



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102264940 B

(45) 授权公告日 2015.06.10

(21) 申请号 200980152495.7

(22) 申请日 2009.03.24

(30) 优先权数据

PCT/EP2008/009206 2008.10.31 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011.06.24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2009/002138 2009.03.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/049012 DE 2010.05.06

(73) 专利权人 莱博德光学有限责任公司

地址 德国阿尔策瑙

(72) 发明人 M·谢勒

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理

有限公司 11280

代理人 郭广迅

(51) Int. Cl.

G23C 14/08(2006.01)

G23C 14/35(2006.01)

(56) 对比文件

EP 1408541 A1, 2004.04.14,

US 2003/0207549 A1, 2003.11.06,

R.B. Tokas 等. A comparative morphological study of electron beam co-deposited binary optical thin films of $\text{HfO}_2:\text{SiO}_2$ and $\text{ZrO}_2:\text{SiO}_2$. 《Current Applied Physics》. 2007, 第8卷 589-602.

R.B. Tokas 等. A comparative morphological study of electron beam co-deposited binary optical thin films of $\text{HfO}_2:\text{SiO}_2$ and $\text{ZrO}_2:\text{SiO}_2$. 《Current Applied Physics》. 2007, 第8卷 589-602.

李慕勤等. SiO_2 添加剂对 ZrO_2 涂层抗热震性的影响. 《第十次全国焊接会议论文集》. 2001,

李慕勤等. SiO_2 添加剂对 ZrO_2 涂层抗热震性的影响. 《第十次全国焊接会议论文集》. 2001,

审查员 程三飞

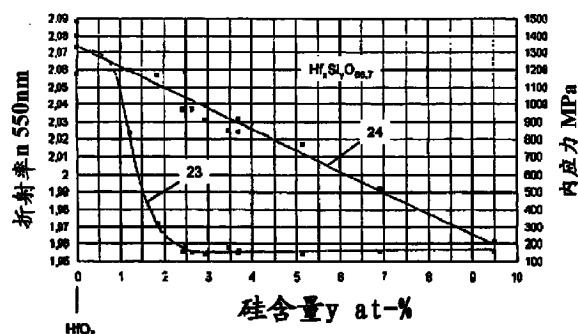
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

氧化铪或氧化锆镀层

(57) 摘要

本发明涉及光学镀层 (3,3'), 所述镀层在可见光区至近紫外光区 (即, 直到 220nm 的波长) 的光谱范围内具有高折射率和良好的光学特性 (即, 低吸收和散射) 以及低的内应力。根据本发明的镀层 (3,31) 由含有铪或锆的氧化物 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 或 $\text{Zr}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 组成, 其硅含量 (y) 为 1at-% 至 10at-%, 特别地为 1.5at-% 至 3at-%。



1. 一种由含有铪的氧化物组成的镀层 (3, 3'), 其特征在于, 所述含有铪的氧化物的硅含量 (y) 为 1.5at-% 至 10at-%, 所述镀层 (3, 3') 具有氧含量 (z) 为 65at-% 至 68at-% 和硅含量 (y) 为 1.5at-% 至 10at-% 的 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 组分, 其中所述镀层 (3) 的内应力小于 800MPa, 其中所述镀层是通过溅射制得的。

2. 根据权利要求 1 所述的镀层 (3, 3'), 其特征在于, 所述含有铪的氧化物的硅含量 (y) 为 1.5at-% 至 3at-%。

3. 根据权利要求 1 所述的镀层 (3, 3'), 其特征在于, 所述镀层 (3, 3') 具有组分 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 。

4. 一种由含有锆的氧化物组成的镀层 (3, 3'), 其特征在于, 所述镀层 (3, 3') 具有组分 $\text{Zr}_{30.83}\text{Si}_{2.5}\text{O}_{66.66}$, 其中所述镀层 (3) 的内应力小于 800MPa, 其中所述镀层是通过溅射制得的。

5. 一种具有基片 (2) 和涂镀在基片 (2) 上的由 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 组成的镀层 (3) 的光学元件 (1), 其特征在于, 所述 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 的硅含量 (y) 为 1.5at-% 至 10at-%, 氧含量 (z) 为 65at-% 至 68at-%, 其中所述镀层 (3) 的内应力小于 800MPa, 其中所述镀层是通过溅射制得的。

6. 根据权利要求 5 所述的光学元件 (1), 其特征在于, 所述 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 的硅含量 (y) 为 1.5at-% 至 3at-%。

7. 一种具有基片 (2) 和涂镀在基片 (2) 上的多层系统 (5) 的光学元件 (1'), 其中所述多层系统 (5) 包括至少一层由 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 组成的镀层 (3'), 其特征在于, 所述 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 的硅含量 (y) 为 1.5at-% 至 10at-%, 氧含量 (z) 为 65at-% 至 68at-%, 其中所述镀层 (3') 的内应力小于 800MPa, 其中所述镀层是通过溅射制得的。

8. 根据权利要求 5 或 7 所述的光学元件 (1, 1'), 其特征在于, 所述基片 (2) 由石英组成。

9. 根据权利要求 5 或 7 所述的光学元件 (1, 1'), 其特征在于, 所述镀层 (3) 或可能的多层系统的层的内应力小于 800MPa。

10. 根据权利要求 5 或 7 所述的光学元件 (1, 1'), 其特征在于, 所述镀层 (3) 或可能的多层系统的层的内应力小于 300MPa。

11. 根据权利要求 5 或 7 所述的光学元件 (1, 1'), 其特征在于, 所述镀层 (3) 或可能的多层系统的层的内应力小于 100MPa。

12. 一种制备根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的镀层的方法, 其特征在于, 借助磁控管溅射来制备所述由 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 组成的镀层 (3)。

13. 一种制备根据权利要求 5 至 11 中任一项所述的光学元件 (1, 1') 的方法, 其特征在于, 将所述由 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 组成的镀层 (3) 借助磁控管溅射涂镀于基片 (2) 上。

14. 根据权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是借助 Hf 以及 Si 的反应的共磁控管溅射来实现的。

15. 根据权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是借助 HfSi 以及 Si 的反应的共磁控管溅射来实现的。

16. 根据权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是借助 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 以及 Si 的反应的共磁控管溅射来实现的。

17. 根据权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是在使用含有 Hf 以及

Si 的化合物靶的情况下借助反应的磁控管溅射来实现的。

18. 根据权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是在使用导电的 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 化合物靶的情况下借助部分反应的磁控管溅射来实现的。

19. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是借助 Hf 以及 Si 的反应的共磁控管溅射来实现的。

20. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是借助 HfSi 以及 Si 的反应的共磁控管溅射来实现的。

21. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是借助 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 以及 Si 的反应的共磁控管溅射来实现的。

22. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是在使用含有 Hf 以及 Si 的化合物靶的情况下借助反应的磁控管溅射来实现的。

23. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 镀层 (3) 的制备是在使用导电的 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 化合物靶的情况下借助部分反应的磁控管溅射来实现的。

24. 根据权利要求 14 至 23 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述反应的或部分反应的磁控管溅射伴随反应的原位等离子体处理进行。

25. 根据权利要求 14 至 23 中任一项所述的方法, 其特征在于, 硅含量以这样的方式来设定, 以使镀层 (3) 在具有低层内应力和高折射率的同时, 具有最小消光率。

26. 根据权利要求 5 至 11 中任一项所述的光学元件 (1) 的用途, 其特征在于, 所述光学元件 (1) 作为激光镜使用。

27. 根据权利要求 5 至 11 中任一项所述的光学元件 (1) 的用途, 其特征在于, 所述光学元件 (1) 作为截止滤光片使用。

氧化铪或氧化锆镀层

[0001] 本发明涉及根据权利要求 1 的上位概念的由含铪或锆的氧化物组成的镀层。本发明还涉及具有含铪或锆氧化物组成的镀层的光学元件,和用于制造镀层或光学元件的方法。

[0002] 应用氧化铪或氧化锆作为用于光学元件的镀层材料是已知的。例如,氧化铪相对于其它镀层材料显示出在可见光光谱范围(在 $\lambda = 550\text{nm}$ 时 $n = 2.08$) 和紫外光范围(当 $\lambda = 250\text{nm}$ 时 $n = 2.35$) 的高折射率,以及其(当 $\lambda = 220\text{nm}$ 时,自吸收端的)在可见光光谱和紫外光范围内的高透明度。因此,氧化铪作为镀层材料应用尤其适用于具有低反射率和高透射性的光学组件,诸如用于镜子,例如激光镜。氧化锆有类似的特性。

[0003] 借助离子束溅射制备氧化铪和氧化锆镀层是已知的。用这种方法可以制造具有低吸收和散射的高质量镀层,虽然仅以 $< 0.1\text{nm/s}$ 的相对低的生长率实现沉积。此外,借助离子束溅射沉积的镀层具有高的内应力($> 1000\text{MPa}$)。此外,已知通过磁控管溅射沉积氧化铪和氧化锆镀层。该方法虽然实现了 $> 0.4\text{nm/s}$ 的高生长率,但是生成的镀层就吸收和散射而言仅显示一般的质量,并且还具有 1000 至 2000MPa 的高内应力。

[0004] 由此上述两种方法都生成具有高内应力的镀层。通过这样的高内应力形成的力——分别根据基片材料——会导致基片表面变形,并由此导致损害经镀层的光学元件的光学特性。另外,高内应力会损害或不损害基片材料的镀层脱落。

[0005] 从 DE 689 28 474 T2 中已知一种无定形氧化膜,其含有硅和至少一种选自 Zr、Ti、Hf、Sn、Ta 和 In 的金属。这种氧化膜应该具有出色的抗划性、耐磨性和化学耐久性。因此其用于需要高耐久性的对象表面,例如作为保护层用于保温杯上。此外,它可以作为漫射阻碍用于薄板玻璃。由此在 DE 68928 474 T2 中描述的用途显示一种会在可见光范围具有高透光性的镀层;该文章没有阐述其在紫外光范围的特性。

[0006] 因此本发明的任务是,提供一种从可见光至近紫外光范围(即至波长 230nm) 光谱范围中,具有尽可能高的折射率以及良好的光学特性(特别是低吸收和散射)和尽可能低的内应力的镀层。此外,本发明的任务还有,这种镀层以及设置了这种镀层的光学元件,和提出制备这种镀层的方法。

[0007] 所述任务将通过独立权利要求的特征来实现。有利的方案是从属权利要求的主题。

[0008] 下面仅仔细研究根据本发明的具有氧化铪以及硅的混合物($\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$)的镀层。相同的理论适用于具有氧化锆以及硅的混合物($\text{Zr}_x\text{Si}_y\text{O}_z$)的镀层,因此不再赘述。

[0009] 于是,镀层由氧化铪以及硅的混合物以 $1\text{at-}\%$ 至 $10\text{at-}\%$ 的量组成,其中, $\text{at-}\%$ 是指一种元素量的比例在总量中的原子百分比。氧化铪在可见光至近紫外光光谱范围内具有 $n > 2$ 高折射率。所述硅的混合物降低折射率,因此应该降低该硅的混合物的量。

[0010] 然而令人惊讶的是,这种少量的硅的混合物已经足可以使镀层的内应力显著地降低。

[0011] 优选地,所述镀层具有 O 含量为 $65\text{at-}\%$ 至 $68\text{at-}\%$,且使得镀层直至紫外光范围仅有微小的光学损失。

[0012] 此外还显示的是,通过少量的硅的混合物可以改进氧化铪层的光学特性:在硅含量为 1at% 至 3at% 时, $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 镀层比纯氧化铪具有更低的吸收。

[0013] 优选地,根据本发明的镀层具有 100MPa 至 800MPa 的内层应力(压应力),其中,优选的在波长 550nm 时折射率大于 1.9,和/或在波长 242nm 时具有消光率 κ 的值小于 3×10^{-3} ,其中,优选地 Si 含量为 1at% 至 10at%。优选地,内层应力小于 300MPa。

[0014] 在此消光率 κ 以以下关系给出:

$$[0015] \quad A = 1 - T - R$$

$$[0016] \quad \kappa = (-\lambda / 4 \pi d) * \ln(1 - A)$$

[0017] 其中 A 是吸收系数, T 是透射系数, R 是反射系数。

[0018] 根据本发明的 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 镀层借助溅射,特别是 DC 或中频率磁控管溅射来制备。通过设置工艺参数,可以达到高溅射率,并且通过相对于纯的氧化铪含量的硅含量来显著地降低所溅射的镀层的内应力。有益的是,通过反应的 Hf 靶和 Si 靶的共磁控管溅射来实现 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 层的制备;也可以选择使用 HfSi 或 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 和 Si 共溅射。此外,所述 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 层可以通过化合物靶的反应磁控管溅射来生成,其中化合物靶含有 Hf 和 Si 的适合组分。也可以设想在应用可导电的 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 化合物靶的情况下借助部分反应磁控管溅射来制备镀层。尤其有益的是,当反应的或者部分反应的中频率磁控管与反应的原位等离子体处理结合时,如在 PCT/EP 2003/013649 中描述的并通过该申请提出的。在 PCT/EP 2003/013649 中描述的方法特别实现了具有 65at-% 至 68at-% O 含量镀层的沉积,并因此使其在直至紫外光范围内具有微小的光学损失。

[0019] 根据本发明的镀层可以以无定形、微晶或纳米晶的形式或上述形式的混合形式存在。

[0020] 根据本发明的镀层特别适合应用于至少具有氧化铪的多层系统,例如用于激光镜、边缘滤片,以及用于透过和反射紫外光滤片,特别是用于直至下限 220nm 的光谱范围。

[0021] 下面将借助附图显示的实施例进一步阐述本发明。其中显示:

[0022] 图 1a 为具有 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 镀层基片的示意图;

[0023] 图 1b 为具有多层系统的基片的示意图;

[0024] 图 2a 为在 200nm 至 600nm 光谱范围中无镀层和具有 HfO_2 镀层的石英基片透射图;

[0025] 图 2b 为在 220nm 至 260nm 光谱范围中具有 $\text{Hf}_{30.8}\text{Si}_{2.5}\text{O}_{66.7}$ 镀层和具有多层 HfO_2 镀的石英基片透射图;

[0026] 图 3 为 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 层在 550nm 的折射率 n 和内应力的测量值与硅含量 y 的关系;

[0027] 图 4 为 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 层在 550nm 的折射率 n 和其在反应磁控管溅射时生长率的测量值与功率比 $\text{PHf}/(\text{PHf} + \text{PSi})$ 的关系;

[0028] 图 5 为 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 层在 550nm 折射率 n、在 242nm 时的消光率和标准内应力的测量值与硅含量 y 关系;

[0029] 图 6 为 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 层在 242nm 时的消光率和吸收端的测量值与硅含量 y 的关系;

[0030] 图 7 为 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 层的硅含量 y 与相应的 HfSi 混合靶之间关系的示意图,和;

[0031] 图 8 为 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.66}$ 层和 ZrO_2 镀层的折射率 n 和消光率 k 的测量值与波长的关系。

[0032] 图 1a 显示具有基片 2 的光学元件 1 的横截面,在其上涂镀有根据本发明的由 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 组成的镀层 3。其中镀层 3 的厚度相对于基片 2 的厚度 6 加强显示。基片 2 由石英玻璃或塑料组成。所述元件 1 是滤片,其在特定的光谱范围内应该具有尽可能小的吸收。此处标注的光谱范围达到从可见光直至波长约为 230nm 的紫外光。

[0033] 已知,基于氧化铪 (HfO_2) 的单层镀层或多层系统对于这样的应用是特别适合的,因为这种材料在从可见光直至 220nm 的光谱范围具有低的吸收。图 2a 显示无镀层的和具有 HfO_2 镀层的石英基片的透射图, HfO_2 镀层是通过具有不同工艺参数 (压力、等离子体能量.....) 的反应磁控管溅射来涂镀到基片 2 上的。无涂镀的石英基片显示在给定全部可见光光谱范围透射 $> 90\%$ (曲线 21)。以 HfO_2 镀层涂镀的石英基片显示在给定的可见光光谱范围具有大约 220nm 吸收端的适度吸收 ($T = 50\%$) (曲线 22)。

[0034] 尽管 HfO_2 镀层 3 具有 1000MPa 至 1500MPa 的内应力是非常高的:如图 3 所示,在由纯 HfO_2 组成的镀层中测量到内应力是从 1300 至 1400MPa。镀层 3 如此高的内应力施加的力至位于其下的基片 2 之上,这会导致基片 2 变形和 / 或层脱落。

[0035] 当 HfO_2 镀层的铪一部分被硅取代时,可以降低镀层 3 的内应力:如图 3 所示的测量值和平衡曲线 23 所示, $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 镀层 3 在硅比例为 $y \approx 1.5\text{at}\%$ 时,内应力仅为大约 500MPa,在硅比例为 $y \approx 2.5\text{at}\%$ 时,内应力甚至降低至 200MPa。

[0036] 镀层 3 的内应力 ($\sigma_{\text{膜}}$) 测量在应用 Stoney- 公式 (1909) 下用 sigma-physik 公司 (D-37115 杜德施塔特) 的测量系统 SIG-500SP 实行。

[0037]

$$\sigma_{\text{膜}} = \frac{(x_{\text{后}} - x_{\text{前}})}{12 L a} \cdot \frac{E_{\text{基片}}}{1 - \nu_{\text{基片}}} \cdot \frac{d_{\text{基片}}^2}{d_{\text{膜}}}$$

[0038]

$E_{\text{基片}}$	基片的杨氏模量
$\nu_{\text{基片}}$	基片的泊松比
$d_{\text{基片}}$	基片的厚度
$d_{\text{膜}}$	镀层厚度
L	镀层-探测器的距离
a	激光射线的距离

[0039] 作为基片材料应用 3" 直径和 380 μm 厚度的单面抛光单晶体硅晶片。该晶片由于其 0.1nm 极低的表面光洁度和非常均匀的表面特别好的适用于测量应力。首先测量无镀层的晶片。对此,将晶片放置于准确规定定位的样本架上,并且连续 5 次测量探测器 (X_{before}) 两个激光束间的距离,并存入样本序号。然后将单一的预备测量的硅晶片以不同组成的 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 镀层涂镀。镀层厚度保持大约 250nm,以便提高测量准确度。准确的镀层厚度将用光谱椭圆率测量仪予以确定。然后以在样本架上同样的定位放置测量经镀层的晶片,并且分别连续 5 次测量探测器 (X_{before}) 两个激光束间的距离,并且也存入相应的样本序号。用 Stoney 公式从两次测量中确定单一镀层的应力。

[0040] 所述 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 镀层的生成尤其可以通过 Hf 和 Si 靶反应的共磁控管溅射来实现,

其中可以通过选择适合的工艺参数达到高的溅射率；如图 4 所示，混入硅甚至正面地影响生长率；曲线 25 和 26 显示了应用不同溅射参数的生长率。

[0041] 通过部分地将 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 中的 Hf 替换成硅可以——在高溅射率下——降低镀层 3 的内应力。尽管随着硅含量 y 的增加 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 镀层的折射率 n 随之降低（见图 3 中的平衡率 24 和图 4 中的平衡率 27、28，其显示了折射率 n 作为在波长 $\lambda = 550\text{nm}$ 时 Si 含量 y 的函数）。因此为了达到高的折射率硅含量 y 要尽可能的小。当硅含量 y 被设定为 1at-% 至 10at-% 时，可以实现这样相对的要求。

[0042] 尤其有利的是，硅含量范围为大约 $y = 1.5\text{at}\%$ 至 $y = 3\text{at}\%$ （参见图 5）。如由平衡率 29 的走向中显示的在 550nm 时的折射率 n ，在所述硅含量范围中折射率 n 相对大，为约 2.05。同时内应力（图 5 的平衡曲线 30 或图 3 的平衡曲线）在所述硅含量范围内已经下降到数值 500MPa 以下。此外，在所述硅含量范围内 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 镀层 3 的光学特性尤其良好，因为在该范围内，在 242nm 紫外光波长下测量，消光率显示了局部最小值（图 5 平衡曲线 31 和图 6 平衡曲线 32）。在波长直至相应的吸收端时，存在消光率和硅含量相应的关系。

[0043] 此外，在硅含量范围 $1.5\text{at}\% < y < 3\text{at}\%$ 内吸收端几乎恒定，并且相对于纯的 HfO_2 （即 $y = 0$ ）吸收端几乎没有移动（参见图 6 的平衡曲线 33）；这表明，镀层结构在硅含量为 $1.5\text{at}\% < y < 3\text{at}\%$ 范围内 HfO_2 是占优势的。如图 2 的细节显示，硅共溅射也提高 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 层的透射：在描述的光谱范围中，硅含量 $y = 2.5\text{at}\%$ （曲线 34）样本的透射大于用不同工艺参数显示的由纯 HfO_2 组成的镀层（曲线 35-37）。

[0044] 随着硅含量（ $y > 5\text{at}\%$ ）的提高，生成越来越多的 HfO_2 - SiO_2 混合氧化物，伴随在短波长光谱范围吸收端的移动（图 6 平衡曲线 33），伴随在 242nm 的消光率降低（图 5 或图 6 的平衡曲线 31 或 32），以及折射率 n 的持续降低（图 5 的平衡率 29）。

[0045] 根据本发明的镀层 3 将通过 Hf 和 Si 靶的反应共磁控管溅射来制备。此外，在反应的共磁控管溅射中也可以使用由 HfSi 或由 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 组成的靶。 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 镀层 3 也可以通过其它方法制备，例如通过使用适合组成的 HfSi 化合物靶。镀层还可以通过 DC 导电的 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 靶的部分反应的磁控管溅射来制备。最后，镀层制备可以与提到的反应原位等离子体处理的方法相组合。

[0046] 特别有利的是，使用 HfSi 或 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 化合物靶，其硅含量以这样的方式设定，以使得溅射的镀层在具有低内应力和高折射率的同时具有最小的消光率。用这样的靶可以通过用硅共磁控管溅射优化不同的要求，以低内应力的优势在 HfSi 或 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 阳极生长的镀层，这可以显著地降低微粒负荷的可能性。图 7 显示 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 层的硅含量 y 的 at-% 和相应的 HfSi 混合靶的硅含量的重量%的关系（斜率 39）。对于上述 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 层优选的硅含量 y （ $1\text{at}\% < y < 10\text{at}\%$ ）在使用 HfSi 化合物靶时，靶应该具有 0.5 重量%至 5 重量%的硅含量。对于所述 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 层优选的硅含量 y （ $1\text{at}\% < y < 7\text{at}\%$ ）在应用 HfSi 化合物靶时，靶应该具有 0.5 重量%至 4 重量%的硅含量。

[0047] 图 8 显示 $\text{Zr}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.66}$ 层和 ZrO_2 层的折射率 n 和消光率 k 与波长的关系。如图所示，在紫外光范围 $\text{Zr}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 的光学损失的降低比在 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 中还明显。即在纯 ZrO_2 中，消光率在 330nm 的波长时已达到 $1\text{E}-3$ 的数值，这是在 $\text{Hf}_{30.83}\text{Si}_{2.5}\text{O}_{66.66}$ 中在 280nm 时才达到的数值。在该组分中可以用大约 0.5nm/s 的高速率来涂镀，相对地在涂镀 ZrO_2 时最大速率仅达

到所述的一半。如在 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 中,在相应的锆化合物中相对于纯金属氧化物也降低同样系数的应力。

[0048] 优选地制备或使用具有化学计量的或接近化学计量组成 ($\text{Zr}_{30.83}\text{Si}_{2.5}\text{O}_{66.66}$) 的层,其具有最佳的光学和机械特性,即在直至紫外光谱范围内低光学损失、 > 2.1 的高折射率和 $< 100\text{MPa}$ 的低应力。

[0049] 图 1b 显示了光学元件 1',截止滤光片,其配备有集成的降低反射层或传导反射层来提高自身透光率。截止滤光片使直至极限频率的光几乎不被过滤地透过,但阻挡自极限频率的大部分光。作为镀层应用具有多层相互重叠的、由介电材料组成的、具有不同折射率的镀层 3'、4 的多层系统 5,其中由高折射率材料组成的镀层 3'和由相对低折射率的材料组成的镀层 4 交替地相互重叠排列。通常的多层系统由 10-100 单层镀层 3'、4 组成,其中所述单层镀层 3'、4 具有 20-100nm 的厚度。在所述实施例中,基片 2 由石英或合成材料构成的薄板组成。基片的厚度 6 为 0.5 至 1.0mm;在图 1b 中多层系统 5 的厚度相对于基片 2 的厚度 6 加强放大显示。多层系统 5 的镀层 3'、4 通过溅射方法涂镀在基片 2 上,并且——分别根据单独镀层的内应力大小——将力作用于基片 2。单层镀层的力叠加,以至于在复合的多层系统 5 可以以内应力 $> 1\text{GPa}$ 的非常高的力作用于基片 2。为了避免基片 2 由于这种层应力变形,因此单层镀层 3'、4 的内应力必须尽可能的小。通过本实施例实现了这一点,具有高折射率的镀层 3'由 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_{66.7}$ 组成,其中硅含量 y 优选地为 1.5at% 至 3at%。在相应的溅射参数设定时,这种溅射的镀层具有——如上所述——在高折射率和高透明度下低的内应力。具有低折射率的单层镀层 4 可以例如由 SiO_2 组成,其在 550nm 时具有大约为 $n = 1.48$ 的折射率。

[0050] 根据本发明的 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 和 $\text{Zr}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 镀层特别适用于激光光学组件,其对于波长范围直至 230nm 的紫外光具有低反射和高透射性,例如在微型制版术系统的激光透镜中为了制备微电流组件使用的光学组件(例如为了在激光透镜中用于在工作波长 $\lambda = 248\text{nm}$ 的 KrF 受激准分子激光器)。根据本发明的 $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 和 $\text{Zr}_x\text{Si}_y\text{O}_z$ 镀层还适合应用于镜子,特别是激光镜和截止滤光片,此外还适用于直至紫外光范围的干扰滤镜。特别是所述镀层可以作为半导体激光镜的传导反射镀层使用。

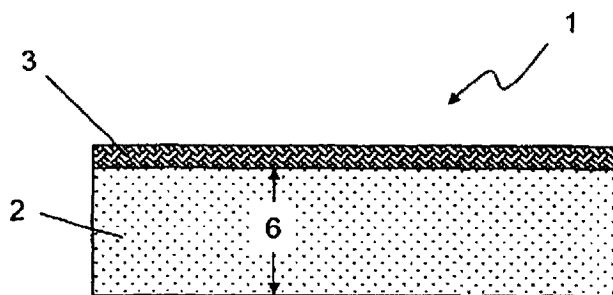


图 1a

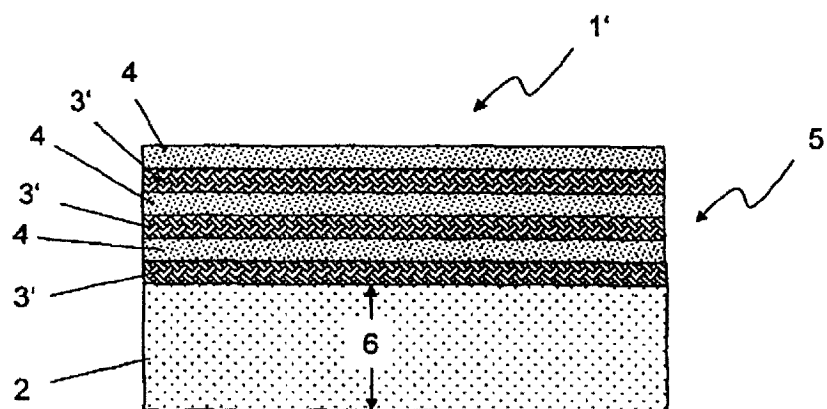


图 1b

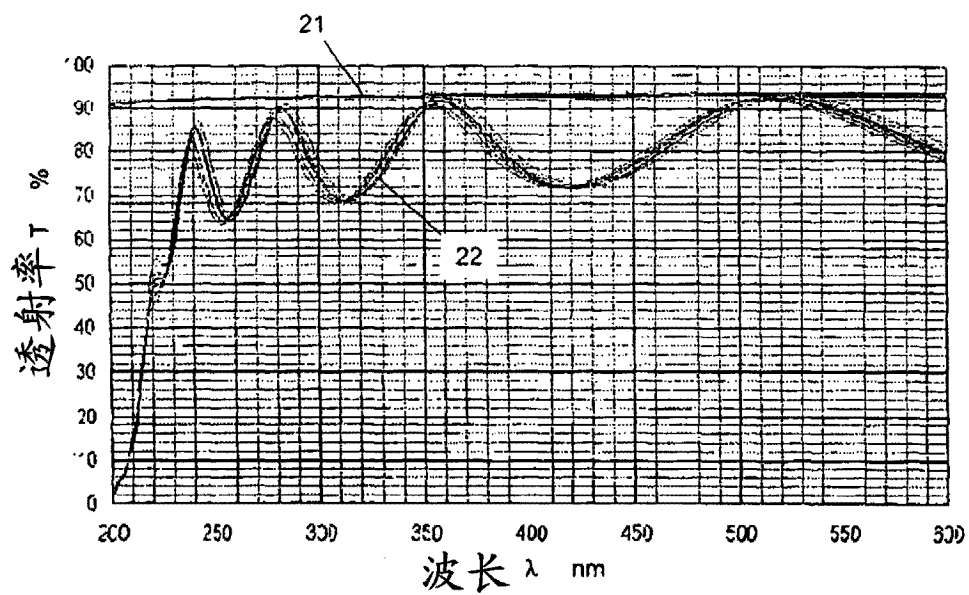


图 2a

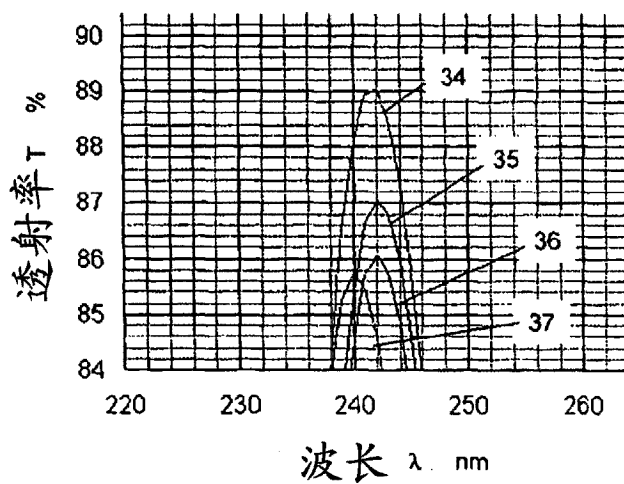


图 2b

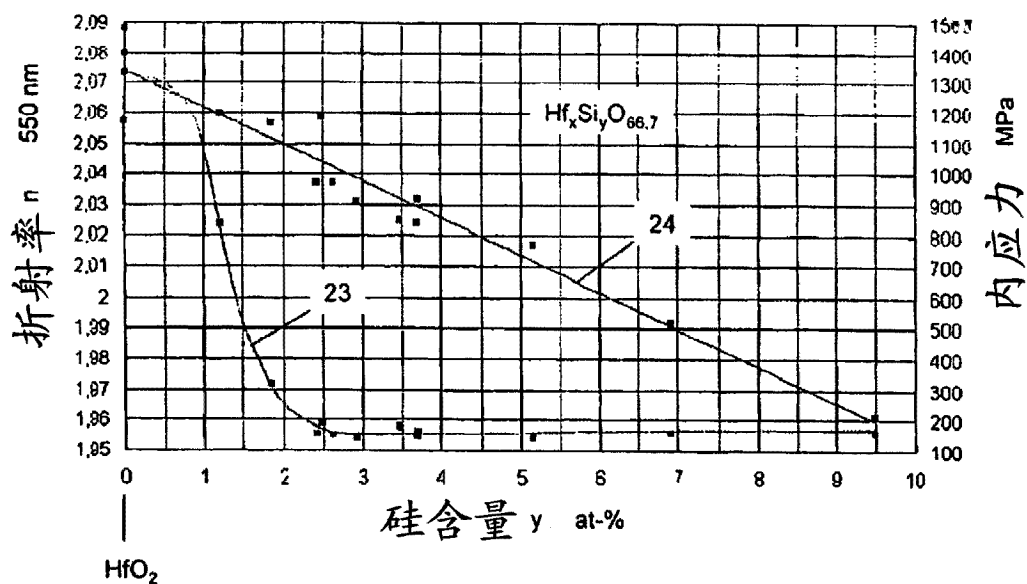


图 3

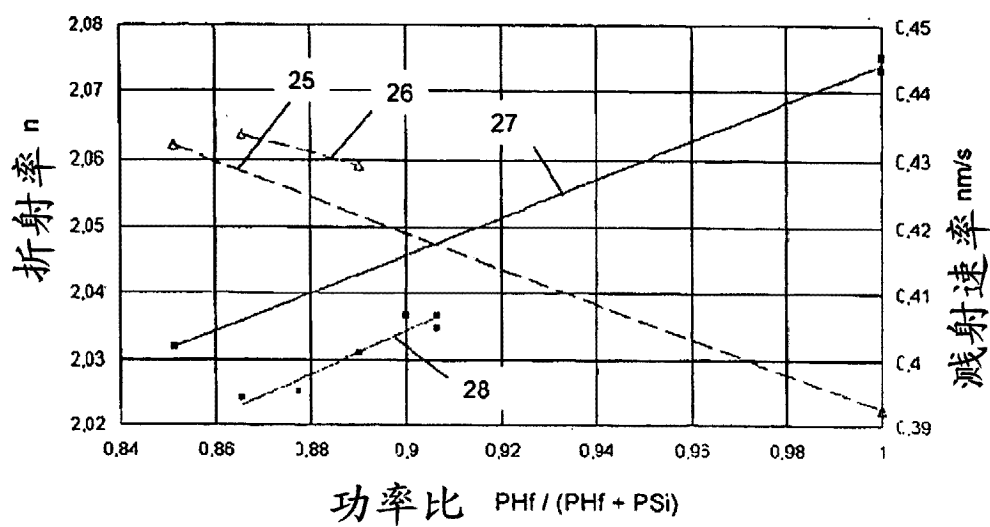


图 4

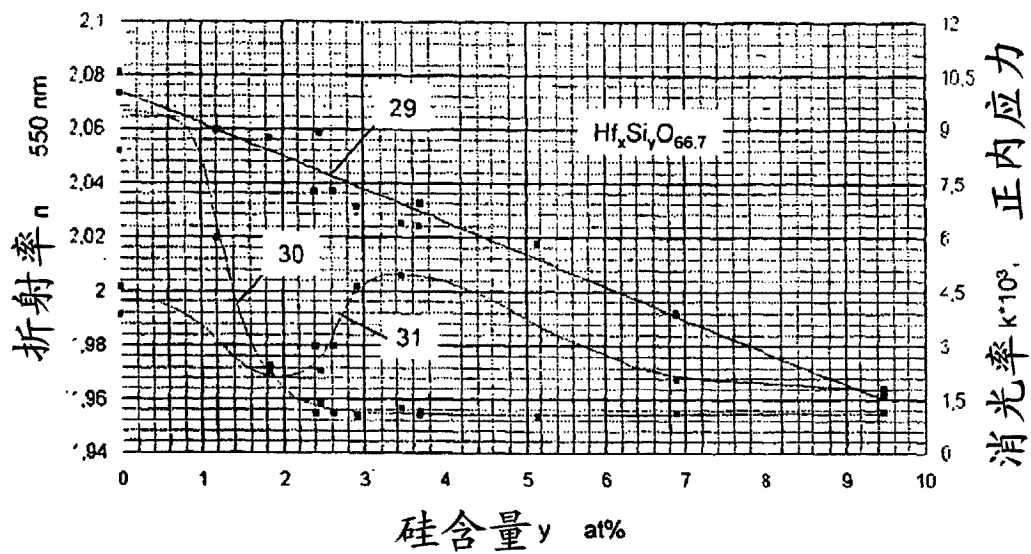


图 5

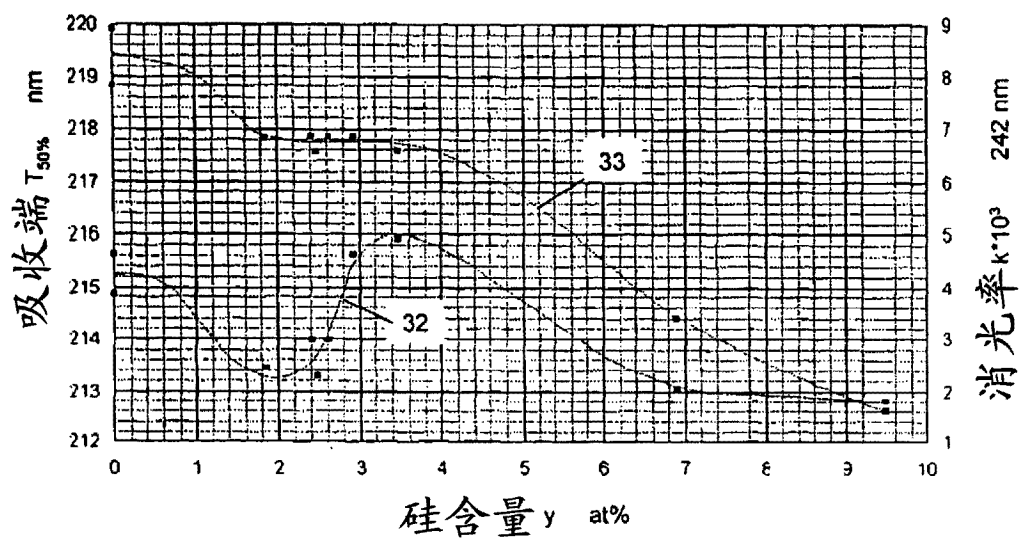


图 6

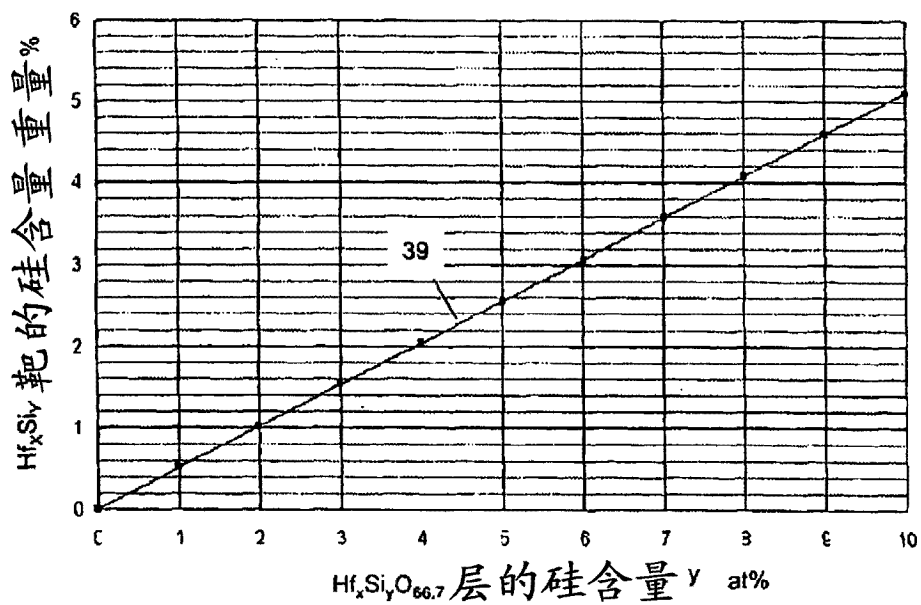


图 7

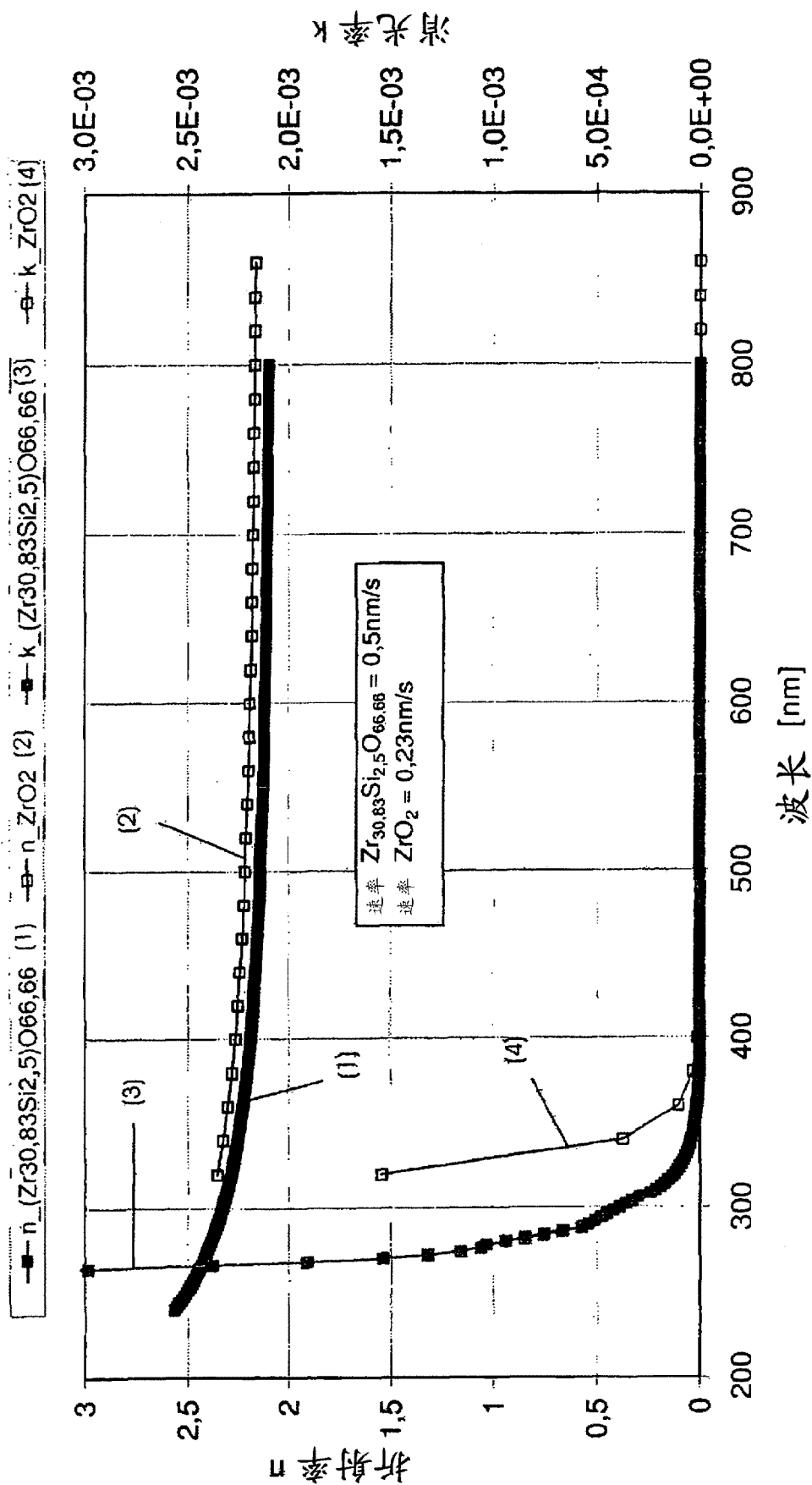


图 8