



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93103371.3

[51]Int.Cl⁶

G02B 1/10

[45]授权公告日 1996年1月31日

[24]颁证日 95.10.15

[21]申请号 93103371.3

[22]申请日 93.3.24

[30]优先权

[32]92.3.24 [33]JP[31]66041/92

[73]专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 龟山诚 菅原登 泽村光治

寺田顺司 坂本淳一

[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 段承恩

权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图页数 6 页

[54]发明名称 蒸镀材料及其利用该材料制造光学薄膜

[57]摘要

利用一种蒸镀材料形成光学薄膜，该光学薄膜适用于在光学元件（例如镜片等）上形成。所说的蒸镀材料是通过使氧化锆（ ZrO_2 ）与具有氧（O）与钛（Ti）的摩尔比 $A(O/Ti)$ 为 1.0—1.75 的氧化钛（ TiO_A ）混合，并使得到的混合物的钛与锆摩尔比在 1.0—4.0 范围内来提供，将得到的混合物烧结或熔化，和固化。

权 利 要 求 书

1. 一种蒸镀材料, 该材料包括; 氧(O)与钛(Ti)的摩尔比 A (O/Ti) 在 1.0—1.75 范围内的氧化钛(TiO_A) 的氧化锆(ZrO_2), 它们以钛(Ti)与锆(Zr)的摩尔比 $B(Ti/Zr)$ 为 1.0—4.0 混合, 并使得到的混合物烧结或熔化, 和固化。
2. 一种光学薄膜, 该薄膜是用权利要求 1 的蒸镀材料制成的。
3. 一种多层薄膜, 该多层薄膜包括至少一层用权利要求 1 的蒸镀材料制成的光学薄膜。
4. 如权利要求 1 的蒸镀材料, 其中在一种树脂基质上蒸镀所说的蒸镀材料。
5. 如权利要求 2 的光学薄膜, 其中所说的光学薄膜用作减反射膜。
6. 如权利要求 2 的光学薄膜, 其中所说的光学薄膜在可见光谱范围 $400nm-700nm$ 内具有 2.0 或更高的反射率。
7. 如权利要求 1 的蒸镀材料, 其中所说的摩尔比 $B(Ti/Zr)$ 在 2.0—3.0 范围内。
8. 如权利要求 1 的蒸镀材料, 其中在一个元件上蒸镀所说的蒸镀材料, 所说元件的温度在室温到 $120^{\circ}C$ 范围内。

说 明 书

蒸镀材料及其利用该材料制造的光学薄膜

本发明涉及用于形成光学薄膜的蒸镀材料和利用所说的材料制造的光学薄膜，该材料适用于形成高折射率的光学薄膜在塑料镜片或树脂材料构成的圆盘上或在玻璃基质和树脂层构成的光学元件上形成包括光学薄膜的多层膜。

有关制造光学薄膜，有许多公知的方法，在玻璃或塑料元件上真空蒸镀一种蒸镀材料。如第 3,934,961 号美国专利中所公开的所说的蒸镀材料是通过烧结氧化铝(Al_2O_3)和氧化锆(ZrO_2)的混合物得到的，或者如第 50-35211 号日本专利公开公报所公开的所说的蒸镀材料是通过烧结氧化锆(ZrO_2)和氧化钛(TiO_2)的混合物得到的；或者如第 63-5733 号日本专利公开公报所公开的所说的蒸镀材料是通过烧结氧化钽(Ta_2O_5)和氧化锆(ZrO_2)的混合物得到的。

但是，利用上述 $Al_2O_3-ZrO_2$ 烧结混合物或 ZrO_2-TiO_2 烧结混合物，在基质体温度为室温(大约 $20^\circ C$)到约 $120^\circ C$ 下通过蒸镀得到的光学薄膜没有显示出足够高的折射率，与 ZrO_2 膜相比只显示出 1.7—1.9 范围内的折射率。另一方面，可以在加热到 $300^\circ C$ 或更高的基质上形成这种光学薄膜来达到高折射率。但是在所说的基质

为由聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)树脂、聚碳酸酯(PC)树脂、聚苯乙烯(PS)树脂、硬质聚氯乙烯树脂或聚乙烯树脂构成的塑料光学元件或包括这种树脂层的光学元件的情况下,这种加热到 300°C 或更高的温度是不理想的,因为超过这种树脂的软化点 $T_g(80^{\circ}\text{C}-120^{\circ}\text{C})$ 的加热将导致变形。

另外,如日本专利公报第63-5723号中所公开的,高折射率的光学薄膜也可以利用含有氧化钽(Ta_2O_5)和氧化锆(ZrO_2)的烧结粒在室温到 120°C 的温度下,通过用具有树脂层的基质进行真空蒸镀得到,但是这种光学薄膜的折射率约为1.9-2.0,并不够高。

再有,2.0-2.1的足够高的折射率可以在基质温度为室温到 120°C 下,用单一氧化钽(Ta_2O_5)或氧化铌(Nb_2O_5)或氧化钛(TiO_2)材料和采用电子枪真空电子照射,在汽化光学薄膜中得到。但是,在这种材料中,得到为提供足够的蒸镀率所必要的饱和蒸汽压所需的温度高于各材料的熔点,所以整体蒸镀材料在蒸镀操作中熔化并发生散射。这种散射材料以小颗粒形状沉积在蒸镀薄膜上,从而导致该生产工艺的高缺陷率。

考虑到现有技术中的上述缺点,本发明的目的在于提供一种蒸镀材料,该材料能:(1)提供一种折射率为2.0或更高的高折射率光学薄膜,即使是在蒸镀操作中不能提高其温度的基质,例如塑料或树脂类材料上;和(2)防止在蒸镀操作中由于蒸镀材料的散射所引起的沉积在蒸镀光学薄膜的微细颗粒的形成。

本发明的另一目的在于提供一种高折射率和具有令人满意质量的光学薄膜和多层干涉膜,在该膜中使上述光学薄膜与具有不同折射率的另一光学薄膜相结合。

根据本发明,所说的蒸镀材料可以通过下列方法得到,即使氧(O)与钛(Ti)的摩尔比 $A(O/Ti)$ 在 1.0—1.75 范围内的氧化钛与氧化锆(ZrO_2)混合,以得到 1.0—4.0 的钛(Ti)与锆(Zr)的摩尔比(Ti/Zr),之后使其烧结或熔化,并使该混合物固化。

图 1 为表示用本发明蒸镀材料制备的光学薄膜实例的曲线图;

图 2 为经蒸镀操作之后,本发明的蒸镀粒的截面示意图;

图 3 为表示本发明蒸镀材料的膜形成速度的曲线图;

图 4 为表示用本发明蒸镀材料制备的光学薄膜的吸收率的示意图;

图 5 为表示用本发明蒸镀材料制备的光学薄膜的折射率的示意图;

图 6 为经蒸镀操作之后,非本发明材料的蒸镀粒的截面示意图;

图 7 为表示根据本发明在表面上形成有光学薄膜的塑料镜片的表面精密度的示意图。

图 8 为表示用本发明的蒸镀材料形成的光学薄膜的 ESCA 分析结果的曲线图;

图 9 为表示包括用本发明蒸镀材料制备的光学薄膜的多层抗

反射膜的实施方案的光谱特性的图；和

图 10 为表示包括用本发明蒸镀材料制备的光学薄膜的多层抗反射膜的另一实施方案的光谱特性的图。

本发明的蒸镀材料含有具有氧(O)与钛(Ti)的摩尔比在 1.0—1.75 范围内的氧化钛(TiO_2)和氧化锆(ZrO_2)，该材料是通过以这样一种方式混合上述两种物质，使钛(Ti)与锆(Zr)的摩尔比在 1.0—4.0 范围内，之后使该混合物烧结或熔化，再使其固化。这种蒸镀材料可以提供一种具有 2.0 或更高折射率的含有氧化钛和氧化锆的光学薄膜，并且没有由于这些组分的散射所引起的细颗粒的形成。

这种光学薄膜的高折射率源于这样一种事实，即在本发明的蒸镀材料中所制成的膜中氧化钛的比例高于氧化锆的比例。在所述的真空蒸镀中，所说薄膜的组成取决于氧化钛和氧化锆的各自的蒸汽压和该蒸镀材料中钛(Ti)和锆(Zr)的摩尔比 $B(Ti/Zr)$ 。氧化钛的蒸汽压 P_{Ti} ，氧化锆的蒸汽压 P_{Zr} 和所得到的光学薄膜中的氧化钛和氧化锆的组成比例 $K(Ti/Zr)$ 具有下列相关关系：

$$K = B \times P_{Ti} / P_{Zr}$$

所以，当氧化钛和氧化锆的蒸汽压的比值升高和所说的蒸镀材料中所含的钛的摩尔比 B 变大时，所说光学薄膜中的氧化钛和氧化锆的比例 K 就变大，或所得到的光学薄膜折射率变高。

所说的氧化钛的蒸汽压随氧(O)对钛(Ti)的摩尔比 $A(O/Ti)$ 而变化。所说的摩尔 A 在 0—2 的范围内变化,当所说的摩尔比 A 变小时,氧化钛的蒸汽压 P_{Ti} 就变大。

但是,小于 1.0 的摩尔比 A 是不理想的,因为这样的光学薄膜提高光学吸收。另一方面,在超过 1.75 的摩尔比 A 时,不得到足够的蒸汽压。由于上述原因,摩尔比 A 最好在 1.0—1.75 之间。

另一方面,当表示蒸镀材料中的氧化钛的组成比例的钛与锆的摩尔比 $B(Ti/Zr)$ 变大时,在所得到的光学薄膜中的氧化钛的组成比例就变大,由此可以使得该薄膜的折射率升高。当所说的摩尔比 B 小于 1.0 时,所说的光学薄膜的折射率不会超过 2.0,并且只有当摩尔比 B 等于或大于 1.0 时,其折射率才会超过 2.0。

另一方面,如果摩尔比 B 超过 4.9,所说的蒸镀材料熔点就会降低。从而,在蒸镀操作中整体蒸镀材料会熔化,由此在此操作中被散射并导致在所说的光学薄膜上沉积细颗粒。由于这些原因,摩尔比 B 最好在 1.0—4.0 范围内。

根据本发明,将以上述摩尔比混合的粉末氧化钛和粉末氧化锆高压压制成形,并且使其在压力约为 10^{-4} 托或更低的真空炉中或在压力为几个托的惰性气氛中经热压得到烧结片。之后将所得到的烧结片安装在真空汽化装置的炉床上,使其内部抽空到约 1×10^{-5} 托,通入氧气至 5×10^{-5} 到 2×10^{-4} 托的压力。然后所说的基质设定在室温(20°C)到 120°C 的范围内的温度下,用电子枪使作为蒸镀

材料的烧结片加热。用这种方法可以在所说的基质上形成高折射率的光学薄膜,并且不产生细颗粒的沉积。

上述的光学薄膜的一个优选用途即作为塑料镜片或包括树脂层的光学元件的抗反射层是有效的。例如,在这种塑料镜片或具有树脂层的光学元件上提供包括作为高折射率层的本发明的光学薄膜的抗反射层的情况下,将不会导致表面变形,因为这种薄膜的形成可以在低于该基质的软化点 T_g 的室温到 120°C 的范围内进行。

本发明的光学薄膜经用 $\text{Mg-K}\alpha\text{X}$ -射线源进行 ESCA(电光谱化学分析器)分析,显示出 0.1 或更小的 Zr 的 3d 峰与 Ti 的 2p 峰的比值,表明了 TiO_2 的高含量。

象例如多层抗反射膜这样的多层干涉膜可以通过形成所需厚度(例如 $\lambda_0/4$ 或 λ_0 (其中 λ_0 为预定波长)的光学薄膜,之后将该光学薄膜与具有更低折射率的另一种光学薄膜(如 SiO_2 的薄膜)相结合来得到。

实施例 1

使粒度为 1mm 或更小的,并且平均粒度约 $20\mu\text{m}$,具有氧—钛摩尔(O/Ti)为 1.5 的粉末状氧化钛(Ti_2O_3)的粒度不超过 $60\mu\text{m}$,并且平均粒度约 $12\mu\text{m}$ 的粒度状氧化锆(ZrO_2)以 2.5 的 Ti—Zr 摩尔比(Ti/Zr)相混合,然后将得到的混合物压制成形,并在 10^{-4} 七或更小的真空下于 1450°C 下烧结 3 小时,得到直径为 $18\text{mm}\Phi$ 和厚度为 12mm 的蒸镀片。将得到的片体安装在真空蒸镀装置中的

用以电子束来蒸镀的炉床上,将其内部抽空至 1×10^{-5} 托的压力,并引入氧气达到 1×10^{-4} 托的压力。然后使所说的片体用加速电压为 8KV,发射电流为 150mA 的电子束加热,在事先安装在所述装置中的室温玻璃基质上以约 $5 \text{ \AA}/\text{秒}$ 的蒸镀速度沉积光学厚度为 $\lambda/4$ (λ : 450, 550, 650nm) 的三种厚度的光学薄膜。图 1 表示出了由光谱特征(实线)的峰值计算出的这些光学薄膜的折射率。图 1 表示出纵标的折射率为横标波长(nm)的函数,另外,还表示出作为对比实施例(虚线)的用氧化钽(Ta_2O_5)和氧化锆(ZrO_2)组成的蒸镀材料制成的光学薄膜的折射率。在对比实施例中,将粉末状的氧化钽(Ta_2O_5)和粉末状的氧化锆(ZrO_2)以摩尔比 Zr/Ta 为 1 相混合,然后使得到的混合物压制成形,并在 10^{-2} 托的真空下,于 1000°C 下烧结约 3 小时,得到直径为 $18\text{mm}\Phi$,厚度为 12mm 的蒸镀片体。

以上述实施例的同样方式进行薄膜形成操作,由此得到的对比实施例的光学薄膜的折射率如图 1 中的虚线所示。从图 1 可以清楚地看出,用本发明的蒸镀材料制成的光学薄膜提供了在可见光谱范围(400—700nm)内高于 2.0 的折射率,并且没有加热基质。另一方面,对比实施例的传统的光学薄膜的折射率不能超过 2.0。

图 2 示意地表示出进行蒸镀操作后,所说的片体的横截面形状。该实施例的片体显示出了在电子束照射位置附近的熔化和蒸镀,但是整体形状并无改变。所以,没有观察到蒸镀材料的散射和在所说的光学薄膜的上细颗粒的沉积。另外,该实施例的片体表现出

在电子束加热中少量除气(outgassing),因此可以节省汽化操作之前的除气步骤。

实施例 2

将氧—钛摩尔比分别为 0, 0.5, 0.8, 1.0, 1.5, 1.67, 1.75, 1.80, 1.90 和 2.0 的 10 种粉末状氧化钛分别以 Ti—Zr 摩尔比为 2.5 与粉末状氧化锆(ZrO_2)混合,然后压制成形,并在真空中于 $1450^{\circ}C$ 下烧结约 3 小时,得到 10 种直径 $18mm\Phi$ 和厚度 $12mm$ 的蒸镀片体。

如实施例 1 中所示将这些片体进行蒸镀操作,用晶控振荡器的方法测量所说膜的形成速度。选择电子束的功率以保证不引起整体蒸镀片的熔化,即用 $8KV$ 的加速电压和 $150-200mA$ 范围内的发射电流的最佳值。所得到的结果示于图 3 中,图 3 表示出了纵标为每单位时间所说膜的形成速度($\text{\AA}/\text{秒}$)和横标氧—钛摩尔比(O/Ti)。如图 3 所示,摩尔比与膜的形成速度存在下列关系:

表 1

摩尔比(O/Ti)	膜形成速度($\text{\AA}/\text{秒}$)
0	5—7
0.5	5—7
0.8	4—6
1.0	4—6
1.5	4—6

1.67	3—5.5
1.75	3—5.5
1.80	0—1
1.90	0—0.25
2.0	0

从表 1 中所示的结果可以看出,用 1.8, 1.9 和 2.0 的氧—钛摩尔比是不能得到 $3\text{\AA}/\text{秒}$ 的实际膜形成速度的。这大概是由于上述摩尔比的氧化钛的低蒸汽压的缘故。上述膜的形成速度的可变范围基于蒸镀操作过程中的照射电流的变化。

在用实际膜形成速度制成的厚度为 $\lambda/4$ ($\lambda=550\text{nm}$) 的光学薄膜上,进行光谱透射度 T 和光谱反射度 R 测量,其吸收度从所说的 T 和 R 来计算即 $100-(T+R)\%$ 。所得的结果如图 4 中所示,该图的纵标为 400nm 处的吸收度,横标为氧—钛摩尔比 (O/Ti)。 O/Ti 摩尔比为 0, 0.5, 和 0.8 的光学薄膜在性能上不能令人满意,因为存在百分之几的吸收。另一方面,优选的是 O/Ti 摩尔比为 1.0, 1.5, 1.67 和 1.75 的薄膜,因为其吸收不超过 0.5%。这些光学薄膜在 500nm 波长处表示出约 2.2 的折射率。

实施例 3

使氧—钛摩尔比 (O/Ti) 为 1.5 的粉末状氧化钛 (Ti_2O_3) 和粉末状氧化锆 (ZrO_2) 混合以假定 $Ti-Zr$ 摩尔比为 0.2, 0.7, 1.0, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0 和 4.5, 然后将其压制成形,并在真空中于 1450°C

下烧结约 3 小时,得到 6 个直径 $18\text{mm}\Phi$ 和厚度 12mm 的片体。

然后,以实施例 1 相同方法制造光学薄膜,并且从所得到的光学薄膜的光谱特性得到 500nm 处的折射率。图 5 表示纵标的所得到的折射率与横标的 Ti/Zr 摩尔比的函数关系。如图 5 所示,在用 Ti/Zr 摩尔比为 1.0 或更高的蒸镀材料制造的光学薄膜中能获得超过 2.1 的高折射率。但是,在所说的摩尔比为 4.5 的情况下,蒸镀操作之后的上述片体表现出由于熔化所造成的直径从 18mm 到 $25-30\text{mm}$ 和厚度从 2mm 到 $3-5\text{mm}$ 的变形,如图 6 所示,并且可以观察到蒸镀材料的散射。另外,所得到的光学薄膜还表现出有小颗粒沉积。另一方面,摩尔为 1.0, 2.0, 2.5, 3.0 和 4.0 的蒸镀材料在蒸镀操作之后没有表示出因熔化而造成的片体的变形,也没有表现出光学薄膜上细颗粒的沉积。

另外,摩尔比为 2.0—3.0 时,电子束照射所产生的熔体的稳定性最好。好的熔体稳定性意味着在电子束照射下,所述的蒸镀材料表面的熔化了了的区域不随时间而变,而只是在深度方向上变化,同时在表面上保持熔化状态。汽化操作之后形成的孔的截面形状最好应近似于管状。参照图 2,当 Φ_B/Φ_A 的比值越接近 1,蒸镀材料的熔体的稳定性就越好,其中 Φ_A 为所说的蒸镀材料的表面上的熔孔的平均直径, Φ_B 为熔孔的深度 d 的二分之一 $d/2$ 处的熔孔的平均直径。对于 2.0—3.0 的摩尔比, Φ_B/Φ_A 的比值约 0.7 或更高,摩尔比为 2.5 时,该比值为 0.9。

实施例 4

在上述实施例中,所述的蒸镀操作是用保持在室温的基质进行的,并且由来自蒸镀源的照射使基质温度达到约 70°C ,但不超过 80°C 。在本实施例中,除将所说的基质加热到 300°C 之外,用实施例 1 中同样方法制造光学薄膜。得到的光学薄膜在 550nm 波长处,表示出折射率为 $2.3-2.4$ 。如果所用的基质是不受加热影响的,以这种方式加热基质有利于得到高折射率的光学薄膜。另外,在本实施例中,经电子加热从所说的蒸镀材料释放很少量的气体的情况下,稳定蒸镀是可能的。如上所述,本发明的蒸镀材料即使当所用基质被加热到更高的温度,在 300°C 数量级上,也能进行稳定蒸镀。

实施例 5

通过将聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),聚碳酸酯(PC)或聚苯乙烯(PS)注模成型制备 $18\text{mm}\Phi$ 的镜片。另外,通过利用石英模在玻璃板上形成约 $20\mu\text{m}$ 厚的紫外线熟化的丙烯酸类树脂来制备复制镜片。将四种不同树脂的上述光学元件作为基质放入蒸镀装置中,用实施例 1 中所示的方法将光学薄膜沉积在其上。用干涉仪测量蒸镀操作前后表面精度的变化,图 7 表示出了 PMMA 制成镜片的上述测量结果。蒸镀操作前后的表面精度没有观察到任何变化,对于其他镜片也可以得到类似的结果。

实施例 6

在上述实施例中,将蒸镀操作期间氧气引入量定为 1×10^{-4}

毛。在本实施例中,氧气引入量在5级水平上变化,即 3×10^{-5} , 5×10^{-5} , 1.5×10^{-4} , 2.0×10^{-4} 和 2.5×10^{-4} 毛,但制备光学薄膜的其他条件和材料均与实施例1中相同。结果,用 3×10^{-5} 毛的氧的压力制备的光学薄膜表现出400nm波长处3%—5%的吸收率,其原因大概在于不完全氧化。用其他氧压制备的光学薄膜所表现出的吸收率均不超过0.5%。

另外,用 2.5×10^{-4} 毛的氧压制备的光学薄膜表示出波长550nm处1.95—2.0的低折射率,而用其他氧压制备的光学薄膜提供了不低于2.0的折射率。

对用实施例1的方法制备的光学薄膜用Mg—K α X—射线源进行ESCA分析,其结果示于图8中,该图以纵标表示电子数,以横标表示结合能(eV)。如图8所示,锆的3p峰与钛的2p峰的比值(Zr/Ti)为0.06,表示该光学薄膜具有高Ti含量。另外,Ti/Zr摩尔比(Ti/Zr)为0.2,0.7,1.0,2.5和4.0时,在550nm处的折射率和上述峰值比示于下面,其中如实施例1所示,氧化钛中的氧—钛摩尔比为1.5。

表 2

摩尔比(Ti/Zr)	0.2	0.7	1.0	2.5	4.0
550nm处折射率	1.84	1.95	2.08	2.10	2.15
峰值比(Zr/Ti)	4.9	2.9	0.1	0.06	0.02

另外,用本发明的其它蒸镀材料制备的光学薄膜在ESCA分

析中所表现出的 Zr 的 3p 峰与 Ti 的 2p 峰的比值为 0.1 或更低,从而表明具有高 Ti 含量。

下面对利用本发明的蒸镀材料的光学薄膜的多层反射膜进行说明。将折射率为 1.49 的 PMMA 制成的镜片作为基质,然后用实施例 1 中所述的蒸镀材料和薄膜的形成方法在所述基质上形成 nd 为 30nm 的光学薄膜作为高折射率层。作为低折射率层,引入 1×10^{-4} 托的氧气和以约 $10 \text{Å}/\text{秒}$ 的薄膜形成速度,通过电子束加热形成 nd 为 50nm 的 SiO_2 层。然后用实施例 1 中所述的蒸镀材料和膜的形成方法形成 nd 为 267nm 的高折射率层,再引入 1×10^{-4} 托的氧气并以约 $10 \text{Å}/\text{秒}$ 的膜形成速度,通过电子束加热形成 nd 为 125nm 的低折射率 SiO_2 层。这种多层抗反射膜的光谱反射率示于图 9 中,该图表明纵标反射率与横标波长的函数关系。如图 9 所示,在 400—700nm 的宽波长范围内反射率为 0.5% 或更低的抗反射膜可以形成在上述塑料镜片上。

另外,用上述相同的蒸镀材料和相同的膜的形成方法制备抗反射膜,但各层具有下列光学厚度:

基质:PMMA 的模制镜片

第一层: $\text{Ti}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$; $nd = 29 \text{nm}$

第二层: SiO_2 ; $nd = 27 \text{nm}$

第三层: $\text{Ti}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2$; $nd = 206 \text{nm}$

第四层: SiO_2 ; $nd = 114 \text{nm}$ 。

这种抗反射膜的光谱特性示于图 10 中。在窄于图 9 所示的波长范围内,它具有低反射率的 U 型抗反射范围。

这些抗反射膜显示出令人满意的可靠性,例如抗粘着和耐磨擦。

如上所述,通过以 1.0—4.0 的 Ti/Zr 摩尔比混合具有 1.0—1.75 氧—钛摩尔比(O/Ti)的氧化钛和氧化锆得到的蒸镀材料可以提供令人满意的光学薄膜,而没有发生散射现象。另外,本发明的蒸镀材料可以提供高折射率的光学薄膜,即使是进行蒸镀操作的基质设在低温(室温到 120°C)时,因此,它特别适用于包括树脂类材料的光学元件,如塑料镜片。另外,它还提供更高的折射率,即使使所用的基质加热到 300°C 。

图 1

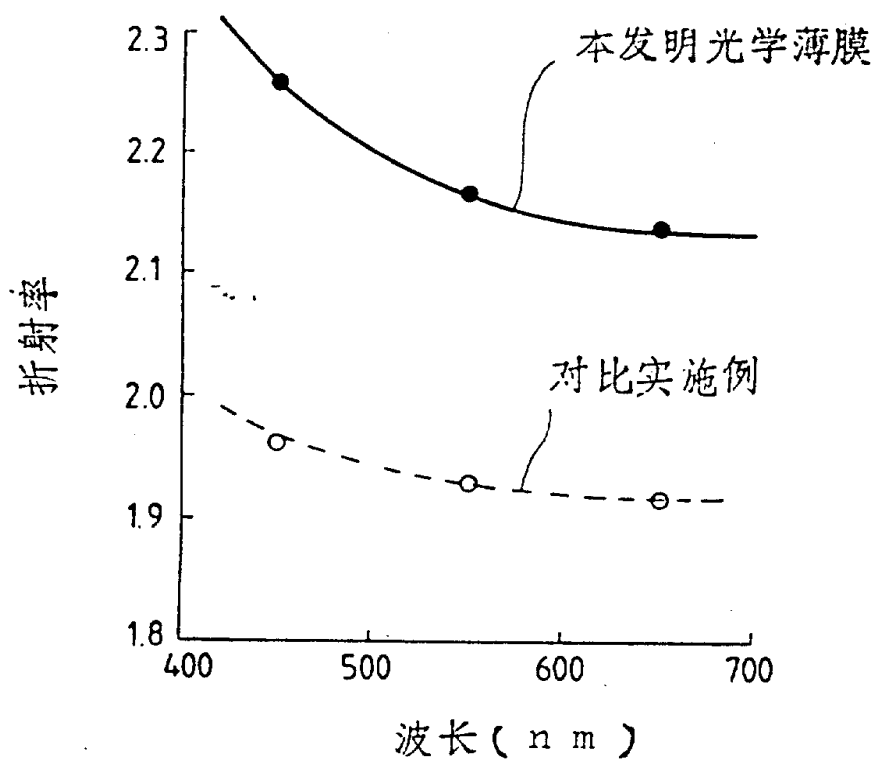


图 2

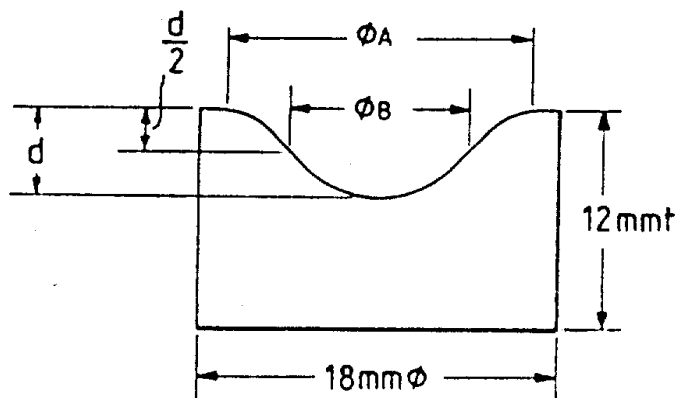


图 3

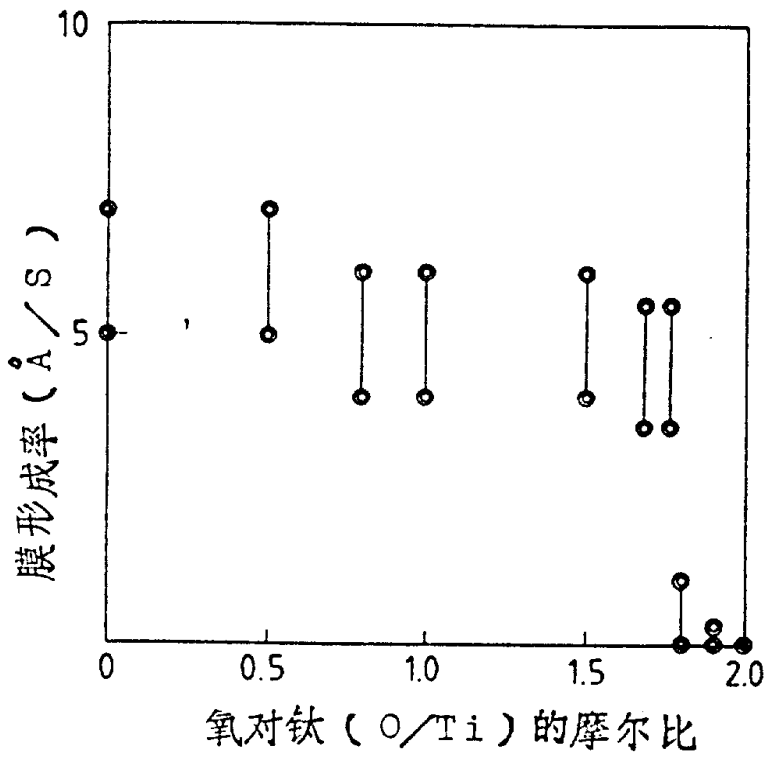


图 4

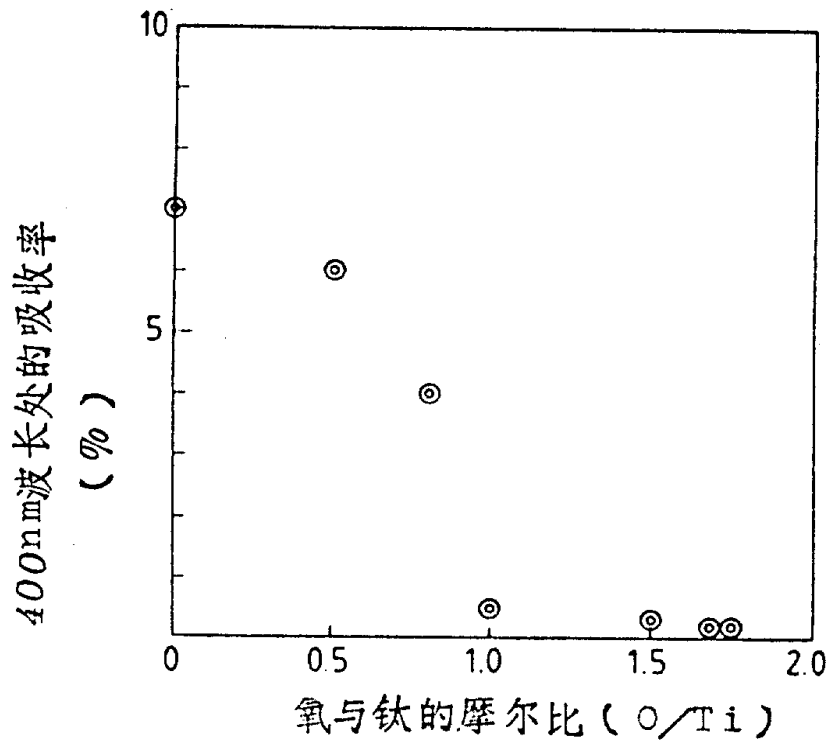


图 5

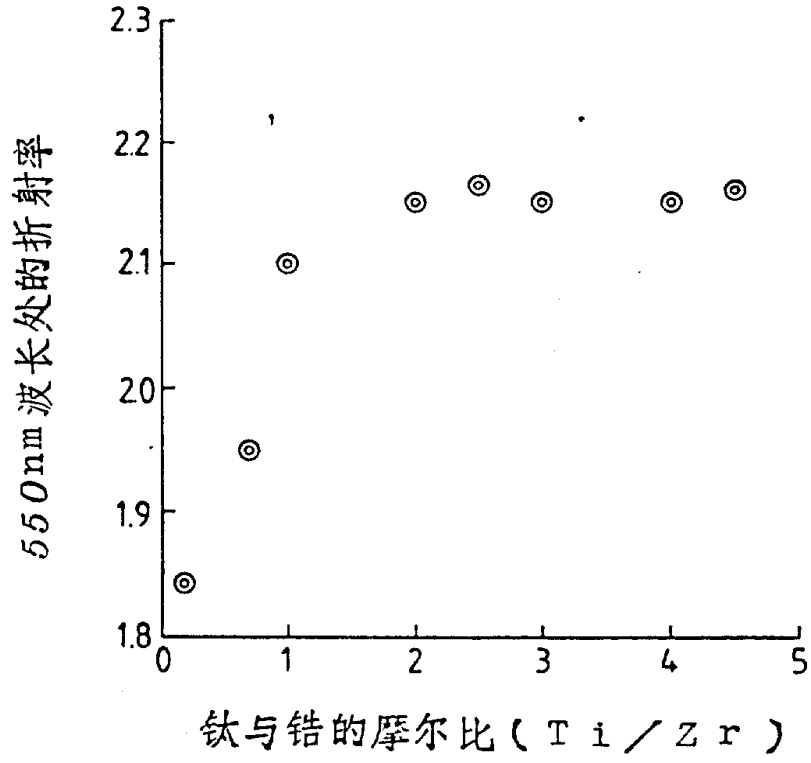


图 6

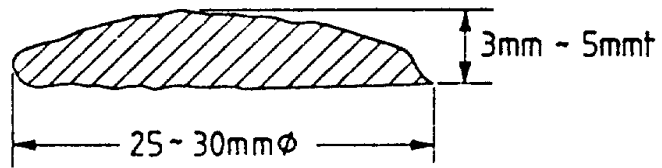
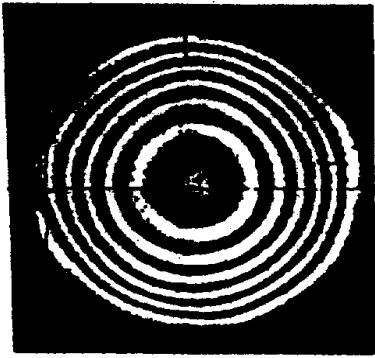
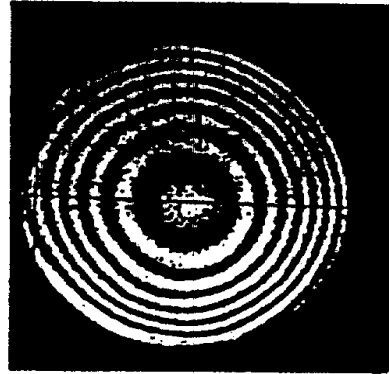


图7



膜形成前



膜形成后

图 8

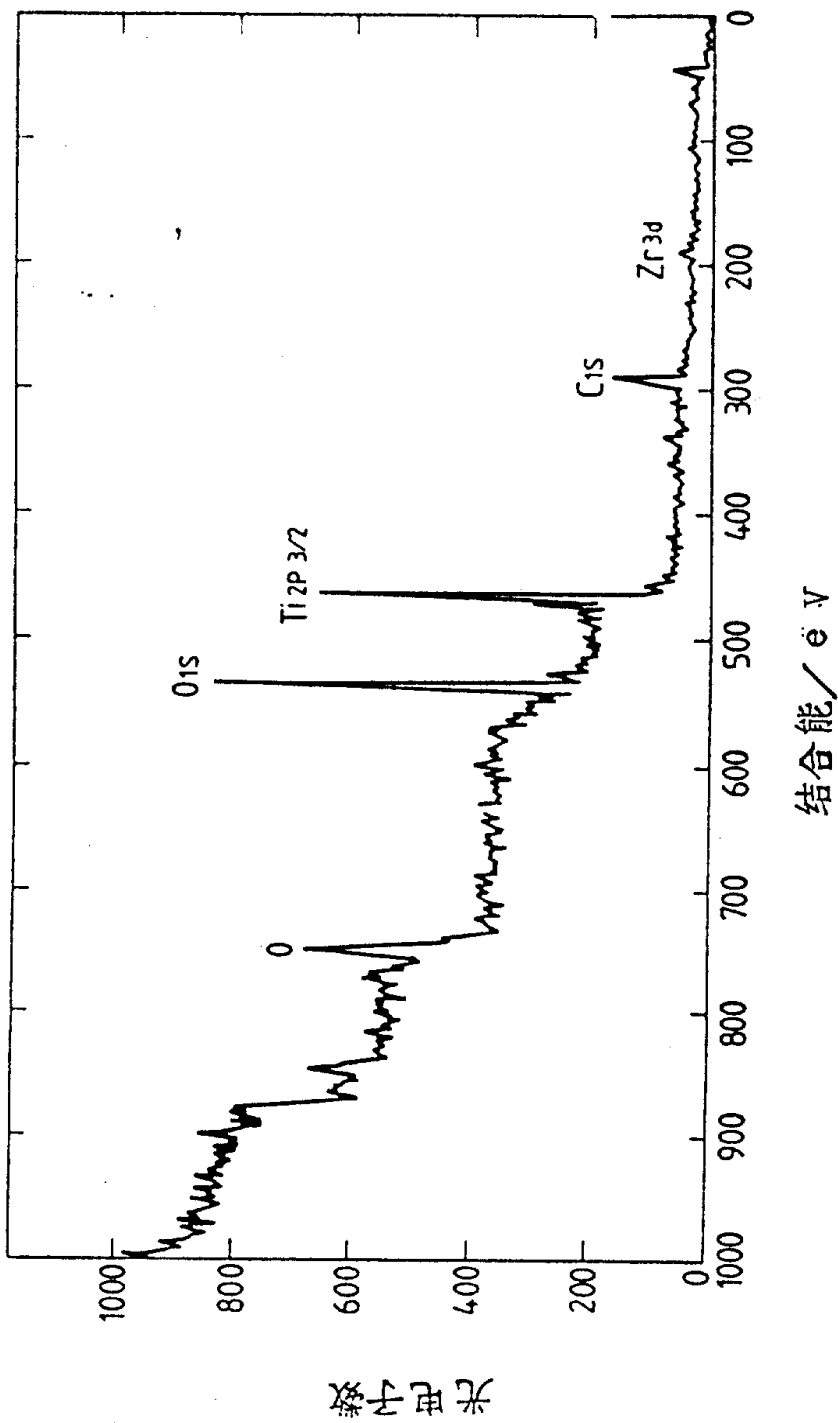


图 9

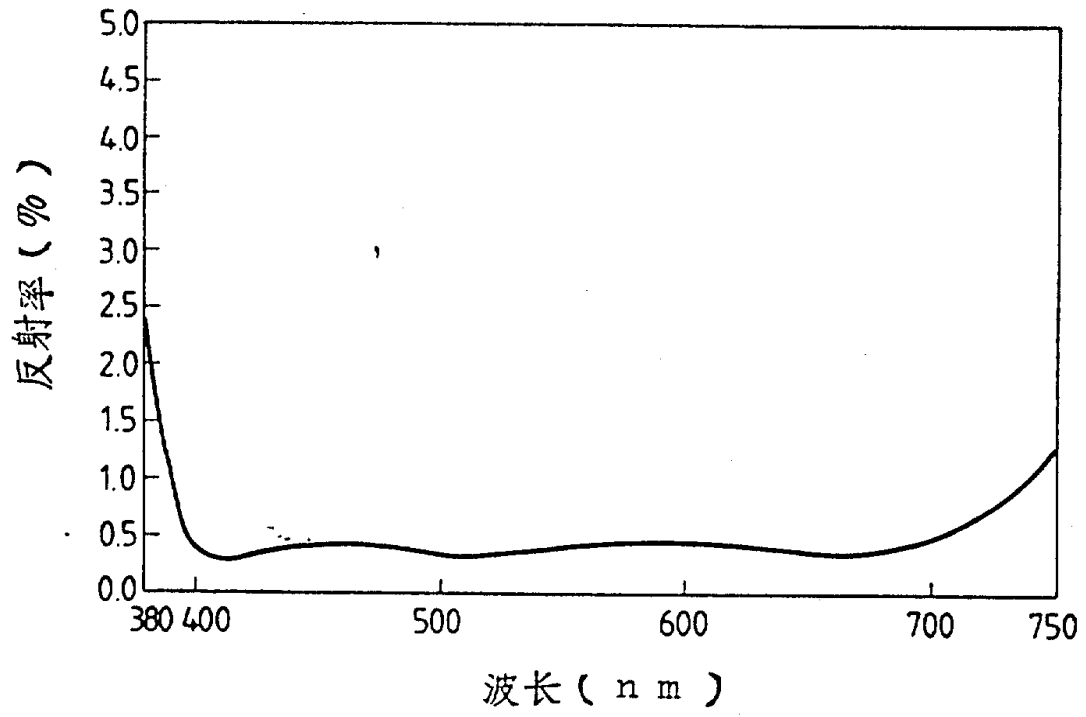


图 10

