胶带购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company,St.Paul,MN))的大约1.5英寸(4cm)条的一端自身折叠以形成1/2英寸(1.3cm)不粘片。将胶带的其他端施用到膜样本的刻划边缘。然后,使用IMASS SP-2000剥离测试仪(美国马萨诸塞州阿科德的艾玛氏有限公司)执行90度剥离测试,使用5秒平均时间,剥离速度为60in/min(1.5m/min)。对每个膜样本测试五个条。对于在实施例中给定的结果,为比较使层彼此脱层所需的最弱或最低的力,报告了最小值。

[0056] 实施例1

[0057] 如下制备了双折射反射偏振器光学膜。共挤出了两个多层光分组,其中每个分组包括325个聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)交替层和一个低折射率各向同性层,该层由聚碳酸酯和共聚酯的共混物(PC:coPET)构成,使得折射率为约1.57并在单轴取向时保持基本上各向同性,其中PC:coPET重量比为大约41重量%PC和59重量%coPET,并且Tg为105.8摄氏度。选择这种各向同性材料,使得在拉伸之后,其在两个非拉伸方向上的折射率与双折射材料在非拉伸方向上的折射率基本上保持匹配,而在拉伸方向上,双折射层和非双折射层之间的折射率基本上不匹配。将PEN和PC/coPET聚合物从单独的挤出机进料到多层共挤出进料区块,在该进料区块中,这些聚合物被组装成具有325个交替的光学层的分组,加上在叠堆光学分组的外侧上更厚的PC/coPET保护边界层,以及在分组之间,9个交替的具有一定光学厚度但不一致的内保护边界层(参见图2B),总共661层。然后,以用于聚酯膜的传统方式将多

层熔体通过膜模头浇注到冷却辊上,在该冷却辊上对其进行淬火。然后,如美国专利号6,916,440(Jackson等人)中所述,在320°F的温度下,在横向上,以大约6:1的比率在抛物线拉幅机中拉伸浇铸料片。

[0058] 实施例1的光学膜的层厚度分布示于图2A至图2B中。曲线图中不包括最外保护边界层。确定垂直入射角度下的透光透射率和阻光透射率并示于图10中。对于阻光偏振和透光偏振,450nm-650nm的平均透射率分别为0.011%和86.7%。实施例1的膜具有如通过电容规测得的约58.9μm的所得总厚度。最小平均剥离力为0.991N/cm。

[0059] 实施例2

[0060] 如下制备了双折射反射偏振器光学膜。共挤出了两个多层光分组,其中每个分组具有325个90/10coPEN(一种由90%聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)和10%聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)构成的聚合物)交替层和一个低折射率各向同性层,该层由聚碳酸酯和共聚酯的共混物(PC:coPET)制备,使得折射率为约1.57并在单轴取向时保持大体各向同性,其中PC:coPET重量比为大约61重量%PC和39重量%coPET,并且Tg为116.4摄氏度。选择这种各向同性材料,使得在拉伸之后,其在两个非拉伸方向上的折射率与双折射材料在非拉伸方向上的折射率基本上保持匹配,而在拉伸方向上,双折射层和非双折射层之间的折射率基本上不匹配。将PEN和PC/coPET聚合物从单独的挤出机进料到多层共挤出进料区块,在该进料区块中,这些聚合物被组装成具有325个交替的光学层的分组,加上在叠堆光学分组的外侧上更厚的PC/coPET保护边界层,以及在分组之间,9个交替的具有一定光学厚度但不一致的内保护边界层(参见图11B),总共661层。然后,以用于聚酯膜的传统方式将多层熔体通过膜模头浇注到冷却辊上,在该冷却辊上对其进行淬火。然后,如美国专利号6,916,440(Jackson等人)中所述,在300°F的温度下,在横向上,以大约6:1的比率在抛物线拉幅机中拉伸浇铸料片。

[0061] 实施例2的光学膜的层厚度分布示于图11A至图11B中。曲线图中不包括最外保护边界层。确定垂直入射角度下的透光透射率和阻光透射率并示于图12中。对于阻光偏振和透光偏振,450nm-650nm的平均透射率分别为0.021%和89.2%。实施例2的膜具有如通过电容规测量的大约58.7的所得总厚度。最小平均剥离力为0.876N/cm。

[0062] 比较例C1

[0063] 如下制备了双折射反射偏振器光学膜。共挤出了两个多层光学分组,其中每个分组具有325个聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)交替层和一个低折射率各向同性层,该层由聚碳酸酯和共聚酯的共混物(PC:coPET)构成,使得折射率为约1.57并在单轴取向时保持基本上各向同性,其中PC:coPET重量比为大约41重量%PC和59重量%coPET,并且Tg为105.8摄氏度。选择这种各向同性材料,使得在拉伸之后,其在两个非拉伸方向上的折射率与双折射材料在非拉伸方向上的折射率基本上保持匹配,而在拉伸方向上,双折射层和非双折射层之间的折射率基本上不匹配。将PEN和PC/coPET聚合物从单独的挤出机进料到多层共挤出进料区块,在该进料区块中,这些聚合物被组装成具有325个交替的光学层的分组,加上在叠堆光学分组的外侧上更厚的PC/coPET保护边界层,以及在光学分组之间更厚的PC/coPET保护边界层,总共653层。然后,以用于聚酯膜的传统方式将多层熔体通过膜模头浇注到冷却辊上,在该冷却辊上对其进行淬火。然后,如美国专利号6,916,440(Jackson等人)中所述,在327°F的温度下,在横向上,以大约6:1的比率在抛物线拉幅机中拉伸浇铸料片。

[0064] 比较例C1的光学膜的层厚度分布示于图13中。曲线图中不包括最外保护边界层。中心保护边界层厚度为5μm。对于透光偏振和阻光偏振,450nm-650nm的平均透射率分别为0.009%和88.49%。比较例C1的膜具有如通过电容规测得的约64.9μm的所得总厚度。整个膜上的最小剥离力存在于分组之间并且测得为0.12N/cm。

[0065] 实施例3

[0066] 如下制备了双折射反射偏振器光学膜。共挤出了两个多层光分组,其中每个分组包括325个聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)交替层和一个低折射率各向同性层,该层由聚碳酸酯和共聚酯的共混物(PC:coPET)构成,使得折射率为约1.57并在单轴取向时保持基本上各向同性,其中PC:coPET重量比为大约41重量%PC和59重量%coPET,并且Tg为105.8摄氏度。选择这种各向同性材料,使得在拉伸之后,其在两个非拉伸方向上的折射率与双折射材料在非拉伸方向上的折射率基本上保持匹配,而在拉伸方向上,双折射层和非双折射层之间的折射率基本上不匹配。将PEN和PC/coPET聚合物从单独的挤出机进料到多层共挤出进料区块,在该进料区块中,这些聚合物被组装成具有325个交替的光学层的分组,加上在叠堆光学分组的外侧上更厚的PC/coPET保护边界层,以及在分组之间,9个交替的具有一定光学厚度但不一致的内保护边界层,总共661层。然后,以用于聚酯膜的传统方式将多层熔体通过膜模头浇注到冷却辊上,在该冷却辊上对其进行淬火。然后,如美国专利号6,916,440(Jackson等人)中所述,在319°F的温度下,在横向上,以大约6:1的比率在抛物线拉幅机中拉伸浇铸料片。

[0067] 实施例1的光学膜的层厚度分布示于图14A至图14B中。曲线图中不包括最外保护边界层。对于透光偏振和阻光偏振,450nm-650nm的平均透射率分别为0.016%和88.89%。实施例3的膜具有如通过电容规测得的约61.6μm的所得总厚度。整个膜上的最小剥离力存在于外层附近并且为0.81N/cm。

[0068] 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。

[0069] 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。

[0070] 除非另外指明,否则针对附图中元件的描述应被理解为同样应用于其他附图中的对应的元件。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。因此,本公开旨在仅受权利要求及其等同形式的限制。

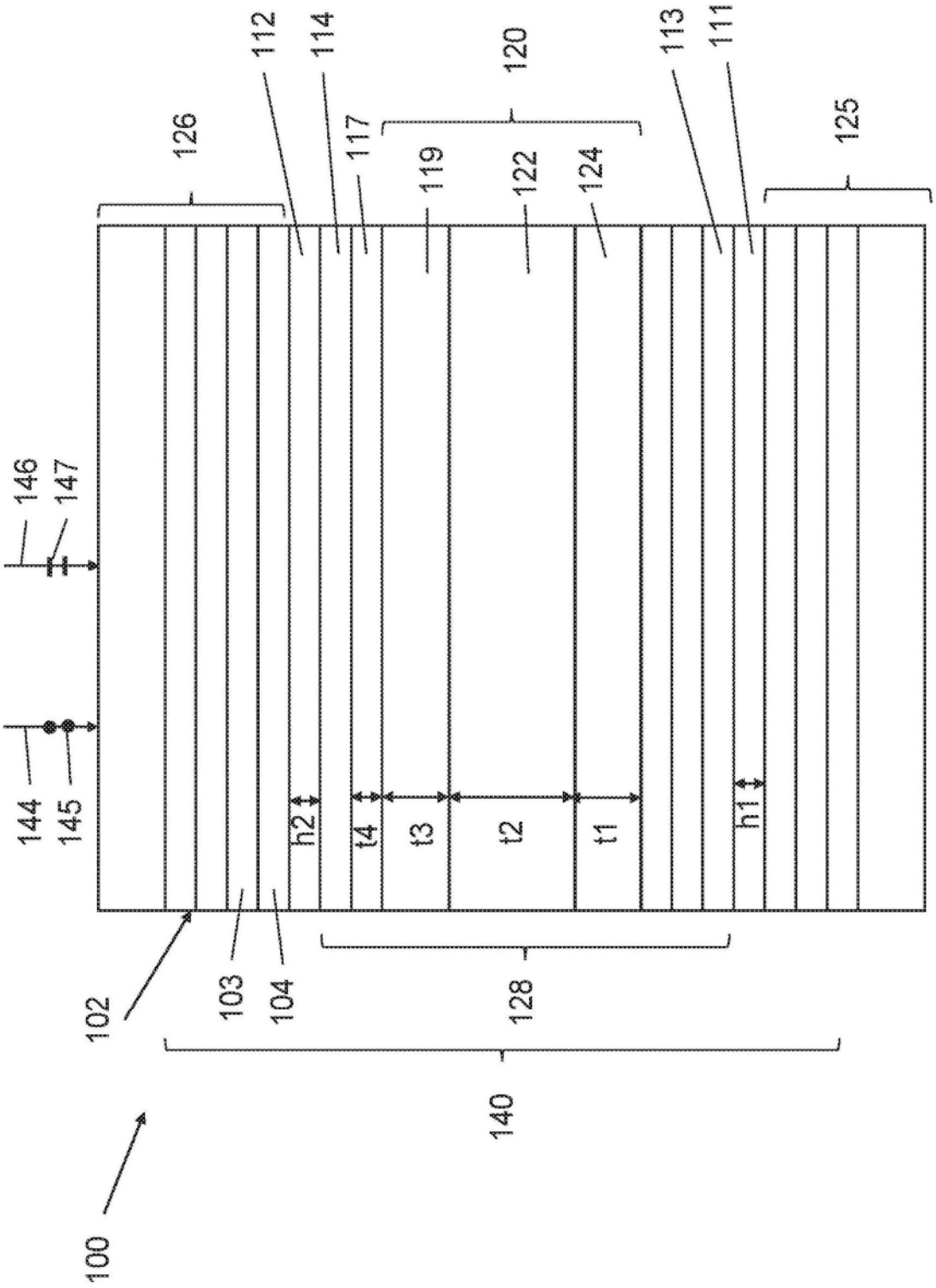

112
114
120
113
111
126
117
119
122
124
125
146
147
144
145
h2
t4
t3
t2
t1
h1
102
103
104
128
140
100

图1

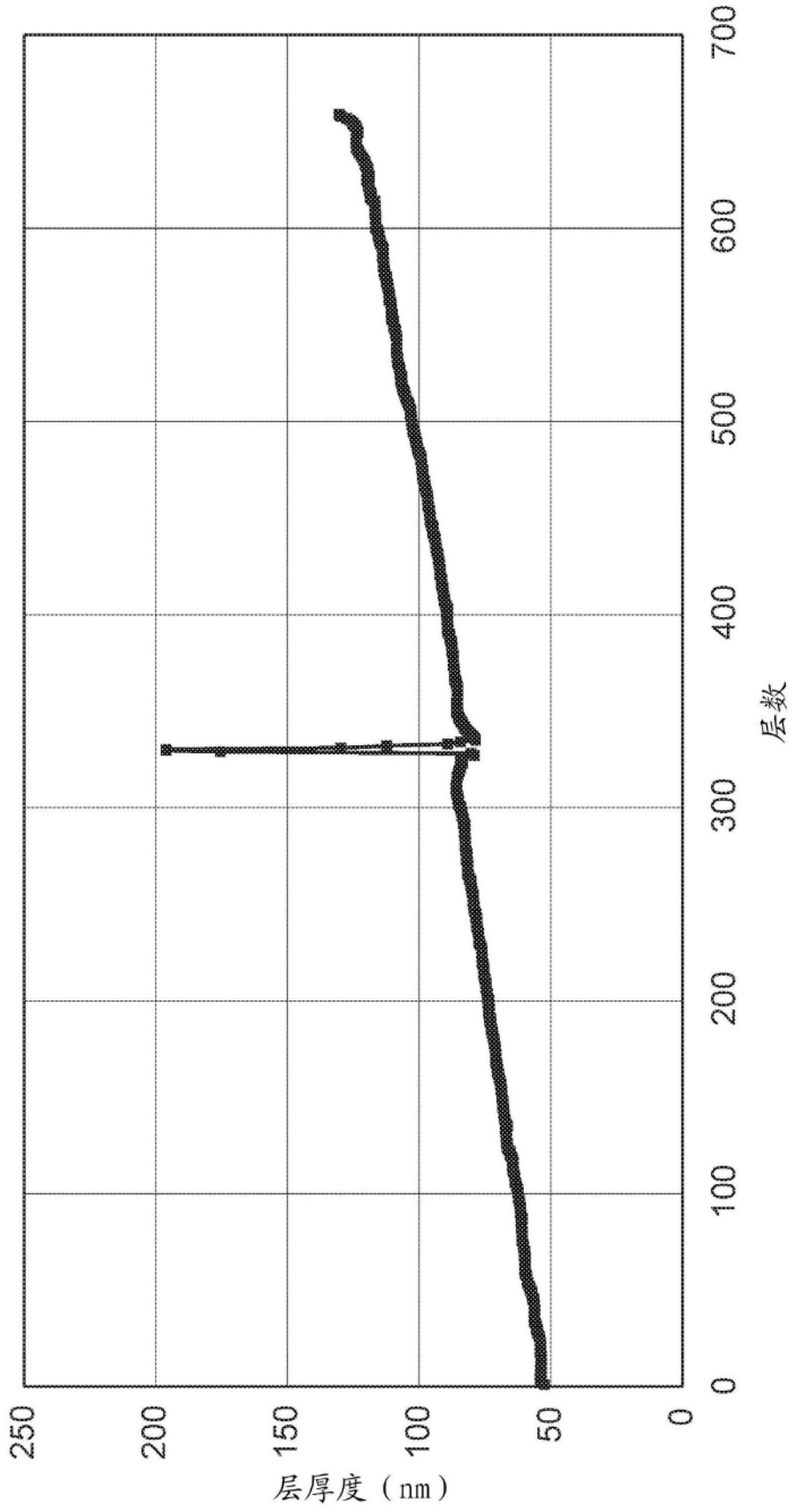


图2A

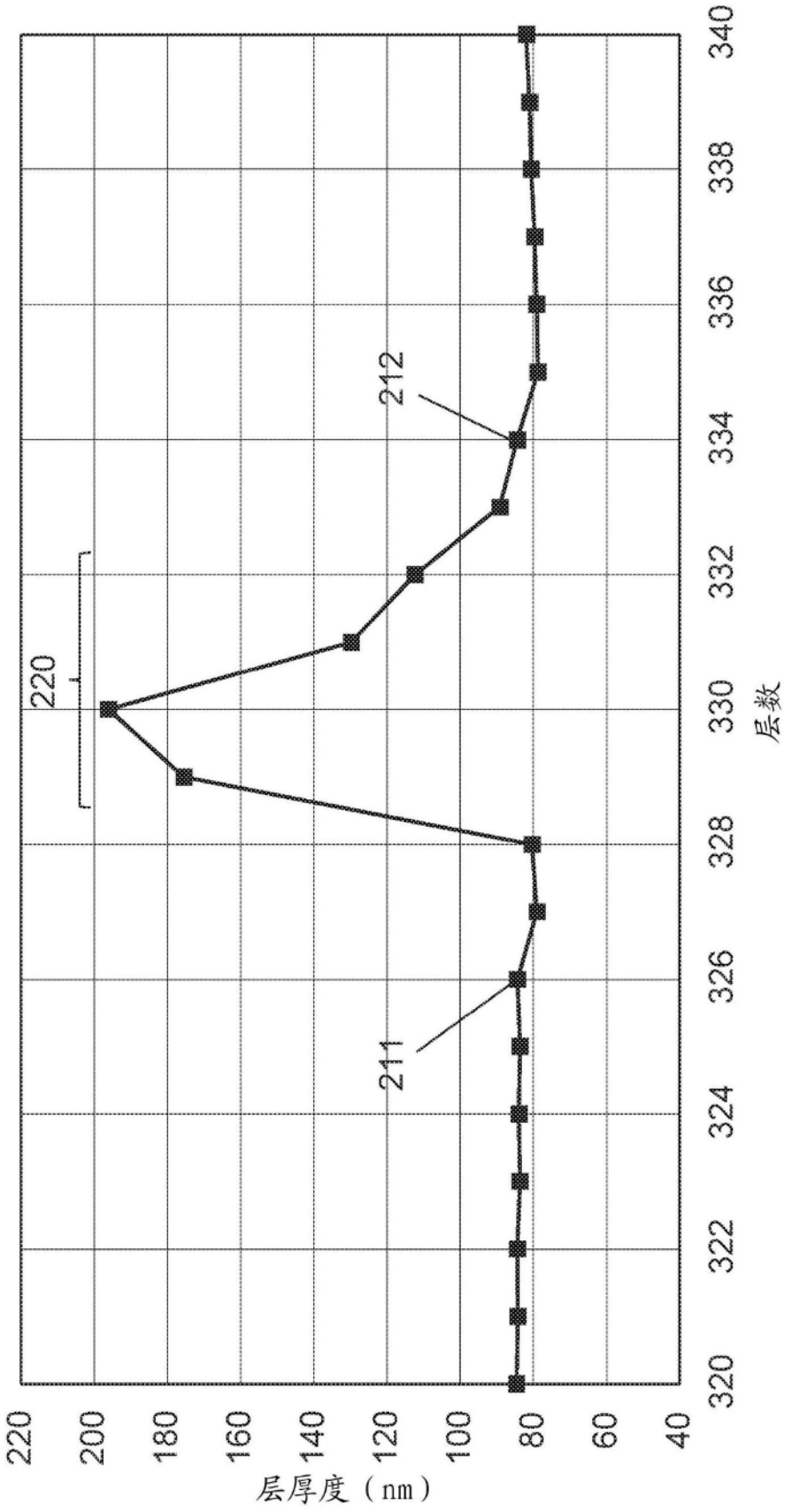

220
212
211
层数
层厚度（nm）
320
322
324
326
328
330
332
334
336
338
340
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40

图2B

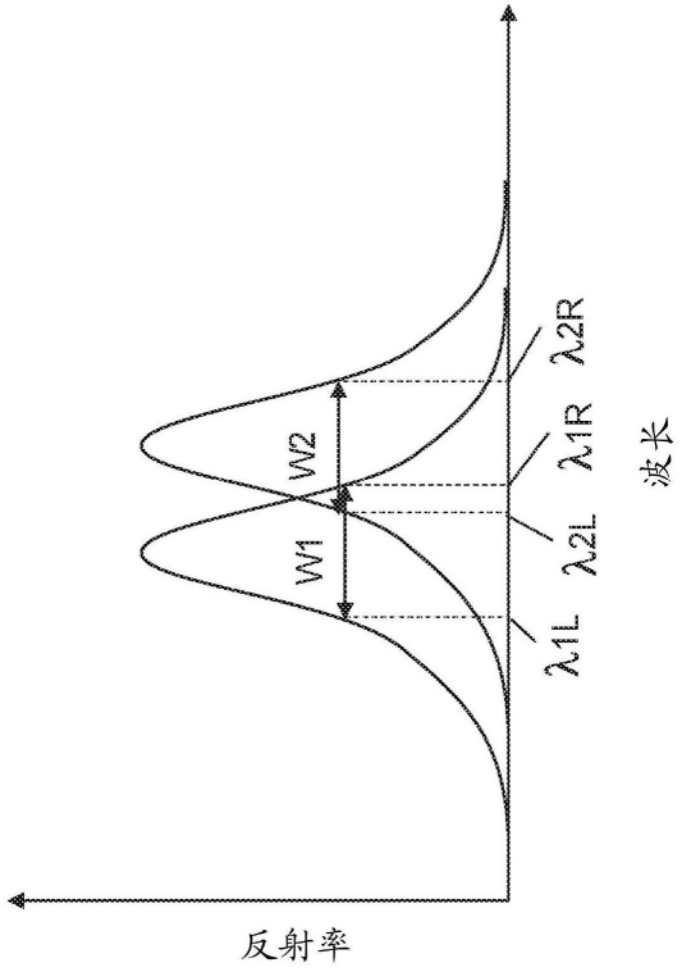


图3

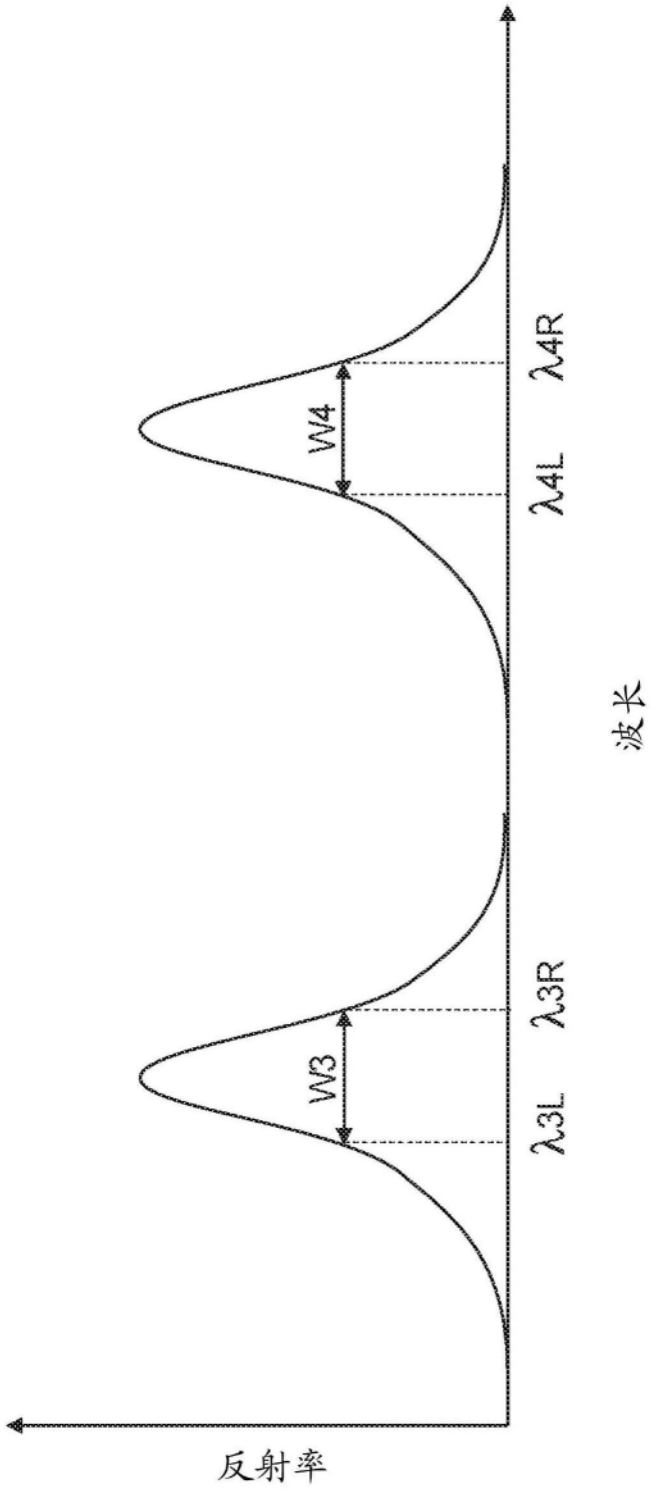


图4

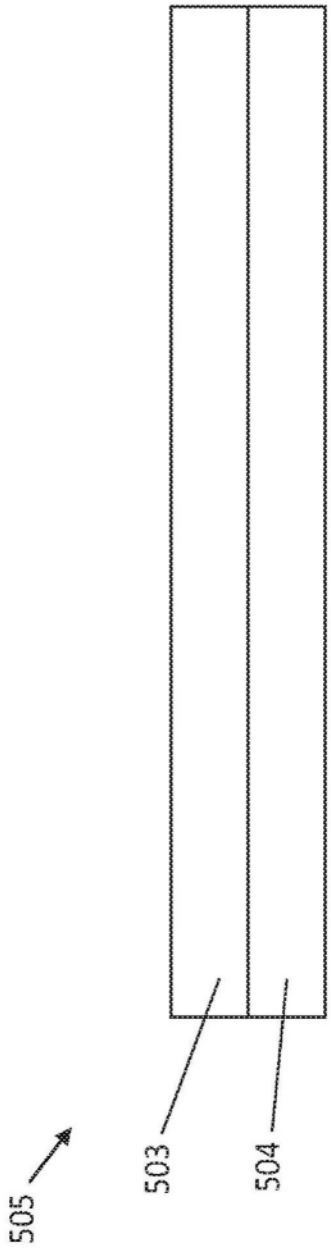


图5

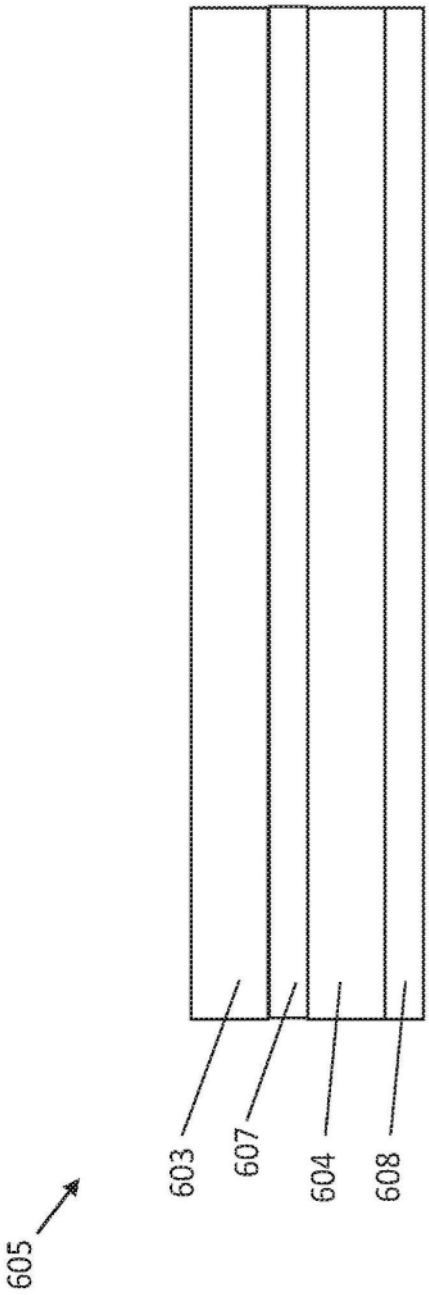


图6

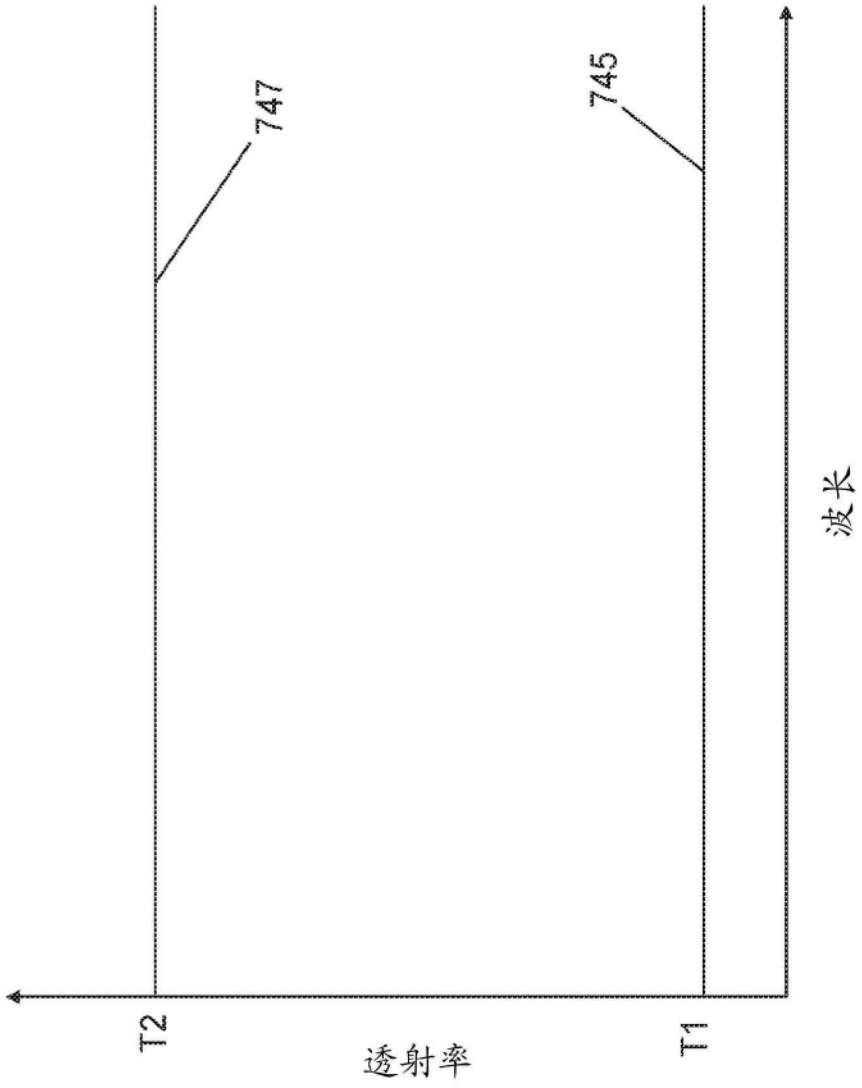


图7

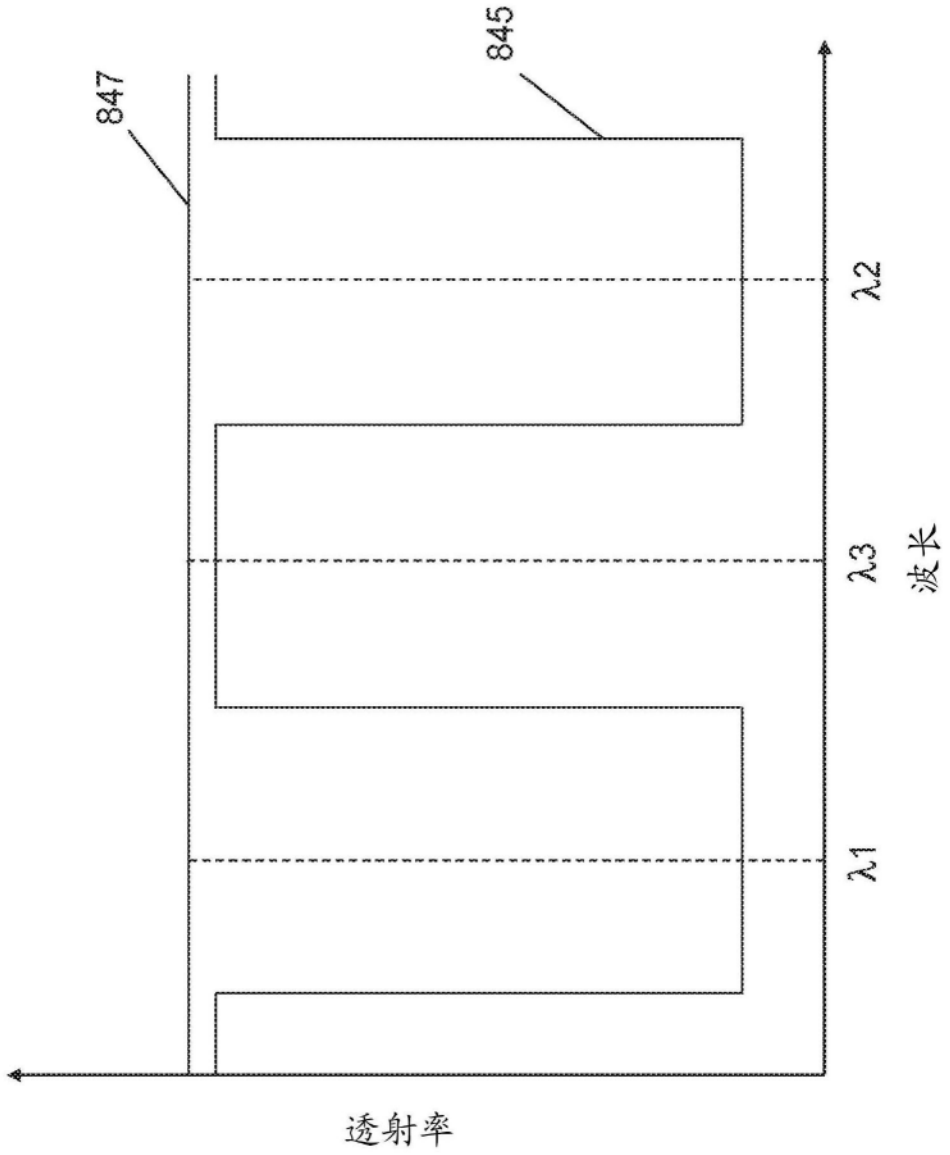


图8

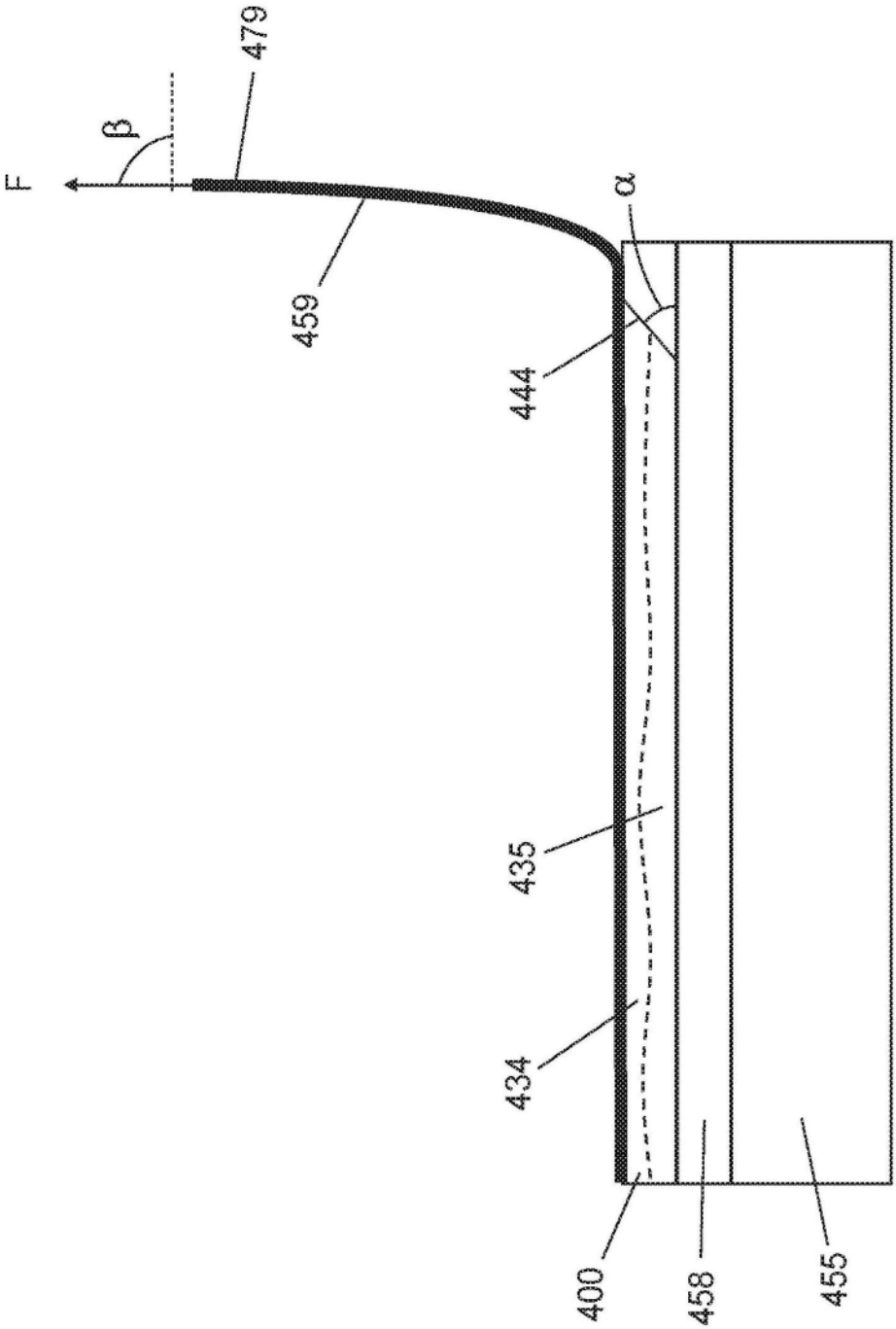


图9

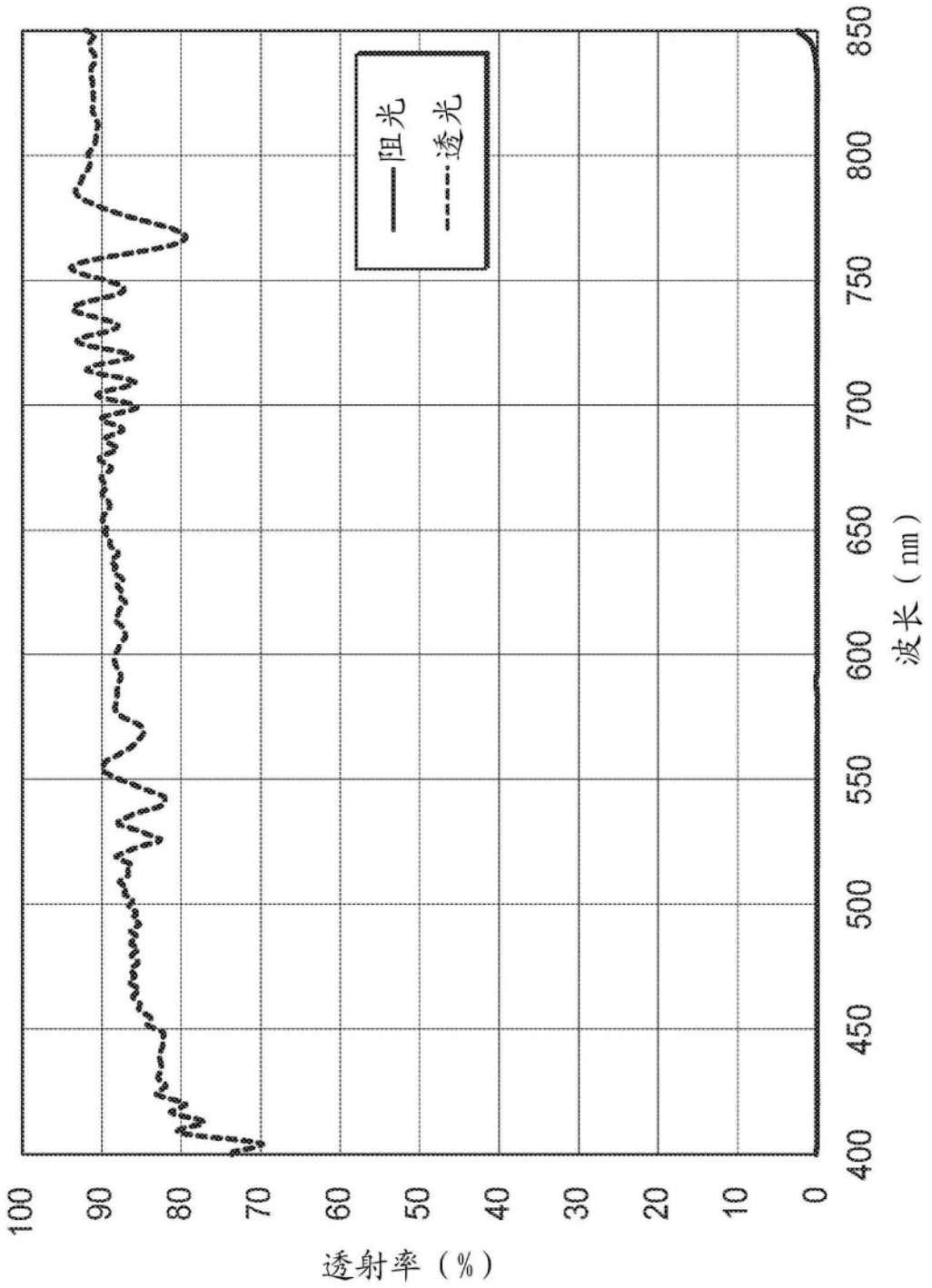

阻光
透光
透射率（%）
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850
波长（nm）

图10

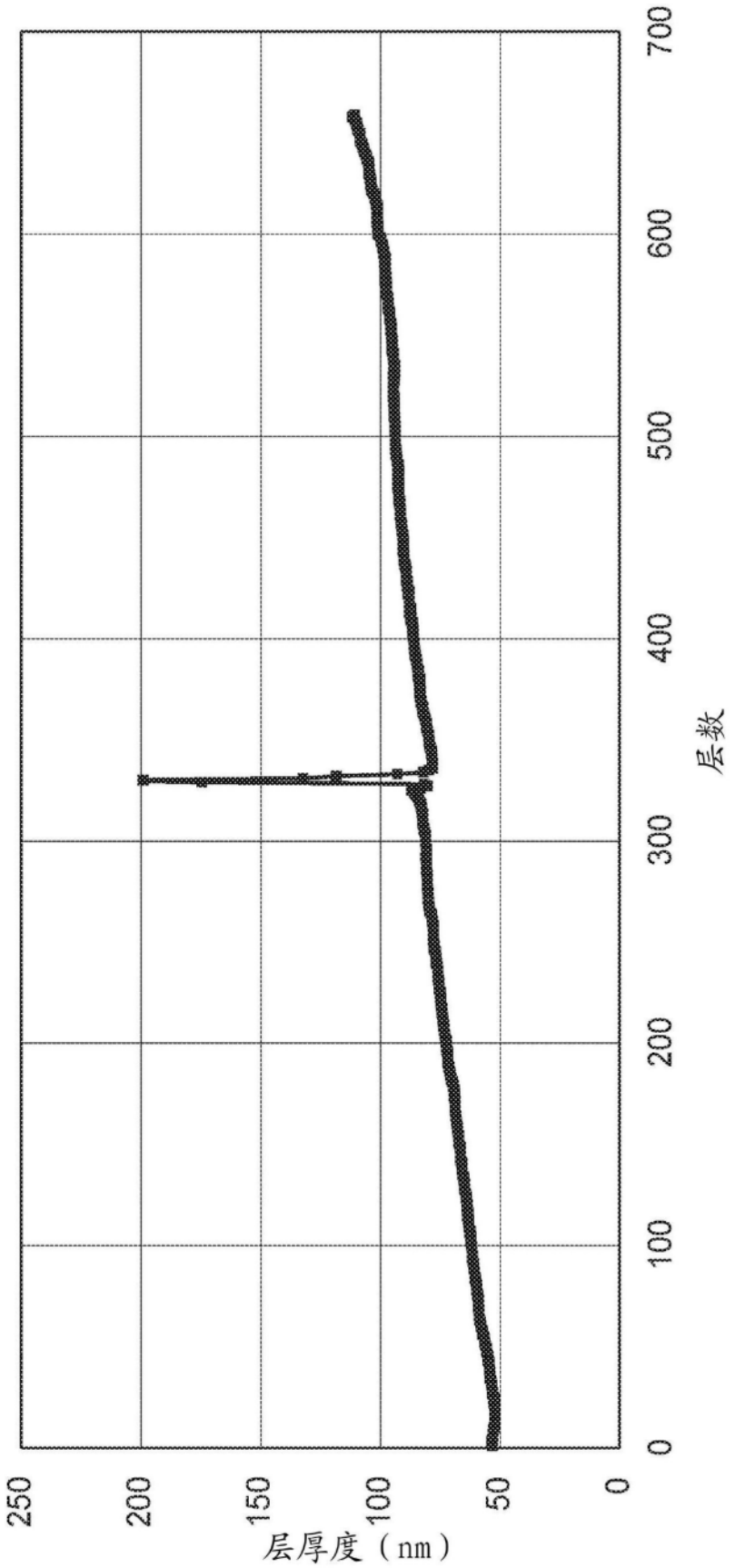


图11A

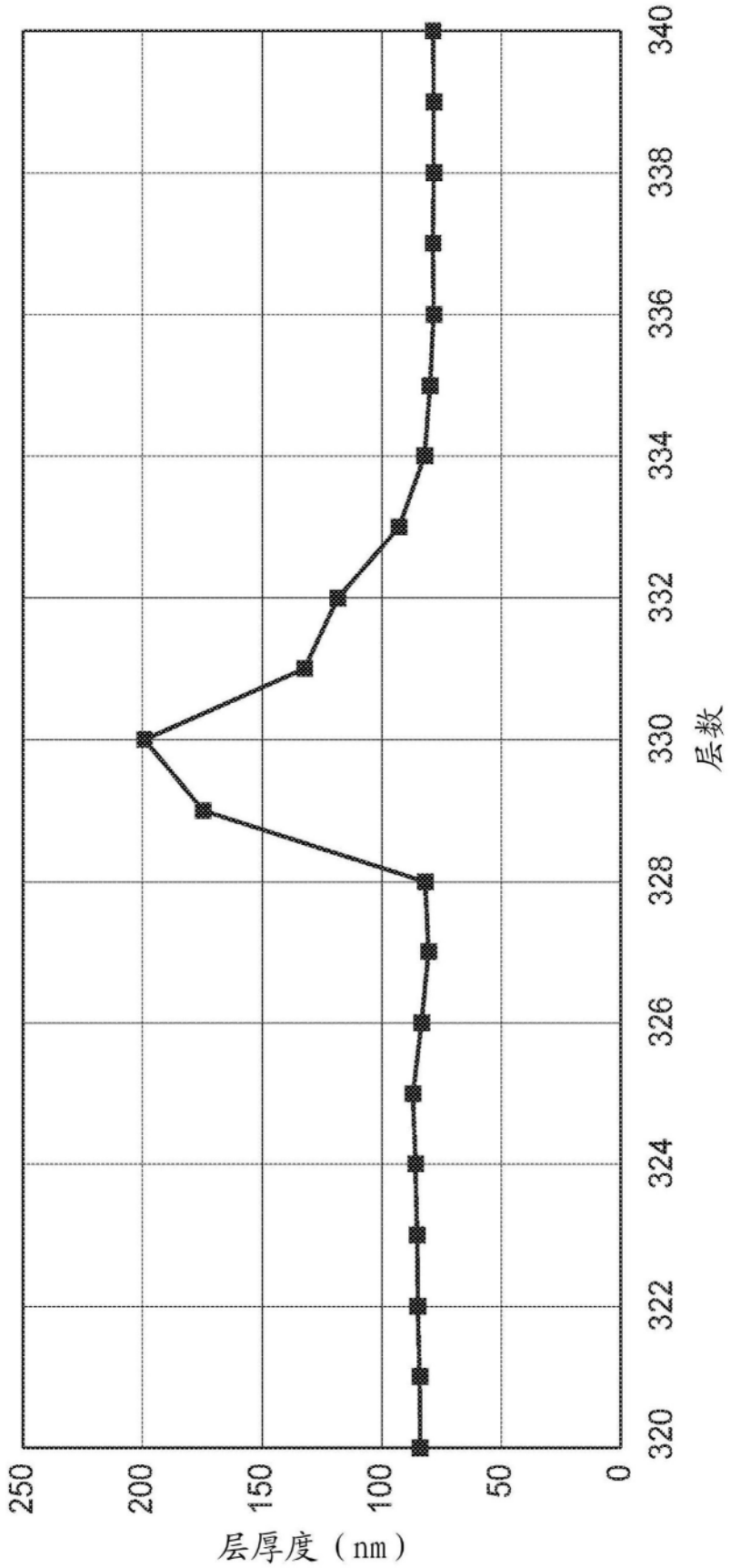

340
338
336
334
332
330
328
326
324
322
320
层数
250
200
150
100
50
0
层厚度（nm）

图11B

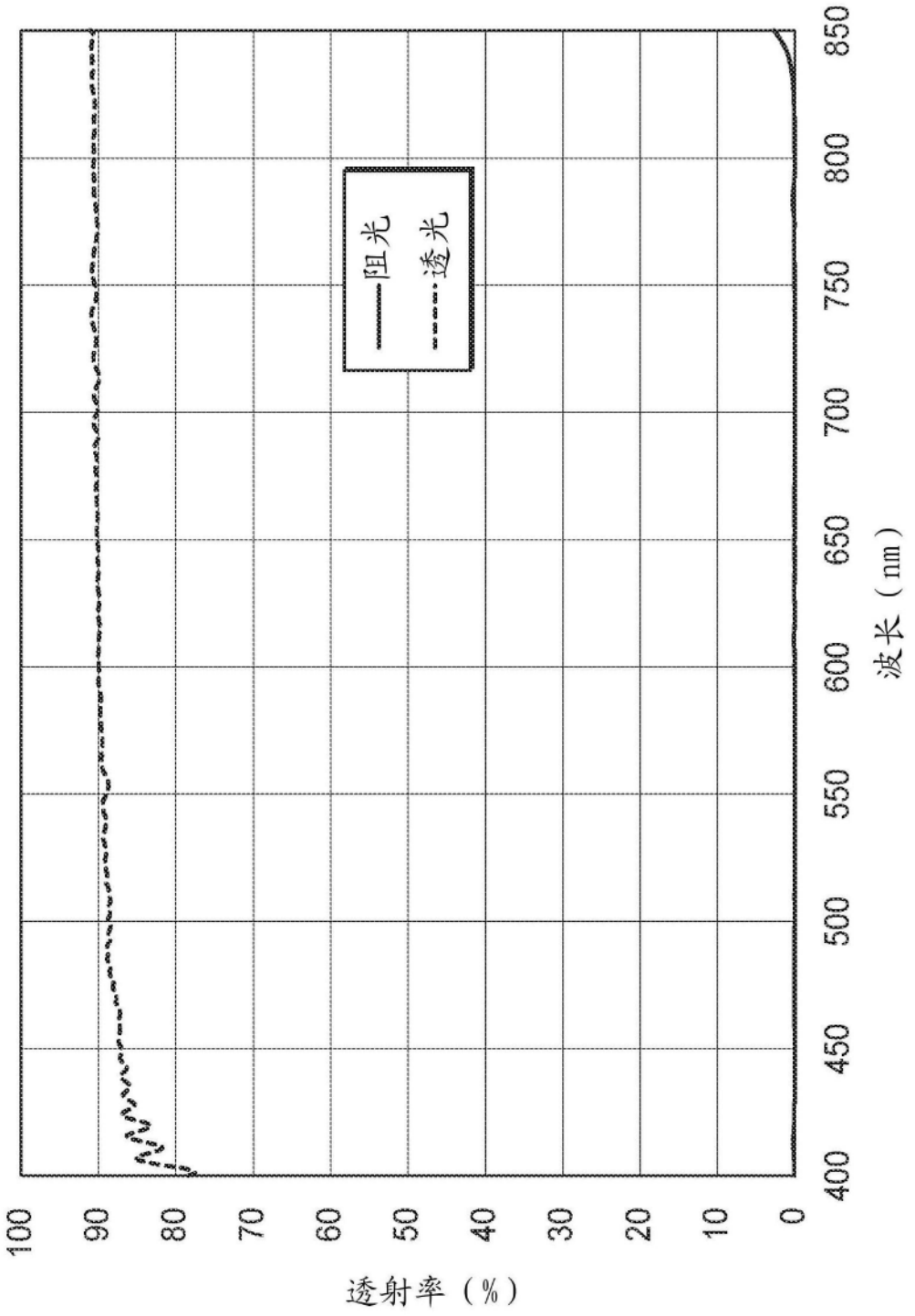

阻光
透光
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
透射率（%）
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850
波长（nm）

图12

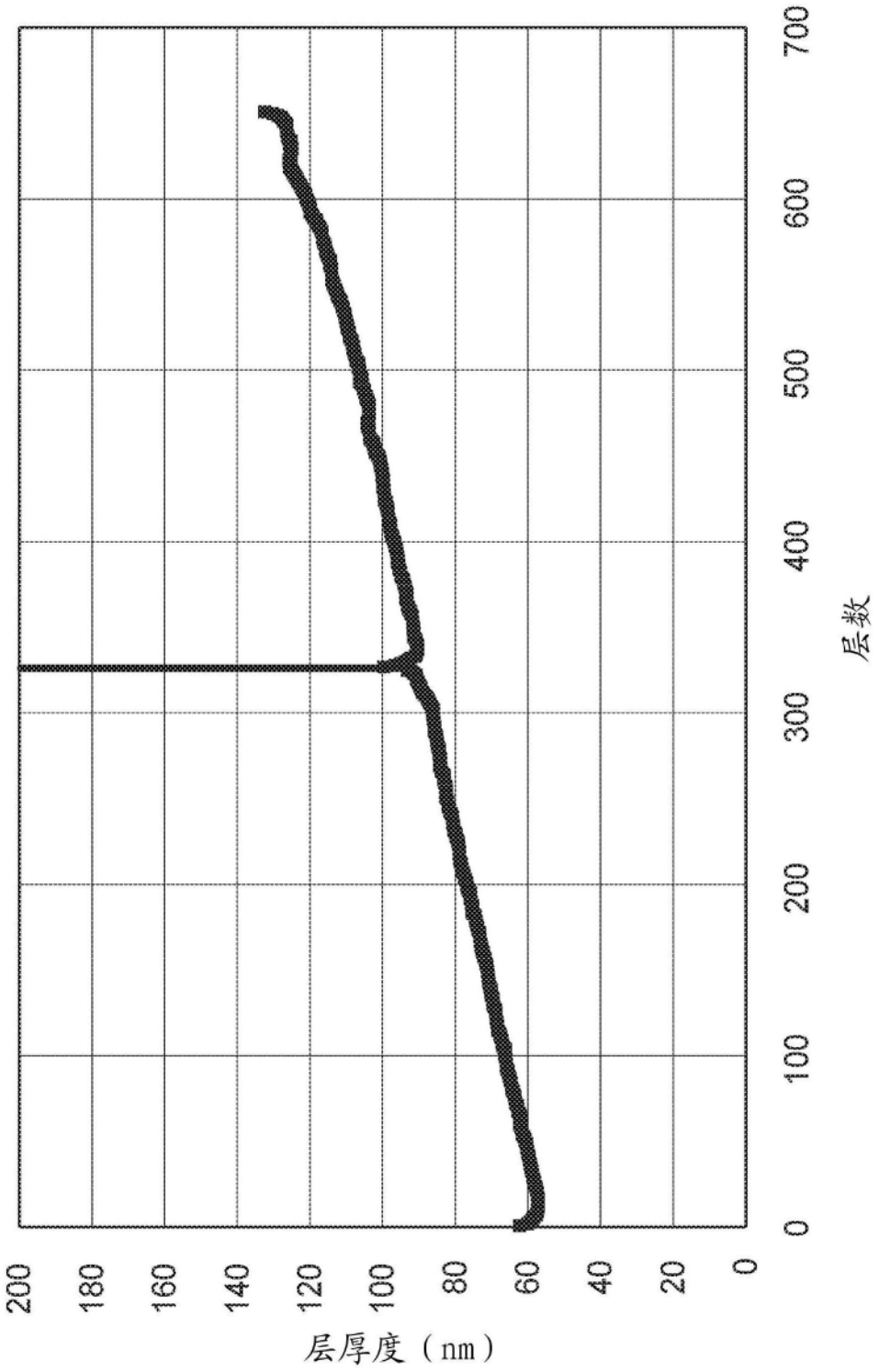

700
600
500
400
300
200
100
0
层数
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
层厚度（nm）

图13

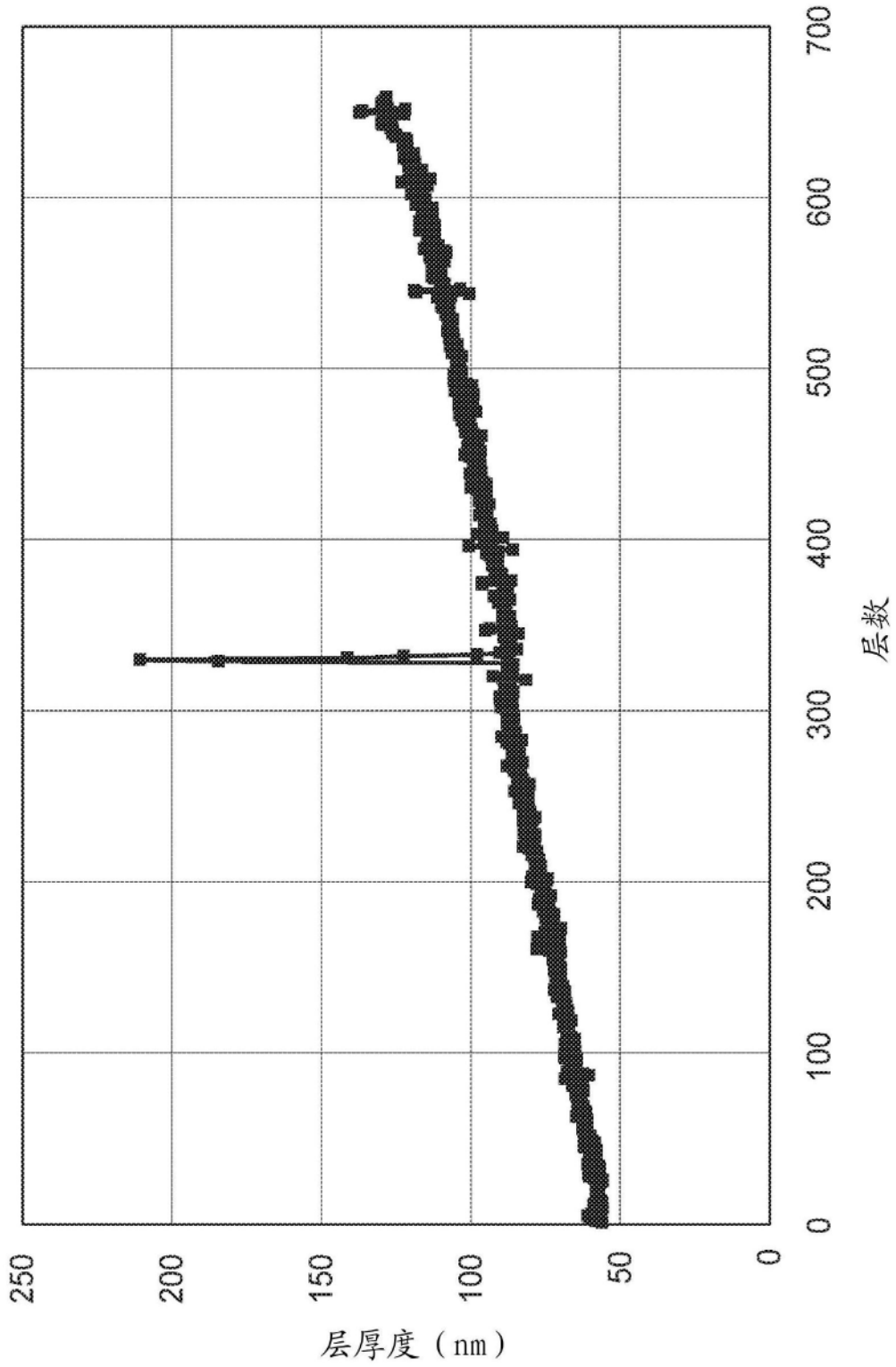


图14A

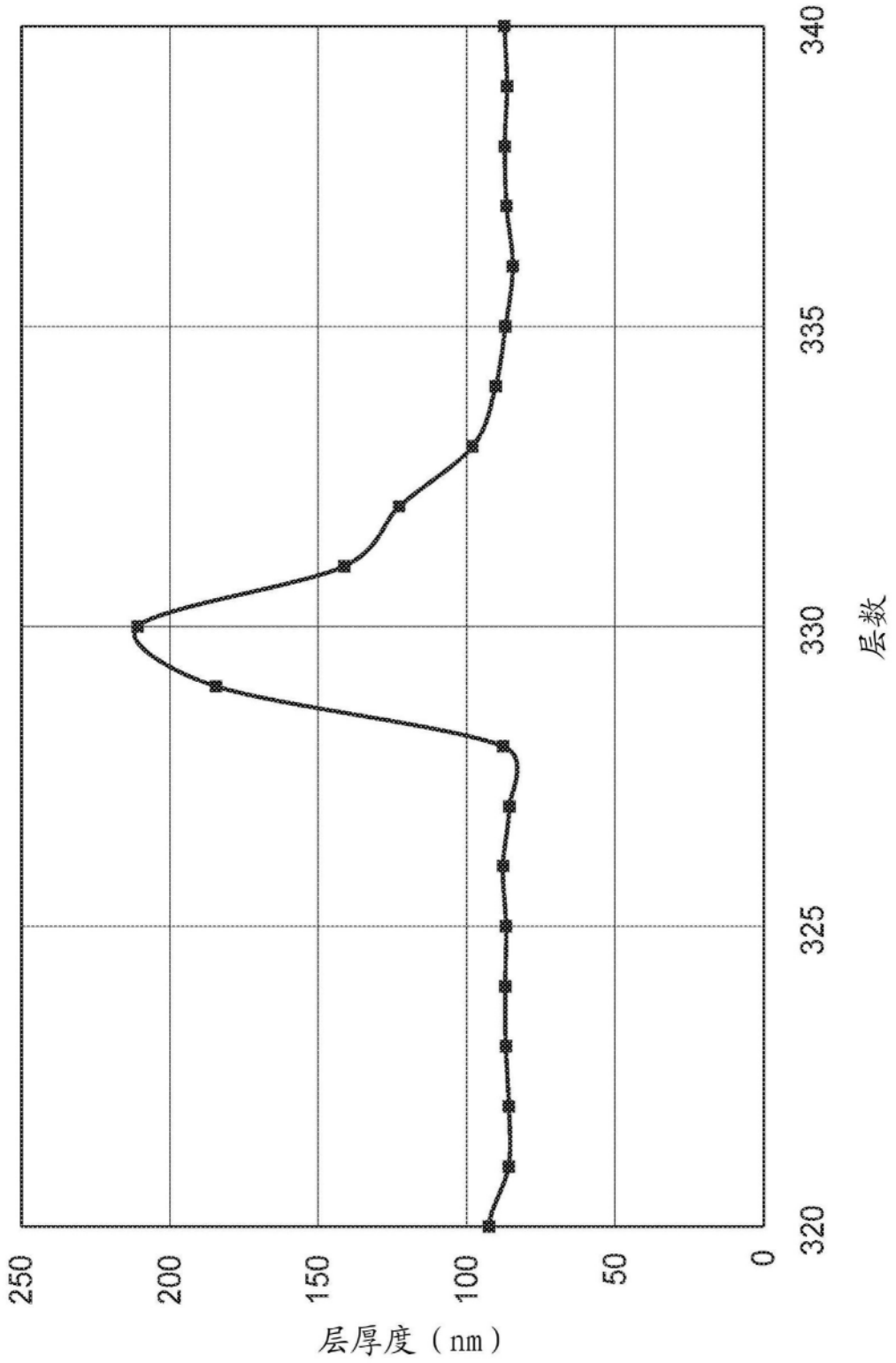


图14B