

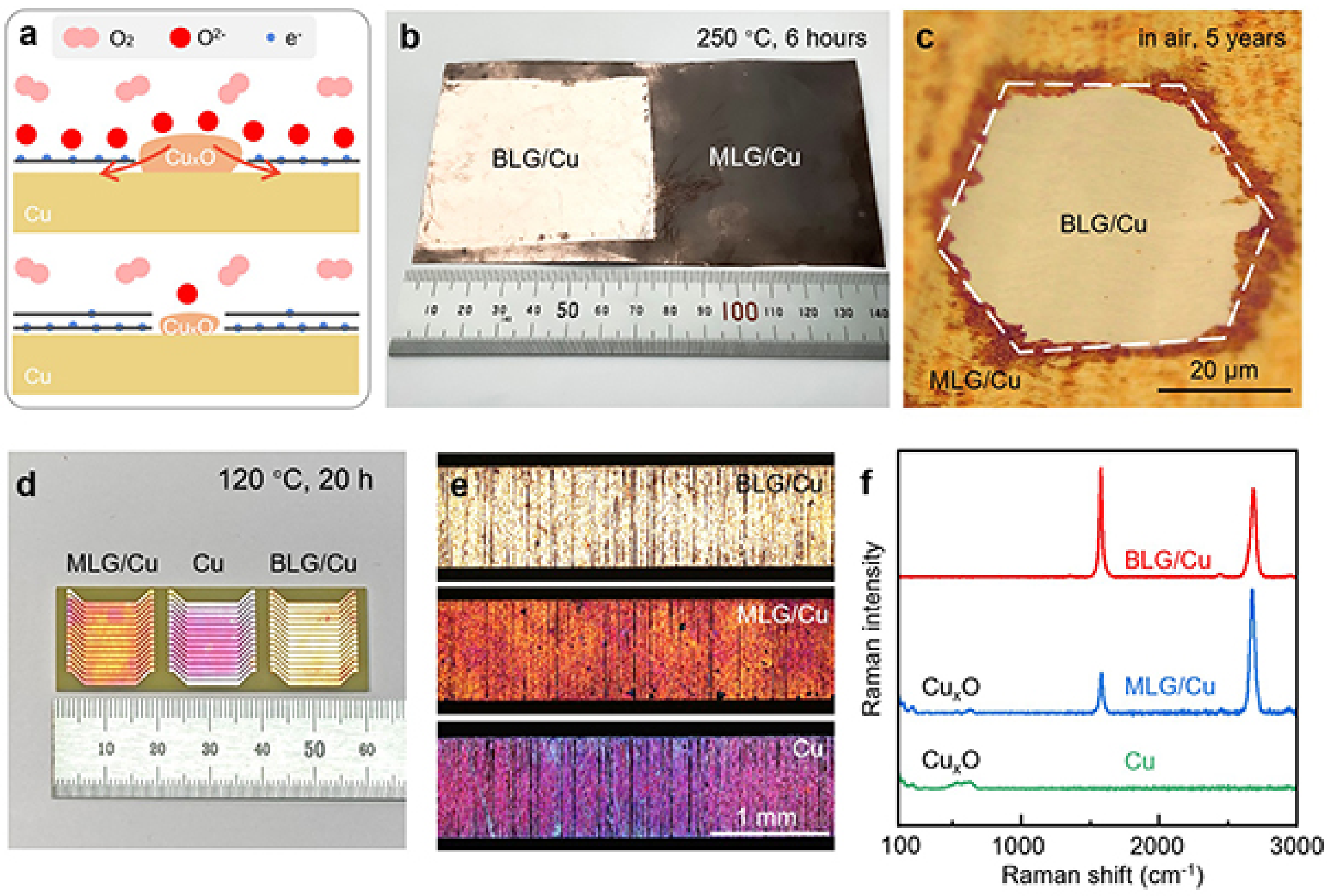


成功实现对铜箔的超高效防腐 研究揭示铜上双层石墨烯的双面各异掺杂机制

文章来源：中国科学报 | 2023/11/22

松山湖材料实验室-北京大学教授刘开辉与合作者研究揭示了铜上双层石墨烯的双面各异掺杂机制，解决了原子级石墨烯防腐技术易受界面扩散和电化学腐蚀侵害的难题，成功实现了对铜箔的超高效防腐。近日，相关成果在线发表于《自然-通讯》。

记者获悉，该技术可在室温下保护铜箔达5年以上、80 ℃水中浸泡保护铜达100分钟以上、200 ℃下保护铜箔达1000小时以上，达到了工信部《重点新材料首批次应用示范指导目录》中要求的1000倍，有望拓展铜在高温、高湿等极端环境下的应用前景。



双层石墨烯覆盖铜的超高效抗腐蚀性能。研究团队 供图

铜因其优良的物理性质（高导电性、高导热性等）而广泛应用于电力电子、半导体工业之中。但是，铜易受腐蚀的特性极大限制了其高端应用的开发。目前，人们普遍使用传统的有机涂层法或牺牲阳极法等对铜进行保护，然而这些方法通常依赖于较厚的涂层，难以满足高端器件微型化的需要。

石墨烯因在单原子层厚度上具备优异的防渗透能力和极高的化学稳定性，被认为是金属保护涂层的重要备选之一。然而，石墨烯-金属体系通常具有弱的界面耦合作用和强的表面电化学活性。有研究表明，在长时间、高湿度的环境下，石墨烯甚至会加速铜的腐蚀。因此，亟需开发一种能有效阻断界面扩散和电化学腐蚀的原子级防腐技术。

针对上述难题，科学家团队利用双层石墨烯覆盖，实现了超高效（200 ℃下1000小时，室温环境下5年）的铜表面腐蚀保护。并且，研究团队证明，此方法的有效性与铜的晶面和石墨烯的堆叠方式无关，可通过多种制备方式获得，且适用于高温、高湿等多种环境，极大扩展了石墨烯原子级防腐涂层的应用前景。

作为原型演示，松山湖材料实验室团队在印制电路板裸铜电路上覆盖了双层石墨烯，并实现了120 ℃下20小时以上的保护效果，相较传统的防腐手段，能够更大程度保留铜本身的优异电学、光学等物理性质。该技术有望为铜在高温、高湿等苛刻环境中的集成化应用开辟道路，也为下一代电子器件和光电器件进一步缩小体积、实现微型化带来新的机遇。

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41467-023-43357-1>