(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111433022 B
(45)授权公告日 2023.01.13

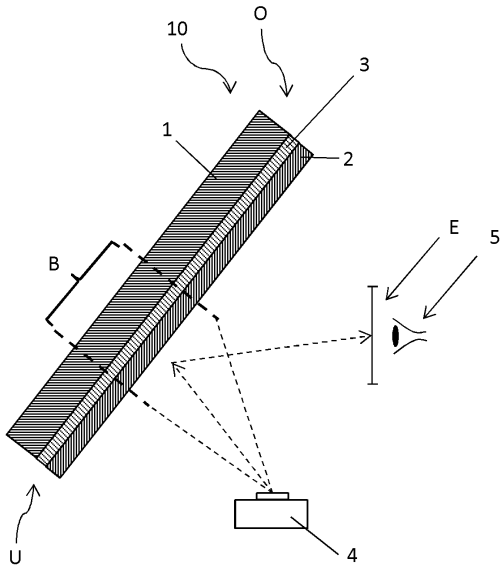
(21)申请号 201980003505.4
(22)申请日 2019.10.25
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111433022 A
(43)申请公布日 2020.07.17
(30)优先权数据
18205414.8 2018.11.09 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2020.01.10
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/079141 2019.10.25
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/094423 DE 2020.05.14
(73)专利权人 法国圣戈班玻璃厂
地址 法国库伯瓦
(72)发明人 K.菲舍尔 D.舍费尔 R.齐默曼 J.哈根
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
专利代理师 张华 杨思捷
(51)Int.Cl.
B32B 17/10(2006.01)
C03C 17/36(2006.01)
G02B 27/01(2006.01)
H05B 3/86(2006.01)
(56)对比文件
CN 104267499 A,2015.01.07
CN 205899060 U,2017.01.18
CN 204143067 U,2015.02.04
CN 106526854 A,2017.03.22
CN 106094072 A,2016.11.09
CN 207190747 U,2018.04.06
DE 102017102552 A1,2018.08.09
US 2006023315 A1,2006.02.02
审查员 冯雪
权利要求书2页 说明书13页 附图4页

(54)发明名称

用于利用p偏振辐射的平视显示器(HUD)的投影装置

(57)摘要

本发明涉及用于平视显示器(HUD)的投影装置,至少包括复合玻璃板(10),其包括外玻璃板(1)和内玻璃板(2),它们通过热塑性中间层(3)彼此连接,所述复合玻璃板具有HUD区域(B);导电涂层(20),其在外玻璃板(1)或内玻璃板(2)的朝向中间层(3)的表面(II,III)上或者在中间层(3)内,和投影仪(4),其对准HUD区域(B);其中投影仪(4)的辐射是p偏振的,其中具有导电涂层(20)的复合玻璃板(10)在450 nm至650 nm的整个光谱范围内具有至少10%的对于p偏振辐射的反射率,和其中导电涂层(20)包括三个导电层(21),所述导电层各自布置在两个介电层或层序列之间,其中所有导电层(21)的厚度之和为最高30nm,并且其中导电层(21)具有5 nm至10 nm的厚度。



CN 111433022 B

1.用于平视显示器,即HUD的投影装置,其至少包括

- 复合玻璃板(10),其包括外玻璃板(1)和内玻璃板(2),它们通过热塑性中间层(3)彼此连接,所述复合玻璃板具有HUD区域(B);

- 导电涂层 (20),其在外玻璃板 (1)或内玻璃板 (2)的朝向中间层(3)的表面(II,III)上或者在中间层(3)内;和

- 投影仪(4),其对准HUD区域(B);

其中投影仪(4)的辐射是p偏振的,

其中具有导电涂层(20)的复合玻璃板(10)在450 nm至650 nm的整个光谱范围内具有至少10%的对于p偏振辐射的反射率,和

其中导电涂层(20)包括三个导电层(21),所述导电层各自布置在两个介电层或层序列之间,

其中所有导电层(21)的厚度之和为最高30nm,并且其中导电层(21)具有5 nm至10 nm的厚度,

其中每个介电层序列包括减反射层(22),并且其中

- 在第一导电层(21.1)下方的减反射层(22.1)具有15nm至25nm的厚度,

- 在第一导电层(21.1)和第二导电层(21.2)之间的减反射层(22.2)具有25nm至40nm的厚度,

- 在第二导电层(21.2)和第三导电层(21.3)之间的减反射层(22.3)具有70nm至90nm的厚度,

- 在第三导电层(21.3)上方的减反射层(22.4)具有35nm至45nm的厚度。

2.根据权利要求1所述的投影装置,其中具有导电涂层(20)的复合玻璃板(10)在450 nm至650 nm的整个光谱范围内具有至少12%的对于p偏振辐射的反射率。

3.根据权利要求1或2所述的投影装置,其中在450 nm至650 nm的光谱范围内,对于p偏振辐射,在最大出现的反射率和反射率的平均值之间的差以及在最小出现的反射率和反射率的平均值之间的差为最高5%。

4.根据权利要求3所述的投影装置,其中在450 nm至650 nm的光谱范围内,对于p偏振辐射,在最大出现的反射率和反射率的平均值之间的差以及在最小出现的反射率和反射率的平均值之间的差为最高3%。

5.根据权利要求3所述的投影装置,其中在450 nm至650 nm的光谱范围内,对于p偏振辐射,在最大出现的反射率和反射率的平均值之间的差以及在最小出现的反射率和反射率的平均值之间的差为最高1%。

6.根据权利要求1或2所述的投影装置,其中所有导电层(21)的厚度之和为15 nm至30nm。

7.根据权利要求1或2所述的投影装置,其中所有导电层(21)的厚度之和为20 nm至25nm。

8.根据权利要求1或2所述的投影装置,其中导电层(21)具有7 nm至8 nm的厚度。

9.根据权利要求1或2所述的投影装置,其中导电层(21)是基于银形成的。

10.根据权利要求1或2所述的投影装置,其中

- 在第一导电层(21.1)下方的减反射层(22.1)具有20nm至24nm的厚度,

- 在第一导电层(21.1)和第二导电层(21.2)之间的减反射层(22.2)具有30nm至35nm的厚度，

- 在第二导电层(21.2)和第三导电层(21.3)之间的减反射层(22.3)具有75nm至80nm的厚度，

- 在第三导电层(21.3)上方的减反射层(22.4)具有37nm至42nm的厚度。

11.根据权利要求10所述的投影装置，其中减反射层(22)是基于硅-金属-氮化物形成的。

12.根据权利要求11所述的投影装置，其中所述硅-金属-氮化物是氮化硅锆或氮化硅铪。

13.根据权利要求1或2所述的投影装置，其中各自在两个导电层(21)之间布置介电层序列，所述介电层序列包括

- 减反射层(22)，其基于氮化硅、硅-金属-混合氮化物、氮化铝或氧化锡，

- 平滑层(23)，其基于下述一种或多种元素的氧化物：锡、硅、钛、锆、铪、锌、镓和铟，

- 第一和第二匹配层(24,25)，其基于氧化锌，和

- 任选的阻挡层(26)，其基于铌、钛、镍、铬和/或它们的合金。

14.根据权利要求13所述的投影装置，其中所述硅-金属-混合氮化物是氮化硅锆。

15.根据权利要求1或2所述的投影装置，其中导电涂层具有1 Ω/□ 至2 Ω/□ 的表面电阻。

16.根据权利要求1或2所述的投影装置，其中投影仪(4)的辐射是纯p偏振的。

17.根据权利要求1或2所述的投影装置，其中复合玻璃板(10)的外表面(I、IV)彼此平行地布置。

18.根据权利要求1或2所述的投影装置，其中投影仪(4)的辐射以60°至70°的入射角射到复合玻璃板(10)上。

19.根据权利要求1或2所述的投影装置，其中导电涂层(20)连接至40 V至50 V的电压源，以便加热复合玻璃板。

20.根据权利要求1至19之一所述的投影装置作为机动车中的HUD的用途。

21.根据权利要求20所述的用途，其中所述机动车是乘用车或载重汽车。

用于利用p偏振辐射的平视显示器(HUD)的投影装置

[0001] 本发明涉及用于平视显示器的投影装置及其用途。

[0002] 现代汽车越来越多地配备所谓的平视显示器(HUD)。用投影仪,典型地在仪表板的区域中,将图像投影到挡风玻璃上,在那里被反射并且被驾驶员感知为(从他看来)挡风玻璃后面的虚拟图像。如此,可以将驾驶员可以感知的重要信息,例如当前的驾驶速度、导航-或警告通知,投影到驾驶员的视野中,而不必将他的视线转离道路。平视显示器因此可以为提高交通安全性做出显著贡献。

[0003] HUD投影仪主要用s偏振辐射来运转并且以大约65%的入射角照射挡风玻璃,这接近空气-玻璃-过渡的布鲁斯特角(对于钠钙玻璃而言为57.2°)。在此出现了在挡风玻璃的两个外表面上反射投影仪图像的问题。由此,除了所希望的主图像之外,还出现轻微错位的副图像,即所谓的重影图像(“重影”)。该问题通常通过如下方式来减轻,即,将表面彼此以一定的角度来布置,尤其通过使用楔形的中间层用于层压作为复合玻璃板形成的挡风玻璃,从而使得主图像和重影图像彼此重叠。用于HUD的具有楔形薄膜的复合玻璃例如由WO2009/071135A1、EP1800855B1或EP1880243A2已知。

[0004] 楔形薄膜是昂贵的,因此制造这种用于HUD的复合玻璃板相当昂贵。因此存在对使用没有楔形薄膜的挡风玻璃就足以够用的HUD -投影装置的需求。因此,例如可以用在玻璃板表面上基本上不反射的p偏振辐射来运转HUD投影仪。作为p偏振辐射的反射面,挡风玻璃具有导电涂层作为替代。DE102014220189A1公开了一种这样的HUD投影装置,其用p偏振辐射来运转。作为反射结构,尤其建议了厚度为5 nm至9 nm的金属单层,例如由银或铝制成。

[0005] 也已知的是用于挡风玻璃的更复杂的导电涂层,其例如用作红外反射涂层,以减少交通工具内部空间的变暖,并由此改善热舒适性。但是,该涂层也可以通过将其与电压源相连,使得电流流过该涂层,从而用作可加热涂层。合适的涂层含有导电金属层,尤其是基于银的。由于这些层是易腐蚀的,因此通常将它们施加在外玻璃板或内玻璃板的朝向中间层的表面上,从而使它们与大气没有接触。含银的透明涂层例如由WO03/024155、US2007/0082219A1、US2007/0020465A1、WO2013/104438或WO2013/104439已知。

[0006] 如果导电涂层一方面要用作反射IR的或可加热的涂层,而另一方面要用作HUD的反射面,则对其光学和电学性质提出了高要求。因此,必须尤其是同时表面电阻足够低、光透射率足够高、对HUD投影仪辐射的反射率足够高、并且反射颜色相对中性。

[0007] 本发明的目的在于,提供一种改进的用于平视显示器的投影装置。该投影装置的复合玻璃板应当没有楔形薄膜也行并且具有导电涂层,该涂层尤其也可以用作可加热涂层。HUD投影应当以高强度产生并且该复合玻璃板应当具有高光透射率和舒适的外观。

[0008] 根据本发明,本发明的目的通过根据权利要求1的投影装置来实现。优选的实施方案由从属权利要求得出。

[0009] 根据本发明,使用p偏振辐射用于产生HUD图像,并且复合玻璃板具有导电涂层,该涂层充分地反射p偏振辐射。因为对于HUD-投影装置而言典型的约65°的入射角相对接近空气-玻璃-过渡的布鲁斯特角(57.2°,钠钙玻璃),所以p偏振辐射几乎不被玻璃板表面反射,而是主要被导电涂层反射。因此,不出现或几乎不出现重影图像,从而可以放弃使用昂贵的

楔形薄膜。

[0010] 与迄今为止常用的涂层相比，根据本发明的涂层具有相对薄的导电层，特别是银层。由此也更成本有利地制造玻璃板。然而，发明人已经发现，导电层的厚度过小又导致光吸收的提高并降低了复合玻璃板的透明度。这是令人惊讶的并且不直观，因为在导电层厚度减小的情况下实际上预期透射率会增加。根据本发明的导电层足够厚，以避免这种效应。尽管层厚度小，但该涂层仍然适合以足够的强度反射p偏振辐射，以产生HUD图像，并且被用作可加热涂层，尤其是在使用40-50 V的电压源的情况下，如其尤其在电动交通工具中常见的那样。也可以满足对挡风玻璃的光学要求，尤其是在透明度和着色方面。这是本发明的大的优点。

[0011] 根据本发明的用于平视显示器(HUD)的投影装置包括至少一个具有导电涂层的复合玻璃板和投影仪。如在HUD中常见的那样，投影仪照射挡风玻璃的一个区域，在那里，辐射朝向观察者(驾驶员)的方向被反射，由此产生一个虚拟图像，观察者感知到该虚拟图像在他看来在挡风玻璃后面。挡风玻璃的可被投影仪照射的区域被称为HUD区域。投影仪的照射方向典型地可以通过镜子来改变，特别是垂直地改变，以使投影匹配观察者的身体尺寸。在给定镜子位置的情况下，观察者的眼睛必须处于其中的区域被称为眼睛盒窗口(Eyeboxfenster)。通过变换镜子的位置可以垂直移动眼睛盒窗口，其中将整个由此可到达的区域(即所有可能的眼睛盒窗口的叠加)称为眼睛盒。位于眼睛盒内的观察者可以感知所述虚拟图像。这当然意味着观察者的眼睛，而不是整个身体，必须位于眼睛盒内。

[0012] 这里使用的得自HUD领域的专业术语是本领域技术人员通常已知的。有关详细说明，请参阅慕尼黑工业大学计算机科学研究所的Alexander Neumann的论文“Simulationsbasierte Messtechnik zur Prüfung von Head-Up Displays”(慕尼黑:慕尼黑工业大学图书馆,2012年)，特别是第2章“Das Head-Up Display”。

[0013] 该复合玻璃板包括外玻璃板和内玻璃板，它们通过热塑性中间层彼此连接。提供复合玻璃板用于在窗户开口，特别是交通工具的窗户开口中将内部空间相对于外部环境分隔开。在本发明意义上，用内玻璃板指称复合玻璃板的朝向内部空间(特别是交通工具内部空间)的玻璃板。用外玻璃板指称朝向外部环境的玻璃板。所述复合玻璃板优选是交通工具挡风玻璃(特别是机动车，例如乘用车或载重汽车的挡风玻璃)。

[0014] 复合玻璃板具有上棱边和下棱边以及在它们之间延伸的两个侧棱边。用上棱边指称提供用于在安装位置向上指向的那个棱边。用下棱边指称提供用于在安装位置向下指向的那个棱边。上棱边经常也被称为顶部棱边，下棱边经常也被称为发动机棱边。

[0015] 外玻璃板和内玻璃板各自具有外侧和内部空间侧的表面和在它们之间延伸的围绕的侧棱边。在本发明意义上，用外侧表面指称提供用于在安装位置朝向外部环境的那个主要面。在本发明意义上，用内部空间侧表面指称提供用于在安装位置朝向内部空间的那个主要面。外玻璃板的内部空间侧表面和内玻璃板的外侧表面彼此面对，并通过热塑性中间层彼此连接。

[0016] 所述复合玻璃板具有导电涂层，尤其是透明的导电涂层。导电涂层优选施加在两个玻璃板的朝向中间层的表面上，即外玻璃板的内部空间侧表面或内玻璃板的外侧表面。或者，导电涂层也可以布置在热塑性中间层内，例如施加在载体薄膜上，该载体薄膜布置在两个热塑性连接薄膜之间。导电涂层例如可以提供为反射IR的防晒涂层，或者也可以提供

为可加热涂层，该涂层是电接触的并且在电流流过时变热。将透明涂层理解为是指，在可见光谱范围内具有至少70%，优选至少80%的平均透射率的涂层，即，其基本上不限制通过该玻璃板的透视。优选地，玻璃板表面的至少80%具有根据本发明的涂层。特别是，在玻璃板表面上除了环绕的棱边区域和任选的局部区域以外全面地施加该涂层，这些区域作为通信窗口、感应器窗口或照相机窗口意在确保电磁辐射透射通过该复合玻璃板并因此没有涂层。环绕的没有涂覆的棱边区域具有例如至多20 cm的宽度。它阻止了涂层与周围大气的直接接触，从而保护复合玻璃板内部中的涂层免被腐蚀和损伤。

[0017] 导电涂层是包括多个导电层，特别是含金属层的层堆叠或层序列，其中每个导电层各自布置在两个介电层或层序列之间。该涂层因此是具有n个导电层和(n + 1)个介电层的薄层堆叠或层序列，其中n是自然数，并且其中在下面的介电层或层序列之后各自交替地跟随着一个导电层和一个介电层或层序列。这种涂层已知为防晒涂层和可加热涂层，其中导电层典型地基于银来形成。

[0018] 根据本发明的导电涂层被如此设定，特别是通过选择各层的材料和厚度以及形成介电层序列，使得具有涂层的复合玻璃板在450 nm至650 nm的整个光谱范围内具有至少10%的对于p偏振辐射的反射率。这意味着在450 nm至650 nm的光谱范围内，在任何位置都没有出现小于10%的反射率。由此产生强度足够强的投影图像。在450nm至700nm的整个光谱范围内，特别优选在450nm至800nm的整个光谱范围内，对于p偏振辐射的反射率优选为至少10％。

[0019] 反射率描述了被反射的所有入射辐射的比例。其以%给出(基于100%入射的辐射计)或作为从0到1的无单位数(基于入射辐射归一化)。它根据波长绘制形成反射光谱。

[0020] 在一个有利的实施方案中，具有导电涂层的复合玻璃板在450 nm至650 nm的整个光谱范围内具有至少12%，优选至少13%的对于p偏振辐射的反射率。对于p偏振辐射的反射率例如在450 nm至650 nm的整个光谱范围内为10%至20%，优选12%至17%，尤其是13%至15%。在该范围内的反射率可以用根据本发明的涂层毫无问题地实现并且是足够高的，以产生强度强的HUD投影。

[0021] 在450 nm至650 nm的整个光谱范围内，对于p偏振辐射的反射率的平均值优选为10%至20%%，优选12%至17%，尤其是13%至15%。为了实现投影仪图像的尽可能色彩中性的显示，反射光谱应该是尽可能平滑的并且不具有显著的局部最小和最大。在450 nm至650 nm的光谱范围内，在一个优选的实施方案中，最大出现的反射率和反射率的平均值之间的差以及最小出现的反射率和反射率的平均值之间的差(基于100%入射的辐射计)应当为最高5%，特别优选最高3%，非常特别优选最高1%。

[0022] 在本发明范围内，关于对于p偏振辐射的反射率的说明涉及用相对于内部空间侧的面法线成65°的入射角测量的反射率。关于反射率或关于反射光谱的数据涉及用在观察的光谱范围内以100%归一化的辐射强度均匀地辐射的光源的反射测量。

[0023] 投影仪布置在复合玻璃板的内部空间侧，并且通过内玻璃板的内部空间侧的表面照射复合玻璃板。其对准HUD区域并且照射该区域以产生HUD投影。根据本发明，投影仪的辐射是p偏振的，优选基本上纯p偏振的 – p偏振辐射比例因此为100%或仅不显著地与此偏离。由此产生强度特别强的HUD图像并且能够避免重影图像。在此，偏振方向的数据涉及复合玻璃板上的辐射入射平面。用p偏振辐射指称其电场在入射平面中振荡的辐射。用s偏振

辐射指称其电场垂直于入射平面振荡的辐射。入射平面由入射矢量和在HUD区域的几何中心中的复合玻璃板的面法线来限定。

[0024] 投影仪的辐射优选以45°至70°，尤其是60°至70°的入射角射到复合玻璃板上。在一个有利的实施方案中，入射角与布鲁斯特角偏离最多10°。然后，p偏振辐射仅不显著地在复合玻璃板的表面上反射，因此不产生重影图像。入射角是在投影仪辐射的入射矢量和在HUD区域的几何中心中的内部空间侧的面法线(即，在复合玻璃板的内部空间侧的外表面上的面法线)之间的角度。在通常对于窗玻璃而言常用的钠钙玻璃的情况中，空气-玻璃-过渡的布鲁斯特角为57.2°。理想地，入射角应当尽可能接近布鲁斯特角。但是例如也可以使用65°的入射角，该入射角对于HUD投影装置而言是常用的，可以在交通工具中无问题地实现并且仅以微小的程度偏离布鲁斯特角，使得p偏振辐射的反射仅不显著地增加。

[0025] 由于投影仪辐射的反射基本上在反射涂层上进行而不是在玻璃板外表面上，因此不需要将玻璃板外表面彼此成一定角度地布置，以避免重影图像。因此，复合玻璃板的外表面优选基本上彼此平行地布置。热塑性中间层为此优选地不构成楔形，而是具有基本上恒定的厚度，尤其也在复合玻璃板的上棱边和下棱边之间的垂直走向上，如同内玻璃板和外玻璃板一样。相反，楔形中间层在复合玻璃板的上棱边和下棱边之间的垂直走向上具有可变的厚度，特别是增加的厚度。中间层典型地由至少一个热塑性薄膜构成。因为标准薄膜比楔形薄膜明显更成本有利，因此复合玻璃板的制造更有利地进行。

[0026] 根据本发明，导电涂层包括至少三个导电层，其中所有导电层的厚度之和为最高30 nm。在一个优选的实施方案中，所有导电层的厚度之和为15 nm至30 nm，优选20 nm至25 nm。厚度或层厚度在本发明的范围内涉及几何厚度，而不是例如光学厚度，其作为折射率和几何厚度的乘积得出。这在节约成本方面是特别有利的并且能够满足对反射特性和其他光学性质的要求。在一个特别有利的实施方案中，导电层的数量恰好为三个。为了实现所需的涂层规格，更复杂的层结构原则上是不需要的。以三个导电层和相应数量的介电层或层序列，提供足够的自由度，以便在透射-和反射特性和着色方面优化涂层。

[0027] 根据本发明，所述导电层，尤其是所有导电层，具有5 nm至10nm、特别优选7 nm至8 nm的厚度。在给出的范围内的层厚度特别适于实现所需的涂层规格。特别地，导电层足够厚，从而不导致在导电层过薄时令人惊讶地出现的可见光吸收的提高。

[0028] 通过功能性的导电层产生涂层的导电性。通过将整个导电材料分配在多个彼此分离的层上，所述层能够各自更薄地构成，由此提高涂层的透明度。每个导电层优选包含至少一种金属或金属合金，例如银、铝、铜或金，并且特别优选基于金属或金属合金形成，也就是说，除了可能的掺杂物或杂质之外，基本上由金属或金属合金构成。优选使用银或含银的合金。在一个有利的实施方案中，导电层包含至少90重量%的银，优选至少99重量%的银，特别优选至少99.9重量%的银。

[0029] 根据本发明，介电层或层序列布置在导电层之间以及在最下面的导电层的下方和在最上面的导电层的上方。每个介电层或层序列具有至少一个减反射层。减反射层降低了可见光的反射，并因此提高了经涂覆的玻璃板的透明度。减反射层包含例如氮化硅(SiN)、硅-金属-混合氮化物，如氮化硅锆(SiZrN)、氮化铝(AlN)或氧化锡(SnO)。在此特别优选的是硅-金属-混合氮化物。减反射层此外可以具有掺杂物。各个减反射层的层厚度优选为10nm至100nm，尤其是20nm至80nm。

[0030] 减反射层又可以被划分为至少两个子层，特别是折射率小于2.1的介电层和折射率大于或等于2.1的光学高折射层。原则上，可以任意选择两个子层的顺序，其中优选将光学高折射层布置在介电层的上方，这在表面电阻方面是特别有利的。光学高折射层的厚度优选为减反射层总厚度的25％至75％。折射率大于或等于2.1的光学高折射层包含例如MnO、WO_3、Nb_2O_5、Bi_2O_3、TiO_2、Zr_3N_4和/或AlN，优选硅-金属-混合氮化物，例如硅-铝-混合氮化物、硅-铪-混合氮化物或硅-钛-混合氮化物，特别优选硅-锆-混合氮化物 (SiZrN)。折射率小于2.1的介电层优选包含至少一种氧化物，例如氧化锡，和/或氮化物，特别优选氮化硅。

[0031] 在一个有利的实施方案中，一个或多个介电层序列具有第一匹配层，优选布置在导电层下方的每个介电层序列具有第一匹配层。第一匹配层优选布置在减反射层的上方。第一匹配层优选直接布置在导电层的下方，使得其直接接触导电层。这在导电层的结晶性方面是特别有利的。

[0032] 在一个有利的实施方案中，一个或多个介电层序列具有平滑层，优选布置在两个导电层之间的每个介电层序列具有平滑层。平滑层布置在第一匹配层之一的下方，优选在减反射层和第一匹配层之间，如果存在这样的第一匹配层的话。平滑层特别优选与第一匹配层直接接触。平滑层优化、特别是平滑用于紧邻上方施加的导电层的表面。沉积在更平滑的表面上的导电层具有更高的透射率，同时更低的表面电阻。平滑层的层厚度优选为3nm至20nm，特别优选4nm至12nm，非常特别优选5nm至10nm，例如约7nm。平滑层优选具有小于2.2的折射率。

[0033] 平滑层优选含有至少一种非结晶氧化物。该氧化物可以是无定形的或部分无定形的(并因而是部分结晶的)，但不是完全结晶的。非结晶平滑层具有小的粗糙度，并因此形成对于要施加在平滑层上方的层而言有利的平滑表面。非结晶平滑层进一步产生直接沉积在平滑层上方的层的改善的表面结构，其优选是第一匹配层。平滑层可包含例如下述一种或多种元素的至少一种氧化物：锡、硅、钛、锆、铪、锌、镓和铟。平滑层特别优选包含非结晶的混合氧化物。平滑层非常特别优选包含锡-锌-混合氧化物(ZnSnO)。所述混合氧化物可以具有掺杂物。平滑层可以包含例如掺杂锑的锡-锌-混合氧化物。所述混合氧化物优选具有亚化学计量的氧含量。在此，锡比例优选为10至40重量%，特别优选12至35重量％。

[0034] 在一个有利的实施方案中，一个或多个介电层序列具有第二匹配层，优选布置在导电层上方的每个介电层序列具有第二匹配层。第二匹配层优选布置在减反射层的下方。

[0035] 第一和第二匹配层改善了涂层的表面电阻。第一匹配层和/或第二匹配层优选含有氧化锌$ZnO_{1-\delta}$，其中$0 \leqslant \delta \leqslant 0.01$。第一匹配层和/或第二匹配层进一步优选包含掺杂物。第一匹配层和/或第二匹配层可以包含例如铝掺杂的氧化锌(ZnO:Al)。氧化锌优选相对于氧亚化学计量地沉积，以避免过量的氧与含银层反应。第一匹配层和第二匹配层的层厚度优选为3nm至20nm，特别优选50nm至15nm，非常特别优选8nm至12nm，特别是约10nm。

[0036] 在一个有利的实施方案中，导电涂层包括一个或多个阻挡层。优选的是为至少一个，特别优选每个导电层分配至少一个阻挡层。阻挡层与导电层直接接触，并且紧接着布置在导电层的上方或紧接着布置在导电层的下方。即，在导电层和阻挡层之间没有布置另外的层。也可以紧接着在导电层的上方或紧接着在导电层的下方布置各一个阻挡层。阻挡层优选包含铌、钛、镍、铬和/或其合金，特别优选镍-铬合金。阻挡层的层厚度优选为0.1nm至2nm，特别优选0.1nm至1nm。紧接着在导电层下方的阻挡层尤其用于在温度处理期间稳定导

电层并改善导电涂层的光学品质。紧接着在导电层上方的阻挡层防止敏感的导电层与在通过反应性阴极溅射沉积后续层(例如第二匹配层)期间的氧化性反应性气氛接触。

[0037] 如果第一层布置在第二层的上方,则在本发明的意义上这意味着,第一层布置得比第二层更远离涂层施加于其上的基底。如果第一层布置在第二层的下方,则在本发明的意义上这意味着,第二层布置得比第一层更远离基底。如果第一层布置在第二层的上方或下方,则在本发明的意义上这并非必然意味着,第一层和第二层彼此直接接触。在第一层和第二层之间可以布置一个或多个另外的层,只要这没有明确地被排除。所给出的折射率的值是在550nm的波长下测量的。

[0038] 在一个有利的实施方案中,各自在两个导电层(21)之间布置介电层序列,所述介电层序列包括:

[0039] - 减反射层(22),其基于氮化硅(SiN)、硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆(SiZrN)、氮化铝(AlN)或氧化锡(SnO),优选基于硅-金属-混合氮化物,

[0040] - 平滑层(23),其基于下述一种或多种元素的氧化物:锡、硅、钛、锆、铪、锌、镓和铟,

[0041] - 第一和第二匹配层(24,25),其基于氧化锌,和

[0042] - 任选的阻挡层(26),其基于铌、钛、镍、铬和/或它们的合金。在此不以确定的层的顺序为前提。在最下面的导电层的下方和最上面的导电层的上方优选布置基于上述优选材料的减反射层和匹配层。已经提及的优选范围适用于各个层的层厚度。

[0043] 具有根据本发明的反射特性的导电涂层原则上可以以各种方式实现,优选使用上述层,因此本发明不限于特定的层序列。在下文中,给出了所述涂层的一个特别优选的实施方案,用该方案实现了特别好的结果,特别是在约65°的典型辐射入射角的情况下。

[0044] 导电涂层包括至少三个,尤其是恰好三个导电层,优选基于银,其中每个导电层具有5nm至10nm、尤其是7nm至8nm的厚度。在下文中,将导电层从涂层沉积于其上的基底起始编号。在最下面的导电层的下方、在最上面的导电层的上方和在导电层之间的介电层序列包括各一个减反射层,优选基于硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆或氮化硅铪。在第一导电层下方的减反射层具有15nm至25nm、特别优选20nm至24nm的厚度。在第一和第二导电层之间的减反射层具有25nm至40nm、优选30nm至35nm的厚度。在第二和第三导电层之间的减反射层具有70nm至90nm、优选75nm至80nm的厚度。在第三导电层上方的减反射层具有35nm至45nm、优选37nm至42nm的厚度。

[0045] 导电涂层的一个非常特别优选的实施方案从基底起始包含下面的层序列,或者由其组成:

[0046] - 减反射层,其具有15 nm至25 nm、优选20nm至24 nm的厚度,优选基于硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆或氮化硅铪,

[0047] - 第一匹配层,其具有5 nm至15 nm、优选8 nm至12 nm的厚度,优选基于氧化锌,

[0048] - 导电层,其基于银,具有6 nm至9 nm的厚度,

[0049] - 任选的阻挡层,其具有0.1 nm至0.5 nm的厚度,优选基于NiCr,

[0050] - 第二匹配层,其具有5 nm至15 nm、优选8 nm至12 nm的厚度,优选基于氧化锌,

[0051] - 减反射层,其具有25 nm至40 nm、优选30 nm至35 nm的厚度,优选基于硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆或氮化硅铪,

[0052] - 平滑层,其具有5 nm至10 nm的厚度,优选基于锡-锌-混合氧化物,

[0053] - 第一匹配层,其具有5 nm至15 nm、优选8 nm至12 nm的厚度,优选基于氧化锌,

[0054] - 导电层,其基于银,具有6 nm至10 nm厚度,

[0055] - 任选的阻挡层,其具有0.1 nm至0.5 nm的厚度,优选基于NiCr,

[0056] - 第二匹配层,其具有5 nm至15 nm、优选8 nm至12 nm的厚度,优选基于氧化锌,

[0057] - 减反射层,其具有70 nm至90nm、优选75 nm至80 nm的厚度,优选基于硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆或氮化硅铪,

[0058] - 平滑层,其具有5 nm至10 nm的厚度,优选基于锡-锌-混合氧化物,

[0059] - 第一匹配层,其具有5 nm至15 nm、优选8 nm至12 nm的厚度,优选基于氧化锌,

[0060] - 导电层,其基于银,具有6 nm至9 nm厚度,

[0061] - 任选的阻挡层,其具有0.1 nm至0.5 nm的厚度,优选基于NiCr,

[0062] - 第二匹配层,其具有5 nm至15 nm、优选8 nm至12 nm的厚度,优选基于氧化锌,

[0063] - 减反射层,其具有35 nm至45 nm、优选37 nm至42 nm的厚度,优选基于硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆或氮化硅铪。

[0064] 导电涂层的一个尤其特别优选的实施方案从基底起始包含下面的层序列,或者由其组成:

[0065] - 减反射层,其基于硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆或氮化硅铪,具有21 nm至23 nm的厚度,

[0066] - 第一匹配层,其基于氧化锌,具有6 nm至11 nm的厚度,

[0067] - 导电层,其基于银,具有6.5 nm至8.5 nm的厚度,

[0068] - 任选的阻挡层,其基于NiCr,具有0.1 nm至0.3 nm的厚度,

[0069] - 第二匹配层,其基于氧化锌,具有9 nm到11 nm的厚度,

[0070] - 减反射层,其基于硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆或氮化硅铪,具有32 nm至34 nm的厚度,

[0071] - 平滑层,其基于锡-锌-混合氧化物,具有6 nm到8 nm的厚度,

[0072] - 第一匹配层,其基于氧化锌,具有9 nm至11 nm的厚度,

[0073] - 导电层,其基于银,具有7 nm至9 nm的厚度,

[0074] - 任选的阻挡层,其基于NiCr,具有0.1 nm至0.3 nm的厚度,

[0075] - 第二匹配层,其基于氧化锌,具有9 nm到11 nm的厚度,

[0076] - 减反射层,其基于硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆或氮化硅铪,具有76.5 nm至78.5 nm的厚度,

[0077] - 平滑层,其基于锡-锌混合氧化物,具有6 nm到8 nm的厚度,

[0078] - 第一匹配层,其基于氧化锌,具有9 nm至11 nm的厚度,

[0079] - 导电层,其基于银,具有6.5 nm至8.5 nm的厚度,

[0080] - 任选的阻挡层,其基于NiCr,具有0.1 nm至0.3 nm的厚度,

[0081] - 第二匹配层,其基于氧化锌,具有9 nm到11 nm的厚度,

[0082] - 减反射层,其基于硅-金属-混合氮化物如氮化硅锆或氮化硅铪,具有38 nm至40 nm的厚度。

[0083] 如果一个层是基于一种材料形成的,则除了可能的杂质或掺杂物之外,该层的大

部分由该材料构成。

[0084] 导电涂层的表面电阻优选为1 Ω/□至2 Ω/□。这种表面电阻可以用根据本发明的涂层在确保所希望的光学性质的情况下毫无问题地实现。

[0085] 在本发明的一个实施方案中，将导电涂层连接到电压源，以便通过涂层传导电流，涂层由此变热。因此，可以加热该复合玻璃板。作为电压尤其考虑在交通工具领域中常用的车载电压，例如12 V至14 V。已经表明，当根据本发明的涂层连接到如尤其在电动汽车中常用的40 V至50 V，例如42 V或48 V的电压源时，用根据本发明的涂层尤其实现了良好的加热功率。因此，可实现1500 W/m^2至5000 W/m^2、尤其2200 W/m^2至3000 W/m^2的加热功率，这适合于使复合玻璃板快速地摆脱冷凝的湿气或结冰。为了连接至电压源，涂层优选地配备有电流汇流排(母线)，其可与电压源的极相连接，以在玻璃板宽度的尽可能大的部分上将电流引入涂层中。电流汇流排例如可以作为印刷和烘烤的导体来形成，典型地呈经烘烤的具有玻璃料和银颗粒的丝网印刷膏的形式。然而，或者也可以使用导电薄膜的条作为汇流导体，这些条被放置或粘接在涂层上，例如铜箔或铝箔。通常，两个汇流导体定位在复合玻璃板的两个彼此相对的侧棱边(例如，上棱边和下棱边)附近。

[0086] 外玻璃板和内玻璃板优选由玻璃制成，尤其由钠钙玻璃制成，这对于窗玻璃是常用的。但这些玻璃板原则上也可以由其它种类的玻璃(例如硼硅酸盐玻璃、石英玻璃、铝硅酸盐玻璃)或透明塑料(例如聚甲基丙烯酸甲酯或聚碳酸酯)制成。外玻璃板和内玻璃板的厚度可以宽泛地变化。优选使用厚度为0.8 mm至5 mm、优选1.4 mm至2.5 mm的玻璃板，例如具有标准厚度1.6 mm或2.1 mm的玻璃板。

[0087] 外玻璃板、内玻璃板和热塑性中间层可以是清澈且无色的，但也可以是着色的或染色的。在一个优选的实施方案中，穿过复合玻璃的总透射率大于70%。术语总透射率是指通过ECE-R 43，附录3，§ 9.1 确定的用于检测机动车玻璃的透光性的方法。所述外玻璃板和内玻璃板可以彼此独立地是未施加预应力的、部分施加预应力的或施加预应力的。如果玻璃板的至少之一应具有预应力，则其可以是热或化学预应力。必须确保导电涂层不会过强地降低总透射率。

[0088] 除了总透射率外，复合玻璃板还应具有尽可能中性的外侧反射颜色，以使用户在美学上感到满意。反射颜色典型地表征在La*b*颜色空间中，使用光源D65和10°的观察角度，在相对于外侧面法线8°和60°的入射角下。已经表明，用根据本发明的涂层可以实现没有过大色彩偏差的复合玻璃板。在8°的入射角下，a*值优选为-4至0，并且b*值为-13至-3。在60°的入射角下，a*值优选为-2至2，并且b*值为-9至1。这种玻璃板具有足够不明显的色彩偏差，以变得为汽车工业所接受。

[0089] 该复合玻璃板优选地在一个或多个空间方向上弯曲，如对于机动车玻璃而言常用的那样，其中，典型的曲率半径为约10 cm至约40 m。然而，例如当将其提供为用于公共汽车、火车或拖拉机的玻璃板时，该复合玻璃板也可以是平面的。

[0090] 热塑性中间层包含至少一种热塑性聚合物，优选乙烯醋酸乙烯酯(EVA)、聚乙烯醇缩丁醛(PVB)或聚氨酯(PU)，或者它们的混合物或共聚物或衍生物，特别优选PVB。中间层典型地由热塑性薄膜形成。中间层的厚度为优选0.2 mm至2 mm，特别优选0.3 mm至1 mm。

[0091] 复合玻璃板可以通过本身已知的方法来制造。将外玻璃板和内玻璃板通过中间层彼此层压，例如，通过热压法、真空袋法、真空环法、压延法、真空层压机或其组合。外玻璃板

和内玻璃板的连接在此通常在热、真空和/或压力的作用下进行。

[0092] 导电涂层优选通过物理气相沉积(PVD),特别优选通过阴极溅射(“溅射”),非常特别优选通过磁场辅助的阴极溅射施加在内玻璃板上。优选在层压之前将涂层施加在玻璃板上。代替将导电涂层施加在玻璃板表面上,原则上也可以将其提供在载体薄膜上,所述载体薄膜布置在中间层中。

[0093] 如果复合玻璃板应该是弯曲的,则优选在层压之前和优选在可能的涂覆工艺之后使外玻璃板和内玻璃板经受弯曲工艺。优选地,将外玻璃板和内玻璃板共同地(即,同时并且通过同一工具)完全相同地弯曲,因为由此玻璃板的形状对于随后进行的层压而言是彼此最佳匹配的。用于玻璃弯曲工艺的典型温度是,例如,500℃至700℃。该温度处理也提高了导电涂层的透明度并减小了表面电阻。

[0094] 此外,本发明包括根据本发明形成的复合玻璃板作为用于平视显示器的投影装置的投影面的用途,其中投影仪对准HUD区域,其辐射是p-偏振的。前述优选的实施方案相应地适用于此用途。

[0095] 本发明还包括根据本发明的投影装置作为机动车、尤其是乘用车或载重汽车中的HUD的用途。

[0096] 在下文中借助于附图和实施例更详细地说明本发明。附图是示意图,而不是按比例绘制的。附图不以任何方式限制本发明。

[0097] 显示:

[0098] 图1示出了通用的(gattungsgemäß)投影装置的复合玻璃板的俯视图,

[0099] 图2示出了通过通用的投影装置的横截面,

[0100] 图3示出了通过根据本发明的投影装置的复合玻璃板的横截面,

[0101] 图4示出了通过根据本发明的导电涂层的横截面,和

[0102] 图5示出了具有根据本发明的导电涂层的复合玻璃板和两个对比例的对于p偏振辐射的反射光谱。

[0103] 图1和图2分别示出了用于HUD的通用的投影装置的细节。该投影装置包括复合玻璃板10,尤其是乘用车的挡风玻璃。此外,该投影装置包括投影仪4,其对准复合玻璃板10的区域B。在通常被称为HUD区域的区域B中,可以通过投影仪4产生图像,当观察者5 (交通工具驾驶员)的眼睛位于所谓的眼睛盒E内时,所述图像被观察者5(交通工具驾驶员)感知为在复合玻璃板10的远离他的一侧上的虚拟图像。

[0104] 复合玻璃板10由外玻璃板1和内玻璃板2构成,它们通过热塑性中间层3彼此连接。其下棱边U朝着乘用车的发动机的方向向下布置,其上棱边O朝着顶部的方向向上布置。外玻璃板1在安装位置上是朝向外部环境的,内玻璃板2朝向交通工具内部空间。

[0105] 图3示出了根据本发明形成的复合玻璃板10的一个实施方案。外玻璃板1具有在安装位置上朝向外部环境的外侧表面I和在安装位置上朝向内部空间的内部空间侧表面II。同样地,内玻璃板2具有在安装位置上朝向外部环境的外侧表面III和在安装位置上朝向内部空间的内部空间侧表面IV。外玻璃板1和内玻璃板2例如由钠钙玻璃构成。外玻璃板1具有例如2.1 mm的厚度,内玻璃板2具有例如1.6 mm的厚度。中间层3例如由PVB薄膜形成,具有0.76 mm的厚度。除了可能的本领域常规的表面粗糙度之外,该PVB薄膜具有基本上恒定的厚度。

[0106] 内玻璃板2的外侧表面III具有根据本发明的导电涂层20，将其提供作为用于投影仪辐射的反射面并且另外例如作为反射IR的涂层或作为可加热涂层。

[0107] 根据本发明，投影仪4的辐射是p偏振的，尤其基本上是纯p偏振的。由于投影仪4以接近布鲁斯特角的约65°的入射角照射复合玻璃板10，因此投影仪的辐射在复合玻璃板10的外表面I、IV上仅不显著地被反射。相反，根据本发明的导电涂层20针对p偏振辐射的反射进行了优化。它充当用于产生HUD投影的投影仪4的辐射的反射面。

[0108] 图4示出了根据本发明的导电涂层20的层序列。涂层20包含三个导电层21 (21.1、21.2、21.3)。每个导电层21各自布置在总共四个减反射层22 (22.1、22.2、22.3、22.4)的两两之间。涂层20此外包含两个平滑层23 (23.2、23.3)、三个第一匹配层24 (24.1、24.2、24.3)、三个第二匹配层25 (25.2、25.3、25.4)和三个阻挡层26 (26.1、26.2、26.3)。

[0109] 层序列示意性地由附图获悉。此外，在内玻璃板2的外侧表面III上具有涂层20的复合玻璃板10的层序列连同各层的材料和层厚度一起在表1中示出(实施例)。表1此外示出了具有各四个导电涂层21的两个对比例的层序列。对比例2是一种目前已经在使用的导电涂层，而对比例1是具有与其相比明显更小的导电层21的层厚度的涂层。层的材料可以具有未在表中给出的掺杂物。因此，例如基于SnZnO的层能够掺杂有锑，而基于ZnO、SiN或SiZrN的层能够掺杂有铝。

[0110] 实施例与对比例2的比较清楚地表明，根据本发明的涂层20的特征尤其在于明显更薄的导电层21。由此，根据本发明的涂层20可以更成本有利地沉积。然而，导电性仍足够高，以便将根据本发明的涂层20用作可加热涂层，特别是与40 V至50 V的电源电压相结合。所希望的反射性质、所希望的表面电阻和其它光学性质通过合适的介电层的构造来设定。

[0111] 对比例1具有与实施例相似的所有导电层21的总厚度。然而，这是分布在更多的导电层上的，因此各层的厚度小于实施例中的厚度。如令人惊讶地已表明的，过小的层厚度导致光吸收的增加。这可以用根据本发明的层结构来避免。

[0112] 在根据本发明的实施例中，减反射层22形成为基于氮化硅锆的单层。在对比例中，减反射层部分地被划分成两个单层：一个基于氮化硅的层和一个基于氮化硅锆的层。减反射层的这种划分可以有助于减小表面电阻，并且原则上也可以在本发明的范围内使用。但是，在本实施例中，其并非是为实现复合玻璃板所需的规格而必需的。

[0113] 表1

[0114]

附图标记		材料和层厚度					
		实施例		对比例 1		对比例 2	
1		玻璃	2.1 mm	玻璃	2.1 mm	玻璃	2.1 mm
3		PVB	0.76 mm	PVB	0.76 mm	PVB	0.76 mm
20	22.5	-	-	SiZrN	36.8 nm	SiZrN	52.2 nm
	25.5	-	-	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm
	26.4	-	-	NiCr	0.1 nm	NiCr	0.2 nm
	21.4	-	-	**Ag**	6.6 nm	**Ag**	14.1 nm
	24.4	-	-	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm
	23.4	-	-	SnZnO	7.0 nm	SnZnO	7.0 nm
	22.4	SiZrN	39.0 nm	SiZrN SiN	23.5 nm 29.8 nm	SiZrN SiN	22.9 nm 29.8 nm
	25.4	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm
	26.3	NiCr	0.1 nm	NiCr	0.1 nm	NiCr	0.2 nm
	21.3	**Ag**	7.5 nm	**Ag**	2.0 nm	**Ag**	14.2 nm
	24.3	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm
	23.3	SnZnO	7.0 nm	SnZnO	7.0 nm	SnZnO	7.0 nm
	22.3	SiZrN	77.6 nm	SiZrN	12.9 nm	SiZrN SiN	20.1 nm 29.6 nm
	25.3	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm
	26.2	NiCr	0.1 nm	NiCr	0.1 nm	NiCr	0.2 nm
	21.2	**Ag**	8.0 nm	**Ag**	8.5 nm	**Ag**	17.1 nm
	24.2	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm
	23.2	SnZnO	7.0 nm	SnZnO	7.0 nm	SnZnO	7.0 nm
	22.2	SiZrN	33.0 nm	SiZrN	20.4 nm	SiZrN SiN	19.4 nm 34.1 nm
	25.2	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm
	26.1	NiCr	0.1 nm	NiCr	0.1 nm	NiCr	0.2 nm
	21.1	**Ag**	7.5 nm	**Ag**	6.0 nm	**Ag**	11.7 nm
	24.1	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm	ZnO	10.0 nm
	22.1	SiZrN	21.8 nm	SiN	20.6 nm	SiN	28.8 nm
2		玻璃	1.6 mm	玻璃	1.6 mm	玻璃	1.6 nm

[0115] 图5示出了根据对比例的具有传统导电涂层20和根据实施例的根据本发明的导电涂层20的复合玻璃板10对于p-偏振辐射的反射光谱(参见表1)。所述光谱在内部空间侧在65°的入射角下来测量,因此模拟HUD投影仪的反射特性。附图的两个图示的区别仅在于纵坐标的标度。

[0116] 相对于对比例2,根据本发明的实施例一方面在相关光谱范围内具有较高的平均反射,而另一方面比该对比例明显更平滑。由此实现HUD投影的强度更强且色彩更中性的显

示。

[0117] 对比例1在相关光谱范围内具有与实施例相似的反射率和相似的平滑度。因此,对比例1同样适合用于制造利用p偏振光的HUD投影。然而,对比例1的薄的银层令人惊讶地减少了通过复合玻璃板的光透射率,这在挡风玻璃的情况下可能是关键性的。

[0118] 对于实施例,在450 nm至650 nm的整个光谱范围内反射率为至少13%,对于对比例1为至少15%,而对于对比例2甚至出现仅3%的值。对于实施例,在450 nm至650 nm的光谱范围内,最大出现的反射率与反射率的平均值之间的差为0%,并且最小出现的反射率与反射率的平均值之间的差为1%。对于比较例1,相应的值为1%和0%,和对于比较例2,相应的值为7%和6%。

[0119] 表2中给出了根据本发明的复合玻璃板(根据表1的实施例)和对比例(根据表1的对比例1)的一些光学值,其是本领域技术人员熟悉的并且通常用于表征交通工具玻璃板。其中RL表示经积分的光反射率,TL表示经积分的光透射率(根据ISO 9050)。根据RL或TL的数据给出了所使用的光源,其中A表示光源A,并且HUD表示具有473 nm、550 nm和630 nm(RGB)的辐射波长的HUD投影仪。根据光类型的角度数据给出了辐射相对于外侧的面法线的入射角。小于90°的入射角因此表明了外侧的辐射,并且大于90°的入射角表明了内部空间侧的辐射。所给出的115°的入射角相应于相对于内部空间侧的面法线的65°(=180°-115°)的入射角并且模拟利用根据本发明的投影仪的照射。在反射值下各自是L * a * b *颜色空间中的所属的颜色值a *和b *,接着是所使用的光源(光源D65和HUD投影仪)的数据和观察角度(光束以该角度射到眼睛中到视网薄膜上)的数据。

[0120] TTS ISO 13837表示根据ISO 13837测量的总入射的太阳能,并且是热舒适性的量度。

[0121] 对于这两个玻璃板而言,积分的反射值和颜色值是相似的。p偏振的HUD投影仪辐射的内部空间侧的反射是足够高的,以便确保强度强的HUD投影。同时,外侧的反射颜色是相对中性的,使得复合玻璃板不具有令人不愉快的色彩偏差。然而,根据本发明的实施例由于较厚的银层而具有明显更高的光透射率,这对于作为挡风玻璃的应用而言是有利的。

[0122] 涂层20的表面电阻为1.5 Ω/□,因此用例如42 V的电源电压和典型的挡风玻璃高度(母线的间距)可以实现大约2300 W/m^{2}的加热功率。

[0123] 表2

[0124]

	实施例	对比例1
RL A 8° / %	16.8	16.9
a* (D65 / 10°)	-1.9	-2.0
b* (D65 / 10°)	-9.5	-5.0
RL A 60° / %	21.8	22.3
a* (D65 / 10°)	0.7	1.1
b* (D65 / 10°)	-5.1	-2.6
RL HUD p-pol. 115° / %	14.2	15.2
a* (HUD / 10°)	-0.8	-1.0
b* (HUD / 10°)	-0.2	0.2
TL A 0° / %	73.0	71.6

TTS ISO 13837 / %	56.0	53.4

[0125] 附图标记列表：

[0126] (10)复合玻璃板

[0127] (1)外玻璃板

[0128] (2)内玻璃板

[0129] (3)热塑性中间层

[0130] (4)投影仪

[0131] (5)观察者/交通工具驾驶员

[0132] (20)导电涂层

[0133] (21)导电层

[0134] (21.1)、(21.2)、(21.3)、(21.4) 1.、2.、3.、4.导电层

[0135] (22)减反射层

[0136] (22.1)、(22.2)、(22.3)、(22.4)、(22.5) 1.、2.、3.、4.、5.减反射层

[0137] (23)平滑层

[0138] (23.2)、(23.3)、(23.4) 1.、2.、3.平滑层

[0139] (24)第一匹配层

[0140] (24.1)、(24.2)、(24.3)、(24.4) 1.、2.、3.、4.第一匹配层

[0141] (25)第二匹配层

[0142] (25.2)、(25.3)、(25.4)、(25.5) 1.、2.、3.、4.第二匹配层

[0143] (26)阻挡层

[0144] (26.1)、(26.2)、(26.3)、(26.4) 1.、2.、3.、4.阻挡层

[0145] (O) 复合玻璃板10的上棱边

[0146] (U) 复合玻璃板10的下棱边

[0147] (B) 复合玻璃板10的HUD区域

[0148] (E) 眼睛盒

[0149] (I)外玻璃板1的远离中间层3的外侧表面

[0150] (II)外玻璃板1的朝向中间层3的内部空间侧表面

[0151] (III)内玻璃板2的朝向中间层3的外侧表面

[0152] (IV)内玻璃板2的远离中间层3的内部空间侧表面。

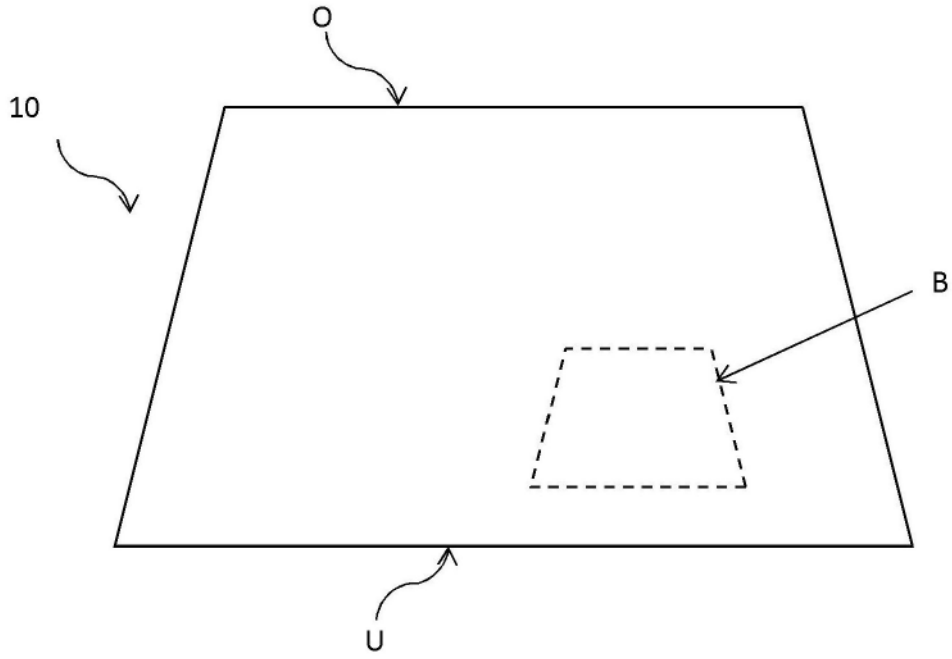


图 1

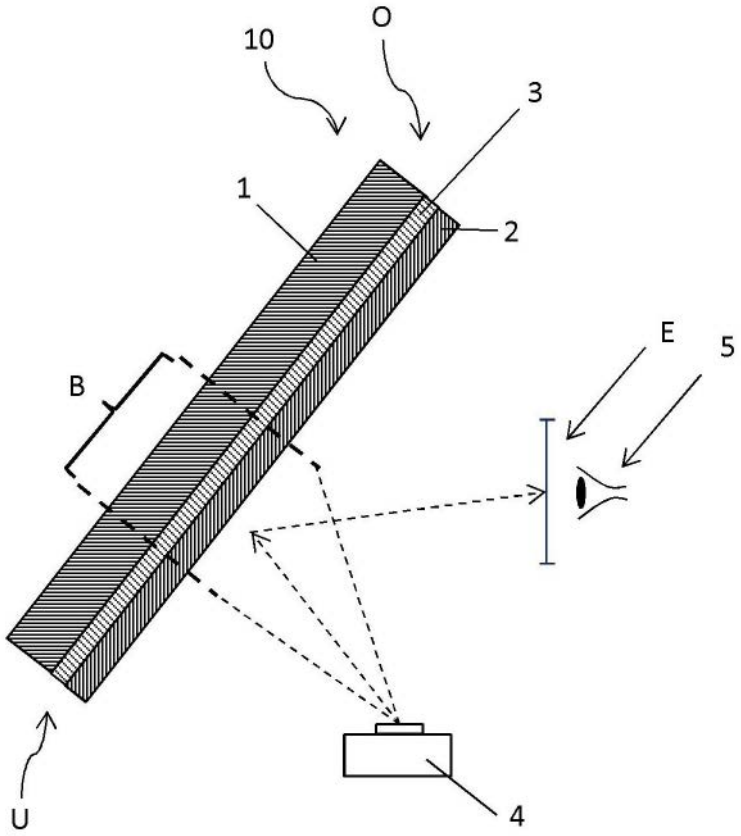


图 2

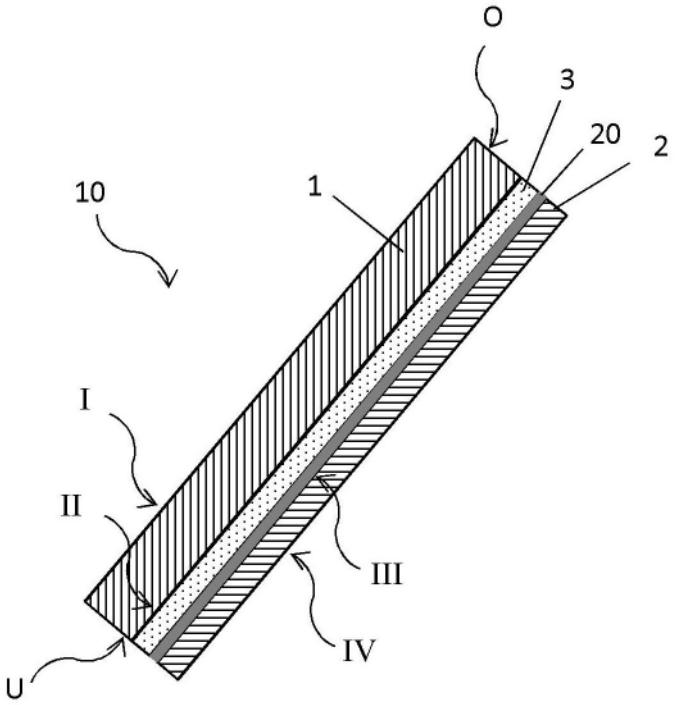


图 3

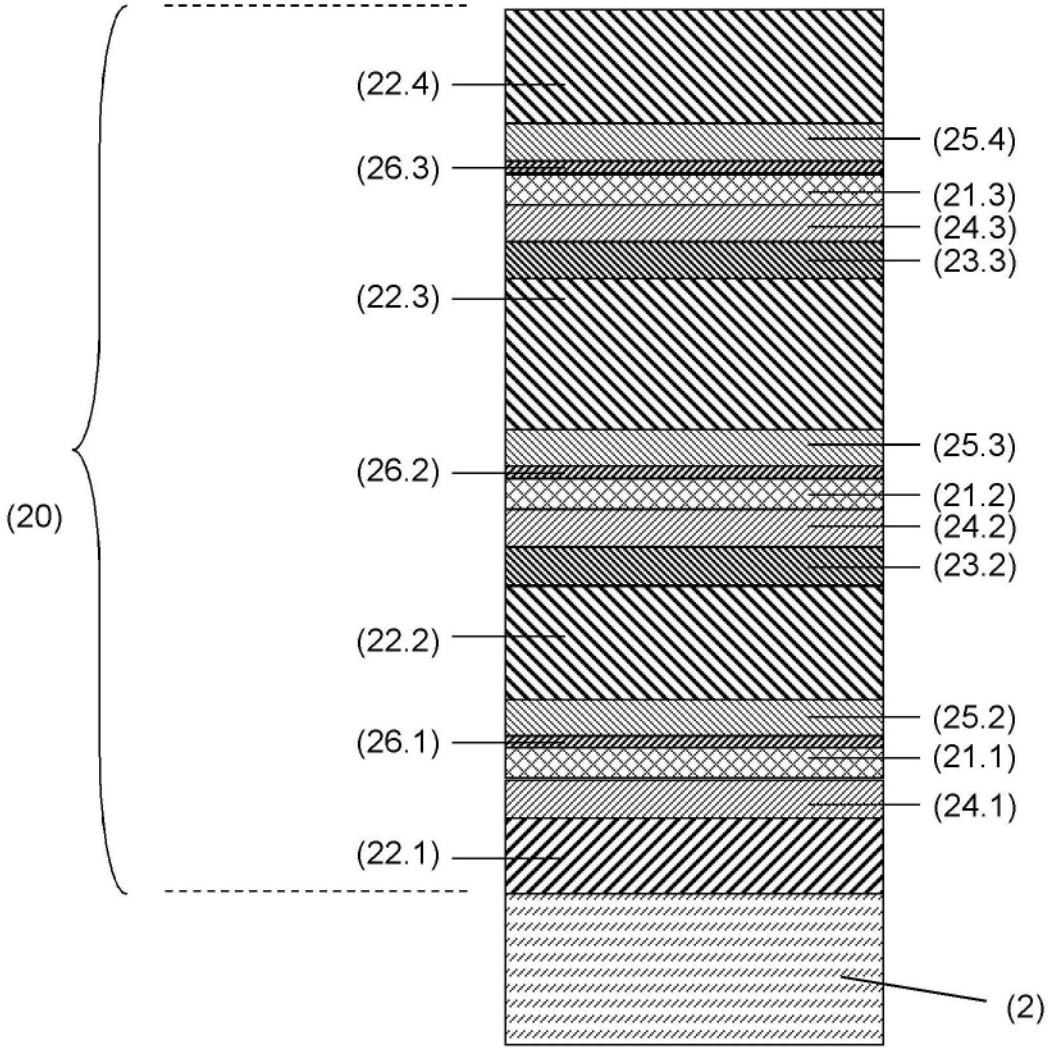

(22.4)
(25.4)
(26.3)
(21.3)
(24.3)
(23.3)
(22.3)
(25.3)
(26.2)
(21.2)
(20)
(24.2)
(23.2)
(22.2)
(25.2)
(26.1)
(21.1)
(24.1)
(22.1)
(2)

图 4

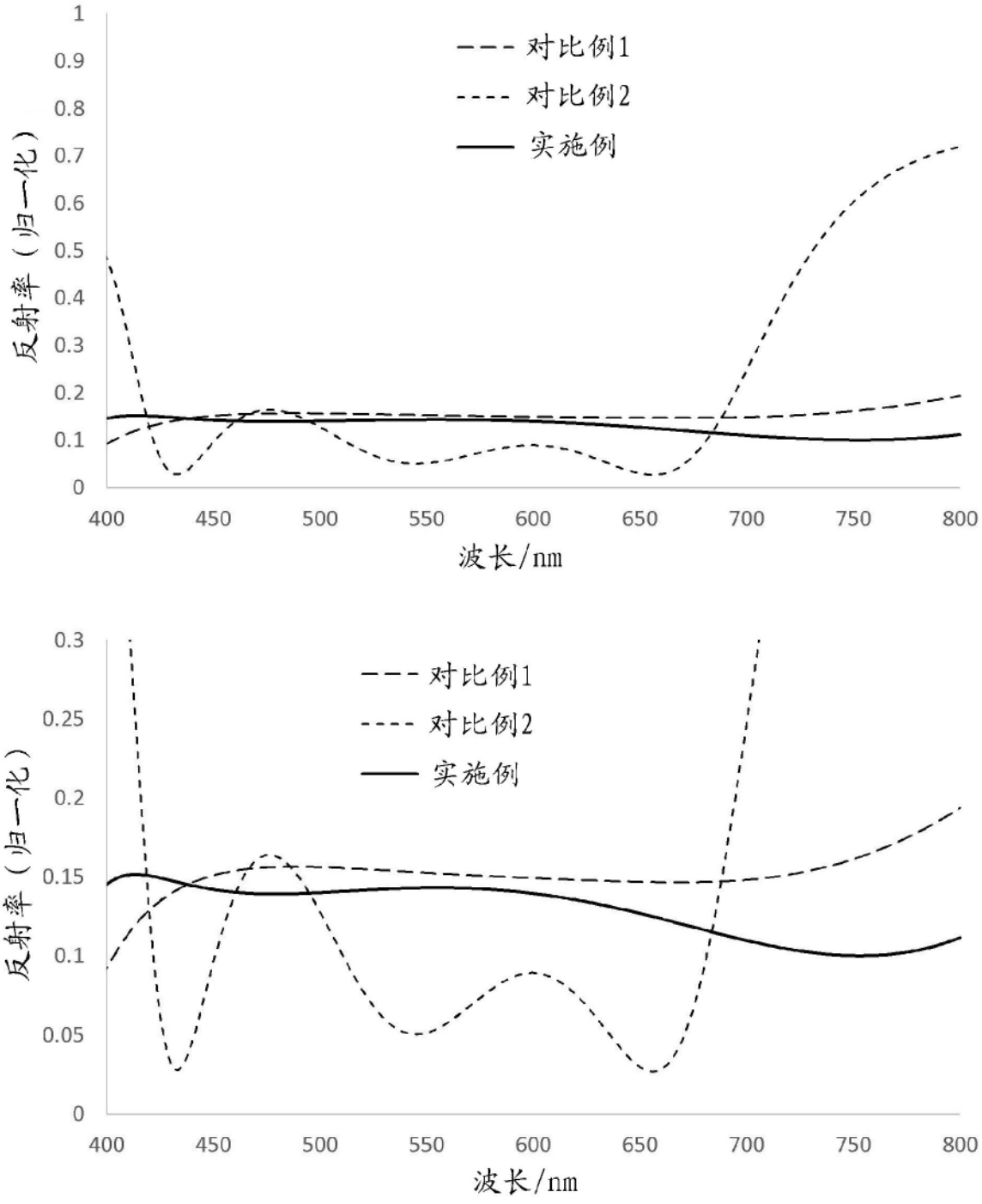

对比例1
对比例2
实施例
反射率（归一化）
波长/nm
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
400
450
500
550
600
650
700
750
800
对比例1
对比例2
实施例
反射率（归一化）
波长/nm
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
400
450
500
550
600
650
700
750
800

图 5