中国科大等在高储能电介质电容器研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/9723.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！

中国科学技术大学李晓光团队联合清华大学教授沈洋课题组在高储能密度柔性电容器领域取得新进展。研究者成功找到了一种可以大幅度提高聚合物基复合材料击穿电场强度和介电储能密度的方法，该方法可推广至不同的柔性聚合物电介质材料，为今后高储能电容器的设计提供了一种可行的方案。该成果以*Negatively Charged Nanosheets Significantly Enhance the Energy-Storage Capability of Polymer-Based Nanocomposites* 为题在线发表在《先进材料》（*Adv. Mater.*）杂志上。

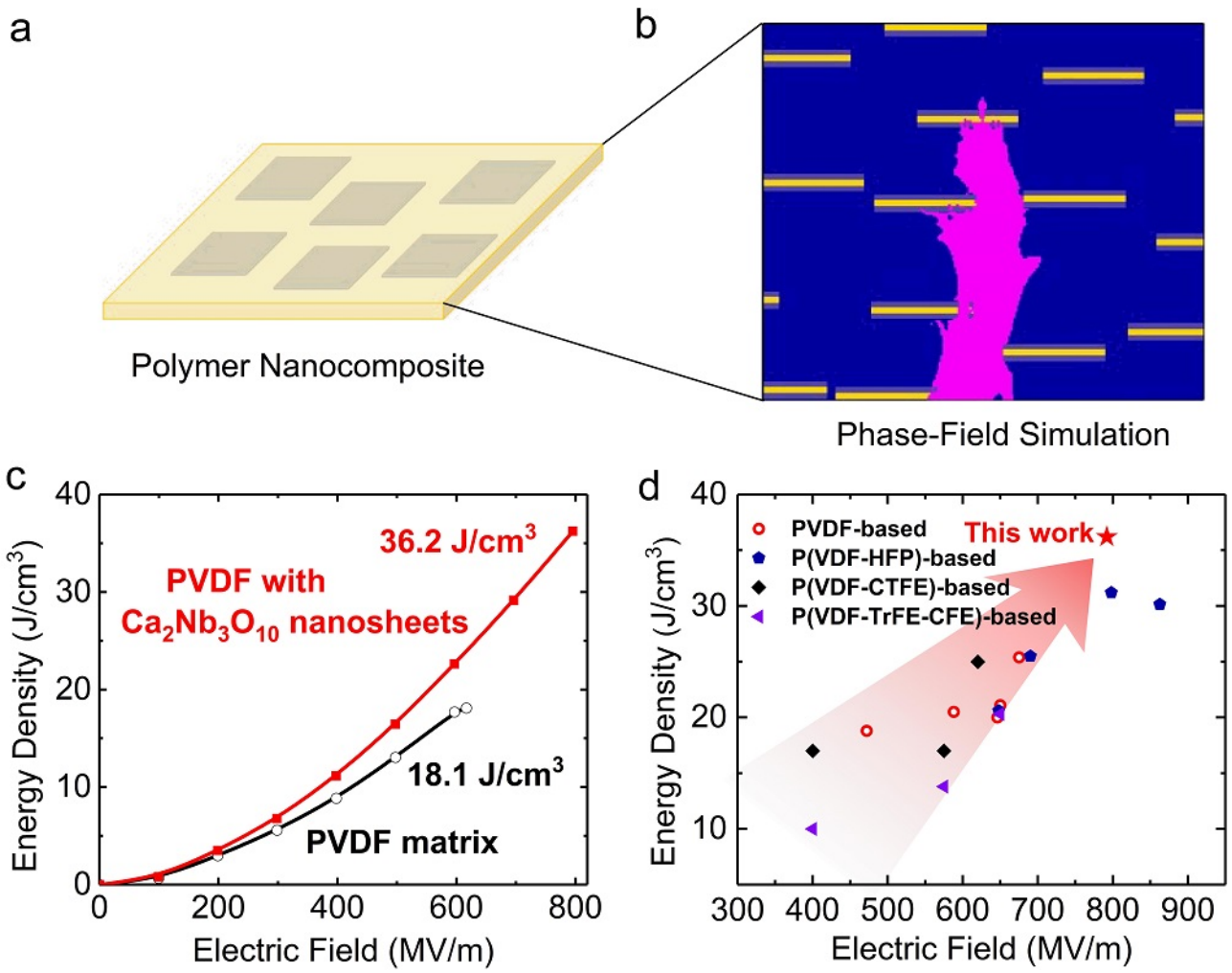
电介质电容器由于其超快的充放电速率和超高的功率密度，成为智能电网调频、电磁炮等高能武器系统的核心器件，并在新能源电动汽车、可穿戴电子等领域具有广阔应用前景。其中，成本低、易加工、耐高电压的柔性聚合物是最有潜力的电容器电介质材料之一，但其低介电常数导致的低储能密度限制了当今电子工业对器件小型化和高性能化的要求。针对这一难题，人们提出将高介电常数的无机填料加入到聚合物基体中，用于制备高储能密度复合材料，但通常高体积分数的无机材料的加入会降低复合材料击穿电场强度，对使用安全和寿命造成影响。因此，在介电常数提高的同时进一步提升材料击穿场强，是获得高储能密度复合材料亟需解决的难点。

针对上述挑战，合作团队提出了一种普适的可行策略，即利用带负电无机填料的局域反向电场抑制二次碰撞电子的产生，从而阻碍击穿相的形成发展，进而提升复合材料击穿场强和储能密度。基于此，研究人员制备出掺入少量带负电的2维 $Ca_2Nb_3O_{10}$ 填料的聚偏二氟乙烯（PVDF）基复合材料，在提高其介电常数的同时，获得了极高的击穿场强（~792MV/m）和储能密度（~36.2 J/cm^3 ），该柔性电容器的储能密度是目前已报道聚合物基复合材料中最高的，是目前最好的商用双向拉伸聚丙烯（BOPP）薄膜电容器的18倍，甚至超过了商用电化学电容器（20-29 J/cm^3 ）。此外，相比于PVDF基体，复合材料的杨氏模量也有明显的提高而漏电流密度依然维持在较低水平，这些分别有利于避免机电击穿与电热击穿的发生。为了进一步验证该策略的普适性，研究人员基于相场模拟和有限元计算验证了纳米片填料负电荷对抑制电击穿的重要作用，并在聚苯乙烯（PS）基复合材料中同样实现了击穿场强与储能密度的大幅提升。该项研究工作为今后高能量密度柔性电介质储能材料的实用化提供了全新的思路。

中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心和物理学院教授李晓光、殷月伟以及清华大学材料学院教授沈洋为论文通讯作者。中国科大博士生包志伟、侯闯明和清华大学博士生沈忠慧为论文共同第一作者。

该项研究得到国家自然科学基金、科技部国家重点研发计划、中国科大“双一流”人才团队平台项目的资助。

文章链接



图例说明：a.复合材料示意图。b.复合材料电击穿过程的相场模拟中，带负电$Ca_2Nb_3O_{10}$纳米片对电树枝发展起阻碍作用。c. PVDF基复合材料与纯PVDF的储能密度与电场的关系。d.不同聚合物基纳米复合材料的击穿强度和能量密度的对比。

研究团队单位：中国科学技术大学

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转发