

电化学还原二氧化碳的方法



能源和环境

节能/发电/管理/储存 (电池)

废物处理/管理

机遇

工业活动导致大气中二氧化碳 (CO₂) 快速积累, 对全球气候稳定构成严重威胁, 迫切需要将CO₂转化为有价值产品的技术。电化学CO₂还原反应 (CO₂RR) 是一种前景广阔的方法, 利用可再生电力将CO₂转化为燃料和化学原料。铜基催化剂因其能够生产乙烯和乙醇等多碳 (C₂₊) 产品而备受关注, 这些产品比甲酸等单碳 (C₁) 产品具有更高的经济价值。然而, 现有铜催化剂存在活性和选择性不足的问题, 尤其是对高价值C₂₊烃类的选择性。尽管已探索了形貌控制和电解质改性等策略, 但电解质阳离子与催化剂表面之间的基本相互作用在很大程度上被忽视。这一空白为通过设计催化剂表面以优化阳离子吸附和电子调控来提升CO₂RR性能提供了关键机遇。

技术

本专利公开了一种使用专用铜复合催化剂进行电化学CO₂还原的方法。核心创新是通过两步湿化学工艺在铜基底上生长的铜纳米片 (CuNS) 阵列: 首先使用过硫酸钾等氧化剂氧化铜箔形成氧化铜纳米片, 随后通过电化学还原为金属铜纳米片。这些纳米片厚度约为20-30纳米, 主要暴露铜 (100) 晶面, 并与基底化学结合。在KHCO₃等电解质中进行CO₂RR时, CuNS阵列的不均匀表面和纳米结构促进了钾离子 (K⁺) 在催化剂表面的强吸附。密度泛函理论计算表明, 这种增强的阳离子吸附改变了铜位点的电子结构, 降低了碳-碳耦合的能垒, 有利于C₂₊产物而非C₁产物的形成。该方法在相对于可逆氢电极-1.0至-1.2 V的施加电压下运行, 优化了选择性。催化剂制备可集成在电化学池中原位进行, 简化了流程。

优势

- 对乙烯、乙醇和正丙醇等高价值多碳 (C₂₊) 产物的选择性增强。
- C₂₊产物的法拉第效率高, 在-1.1 V vs. RHE时可达64.0%。
- 抑制氢析出和甲烷生产, 提高过程效率。
- 强阳离子-催化剂相互作用提升了反应速率和产物分布。
- 采用湿化学法的简单、可扩展两步合成。
- 原位催化剂活化将制备与操作集成。
- 使用常见电解质 (如KHCO₃), 降低成本。
- 自支撑电极结构确保机械稳定性。

应用

- 将工业CO₂排放 (如来自发电厂) 转化为可再生燃料。

备注

IDF:1545

IP状态

已申请专利



技术成熟度等级 (TRL) ?

3

发明人

余金礼教授

范战西教授

查询: kto@cityu.edu.hk



- 生产用于塑料和化学品的化学原料（乙烯、乙醇）。
- 通过将过剩可再生能源转化为可储存烃类进行储能。
- 碳捕获与利用（CCU）系统以缓解气候影响。
- 用于分散式燃料合成的电化学反应器。
- 其他电化学还原过程的催化剂设计。

