



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107533154 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 01

(21) 申请号 201680026688.8

(22) 申请日 2016.03.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107533154 A

(43) 申请公布日 2018.01.02

(30) 优先权数据
62/135,069 2015.03.18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2017.11.10

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/023206 2016.03.18

(87) PCT国际申请的公布数据
W02016/149644 EN 2016.09.22

(73) 专利权人 视觉缓解公司
地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 J·布朗 M·马歇尔 J·莫克森

(74) 专利代理机构 深圳市百瑞专利商标事务所
(普通合伙) 44240

专利代理师 金辉

(51) Int.Cl.
G02B 1/115 (2015.01)
G02B 1/14 (2015.01)
B05D 5/06 (2006.01)
G03C 17/34 (2006.01)
C09D 183/04 (2006.01)
C23C 14/08 (2006.01)
C23C 14/14 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103282823 A, 2013.09.04
US 2333051 A, 1943.10.26
US 5751481 A, 1998.05.12
CN 101466529 A, 2009.06.24
CN 1280676 A, 2001.01.17

审查员 陈春艳

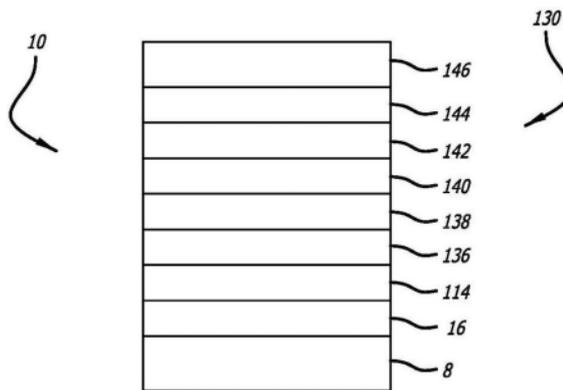
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

抗龟裂涂层及方法

(57) 摘要

一种抗反射涂层系统, 设置为抵受由所施加的紧缩力造成的龟裂, 以及采用该抗反射涂层系统的光学制品; 以及形成该制品的方法。本发明提供抗反射涂层系统和方法, 有效消除龟裂以及其他形式的应力感生损伤, 或增强对它们的抗性, 尤其是, 增强对涂覆在UV固化硬涂层上的抗反射涂层的龟裂的抗性。



1. 一种具有抗反射性能的光学制品,包括:
具有第一光学表面和第二光学表面的主体材料;
第一光学表面上涂覆有由多层构成的第一抗反射涂层;
第二光学表面上涂覆有由多层构成的第二抗反射涂层,所述第二抗反射涂层不同于第一抗反射涂层;以及
第二抗反射涂层的反射率曲线和反射色彩在400纳米至780纳米范围内与第一抗反射涂层的反射率曲线和反射色彩大致相同,第二抗反射涂层的力学性能与第一抗反射涂层的力学性能不同,
其中,当向光学制品施加压缩力时,第二抗反射涂层抵受龟裂。
2. 如权利要求1所述的光学制品,其特征在于,所述主体材料为铸造透镜或注塑成型透镜。
3. 如权利要求1所述的光学制品,其特征在于,所述主体材料包括功能层压板。
4. 如权利要求1所述的光学制品,其特征在于,所述第一光学表面为凸面。
5. 如权利要求1所述的光学制品,其特征在于,所述第二光学表面为凹面。
6. 如权利要求1所述的光学制品,其特征在于,所述第一抗反射涂层包括总共四层,所述四层由高折射率材料层、中折射率材料层和/或低折射率材料层构成。
7. 如权利要求1所述的光学制品,其特征在于,所述第一抗反射涂层至少包括一高折射率材料层,所述高折射率材料层厚度大于100纳米。
8. 如权利要求1所述的光学制品,其特征在于,所述第二抗反射涂层包括总共六层,所述六层由高折射率材料层、中折射率材料层和/或低折射率材料层构成。
9. 如权利要求1所述的光学制品,还包括直接涂覆于第一光学表面和第二光学表面的硬涂层。
10. 如权利要求1所述的光学制品,还包括直接涂覆于第二光学表面的UV固化硬涂层。
11. 一种用于形成具有抗反射性能的光学制品的方法,包括:
在光学制品的第二光学表面上涂覆硬涂层;
在第一光学表面的硬涂层上形成第一抗反射涂层,第一抗反射涂层具有针对可见光谱的反射率曲线和反射色彩以及力学性能;以及
在第二光学表面的硬涂层上形成的第二抗反射涂层,第二抗反射涂层在400纳米至780纳米范围内,具有与第一抗反射涂层的反射性大致相同的反射率曲线和反射色彩,并且第二抗反射涂层具有与第一抗反射涂层的力学性能不同的力学性能,
其中,当向光学制品施加压缩力时,第二抗反射涂层抵受龟裂。
12. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,在所述光学制品的所述第二光学表面上涂覆所述硬涂层包括在凹光学表面上涂覆UV固化硬涂层。
13. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,在第一光学表面的硬涂层上形成所述第一抗反射涂层包括:涂覆厚度大于100纳米的二氧化锆层。
14. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,在第二光学表面的硬涂层上形成所述第二抗反射涂层包括:涂覆多层二氧化锆,其中所述多层二氧化锆的每一层的厚度不超过75纳米。
15. 如权利要求11所述的方法,其特征在于,在第二光学表面的硬涂层上形成所述第二

抗反射涂层包括：第二抗反射涂层由6层构成，所述6层为高折射率层、中折射率层和/或低折射率层构成。

抗龟裂涂层及方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求名称为“Crazing Resistant Coating and Method Thereof”、申请号为“62/135,069”、申请日为2015年3月18号的美国临时申请的优先权。在此通过引用,将其整体并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及光学透镜涂层,更具体涉及一种抗龟裂的抗反射涂层系统及其形成的方法。

背景技术

[0004] 通常在生产并销售具有不同的涂层光学制品(诸如验眼镜),这些涂层赋予或提高光学制品的所需光学性能以及美观特性。硬涂层和抗反射涂层通常在光学制品表面上以相结合的方式采用。硬涂层可以通过浸渍或旋转喷涂的方式形成,并且以有机硅化物为基础。硬涂层能提供更高的耐磨损性、机械耐久性以及与抗反射涂层的兼容性。

[0005] 抗反射涂层降低验眼镜前表面和/或后表面的反射,因此对于生产具有改良的光透射率、能见度和美观度的眼镜是符合期望的。通常来说,这种抗反射涂层应用成一系列具有不同折射率的不同材料层。这种层系统经常称为“堆叠”。抗反射涂层通常通过物理气相沉积法以及机器(例如溅射涂层系统和机器)涂覆在光学表面上。

[0006] 图1示出了一种验眼镜10的剖视图,透镜10包括主体镜片材料8,主体镜片材料8带有前凸侧12和后凹侧14。透镜10上可包括设于前凸侧12、后凹侧14表面的硬涂层16。硬涂层16通常有大约几微米厚。透镜生产商可为透镜10前凸侧12、后凹侧14均提供热固化硬涂层。

[0007] 生产商或者处方实验室都可在透镜10前凸侧12、后凹侧14表面的硬涂层16上涂覆抗反射涂层18。抗反射涂层或堆叠18以相同或大致相同的方式形成在前凸侧12和后凹侧14上。换句话说,前凸侧12和后凹侧14上的抗反射涂层18用相同材料形成,带有相同的层数、相同的标称厚度。

[0008] 在处方实验室中,通常淹没或磨平处理透镜10的凹侧14,以从半成品获得所需曲率和规格。这个工艺免除了生产商在背面涂覆热固化硬涂层。为了通过除去由透镜生产商涂覆的热固化硬涂层来恢复透镜被研磨的后凹侧的抗磨损和力学性能,处方实验室通常会涂覆一种紫外光UV固化硬涂层。然后将上述凹侧抗反射涂层18涂覆在UV固化硬涂层16上。

[0009] 上述所形成的传统抗反射涂层验眼镜经常存在一个问题,那就是凹侧的抗反射涂层很容易出现龟裂或者开裂。在透镜磨边以及将磨边透镜插入到镜框的过程中,施加在透镜的力和压力被认为是导致凹侧抗反射涂层龟裂。

[0010] 因此,本领域需要的是一种能有效消除龟裂或提高抗龟裂性能或者其他形式的应力感生损伤的抗反射涂层系统及其涂覆方法。

[0011] 发明目的及内容

[0012] 本发明提供了一种能够有效消除龟裂或提高抗龟裂性能或者各种形式的应力感生损伤的抗反射涂层系统及方法,尤其能提高涂覆在UV固化硬涂层的抗反射涂层的抗龟裂性能。这些目的部分地通过提供一种具有抗反射性能的光学制品来实现,该制品包括:具有第一光学表面和第二光学表面的主体材料,涂覆在第一光学表面、以多层形成的第一抗反射涂层以及涂覆在第二光学表面、以多层形成的第二抗反射涂层,第一抗反射涂层与第二抗反射涂层的反射性能大致相同,第一抗反射涂层与第二抗反射涂层的力学性能不同。

[0013] 这些目的还部分地通过提供一种具有抗反射性能的验眼透镜,该透镜包括:一具有凹侧面和凸侧面的透镜主体材料,在凸侧面形成的、具有多层的的第一抗反射涂层,所述多层中至少有一层厚度大于100纳米;以及形成在凹侧面、具有多层高折射率材料层的第二抗反射涂层,第二抗反射涂层中高折射率材料层中的每一层厚度均小于70纳米。

[0014] 这些目的还部分地通过提供一种用于形成具有抗反射性能的光学制品的方法,该方法包括:在光学制品的第一光学表面和第二光学表面上涂覆硬涂层,在第一光学表面的硬涂层上形成第一抗反射涂层,第一抗反射涂层具有针对可见光谱的反射性能和第一力学性能;在第二光学表面的硬涂层上形成第二抗反射涂层,该第二抗反射涂层具有与第一抗反射涂层相似的针对可见光谱的反射性能,以及与第一抗反射涂层的第一力学性能所不同的第二力学性能。

附图说明

[0015] 本发明实施例的上述以及其他方面、特征和优点将通过以下参照附图的本发明实施例进行明确说明,其中,

[0016] 图1是一种涂层透镜的剖视图。

[0017] 图2是热固化硬涂层和紫外线固化硬涂层之间的拜耳磨损比较图。

[0018] 图3A是高折射率涂层材料的层或膜的涂层应力相对于厚度的图表。

[0019] 图3B是低折射率涂层材料的层或膜的涂层应力相对于厚度的图表。

[0020] 图4是采用本发明一实施例的涂层的光学制品的剖视图。

[0021] 图5是采用本发明一实施例的涂层的光学制品的剖视图。

[0022] 图6是本发明一实施例的涂层的反射性能的图表。

[0023] 图7是本发明一实施例的涂层的反射性能的图表。

[0024] 图8是本发明一实施例的涂层的抗龟裂的性能图表。

具体实施方式

[0025] 本发明具体实施例将参照附图进行说明。但是,本发明可能以许多不同的形式实施,并不应理解为局限于本文所记载的实施例;确切地说,提供这些实施例使得本公开是彻底且完整的,并且将会完全将本发明的范围传达给本领域技术人员。以下附图所示的实施例的详细描述所用到的术语不是意在限制本发明。在图中,相同的数字指示相同的元件。

[0026] 总体来说,本发明提供了一种抗反射涂层系统及方法,该抗反射涂层系统和方法能够有效地消除抗反射涂层的龟裂现象或者提高抗反射涂层的抗龟裂性能。本发明为达到上述这些目的,部分是通过提供一种抗反射涂层系统来实现,该抗反射涂层系统可针对光学制品的特定表面形状和与之相关的材料应力进行优化。例如,本发明提供了一种抗反射

涂层,可针对验眼透镜的凸侧面或凹侧面进行优化,以及在眼镜加工和装配过程中,针对透镜两边所遭受的压力进行优化。

[0027] 本申请发明人发现,施加在硬涂层上的抗反射涂层会出现龟裂或者失效这一问题,部分涉及到并且/或者加剧紫外光固化硬涂层的使用。热固化硬涂层和紫外光固化硬涂层都是以有机硅化物为基体,而有机硅化物物理上可认为是软聚合物相和硬质玻璃相的结合,比如基于硅氧键的结合。为了确保紫外线能引发交联,在UV固化硬涂层上的有机成分会比热固化硬涂层上的有机成分多。在没有理论限制的情况下,发明人认为,相对于热固化硬涂层而言,这种更高的有机成分会降低UV固化硬涂层的机械耐久性。由此相信,UV固化硬涂层通常也会比原始的热固化硬涂层的性能更差,并且和抗反射涂层的兼容性也更差。

[0028] 本推论在图2中得到了证实,其中显示了普通的热固化硬涂层和普通UV固化硬涂层的拜耳测试结果。该拜耳测试测量了材料对由研磨介质所损坏的耐磨损性。数值越高代表耐磨损性能越佳。拜耳磨损与硬度和弹性模量正相关。可以认为,增加硬度和弹性模量会形成更好基础层或者基础,通过在主体透镜材料(例如相对柔软或者顺从性聚合物的主体透镜材料)与抗反射涂层中的相对硬或者/和不可弯曲材料层(即,抗反射涂层中的金属氧化物层、类金属物层以及反式金属氧化物层)之间设置更好的过渡,由此在该基础层或基础上形成抗反射涂层。

[0029] 虽然UV固化硬涂层相对于热固化涂层而言存在力学稳定性的局限,但它们却具有成本低和易于涂覆的优点。这些优点使得其在中小型规格眼镜实验室环境中得到了更加广泛的运用。因此,提供一种能与UV固化硬涂层兼容性更好的抗反射涂层是非常有益的。

[0030] 在眼镜加工和装配过程中,施加至透镜的变形方向通常由透镜的整体曲率决定,即是,将会在能够减小透镜凹侧曲面半径的方向上发生变形。例如,图1所示的箭头20是指透镜10在加工和装配眼镜过程中的典型变形方向。因此,透镜10的变形会导致形成在透镜10的凸侧12涂层(例如抗反射涂层)受到拉伸应力,并且会导致形成在透镜10的凹侧14的涂层(例如抗反射涂层)受到压缩应力。而在实验室加工过程中,例如镜片的磨边、成形,变形会提供广泛的应力情况,拉伸应力和压缩应力都有。在变形时,硬涂层的作用就是为抗反射涂层提供支撑,结合抗反射涂层的抗开裂能力,决定了透镜因龟裂而导致失效的风险。由于UV固化硬涂层所存在的力学缺陷,因此透镜背侧龟裂失效风险会增加。

[0031] 除了透镜变形的影响外,可以发现不同涂层以及单一抗反射涂层中的不同层之间的内应力也会对镜片变形产生影响。例如,图3A所示为高折射率层的应力,图3B所示为低折射率层的应力。高折射率层的应力取决于高折射率层的厚度,并且随着层厚增加,应力从压缩到拉伸的跨度范围很大。龟裂失效与拉伸应力有密切关系。因此,对于观察到龟裂失效的情况,在设计层时,处理任何累积的拉伸应力是有帮助的。相比之下,低折射率材料应力在随着厚度增加时的应力变化相对较小,并且厚度分析发现,应力一直为压缩应力。发明人发现,这种应力特点可以通过抗反射堆叠的设计、所采用的涂层工艺以及选择在形成涂层时的某一或某些材料来进行控制。

[0032] 为了消除抗反射涂层的龟裂现象或者提高抗反射涂层的抗龟裂性能,在本发明的某些实施例中,抗反射涂层的力学性能通过对形成抗反射涂层的某一层或多层材料的厚度调整来进行控制。比如,在经过处方或光学实验室的平面处理以及随后镀上UV固化硬涂层的规格镜片中,经常发现规格镜片背侧的抗反射涂层出现龟裂而导致透镜失效。这种涂层

比厂家所涂覆的热固化涂层的力学性能要差,而这就使得抗反射涂层在涂覆到UV固化硬涂层上时,增加了龟裂风险。为减少这种龟裂的风险,在某些实施例中,通过对堆叠的调整来消除这种可能导致龟裂的层拉伸应力。然而,这种方法需要在避免产生过大净压缩应力之间进行平衡,因为过大净压缩应力会导致涂层层离而失效。

[0033] 在本发明的某些实施例中,通过优化涂层系统中的层数来控制涂层的力学性能。在本发明的某些实施例中,通过优化涂层系统中层的厚度以及层数来控制涂层的力学性能。

[0034] 在本发明的某些实施例中,通过控制涂层加工条件来优化涂层或者单一层的力学性能。比如,对于通过溅射镀膜工艺形成的抗反射涂层,可以控制压力、气体流率、沉积速率和/或具体材料,来获得所需的力学性能。在很多情况下,对加工实行这种调节的能力是由沉积设备的限制所约束。对于小批量大小的溅射镀膜机而言尤其如此,物理空间约束限制了可能达到的泵速和沉积功率。该加工过程还受到为满足生产量需求设定的工艺周期时间的限制。

[0035] 进一步地,比如硅或锆所构成的吸收层可以并入到抗反射堆叠中。在本发明的某些实施例中,针对透镜凸侧或凹侧上的具体涂覆,通过控制这些吸收层的层数以及/或者厚度来优化整体涂层系统的物理性能。

[0036] 在某些实施例中,本发明通过低、中、高折射率透明材料层的交替使用,在一定程度上赋予了涂层系统抗反射性能。在这一方面,高折射率是指在参考波长段大约大于1.9的折射率,参考波长例如是约550纳米。低折射率是指在参考波长段大约小于1.5的折射率,参考波长例如是约550纳米。中折射率是指在参考波长段大约1.5和1.9之间的折射率,参考波长例如是约550纳米。低折射率材料包括例如二氧化硅。中折射率材料包括例如氮氧化硅或氧化铝。高折射率材料包括例如二氧化钛、五氧化二钽和氧化锆。

[0037] 根据本发明的某些实施例,如图4所示,透镜或者光学制品10含有硬涂层16以及抗反射涂层或堆叠110。为了清楚起见,此处公开的涂层或堆叠是从底层到顶层的顺序进行说明。也就是说,涂层或堆叠中各层以与直接涂覆在光学基片或硬涂层的堆叠第一层或底层开始描述,并循序对各个所涂覆的后续层进行描述。如此,涂层或堆叠的“顶层”就是指在涂层加工工序中在相关涂层或堆叠上涂覆的最后一层。

[0038] 举例来说,本发明的抗反射堆叠110的粘结层114直接涂覆在硬涂层16的表面,硬涂层16则直接形成在光学基片8的表面上。第一高折射率层116直接涂覆在粘结层114上方。第一低折射率层118直接涂覆在第一高折射率层116上方。第二高折射率层120直接涂覆在第一低折射率层118上方,第二低折射率层122直接涂覆在第二高折射率层120上方。

[0039] 举例来说,粘结层114由硅、氧化硅(SiO_x ,其中 x 小于或等于2)、锆和/或锆氧化物(ZrO_x ,其中 x 小于或等于2)构成,厚度大概不超过1纳米。第一高折射率层116例如由二氧化锆构成,厚度大概在5~15纳米之间,比如12.5纳米。第一低折射率层118由二氧化硅构成,厚度大概在20~40纳米之间,比如28.7纳米。第二高折射率层120由二氧化锆构成,厚度在100~150纳米之间,比如115.42纳米。第二低折射率层122由二氧化硅构成,厚度大概在60~100纳米之间,比如85.5纳米。

[0040] 通过小型溅射镀膜机制备得到的上述抗反射堆叠110提供了所需的性能,其拜耳抗磨损系数大于1.5,而与反射色彩达到 $L^* = 2.94, a^* = -3.3, b^* = 1.20$ 结合的热固化硬

涂层(透镜正面)上具有抗龟裂性能。抗反射堆叠110的光曲率,如图6所示(单面反射,不包括背面)。这些所获得的力学和光学性能均是抗反射堆叠110中具体层厚度与排布顺序的函数。现已发现,上述失效或变差的可能性与第二高折射率层120的相对厚度有一定关联。

[0041] 在透镜10沿箭头20所指方向变形的过程中,为避免或降低镜片10凹侧14抗反射涂层出现失效的可能性,本发明的某些实施例采用了一种如图5所示的抗反射堆叠130。抗反射堆叠130例如具有粘结层14,粘结层14直接涂覆在硬涂层16表面,硬涂层16直接涂覆在光学基片8表面。第一高折射率层136直接涂覆在粘结层114上方。第一低折射率层138直接涂覆在第一高折射率层136上方。第二高折射率层140直接涂覆在第一低折射率层138上方。第二低折射率层142直接涂覆在第二高折射率层140上方。第三高折射率层144直接涂覆在第二低折射率层142上方。第三低折射率层146直接涂覆在第三高折射率层144上方。

[0042] 抗反射堆叠130中的粘结层114参照上述抗反射堆叠110来描述。例如,第一高折射率层136由二氧化锆构成,厚度大概在8~18纳米之间,例如12.6纳米。第一低折射率层138由二氧化硅构成,厚度大概在20~40纳米之间,例如32.1纳米。第二高折射率层140由二氧化锆构成,厚度大概在35~75纳米之间,例如47.2纳米。第二低折射率层142由二氧化硅构成,厚度大概在6~18纳米之间,例如11纳米。第三高折射率层144由二氧化锆构成,厚度大概在20~70纳米之间,例如46.1纳米。第三低折射率层146由二氧化硅构成、厚度在60~100纳米之间,例如90.2纳米。

[0043] 在图1所示箭头20所指方向的透镜10变形过程中,本发明上述抗反射堆叠130一定程度上提供了将会抗龟裂的、相对较低应力的涂层系统,其中龟裂是由于透镜10凹侧14受到变形应力而发生的。相对于上述抗反射涂层110而言,这在一定程度上是通过本质上将抗反射涂层110中的第二高折射率层120分成两个大体较薄的高折射率层,即通过相对较薄的第二低折射率层142所分隔开的第二高折射率层140和第三高折射率层144。如此可消除或减少涂层设计中的拉伸应力源,而拉伸应力源与龟裂风险的升高有关。

[0044] 如此设计的好处在于能够降低UV固化涂层上的抗反射涂层的龟裂风险。相应的,在抗反射堆叠130中,控制不同折射率材料的层数和厚度,以获得所需的物理性能。除了要降低透镜背面的龟裂风险之外,抗反射堆叠130还符合期望地紧密匹配上述抗反射涂层110的光学性能。抗反射堆叠130的光曲率如图7所示。抗反射堆叠130的所得反射色彩达到 $L^* = 3.17$, $a^* = -3.1$ 和 $b^* = 1.26$,这和针对堆叠110计算到的色彩紧密匹配,观察人员没有注意到任何区别。

[0045] 应注意的是,上述抗反射堆叠仅仅是本发明的抗反射堆叠的某些例子,层数、不同层的各自厚度以及各层所构成的各种材料的变体均可考虑,并属于本发明的保护范围。在本发明的某些实施例中,粘结层14从涂层系统110和/或涂层系统130中省略。

[0046] 在本发明的验眼透镜的某些实施例中,在一侧光学表面上采用抗反射堆叠110,在不同的第二侧的光学表面上采用抗反射堆叠130,虽然透镜两表面抗反射涂层不同,但是却具有大致相同的光学性能,比如对可见光光谱内全部或大部分光的反射率。这在图6和图7中得到了证实。重要的是,这两种不同抗反射涂层或堆叠具有大致相同的光学性能,同时还具有以下优势:在涂覆到不同类型硬涂层以及不同形状的透镜表面时,优化两种不同抗反射涂层或堆叠使之具有不同的力学性能。比如,针对涂覆在凸光学表面的热固化硬涂层上的涂覆来优化堆叠110,以及针对涂覆在凹光学表面的UV固化硬涂层上的涂覆来优化堆叠

130。

[0047] 应当注意的是,如图6和7所示,堆叠110和堆叠130之间折射率有一定程度的差异,但是这种差异范围都是无法通过人眼进行区分。相似的,在上述堆叠110和堆叠130之间反射色 L^* 、 a^* 、以及 b^* 的任何程度的差别同样无法通过人眼进行区分。因此,为了清楚说明,对于本领域技术人员而言,堆叠110和堆叠130之间折射率和色彩属性均基本相同。

[0048] 进一步地,透镜10还可以采用附加功能特性,附加功能特性通过在抗反射堆叠上方或顶部进行其他涂覆和处理来赋予,比如是易清洁和/或疏水涂层。对于眼科应用,在某些实施例中,可以在上述交替的低、中、高折射率材料层上单独涂覆疏水或者防污层或涂层。这种疏水或者防污层或涂层为验眼透镜提供更加易于清理和维护。对于与薄膜涂覆薄膜,疏水或防污层或涂层通常会采用浸渍工艺来涂覆,这种工艺实现了低表面能,也就是与水的接触角大于 100° 。这种疏水或防污层或涂层的厚度大约在5至10纳米之间的范围内。

[0049] 进一步地,在某些实施例中,吸收层,比如说硅层或金属层,可以并入到上述抗反射堆叠的底面、内部或者上面。在本发明的某些实施例中,通过对这类吸收层的数量和/或厚度的调控来优化整个涂层系统的整体物理性能和/或针对需要透镜凸侧或凹侧上的具体涂覆来优化。

[0050] 在本发明的某些实施例中,对透镜抗反射涂层的凹侧和凸侧进行独立地设计或配置,并且彼此不同,以此获得能抵抗不同类型应力所造成的损伤,其中各个涂层很可能遇到这些应力,同时获得所需光学反射率、耐摩擦性和/或力学稳定性。

[0051] 在本发明的某些实施例中,透镜抗反射涂层的凸侧和凹侧进行独立地设计或配置,并且彼此不同,以便更好地与凸侧和凹侧的硬涂层的机械性能匹配,从而能获得光学性能、耐磨损性以及/或力学稳定性的最佳组合。

[0052] 为说明得更清楚,分别采用本发明在凸侧和凹侧不同和/或优化的抗反射涂层配置,例如,透镜可以只在凸侧或者凹侧采用该特定涂层系统,或者本发明特有凸侧和凹侧涂层配置可以在单一透镜的不同光学表面上彼此结合使用。

[0053] 在本发明的涂层方法实施例中,一种塑料透镜通过溅射工具进行镀膜,这种溅射工具占地面积小,适合在小型处方实验室使用。这类溅射系统的方面在受让人美国公开号为2014/0174912的专利申请中详细描述,其全文以参考方式并入本文。这种机器占用空间相对较小,限制了溅射靶材或材料的数量,最多加工两个。靶材由金属类材料构成,加工过程中通入氧以形成所需的低、中、高折射率氧化物材料的基本透明介质层。一个靶材用于由暴露在氧气中的硅靶材来形成低折射率的材料,比如二氧化硅。另外一个靶材用于暴露在氧气中的锆靶材形成高折射率的材料,比如二氧化锆。该系统中,等离子体源提供活化氧等离子体,协助形成具有吸收性的自由氧化物层。

[0054] 在溅射加工过程开始之前,待镀膜透镜转移到镀膜室。在选定压力下,通常低于 5×10^{-5} 毫巴的氩氧混合物通过质量流量控制器送入镀膜室内。激发等离子体源,以形成等离子体以便对透镜表面进行处理,以增加沉积薄膜材料在透镜上的粘附性。接下来是等离子体清洁,在1500瓦功率、 $40 \text{cm}^3/\text{min}$ 标准氩气流量(SCCM)下沉积出硅粘合层。在该过程中不可添加氧,以确保所形成的硅薄膜具有最小的氧掺入。该薄膜的厚度则是通过沉积时间来设定。通常来说,薄膜的厚度沉积不超过1纳米。通过合适的加工工艺,例如脉冲直流反应溅射,在该层的低折射率材料和高折射率材料交替层上方沉积出所需厚度。

[0055] 在一定功率下沉积低折射率材料层和高折射率材料层,使其足以实现所需的周期时间,同时不会引起透镜的不必要加热。通常情况下,对于直径大约为6英寸的靶材而言,功率水平为1458瓦。对于通过硅靶材形成的二氧化硅薄膜来说,在电压接近为250伏、放电电流为300毫安的运行条件下,以16SCCM将氧添加到等离子体源中。结果是使用与大多数塑料透镜兼容的加工工艺,得到一种高质量且透明的二氧化硅薄膜。对于通过锆靶材形成的二氧化锆薄膜来说,在电压接近为250伏、放电电流为300毫安的运行条件下,以20SCCM将氧添加到等离子体源中。以20SCCM将氩送入溅射头。结果是使用与大多数塑料透镜兼容的加工工艺,得到一种高质量且透明的二氧化锆薄膜。在涂层设计时就可设定单层的厚度,这是本领域技术人员公知的。这些厚度根据所需的设计而变化,层数也可能会变化,通常在四到七层之间,总涂层厚度在200到500纳米之间。上述工艺条件仅作为可供参考的示例来提供,并且可根据所使用的材料、所需的薄膜性能和所使用的涂布机而变化。

[0056] 在某些实施例中,本发明针对特定涂覆,通过对若干沉积条件的控制来形成和优化涂层系统。比如,为获得最终涂层系统所需的反射率、透射度、吸收度、抗静电性以及力学性能,每种不同靶材料的沉积条件是不相同的。控制或优化特定涂层应力通过涂层工艺因素来实现,包括但不限于:溅射气体、压力、沉积速率、氧化状态(例如低价氧化物的形成)以及温度。通常还有其他约束因素限制了参数可达到的范围。比如,包括塑料在内的许多基材不能承受高温沉积,泵速可能会限制可达到的压力范围,磁控管的设计决定磁控管的冷却能力,也因此确定了其功率限制,并且成本会限制可用的电力供应,而受限制的电力供应又会限制所能达到的最大沉积速率。

[0057] 需要注意的是,对于不同的溅射技术和机器来说,沉积条件或参数也是多样性的,沉积参数以及/或数值仅当其供应给给定的沉积系统或机器时才是有意义的。因此,一个熟练的操作人员应当注意的是,对于任何给定的系统,都有必要根据所用的沉积机的具体沉积条件来确定涂层所需性能的变化。不同机器之间的系统参数的差别之处包括:沉积室的几何形状、靶材尺寸、施加给靶材的功率、靶材电压、基片与靶材之间的距离、靶材成分、气体流率、泵速、总压力等。

[0058] 在某些实施例中,本发明的涂层可涂覆于光学基质或产品上,例如验眼透镜、窗户、安全护目镜、防护罩和太阳镜。本发明的涂层系统可涂覆在光学制品的前侧表面、后侧表面或者前后两侧表面上。验眼透镜可以例如为已加工好的或者未加工好的透镜,以及/或者单透镜或多焦点透镜。光学制品可以例如由玻璃、结晶石英、熔融石英或碱石灰硅酸盐玻璃构成。在一种可替换实施例中,光学制品由适用于铸造或注塑成型的塑料主体材料或树脂构成。例如,这些材料包括以烯丙基二甘醇碳酸酯单体为基础的聚合物(如PPG工业公司、SPECTRALITE和FINALITE Sola国际公司商购可得的CR-39)和聚碳酸酯(如General Electric有限公司商购可得的Lexan)。

[0059] 这些光学制品可以是透明的,或者也可以采用直接在主体材料或树脂中混入一种活化或者静态的颜料基片。这些光学制品还可以通过涂层、层压板、薄膜插入件和/或薄膜层压件的形式来采用其他功能特性。这种薄膜、层压板或涂层的功能属性可例如包括:染色、着色、硬涂层、偏振、光致变色、电致变色、紫外吸收、窄带滤波、易清洗性、疏水性、抗静电性。实例

[0060] 为了评估本发明的有益效果,准备了9片透镜,该9片透镜的凹侧面涂覆有抗反射

堆叠110,还准备了第二组6片透镜,该6片透镜的凹侧面涂覆有抗反射堆叠130。在所有情况下,透镜均为相同的没有电源的6基准镜片(即6个基准正面和背面)。透镜的中心厚度大概为1.7mm。抗反射堆叠110以及130直接涂覆在UV固化硬涂层上。透镜的外圆周周围承受逐步增加压力,其方向如图1中箭头20所示。在观察到透镜凹侧面的抗反射涂层出现龟裂后,停止施加恒定的压力。通过透镜时钟测量每块透镜在变形过程中的最大局部曲率,并记录它。由于透镜都有相同的直径和厚度,在镜片龟裂处所记录到的曲率就与作用在透镜上的更大的力正相关,以产生曲率。因此,在处方实验室中的透镜加工和眼镜装配过程中出现的条件下,例如镜片边缘加工或者透镜插入镜框时,本测试提供了度量来比较其他类似透镜的不同涂层的抗龟裂性。

[0061] 图8示出了两组透镜样本测试的平均结果。结果清楚表明,抗反射堆叠或涂层系统110以及130表现出明显不同的抗龟裂性。更具体的,抗反射堆叠130显示出比抗反射堆叠110更好的抗龟裂性。因此,在光学制品受到压力的表面上使用时,抗反射堆叠130有利地提供了更好的抗龟裂性。

[0062] 虽然本发明通过特定实施例和应用进行了说明,但是依据本发明的教导,本领域普通技术人员能够产生其他实施例和修改,而没有背离本发明精神或者超出本发明的保护范围。因此,可以理解的是,本文的附图和实施例仅以示例形式促进理解本发明,而不应理解为限制本发明的保护范围。

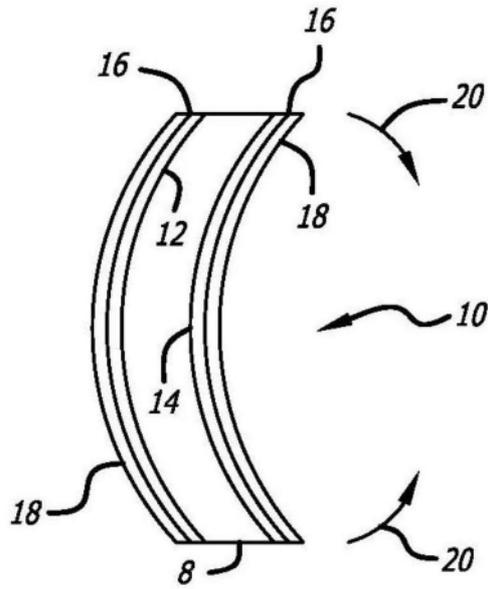


图1

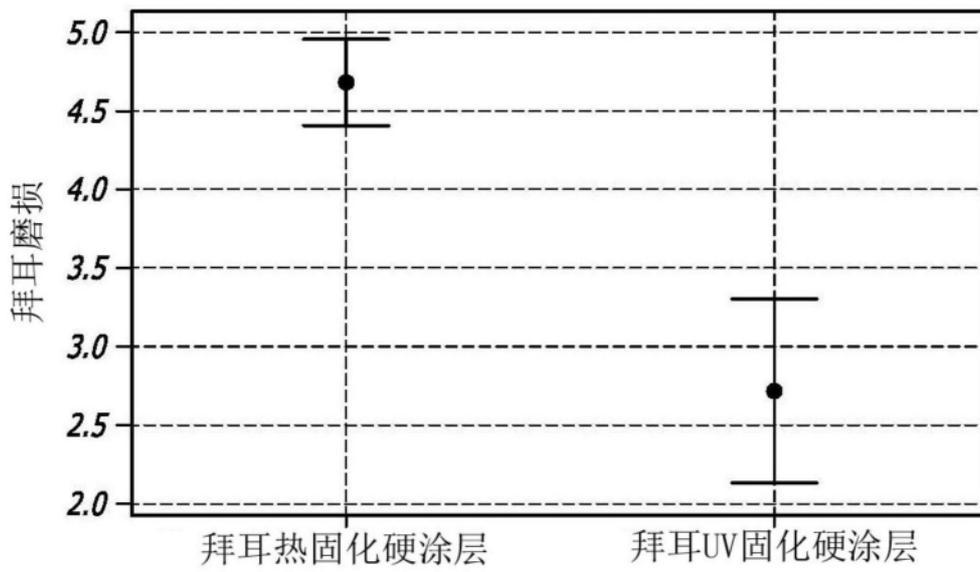


图2

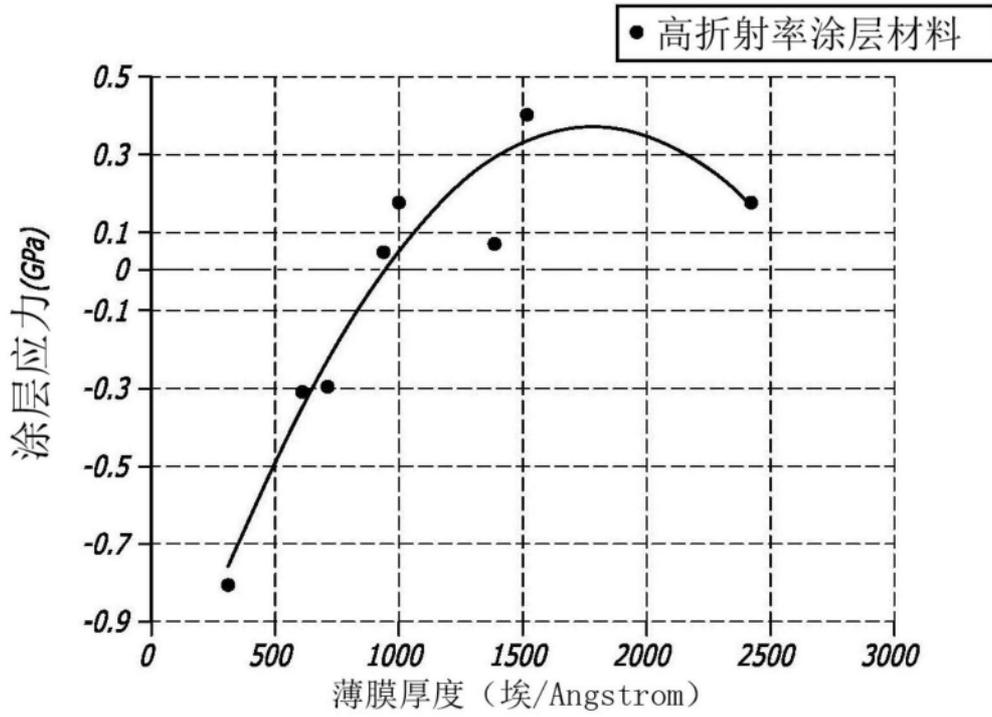


图3A

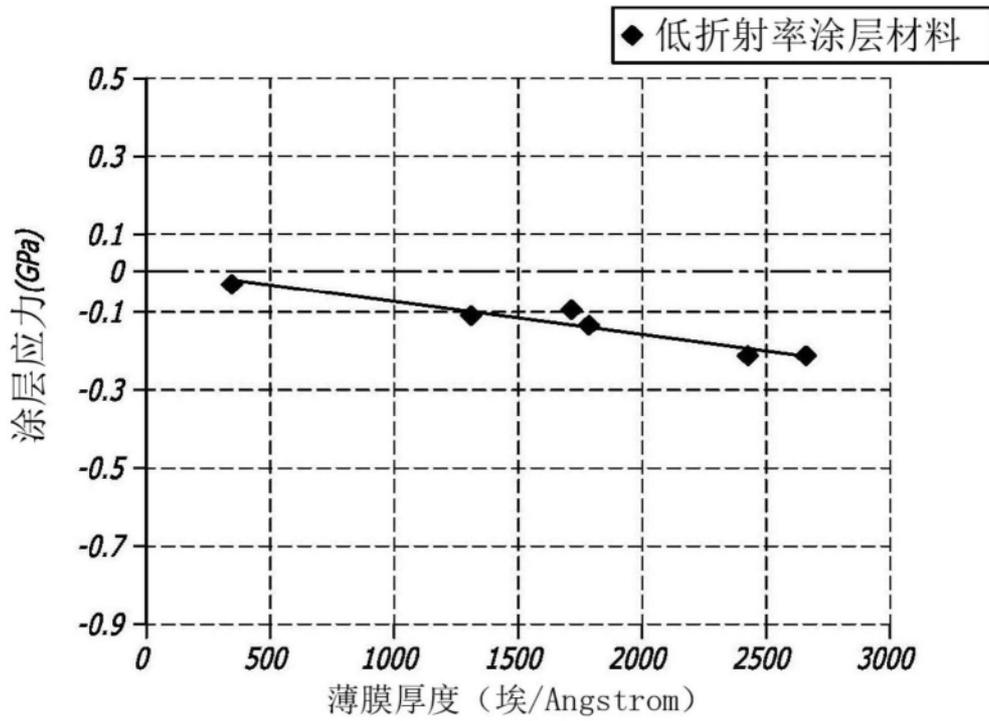


图3B

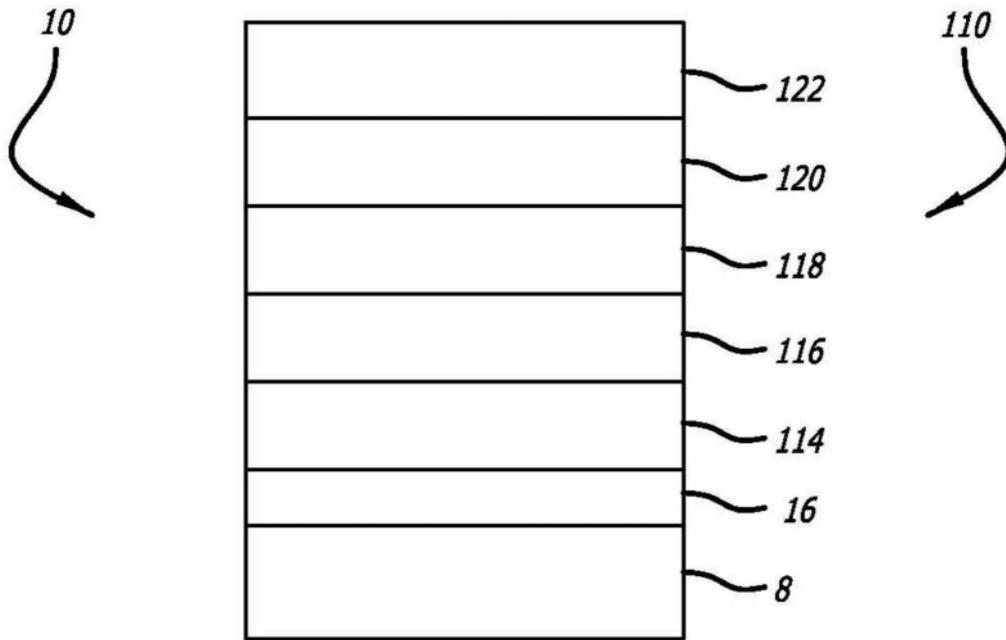


图4

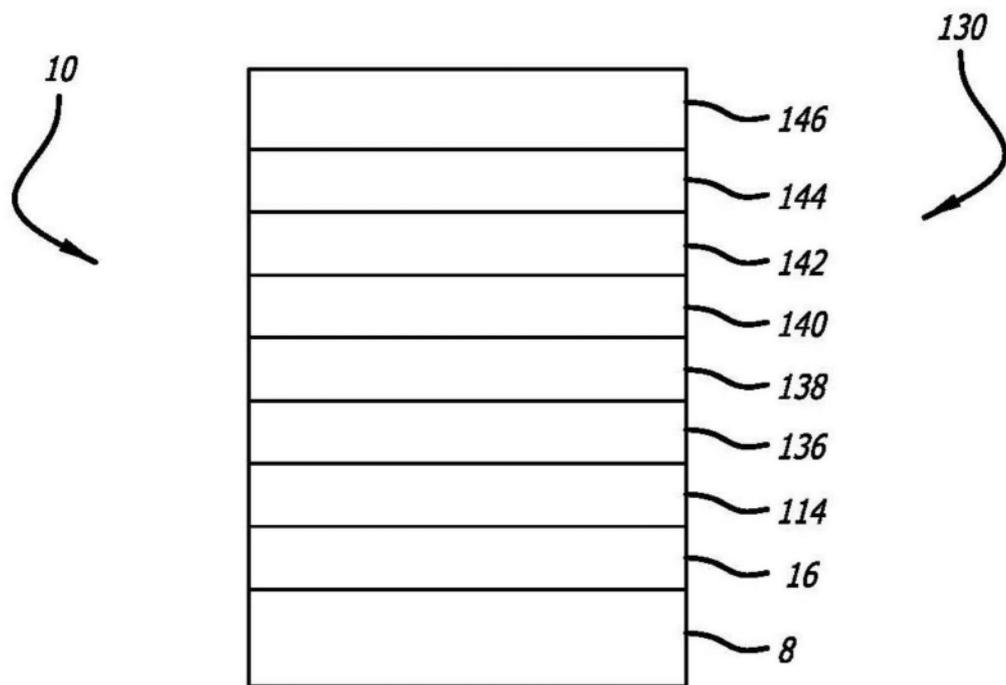


图5

角度: 0.0 (度)
参照: 550.0 (nm)
偏振: 平均
第一表面: 正面

光源: 白色
介质: 空气
基底: CR39
通道: CR39
检测器: 理想

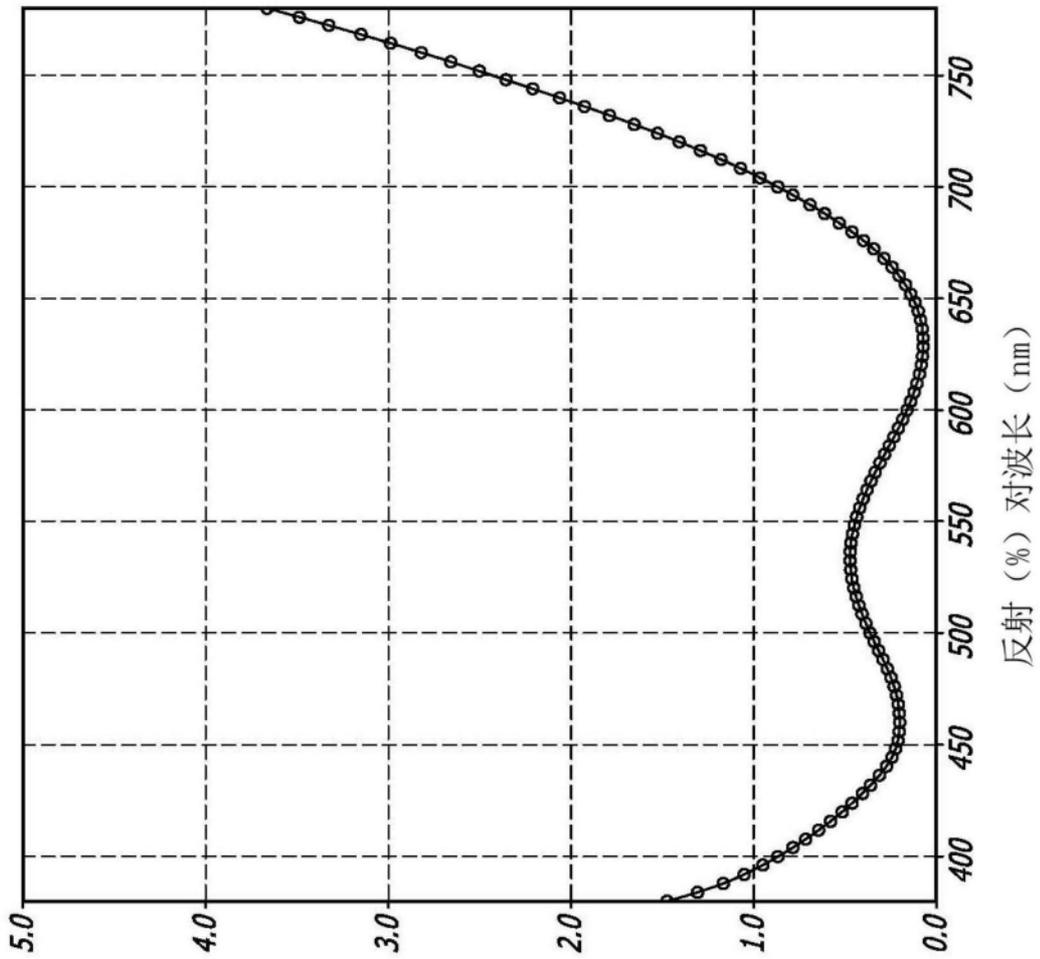


图6

角度: 0.0 (度)
参照: 550.0 (nm)
偏振: 平均
第一表面: 正面

光源: 白色
介质: 空气
基底: CR39
通道: CR39
检测器: 理想

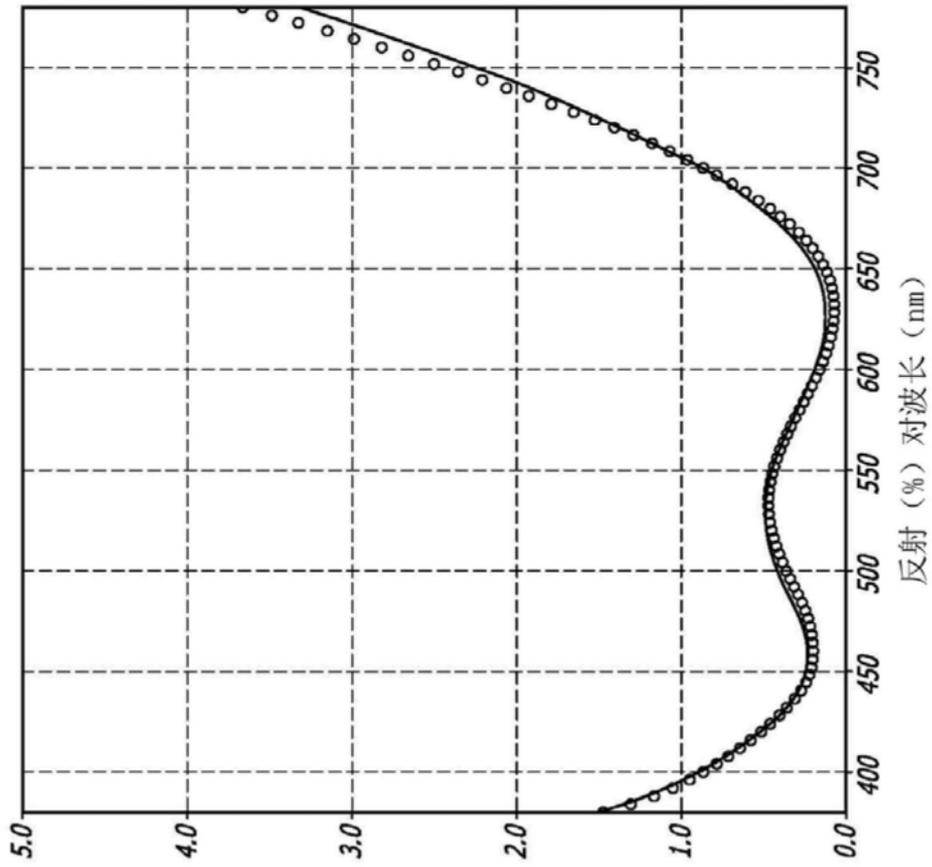


图7

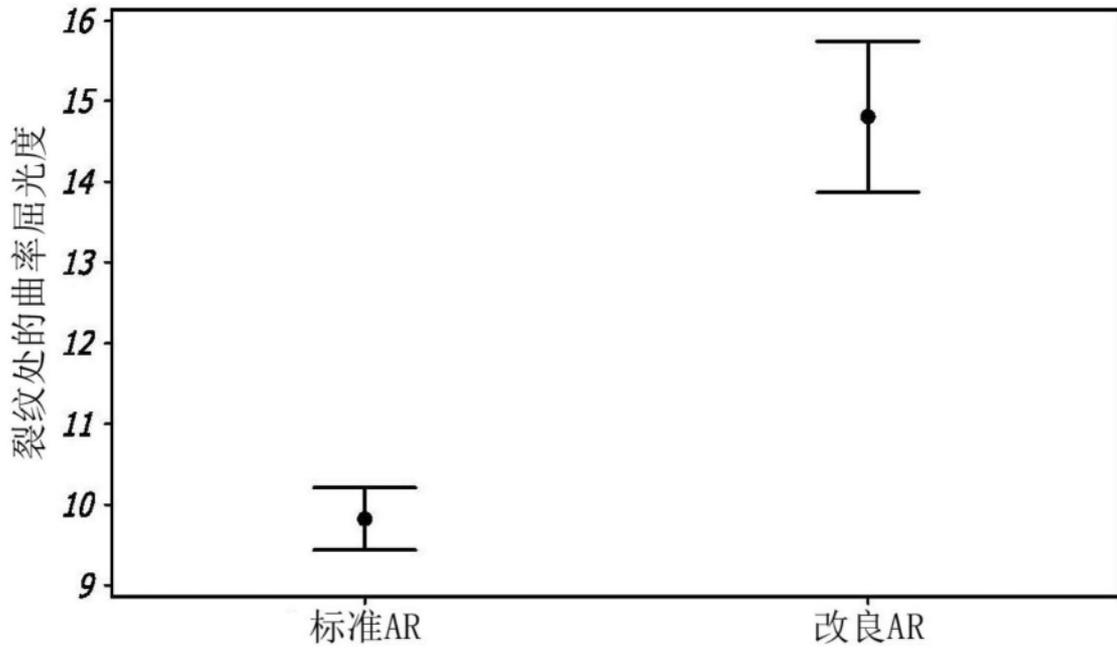


图8