

上海硅酸盐所透明陶瓷材料电场辅助快速连接研究获进展

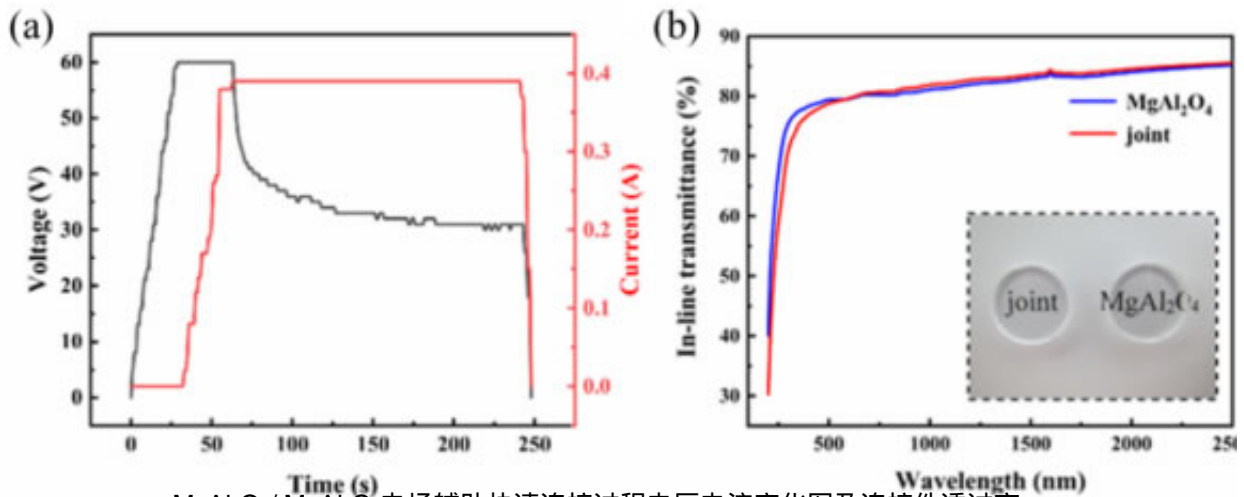
以镁铝尖晶石 ($MgAl_2O_4$) 和氧化钇陶瓷 (Y_2O_3) 为代表的高光学质量透明陶瓷, 因优异的综合物理化学性能, 在激光、高技术 and 医疗等领域应用广泛。然而, 受限于陶瓷材料本身的脆性与难加工特性, 透明陶瓷的连接是实际工程应用过程中面临的关键技术难题。目前, 已有多种应用于透明陶瓷的连接技术, 如机械连接、扩散连接、钎焊连接等, 但均难以解决连接部件同时具有高连接强度与良好光学透过率的要求。近几年, 受到闪速烧结 (Flash sintering) 技术的启发, 电场辅助快速连接技术应运而生。这一技术通过施加阈值直流电场激发大量氧缺陷, 在力-热-电三场耦合作用下, 能够在极短的时间内 (秒级) 实现陶瓷材料的连接。

中国科学院上海硅酸盐研究所先进碳化物陶瓷材料课题组研究员刘岩首次提出将电场辅助快速连接技术应用于透明陶瓷的连接。近期, 该团队实现了镁铝尖晶石/镁铝尖晶石以及氧化钇透明陶瓷/钛合金之间的电场辅助快速连接, 通过对工艺参数、连接强度和界面形貌的调控, 在 $1500 \text{ V/cm}/180 \text{ s}$ 的工艺条件下获得抗弯强度达到 256 MPa (母材自身强度的 114%) 且在中红外波段透过率达到 85% 的 $MgAl_2O_4$ /

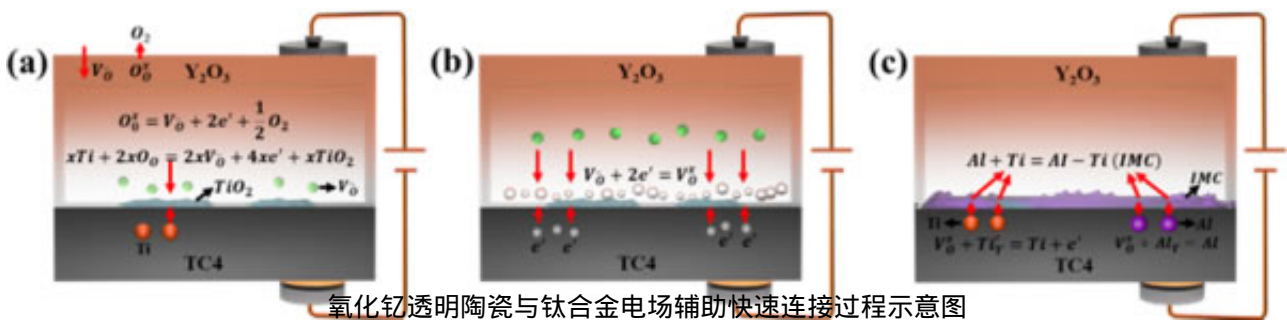
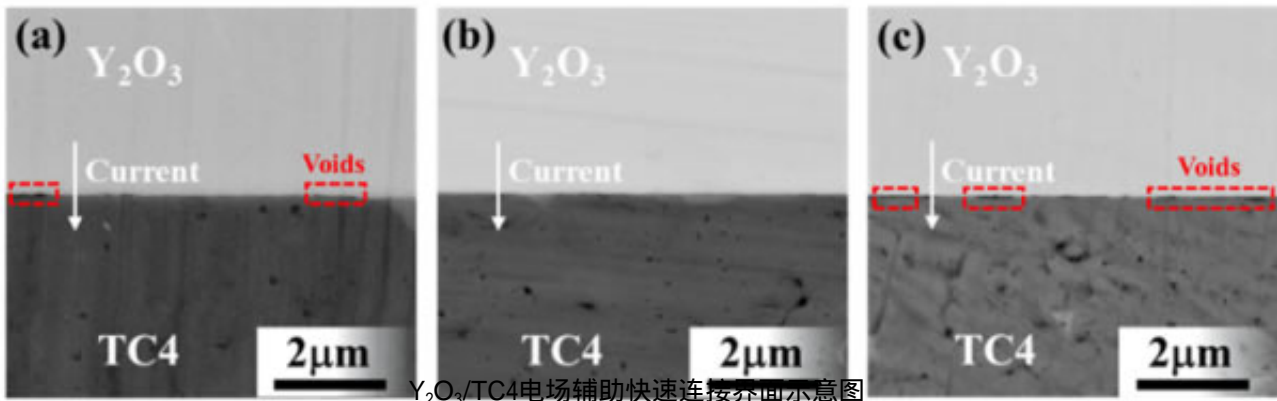
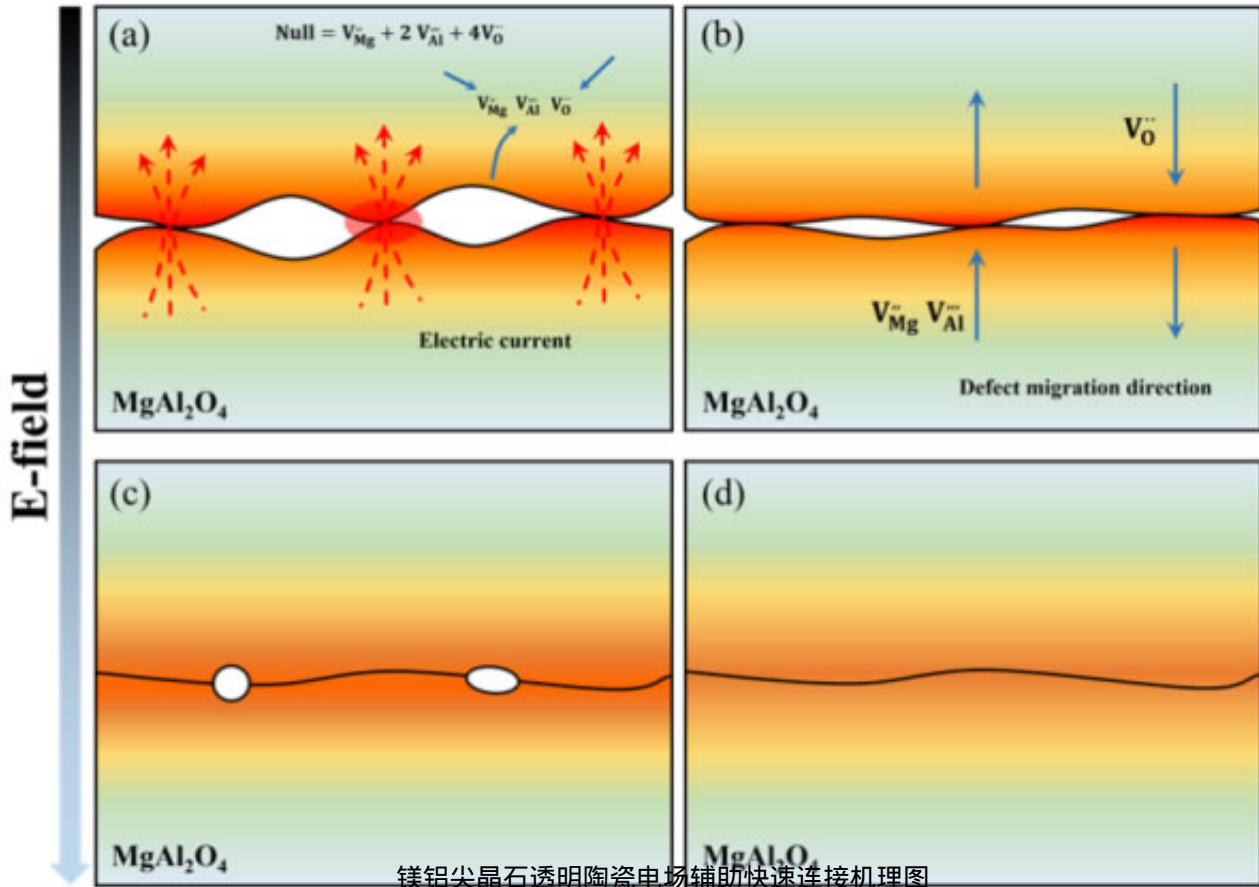
$MgAl_2O_4$ 连接件, 同时, 采用电场辅助快速连接技术同样实现了 Y_2O_3 透明陶瓷与 TC4 钛合金的连接, 且连接部件最高抗剪切强度达到 $36 \pm 2 \text{ MPa}$ 。该团队通过对连接界面物相分析、有限元模拟、阻抗分析等方法, 对透明陶瓷电场辅助快速连接机理提出了新见解。对于透明陶瓷间的连接而言, 接触阻抗导致焦耳热在接合界面附近积聚, 使得扩散系数增大并促进肖特基缺陷的形成, 同时缺陷沿电场方向快速迁移, 实现界面连接; 对于透明陶瓷与金属间的连接而言, 电场和电流的协同作用, 氧空位在阈值电场作用下生成并与电子结合, 在界面附近聚集成微孔, 同时在焦耳加热和电流电迁移的共同作用下与原子/离子发生快速反应而实现连接。

相关研究成果发表在《欧洲陶瓷学会志》上, 并申请中国发明专利。研究工作得到国家自然科学基金和国家重点研发计划的支持。

近年来, 该团队开发出碳化硅陶瓷 NITE 连接技术、碳化硅陶瓷低温玻璃焊接技术等多种先进陶瓷连接技术。



$MgAl_2O_4/MgAl_2O_4$ 电场辅助快速连接过程电压电流变化图及连接件透过率



原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/204300.html>