

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03821782.1

[51] Int. Cl.

C03C 17/34 (2006.01)

H05B 3/74 (2006.01)

C04B 41/45 (2006.01)

C23C 16/00 (2006.01)

C23C 4/12 (2006.01)

C03C 17/36 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年12月30日

[11] 授权公告号 CN 100575290C

[22] 申请日 2003.9.13 [21] 申请号 03821782.1

[30] 优先权

[32] 2002.9.14 [33] DE [31] 10242848.4

[86] 国际申请 PCT/EP2003/010220 2003.9.13

[87] 国际公布 WO2004/026785 德 2004.4.1

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.14

[73] 专利权人 肖特股份公司

地址 德国美因茨

[72] 发明人 C·默勒 L·贝维格 F·科佩

T·屈佩尔 S·盖斯勒 S·鲍尔

J·齐克

[56] 参考文献

US5705277A 1998.1.6

US4900630A 1990.2.13

US5944964A 1999.8.31

EP0548972A 1993.6.30

审查员 陈 龙

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 吴亦华

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 2 页

[54] 发明名称

涂敷的物体

[57] 摘要

本发明涉及涂敷的物体，其中涂层尽管在大于 350℃ 的操作温度下也高质量地保持恒定和不变化。这通过采用夹层而得以实现，该夹层有针对性地间隔和因此稳定涂层的形态。

1. 一种涂敷的物体，包括具有至少一个功能层和至少一个夹层的基材，其中在至少一个功能层中布置所述至少一个不同于功能层的夹层，在此夹层的折射率与功能层相同且夹层形成间隔功能层的形态的层。

2. 权利要求 1 的涂敷的物体，其特征在于功能层含有金属氧化物。

3. 权利要求 2 的涂敷的物体，其特征在于功能层含有氧化锆。

4. 权利要求 1 的涂敷的物体，其特征在于夹层含有金属氧化物，该金属氧化物含有至少两种金属组分。

5. 权利要求 4 的涂敷的物体，其特征在于夹层含有钛铝氧化物。

6. 权利要求 1 的涂敷的物体，其特征在于夹层含有金属氧化物。

7. 权利要求 6 的涂敷的物体，其特征在于夹层含有氧化锆。

8. 权利要求 6 的涂敷的物体，其特征在于功能层含有金属氧化物，该金属氧化物含有至少两种金属组分。

9. 权利要求 8 的涂敷的物体，其特征在于功能层含有钛铝氧化物。

10. 权利要求 4 的涂敷的物体，其特征在于通过调节金属组分的数量比来改变层的折射率。

11. 制备权利要求 1 的涂敷的物体的方法，其特征在于使用 CVD 或 PVD 工艺涂敷涂层。

12. 权利要求 11 的制备涂敷的物体的方法，其特征在于使用选自如下的反应性 CVD 工艺涂敷涂层：

- 等离子体脉冲化学气相沉积

- 等离子体增强的化学气相沉积

- 等离子体协助的化学气相沉积

- 热化学气相沉积。

13. 权利要求 12 的制备涂敷的物体的方法，其特征在于以脉冲循环的形式间断地涂敷涂层，各自功能层和夹层的厚度通过循环的数目来调节。

14. 权利要求 13 的制备涂敷的物体的方法，其特征在于在每种情况

下，正好在一次脉冲循环中施加的最低层厚度调节为 0.1-0.3nm。

15. 权利要求 11 的制备涂敷的物体的方法，其特征在于使用反应性 PVD 工艺来涂覆涂层。

16. 权利要求 11 的制备涂敷的物体的方法，其特征在于使用反应性离子束协助的 PVD 工艺来涂敷涂层。

涂敷的物体

技术领域

本发明涉及包括基材和至少一个具有光学功能和/或保护功能的功能层的涂敷的物体，和涉及此类型涂敷的物体的生产方法和也涉及其用途。

背景技术

此类型的涂敷的物体许多年以来是已知的和也具有广泛的用途。对于许多应用，必须涂敷至多几微米的非常薄的层。这些涂层可具有非常宽范围的不同功能。例如，以“耐擦划层”等的形式存在的保护物体免受机械负载影响的许多非常薄的保护层。通常这些层此外应具有光学上令人满意的设计或是完全透明的。具有许多功能和应用的光学涂层构成涂层进一步宽的应用领域。

然而，采用开头所述类型的许多物体，如果它们曝露于高于大约 350℃ 的操作温度，则产生问题。

反射器，例如具有大约 400-500℃ 的操作温度，而烹调场所具有直至 800℃ 的操作温度。

在这些高温下，以无定形形式施加的层发生变化。当温度升高时，层经历相转换，它对涂敷的物体的功能方式非常有害。例如，在 TiO_2 的情况下，发生从无定形相到结晶锐钛矿相的相转换和进一步从锐钛矿相到金红石相的相转换。此相转换涉及体积收缩，它对总体层组合体具有特别不利的效果。由于体积收缩，在层中形成微裂缝。例如，在反射器的情况下，这些微裂缝则散射入射的辐射，结果是降低可以获得的最大反射光通量。涂层的反射性也降低。同样，结果是单个层的表面结构发生变化，它在交替层系统的情况下可具有进一步的不利效果，例如(部分)分层。

已知为解决此问题，直接以结晶形式施加层。然而，这些层通常粗糙，某种程度上不透明和显示更差的反射特性。

避免此问题的一种其他可能方式是采用 SiO_2 玻璃形成剂对功能层

进行掺杂。此工艺的缺点在于功能层具有更低的折射率和工艺实施更复杂。需要更多或更厚的层，以及因此需要更多的层组合体构造时间以达到相同的光学效果(反射)。

存在薄(交替)层的相转换和结晶性能的研究。例如，从文献[H. Sankur 和 W. Gunning, J. Appl. Phys. 66(1989)]已知，结晶性能一方面依赖于温度，另一方面也依赖于单个层的层厚度。各层越厚和加热得越多，结晶越可能发生。

H. Sankur 和 W. Gunning 发现 TiO_2 的层在大约 350°C 下从无定形相结晶成锐钛矿相和然后在大约 600°C 和更高温度下结晶成金红石相。他们的研究显示采用非常纯的层，在某些层厚度以下，即小于大约 50nm ，结晶即使在较高的温度下是如此困难，以致它事实上完全不出现。

由 D. G. Howitt 和 A. B. Harker 对此题目的进一步研究[J. Mater. Res. 2(2), Mar/Apr 1987]显示，较薄的层($<50\text{nm}$)不结晶，即保留在无定形状态，即使在较高的温度下加热它们相对较长的时间。例如，在 450°C 下加热薄层($<50\text{nm}$) 100 小时并不出现任何结晶。在这些条件下，更厚的层会在几分钟内结晶。

然而，为了光学设计，一般必须施加厚度大于 50nm 的层。在此方面，光学设计规定某些层结构，即在交替层组合体中物理层厚度 d 的精确定义序列，对于可见光谱范围中的应用，该厚度的数值可一般至多为 200nm 。相应的光学层厚度 $n \cdot d$ 为 $\lambda/4$ 数量级(n : 折射率, λ : 光波长)。

此外，发现采用已知的方法，不能生产足够热稳定的层，该层硬，密实和耐擦划，特别地如果它们还应长时间具有令人满意的光学外观和/或必须是透明的。

例如，从 DE4201914A1 (=US5594231) 已知在顶侧采用透光硬材料层来装备由玻璃或玻璃陶瓷制成的用于扫描系统的扫描窗，该扫描系统安装在超市和其它消费者市场的结帐台以记录施加到产品包装上的条形码，在该硬材料层上再次施加具有滑动性能的透光涂料，以使这些扫描窗更耐磨损。对于硬材料层可以提及的材料尤其包括金属氧化物，如 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 SnO_2 、 Y_2O_3 。认为以无定形形式沉积的氧化铝是特别合适的。

金属氧化物的无定形沉积在此正好促进保护层的所需改进硬度和滑动性能。在此所述的硬材料层适于室温范围的应用，但它们的性能在高温下变化，如通常在烹调平面中那样，使它们不适于在高温下使用。用于烹调平面的保护层要求能够承受至多 800℃ 的温度和也能够承受在玻璃陶瓷和保护层之间出现的热机械应力的材料。

DE20106167U1 公开了含有玻璃陶瓷板作为烹调平面的烹调场所，它具有透明耐擦划的层，该耐擦划的层尤其可以由硬材料层形成。对于此透明层可以提及的材料尤其包括金属氧化物，如氧化铝、氧化锆、氧化钇、氧化锡、氧化铟及其组合。根据此文献，例如可以由溶胶凝胶技术、CVD 工艺，特别地由 PICVD 工艺，和由溅射来沉积材料。

采用例如在上述文献 DE4201914A1 和 D20106167U1 中描述的生产硬材料层的已知方法，一般以无定形形式或以部分结晶的结构沉积层。在热区域中延长使用的情况下或在达到它们最大热负荷的情况下，此类型的层可经历不利的变化。例如，在这些区域中层可以由热诱导的致密化而变色或可以通过结晶变得不透明的，结果是热区域变成是视觉上显眼的。此外，可发生在 1-1000nm 范围中的粗糙化。粗糙化自身就可以造成视觉上的显眼，其中形成的凹口另外使它们更难以清洁。在热区域中结晶的问题加剧了耐擦划层的机械故障。在结晶期间，层的结构发生变化，使得在层中形成裂缝。侧向粘合的损失意味着层不再提供特殊的抗擦划保护。

从涡轮机技术的应用领域已知柱状生长的层具有特别高的耐快速交替热负荷的性能。例如，US4321311 描述了以柱状形式生长的陶瓷层作为涡轮机结构的金属元件的热保护的用途。然而，由于它们的粗结晶结构，此文献中描述的层具有相当大的粗糙度和/或孔隙率。

粗糙和多孔表面快速变脏和难以清洁。另外，它不是完全光学透明的，而具有强的散射作用和不适于光学上令人满意的表面的应用。

发明内容

本发明因此基于这样的任务，即在最小可能成本下和以高质量提供开始时描述的类型涂敷的物体，其中涂层在高于 350℃ 的操作温度下也是结构稳定的，和也进一步改进它的光学和/或机械性能。

以上目的由权利要求 1-66 描述的主题达到。

根据本发明，涂敷的物体的至少一个功能层含有至少一个夹层，其中夹层是与功能层相比非常薄的层，其层厚度 $d_z \leq 10\text{nm}$ ，和夹层间隔功能层的形态，从而使得现有技术的缺点不再出现。

术语功能层表示实现光学功能(即这些层通过折射率和层厚度的选择在电磁光谱的一定区域中在其对辐射的作用方面具有功能)和/或具有关于基材的保护功能，例如抗热、化学或机械作用的层。

如果功能层是主要无定形层或处于不稳定晶体相的层，那么夹层可以一定的方式间隔此类型功能层的形态至少一次，从而使得形成的功能层的分层 T_s 保持在预定的层厚度以下，在该预定的层厚度下不再出现功能层的相转变，例如从无定形相转换成锐钛矿结晶相或从锐钛矿结晶相转换到金红石结晶相。

令人惊奇地显示，例如在其热稳定性方面，薄夹层引起本身已知的功能层的形态的积极变化，而没有不利地影响这些功能层的初始功能。例如，这使得可以使具有有利的机械和光学性能的无定形功能层或处于热不稳定晶体相的功能层另外在结构上稳定和热稳定，并且还可用于高温范围。

如果功能层是主要为结晶的层，优选处于热稳定晶体相，那么夹层可间隔此类型的功能层的形态至少一次，从而使得形成分层 T_s 。间隔的结果是在功能层中形成致密柱，该致密柱是侧向紧密相连的，垂直于基材表面生长和基本不具有变宽的倾向。

夹层主要以这样方式影响结晶层的形态，即通过夹层抑制晶体定向，当层生长时该晶体定向具有变宽的倾向，从而使得功能层非常致密和具有非常平滑的表面。结果是，可以向具有高热稳定性的结晶层赋予高质量光学性能，因此提供非常致密、耐擦划和热稳定的层。

另外，夹层对功能层的上述影响的联合作用也是可能的。

功能层可包含氧化物、氮化物、碳化物、氟化物、氯化物、硒化物、碲化物或硫化物，和/或可以与一种或多种如下元素结合：Li(锂)、Be(铍)、Na(钠)、Mg(镁)、Al(铝)、Si(硅)、Ca(钙)、Sc(钪)、Ti(钛)、

Cr(铬)、Zn(锌)、Ge(锗)、Sr(锶)、Y(钇)、Nb(铌)、Cd(镉)、In(铟)、Sn(锡)、Sb(锑)、Te(碲)、La(镧)、Ce(铈)、Pr(镨)、Nd(钕)、Sm(钐)、Gd(钆)、Yb(镱)、Lu(镥)、Hf(铪)、Zr(锆)、Ta(钽)、Tl(铊)、Pb(铅)、Bi(铋)和/或Th(钍)。

但另外,功能层也可以由上述元素的纯材料或混合体系组成,该混合体系由元素的氧化物和/或氮化物和/或碳化物和/或氟化物和/或氯化物和/或硒化物和/或碲化物和/或硫化物构成,例如,可以由含有至少一种金属氧化物和/或金属氮化物和/或金属碳化物和/或金属氧氮化物和/或金属碳氮化物和/或金属氧碳氮化物的混合体系组成。上述混合体系也可以包含多种金属组分,例如由钛铝氧化物组成。

涂层不仅可以只由一个功能层而且可以由多个不同的功能层组成。单个功能层的材料和材料组合、结构和组成的选择基本由对于特定层的要求确定。

夹层可同样包含对于功能层所已描述的元素、化合物和混合体系。

如果夹层具有与要被间隔的功能层不同的化学组成和/或不同的形态,那么可以以有利的方式达到由薄夹层对功能层形态的有效间隔。

对于光学功能层,层厚度是10-1000nm,优选30-500nm。光学功能层是光学活性层,即它们在电磁光谱的一定区域中在其对辐射的作用方面具有功能。

令人惊奇地,已经发现非常薄的夹层($\leq 10\text{nm}$)在大多数情况下与层结构的 optical 设计或光谱反射特性无关联。然而,它们的确防止光学功能层的不希望的形态结构。因此,光学功能层可以由非常薄的夹层分割而不影响反射性能,并且甚至在相对较高的温度下也结构稳定。

分层的厚度可以容易地由本领域技术人员根据几个测试而容易地设定。它一方面依赖于用于光学功能层的材料,另一方面依赖于在使用期间所希望的层的热负荷。当分割光学功能层时得到的分层 T_s 的层厚度应当是10-70nm,优选20-45nm。如果由于分层的过厚层厚度或由于一些其它原因,对功能层的一次间隔不导致令人满意的作用,那么使用多个夹层。形成的分层不必具有相同的厚度,而是可以具有不同的层厚度,

即可以不对称地形成。单个光学功能层的功能基本仅由它的分层的总厚度确定。一旦分层具有所需应用要求的(低)厚度,通过进一步加入夹层而造成分层层厚度的进一步降低不导致任何显著的改进。45-70nm的分层层厚度应当仅用于曝露于350℃左右的热负荷的物体。在20-45nm的层厚度范围中,甚至在超过350℃的非常高的温度下没有出现性能的劣化。

光学功能层的夹层的层厚度应当为0.3-10nm,优选1-3nm,特别优选1.5-2.5nm。这些参数保证夹层仅影响层的形态而不影响光学设计。在小于0.3nm时,夹层几乎不具有任何效果,而在大于10nm时,夹层可能不希望地变成具有光学活性。

采用夹层间隔功能层的原理可应用于功能层的任何材料组合。例如,在光学交替层系统中,具有低折射率的功能层可以由从具有高折射率的材料制成的夹层分开,和具有高折射率的功能层可以由从具有低折射率的材料制成的夹层分开。然而,此做法不是绝对必需的,而只是在工艺技术方面是明智的。因此具有高折射率的功能层也可以由其他具有高折射率的夹层间隔,例如二氧化钛功能层由钛铝氧化物夹层间隔。

用于光学功能层的合适材料主要是金属氧化物,对于具有高折射率的功能层特别是在热稳定晶体相中的二氧化钛、钛铝氧化物和氧化锆,和对于具有低折射率的功能层特别是氧化硅。

本发明的另一个有利方面在于,例如在以结晶形式施加的光学功能层的情况下,采用夹层间隔这些功能层以显著改善它们的表面质量。除增加的热稳定性以外,获得具有增高的亮度和改进的光学性能以及增加的耐机械负荷性能的表面。

例如对于构件特别是用于平版印刷工艺的载体元件的表面涂层,由金属制备的其他功能层可有利地由从金属氧化物,特别是从同一金属的金属氧化物制成的夹层间隔。例如,通过采用氧化铬夹层间隔铬功能层,可以通过提供显著更平滑的表面而显著改进此类型涂层的质量。

要涂敷的物体可以是金属或介电基材,即玻璃、玻璃陶瓷或复合材料。然而,使用的基材也可以是在使用温度下稳定的塑料,例如COC(环

烯烃共聚物)、PES(聚醚砜)、PEI(聚醚酰亚胺)、COP(环烯烃聚合物)或上述物质的衍生物、混合物、共聚物和共混物。

然而,所有的其它塑料也可以用作根据本发明的涂敷的物体的基材。

本发明也涉及此类型的涂敷的物体的用途,其中物体特别适于在高热负荷下使用。此类型的涂敷的物体一般用于光学元件。这些光学元件可以是反射器、透镜、滤光器、棱镜和镜子。用于数字投影、舞台照明或建筑照明的发光体也是可想象到的。根据本发明,光学元件也可用于UV波长范围和IR波长区域。在相应地选择基材和层材料时,作为监视器或显示设备的显示器的用途也是可能的。

如果功能层是保护层,例如作为所谓的“防擦划层”的硬材料保护层,它们的层厚度一般是100-20,000nm,优选500-10,000nm,和特别优选1500-5000nm。

分层的厚度在此情况下可同样由本领域技术人员根据几个测试容易地设定。它主要依赖于用于保护层的材料。当采用夹层分割此类型功能层时得到的分层的层厚度应当为30-500nm,优选100-250nm。如果由于分层的过厚的层厚度或由于一些其它原因,间隔功能层一次没有达到令人满意的效果,则使用多个夹层。形成的分层不必具有相同的层厚度,而是可具有不同的层厚度,即可以不对称地形成。

保护层中的夹层必须是与功能层相比非常薄的层,厚度为0.3-10nm,优选1-5nm。

在结晶保护层的情况下,例如,通过采用夹层间隔生长的柱状结构,可以限制柱子的侧向尺寸到小于1 μ m,优选甚至小于200nm,由此使得层变得非常致密。

作为保护层,特别是对于透明保护层的此类型功能层的合适材料是氮化硅和金属氧化物,特别是处于热稳定晶体相的氧化锆,例如用钇稳定化的氧化锆。例如,氮化锆、氧化硅或钛铝氧化物用于形成间隔的夹层。

要涂敷的物体可以是玻璃、玻璃陶瓷或复合材料。然而,其它合适

的材料也可以用作根据本发明的涂敷的物体的基材。

本发明也涉及此类型的涂敷的物体的用途，其中物体特别适于在高热负荷下使用。此类型的涂敷的物体一般用作烹调场所用烹调平面。

如此形成其它根据本发明的涂敷的物体，该涂敷的物体包括具有至少一个功能层的基材，从而使得至少一个功能层含有至少一个不同于功能层的夹层，在此，夹层具有与功能层相同的折射率和夹层间隔功能层的形态。

原则上，在此需要的由夹层对功能层的间隔具有与上文所述的对于功能层的形态的相同效果，然而，不再必须具有小于 10nm 的低厚度。由于夹层具有与功能层相同的折射率，所以它不能改变后者的光学功能。对于具有保护功能的透明功能层和对于光学功能层，这是特别重要的。

具有保护功能的透明功能层和/或光学功能层主要由金属氧化物组成。在此情况下优选通过使用从合适金属氧化物制成的夹层达到由具有相同折射率的夹层的间隔，该金属氧化物含有至少两种金属组分，其中可以调整组分的数量比和调节一定的折射率。

相似地，由含有至少两种金属组分的金属氧化物制成的功能层用由金属氧化物制成的夹层间隔。

一个可能和合适的实施方案是，例如，氧化锆功能层由钛铝氧化物夹层间隔，反之亦然。

氧化锆的折射率是大约 2.1，和通过调节铝对钛的比例，可以在大约 1.55-2.50 的范围内改变钛铝氧化物的折射率。通过两种金属组分的有针对性的数量比，可以使钛铝氧化物层的折射率与氧化锆层的折射率适配。

此做法也可相似地应用于另外的金属氧化物。

生产所述涂敷的物体的合适方法是化学气相沉积 (CVD) 或物理气相沉积 (PVD) 方法。

用于 CVD 的三种主要技术是热 CVD、等离子体 CVD 和激光 CVD。它们在激发类型和化学前体分解方面不同，该化学前体用作对于层材料组

分的可蒸发载体。

等离子体CVD的变化方案之一对于开头所描述的物体的制备是有利的，特别是当制备无定形功能层时，即PACVD(等离子体协助的化学气相沉积)、PECVD(等离子体增强的化学气相沉积)，和特别有利的是PICVD(等离子体脉冲化学气相沉积)。在最后提及的工艺中，在由脉冲微波辐射激发的等离子体中间断地进行层沉积。通过脉冲循环的数目来控制各自功能层和夹层的有针对性的层构造。正好在一个脉冲循环中沉积的最低层厚度可调节到每个脉冲0.1-0.3nm。

在PICVD的情况下，生产费用依赖于总组合体厚度，而不是依赖于不同层的数目。在PIVCD的情况下从层到层的转换时间是大约10毫秒。这在经济上是特别有利的工艺，因为在其它生产工艺中，生产成本随不同层的数目而增加，即层的数目形成生产成本的焦点。

具有高引入能量水平的物理气相沉积工艺，例如溅射工艺特别适用于结晶层形态的形成。

然而，不是所有的溅射工艺在经济上都适于工业涂敷。在此方面，磁控工艺(magnetron process)特别适用于根据本发明的物体的生产。磁控溅射系统允许在相对较少加热基材的情况下在低压力范围中的高涂敷速率，并可同样良好地控制工艺参数。

溅射工艺特别适用于由混合体系生产层，其中进行使用两个溅射源的同时溅射(共溅射)，溅射源可以使用不同的靶材料。

涂敷的物体可以是抑制扩散的容器。

制备涂敷的物体的方法可以使用反应性离子束协助的PVD工艺来涂敷涂层。

下文描述了根据本发明的涂敷的物体的实施方案，然而本发明的涂敷的物体不限于这些实施方案。

附图说明

在附图中：

图1显示具有功能层对称分开的涂敷的基材的横截面，

图2显示具有功能层不对称分开的涂敷的基材的横截面，

图3显示具有和没有夹层的示例性反射器的反射特性。

具体实施方式

图1显示根据本发明的涂敷的基材(1)的特别优选实施方案的横截面。直接施加到基材上的层(2)是功能层B，它的尺寸内不包括任何本发明的元素。在其之上是功能层A(3)，它由夹层4分成层T₁(3a和3b)。

如可以参考图 1 看出的那样,另外的功能层 B 可以施加于经分割的功能层 A 之上。继续层的这种相互交替直到达到所需的涂层功能。

图 2 显示另一个的实施方案,其中功能层 A(3) 不对称地分成分层 T_i (3c 和 3d)。此外,图 2 显示分开功能层 A 许多次的可能性,在此实施例中分成分层 T_i (3e, 3f, 3g)。

下面每种情况下比较了在反射器上的冷光层设计的基础上具有夹层的涂层的示例性实施例(表 2)和作为比较例的不具有夹层的涂层(表 1)。

表中所述的层 1 最接近基材。

表 1: 不具有夹层的基材上的 25 个层

层#	材料	厚度 [nm]	层的类型
1.	SiO ₂		功能层 B
2.	TiO ₂		功能层 A
3.	SiO ₂		功能层 B
4.	TiO ₂		功能层 A
5.	SiO ₂		功能层 B
6.	TiO ₂		功能层 A
7.	SiO ₂		功能层 B
8.	TiO ₂		功能层 A
9.	SiO ₂		功能层 B
10.	TiO ₂		功能层 A
11.	SiO ₂		功能层 B
12.	TiO ₂		功能层 A
13.	SiO ₂		功能层 B
14.	TiO ₂		功能层 A
15.	SiO ₂		功能层 B
16.	TiO ₂		功能层 A
17.	SiO ₂		功能层 B
18.	TiO ₂		功能层 A
19.	SiO ₂		功能层 B
20.	TiO ₂		功能层 A
21.	SiO ₂		功能层 B
22.	TiO ₂		功能层 A
23.	SiO ₂		功能层 B
24.	TiO ₂		功能层 A
25.	SiO ₂		功能层 B

表 2: 具有夹层的基材上的 45 个层

层#	材料	厚度 [nm]	层的类型
1.	SiO ₂		功能层 B
2.	TiO ₂		分层 A _n
4.	TiO ₂		分层 A _n
6.	TiO ₂		分层 A _n
7.	SiO ₂		功能层 B
8.	TiO ₂		分层 A _n
10.	TiO ₂		分层 A _n
11.	SiO ₂		功能层 B
12.	TiO ₂		分层 A _n
14.	TiO ₂		分层 A _n
15.	SiO ₂		功能层 B
16.	TiO ₂		分层 A _n
18.	TiO ₂		分层 A _n
19.	SiO ₂		功能层 B
20.	TiO ₂		分层 A _n
22.	TiO ₂		分层 A _n
23.	SiO ₂		功能层 B
24.	TiO ₂		分层 A _n
26.	TiO ₂		分层 A _n
27.	SiO ₂		功能层 B
28.	TiO ₂		功能层 A
29.	SiO ₂		功能层 B
30.	TiO ₂		功能层 A
31.	SiO ₂		功能层 B
32.	TiO ₂		分层 A _n
34.	TiO ₂		分层 A _n
35.	SiO ₂		功能层 B
36.	TiO ₂		分层 A _n
38.	TiO ₂		分层 A _n
39.	SiO ₂		功能层 B
40.	TiO ₂		分层 A _n
42.	TiO ₂		分层 A _n
43.	SiO ₂		功能层 B
44.	TiO ₂		功能层 A
45.	SiO ₂		功能层 B

图 3 中所示的图显示作为虚线的没有夹层的反射器(表 1)的光谱特性和作为实线的具有夹层的反射器(表 2)的光谱特性。如可以看出的那样,夹层仅对光谱引起极小的变化,而且可通过轻微改变层厚度而基本补偿此变化。然而,含有夹层的反射器可以在显著更高的操作温度下使用同时保持光学质量。

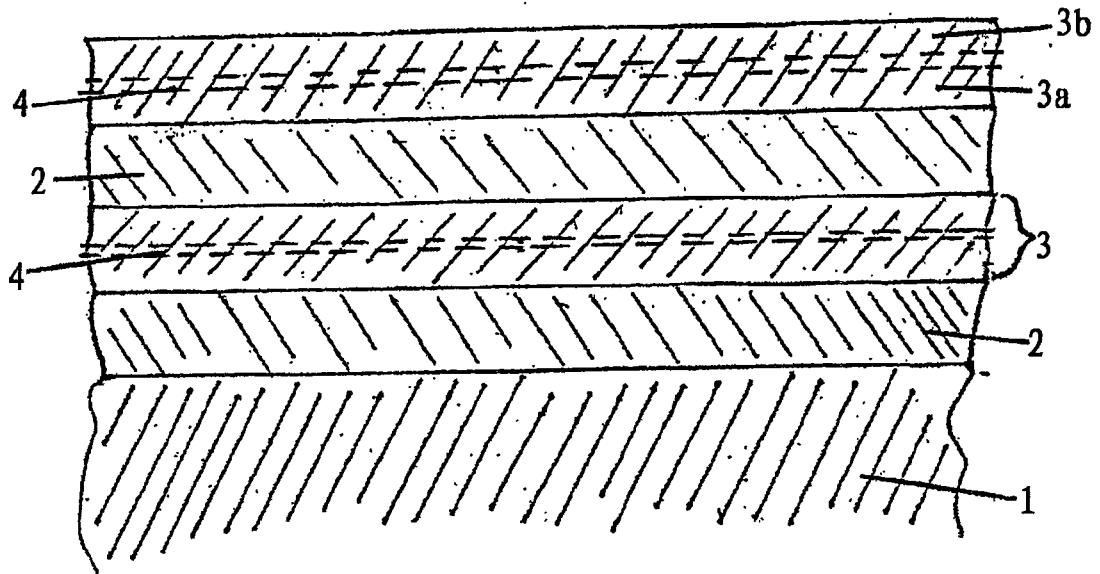


图1

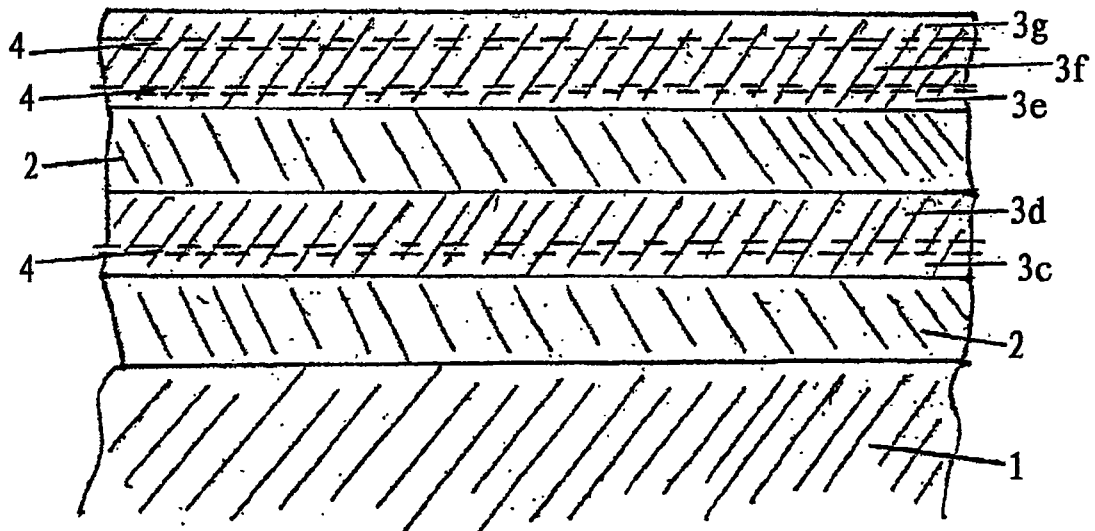


图2

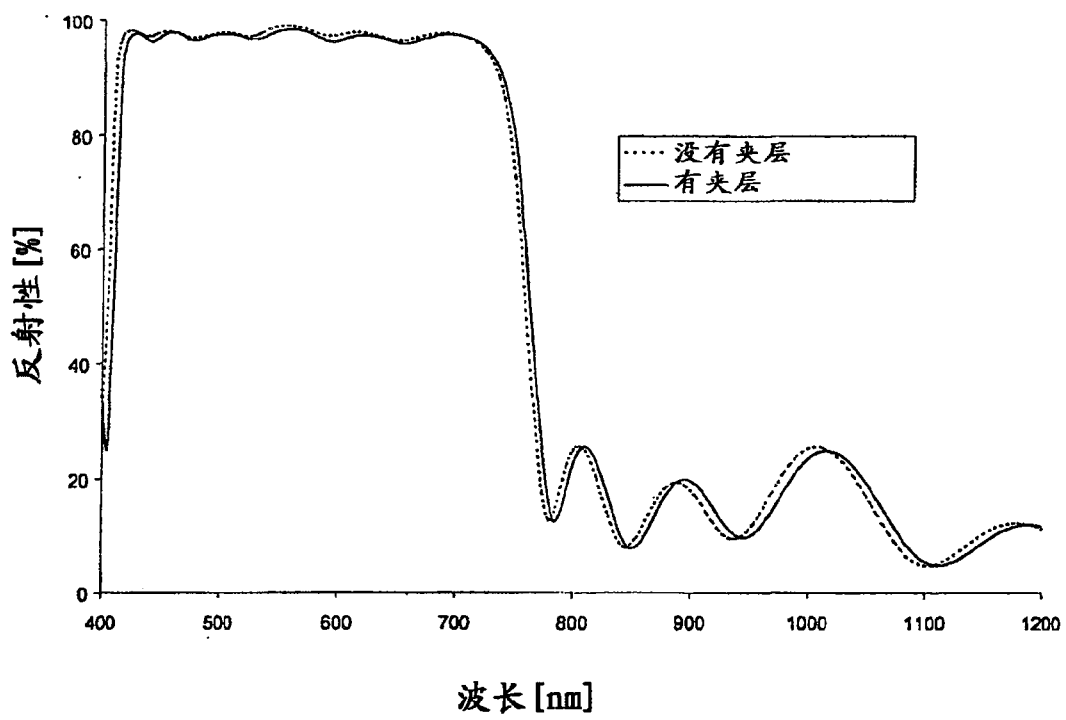


图3