



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112041735 B

(45) 授权公告日 2023.09.01

(21) 申请号 201980028371.1
 (22) 申请日 2019.04.29
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 112041735 A
 (43) 申请公布日 2020.12.04
 (30) 优先权数据
 62/665,947 2018.05.02 US
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2020.10.26
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/IB2019/053504 2019.04.29
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/211729 EN 2019.11.07
 (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 吉勒·J·伯努瓦
 马修·B·约翰逊
 (74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理
 有限公司 11112
 专利代理师 顾红霞 张芸

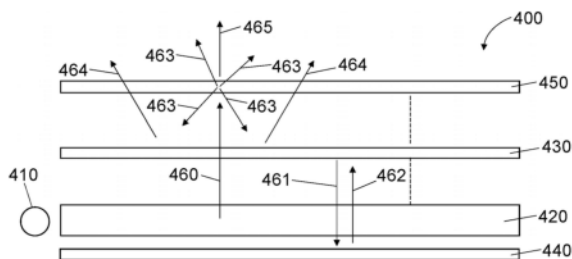
(51) Int.Cl.
 G02F 1/1335 (2006.01)
 G02B 5/26 (2006.01)
 G02B 5/28 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 103907035 A, 2014.07.02
 CN 106796306 A, 2017.05.31
 JP 2013250472 A, 2013.12.12
 JP 2014081526 A, 2014.05.08
 US 2006002108 A1, 2006.01.05
 US 2010182532 A1, 2010.07.22
 WO 2012157477 A1, 2012.11.22
 US 2003003312 A1, 2003.01.02
 US 2018088266 A1, 2018.03.29
 US 2002141194 A1, 2002.10.03
 US 2007097509 A1, 2007.05.03
 CN 105492940 A, 2016.04.13
 CN 1170382 A, 1998.01.14
 CN 1664695 A, 2005.09.07
 审查员 辛迪迪

权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称
 多层反射器

(57) 摘要

本发明描述了多层反射器。具体地,本发明描述了部分地透射蓝光并且反射绿光和红光的多层反射器。多层反射器在包括降频转换材料的背光源中具有良好的效率和颜色性能。



1. 一种多层光学反射器,包括:

多个光学重复单元,每个光学重复单元具有总光学厚度,并且包含双折射聚合物和第二聚合物,并且具有f比率,所述f比率被定义为所述双折射聚合物的光学厚度与所述光学重复单元的所述总光学厚度的比率;

其中所述多个光学重复单元被配置成使得对在420nm至480nm范围内取平均的非偏振光的蓝色半球反射率小于55%;并且

其中所述多个光学重复单元被配置成使得对在520nm至650nm范围内取平均的非偏振光的红色-绿色半球反射率大于97%,

其中半球反射被定义为所述多个光学重复单元的强度和立体角加权平均值 $R(\theta, \phi)$,其中 θ 表示极角并且 ϕ 表示相对于所述多个光学重复单元的面的方位角。

2. 根据权利要求1所述的多层光学反射器,其中所述多个光学重复单元被配置成使得对在420nm至480nm范围内取平均的非偏振光的蓝色半球反射率小于50%。

3. 根据权利要求1所述的多层光学反射器,其中所述多个光学重复单元被配置成使得对在520nm至650nm范围内取平均的非偏振光的红色-绿色半球反射率大于98%。

4. 根据权利要求1所述的多层光学反射器,其中所述多个光学重复单元被配置成使得对在420nm至480nm范围内取平均的非偏振光的蓝色半球反射率小于50%;其中所述多个光学重复单元被配置成使得对在520nm至650nm范围内取平均的非偏振光的红色-绿色半球反射率大于98%;并且其中所述多层光学反射器薄于50微米。

5. 根据权利要求1所述的多层光学反射器,其中所述多个光学重复单元不包含聚萘二甲酸乙二醇酯。

6. 根据权利要求1所述的多层光学反射器,其中所述多个光学重复单元具有最小光学厚度和f比率,使得400nm至480nm的非偏振的法向入射光的平均透射率大于40%。

7. 根据权利要求1所述的多层光学反射器,其中所述多个光学重复单元被配置成使得550nm至750nm的非偏振的法向入射光的平均透射率小于5%。

8. 根据权利要求1所述的多层光学反射器,其中所述多个光学重复单元被配置成使得550nm至750nm的非偏振的法向入射光的平均透射率小于2%。

9. 根据权利要求1所述的多层光学反射器,其中对于所述多个光学重复单元中的至少一个层,沿两个正交的面内方向的折射率彼此相差0.01以内。

10. 根据权利要求9所述的多层光学反射器,其中沿两个正交的面内方向的折射率介于1.62和1.65之间。

11. 根据权利要求1所述的多层光学反射器,其中对于所述多个光学重复单元中的至少一个层,沿面外方向的折射率与沿两个正交的面内方向的折射率相差至少0.05。

12. 根据权利要求11所述的多层光学反射器,其中沿所述面外方向的折射率小于1.53。

13. 一种扩展面光源,包括:

蓝光源,其中所述蓝光源具有介于420nm和480nm之间的最大发射波长;

降频转换材料,其中所述降频转换材料吸收从所述蓝光源发射的光并且重新发射波长介于550nm和800nm之间的光;以及

根据前述权利要求中任一项所述的多层光学反射器,其中所述多层光学反射器设置在位于所述蓝光源与所述降频转换材料之间的光学路径中。

14. 根据权利要求13所述的扩展面光源,其中所述蓝光源包括发光二极管。
15. 根据权利要求13所述的扩展面光源,其中所述降频转换材料包括荧光体。
16. 根据权利要求13所述的扩展面光源,其中所述降频转换材料包括量子点。
17. 根据权利要求13所述的扩展面光源,还包括设置在位于所述蓝光源与所述降频转换材料之间的光学路径中的光导。
18. 根据权利要求13所述的扩展面光源,还包括背反射器,所述背反射器设置在光学路径中以反射由所述多层光学反射器反射的光。
19. 根据权利要求13所述的扩展面光源,其中所述降频转换材料位于降频转换膜内,并且所述降频转换膜在所述多层光学反射器的面积的10%以内。
20. 根据权利要求13所述的扩展面光源,其中所述降频转换材料位于滤色器阵列内。

多层反射器

背景技术

[0001] 多层反射器用于许多应用,包括用于显示器和照明应用。多层光学膜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。

发明内容

[0002] 在一个方面,本说明书涉及多层光学反射器。多层光学反射器包括多个光学重复单元,每个光学重复单元具有总光学厚度,并且包含双折射聚合物和第二聚合物,并且具有f比率,该f比率被定义为双折射聚合物的光学厚度与光学重复单元的总光学厚度的比率。所述多个光学重复单元被配置成使得对在420nm至480nm范围内取平均的非偏振光的蓝色半球反射率小于55%,并且所述多个光学重复单元被配置成使得对在520nm至650nm范围内取平均的非偏振光的红色-绿色半球反射率大于97%。

附图说明

- [0003] 图1为多层反射器的侧正截面。
[0004] 图2A为示出接近50%的f比率的层对的侧正剖视图。
[0005] 图2B为示出小于50%的f比率的层对的侧正剖视图。
[0006] 图2C为示出大于50%的f比率的层对的侧正剖视图。
[0007] 图3为包括图1的多层反射器的背光源的工作原理和配置的侧正示意图。

具体实施方式

[0008] 图1为具有均一左谱带边缘的多层反射器的侧正剖视图。多层反射器100包括交替的高折射率双折射层112和低折射率各向同性层114。

[0009] 多层反射器100包括至少两种不同材料的交替微层。多层光学膜,即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/或反射特性的膜是已知的。众所周知,此类多层光学膜通过在真空室中将一系列无机材料以光学薄层("微层")的形式沉积于基材上而制成。

[0010] 多层光学膜也已通过共挤出交替聚合物层来实现,每个交替对被称为光学重复单元。参见例如美国专利3,610,729(Rogers)、4,446,305(Rogers等人)、4,540,623(Im等人)、5,448,404(Schrenk等人)以及5,882,774(Jonza等人)。在这些种聚合物多层光学膜中,聚合物材料主要或专门用于各个层的制备中。此类膜适合高产量制造工艺,并且可制成大型片材和卷材。在一些实施方案中,用于交替聚合物层中的材料中的至少一种为聚萘二甲酸乙二醇酯或包含聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚萘二甲酸乙二醇酯的共聚物。在一些实施方案中,用于能够形成双折射的层中的材料中的至少一种为聚萘二甲酸乙二醇酯或聚萘二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯和任一其它单体的摩尔%小于10%的共聚物,其中基于二酸单体的摩尔%为100%。然而,在一些应用中,由于聚萘二甲酸乙二醇酯在暴露于紫外光之后可能变黄一和/或由于使用聚萘二甲酸乙二醇酯的系统可能使其反射率光谱(作为

波长的函数)根据入射角的变化过强,双折射层或多层反射器总体可不包含任何聚萘二甲酸乙二醇酯,并且可替代地使用不包含聚萘二甲酸乙二醇酯的聚对苯二甲酸乙二醇酯及其共聚物。

[0011] 许多材料和材料组为已知的并且已在本领域中有所描述。

[0012] 多层光学膜包括具有不同折射率特征的各个微层,使得一些光在相邻微层之间的界面处被反射。微层是足够薄的,使得在多个界面处反射的光经受相长干涉或相消干涉作用,以便赋予多层光学膜期望的反射或透射特性。对于被设计用于反射紫外波长、可见光波长或近红外波长的光的多层光学膜而言,每个微层通常具有小于约 $1\mu\text{m}$ 的光学厚度(物理厚度乘以折射率)。特定光学重复单元(具有50%的f比率,如下文更详细所述)的反射谱带以光学重复单元的光学厚度的两倍为中心。层可通常被布置成最薄至最厚。在一些实施方案中,交替光学层的布置可根据层计数而基本上线性地变化。这些层分布可以称为线性层分布。在一些实施方案中,层的厚度可单调地布置。一般来讲,线性层分布基于层布置的总体形状,并且与线性层分布的微小或不显著的偏差将仍被本领域中普通技术人员视为线性层分布。在一些实施方案中,这可被称为基本上线性的层分布。在一些实施方案中,交替光学层的布置可根据多项式或幂律而变化。也可包括更厚的层,诸如在多层光学膜的外表面处的表层或者设置在多层光学膜内用以将微层的相干组("分组")分开的保护边界层(PBL)。有时添加表层,其在进料区块之后但在熔体离开膜模头之前发生。

[0013] 然后,以用于聚酯膜的传统方式将多层熔体通过膜模头浇铸至冷却辊上,在该冷却辊上对其进行淬火。然后,该浇铸幅材通过多种可能工艺中的一种拉伸,以在光学层中的至少一个中实现双折射,从而在许多情况下产生反射型偏振器或镜膜中的任一种,如已描述于例如美国专利公布2007/047080 A1、美国专利公布2011/0102891 A1、以及美国专利7,104,776(Merrill等人)中。具有双折射的膜可称为多层双折射光学膜。

[0014] 在一些实施方案中,交替材料包括双折射层(更具体地,能够形成应力诱导双折射的层)和各向同性层(其中,至少在与双折射层相同的加工条件下,该层不形成双折射),其中材料组和加工条件被选择为使得双折射层和各向同性层之间的折射率在面内方向上为不同的,而在面外方向上,折射率为相似或相等的。对于广泛使用的材料,双折射层将具有比各向同性层更大的折射率。在一些实施方案中,选择材料组和加工条件,使得双折射层的面内折射率相同,或彼此相差0.01以内。在一些实施方案中,选择材料组和加工条件,使得双折射层的就地折射率各自介于1.62和1.65之间。在一些实施方案中,选择材料组和加工条件,使得双折射层沿面外方向的折射率与沿两个正交的面内方向的折射率相差至少0.05。在一些实施方案中,选择材料组和加工条件,使得双折射层沿面外方向的折射率小于1.53。

[0015] 在一些实施方案中,f比率或高折射率双折射层110的光学厚度与层对(包括低折射率各向同性层)的总光学厚度的比率可为50%或与50%的偏差在5%以内。在一些实施方案中,f比率可大于50%,例如60%、65%、70%、75%、80%、85%或甚至90%。在一些实施方案中,逆f比率(例如,40%对60%)可具有基本上等同的光学性能。对于与50%的更显著偏差而言,根据高折射率双折射层和低折射率各向同性层(或者,在一些不常见但可用的材料组中,与高折射率各向同性层配对的低折射率双折射层诸如间规立构聚苯乙烯)的相对材料成本,特定f比率与其逆可基于制备此类膜的材料成本来选择,该材料成本在大体积上可

为显著的或变得显著。

[0016] 在本文所述的多层反射器的设计中操纵f比率可允许实现所需特征或可调谐性的组合:例如,可在不显著改变总体膜厚度或改变层数的情况下改变由多层叠堆反射的特定波长的光的特定比率,从而经由多种配置实现多层反射器。本文所述的膜可薄于100微米、薄于90微米、薄于80微米、薄于70微米、薄于60微米、薄于55微米、薄于50微米、薄于45微米、薄于40微米、或甚至可薄于35微米。

[0017] 在一些实施方案中,f比率和厚度被一起进行调谐和配置。例如,在一些实施方案中,多个光学重复单元具有最小光学厚度和f比率,使得400nm至480nm的非偏振的法向入射光的平均透射率大于40%。如在别处所述,这可通过改变f比率来调谐,使得400nm到480nm的非偏振的法向入射光的平均透射率大于50%、大于60%、大于70%或大于80%。

[0018] 本文所述的多层反射器还可在可见光谱的大部分(或任一其他所需的光谱或波长范围)上具有高反射率。例如,在一些实施方案中,配置多个光学重复单元(例如,具有厚度、折射率对比度、加工条件、f比率)以使得550nm至800nm的非偏振的法向入射光的平均透射率小于5%。

[0019] 图2A为示出接近50%的f比率的层对的侧正剖视图。层对200A包括具有大致相同光学厚度的双折射高折射率层210A和各向同性低折射率层220A。图2B为示出小于50%的f比率的层对的侧正剖视图。层对200B包括光学厚度小于各向同性低折射率层220B的双折射高折射率层210B。图2C为示出大于50%的f比率的层对的侧正剖视图。层对200C包括光学厚度大于各向同性低折射率层220C的双折射高折射率层210C。为了便于说明,夸大了相对物理厚度比率。

[0020] 图3为包括图1的具有均一左谱带边缘的多层反射器的侧光式背光源的工作原理和配置的侧正示意图。背光源400包括光源410、光导420、多层反射器430、背反射器440和降频转换层450。虚线指示层为光学连通的,但可未必为通过层合或其他方式而直接附接的。在一些实施方案中,相邻膜可简单地叠堆在彼此之上以保留这两个膜之间的空气间隙。

[0021] 从光源410发射的光由光导420提取为光460。

[0022] 光源410可为任何合适的光源或光源的组合。在许多情况下,光源410为发光二极管(LED)或包括发光二极管(LED)。光源410以单数形式引用,但可表示一组或一系列光源。例如,光源410可为沿进/出页面的轴线延伸的一系列LED。在一些实施方案中,光源410可包括常规LED(即,具有约150 μ m至约1mm的模头尺寸)、迷你LED(即,具有约30 μ m至约150 μ m的模头尺寸)或微型LED(即,具有约2 μ m至约30 μ m的模头尺寸)。在一些实施方案中,光源410发射基本上白色的光。在一些实施方案中,光源410的某些部件发射可共同形成白光的不同波长的光。“白”光可指可能被观察者感知为白光的任一合适的所需颜色点,并且可根据应用来调节或校准。在一些实施方案中,光源410可发射在电磁光谱的紫外范围、可见光范围或近红外范围中的一种或多种范围内的光。在一些实施方案中,光源410可发射基本上蓝色的光,该光具有介于400nm和500nm之间的峰,或者更具体地,具有介于400nm和480nm之间的峰。光源410还可为或包括冷阴极荧光灯(CCFL),或者甚至在一些实施方案中可为白炽光源。可选择光源和任一对应的注入、准直或其它光学器件以提供任一合适的波长或波长、偏振、点扩散分布和准直度的组合。

[0023] 光导诸如光导420通常为固体透明光学部件,其通过全内反射传输光并且具有精

心设计和布置的特征或特定的几何结构以沿其长度和/或宽度提供对光的提取的控制。在这些情况下,可能有用的是将光导的发射表面上(在图3的参照系中,可能为顶部)的每个点视为光分布锥的虚拟源。光导的设计和几何结构(诸如,楔形光导)和提取器的形状和分布可改变此类光分布锥的形状或宽度。可使用某些提取器设计来以期望的角度发射高度准直的光。光导通常由易于诸如通过注塑成型来制造和形成的透明材料形成。丙烯酸树脂(聚(甲基丙烯酸甲酯))因其透明性、低固有双折射及其易于通过注塑成型工艺形成所需形状的能力而被通常使用,但也可使用任一其他合适的聚合物、共聚物或它们的共混物来形成光导。

[0024] 光460为蓝光,因此其基本上透射穿过多层反射器430而没有显著的吸收或反射。在一些实施方案中,轴向的透射率可高于以一定角度入射到多层反射器上的蓝光,从而产生准直效果。在一些实施方案中,光460的一部分可被多层反射器430反射,以便增加来自背光源400的发射光的面均匀度(具体地,通过允许光向下行进而非主要在入射边缘附近进行透射)。反射光461向后透射穿过光导420并且被背反射器440反射。背反射器440可为任一合适的反射器,包括金属涂覆型或金属化膜、白色(漫射)塑性反射器、或甚至多层光学反射器诸如增强型镜面反射器(ESR)(可得自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, Minn.))。在一些实施方案中,尤其是在薄度可能极其重要的情况下,背反射器440可仅具有反射扩展角度范围内或全部入射角下的蓝光的层,从而允许实现非常薄的反射器设计。然后重新导向的光462被再次导向到多层反射器430,并且可在该循环内被透射或被进一步再循环利用。

[0025] 再次转到透射光460,该光线接下来入射到降频转换层450上。降频转换层包含分散或涂覆的降频转换材料。一般来讲,降频转换材料为吸收特定波长的光并且重新发射第二较低能量(较长)波长的光的任一材料。在一些实施方案中,降频转换材料可为或包括荧光体。在一些实施方案中,降频转换材料可为或包括量子点。降频转换层450可位于背光源内或甚至显示器叠堆内的任一点处:在一些实施方案中,降频转换层450可附接到设置在液晶面板上的滤色器阵列或与其形成一体。

[0026] 在透射光460入射到降频转换层450上之后,透射光460的至少一部分被降频转换材料吸收以便被重新发射。换句话讲,透射光460和降频转换层450中的降频转换材料被选择和配置成使得透射光460为用于降频转换层450中的降频转换材料的泵浦光。降频转换材料在所有方向上随机地发射降频转换光463。降频转换光463在以非可用角度发射(例如,在典型的背光源和显示器构造中并且在图3的参照系中,向后朝光导和背反射器发射)时同样可能以显示器的可用角度进行发射(例如,在典型的背光源和显示器构造中并且在图3的参照系中,沿向上方向)。然而,多层反射器430除了用作选择性地透射蓝光以形成透射光460之外还为降频转换光463(例如,绿光或红光)的选择性反射器。重新导向的降频转换光464被以可用显示角度向上反射回来,并且因其不再是用于降频转换层450的降频转换材料的泵浦光而与未被降频转换层450吸收的透射光460的部分(被标记为穿过的泵浦光465)一起基本上朝图4中未示出的显示器的其余部分进行透射和发射。在一些配置中,图3中所示的配置(侧光式背光源)可被替换为直接照明式背光源。在直接照明式配置中,光导和边缘定位的光源将被替换为位于其他背光源膜部件正后方的光源阵列。为了均匀性和效率,可添加漫射器、部分反射器和/或反射器。

[0027] 在一些实施方案中,可通过分别控制短波长侧和长波长侧上的左谱带边缘和右谱带边缘的位置和锐度、或反射器从低透射率转变为更高透射率的点来平衡颜色均匀度,即缺少根据入射角和效率而变化的色移。在所关注的波长上取平均的半球反射率为简单的可测量反射器特征,其可指示合格和优异的颜色和效率性能。例如,可使用蓝色半球反射率和红色-绿色半球反射率,蓝色半球反射率被定义为介于420nm和480nm之间的平均值,红色-绿色半球反射率被定义为介于520nm和650nm之间的平均值。在一些实施方案中,蓝色半球反射率小于55%。在一些实施方案中,蓝色半球反射率小于50%。在一些实施方案中,红色-绿色半球反射率大于97%。在一些实施方案中,红色-绿色半球反射率大于98%。在一些实施方案中,红色-绿色半球反射率大于99%。这些半球反射率测量值受谱带边缘的位置以及谱带边缘的斜率的影响一即,光谱从低透射率转变为高透射率有多快。

[0028] 在一些实施方案中,光学重复单元具有最小光学厚度和f比率,使得400nm至480nm的非偏振的法向入射光的平均透射率大于40%。在一些实施方案中,光学重复单元被配置成使得550nm至750nm的非偏振的法向入射光的平均透射率小于5%,或甚至小于2%,或甚至小于1%。

[0029] 实施例

[0030] 半球反射光谱的计算方法 ($R_{\perp}(\lambda)$)

[0031] 半球反射被定义为膜反射率的强度和立体角加权平均值 $R(\theta, \phi)$, 其中 θ 表示极角并且 ϕ 表示相对于膜面的方位角, 并且其中照明强度 $I(\theta, \phi)$ 被假定为朗伯型。对于所关注的波长范围而言, 反射光总通量与入射光总通量之比产生半球反射率, $R_{\perp}(\lambda)$ 。

[0032] 如PCT公开W0 2017/106096 A1 (Kivel等人)所述,可从有关微层的层厚度分布与光学膜的其他层元件的信息,以及从与膜内的微层和其他层中的每个相关联的折射率值来计算 $R_{\perp}(\lambda)$ 。通过使用用于多层膜光学响应4x4矩阵求解软件应用程序,反射和透射光谱均可以从已知的层厚度分布和用于x轴入射面、y轴入射面以及每个p偏振与s偏振的入射光的折射率特性中计算。据此, $R_{\perp}(\lambda)$ 可通过使用以下列出的方程而计算:

$$R_{\perp}(\lambda) = \left(\frac{R^{x\text{-轴}}(\lambda) + R^{y\text{-轴}}(\lambda)}{2} \right) * \left(\frac{1}{E_{\text{法向}}} \right)$$

其中

$$R^{x\text{-轴}}(\lambda) = \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \{R_{pp-x}(\theta, \lambda) + R_{ss-x}(\theta, \lambda)\} * E(\theta) d\theta$$

[0033] $R^{y\text{-轴}}(\lambda) = \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \{R_{ss-y}(\theta, \lambda) + R_{pp-y}(\theta, \lambda)\} * E(\theta) d\theta$

以及

$$E_{\text{法向}} = \int_0^{\pi/2} E(\theta) d\theta$$

其中 $E(\theta)$ 为强度分布。

[0034] 例如Kivel等人中的测量分布与计算分布之间的显著一致性已验证了计算技术可

采集来自宽带可见光反射器的相关反射物理,包括吸收损耗对详细反射光谱的影响。

[0035] 为了报告来自光谱响应的部分的结果,针对每个示例报告定义为420nm至480nm的平均值的 $R_{\frac{1}{2}B_{平均}}$ 。同样,针对每个示例报告定义为520nm至650nm的平均值的 $R_{\frac{1}{2}GR_{平均}}$ 。左谱带边缘(LBE)定义为计算的半球光谱中蓝色部分和绿色部分之间的点,其中所测量的透射%等于最大透射率的50%,并且L1由透射光谱的左边缘与最大样本透射率相交的波长定义。同样,右谱带边缘(RBE)被定义为800nm附近的计算半球形光谱中透射率等于最大透射率的50%的点,并且L2为透射光谱的右边缘与最大样本透射率相交的波长。左谱带边缘和右谱带边缘的平均波长以及透射率曲线的斜率均为对典型制造变化稳定的光学解决方案的重要参数。这些数据报告于以下实施例中的每一个中,其中模型变化的范围为从中心设计点 $\pm 10\text{nm}$ 以模拟基于厚度变化的制造变化。

[0036] 实施例和比较例:

[0037] 在这些建模实施例中,采用以下方法来测量背光源单元(BLU)光谱。对于每种条件,在循环模型中使用双流逼近法按如下方式计算BLU光谱:将蓝光注入到第一循环腔中,该第一循环腔在一侧内衬有背反射器并且在另一侧内衬有蓝通反射器。透射穿过蓝通反射镜的蓝光透射到第二循环腔中,该第二循环腔在一侧内衬有蓝通反射镜和荧光体层并且在另一侧内衬有交叉的棱镜膜和反射型偏振器(XBEF和DBEF,两者均可购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, MN))叠堆。入射到荧光体层上的蓝光被部分地吸收,并在每次通过时被转换成绿光和红光。总吸收和转换率为循环量的函数,该函数被建模为收敛无穷级数。对绿光和红光进行类似的计算,使得针对包括最终BLU光谱的所有可能的波长确定透射穿过增亮叠堆的光的量。该光谱形成基础以计算相对于光源处发射的蓝光的性能特征,诸如强度、亮度、白点坐标和效率。

[0038] 用于该特定组示例的建模BLU由在450nm下发射的蓝色LED、被假定为具有85%朗伯型反射率的背反射器、蓝色通过多层光学膜(MOF)、由在535nm下发射的三井绿色荧光体和由在600nm和650nm之间发射的GEK2SiF6MnIV红色荧光体组成的降频转换层、以及由BEF4-GT和BEF4-GMv5交叉棱镜以及APFv3反射型偏振器组成的传统BLU循环叠堆组成。根据MOF设计的性能报告为总系统效率 $[1\text{m/W}]$,以及CIE1976(L^*, u^*, v^*)颜色空间中计算的颜色变化($\Delta u^*, \Delta v^*$)。

[0039] 我们选择用以下参数来参数化MOF光谱的关键光谱参数:L1、斜率(LBE锐度,以每nm的反射率%计)和L2。针对每种设计,我们表征由通常与MOF制造中的厚度变化相关联的MOF光谱的 $\pm 10\text{nm}$ 偏移得到的平均系统效率以及 u^* 和 v^* 变化的幅值。一般来讲,结果显示更高的LBE锐度(斜率)改善了某些谱带边缘位置的制造变化稳定性。理想的是,该分析的效率被最大化并且大于50 $[1\text{m/W}]$ 。还理想的是,具有厚度变化的颜色变化(Δu^* 和 Δv^*)被最小化。

[0040]

实施 例	L1 [nm]	LBE [nm]	L2 [nm]	RBE [nm]	斜率 [%/nm]	效 率 [lm/ W]	Δu^*	Δv^*	$R_{\frac{1}{2}B_{平}}$ 均	$R_{\frac{1}{2}GR}$ 平均
比较 例-1	500	443	600	736	0.750	46.7	0.00326	0.0035	0.62224	0.95523
比较	500	444	610	746	0.750	46.7	0.00375	0.00341	0.62083	0.96679

[0041]

例-2										
比较 例-3	500	444	620	756	0.750	46.7	0.00363	0.00311	0.61917	0.97405
比较 例-4	490	434	620	755	0.750	43.3	0.00293	0.0035	0.69063	0.97017
比较 例-5	480	424	620	755	0.750	39.0	0.00265	0.00307	0.75942	0.96585
比较 例-6	500	444	630	766	0.750	46.6	0.00213	0.00251	0.61729	0.97783
比较 例-7	500	444	640	775	0.750	46.2	0.00064	0.00174	0.61525	0.97824
实施 例-1	530	474	640	776	0.750	51.8	0.00552	0.00412	0.40537	0.98544
实施 例-2	520	464	650	786	0.750	50.2	0.00143	0.00129	0.47168	0.98406
实施 例-3	520	464	640	776	0.750	50.8	0.00262	0.0013	0.47275	0.98572
实施 例-4	520	464	630	766	0.750	51.1	0.0054	0.00104	0.47371	0.98434
实施 例-5	520	464	620	756	0.750	51.2	0.00715	0.00077	0.47452	0.97945
实施 例-6	530	474	620	757	0.750	52.0	0.01031	0.0032	0.40638	0.97797
实施 例-7	510	454	620	756	0.750	49.4	0.00485	0.00216	0.5467	0.97741
实施 例-8	510	454	630	766	0.750	49.2	0.00319	0.00169	0.5454	0.98171
实施 例-9	520	464	630	766	1.07	51.4	0.00271	0.00215	0.42858	0.98254
实施 例-10	530	474	640	776	1.07	52.9	0.00178	0.00066	0.35281	0.98705
实施	530	474	620	757	1.07	53.2	0.00625	0.00128	0.35363	0.98032

例-11											
实施例-12	520	464	650	786	1.07	50.4	0.00089	0.0011	0.42682	0.98184	
实施例-13	520	459	630	766	0.577	50.0	0.00901	0.00442	0.50765	0.98134	
实施例-14	530	469	640	776	0.577	49.8	0.00771	0.00777	0.45058	0.97718	
实施例-15	530	469	620	757	0.577	49.7	0.01262	0.00692	0.45162	0.96876	
[0042] 实施例-16	520	459	650	786	0.577	49.4	0.0046	0.005	0.5055	0.98165	
实施例-17	520	464	610	747	0.750	51.0	0.00727	0.00092	0.47517	0.97096	
实施例-18	510	454	610	746	0.750	49.3	0.00497	0.00239	0.54781	0.96955	
实施例-19	520	464	600	737	0.750	50.8	0.00674	0.00073	0.47564	0.95881	
实施例-20	510	454	600	737	0.750	49.2	0.00446	0.00239	0.54868	0.95805	

[0043] 表1:左谱带边缘斜率范围的L1为480nm至530nm且L2为600nm至650nm的参数范围的计算结果。

[0044] 我们提出品质因数(FOM),该品质因数考虑了效率和具有制造变化的色移,使得:

[0045]
$$FOM = [0.002 + ((\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2)] \times (\text{最大效率} - \text{效率})^2 \times 100 * (1.5 - 3/8(1/\text{斜率} [\%/nm]))$$

[0046] 选择该FOM以提供最小化颜色变化至检测极限之间的平衡,同时最大化效率。设计选择应设法使颜色变化项和效率项的该乘积最小化。色移项中的常数0.002通常被视为用于最小可检测颜色变化的合适粗略估计值。术语“最大效率”是在针对该分析探究的参数范围内计算的最大效率;在该情况下,最大效率为55[lm/W]。

[0047] 针对每个实施例和比较例的所得品质因数列于表1中,其中小于约1.5的FOM值表示MOF设计的功能范围,并且小于约1.0的FOM值表示最佳MOF设计性能。

[0048]

实施 例	L1 [nm]	LBE [nm]	L2 [nm]	RBE [nm]	斜率 [%/nm]	效率 [lm/W]	Δu^*	Δv^*	FOM =FO M
比较 例-1	500	443	600	736	0.750	46.7	0.00326	0.0035	1.69
比较 例-2	500	444	610	746	0.750	46.7	0.00375	0.00341	1.68
比较 例-3	500	444	620	756	0.750	46.7	0.00363	0.00311	1.67
比较 例-4	490	434	620	755	0.750	43.3	0.00293	0.0035	2.36
比较 例-5	480	424	620	755	0.750	39.0	0.00265	0.00307	3.22
比较 例-6	500	444	630	766	0.750	46.6	0.00213	0.00251	1.70
比较 例-7	500	444	640	775	0.750	46.2	0.00064	0.00174	1.76
实施 例-1	530	474	640	776	0.750	51.8	0.00552	0.00412	0.65
实施 例-2	520	464	650	786	0.750	50.2	0.00143	0.00129	0.95
实施 例-3	520	464	640	776	0.750	50.8	0.00262	0.0013	0.85
实施 例-4	520	464	630	766	0.750	51.1	0.0054	0.00104	0.79
实施 例-5	520	464	620	756	0.750	51.2	0.00715	0.00077	0.78

实施 例-6	530	474	620	757	0.750	52.0	0.01031	0.0032	0.63
实施 例-7	510	454	620	756	0.750	49.4	0.00485	0.00216	1.14
实施 例-8	510	454	630	766	0.750	49.2	0.00319	0.00169	1.17
实施 例-9	520	464	630	766	1.07	51.4	0.00271	0.00215	0.84
实施 例-10	530	474	640	776	1.07	52.9	0.00178	0.00066	0.49
实施 例-11	530	474	620	757	1.07	53.2	0.00625	0.00128	0.41
实施 例-12	520	464	650	786	1.07	50.4	0.00089	0.0011	1.05
[0049] 实施 例-13	520	459	630	766	0.577	50.0	0.00901	0.00442	0.88
实施 例-14	530	469	640	776	0.577	49.8	0.00771	0.00777	0.93
实施 例-15	530	469	620	757	0.577	49.7	0.01262	0.00692	0.99
实施 例-16	520	459	650	786	0.577	49.4	0.0046	0.005	0.98
实施 例-17	520	464	610	747	0.750	51.0	0.00727	0.00092	0.81
实施 例-18	510	454	610	746	0.750	49.3	0.00497	0.00239	1.15
实施 例-19	520	464	600	737	0.750	50.8	0.00674	0.00073	0.86
实施 例-20	510	454	600	737	0.750	49.2	0.00446	0.00239	1.18

[0050] 从这些结果我们观察到,品质因数的最佳性能与 $R_{\frac{1}{2}B_{\text{平均}}} < 0.55$ 的MOF滤波器值良好相关。针对 $R_{\frac{1}{2}B_{\text{平均}}} < 0.50$ 的值观察到甚至更好的品质因数。我们还观察到,品质因数的良好性能与 $R_{\frac{1}{2}GR_{\text{平均}}} > 0.97$ 的MOF滤波器值良好相关。针对 $R_{\frac{1}{2}GR_{\text{平均}}} > 0.98$ 的值观察到甚至更好的品质因数。我们还观察到,针对L1和L2为520nm至530nm和630nm至640nm,与预期相反,与发射光谱的重叠不会诱导显著的颜色;相反,由LBE诱导的颜色变化被RBE部分抵消,从而得到可接受的颜色变化和高效率。

[0051] 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。本发明不应被视为限于上述具体实施例和实施方案，因为详细描述此类实施方案是为了便于说明本发明的各个方面。相反，本发明应被理解为涵盖本发明的所有方面，包括落在由所附权利要求书及其等同物所限定的本发明的范围内的各种修改、等同工艺和替代装置。

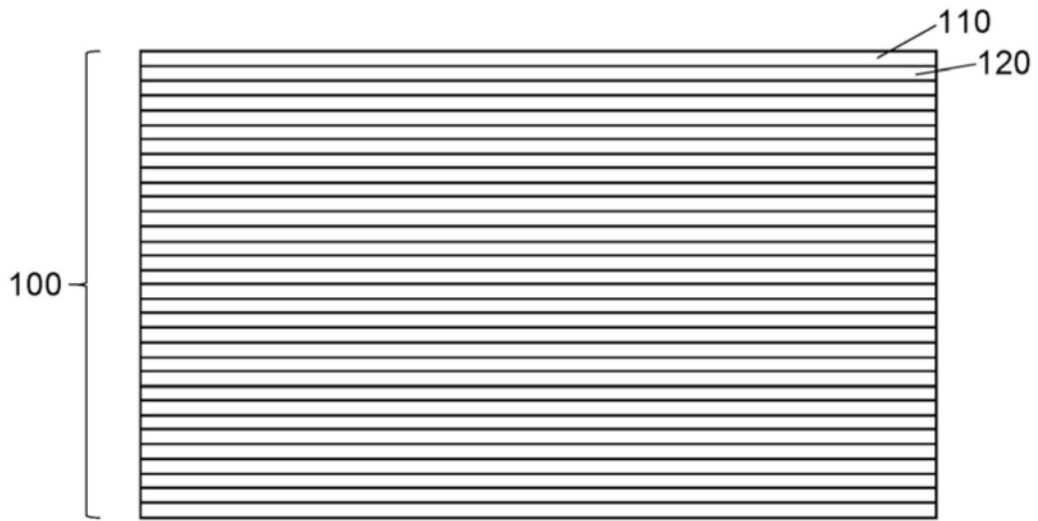


图1

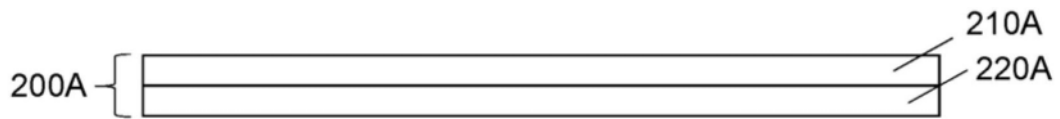


图2A

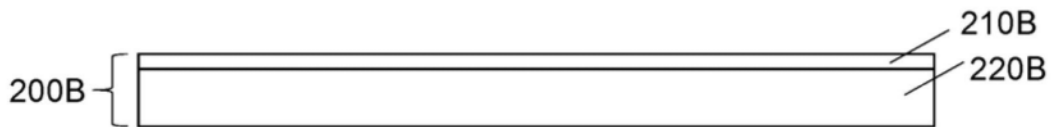


图2B

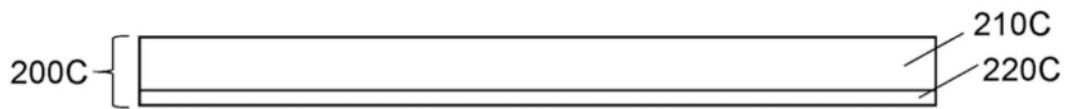


图2C

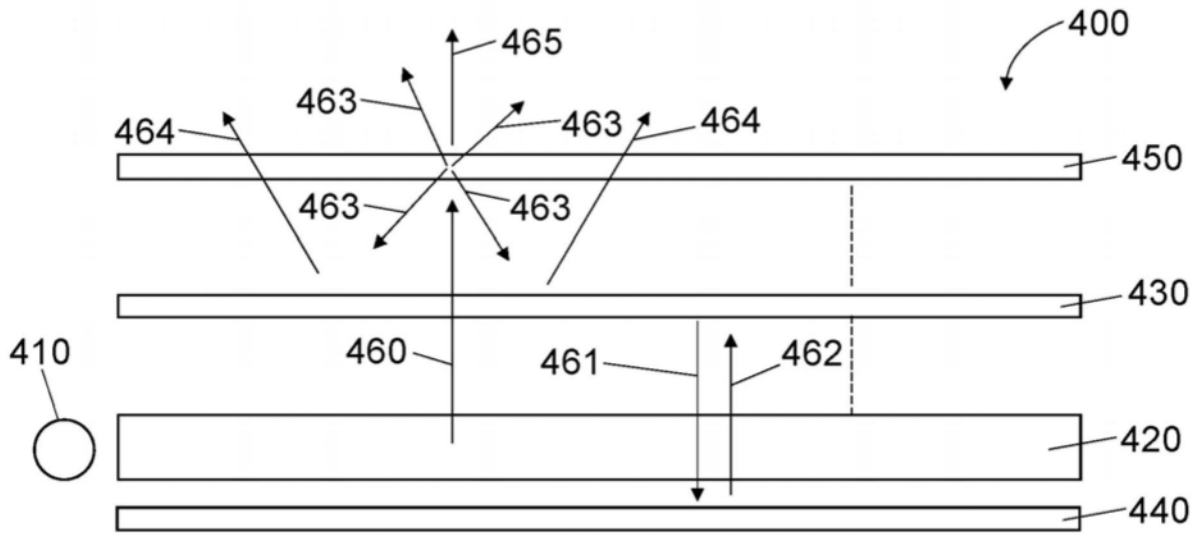


图3