

吴天准研究团队通过纳米二氧化钛快速聚合 聚多巴胺制备高性能柔性电极

中国科学院深圳先进技术研究院微纳系统与仿生医学研究中心吴天准研究团队与贵州大学机械工程学院秦水介研究团队在制备高性能柔性电极方面的研究取得进展。相应成果为“Huang ZL, Zeng Q, Hui Y, et al. Fast polymerization of polydopamine based on titanium dioxide for high-performance flexible electrodes [J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2020, 12(12): 14495-14506 (基于纳米二氧化钛快速聚合聚多巴胺制备高性能柔性电极)”。

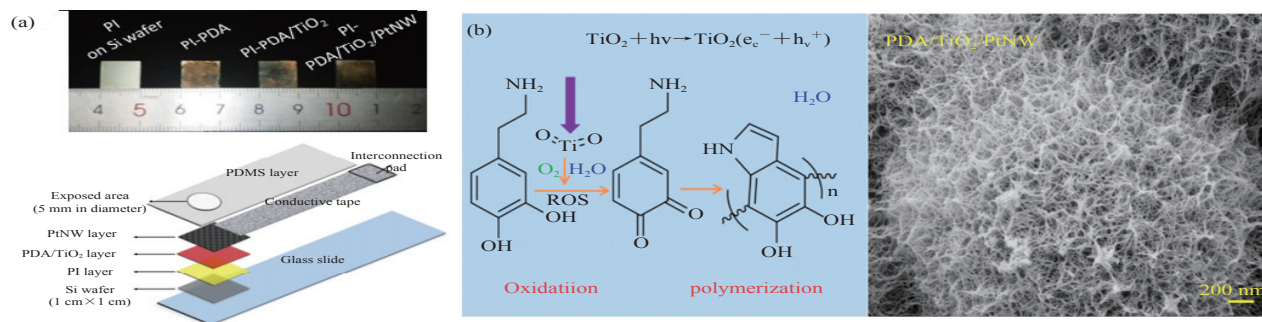
随着智能柔性电子在可穿戴、可植入领域的迅猛发展，迫切需求一种易操作、生物兼容性好及低成本地高效制备仿生电极材料的方法。传统柔性电子器件制造工艺普遍存在柔性衬底和金属导电层的杨氏模量相差巨大的问题，导致粘附力低、易分层和失效。为获得较好的刺激/记录性能，促使微型化的电化学电容器达到较高的储能密度，以更好地服务于人造耳蜗、人造视网膜、深脑刺激器等神经假体领域。当前通常使用多巴胺(DA)仿生聚合物及其衍生物作为柔性电子器件的缓冲层，以替代传统工艺的物理粘附。然而，传统聚多巴胺(PDA)的仿生薄膜成型速度缓慢、电极修饰材料工艺复杂且与基底的粘附性能普遍较低，严重限制了聚多巴胺薄膜在柔性器件

的应用。

为解决以上矛盾，该研究在前期神经电极表面研究(*Electrochimica Acta*, 2017, 2(37): 152-159; *Advanced Materials Interfaces*, 2019, 6(18): 1900356)的基础上，创新性地提出通过添加纳米二氧化钛(nano-TiO₂)大幅加速仿生 PDA 黏附性薄膜成型，并将其作为导电粘附层，随后再修饰铂纳米线(PtNWs)结构使电极获得优异的电学性能。

结果显示，与传统的紫外光照成型方法相比，PDA 薄膜在室温下的沉积速率提高了 10 倍以上，1 h 内即可成型；nano-TiO₂ 的加入显著提高了 PtNWs 与 PDA 的螯合率，极大地简化了电极制造工艺。这种新方法制备的电极面阻抗为 0.096 8 kΩ/cm² (比未修饰电极降低了 99.88 %)，阴极电荷存储能力(CSCc)高达 234.4 mC/cm²，是传统溅射工艺制造金属钛/铂电极的 13.5 倍；同时具有更明显的光电流极化响应。此外，PDA/TiO₂/PtNW 修饰层与电极基底的粘附性较高，在降低成本的同时也极大地提高了电极的加工制造效率和电学性能。

该研究成果可操作性强，具有广阔的应用前景，为柔性电极的制备开拓了新思路，可广泛应用于神经植入体、生物传感器或载药、光电电极材料等实际应用中。



(a) 不同修饰电极实物图以及用于电学性能测试的工作电极制备示意图；(b) Nano-TiO₂ 与紫外光照加速 PDA 聚合示意图以及 PDA/TiO₂/PtNW 修饰电极的 SEM 图