(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118434695 A
(43)申请公布日 2024.08.02

(21)申请号 202380015300.4
(22)申请日 2023.02.16
(30)优先权数据
17/674,082 2022.02.17 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.06.18
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2023/051396 2023.02.16
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/156927 EN 2023.08.24
(71)申请人 佳殿玻璃有限公司
地址 美国
申请人 佳殿欧洲责任有限公司
(72)发明人 延斯-彼得·穆勒
理查德·韦尔纳
伊斯特万·西尔比克
尼科莱蒂·埃热迪 朱艾伦
约亨·布茨
(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
专利代理师 程纾孟 陈平
(51)Int.Cl.
*C03C 17/34*(2006.01)

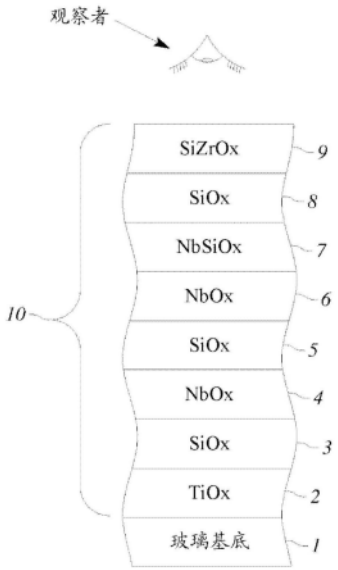
权利要求书4页 说明书12页 附图2页

(54)发明名称

# 在基底上具有抗反射涂层的可热处理的涂覆制品

(57)摘要

一种涂覆制品,该涂覆制品包括由玻璃基底支撑的第一抗反射(AR)涂层,其中远离该玻璃基底移动,该第一涂层可以包括以下层:电介质第一高折射率层;电介质第一低折射率层;电介质第二高折射率层;电介质第二低折射率层;电介质第三高折射率层;电介质第一中折射率层;电介质第三低折射率层;以及外涂层;其中该第一涂层不含基于银和/或金的IR反射层;其中,从该涂覆制品的观察者的角度来看,该第一涂层可以被配置成使得该涂覆制品在至少约580℃的热处理时具有不大于3.0的膜侧反射ΔE*值。可以在在相同玻璃基底的另一侧上具有基本上对称/类似的AR涂层的情况下,或者在在该玻璃基底的另一侧上不存在任何AR涂层的情况下测量ΔE*值。




CN 118434695 A

1.一种涂覆制品,所述涂覆制品包括由玻璃基底支撑的第一抗反射(AR)涂层,其中远离所述玻璃基底移动,所述第一涂层包括以下层:

电介质第一高折射率层;

电介质第一低折射率层;

电介质第二高折射率层;

电介质第二低折射率层;

电介质第三高折射率层;

电介质第一中折射率层;

电介质第三低折射率层;和

外涂层;

其中所述第一涂层不含基于银和/或金的IR反射层;

其中,从所述涂覆制品的观察者的角度来看,所述第一涂层被配置成使得所述涂覆制品在至少约580℃的热处理时具有不大于3.0的膜侧反射ΔE*值。

2.根据权利要求1所述的涂覆制品,其中所述第三高折射率层定位在所述第二低折射率层与所述第一中折射率层之间并且直接接触所述第二低折射率层和所述第一中折射率层。

3.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一涂层被配置成使得所述涂覆制品具有不大于2.5的膜侧反射ΔE*值。

4.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一涂层被配置成使得所述涂覆制品具有不大于2.0的膜侧反射ΔE*值。

5.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一涂层被配置成使得所述涂覆制品具有不大于2.5的玻璃侧反射ΔE*值。

6.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一涂层被配置成使得所述涂覆制品具有不大于2.0的玻璃侧反射ΔE*值。

7.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述玻璃基底上的所述第一涂层具有不大于5%的可见光反射率。

8.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述玻璃基底上的所述第一涂层具有不大于1%的可见光反射率。

9.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述涂覆制品具有至少70%的可见光透射率。

10.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述涂覆制品具有至少90%的可见光透射率。

11.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述AR涂层设置在所述玻璃基底的仅一侧上,使得在所述玻璃基底的与所述AR涂层相反的一侧上不设置AR涂层。

12.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一涂层的所有层均为透明电介质层。

13.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述涂覆制品是经热处理的,并且具有不大于0.50的雾度值。

14.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述涂覆制品是经热回火的。

15.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一涂层被配置成使得所述涂覆制品在任何任选的热处理之前和/或之后具有-4至0的膜侧反射a*值和-10至-5的膜侧反射b*值。

16.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一涂层被配置成使得所述涂覆制品在任何任选的热处理之前和/或之后具有-3至-1的膜侧反射a*值和-9至-6的膜侧反射b*值。

17.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一高折射率层、所述第二高折射率层和所述第三高折射率层各自具有至少2.15的折射率(n),并且所述第一低折射率层、所述第二低折射率层和所述第三低折射率层各自具有不大于1.7的折射率(n)。

18.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述电介质第二低折射率层包含硅的氧化物。

19.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述电介质第三高折射率层包含铌的氧化物。

20.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一低折射率层、所述第二低折射率层和所述第三低折射率层各自包含硅的氧化物。

21.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一高折射率层包含钛的氧化物。

22.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第二高折射率层和所述第三高折射率层各自包含铌的氧化物。

23.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述中折射率层包含硅的氧化物和铌的氧化物。

24.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述外涂层包含Zr和Si的氧化物。

25.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一涂层的所述第一低折射率层的厚度为所述第一涂层的所述第二低折射率层的至少两倍。

26.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第一涂层的所述第三低折射率层的厚度为所述第一涂层的所述第二低折射率层的至少两倍。

27.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,其中所述第二高折射率层和所述第三高折射率层的厚度基本上相同,±15%。

28.根据前述权利要求中任一项所述的涂覆制品,所述涂覆制品在所述玻璃基底的与所述第一涂层相反的一侧上还包括第二涂层,其中远离所述玻璃基底移动,所述第二涂层包括以下层:

电介质第一高折射率层;

电介质第一低折射率层;

电介质第二高折射率层;

电介质第二低折射率层,所述电介质第二低折射率层包含硅的氧化物;

电介质第三高折射率层,所述电介质第三高折射率层包含铌的氧化物;

电介质第一中折射率层,其中包含所述铌的氧化物的所述第三高折射率层定位在包含所述硅的氧化物的所述第二低折射率层与所述第一中折射率层之间并且直接接触包含所

述硅的氧化物的所述第二低折射率层和所述第一中折射率层;

电介质第三低折射率层;和

外涂层。

29.一种涂覆制品,所述涂覆制品包括由玻璃基底支撑的第一抗反射(AR)涂层,其中远离所述玻璃基底移动,所述第一涂层包括以下层:

电介质第一高折射率层;

电介质第一低折射率层;

电介质第二高折射率层;

电介质第二低折射率层,所述电介质第二低折射率层包含硅的氧化物;

电介质第三高折射率层,铌的氧化物;

电介质第一中折射率层,其中所述第三高折射率层定位在所述第二低折射率层与所述第一中折射率层之间并且直接接触所述第二低折射率层和所述第一中折射率层;

电介质第三低折射率层;和

外涂层;

其中所述第一涂层不含基于银和/或金的IR反射层;

其中,从所述涂覆制品的观察者的角度来看,所述第一涂层被配置成使得所述涂覆制品在至少约580℃的热处理时具有不大于3.0的膜侧反射ΔE*值。

30.一种涂覆制品,所述涂覆制品包括由玻璃基底支撑的第一抗反射(AR)涂层和第二抗反射(AR)涂层,其中所述第一AR涂层和所述第二AR涂层设置在所述玻璃基底的相反的侧上,并且远离所述玻璃基底移动,所述第一AR涂层和所述第二AR涂层各自包括以下层:

电介质第一高折射率层;

电介质第一低折射率层;

电介质第二高折射率层;

电介质第二低折射率层,所述电介质第二低折射率层包含硅的氧化物;

电介质第三高折射率层,所述电介质第三高折射率层包含铌的氧化物;

电介质第一中折射率层,其中包含所述铌的氧化物的所述第三高折射率层定位在包含所述硅的氧化物的所述第二低折射率层与所述第一中折射率层之间并且直接接触包含所述硅的氧化物的所述第二低折射率层和所述第一中折射率层;

电介质第三低折射率层;和

外涂层;

其中所述第一涂层和所述第二涂层不含基于银和/或金的IR反射层;

其中,从所述涂覆制品的观察者的角度来看,所述第一AR涂层和所述第二AR涂层被配置成使得所述涂覆制品在至少约580℃的热处理时具有不大于3.0的膜侧反射ΔE*值。

31.一种制备透明涂覆玻璃产品的方法,所述方法包括:

具有在玻璃基底上包括第一涂层的涂覆制品,其中从所述玻璃基底向外移动,所述第一涂层包括以下层:电介质第一高折射率层;电介质第一低折射率层;电介质第二高折射率层;电介质第二低折射率层,所述电介质第二低折射率层包含硅的氧化物;电介质第三高折射率层,所述电介质第三高折射率层包含铌的氧化物;电介质第一中折射率层,其中包含所述铌的氧化物的所述第三高折射率层定位在包含所述硅的氧化物的所述第二低折射率层

与所述第一中折射率层之间并且直接接触包含所述硅的氧化物的所述第二低折射率层和所述第一中折射率层;电介质第三低折射率层;以及外涂层;其中所述第一涂层不含基于银和/或金的IR反射层;以及

在至少580℃的温度下对所述涂覆制品进行热处理,使得从所述涂覆制品的观察者的角度来看,所述热处理致使所述涂覆制品由于所述热处理实现不大于3.0的膜侧反射ΔE*值。

# 在基底上具有抗反射涂层的可热处理的涂覆制品

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2022年2月17日提交的美国申请17/674,082号的优先权权益,该美国申请的内容全文并入本文。

## 技术领域

[0003] 本公开涉及在基底(例如,玻璃基底)上包括涂层的涂覆制品。此类涂覆制品在热处理时可以具有经改善的抗反射属性。

## 背景技术

[0004] 本发明所公开的主题涉及在基底(例如,玻璃基底)上包括抗反射(AR)涂层的涂覆制品。从观察者的角度来看,涂层可以被设计成减少整个涂覆制品在热处理(例如,热回火)时的颜色变化,和/或被设计成改善其他光学特性,诸如以下中的一者或多者:提供基本上中性的着色,减少颜色可变性和/或热稳定性,减少雾度,提供较低的可见光反射率,和/或减少老化效应(例如,在涂覆时(AC)和/或在热处理时(HT),反射率随时间推移变得更稳定)。一个或多个此类涂层可以设置在给定基底上,诸如在玻璃基底的单侧上的单个此类AR涂层,或在玻璃基底的相反的侧上的一对此类AR涂层。此类涂覆制品可以用于单片窗、店面窗、博物馆玻璃展示柜、画框玻璃、零售陈列柜窗、桌面、隔离玻璃(IG)窗单元、层压窗和/或其他合适的应用的上下文中。

[0005] 具有AR涂层的涂覆制品在本领域中是已知的。此类涂覆制品通常经受热处理,诸如热回火。遗憾的是,此类涂覆制品在热处理之前和之后在颜色方面分别具有显著不同的外观(高反射ΔE*值)。换句话讲,热处理使得涂覆制品的反射着色发生显著改变。这是不期望的,因为从观察者的角度来看,未经热处理的和经热处理的涂覆制品将具有显著不同的外观。

[0006] 已经发现特别难以将给定的AR涂层设计成具有低反射ΔE*值。换句话讲,已经发现难以将AR涂层设计成在热处理(诸如热回火)时具有低反射色移。

[0007] 美国专利11,112,538号(其全文以引用方式并入本文)公开了玻璃基底上的抗反射(AR)涂层,其中从玻璃基底向外移动,涂层可以包括以下层:

[0008]

| 层 | 示例性范围(Å) | 优选的(Å) | 最优选的(Å) |
|---|---|---|---|
| 玻璃 | | | |
| 氧化钛: | 40Å至200Å | 60Å至120Å | 80Å至105Å |
| 氧化硅: | 100Å至800Å | 200Å至600Å | 340Å至420Å |
| 氧化铌: | 200Å至2000Å | 700Å至1400Å | 900Å至1200Å |
| 氧化铌硅: | 50Å至900Å | 100Å至800Å | 200Å至300Å |
| 氧化硅: | 200Å至1000Å | 560Å至700Å | 590Å至650Å |
| 氧化锆硅: | 30Å至400Å | 40Å至200Å | 50Å至150Å |

[0009] 遗憾的是,已经发现来自美国专利11,112,538号的表11的上述AR涂层至少在实现以下中的一者或多者方面可能为不利的:(i)热处理时不期望的大雾度值,(ii)如果AR涂层设置在玻璃基底的仅一侧上,则分别在热处理之前和之后在颜色方面显著不同的外观(高反射ΔE*值),(iii)在相同玻璃基底的相反的侧上需要不对称/不同的AR涂层以实现期望的ΔE*值,因为例如需要由前侧上的涂层所生成的色移以补偿后侧上的涂层的色移(即,对于AR涂层设置在玻璃基底的仅一侧上的情况下,低色移是不可能的),和/或(iii)在老化时不期望的大反射率变化。

[0010] 因此,希望提供一种改善上述特性(i)、(ii)和/或(iii)中的一种或多种特性的涂覆制品。

## 发明内容

[0011] 本发明所公开的主题提供了一种涂覆制品,该涂覆制品包括由玻璃基底支撑的第一抗反射(AR)涂层,其中远离玻璃基底移动,第一涂层包括以下层:电介质第一高折射率层;电介质第一低折射率层;电介质第二高折射率层;电介质第二低折射率层;电介质第三高折射率层;电介质第一中折射率层;电介质第三低折射率层;以及外涂层;其中第一涂层不含基于银和/或金的IR反射层;其中,从涂覆制品的观察者的角度来看,第一涂层被配置成使得涂覆制品在至少约580℃的热处理时具有不大于3.0的膜侧反射ΔE*值。

[0012] 在某些实施方案中,第三高折射率层定位在第二低折射率层与第一中折射率层之间并且直接接触第二低折射率层和第一中折射率层。在某些实施方案中,第一涂层被配置成使得涂覆制品具有不大于2.5的膜侧反射ΔE*值。在某些实施方案中,第一涂层被配置成使得涂覆制品具有不大于2.0的膜侧反射ΔE*值。

[0013] 在某些实施方案中,第一涂层被配置成使得涂覆制品具有不大于2.5的玻璃侧反射ΔE*值。在某些实施方案中,第一涂层被配置成使得涂覆制品具有不大于2.0的玻璃侧反射ΔE*值。

[0014] 在某些实施方案中,玻璃基底上的第一涂层具有不大于5%的可见光反射率。在某些实施方案中,玻璃基底上的第一涂层具有不大于1%的可见光反射率。

[0015] 在某些实施方案中,涂覆制品具有至少70%的可见光透射率。在某些实施方案中,涂覆制品具有至少90%的可见光透射率。

[0016] 在某些实施方案中,AR涂层设置在玻璃基底的仅一侧上,使得在玻璃基底的与所述AR涂层相反的一侧上不设置AR涂层。

[0017] 在某些实施方案中,第一涂层的所有层均为透明电介质层。

[0018] 在某些实施方案中,涂覆制品是经热处理的,并且具有不大于0.50的雾度值。

[0019] 在某些实施方案中,涂覆制品是经热回火的。

[0020] 在某些实施方案中,第一涂层被配置成使得涂覆制品在任何任选的热处理之前和/或之后具有-4至0的膜侧反射a*值和-10至-5的膜侧反射b*值。在某些实施方案中,第一涂层被配置成使得涂覆制品在任何任选的热处理之前和/或之后具有-3至-1的膜侧反射a*值和-9至-6的膜侧反射b*值。

[0021] 在某些实施方案中,第一高折射率层、第二高折射率层和第三高折射率层各自具有至少2.15的折射率(n),并且第一低折射率层、第二低折射率层和第三低折射率层各自具

有不大于1.7的折射率(n)。

[0022] 在某些实施方案中,电介质第二低折射率层包含硅的氧化物。

[0023] 在某些实施方案中,电介质第三高折射率层包含铌的氧化物。

[0024] 在某些实施方案中,第一低折射率层、第二低折射率层和第三低折射率层各自包含硅的氧化物。

[0025] 在某些实施方案中,第一高折射率层包含钛的氧化物。

[0026] 在某些实施方案中,第二高折射率层和第三高折射率层各自包含铌的氧化物。

[0027] 在某些实施方案中,中折射率层包含硅的氧化物和铌的氧化物。

[0028] 在某些实施方案中,外涂层包含Zr和Si的氧化物。

[0029] 在某些实施方案中,第一涂层的第一低折射率层的厚度为第一涂层的第二低折射率层的至少两倍。

[0030] 在某些实施方案中,第一涂层的第三低折射率层的厚度为第一涂层的第二低折射率层的至少两倍。

[0031] 在某些实施方案中,第二高折射率层和第三高折射率层的厚度基本上相同,±15%。

[0032] 在某些实施方案中,第二涂层在玻璃基底的与第一涂层相反的一侧上,其中远离玻璃基底移动,第二涂层包括以下层:电介质第一高折射率层;电介质第一低折射率层;电介质第二高折射率层;电介质第二低折射率层,该电介质第二低折射率层包含硅的氧化物;电介质第三高折射率层,该电介质第三高折射率层包含铌的氧化物;电介质第一中折射率层,其中包含铌的氧化物的第三高折射率层定位在包含硅的氧化物的第二低折射率层与第一中折射率层之间并且直接接触包含硅的氧化物的第二低折射率层和第一中折射率层;电介质第三低折射率层;以及外涂层。

[0033] 本发明所公开的主题还提供了一种涂覆制品,该涂覆制品包括由玻璃基底支撑的第一抗反射(AR)涂层,其中远离玻璃基底移动,第一涂层包括以下层:电介质第一高折射率层;电介质第一低折射率层;电介质第二高折射率层;电介质第二低折射率层,该电介质第二低折射率层包含硅的氧化物;电介质第三高折射率层,铌的氧化物;电介质第一中折射率层,其中第三高折射率层定位在第二低折射率层与第一中折射率层之间并且直接接触第二低折射率层和第一中折射率层;电介质第三低折射率层;以及外涂层;其中第一涂层不含基于银和/或金的IR反射层;其中,从涂覆制品的观察者的角度来看,第一涂层被配置成使得涂覆制品在至少约580℃的热处理时具有不大于3.0的膜侧反射ΔE*值。

[0034] 本发明所公开的主题还提供了一种涂覆制品,该涂覆制品包括由玻璃基底支撑的第一抗反射(AR)涂层和第二抗反射涂层,其中第一AR涂层和第二AR涂层设置在玻璃基底的相反的侧上,并且远离玻璃基底移动,第一AR涂层和第二AR涂层各自包括以下层:电介质第一高折射率层;电介质第一低折射率层;电介质第二高折射率层;电介质第二低折射率层,该电介质第二低折射率层包含硅的氧化物;电介质第三高折射率层,该电介质第三高折射率层包含铌的氧化物;电介质第一中折射率层,其中包含铌的氧化物的第三高折射率层定位在包含硅的氧化物的第二低折射率层与第一中折射率层之间并且直接接触包含硅的氧化物的第二低折射率层和第一中折射率层;电介质第三低折射率层;以及外涂层;其中第一涂层和第二涂层不含基于银和/或金的IR反射层;其中,从涂覆制品的观察者的角度来看,

第一AR涂层和第二AR涂层被配置成使得涂覆制品在至少约580℃的热处理时具有不大于3.0的膜侧反射ΔE*值。

[0035] 本发明所公开的主题还提供了一种制备透明涂覆玻璃产品的方法,该透明涂覆玻璃产品具有在玻璃基底上包括第一涂层的涂覆制品,其中从玻璃基底向外移动,第一涂层包括以下层:电介质第一高折射率层;电介质第一低折射率层;电介质第二高折射率层;电介质第二低折射率层,该电介质第二低折射率层包含硅的氧化物;电介质第三高折射率层,该电介质第三高折射率层包含铌的氧化物;电介质第一中折射率层,其中包含铌的氧化物的第三高折射率层定位在包含硅的氧化物的第二低折射率层与第一中折射率层之间并且直接接触包含硅的氧化物的第二低折射率层和第一中折射率层;电介质第三低折射率层;以及外涂层;其中第一涂层不含基于银和/或金的IR反射层;以及在至少580℃的温度下对涂覆制品进行热处理,使得从涂覆制品的观察者的角度来看,热处理由于热处理而致使涂覆制品实现不大于3.0的膜侧反射ΔE*值。

[0036] 前述内容广泛地概述了本申请的特征和技术优点,以便可更好地理解下面的详细描述。

[0037] 下文将描述本申请的附加特征和优点,这些特征和优点形成本申请的权利要求的主题。本领域的技术人员应当理解,所公开的概念和具体实施方案可容易地用作修改或设计其他结构以实现本申请的相同目的的基础。本领域的技术人员还应当认识到,此类等同构造不脱离所附权利要求中陈述的本申请的精神和范围。从下面的描述将更好地理解被认为是本申请的特征性(关于其组织和操作方法)的新颖特征以及另外的目的和优点。

## 附图说明

[0038] 图1为根据所公开的主题的一个示例性实施方案的单片涂覆制品(经热处理或未经热处理)的剖视图。

[0039] 图2为根据本发明所公开的主题的另一个示例性实施方案的单片涂覆制品(经热处理或未经热处理)的剖视图。

## 具体实施方式

[0040] 现在将具体地参考实施方案,其一个或多个示例在附图中示出。每个实施例以解释实施方案的方式提供,而非对本公开进行限制。事实上,对于本领域的技术人员显而易见的是,在不脱离本公开的范围或实质的情况下,可对实施方案进行各种修改和变型。例如,作为一个实施方案的一部分示出或描述的特征可与另一个实施方案一起使用以产生又一个实施方案。因此,本公开的各方面旨在涵盖此类修改和变型。

[0041] 为了清楚起见而不是作为限制,该详细描述被分成以下子部分:

[0042] 6.1.定义;以及

[0043] 6.2.涂层。

[0044] 6.1.定义

[0045] 应当理解,本文所用的术语仅用于描述具体实施方案的目的,并非旨在限制本发明所公开的主题的范围。

[0046] 如在本说明书和所附权利要求书中所使用的,单数形式“一个”、“一种”和“该”包

括复数形式,除非上下文明确地另外指出。因此,例如,对“化合物”的提及包括化合物的混合物。

[0047] 术语“约”或“大约”意指在如本领域的普通技术人员所确定的特定值的可接受误差范围内,该误差范围将部分地取决于该值的测量或确定方式,即,测量系统的限制。

[0048] 如本文所用,术语“包括”、“包含”或其任何其他变型旨在覆盖非排他性的包括,使得包括一系列要素的过程、方法、制品或设备不仅包括那些要素,而且可以包括未明确列出的或此类过程、方法、制品或设备所固有的其他要素。

[0049] 在本文的详细描述中,对“实施方案”、“一个实施方案”、“示例性实施方案”、“在各种实施方案中”等的引用指示所描述的实施方案可以包括特定特征、结构或特性,但是每个实施方案可能不一定包括特定特征、结构或特性。此外,此类短语不一定是指同一实施方案。此外,当结合实施方案描述特定特征、结构或特性时,提交的是,无论是否明确描述,结合其他实施方案影响此类特征、结构或特性在本领域技术人员的知识范围内。在阅读本说明书之后,对于相关领域的技术人员显而易见的是,如何在替代实施方案中实施本公开。

[0050] 需注意,如本文所用的术语“氧化物”和“氮化物”包括各种化学计量。例如,术语氧化硅包括化学计量的$SiO_2$,以及非化学计量的氧化硅。又如,术语氧化钛包括化学计量的$TiO_2$,以及非化学计量的氧化钛。

[0051] 现在将在下文更详细地描述本发明所公开的主题的各种实施方案。

[0052] 6.2.涂层

[0053] 该所公开的主题的示例性实施方案涉及包括玻璃基底1的涂覆制品,其中涂层10设置在玻璃基底1上。一个抗反射(AR)涂层10或一对AR涂层10、20可以设置在玻璃基底1上。也可以设置其他涂层,诸如低辐射涂层。在某些示例性实施方案中,涂层10(和/或20)可以被设计成减少整个涂覆制品在热处理(HT)时的颜色变化,从在至少法向视角下的观察者的角度来看,以便在HT(例如,热回火)时实现低反射ΔE*值。涂层10(和/或20)可以被配置成使得涂覆制品实现以下中的一者或多者:经改善的热稳定性,以便在HT时实现不大于3.0(更优选地不大于2.5、甚至更优选地不大于2.0,并且最优选地不大于约1.5)的低反射ΔE*值,在HT时减少的雾度值,对观察者而言基本上中性的着色,减少的颜色可变性,低的可见光反射率,和/或减少的老化效应(例如,在老化时的低反射率变化,和/或在涂覆(AC)时和/或在热处理(HT)时随时间推移变得更稳定的可见光反射率)。一个或多个此类涂层可以设置在给定基底上,诸如如图1所示在玻璃基底1的单侧上的单个此类AR涂层10,或如图2所示在玻璃基底1的相反的侧上的一对此类AR涂层10、20。此类涂覆制品(例如,参见图1和图2)可以用于单片窗、店面窗、博物馆玻璃展示柜、画框玻璃、零售陈列柜窗、桌面、隔离玻璃(IG)窗单元、层压窗和/或其他合适的应用的上下文中。涂层可以直接地或间接地设置在玻璃基底上。在某些示例性实施方案中,涂层可以为抗反射(AR)涂层。从观察者的角度来看,可以减少或最小化由于HT(例如,热回火)而引起的可见颜色变化,使得涂覆制品的未经热处理形式和经热处理形式对观察者而言看起来类似。

[0054] 在某些示例性实施方案中,已经令人惊讶且意料不到地发现,通过将低折射率层(例如,氧化硅基的,诸如$SiO_2$基的)5和相邻的高折射率层(例如,氧化铌基的,诸如$NbO_x$基的)6添加至层堆叠的中间来修改来自美国专利11,112,538号的表11的上文所识别的涂层会导致以下中的一者或多者:经改善的雾度值,热处理(HT)时经改善的热稳定性(即,较低

的反射ΔE*值),对观察者而言基本上中性的着色,减少的颜色可变性,低的可见光反射率和/或减少的老化效应(例如,在老化时的低反射率变化,和/或在涂覆(AC)时和/或在热处理(HT)时随时间推移变得更稳定的可见光反射率)。这同样适用于涂层20的对应层5′和6′。在某些示例性实施方案中,涂层(10和/或20)的层堆叠可以包括两个共溅射层7、7′、9、9′以用于改善耐久性。已经发现中心低折射率层(例如,$SiO_x$)5、5′与$NbO_x$ 6、6′一起减少雾度并且减少HT时的色移,以便提供经改善的热稳定性和因此较低的反射ΔE*值。设置$TiO_x$底涂层2、2′以用于添加热稳定性。$SiO_x$ 3、5、8提供了致密的微结构,从而导致较低的老化效应。

[0055] 涂层10和20可以直接地或间接地设置在玻璃基底1上。从观察者的角度来看,涂层10和20被设计成在热处理(例如,热回火)时减少整个涂覆制品的颜色变化。在某些示例性实施方案中,涂层10和20可以为抗反射(AR)涂层。与其中需要在玻璃基底的两侧/相反的侧上施加两种不同涂层的美国专利11,112,538号相反,这种情况的某些示例性实施方案提供了一种涂覆制品,该涂覆制品可以通过(a)如图1所示在玻璃基底1的仅一侧上使用AR涂层(例如,10)和/或(b)如图2所示对玻璃的两侧使用基本上相同的层堆叠设计以实现由于HT(例如,热回火)而引起的低色移来实现期望地低ΔE*值。从观察者的角度来看,可以减少或最小化由于HT而引起的可见颜色变化,使得涂覆制品的未经热处理形式和经热处理形式对观察者而言看起来类似。在某些示例性实施方案中,从观察者的角度来看,第一涂层10和/或第二涂层20被设计成使得在HT之前和之后,涂覆制品均实现基本上中性的颜色。在该所公开的主题的不同实施方案中,第一涂层10和第二涂层20可以具有相同或不同的层堆叠。

[0056] 典型的AR涂层本身大多具有非中性反射着色,诸如蓝色、紫色或粉色着色,并且因此它们本身不能实现反射中性着色。此外,典型的AR涂层的非中性着色在HT(诸如热回火)之后变得更差。因此,该所公开的主题的示例性实施方案涉及一种抗反射涂层制品,该抗反射涂层制品可以在热处理(诸如热回火)之前和之后均实现反射性中性可见着色,这出于本文所讨论的原因为有利的。

[0057] 在该所公开的主题的某些示例性实施方案中,涂覆制品可以任选地经“热处理”(HT),并且优选地被设计成可热处理的。如本文所用,术语“热处理”意指将制品加热到足以实现含玻璃制品的热回火、热弯曲和/或热强化的温度。该定义包括例如在烘箱或炉中在至少约580摄氏度、更优选地在至少约600摄氏度的温度下加热涂覆制品足够的周期以允许回火、弯曲和/或热强化。在某些情况下,HT可以持续至少约4分钟或5分钟。在该所公开的主题的不同实施方案中,涂覆制品可以进行或可以不进行热处理。

[0058] 在该所公开的主题的上下文中,ΔE*值为本领域已知的,并且对于确定在热处理(HT)时是否具有匹配性或基本上匹配性方面是重要的。本文中的颜色通过参考a*、b*值来进行描述。出于示例的目的,术语Δa*仅指示由于热处理导致的色值a*变化的程度。在ASTM 2244-93中以及在以下文献中报道的,术语ΔE*连同用于确定其的各种技术在本领域中是众所周知的并且被报道:Hunter等人,The Measurement of Appearance,2nd Ed.Cptr.9,page 162 et seq.[John Wiley&Sons,1987](外观的测量,第2版,第9章,第162页及以下,约翰威利出版社,1987年),如本领域所用,ΔE*(和ΔE)是充分表达在HT之后或由于HT而引起的制品中反射率和/或透射率(以及因此颜色外观)的变化(或其缺乏)的方式。ΔE可以通过“ab”技术或通过Hunter技术(通过采用下标“H”表示)来计算。ΔE*对应于CIE LAB标度L*、a*、b*。例如,如上文引用的Hunter等人报道的那样,可以使用被称为L*、a*、b*标度的直

角坐标/标度技术(CIE LAB 1976),其中:

[0059] L*是(CIE 1976)亮度单位

[0060] a*是(CIE 1976)红绿单位

[0061] b*是(CIE 1976)黄蓝单位

[0062] 并且$L^*_o a^*_o b^*_o$与$L^*_1 a^*_1 b^*_1$之间的距离ΔE*为:

[0063] $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ (1)

[0064] 其中:

[0065] $\Delta L^* = L^*_1 - L^*_o$ (2)

[0066] $\Delta a^* = a^*_1 - a^*_o$ (3)

[0067] $\Delta b^* = b^*_1 - b^*_o$ (4)

[0068] 其中下标"o"表示热处理前的涂层(涂覆制品),并且下标"1"表示热处理后的涂层(涂覆制品);并且所采用的数字(例如,a*、b*、L*)是通过上述(CIE LAB 1976)L*、a*、b*坐标技术计算的数字。以类似的方式,可以使用公式(1)通过用Hunter Lab值$a_h$、$b_h$、$L_h$替换a*、b*、L*来计算ΔE。

[0069] 图1为根据该所公开的主题的示例性实施方案的涂覆制品的剖视图。玻璃基底1(例如透明、绿色、青铜色、灰色、蓝色或蓝绿色玻璃)的厚度可以为约1.0mm至12.0mm,更优选地厚度可以为约4mm至8mm,其中示例性玻璃基底厚度为约6mm厚。图1(和图2)中示出的所有层均为透明电介质层,并且均可以经由溅射沉积或任何其他合适的技术来沉积。多层AR涂层提供光谱中的宽的抗反射区域,并且可以例如基于四分之一-半-四分之一(quarter-half-quarter)的AR原理,其中从玻璃向外移动,涂层可以各自包括四分之一波中折射率层、半波高折射率层、四分之一波低折射率层,并且然后为空气。此外,在某些示例性情况下,薄疏水层可以设置在AR涂层上方,和/或在某些示例性实施方案中,可以在高折射率层与低折射率层之间添加薄层以改善界面粘附性。在图1实施方案中设置单个AR涂层10。在图1实施方案中,低辐射涂层(未示出)可以设置在玻璃基底1的与涂层10相反的一侧上,并且此类涂覆制品可以用于例如单片窗单元应用或IG窗单元应用中。出于示例的目的,示例性低辐射涂层描述于美国专利11,236,014、11,168,023和10,882,997号中,该美国专利的公开内容据此全文以引用方式并入本文。代替在玻璃基底1的与AR涂层10相反的一侧上的低辐射涂层,可以以对称方式设置另一个基本上相同的AR涂层,如图2中的AR涂层20所示。

[0070] 在图2实施方案中,抗反射(AR)涂层10设置在玻璃基底1的一侧上,并且另一个AR涂层20设置在玻璃基底1的另一侧上。在某些示例性实施方案中,涂层10和20可以为相同的或类似的。在图2实施方案中,涂层10和20的各个层的材料可以具有相同的材料,但是两个涂层之间的层厚度可以变化。在某些示例性实施方案中,涂层10和20不含有任何基于银或金的红外(IR)反射层。AR涂层10包括溅射沉积层2、3、4、5、6、7、8和9,而AR涂层20包括对应的溅射沉积层2′、3′、4′、5′、6′、7′、8′和9′。涂层10/20中的对应层可以具有类似材料和/或类似厚度。

[0071] 参见图1至图2,层2、2′、4、4′、6和6′为高折射率层,其具有至少约2.15、更优选地至少约2.20并且最优选地至少约2.25的折射率(n)。高折射率层2、2′、4、4′、6和6′可以各自具有或包括高折射率透明电介质材料,诸如氧化钛(例如,$TiO_x$,其中x为1.5至2.0、更优选地为1.8至2.0,其中实施例为$TiO_2$)或氧化铌(例如,$NbO_x$,其中x为1.4至2.1、更优选地为1.5

至2.0,其中实施例为$Nb_2O_5$和$NbC_2$)。需注意,本文所讨论的所有折射率(n)值均在550nm的波长处。层3、3′、5、5′、8和8′为具有小于约1.8、更优选地小于约1.7并且最优选地小于约1.6的折射率(n)的低折射率层。低折射率层3、3′、5、5′、8和8′可以各自具有或包括低折射率透明电介质材料,诸如氧化硅(例如,$SiO_2$)或任何其他合适的低折射率材料。在该所公开的主题的某些示例性实施方案中,层3、3′、5和/或5′中的任一层的氧化硅(例如,$SiO_2$)可以掺杂有其他材料,诸如铝(Al)和/或氮(n)。例如但不限于,层3、3′、5、5′、8和/或8′中的任一层可以具有或包括氧化硅(例如,$SiO_2$)并且可以包括约0%至8%(更优选地1%至5%)的Al和/或约0%至10%(更优选地约1%至5%)的N。同样,在某些示例性实施方案中,高折射率层2、2′、4、4′、6和6′的氧化钛和/或氧化铌也可以掺杂有其他材料。例如,层2和3(或2′和3′)的组合可能被中折射率层(例如$NbSiO_x$)替换,该中折射率层具有1.70至2.10、更优选地1.75至2.0并且甚至更优选地1.75至1.95的折射率(n)。中折射率层7、7′、9和9′各自具有1.70至2.10、更优选地1.75至2.0并且甚至更优选地1.75至1.95的折射率(n)。在某些示例性实施方案中,中折射率层7和7′可以具有中折射率材料,诸如氧化铌和氧化硅的组合(也称为氧化铌硅),或另一种材料,诸如氧化钛和氧化硅的组合(也称为氧化钛硅),或任何其他合适的中折射率材料。在某些示例性实施方案中,中折射率层9和9′可以具有中折射率材料,诸如氧化锆和氧化硅的组合(也称为氧化锆硅),或任何其他合适的中折射率材料。并且层9、9′中的锆有助于改善相应的涂层10和20的耐久性。还需注意,可以重复来自图1或图2实施方案的堆叠序列,使得例如层2至8的另一序列可以设置在图1至图2中每个涂层中所示出的层的顶部上。在某些示例性实施方案中,每个层可包含其他材料,诸如掺杂剂。应当理解,在该所公开的主题的某些替代实施方案中,也可以设置其他层,或者可以省略某些层,并且可以使用不同材料。

[0072] 通常,其他层也可以设置在涂层的其他位置。因此,虽然涂层10和20或其层在基底1“上”或“由基底1支撑”(直接或间接),但是可以在两者间设置其他层。因此,例如,即使当在两者间可以设置其他层时(即,如本文所用的术语“在.....上”和“由.....支撑”不限于直接接触),层或涂层也被认为是在基底1“上”。然而,在示例性实施方案中可能存在图1和图2中示出的直接接触。

[0073] 已经令人惊讶且意料不到地发现,通过将低折射率层(例如,氧化硅基的,诸如$SiO_2$基的)5(和/或5′)和相邻的高折射率层(例如,氧化铌基的,诸如$NbO_x$基的)6(和/或6′)添加至层堆叠的中间来修改来自美国专利11,112,538号的表11的上文所识别的涂层会导致以下中的一者或多者:经改善的雾度值,热处理(HT)时经改善的热稳定性(即,较低的反射ΔE*值),对观察者而言基本上中性的着色,减少的颜色可变性,低的可见光反射率和/或减少的老化效应(例如,在老化时的低反射率变化,和/或在涂覆(AC)时和/或在热处理(HT)时随时间推移变得更稳定的可见光反射率)。这同样适用于涂层20的对应层5′和6′。可以设置共溅射层7、7′、9、9′以用于改善耐久性。已经发现中心低折射率层(例如,$SiO_x$)5、5′与$NbO_x$ 6、6′一起减少雾度并且减少HT时的色移,以便提供经改善的热稳定性和因此较低的反射ΔE*值。设置$TiO_x$底涂层2、2′以用于添加热稳定性。可以向致密的微结构提供一个或多个含$SiO_x$的层3、5、8,从而导致较低的老化效应。

[0074] 在某些示例性实施方案中,第一低折射率层3的厚度可以为第二低折射率层5的至少两倍(更优选地厚度为至少三倍);和/或第三低折射率层8的厚度可以为第二低折射率层

5的至少两倍(更优选地厚度为至少三倍,或厚度为至少四倍)。在某些示例性实施方案中,第二高折射率层4和第三高折射率层6的厚度可以基本上相同,即相同的厚度±约15%。

[0075] 回到图1至图2实施方案,可以使用与本文所讨论的需求中的一个或多个需求一致的各种厚度。根据该所公开的主题的某些示例性实施方案,玻璃基底1上涂层10的各个层2至9的示例性厚度(以埃为单位)和材料如以下在某些示例性实施方案中所示,以用于实现期望的可见光透射率、低的可见光反射率、相当中性的反射着色、低雾度和在任选的HT时的热稳定性(各层按远离玻璃基底1移动的顺序排列)。下表1提供了在任选的HT之前和/或之后,AR涂层10和/或20的示例性材料和厚度。当然可以提供对于涂层20的层2′至9′的类似材料/厚度。

[0076] 表1(示例性涂层材料/厚度)

[0077]

| 层 | 实施例(Å) | 优选的(Å) | 最优选的(Å) |
|---|---|---|---|
| 玻璃基底1 | | | |
| 氧化钛(例如,$TiO_2$;层2): | 40Å至200Å | 60Å至120Å | 80Å至105Å |
| 氧化硅(例如,$SiO_2$;层3): | 100Å至800Å | 350Å至470Å | 400Å至440Å |
| 氧化铌(例如,$Nb_2O_5$;层4): | 150Å至800Å | 350Å至480Å | 400Å至450Å |
| 氧化硅(例如,$SiO_2$;层5): | 40Å至400Å | 60Å-160Å | 80Å至120Å |
| 氧化铌(例如,$Nb_2O_5$;层6): | 150Å至800Å | 340Å至480Å | 380Å至430Å |
| 氧化铌硅(层7): | 50Å至900Å | 100Å至500Å | 200Å至300Å |
| 氧化硅(例如,$SiO_2$;层8): | 200Å至1000Å | 560Å至700Å | 590Å至650Å |
| 氧化锆硅(层9): | 30Å至400Å | 40Å至200Å | 50Å至150Å |

[0078] 在任何任选的热处理(HT)(诸如热回火、热弯曲和/或热强化)之前,在根据图1和/或图2实施方案的该所公开的主题涂覆制品的某些示例性实施方案中,根据光源C、2度观测器(2 degree observer),可以具有如下表2中的颜色/光学特性。并且表3提供了HT之后的实施例数据。需注意,TY和$T_{vis}$代表通过表2中图1涂覆制品的可见光透射率,RY代表从预期观察者的角度来看涂覆制品的可见光反射率,并且在RY下的a*值和b*值代表从预期观察者的角度来看整个涂覆制品的相应CIE可见光反射率着色,并且指示整个涂覆制品的中性反射着色。下标“g”指示从涂覆制品的玻璃侧(例如,图1实施方案),并且下标“f”指示从涂覆制品的膜/涂层侧。$R_fY$下的a*值、b*值涉及“膜”侧反射着色值,并且$R_gY$下的a*值、b*值涉及玻璃侧反射着色值。表3中指示热稳定性的ΔE*值在法向视角下或在约8度视角下。

[0079] 表2:光学特性(图1和/或图2涂覆制品;经涂覆的并且在HT之前)

[0080]

| | 一般 | 优选的 | 最优选的 |
|---|---|---|---|
| $T_{vis}$(TY) | ≥60% | ≥70% | ≥80% |
| Ta*: | -4至+4 | -2至+2 | -1至+1 |
| Tb*: | -4至+4 | -2至+2 | -1至+1 |
| $R_fY$: | ≤5%或1% | ≤0.90% | ≤0.80% |
| a*: | -5至+4 | -4至0 | -3至-1 |
| b*: | -13至+3 | -10至-5 | -9至-6 |
| $R_gY$: | ≤5%或1% | ≤0.90% | ≤0.80% |
| a*: | -5至+4 | -4至0 | -3至+1 |
| b*: | -13至+3 | -10至-5 | -9至-6 |
| 雾度值: | ≤2 | ≤0.50% | ≤0.30% |

[0081] 表3:光学特性(图1和/或图2涂覆制品;在任选的HT之后)

[0082]

| | 一般 | 优选的 | 最优选的 |
|---|---|---|---|
| $T_{vis}$（TY） | ≥60% | ≥70% | ≥80% |
| Ta*: | -4至+4 | -2至+2 | -1至+1 |
| Tb*: | -4至+4 | -2至+2 | -1至+1 |
| $R_f$Y: | ≤5%或1% | ≤0.90% | ≤0.75% |
| a*: | -5至+4 | -4至0 | -3至-1 |
| b*: | -13至+3 | -10至-5 | -9至-6 |
| $R_g$Y: | ≤5%或1% | ≤0.80% | ≤0.70% |
| a*: | -5至+4 | -4至0 | -3至+1 |
| b*: | -13至+3 | -10至-5 | -9至-6 |
| 雾度值: | ≤1.0 | ≤0.50% | ≤0.45% |
| ΔE*: | ≤5.0或3.0 | ≤2.50 | ≤2.0或1.5 |

[0083] 从上表2(HT之前)和表3(HT之后)可以看出,整个涂覆制品具有从预期观察者的角度来看高的可见光透射率、低的可见光反射率(由于AR涂层10和/或20)、良好的热稳定性、低雾度和中性的外观。

[0084] 虽然已经一般性地讨论了本公开的实施方案,但是可以通过以下非限制性实施例来进一步理解本公开。

[0085] 实施例

[0086] 以下将根据该所公开的主题的示例性实施方案的实施例1与比较例(CE)1进行比较。如本申请的图2中所示,每一者均在玻璃基底1的两侧上具有相同的涂层,以便表示对称的涂层。具体地,每一者均具有AR涂层,其中下文示出的实施例1涂层以对称方式设置在实施例1的玻璃基底1的两侧上,如本申请的图2所示,并且在玻璃基底的两侧上的CE 1的涂层基于来自美国专利11,112,538号的表11的涂层。

[0087] 实施例1涂层:

[0088]

| 材料 | 厚度[nm] |
|---|---|
| 空气 | |
| SiZrOx | 8.5 |
| SiOx | 62.8 |
| NbSiOx | 25 |
| NbOx | 40.4 |
| SiOx | 10 |
| NbOx | 42.6 |
| SiOx | 41.3 |
| TiOx | 9.1 |
| 玻璃 | 总计239.6 |

[0089] 比较例(CE)1涂层:

[0090]

| | 厚度[nm] |
|---|---|
| 空气 | |

[0091]

| | |
|---|---|
| SiZrOx | 10 |
| SiOx | 56 |
| NbSiOx | 25 |
| NbOx | 98 |
| SiOx | 37 |
| TiOx | 10 |
| 玻璃 | 总计：236nm |

[0092] 在热回火(HT)之前和之后,用Perkin Elmer装置整体测量,实施例1和比较例1(CE 1)的玻璃基底上的涂层具有以下光学特性。这些测量在玻璃基底的两侧上具有相同涂层的情况下进行,例如如图2中针对实施例1所示。需注意,在至少580℃的温度下进行HT(例如,热回火、热强化和/或热弯曲)之前和之后,所有涂层均具有远超过70％的可见光透射率。实施例1的数据在最右侧两列中,而CE 1的数据在从表的左侧边缘起的第二列和第三列中。“AC”代表在HT(诸如热回火)之前经涂覆的,而“HT”代表热处理/经热处理的(诸如热回火)。需注意,例如,如果从图2/实施例1中去除涂层20,则当涂层10和20两者均存在时,ΔE*值将大约为下面所示的一半。

[0093] 表4.

[0094]

| | 比较例（CE1） | | 实施例 1 | |
|---|---|---|---|---|
| | AC | HT | AC | HT |
| TY（UC） | 98.3 | 98.4 | 97.6 | 98.2 |
| Ta* | 0.44 | 0.56 | 0.33 | 0.33 |
| Tb* | 0.63 | 0.21 | 0.81 | 0.3 |
| Rf Y | 0.8 | 0.73 | 0.77 | 0.70 |
| Rf L* | 7.37 | 6.84 | 7.0 | 6.3 |
| Rf a* | 2.98 | 0.47 | -1.9 | -0.8 |
| Rf b* | -8.92 | -2.5 | -8.0 | -8.6 |
| Rg Y | 0.81 | 0.72 | 0.79 | 0.69 |
| Rg L* | 7.46 | 6.67 | 7.14 | 6.2 |
| Rg a* | -2.77 | -0.67 | -1.99 | -0.82 |
| Rg b* | -9.05 | -2.39 | -8.51 | -8.76 |
| ΔE*（膜侧 R） | 6.9 | | 1.5 | |
| ΔE*（玻璃侧 R） | 7.027 | | 1.5 | |

[0095]

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 老化之后的 RfY | >1.0 | | <1.0 | |
| 雾度 | 0.20 | 0.9 | 0.2 | 0.4 |

[0096] 从上表可以看出,与比较例1(CE 1)相比,实施例1(其中向涂层添加层5和6,如图1至图2所示)在雾度和热稳定性(ΔE*)方面具有意料不到且令人惊讶的经改善的值。例如,在HT时,实施例1具有期望地低ΔE*值1.5,而比较例1具有不期望地高ΔE*值6.9。这表明,

向涂层添加层5和6以显著的方式令人惊讶且意料不到地改善了涂覆制品的热稳定性。类似地改善了玻璃侧热稳定性。作为另一个实施例,在HT之后,实施例1具有期望地低雾度值0.4,而比较例1具有不期望地高雾度值0.9。这表明,向涂层添加层5和6令人惊讶且意料不到地减少了涂覆制品的雾度值。还可以看出,与CE 1相比,实施例1具有略微更好(更低)的膜侧反射率($R_fY$)。上表还示出,在膜侧反射率($R_fY$)方面,老化对实施例1的不利影响不如CE 1。

[0097] 在不脱离所附权利要求中更具体阐述的本发明所公开的主题的实质和范围的情况下,本领域的普通技术人员可以实践对本发明所公开的主题的这些及其他修改和变型。此外,应当理解,各种实施方案的方面可整体地或部分地互换。此外,本领域的普通技术人员将理解,前述说明仅以举例的方式,并不旨在限制如在此类所附权利要求书中进一步描述的本发明所公开的主题。

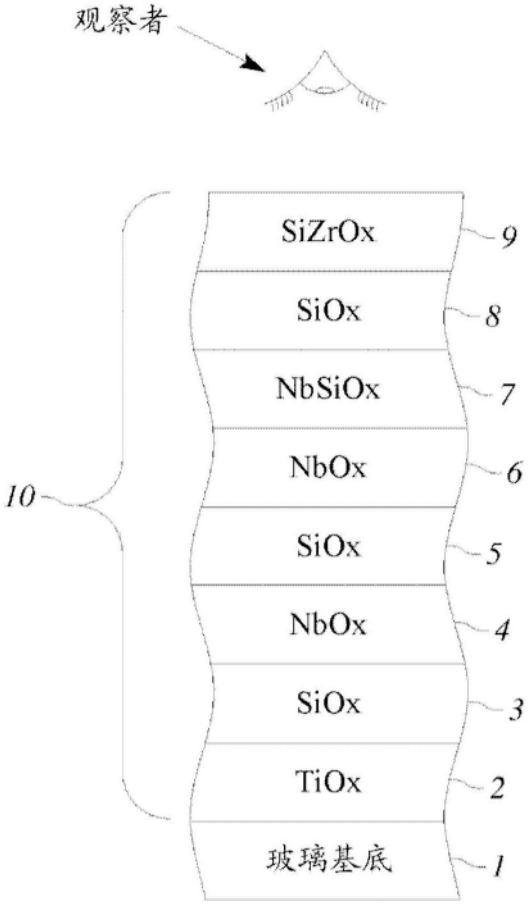

观察者
SiZrOx
9
SiOx
8
NbSiOx
7
NbOx
6
SiOx
5
NbOx
4
SiOx
3
TiOx
2
玻璃基底
1
10

图1

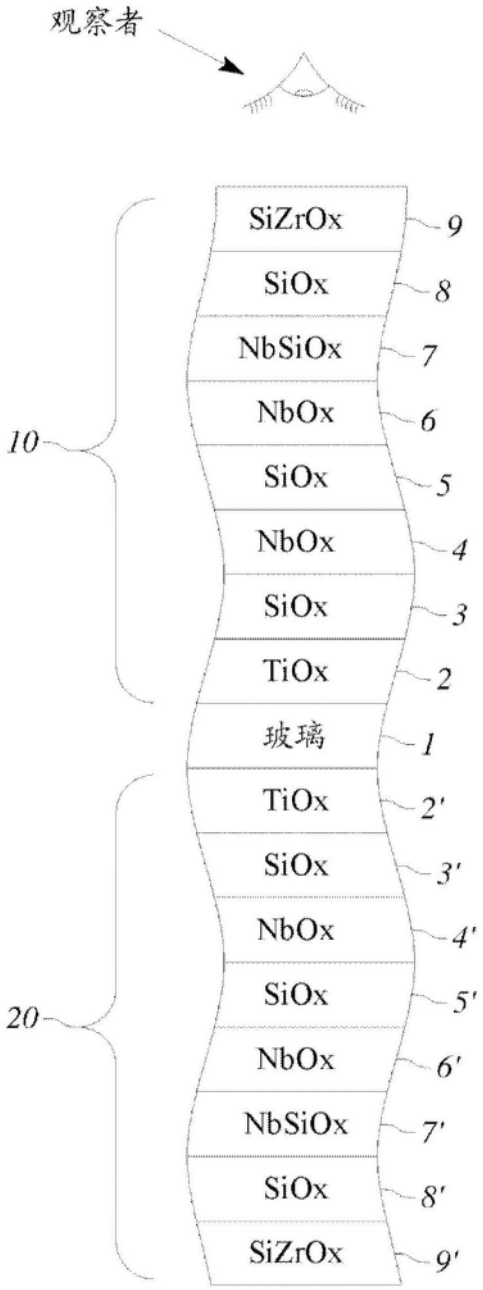

观察者
SiZrOx
9
SiOx
8
NbSiOx
7
NbOx
6
SiOx
5
NbOx
4
SiOx
3
TiOx
2
玻璃
1
TiOx
2'
SiOx
3'
NbOx
4'
SiOx
5'
NbOx
6'
NbSiOx
7'
SiOx
8'
SiZrOx
9'
10
20

图2