

## 用二元气相混合法镀制预定折射率的光学薄膜

当前,制备具有给定折射率的薄膜,或者获得折射率沿厚度渐变的膜层,最灵活的方法之一是同时从各别蒸发器蒸发几种膜料[1]。

在镀膜机A700Q和BY-1中,采用两个不同的蒸发源,已经制得了多种薄膜。真空镀膜机BY-1附有石英振荡器,以监控膜层厚度和蒸镀速率。为了制得混合薄膜,用了下列膜料配对:  $ZnS-MgF_2$ 和 $ZrO_2-MgF_2$ 。

薄膜镀在室温基片上。在同时蒸镀 $ZnS-MgF_2$ 时,  $ZnS$ 用阻热式蒸发,而 $MgF_2$ 用电子束蒸发。对于膜料对 $ZrO_2-MgF_2$ ,则 $MgF_2$ 用阻热式,而 $ZrO_2$ 用电子束。

石英振荡器4靠近基片2的旋转载架(图1),并且,这样安置,使两种膜料组分的相互影响不严重,以致为最小。为此,给石英振荡器装上专门的屏蔽罩5。在蒸发源进入工作状态之前,先用专门的挡板3将基片遮住。膜料先去气,然后使蒸发源7和8进入给定的实验工作状态,并确定每种膜料组分所必需的蒸发速率。之后基片从挡板移出,与载架一齐以每分钟80转的转速旋转。膜料组分的蒸发速率,在蒸发过程中始终保持恒定。在所进行的一系列实验中,高折射率膜料( $ZrO_2$ 或 $ZnS$ )的蒸发速率恒定不变,通过改变低折射率膜料( $MgF_2$ )的蒸发速率,使混合膜的折射率发生变化。

制得混合物薄膜的折射率,按下式计算:

$$n^2 = \frac{1 + \sqrt{R_{max}}}{1 - \sqrt{R_{max}}} n_{cT}$$

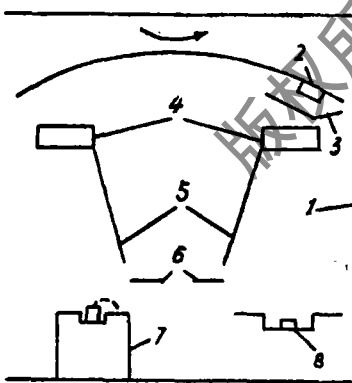


图1 混合蒸镀装置示意图。

1.真空室; 2.监控样片; 3.镀件挡板; 4.石英振荡器; 5.振荡器屏蔽罩; 6.蒸发源挡板; 7.盛有1号膜料的电子束蒸发源; 8.盛有2号膜料的阻热式蒸发源

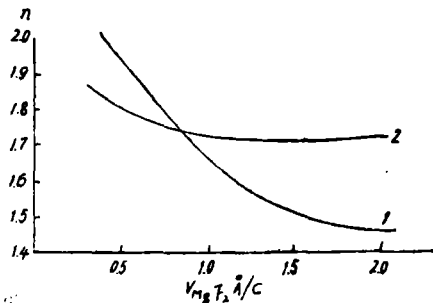


图2 混合膜折射率同 $MgF_2$ 的蒸发速率的关系。  
1.混合膜 $ZnS-MgF_2$ ;  
2.混合膜 $ZrO_2-MgF_2$

式中,  $n$ 是薄膜折射率,  $n_{cr}$ 是基片折射率,  $R_{max}$ 是反射率的干涉极大值。

图2引入了混合膜 (1)  $ZnS-MgF_2$ 和 (2)  $ZrO_2-MgF_2$ 的折射率同 $MgF_2$ 的蒸发速率的关系。 $ZnS$ 的蒸发速率为 $8 \text{ \AA}/s$ ,  $ZrO_2$ 的为 $4.5 \text{ \AA}/s$ 。

在蒸镀气相混合薄膜 $ZrO_2-MgF_2$ 时, 我们发现了气相混合膜的“加固效应”, 气相混合膜的机械强度, 远远高于各别蒸镀的组分薄膜。

在我们的实验中, 在室温基片上镀制的 $ZrO_2-MgF_2$ 混合膜, 尽管其中 $MgF_2$ 的百分含量很高, 但薄膜的机械强度不低于一级。对这种“加固效应”的机理探讨, 已超出本文的范围, 需要专门的研究。

通过改变工艺参数, 我们成功地达到了具有给定折射率的混合薄膜的高重复性。折射率值的精度取决于分光光度计的测量精度。薄膜的非均匀性同样用分光光度计法来估计。众所周知, 非均匀薄膜的反射率, 在光谱曲线的半波长点会偏离光洁基片值, 并随薄膜折射率的梯度而变化。我们所制备的混合薄膜, 其反射率在半波长点并不偏离光洁基片值。

我们在K.玻璃基片上镀制了三层消色增透膜, 其中紧贴基片的膜层是 $ZrO_2-MgF_2$ 混合薄膜, 折射率为1.69。增透膜的光谱反射率曲线如图3所示。

我们还采用了气相混合法的其它形式: 用所谓“跳束法”对两种不同的膜料进行电子束蒸发。实验是在真空镀膜机A700Q中进行。该机装有电子束蒸发源ESV-6, 备有双槽池坩埚和装置ASG-1, 后者可以使电子束按需要的频率从一个槽池移动到另一个槽池, 在膜料片上停留一段给定的时间。为了镀制混合膜, 用了下列材料:  $ZrO_2-MgF_2$ ,  $ZrO_2-SiO_2$ ,  $ZnS-MgF_2$ 。

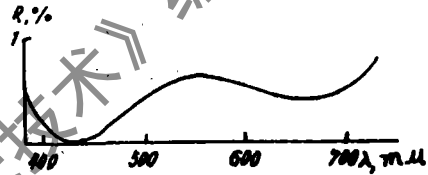


图3 消色增透膜的光谱反射率曲线, 其中一层膜由气相混合法制得

上述这些膜料具有不同的蒸发温度, 因而有不同的蒸发速率(在相同的电子束能量), 除此而外, 在蒸发过程中膜料片上形成的溶坑, 导致蒸发特性的不可控的强烈变化。

由于这些原因, 目前我们用“跳束法”还没有成功地制得性能重复的样品。

## 结 论

1. 在真空中用不同膜料的气相混合法, 能够制得高重复性的光学薄膜。
2. 利用混合膜, 例如在制备消色增透膜时, 可以大大扩展膜系结构方案, 因为在选定的组分膜料折射率范围内, 可以得到任意所需的折射率值。组分膜料的选择由混合膜的实用性质来确定。
3. 混合膜还可以用作某些基底材料的单层增透膜。这些材料的折射率不可能找到具有必要折射率的单层膜料, 通常必需用多层增透膜系。

译自 OMII, 1985, No. 8, P. 29~31.

周密译 夏开校