



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103513305 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201310484822. 7

G02B 27/28(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 04. 23

(30) 优先权数据

61/047, 400 2008. 04. 23 US

61/083, 138 2008. 07. 23 US

61/084, 940 2008. 07. 30 US

61/146, 207 2009. 01. 21 US

61/157, 076 2009. 03. 03 US

(62) 分案原申请数据

200980123601. 9 2009. 04. 23

(71) 申请人 雷文布里克有限责任公司

地址 美国科罗拉多州

(72) 发明人 理查德·M·鲍尔斯 威尔·麦卡锡

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 李静

(51) Int. Cl.

G02B 5/02(2006. 01)

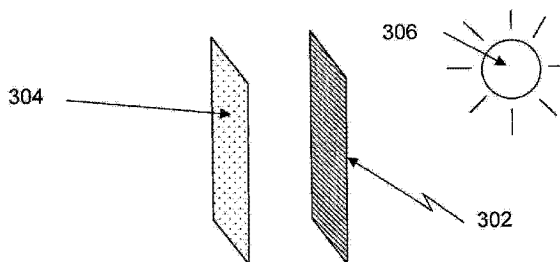
权利要求书5页 说明书16页 附图6页

(54) 发明名称

反射性和热反射性表面的眩光管理

(57) 摘要

保持建筑物和车辆表面的反射率和透射率，同时在表面(304)和外部光源(306)之间使用部分、可变、选择性、或不对称漫射器(302)，以使反射光被漫射从而引起眩光减少，同时最低程度地影响穿过表面(304)的光的镜面或准直透射(如果有的话)。通过利用以温度相关方式反射光的漫射器装置(302)，也可减少眩光。



1. 一种用于在不显著削弱反射的能量效益的情况下减少来自部分反射性或热反射性表面的眩光的方法,包括:

在部分反射性表面或热反射性表面与外部光源之间放置至少部分漫射性滤光器,其中,

透射穿过所述部分反射性表面或所述热反射性表面的光仅被漫射一次,并且

从所述部分反射性表面或所述热反射性表面反射的光被漫射两次,由此将从所述部分反射性表面或所述热反射性表面的镜面反射转化为漫射性反射。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,

所述至少部分漫射性滤光器包括可变漫射性滤光器;并且

透射穿过所述部分反射性表面或所述热反射性表面和从所述部分反射性表面或所述热反射性表面反射的光在外部变量的第一条件下被高度漫射,而在所述外部变量的第二条件下不被漫射或较小程度漫射。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述外部变量包括环境温度或电场中的一个或多个。

4. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,所述可变漫射性滤光器包括热漫射性滤光器,所述热漫射性滤光器在第一温度范围内主要是透明的而在第二温度范围内主要是漫射性的。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,

所述至少部分漫射性滤光器包括选择漫射性滤光器;并且

对于一定极性或波长的光是从所述部分反射性表面或所述热反射性表面被漫射性地反射,而其他极性或波长的光是以基本准直或非漫射方式透射穿过所述选择漫射性滤光器。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,

所述至少部分漫射性滤光器包括不对称漫射性滤光器;并且

来自第一方向或第一范围方向的入射光比来自第二方向或第二范围方向的入射光被更多地漫射。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中,

从所述部分反射性表面或所述热反射性表面反射的光比透射穿过所述部分反射性或热反射性表面的光被明显更多地漫射。

8. 根据权利要求 6 所述的方法,其中,所述不对称漫射性滤光器结合不规则形式的超材料。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少部分漫射性滤光器包括热致变色分布布拉格反射器装置。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述至少部分漫射性滤光器包括偏振热致变色分布布拉格反射器装置。

11. 一种用于增加透明、半透明、或部分反射性表面的私密性的方法,包括:

在透明表面、半透明表面、或部分反射性表面与外部光源之间放置至少部分漫射性滤光器,其中,

透射穿过所述透明表面、所述半透明表面、或所述部分反射性表面的光仅被漫射一次,并且

从所述透明、半透明、或部分反射性表面反射的光被漫射两次，因此反射光的漫射大约是透射光的漫射的两倍。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，

所述至少部分漫射性滤光器包括可变漫射性滤光器；并且

透射穿过所述透明表面、所述半透明表面、或所述部分反射性表面和从所述透明表面、所述半透明表面、或所述部分反射性表面反射的光在外部变量的第一条件下被漫射，而在所述外部变量的第二条件下不被漫射或较小程度漫射。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，所述外部变量包括环境温度或电场中的一个或多个。

14. 根据权利要求 12 所述的方法，其中，所述可变漫射性滤光器包括热漫射性滤光器，所述热漫射性滤光器在第一温度范围内主要是透明的，而在第二温度范围内主要是漫射性的。

15. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，

所述至少部分漫射性滤光器包括选择漫射性滤光器；并且

对于一定极性或波长的光是从所述透明表面、所述半透明表面、或所述部分反射性表面被漫射性地反射，而其他极性或波长的光是以基本准直或非漫射方式透射穿过所述选择漫射性滤光器。

16. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，

所述至少部分漫射性滤光器包括不对称漫射性滤光器；并且

来自第一方向或第一范围方向的入射光比来自第二方向或第二范围方向的入射光被更多地漫射；并且

从所述第一方向或第一范围方向的视野比从所述第二方向或第二范围方向的视野明显更模糊。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，其中，所述不对称漫射性滤光器结合不规则形式的超材料。

18. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，

所述透明表面、所述半透明表面、或所述部分反射性表面中的任一个均包括窗户单元；并且

由外部观察者看到的反射光基本上是漫射性的，而由内部观察者看到的透射光基本上是非漫射性的或准直的，由此增加内部私密性。

19. 一种减少来自入射光的反射的眩光的能量有效装置，包括：

第一反射性偏振器；

第二反射性偏振器；

消偏器，设置在所述第一反射性偏振器与所述第二偏振器之间；

透明衬底，固定至所述第二反射性偏振器；以及

至少部分漫射性滤光器，固定至所述第一反射性偏振器。

20. 根据权利要求 19 所述的能量有效装置，其中，所述消偏器是热致变色消偏器。

21. 根据权利要求 19 所述的能量有效装置，其中，所述消偏器是电致变色消偏器。

22. 根据权利要求 19 所述的能量有效装置，其中，所述至少部分漫射性滤光器是具有

能够由一个或多个外部条件控制的光散射能力的可变漫射器。

23. 根据权利要求 22 所述的能量有效装置,其中,所述一个或多个外部条件包括温度和 / 或施加的电场。

24. 根据权利要求 22 所述的能量有效装置,其中,所述可变漫射器进一步包括热漫射性滤光器,所述热漫射性滤光器在第一温度范围内主要是透明的,而在第二温度范围内主要是漫射性的。

25. 根据权利要求 24 所述的能量有效装置,其中,所述热漫射性滤光器包括:

第一透明材料;以及

第二透明材料的珠或泡,其中,

在第一温度范围内,所述第一透明材料的折射率基本上与所述第二透明材料的折射率相同;并且

在第二温度范围内,所述第一透明材料的折射率和所述第二透明材料的折射率中之一或两者改变,以使所述第一透明材料的折射率和所述第二透明材料的折射率之间基本失配。

26. 根据权利要求 25 所述的能量有效装置,其中,所述第一透明材料和所述第二透明材料被选择成使得所述热漫射性滤光器用作热致变色漫射性布拉格反射器。

27. 根据权利要求 19 所述的能量有效装置,其中,所述部分漫射性滤光器是仅漫射特定波长或特定极性的光的选择性漫射器。

28. 根据权利要求 19 所述的能量有效装置,其中,所述部分漫射性滤光器是散射在第一方向上穿过所述装置的光比散射在第二方向上穿过所述装置的光更强烈的不对称漫射器。

29. 一种减少来自入射辐射能量的反射的眩光的能量有效装置,包括:

第一漫射反射性偏振器;

第二漫射反射性偏振器;

消偏器,设置在所述第一漫射反射性偏振器与所述第二偏振器之间;以及

透明衬底,固定至所述第二漫射反射性偏振器。

30. 根据权利要求 29 的能量有效装置,其中,所述第一漫射反射性偏振器和所述第二漫射反射性偏振器中的每一个均包括胆甾型液晶圆偏振器。

31. 根据权利要求 29 的能量有效装置,其中,所述第一漫射反射性偏振器和所述第二漫射反射性偏振器中的每一个均包括向后反射性偏振器。

32. 根据权利要求 29 的能量有效装置,所述第一漫射反射性偏振器和第二漫射反射性偏振器中的任一个或两者都包括手性线栅偏振器。

33. 一种漫射性偏振滤光器,包括:

线栅,具有以规则间隔平行放置的不规则表面,其中,

所述表面不规则性大于入射光的波长;并且

来自第一极性的入射光的反射光是漫射的,而来自第二极性的入射光的透射光是准直的。

34. 根据权利要求 33 所述的偏振滤光器,其中,所述栅中的每条线都被分段以限定微间隙。

35. 一种漫射性偏振滤光器,包括:  
非平面衬底;以及  
线栅,放置在所述非平面衬底上,其中,  
入射光从所述漫射性偏振滤光器的反射显示出所述入射光的入射角与所述入射光的出射角之间的随所述入射光在所述衬底上的接触位置而改变的相关性。
36. 根据权利要求 35 所述的漫射性偏振滤光器,其中,所述非平面衬底中的高度变化沿一个或多个对称轴线是规则的。
37. 根据权利要求 35 所述的滤光器,其中,所述非平面衬底中的高度变化沿一个或多个对称轴线是不规则的。
38. 根据权利要求 35 所述的滤光器,其中,所述栅中的线是以规则间隔平行放置。
39. 根据权利要求 35 所述的滤光器,其中,所述线形成手性结构。
40. 根据权利要求 35 所述的偏振滤光器,其中,所述栅中的每条线都分段以限定微间隙。
41. 一种眩光减少偏振滤光器,包括:  
超材料线栅,其中,  
所述超材料线形成手性结构;  
所述栅对在第一方向上穿过的光比对在第二、相反方向上穿过的光更具漫射性;并且  
所述栅使所述第二方向上的准直光通过。
42. 根据权利要求 41 所述的眩光减少偏振滤光器,其中,所述栅形成为所述线的不规则布置。
43. 根据权利要求 41 所述的眩光减少偏振滤光器,进一步包括:  
向热消偏器膜,支撑所述超材料线栅;以及  
镜面反射器,支撑于所述向热消偏器膜的第二侧上。
44. 一种改善用于低眩光应用的基于液晶的向热、热致变色、或热反射性滤光器和装置的适用性的方法,所述方法包括:  
选择具有合适凝固点和清亮点以便在给定气候中工作的液晶混合物或包括液晶的混合物;  
选择添加剂以影响所述液晶在物理状态之间转变的特性;  
组合所述混合物和所述添加剂,以通过所述滤光器和装置调整或选择光或能量的透射、吸收、和 / 或反射的光学特性。
45. 根据权利要求 44 所述的方法,其中,选择所述混合物和 / 或选择添加剂以改善所述滤光器或装置对环境条件的功能响应的稳定性。
46. 根据权利要求 44 所述的方法,其中,所述添加剂包括手性液晶。
47. 根据权利要求 44 所述方法,其中,所述添加剂包括在温度阈值以上呈有序定向而在所述温度阈值以下呈无序定向的自组织材料。
48. 根据权利要求 47 所述的方法,其中,所述自组织材料包括以下项中的一种或多种:  
反射性染料、反射性纤维、折射性纤维、线段、大分子、或微片段。
49. 根据权利要求 44 所述的方法,其中,所述添加剂悬浮在所述混合物中。
50. 根据权利要求 44 所述的方法,其中,所述添加剂溶解在所述混合物中。

51. 根据权利要求 44 所述的方法,其中,  
所述添加剂在温度阈值以上在所述混合物中能漂浮;以及  
在所述温度阈值以下时,能漂浮的所述添加剂浮在所述混合物顶部或沉到所述混合物底部。

52. 根据权利要求 44 所述的方法,其中,  
所述添加剂附着至所述混合物中的物体,所述物体在温度阈值以上在所述混合物中能漂浮;并且  
在所述温度阈值以下时,能漂浮的所述物体浮在所述混合物顶部或沉到所述混合物底部。

53. 一种向热分布布拉格反射器装置,包括:  
两层或更多层第一材料,所述第一材料是透明的或半透明的并具有第一折射率;以及  
两层或更多层第二材料,所述第二材料是向热的,是透明的或半透明的,并具有可变的第二折射率,其中,  
所述第二材料的每一层与所述第一材料的相应层交错,  
在阈值温度以下,所述第一折射率基本上与所述第二折射率相同,并且  
在所述阈值温度以上,所述第二折射率改变为基本上与所述第一折射率不同。

54. 根据权利要求 53 所述的向热分布布拉格反射器装置,其中,所述第二材料在所述阈值温度以上物理膨胀以由此改变所述第二折射率。

55. 根据权利要求 53 所述的向热分布布拉格反射器装置,其中,所述第二材料进一步是热致变色材料或偏振热致变色材料。

56. 根据权利要求 55 所述的向热分布布拉格反射器装置,其中,所述第一材料和第二材料被选择成使得所述装置基本上反射红外波长。

57. 根据权利要求 55 所述的向热分布布拉格反射器装置,其中,  
所述第二材料包括聚合物分散液晶、聚合物稳定液晶、胆甾型液晶、二色性液晶、Guest-Host、Halmeier 显示器、或反射性热致变色液晶中的一种或多种;并且  
所述装置是镜面的、漫射性的、或二者的组合。

58. 一种用于在第一方向上产生热反射性效果和在第一方向上产生热吸收性效果的方法,包括:

使吸收性偏振器膜和反射性偏振器膜的层相交错;以及  
在所述吸收性偏振器膜和所述反射性偏振器膜的第一组层与所述吸收性偏振器膜和所述反射性偏振器膜的第二组层之间插入向热消偏器。

## 反射性和热反射性表面的眩光管理

[0001] 本申请是申请日为 2009 年 4 月 23 日、申请号为 200980123601.9 (国际申请号为 PCT/US2009/041576) 且发明名称为“反射性和热反射性表面的眩光管理”的原案申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉参考

[0003] 本申请根据 35U. S. C. § 119 (e) 要求下列申请的优先权:2008 年 4 月 23 日提交的美国临时专利申请 No. 61/047, 400, 其标题为“Glare management method for reflective and thermoreflective surfaces”;2008 年 7 月 23 日提交的美国临时专利申请 No. 61/083, 138, 其标题为“Glare management method for reflective and thermoreflective surfaces”;2008 年 7 月 30 日提交的美国临时专利申请 No. 61/084, 940, 其标题为“Glare management method for reflective and thermoreflective surfaces”;2009 年 1 月 21 日提交的美国临时专利申请 No. 61/146, 207, 其标题为“Glare management method for reflective and thermoreflective surfaces”;和 2009 年 3 月 3 日提交的美国临时专利申请 No. 61/157, 076, 其标题为“Glare management method for reflective and thermoreflective surfaces”, 这些申请的全部公开内容通过引证结合于此。

[0004] 本申请还涉及:2008 年 1 月 24 日提交的美国专利申请 No. 12/019, 602, 其标题为“Thermally switched optical downconverting filter”;2008 年 7 月 14 日提交的美国专利申请 No. 12/172, 156, 其标题为“Thermally switched reflective optical shutter”;和 2008 年 12 月 19 日提交的美国专利申请 No. 12/340, 552, 其标题为“Thermally switched absorptive window shutter”, 这些申请的全部公开内容通过引证结合于此。

### 技术领域

[0005] 本公开涉及缓和来自反射性表面(例如, 建筑物中的镜状窗户(mirrored window))的眩光。

### 背景技术

[0006] 部分反射性窗户涂层(例如, 溅射金属的薄膜)和膜(例如, 金属浸渍的和布拉格镜(Bragg mirror)聚合物膜)几十年来广泛用作减少太阳辐射热获得的方法, 且因此改善建筑物的能量性能。反射性涂层的设计、成分、和效益具有广泛的文献记载, 且这里不需要进一步的详述, 但要注意的是, 太阳辐射热获得的减少, 虽然在热的且阳光充足的条件下明显有益, 但在冷的天气中是不利的, 这是因为其干扰被动太阳能加热。

[0007] 也存在可开关镜, 它们基于可逆金属氢化物和金属锂化物, 例如, 授予 Richardson 的美国专利 No. 7, 042, 615 中所述。这些可开关镜类似于可充电电池, 可在电场影响下, 依靠离子穿过势垒的物理迁移, 且因此具有有限的开关速度和周期寿命。此外, 例如, 在授予 Bruzzone 等人的美国专利 No. 6, 486, 997 中描述了将液晶与一个或多个反射性偏振器(polarizer)相组合的电动“光阀”。在这些装置中, 液晶通常用作向电消偏器(electrotropic depolarizer), 即在电场影响下, 使得通过其中的光的极性可变地改变或

旋转的装置。某些这类装置可当作可开关镜,但很少将其这样描述,因为它们主要应用是视频显示器和高级光学器件。

[0008] 还存在不需要偏振器的可开关电光阀,而它们还存在漫射性前向散射体或者漫射性反射器。这是因为液晶实际上可以是布拉格反射器,在这些应用中具有不同反射带,具有反射性、漫射性或前向散射模式,和更透射性模式。这些包括聚合物分散液晶(PDLC)显示器,胆甾型液晶显示器(Ch-LCD),Halmeier 显示器,和 Guest-Host (宾主型)显示器。PDLC 是电致变色装置,其中嵌在另一材料中的液晶微滴的折射率是电改变的,导致一种模式比另一种模式中光的散射更多。Ch-LCD 具有两个稳定态,反射性平面和焦点圆锥结构。如果满足布拉格反射条件,则反射性平面结构反射光,且因此用作用于光的一个圆偏振的布拉格反射器,而反射性焦点圆锥透射更多光。Guest-host 显示器利用分散在液晶中的染料,其在一个定向中比在另一个定向中吸收更多光。染料的定向取决于液晶的定向,液晶的定向可用电压确定。其中,在聚合物和液晶混合并光聚合到一起建立液晶的定向时,形成了聚合物稳定液晶。

[0009] 此外,授予 Perkins 等人的美国专利 No. 6, 288, 840 公开了一种反射性偏振器,称为“线栅偏振器(wire grid polarizer)”,其由透明衬底上的紧密间隔的、平行金属线的纳米级阵列组成,以使撞击线的一个线性极性的光被反射,而相反线性极性的光透射穿过衬底。线栅偏振器可以是某些反射性和热反射性光学滤光器的部件。此外,可以用分布布拉格反射器技术(如 3M 的双重亮度增强膜(DBEF))构建偏振器。这些偏振器中,某些层在一个横向方向上与另一方向上具有不同的光学指数,形成偏振器。

[0010] 在有光源(无论是室内光源还是室外光源)时,呈现镜面效果的任何表面都有产生眩光的可能性,即,背景照度接近、等于或超过前景中物体照度的情况,这在某些情形中可导致不舒适或降低可见性。因此,在某些管辖区域内,镜状膜是被禁止或阻止的,而在其他区域是加强审查的对象。

[0011] 抗反射涂层被广泛用于在透明光学器件(如眼镜和双筒透镜)上减少来自明亮光源的眩光。由于透明材料的折射率与周围介质(例如,空气、水或真空)的折射率不匹配,因而发生来自透明表面的反射。失配越大,则反射越大。标准抗反射涂层的折射率大约是透明材料的折射率与周围介质的折射率之间的中间值。更复杂地,纳米结构的涂层(例如,垂直定向的纳米级椎体阵列)可存在于通常是空气的外表面,且因此折射率接近空气,并且存在于通常是固体的内表面,且因此折射率基本上与其所位于的透明材料相同。在该情形中,反射可实际减少为零。

[0012] 然而,抛光的金属表面、介质镜、分布布拉格反射器、或其他镜的高反射率不依赖于与周围空气失配的折射率。实际上,折射是通过光子与导电电子(例如,在金属中)相互作用或通过不同材料层(例如,介质镜中)之间的相长干涉和相消干涉而实现的。因此,透明抗反射涂层对这类镜的反射率影响小。然而,漫射性涂层将使得所反射的光被散射,产生可能仍具有高度反射性的白色表面,而不是镜面(即,似镜),且因此不能反射或透射清晰的准直的图像。

[0013] 此外,有大量“超材料(metamaterial)”或纳米结构材料或装置的例子,其以这样的方式与光波干涉:即材料看起来具有负折射率,且因此违背经典光学中的许多假定“定律”。科学著作“Asymmetric Propagation of Electromagnetic Waves through a Planar

Chiral Structure” (V. A. Fedotov, P. L. Mladyonov, S. L. Prosvirnin, A. V. Rogacheva, Y. Chen, 和 N. I. Zheludev, Physical Review Letters 97, 167401, 2006 年 10 月 17 日) 公开了一种在透明衬底上由“鱼鳞(fish scale)”图案的铝纳米线组成的手性、平面结构。本质上,该结构是线栅偏振器类型的,尽管其反射和透射圆偏振光而非线性偏振光。因为其手性性质根据被观察的偏振器表面而不同,对于混合的、随机极性的光(例如,太阳光),该结构具有能够不对称透射的额外特性,即,对于在一个方向上穿过的光比在另一个方向上穿过的光,其更多透射。

[0014] 此外,还存在多种光学漫射器,包括刻蚀玻璃和聚合物膜,其使得穿过它们的光子的方向部分地随机化,同时显示出适度反射和非常低的吸收。在“前向散射”漫射器(其影响大多基本小于 90 度的入射光的方向)的情形中,多达 80% 的碰撞漫射器的光穿过,小于 20% 的光被吸收或反射回去。漫射器通常用在私密性窗户、天窗、视频显示器和电气照明中。

[0015] 还有所谓的“单向镜”,它们通常用作私密性窗户,特别用在建筑物内部(例如,用于分隔主管的办公室与被监督的工作人员)。然而,这些不是真正的单向装置。相反,它们仅是部分镜状的透明玻璃,在两个方向上同等反射,且“单向”效果要求玻璃一侧上的区域比另一侧区域被更明亮地照明。如果这些照明条件逆反,则私密性效果也逆反(例如,主管可看到他自己的反射,而雇员可清楚看到主管)。

[0016] 最后,各种类型的棱镜膜使用刻蚀结构或可变折射率结构从而使通过其中的光转向。例子包括菲涅耳合聚透镜和聚合物“私密性滤光器”,其可用于笔记本电脑的显示屏或视频显示器从而缩窄或加宽视角。

[0017] 包括在本说明书的背景技术部分中的信息,包括这里引用的任何文献和其中的任何描述或讨论,仅用于技术参考的目的,而不当作本发明范围限定的主题。

## 发明内容

[0018] 可变的、选择性、或不对称的漫射性光学器件可用于缓和来自反射性或热反射性表面的眩光效果。本技术特别但不排他地用作建筑物表面的眩光减少方法。

[0019] 可通过放置在表面与外部世界之间的漫射性光学器件干扰来自该表面的镜面反射,因此赋予表面与镜面(即,镜状)最终效果不同的漫射性(即,白色或金属灰)最终效果。然而,可仔细选择漫射性光学器件的特性以使得在所选条件下最小化地干扰通过外部表面和内部表面(例如,通过窗户并进入建筑物)的镜面光(即,图像)的透射。

[0020] 在一个实施中,提供了用于在不显著削弱反射的能量效益的情况下减少来自部分反射性或热反射性表面的眩光的方法。该方法包括将至少部分漫射性滤光器(diffusive filter)放置在部分反射性表面或热反射性表面与外部光源之间。当光透射穿过部分反射性表面或热反射性表面时,其仅漫射一次。然而,当光从部分反射性表面或热反射性表面反射时,其漫射两次,由此将来自部分反射性表面或热反射性表面的镜面反射转化为漫射性反射。

[0021] 在另一个实施中,提供了一种用于增加透明、半透明或部分反射性表面的私密性的方法。该方法包括在透明表面、半透明表面或部分反射性表面中的任一个与外部光源之间设置至少部分漫射性滤光器。当光透射穿过透明表面、半透明表面、或部分反射性表面时,其仅漫射一次。然而,当光从透明、半透明、或部分反射性表面反射时,其漫射两次,因此

反射光的漫射是透射光的漫射的约两倍。

[0022] 在进一步实施中,公开了一种能量有效(energy-efficient)装置,其减少了来自入射辐射能量的反射的眩光。该装置可包括第一漫射反射偏振器、第二漫射反射偏振器、设置在第一漫射反射偏振器与第二偏振器之间的消偏器、以及固定至第二漫射反射偏振器的透明衬底。

[0023] 在又一个实施中,描述了一种能量有效装置,其减少了来自入射辐射能量的反射的眩光。该装置可包括第一漫射反射偏振器、第二漫射反射偏振器、设置在第一漫射反射偏振器与第二偏振器之间的消偏器、以及固定至第二漫射反射偏振器的透明衬底。

[0024] 在另一个实施中,公开了漫射性偏振滤光器。该漫射性偏振滤光器可包括线栅,线栅具有以规则间隔平行放置的不规则表面。表面不规则性大于入射光的波长,导致来自第一极性的入射光的反射光是漫射的,而来自第二极性的入射光的透射光是准直的。

[0025] 在漫射性偏振滤光器的另一实施中,线栅放置在非平面衬底上。来自漫射性偏振滤光器的入射光的反射显示出入射光的入射角与入射光的出射角之间的随入射光在衬底上的接触位置而改变的相关性(dependency)。

[0026] 在又一个实施中,眩光减少偏振滤光器包括形成手性结构(chiral structure)的超材料线的栅。栅对在第一方向上穿过的光比对相反的第二方向上穿过的光更具漫射性。栅也使第二方向上的准直光通过。

[0027] 在替换实施中,公开了一种改善基于液晶的向热、热致变色、或热反射滤光器和用于低眩光应用的装置的适用性的方法。该方法包括选择具有合适的凝固点和清亮点以便在给定气候中工作的液晶混合物或包括液晶的混合物。然后,选择添加剂以影响液晶在物理状态之间的转变特性。然后,组合混合物和添加剂以通过滤光器和装置调整或选择光或能量的透射、吸收、和/或反射的光学特性。

[0028] 在另一个实施中,公开了一种向热分布布拉格反射器装置。该装置可包括两层或更多层第一材料和两层或更多层第二材料,该第一材料是透明或半透明的且具有第一折射率,该第二材料是向热的、透明或半透明的、且具有可变的第二折射率。第二材料的每一层与第一材料的相应层交错(interleaved)。在阈值温度以下,第一折射率与第二折射率基本相同。在阈值温度以上,第二折射率改变为与第一折射率基本不同。

[0029] 在进一步的实施中,公开了一种用于在第一方向上产生热反射性效果而在第二方向上产生热吸收性效果的方法。该方法首先包括使吸收性偏振器膜和反射性偏振器膜的层相交错。其次,将向热偏振器插入吸收性偏振器膜和反射性偏振器膜的第一组层与吸收性偏振器膜和反射性偏振器膜的第二组层之间。

[0030] 使用这里所描述的漫射性光学片或膜可允许建筑者、建筑师、建筑物所有人、以及车辆设计人员收获反射性和热反射性材料的能量效益,同时使得来自建筑物或车辆表面的外部和/或内部眩光最小化。也可以为建筑物和车辆外部提供替代的镜最终效果的美感,对能量效率破坏小或无破坏,并可进一步减少内部和/或外部观察者的反射性窗户眩光,同时允许建筑物或车辆使用者清楚地看到外部。这样的漫射性光学器件可为建筑物和车辆内部提供私密性,类似于漫射性“私密性玻璃”,但对从内向外看的影响明显较小。

[0031] 该技术可使用镜面技术和漫射性技术两者创造透明且私密型的窗户模型,并以不同方式防止UV、可见、或IR波段中反射的太阳能的集中。该技术也可用于在不同温度下以

不同方式反射或透射(漫射性地或镜面地)各种偏振和频率范围的光,从而减少眩光。

[0032] 本发明的其他特征、细节、实用性和优点可从对本发明各种实施的下面更详细的书面描述中明显看出,本发明进一步在附图中示出并在所述权利要求中限定。

### 附图说明

[0033] 请注意,所有图中,紧密相关的元件具有相同的元件标号。

[0034] 图 1A 是在其冷或透射性状态下的典型热反射性滤光器的示意性横截面图。

[0035] 图 1B 是在其热或反射性状态下同一热反射性滤光器的示意性横截面图。

[0036] 图 2 是另一类型的热反射性滤光器的示意图,其中热反射性滤光器可以是具有控制系统和一个或多个温度传感器的电反射性滤光器。

[0037] 图 3 是设置在反射性表面与光源之间以使眩光最小化的可变或不对称漫射器的实施例的分解示意图。

[0038] 图 4 是基于温度相关的折射率或双折射率的热漫射性滤光器的实施例的示意图。

[0039] 图 5 是基于悬浮或溶解在向热液晶中的反射性化学物质、反射性杆、或线段(wire segment)的热漫射性滤光器的另一个实施例的示意图。

[0040] 图 6 是线栅偏振器的示意等距视图,其中第一定向中的线是平滑和规则的,而第二定向的线是不规则和粗糙的。

[0041] 图 7 是线栅偏振器的示意等距视图,其中线可放置在不平坦的衬底上。

[0042] 图 8 是具有不对称反射和偏振效果的平面手性超材料的示意平面图。

[0043] 图 9 是棱镜光学膜的示意横截面视图,该膜使通过其中的光转向以使其仅在特定角度显现。

[0044] 图 10 是示例形式的热致变色、向热分布布拉格反射器处于其冷(即,有组织且透明)状态下的示意图。

[0045] 图 11 是图 10 中分布布拉格反射器处于其热(即,无组织和反射性)状态下的示意图。

[0046] 图 12 是热反射性滤光器的另一个实施例的示意图,其可替代反射性和吸收性偏振器以使内部反射最小化。

### 具体实施方式

[0047] 可变的、选择性、或不对称的漫射性光学器件可用于减少包含反射性和热反射性建筑材料的镜状表面的镜面反射。对于本说明书的目的,术语“热反射性”应指其反射性随温度变化的任何物体、装置、或材料。因为眩光主要是明亮光源的镜面反射的作用而非漫射性反射的作用,因此该技术可减少来自建筑物、车辆、和其他表面的眩光。

[0048] 授予 McCarthy 等人的美国专利申请 No. 12/019,602 公开了“热反射性”窗户滤光器,这些滤光器在冷时很大程度上是透明的,而在热时很大程度上是反射性的,且当将其结合于窗户中时可用于调节建筑物的温度。基于该公开的一个可能实施例是被动温度调节膜,用作可包括贴花(applique)的建筑材料,贴花能够固定到的玻璃窗户,其具有单一带阻滤光器。例如,热致变色分布布拉格反射器(即,基于折射率周期变化的反射器)可由液晶组成,该液晶被配制在给定阈值温度以上反射一定百分比的入射可见光,并可被构造成使

其反射带发生在红外区。这样的滤光器可提供优于简单镜状膜的许多优点,因为反射量(且因此太阳辐射热获得减少)在热天气和冷天气之间可显著改变。

[0049] 图 1A 先前示出于授予 Powers 等人的美国专利申请 No. 12/172, 156 中,并且是热反射性滤光器装置 100 的示例形式的示意性横截面视图。滤光器 100 可包括夹在两个反射性偏振滤光器 101 和 103 之间的向热消偏器层 102,并附着至可选的透明衬底 104。入射光可首先穿过外部反射性偏振器 101。约 50% 的入射光将具有垂直于外部反射性偏振器 101 偏振的偏振并将被反射出去。

[0050] 一旦入射光穿过外部反射性偏振滤光器 101,入射光可进入向热消偏器 102,该向热消偏器是能够呈现两个不同偏振状态的装置或材料。在其热或各向同性或液体状态下,穿过向热消偏器 102 的偏振光可不受影响。在其冷(例如,向列或结晶)状态下,向热消偏器 102 可以使入射光的偏振矢量旋转固定量。

[0051] 一旦剩余的偏振光穿过向热消偏器 102,就可碰撞内反射性偏振器 103(也就是所谓的“检偏器”),在那里光根据其偏振状态被反射或透射。内部反射性偏振器 103 可这样定向,即,使其偏振垂直于外部反射性偏振器 101 的偏振。因此,在滤光器装置 100 的热态下,当光的偏振矢量没有旋转时,光的极性可垂直于内部部反射性偏振器 103 的极性,且约 100% 都被反射。然而,在冷态下,当光的偏振矢量旋转 90 度并平行于内部反射性偏振器 103 时,少量光可被偏振器材料吸收,剩余的光可透射。

[0052] 图 1A 中针对滤光器装置 100 的冷态描绘了入射光动作。外部反射性偏振器 101 反射约 50% 的入射光。剩余光穿过向热消偏器 102,在这里其偏振矢量被旋转,且然后穿过内部反射性偏振器或检偏器 103,在这里光很大程度上不受影响。然后入射光穿过可选的透明衬底 104 并最终离开滤光器装置 100。因此,在其冷态下,滤光器装置 100 用作“半镜(half mirror)”,其将碰撞其外表面的光中的约 50% 反射,吸收少部分,并使剩余光透射到内表面。

[0053] 图 1B 先前示出于授予 Powers 等人的美国专利申请 No. 12/172, 156 中,并且是图 1 中所示相同的示例热反射性滤光器装置 100 的示意性横截面视图,不同的是针对热态的滤光器装置 100 描绘了入射光的动作。向热消偏器 102 不影响穿过其中的光的偏振矢量。因此,任何碰撞内部反射性偏振器 103 的光都具有与其垂直的极性,且约 100% 的入射光被反射回。因此滤光器装置 100 在其“热态”下用作“全镜(full mirror)”,即,其将碰撞其外表面的光中约 100% 反射。

[0054] 因此,在其冷态下,滤光器装置 100 可透射碰撞其外表面的光能中的略少于一半的光能,然而在热态下,滤光器装置 100 原则上可透射基本少于 1% 的光能。结果,滤光器装置 100 可用来基于滤光器装置 100 的温度调节进入结构的光或辐射热的流动。

[0055] 该实施例可通过利用专用反射性偏振器 101 和 103 而改进,专用反射性偏振器的设计固有地限制眩光。例如,由胆甾型液晶(CLCs)制成的圆偏振器具有这样有趣的特性,即在透射方面很大程度上是镜面的(即,它们透射清晰、最低程度地模糊的图像),但在反射方面很大程度上是漫射性。因此,当具有相反旋向性(handedness)的两个反射性 CLC 圆偏振器叠加时,得到的反射是漫射,且类似于未抛光的金属,而不是呈现镜状表面。

[0056] 可替换地,偏振器 101 和 103 可以是向后反射性偏振器。向后反射偏振器是本质上反射性的装置、膜、表面、或物质,但其可趋向于使光沿原始方向反射回。向后反射器包括

珠状反射性表面,以及其他结构或微结构的反射性表面。例如,向后反射器用于电影荧屏和反射性“不可见斗篷”或光学伪装材料,背景图像可投影其上。当反射性偏振器这样构造,即其反射是向后反射时,偏振器将趋于将光源反射回其原始点,以便例如太阳光可朝向太阳向回反射而非朝向邻近建筑物反射或向下反射到街道,这可倾向于减少来自建筑物或其他物体的眩光。

[0057] 图 2 先前示出于授予 Powers 等人的美国专利申请 No. 12/172, 156 中,并且是另一类型的热反射性滤光器装置 200 的示意图。如图 1A 和 1B 的现有实施例中所示,消偏器夹在一对反射性偏振器 201、203 之间或垂直定向。向热消偏器已经由向电消偏器 202 外加两个透明电极 204 和控制系统 205 取代,它们可共同执行与向热消偏器相同的功能。控制系统 205 可包括温度计(例如,热电偶),当在设定的温度阈值之间转变时,其启动向电偏振器 202。该实施例的操作和使用与图 1A 和 1B 中所示实施例的操作和使用相同,但热反射性滤光器装置 100 也可以纯手动模式操作,例如,通过操作员激活电源开关来操作。在可替换实施例中,可采用向后反射或 CLC 圆偏振器,或不反射似镜图像的其他类型偏振器来减少眩光。

[0058] 图 3 是可变或不对称的光学漫射器 302 的分解示意图,其设置在外环境与反射性或热反射性表面 304 之间,如图 1A、图 1B 和图 2 所示。因此,在允许漫射的条件下,外部光源 306(例如,太阳)在反射性或热反射性表面 304 中的反射可以是漫射,产生白色或金属灰最终效果,而非镜面最终效果,并消除有时与高度反射性建筑物或车辆表面相关的“两个太阳”效果。因为眩光主要是镜面反射作用,而不是明亮光源的漫射性反射作用,白色表面通常被认为比镜状表面眩光程度低,即使反射的可见光的总能量相同。因此,该实施例提供了减少来自镜状表面眩光的另一种方法。

[0059] 在简单实施中,漫射器 302 可以是特性不随温度、波长、极性、入射角、电场、或其他类似因素变化的漫射器。然而,这样的漫射器为小于 100% 的漫射。在该情形中,透射穿过反射性表面(例如,部分镜状窗户)的光仅通过漫射器一次,而从表面反射的光必须通过漫射器两次。因此,反射光可比透射光更加漫射。

[0060] 在其他实施中,漫射性滤光器 302 可分为三个宽泛类型中的任何一种:1) 具有光散射能力的可变漫射器,其可由外部因素(如温度)控制;2) 选择性漫射器,其可仅漫射特定波长或特定极性的光,同时对其他波长或极性的光的透射影响很小;和 3) 不对称漫射器,其散射能力可为方向相关的,使得在一个方向上通过的光比在相反方向上通过的光散射更强。在所有三种情形中,基本目的是相同的,即在某些条件下削弱反射光,而在相同或其他条件下允许透射光以几乎没有失真或衰减的状态通过。该方法的示例性应用是,在禁止或阻止镜状表面的管辖区域中,允许建筑物拥有高度反射性或热反射性窗户以利于能量效率。

[0061] 应该指出,对于某些类型热反射性滤光器和对于某些类型漫射器,漫射器可设置在热反射性滤光器内(例如,在多层装置中的两层之间),而不会改变漫射器或热反射性滤光器的基本功能。

[0062] 图 4 是可变漫射器的一个实施例(即,热漫射性滤光器 400)的示意图,该热漫射性滤光器在低温下很大程度上是透明的而在高温下是漫射性(或漫射反射性)的,或在低温下是漫射性(或漫射反射性)的而在高温下是透明的。热漫射性滤光器 400 可包括透明材料

402,其中悬浮有第二透明材料的珠或泡 404。材料可选择为使得在低温下具有相同或非常近似的折射率,因此产生非常小的光子散射或反射。然而,在高温下,这两种材料中的一种或两者都改变其折射率以使它们之间存在基本失配。在该条件下,珠或泡 404 在透明材料 402 内变成为反射性的(由于光学指数失配),并且,在珠或泡 404 小且数量多的情形中,可具有显著的散射效果。

[0063] 通过选择珠或泡 404 的尺寸和相对位置,热漫射性滤光器 400 可被调整以便其光学特性随温度改变。例如,热漫射性滤光器 400 可调整为热致变色漫射性布拉格反射器,漫射地反射某些频率范围的光。在另一个实施例中,热漫射性滤光器 400 可调整成为在宽范围光频率上工作的热致变色漫射性散射体。在又一实施例中,热漫射性滤光器 400 可调整为用作热致变色衍射光栅或色散器、热致变色全息装置、或其他热致变色光学装置中的任何一种,其减少所反射或透射的光的镜面性以便减少眩光。示例的漫射性光学效果可在急流看到,其中可看到不透明“白水”(即,水与大量折射率低于水的小且透明的气泡混合)在正常透明水(没有气泡)旁边。

[0064] 原则上可通过具有高热膨胀系数的材料实现折射率中温度相关的变化。替换地,透明材料 402 和 404 中的一种或两者可由不同材料混合物组成,这些材料在一定条件(例如,在一定温度以上)分离或以其他方式改变其状态或特性。然而,产生该效果的最简易方式可以是借助在期望温度下经历相变的材料,如从液体到固体的转变,或在液晶的情形中,向列、近晶、结晶、或各向同性状态之间的转变。总之,这可产生折射率的显著变化。

[0065] 因为,在中间相(如向列和近晶状态)中,液晶可以是各向异性的,悬浮在基体(例如在聚合物分散液晶装置)中的液晶的珠或泡的光学特性可取决于液晶分子的定向。已知有许多不同方式(例如包括,与光聚合一起使用配向层或电场)来固定液晶在一种或多种状态下的定向和结构。向热液晶的定向和结构是通过温度实现的,且因此可通过改变液晶的温度而改变(或消除)各向异性。该实施例的一个示例性实施利用在结构类似于聚合物稳定胆甾型或聚合物漫射性液晶装置的基体中的低清亮点(clearing point)液晶,允许由于温度(而非电场)变化而改变相态,从而实现从透射性到漫射性,或从漫射性到透射性的光学转变。在另一个示例性实施例中,可将基体(其结构类似于聚合物分散液晶装置)中的液晶泡的尺寸或光学指数选择为使得在一个或多个所需频率范围上实现温度相关的漫射性反射。

[0066] 该实施例的一个示例性用途是将其与热反射性滤光器结合使用,以使热反射性滤光器的转变温度与热漫射性滤光器的转变温度近似相同。因此,如果热反射性滤光器在其冷态下有 40% 的反射性,而在其热态下有 90% 的反射性,且热漫射性滤光器在其冷态下有 50% 的漫射性,而在其热态下有 80% 的漫射性,则镜面反射的总量可近似恒定地保持 20% 的数值,无论热反射性滤光器的状态如何。因此,在建筑物表面被法律限制为 20% 的镜面反射率的管辖区域中,可获得热反射性窗户的能量效益。该实施例另一个示例性用途是作为私密性滤光器。

[0067] 可以实践此实施例的在温度影响下改变其反射性特性的大量反射性、热致变色的实施。一个这类装置是热致变色、分布布拉格反射器,该装置被制成为使得透射、吸收、和/或反射光谱随温度变化。再次,在该装置中,液晶实际上可以是布拉格反射器,其中反射带是温度相关的。分布布拉格反射器根据失配光学指数的原理工作,且公开的装置可当作热

致变色形式的分布布拉格反射器。热致变色材料的示例性形式可包括：氧化锌，其在受热时从清亮改变为黄色；液晶，其可配制为在给定阈值温度以上吸收或反射一定百分比的入射可见光；和掺杂钨的氧化钒，其可在阈值温度（该阈值温度部分地由材料成分中的钨百分比决定）以上反射光。

[0068] 不同液晶配方的基于温度的反射率差异取决于具体配方。在一个配方中，由于折射率随温度改变，反射率可随温度改变，且其类似于电致变色装置（如已知的聚合物分散液晶显示器）。在另一个配方中，反射率可归因于其内部结构，在一个温度下反射处于一定频率下的光的一圆偏振并透射其他频率下的其他圆偏振，同时在其他温度下可透射（或漫射性地透射）这些频率。这类装置随温度变化的行为可以是复杂的，但可类似于电致变色装置，如已知的胆甾型液晶装置。其他配方可类似于 Guest-Host LCD 显示器、Halmeier 显示器、或聚合物稳定液晶装置，但这该列表不应被认为是详尽的。

[0069] 虽然这些配方中每个都可用作图 4 所示的示例性热致变色分布布拉格反射器的材料，但对于材料折射率取决于温度的液晶配方可能是特别合适的。在分布布拉格反射器中使用该液晶配方可使得漫射性装置类似于电致变色 PDLC 或在镜面装置中类似于 3M DBEF 产品，其中每个示例性装置对最终装置的模糊度、中心频率、带宽、和反射效率都有宽范围数量的热致变色效果。取决于使用的液晶相变，这些装置也可具有几种不同操作。示例性转变可包括结晶到向列、向列到各向同性、和近晶到向列。在合适材料（如聚合物）内或由合适材料包围的一个或更多液晶层的构造可能是用于制造热致变色分布布拉格反射器的合适材料技术。示例性形式也可具有这样的层，它们具有不同转变温度或相变，具有由于指数改变效果而分离的液晶混合物，或基于温度而额外改变其 Raleigh 散射特性以及光学指数。

[0070] 图 4 中所示泡可采用图中所示球形之外且与之不同的多种形式。例如，泡可以是多面体的，或可以是在一个维度或更多维度上极为伸长的，以使它们在衬底材料 402 内有效地为平面层，而不改变该实施例作为温度相关可变漫射器的基本功能。

[0071] 图 5 是热漫射性滤光器 500 的另一个实施例的示意图，该滤光器依赖于某些材料（包括液晶）的自组织特性。在该实施例的一个示例性形式中，反射性染料、反射性或折射性纤维、线段、大分子、或微片段（microscopic sheet fragment）（如云母片）502 可悬浮在液晶介质 504 中。一般地，这可要求材料（如纤维 502）的比重与液晶 504 的比重相同或近似相同，从而防止两种材料一定时间后分离。可替换地，诸如反射性纤维 502 的材料可以是化学功能化的，以使它们溶解而非悬浮在液晶中，且因此倾向于使反射性纤维自身均匀分布于液晶中而不会沉淀或析出。微纤维、线段、或其他物体可“溶解”在溶剂中，而不会物理分离，就像是蛋白质分子和其他物质溶解在人体血液中的那种方式。另一种方法可为将反射性纤维或片 502 附着于长聚合物链上，聚合物链以类似于丝网覆盖窗户，或常春藤覆盖砖墙的方式分布在整个液晶 504 中。在又一个不同方法中，纤维或片可直接附着于外罩的壁上（例如，液晶单元或“瓶”的玻璃表面）。

[0072] 液晶 504 及其一个或多个配向层（未示出）可设计成使得在低温下，液晶 504 处于有序状态（无论结晶、近晶、向列、碟型、或其他状态），而在高温（即，液晶清亮点以上）下处于无序（即，液体或各向同性）状态。而且，液晶分子的定向可以是这样的，在有序状态，线段 502 的最小能量构型是垂直于热漫射性滤光器 500 的平面定向，线段是该热漫射性滤光

器的一部分。因此,以法向角通过滤光器的光对于纤维 502 所见的横截面非常小,且被最少地反射或折射。而且,由于材料的有序状态,滤光器导致的任何视觉失真可较为均匀并因此可以不导致显著的散射。

[0073] 相反,在热态下,反射性纤维 502 可变成成为无序的并在液晶 504 内中呈现随机定向。在该情况下,它们可为通过滤光器 500 的光提供较大横截面,因此反射或折射总量增加。然而,因为纤维 502 可以是小的、随机分布和随机定向的,因此从纤维 502 的反射和通过纤维的折射可导致入射光的显著散射。因此,滤光器 500 在其热态下可用作光漫射器。液晶材料及其配向层的成分和设计是已知的且这里不需要进一步详述。

[0074] 在与该实施例稍微不同的示例形式中,纤维、片、或泡 502 可以是漂浮的,或附着到漂浮物体上,以使它们的浮力可随温度改变,且使得在阈值温度以下它们要么升到其外罩的顶部要么沉到底部,并且不再能够散射通过所述外罩的光。所谓的“Galileo 温度计”具有这样的浮力效果。这样的装置可被构造成作用于反射性建筑物和车辆表面的热漫射性滤光器。

[0075] 可替换地,热激活式偏振器可用于该功能。授予 Li 等人的美国专利 No. 6,965,420 描述了由胆甾型液晶(CLCs)制成的窄带、圆偏振器,当其结构被 AC 电场破坏时切换到宽带操作。这样的偏振器能够漫射性反射或透射一定极性的光。然而,在本申请中,偏振器可通过温度变化(即,由于 CLC 中相变)从窄带切换到宽带操作。偏振器包含聚合物基体中的液晶区域或泡,并可例如通过给定阈值温度以上所捕获的液晶向各向同性状态的转变而实现该结构的扰乱,该给定阈值温度由液晶混合物的精确结构和成分限定。

[0076] 在该实施例的一个示例形式中,采用在近红外区中响应的窄带偏振器,以使其偏振和可能的漫射效果对人眼是不可见的。然而,当温度提高到超出阈值时,液晶区域的组织被破坏,偏振器的带宽增加至覆盖某些或全部可见光谱,且偏振和可能的漫射效果变得可见。在该热态下,热激活的偏振器可用作可见光漫射器并因此可用于缓和眩光,如上述那样。在该实施例的进一步详细说明中,可加入相反圆偏振的第二热激活式偏振器从而增强漫射和衰减效果。

[0077] 在该实施例的又一示例形式中,可变漫射器是如图 1A 和 1B 中所述的热反射性滤光器,但采用的偏振器是漫射性偏振器。漫射性偏振器的例子包括 3M 的漫射反射性偏振膜(DRPF),其是线性偏振器,和 Chelix CLC 聚合物圆偏振器。在该情形中,热漫射性滤光器和热反射性滤光器组合到单个物体中,以便在热反射性滤光器加热并切换到其反射性状态时,其同时转变为漫射性状态,因此其不能反射太阳的图像和产生眩光。

[0078] 无数其他布置也是可能的,这些布置具有在高温下散射视线中的小反射性或折射性物体 502 的相同效果,以使它们具有漫射性效果。在低温下去除物体 502 或减小其横截面,可消除或减少其漫射性效果。各种各样的构型可符合该描述且如温度相关的可变漫射器那样发挥作用,且因此适合图 4 所示实施例。该技术的实施不由任何特定结构组成或要求特定结构。相反,用于减少来自反射性或热反射性表面的眩光的方法可使用这里所述的多种不同结构中的任何一种,或产生类似效果的其他相关结构。而且,虽然该实施例在其不同示例形式中的成分和操作原理与图 4 所示的不同,但该实施例的用途可基本与图 4 所示实施例的用途相同。

[0079] 图 6 是如图 1A 和 1B 所示的许多热反射性滤光器中使用类型的线栅偏振器的等距

视图。然而,这里所示的两种不同线类型用于示例性目的。当以规则的间隔平行设置时,多个平滑矩形线 602 可产生反射性线性偏振器,其透射匹配极性的光并反射正交极性的光。而且,对于大于线间隔的光波长以及对于被反射极性的光子,平滑线 602 可非常类似于平坦、固体金属膜的行为。来自偏振器表面的反射可因此是镜面的,并导致清亮的类镜外观。

[0080] 然而,当替代使用不规则线 604 时,偏振器的“表面”(由适当波长和极性的光子所见)可呈现不规则而非平滑。因为镜面反射可需要微平滑表面,而来自不规则表面的反射可以是漫射性,因此来自这样的偏振器的反射光可具有白色或金属灰外观,而非镜状外观。当表面不规则性大于被反射的光的波长时,该效果最显著,但由于太小而不能被人眼直接观察到。因此,由不规则线 604 形成的线栅偏振器可用作选择性漫射器,其透射一个线性极性的准直光(即,清晰图像),同时漫射性地反射正交线性极性的光。

[0081] 在平滑线 602 或不规则线 604 内加入微中断或间隙 606,可趋向于对透射穿过的光的极性具有折射效果,且如果这些间隙 606 的尺寸和分布是随机的或伪随机的,则该折射也可以是漫射性。

[0082] 该技术的实施可利用这些效果中的一种或两种,从而通过用漫射性而非镜面线栅偏振器来构造热反射性滤光器,而减少来自热反射性表面的眩光。例如,包含这类滤光器的热反射性建筑窗户可使准直光从外部透射到内部,允许建筑物居住者清晰地看到外面。然而,来自这类窗户的反射(由玻璃和空气之间的折射率失配引起的普通玻璃反射除外)可以是漫射性而非镜面的。因此,建筑物能够获得热反射窗户的能量效益,而不产生可导致眩光的镜面反射。

[0083] 此外,这样的偏振器自身可用作窗户膜或滤光器,提供约 50% 漫射性反射和 50% 准直透射的表面。因此,建筑物能够获得反射性窗户的能量效益,而无由镜面反射引起的眩光效果。出于同样的原因,这样的偏振器可用作车辆或建筑物中反射性壁或外皮或主体面板的抗眩光膜。

[0084] 图 7 示出了漫射性线栅偏振器 700 的另一个实施例,其中线 702(或是平滑的或是不规则)可形成在非平坦衬底 704 上。衬底 704 沿一个或多个对称轴的高度变化可以是规则的或不规则的,结果是入射光 706 从线 702 的反射显示出入射角和出射角之间具有相关性,该相关性随在衬底 704 上的位置而变化。因此,由线栅偏振器 700 反射的极性的光可被散射(即,漫射),而通过偏振器透射的正交极性的光不受明显的影响。虽然该实施例的构造和操作原理与图 6 所示实施例中的构造和操作原理稍微不同,但其用途基本相同。

[0085] 图 8 示出了线栅偏振器 800 的另一个示例性实施例的示意平面图,该线栅偏振器具有提供超材料(即对以一定范围的方向、波长、和极性穿过其中的光具有强共振相互作用的材料)特性的复杂纳米结构。在该实施例中,线栅偏振器 800 的线(无论平滑还是不规则,以及无论在平坦还是不平坦衬底上形成)形成手性(即,扭曲)“鱼鳞”结构,其可用作圆偏振器(与具有直线、可用作线性偏振器的线栅偏振器相反)。偏振中的圆度可与线栅结构的手性成比例,即零手性产生直线且因此产生线性偏振光,而如图 8 所示的中等手性将产生椭圆偏振的光,其接近圆偏振。满圆可需要无限手性结构,此时其在物理上不可实现。

[0086] 此外,对于取决于线的尺寸和间隔的光波长,如 Fedotov 等人所述,该结构可具有其偏振效果不对称的额外特性。也就是,来自一个正交方向的光(即,从页面外部进入)可比来自相反正交方向(即,从页面内部出来)的光更强地偏振。当从任一侧看时,线性结构可几

何等价。然而,手性结构可不同,即,当从后面看时的结构手性可与从前面看时的同一结构的手性相反。这是偏振不对称性的由来,以使偏振不对称的程度(类似于圆度)可与手性的程度成比例。100%的不对称性可能需要无限的手性,即,不能物理实现的结构。然而,已经以可制造的纳米结构实现了非常高的不对称度。

[0087] 当该超材料的线栅偏振器 800 的线 802 形成为不规则的或在不规则表面上形成,以使由它们反射的光可被散射,且因此偏振器可用作漫射性地反射性圆偏振器时,漫射性反射效果可以全新方式与不对称偏振效果结合,该方式不太可能由经典光学器件实现。对于非预极化的光,即混合的随机极性的光(如同太阳光或未被反射的人造光),该结构对一个方向上通过其中的光比对相反方向上通过其中的光更具漫射性。在极端情形(其手性高)中,结果是“单向漫射器”,其可在一个方向上透射清晰准直的图像,其中理论透射率远超 50%,并可在相反方向上反射漫射光,其中理论反射率接近 50%。

[0088] 在该技术的一个示例性应用中,该单向漫射器可层压到窗户上作为私密性滤光器。现有的私密性滤光器可采用经典对称漫射性的漫射性光学器件,即,它们可使得从内向外看和从外向内看同等模糊。相反,单向漫射器可这样定向,即,使其可提供从内向外看的清晰视野,和从外向内看的高度漫射性视野。此外,滤光器可具有已经针对漫射性地反射性偏振滤光器提到的全部太阳辐射热获得减少和眩光减少的优点。因此,可以同时提供针对几种不同窗户问题的独一无二的强有力的解决方案。

[0089] 在另一个示例性应用中,该单向漫射器可与反射性或热反射性建筑物表面结合使用以用于减少眩光,即,为了漫射从该表面反射的光,而不会显著漫射通过该表面的光(如果有这样的光)。在又一个示例性应用中,图 1A 和 1B 中所示这种热反射性滤光器可用手性线栅偏振器(无论镜面或漫射性)构造为反射性偏振器 101 和 103。

[0090] 在又一个示例性应用中,手性线栅偏振器(无论镜面或漫射性)可用于非常类似于图 1A 和 1B 所示的热反射性滤光器的结构中,但例外的是内部偏振器 103 已经由简单镜面反射器(无论全反射或部分反射)取代。线性结构可几何上等价于其自身的反射,因此,线性偏振器的图像在镜中反射时与偏振器自身看起来相同。然而,手性结构在反射时不相同,即反射的手性可与原始结构的手性相反。结果,左圆偏振器的反射图像呈现为右圆偏振器。因此,与线性偏振器不同,圆偏振器可与其反射相互作用,且等同于图 1A 和 1B 中热反射性滤光器的结构可仅用一个偏振器构造。这样做是基于成本、可制造性或其他原因。

[0091] 可对该手性超材料的偏振器 800 进行许多可选改进,而不改变其根本性质。例如,手性线结构 802 可形成在衬底上,以使它们不是完全平行的、或使得“鱼鳞”在尺寸和定向上不完全相同。可替换地,或额外地,线 802 可能不是连续的,而可由多个段组成,每个段都有一个或多个手性“鱼鳞”结构。这些段通常可比它们旨在相互作用的光的波长的 1/4 长,而用较小线段可观察到较不显著的影响。手性偏振器的性质相同或不同的多个层可被叠加以增强其效果或增宽其所响应的波长或极性范围。

[0092] 可通过改变线的宽度、高度、间隔和表面粗糙度;鱼鳞结构沿线 802 的间隔、直径、手性、和交错或镶嵌(tessellation);以及下部衬底的波纹、翘曲、或粗糙程度,来调整手性线栅偏振器的精确光学特性。此外,手性偏振器的光学特性可受到所选制造该线的金属的强烈影响。

[0093] 此外,虽然为了示例目的,这里描述了粗糙的手性线栅结构,但这绝不意味这是唯

一能够产生不对称偏振效果和 / 或不对称漫射效果的结构。该技术的实施不限于特定结构,而是用各种具有相似效果的不同结构中任一种减少来自反射性表面的眩光的方法。

[0094] 图 9 是另一个实施例的选择性漫射器 900 的示意性横截面视图,通过其中棱镜膜的光的散射、转向或漫射的程度可强烈取决于入射角。实现该目的的示例性方法包括将锯齿状结构 904 的图案刻蚀于透明衬底 902 的表面,但多种其他方法也是可能的。棱镜膜的例子(包括“私密性滤光器”)可加到笔记本电脑显示屏或视频显示器上,以加宽或缩窄其视角。在该实施例中,棱镜膜可放置在反射性表面(例如,部分镜状或热反射性窗户)的顶部,以使来自表面的反射可限制在一定的出射角。这可用于减少特定角度的眩光(例如,防止建筑物反射太阳光到附近道路上),或在特定方向上引导反射光或将其引导到特定目标(例如,太阳能收集器或阳光照不到的庭院)上、或用于其他目的。

[0095] 图 10 是示例性向热分布布拉格反射器(DBR)1000 在其冷(有组织,透明)态下的示意性横截面视图。向热 DBR1000 可由交替的第一材料 1001 和第二材料 1002 的透明或半透明层组成,其中第二材料 1002 是向热的(例如,向热液晶),以使得在其冷的有组织状态(例如,结晶、向列、或近晶状态)下其折射率  $n_2$  近似于或等于第一材料 1001 的折射率  $n_1$ 。因此,通过叠层的光可不显著受层的不同成分影响。然而,在热的、扰乱(如各向同性)状态下,第二材料 1002 的折射率  $n_2$  可与第一材料 1001 的折射率  $n_1$  显著不同,以使通过材料叠层的光子可经历折射率的周期性变化,且因此可发生分布布拉格反射。

[0096] 图 11 是图 10 中向热 DBR1100 在其热(扰乱、反射性)状态下的示意横截面视图。在该状态下,第二材料 1102 可以是液体、各向同性状态,并可具有与第一材料 1101 的折射率  $n_1$  显著不同的折射率  $n_2$ 。具有不同折射率的材料层可产生分布布拉格反射响应。几种不同液晶层可用作第二材料 1102,其具有不同熔化温度或不同折射率,或这两者,而不偏离该实施例的精神。

[0097] 向热 DBR 的另一个实施例可使用配方类似于例如 3M DBEF 偏振器的聚合物层,其热膨胀且因此显示不同空间频率并响应于不同光波长。然而,在图 10 和图 11 的实施例中,向热液晶装置的 LC 层的双折射可用来实现与 DBEF 的聚合物层相同的效果,该 DBEF 的聚合物层在不同横向上具有不同光学指数。可替换地,可使用液晶以使折射率在横向上相同,且 DBR 的其他组分或层(或这两者)可在不同方向上具有不同指数。

[0098] 通过利用具有不同温度响应的多层材料,理论上,可实现反射器的任何或全部特性。因此,向热 DBR 可额外被设计为“消失型”偏振器,以便偏振效果随温度上升或降低而出现或消失。向热 DBR 也可设计为具有其他效果,例如,可变中心频率偏振器、可变带宽偏振器、或可变效率偏振器、或如混合热致变色 DBR (TDBR) 和热致变色偏振器。

[0099] 其中,向热偏振器和 TDBR 两者都可通过将光学装置(例如,在如美国专利申请 No. 12/172, 156 中公开的热反射性滤光器中)构造成在一个温度下不完全切换为“开启”由此减少在“中间温度”的温度下的眩光,来用于减少该光学装置中的眩光量。可替换地,向热偏振器和 TDBR 可通过这样的装置增加或减小反射带宽从而减少眩光;通过温度调整中心带宽从而减少眩光;在不出现光学眩光的频率中工作,如 IR 和 UV 光;或配置在低温和高温下反射相似量的可见光的装置,但在这些温度下或多或少反射 UV 和 IR。因为 TDBR 可以是镜面或漫射性,因此使用布拉格反射器的热致变色偏振器也可类似地是镜面或漫射性。此外,可采用热致变色实施例的电致变色“超控(overrides)”,例如分布布拉格反射器,其中

电信号可在一个或多个温度下额外地改变装置的行为。

[0100] 在特定配置中,可以选择这类 TDBR 和偏振 TDBR (PTDBR)使用的液晶分子的尺寸,以使它们主要或完全在 NIR 和 IR 区作用。该选择可通过减少可见光反射量而减少眩光。该装置也可设计成在不同活动温度范围内,使可见光谱中被反射的光的量在设计极限以下。包含在漫射性、镜面和混合实施例中的这些示例性装置,连同电致变色“超控”形式都被当作本发明的实施,且仅是示例性的而非详尽列举。

[0101] 注意 IR TDBR 和 IR PTDBR 装置可红移以离位法向角(off-normal angle)通过的光,理论上,这意味着设计成通过仅利用 NIR 或更长可见波长(如红光)来减少眩光的装置在“离位角”比在法向角具有更少的可见光眩光,这在眩光管理装置中是理想的。

[0102] TDBR 和 PTDBR 装置可以是固有漫射性,或可替换地被放置在以一个或多个频率工作的漫射器的后面。在一个示例性实施例中,漫射性、眩光减少形式的 PTDBR 使用 PDLC 技术,其具有垂直模式装置,高预倾斜配向层(示例性装置可具有 75 度以上的预倾角),和正模式,其中折射率在低温下可匹配,并且其中折射率转变是从向列到各向同性相变。在装置处于高温时这可导致 TDBR,而在清亮点以下的较低温度时其消失。用这些方法可实现在偏振上的相似效果。

[0103] PSCT、PDLC 和 Guest Host 形式的 TDBR 和 PTDBR 装置,以及混合装置都是可能的。使用吸收性或反射性染料的 Guest Host 实施例可配向以使它们在发生相变或达到设定温度之前不反射或吸收。这些实施例可通过选择使带中(包括 IR)哪个频率反射而减少眩光。Guest Host 实施例可特别适用于 PTDBR 装置。另一个实施例可与可见波长下的镜面形式组合地使用 IR 波长下的漫射性形式 TDBR 和 PTDBR 装置以增加效率,同时为了美观允许选择可见反射率。混合 TDBR 和 PTDBR 装置也是该装置的实施例。这些列出的实施例仅是示例性的,且由所有合适材料(金属、固体、气体、液体、液晶、二色性体(dichroics)、光子晶体、和其他材料)制成的装置都可考虑。

[0104] 在用于窗户和建筑物材料的热致变色或热反射性液晶滤光器和装置中,有许多可通过液晶混合物和包括液晶的混合物实现的理想质量。这些可包括设计混合物的凝固点和清亮点,从而使其适于特定气候或用于控制热态和冷态的温度范围或热量通过装置的进出。此外,这些可包括这样的混合物,其被设计来影响热态和冷态或其他物理状态(例如,结晶和向列态之间的转变)之间的速度、光学透明度、和 / 或光吸收、反射、或透射特性,还包括这样的混合物,其被设计来改善装置对环境条件(例如,暴露于 UV 或其他光、湿度、气体、热循环、或极端温度)功能响应(如光学特性、凝固点或清亮点、或转化速度)的稳定性。这些实施例的构造细节可以变化,同时符合用于减少来自反射性或热反射性表面的眩光的方法精神。

[0105] 图 12 是眩光缓和装置 1200 的另一个实施例的示意图,其交替反射性和吸收性偏振器以使内部反射最小化。当来自外部源 1206(例如,太阳)的非偏振光碰撞装置 1200 时,其碰到反射性偏振器 1201。入射光中,约 50% 的光可具有垂直于反射性偏振器 1201 的偏振,并可被反射开。剩余光可具有匹配偏振并可透射。

[0106] 一旦入射光穿过外部反射性偏振滤光器 1201,则入射光进入吸收性偏振器 1203,其偏振矢量可与反射性偏振器 1201 的偏振矢量匹配。因为通过该吸收性偏振器 1203 的光已经由反射性偏振器 1201 预偏振,因此其极性与吸收性偏振器 1203 的极性匹配并因此非

常少量的光可被吸收,而大部分光可被透射。

[0107] 然后,透射的光碰到向热消偏器 1202,其是能够呈现两种不同偏振状态的装置或材料。在其热态或各向同性态或液态下,穿过向热消偏器 1202 的偏振光可不受影响。在其冷态(如向列或结晶)状态下,向热消偏器 1202 可使入射光的偏振矢量旋转固定量。

[0108] 一旦剩余的偏振光穿过向热消偏器 1202,其碰撞内部反射性偏振器 1201'(也就是“检偏器”),在那里光根据其偏振状态而被反射或透射。内部反射性偏振器 1201'可定向为使其偏振垂直于外部反射性偏振器 1201 的偏振。因此,在热态下,当光的偏振矢量没有旋转时,光的极性垂直于内部反射性偏振器 1201' 的极性,且大部分光(理论上,高达 100%)可被反射。然而,在冷态下,当光的偏振矢量已经旋转 90 度且与内部反射性偏振器 1201' 平行时,少量光可被偏振器材料吸收,且剩余光可被透射。最后,光碰到极性匹配的内部吸收性偏振器 1203' 并被透射。

[0109] 因此,对于通过并进入建筑物、车辆或其他结构内部的外部光,该实施例的行为、性能和外观可极其类似于图 1A 和 1B 中所述的装置,即,装置可在热时反射并在冷时透射。然而,对于以其他方式从建筑物、车辆、或其他结构的内部进入外部环境的光,性能和外观显著不同,因为在热态下被抑制的光可被吸收而非反射。

[0110] 当来自内部源的非偏振光碰撞装置 1200 时,其碰到内部吸收性偏振器 1203'。入射光中,约 50% 的光的偏振垂直于内部吸收性偏振器 1203' 的偏振且将被吸收。剩余光将具有匹配的偏振并将被透射。

[0111] 一旦入射光穿过内部吸收性偏振滤光器 1203',该入射光将进入内部反射性偏振器 1201',其具有与内部吸收性偏振器 1203' 的偏振矢量匹配的偏振矢量。因为穿过该内部反射性偏振器 1201' 的光已经由内部吸收性偏振器 1203' 预偏振,因此其极性与内部反射性偏振器 1201' 的极性匹配,且因此非常少量的光可被反射,且大部分光被透射。

[0112] 然后,透射的光碰到向热消偏器 1202,因此在其热态或各向同性或液态下,穿过向热消偏器 1202 的偏振光可不受影响,而在其冷态(例如,向列或结晶)状态下,向热消偏器 1202 可使得入射光的偏振矢量旋转固定量。

[0113] 一旦剩余的偏振光穿过向热消偏器 1202,该剩余的偏振光碰撞外部吸收性偏振器 1203,在那里光根据其偏振状态被反射或透射。外部吸收性偏振器 1203 可定向为使其偏振垂直于内部吸收性偏振器 1203' 的偏振。因此,在热态下,当光的偏振矢量未被旋转时,光的极性垂直于外部吸收性偏振器 1203 的极性,且大部分光(理论上高达 100%)被吸收。然而,在冷态下,当光的偏振矢量被旋转(例如,90 度)且与外部吸收性偏振器 1203 平行时,少量光可被偏振器材料吸收,而剩余的光被透射。最后,光穿过具有匹配极性的反射性偏振器 1201 并可被透射。

[0114] 该布置可允许热反射性滤光器反射掉来自结构外部的辐射能量(如太阳光和 / 或红外太阳热量),而也不会为结构内部呈现镜状表面。例如,这可意味着不同于普通的镜状或热反射性膜(其可在夜间反射建筑物内部,且因此在夜间不允许看到外部),该实施例甚至当建筑物或其他结构内部的光比其外部的光明亮时,也可允许察看清晰的(虽然减弱)外部场景。例如,这对于住宅窗户是理想的,这里可看到通常期待的星星或城市灯光的夜间场景。因此,该实施例是为了减少内部眩光,同时允许滤光器的外观为镜面镜子的外观。然而,该布置可与上述任何其他眩光减少方法结合,并可逆转为对结构外部提供吸收性外观和对

内部提供反射性外观(例如,这可能在设计成吸收和保留大量太阳热量的太阳灶或其他结构中是理想的)。

[0115] 在不影响这里公开的减少来自反射性和热反射性表面眩光的方法的情况下,也可加入其他的偏振器或其他光学元件从而产生不同的光学效果。此外,可选择性地去除向热消偏器 1202,使得膜、装置或光学叠层具有不随温度改变的光学特性。然而,该膜或装置或叠层具有在一个方向上的反射性而在其他方向上的吸收性的有趣特性,且因此用作减少来自反射性表面眩光的替换结构。

[0116] 虽然这里描绘并描述了几个示例性实施例,但应该理解本发明不限于这些特定构造。可加入可选部件,如涂层、膜、隔片、填料、或支撑结构以适应具体应用或具体制造方法,且可通过去除或替换某些元件实现某些实施例的弱化形式。例如,线栅偏振器的线可用非理想导体或半导体制成,或用反射谱包括基本颜色异常的材料(如铜)形成。

[0117] 根据所选材料和波长,各个层的精确布置可不同于这里描绘的,不同层可组合为单层、物体、装置、或材料,而不改变本发明本质结构和功能。例如,图 5 的热漫射性滤光器中的线段也可形成如图 6 和 7 所示的不规则线栅偏振器的线的形式。

[0118] 虽然上面的描述包含许多特异性,但这些不能被解读为限制本发明范围,而是仅应将其解读为提供本发明某些示例性实施例的说明。不同材料的实施和以不同构造的实施有各种的可能性。

[0119] 虽然上面描述了具有一定特殊性的本发明的各种实施例,或参照一个或多个独立实施例描述,但在不偏离本发明的精神和范围的前提下本领域技术人员可对公开的实施例做出多种变化。目的在于将上面描述中包含并在附图中示出的所有情况解释为仅是特定实施例的例示而非限制。所有方向参照词,例如,近端、远端、上部、下部、内部、外部、向上、向下、左、右、侧部、前、后、顶部、底部、上面、下面、垂直、水平、顺时针、逆时针、左圆、和右圆仅用于识别目的,从而辅助读者理解本发明,而不是对本发明(特别是本发明的位置、定向或使用)进行限制。连接参考词,例如,附着、耦合、连接、和结合应宽泛地解读,并可包括集合元件之间的中间元件和元件之间的相对运动,除非另外说明。因此,连接参考词并非暗示两个元件直接连接以及两个元件相对彼此固定。反射、透射或吸收的百分比是说明性的而非限制性的。目的在于将上面描述中包含和附图中所示的所有情况解释为说明性的而非限制性的。可在不偏离由所附权利要求限定的本发明基本要素的前提下,做出细节或结构上的改变。

冷态：非偏振光入射

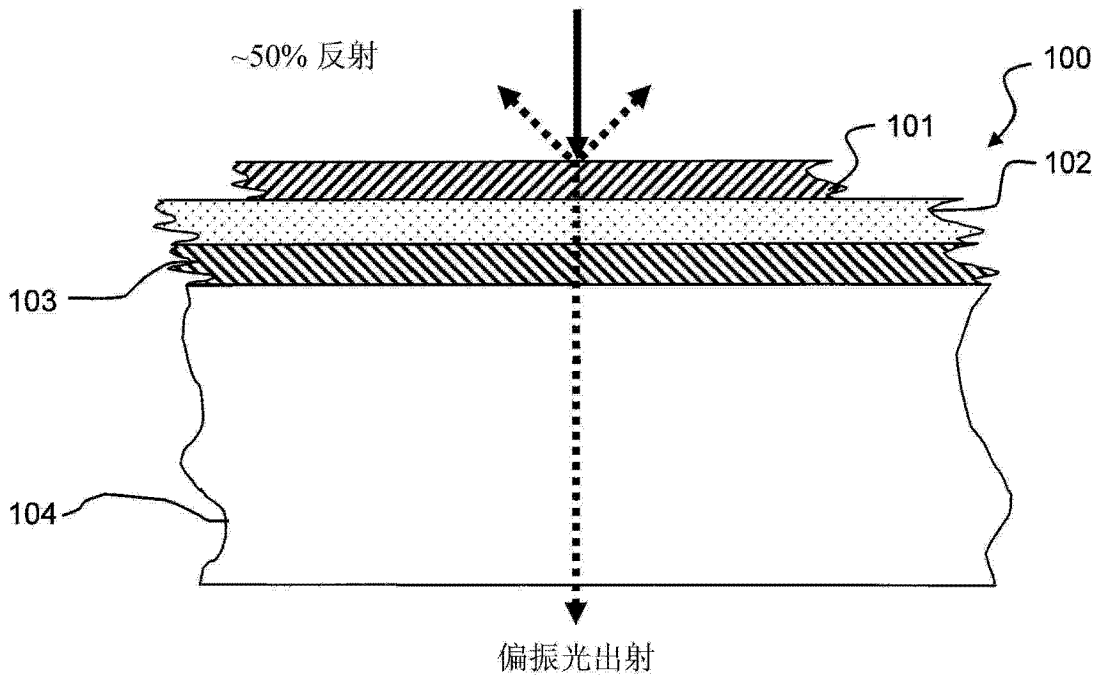


图 1A

热态：非偏振光入射

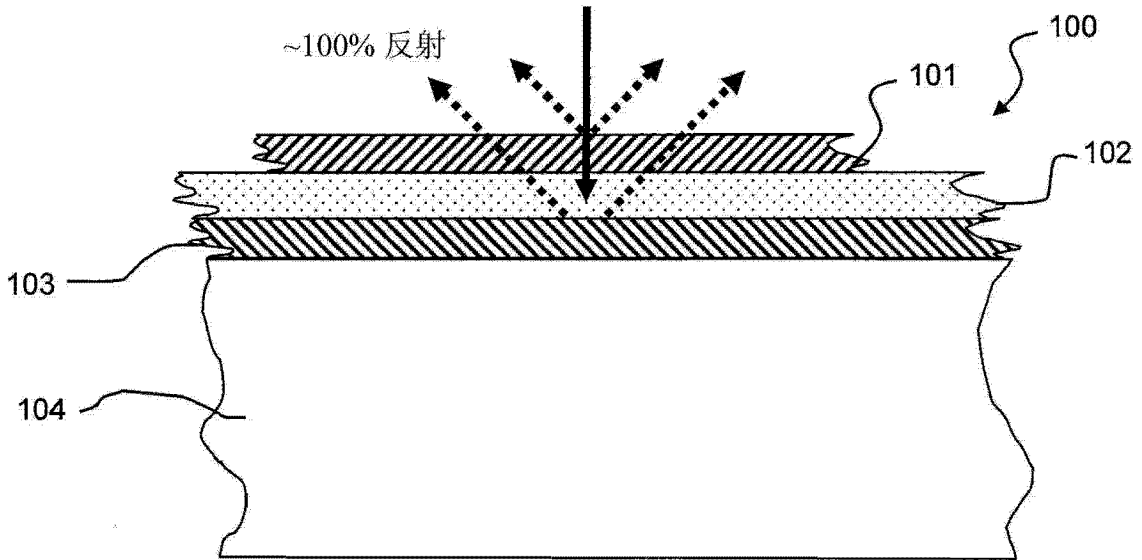


图 1B

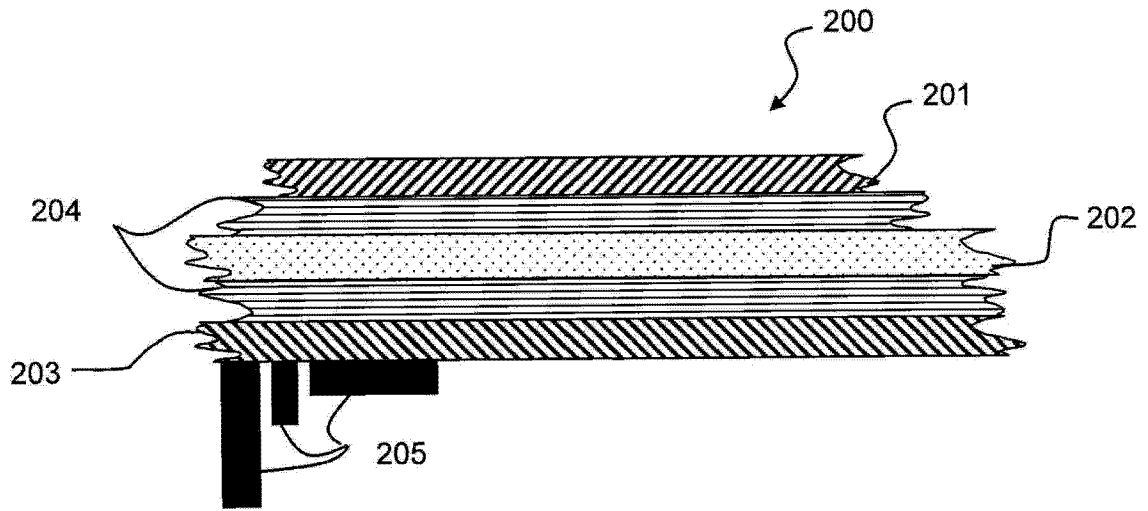


图 2

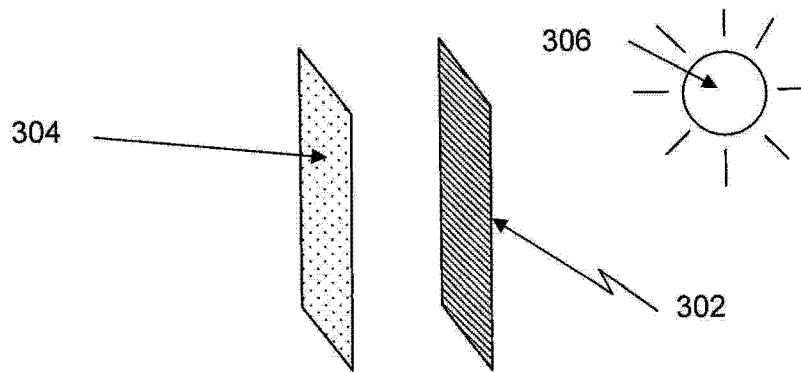


图 3

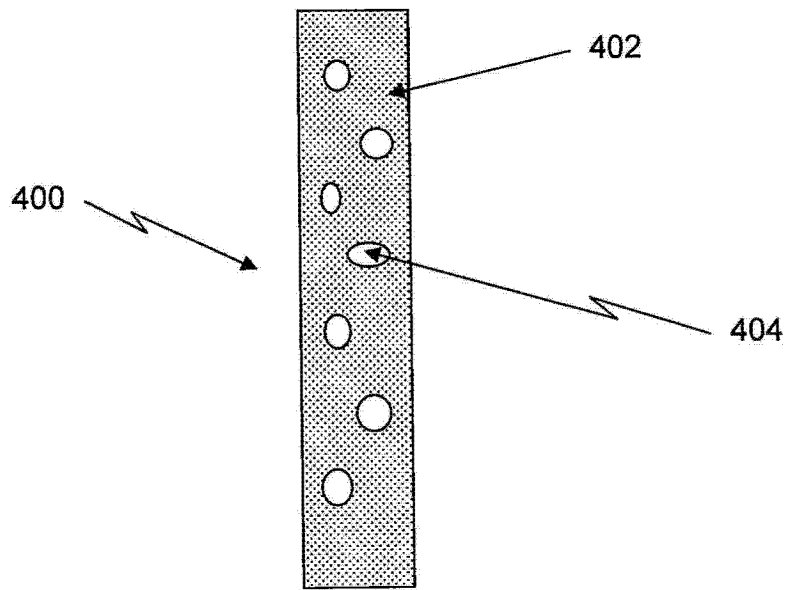


图 4

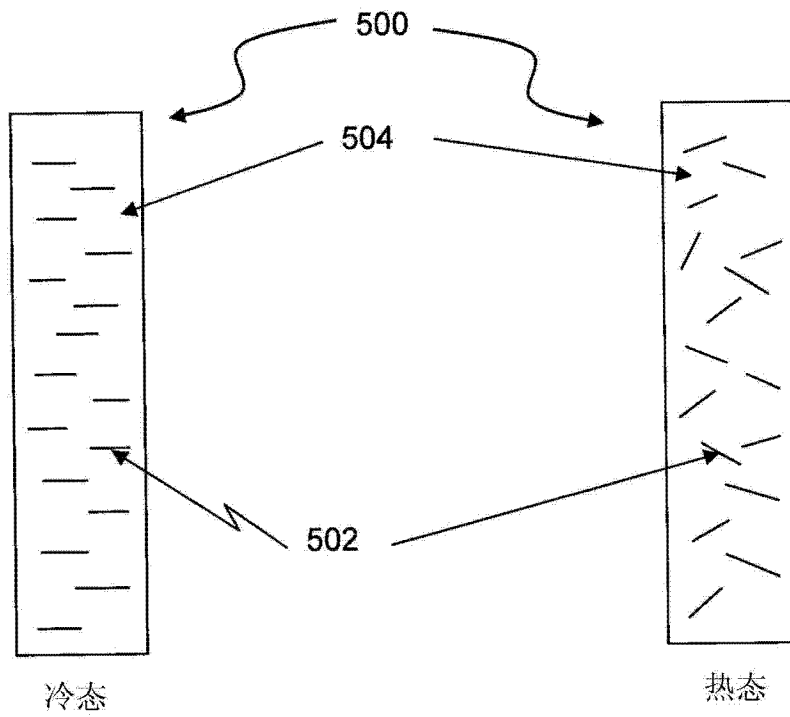


图 5

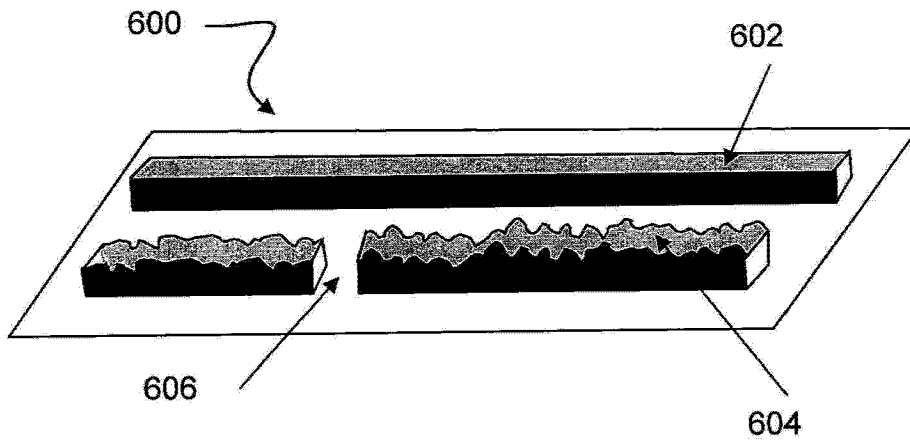


图 6

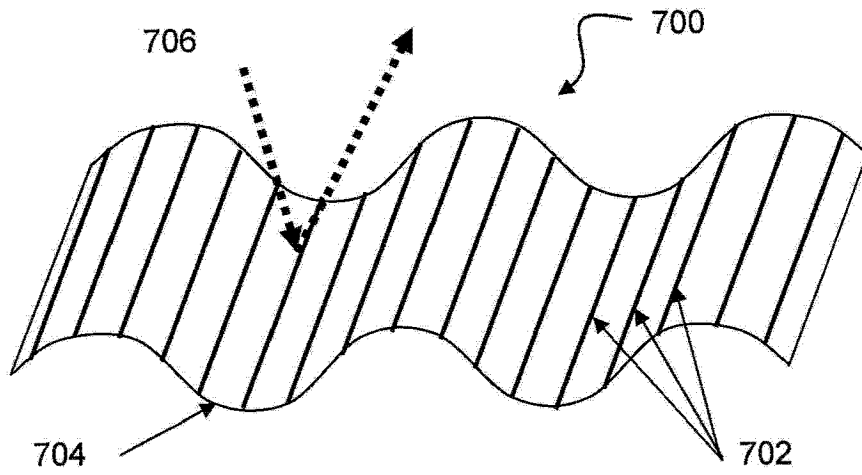


图 7

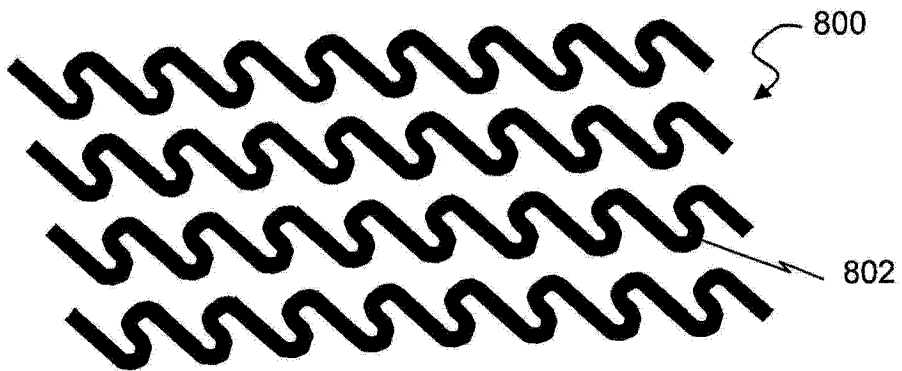


图 8

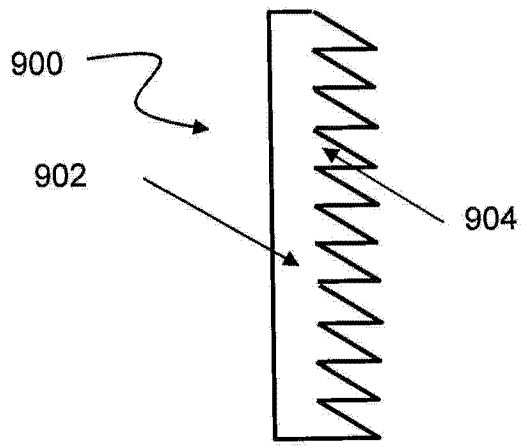


图 9

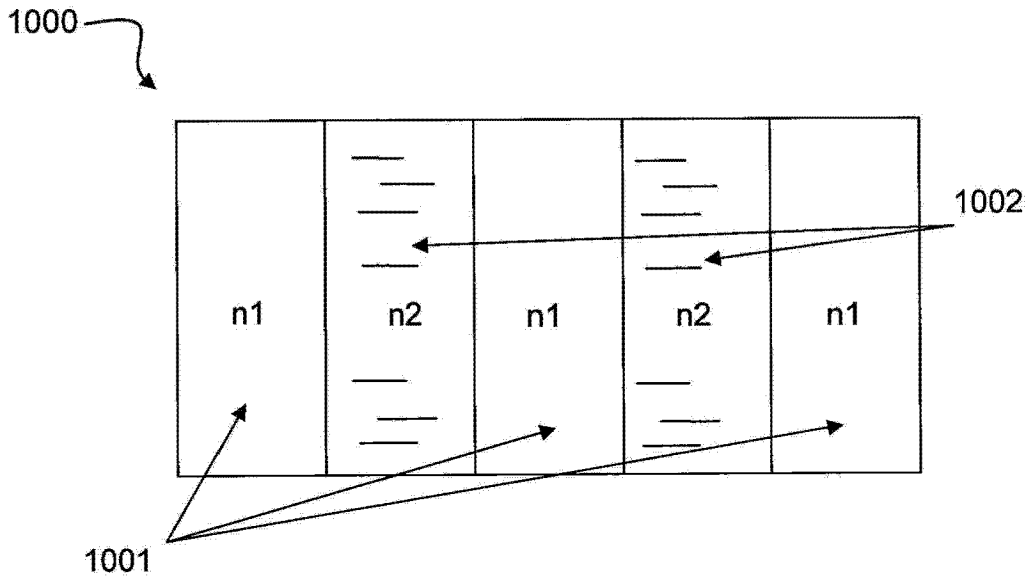


图 10

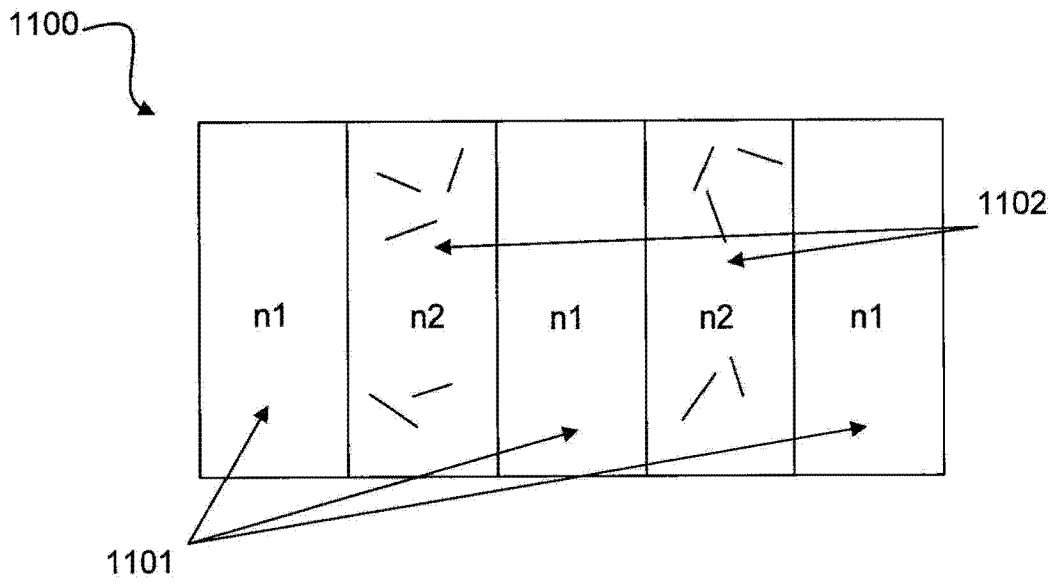


图 11

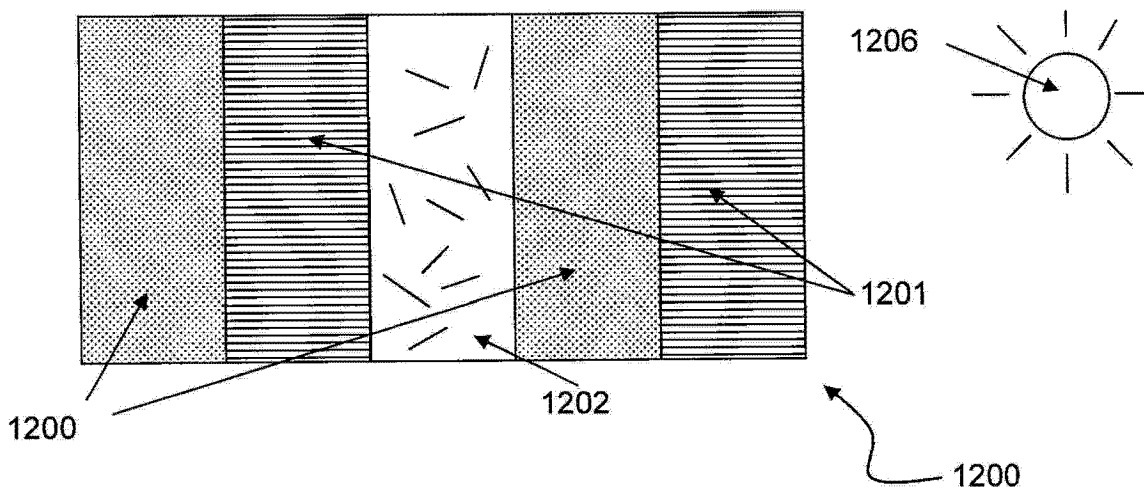


图 12