

科学家创制出无疲劳铁电材料 有望实现存储器无限次数擦写

6月7日，中国科学院宁波材料技术与工程研究所柔性磁电功能材料与器件团队联合电子科技大学、复旦大学，在《科学》(Science)上发表了题为Developing fatigue-resistant ferroelectrics using interlayer sliding switching的研究文章。该研究基于二维滑移铁电机理，创制了无疲劳的铁电材料，为解决铁电材料的疲劳问题提供了全新途径。

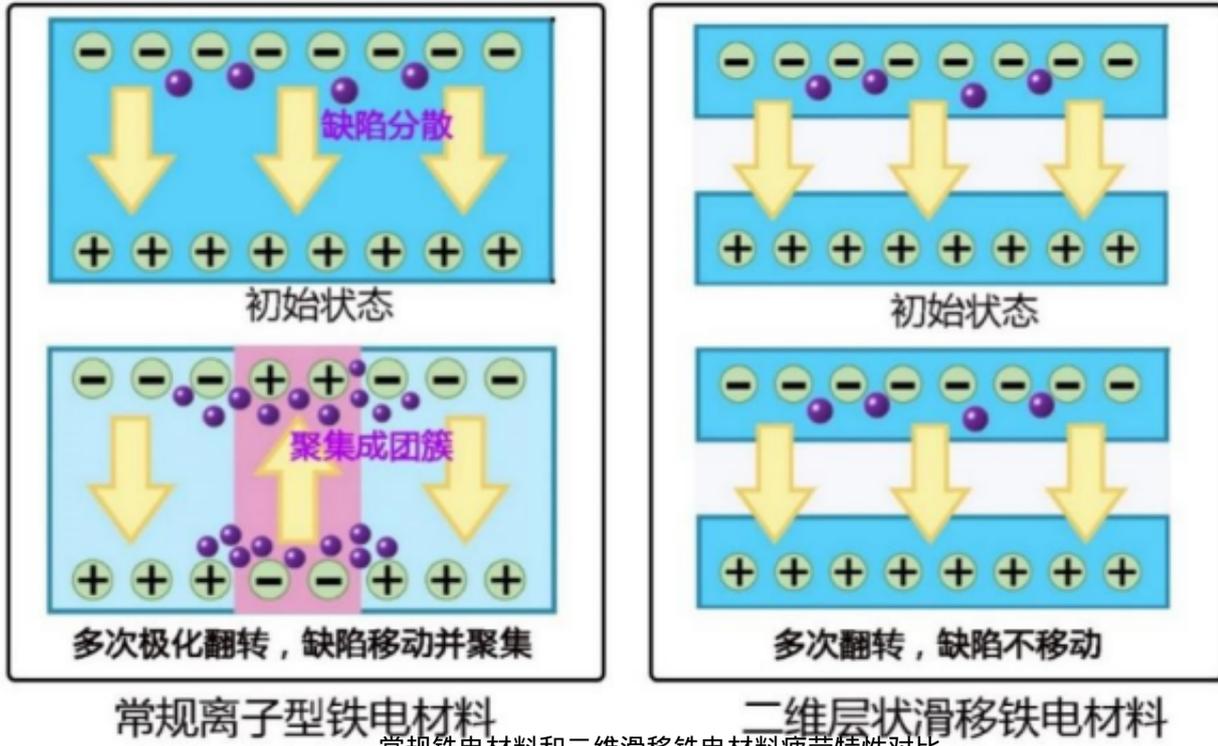
铁电材料是常见的功能材料，因晶体正负电荷中心不重合，产生电偶极矩，从而具有自发电极化的性质，并能够被外场所调控。然而，以商用最广的锆钛酸铅为代表的传统铁电材料在使用过程中会发生铁电疲劳，即随着极化在外场下翻转次数的增加，电极化减小，导致性能衰减，最终引发器件失效故障。在全球范围内，铁电疲劳失效是各类电子设备发生故障的主要原因之一。近年来，利用铁电材料制备的各类器件常被用于在高温高压、高频震动、高强磁场、高强辐射等复杂环境下执行存储、传感、驱动、能量转换等关键任务，但铁电器件在外场的反复加载下会逐渐发生疲劳失效。因此，对铁电材料的抗疲劳特性进行优化和设计，是保障设备可靠性的基础。

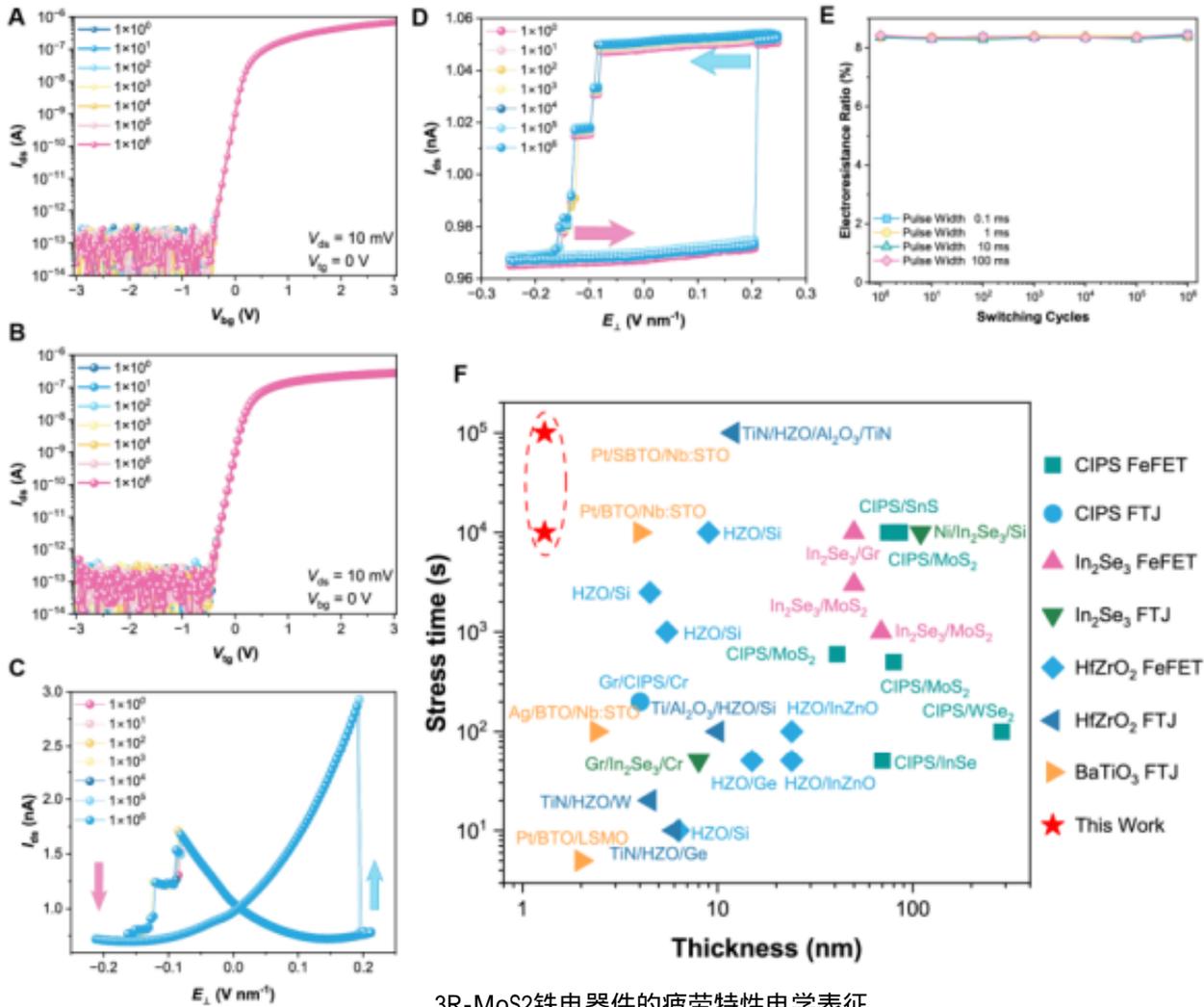
铁电材料的疲劳被认为是带电荷缺陷所致。铁电材料的极化翻转依赖于铁电畴界的移动。铁电材料在循环外场反复加载过程中，电极化翻转，带电缺陷也会随着移动，久而久之缺陷便会聚集成团簇。缺陷团簇能够钉扎畴界，使其难以移动。一旦畴界被钉扎住，极化便难以翻转，致使器件疲劳失效。

宁波材料所柔性磁电功能材料与器件团队副研究员何日与研究员钟志诚，通过理论计算预言了滑移铁电材料的抗疲劳特性，并联合电子科技大学教授刘富才团队、复旦大学教授李文武团队，基于滑移铁电机理，制备出无疲劳二维层状滑移铁电材料。进一步，研究通过AI辅助的跨尺度原子模拟，阐明了这一机制实现抗铁电疲劳的微观起源。二维滑移铁电机理与传统铁电材料的离子位移机制不同。在电场的作用下，二维材料层与层之间会产生整体滑移，同时层间会发生电荷转移，进而实现面外极化翻转。理论计算发现，相比于常规铁电材料，滑移铁电通过层间滑移实现极化翻转所需电场较小，但如此小的电场不足以使带电缺陷移动。同时，由于二维材料层状结构，缺陷难以跨越层间移动，因此缺陷不会聚集，也不会产生铁电疲劳。

该研究以双层MoS₂二维材料为代表性材料，采用化学气相输送法制备出双层MoS₂铁电器件。在百万次循环电场翻转极化后，铁电极化并未发生衰减，这提示该铁电器件的抗疲劳性能优于传统离子型铁电材料。研究发现，以存储器为例，使用新型二维滑移铁电材料制备的铁电存储器无读写次数限制。因此，无疲劳的新型二维层状滑移铁电材料有望提升设备可靠性，降低维护成本。

研究工作得到国家自然科学基金和浙江省自然科学基金等的支持。





3R-MoS $_2$ 铁电器件的疲劳特性电学表征

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/212171.html>