上海光机所在水吸附与电子束高反膜性能的相互作用研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/8794.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

近日，中国科学院上海光学精密机械研究所薄膜光学实验室研究团队在水吸附与电子束高反膜性能的相互作用研究方面取得新进展。采用致密的顶层保护层延长电子束薄膜的吸水饱和过程，对电子束薄膜的性能不稳定性机理进行了深入研究，并基于等效介质理论和有限元分析方法，提出了适用于多数多孔薄膜的水蒸气透过率计算模型。相关成果发表在《固体薄膜》（*Thin Solid Films*）上。

电子束沉积的大口径多层高反射膜是大型激光设备的关键部件，控制着激光从放大器组件到终端光学组件的传输。由于其多孔结构特性，电子束薄膜的各项性能对环境湿度非常敏感：水分子的吸附/解吸导致电子束薄膜性能不稳定，甚至会降低整个激光系统的性能和稳定性。在镀膜过程中的最后放气阶段，薄膜的吸水过程太过迅速，对电子束薄膜的水蒸气透过率测量及水分子与薄膜的相互作用机理研究造成极大的困难。

研究人员采用致密的等离子体辅助沉积的覆盖层将电子束薄膜的上表面隔离，水分子只能通过膜的侧壁传输，大大延缓了电子束薄膜的吸水饱和过程，这使得电子束薄膜的水蒸气透过率测量成为可能。研究结果表明：电子束薄膜中的水分传输可分为填充、稳定、基质膨胀和再填充四个步骤；应力和傅里叶变换红外分析表明水的大量吸附将导致薄膜应力在初期往压应力方向发展，而水解反应、基质膨胀和薄膜中的水向冰/类冰结构演化将造成应力由压应力向张应力方向转化发展。借助致密的覆盖层，提出了一种基于等效介质理论和有限元分析方法的电子束薄膜的水蒸气透过率计算模型。

该项研究解析了电子束薄膜的湿致失稳机理，为提高电子束薄膜的性能稳定性提供了理论和实验基础，有助于提升大型激光系统的可靠性和稳定性。

相关工作得到国家青年拔尖人才专项计划、国家自然科学基金委、中科院青年创新促进会基金、上海市青年拔尖人才项目、中科院战略性先导科技专项等的支持。推荐阅读：Cox回归，

论文链接

图1 (a)致密层的应力和光谱时效演化。(b)M1(无致密保护层)和M2(有致密保护层)多层高反膜的峰值反射率处的波长时效演化。(c)M2中HfO_2、SiO_2
层折射率（1064nm处）的时效演化。(d)图(c)中部分区域的坐标放大图，背景色块表示四个连续的水传输步骤。

图2 B2样品的红外吸收光谱在不同时效时间时的分峰。

图3 (a)B1、B2双层膜和(b)M1、M2多层膜的应力随时效时间演化。

图4
(a)有致密覆盖层时膜系中的水分子
传输示意图。(b)M2中HfO_2、SiO_2
薄膜的水汽传输速率随时效时间变化。插图显示了前20天的数据。
研究团队单位：上海光学精密机械研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发