
力学所基于等离子体放电特性调控在超硬高熵合金氮化物薄膜研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/14973.html>

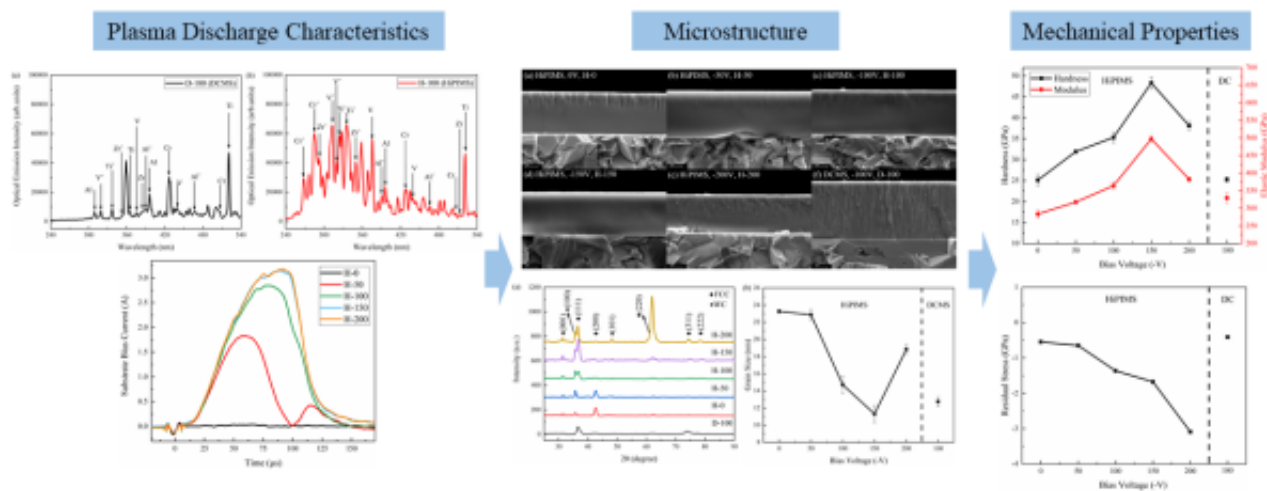
本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

高熵合金氮化物薄膜是一种基于高熵合金设计理念的产物，在热力学和动力学上可以分别具有更低的吉布斯自由能和更小的元素扩散速率，抑制了金属间化合物有序相的生成，促进简单固溶体结构甚至非晶相的形成。独特的设计理念以及相结构赋予高熵合金氮化物薄膜超高硬韧性、优异耐磨和耐蚀性、超强阻隔性等优异的物理性能，在航空航天、交通、能源等领域显示出广阔的应用前景。直流/射频磁控溅射（DC/RF-MS）是制备高熵合金氮化物薄膜常规的技术手段。然而，受限于较低的金属离化率，DC/RF-MS不仅使薄膜微结构疏松化并恶化了薄膜的性能，也大幅降低了薄膜结构和性能的可控性。因此，为了获得高性能高熵合金氮化物薄膜，迫切需要一种可提供高密度等离子体环境并进而控制薄膜生长过程的合成技术。近期，中国科学院力学研究所在这方面取得重要进展。

研究人员以Al-Cr-Ti-V-Zr-N高熵合金氮化物体系为研究对象，并采用高能脉冲磁控溅射技术（HiPIMS）构建高离化率的高熵合金等离子体成膜环境。等离子体发射光谱显示，HiPIMS等离子体中所有靶材元素均呈现出强烈的离化态趋势，在DCMS等离子体中靶材元素则基本以激发态的形式存在。与此同时，HiPIMS制备薄膜过程中辅以基体偏压技术，通过等离子体鞘层的调控直接驱动等离子体向基体运动，从而实现了对达到基体表面等离子体能量和通量的控制。研究结果表明，等离子体能量和通量的增加可显著增强离子轰击效应，从而促进择优形核点和缺陷的产生。同时，薄膜表面沉积粒子的迁移率和刻蚀效应也得到进一步提高。所制备的（AlCrTiVZr）N薄膜均呈现单一的FCC固溶体结构；在离子轰击效应作用下，其微结构形貌玻璃态化并呈现（111）晶粒取向择优生长、晶粒尺寸细化（11.3 nm），表面粗糙度低至0.4 nm。薄膜的硬度在结构强化效应、细晶强化效应以边界强化效应共同作用下达到超硬水平（48.3 GPa）。该研究系统阐述了高熵合金等离子体时空特性-微结构-力学性能三者之间的关系，有效解析了离子轰击效应在高熵合金薄膜生长过程中的作用机制，为高性能的高熵合金氮化物薄膜的设计和制备提供了线索。

相关研究成果以*Effect of bias voltage on the growth of super-hard (AlCrTiVZr)N high-entropy alloy nitride films synthesized by high power impulse magnetron sputtering*为题，发表在*Applied Surface Science*上。研究工作得到国家自然科学基金和中科院战略性先导科技专项的资助。

[论文链接](#)



HiPMS等离子体时空特性-微结构-性能之间的关系（DCMS为对比样）

研究团队单位：力学研究所

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](https://www.iikx.com)转发