



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106772744 B

(45)授权公告日 2018.11.27

(21)申请号 201710184462.7

G02C 7/10(2006.01)

(22)申请日 2017.03.24

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106772744 A

- CN 102439512 A, 2012.05.02,
- CN 105765422 A, 2016.07.13,
- CN 101866063 A, 2010.10.20,
- CN 104360495 A, 2015.02.18, 全文.
- US 2005/0007548 A1, 2005.01.13, 全文.
- CN 101529311 A, 2009.09.09, 全文.
- CN 101443694 A, 2009.05.27, 全文.
- CN 101501553 A, 2009.08.05, 全文.

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 杭州灯之塔科技有限公司
地址 310012 浙江省杭州市西湖区西溪路
525号C楼165室

(72)发明人 杨陈楹 沈伟东

审查员 王度阳

(74)专利代理机构 杭州之江专利事务所(普通
合伙) 33216

代理人 黄燕

(51)Int. Cl.

G02B 5/20(2006.01)

G02B 1/10(2015.01)

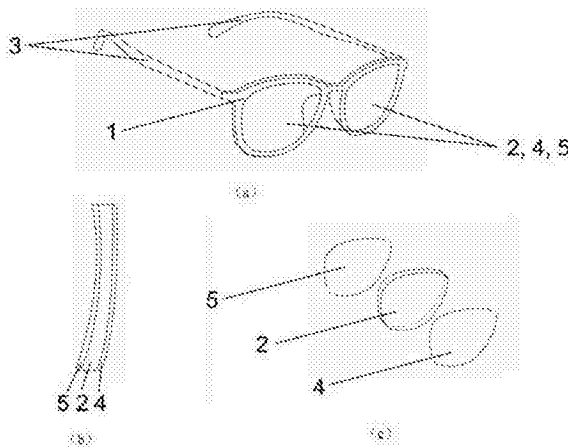
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

一种色平衡的防蓝光镜片、眼镜、装备及其
制造方法

(57)摘要

本发明公开了一种色平衡的防蓝光镜片、眼镜、装备及其制造方法,所述镜片本体正面沉积有具有两个选择透射衰减带特性的全介质多层膜堆,背面沉积可见光波段的宽波段减反射多层膜堆;所述色平衡的防蓝光镜片需要满足:420nm~450nm波段透过率≤65%;565nm~595nm波段透过率≤70%;460nm~555nm波段透过率≥85%;605nm~700nm波段透过率≥85%;300nm~380nm波段透过率小于等于1%;整体透射光谱的色坐标位于(0.333±0.005,0.333±0.005)范围内。本发明选择合适的高低折射率膜层设计使得在特定高能蓝光波段衰减透射,而其补色波段进行相应衰减补偿,从而实现色平衡不失真的防蓝光人眼保护。本发明结构紧凑、制造过程简单,成本低,便于大规模生产。



1. 一种色平衡的防蓝光镜片,包括镜片本体,其特征在于,所述镜片本体正面沉积有具有两个选择透射衰减带特性的全介质多层膜堆,在镜片背面沉积可见光波段的宽波段减反射多层膜堆;

所述色平衡的防蓝光镜片满足:

在420nm~450nm波段透过率为55%~65%;

在565nm~595nm波段透过率为60%~70%;

在460nm~555nm波段透过率大于等于85%;

在605nm~700nm波段透过率大于等于85%;

在300nm~380nm波段透过率小于等于1%;

整体透射光谱的色坐标位于(0.333±0.005, 0.333±0.005)范围内。

2. 根据权利要求1所述的色平衡的防蓝光镜片,其特征在于,所述全介质多层膜堆由交替设置的高折射率材料膜层和低折射率材料膜层组成。

3. 根据权利要求2所述的色平衡的防蓝光镜片,其特征在于,所述宽波段减反射多层膜堆由交替设置的高折射率材料膜层和低折射率材料膜层组成,最外层为低折射率材料膜层。

4. 根据权利要求2或3所述的色平衡的防蓝光镜片,其特征在于,所述高折射率材料选自二氧化钛、二氧化铅、五氧化二钽、氮化硅、硫化锌;所述低折射率材料选自二氧化硅、三氧化二铝、氟化镁。

5. 根据权利要求2或3所述的色平衡的防蓝光镜片,其特征在于,所述全介质多层膜堆的总层数为5~30层,高折射率材料层的单层层厚为1~140nm,低折射率材料层的单层层厚为10~250nm。

6. 根据权利要求3所述的色平衡的防蓝光镜片,其特征在于,所述宽波段减反射多层膜堆层数为3~15层,高折射率材料层的单层层厚为5~80nm,低折射率材料层的单层层厚为5~120nm。

7. 一种色平衡的防蓝光眼镜,包括镜片,其特征在于,所述镜片为权利要求1-6任一项所述的色平衡的防蓝光镜片。

8. 一种色平衡的防蓝光装备,其特征在于,包括权利要求1-6任一项所述的色平衡的防蓝光镜片。

9. 一种权利要求1-6任一项所述的色平衡的防蓝光镜片的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 确定高低折射率材料和镜片材料,确定具有两个选择透射衰减带特性的全介质多层膜堆的层厚和层数,以及可见光波段的宽波段减反射多层膜堆的层厚和层数;

(2) 在镜片的正面沉积由(1)设计所得的全介质多层膜堆;

(3) 在镜片的背面沉积由(1)设计所得的宽波段减反射多层膜堆,得到色平衡的防蓝光镜片。

一种色平衡的防蓝光镜片、眼镜、装备及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种生活设备,具体涉及一种色平衡的防蓝光镜片、眼镜、装备及其制造方法,可应用于显示、生命医学等领域。

背景技术

[0002] 目前市场上的显示屏或者照明系统往往采用白光LED实现,因为LED光源具有低压电源、耗能少、适用性强、稳定性高、响应时间短、对环境无污染、多色发光等的优点。而目前制备白光LED最常用的方式是用氮化镓蓝光LED加YAG荧光粉的方式实现的。氮化镓蓝光LED的辐射光谱强度主要集中于400-500nm范围,峰值辐射强度局限在415-455nm附近。这种白光LED的辐射光谱强度在蓝光,尤其是在低能蓝光波段具有很强的辐射强度。根据爱因斯坦理论可知,波长越短,能量则越强;因而短波长蓝光的能量比绿黄红光强得多,因此其对人眼的伤害也就大得多。人眼如果一直处在高能蓝光的照射下,将会视觉疲劳、视网膜黄斑变性病变、甚至导致视力下降等征状。所以,近年来防蓝光的概念呼之欲出,防蓝光的镜片也大量涌向市场。

[0003] 一般的防蓝光镜片,是通过在短波长的蓝光区域去除部分能量的高能蓝光,从而减少其对人眼的伤害。然而,由于防蓝光镜片滤除掉部分短波波段,因而透过防蓝光镜片所呈的影像往往偏黄,部分防蓝光眼镜的透过视觉效果则大大变黄,这对于图像本身视觉效果有着巨大的影响。例如,白色图案透过防蓝光镜片则会变成淡黄色或者黄色;蓝绿色图案透过防蓝光镜片则会变成绿色等等。因而目前的防蓝光镜片或眼镜色彩会失真,并不能做到色平衡。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种色平衡的防蓝光镜片,以及带有该镜片的眼镜和设备,利用该镜片可以极大地保护人眼以防止LED光源的设备所出射的高能蓝光的伤害,而且同时保证了透射颜色的不失真效果,保证了色平衡。

[0005] 本发明还提供了一种色平衡的防蓝光镜片的制备方法,该方法只需使用到真空沉积技术,避免了电子束曝光、激光直写或者纳米压印等复杂技术,整个方法步骤简单,适于工业化生产。

[0006] 一种色平衡的防蓝光镜片,包括镜片本体,所述镜片本体正面沉积有具有两个选择透射衰减带特性(即具有高能蓝光滤除带和匹配黄光滤除带)的全介质多层膜堆,所述镜片本体材料为普通空白玻璃或树脂,在镜片背面沉积可见光波段的宽波段减反射多层膜堆。所述色平衡的防蓝光镜片满足:

[0007] 在420nm~450nm波段透过率小于等于65%;

[0008] 在565nm~595nm波段透过率小于等于70%;

[0009] 在460nm~555nm波段透过率大于等于85%;

[0010] 在605nm~700nm波段透过率大于等于85%;

- [0011] 在300nm~380nm波段透过率小于等于1%；
- [0012] 整体透射光谱的色坐标接近中心白点(0.333,0.333),即位于(0.333±0.005,0.333±0.005)范围内。
- [0013] 作为优选,所述色平衡的防蓝光镜片满足:
- [0014] 在420nm~450nm波段透过率为55%~65%；
- [0015] 在565nm~595nm波段透过率为60%~70%；
- [0016] 在460nm~555nm波段透过率为85%~100%；
- [0017] 在605nm~700nm波段透过率为85%~100%；
- [0018] 在300nm~380nm波段透过率小于等于1%；
- [0019] 整体透射光谱的色坐标接近中心白点(0.333,0.333),即位于(0.333±0.005,0.333±0.005)范围内。
- [0020] 本发明中,两块镜片上的特殊膜系实现的光学特性与一般的无该膜系的防蓝光镜片有明显不同。一般的防蓝光镜片,只需要在短波蓝光波段(410nm~455nm)滤除部分能量的短波高能蓝光。而本发明一种色平衡的防蓝光眼镜装置中的镜片在可见光波段400nm~700nm范围内有着特殊的光谱调制特性和色平衡要求。
- [0021] (1) 在特定波段420nm~450nm波段透过率小于等于65%。该波段是白光LED光源高能蓝光辐射强度最高的波段,这个波段对人眼所造成的损害也就越大。如果我们把这个波段的能量有效地衰减,就可以让含有大量高能蓝光的白光LED光源对人眼的损害大大降低。然而,为了保证足够的蓝光透过率,我们也不能将该波段的透过率设定过低。因此,我们将该波段透过率设置为小于等于65%的范围,保证一定透过的同时尽可能减少高能蓝光对人眼的损害。
- [0022] (2) 在特定波段565nm~595nm波段透过率小于等于70%。该波段是前述(1)设定的高能蓝光特定波段的补色黄色波段,在滤除(1)设定的特殊波段后,为保证整体透过颜色不发生失真,必须要在565nm~595nm波段进行一定的衰减匹配。因此,我们将该波段透过率设置为小于等于70%的范围,以补偿滤除高能蓝光引起的色偏问题,呈现保真色平衡的可视世界。
- [0023] (3) 在460nm~555nm波段透过率大于等于85%。此波段的光谱特性设置是为了实现剩余蓝光波段和绿光波段能量透过镜片,从而不影响人眼对蓝色和绿色的色觉感知。
- [0024] (4) 在605nm~780nm波段透过率大于等于85%。此波段的光谱特性设置是为了实现红光波段能量透过镜片,从而不影响人眼的红色色觉感知。
- [0025] (5) 在300nm~380nm波段透过率小于等于1%。此波段的光谱特性设置是为了实现紫外波段能量的全截止,从而防止紫外光对人眼的损害,保护人眼。
- [0026] (6) 整体可见光波段400nm~700nm透射光谱的色坐标接近中心白点(0.333,0.333),即位于(0.333±0.005,0.333±0.005)范围内。此色坐标要求的设定,是为了更好的匹配色平衡,达到色彩保真的效果。
- [0027] 本发明一种色平衡的防蓝光眼镜装置的选择性透射的光学特性是通过在镜片表面沉积高低折射率介质膜堆(HL)^s来实现。此时的多层膜堆可以使得420nm~450nm波段、565nm~595nm波段能量有效衰减,从而减少高能蓝光对人眼的伤害而又补偿蓝光区域衰减所造成的色偏差,保证了色平衡的透过效果,同时剩余波段的光几乎可以高效通过,保证了

其余波段的颜色和信。镜片背面的宽波段减反膜系可以使得透过镜片的光线更多地进入人眼同时使得侧面大角度入射到镜片背面的能量不会进入人眼,从而避免了眩光等人眼不适情况,提高整体镜片的使用体验。

[0028] 本发明中,所述全介质多层膜堆由交替设置的高折射率材料膜层和低折射率材料膜层组成,作为进一步优选,所述的全介质多层膜堆中靠近镜片本体的第一层和最外层均为高折射率材料膜层;所述宽波段减反射多层膜堆由交替设置的高折射率材料膜层和低折射率材料膜层组成,最外层为低折射率材料膜层。

[0029] 一般的,(HL)^s膜系中,高折射率材料可以选择二氧化钛、二氧化铪,五氧化二钽、氮化硅、硫化锌;进一步优选为二氧化钛。低折射率材料可以选择二氧化硅、三氧化二铝、氟化镁或其他氟化物;进一步优选为二氧化硅。镜片材料可以选择白玻璃、K9玻璃、BK7玻璃、环氧树脂、ZF6玻璃、紫外熔融石英、ZF52、有机玻璃(亚克力、PMMA、聚甲基丙烯酸甲酯等)、CR-39(聚丙烯基二甘醇碳酸酯)、PC(聚乙碳酸酯)、PS(聚苯乙烯)。根据所选的高低折射率材料和镜片材料,可以根据所需要的透射光谱特性,优化设计出所需要的结构尺寸。

[0030] 一般的,宽波段减反膜系由高低折射率介质膜堆(HL)^s组成,高折射率材料可以选择二氧化钛、二氧化铪,五氧化二钽、氮化硅、硫化锌;进一步优选为二氧化钛。低折射率材料可以选择二氧化硅、三氧化二铝、氟化镁或其他氟化物;进一步优选为二氧化硅。

[0031] 作为优选,多层介质膜系中,高折射率材料选自二氧化钛、二氧化铪、五氧化二钽、氮化硅、硫化锌;也即所述高折射率材料膜层选自二氧化钛膜层、二氧化铪膜层、五氧化二钽膜层、氮化硅膜层、硫化锌膜层。所述低折射率材料选自二氧化硅、三氧化二铝、氟化镁,也即所述低折射率材料膜层选自二氧化硅膜层、三氧化二铝膜层、氟化镁膜层。作为优选,所述低折射率材料为二氧化硅;所述高折射率材料为二氧化钛;即所述的高折射率材料膜层选自二氧化钛膜层,所述低折射率材料膜层选自二氧化硅膜层。

[0032] 本发明提供了色平衡的防蓝光眼镜装备,包括上述任一技术方案所述的色平衡的防蓝光镜片。

[0033] 本发明还提供了一种色平衡的防蓝光眼镜的制备方法,包括如下步骤:

[0034] (1) 对于选定的高低折射率材料,镜片材料,根据确定的选择性透射衰减带的中心波长和带宽、其余波段的透射率要求以及色平衡要求,优化设计出具有选择透射衰减光谱特性的多层膜系以及可见光波段的宽波段减反射多层膜系;

[0035] (2) 根据需要,将两块镜片用乙醇、丙酮分别进行擦拭清洗;

[0036] (3) 将两块镜片同时置于真空镀膜设备中,控制沉积参数,在镜片的正面沉积由(1)设计所得的具有选择透射衰减光谱特性的多层介质膜系,得到全介质多层膜堆;

[0037] (4) 将两块镜片翻面置于真空镀膜设备中,控制沉积参数,在镜片的背面沉积由(1)设计所得的可见光宽波段减反射多层膜系,得到可见光波段的宽波段减反射多层膜堆。

[0038] (5) 得到色平衡的防蓝光镜片,将制备好的镜片安装在镜架上,配上镜脚,得到色平衡的防蓝光眼镜。

[0039] 作为优选的组合:所述高折射率材料为二氧化钛,所述低折射率材料为二氧化硅,所述镜片材料为白玻璃,所述全介质多层膜堆的层数为5~30层,高折射率材料层的单层层厚为1~140nm,低折射率材料层的单层层厚为10~250nm。

[0040] 作为更进一步优选,镜片正面沉积的全介质多层膜堆的沉积(厚度)参数为:

	膜层	材料	厚度/nm
[0041]	1	TiO ₂	118.81
	2	SiO ₂	26.21
	3	TiO ₂	37.87
	4	SiO ₂	74.26
	5	TiO ₂	16.96
	6	SiO ₂	62.02
[0042]	7	TiO ₂	31.82
	8	SiO ₂	73.54
	9	TiO ₂	31.32
	10	SiO ₂	52.44
	11	TiO ₂	21.61
	12	SiO ₂	67.48
	13	TiO ₂	34.49
	14	SiO ₂	38.1
	15	TiO ₂	16.82
	16	SiO ₂	150.34
	17	TiO ₂	2.56
	18	SiO ₂	221.34
	19	TiO ₂	80.92
	20	SiO ₂	25.22
	21	TiO ₂	21.59

[0043] 且整体透射光谱的色坐标为(0.332,0.337)。

[0044] 当选用宽波段减反射多层膜系的设计方案时,作为优选的组合:所述高折射率材料为二氧化钛,所述低折射率材料为二氧化硅,所述镜片材料为白玻璃,所述的宽波段减反射多层膜堆的层数为3~15层,每层高折射率材料的层厚为5~80nm,每层低折射率材料的层厚为5~120nm。

[0045] 作为进一步优选,镜片背面沉积的宽波段减反射多层膜堆的沉积(厚度)参数为:

[0046]

膜层	材料	厚度/nm
1	TiO ₂	7.29
2	SiO ₂	47.41
3	TiO ₂	24.18

4	SiO ₂	21.08
5	TiO ₂	72.88
6	SiO ₂	10.38
7	TiO ₂	29
8	SiO ₂	90.47

[0047] 本发明的色平衡的防蓝光镜片采用了双浅负滤光片的方法对特定的蓝光辐射峰值波段进行匹配过滤从而得到平衡的低能蓝光,同时滤除部分黄光光谱实现对滤除短波长蓝光光谱的有效补偿从而确保色彩不失真。本发明一种色平衡的防蓝光镜片保留了不失真的色彩效果,具有广阔的市场前景。

[0048] 本发明的镜片以及装备结构简单、性能稳定、环境友好,适合在LED光源环境或LED光源设备使用时使用,因而本发明可以为电子设备高使用群体提供一种色彩平衡色彩保真的护眼方案,极大避免了该群体因长时间高能蓝光引起的人眼损害。

[0049] 综上所述,本发明的色平衡的防蓝光眼镜装备,它巧妙滤除了对人眼有较大伤害的高能蓝光波段,同时采用滤除特定补色波段以补偿高能蓝光波段滤除对透过色彩的失真,从而实现了色平衡不失真的防蓝光保护。该设备大大提高了防蓝光眼镜设备的色彩呈现效果,确保了几乎全部的色彩信息,对长时间使用电子设备群体有着巨大的应用前景。而且,本发明的色平衡的防蓝光眼镜装备整体结构紧凑、制造过程简单,成本低,便于大规模、批量化生产。因此该发明有望在显示、生命医学等领域广泛应用。

附图说明

[0050] 图1为本发明色平衡的防蓝光眼镜的结构示意图,其中(a)为色平衡的防蓝光眼镜的立体图,(b)为色平衡的防蓝光眼镜的剖视图,(c)为色平衡的防蓝光眼镜的拆解图;

[0051] 图2为本发明色平衡的防蓝光眼镜的制造流程图;

[0052] 图3为本发明色平衡的防蓝光镜片优化过程中目标光谱;

[0053] 图4为本发明采用二氧化钛、二氧化硅作为高、低折射率材料,以白玻璃为镜片材料设计的色平衡的防蓝光眼镜正面背面均镀膜后的透射光谱。

具体实施方式

[0054] 下面结合附图对本发明进行进一步地详细说明。

[0055] 如图1中(a)~(c)所示,一种色平衡的防蓝光眼镜,由镜架1、固定在镜架1上的两块镜片2、两个镜脚3、多层膜堆4和多层膜堆5组成,其中多层膜堆4沉积在两块镜片2的正面(我们定义远离人眼睛的一侧为正面),多层膜堆5沉积在两块镜片2的背面,两块镜片可以是平光镜片、近视镜片或者远视镜片。

[0056] 本发明中,两块镜片上的特殊膜系实现的光学特性与一般的无该膜系的防蓝光镜片有明显不同。一般的防蓝光镜片,只需要在短波蓝光波段(410nm—455nm)滤除部分能量的短波高能蓝光。而本发明一种色平衡的防蓝光眼镜装置中的镜片在可见光波段400nm—700nm范围内有着特殊的光谱调制特性和色平衡要求。

[0057] 本发明的色平衡的防蓝光眼镜装备,它巧妙滤除了对人眼有较大伤害的高能蓝光波段,同时采用滤除特定补色波段以补偿高能蓝光波段滤除对透过色彩的失真,从而实现

了色平衡不失真的防蓝光保护。该设备大大提高现有防蓝光眼镜设备的色彩呈现效果,确保了几乎全部的色彩信息,对长时间使用电子设备群体有着巨大的应用前景。而且,本发明的色平衡的防蓝光眼镜装备整体结构紧凑、制造过程简单,成本低,便于大规模、批量化生产。因此该发明有望在显示、生命医学等领域广泛应用。

[0058] 本发明的色平衡的防蓝光镜片结构,也可用于其他设备中,比如带有镜片的头盔结构等。

[0059] 如图2所示,一种色平衡的防蓝光眼镜装备的制造方法,包括以下步骤:

[0060] 1) 选择高、低折射率材料、镜片材料,根据确定的选择性透射衰减带的中心波长和带宽、其余波段的透射率要求以及色平衡要求(可以根据需求者的定制参数确定,也可根据大量实验确定,本发明选用的参数均是通过大量的试样确定),优化设计出具有选择透射衰减光谱特性的多层膜系以及可见光宽波段减反膜系,从而采用现有的仿真软件得到多层膜系高、低折射率材料、镀膜顺序、镀膜厚度和镀膜层数等沉淀参数;

[0061] 优化设计过程中的目标透射光谱如图3所示。目标光谱设置为420nm—450nm范围内 $\leq 65\%$ 透射、565nm—595nm范围内 $\leq 70\%$ 透射、460nm—555nm范围内 $\geq 85\%$ 透射、605nm—700nm范围内 $\geq 85\%$ 透射、300nm—380nm范围内 $\leq 1\%$ 透射、整体透射光谱的色坐标位于 $(0.333 \pm 0.005, 0.333 \pm 0.005)$ 范围内。

[0062] 作为进一步优选的参数为:目标光谱设置为420nm~450nm范围内的透射率为55~65%、565nm~595nm范围内的透射率为60~70%、460nm~555nm范围内的透射率为85~100%、605nm~700nm范围内的透射率为85~100%、300nm~380nm范围内 $\leq 1\%$ 透射、整体透射光谱的色坐标位于 $(0.333 \pm 0.005, 0.333 \pm 0.005)$ 范围内,整体透射光谱的色坐标位于 $(0.333 \pm 0.005, 0.333 \pm 0.005)$ 范围内。

[0063] 本实施例中,高折射率材料为二氧化钛,低折射率材料为二氧化硅,镜片材料为白玻璃,由仿真方法得到的镜片正面沉积的具有选择衰减功能的多层介质膜系的沉积参数为:

膜层	材料	厚度/nm
1	TiO ₂	118.81
2	SiO ₂	26.21
3	TiO ₂	37.87
4	SiO ₂	74.26
5	TiO ₂	16.96
6	SiO ₂	62.02
7	TiO ₂	31.82
8	SiO ₂	73.54
9	TiO ₂	31.32
10	SiO ₂	52.44
11	TiO ₂	21.61
12	SiO ₂	67.48
13	TiO ₂	34.49
14	SiO ₂	38.1
15	TiO ₂	16.82
16	SiO ₂	150.34
17	TiO ₂	2.56
18	SiO ₂	221.34
19	TiO ₂	80.92
20	SiO ₂	25.22
21	TiO ₂	21.59

[0066] 在镜片背面,高折射率材料为二氧化钛,低折射率材料为二氧化硅,镜片背面沉积的可见波段宽波段减反膜系的沉积参数为:

[0067]

膜层	材料	厚度/nm
1	TiO ₂	7.29
2	SiO ₂	47.41
3	TiO ₂	24.18
4	SiO ₂	21.08
5	TiO ₂	72.88
6	SiO ₂	10.38
7	TiO ₂	29

8	SiO ₂	90.47
---	------------------	-------

[0068] 上述膜层参数中,第一层为靠近镜片的那层。

[0069] 2) 将两块镜片用乙醇、丙酮分别进行擦拭清洗;

[0070] 3) 将两块镜片同时置于真空镀膜设备中,控制沉积参数,在镜片的正面依次沉积由1)设计所得的具有选择衰减功能的多层介质膜系;

[0071] 4) 将两块镜片翻面置于真空镀膜设备中,控制沉积参数,在镜片的背面依次沉积由1)设计所得的可见光波段宽波段减反膜系。

[0072] 5) 将制备好的镜片安装在镜架上,配上镜脚,从而得到本发明一种色平衡的防蓝光眼镜装备。

[0073] 最后得到的色平衡的防蓝光镜片正面背面镀膜后的透射光谱如图4所示。可以看到,各透射截止带的光谱与目标光谱较为吻合,表现出良好的旁带过滤特性;高透波段的平均透射率大于85%,说明足够的光线能够进入镜片,而色坐标为(0.332,0.337)几乎与中心白点(0.333,0.333)重合,因而色平衡的防蓝光镜片具有良好的色彩不失真效果。

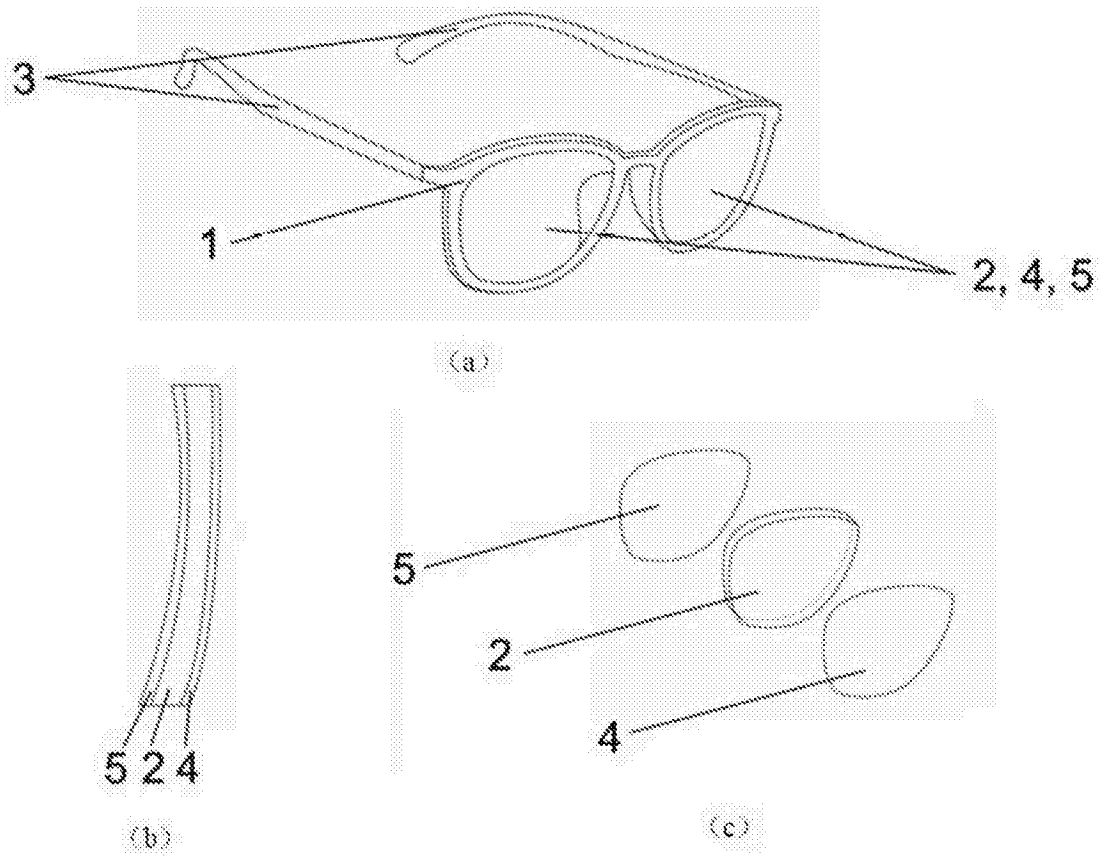


图1

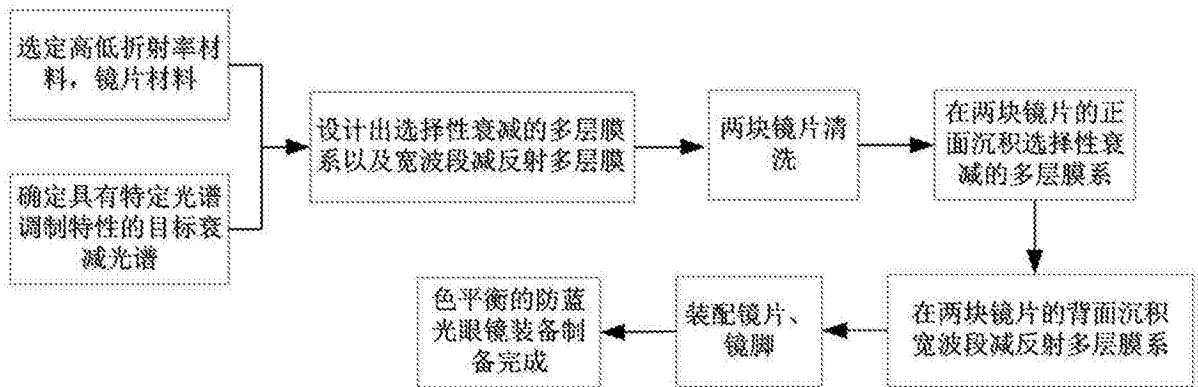


图2

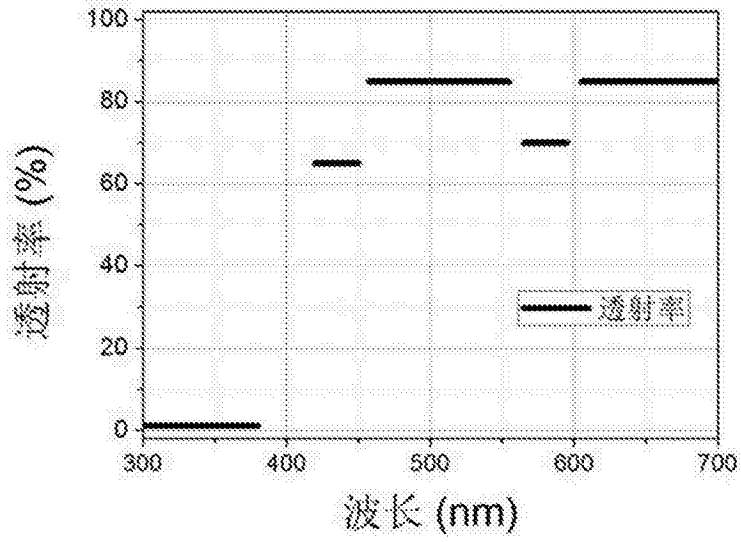


图3

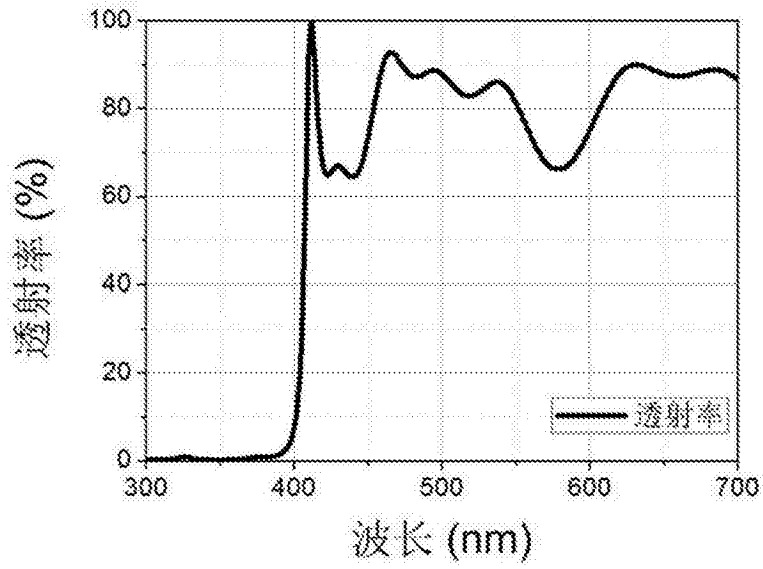


图4