

长春光机所等在钙钛矿单晶场效应晶体管方面取得进展

近日, 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所郭春雷中美联合光子实验室与阿卜杜拉国王科技大学 (沙特)、北卡罗来纳大学教堂山分校 (美国) 等单位合作在制备基于钙钛矿的场效应晶体管方面取得新进展。

在过去的十年中, 有机-无机杂化钙钛矿在光伏、光电探测、发光等领域的研究获得巨大进展。然而, 利用钙钛矿材料制备经典的器件——场效应晶体管 (FET) 仍然存在很大挑战。主要原因在于晶体管中载流子在横向和界面的传输特别容易受到钙钛矿多晶薄膜晶面状态和晶粒中普遍存在的缺陷的影响。基于此, 郭春雷中美联合光子实验室副研究员于伟利、现澳大利亚悉尼大学博士李峰和瑞典查尔姆斯理工大学博士于立扬等人采用了一种空间限域反温度结晶的方法, 合成了具有亚纳米表面粗糙度和极低表面缺陷的甲基铵卤化铅钙钛矿 MAPbX₃

(X=Cl, Br, I) 薄单晶, 并采用这些薄单晶制备了高效 FET, 研究了其载流子传输性质。

制备了基于 MAPbX₃

(X=Cl, Br和I) 杂化钙钛矿单晶的高性能 FET 器件, 包括底栅顶接触 (BGTC) 和底栅底接触 (BGBC) 两种器件构型。在实验中发现: 限制晶体生长方向对于将杂化钙钛矿单晶集成到 FET 器件中至关重要。在反温度结晶过程中的空间限域产生了超光滑的顶面和底面形貌, 没有明显的晶粒界畴以及通常在自由生长的晶体和多晶薄膜中观察到的任何其他波纹, 在杂化钙钛矿多晶薄膜常见的形态缺陷和表面经常发现的化学杂质也得到了明显的控制。这种方法还消除了多晶薄膜中常见的晶界 (已知晶界是隧道结形成引起的横向传输阻力的来源)。通过垂直限制, 晶体倾向横向生长, 使它们达

到毫米级

或更大, 并且易于

桥接。半导体/电介质界面具有强附着

力和良好的电接触。在室温下容易实现 10^3 - 10^5

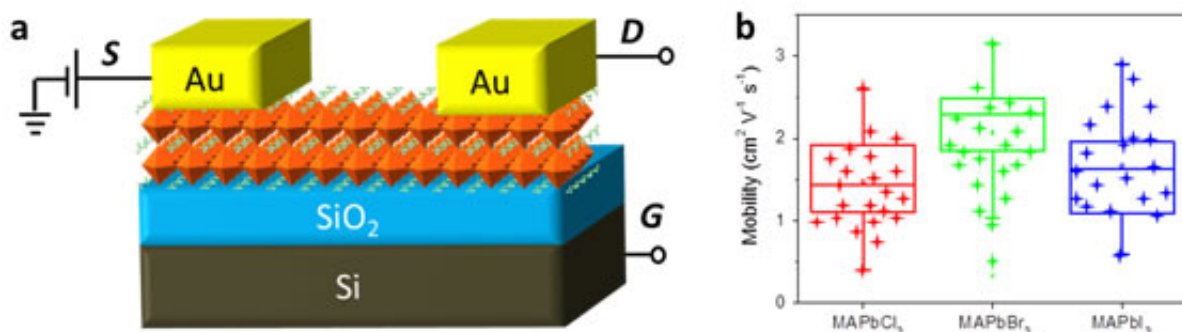
范围的开/关比。此外, 器件显示出低的阈值电压: 在 BGTC 低于 5V, 在 BGBC 器件中低于 2V。总的来说, 跨不同卤化物

物和器件结构的最大室温空穴(电子)迁移率范围为 2.6 至 4.7 (0.26 至 2.2) $\text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$, 平均空穴(电子)迁移率在 1.5 至 2.9

(0.19 至 1.3) $\text{cm}^2 \text{V}^{-1} \text{s}^{-1}$ 范围内, 显著优于迄今报道过的基于薄膜的 MAPbI₃ FET 器件。总的来说, 这项工作证明了通过垂直限域技术生长卤化物钙钛矿薄单晶并利用其制备 FET 器件的可行性, 使得杂化钙钛矿成为一个可行的平台印刷材料和透明电子材料。

该成果发表在《自然-通讯》杂志上 (Nature Communications, 2018, 9 (1), 5354), 于伟利为第一作者, 李峰和于立扬为共同第一作者。

该工作得到国家自然科学基金面上项目 (61705227) 的支持。



原文地址: <http://www.china-nengyuan.com/tech/133327.html>