基于纳米叠层设计紫外激光反射薄膜

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/8627.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！

基于纳米叠层设计紫外激光反射薄膜。
近日，中国科学院上海光机所邵建达研究员、朱美萍研究员与美国新墨西哥大学Wolfgang Rudolph教授等人合作基于可调谐纳米叠层的思想设计紫外激光反射薄膜，实现了具有高反射率、宽带宽和高激光损伤阈值的355nm激光反射薄膜。该设计思想为提高紫外激光薄膜性能开辟了新的途径，为支撑高功率激光领域的进一步发展奠定了基础。相关成果于近期以Nanolaminate-based design for UV laser mirror coating在线发表在国际顶尖光学期刊《Light: Science Applications》上。论文第一作者是中国科学院上海光机所朱美萍研究员，共同通讯作者为朱美萍研究员、Wolfgang Rudolph教授和邵建达研究员。

激光装置输出功率的不断提升对激光薄膜的要求不断提高。理想的紫外激光反射薄膜需要同时具有高的反射率、宽的反射带宽和高的激光损伤阈值。然而，这些要求往往很难同时满足。这是由于高的反射率和宽的反射带宽需要高折射率的材料，然而较高折射率的材料往往具有较小的光学带隙，因此具有较低的激光损伤阈值。过去通常采用组合膜系设计，即在具有高反射率的膜堆上沉积具有高激光损伤阈值的膜堆，来实现紫外激光反射薄膜。组合膜系的设计需要对反射率、带宽和激光损伤阈值等相互制约的性能要求进行权衡折衷。

在这项工作中，研究团队展示了一种基于共蒸界面纳米叠层的集高反射率和高激光损伤阈值于一体的反射薄膜设计方法。在这种设计方法中，采用两种材料交替的纳米叠层作为一层具有高折射率和大光学带隙的等效层，取代传统组合膜系设计中的高折射率膜层。在保持总光学厚度不变的前提下，通过改变纳米叠层中两种材料的厚度比例，可以调节纳米叠层薄膜的（平均）折射率和光学带隙。这使得发展出同时具备高反射率和高激光损伤阈值的紫外反射薄膜成为可能。随后，研究团队使用电子束沉积技术，在实验上证明了基于Al2O3-HfO2纳米叠层的反射薄膜在紫外波段具有更高的反射率、带宽和激光损伤阈值，适用于紫外激光领域。与传统组合膜系设计相比，该纳米叠层设计的紫外激光反射薄膜（两者总膜层厚度接近）具有若干优点。首先，纳米叠层设计薄膜在紫外波段具有更高的反射率和更宽的带宽，同时在可见至近红外波段具有更低的透射波纹；其次，纳米叠层设计薄膜中电场强度随膜层深度衰减的更快，节瘤缺陷引起的电场增强更低，薄膜中的吸收更低，从而具有更高的紫外激光损伤阈值；最后，该技术适用于大尺寸（对角线尺寸达米级）激光薄膜的制备。研究团队利用纳米叠层的折射率和光学带隙可调谐的特性来设计超越传统紫外激光薄膜性能的新型紫外激光反射薄膜，为提高激光薄膜综合性能提供了一种重要的技术途径。基于纳米叠层的激光薄膜设计思想在未来可以通过改变叠层材料种类和厚度比例进一步拓展从而形成其他高综合性能的激光薄膜元件。据悉，本论文的核心概念已提交了中国发明专利申请。

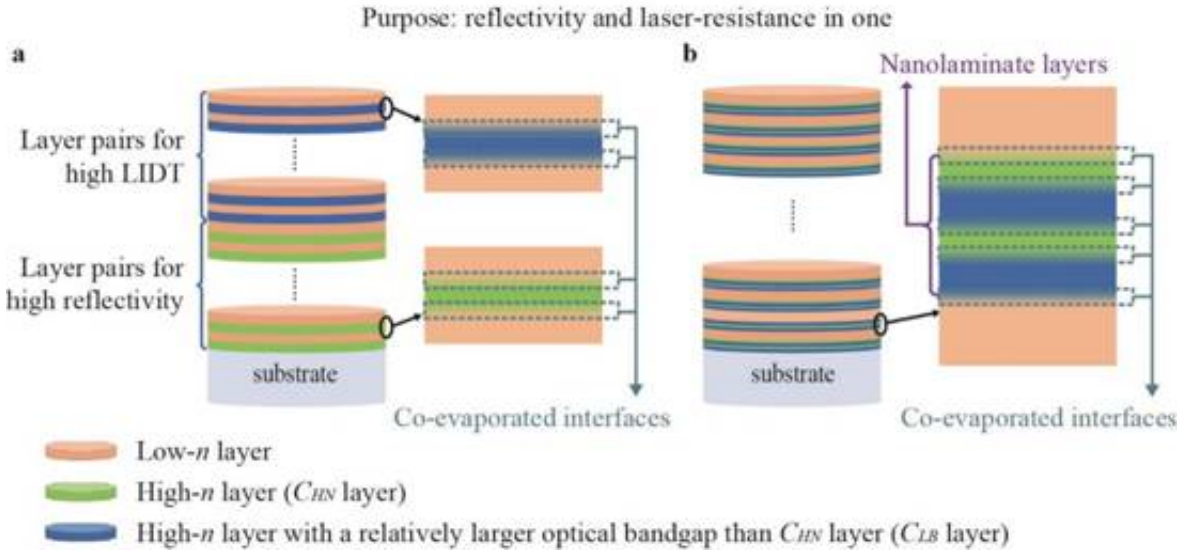


图1. 高激光损伤阈值反射薄膜膜系设计的结构示意图。

（a）使用高折射率和低折射率材料交替结构的传统组合膜系设计示意图。

（b）使用纳米叠层和低折射率材料交替结构的新型纳米叠层膜系设计示意图。

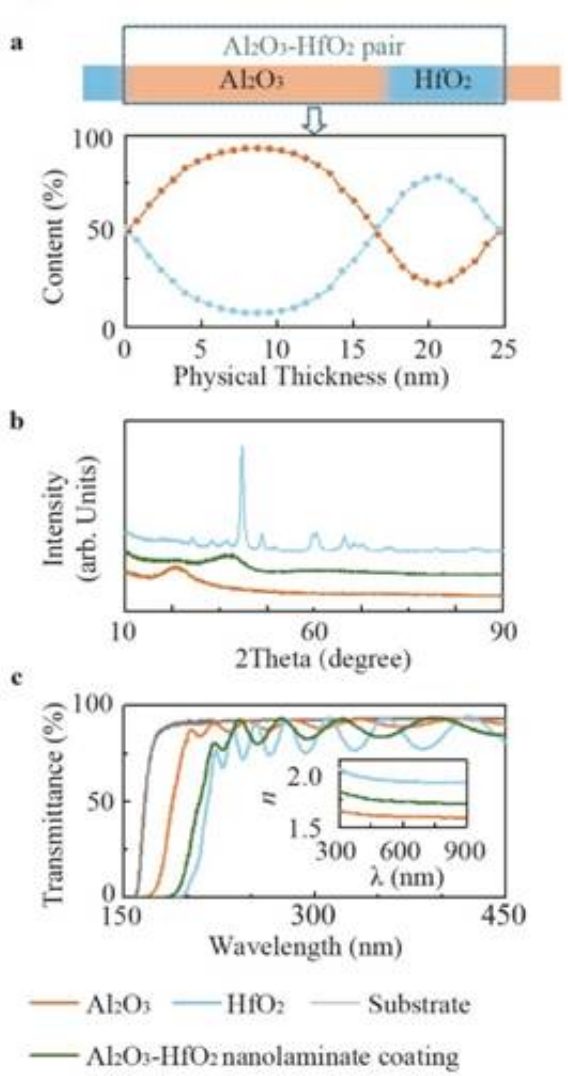


图2. Al2O3、HfO2和Al2O3-HfO2纳米叠层薄膜的性能表征。

（a）纳米叠层薄膜中Al2O3和HfO2的含量随膜层物理厚度的变化曲线。

（b）XRD谱图。

（c）透射光谱曲线。A2O3单层膜，HfO2单层膜和Al2O3-HfO2纳米叠层薄膜的物理厚度分别为513.8 nm，540.7 nm和444.1 nm。插图所示为膜层折射率。

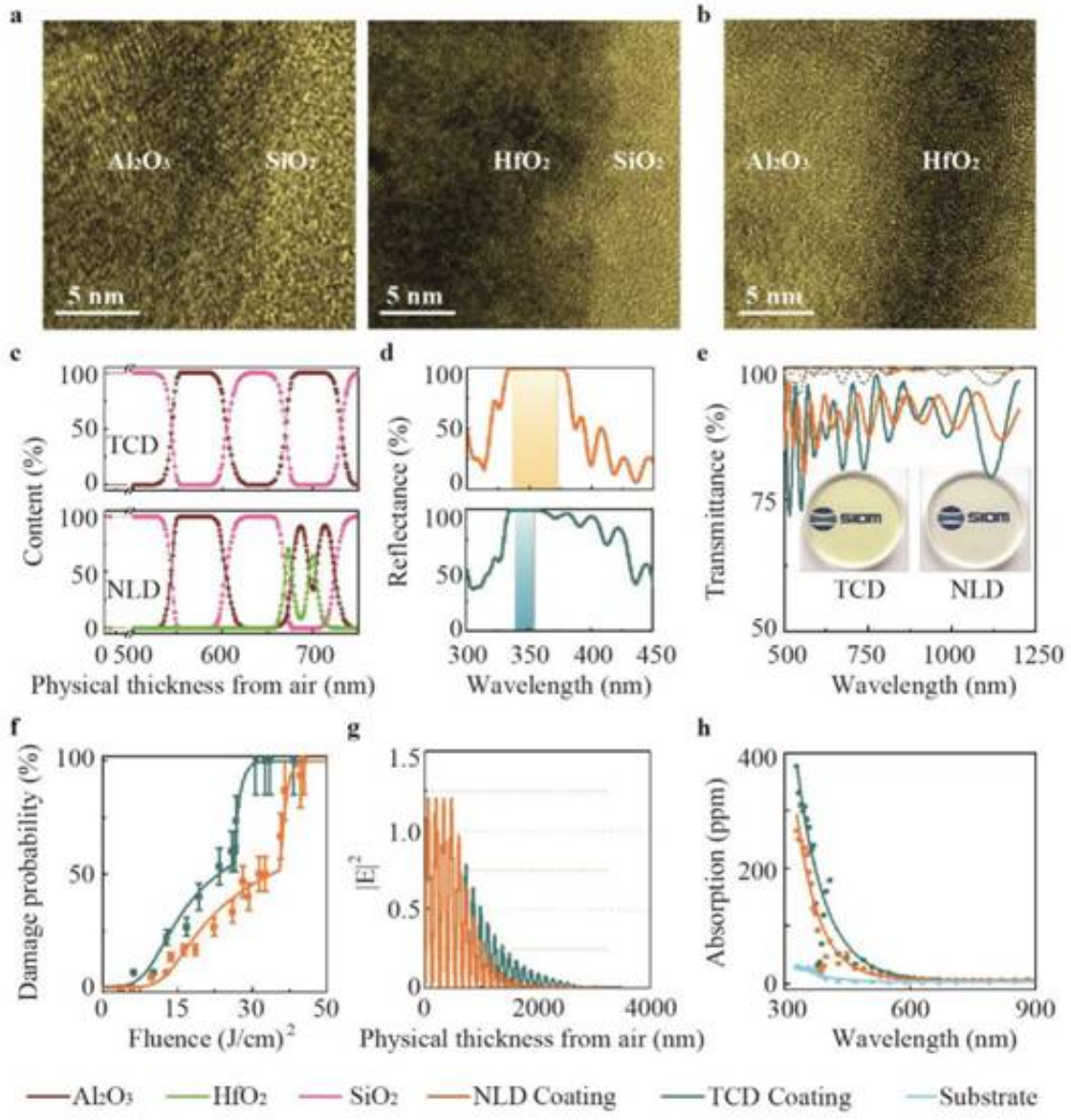


图3. 传统组合膜系设计和基于纳米叠层膜系设计的紫外反射薄膜性能。

（a）TCD和（b）NLD薄膜的剖面形貌（由高分辨率透射电子显微镜表征）。

（c）SiO2，Al2O3和HfO2含量随膜层深度的变化曲线。

（d）反射和（e）透射光谱曲线（45°入射角，实线：s偏振光，点线：p偏振光）。

（f）单脉冲损伤概率与激光辐照能量的关系。

（g）电场强度分布曲线。

（h）吸收随波长的变化曲线。

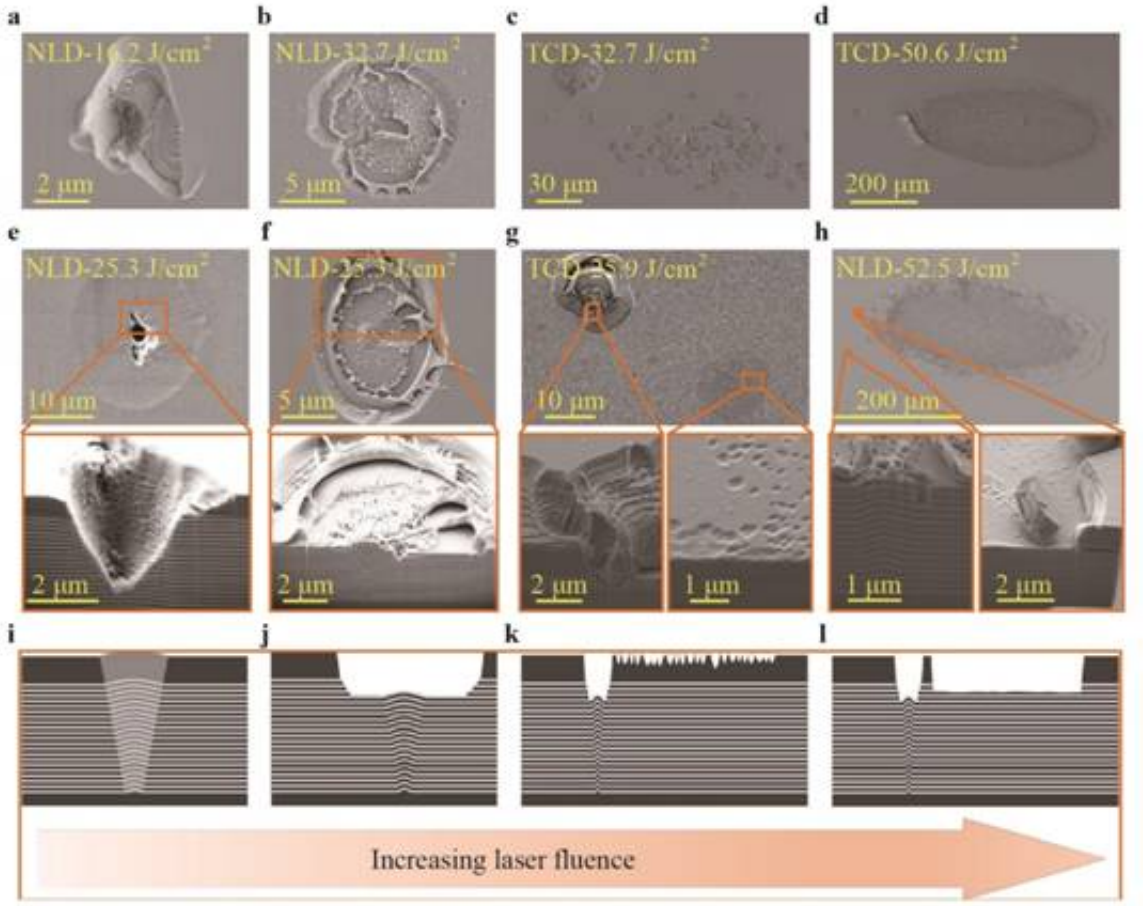


图4.激光损伤形貌图。

（a-h）SEM-FIB表征的激光损伤表面形貌图和剖面形貌图。

（i-l）激光损伤形貌随激光能量变化的示意图。

（来源：科学网）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41377-020-0257-4

作者：邵建达等 来源：《光：科学与应用》

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