



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113927879 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 19

(21) 申请号 202111186176.7

(22) 申请日 2018.10.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113927879 A

(43) 申请公布日 2022.01.14

(30) 优先权数据
62/578,135 2017.10.27 US

(62) 分案原申请数据
201880069822.1 2018.10.23

(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 罗伯特·M·詹宁斯
威廉·T·费伊 乔·A·埃特
阿瑟·L·科茨
大卫·J·W·奥斯吐恩

(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.
B29C 51/26 (2006.01)
B29C 55/16 (2006.01)
B29D 11/00 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)
B29L 11/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102236120 A, 2011.11.09
CN 106501931 A, 2017.03.15
审查员 管婧超

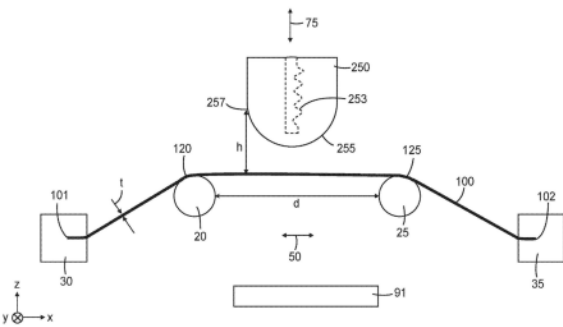
权利要求书2页 说明书36页 附图49页

(54) 发明名称

成形光学膜、使光学膜成形的方法和弯曲反射偏振器

(57) 摘要

本发明描述了成形光学膜、使光学膜成形的方法和弯曲反射偏振器。一种使光学膜成形的方法,包括以下步骤:固定光学膜的相对的第一端部和第二端部,第一端部和第二端部沿第一方向间隔开;固定光学膜的相对的第三端部和第四端部,第三端部和第四端部沿与第一方向正交的第二方向间隔开;提供弯曲模具表面;以及通过在拉伸光学膜的同时使光学膜与弯曲模具表面接触来使光学膜成形,从而产生沿至少第一方向弯曲的弯曲光学膜,其中在成形步骤期间拉伸光学膜包括沿第一方向拉伸光学膜大于沿第二方向的任何拉伸的3倍。



1. 一种弯曲光学膜,包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层,使得:

第一曲线作为所述光学膜与同所述第二方向和参考平面正交的第一平面的交线,具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着大于180度的第一角度,所述光学膜在所述参考平面中具有最大投影面积;以及

第二曲线作为所述光学膜与同所述第一方向和所述参考平面正交的第二平面的交线,具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度,

其中对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于80%的反射率和小于2%的透射率。

2. 一种弯曲光学膜,包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层,使得:

第一曲线作为所述光学膜与同所述第二方向和参考平面正交的第一平面的交线,具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着至少90度的第一角度,所述光学膜在所述参考平面中具有最大投影面积;以及

第二曲线作为所述光学膜与同所述第一方向和所述参考平面正交的第二平面的交线,具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度,

其中对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于80%的反射率和小于2%的透射率,并且

其中所述第一曲线穿过所述光学膜的中心,所述光学膜在沿所述第一曲线的第一位置处具有第一厚度并且在沿所述第一曲线的第二位置处具有第二厚度,所述第二位置与所述第一位置沿所述第一曲线间隔的距离为最佳拟合的所述第一圆弧的半径 R_1 的至少0.7倍,沿所述第一曲线从所述光学膜的所述中心到所述第一位置的距离不超过 $0.2R_1$,沿所述第一曲线从所述第二位置到所述光学膜的边缘的距离不超过 $0.2R_1$,所述第一厚度和所述第二厚度相差不超过5%。

3. 一种弯曲光学膜,包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层,使得:

第一曲线作为所述光学膜与同所述第二方向和参考平面正交的第一平面的交线,具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着至少90度的第一角度,所述光学膜在所述参考平面中具有最大投影面积;以及

第二曲线,作为所述光学膜与同所述第一方向和所述参考平面正交的第二平面的交线具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度,

其中对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于80%的反射率和小于2%的透射率,并且

其中所述第一曲线穿过所述光学膜的中心,所述光学膜在沿所述第一曲线的第一位置处具有第一长波长带边缘并且在沿所述第一曲线的第二位置处具有第二长波长带边缘,所述第二位置与所述第一位置沿所述第一曲线间隔的距离为最佳拟合的所述第一圆弧的半径 R_1 的至少0.7倍,沿所述第一曲线从所述光学膜的所述中心到所述第一位置的距离不超过 $0.2R_1$,沿所述第一曲线从所述第二位置到所述光学膜的边缘的距离不超过 $0.2R_1$,所述第一长波长带边缘和所述第二长波长带边缘相差不超过5%。

4.一种光学膜,包括多个聚合物层,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于80%的反射率和小于5%的透射率,其中对于沿相应的第一曲线和第二曲线与所述光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,所述第一曲线和所述第二曲线在所述光学膜的中心位置处彼此相交,所述光学膜的厚度沿所述第一曲线从所述光学膜的中心位置到第一边缘位置减小,并且沿所述第二曲线从所述中心位置到第二边缘位置增加。

5.一种光学膜,包括多个聚合物层,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于80%的反射率和小于5%的透射率,其中对于沿相应的第一曲线和第二曲线与所述光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,所述第一曲线和所述第二曲线在所述光学膜的中心位置处彼此相交,所述光学膜的长波长带边缘沿所述第一曲线从所述光学膜的中心位置到第一边缘位置减小,并且沿所述第二曲线从所述中心位置到第二边缘位置增加。

6.一种光学膜,包括多个聚合物层,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于80%的反射率和小于5%的透射率,其中对于沿相应的第一曲线和第二曲线与所述光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,所述光学膜沿所述第一曲线具有第一厚度分布并且沿所述第二曲线具有第二厚度分布,所述第一厚度分布在关于所述第二平面的映像下基本上对称,所述第二厚度分布在关于所述第一平面的映像下基本上对称,所述第一厚度分布和所述第二厚度分布不同。

7.一种光学膜,包括多个聚合物层,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于80%的反射率和小于5%的透射率,其中对于沿相应的第一曲线和第二曲线与所述光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,所述光学膜沿所述第一曲线具有第一长波长带边缘分布并且沿所述第二曲线具有第二长波长带边缘分布,所述第一长波长带边缘分布在关于所述第二平面的映像下基本上对称,所述第二长波长带边缘分布在关于所述第一平面的映像下基本上对称,所述第一长波长带边缘分布和所述第二长波长带边缘分布不同。

成形光学膜、使光学膜成形的方法和弯曲反射偏振器

[0001] 本申请是2020年4月26日(国际申请日:2018年10月23日)提交、发明名称为“成形光学膜和使光学膜成形的方法”、申请号为201880069822.1(国际申请号:PCT/IB2018/058253)的发明专利申请的分案申请。

背景技术

[0002] 可将光学膜热成形为弯曲形状。

发明内容

[0003] 在本说明书的一些方面,提供了一种使光学膜成形的方法。该方法包括以下步骤:将光学膜邻近第一辊和第二辊设置,使得光学膜的第一部分接触第一辊并且光学膜的第二部分接触第二辊,其中第一辊和第二辊沿第一方向间隔开,并且光学膜的第一部分沿与第一方向正交的第二方向具有第一宽度;固定光学膜的相对的第一端部和第二端部,其中第一端部和第二端部沿第一方向间隔开,并且第一部分和第二部分设置在第一端部和第二端部之间;提供弯曲模具表面;以及通过在使光学膜沿第一方向拉伸的同时使光学膜与弯曲模具表面接触来使光学膜成形。成形步骤包括保持最接近的第一点和第二点之间的阈值距离小于约第一宽度,其中光学膜上的第一点接触第一辊,光学膜上的第二点接触弯曲模具表面。

[0004] 在本说明书的一些方面,提供了一种使光学膜成形的方法。该方法包括以下步骤:将光学膜邻近第一辊和第二辊设置,使得光学膜的第一部分接触第一辊并且光学膜的第二部分接触第二辊,其中第一辊和第二辊沿第一方向间隔开,并且光学膜的第一部分沿与第一方向正交的第二方向具有第一宽度;固定光学膜的相对的第一端部和第二端部,其中第一端部和第二端部沿第一方向间隔开,并且第一部分和第二部分设置在第一端部和第二端部之间;提供弯曲模具表面;以及通过在使光学膜沿第一方向拉伸的同时使光学膜与弯曲模具表面接触来使光学膜成形。成形步骤包括沿第一方向改变第一辊和第二辊之间的间隔距离,以减少光学膜在第一辊和第二辊之间以及沿第二方向在光学膜的纵向边缘之间和远离光学膜的纵向边缘的屈曲。

[0005] 在本说明书的一些方面,提供了一种使光学膜成形的方法。该方法包括以下步骤:固定光学膜的相对的第一端部和第二端部,其中第一端部和第二端部沿第一方向间隔开;固定光学膜的相对的第三端部和第四端部,其中第三端部和第四端部沿与第一方向正交的第二方向间隔开;提供弯曲模具表面;以及通过在拉伸光学膜的同时使光学膜与弯曲模具表面接触来使光学膜成形,从而产生沿至少第一方向弯曲的弯曲光学膜。在成形步骤期间拉伸光学膜包括沿第一方向拉伸光学膜大于沿第二方向的任何拉伸的3倍。

[0006] 在本发明的一些方面,提供了弯曲光学膜,该弯曲光学膜包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层。作为光学膜与同第二方向和参考平面正交的第一平面的交线的第一曲线具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着大于180度的第一角度,其中光学膜在参考平面中具有最大投影面积。作为光学膜与同第

一方向和参考平面正交的第二平面的交线的第二曲线具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度。对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约2%的透射率。

[0007] 在本发明的一些方面,提供了弯曲光学膜,该弯曲光学膜包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层。作为光学膜与同第二方向和参考平面正交的第一平面的交线的第一曲线具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着至少90度的第一角度,其中光学膜在参考平面中具有最大投影面积。作为光学膜与同第一方向和参考平面正交的第二平面的交线的第二曲线具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度。对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约2%的透射率。第一曲线穿过光学膜的中心。光学膜在沿第一曲线的第一位置处具有第一厚度并且在沿第一曲线的第二位置处具有第二厚度,其中第二位置与第一位置沿第一曲线间隔的距离为最佳拟合的第一圆弧的半径 R_1 的至少0.7倍,沿第一曲线从光学膜的中心到第一位置的距离不超过 $0.2R_1$,沿第一曲线从第二位置到光学膜的边缘的距离不超过 $0.2R_1$ 。第一厚度和第二厚度相差不超过5%。

[0008] 在本发明的一些方面,提供了弯曲光学膜,该弯曲光学膜包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层。作为光学膜与同第二方向和参考平面正交的第一平面的交线的第一曲线具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着至少90度的第一角度,其中光学膜在参考平面中具有最大投影面积。作为光学膜与同第一方向和参考平面正交的第二平面的交线的第二曲线具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度。对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约2%的透射率。第一曲线穿过光学膜的中心。光学膜在沿第一曲线的第一位置处具有第一长波长带边缘并且在沿第一曲线的第二位置处具有第二长波长带边缘,其中第二位置与第一位置沿第一曲线间隔的距离为最佳拟合的第一圆弧的半径 R_1 的至少0.7倍,沿第一曲线从光学膜的中心到第一位置的距离不超过 $0.2R_1$,沿第一曲线从第二位置到光学膜的边缘的距离不超过 $0.2R_1$ 。第一长波长带边缘和第二长波长带边缘相差不超过5%。

[0009] 在本说明书的一些方面,提供了包括多个聚合物层的光学膜。对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约5%的透射率。对于沿相应的第一曲线和第二曲线与光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,其中第一曲线和第二曲线在光学膜的中心位置处彼此相交,光学膜具有厚度,该厚度沿第一曲线从光学膜的中心位置到第一边缘位置减小,并且沿第二曲线从中心位置到第二边缘位置增大。

[0010] 在本说明书的一些方面,提供了包括多个聚合物层的光学膜。对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约5%的透射率。对于沿相应的第一曲线和第二曲线与光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,其中第一曲线和第二曲线在光学膜的中心位置处彼此相

交,光学膜具有长波长带边缘,该波长带边缘沿第一曲线从光学膜的中心位置到第一边缘位置减小,并且沿第二曲线从中心位置到第二边缘位置增大。

[0011] 在本说明书的一些方面,提供了包括多个聚合物层的光学膜。对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约5%的透射率。对于沿相应的第一曲线和第二曲线与光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,光学膜沿第一曲线具有第一厚度分布,该第一厚度分布在关于第二平面的映像下基本上对称;并且沿第二曲线具有第二厚度分布,该第二厚度分布在关于第一平面的映像下基本上对称,其中第一厚度分布和第二厚度分布不同。

[0012] 在本说明书的一些方面,提供了包括多个聚合物层的光学膜。对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约5%的透射率。对于沿相应的第一曲线和第二曲线与光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,光学膜沿第一曲线具有第一长波长带边缘分布,该第一长波长带边缘分布在关于第二平面的映像下基本上对称;并且沿第二曲线具有第二长波长带边缘分布,该第二长波长带边缘分布在关于第一平面的映像下基本上对称,其中第一长波长带边缘分布和第二长波长带边缘分布不同。

[0013] 在本发明的一些方面,提供了弯曲反射偏振器,该反射偏振器包括至少沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层。沿第一方向的第一最大垂度与对应的第一直径的第一比率为至少0.1,并且沿第二方向的第二最大垂度与对应的第二直径的第二比率为至少0.05。对于预定波长范围内的垂直入射光,反射偏振器上的每个位置对于阻光偏振态具有大于约80%的最大平均反射率和小于约2%的对应最小平均透射率,对于透光偏振态具有大于约80%的最大平均透射率。在反射偏振器的面积占反射偏振器的至少80%总面积的区域中的每个位置具有至少500的对比率,该对比率为最大平均透射率除以最小平均透射率。

[0014] 在本发明的一些方面,提供了弯曲反射偏振器,该反射偏振器包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层。反射偏振器的总曲率为至少0.25,其中总曲率为反射偏振器的高斯曲率在反射偏振器的整个面积上的表面积分。对于预定波长范围内的垂直入射光,反射偏振器上的每个位置对于阻光偏振态具有大于约80%的最大平均反射率和小于约2%的对应最小平均透射率,对于透光偏振态具有大于约80%的最大平均透射率。在反射偏振器的面积占反射偏振器的至少80%总面积的区域中的每个位置具有至少500的对比率,该对比率为最大平均透射率除以最小平均透射率。

[0015] 在本发明的一些方面,提供了弯曲反射偏振器,该反射偏振器包括至少沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层。沿第一方向的第一最大垂度与对应的第一直径的第一比率为至少约0.1,并且沿第二方向的第二最大垂度与对应的第二直径的第二比率为至少约0.05。对于具有预定波长的垂直入射光,反射偏振器的至少80%总面积上的每个位置对于阻光偏振态具有大于约80%的最大反射率和小于约0.2%的对应最小透射率,对于透光偏振态具有大于约80%的最大透射率。

[0016] 在本发明的一些方面,提供了弯曲反射偏振器,该反射偏振器包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层。反射偏振器的总曲率为至少0.25,其中总曲率为反射偏振器的高斯曲率在反射偏振器的整个面积上的表面积分。对于具有预定波长的垂直入

射光,反射偏振器至少80%总面积上的每个位置对于阻光偏振态具有大于约80%的最大反射率和小于约0.2%的对应最小透射率,对于透光偏振态具有大于约80%的最大透射率。

[0017] 在本说明书的一些方面,提供了用于处理光学膜的设备。该设备包括第一辊和第二辊,所述第一辊和所述第二辊沿第一方向间隔开并且设置在被构造成沿第一方向移动第一辊和第二辊的相应的第一平台和第二平台上,其中第一辊和第二辊沿与第一方向正交的第二方向具有相应的第一宽度和第二宽度;第一固定部件和第二固定部件,所述第一固定部件和第二固定部件用于固定光学膜的相对的第一端部和第二端部,其中第一辊和第二辊设置在第一固定部件和第二固定部件之间,并且所述设备被构造成使得当光学膜的第一端部和第二端部被固定在第一固定部件和第二固定部件中时,光学膜接触第一辊和第二辊;模具,所述模具具有弯曲模具表面并且设置在模具平台上,模具平台被构造成沿同第一方向和第二方向正交的第三方向移动所述模具;用于加热所述光学膜的部件;张力测量部件,所述张力测量部件用于测量光学膜中的张力;控制器,所述控制器通信地联接到张力测量部件、第一平台和第二平台、第一固定部件和第二固定部件以及模具平台。控制器被构造成在控制光学膜中的张力的同时地沿第三方向移动模具和沿第一方向移动第一辊和第二辊。

附图说明

- [0018] 图1A-图1E为使光学膜成形的方法的示意图;
- [0019] 图2-图3为使光学膜成形的步骤的示意性侧视图;
- [0020] 图4A为用于使光学膜成形的设备的示意性侧视图;
- [0021] 图4B为设置在镜台上的加热部件和透镜安装架的示意性侧视图;
- [0022] 图5A为用于使光学膜成形的设备的侧视图;
- [0023] 图5B为图5A的设备的透视图;
- [0024] 图6-图7为设置在光学膜上的模具的示意性俯视图;
- [0025] 图8A为表现出屈曲的光学膜的一部分的示意俯视图;
- [0026] 图8B为通过图8A的光学膜中的屈曲部的示意性剖视图;
- [0027] 图8C为示出光学膜的预定区域的光学膜的示意性前视平面图;
- [0028] 图9A-图9B为在正交平面中的光学膜的示意性剖视图;
- [0029] 图10A-图10C为光学膜的示意性透视图;
- [0030] 图11A为第一曲线和最佳拟合的第一圆弧的示意图;
- [0031] 图11B为第二曲线和最佳拟合的第二圆弧的示意图;
- [0032] 图11C-图11D为沿图11A的第一曲线的可能的厚度轮廓的示意性曲线图;
- [0033] 图11E为沿图11B的第二曲线的可能的厚度轮廓的示意性曲线图;
- [0034] 图11F-图11G为沿图11A的第一曲线的可能的长波长带边缘轮廓的示意性曲线图;
- [0035] 图11H为沿图11B的第二曲线的可能的长波长带边缘轮廓的示意性曲线图;
- [0036] 图12为模具的示意性侧视图;
- [0037] 图13为光学膜的示意性剖视图;
- [0038] 图14为光学膜的示意性前视平面图;
- [0039] 图15A-图15B为第一厚度分布和第二厚度分布的示意图;
- [0040] 图15C-图15D为第一长带宽边缘分布和第二长带宽边缘分布的示意图;

- [0041] 图16为反射偏振器的透光状态和阻光状态的透射率的示意性曲线图；
- [0042] 图17为反射偏振器的透光状态和阻光状态的反射率的示意性曲线图；
- [0043] 图18A-图18B为光学膜的示意性剖视图；
- [0044] 图19为光学膜的层厚度对层数的曲线图；
- [0045] 图20A为设置在邻近光学透镜的弯曲模具表面上的光学膜的一部分的示意性剖视图；
- [0046] 图20B为透镜组件的示意性剖视图；
- [0047] 图21A为保持光学透镜的透镜安装架的示意图,其中光学膜设置在光学透镜上；
- [0048] 图21B为透镜组件的示意性剖视图；
- [0049] 图22A-图22B为使用下拉工艺和加压工艺成形的膜的厚度分布曲线图；
- [0050] 图23A-图23B为模具的图像；
- [0051] 图24为反射偏振器的示意性俯视图；
- [0052] 图25为反射偏振器的平均阻光状态透射率的曲线图；
- [0053] 图26为反射偏振器的平均透光状态透射率的曲线图；
- [0054] 图27为反射偏振器的对比率的曲线图；
- [0055] 图28为反射偏振器的长波长带边缘的曲线图；
- [0056] 图29为反射偏振器的平均阻光状态透射率的等值线图；
- [0057] 图30为反射偏振器的平均通光状态透射率的等值线图；
- [0058] 图31为反射偏振器的对比率的等值线图；
- [0059] 图32为在各种工艺条件的成形过程期间,模具上的光学膜的半缠绕长度随时间变化的曲线图；
- [0060] 图33为在各种工艺条件的成形过程期间,在模具上的接触点和辊上的接触点之间的光学膜的跨度长度随时间变化的曲线图；
- [0061] 图34为在各种工艺条件的成形过程期间,沿光学膜的长度的张力随时间变化的曲线图；
- [0062] 图35-图38为针对各种工艺条件的成形光学膜的厚度分布曲线图。

具体实施方式

[0063] 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。

[0064] 根据本说明书的一些方面,提供了使光学膜成形的方法。在一些实施方案中,本说明书的方法允许将光学膜形成为难以使用常规热成形技术实现的形状,同时在大部分或所有光学膜上保持期望的光学特性。例如,光学膜可弯曲以在光学膜的曲率中心处对着大于180度的角度。在一些实施方案中,本发明的方法提供了光学膜的厚度变化,该厚度变化不同于通过常规方法热成形的光学膜的厚度变化。例如,厚度可沿一个轴线从光学膜的中心增大并且沿正交轴线从中心减小。又如,厚度可沿至少一个方向从光学膜的中心到光学膜的边缘非单调地变化。在一些实施方案中,光学膜是反射偏振器,并且本说明书的方法允许反射偏振器在发射偏振器的成形期间沿阻光轴的拉伸比沿透光轴的拉伸大得多,并且已经

发现这减少了沿阻光轴偏振的光的透射率,并且增加了反射型偏振器的对比率。

[0065] 本说明书的光学膜可包括多个交替的聚合物层并且可主要通过光学干涉来透射和反射光。在一些实施方案中,光学膜为镜膜,并且在一些实施方案中,光学膜为反射偏振器。在任一种情况下,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在成形光学膜的至少80%总面积上的每个位置可具有大于约80%的反射率。在反射偏振器的情况下,在成形光学膜的至少80%或至少70%或至少90%或至少95%总面积上的每个位置处,具有预定波长和相同的正交第二偏振态的垂直入射光的透射率可大于80%。在一些实施方案中,预定波长为预定波长范围内的波长。

[0066] 预定波长范围可以是包括光学膜的光学系统被设计为在其上操作的波长范围。例如,预定波长范围可为可见光范围(400nm至700nm)或可见光范围的基本子集(例如,450nm至650nm)。又如,预定波长范围可包括一个或多个可见光波长范围。例如,预定波长范围可为不止一个窄波长范围的并集(例如,对应于显示面板的光发射颜色的不相交的红色、绿色和蓝色波长范围的并集)。此类波长范围在美国专利申请公布No.2017/0068100(Merrill等人)中有所描述,该申请以不与本说明书矛盾的程度据此以引用方式并入本文。在一些实施方案中,预定波长范围包括其他波长范围(例如,红外(例如,近红外(约700nm至约2500nm))或紫外(例如,近紫外(约300nm至约400nm))以及可见光波长范围。例如,光学膜可以是红外反射器,并且预定波长范围可以是近红外范围。预定波长可为预定波长范围内的任何波长。例如,预定波长范围可为从400nm至700nm,并且预定波长可为例如500nm或550nm。

[0067] 在图1A-图1E中示出根据本说明书的使光学膜成形的方法。图1A为邻近第一辊20和第二辊25设置的光学膜100的示意性剖视图,使得光学膜100的第一部分120接触第一辊20,并且光学膜100的第二部分125接触第二辊25。图1B为图1A的系统的顶部示意图。第一辊20和第二辊25沿第一方向50(平行于x方向)间隔开。光学膜100的第一部分120沿与第一方向50正交的第二方向67(平行于y方向)具有第一宽度W1。第一辊20沿第二方向67具有第一宽度WR1。在一些实施方案中,宽度WR1大于宽度W1。光学膜100的第二部分125沿第二方向67具有第二宽度W2。第二辊25沿第二方向67具有第二宽度WR2。在一些实施方案中,宽度WR2大于宽度W2。在一些实施方案中,W1和W2相等或大致相等。在一些实施方案中,光学膜具有大致等于W1和W2的基本上恒定的宽度(例如,不超过10%的变化)。在一些实施方案中,WR1和WR2相等或大致相等。

[0068] 该方法包括固定光学膜100的第一端部101和第二端部102。在例示的实施方案中,固定部件30和固定部件35用于固定第一端部101和第二端部102。固定部件30和固定部件35可为或可包括搭扣、夹持件或辊(例如,绞盘辊),并且可被构造成沿第一方向50移动。第一端部101和第二端部102沿第一方向50间隔开,其中第一部分120和第二部分125设置在第一端部101和第二端部102之间。

[0069] 模具250具有弯曲模具表面255。模具250具有沿第一方向50的长度L1和沿第二方向67的长度L2。弯曲模具表面可沿第一方向和第二方向具有相同或类似的长度。如图1B所示,光学膜100可具有大于L2的宽度(例如,W1和/或W2)。在这种情况下,光学膜100的一部分可在形成期望的形状之后被切掉以移除未形成的边缘。在其他实施方案中,可以代替光学膜100使用的光学膜100b可具有小于L2的宽度(例如,W1和/或W2),如图1C所示。在一些实施方案中,光学膜的宽度大致等于模具250的沿第二方向67的长度L2。模具250包括可用于加

热模具的任选的(一个或多个)加热元件253。任选的(一个或多个)加热元件253可例如设置在模具250内或模具的表面上。在一些实施方案中,将模具250加热至高于环境温度的温度。例如,在一些实施方案中,将模具250加热至大于30°C,或大于40°C的温度。在一些实施方案中,在使光学膜100成形之前,将光学膜100加热至预定温度。在一些实施方案中,将模具250加热至低于该预定温度的温度。

[0070] 在一些实施方案中,通过在沿第一方向50拉伸光学膜100的同时使光学膜100与弯曲模具表面255接触来使光学膜100成形。这可通过使模具250沿与第一方向50和第二方向67正交的第三方向75(平行于z方向)朝光学膜100移动直到弯曲模具表面255接触光学膜,并继续使模具250移动直到光学膜100适形于弯曲模具表面255的至少一部分。这可以被描述为沿第三方向75改变弯曲模具表面255的边界上的点257与光学膜100之间的间隔距离h。弯曲模具表面255的边界可被视为曲率在此处突然改变的物理边界(如果存在此类边界),或者该边界可被视为弯曲模具表面255的最大面积的边界,该边界在光学膜100的成形期间与光学膜100接触。图1D为成形方法中的步骤的示意性剖视图,其中模具250初始接触光学膜100,图1E为成形方法中的在光学膜100的连续部分已经接触弯曲模具表面255之后的时间的示意性剖视图。在例示的实施方案中,固定部件30和固定部件35被定位成比第一辊20和第二辊25低(z坐标较小)。在其他实施方案中,当模具250初始接触光学膜100时,固定部件30和固定部件35被定位成使得固定部件30和模具250之间的膜跨度,固定部件35和模具250之间的膜跨度以及第一辊20和第二辊25之间的膜跨度彼此平行。

[0071] 在一些实施方案中,在光学膜的接触弯曲模具表面的第一点(例如,点134或点135)处的光学膜的温度低于在光学膜的不接触弯曲模具表面的第二点(例如,在点135和点136之间的中间点,或在点133和点134之间的中间点)处的温度。

[0072] 光学膜100的成形优选地包括保持最接近的第一点133和第二点134之间的阈值距离d1小于约第一宽度W1,其中光学膜100上的第一点133接触第一辊20,并且光学膜100上的第二点134接触弯曲模具表面255。换句话说,d1是光学膜100上的接触第一辊20的任何点与光学膜100上的接触弯曲模具表面255的任何点之间的最小距离,并且使光学膜100成形的的方法包括保持d1小于约W1。在一些实施方案中,光学膜100的成形还包括保持最近的第三点135和第四点136之间的阈值距离d2小于约第二宽度W2,其中光学膜100上的第三点135接触弯曲模具表面,并且光学膜100上的第四点136接触第二辊25。换句话说,d2是光学膜100上的接触弯曲模具表面255的任何点与光学膜100上的接触第二辊25的任何点之间的最小距离,并且使光学膜100成形的的方法包括保持d2小于约W2。使d1和/或d2保持在期望的范围通常包括沿第一方向50移动第一辊20和/或第二辊25。在优选的实施方案中,第一辊20和第二辊25沿第一方向50移动,使得第一辊20和第二辊25之间的距离d在光学膜100的成形期间变化,以将d1和d2均保持在期望的范围内。在一些实施方案中,随着光学膜100被成形,第一点133、第二点134、第三点135和第四点136中的一个或多个或全部沿第一方向50移动。

[0073] 在没有第一辊20和第二辊25的情况下,光学膜100(或100b)通常在区域73(或73b)中沿第二方向67屈曲。已经发现,包括第一辊20和第二辊25并且将d1和/或d2保持在期望的范围内可以减少或消除光学膜在第二方向上的屈曲。光学膜100(或100b)与第一辊20和第二辊25之间的摩擦可导致光学膜100(或100b)沿第二方向的正张力,并且该张力可防止屈曲。在一些实施方案中,第一辊20和第二辊25具有光滑的表面。在一些实施方案中,第一辊

20和第二辊25是散布辊。散布辊包括例如凹槽,这些凹槽可导致沿第二方向67增加光学膜100(或100b)中的张力。散布辊在本领域中是已知的,并且例如在美国专利No.6,843,762(Munche等人)中有所描述。

[0074] 在一些实施方案中,阈值距离d1保持不大于W1,或不大于0.9W1,或不大于0.8W1,或不大于0.7W1,或不大于0.6W1,或不大于0.5W1,或不大于0.4W1,或不大于0.3W1。在一些实施方案中,阈值距离d1保持为光学膜100(或100b)的厚度t的至少0.001W1,或至少0.01W1,或至少两倍,或至少厚度的5倍,或至少厚度的10倍。在一些实施方案中,阈值距离d2保持不大于W2,或不大于0.9W2,或不大于0.8W2,或不大于0.7W2,或不大于0.6W2,或不大于0.5W2,或不大于0.4W2,或不大于0.3W2。在一些实施方案中,阈值距离d1保持为光学膜100(或100b)的厚度的至少0.001W2,或至少0.01W2,或至少两倍,或至少厚度的5倍,或至少厚度的10倍。

[0075] 在一些实施方案中,阈值距离d1和d2被独立地控制。在一些实施方案中,第一辊20和第二辊25关于模具250基本上对称地设置,使得d1等于或大致等于d2。在其他实施方案中,第一辊20和第二辊25关于模具250不对称地设置,使得d1和d2不同。在一些情况下,可以这样做以有利于将光学膜100成形为不对称形状(例如,泪滴形)。

[0076] 在一些实施方案中,光学膜100(或100b)的成形包括沿第一方向50改变第一辊20和第二辊25之间的间隔距离d,以减少光学膜100(或100b)在第一辊20和第二辊25之间的区域73中以及在光学膜100(或100b)的纵向边缘71和72(或71b和72b)之间并且远离所述纵向边缘71和72(或71b和72b)沿第二方向67的屈曲。在一些情况下,可接受沿纵向边缘71和72的屈曲,因为随后在例如光学系统中使用成形光学膜之前可移除屈曲和/或将光学膜沿纵向边缘71和72的部分移除。

[0077] 第一固定部件30和第二固定部件35可被构造成沿第一方向50移动。在一些实施方案中,改变第一端部101和第二端部102的位置以控制沿第一方向50在光学膜100(或100b)中的张力。通过沿第一方向50移动第一固定部件30和第二固定部件35,可以改变第一端部101和第二端部102的位置。另选地,第一固定部件30和第二固定部件35可以是辊,其中膜的端部固定在辊上或辊内,并且可以通过旋转辊来改变在第一方向50上的张力。在这种情况下,第一端部101和第二端部102的位置可由于辊的旋转而改变。在一些实施方案中,光学膜100(或100b)中沿第一方向50的张力随着膜的拉伸而基本上恒定。如果张力在光学膜被成形的至少90%的时间内变化不超过10%,则该张力可被描述为基本上恒定或基本上不变。在一些实施方案中,在光学膜100的拉伸期间,光学膜100中沿第一方向50的张力逐渐增加。在一些实施方案中,控制张力以在光学膜中产生期望的厚度变化。例如,期望的厚度可沿第一方向50基本上恒定。又如,期望的厚度分布一般可沿第一方向50从光学膜的中心到相对边缘中的每个减小。光学膜的反射带边缘通常与厚度成比例。例如,期望的带边缘分布可确定期望的厚度分布。

[0078] 在一些实施方案中,光学膜100(或100b)被加热。在一些实施方案中,加热可在光学膜100的拉伸之前和任选地在拉伸期间进行。加热可利用红外(IR)加热、对流加热和辐射加热中的一种或多种。图1A示意性地示出了被设置用于加热光学膜100的加热器91。加热器91设置在光学膜100的与弯曲模具表面255相对的一侧上。在一些实施方案中,加热器91为红外加热器。在一些实施方案中,红外反射表面邻近与红外加热器相对的光学膜设置。例

如,在一些实施方案中,弯曲模具表面255为红外反射表面,红外反射表面在光学膜100的加热期间邻近光学膜100定位。在其他实施方案中,在光学膜100的加热期间,在弯曲模具表面255与光学膜100之间设置单独的红外反射器。然后在光学膜100成形之前移除单独的红外反射器。

[0079] 在一些实施方案中,将光学膜100(或100b)加热至120℃至200℃范围内或160℃至200℃范围内的温度。在一些实施方案中,光学膜100被加热至高于光学膜100的玻璃化转变温度的温度。在一些实施方案中,模具250在光学膜100的成形之前和/或期间被加热。例如,可将模具250加热至大于30℃的温度。在成形之前,模具250的温度可低于光学膜100的温度。在一些实施方案中,在成形步骤期间,光学膜100的温度在光学膜接触弯曲模具表面255的顶点的点处最低,并且在光学膜100的不接触弯曲模具表面255的部分中较高。在一些实施方案中,在成形步骤期间,光学膜100的温度从第一辊和第二辊之间的光学膜100的中点朝第一辊和第二辊中的每个变化。在一些实施方案中,在成形步骤期间,光学膜100的温度从纵向边缘71和72之间以及第一辊20和第二辊25之间的中点朝每个纵向边缘变化。光学膜100的中点可以是接触弯曲模具表面255的顶点的点。在一些实施方案中,第一辊20和第二辊25也被加热(例如,加热至大于30℃的温度)。本文其他各处所述的第三辊和第四辊也可以被加热。

[0080] 光学膜的玻璃化转变温度可指光学膜的任何层的玻璃化转变温度。例如,光学膜的玻璃化转变温度可以是光学膜的层中的任一个的最高玻璃化转变温度;可以是光学膜的层中的任一个的最低玻璃化转变温度;当光学膜包括交替的非双折射层和双折射层时,光学膜的玻璃化转变温度可以是光学膜的双折射干涉层的温度;或者当光学膜300包括交替的较高折射率干涉层和较低折射率干涉层时,玻璃化转变温度可以是光学膜300的较高折射率干涉层的玻璃化转变温度。玻璃化转变温度可通过差示扫描量热法确定。

[0081] 在一些实施方案中,在使光学膜成形之前,将光学膜加热至低于光学膜的熔融温度的温度。熔融温度可指光学膜的层中的任一个的熔融温度。在一些实施方案中,熔融温度为较高折射率层或双折射层的熔融温度。在一些实施方案中,在使光学膜成形之前,将光学膜加热至高于光学膜的最大玻璃化转变温度并且低于光学膜的最低熔融温度的温度。

[0082] 在一些实施方案中,光学膜100(或100b)为具有基本上沿第一方向的阻光轴的反射偏振器。如果第一方向和阻光轴之间的角度小于30度,则阻光轴可被描述为基本上沿第一方向。在一些实施方案中,第一方向与阻光轴之间的角度小于20度,或小于10度,或小于5度。

[0083] 在一些实施方案中,光学膜100为反射偏振器,并且该工艺包括在使用模具250使光学膜成形之前,沿第一方向50拉伸反射偏振器。已经发现这减少了反射偏振器的阻光状态泄漏并且增加了反射偏振器的对比率。在一些情况下,通过这种拉伸将屈曲引入光学膜中,但是该屈曲随后在成形期间通过将第一辊20和第二辊25定位成足够靠近模具250而被移除。

[0084] 在一些实施方案中,该方法还包括邻近第三辊和第四辊设置光学膜。在一些实施方案中,光学膜的成形包括沿第一方向移动第三辊和第四辊。在一些实施方案中,第三辊设置用于增加光学膜与第一辊的接触角。在一些实施方案中,第四辊设置用于增加光学膜与第二辊的接触角。在一些实施方案中,在成形步骤期间第一辊和第三辊之间的间隔变化不

超过10%，而在成形步骤期间第二辊和第四辊之间的间隔变化不超过10%。例如，在一些实施方案中，第一辊和第三辊设置在共同的线性平台上，并且因此在光学膜的成形期间一起移动。相似地，在一些实施方案中，第二辊和第四辊设置在共同的线性平台上，并且因此在光学膜的成形期间一起移动。在其他实施方案中，第一辊、第二辊、第三辊和第四辊中的每个可以设置在独立的平台上，从而可以独立地控制间隔距离。在一些实施方案中，相比于靠近第二辊，第三辊更靠近第一辊，并且相比于靠近第一辊，第四辊更靠近第二辊。图2-图3示出其中包括第三辊和第四辊的两个实施方案。

[0085] 图2为示出在成形过程中模具350已经开始接触光学膜200的时间的示意性剖视图。光学膜200邻近第一辊111和第二辊112以及邻近第三辊123和第四辊124设置，其中第三辊123在与第二辊112相对的位置邻近第一辊111，并且第四辊124在与第一辊111相对的位置邻近第二辊112。图2所示的成形过程中的时间在很多方面类似于图1D所示的图1A-图1E的成形过程中的时间，不同的是包括第三辊123和第四辊124，以及第一夹紧部件130和第二夹紧部件135示意性地示出为辊。成形方法如针对图1A-图1E的成形过程所示和描述的那样进行。通常改变第一辊111和第二辊112之间的间隔 d 以将阈值距离 d_1 和 d_2 （参见图1D-图1E）保持在期望的范围内，如本文中其他地方进一步描述的。第三辊123设置用于增加光学膜200与第一辊111的接触角 θ 。相似地，第四辊124被设置用于增大光学膜200与第二辊112的接触角。已经发现，增大与第一辊111和第二辊112的接触角可以减少光学膜200沿辊在第二方向上的任何滑动，并且已经发现，这可以进一步减少光学膜200的任何屈曲。

[0086] 在一些实施方案中，第一辊111和第二辊112在光学膜200的成形之前和/或期间被加热。在一些实施方案中，第三辊123和第四辊124也被加热。在一些实施方案中，在成形步骤期间，第一辊111和第二辊112分别处于比第三辊123和第四辊124中的每个更高的温度。

[0087] 图3为示出在成形过程中模具450已经开始接触光学膜400的时间的示意性剖视图。光学膜300邻近第一辊211和第二辊212以及邻近第三辊223和第四辊224设置。第三辊223邻近第一辊211，并且第四辊224邻近第二辊212。光学膜300的端部设置在第一固定部件230和第二固定部件235中，第一固定部件230和第二固定部件235可以是或包括例如夹钳、夹持件或圆柱体。图3可以与针对图2所描述的相同，不同的是第三辊223和第四辊224以及第一固定部件230和第二固定部件235的位置。第三辊223设置用于增大光学膜300与第一辊211的接触角 θ 。相似地，第四辊224被设置用于增大光学膜300与第二辊212的接触角。通常改变第一辊111和第二辊112之间的间隔 d 以将阈值距离 d_1 和 d_2 （参见图1D-图1E）保持在期望的范围内，如本文其他地方所进一步描述的。

[0088] 图4A为用于处理光学膜400的设备1000的示意性剖视图。设备1000包括第一辊420和第二辊425，第一辊420和第二辊425沿第一方向（平行于 x 方向）间隔开并且分别设置在被构造成沿第一方向移动第一辊420和第二辊425的第一平台421和第二平台426上。第一辊420和第二辊425沿与第一方向正交的第二方向（平行于 y 方向）具有相应的第一宽度和第二宽度（例如，对应于图1B中所描述的 WR_1 和 WR_2 ）。设备1000还包括用于固定光学膜400的相对的第一端部和第二端部的第一固定部件430和第二固定部件435；模具1650，其具有弯曲模具表面1655并且设置在模具平台1656上，模具平台1656被构造成沿与第一方向和第二方向正交的第三方向（平行于 z 方向）移动模具；用于加热光学膜400的部件1691；用于测量光学膜中的张力的张力测量部件1682；以及控制器1630。在例示的实施方案中，张力测量部件

1682包括第一张力测量单元1682a和第二张力测量单元1682b。第一固定部件430和第二固定部件435分别包括第一张力测量单元1682a和第二张力测量单元1682b。

[0089] 第一辊420和第二辊425设置在第一固定部件430和第二固定部件435之间。在一些实施方案中,设备被构造成使得当光学膜400的第一端部和第二端部固定在第一固定部件430和第二固定部件435中时,光学膜400接触第一辊420和第二辊425。

[0090] 在一些实施方案中,用于加热光学膜400的部件1691包括加热器,该加热器可以是或包括红外加热器、对流加热器和辐射加热器中的一个或多个。在一些实施方案中,用于加热光学膜的部件还包括设置在模具1650之中或之上的加热元件。在一些实施方案中,用于加热光学膜400的部件1691设置在平台1696上,平台1696被构造成沿第二方向(平行于y方向)移动部件1691。可以这样做,以在过程结束时将部件1691移动远离光学膜400,使得光学膜400可以冷却。在一些实施方案中,将透镜安装架1693设置在平台1696上,如图4B示意性地示出。可以这样做以将光学透镜附接(例如,使用光学透明的粘合剂粘结)到成形膜,同时该成形膜仍与模具1650接触,如本文其他地方所进一步描述的。

[0091] 控制器1630通信地联接到张力测量部件1682、第一平台421和第二平台426、第一固定部件430和第二固定部件435以及模具平台1656。通信联接可以是有线的或无线的。在一些实施方案中,控制器被构造成在控制光学膜400中的张力的同时地沿第三方向移动模具和沿第一方向移动第一辊和第二辊。

[0092] 在例示的实施方案中,第一固定部件430和第二固定部件435分别包括第三平台431和第四平台436。另选地,第一固定部件430和第二固定部件435可被描述为固定夹持件、夹钳或辊,它们设置在通信地耦合到控制器1630的相应的单独平台上。在一些实施方案中,第三平台431和第四平台436被构造成沿第一方向移动。在一些实施方案中,第三平台431和第四平台436通信地耦合到控制器1630。在其他实施方案中,第一固定部件430和第二固定部件435中的至少一个包括用于固定光学膜400的辊,并且包括旋转平台,以旋转该辊来控制膜中的张力。在这种情况下,张力测量部件可为或可包括附接到辊的扭矩计。

[0093] 图5A-图5B为设备5000的侧视图和透视图,设备5000包括设置在相应的第一平台5021和第二平台5026上的第一辊5020和第二辊5025。第一平台5021和第二平台5026包括相应的线性致动器5022和5027,线性致动器5022和5027被构造成沿第一方向550移动第一辊5020和第二辊5025。设备5000包括第一固定部件5030和第二固定部件5035,在例示的实施方案中,第一固定部件5030和第二固定部件5035包括固定辊。在其他实施方案中,可使用固定夹持件或夹钳代替固定辊。设备5000被构造成使得当光学膜的第一端部和第二端部固定在第一固定部件5030和第二固定部件5035中时,光学膜接触第一辊5020和第二辊5025。设备5000包括用于加热光学膜的部件5091,部件5091在例示的实施方案中为红外加热器。设备5000包括用于测量光学膜中的张力的张力测量部件,该张力测量部件包括第一负荷传感器5082a和第二负荷传感器5082b。在例示的实施方案中,负荷传感器5082a和5082b为S型张力负荷传感器。另选地,也可使用其他类型的负荷传感器。在一些实施方案中,第一固定部件5030和第二固定部件5035包括被构造成沿第一方向550移动光学膜的第一端部和第二端部的相应的第三平台5031和第四平台5036。在一些实施方案中,第三平台5031和第四平台5036通信地联接到控制器。例如,第三平台5031和第四平台5036可包括连接到控制器的线性致动器。设备5000包括模具5050,模具5050具有弯曲模具表面并且设置在模具安装架

5051上,模具安装架5051通过致动器杆5052附接到线性致动器5056。模具安装架5051和包括致动器杆5052的线性致动器5056的组合可以被描述为模具平台。该模具平台被构造成使模具5050沿第三方向5075移动。通常包括框架(为了便于说明而未示出)以支撑线性致动器5056和其他组件。

[0094] 在一些实施方案中,使光学膜成形的的方法包括在拉伸光学膜的同时使光学膜与弯曲模具表面接触,从而产生沿至少第一方向并且在某些情况下沿正交的第一方向和第二方向弯曲的弯曲光学膜,其中在成形步骤期间拉伸光学膜包括沿第一方向拉伸光学膜大于沿第二方向的任何拉伸的三倍。这可以通过使用第一辊和第二辊来实现,第一辊和第二辊可以移动以将沿辊与模具之间的膜的跨度的阈值距离保持在期望范围内。这也可以通过分别沿第一方向和第二方向在光学膜中施加受控的第一张力和第二张力来实现。在一些实施方案中,光学膜具有沿第一方向间隔开的第一端部和第二端部,并且具有沿第二方向间隔开的第三端部和第四端部。第一端部和第二端部可以固定在被构造成沿第一方向移动第一端部和第二端部的第一固定部件和第二固定部件中,并且第三端部和第四端部可以固定在被构造成沿第二方向移动的第三固定部件和第四固定部件中。

[0095] 图6为设置在光学膜600上的模具650的示意性俯视图,光学膜600具有大致十字形的形状并且包括设置在第一端部和第二端部之间以及第三端部和第四端部之间的中心区域40。第一端部、第二端部、第三端部和第四端部分别固定在第一固定部件630、第二固定部件635、第三固定部件633和第四固定部件637中,所述固定部件可以是或包括夹钳、夹持件或辊,如本文其他地方所进一步描述的。光学膜600包括分别从中心区域40延伸到第一端部和第二端部的第一端部区域41和第二端部区域42;并且包括分别从中心区域40延伸到第三端部和第四端部的第三端部区域43和第四端部区域44。在一些实施方案中,第一端部区域41和第二端部区域42沿第二方向167(平行于y方向)具有基本上恒定的可大致相等的第一宽度和第二宽度。在一些实施方案中,第三端部区域43和第四端部区域44沿第一方向150(平行于x方向)具有基本上恒定的可大致相等的第三宽度和第四宽度。在一些实施方案中,第一宽度、第二宽度、第三宽度和第四宽度大致相等。

[0096] 在一些实施方案中,光学膜600分别邻近第一辊620、第二辊625、第三辊653和第四辊654设置。在其他实施方案中,省略第一辊620、第二辊625、第三辊653和第四辊654。第一辊620和第二辊625可以被构造成沿第一方向150移动并且可以被移动使得光学膜600上的接触相应辊的点和接触模具650的弯曲模具表面的点之间的相应最短距离保持在优选范围内,该优选范围可以是本文其他地方针对d1和d2所述的范围中的任一个。相似地,第三辊653和第四辊654可以被构造成沿第二方向167移动并且可以被移动使得光学膜600上的接触相应辊的点和接触模具650的弯曲模具表面的点之间的相应最短距离保持在优选范围内,该优选范围可以是本文其他地方针对d1和d2所述的范围中的任一个。

[0097] 第一辊620和第二辊625可以用成对的辊代替,如例如图2-图3所示。在这种情况下,第三辊653和第四辊654可以被称为第五辊和第六辊。第三辊653和第四辊654可以用成对的辊代替,如例如图2-图3所示。

[0098] 在一些实施方案中,在成形步骤期间拉伸光学膜600包括沿第一方向150将光学膜拉伸大于沿第二方向167的任何拉伸的3倍,或大于5倍,或大于7倍。在一些实施方案中,成形步骤包括改变光学膜600的第一端部和第二端部的位置,以控制光学膜600沿第一方向

150的第一张力。在一些实施方案中,这通过沿第一方向150移动第一固定部件630和第二固定部件635来实现。在其他实施方案中,第一固定部件630和第二固定部件635中的至少一个包括用于固定光学膜600的辊,并且包括旋转平台,以旋转该辊来控制第一张力。在一些实施方案中,成形步骤包括改变光学膜600的第三端部和第四端部的位置,以控制光学膜600沿第二方向167的第二张力。在一些实施方案中,这通过沿第二方向167移动第三固定部件633和第四固定部件637来实现。在其他实施方案中,第三固定部件633和第四固定部件637包括用于固定光学膜600的辊,并且包括旋转平台,以旋转该辊来控制第二张力。在一些实施方案中,第一张力大于第二张力的2倍,或大于3倍,或大于5倍。

[0099] 在一些实施方案中,成形步骤包括改变光学膜600的在第三固定部件633和第四固定部件637中的第三端部和第四端部的位置,以减少或消除光学膜600在第二方向167上的屈曲。在一些实施方案中,基本上不沿第二方向167拉伸光学膜600。例如,在光学膜600的成形期间,可以施加在第二方向167上的张力以防止光学膜600沿第二方向167收缩,但是沿第二方向上的曲线测量的膜的长度可以不改变,或者可以改变小于5%。

[0100] 在一些实施方案中,在成形之前,光学膜沿第一方向150比第二方向167预拉伸更多(例如,至少2倍,或至少3倍,或至少5倍)。在一些实施方案中,相继进行固定、预拉伸和成形的步骤。

[0101] 在一些实施方案中,光学膜被切割成具有中心区域和第一端部区域至第六端部区域的形状。这对于将光学膜成形为在第一方向上比在正交的第二方向上具有基本上更大的直径的形状是有用的,如图7所示。

[0102] 图7为设置在光学膜700上的模具750的示意性俯视图,光学膜700包括设置在第一端部和第二端部之间,第三端部和第四端部之间以及第五端部和第六端部之间的中心区域140。第一端部、第二端部、第三端部、第四端部、第五端部和第六端部分别固定在第一固定部件730、第二固定部件735、第三固定部件733、第四固定部件737、第五固定部件763和第六固定部件767中,所述固定部件可以是夹持件或辊,如本文其他地方所进一步描述的。光学膜700包括分别从中心区域140延伸到第一端部和第二端部的第一端部区域141和第二端部区域142;包括分别从中心区域40延伸到第三端部和第四端部的第三端部区域143和第四端部区域144;并且包括分别从中心区域40延伸到第三端部和第四端部的第五端部区域165和第六端部区域166。在一些实施方案中,第一端部区域141和第二端部区域142沿第二方向267(平行于y方向)具有基本上恒定的可大致相等的第一宽度和第二宽度。在一些实施方案中,第三端部区域143和第四端部区域144沿第一方向205(平行于x方向)具有基本上恒定的可大致相等的第三宽度和第四宽度。在一些实施方案中,第五端部区域165和第六端部区域166沿第一方向205具有基本上恒定的可大致相等的第五宽度和第六宽度。在一些实施方案中,第一宽度、第二宽度、第三宽度、第四宽度、第五宽度和第六宽度大致相等。

[0103] 在一些实施方案中,光学膜700分别邻近第一辊720、第二辊725、第三辊753、第四辊754、第五辊775和第六辊776设置。在其他实施方案中,省略第一辊720、第二辊725、第三辊753、第四辊754、第五辊775和第六辊776。第一辊720、第二辊725、第三辊753和第四辊754可以被构造成移动(对于第一辊720和第二辊725沿第一方向205移动,对于第三辊753和第四辊754沿第二方向267移动),以保持光学膜700上的与相应辊接触的点 and 接触模具750的弯曲模具表面的点之间的最短距离,如针对第一辊620、第二辊625、第三辊653和第四辊654

所描述。相似地,第五辊775和第六辊776可以被构造成沿第二方向267移动并且可以被移动使得光学膜700上的接触相应辊的点和接触模具750的弯曲模具表面的点之间的相应最短距离保持在优选范围内,该优选范围可以是本文其他地方针对d1和d2所述的范围中的任一个。

[0104] 光学膜600或光学膜700可在成形步骤之前(并且任选地在成形步骤期间)进行加热,如针对光学膜100所描述。模具和辊也可在成形步骤之前并且任选地在成形步骤期间进行加热。

[0105] 图6-图7的方法也可以用于在不使光学膜成形为弯曲形状的情况下改变光学膜600或700的厚度分布。这可通过在拉伸光学膜时适当地选择在第一方向和第二方向上的张力来完成。

[0106] 图8A为表现出屈曲的光学膜的一部分873的示意俯视图。示出了屈曲部888。图8B示意性地示出穿过光学膜中的屈曲部888b的剖视图。屈曲部888b可对应于屈曲部888。在图8A-图8B中呈现出的屈曲部沿y方向。屈曲部的特征在于曲率变化符号。屈曲部888b在图8B的横截面中具有正曲率区域和负曲率区域,所述区域具有曲率改变符号的点。部分873可以是在沿x方向间隔开的第一辊和第二辊(例如,第一辊20和第二辊25)之间的光学膜的任何部分,可以是在沿y方向间隔开的第三辊和第四辊(例如,第三辊653和第四辊654)之间的光学膜的任何部分,或者可以是在光学膜成形期间已经或将与弯曲模具表面接触的光学膜的任何部分。当将屈曲的膜形成在模具上时,可存在负高斯曲率的区域,在该区域中,由于沿一个方向屈曲同时地沿正交方向弯曲而导致局部的鞍形形状。在这种情况下,存在高斯曲率改变符号的位置。在一些实施方案中,本说明书的方法导致成形的光学膜具有在整个成形光学膜中为非负的高斯曲率。在一些实施方案中,高斯曲率在整个成形光学膜中为正。

[0107] 减小图8B所示的振荡的幅度和/或减少屈曲部888b的数量可被描述为减少光学膜中的屈曲。在一些实施方案中,本文所述的方法减少或消除光学膜的屈曲。

[0108] 图8C为示出预定区域1010的光学膜555的示意性前视平面图。在将预定区域1010从光学膜的剩余部分1012移除之前,光学膜555可对应于本说明书的光学膜中的任一个(例如,光学膜100、光学膜100b、光学膜200、光学膜300、光学膜400)。可以将光学膜555理解为已成形,但是在图8C的示意性前视平面图中未示出曲率。在一些实施方案中,在使光学膜555成形之后,光学膜555的在光学膜555的预定区域1010外部的部分1012被移除(例如,通过切割)。预定区域1010可对应于例如光学透镜的主表面。在一些实施方案中,成形光学膜在预定区域1010中没有曲率改变符号的点。在一些实施方案中,成形光学膜在预定区域1010中不具有屈曲。在一些实施方案中,本说明书的方法包括移除部分1012使得所得成形光学膜对应于预定区域1010的步骤。在一些实施方案中,光学膜在成形期间和之后但在移除部分1012之前,除可能沿预定区域1010外部的纵向边缘571和/或572外,光学膜没有屈曲。在一些实施方案中,光学膜在成形步骤期间具有沿纵向边缘571和/或572的屈曲,随后该屈曲由于光学膜沿纵向边缘571和/或572的热致收缩而被移除。

[0109] 光学膜可被描述为沿第一方向具有一些指定的变化,并且沿正交的第二方向具有一些指定的变化。第一方向和第二方向可为相对于其中保持指定的变化的光学膜的任何正交方向。在一些情况下,可期望指定特定的第一方向和第二方向,如本文其他地方所进一步描述的。用于描述光学膜的第一方向和第二方向可以对应于或可以不对应于描述使光学膜

成形的方法中所参考的第一方向和第二方向。光学膜沿第一方向的最大垂度可以被描述为光学膜在包含第一方向和第三方向的平面中沿第三方向的最大位移,第三方向与第一方向和第二方向正交。相似地,光学膜沿第二方向的最大垂度可以被描述为光学膜在包含第二方向和第三方向的平面中沿第三方向的最大位移。这在图9A-图9B中示意性地示出。第一方向、第二方向和第三方向分别为 x' 方向、 y' 方向和 z' 方向。光学膜900沿第一方向具有第一最大垂度 $S1$ 和对应的第一直径 $D1$,并且沿第二方向具有第二最大垂度 $S2$ 和对应的第二直径 $D2$ 。

[0110] 在一些实施方案中,沿第一方向的第一最大垂度 $S1$ 与对应的第一直径 $D1$ 的第一比率 $S1/D1$ 为至少0.05,或至少0.1,或至少0.15,或至少0.2,或至少0.3,或至少0.4,或至少0.5,或至少0.7。因此,在一些实施方案中,第一比率小于1,或小于0.9,或小于0.8。在一些实施方案中,沿第二方向的第二最大垂度 $S2$ 与对应的第二直径 $D2$ 的第二比率 $S2/D2$ 为至少0.05,或至少0.1,或至少0.15,或至少0.2,或至少0.3,或至少0.4。在一些实施方案中,第二比率小于0.8,或小于0.7,或小于0.6,或小于0.5。在一些实施方案中,第二比率小于第一比率。在一些实施方案中,第一比率比第二比率大很多(例如,系数为1.5,或系数为2)。在一些实施方案中,第二比率大致等于第一比率。

[0111] 图10A-图10C为光学膜3000的示意性透视图。限定参考平面3100,使得光学膜3000在参考平面3100中具有最大投影区域3110,光学膜3000和参考平面3100不相交,并且光学膜3000的总面积的至少大部分(例如,至少60%,或至少80%或全部)朝参考平面3100凹入。光学膜3000具有顶点1015,顶点1015是光学膜3000上的距参考平面3100最远的点。示出了顶点1075在参考平面3100上的投影1075。示出了参考平面3100中的第一方向3150和第二方向3167。第一方向3150和第二方向3167中的每个在参考平面3100中,并且穿过顶点1015在参考平面3100上的投影1075。还示出了在顶点1015处的切平面中的第一方向1016和第二方向1017。第一方向1016可以平行于第一方向3150,并且第二方向1017可以平行于第二方向3167。通常,光学膜3000的特性可以根据参考平面中的第一方向和第二方向以及切平面中的第一方向和第二方向等效地指定。

[0112] 一般来讲,当光学膜3000沿正交的第一方向和第二方向具有一些指定的变化时,第一方向3150和第二方向3167可以被视为其中光学膜3000具有指定变化的任何正交方向。在一些情况下,方便的是根据光学膜3000的特性来具体地限定第一方向3150和第二方向3167。第一方向3150和第二方向3167至少有两个有用的定义。

[0113] 在一些实施方案中,相对于第一方向3150和第二方向3167指定光学膜3000的特性(例如,本文中其他地方所进一步描述的第一和第二垂度与直径之比),其中第二方向3167沿投影区域3110的相对侧3201和3202之间的最短距离通过参考平面3100上的顶点的投影,并且第一方向3150沿参考平面3100中的正交方向通过顶点1015的投影1075。

[0114] 在一些实施方案中,光学膜3000为反射偏振器。在一些实施方案中,相对于第一方向1016和第二方向1017指定反射偏振器的特性(例如,本文中其他地方所进一步描述的第一和第二垂度与直径之比),其中第一方向1016在顶点1015处沿反射偏振器的阻光轴,第二方向1017在顶点1015处沿反射偏振器的透光轴。

[0115] 平行于参考平面3100的平面满足光学膜和平面不相交并且光学膜的总面积的至少大部分朝该平面凹入的条件,这导致第一方向和第二方向的等效定义。如果存在多于一

个的具有相同最大投影面积并满足这些条件的非平行平面,则可以将第一方向和第二方向视为正交的方向,在该方向上保持指定的变化(例如,垂度比率),并且所述方向处于与具有最大投影面积的平面中的一个平行的平面中。如果这些平面中的一个导致顶点相对于具有最大投影面积的其他平面沿相对于该平面限定的第一和第二方向中的每个方向更靠近膜的中心,则可以使用该平面来限定第一方向和第二方向。

[0116] 在一些实施方案中,光学膜的特性被指定用于第一曲线和第二曲线或沿第一曲线和第二曲线。可以给出第一曲线作为光学膜与同第二方向和参考平面正交的第一平面的交线。第一平面可以包含第一方向,并且可以包含光学膜的顶点。相似地,第二曲线可以是光学膜与同第一方向和参考平面正交的第二平面的交线。第二平面可以包含第二方向,并且可以包含光学膜的顶点。在此,第一方向和第二方向可以对应于第一方向3150和第二方向3167,或者可以对应于第一方向1016和第二方向1017。

[0117] 图10B示出与第二方向3167和参考平面3100正交的第一平面3001。在例示的实施方案中,第一平面3001包含第一方向3150和顶点1015。示出了第一曲线3010,其是光学膜3000与第一平面3001的交线。

[0118] 图10C示出与第一方向3150和参考平面3100正交的第二平面3002。在例示的实施方案中,第二平面3002包含第二方向3167和顶点1015。示出了第二曲线3020,其是光学膜3000与第二平面3002的交线。在一些实施方案中,第一平面3001和第二平面3002的交点限定线3888,线3888在第一曲线3010与第二曲线3020的交点处垂直于光学膜3000。

[0119] 在一些情况下,根据高斯曲率和/或总曲率来表征光学膜的形状是有用的。高斯曲率为主曲率的乘积。例如,如果光学膜3000的顶点1015处的主曲率出现在第一平面3001和第二平面3002中,则顶点处的高斯曲率可以表示为第一曲线3010和第二曲线3020的顶点1015处的曲率的乘积。此外,如果第一曲线3010和第二曲线3020在顶点1015处具有 r_1 和 r_2 的曲率半径,则顶点处的高斯曲率可以表示为 $1/(r_1*r_2)$ 。在一些实施方案中,在光学膜的至少80%,或至少90%,或至少95%总面积上的每个位置具有至少 0.0001cm^{-2} ,或至少 0.001cm^{-2} ,或至少 0.005cm^{-2} 的高斯曲率。在一些实施方案中,在光学膜的至少80%,或至少90%,或至少95%总面积上的每个位置具有不超过 100cm^{-2} ,或不超过 1cm^{-2} ,或不超过 0.2cm^{-2} 的高斯曲率。光学膜的曲率也可根据总曲率来表征,该总曲率为光学膜的高斯曲率在光学膜的总面积上的表面积分。在一些实施方案中,光学膜的总曲率为至少0.25,或至少0.5,或至少1,或至少2,或至少3。在一些实施方案中,总曲率不超过10,或不超过9,或不超过8。

[0120] 图11A为第一曲线1110和最佳拟合的第一圆弧1120的示意图。第一曲线1110可以例如对应于第一曲线3010。最佳拟合的第一圆弧1120在第一圆弧1120的曲率中心1177处对着角度 α_1 。角度 α_1 由第一曲线1110确定,因为较长和较短的圆弧都将提供与第一曲线1110的较差的拟合。第一圆弧1120具有半径 R_1 ,半径 R_1 为从最佳拟合的第一圆弧1120上的任何点(例如,第一端点1120a)到曲率中心1177的距离。在一些实施方案中,最佳拟合的第一圆弧1120为使从第一圆弧1120到第一曲线1110上任何点的沿法向矢量的距离(例如,沿矢量640a-640d的距离)的平方和最小化的圆弧。在一些实施方案中,第一曲线1110的第一端点1110a沿第一法线矢量640a在第一圆弧1120的第一端点1120a处到达第一圆弧1120,并且第一曲线1110的相对的第二端点1110b沿第二法线640d在第一圆弧1120的相对的第二端点1120b处到达第一圆弧1120。在一些实施方案中,最佳拟合最小化中使用的第一曲线1110上

的点选自均匀分布在第一曲线1110上的预定点集合。在一些实施方案中,最小化中使用的第一圆弧1120上的点选自均匀分布在第一圆弧1120上的预定点集合。在一些实施方案中,预定点集合为10个到500个点的集合。

[0121] 图11B为第二曲线1112和最佳拟合的第二圆弧1122的示意图。第二曲线1112可以例如对应于第二曲线3020。最佳拟合的圆弧在第二圆弧1122的曲率中心1178处对着角度 α_2 。角度 α_2 由第二曲线1112确定,因为较长和较短的圆弧都将提供与第二曲线1112的较差的拟合。第二圆弧1122具有半径 R_2 ,半径 R_2 为从最佳拟合的第二圆弧1122上的任何点到曲率中心1178的距离。可以如针对第一曲线1110所描述的那样确定最佳拟合。在一些实施方案中,最佳拟合的第二圆弧1122为使从第二圆弧1122到第二曲线1112上任何点的沿法向矢量的距离(例如,沿矢量641的距离)的平方和最小化的圆弧。在一些实施方案中,第二曲线1112的第一端点沿第一法线矢量在第二圆弧1122的第一端点处到达第二圆弧1122,并且第二曲线1112的相对的第二端点沿第二法线在第二圆弧1122的相对的第二端点处到达第二圆弧1122。在一些实施方案中,最佳拟合最小化中使用的第二曲线1112上的点选自均匀分布在第二曲线1112上的预定点集合。在一些实施方案中,最小化中使用的第二圆弧1122上的点选自均匀分布在第二圆弧1122上的预定点集合。在一些实施方案中,预定点集合为10个到500个点的集合。

[0122] 在图11A中示出光学膜的中心1115以及第一曲线1110上的第一位置1130和第二位置1131。中心1115可以是第一曲线1110和第二曲线1112相交的位置,并且可以在光学膜的顶点处,如本文其他地方所进一步描述的。第二位置1131与第一位置1130沿第一曲线间隔至少 $0.6R_1$,或至少 $0.7R_1$,或至少 $0.8R_1$,或至少 R_1 ,或至少 $1.2R_1$ 的距离。沿第一曲线从光学膜的中心1115到第一位置1130的距离不超过 $0.2R_1$,或者不超过 $0.1R_1$ 。沿第一曲线1110从第二位置1131到光学膜的边缘(端点1110b)的距离不超过 $0.2R_1$,或者不超过 $0.1R_1$ 。在一些实施方案中,光学膜在第一位置1130处具有第一厚度,并且在第二位置1131处具有第二厚度,其中第一厚度和第二厚度相差不超过5%,或不超过3%,或不超过2%。在一些实施方案中,光学膜在第一位置1130处具有第一长波长带边缘并且在第二位置1131处具有第二长波长带边缘,其中第一长波长带边缘和第二长波长带边缘相差不超过5%,或不超过3%,或不超过2%。

[0123] 图11C为沿第一曲线1110的一个可能的厚度轮廓的示意性曲线图。图11G为沿第一曲线1110的一个可能的长波长带边缘轮廓的对应示意曲线图。长波长带边缘可与厚度成比例或近似成比例,因此可具有相同或相似的形状轮廓。厚度(和/或长波长带边缘)可以是中心1115处的局部极值(如在例示的实施方案中所示的局部最大值,或局部最小值)。第一位置1130处的厚度(和/或长波长带边缘)可以大致等于第二位置1131处的厚度(和/或长波长带边缘)。厚度(和/或长波长带边缘)可以从第一位置1130到第二位置1131非单调地变化。在图11D中示意性地示出了沿第一曲线1110的另一可能的厚度变化,并且在图11G中示意性地示出了沿第一曲线1110的对应的可能的长波长带边缘变化。在这种情况下,厚度(和/或长波长带边缘)沿第一曲线1110从中心1115到端点1110a和1110b非单调地减小。在图11E中示出了沿第二曲线1112的可能的厚度变化,并且在图11H中示出了沿第二曲线1112的对应的可能的长波长变化。在这种情况下,厚度(和/或长波长带边缘)沿第二曲线1112从中心1115到端点非单调地增加。可通过在光学膜的形成过程中沿第一方向施加适当的张力来确

定厚度(和/或长波长带边缘)分布。从光学膜的中心开始的分布可以是非单调的或单调的(例如,参见图15A-图15D)。在某些情况下,已经发现,如果允许厚度(和/或长波长带边缘)在至少一个方向上非单调地变化,则可以实现较小的整体厚度变化(和/或较小的总长波长带边缘的变化)。在一些实施方案中,光学膜的最大厚度变化((最大厚度-最小厚度)/最大厚度)小于12%,或小于10%,或小于8%,或小于6%,或小于5%或小于4%。在一些实施方案中,光学膜的最大长波长带边缘变化小于12%,或小于10%,或小于8%,或小于6%,或小于5%,或小于4%。

[0124] 通过本说明书的方法可实现的最大角度 α_1 和 α_2 高于在常规热成形方法中可实现的最大角度。例如,在一些实施方案中, α_1 大于180度,或大于185度,或大于190度,或大于195度,或大于200度。例如,此类大角度可用于头戴式显示器应用。在一些实施方案中, α_1 小于或等于180度。在一些实施方案中, α_1 为至少90度,或至少100度,或至少110度,或至少120度,或至少130度,或至少140度,或至少150度,或至少160度,或至少170度,或至少180度。在一些实施方案中, α_2 为至少30度,或至少40度,或至少50度,或至少60度,或至少70度,或至少80度,或至少90度,或至少100度,或至少110度,或至少120度。在一些实施方案中, α_1 不超过350度,或不超过320度,或不超过300度,或不超过280度。在一些实施方案中, α_2 不超过220度,或不超过200度,或不超过180度,或不超过160度,或不超过140度。在一些实施方案中, α_1 大于或等于 α_2 。

[0125] 图12为模具1250的示意性侧视图,模具1250可用于将光学膜成形为大于180度的对角(例如, α_1 和任选的 α_2)。模具1250包括弯曲模具表面1255,在例示的实施方案中,弯曲模具表面1255大于球体表面的一半。模具1250包括用于安装到模具致动器的部分1256。在一些实施方案中,使用模具1250对光学膜进行成形,并且光学膜足够柔性和可拉伸,以允许在成形之后将其从模具1250中移除。

[0126] 图13为在包含第一曲线1310的平面中的光学膜1300的示意性剖视图。在例示的实施方案中,第一曲线1310是对角 α 大于180度的圆弧。在其他实施方案中,第一曲线1310可以不是圆形的,但可限定对角 α 大于180度的最佳拟合圆弧。在一些情况下,角度 α 可接近360度(例如,约350度)。沿第二曲线在正交方向上的弧角可以小于或等于该角度 α 。

[0127] 图14为光学膜1400的示意性前视平面图。示出了第一曲线1410和第二曲线1420。第一曲线1410和第二曲线1420在中心位置1430处相交。如本文所用,中心位置是距光学膜的最近边缘至少两倍于距光学膜的中心的位置,并且边缘位置是距光学膜的最近边缘的位置。该中心可理解为顶点(距参考平面的最远点),如本文其他地方所进一步描述的。在一些实施方案中,第一曲线1410和第二曲线1420在顶点1415处彼此相交。

[0128] 在一些实施方案中,第一曲线1410和第二曲线1420由光学膜1400与彼此正交且同参考平面(例如,x-y平面)正交的相应第一平面和第二平面的交线限定,在参考平面中,光学膜1400具有最大投影面积。在一些实施方案中,光学膜沿第一曲线1410具有第一厚度分布,该第一厚度分布在关于第二平面的映像下基本上对称;并且沿第二曲线1420具有第二厚度分布,该第二厚度分布在关于第一平面的映像下基本上对称,其中第一厚度分布和第二厚度分布不同。例如,第一厚度分布可以如图15A所示,并且第二厚度分布可以如图15B所示。如果曲线长度的至少70%上的每个点处的厚度与反射点处的对应厚度相差不超过

20%,则沿曲线的厚度分布可以被描述为在关于平面的映像下基本上对称。在一些实施方案中,在曲线长度的至少80%上的每个点处的厚度与反射点处的对应厚度相差不超过15%。在一些实施方案中,在曲线长度的至少90%上的每个点处的厚度与反射点处的对应厚度相差不超过10%。

[0129] 在一些实施方案中,光学膜沿第一曲线1410具有第一长波长带边缘分布,该第一长波长带边缘分布在关于第二平面的映像下基本上对称;并且沿第二曲线1420具有第二长波长带边缘分布,该第二长波长带边缘分布在关于第一平面的映像下基本上对称,其中第一长波长带边缘分布和第二长波长带边缘分布不同。例如,第一长波长带边缘分布可以如图15C所示,第二长波长带边缘分布可以如图15D所示。如果曲线长度的至少70%上的每个点处的长波长带边缘与反射点处的对应长波长带边缘相差不超过20%,则沿曲线的长波长带边缘分布可以被描述为在关于平面的映像下基本上对称。在一些实施方案中,在曲线长度的至少80%上的每个点处的长波长带边缘与反射点处的对应长波长带边缘相差不超过15%。在一些实施方案中,在曲线长度的至少90%上的每个点处的长波长带边缘与反射点处的对应长波长带边缘相差不超过10%。

[0130] 在一些实施方案中,光学膜1400的厚度沿第一曲线1410从光学膜1400的中心位置1430到第一边缘位置1431减小,并且沿第二曲线从中心位置1430到第二边缘位置1432增大。在一些实施方案中,厚度沿第一曲线1410从中心位置1430到第一边缘位置1431非单调地减小。在一些实施方案中,厚度沿第一曲线1410从中心位置1430到第一边缘位置1430基本上单调地减小。在一些实施方案中,厚度沿第二曲线1420从中心位置1430到第二边缘位置1432非单调地增加。在一些实施方案中,厚度沿第二曲线1420从中心位置1430到第二边缘位置1432基本上单调地增加。在一些实施方案中,厚度沿与第一边缘位置1431相对的第一曲线1410从中心位置1430到第三边缘位置1433(例如,非单调地或基本上单调地)减小。在一些实施方案中,厚度沿与第二边缘位置1432相对的第二曲线1420从中心位置1430到第四边缘位置1434(例如,非单调地或基本上单调地)增加。在一些实施方案中,中心位置1430处的厚度比第一边缘位置1431处的厚度大至少1%,或至少2%,或至少3%,或至少4%或至少5%。在一些实施方案中,中心位置1430处的厚度比第三边缘位置1433处的厚度大至少1%,或至少2%,或至少3%,或至少4%或至少5%。在一些实施方案中,第二边缘位置1432处的厚度比中心位置1430处的厚度大至少1%,或2%,或3%,或至少4%,或至少5%。在一些实施方案中,第四边缘位置1434处的厚度比中心位置1430处的厚度大至少1%,或2%,或3%,或至少4%,或至少5%。

[0131] 图15A-图15B为沿相应的第一曲线和第二曲线的第一厚度分布333和第二厚度分布335的示意图。图15C-图15D为沿相应的第一曲线和第二曲线的第一长波长带边缘分布334和第二长波长带边缘分布336的示意图。可通过光学膜与第一平面和第二平面的交线来限定第一曲线和第二曲线,如本文其他地方所进一步描述的。在一些实施方案中,第一厚度分布333在关于第二平面的映像下基本上对称,并且第二厚度分布335在关于第一平面的映像下基本上对称。第一厚度分布333和第二厚度分布335不同。第一厚度分布333包括沿第一曲线从中心位置到相对边缘位置中的每个减小的厚度。第二厚度分布335包括沿第二曲线从中心位置到相对边缘位置中的每个增加的厚度。在例示的实施方案中,厚度沿第一曲线从中心位置到相对的边缘位置中的每个单调地减小,并且沿第二曲线从中心位置到相对边

缘位置中的每个单调地增加。在其他实施方案中,厚度变化沿第一曲线和第二曲线中的任一个可以是非单调的。

[0132] 在一些实施方案中,第一长波长带边缘分布334在关于第二平面的映像下基本上对称,并且第二长波长带边缘分布336在关于第一平面的映像下基本上对称。第一长波长带边缘分布334和第二长波长带边缘分布336不同。第一长波长带边缘分布334包括沿第一曲线从中心位置到相对边缘位置中的每个减小的长波长带边缘。第二长波长带边缘336包括沿第二曲线从中心位置到相对边缘位置中的每个增加的长波长带边缘。在例示的实施方案中,长波长带边缘沿第一曲线从中心位置到相对边缘位置中的每个单调地减小,并且沿第二曲线从中心位置到相对边缘位置中的每个单调地增加。在其他实施方案中,长波长带边缘变化沿第一曲线和第二曲线中的任一个可以是非单调的。第一长波长带边缘分布334和第二长波长带边缘分布336可以分别与第一厚度分布333和第二厚度分布335成比例。

[0133] 如果在范围内的任何较大中间点处的量小于或大致等于该范围内的任何较小中间点处的量,则可认为诸如光学膜的厚度或长波长带边缘的量从该范围的第一端点(例如,光学膜的中心位置)到该范围的第二端点(例如,光学膜的边缘位置)在该范围内基本上单调地减小。相似地,如果在范围内的任何较大中间点处的量大于或大致等于在该范围内的任何较小中间点处的量,则可认为该量从该范围的第一端点到该范围的第二端点在该范围内基本上单调地增加。对于随范围内的位置而变化的量(例如,从中心位置到边缘位置的位置范围内的厚度或长波长带边缘),如果一点处的量等于一个值,或者一点处的量在一个值 $\pm$ 在范围内的该量的最大值减去最小值的5%的范围内,则可认为在该点处的量大致等于该值(例如,在另一点处的量)。

[0134] 将光学膜热成形为大致半球形状的其他方法所产生的厚度(或长波长带边缘)在膜的中心处较大,并且在所有方向上均朝边缘减小,或者在中心附近处较小并且在所有方向上均朝边缘增加。图22A和图22B分别绘出了在加压工艺中和在下拉工艺中形成为对着120度和180度角度的球形帽的光学膜的厚度分布。这些曲线图中的角度 θ 是相对于膜的中心的角度位置。在图22A-图22B中,膜的边缘分别具有60度和90度的角度 θ 。在这些情况下,厚度关于穿过膜顶点的光轴旋转对称。在确定这些厚度分布时,假设光学膜为各向同性且不可压缩,在下拉工艺中假设周向拉伸恒定,并且在加压工艺中假设径向拉伸恒定。曲线示出下拉热成型工艺所期望的近似厚度分布,其中薄膜被拉伸,使得周向拉伸而不是径向拉伸基本上恒定;对于加压工艺,其中膜被拉伸,使得径向拉伸而不是周向拉伸基本上恒定。此处拉伸是指1加应变,因此当应变恒定时拉伸恒定。下拉工艺可在MAAC真空热成形机(购自MAAC机械公司(伊利诺伊州卡罗尔斯特拉姆(Carol Stream, IL)))上实施,如2017年10月26日提交的标题为“SHAPED OPTICAL FILMS AND METHODS OF SHAPING OPTICAL FILMS(成形光学膜和使光学膜成形的方法)”的美国专利申请No.62/577474中所描述,并且加压工艺可以在Hy-Tech成形机(购自Hy-Tech成形系统(美国)公司(亚利桑那州凤凰城(Phoenix, AZ)))上实施,如美国专利申请No.62/577474中所描述。对于下拉工艺,膜的边缘处的厚度以180度对角减小到零,这表明在下拉工艺中试图将膜形成为如此大的对角将导致膜的局部屈服变形。当将膜成形为大的对角和/或允许厚度在不同的方向上不同地变化和/或被控制为具有可以或不基本上单调的所需厚度分布时,本说明书的方法允许获得显著较小的总厚度变化(和/或显著较小的总长波长带边缘变化)。

[0135] 本说明书的光学膜可以是例如镜膜或反射偏振器。在一些实施方案中,成形光学膜的至少80%,或超过85%,或至少90%,或至少95%总面积上的每个位置对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光具有大于约80%的反射率。偏振态可通过电场矢量的方向来表征,该电场矢量对于垂直入射光限定与光学膜相切的轴。如果在光学膜上的两个不同位置处沿垂直入射光的电场与光学膜相切的轴处于各自沿曲线与光学膜相交(使得任一平面在相应的第一位置和第二位置处均与光学膜相切)的平行平面中,则可认为偏振态相同。如果在光学膜上的两个不同位置处与光学膜相切并且垂直于垂直入射光的电场的轴处于各自沿曲线与光学膜相交的平行平面中,则也可认为偏振态相同。例如,再次参见图14,第一偏振态可以是在中心位置1430处的状态,其中垂直入射光的电场沿第一平面(例如,平行于x-z平面的平面,其可对应于第一平面3001)中的轴1437,轴1437在中心位置1430处限定第一曲线1410。如果与光学膜相切的轴和沿在不同位置处的垂直入射光的电场处于平行于第一平面的平面中,则垂直地入射在不同位置处的光的偏振态为相同的第一偏振态。例如,当在位置1441处入射时,在位置1441处的垂直入射光可具有沿轴1443的电场,并且该轴在平行于第一平面的平面1453中。可以在每个位置处将垂直入射光的相同第二偏振态限定为与第一偏振态正交的偏振态。在一些实施方案中,光学膜为镜膜并且具有对于第一偏振态和第二偏振态大致相同的反射率。在一些实施方案中,光学膜为反射偏振器,反射偏振器对于第一偏振态具有比对于第二偏振态显著更高的反射率。

[0136] 在一些实施方案中,光学膜1400为反射偏振器。在一些实施方案中,反射偏振器上的每个位置对于沿阻光轴偏振的垂直入射光具有最大反射率和对应的最小透射率,并且对于沿正交透光轴偏振的垂直入射光具有最大透射率。例如,位置1455处的轴1455b和1455p可以分别是阻光轴和透光轴。垂直入射光可具有预定的波长(例如,约550nm)或者可具有在预定波长范围内的波长(例如,450nm至650nm,或者400nm至700nm)。

[0137] 图16为对于垂直地入射在反射偏振器上的光,针对反射偏振器的透光状态和阻光状态的反射偏振器的透射率的示意曲线图。对于具有透光偏振态(沿透光轴偏振)的垂直入射光,在整个波长上的透射率的平均值为最大值,对于具有阻光偏振态(沿阻光轴偏振)的垂直入射光,在整个波长上的透射率的平均值为最小值。在 λ_1 至 λ_2 预定波长范围内的波长上的透射率的平均值在透光状态下为 T_p ,在阻光状态下为 T_b 。在一些实施方案中, λ_1 为约450nm,并且 λ_2 为约650nm。在一些实施方案中, λ_1 为约400nm,并且 λ_2 为约700nm。在一些实施方案中, T_p 大于约80%,或大于约85%,或大于88%。在一些实施方案中, T_b 不超过约10%,或不超过约5%,或不超过约2%,或不超过约1%,或不超过0.5%,或不超过0.2%,或不超过0.15%,或不超过0.1%,或不超过0.05%,或不超过0.04%,或不超过0.03%。在一些实施方案中,在成形光学膜的至少80%,或至少85%,或至少90%,或至少95%总面积上的该成形光学膜上的每个位置处, T_p 和/或 T_b 在这些范围中的任何范围内。

[0138] 可将反射偏振器上的位置处的对比率定义为 T_p/T_b 。在一些实施方案中,在反射偏振器的面积为反射偏振器至少80%总面积的区域中的每个位置具有至少500的对比率,该对比率为最大平均透射率(T_p)除以最小平均透射率(T_b)。在一些实施方案中,该区域的面积为总面积的至少85%,或至少90%,或至少95%。该区域可以是例如除边缘附近的小部分之外的所有反射偏振器。光学膜1400的区域1490在图14中示出。区域1490为除沿边缘的小部分之外的所有光学膜1400。在一些实施方案中,该区域为反射偏振器的在包括反射偏振

器的光学系统中使用的部分。在一些实施方案中,该区域为整个反射偏振器。在一些实施方案中,区域中每个位置处的对比率 T_p/T_b 为至少1000,或至少1100,或至少1200,或至少1300,或至少1500,或至少1600,或至少1700,或至少1800,或至少1900,或至少2000。在一些实施方案中,反射偏振器具有至少2000的最大对比率(即,反射偏振器上的至少一个位置具有至少2000的对比率)或至少2500。

[0139] 反射偏振器上的位置处的另一对比率可被定义为预定波长下的最大透射率除以预定波长下的最小透射率。预定波长可为 λ_1 至 λ_2 预定波长范围内的波长。例如,预定波长可以为 $(\lambda_1+\lambda_2)/2$ 。在一些实施方案中,预定波长为约550nm。在预定波长下定义的对比率可以满足以上针对根据 T_p 和 T_b 定义的对比率的任何条件,其中 T_p 和 T_b 为在预定波长范围内的平均值。例如,在一些实施方案中,反射偏振器的至少80%总面积上的每个位置具有至少500的对比率,该对比率为预定波长下的垂直入射光的最大透射率除以预定波长下的垂直入射光的最小透射率。

[0140] 在一些实施方案中,反射偏振器包括多个聚合物干涉层。通过在给定范围内包括更多的干涉层,可以提高反射偏振器的对比率。这可通过在给定厚度范围内的单个交替聚合物层分组中包括更多层或通过包括多于一个具有重叠厚度范围的交替聚合物层分组来实现,如本文其他地方所进一步描述的。此类技术可用于提供低 T_b (例如,小于0.2%)。本说明书的方法允许反射偏振器沿阻光轴的拉伸比沿正交透光轴大得多,并且已发现这增加了成形反射偏振器相对于初始未成形反射偏振器的对比率。在一些实施方案中,初始未成形膜具有第一对比率,并且成形反射偏振器具有第二对比率。在一些实施方案中,对于在反射偏振器上的总面积的至少60%上,或至少70%上,或至少80%上,或至少90%上,或100%上的每个位置,第二对比率大于第一对比率,或者大于第一对比率的1.2倍,或者大于第一对比率的1.5倍,或者大于第一对比率的2倍。

[0141] 图17为对于垂直地入射在反射偏振器上的光,针对反射偏振器的透光状态和阻光状态的反射偏振器的反射率的示意曲线图。对于具有阻光偏振态的垂直入射光,在整个波长上的反射率的平均值为最大值,对于具有透光偏振态的垂直入射光,在整个波长上的反射率的平均值为最小值。在 λ_1 至 λ_2 预定波长范围内的波长上的反射率的平均值在透光状态下为 R_p ,在阻光状态下为 R_b 。在一些实施方案中, R_b 大于约75%,或大于约80%,或大于约85%,或大于约90%。在一些实施方案中, R_p 不超过约20%,或不超过约15%,或不超过约10%,或不超过约5%。在一些实施方案中,在成形光学膜的至少80%,或至少85%,或至少90%,或至少95%总面积上的该成形光学膜上的每个位置处, R_p 和/或 R_b 在这些范围中的任何范围内。

[0142] 在图16-图17中示出长波长带边缘 λ_3 ,在图17中示出短波长带边缘 λ_0 。反射带通常具有长波长带边缘和短波长带边缘两者,其中反射率快速下降。在例示的实施方案中,短波长带边缘 λ_0 小于 λ_1 ,并且长波长带边缘 λ_3 大于 λ_2 。可以确定垂直入射光的带边缘,其中反射偏振器朝入射光凸出。在一些实施方案中,光学膜具有长波长带边缘 λ_3 (和/或短波长带边缘 λ_0),该长波长带边缘随图案中的位置而变化,该图案与本文中其他地方针对厚度变化所描述的图案成比例。在其中指定厚度变化的本说明书的任何光学膜中,光学膜可具有长波长带边缘,该长波长带边缘的变化与厚度变化成比例。在一些实施方案中,光学膜具有作为位置的函数的长波长带边缘,该位置与图11C-图11E或图15A-图15B中的任一个中所描绘

的厚度变化成比例。

[0143] 可使用若干不同的标准来限定带边缘的精确波长。带边缘所表现出的空间变化模式通常不取决于所使用的精确标准。可以将带边缘的波长视为例如其中具有阻光偏振态的垂直入射光的反射率下降到 $1/2R_b$ 的波长,或者其中具有阻光偏振态的垂直入射光的透射率增加到10%的波长。除非另外指明,否则带边缘可被理解为是指其中具有阻光偏振态的垂直入射光的透射率增加到10%的波长。

[0144] 可以确定垂直入射在光学膜两侧上的光的反射率和透射率。通常,对于任一测量均获得类似的结果。光学膜可被成形为用于其中光入射在光学膜的一侧上的特定应用中。在这种情况下,指定的反射率和透射率针对入射在该侧上的光。在成形光学膜可用于任一取向的情况下,所指定的反射率和透射率可理解为用于入射在成形光学膜的一侧上的光,使得成形光学膜朝入射光凸出。

[0145] 图18A为包括多个干涉层1234和非干涉层1233的光学膜1200的示意性剖视图。在一些实施方案中,多个干涉层包括交替的聚合物层1236和1237。在例示的实施方案中,包括单个非干涉层1233。当干涉层的反射率和透射率可以通过光学干涉合理地描述或由光学干涉而合理地精确地建模时,干涉层可以被描述为主要通过光学干涉反射或透射光。此类干涉层在例如美国专利No.5,882,774 (Jonza等人)和美国专利No.6,609,795 (Weber等人)中有所描述。当一对具有不同折射率的相邻干涉层的组合光学厚度(折射率乘以物理厚度)为光波长的 $1/2$ 时,它们通过光学干涉反射光。干涉层通常具有小于约200纳米的物理厚度。非干涉层具有过大的光学厚度以有助于通过干涉反射可见光。通常,非干涉层具有至少1微米的物理厚度。在一些实施方案中,包括多于一个非干涉层。在一些实施方案中,至少一个非干涉层(在例示实施方案中为非干涉层1233)与多个干涉层1234一体形成,并且主要不通过光学干涉来反射或透射光。

[0146] 在一些实施方案中,在将膜形成弯曲形状之前,干涉层中的至少一个基本上单轴取向。例如,层1237中的每个可以基本上单轴取向。如果反射偏振器或反射偏振器中的层基本上在一个平面内方向上取向并且基本上不在正交的平面内方向上取向并且基本上不在厚度方向上取向,则其基本上单轴取向。基本上单轴取向的反射偏振器可以商品名Advanced Polarizing Film或APF购自3M公司(3M Company)。也可使用其他类型的多层光学膜反射偏振器(例如,购自3M公司的反射式偏光增亮膜或DBEF)。DBEF膜在一个平面内方向上的取向比在正交平面内方向上的取向大得多,并且在厚度方向上也表现出取向。DBEF膜不是基本上单轴取向,因为本文使用了“基本上单轴取向”。

[0147] 在一些实施方案中,反射偏振器在形成弯曲形状之前为基本上单轴向取向的,因为它具有至少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定义为纵向拉伸比,并且TDDR定义为横向拉伸比。此类基本上单轴取向的多层光学膜在美国专利No.2010/0254002 (Merrill等人)中有所描述,并且可包括多个交替的第一聚合物层和第二聚合物层,其中第一聚合物层具有沿长度方向(例如,x方向)和厚度方向(例如,z方向)基本上相同但与沿宽度方向(例如,y方向)的折射率基本上不同的折射率,其中所述专利在不与本说明书相抵触的程度上并入本文。例如,沿x方向和z方向的折射率之差的绝对值可以小于0.02或小于0.01,并且沿x方向和y方向的折射率之差的绝对值可以大于0.05或大于0.10。除非另外指明,否则折射率是指在550nm的波长下的折射率。在形成弯

曲形状之后,反射偏振器可具有至少一个在至少一个位置处基本上单轴取向的层。在一些实施方案中,在至少一个位置处的至少一个层在沿该层的厚度的第一方向上具有第一折射率,在与第一方向正交的第二方向上具有第二折射率,并且在与第一方向和第二方向正交的第三方向上具有第三折射率,第一折射率和第三折射率的差的绝对值小于约0.02,或者小于约0.01,第二折射率和第三折射率的差的绝对值大于约0.05或大于约0.10。在一些实施方案中,在形成弯曲形状之后,反射偏振器具有至少一个在多个位置处基本上单轴取向的层。

[0148] 在一些实施方案中,光学膜包括两个或更多个交替聚合物干涉层分组以提供高对比率。此类光学膜进一步描述于2017年3月6日提交的美国专利申请No. 62/467712 (Haag等人),并且该专利在不与本说明书相抵触的程度上以引用的方式并入本文。在一些实施方案中,光学膜为反射偏振器并且包括多个分组,其中每个分组的层厚度对层数为基本上连续的曲线。图18B为光学膜1322的示意性剖视图,光学膜1322包括被非干涉层1326b隔开的干涉层的第一分组1224-1和第二分组1224-2。光学膜1322还包括外部非干涉层1326a和1326c。第一分组1224-1和第二分组1224-2可以利用重叠的厚度范围来提供例如具有高对比率(透光状态透射率与阻光状态透射率的比)的反射偏振器或具有低泄漏的反射镜。图19示出包括两个分组(分组1和分组2)的光学膜(例如,反射偏振器)的层厚度对层数。在一些实施方案中,厚度分布基本上重叠(例如,大于50%的分组1的厚度范围与大于50%的分组2的厚度范围重叠)。在其他实施方案中,在厚度范围内几乎没有重叠。

[0149] 在一些实施方案中,光学膜为镜膜,诸如可见光反射镜或近红外反射镜。合适的镜膜包括购自3M公司(明尼苏达州圣保罗市(St. Paul, MN))的增强镜面反射器(ESR)膜。

[0150] 光学膜1200和/或光学膜1322可一体形成。如本文所用,第一元件与第二元件“一体形成”是指第一元件和第二元件被制造在一起而不是单独地制造然后随后接合。一体形成包括制造第一元件,然后在第一元件上制造第二元件。如果将各层一起制造(例如,组合为熔融流,然后浇铸到冷却辊上以形成具有各层的流延膜,然后对流延膜进行取向)而不是单独地制造然后接合,则包括多个层的光学膜一体形成。在一些实施方案中,非干涉层1326a和1326c与干涉层的第一分组1224-1和第二分组1224-2以及非干涉层1326b一体形成。

[0151] 不与一体形成的多层光学膜成体的附加层意味着附加层不与多层光学膜一体形成。例如,附加层可单独形成,随后粘附(例如,使用光学透明的粘合剂层压)到多层光学膜。在一些实施方案中,附加层为可释放地附接到光学膜的衬垫。在一些实施方案中,包括两个衬垫。例如,在一些实施方案中,非干涉层1326a和1326c可以是可释放地粘结并适形于第一分组1224-1和第二分组1224-2的剥离衬垫。在这种情况下,光学膜1322可被称为光学叠堆,并且非干涉层1326a和1326c之间的层可被称为光学膜。在一些实施方案中,在使光学膜成形之前移除(一个或多个)剥离衬垫。在一些实施方案中,(一个或多个)剥离衬垫与光学膜一起成形,使得所得的成形光学叠堆包括可释放地粘结并适形于光学膜的(一个或多个)衬垫。

[0152] 粘结到光学膜但可在基本上不损坏光学膜的情况下从光学膜干净地移除的衬垫可被描述为可释放地粘结到光学膜并且可被描述为剥离衬垫。在一些实施方案中,可释放地粘结到光学膜的衬垫可从光学膜移除,而对光学膜没有可见的损坏。可释放地粘结的衬

垫可包括具有粘合剂层的基底,该粘合剂层牢固地粘结到基底但微弱地粘结到光学膜。例如,衬垫可包括施加到基底的低粘性粘合剂薄层,其表面经过处理以增强其与粘合剂的粘结。其他合适的衬垫包括静电粘结到光学膜的那些,如例如美国专利No.6,991,695(Tait等人)中所描述的。合适的衬垫的一个示例是购自新阿肯有限公司(Sun A Kaken Co,Ltd.)的OCPET NSA33T。

[0153] 适用于光学膜1200或1322中的较高折射率干涉层的材料包括,例如,聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN),包含PEN和聚酯的共聚物(例如,聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)或二苯甲酸),二醇改性的聚对苯二甲酸乙二醇酯。适用于光学膜1200或1322中的较低折射率干涉层的材料包括,例如,基于PEN的共聚酯,基于PET的共聚酯,聚碳酸酯(PC)或这三类材料的共混物。为了用期望的层数实现高反射率,相邻的微层对于沿阻光轴偏振的光可以表现出例如至少0.2的折射率差。

[0154] 在一些实施方案中,光学膜1200或1322为镜膜,其对于两个正交偏振状态中的每个基本上反射在预定波长范围内的垂直入射光。在一些实施方案中,光学膜1200或1322为反射偏振器,其基本上反射沿阻光轴偏振的预定波长范围内的垂直入射光,并且基本上反射沿正交透光轴偏振的预定波长范围内的垂直入射光。

[0155] 在一些实施方案中,由该工艺产生的成形光学膜粘结到光学透镜。这可作为使光学膜成形的方法中的步骤来完成。图20A为光学膜1800的一部分的示意性剖视图,光学膜1800已被拉伸和成形为至少部分地适形于模具1850的弯曲模具表面。光学透镜1890在与模具1800相对的位置邻近光学膜1850设置。在一些实施方案中,光学透镜1890设置在透镜安装架(例如,透镜安装架1693)上。在一些实施方案中,将粘合剂施加到光学透镜1890的弯曲主表面1892。在一些实施方案中,透镜安装架和模具1850可朝彼此移动,直到光学透镜1890上的粘合剂接触光学膜1800并将光学膜1800粘结到光学透镜1890。可将粘合剂均匀地施加到光学透镜1890的弯曲主表面1892,或者可将粘合剂作为液滴施加到弯曲主表面1892的中心附近,然后当光学透镜1890和模具彼此紧密靠近时,粘合剂流入粘合剂层,从而润湿弯曲主表面1892。随后移除模具1850和光学膜1800的任何多余部分,以形成透镜组件1842。图20B为透镜组件1842的示意性剖视图,透镜组件1842包括光学透镜1890、粘合剂层1844和通过粘合剂层1844粘结到光学透镜1890的光学膜1800。光学膜1800适形于光学透镜1890的弯曲主表面1892。

[0156] 在一些实施方案中,光学透镜包括弯曲模具表面。图21A为被构造成保持光学透镜1990的透镜安装架1950的示意图,光学透镜1900可以用作形成光学膜1900的模具。例如,在一些实施方案中,在本文中其他地方描述的使光学膜成形的方法中使用的模具(例如,模具250)被替换为透镜安装架1950和光学透镜1990。图21A示出光学膜1900的一部分,光学膜1900已被拉伸和成形为至少部分地适形于光学透镜1990的弯曲主表面1992。可在使光学膜1900成形之前将粘合剂施加到弯曲主表面1992,以将光学膜1900粘结到该弯曲主表面。图21B为透镜组件1942的示意性剖视图,透镜组件1942包括光学透镜1990和光学膜1900,光学膜1900粘结到并适形于光学透镜1990的弯曲主表面1992。可通过移除透镜安装架1950和光学膜1900的任何多余部分来获得透镜组件1942。

[0157] 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”和“约”。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

表达特征尺寸、数量和物理属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。

[0158] 以下为本说明书的示例性实施方案的列表。

[0159] 实施方案1为使光学膜成型的方法,所述方法包括以下步骤:

[0160] 将所述光学膜邻近第一辊和第二辊设置,使得所述光学膜的第一部分接触所述第一辊并且所述光学膜的第二部分接触所述第二辊,所述第一辊和所述第二辊沿第一方向间隔开,所述光学膜的所述第一部分沿与所述第一方向正交的第二方向具有第一宽度;

[0161] 固定所述光学膜的相对的第一端部和第二端部,所述第一端部和所述第二端部沿所述第一方向间隔开,所述第一部分和所述第二部分设置在所述第一端部和所述第二端部之间;

[0162] 提供弯曲模具表面;以及

[0163] 通过在使所述光学膜沿所述第一方向拉伸的同时使所述光学膜与所述弯曲模具表面接触来使所述光学膜成形,

[0164] 其中所述成形步骤包括保持最接近的第一点和第二点之间的阈值距离小于约所述第一宽度,所述光学膜上的所述第一点接触所述第一辊,所述光学膜上的所述第二点接触所述弯曲模具表面。

[0165] 实施方案2为根据实施方案1所述的方法,其中当所述光学膜成形时,所述第一点沿所述第一方向移动。

[0166] 实施方案3为根据实施方案1所述的方法,其中当所述光学膜成形时,所述第二点沿所述第一方向移动。

[0167] 实施方案4为根据实施方案1所述的方法,其中保持所述最接近的第一点和第二点之间的所述阈值距离小于约所述第一宽度包括沿所述第一方向移动所述第一辊。

[0168] 实施方案5为根据实施方案1所述的方法,其中使所述光学膜成形包括:沿与所述第一方向和所述第二方向正交的第三方向改变所述弯曲模具表面的边界上的点与所述光学膜之间的间隔距离。

[0169] 实施方案6为根据实施方案1所述的方法,其中保持所述最接近的第一点和第二点之间的所述阈值距离小于约所述第一宽度包括沿所述第一方向改变所述第一辊和所述第二辊之间的间隔距离。

[0170] 实施方案7为根据实施方案6所述的方法,其中沿所述第一方向改变所述第一辊和所述第二辊之间的间隔距离减少了所述光学膜沿所述第二方向的屈曲。

[0171] 实施方案8为根据实施方案1所述的方法,其中所述成形步骤包括改变所述光学膜的所述第一端部和所述第二端部的位置,以控制所述光学膜沿所述第一方向的张力。

[0172] 实施方案9为根据实施方案8所述的方法,其中所述光学膜沿所述第一方向的张力随着所述膜的拉伸而基本上恒定。

[0173] 实施方案10为根据实施方案8所述的方法,其中在所述光学膜的所述拉伸期间,所述光学膜的沿所述第一方向的所述张力逐渐增加。

[0174] 实施方案11为根据实施方案8所述的方法,其中控制所述张力以在所述光学膜中

产生期望的厚度变化。

[0175] 实施方案12为根据实施方案8所述的方法,其中控制所述张力以产生沿所述第一方向基本上恒定的所述光学膜的厚度。

[0176] 实施方案13为根据实施方案1所述的方法,其中所述成形步骤包括将所述第一点和所述第二点之间的所述阈值距离保持在所述第一宽度的0.001倍至1倍的范围内。

[0177] 实施方案14为根据实施方案1所述的方法,其中所述光学膜的所述第二部分沿所述第二方向具有第二宽度,并且其中所述成形步骤还包括使最接近的第三点和第四点之间的阈值距离保持小于约所述第二宽度,所述光学膜上的所述第四点接触所述第二辊,所述光学膜上的所述第三点接触所述弯曲模具表面。

[0178] 实施方案15为根据实施方案14所述的方法,其中所述成形步骤包括改变所述第一辊和所述第二辊之间的间隔距离,使得所述最接近的第一点和第二点之间的所述阈值距离保持在所述第一宽度和所述第二宽度的0.001倍至1倍的范围内,并且所述最接近的第三点和第四点之间的所述阈值距离保持在所述第二宽度的0.001倍至1倍的范围内。

[0179] 实施方案16为根据实施方案1所述的方法,还包括将所述光学膜邻近第三辊和第四辊设置,所述第三辊邻近所述第一辊,所述第四辊邻近所述第二辊。

[0180] 实施方案17为根据实施方案16所述的方法,其中所述成形步骤还包括沿所述第一方向改变所述第三辊和所述第四辊之间的所述间隔距离。

[0181] 实施方案18为根据实施方案17所述的方法,其中在所述成形步骤期间第一辊和第三辊之间的间隔变化不超过10%,并且在所述成形步骤期间第二辊和第四辊之间的间隔变化不超过10%。

[0182] 实施方案19为根据实施方案16所述的方法,其中在所述成形步骤期间,所述第一辊和所述第二辊的温度均高于所述第三辊和所述第四辊中的每个的温度。

[0183] 实施方案20为根据实施方案16所述的方法,其中所述第三辊被设置成增大所述光学膜与所述第一辊的接触角。

[0184] 实施方案21为根据实施方案16所述的方法,其中所述第四辊被设置成增大所述光学膜与所述第二辊的接触角。

[0185] 实施方案21为根据实施方案1所述的方法,其中所述方法导致成形光学膜沿所述第一方向具有第一最大垂度与对应的第一直径的第一比率并且沿所述第二方向具有第二最大垂度与对应的第二直径的第二比率,所述第一比率为至少0.05。

[0186] 实施方案23为根据实施方案1所述的方法,其中所述光学膜包括主要通过光学干涉反射和透射光的多个交替的聚合物干涉层。

[0187] 实施方案24为根据实施方案1所述的方法,其中所述光学膜为镜膜。

[0188] 实施方案25为根据实施方案1所述的方法,其中所述光学膜为反射偏振器,所述反射偏振器上的每个位置对于具有预定波长并沿阻光轴偏振的垂直入射光具有大于约80%的最大反射率,并且对于具有预定波长并沿正交透光轴偏振的垂直入射光具有大于约80%的最大透射率。

[0189] 实施方案26为根据实施方案25所述的方法,其中在使所述光学膜成形之前,所述阻光轴基本上沿所述第一方向。

[0190] 实施方案27为根据实施方案1所述的方法,还包括加热所述光学膜。

[0191] 实施方案28为根据实施方案27所述的方法,还包括在拉伸所述光学膜之前加热所述光学膜。

[0192] 实施方案29为根据实施方案27或28所述的方法,还包括在所述光学膜的所述拉伸期间加热所述光学膜。

[0193] 实施方案30为根据实施方案27所述的方法,其中将所述光学膜加热至高于所述光学膜的玻璃化转变温度的温度。

[0194] 实施方案31为根据实施方案27所述的方法,其中将所述光学膜加热至高于所述光学膜的最大玻璃化转变温度并且低于所述光学膜的最低熔融温度的温度。

[0195] 实施方案32为根据实施方案1所述的方法,其中在所述成形步骤期间,所述光学膜在所述第一辊和所述第二辊之间以及沿所述第二方向在所述光学膜的纵向边缘之间并且远离所述光学膜的所述纵向边缘没有屈曲。

[0196] 实施方案33为根据实施方案1-32中任一项所述的方法,其中所述方法导致成形光学膜沿所述第一方向具有第一最大垂度并且沿所述第二方向具有第二最大垂度,所述第一最大垂度大于或等于所述第二最大垂度,所述第二最大垂度大于零,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述成形光学膜的总面积的至少80%上的每个位置具有大于约80%的反射率。

[0197] 实施方案34为根据实施方案1-33中任一项所述的方法,产生成形光学膜,其中所述成形光学膜为反射偏振器,所述反射偏振器上的每个位置对于沿阻光轴偏振并具有所述预定波长的垂直入射光具有最大反射率和对应的最小透射率,并且对于沿正交透光轴偏振并具有所述预定波长的垂直入射光具有最大透射率,所述第一方向在所述顶点处沿所述阻光轴,所述第二方向在所述顶点处沿所述透光轴。

[0198] 实施方案35为根据实施方案34所述的方法,其中在所述反射偏振器的总面积的至少80%上的每个位置的对比率为500,所述对比率为所述最大透射率除以所述最小透射率。

[0199] 实施方案36为使光学膜成形的方法,所述方法包括以下步骤:

[0200] 将所述光学膜邻近第一辊和第二辊设置,使得所述光学膜的第一部分接触所述第一辊并且所述光学膜的第二部分接触所述第二辊,所述第一辊和所述第二辊沿第一方向间隔开,所述光学膜的所述第一部分沿与所述第一方向正交的第二方向具有第一宽度;

[0201] 固定所述光学膜的相对的第一端部和第二端部,所述第一端部和所述第二端部沿所述第一方向间隔开,所述第一部分和所述第二部分设置在所述第一端部和所述第二端部之间;

[0202] 提供弯曲模具表面;以及

[0203] 通过在使所述光学膜沿所述第一方向拉伸的同时使所述光学膜与所述弯曲模具表面接触来使所述光学膜成形,

[0204] 其中所述成形步骤包括沿所述第一方向改变所述第一辊和所述第二辊之间的间隔距离,以减少所述光学膜在所述第一辊和所述第二辊之间的屈曲以及沿所述第二方向在所述光学膜的纵向边缘之间和远离所述光学膜的所述纵向边缘的屈曲。

[0205] 实施方案37为根据实施方案36所述的方法,导致成形光学膜不具有曲率改变符号的点。

[0206] 实施方案38为根据实施方案36所述的方法,其中所述光学膜在所述成形步骤期间

在所述第一辊和所述第二辊之间没有屈曲。

[0207] 实施方案39为根据实施方案36所述的方法,其中所述成形步骤包括保持最接近的第一点和第二点之间的阈值距离小于约所述第一宽度,所述光学膜上的所述第一点接触所述第一辊,所述光学膜上的所述第二点接触所述弯曲模具表面。

[0208] 实施方案40为根据实施方案36所述的方法,其中所述成形步骤包括改变所述光学膜的所述第一端部和所述第二端部的位置,以控制所述光学膜沿所述第一方向的张力。

[0209] 实施方案41为根据实施方案36所述的方法,还通过实施方案1-35中的任一项或组合来表征。

[0210] 实施方案42为使光学膜成形的的方法,所述方法包括以下步骤:

[0211] 固定所述光学膜的相对的第一端部和第二端部,所述第一端部和所述第二端部沿第一方向间隔开;

[0212] 固定所述光学膜的相对的第三端部和第四端部,所述第三端部和所述第四端部沿与所述第一方向正交的第二方向间隔开;

[0213] 提供弯曲模具表面;以及

[0214] 通过在拉伸所述光学膜的同时使所述光学膜与所述弯曲模具表面接触来使所述光学膜成形,从而产生沿至少所述第一方向弯曲的弯曲光学膜,

[0215] 其中在所述成形步骤期间拉伸所述光学膜包括沿所述第一方向拉伸所述光学膜大于沿所述第二方向的任何拉伸的3倍。

[0216] 实施方案43为根据实施方案42所述的方法,其中在使所述光学膜成形之前,所述光学膜大致为十字形并且包括:

[0217] 中心区域,所述中心区域设置在所述第一段部和所述第二端部之间以及所述第三端部和所述第四端部之间;

[0218] 第一端部区域和第二端部区域,所述第一端部区域和所述第二端部区域分别从所述中心区域延伸至所述第一端部和第二所述端部;以及

[0219] 第三端部区域和第四端部区域,所述第三端部区域和所述第四端部区域分别从所述中心区域延伸至所述第三端部和所述第四端部。

[0220] 实施方案44为根据实施方案42所述的方法,还包括加热所述光学膜。

[0221] 实施方案45为根据实施方案1至23或25至44中任一项所述的方法,其中在使所述光学膜成形之前,所述光学膜对于预定波长范围内的垂直入射光具有第一对比率,并且在使所述光学膜成形之后,所述光学膜对于所述预定波长范围内的垂直入射光具有第二对比率,其中对于在所述光学膜的总面积至少80%上的每个位置,所述第二对比率大于所述第一对比率,所述第一对比率和所述第二对比率中的每个为透光偏振态的所述光学膜的所述最大透射率与阻光偏振态的所述光学膜的所述最小透射率的比率。

[0222] 实施方案46为一种弯曲光学膜,包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层,使得:

[0223] 第一曲线作为所述光学膜与同所述第二方向和参考平面正交的第一平面的交线,具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着大于180度的第一角度,所述光学膜在所述参考平面中具有最大投影面积;以及

[0224] 第二曲线作为所述光学膜与同所述第一方向和所述参考平面正交的第二平面的

交线,具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度,

[0225] 其中对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约2%的透射率。

[0226] 实施方案47为根据实施方案46所述的光学膜,其中所述第一角度为至少185度。

[0227] 实施方案48为根据实施方案46所述的光学膜,其中所述第一曲线穿过所述光学膜的中心,所述光学膜在沿所述第一曲线的第一位置处具有第一厚度并且在沿所述第一曲线的第二位置处具有第二厚度,所述第二位置与所述第一位置沿所述第一曲线间隔的距离为所述光学膜的所述中心处的所述第一曲线的曲率半径R的至少0.7倍,沿所述第一曲线从所述光学膜的所述中心到所述第一位置的距离不超过0.2R,沿所述第一曲线从所述第二位置到所述光学膜的边缘的距离不超过0.2R,其中所述第一厚度和所述第二厚度相差不得超过5%。

[0228] 实施方案49为一种弯曲光学膜,包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层,使得:

[0229] 第一曲线作为所述光学膜与同所述第二方向和参考平面正交的第一平面的交线,具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着至少90度的第一角度,所述光学膜在所述参考平面中具有最大投影面积;以及

[0230] 第二曲线作为所述光学膜与同所述第一方向和所述参考平面正交的第二平面的交线,具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度,

[0231] 其中对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约2%的透射率,并且

[0232] 其中所述第一曲线穿过所述光学膜的中心,所述光学膜在沿所述第一曲线的第一位置处具有第一厚度并且在沿所述第一曲线的第二位置处具有第二厚度,所述第二位置与所述第一位置沿所述第一曲线间隔的距离为最佳拟合的所述第一圆弧的半径R1的至少0.7倍,沿所述第一曲线从所述光学膜的所述中心到所述第一位置的距离不超过0.2R1,沿所述第一曲线从所述第二位置到所述光学膜的边缘的距离不超过0.2R1,所述第一厚度和所述第二厚度相差不得超过5%。

[0233] 实施方案50为根据实施方案46至49中任一项所述的光学膜,其中所述参考平面不与所述光学膜相交,所述光学膜的至少大部分朝所述参考平面凹入,所述光学膜的顶点距所述参考平面具有最大距离,并且所述第一曲线和所述第二曲线在所述顶点处相交。

[0234] 实施方案51为根据实施方案46至50中任一项所述的光学膜,其中所述参考平面不与所述光学膜相交,所述光学膜的至少大部分朝所述参考平面凹入,所述光学膜的顶点距所述参考平面具有最大距离,所述第二方向沿所述最大投影区域的相对侧之间的最短距离,其中所述最大投影区域通过所述顶点投影在所述参考平面上,并且所述第一方向通过所述顶点的所述投影在所述参考平面中沿正交方向。

[0235] 实施方案52为根据实施方案46至51中任一项所述的光学膜,其中最佳拟合的所述第一圆弧使从所述第一圆弧到所述第一曲线上的点沿法向矢量的距离的平方和最小化,所述第一曲线的第一端点沿第一法向矢量在所述第一圆弧的第一端点处到达所述第一圆弧,所述

第一曲线的相对第二端点沿第二法线在所述第二圆弧的相对第二端点处到达所述第一圆弧。

[0236] 实施方案53为根据实施方案52所述的光学膜,其中所述第一曲线上的所述点选自均匀分布在所述第一曲线上的预定点集合。

[0237] 实施方案54为根据实施方案52所述的光学膜,其中所述第一圆弧上的所述点选自均匀分布在所述第一圆弧上的预定点集合。

[0238] 实施方案55为根据实施方案53或54所述的光学膜,其中所述预定点集合为10个至500个点的集合。

[0239] 实施方案56为一种弯曲光学膜,包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层,使得:

[0240] 第一曲线作为所述光学膜与同所述第二方向和参考平面正交的第一平面的交线,具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着至少90度的第一角度,所述光学膜在所述参考平面中具有最大投影面积;以及

[0241] 第二曲线作为所述光学膜与同所述第一方向和所述参考平面正交的第二平面的交线,具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度,

[0242] 其中对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约2%的透射率,并且

[0243] 其中所述第一曲线穿过所述光学膜的中心,所述光学膜在沿所述第一曲线的第一位置处具有第一长波长带边缘并且在沿所述第一曲线的第二位置处具有第二长波长带边缘,所述第二位置与所述第一位置沿所述第一曲线间隔的距离为最佳拟合的所述第一圆弧的半径 R_1 的至少0.7倍,沿所述第一曲线从所述光学膜的所述中心到所述第一位置的距离不超过 $0.2R_1$,沿所述第一曲线从所述第二位置到所述光学膜的边缘的距离不超过 $0.2R_1$,所述第一长波长带边缘和所述第二长波长带边缘相差不超过5%。

[0244] 实施方案57为一种光学膜,包括多个聚合物层,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约5%的透射率,其中对于沿相应的第一曲线和第二曲线与所述光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,所述第一曲线和所述第二曲线在所述光学膜的中心位置处彼此相交,所述光学膜的厚度沿所述第一曲线从所述光学膜的中心位置到第一边缘位置减小,并且沿所述第二曲线从所述中心位置到第二边缘位置增加。

[0245] 实施方案58为根据实施方案57所述的光学膜,其中所述第一平面和所述第二平面的交线在所述中心位置处限定垂直于所述光学膜的线。

[0246] 实施方案59为一种光学膜,包括多个聚合物层,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约5%的透射率,其中对于沿相应的第一曲线和第二曲线与所述光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,所述第一曲线和所述第二曲线在所述光学膜的中心位置处彼此相交,所述光学膜的长波长带边缘沿所述第一曲线从所述光学膜的中心位置到第一边缘位置减小,并且沿所述第二曲线从所述中心位置到第二边缘位置增加。

[0247] 实施方案60为根据实施方案59所述的光学膜,其中所述第一平面和所述第二平面

的交线在所述中心位置处限定垂直于所述光学膜的线。

[0248] 实施方案61为一种光学膜,包括多个聚合物层,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约5%的透射率,其中对于沿相应的第一曲线和第二曲线与所述光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,所述光学膜沿所述第一曲线具有第一厚度分布并且沿所述第二曲线具有第二厚度分布,所述第一厚度分布在关于所述第二平面的映像下基本上对称,所述第二厚度分布在关于所述第一平面的映像下基本上对称,所述第一厚度分布和所述第二厚度分布不同。

[0249] 实施方案62为根据实施方案57至61中任一项所述的光学膜,其中所述第一曲线具有最佳拟合的第一圆弧,所述第一圆弧在所述第一圆弧的曲率中心处对着至少90度的第一角度,并且所述第二曲线具有最佳拟合的第二圆弧,所述第二圆弧在所述第二圆弧的曲率中心处对着至少30度的第二角度。

[0250] 实施方案63为一种光学膜,包括多个聚合物层,对于具有相同预定波长和相同第一偏振态的垂直入射光,在所述光学膜的总面积的至少90%上的每个位置具有大于约80%的反射率和小于约5%的透射率,其中对于沿相应的第一曲线和第二曲线与所述光学膜相交的正交的第一平面和第二平面,所述光学膜沿所述第一曲线具有第一长波长带边缘分布并且沿所述第二曲线具有第二长波长带边缘分布,所述第一长波长带边缘分布在关于所述第二平面的映像下基本上对称,所述第二长波长带边缘分布在关于所述第一平面的映像下基本上对称,所述第一长波长带边缘分布和所述第二长波长带边缘分布不同。

[0251] 实施方案64为根据实施方案63所述的光学膜,其中所述第一曲线和所述第二曲线在所述光学膜的中心位置处相交,并且所述第一长波长带边缘分布包括沿所述第一曲线从所述光学膜的所述中心位置到第一边缘位置减小的长波长带边缘。

[0252] 实施方案65为根据实施方案64所述的光学膜,其中所述第二长波长带边缘分布包括沿所述第二曲线从所述光学膜的所述中心位置到第二边缘位置增加的长波长带边缘。

[0253] 实施方案66为根据实施方案63所述的光学膜,其中所述第一曲线和所述第二曲线在所述光学膜的中心位置处相交,并且所述第一长波长带边缘分布包括沿所述第一曲线从所述光学膜的所述中心位置到第一边缘位置减小的长波长带边缘,并且所述第二长波长带边缘包括沿所述第二曲线从所述光学膜的所述中心位置到第二边缘位置增加的长波长带边缘。

[0254] 实施方案67为一种弯曲反射偏振器,包括至少沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层,使得沿所述第一方向的第一最大垂度与对应的第一直径的第一比率为至少0.1,以及沿所述第二方向的第二最大垂度与对应的第二直径的第二比率为至少0.05,其中对于预定波长范围内的垂直入射光,所述反射偏振器上的每个位置对于阻光偏振态的最大平均反射率大于约80%,并且对应的最小平均透射率小于约2%,并且对于正交透光偏振态,最大平均透射率大于约80%,其中所述反射偏振器的面积为所述反射偏振器总面积的至少80%的区域中的每个位置具有至少500的对比率,所述对比率为所述最大平均透射率除以所述最小平均透射率。

[0255] 实施方案68为一种弯曲反射偏振器,包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层,使得所述反射偏振器的总曲率为至少0.25,所述总曲率为所述反射偏振器的

高斯曲率在所述反射偏振器的总面积上的表面积分,其中对于预定波长范围内的垂直入射光,所述反射偏振器上的每个位置对于阻光偏振态的最大平均反射率大于约80%,并且对应的最小平均透射率小于约2%,并且对于正交透光偏振态,最大平均透射率大于约80%,其中所述反射偏振器的面积为所述反射偏振器总面积的至少80%的区域中的每个位置具有至少500的对比率,所述对比率为所述最大平均透射率除以所述最小平均透射率。

[0256] 实施方案69为根据实施方案68所述的反射偏振器,其中沿所述第一方向的第一最大垂度与对应的第一直径的第一比率为至少0.1,并且沿所述第二方向的第二最大垂度与对应的第二直径的第二比率为至少0.05。

[0257] 实施方案70为根据实施方案67至68中任一项所述的反射偏振器,其中对于在所述预定波长范围内的预定波长,在所述反射偏振器的总面积的至少80%上的每个位置对于具有所述阻光偏振态的垂直入射光具有小于约0.2%的透射率。

[0258] 实施方案71为一种弯曲反射偏振器,包括沿正交的第一方向和第二方向成形的多个聚合物层,使得所述反射偏振器的总曲率为至少0.25,所述总曲率为所述反射偏振器的高斯曲率在所述反射偏振器的总面积上的表面积分,其中对于具有预定波长的垂直入射光,所述反射偏振器总面积的至少80%上的每个位置对于阻光偏振态的最大反射率大于约80%,并且对应的最小透射率小于约0.2%,并且对于正交透光偏振态,最大透射率大于约80%。

[0259] 实施方案72为根据实施方案71所述的反射偏振器,其中沿所述第一方向的第一最大垂度与对应的第一直径的第一比率为至少约0.1,并且沿所述第二方向的第二最大垂度与对应的第二直径的第二比率为至少约0.05。

[0260] 实施方案73为根据实施方案71或72所述的反射偏振器,其中对于所述阻光偏振态,在所述反射偏振器总面积的至少90%上的每个位置的最小透射率小于约0.2%。

[0261] 实施方案74为一种用于处理光学膜的设备,所述设备包括:

[0262] 第一辊和第二辊,所述第一辊和所述第二辊沿第一方向间隔开并且设置在被构造沿所述第一方向移动所述第一辊和所述第二辊的相应的第一平台和第二平台上,所述第一辊和所述第二辊沿与所述第一方向正交的第二方向具有相应的第一宽度和第二宽度;

[0263] 第一固定部件和第二固定部件,所述第一固定部件和所述第二固定部件用于固定所述光学膜的相对的第一端部和第二端部,所述第一辊和所述第二辊设置在所述第一固定部件和所述第二固定部件之间,所述设备被构造使得当所述光学膜的所述第一端部和所述第二端部被固定在所述第一固定部件和所述第二固定部件中时,所述光学膜接触所述第一辊和所述第二辊;

[0264] 模具,所述模具具有弯曲模具表面并且设置在模具平台上,所述模具平台被构造沿同所述第一方向和所述第二方向正交的第三方向移动所述模具;

[0265] 用于加热所述光学膜的部件;

[0266] 张力测量部件,所述张力测量部件用于测量所述光学膜中的张力;

[0267] 控制器,所述控制器通信地联接到所述张力测量部件、所述第一平台和所述第二平台、所述第一固定部件和所述第二固定部件、以及所述模具平台,所述控制器被构造同时地沿所述第三方向移动所述模具和沿所述第一方向移动所述第一辊和所述第二辊,与此同时控制所述光学膜中的所述张力。

[0268] 实施方案75为根据实施方案74所述的设备,其中所述控制器适于通过调节在所述第一固定部件和所述第二固定部件之间沿所述第一方向的距离来控制所述张力。

[0269] 实施方案76为根据实施方案74所述的设备,其中所述第一固定部件和所述第二固定部件包括被构造沿所述第一方向移动所述光学膜的所述第一端部和所述第二端部的相应的第三平台和第四平台,所述第三平台和所述第四平台通信地联接到所述控制器。

[0270] 实施方案77为根据实施方案74至76中任一项所述的设备,其中所述第一固定部件和所述第二固定部件中的每个包括固定辊或固定夹持件。

[0271] 实施方案78为根据实施方案74所述的设备,其中用于加热所述光学膜的所述部件包括沿所述方向与所述模具间隔开的加热器。

[0272] 实施方案79为根据实施方案74所述的设备,其中用于加热所述光学膜的所述部件包括设置在所述模具中或所述模具上的加热元件。

[0273] 实施方案80为根据实施方案74所述的设备,还包括所述光学膜,其中所述光学膜的温度在所述光学膜接触所述弯曲模具表面的第一点处低于所述光学膜的未接触所述弯曲模具表面的所述光学膜的第二点处的温度。

[0274] 实施例

[0275] 反射偏振器1

[0276] 共挤出两个多层光学分组,每个分组由325个交替的聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)和低折射率各向同性层组成,该低折射率各向同性层由聚碳酸酯和共聚酯(PC:coPET)的共混物制成,使得折射率为约1.57,并且在单轴取向时保持基本上各向同性,其中PC:coPET摩尔比为约42.5mol%PC和57.5mol%coPET,并且T_g为105℃。选择该各向同性材料,使得在两个非拉伸方向上拉伸其折射率后,它们在非拉伸方向上与双折射材料的折射率基本上匹配,而在拉伸方向上,双折射层和非双折射层之间的折射率却基本上不匹配。将PEN和PC/coPET聚合物从单独的挤出机中进料到多层共挤出进料块中,在该送料块中,这些聚合物被组装成325个交替的光学层分组(分别为“分组1”和“分组2”),加上在堆叠光学分组外侧上的较厚的PC/coPET保护性边界层,总共652层。如美国专利No.6,916,440(Jackson等人)中所描述,该膜在抛物线拉幅机中基本上单轴拉伸。将膜在约150℃的温度下拉伸至约6的拉伸比。所得反射偏振器的层厚度分布在图19中示出,其中指示了分组1和分组2。制备具有通过大约62μm-64μm的电容计测得的总厚度的若干样品。将保护性烯烃衬垫施加到反射偏振器的每侧。

[0277] 实施例1

[0278] 使用与图2所示类似的设备来使光学膜成形。在图23A中提供模具(对应于模具350)的图片。模具为Base 8型,其球面曲率半径为65.3mm,直径为90mm,在曲率中心处的对着的最大角度为87.1度,轮廓长度(沿测地线到顶点的长度)为99.3mm,垂度为17.9mm,垂度与直径的比率为0.199,总曲率为1.72。

[0279] 使用两种处理条件中的一种来使样品成形。对于条件1,将一条80mm×1200mm宽的反射偏振器1膜切开,使其长边方向与膜的阻光方向对齐。将夹持件(对应于固定部件130和135)设置为相隔680mm的距离,将内辊(对应于第一辊111和第二辊112)设置为相隔230mm的距离(从中心到中心测量),并且将膜加载到设备中,其中膜经过内辊并在外辊下。外辊中心定位在内辊之外65mm处,并且与内辊一起行进。然后将烯烃衬垫从膜剥离,并通过辊旋出。

将约35N的张力施加到膜。用位于膜下方约150mm的600W, 125mm×125mm的陶瓷型IR加热器(由WECO国际公司(WECO International)提供)将膜加热至170℃。使用具有12mm光斑尺寸的IR温度传感器监测温度。当膜达到设定温度时,张力增加到约500N,并且辊移动到内辊之间的105mm中心至中心距离。一旦辊保持在适当的位置,将模具以2mm/秒的速率插入膜中,直到在最初接触膜之后模具移动45mm。7.1秒后,随着模具继续其向下路径,辊向外移动以在模具上的接触点与相应辊上的接触点之间保持约15mm-20mm的自由跨度长度。在此过程期间,使用两个安装在夹持件上的负荷传感器监测膜的张力,然后移动夹持件以保持约500N的恒定张力。在此过程期间,膜上保持IR热。一旦模具和辊达到其最终位置,则将部件在IR加热器上再保持113秒以帮助松弛膜中的任何应力。然后将加热器移开,并且使膜(和模具)在环境空气中冷却5分钟。冷却后,移除膜张力,并且将辊和模具分开,以允许从机器上移除成形膜。

[0280] 对于条件2,将反射偏振器1膜的样品加载到如针对条件1所述的设备中,然后将烯羟衬垫从膜剥离并通过辊旋出。将约35N的张力施加到膜。如针对条件1所述将膜加热至170℃。当膜达到设定温度时,张力增加到约250N,并且辊移动到内辊之间的105mm中心至中心距离。一旦辊保持在适当的位置,将模具以2mm/秒的速率插入膜中,直到在最初接触膜之后模具移动55mm。6.7秒后,随着模具继续其向下路径,辊向外移动以在模具上的接触点与相应辊上的接触点之间保持约10mm-15mm的自由跨度长度。再过15秒后,膜张力增加到约350N。再过20秒后,辊之间的间距又增加30mm,并且模具又下降17mm。这样做是为了使膜靠近加热器定位。将膜在IR加热器上再保持165秒。然后将加热器移开,并且使膜(和模具)在环境空气中冷却5分钟。冷却后,移除膜张力,并且将辊和模具分开,以允许从机器上移除成形膜。

[0281] 将反射偏振器样品安装到测角计夹具上,然后旋转样品以将样品的期望区域放置在光路中,其中测试区域的表面垂直于光束。将样品取向成使得其朝入射光束凸出。在中心(C)、北部(N)、东北(NE)、东部(E)、东南(SE)、南部(S)、西南(SW)、西部(W)和西北(NW)位置进行测试,如图24示意性地示出,图24为反射偏振器2400的俯视平面图。反射偏振器的阻光方向在中心处沿南北方向。使用Lambda1050分光光度计(购自马萨诸塞州沃尔瑟姆市的PerkinElmer公司(PerkinElmer, Waltham, MA))作为波长的函数以垂直入射角度测量透光状态的透射率和阻光状态的透射率。在450nm至650nm的波长范围内确定平均阻光状态透射率 T_b 和平均透光状态透射率 T_p ,并确定对应的对比率 T_p/T_b 。将长波长带边缘确定为阻光状态透射率达到10%的波长。分别在图25-图27中示出在条件1和条件2下成形的反射偏振器1样品以及在成形前(预成形)的样品的平均阻光状态透射率,平均透光状态透射率,对比率和长波长带边缘。示出了如在美国专利申请No. 62/577474中所描述的在MAAC系统的下拉工艺中成形的反射偏振器1膜的结果,以用于进行比较。与下拉工艺相比,根据本说明书成形的膜的阻光状态透射率显著降低,而透光状态透射率较高并且对比率显著更高。对于使用条件2成形的样品,在反射偏振器的大部分上,对比率高于预成形的样品。

[0282] 还针对在上述各点处使用条件2成形的样品,确定了在相同波长范围内的平均阻光状态和透光状态透射率以及相应的对比率,并将结果线性插值在膜的区域上以产生轮廓图。使用垂直入射在反射偏振器上的光和取向成使得其朝入射光凸出的反射偏振器来进行测量。以角度 ϕ_x 和 ϕ_y 来描述位置,其中 $\tan(\phi_x) = X/Z$, $\tan(\phi_y) = Y/X$, 其中X、

Y、Z为正交坐标,其原点位于反射偏振器的曲率中心处,Z沿反射偏振器的顶点处的反射偏振器的法线,Y沿顶点处的阻光轴,并且X同Y正交。所得的平均阻光状态透射率、平均透光状态透射率和对比率等的等值线图分别在图29-图31中示出。

[0283] 实施例2

[0284] 使用与图2所示类似的设备来使光学膜成形。在图23B中提供模具(对应于模具350)的图片。模具的球形曲率半径为50mm,沿第一(长)方向的直径为100mm,沿正交的第二方向的直径为50mm,沿第一方向在曲率中心处对着的最大角度为200度,沿第二方向对着的最大角度为73.7度,沿第一方向的轮廓长度(沿测地线到顶点的长度)为174.5mm,沿第一方向的最大垂度为58.7mm并且对应的直径为100mm(第一S/D比率为0.587),沿第二方向的最大垂度为10mm并且对应的直径为60mm(第二S/D比率为0.167),总曲率为4.19。

[0285] 将一条64mm×1200mm宽的反射偏振器1膜切开,使其长边方向与膜的阻光方向对齐。将夹持件设置为相隔680mm的距离,将内辊设置为相隔230mm的距离(从中心到中心测量),并且将膜加载到设备中,其中膜经过内辊并在外辊下(外辊中心定位在内辊之外65mm处并且与内辊一起行进)。然后将烯烃衬垫从膜剥离,并通过辊旋出。将15N的张力施加到膜。用位于膜下方约150mm的600W,125mm×125mm的陶瓷型IR加热器(由WECO国际公司(WECO International)提供)将膜加热至170℃。使用具有12mm光斑尺寸的IR温度传感器监测温度。当膜达到设定温度时,张力增加到约400N,并且辊移动到105mm中心至中心间隔距离。一旦辊保持在适当的位置,将模具以一定的速率插入膜中,使得对于在图32-图34中指定的条件1-条件4中的一个,膜接触模的长度如图32所示。调节辊的位置,使得在模上的接触点与辊上的接触点之间的自由跨度膜长度(对应于图1E中的d1和d2)如图33所示。在此过程期间,使用两个安装在夹持件上的负荷传感器监测膜的张力,然后移动夹持件以保持图34中指定的张力。在该过程期间,IR热被保持在膜上。一旦模和辊达到其最终位置则将部件在IR加热器上再保持60秒以帮助松弛膜中的任何应力。然后将加热器移开,并且使膜(和模)在环境空气中冷却5分钟。冷却后,移除膜张力,并且将辊和模分开,以允许从机器上移除成形膜。

[0286] 对于分别使用条件1-条件4成形的膜,沿第一方向的厚度(对应于沿第一曲线3010的厚度)和沿第二方向的厚度(对应于沿第二曲线3020的厚度)使用安装在量规支架上的带球形尖端的Mitutoyo数字测微头测量,并且在图35-图38中示出。

[0287] 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。

[0288] 上述所有引用的参考文献、专利或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。

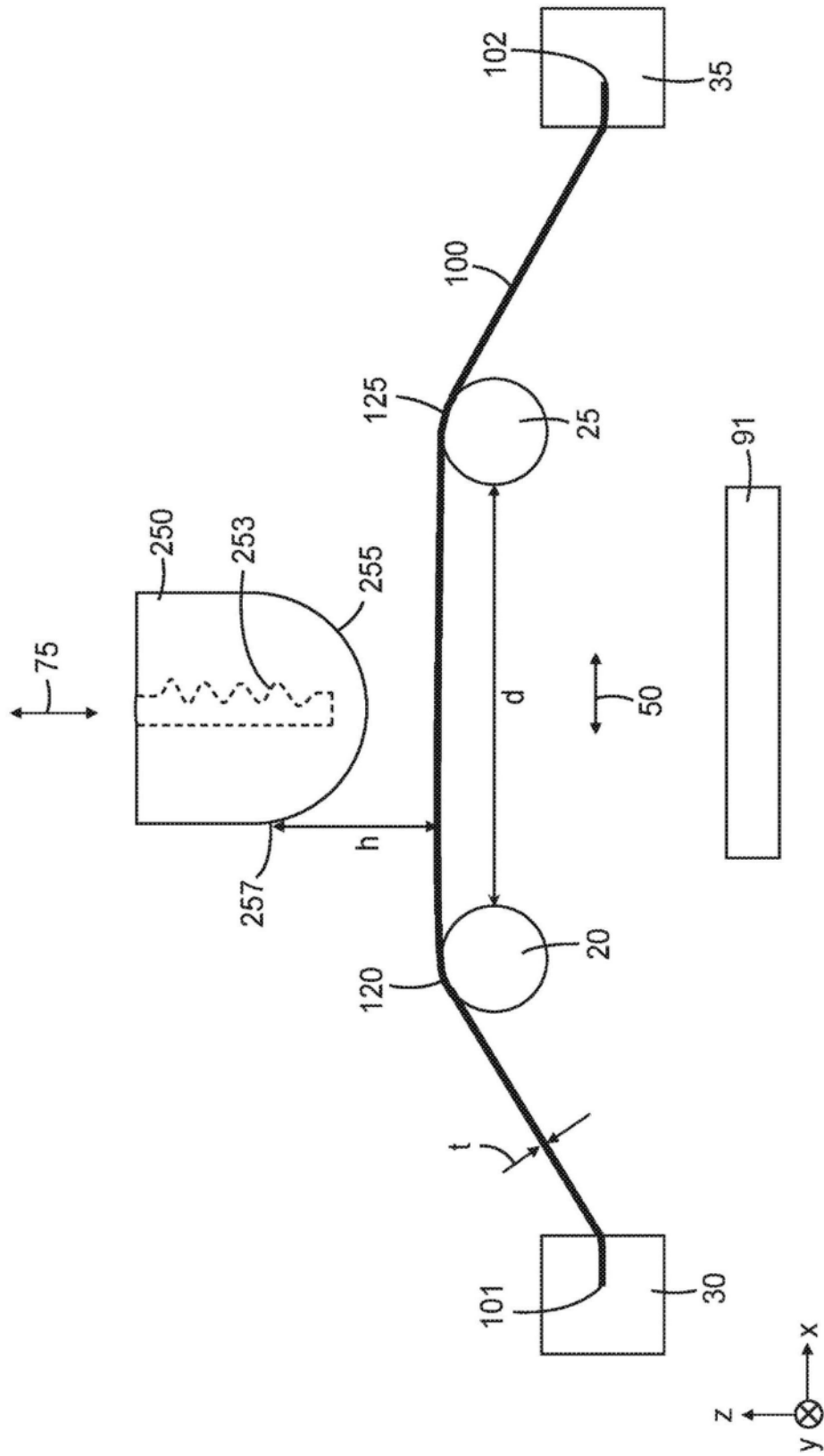


图1A

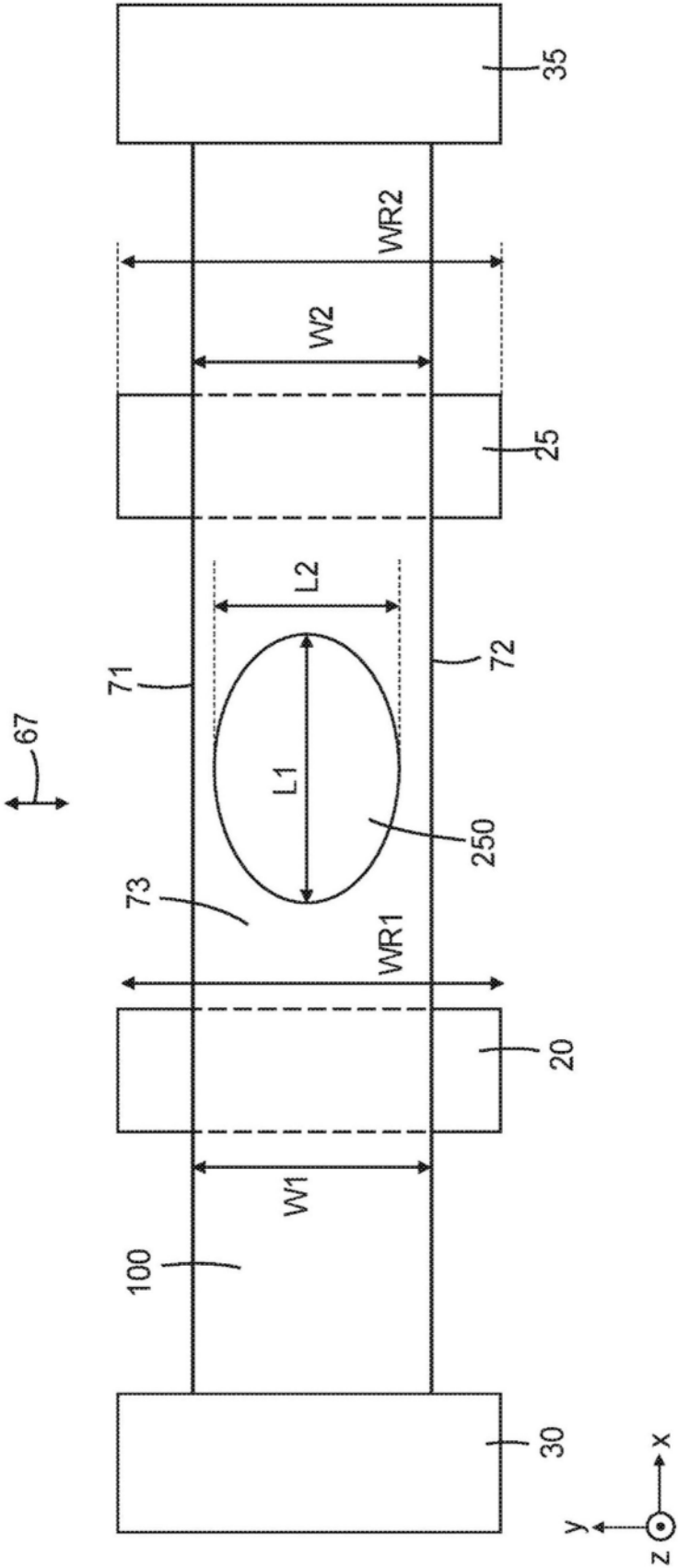


图1B

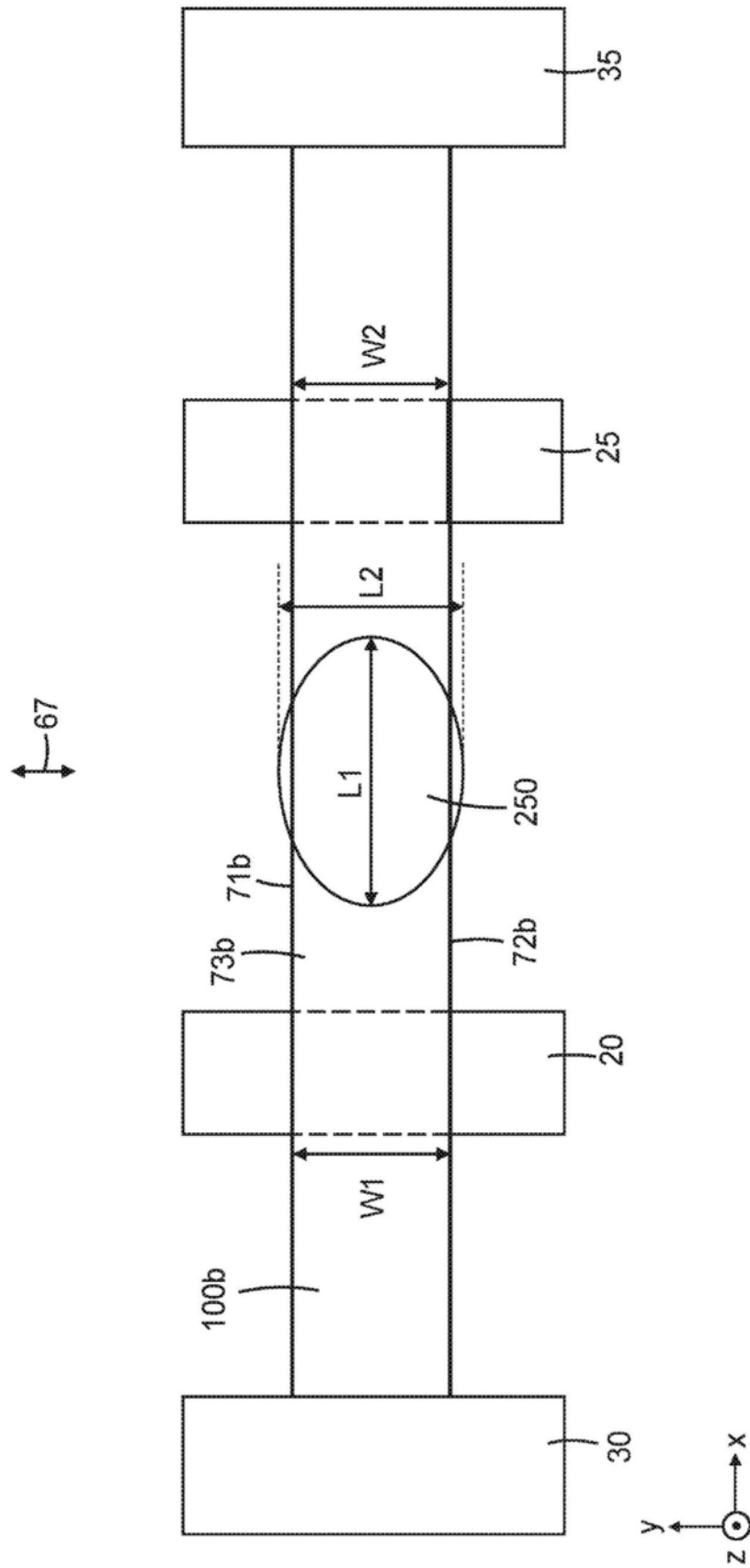


图1C

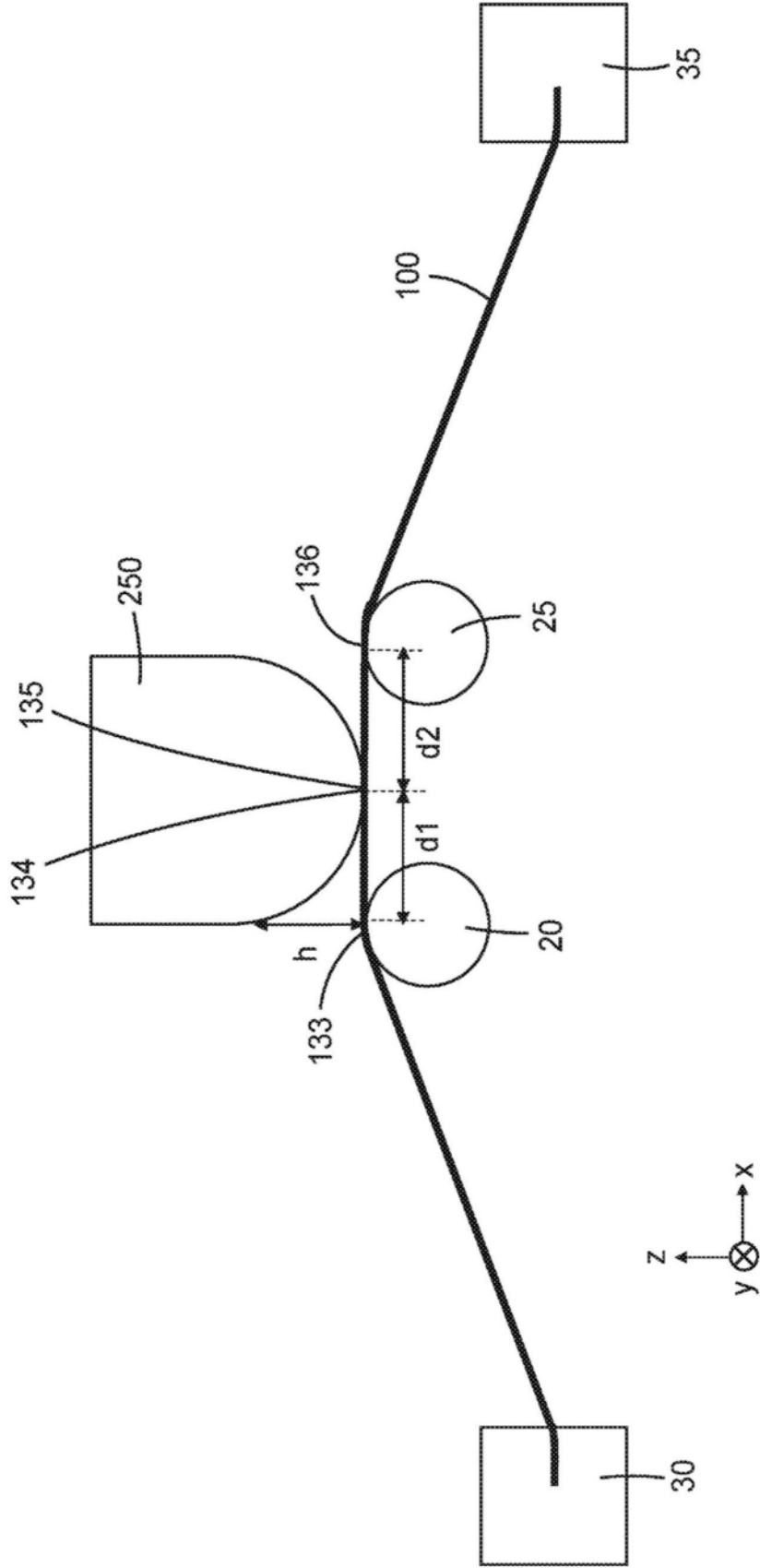


图1D

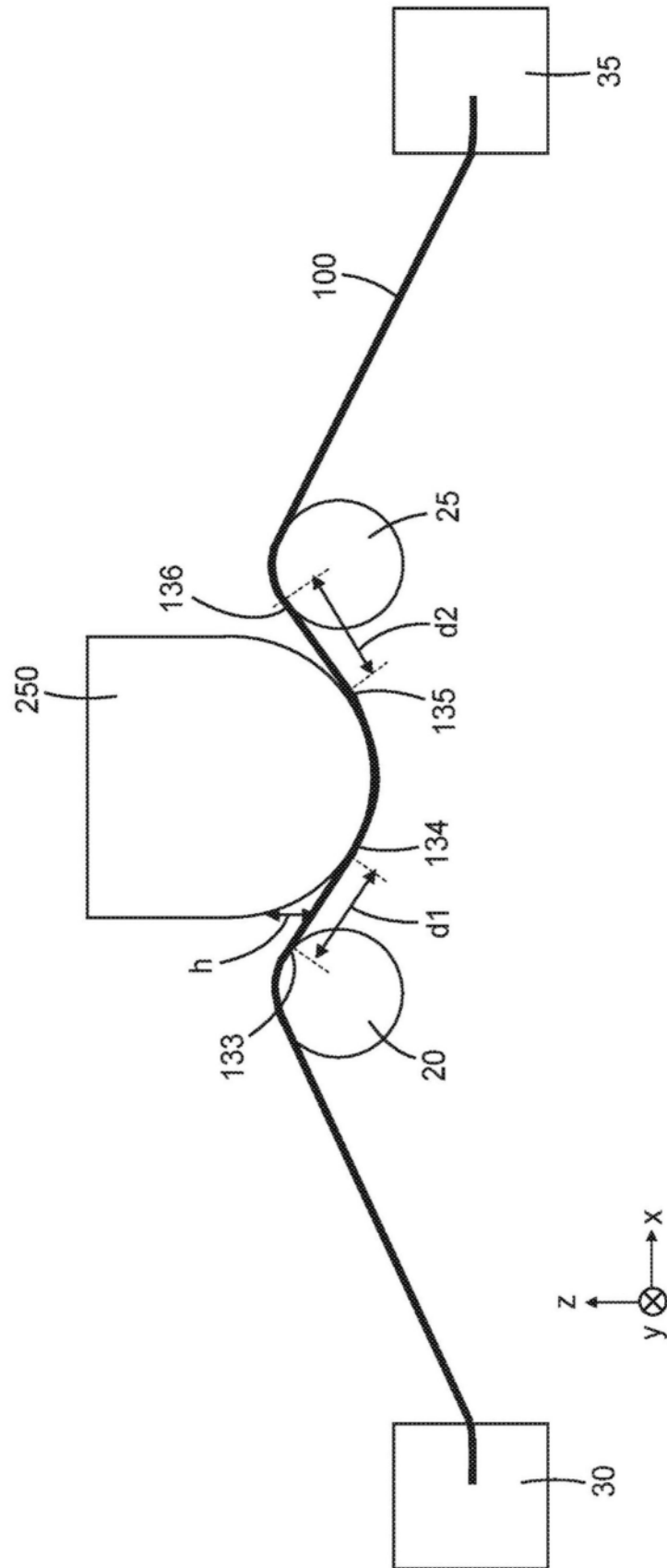


图1E

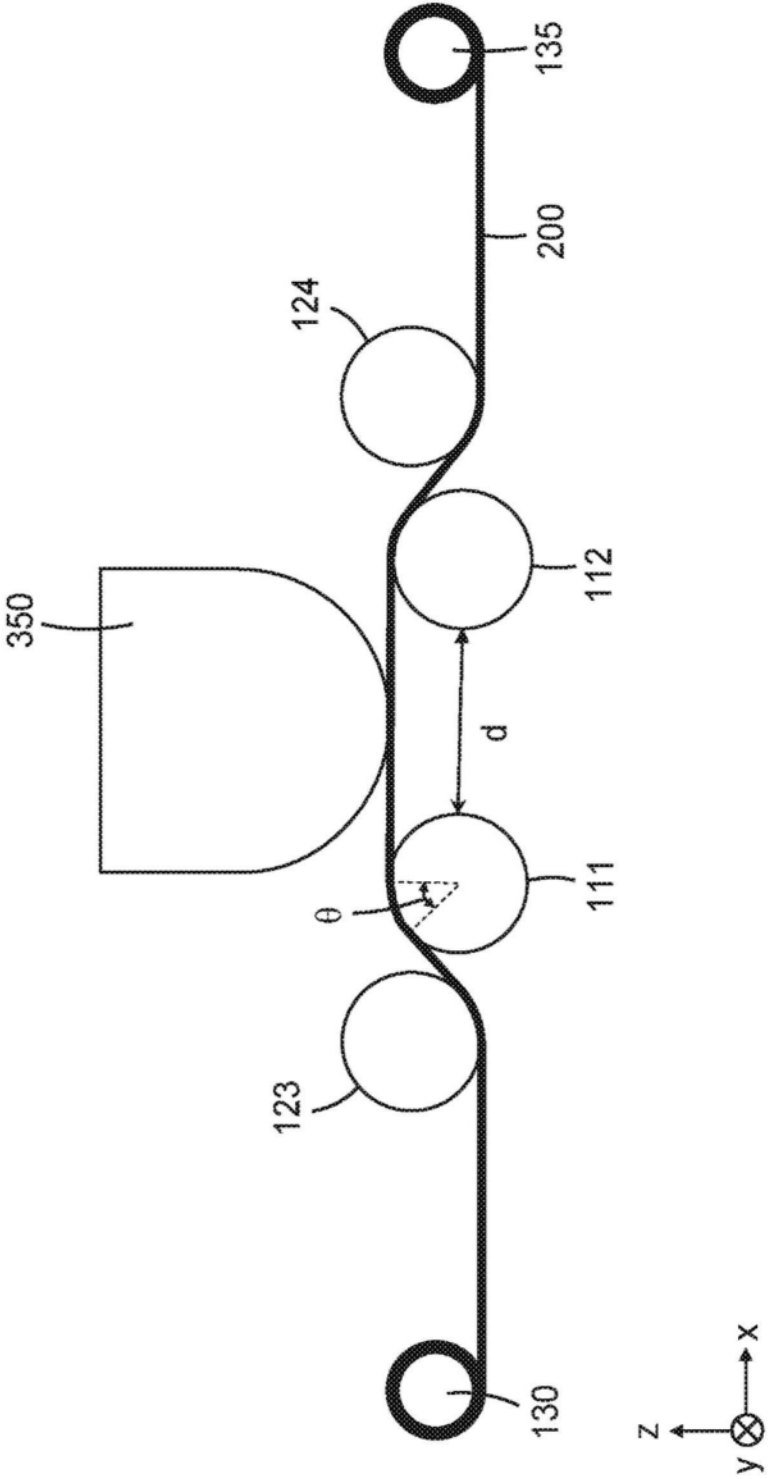


图2

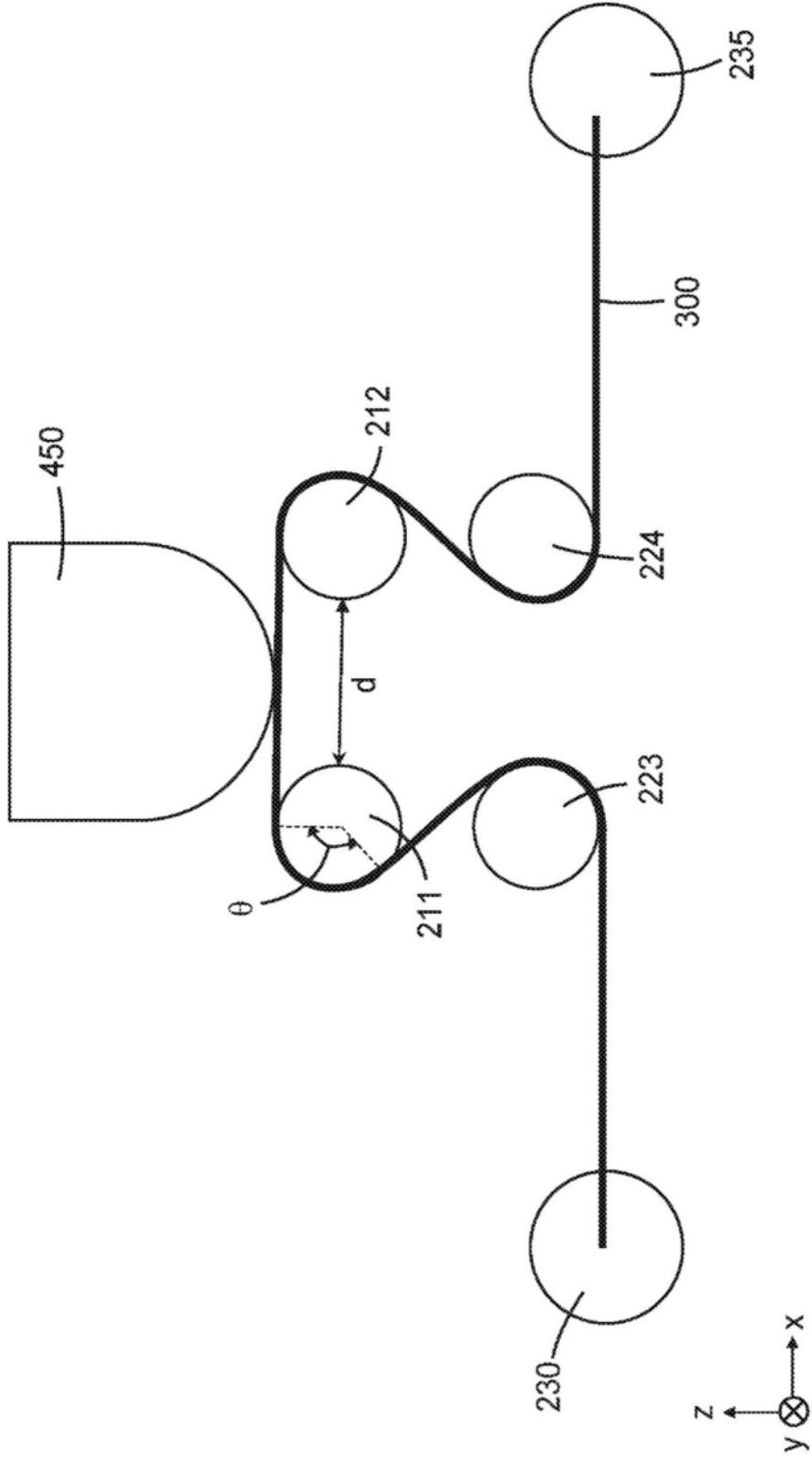


图3

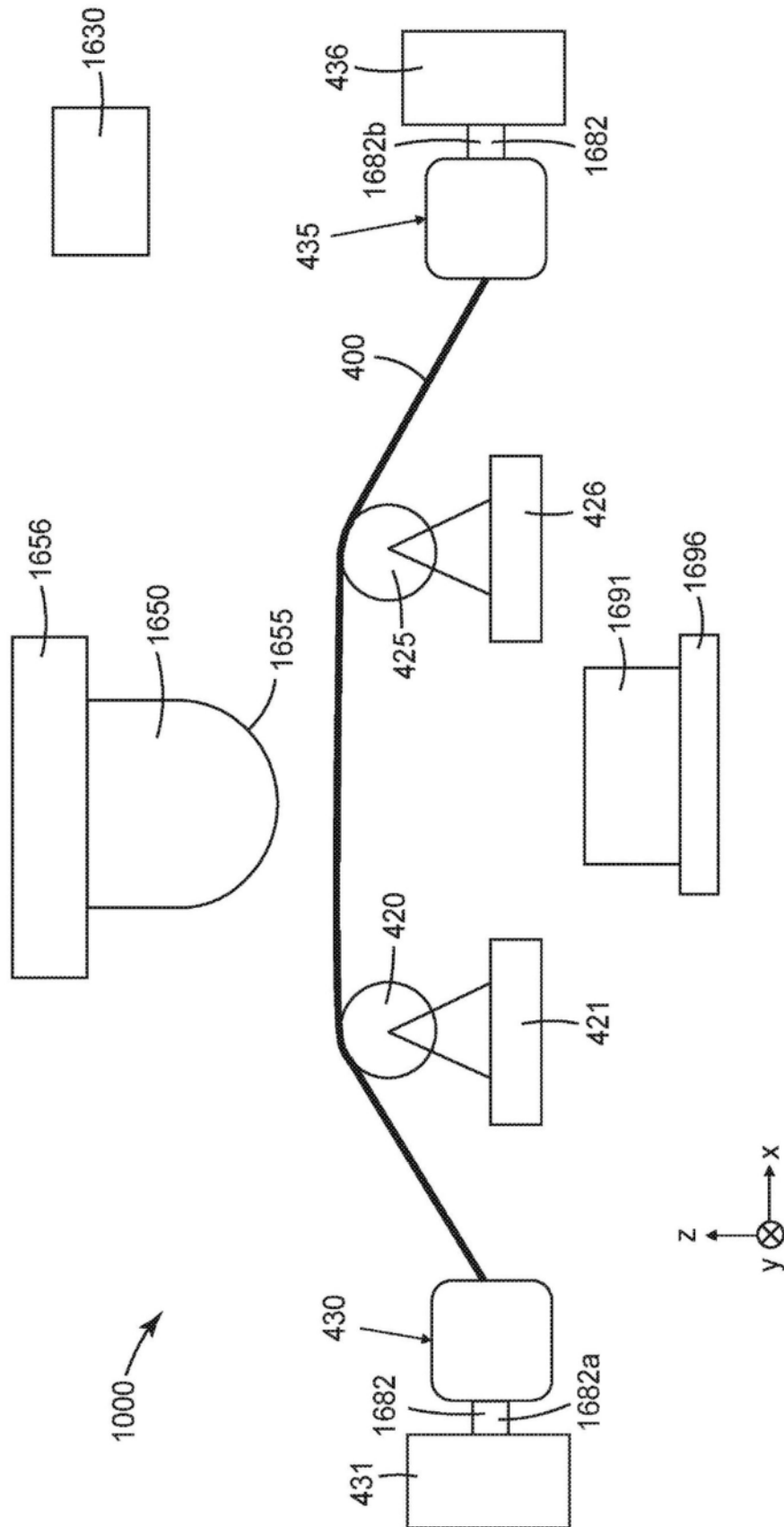


图4A

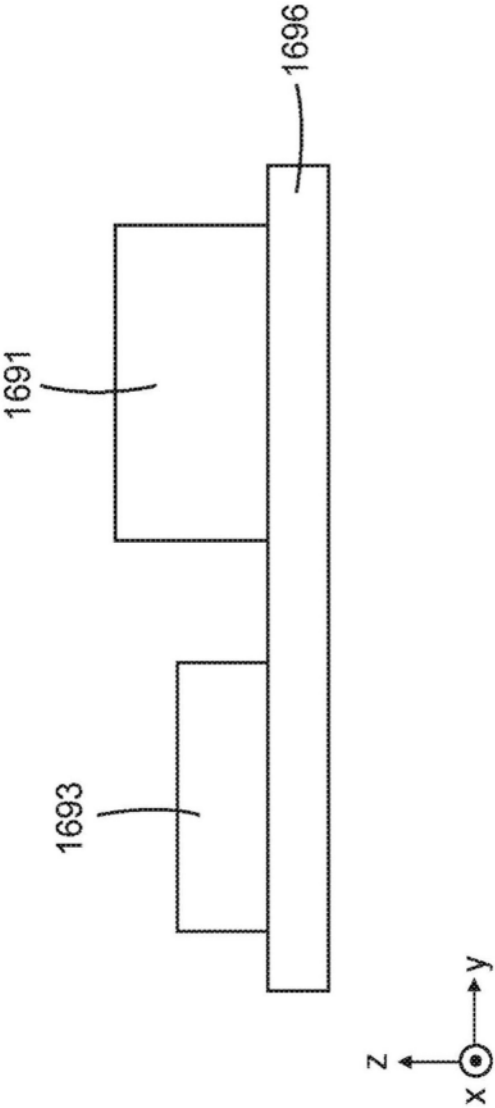


图4B

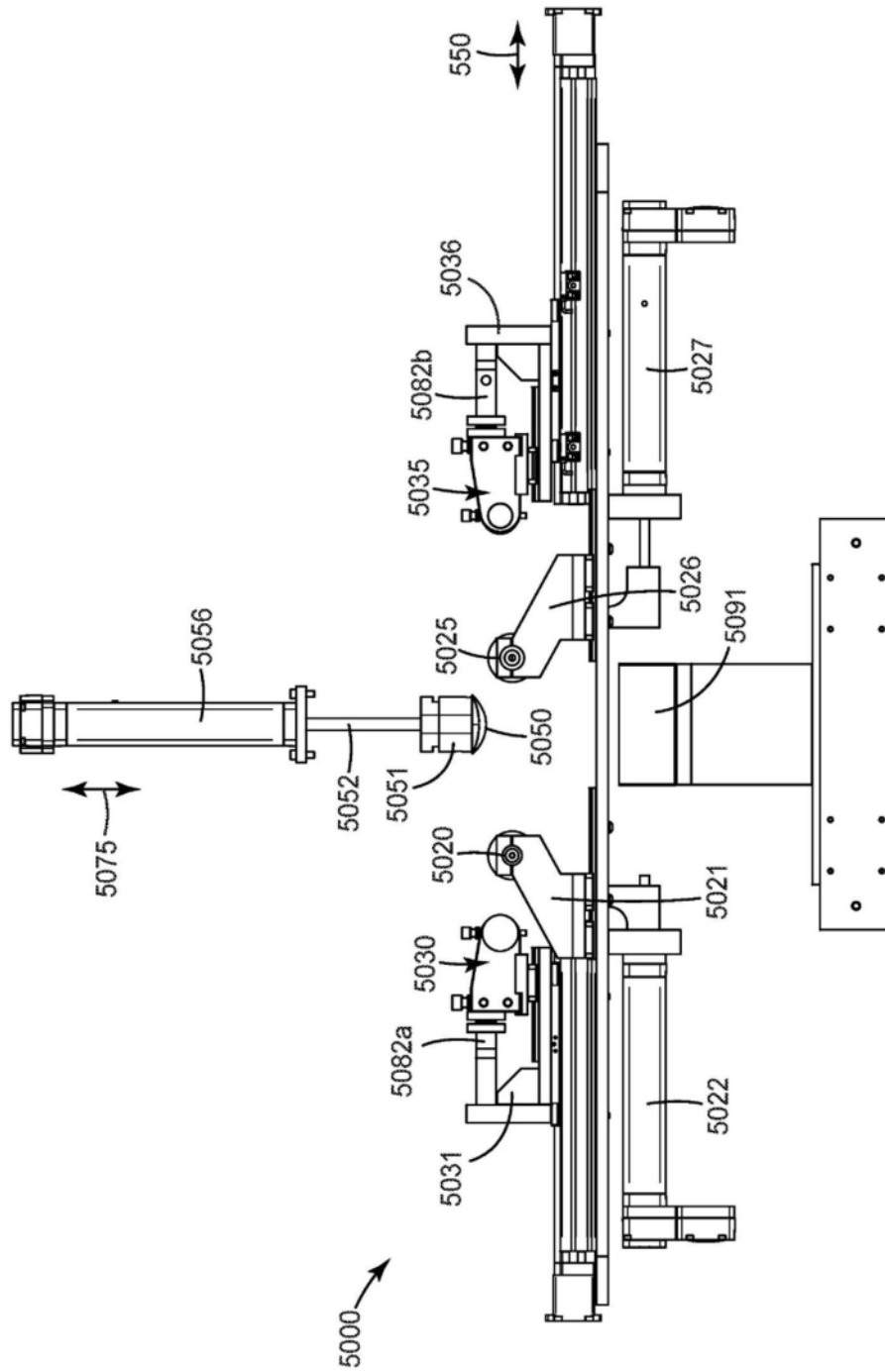


图5A

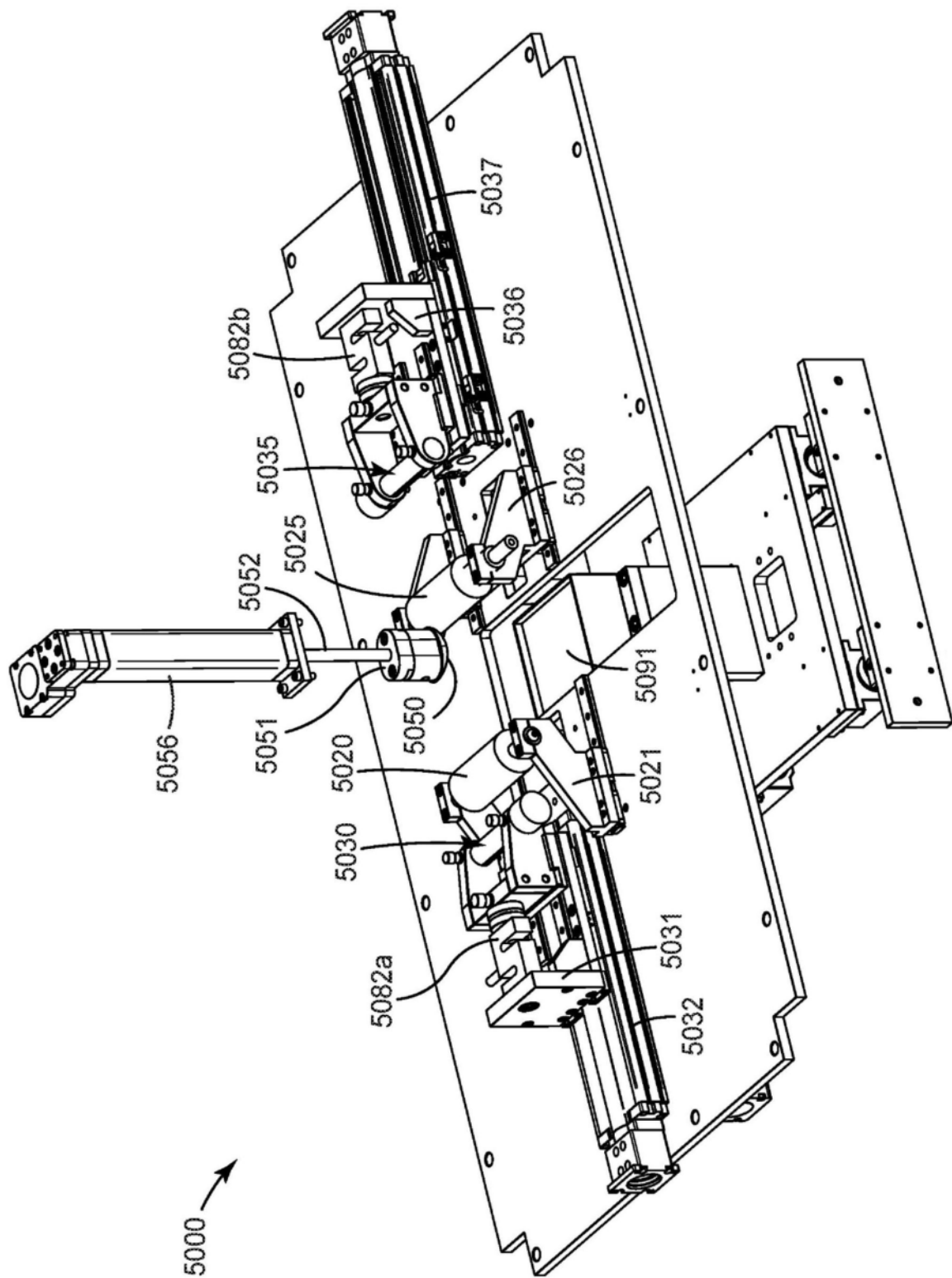


图5B

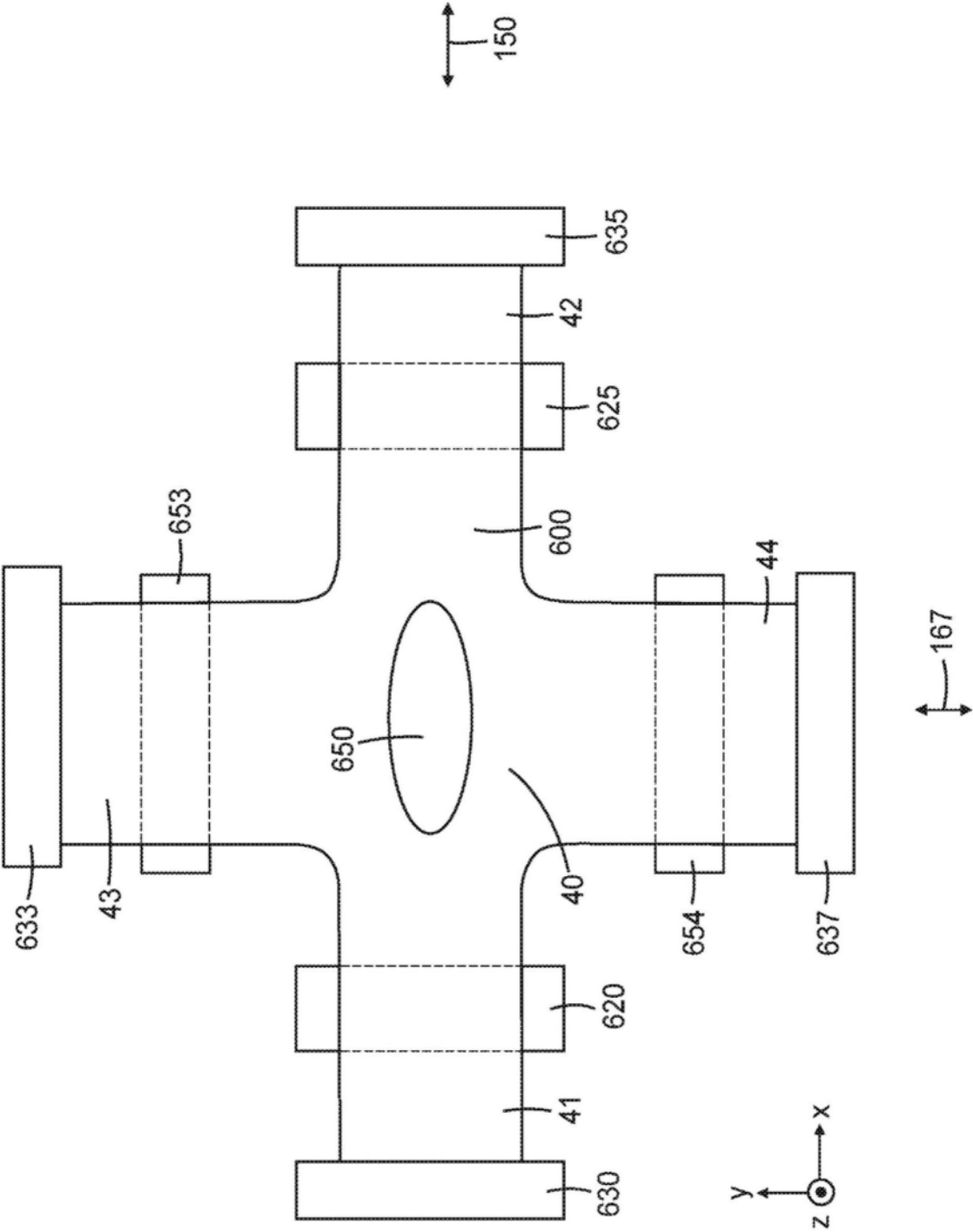


图6

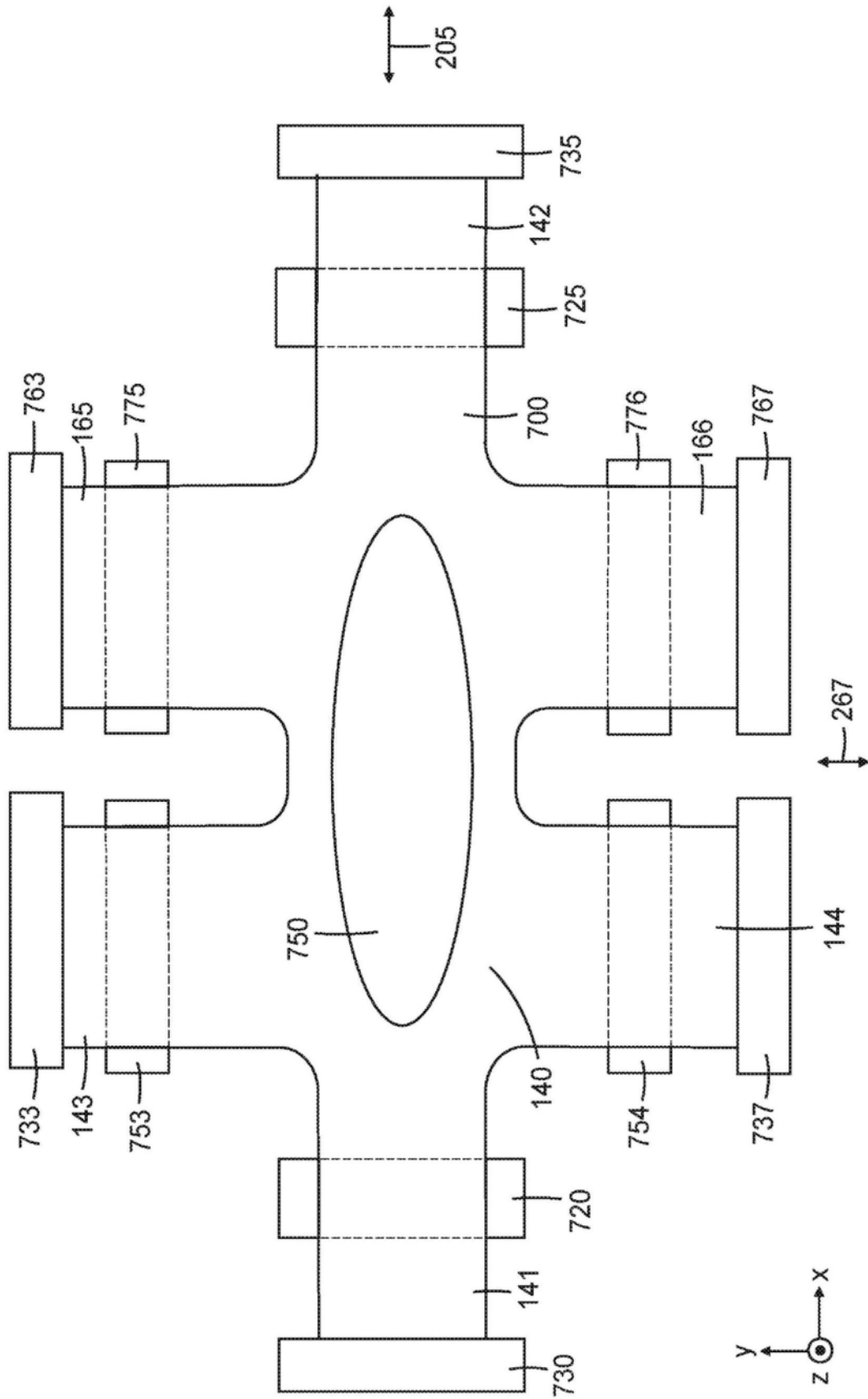


图7

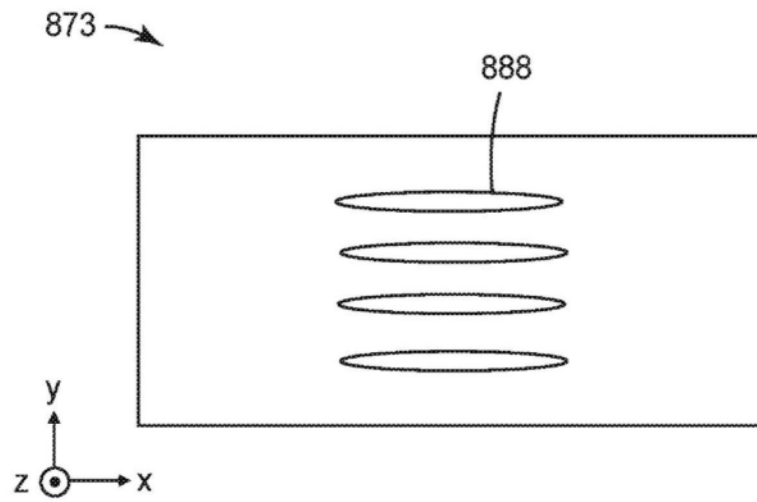


图8A

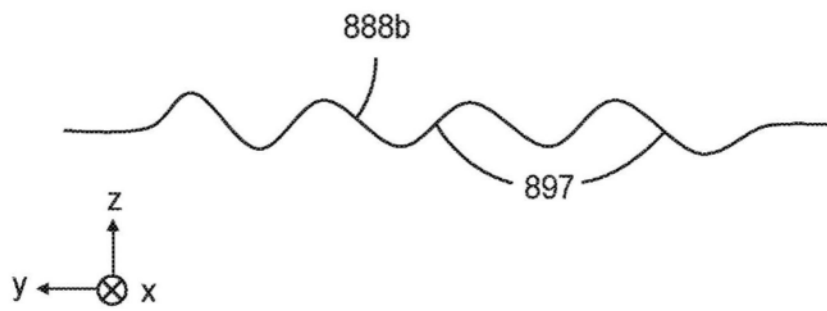


图8B

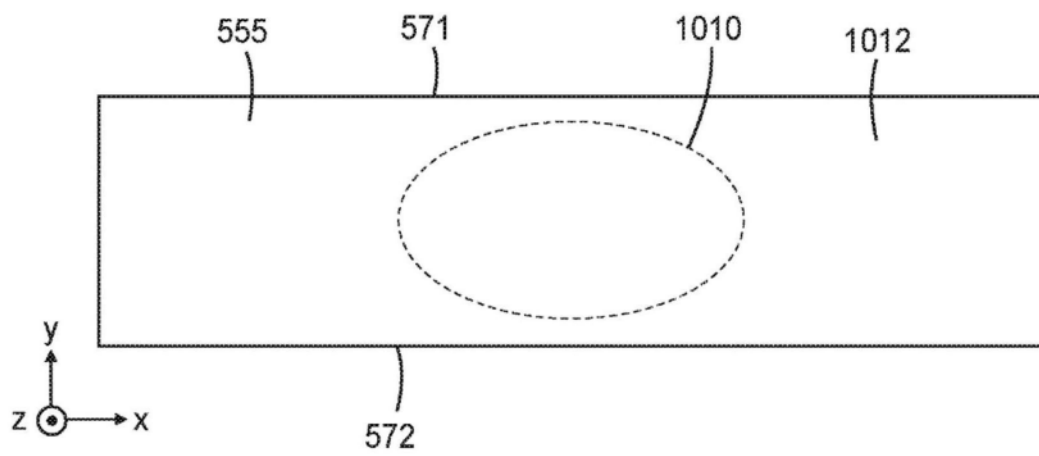


图8C

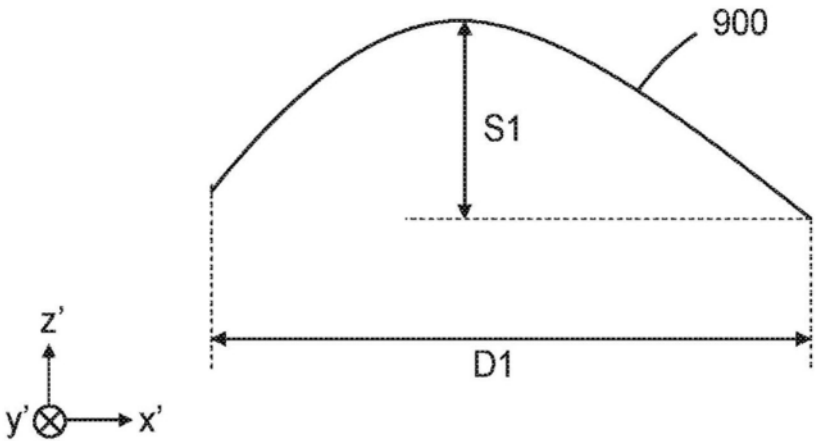


图9A

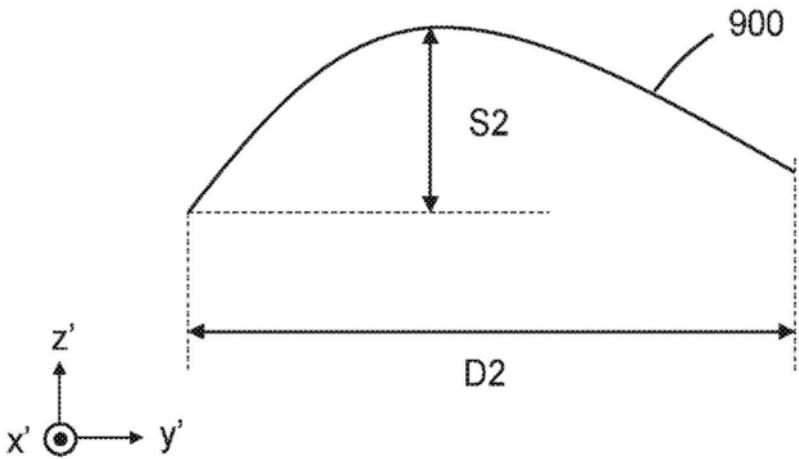


图9B

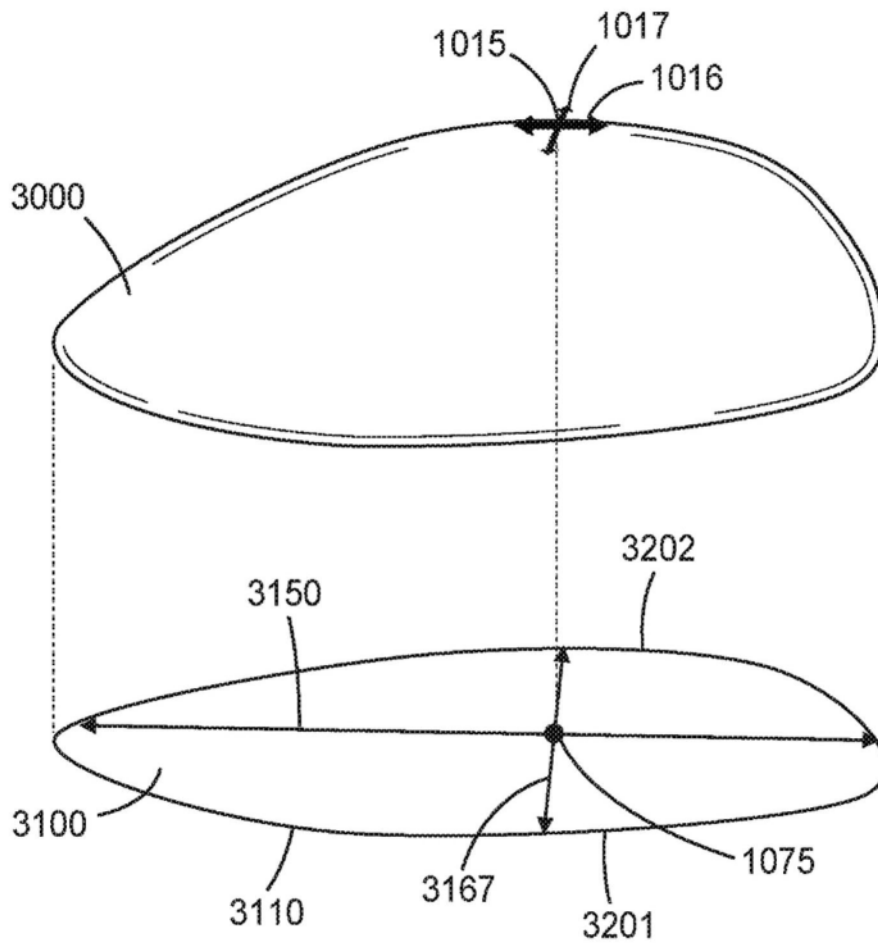


图10A

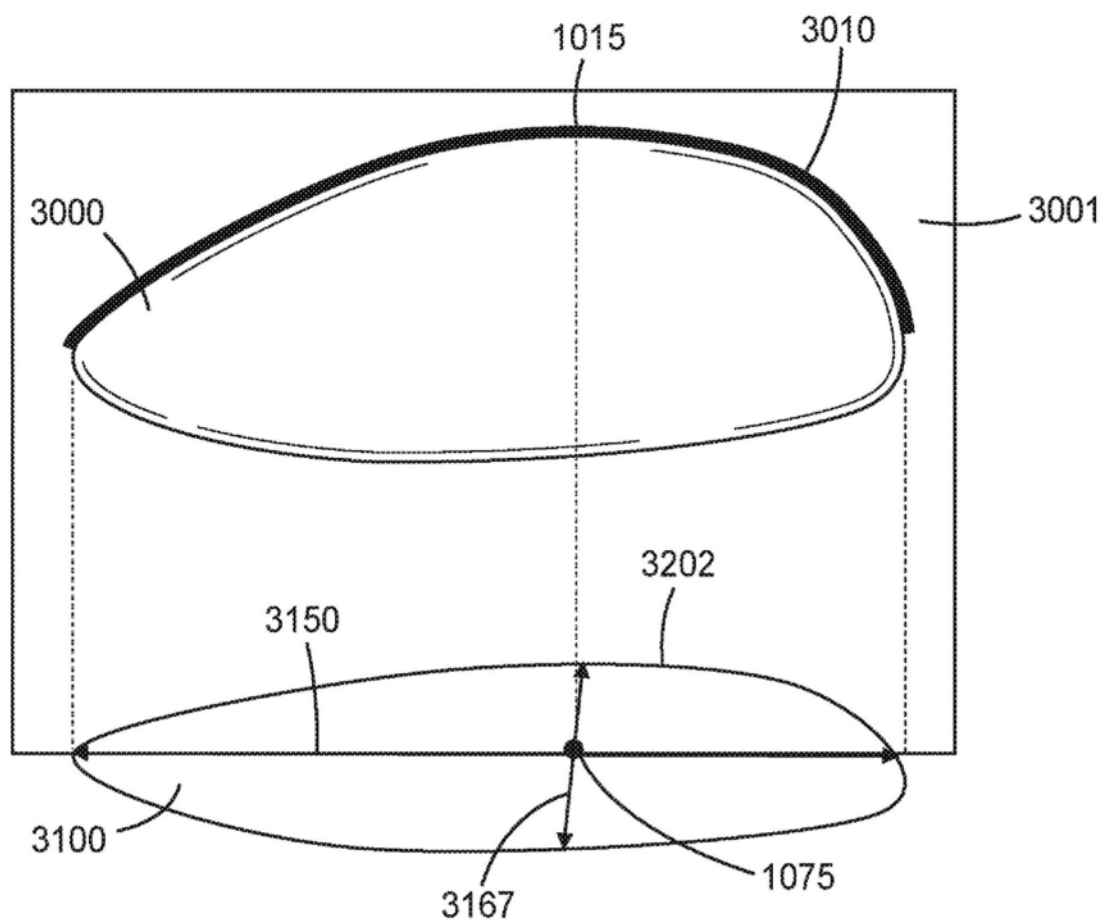


图10B

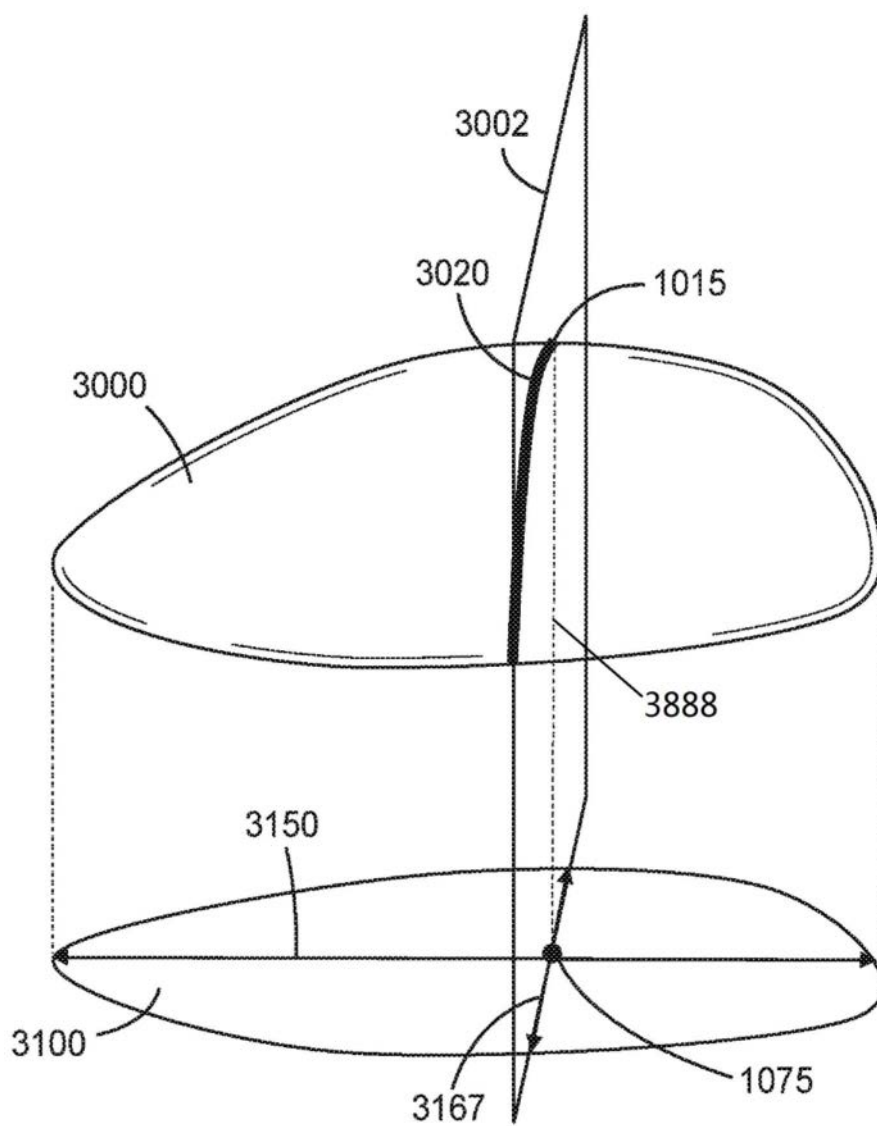


图10C

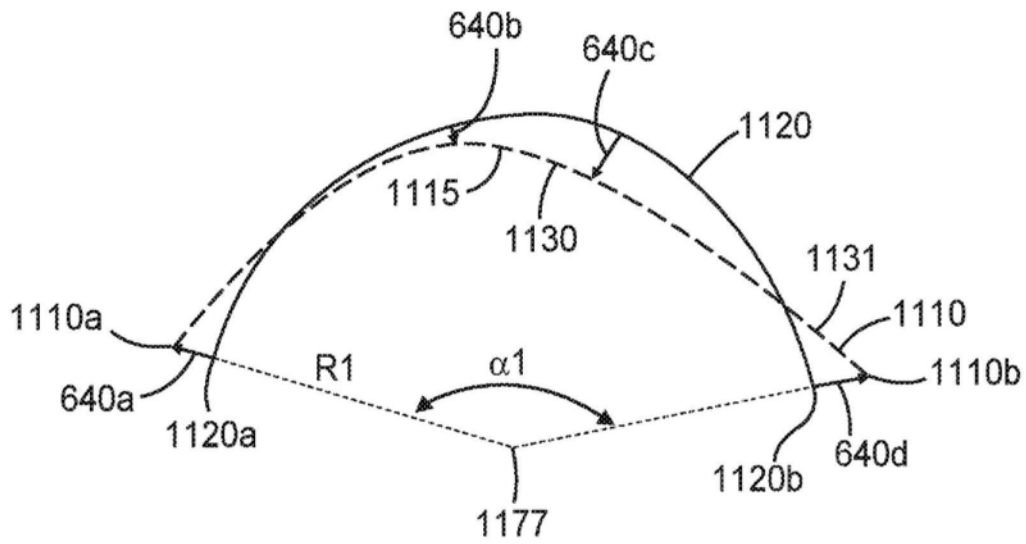


图11A

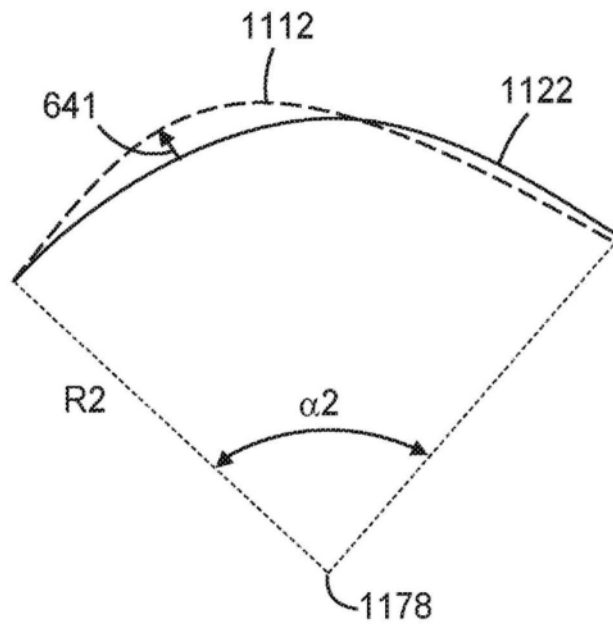


图11B

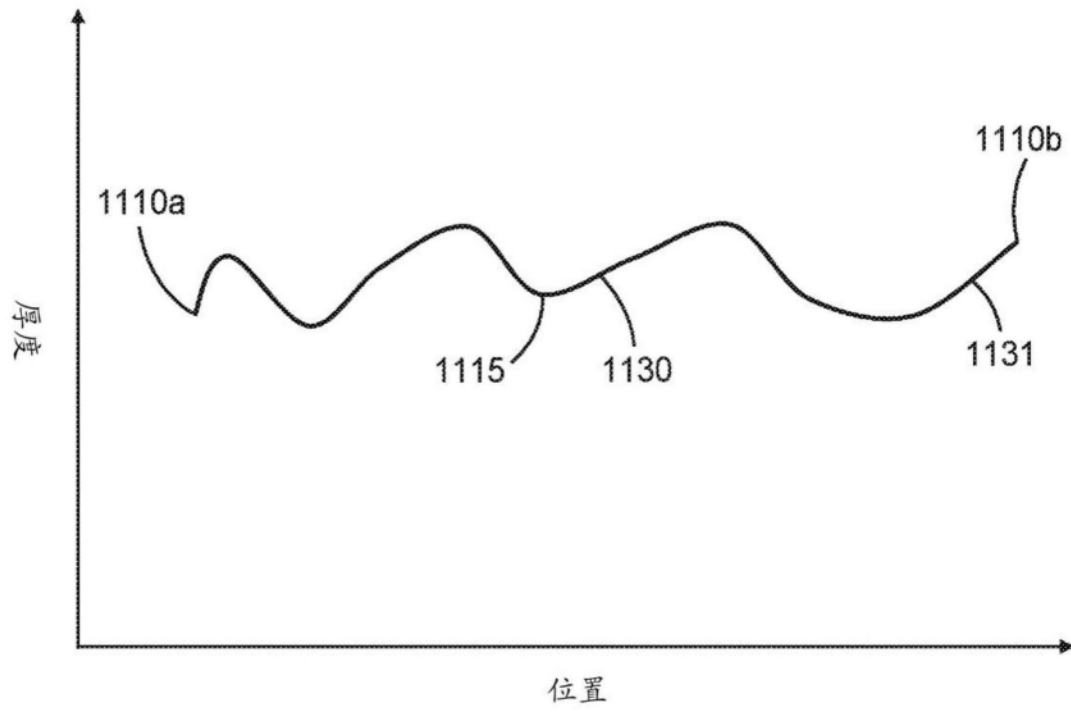


图11C

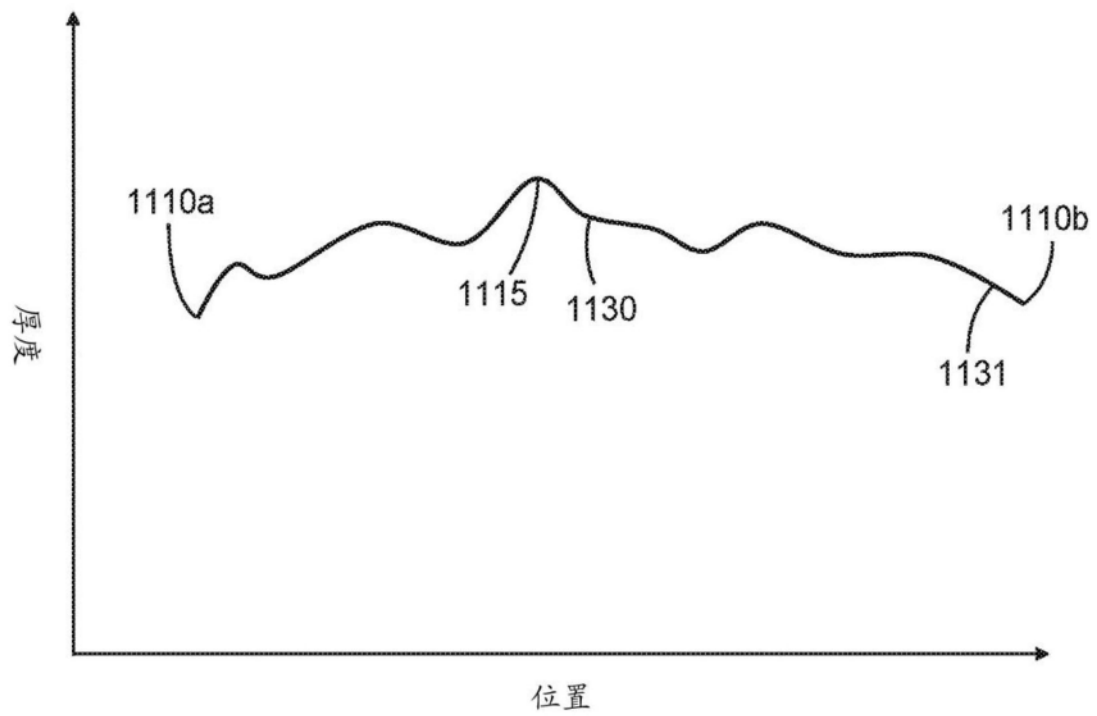


图11D

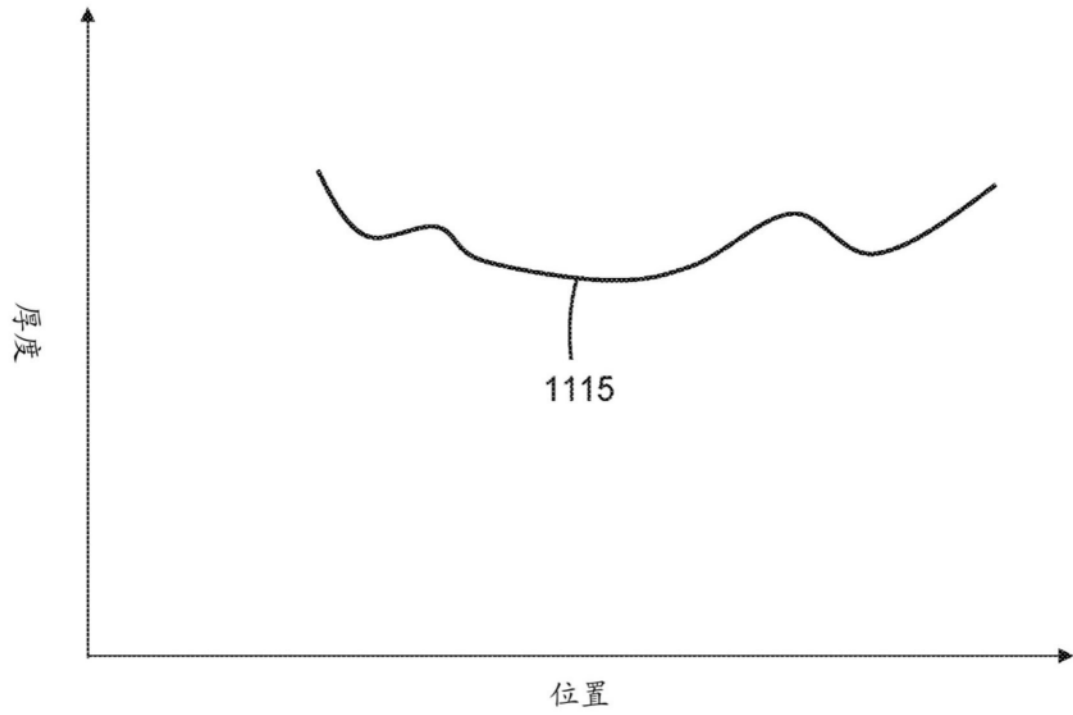


图11E

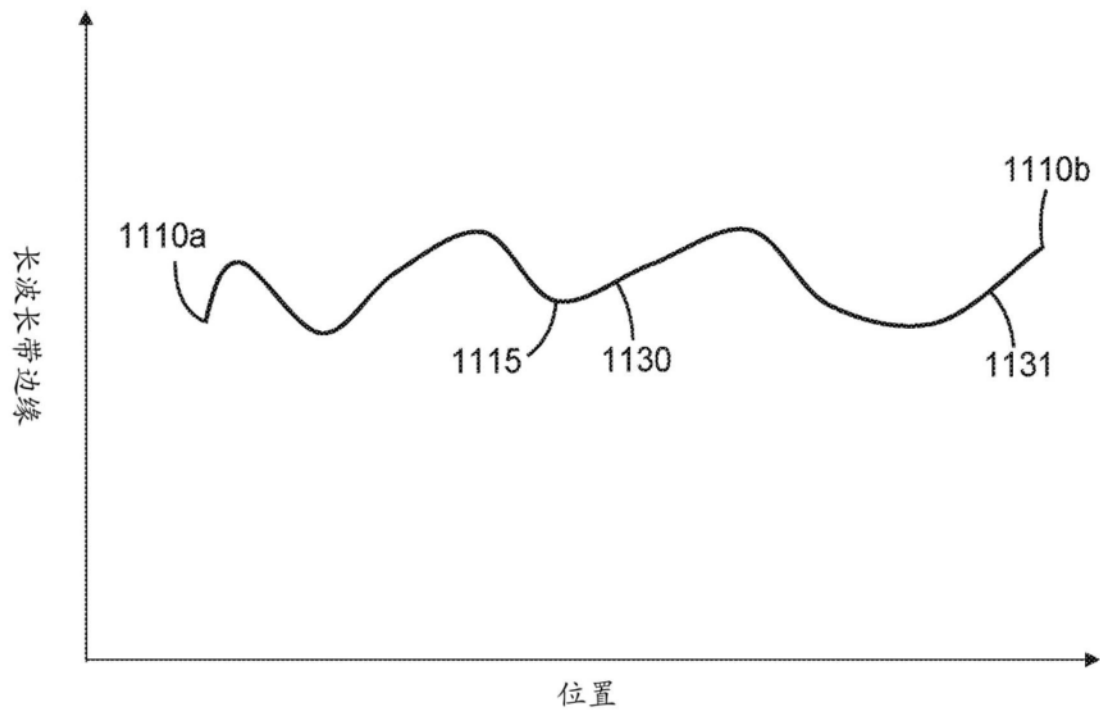


图11F

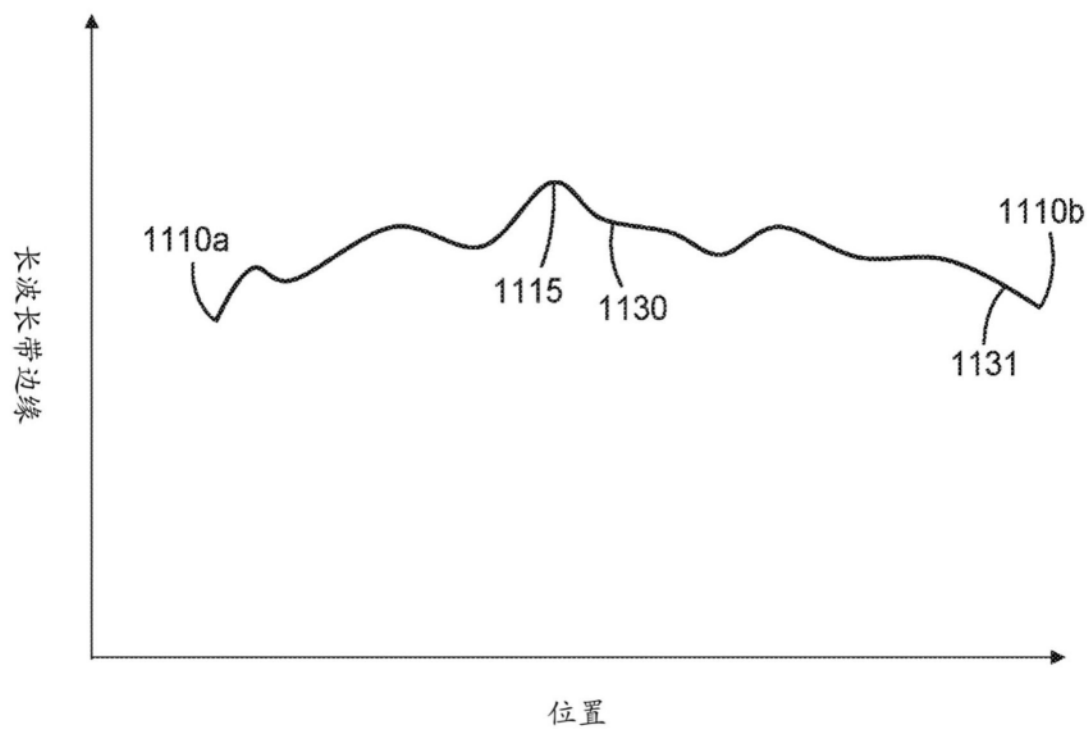


图11G

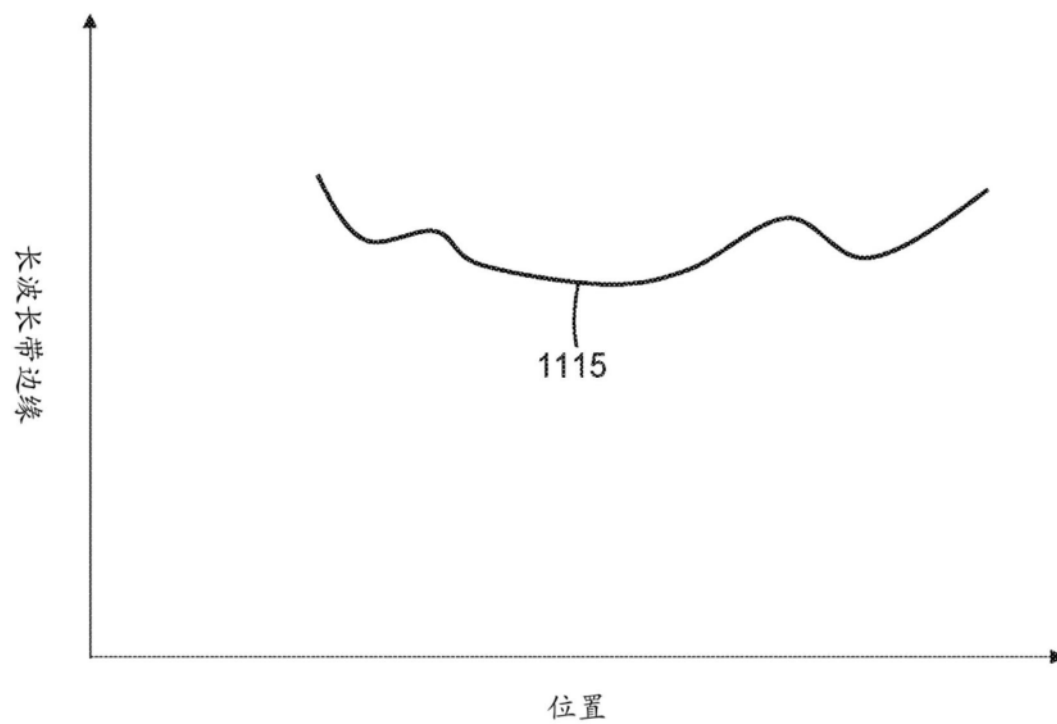


图11H

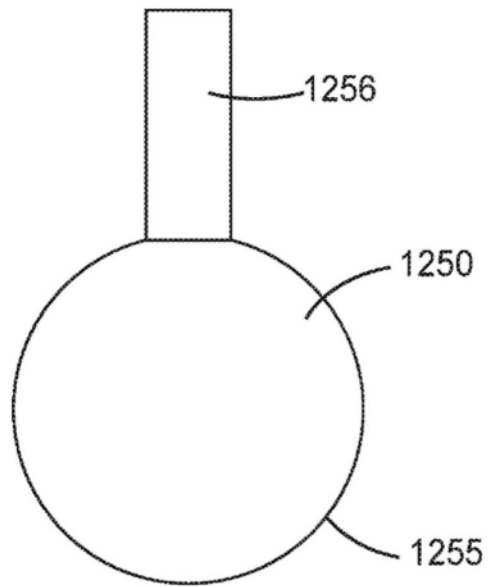


图12

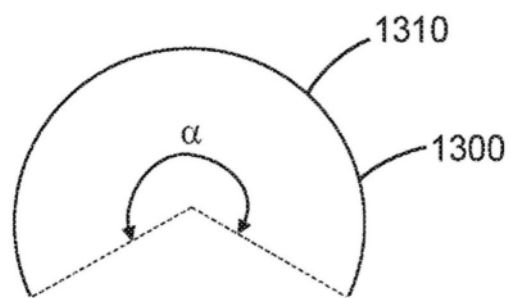


图13

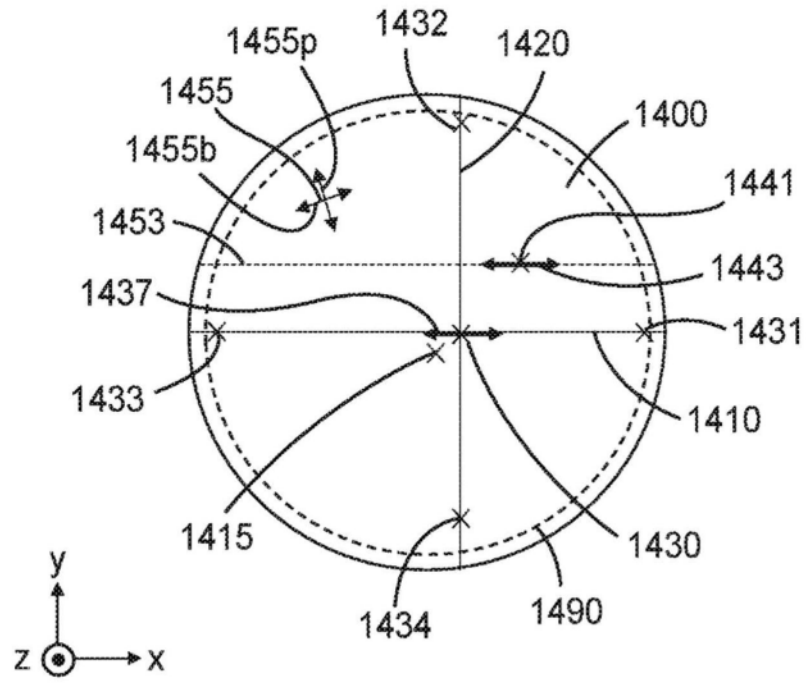


图14

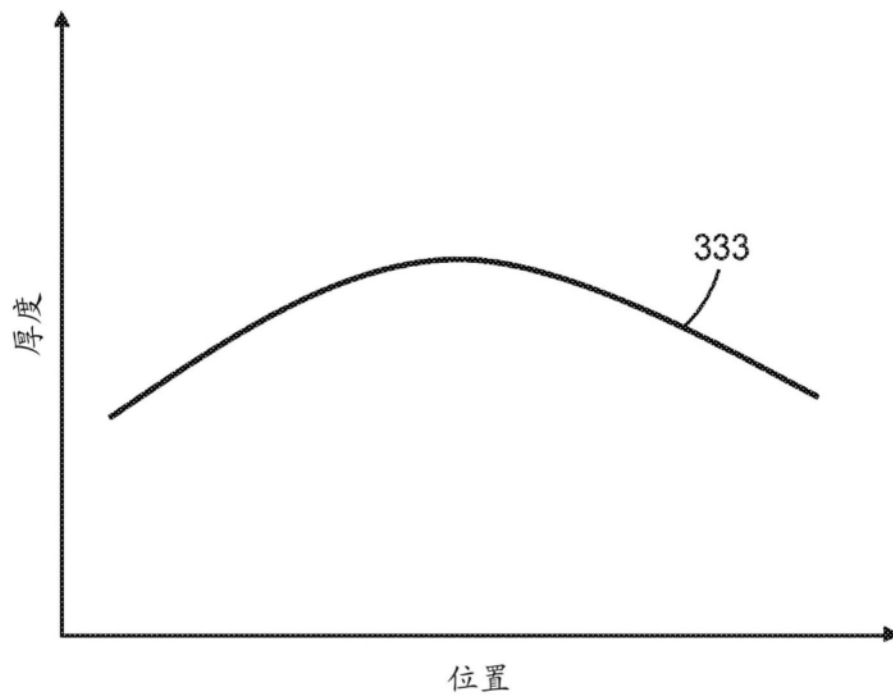


图15A

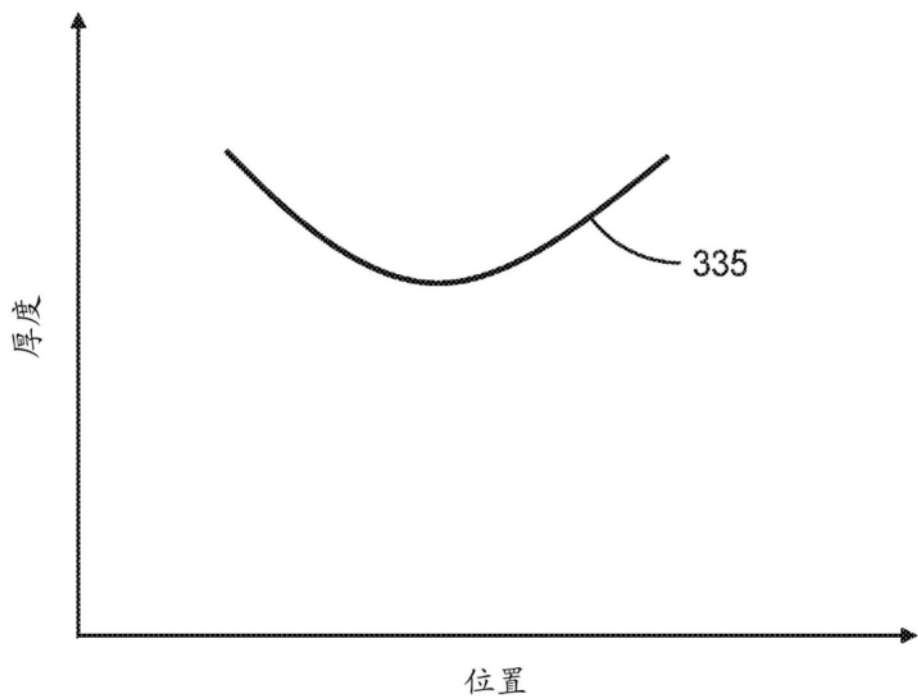


图15B

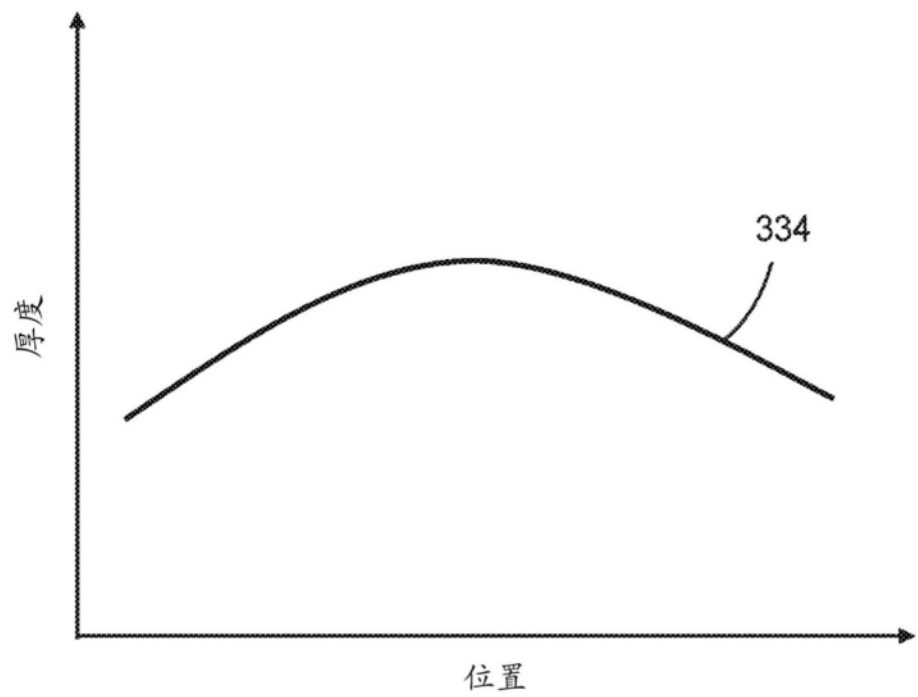


图15C

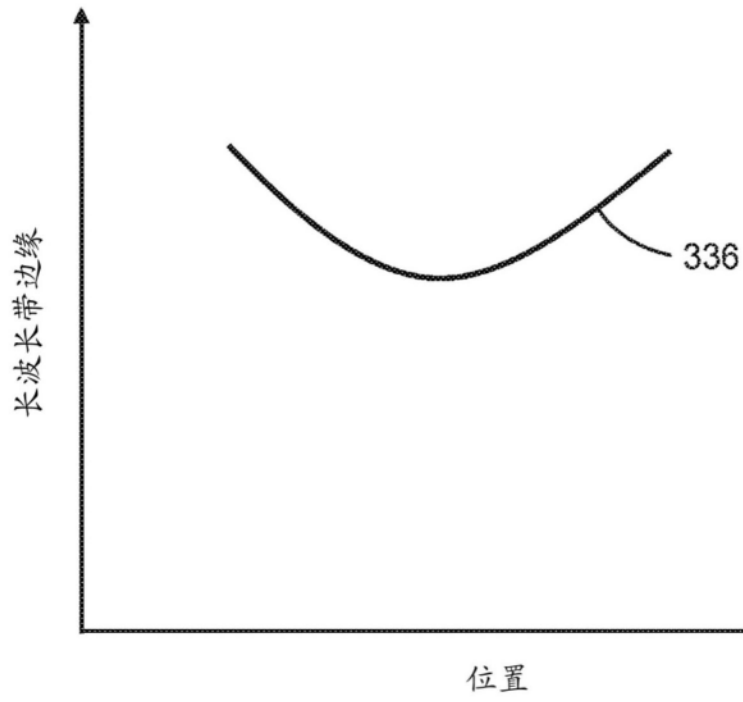


图15D

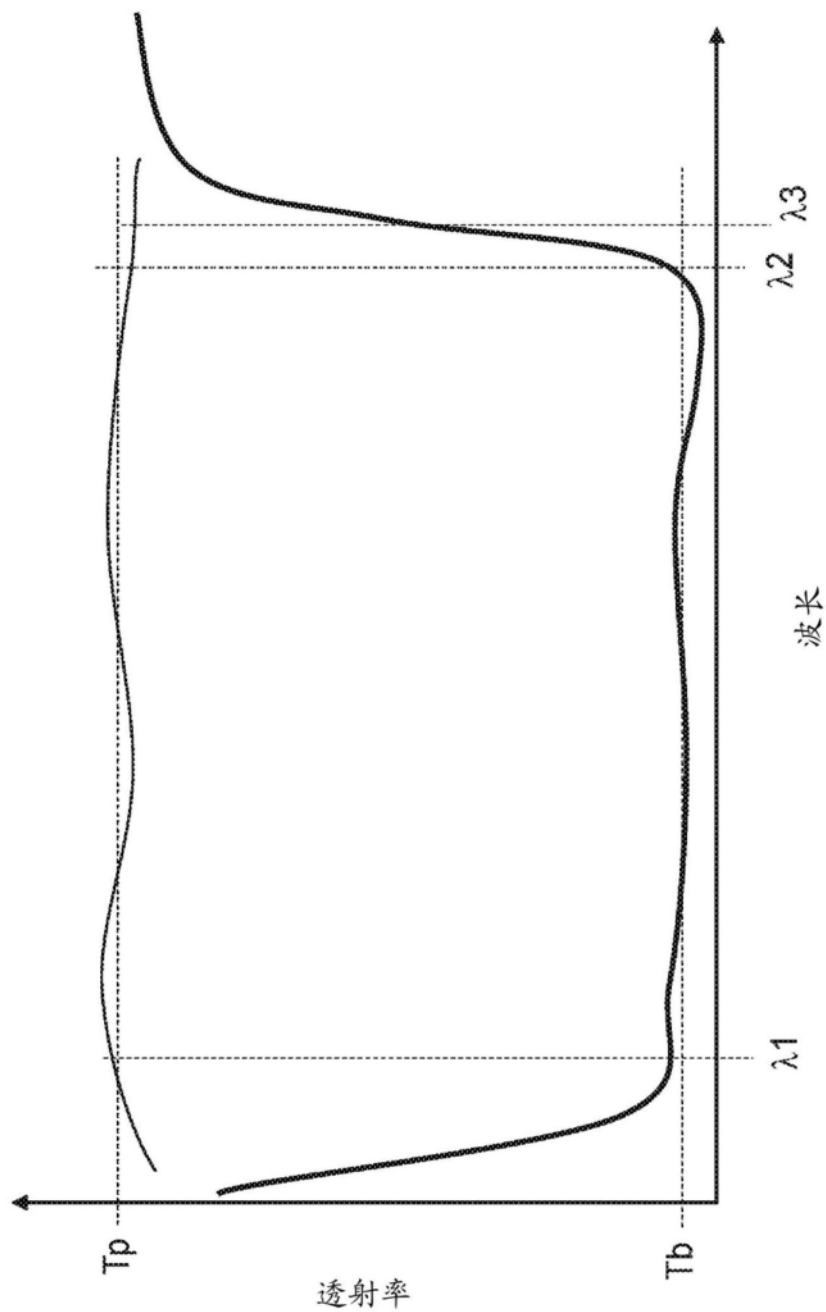


图16

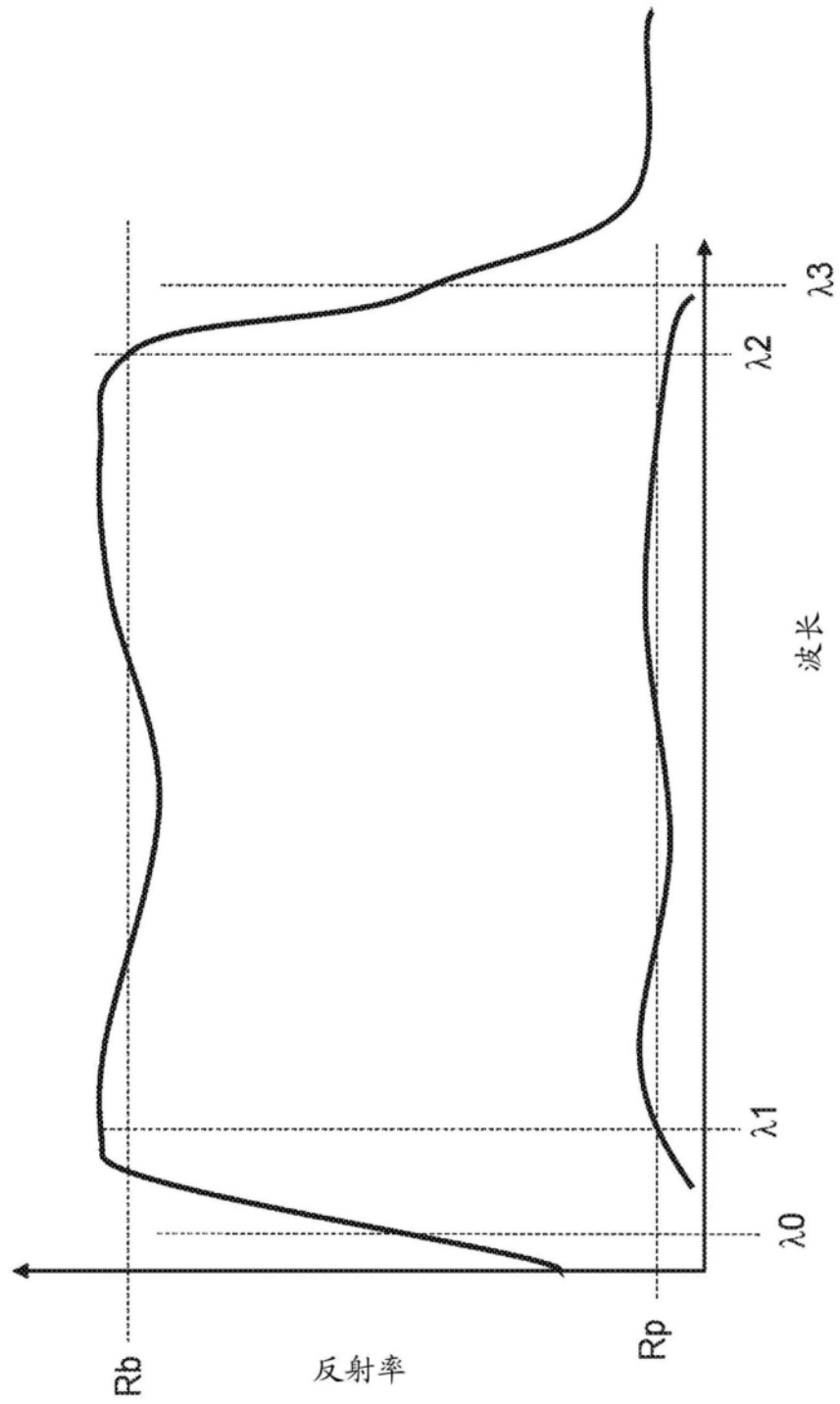


图17

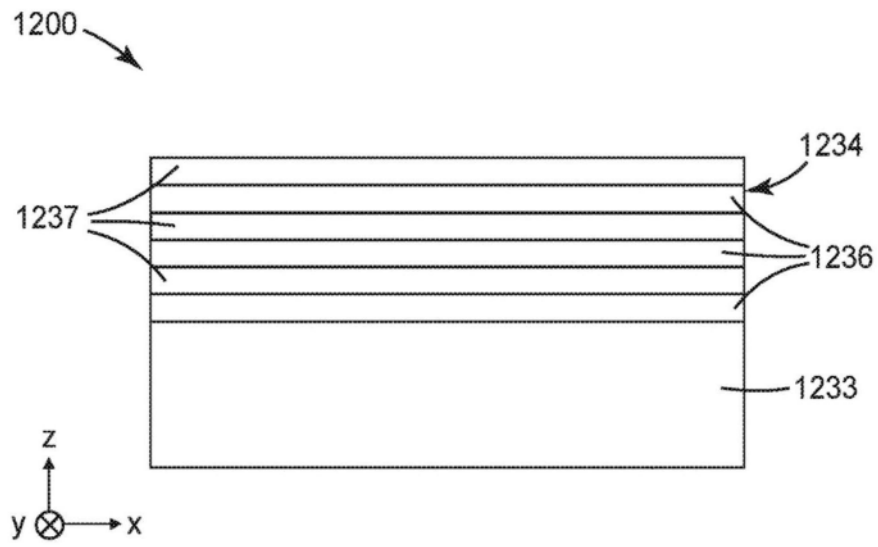


图18A

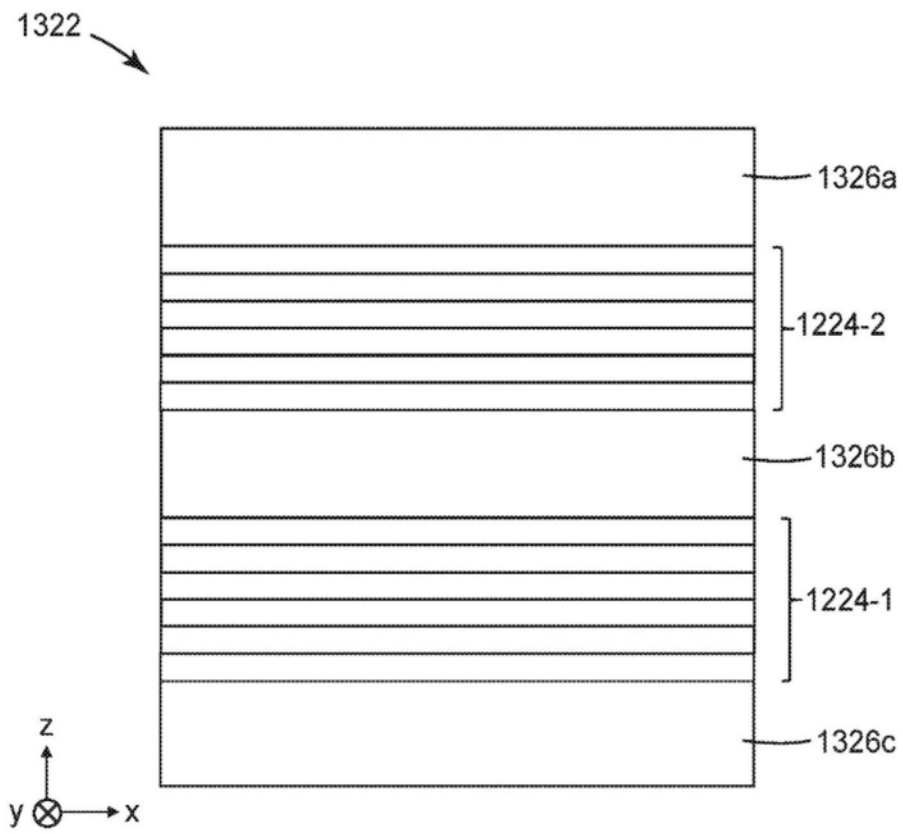


图18B

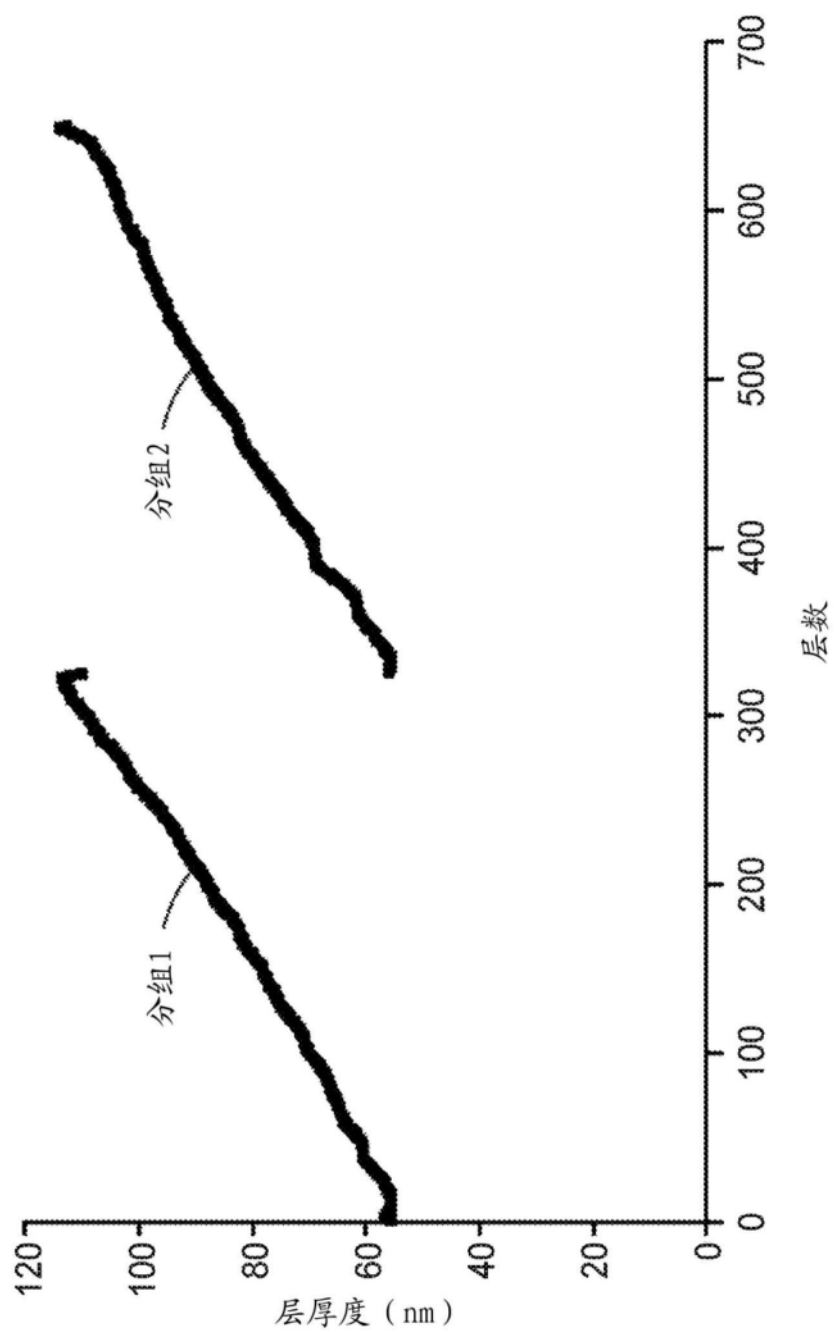


图19

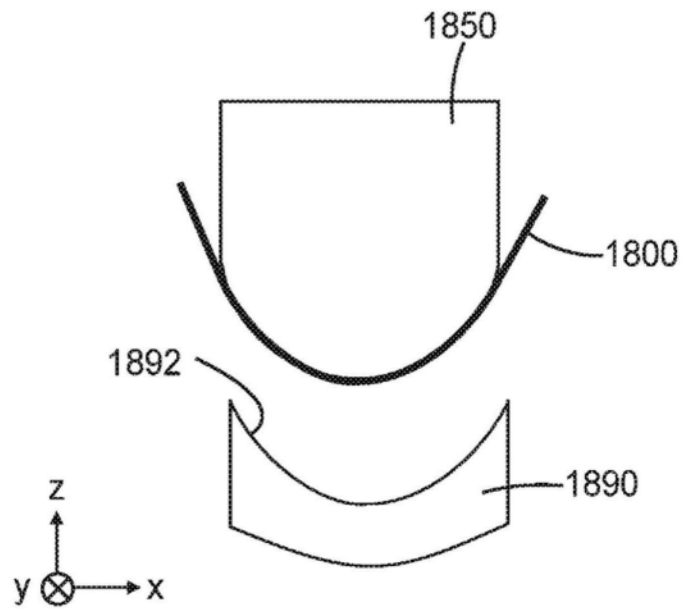


图20A

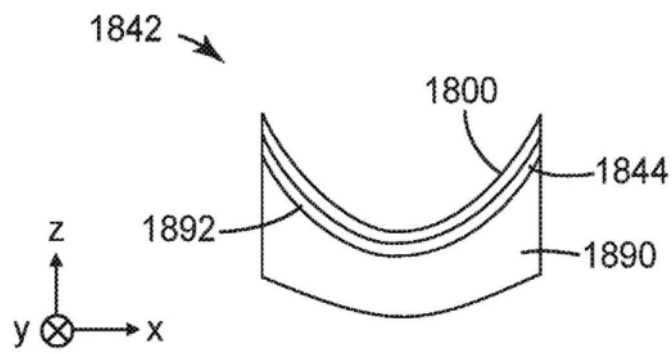


图20B

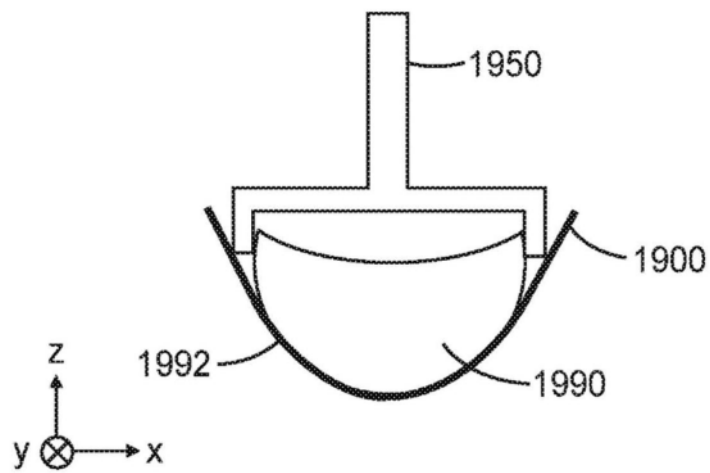


图21A

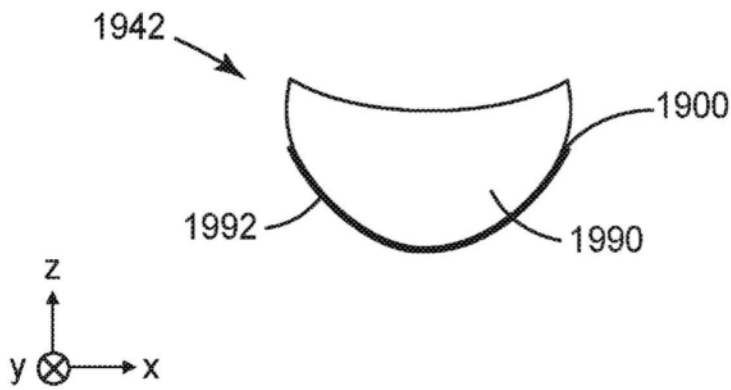


图21B

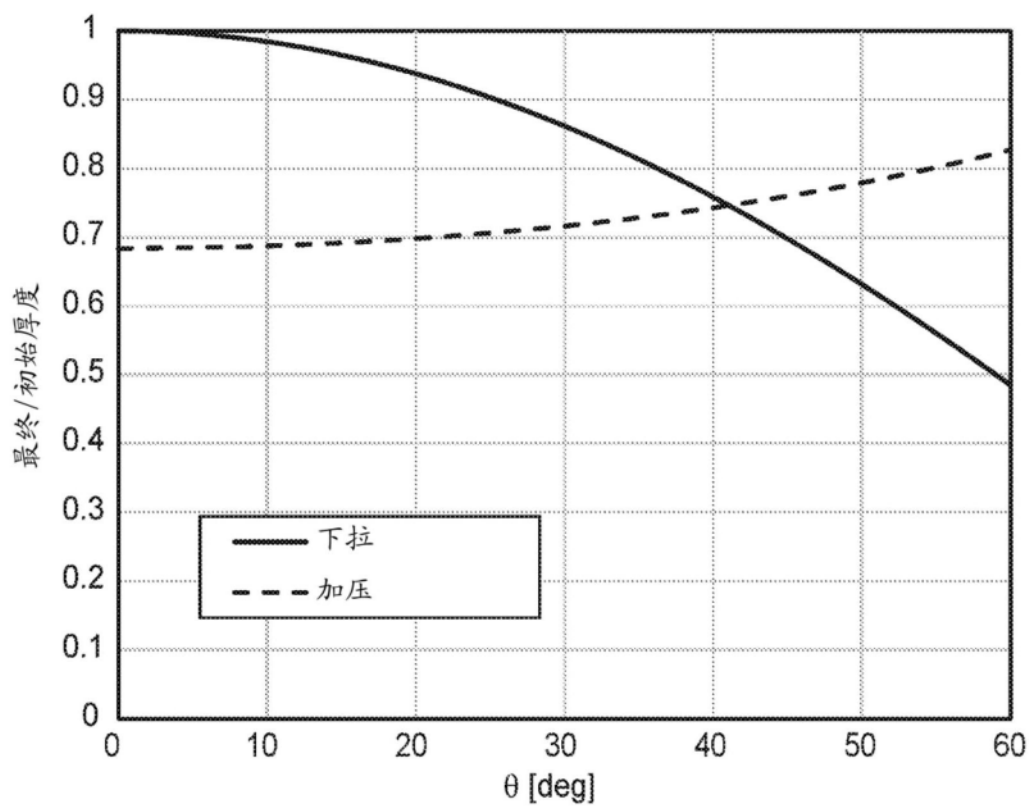


图22A

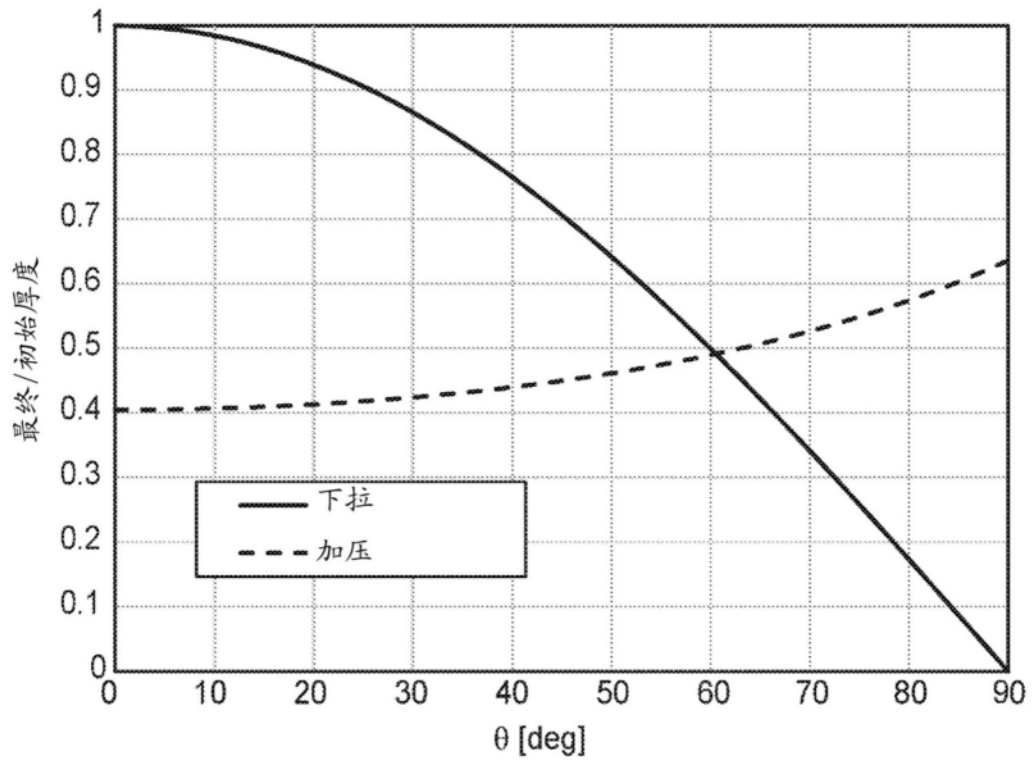


图22B

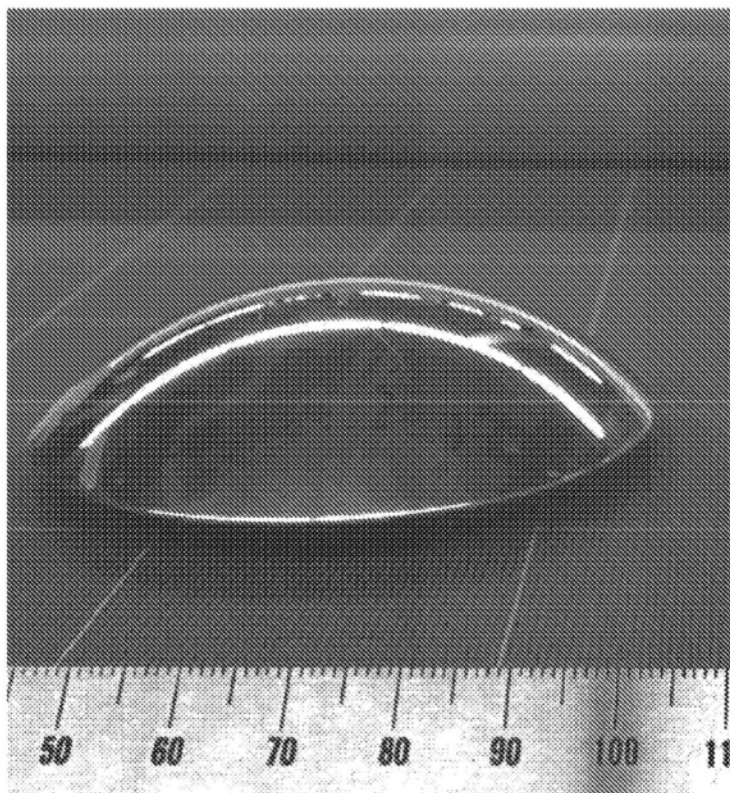


图23A

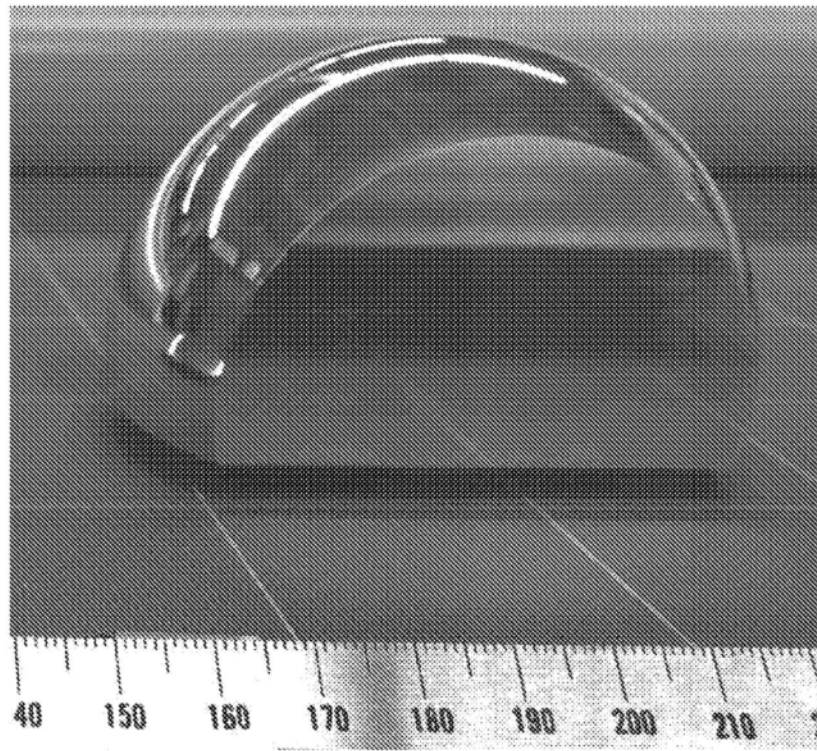


图23B

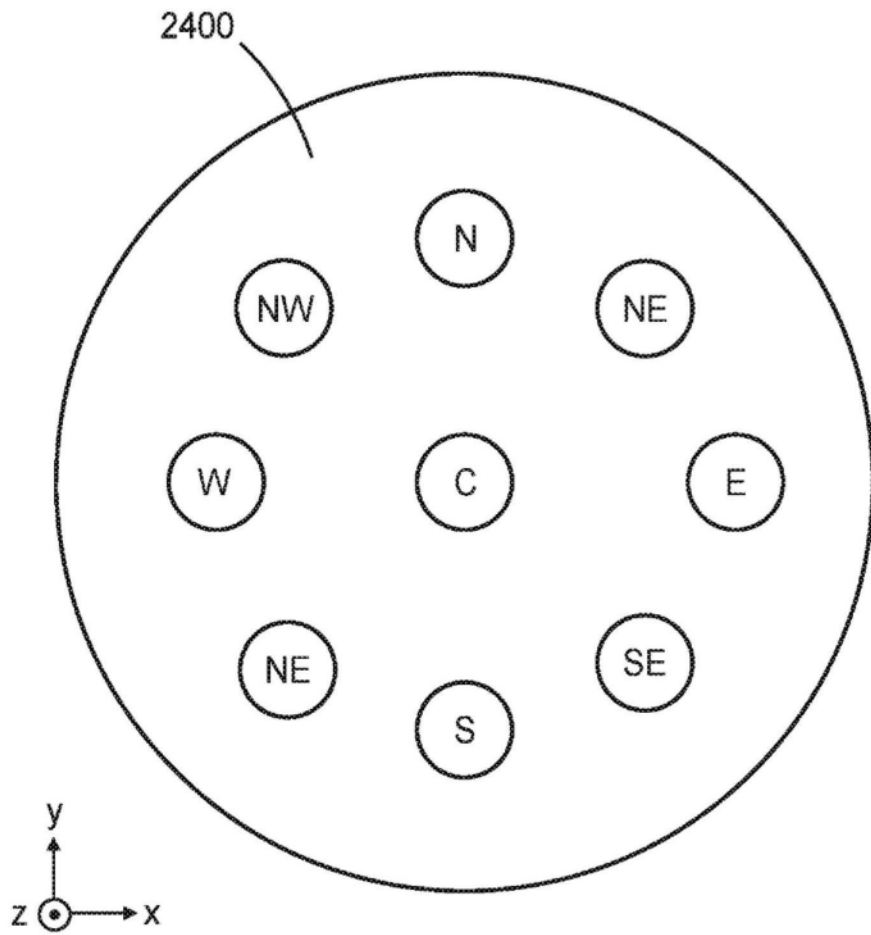


图24

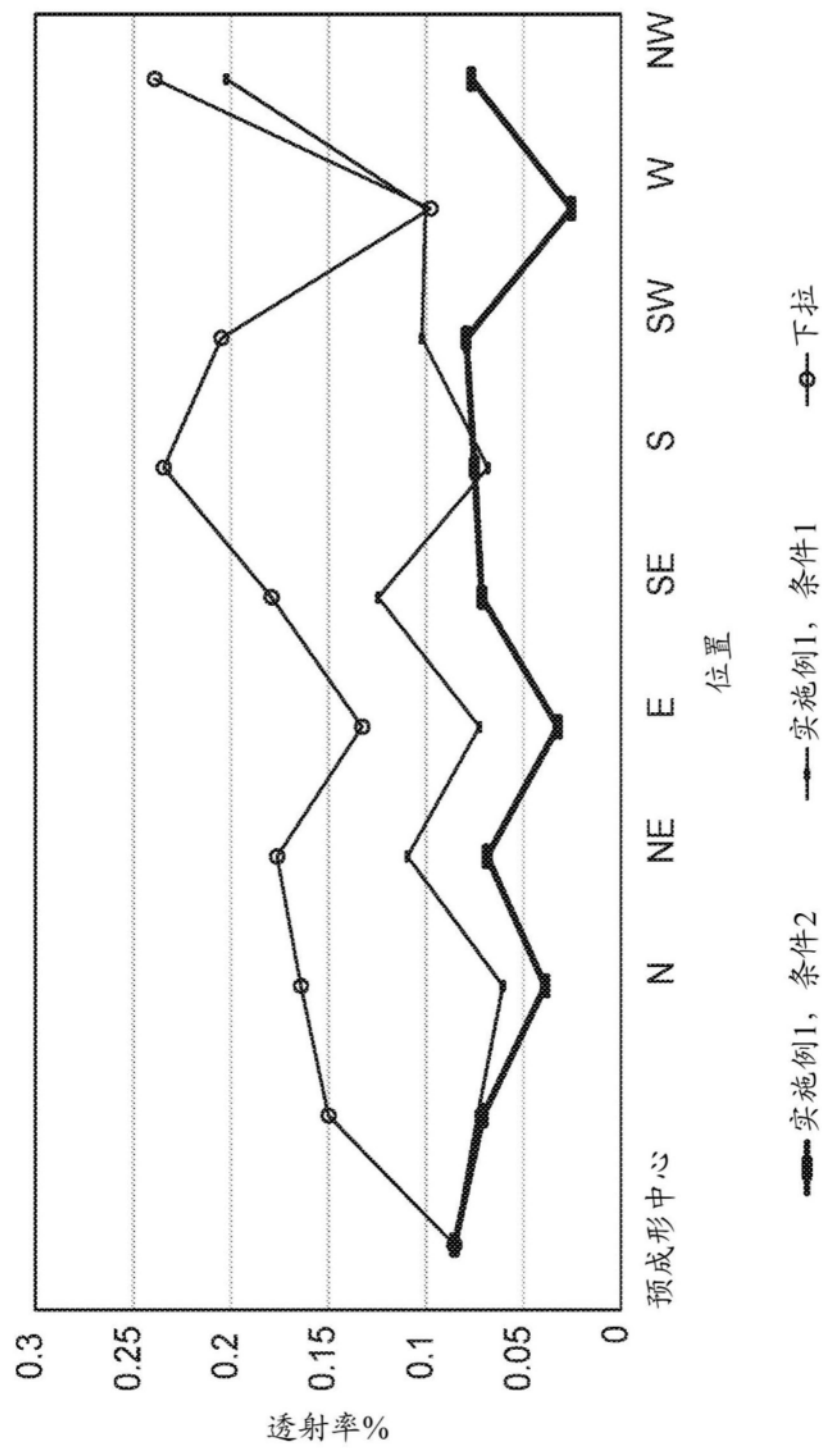


图25

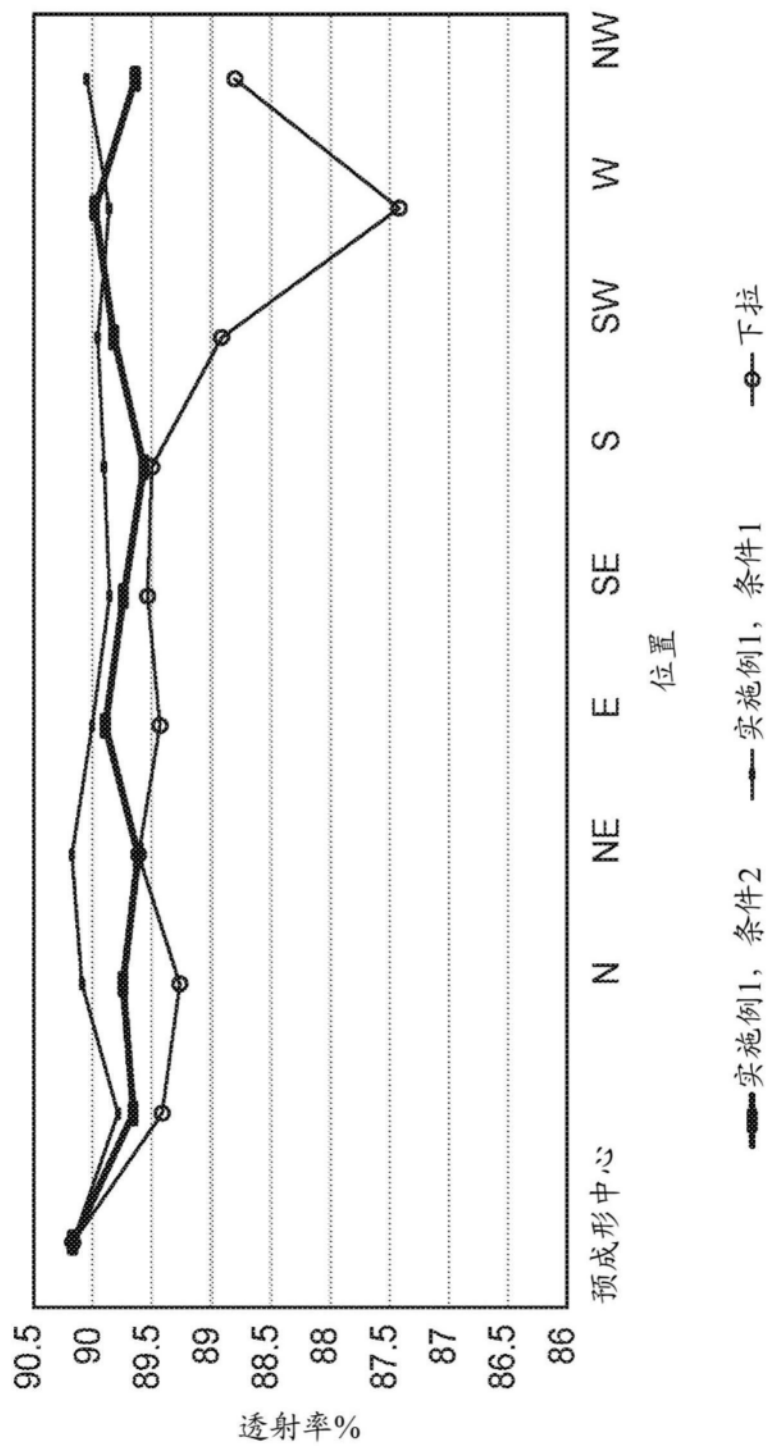


图26

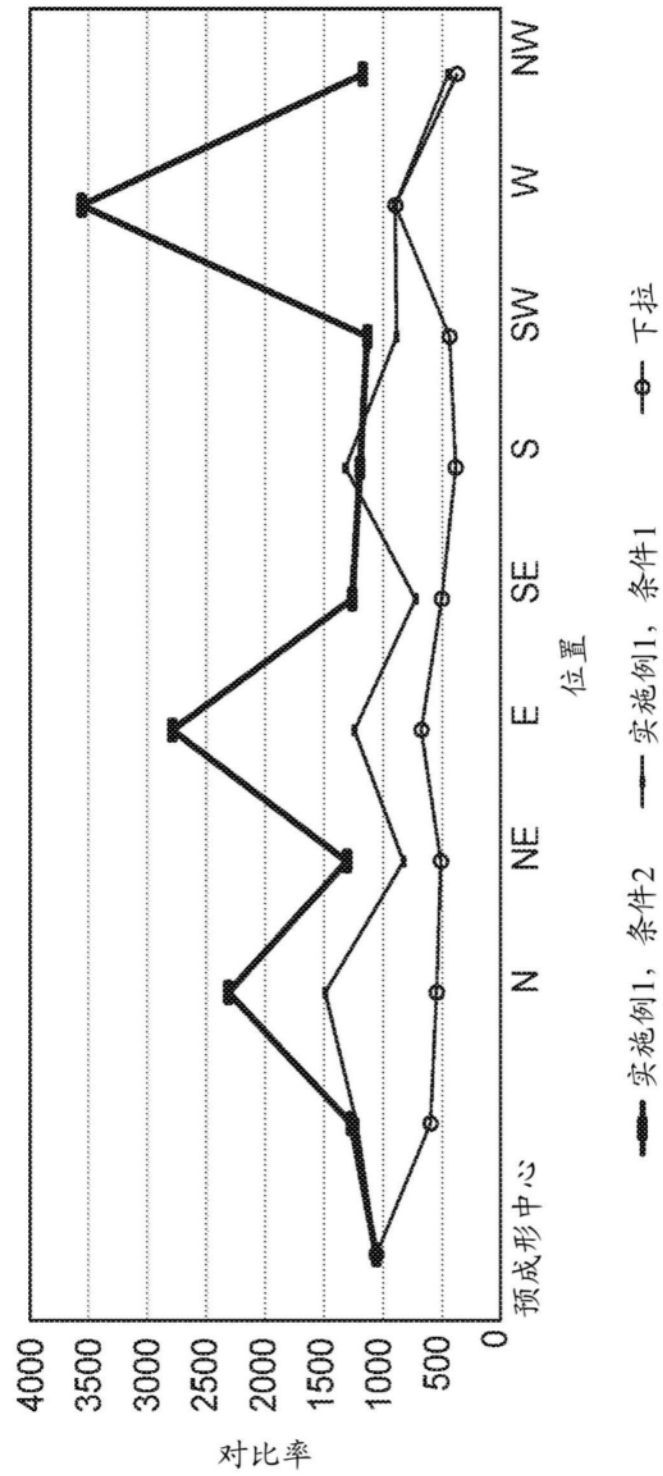


图27

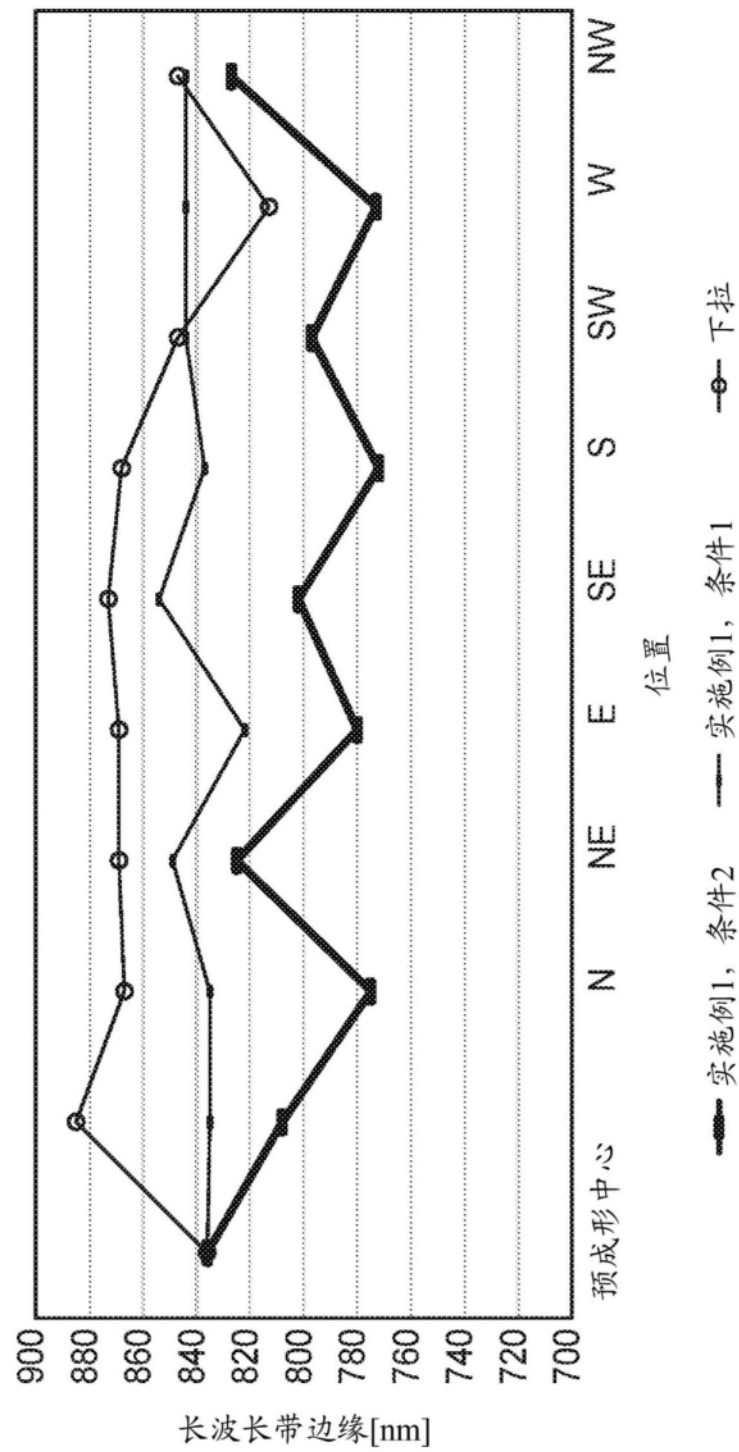


图28

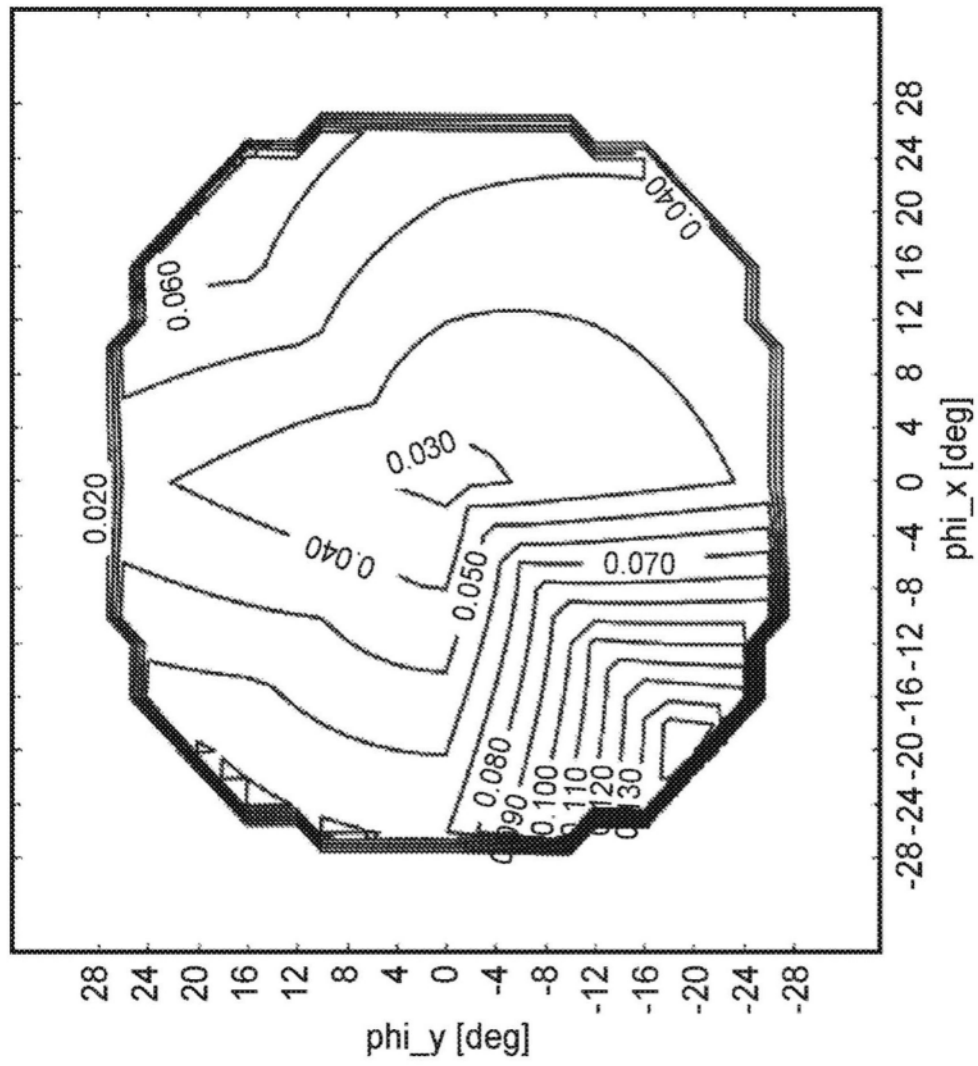


图29

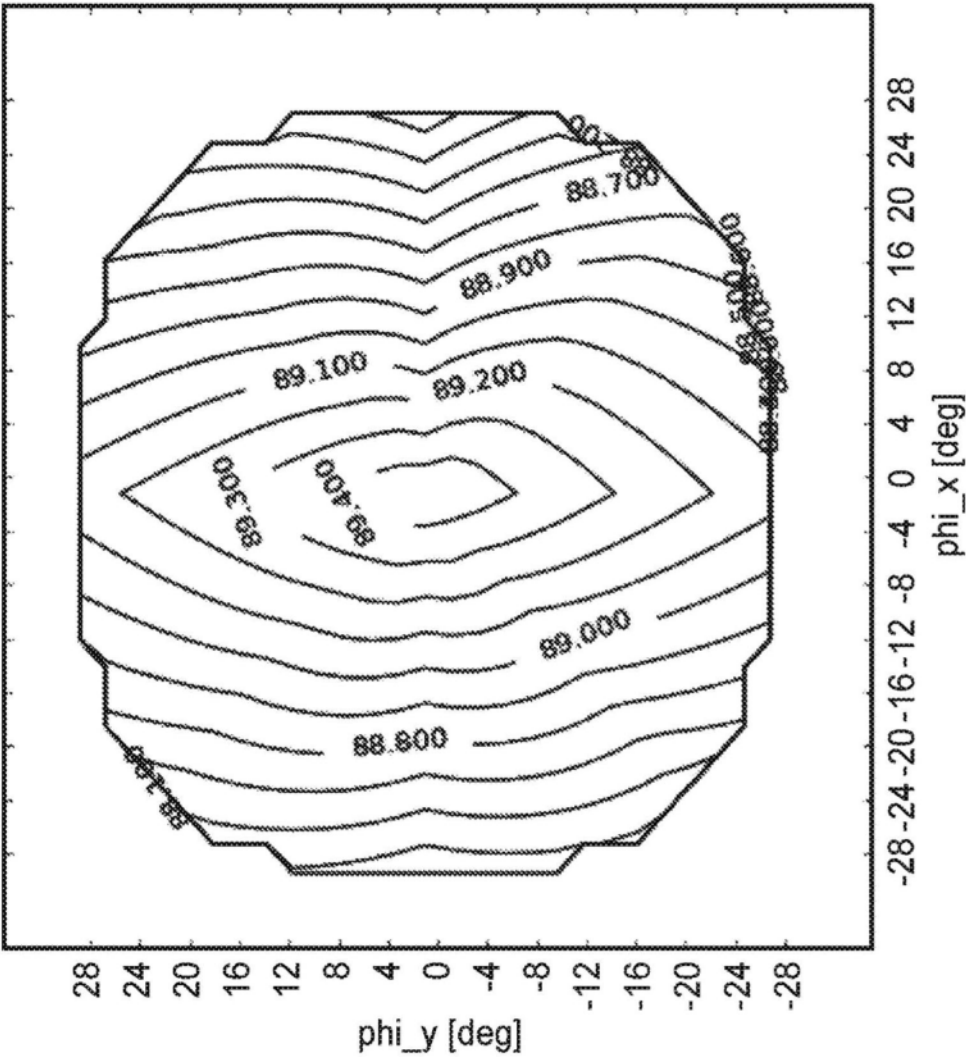


图30

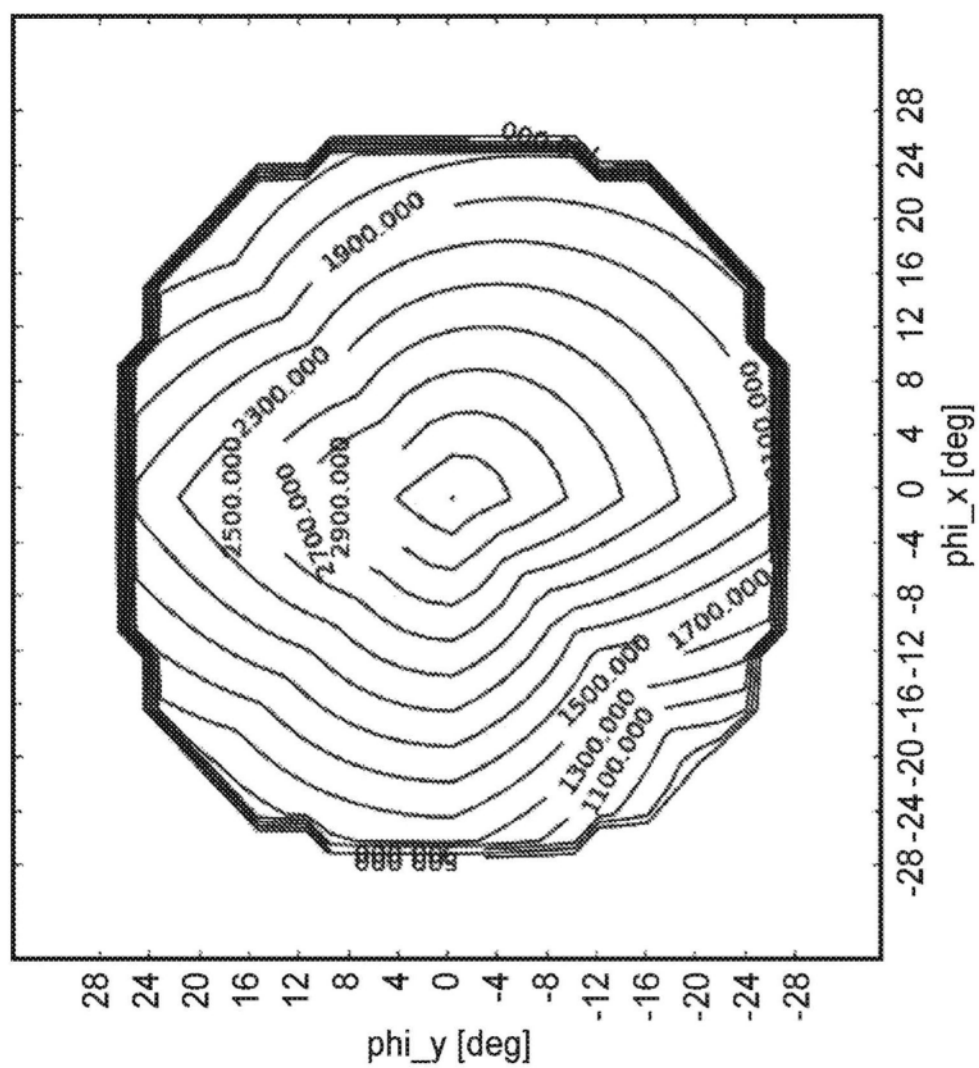


图31

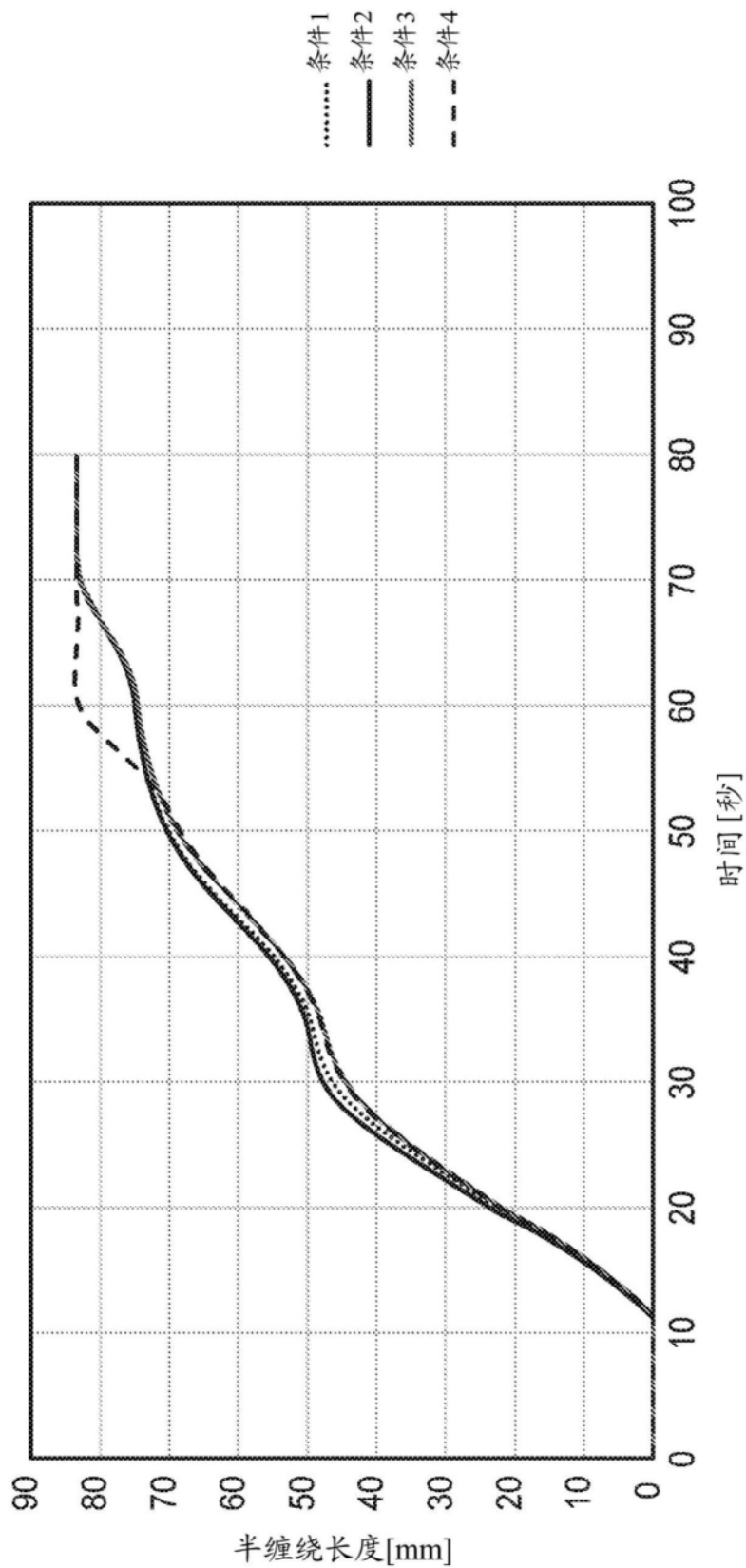


图32

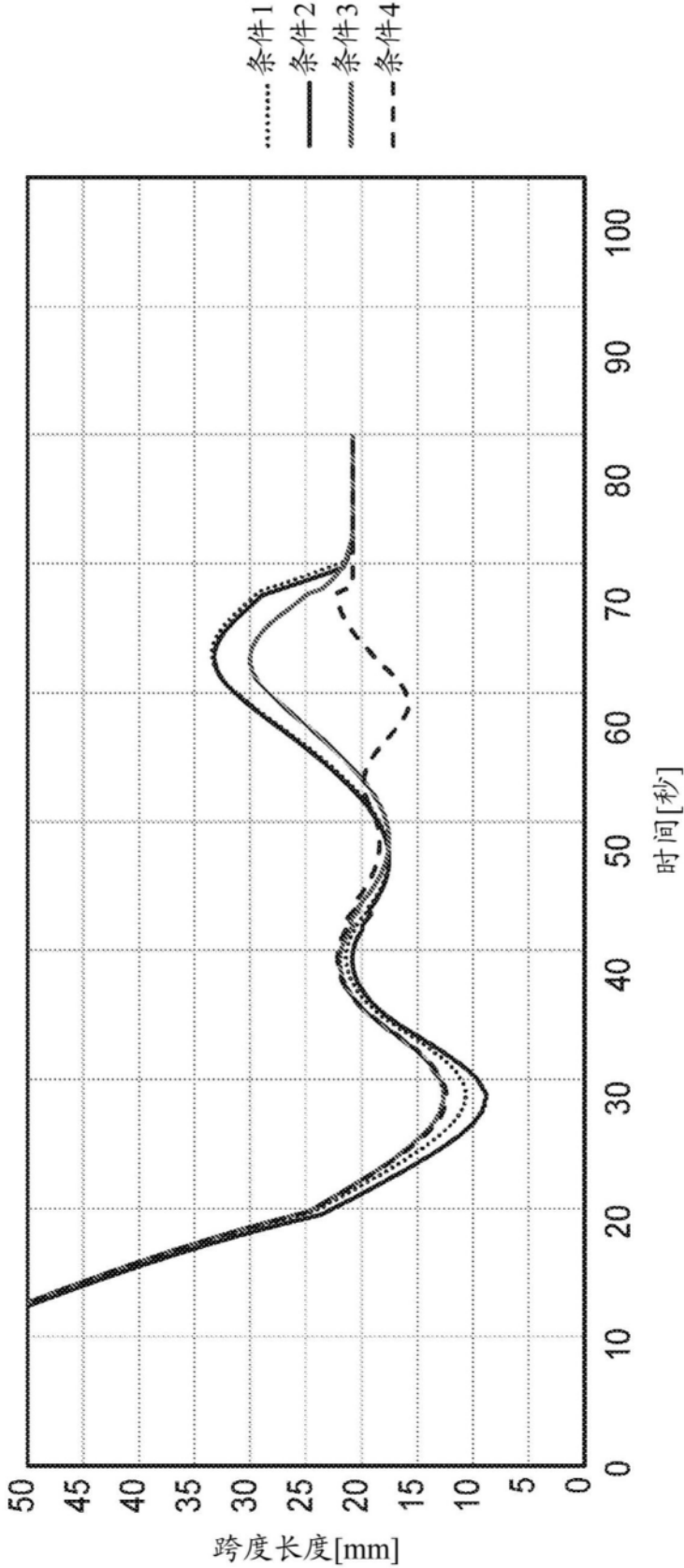


图33

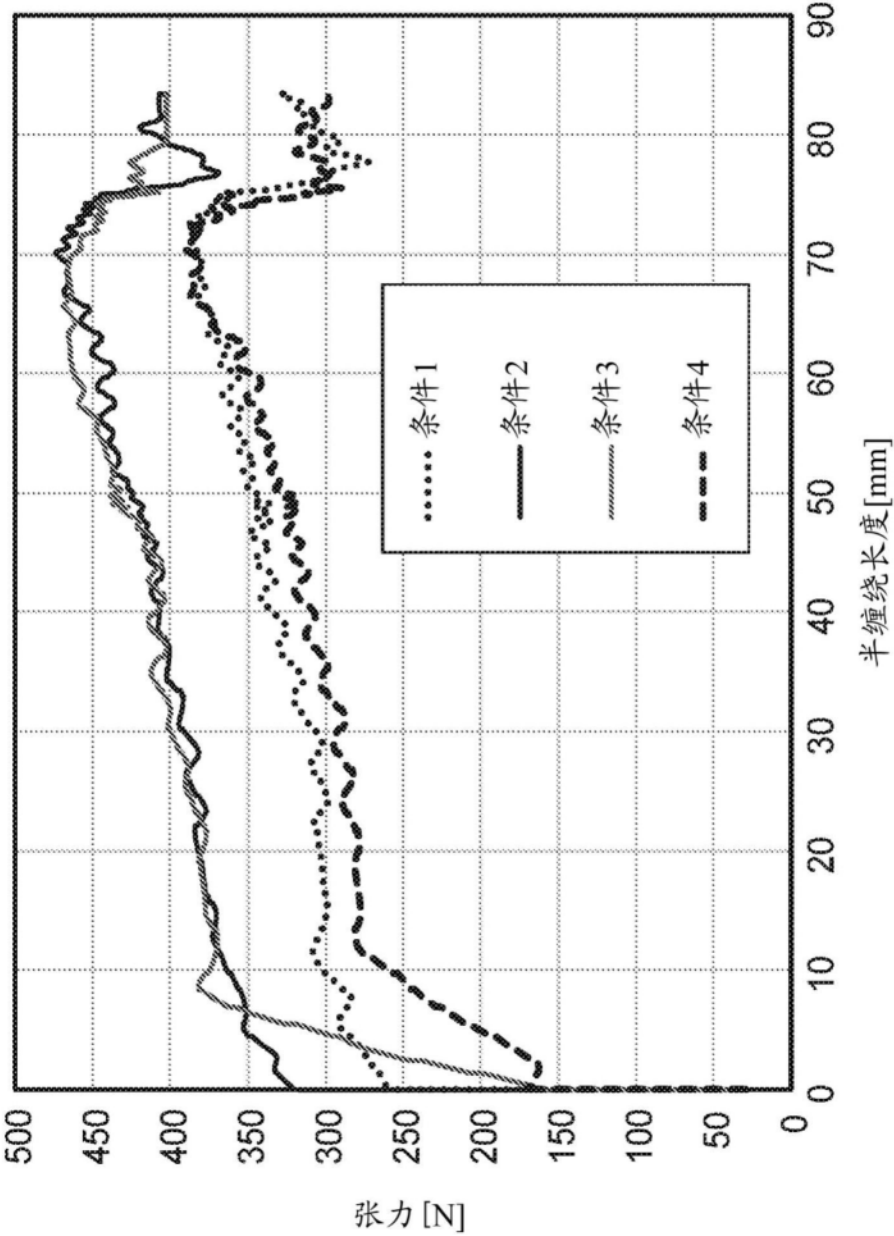


图34

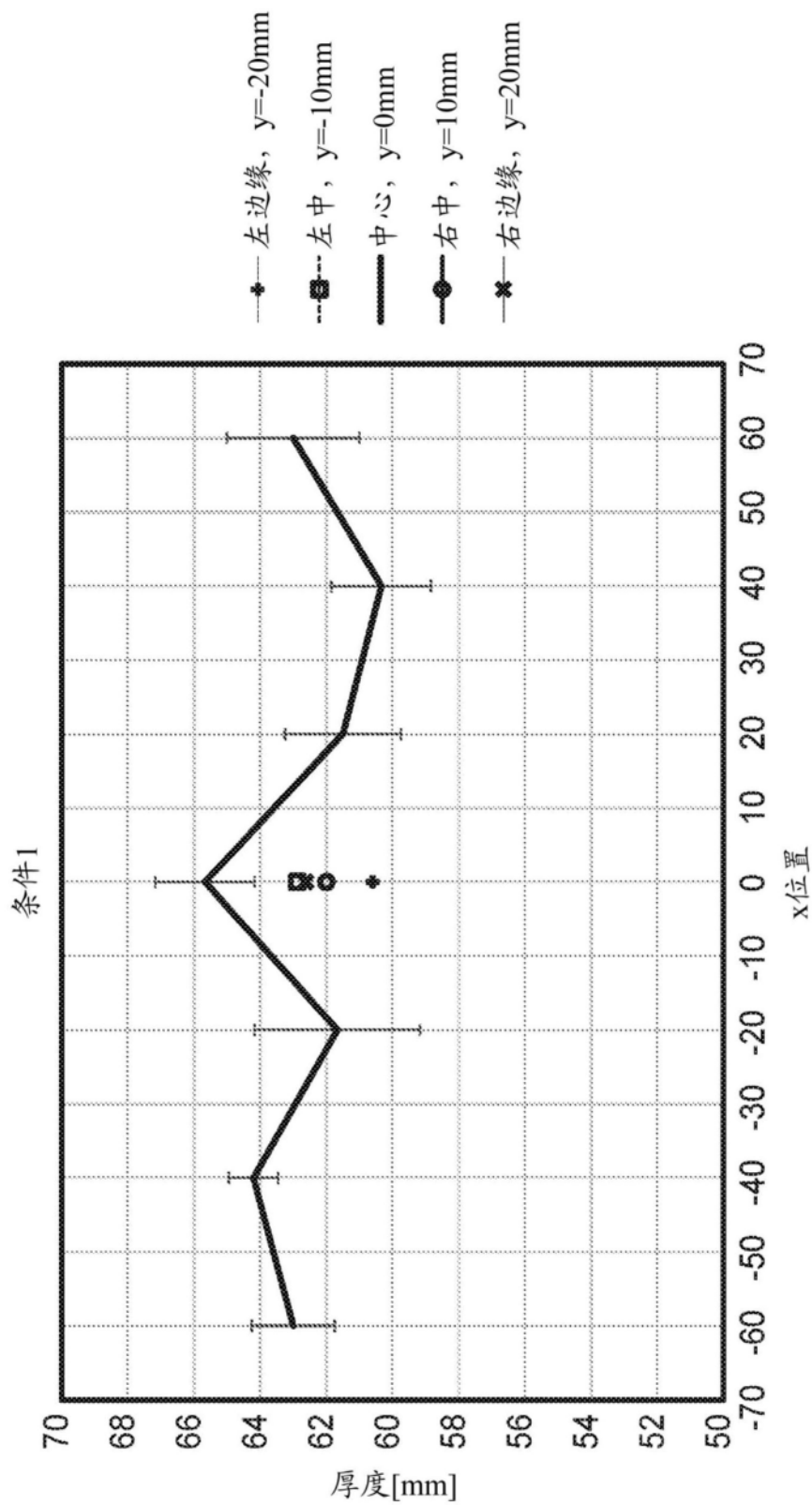


图35

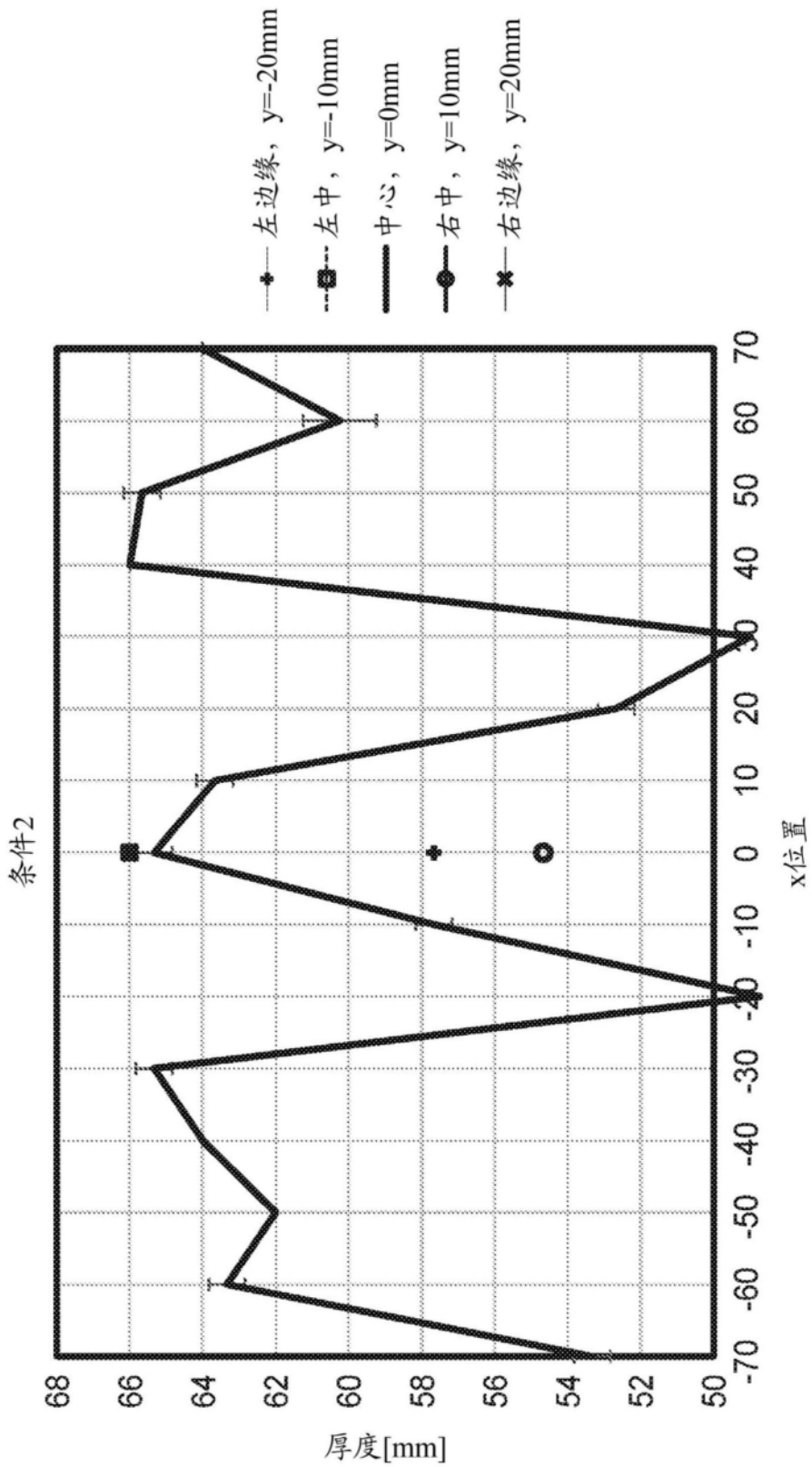


图36

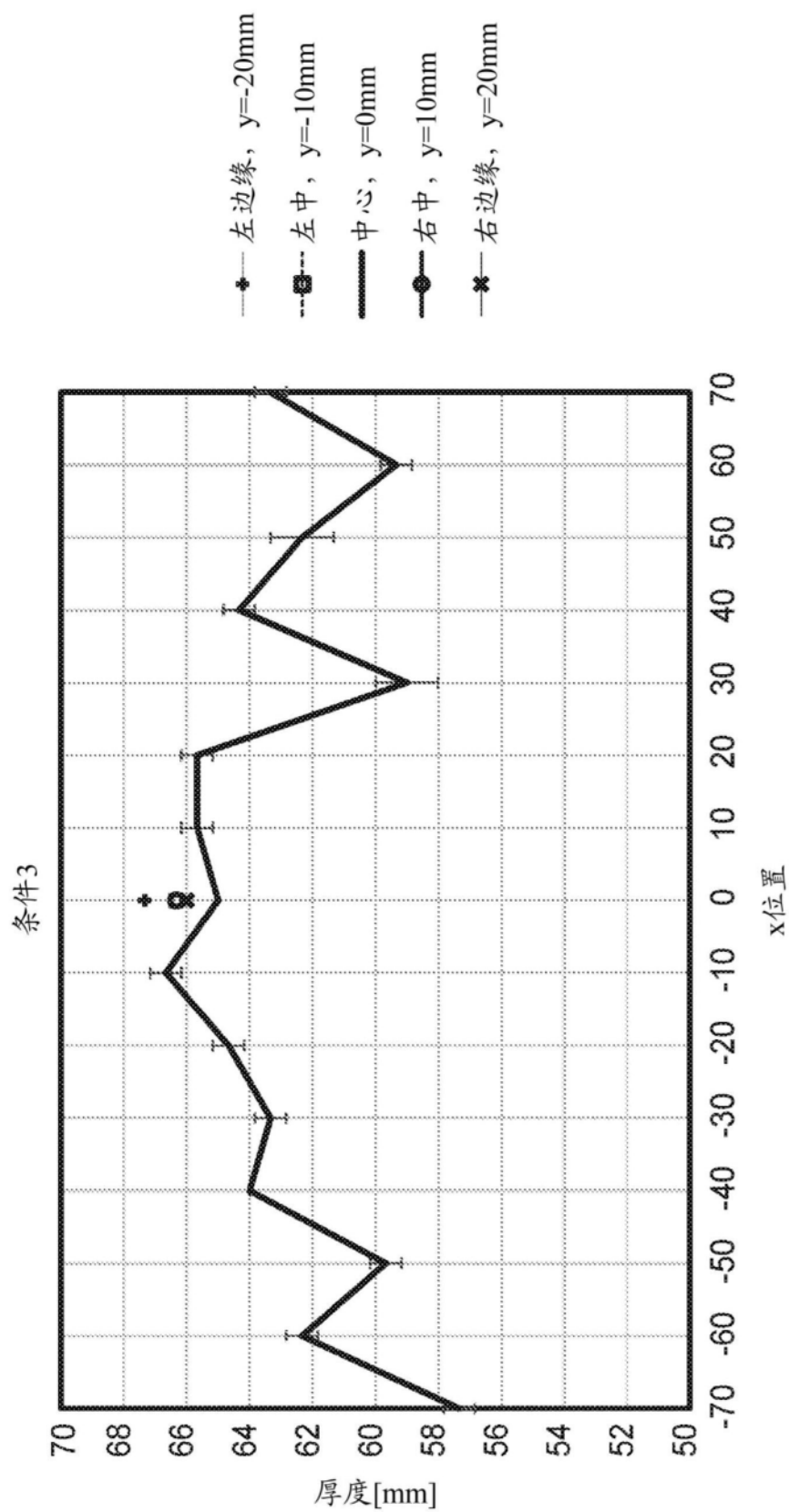


图37

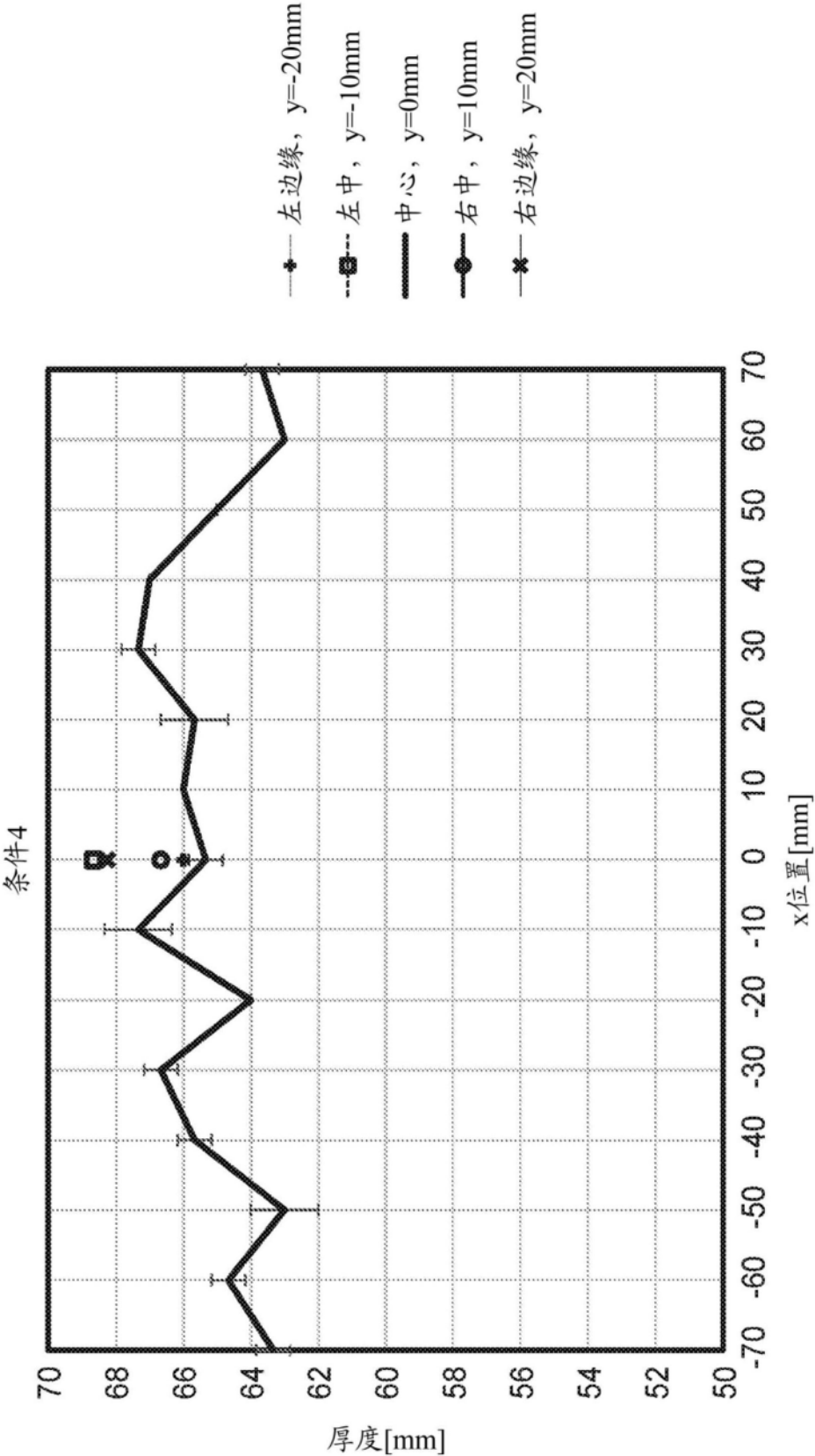


图38