



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209199930 U

(45)授权公告日 2019.08.02

(21)申请号 201821875729.3

(22)申请日 2018.11.14

(73)专利权人 华灿光电(浙江)有限公司

地址 322000 浙江省金华市义乌市苏溪镇
苏福路233号

(72)发明人 陈亮 马非凡 王江波

(74)专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

代理人 徐立

(51)Int.Cl.

H01L 27/32(2006.01)

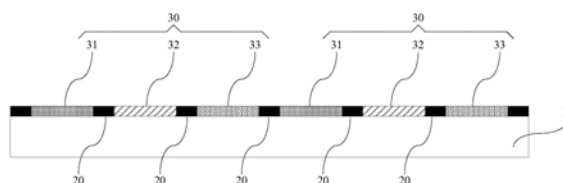
权利要求书2页 说明书31页 附图5页

(54)实用新型名称

一种应用于全彩显示的带通滤波器及全彩显示器件

(57)摘要

本实用新型公开了一种应用于全彩显示的带通滤波器及全彩显示器件,属于半导体技术领域。所述带通滤波器包括基板、黑色矩阵和多个像素单元;每个所述像素单元包括三种光学薄膜,所述三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜、透过绿光的第二光学薄膜和透过蓝光的第三光学薄膜;所述多个像素单元的光学薄膜间隔设置在所述基板上,相邻两个所述光学薄膜之间设有所述黑色矩阵。本实用新型通过采用光学薄膜代替滤光片分别透过红光、绿光和蓝光,利用光学薄膜对透过光的波长限定在实现上比滤光片精确,大大提高了全彩显示的实现效果,在满足全彩显示要求的情况下,降低了对LED或者OLED的要求和制作工艺的复杂度,有利于全彩显示的推广应用。



1. 一种应用于全彩显示的带通滤波器,其特征在于,所述带通滤波器包括基板、黑色矩阵和多个像素单元;每个所述像素单元包括三种光学薄膜,所述三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜、透过绿光的第二光学薄膜和透过蓝光的第三光学薄膜;所述多个像素单元的光学薄膜间隔设置在所述基板上,相邻两个所述光学薄膜之间设有所述黑色矩阵。

2. 根据权利要求1所述的带通滤波器,其特征在于,每个所述光学薄膜包括依次层叠在所述基板上的多个氧化物薄膜,相邻两个所述氧化物薄膜的材料的折射率不同,各个所述氧化物薄膜的厚度根据所述光学薄膜对各个波长的光线的反射率设定。

3. 根据权利要求2所述的带通滤波器,其特征在于,各个所述氧化物薄膜的厚度基于以下公式进行设定:

$$p_i \times e^{j\varphi_i} = \frac{r_i + r_{i-1} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}{1 + r_i \times r_{i-1} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}, i=1;$$

$$p_i \times e^{j\varphi_i} = \frac{r_i + k_{i-1} \times e^{j\varphi_{i-1}} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}{1 + r_i \times k_{i-1} \times e^{j\varphi_{i-1}} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}, 2 \leq i \leq N;$$

其中,所述光学薄膜对波长为 λ 的光线的反射率为光线射入所述光学薄膜经过的第N个氧化物薄膜的等效界面的反射系数,N为所述多个氧化物薄膜的数量; $p_i \times e^{j\varphi_i}$ 为光线射入所述光学薄膜经过的第i个氧化物薄膜的等效界面的反射系数,i为整数; r_i 为光线射入所述光学薄膜经过的第i个氧化物薄膜的菲涅尔系数, $r_i = \frac{\eta_{i+1} - \eta_{i-1}}{\eta_{i+1} + \eta_{i-1}}$;

式采用的系数,对p分量, $\eta_i = \frac{n_i}{\cos \theta_i}$,对s分量, $\eta_i = n_i \times \cos \theta_i$; n_i 为光线射入所述光学薄膜经过的第i个氧化物薄膜的材料的折射率, θ_i 为光线射入所述光学薄膜经过第i个氧化物薄膜时的折射角度, $n_0 \times \sin \theta_0 = n_{i-1} \times \sin \theta_{i-1} = n_i \times \sin \theta_i = n_{i+1} \times \sin \theta_{i+1}$, n_0 为所述基板的材料的折射率, θ_0 为光线射入所述光学薄膜的入射角度; δ_i 为光线射入所述光学薄膜经过的第i个氧化物薄膜的位相厚度, $\delta_i = \frac{2 \times \pi}{\lambda} \times n_i \times d_i \times \cos \theta_i$; d_i 为光线射入所述光学薄膜经过的第i个氧化物薄膜的厚度。

4. 根据权利要求2或3所述的带通滤波器,其特征在于,各个所述氧化物薄膜为二氧化硅(SiO₂)层、二氧化钛(TiO₂)层、五氧化二铌(Nb₂O₅)层或者五氧化二钽(Ta₂O₅)层。

5. 根据权利要求2或3所述的带通滤波器,其特征在于,所述多个氧化物薄膜的数量为20个~100个。

6. 根据权利要求1~3任一项所述的带通滤波器,其特征在于,所述黑色矩阵为金属薄膜或者碳黑层。

7. 根据权利要求1~3任一项所述的带通滤波器,其特征在于,所述基板为透明基板。

8. 根据权利要求7所述的带通滤波器,其特征在于,所述基板为玻璃基板或者蓝宝石基板。

9. 一种全彩显示器件,其特征在于,所述全彩显示器件包括如权利要求1~8任一项所

述的带通滤波器和多个白光OLED,所述带通滤波器包括基板、黑色矩阵和多个像素单元;每个所述像素单元包括三种光学薄膜,所述三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜、透过绿光的第二光学薄膜和透过蓝光的第三光学薄膜;所述多个像素单元的光学薄膜间隔设置在所述基板上,相邻两个所述光学薄膜之间设有所述黑色矩阵;所述多个白光OLED与所述多个像素单元的光学薄膜一一对应,每个所述白光OLED设置在对应的所述光学薄膜和所述基板之间。

10.一种全彩显示器件,其特征在于,所述全彩显示器件包括如权利要求1~8任一项所述的带通滤波器、多个蓝光LED和多个光转换层,所述带通滤波器包括基板、黑色矩阵和多个像素单元;每个所述像素单元包括三种光学薄膜,所述三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜、透过绿光的第二光学薄膜和透过蓝光的第三光学薄膜;所述多个像素单元的光学薄膜间隔设置在所述基板上,相邻两个所述光学薄膜之间设有所述黑色矩阵;所述多个蓝光LED与所述多个像素单元的光学薄膜一一对应,每个所述蓝光LED设置在对应的所述光学薄膜和所述基板之间;所述多个光转换层与所述多个蓝光LED一一对应,每个所述光转换层设置在对应的所述蓝光LED和所述光学薄膜之间,用于在蓝光的激发下发出与蓝光混合形成白光的光。

一种应用于全彩显示的带通滤波器及全彩显示器件

技术领域

[0001] 本实用新型涉及半导体技术领域,特别涉及一种应用于全彩显示的带通滤波器及全彩显示器件。

背景技术

[0002] 全彩发光二极管显示屏(英文:full color light emitting diode display screen)一般都是通过控制红绿蓝(英文:red green blue,简称:RGB)半导体发光二极管(英文:light emitting diode,简称:LED)实现全彩显示。全彩发光二极管显示屏由很多个RGB三色的LED组成,每个像素组合均有RGB三色的LED,通过各个像素组合中RGB三色的LED的亮灭来显示不同颜色的全彩画面。

[0003] 全彩发光二极管显示屏制作时需要把不同颜色的LED或者有机发光二极管(英文:organic light emitting diode,简称:OLED)依次转移到显示背板上,制作工艺复杂,而且对各个颜色的LED或者OLED的要求较高,以实现均匀显示。而如果利用不同颜色的滤光片(塑料或者玻璃片加入特种染料制成的)实现全彩显示,如在液晶显示器(英文:liquid crystal display,简称:LED)上设置不同颜色的滤光片,由于滤光片的带宽比较宽,因此最终的实现效果较差,无法满足全彩显示的要求。

实用新型内容

[0004] 本实用新型实施例提供了一种应用于全彩显示的带通滤波器及全彩显示器件,能够解决现有技术无法方便实现全彩显示的问题。所述技术方案如下:

[0005] 第一方面,本实用新型实施例提供了一种应用于全彩显示的带通滤波器,所述带通滤波器包括基板、黑色矩阵和多个像素单元;每个所述像素单元包括三种光学薄膜,所述三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜、透过绿光的第二光学薄膜和透过蓝光的第三光学薄膜;所述多个像素单元的光学薄膜间隔设置在所述基板上,相邻两个所述光学薄膜之间设有所述黑色矩阵。

[0006] 可选地,每个所述光学薄膜包括依次层叠在所述基板上的多个氧化物薄膜,相邻两个所述氧化物薄膜的材料的折射率不同,各个所述氧化物薄膜的厚度根据所述光学薄膜对各个波长的光线的反射率设定。

[0007] 优选地,各个所述氧化物薄膜的厚度基于以下公式进行设定:

$$[0008] \quad p_i \times e^{j\varphi_i} = \frac{r_i + r_{i-1} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}{1 + r_i \times r_{i-1} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}, i = 1;$$

$$[0009] \quad p_i \times e^{j\varphi_i} = \frac{r_i + k_{i-1} \times e^{j\varphi_{i-1}} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}{1 + r_i \times k_{i-1} \times e^{j\varphi_{i-1}} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}, 2 \leq i \leq N;$$

[0010] 其中,所述光学薄膜对波长为 λ 的光线的反射率为光线射入所述光学薄膜经过的第N个氧化物薄膜的等效界面的反射系数,N为所述多个氧化物薄膜的数量; $p_i \times e^{j\varphi_i}$ 为光线

射入所述光学薄膜经过的第*i*个氧化物薄膜的等效界面的反射系数,*i*为整数; r_i 为光线射入所述光学薄膜经过的第*i*个氧化物薄膜的菲涅尔系数, $r_i = \frac{\eta_{i+1} - \eta_{i-1}}{\eta_{i+1} + \eta_{i-1}}$; η_{i-1} 和 η_{i+1} 为简化菲涅尔公式采用的系数,对p分量, $\eta_i = \frac{n_i}{\cos \theta_i}$,对s分量, $\eta_i = n_i \times \cos \theta_i$; n_i 为光线射入所述光学薄膜经过的第*i*个氧化物薄膜的材料的折射率, θ_i 为光线射入所述光学薄膜经过第*i*个氧化物薄膜时的折射角度, $n_0 \times \sin \theta_0 = n_{i-1} \times \sin \theta_{i-1} = n_i \times \sin \theta_i = n_{i+1} \times \sin \theta_{i+1}$, n_0 为所述基板的材料的折射率, θ_0 为光线射入所述光学薄膜的入射角度; δ_i 为光线射入所述光学薄膜经过的第*i*个氧化物薄膜的位相厚度, $\delta_i = \frac{2 \times \pi}{\lambda} \times n_i \times d_i \times \cos \theta_i$; d_i 为光线射入所述光学薄膜经过的第*i*个氧化物薄膜的厚度。

[0011] 优选地,各个所述氧化物薄膜为二氧化硅(SiO₂)层、二氧化钛(TiO₂)层、五氧化二铌(Nb₂O₅)层或者五氧化二钽(Ta₂O₅)层。

[0012] 优选地,所述多个氧化物薄膜的数量为20个~100个。

[0013] 可选地,所述黑色矩阵为金属薄膜或者碳黑层。

[0014] 可选地,所述基板为透明基板。

[0015] 优选地,所述基板为玻璃基板或者蓝宝石基板。

[0016] 第二方面,本实用新型实施例提供了一种全彩显示器件,所述全彩显示器件包括如第一方面提供的带通滤波器和多个白光OLED,所述带通滤波器包括基板、黑色矩阵和多个像素单元;每个所述像素单元包括三种光学薄膜,所述三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜、透过绿光的第二光学薄膜和透过蓝光的第三光学薄膜;所述多个像素单元的光学薄膜间隔设置在所述基板上,相邻两个所述光学薄膜之间设有所述黑色矩阵;所述多个白光OLED与所述多个像素单元的光学薄膜一一对应,每个所述白光OLED设置在对应的所述光学薄膜和所述基板之间。

[0017] 第三方面,本实用新型实施例提供了一种全彩显示器件,所述全彩显示器件包括如第一方面提供的带通滤波器、多个蓝光LED和多个光转换层,所述带通滤波器包括基板、黑色矩阵和多个像素单元;每个所述像素单元包括三种光学薄膜,所述三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜、透过绿光的第二光学薄膜和透过蓝光的第三光学薄膜;所述多个像素单元的光学薄膜间隔设置在所述基板上,相邻两个所述光学薄膜之间设有所述黑色矩阵;所述多个蓝光LED与所述多个像素单元的光学薄膜一一对应,每个所述蓝光LED设置在对应的所述光学薄膜和所述基板之间;所述多个光转换层与所述多个蓝光LED一一对应,每个所述光转换层设置在对应的所述蓝光LED和所述光学薄膜之间,用于在蓝光的激发下发出与蓝光混合形成白光的光。

[0018] 本实用新型实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0019] 通过采用光学薄膜代替滤光片分别透过红光、绿光和蓝光,利用光学薄膜对透光的波长限定在实现上比滤光片精确,大大提高了全彩显示的实现效果,在满足全彩显示要求的情况下,降低了对LED或者OLED的要求和制作工艺的复杂度,有利于全彩显示的推广应用。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本实用新型实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1是本实用新型实施例提供的一种应用于全彩显示的带通滤波器的结构示意图;

[0022] 图2是本实用新型实施例提供的第一光学薄膜对各个波长的光的反射率的示意图;

[0023] 图3是本实用新型实施例提供的第二光学薄膜对各个波长的光的反射率的示意图;

[0024] 图4是本实用新型实施例提供的第三光学薄膜对各个波长的光的反射率的示意图;

[0025] 图5是本实用新型实施例提供的光学薄膜的结构示意图;

[0026] 图6是本实用新型实施例提供的一束光线在单层膜上进行多光束干涉的示意图;

[0027] 图7是本实用新型实施例提供的式子中各个参数的示意图;

[0028] 图8是本实用新型实施例提供的单层膜的等效界面;

[0029] 图9是本实用新型实施例提供的多层膜反射率递推的示意图;

[0030] 图10是本实用新型实施例提供的一种全彩显示器件的结构示意图;

[0031] 图11是本实用新型实施例提供的白光OLED的结构示意图;

[0032] 图12是本实用新型实施例提供的另一种全彩显示器件的结构示意图;

[0033] 图13是本实用新型实施例提供的蓝光LED的结构示意图。

具体实施方式

[0034] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本实用新型实施方式作进一步地详细描述。

[0035] 本实用新型实施例提供了一种应用于全彩显示的带通滤波器。图1为本实用新型实施例提供的一种应用于全彩显示的带通滤波器的结构示意图。参见图1,该带通滤波器包括基板10、黑色矩阵20和多个像素单元30。每个像素单元30包括三种光学薄膜,三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜31、透过绿光的第二光学薄膜32和透过蓝光的第三光学薄膜33。多个像素单元30的光学薄膜间隔设置在基板10上,相邻两个光学薄膜之间设有黑色矩阵20。

[0036] 在本实施例中,光学薄膜泛指在光学器件或光电子元器件表面用物理化学等方法沉积的、利用光的干涉现象以改变其光学特性来产生增透、反射、分光、分色、带通或截止等光学现象的各类膜系,具体是指由薄的分层介质(厚度一般在几十纳米至几百纳米之间)构成的,通过界面传输光束的一类光学介质材料形成的物质。

[0037] 以图1为例,多个像素单元30以阵列方式设置在基板10上。每个像素单元30包括第一光学薄膜31、第二光学薄膜32和第三光学薄膜33,第一光学薄膜31、第二光学薄膜32和第三光学薄膜33沿平行于基板10的直线方向依次设置在基板10上。第一光学薄膜31和第二光

学薄膜32之间的基板10上、第二光学薄膜32和第三光学薄膜33之间的基板10上、以及相邻两个像素单元30之间的基板10均设有黑色矩阵20。

[0038] 本实用新型实施例通过采用光学薄膜代替滤光片分别透过红光、绿光和蓝光,利用光学薄膜对透过光的波长限定在实现上比滤光片精确,大大提高了全彩显示的实现效果,在满足全彩显示要求的情况下,降低了对LED或者OLED的要求和制作工艺的复杂度,有利于全彩显示的推广应用。

[0039] 图2为本实用新型实施例提供的第一光学薄膜对各个波长的光的反射率的示意图。参见图2,在本实施例中,第一光学薄膜透过红光是指第一光学薄膜对红光的反射率低于对非红光的反射率,特别是第一光学薄膜对红光的反射率低于第一设定值,且第一光学薄膜对非红光的反射率高于第二设定值,第一设定值小于或等于第二设定值,以使透过第一光学薄膜的光呈现红色。其中,红光的波长范围为622纳米~760纳米,非红光的波长范围为小于622纳米或者大于760纳米。

[0040] 需要说明的是,红光的波长在一定的范围内,只要这个范围内一部分波长的红光可以透过第一光学薄膜,并且非红光不能透过第一光学薄膜,则透过第一光学薄膜的光就可以呈现出红色。因此第一光学薄膜透过红光具体是指对部分或全部红光的反射率低于第一设定值,且第一光学薄膜对全部非红光的反射率高于第二设定值。以图2为例,第一光学薄膜对光的反射率在光的波长从400纳米增大至615纳米的过程中保持为100%不变,在光的波长从615纳米增大至620纳米的过程中从100%线性减小至0,在光的波长从620纳米增大至630纳米的过程中保持为0不变,在光的波长从630纳米增大至635纳米的过程中从0线性增大至100%,在光的波长从635纳米增大至700纳米的过程中保持为100%不变,即第一光学薄膜只透过波长在620纳米~630纳米之间的红光。

[0041] 图3为本实用新型实施例提供的第二光学薄膜对各个波长的光的反射率的示意图。参见图3,在本实施例中,第二光学薄膜透过绿光是指第二光学薄膜对绿光的反射率低于对非绿光的反射率,特别是第二光学薄膜对绿光的反射率低于第一设定值,且第二光学薄膜对非绿光的反射率高于第二设定值,第一设定值小于或等于第二设定值,以使透过第二光学薄膜的光呈现绿色。其中,绿光的波长范围为492纳米~577纳米,非绿光的波长范围为小于492纳米或者大于577纳米。

[0042] 需要说明的是,绿光的波长在一定的范围内,只要这个范围内一部分波长的绿光可以透过第二光学薄膜,并且非绿光不能透过第二光学薄膜,则透过第二光学薄膜的光就可以呈现出绿色。因此第二光学薄膜透过绿光具体是指对部分或全部绿光的反射率低于第一设定值,且第二光学薄膜对全部非绿光的反射率高于第二设定值。以图3为例,第二光学薄膜对光的反射率在光的波长从400纳米增大至515纳米的过程中保持为100%不变,在光的波长从515纳米增大至520纳米的过程中从100%线性减小至0,在光的波长从520纳米增大至530纳米的过程中保持为0不变,在光的波长从530纳米增大至535纳米的过程中从0线性增大至100%,在光的波长从535纳米增大至700纳米的过程中保持为100%不变,即第二光学薄膜只透过波长在520纳米~530纳米之间的绿光。

[0043] 图4为本实用新型实施例提供的第三光学薄膜对各个波长的光的反射率的示意图。参见图4,在本实施例中,第三光学薄膜透过蓝光是指第三光学薄膜对蓝光的反射率低于对非蓝光的反射率,特别是第三光学薄膜对蓝光的反射率低于第一设定值,且第三光学

薄膜对非蓝光的反射率高于第二设定值,第一设定值小于或等于第二设定值,以使透过第三光学薄膜的光呈现蓝色。其中,蓝光的波长范围为455纳米~492纳米,非蓝光的波长范围为小于455纳米或者大于492纳米。

[0044] 需要说明的是,蓝光的波长在一定的范围内,只要这个范围内一部分波长的蓝光可以透过第三光学薄膜,并且非蓝光不能透过第三光学薄膜,则透过第三光学薄膜的光就可以呈现出蓝色。因此第三光学薄膜透过蓝光具体是指对部分或全部蓝光的反射率低于第一设定值,且第三光学薄膜对全部非蓝光的反射率高于第二设定值。以图4为例,第三光学薄膜对光的反射率在光的波长从400纳米增大至455纳米的过程中保持为100%不变,在光的波长从455纳米增大至460纳米的过程中从100%线性减小至0,在光的波长从460纳米增大至470纳米的过程中保持为0不变,在光的波长从470纳米增大至475纳米的过程中从0线性增大至100%,在光的波长从475纳米增大至700纳米的过程中保持为100%不变,即第三光学薄膜只透过波长在460纳米~470纳米之间的蓝光。

[0045] 图5为本实用新型实施例提供的光学薄膜的结构示意图。参见图5,光学薄膜34可以包括依次层叠的多个氧化物薄膜35,相邻两个氧化物薄膜35的材料的折射率不同,各个氧化物薄膜35的厚度根据光学薄膜对各个波长的光线的反射率设定。

[0046] 在本实施例中,氧化物薄膜是指氧化物沉积几十纳米至几百纳米厚度形成的膜系。

[0047] 在实际应用中,也可以通过选择不同材料的氧化物薄膜依次层叠,实现能够透过设定波长光的光学薄膜;还可以综合选择依次层叠的氧化物薄膜的材料和厚度,实现能够透过设定波长光的光学薄膜。由于通过选择氧化物薄膜的厚度实现光学薄膜的方式最为简单和方便,因此本实施例以通过选择氧化物薄膜的厚度实现光学薄膜的方式进行具体介绍,但不限于通过选择氧化物薄膜的厚度实现光学薄膜的方式。

[0048] 在具体实现中,各个氧化物薄膜35的厚度可以基于以下公式(1)和(2)进行设定:

$$[0049] \quad p_i \times e^{j\varphi_i} = \frac{r_i + r_{i-1} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}{1 + r_i \times r_{i-1} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}, i = 1; \quad (1)$$

$$[0050] \quad p_i \times e^{j\varphi_i} = \frac{r_i + k_{i-1} \times e^{j\varphi_{i-1}} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}{1 + r_i \times k_{i-1} \times e^{j\varphi_{i-1}} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}, 2 \leq i \leq N; \quad (2)$$

[0051] 其中,光学薄膜对波长为 λ 的光线的反射率为光线射入光学薄膜经过的第N个氧化物薄膜的等效界面的反射系数,N为多个氧化物薄膜的数量; $p_i \times e^{j\varphi_i}$ 为光线射入光学薄膜经过的第i个氧化物薄膜的等效界面的反射系数,i为整数; r_i 为光线射入光学薄膜经过的第i个氧化物薄膜的菲涅尔系数, $r_i = \frac{\eta_{i+1} - \eta_{i-1}}{\eta_{i+1} + \eta_{i-1}}$; η_{i-1} 和 η_{i+1} 为简化菲涅尔公式采用的系数,对

p分量, $\eta_i = \frac{n_i}{\cos \theta_i}$,对s分量, $\eta_i = n_i \times \cos \theta_i$; n_i 为光线射入光学薄膜经过的第i个氧化物薄膜的材料的折射率, θ_i 为光线射入光学薄膜经过第i个氧化物薄膜时的折射角度, $n_0 \times \sin \theta_0 = n_{i-1} \times \sin \theta_{i-1} = n_i \times \sin \theta_i = n_{i+1} \times \sin \theta_{i+1}$, n_0 为基板的材料的折射率, θ_0 为光线射入光学薄膜的入射角度; δ_i 为光线射入光学薄膜经过的第i个氧化物薄膜的位相厚度,

$\delta_i = \frac{2 \times \pi}{\lambda} \times n_i \times d_i \times \cos \theta_i$; d_i 为光线射入光学薄膜经过的第 i 个氧化物薄膜的厚度。

[0052] 基于以上内容,光学薄膜对波长为 λ 的光线的反射率为光线射入光学薄膜经过的第 N 个氧化物薄膜的等效界面的反射系数,而第 N 个氧化物薄膜的等效界面的反射系数与第 $N-1$ 个氧化物薄膜的等效界面的反射系数有关,第 $N-1$ 个氧化物薄膜的等效界面的反射系数与第 $N-2$ 个氧化物薄膜的等效界面的反射系数有关,……,第 2 个氧化物薄膜的等效界面的反射系数与第 1 个氧化物薄膜的等效界面的反射系数有关,因此光学薄膜对波长为 λ 的光线的反射率与所有氧化物薄膜的等效界面的反射系数有关。同时各个氧化物薄膜的等效界面的反射系数与各自的菲涅尔系数和位相厚度有关,而各个氧化物薄膜的菲涅尔系数与各自的材料的折射率和光线的折射角度有关,各个氧化物薄膜的位相厚度与各自的厚度、材料的折射率、以及光线的折射角度和波长有关,所以光学薄膜对波长为 λ 的光线的反射率实质上与光线的波长、以及所有氧化物薄膜的厚度和材料的折射率有关。

[0053] 具体实现时,光线的波长和对应的反射率的范围是确定的,根据上述内容,在选定氧化物薄膜的材料和数量之后,即可得到各个氧化物薄膜的厚度,实现光学薄膜的功能,即透射波长在设定范围内的入射光线,同时反射波长在设定范围外的入射光线。

[0054] 下面再说明一下上述公式的由来:

[0055] 首先从相对简单的单层膜开始,图 6 为本实用新型实施例提供的一束光线在单层膜上进行多光束干涉的示意图,参见图 6,光线从某个介质射入单层膜,经过单层膜后射出到另一个介质,光线在射入单层膜的第一交界面和从单层膜射出的第二交界面会同时发生反射和折射,从而产生一组反射光束 1、2、3、4、……和一组透射光束 1'、2'、3'、4'、……。

[0056] 如果入射光线的振幅为 E_0 ,则各个反射光束的振幅依次如以下式子 (3) - (6) 所示:

$$[0057] \quad E_1 = r_1^+ \times E_0; \quad (3)$$

$$[0058] \quad E_2 = t_1^+ \times r_2^+ \times t_1^- \times e^{-j(2 \times \delta)} \times E_0; \quad (4)$$

$$[0059] \quad E_3 = t_1^+ \times r_2^+ \times r_1^- \times r_2^+ \times t_1^- \times e^{-j(4 \times \delta)} \times E_0; \quad (5)$$

$$[0060] \quad E_4 = t_1^+ \times r_2^+ \times r_1^- \times r_2^+ \times r_1^- \times r_2^+ \times t_1^- \times e^{-j(6 \times \delta)} \times E_0; \quad (6)$$

[0061] ……

[0062] 其中, E_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 、……依次为反射光束 1、2、3、4、……的振幅;图 7 为本实用新型实施例提供的上述式子中各个参数的示意图,参见图 7, t_1^+ 为光线在第一交界面射入单层膜的透射系数, r_1^+ 为光线在第一交界面射入单层膜的反射系数, r_1^- 为光线在第一交界面从单层膜射出的反射系数, t_1^- 为光线在第一交界面从单层膜射出的透射系数, t_2^+ 为光线在第二交界面从单层膜射出的透射系数, r_2^- 为光线在第二交界面射入单层膜的反射系数, r_2^+ 为光线在第二交界面从单层膜射出的反射系数, t_2^- 为光线在第二交界面射入单层膜的透射系数; δ 为单层膜的位相厚度, $\delta = \frac{2 \times \pi}{\lambda} \times n \times d \times \cos \theta$, 如图 6 所示, d 为单层膜的厚度, n 为单层

膜的材料的折射率, θ 为在单层膜中的折射角度,即相邻两个光束之间的位相差为 $2 \times \delta$ 。

[0063] 根据斯托克斯定律可知, $r^+ = -r^-$, $(r^+)^2 + t^+ \times t^- = 1$ 。

[0064] 因此反射光线的合振幅 E_R 如以下式子 (7) 所示:

$$[0065] \quad E_R = \sum_{i=1}^{\infty} E_i = \left(r_1^+ + \frac{t_1^+ \times r_2^+ \times t_1^- \times e^{-j(2 \times \delta)}}{1 - r_2^+ \times t_1^- \times e^{-j(2 \times \delta)}} \right) \times E_0 = \frac{r_1^+ + r_2^+ \times e^{-j(2 \times \delta)}}{1 - r_2^+ \times t_1^- \times e^{-j(2 \times \delta)}} \times E_0. \quad (7)$$

[0066] 进而单层膜的反射系数 r 如以下式子(8)所示:

$$[0067] \quad r = \frac{E_R}{E_0} = \frac{r_1^+ + r_2^+ \times e^{-j(2 \times \delta)}}{1 - r_2^+ \times t_1^- \times e^{-j(2 \times \delta)}}. \quad (8)$$

[0068] 由此可见,单层膜的反射系数是一个复数,可以写成如以下式子(9)所示:

$$[0069] \quad r = \rho \times e^{j \times \varphi_r} = \frac{r_1^+ + r_2^+ \times e^{-j(2 \times \delta)}}{1 - r_2^+ \times t_1^- \times e^{-j(2 \times \delta)}}; \quad (9)$$

[0070] 其中, φ_r 为反射光线的相移,表示反射光线的位相落后于入射光线的值,可以写成如以下式子(10)所示:

$$[0071] \quad \varphi_r = \arctan \frac{-r_2^+ \times \left[1 - (r_1^+)^2 \right] \times \sin(2 \times \delta)}{r_1^+ \times \left[1 + (r_2^+)^2 \right] + r_2^+ \times \left[1 + (r_1^+)^2 \right] \times \cos(2 \times \delta)}. \quad (10)$$

[0072] 因此单层膜的反射率 R 可以如以下式子(11)所示:

$$[0073] \quad R = r \times r^* = \frac{(r_1^+)^2 + (r_2^+)^2 + 2 \times r_1^+ \times r_2^+ \times \cos(2 \times \delta)}{1 + (r_1^+)^2 \times (r_2^+)^2 + 2 \times r_1^+ \times r_2^+ \times \cos(2 \times \delta)}. \quad (11)$$

[0074] 图8为本实用新型实施例提供的单层膜的等效界面,参见图8,采用一个等效界面代替单层膜的两个交界面,假设单层膜的折射率为 n_i ,入射介质的折射率为 n_{i-1} ,出射介质的折射率为 n_{i+1} ,膜的位相厚度为 δ_i ,光线射入单层膜的交界面的反射系数为 r_{i-1} ,光线从单层膜射出的交界面的反射系数为 r_i ,则这个等效界面的反射系数可以如以下式子(12)所示:

$$[0075] \quad p_i \times e^{j \varphi_i} = \frac{r_i + r_{i-1} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}{1 + r_i \times r_{i-1} \times e^{-j(2 \times \delta_i)}}. \quad (12)$$

[0076] 参照这样的处理,将单层膜反射率的计算推广到多层膜。图9为本实用新型实施例提供的多层膜反射率递推的示意图,参见图9,首先从光线射入的第1个膜开始,将第1个膜的两个界面(r_0 和 r_1)等效为一个界面(反射系数为 $p_1 \times e^{j \varphi_1}$),再将这个等效界面(反射系数为 $p_1 \times e^{j \varphi_1}$)和第2个膜之前没有进行等效的界面(r_2)等效为一个界面(反射系数为 $p_2 \times e^{j \varphi_2}$),然后将这个等效界面(反射系数为 $p_2 \times e^{j \varphi_2}$)和第3个膜之前没有进行等效的界面(r_3)等效为一个界面(反射系数为 $p_3 \times e^{j \varphi_3}$),这样按照光线射入的顺序依次递推,直到将等效界面(反射系数为 $p_{N-1} \times e^{j \varphi_{N-1}}$)和第 N 个膜之前没有进行等效的界面(r_N)等效为一个界面(反射系数为 $p_N \times e^{j \varphi_N}$),进而可以得到如下公式(13)–(16):

$$[0077] \quad p_1 \times e^{j \varphi_1} = \frac{r_1 + r_0 \times e^{-j(2 \times \delta_1)}}{1 + r_1 \times r_0 \times e^{-j(2 \times \delta_1)}}; \quad (13)$$

$$[0078] \quad p_2 \times e^{j\varphi_2} = \frac{r_2 + k_1 \times e^{j\varphi_1} \times e^{-j(2 \times \delta_2)}}{1 + r_2 \times k_1 \times e^{j\varphi_1} \times e^{-j(2 \times \delta_2)}}; \quad (14)$$

$$[0079] \quad p_3 \times e^{j\varphi_3} = \frac{r_3 + k_2 \times e^{j\varphi_2} \times e^{-j(2 \times \delta_3)}}{1 + r_3 \times k_2 \times e^{j\varphi_2} \times e^{-j(2 \times \delta_3)}}; \quad (15)$$

[0080]

$$[0081] \quad p_N \times e^{j\varphi_N} = \frac{r_N + k_{N-1} \times e^{j\varphi_{N-1}} \times e^{-j(2 \times \delta_N)}}{1 + r_N \times k_{N-1} \times e^{j\varphi_{N-1}} \times e^{-j(2 \times \delta_N)}}; \quad (16)$$

[0082] 即上述用于设定各个氧化物薄膜的厚度的公式(1)和(2)。

[0083] 可选地,各个氧化物薄膜35可以为二氧化硅(SiO₂)层、二氧化钛(TiO₂)层、五氧化二铌(Nb₂O₅)层或者五氧化二钽(Ta₂O₅)层,实现成本低。

[0084] 例如,光学薄膜由两种氧化物薄膜交替层叠形成,一种氧化物薄膜为二氧化钛层,另一种氧化物薄膜为二氧化硅层。

[0085] 可选地,多个氧化物薄膜35的数量可以为20个~100个。在精确控制光学薄膜透射光波长的情况下,尽量避免氧化物薄膜的数量过多而造成工艺复杂,增加制造成本。

[0086] 例如,第一光学薄膜31包括依次层叠的96个氧化物薄膜,第奇数个(包括第1个,第3个,……,第95个)层叠的氧化物薄膜为二氧化硅层,第偶数个(包括第2个,第4个,……,第96个)层叠的氧化物薄膜为二氧化钛层。各个氧化物薄膜的厚度如下表一所示:

[0087] 表一

[0088]

层叠顺序	材料	厚度（单位： 纳米）	层叠顺序	材料	厚度（单位： 纳米）
第 1 个层叠	二氧化硅	69.78	第 49 个层叠	二氧化硅	91.58
第 2 个层叠	二氧化钛	43.43	第 50 个层叠	二氧化钛	58
第 3 个层叠	二氧化硅	69.78	第 51 个层叠	二氧化硅	91.58
第 4 个层叠	二氧化钛	43.43	第 52 个层叠	二氧化钛	58
第 5 个层叠	二氧化硅	69.78	第 53 个层叠	二氧化硅	91.58
第 6 个层叠	二氧化钛	43.43	第 54 个层叠	二氧化钛	58
第 7 个层叠	二氧化硅	69.78	第 55 个层叠	二氧化硅	91.58
第 8 个层叠	二氧化钛	43.43	第 56 个层叠	二氧化钛	58
第 9 个层叠	二氧化硅	69.78	第 57 个层叠	二氧化硅	91.58
第 10 个层叠	二氧化钛	43.43	第 58 个层叠	二氧化钛	58
第 11 个层叠	二氧化硅	69.78	第 59 个层叠	二氧化硅	91.58
第 12 个层叠	二氧化钛	43.43	第 60 个层叠	二氧化钛	58
第 13 个层叠	二氧化硅	69.78	第 61 个层叠	二氧化硅	91.58
第 14 个层叠	二氧化钛	43.43	第 62 个层叠	二氧化钛	58
第 15 个层叠	二氧化硅	69.78	第 63 个层叠	二氧化硅	91.58
第 16 个层叠	二氧化钛	43.43	第 64 个层叠	二氧化钛	58
第 17 个层叠	二氧化硅	69.78	第 65 个层叠	二氧化硅	124.99
第 18 个层叠	二氧化钛	43.43	第 66 个层叠	二氧化钛	77.79
第 19 个层叠	二氧化硅	69.78	第 67 个层叠	二氧化硅	124.99
第 20 个层叠	二氧化钛	43.43	第 68 个层叠	二氧化钛	77.79

[0089]

第 21 个层叠	二氧化硅	69.78	第 69 个层叠	二氧化硅	124.99
第 22 个层叠	二氧化钛	43.43	第 70 个层叠	二氧化钛	77.79
第 23 个层叠	二氧化硅	69.78	第 71 个层叠	二氧化硅	124.99
第 24 个层叠	二氧化钛	43.43	第 72 个层叠	二氧化钛	77.79
第 25 个层叠	二氧化硅	69.78	第 73 个层叠	二氧化硅	124.99
第 26 个层叠	二氧化钛	43.43	第 74 个层叠	二氧化钛	77.79
第 27 个层叠	二氧化硅	69.78	第 75 个层叠	二氧化硅	124.99
第 28 个层叠	二氧化钛	43.43	第 76 个层叠	二氧化钛	77.79
第 29 个层叠	二氧化硅	69.78	第 77 个层叠	二氧化硅	124.99
第 30 个层叠	二氧化钛	43.43	第 78 个层叠	二氧化钛	77.79
第 31 个层叠	二氧化硅	69.78	第 79 个层叠	二氧化硅	124.99
第 32 个层叠	二氧化钛	43.43	第 80 个层叠	二氧化钛	77.79
第 33 个层叠	二氧化硅	91.58	第 81 个层叠	二氧化硅	124.99
第 34 个层叠	二氧化钛	58	第 82 个层叠	二氧化钛	77.79
第 35 个层叠	二氧化硅	91.58	第 83 个层叠	二氧化硅	124.99
第 36 个层叠	二氧化钛	58	第 84 个层叠	二氧化钛	77.79
第 37 个层叠	二氧化硅	91.58	第 85 个层叠	二氧化硅	124.99
第 38 个层叠	二氧化钛	58	第 86 个层叠	二氧化钛	77.79
第 39 个层叠	二氧化硅	91.58	第 87 个层叠	二氧化硅	124.99
第 40 个层叠	二氧化钛	58	第 88 个层叠	二氧化钛	77.79
第 41 个层叠	二氧化硅	91.58	第 89 个层叠	二氧化硅	124.99
第 42 个层叠	二氧化钛	58	第 90 个层叠	二氧化钛	77.79
第 43 个层叠	二氧化硅	91.58	第 91 个层叠	二氧化硅	124.99
第 44 个层叠	二氧化钛	58	第 92 个层叠	二氧化钛	77.79
第 45 个层叠	二氧化硅	91.58	第 93 个层叠	二氧化硅	124.99
第 46 个层叠	二氧化钛	58	第 94 个层叠	二氧化钛	77.79
第 47 个层叠	二氧化硅	91.58	第 95 个层叠	二氧化硅	124.99
第 48 个层叠	二氧化钛	58	第 96 个层叠	二氧化钛	77.79

[0090] 按照上述公式计算出第一光学薄膜对各个波长的光线的反射率如下表二所示：

[0091] 表二

[0092]

波长 (纳米)	反射率 (%)	波长 (纳米)	反射率 (%)	波长 (纳米)	反射率 (%)
401	99.295	501	98.04304	601	99.9636
402	99.30247	502	97.49661	602	99.95171
403	99.30993	503	96.58025	603	99.93373
404	99.31741	504	94.99068	604	99.90435
405	99.32492	505	92.3326	605	99.85406
406	99.33247	506	89.25178	606	99.77385
407	99.34009	507	89.313	607	99.69201
408	99.3478	508	92.58303	608	99.69208
409	99.35562	509	95.35771	609	99.75902
410	99.36356	510	96.96525	610	99.81904
411	99.37163	511	97.86152	611	99.84112
412	99.37951	512	98.38139	612	99.83287
413	99.38738	513	98.6972	613	99.81244
414	99.39541	514	98.8956	614	99.77943
415	99.40361	515	99.02177	615	99.72896
416	99.41201	516	99.10034	616	99.6488
417	99.42059	517	99.14503	617	99.5102
418	99.42936	518	99.16345	618	99.23837
419	99.43833	519	99.15934	619	98.60067
420	99.4475	520	99.13372	620	96.65225
421	99.45281	521	99.0853	621	87.72462
422	99.45551	522	99.00927	622	33.28637
423	99.4583	523	98.89559	623	2.83808
424	99.46116	524	98.7375	624	10.34532
425	99.4641	525	98.51869	625	80.4637
426	99.46712	526	98.21608	626	95.37941
427	99.47021	527	97.80127	627	98.04983
428	99.47341	528	97.2532	628	98.7763
429	99.47671	529	96.6022	629	99.00911

[0093]

430	99.48009	530	96.01546	630	99.05862
431	99.48354	531	95.8076	631	99.00991
432	99.48707	532	96.156	632	98.88435
433	99.49067	533	96.84873	633	98.69214
434	99.50616	534	97.5591	634	98.42287
435	99.52194	535	98.13009	635	98.04061
436	99.53804	536	98.54713	636	97.52795
437	99.55443	537	98.84287	637	96.91417
438	99.57115	538	99.05238	638	96.34289
439	99.58817	539	99.20226	639	96.06412
440	99.60549	540	99.31077	640	96.21404
441	99.62317	541	99.38833	641	96.64864
442	99.6269	542	99.44386	642	97.12947
443	99.62907	543	99.48443	643	97.51994
444	99.63124	544	99.51338	644	97.7841
445	99.6334	545	99.53297	645	97.92685
446	99.63556	546	99.54469	646	97.95878
447	99.63773	547	99.54948	647	97.88342
448	99.63989	548	99.5478	648	97.69454
449	99.64206	549	99.53974	649	97.37861
450	99.64242	550	99.52506	650	96.92552
451	99.63846	551	99.50313	651	96.35802
452	99.63428	552	99.47296	652	95.78408
453	99.62979	553	99.43309	653	95.41963
454	99.62488	554	99.38159	654	95.4631
455	99.62042	555	99.31603	655	95.89218
456	99.61584	556	99.23362	656	96.49548
457	99.61078	557	99.13184	657	97.08128
458	99.60536	558	99.00989	658	97.56578
459	99.59957	559	98.8719	659	97.93817

[0094]

460	99.5934	560	98.73193	660	98.21488
461	99.5868	561	98.61848	661	98.41655
462	99.57968	562	98.57	662	98.56043
463	99.57185	563	98.61424	663	98.6591
464	99.5625	564	98.74486	664	98.72099
465	99.5537	565	98.92414	665	98.75113
466	99.54663	566	99.11005	666	98.75173
467	99.53725	567	99.27626	667	98.72236
468	99.52676	568	99.41339	668	98.65978
469	99.5152	569	99.52205	669	98.55732
470	99.50245	570	99.60671	670	98.40345
471	99.48829	571	99.67245	671	98.17947
472	99.47248	572	99.72372	672	97.85566
473	99.45468	573	99.76357	673	97.38555
474	99.43445	574	99.7949	674	96.70038
475	99.41123	575	99.82018	675	95.74477
476	99.38426	576	99.84085	676	94.52296
477	99.35248	577	99.85798	677	93.20179
478	99.31444	578	99.87236	678	92.41074
479	99.26801	579	99.88463	679	92.7621
480	99.21001	580	99.89527	680	93.97472
481	99.13551	581	99.90467	681	95.30382
482	99.03644	582	99.91315	682	96.3656
483	98.92468	583	99.92096	683	97.1219
484	98.7641	584	99.9283	684	97.64205
485	98.51276	585	99.93537	685	97.9974
486	98.08324	586	99.94243	686	98.2396
487	97.2495	587	99.95003	687	98.40256
488	95.27527	588	99.95907	688	98.50788
489	88.77286	589	99.97033	689	98.56903

[0095]

490	60.9669	590	99.98424	690	98.59415
491	78.13477	591	99.99408	691	98.5877
492	93.35508	592	99.99394	692	98.55141
493	96.77578	593	99.99351	693	98.48482
494	97.91172	594	99.99271	694	98.38553
495	98.38192	595	99.99145	695	98.25089
496	98.58732	596	99.98959	696	98.07336
497	98.65769	597	99.98695	697	97.84597
498	98.6392	598	99.98332	698	97.56207
499	98.54308	599	99.97847	699	97.21879
500	98.35826	600	99.9721	700	96.82384

[0096] 参见表二,第一光学薄膜对光的反射率在光的波长从400纳米增大至620纳米的过程中保持在95%以上,在光的波长从620纳米增大至623纳米的过程中从95%以上减小至5%以下,在光的波长从623纳米增大至626纳米的过程中从5%以下增大至95%以上,在光的波长从626纳米增大至700纳米的过程中保持在95%以上,因此第一光学薄膜只能通过波长在623纳米左右的红光。

[0097] 第二光学薄膜32包括依次层叠的64个氧化物薄膜,第奇数个(包括第1个,第3个,……,第63个)层叠的氧化物薄膜为二氧化硅层,第偶数个(包括第2个,第4个,……,第64个)层叠的氧化物薄膜为二氧化钛层。各个氧化物薄膜的厚度如下表三所示:

[0098] 表三

[0099]

层叠顺序	材料	厚度（单位： 纳米）	层叠顺序	材料	厚度（单位： 纳米）
第 1 个层叠	二氧化硅	75.88	第 33 个层叠	二氧化硅	104.93
第 2 个层叠	二氧化钛	47.23	第 34 个层叠	二氧化钛	65.31
第 3 个层叠	二氧化硅	75.88	第 35 个层叠	二氧化硅	104.93
第 4 个层叠	二氧化钛	47.23	第 36 个层叠	二氧化钛	65.31
第 5 个层叠	二氧化硅	75.88	第 37 个层叠	二氧化硅	104.93
第 6 个层叠	二氧化钛	47.23	第 38 个层叠	二氧化钛	65.31
第 7 个层叠	二氧化硅	75.88	第 39 个层叠	二氧化硅	104.93
第 8 个层叠	二氧化钛	47.23	第 40 个层叠	二氧化钛	65.31
第 9 个层叠	二氧化硅	75.88	第 41 个层叠	二氧化硅	104.93

[0100]

第 10 个层叠	二氧化钛	47.23	第 42 个层叠	二氧化钛	65.31
第 11 个层叠	二氧化硅	75.88	第 43 个层叠	二氧化硅	104.93
第 12 个层叠	二氧化钛	47.23	第 44 个层叠	二氧化钛	65.31
第 13 个层叠	二氧化硅	75.88	第 45 个层叠	二氧化硅	104.93
第 14 个层叠	二氧化钛	47.23	第 46 个层叠	二氧化钛	65.31
第 15 个层叠	二氧化硅	75.88	第 47 个层叠	二氧化硅	104.93
第 16 个层叠	二氧化钛	47.23	第 48 个层叠	二氧化钛	65.31
第 17 个层叠	二氧化硅	75.88	第 49 个层叠	二氧化硅	104.93
第 18 个层叠	二氧化钛	47.23	第 50 个层叠	二氧化钛	65.31
第 19 个层叠	二氧化硅	75.88	第 51 个层叠	二氧化硅	104.93
第 20 个层叠	二氧化钛	47.23	第 52 个层叠	二氧化钛	65.31
第 21 个层叠	二氧化硅	75.88	第 53 个层叠	二氧化硅	104.93
第 22 个层叠	二氧化钛	47.23	第 54 个层叠	二氧化钛	65.31
第 23 个层叠	二氧化硅	75.88	第 55 个层叠	二氧化硅	104.93
第 24 个层叠	二氧化钛	47.23	第 56 个层叠	二氧化钛	65.31
第 25 个层叠	二氧化硅	75.88	第 57 个层叠	二氧化硅	104.93
第 26 个层叠	二氧化钛	47.23	第 58 个层叠	二氧化钛	65.31
第 27 个层叠	二氧化硅	75.88	第 59 个层叠	二氧化硅	104.93
第 28 个层叠	二氧化钛	47.23	第 60 个层叠	二氧化钛	65.31
第 29 个层叠	二氧化硅	75.88	第 61 个层叠	二氧化硅	104.93
第 30 个层叠	二氧化钛	47.23	第 62 个层叠	二氧化钛	65.31
第 31 个层叠	二氧化硅	75.88	第 63 个层叠	二氧化硅	104.93
第 32 个层叠	二氧化钛	47.23	第 64 个层叠	二氧化钛	65.31

[0101] 按照上述公式计算出第二光学薄膜对各个波长的光线的反射率如下表四所示：

[0102] 表四

[0103]

波长（纳米）	反射率（%）	波长（纳米）	反射率（%）	波长（纳米）	反射率（%）
401	99.05291	501	99.71224	601	99.99988
402	99.14575	502	99.71166	602	99.99986
403	99.21052	503	99.71045	603	99.99984
404	99.25878	504	99.70859	604	99.99981

[0104]

405	99.29677	505	99.70602	605	99.99978
406	99.32793	506	99.70265	606	99.99974
407	99.35438	507	99.69825	607	99.9997
408	99.3774	508	99.69245	608	99.99966
409	99.39798	509	99.68454	609	99.99963
410	99.41677	510	99.67312	610	99.99962
411	99.43411	511	99.65507	611	99.96002
412	99.44957	512	99.62283	612	99.89066
413	99.46359	513	99.5594	613	99.83804
414	99.47662	514	99.45613	614	99.80183
415	99.48884	515	99.40424	615	99.77878
416	99.50043	516	99.42878	616	99.76503
417	99.5115	517	99.44069	617	99.75723
418	99.52217	518	99.42058	618	99.75292
419	99.53252	519	99.36763	619	99.75039
420	99.54262	520	99.27212	620	99.74851
421	99.5491	521	99.10556	621	99.74655
422	99.55313	522	98.79573	622	99.744
423	99.55704	523	98.14405	623	99.74055
424	99.56082	524	96.40699	624	99.73595
425	99.56449	525	89.51032	625	99.73
426	99.56805	526	45.24028	626	99.72254
427	99.57154	527	0.990814	627	99.71339
428	99.57497	528	23.73727	628	99.70236
429	99.57836	529	87.6022	629	99.68924
430	99.58173	530	96.60254	630	99.67378
431	99.5851	531	98.39595	631	99.65565
432	99.58846	532	98.97131	632	99.6345
433	99.59185	533	99.20766	633	99.61407
434	99.6046	534	99.31353	634	99.59421

[0105]

435	99.61757	535	99.35517	635	99.57038
436	99.63077	536	99.35693	636	99.54203
437	99.6442	537	99.32699	637	99.50844
438	99.65788	538	99.26492	638	99.46874
439	99.67181	539	99.16327	639	99.42187
440	99.68599	540	99.0056	640	99.36654
441	99.70045	541	98.76287	641	99.30119
442	99.70372	542	98.38383	642	99.22403
443	99.70577	543	97.77922	643	99.13305
444	99.70788	544	96.84549	644	99.02613
445	99.71003	545	95.68921	645	98.90136
446	99.71224	546	95.15099	646	98.75741
447	99.71451	547	95.9575	647	98.59455
448	99.71683	548	97.2095	648	98.41586
449	99.71922	549	98.1367	649	98.22884
450	99.72026	550	98.70828	650	98.04659
451	99.718	551	99.05452	651	97.88754
452	99.71573	552	99.27034	652	97.77225
453	99.71343	553	99.40982	653	97.71749
454	99.71111	554	99.50281	654	97.72999
455	99.70877	555	99.56618	655	97.80389
456	99.70639	556	99.60977	656	97.92362
457	99.70399	557	99.63947	657	98.06995
458	99.70157	558	99.65894	658	98.22559
459	99.69911	559	99.6704	659	98.37789
460	99.69662	560	99.67517	660	98.51919
461	99.6941	561	99.67394	661	98.64574
462	99.69153	562	99.66687	662	98.75644
463	99.68893	563	99.6537	663	98.85171
464	99.68628	564	99.63369	664	98.93274

[0106]

465	99.68361	565	99.6056	665	99.00096
466	99.68105	566	99.56753	666	99.05787
467	99.67849	567	99.51689	667	99.10481
468	99.67589	568	99.45029	668	99.14297
469	99.67323	569	99.36408	669	99.17334
470	99.67053	570	99.25608	670	99.19673
471	99.66777	571	99.13054	671	99.21377
472	99.66495	572	99.0077	672	99.22494
473	99.66206	573	98.93094	673	99.23056
474	99.6591	574	98.94826	674	99.23082
475	99.65607	575	99.06879	675	99.22989
476	99.65295	576	99.24529	676	99.22986
477	99.64974	577	99.42042	677	99.22453
478	99.64641	578	99.5647	678	99.21375
479	99.64296	579	99.67378	679	99.19718
480	99.63937	580	99.75364	680	99.17433
481	99.63567	581	99.81191	681	99.14449
482	99.63192	582	99.85491	682	99.10667
483	99.63544	583	99.88725	683	99.05954
484	99.63987	584	99.91215	684	99.00135
485	99.64433	585	99.93186	685	98.92975
486	99.64881	586	99.94793	686	98.84159
487	99.6533	587	99.96146	687	98.73267
488	99.6578	588	99.97326	688	98.59723
489	99.66231	589	99.98396	689	98.42746
490	99.66683	590	99.99402	690	98.21253
491	99.67134	591	99.99994	691	97.93742
492	99.67582	592	99.99994	692	97.58121
493	99.68025	593	99.99993	693	97.11486
494	99.68456	594	99.99993	694	96.49854

[0107]

495	99.68863	595	99.99993	695	95.67604
496	99.69231	596	99.99993	696	94.57973
497	99.69544	597	99.99992	697	93.13036
498	99.6984	598	99.99991	698	91.2491
499	99.70239	599	99.99991	699	88.87375
500	99.70772	600	99.9999	700	85.96631

[0108] 参见表四,第二光学薄膜对光的反射率在光的波长从400纳米增大至525纳米的过程中保持在85%以上,在光的波长从525纳米增大至527纳米的过程中从85%以上减小至5%以下,在光的波长从527纳米增大至529纳米的过程中从5%以下增大至85%以上,在光的波长从529纳米增大至700纳米的过程中保持在85%以上,因此第二光学薄膜只能通过波长在527纳米左右的绿光。

[0109] 第三光学薄膜33包括依次层叠的96个氧化物薄膜,第奇数个(包括第1个,第3个,……,第95个)层叠的氧化物薄膜为二氧化硅层,第偶数个(包括第2个,第4个,……,第96个)层叠的氧化物薄膜为二氧化钛层。各个氧化物薄膜的厚度如下表五所示:

[0110] 表五

[0111]

层叠顺序	材料	厚度（单位： 纳米）	层叠顺序	材料	厚度（单位： 纳米）
第 1 个层叠	二氧化硅	66.2	第 49 个层叠	二氧化硅	92.8
第 2 个层叠	二氧化钛	41.2	第 50 个层叠	二氧化钛	57.76
第 3 个层叠	二氧化硅	66.2	第 51 个层叠	二氧化硅	92.8
第 4 个层叠	二氧化钛	41.2	第 52 个层叠	二氧化钛	57.76
第 5 个层叠	二氧化硅	66.2	第 53 个层叠	二氧化硅	92.8
第 6 个层叠	二氧化钛	41.2	第 54 个层叠	二氧化钛	57.76
第 7 个层叠	二氧化硅	66.2	第 55 个层叠	二氧化硅	92.8
第 8 个层叠	二氧化钛	41.2	第 56 个层叠	二氧化钛	57.76
第 9 个层叠	二氧化硅	66.2	第 57 个层叠	二氧化硅	92.8
第 10 个层叠	二氧化钛	41.2	第 58 个层叠	二氧化钛	57.76
第 11 个层叠	二氧化硅	66.2	第 59 个层叠	二氧化硅	92.8
第 12 个层叠	二氧化钛	41.2	第 60 个层叠	二氧化钛	57.76
第 13 个层叠	二氧化硅	66.2	第 61 个层叠	二氧化硅	92.8
第 14 个层叠	二氧化钛	41.2	第 62 个层叠	二氧化钛	57.76

[0112]

第 15 个层叠	二氧化硅	66.2	第 63 个层叠	二氧化硅	92.8
第 16 个层叠	二氧化钛	41.2	第 64 个层叠	二氧化钛	57.76
第 17 个层叠	二氧化硅	66.2	第 65 个层叠	二氧化硅	113.39
第 18 个层叠	二氧化钛	41.2	第 66 个层叠	二氧化钛	70.57
第 19 个层叠	二氧化硅	66.2	第 67 个层叠	二氧化硅	113.39
第 20 个层叠	二氧化钛	41.2	第 68 个层叠	二氧化钛	70.57
第 21 个层叠	二氧化硅	66.2	第 69 个层叠	二氧化硅	113.39
第 22 个层叠	二氧化钛	41.2	第 70 个层叠	二氧化钛	70.57
第 23 个层叠	二氧化硅	66.2	第 71 个层叠	二氧化硅	113.39
第 24 个层叠	二氧化钛	41.2	第 72 个层叠	二氧化钛	70.57
第 25 个层叠	二氧化硅	66.2	第 73 个层叠	二氧化硅	113.39
第 26 个层叠	二氧化钛	41.2	第 74 个层叠	二氧化钛	70.57
第 27 个层叠	二氧化硅	66.2	第 75 个层叠	二氧化硅	113.39
第 28 个层叠	二氧化钛	41.2	第 76 个层叠	二氧化钛	70.57
第 29 个层叠	二氧化硅	66.2	第 77 个层叠	二氧化硅	113.39
第 30 个层叠	二氧化钛	41.2	第 78 个层叠	二氧化钛	70.57
第 31 个层叠	二氧化硅	66.2	第 79 个层叠	二氧化硅	113.39
第 32 个层叠	二氧化钛	41.2	第 80 个层叠	二氧化钛	70.57
第 33 个层叠	二氧化硅	92.8	第 81 个层叠	二氧化硅	113.39
第 34 个层叠	二氧化钛	57.76	第 82 个层叠	二氧化钛	70.57
第 35 个层叠	二氧化硅	92.8	第 83 个层叠	二氧化硅	113.39
第 36 个层叠	二氧化钛	57.76	第 84 个层叠	二氧化钛	70.57
第 37 个层叠	二氧化硅	92.8	第 85 个层叠	二氧化硅	113.39
第 38 个层叠	二氧化钛	57.76	第 86 个层叠	二氧化钛	70.57
第 39 个层叠	二氧化硅	92.8	第 87 个层叠	二氧化硅	113.39
第 40 个层叠	二氧化钛	57.76	第 88 个层叠	二氧化钛	70.57
第 41 个层叠	二氧化硅	92.8	第 89 个层叠	二氧化硅	113.39
第 42 个层叠	二氧化钛	57.76	第 90 个层叠	二氧化钛	70.57
第 43 个层叠	二氧化硅	92.8	第 91 个层叠	二氧化硅	113.39
第 44 个层叠	二氧化钛	57.76	第 92 个层叠	二氧化钛	70.57

[0113]

第 45 个层叠	二氧化硅	92.8	第 93 个层叠	二氧化硅	113.39
第 46 个层叠	二氧化钛	57.76	第 94 个层叠	二氧化钛	70.57
第 47 个层叠	二氧化硅	92.8	第 95 个层叠	二氧化硅	113.39
第 48 个层叠	二氧化钛	57.76	第 96 个层叠	二氧化钛	70.57

[0114] 按照上述公式计算出第三光学薄膜对各个波长的光线的反射率如下表六所示：

[0115] 表六

[0116]

波长 (纳米)	反射率 (%)	波长 (纳米)	反射率 (%)	波长 (纳米)	反射率 (%)
401	99.21248	501	98.31279	601	100
402	99.21951	502	98.04534	602	100
403	99.2267	503	97.66959	603	100
404	99.23404	504	97.1425	604	100
405	99.24154	505	96.41477	605	100
406	99.2492	506	95.46873	606	100
407	99.25704	507	94.43224	607	100
408	99.26506	508	93.72694	608	100
409	99.27327	509	93.86226	609	100
410	99.28165	510	94.7843	610	100
411	99.29023	511	95.93444	611	99.97876
412	99.29866	512	96.91576	612	99.92817
413	99.30713	513	97.63899	613	99.8652
414	99.31578	514	98.14679	614	99.78877
415	99.32462	515	98.50086	615	99.69988
416	99.33363	516	98.7499	616	99.60282
417	99.34282	517	98.92723	617	99.50555
418	99.3522	518	99.05476	618	99.41813
419	99.3618	519	99.1468	619	99.34903
420	99.3716	520	99.21273	620	99.30171
421	99.37701	521	99.25872	621	99.27351
422	99.37941	522	99.28768	622	99.2572
423	99.38181	523	99.29903	623	99.24318

[0117]

424	99.38422	524	99.29889	624	99.22018
425	99.38662	525	99.28768	625	99.17344
426	99.38903	526	99.26511	626	99.07839
427	99.39143	527	99.23023	627	98.88272
428	99.3938	528	99.18134	628	98.44842
429	99.39611	529	99.11588	629	97.31894
430	99.39834	530	99.03028	630	93.70685
431	99.40047	531	98.91984	631	87.98729
432	99.40262	532	98.77879	632	94.08872
433	99.40481	533	98.60097	633	97.29677
434	99.42088	534	98.38192	634	98.38115
435	99.43719	535	98.12416	635	98.83243
436	99.45375	536	97.84697	636	99.05183
437	99.47057	537	97.59798	637	99.16626
438	99.48767	538	97.4519	638	99.2238
439	99.50513	539	97.47498	639	99.24463
440	99.523	540	97.67156	640	99.23694
441	99.54126	541	97.96956	641	99.20231
442	99.54226	542	98.28758	642	99.13732
443	99.54086	543	98.57967	643	99.03279
444	99.53869	544	98.82448	644	98.87079
445	99.53533	545	99.02031	645	98.61776
446	99.53217	546	99.17369	646	98.20915
447	99.53043	547	99.29292	647	97.51745
448	99.52787	548	99.38571	648	96.29736
449	99.52401	549	99.45818	649	94.21933
450	99.51647	550	99.51503	650	91.76964
451	99.50157	551	99.55978	651	91.6739
452	99.48425	552	99.59505	652	93.97205
453	99.46422	553	99.62278	653	95.97466

[0118]

454	99.4416	554	99.6444	654	97.15792
455	99.41579	555	99.66103	655	97.81974
456	99.38428	556	99.67346	656	98.19316
457	99.34186	557	99.68219	657	98.40122
458	99.27456	558	99.6876	658	98.50608
459	99.14788	559	99.68997	659	98.53914
460	99.04398	560	99.68943	660	98.51559
461	99.02713	561	99.68602	661	98.44126
462	98.94758	562	99.67968	662	98.31587
463	98.79054	563	99.67027	663	98.13472
464	98.51917	564	99.65755	664	97.88994
465	98.01456	565	99.64122	665	97.57269
466	96.9502	566	99.62091	666	97.17782
467	93.99464	567	99.59623	667	96.71347
468	82.56527	568	99.56668	668	96.21616
469	34.60544	569	99.53358	669	95.76385
470	5.257159	570	99.49649	670	95.46492
471	59.26132	571	99.45759	671	95.40612
472	90.68157	572	99.42083	672	95.59198
473	96.12352	573	99.39193	673	95.94328
474	97.46601	574	99.3782	674	96.35488
475	97.90824	575	99.38706	675	96.7622
476	98.02729	576	99.42164	676	97.12647
477	97.96778	577	99.4786	677	97.41206
478	97.75904	578	99.54922	678	97.6214
479	97.3743	579	99.62338	679	97.76072
480	96.72868	580	99.69325	680	97.83547
481	95.63798	581	99.75458	681	97.84814
482	93.71789	582	99.80615	682	97.79724
483	90.52796	583	99.84848	683	97.67653

[0119]

484	85.47028	584	99.88286	684	97.47436
485	81.43776	585	99.91076	685	97.17355
486	84.49579	586	99.93355	686	96.75338
487	90.18907	587	99.95238	687	96.19846
488	93.91276	588	99.96818	688	95.52279
489	95.94459	589	99.9817	689	94.8155
490	97.07176	590	99.99352	690	94.27849
491	97.72998	591	100	691	94.15648
492	98.1319	592	100	692	94.53166
493	98.38375	593	100	693	95.23369
494	98.54113	594	100	694	96.01152
495	98.6343	595	100	695	96.7148
496	98.67983	596	100	696	97.27973
497	98.68626	597	100	697	97.713
498	98.65674	598	100	698	98.03918
499	98.5901	599	100	699	98.28317
500	98.48093	600	100	700	98.46501

[0120] 参见表六,第三光学薄膜对光的反射率在光的波长从400纳米增大至468纳米的过程中保持在90%以上,在光的波长从468纳米增大至470纳米的过程中从90%以上减小至10%以下,在光的波长从470纳米增大至472纳米的过程中从10%以下增大至90%以上,在光的波长从472纳米增大至700纳米的过程中保持在90%以上,因此第三光学薄膜只能通过波长在470纳米左右的蓝光。

[0121] 可选地,黑色矩阵20可以为金属薄膜或者碳黑层,以有效避免子像素之间漏光。

[0122] 可选地,基板10可以为透明基板,以方便光线的射入和射出。

[0123] 优选地,基板10可以为玻璃基板或者蓝宝石基板,实现成本低。

[0124] 本实用新型实施例提供了一种全彩显示器件。图10为本实用新型实施例提供的一种全彩显示器件的结构示意图。参见图10,该全彩显示器件包括带通滤波器100和多个白光OLED 200。带通滤波器100包括基板10、黑色矩阵20和多个像素单元30。每个像素单元30包括三种光学薄膜,三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜31、透过绿光的第二光学薄膜32和透过蓝光的第三光学薄膜33。多个像素单元30的光学薄膜间隔设置在基板10上,相邻两个光学薄膜之间设有黑色矩阵20。多个白光OLED 200与多个像素单元30的光学薄膜一一对应,每个白光OLED 200设置在对应的光学薄膜和基板10之间。

[0125] 具体地,带通滤波器100可以为图1所示的带通滤波器,在此不再详述。

[0126] 图11为本实用新型实施例提供的白光OLED的结构示意图。参见图11,可选地,各个

白光OLED 200可以包括阳极201、空穴传输层202、发光层203、电子传输层204和阴极205,阴极205、电子传输层204、发光层203、空穴传输层202和阳极201依次层叠在基板10上。

[0127] 具体地,阳极201可以为透明导电材料层,如氧化铟锡(英文:indium tin oxide,简称:ITO)层。空穴传输层202可以为聚三苯胺(poly-TPD)层。可以为掺杂有三种发光材料(蓝+绿+红)的主体材料层,主体材料与空穴传输层的材料或者电子传输层的材料相同。电子传输层204可以为8-羟基喹啉铝(Alq3)层。发光层203阴极205可以为反射率高的金属层,如铝(Al)层。

[0128] 本实用新型实施例提供了另一种全彩显示器件。图12为本实用新型实施例提供的另一种全彩显示器件的结构示意图。参见图12,该全彩显示器件包括带通滤波器100、多个蓝光LED 300和多个光转换层400。带通滤波器100包括基板10、黑色矩阵20和多个像素单元30。每个像素单元30包括三种光学薄膜,三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜31、透过绿光的第二光学薄膜32和透过蓝光的第三光学薄膜33。多个像素单元30的光学薄膜间隔设置在基板10上,相邻两个光学薄膜之间设有黑色矩阵20。多个蓝光LED 300与多个像素单元30的光学薄膜一一对应,每个蓝光LED 300设置在对应的光学薄膜和基板10之间。多个光转换层400与多个蓝光LED 300一一对应,每个光转换层400设置在对应的蓝光LED 300和光学薄膜之间,用于在蓝光的激发下发出与蓝光混合形成白光的光。

[0129] 具体地,带通滤波器100可以为图1所示的带通滤波器,在此不再详述。

[0130] 图13为本实用新型实施例提供的蓝光LED的结构示意图。参见图13,可选地,各个蓝光LED 300可以包括N型半导体层301、发光层302、P型半导体层303、P型电极304、N型电极305和反射绝缘层306,发光层302和P型半导体层303依次设置在N型半导体层301上,P型半导体层303上设有延伸至N型半导体层301的凹槽;N型电极305设置在凹槽内的N型半导体层301上,P型电极304设置在P型半导体层303上,P型电极304和N型电极305分别固定在基板10上;反射绝缘层306设置在P型半导体层303上除P型电极304的设置区域之外的区域、以及凹槽内除N型电极305的设置区域之外的区域上。

[0131] 具体地,N型半导体层301可以为N型掺杂(如硅)的氮化镓(GaN)层。发光层302可以包括多个量子阱和多个量子垒,多个量子阱和多个量子垒交替层叠设置;量子阱为氮化铟镓(InGaN)层,量子垒为氮化镓层。P型半导体层303可以为P型掺杂(如镁)的氮化镓层。P型电极304和N型电极305可以包括铬(Cr)层、铝(Al)层、银(Ag)层、钛(Ti)层、镍(Ni)层、铂(Pt)层、金(Au)层、金锡合金(AuSn)层和铜(Cu)层中的一个或多个。反射绝缘层306可以为分布式布拉格反射器(英文:Distributed Bragg Reflection,简称:DBR),包括依次层叠的多个周期的氧化物薄膜,每个周期的氧化物薄膜包括依次层叠的至少两种氧化物薄膜;具体地,反射绝缘层306中的氧化物薄膜可以包括五氧化二钽层、二氧化铪(HfO₂)层、二氧化钛层和二氧化硅层中的一个或多个。进一步地,反射绝缘层306中每个周期的氧化物薄膜的厚度可以等于芯片发出光线波长的1/4。

[0132] 进一步地,如图13所示,蓝光LED 300还可以包括欧姆接触层307,欧姆接触层307铺设在P型半导体层303上。相应地,P型电极304和反射绝缘层306均设置在欧姆接触层307上。具体地,欧姆接触层307可以为氧化铟锡(英文:indium tin oxide,简称:ITO)层、银层、钛层、钨(W)层和铂层中的一个或多个。

[0133] 可选地,各个光转换层400可以为荧光粉或者量子点,实现成本低。

[0134] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

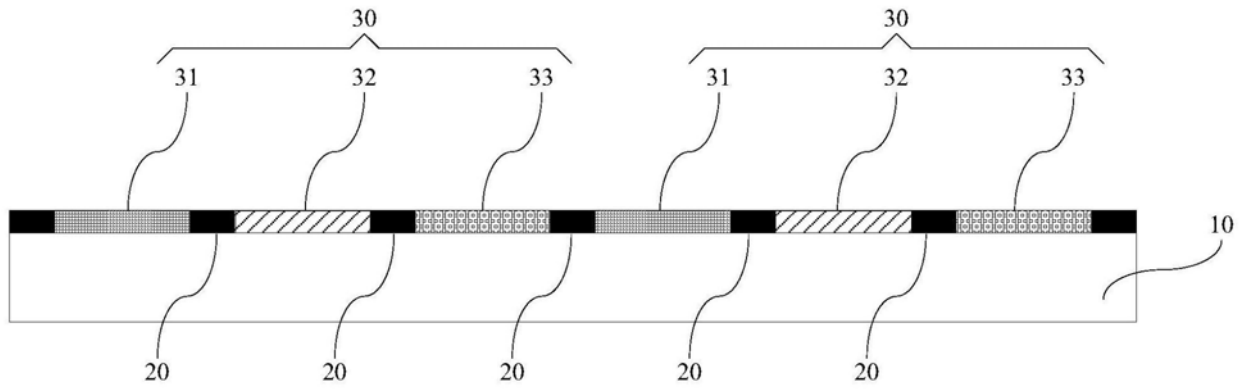


图1

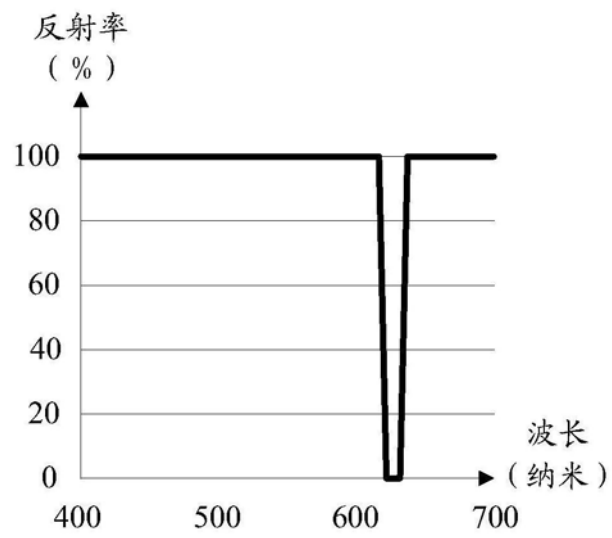


图2

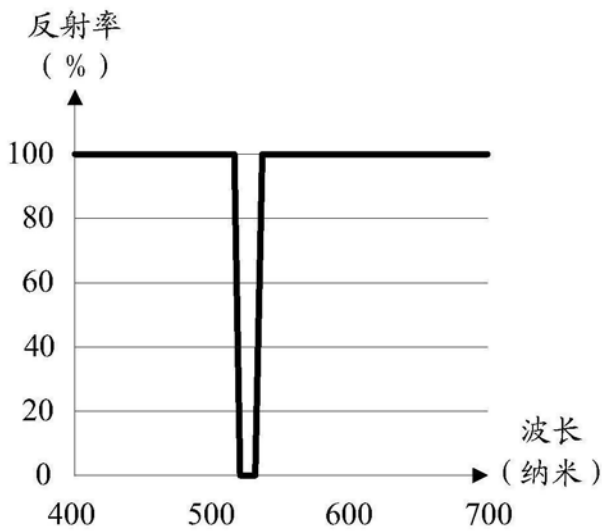


图3

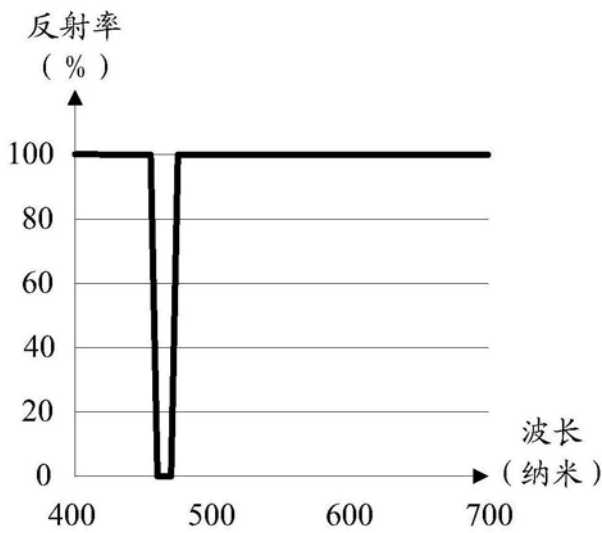


图4

34



图5

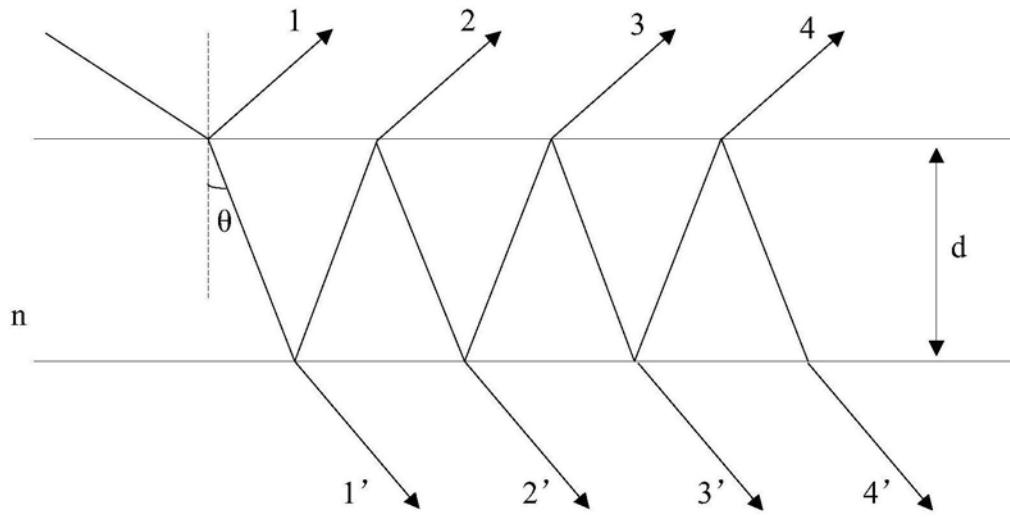


图6

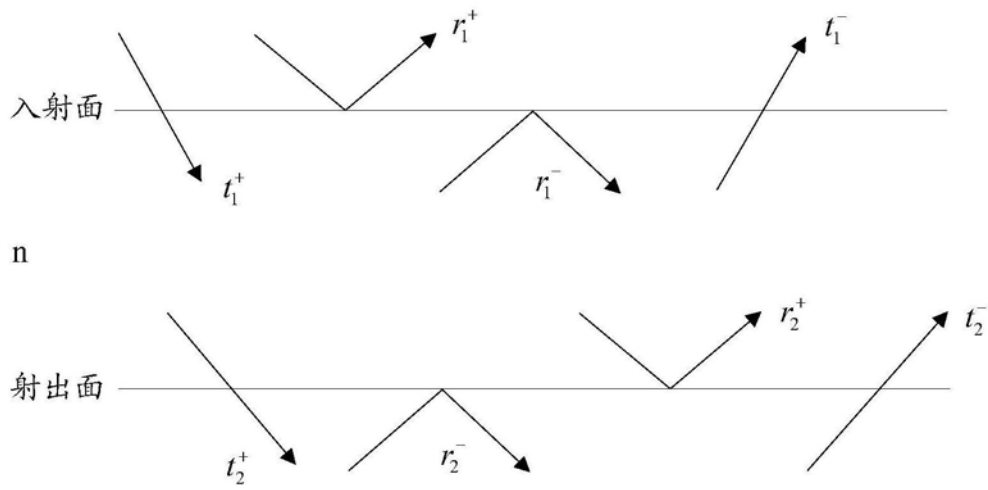


图7

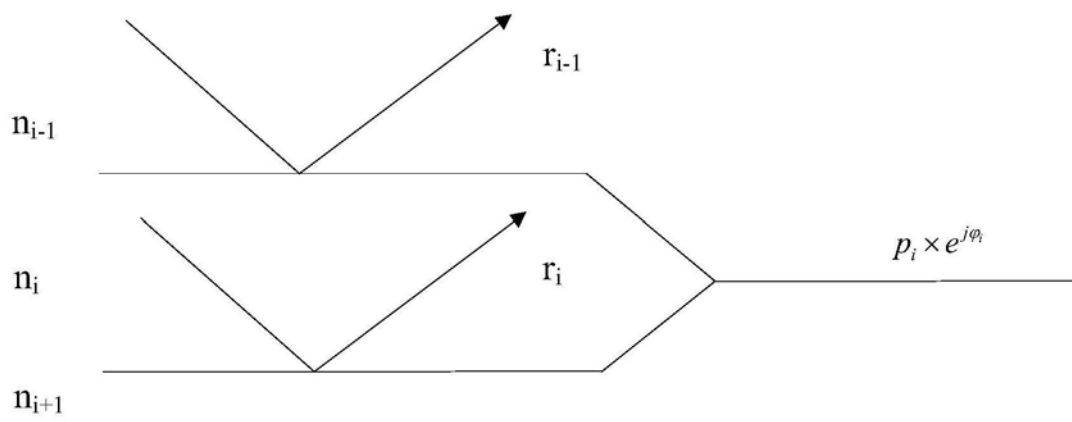


图8

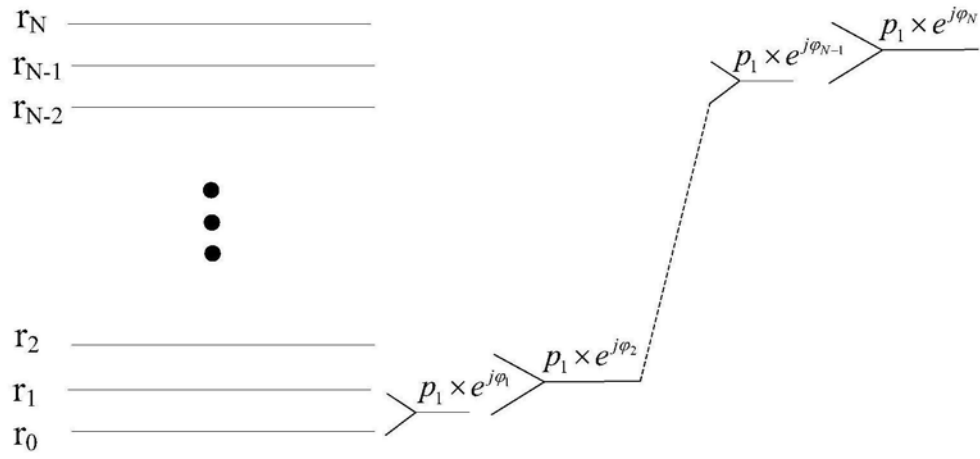


图9

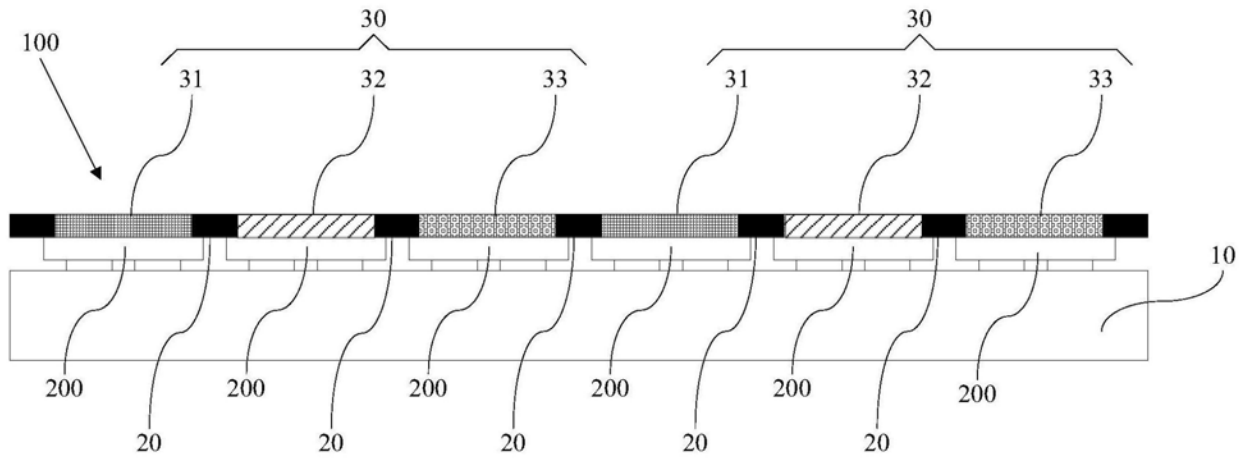


图10



图11

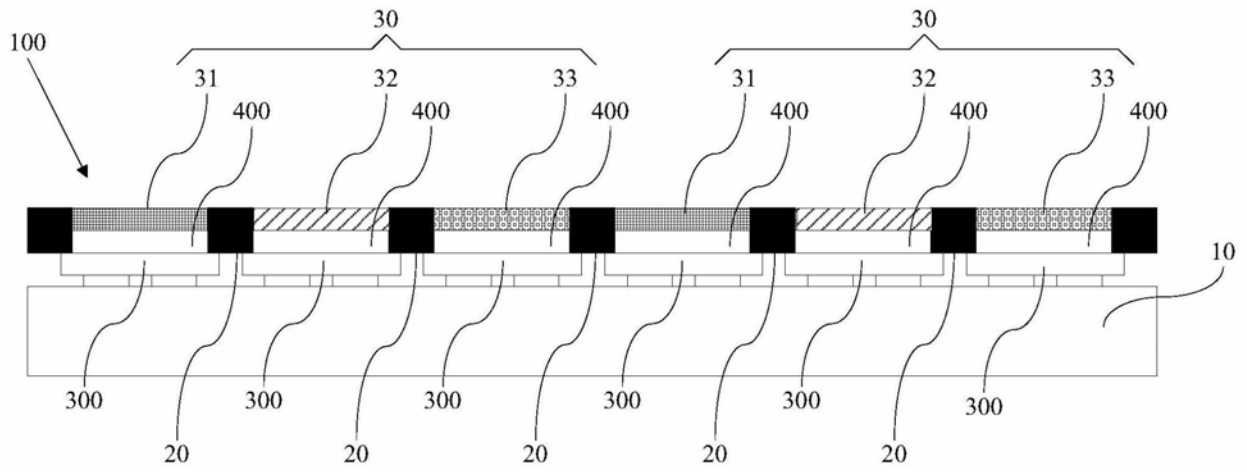


图12

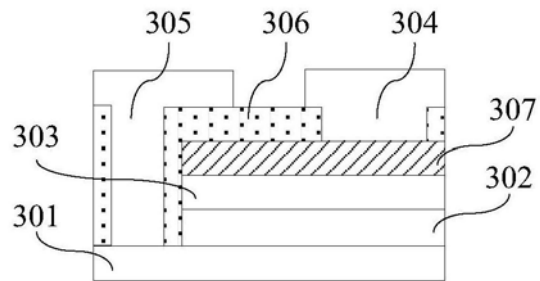


图13

专利名称(译)	一种应用于全彩显示的带通滤波器及全彩显示器件		
公开(公告)号	CN209199930U	公开(公告)日	2019-08-02
申请号	CN201821875729.3	申请日	2018-11-14
[标]申请(专利权)人(译)	华灿光电(浙江)有限公司		
申请(专利权)人(译)	华灿光电(浙江)有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	华灿光电(浙江)有限公司		
[标]发明人	陈亮 马非凡 王江波		
发明人	陈亮 马非凡 王江波		
IPC分类号	H01L27/32		
代理人(译)	徐立		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实用新型公开了一种应用于全彩显示的带通滤波器及全彩显示器件，属于半导体技术领域。所述带通滤波器包括基板、黑色矩阵和多个像素单元；每个所述像素单元包括三种光学薄膜，所述三种光学薄膜分别为透过红光的第一光学薄膜、透过绿光的第二光学薄膜和透过蓝光的第三光学薄膜；所述多个像素单元的光学薄膜间隔设置在所述基板上，相邻两个所述光学薄膜之间设有所述黑色矩阵。本实用新型通过采用光学薄膜代替滤光片分别透过红光、绿光和蓝光，利用光学薄膜对透过光的波长限定在实现上比滤光片精确，大大提高了全彩显示的实现效果，在满足全彩显示要求的情况下，降低了对LED或者OLED的要求和制作工艺的复杂度，有利于全彩显示的推广应用。

