[Highlight]

doi: 10.3866/PKU.WHXB201611081

www.whxb.pku.edu.cn

铁掺杂磷化钴纳米阵列作为多功能析氢催化剂

吴 凯

(北京大学化学与分子工程学院, 北京 100871)

化石燃料的快速消耗及其带来的环境污染等问题迫使人们寻找可替代的再生能源。氢气作为一种清洁的可再生能源,有望在未来成为化石燃料的替代品。目前,工业上制氢主要采用催化水蒸气重整、煤气化及石油裂解等方法,但这些方法存在一些缺点,如能耗高、制备的氢气不纯、排放出大量二氧化碳等。碱性条件下电解水制氢具有操作方便、自动化程度高、环保无污染等优点,是一种制备高纯氢气的有效途径,但需要催化剂以降低阴极析氢过电势和阳极析氧过电势¹。硼氢化物如硼氢化钠、氨硼烷和硼氢化锂的催化水解提供了另一个环境友好的制氢途径。其中,硼氢化钠由于具有理论氢容量高、无毒、环境友好及在碱性溶液中稳定存在等优点,成为理想的水解制氢材料。然而这两种技术的大规模工业应用都需使用高效稳定且价格低廉的催化剂。

过渡金属磷化物是磷原子进入过渡金属晶格而形成的间隙化合物,由于具有极强的导电性、高的热稳定性和化学稳定性,可作为性能优异的电极材料用于电催化及传感领域。表面活性剂的存在会阻碍催化剂表面的活性位点而降低催化效率,因此,无表面活性剂过渡金属磷化物纳米结构的制备是其在催化及分析应用的重要基础。四川大学孙旭平教授课题组发展的保形磷化策略解决了这一难题,实现了无表面活性剂过渡金属磷化物纳米结构及阵列的可控制备,并成功用于酸性溶液中高效催化质子电还原制氢²⁻⁶及高灵敏、

高选择性核酸和葡萄糖分析检测^{7,8}。

Advanced Materials 最近刊出了孙旭平教授课题组的另一研究成果⁹。他们在导电基底钛片上开发了铁掺杂的磷化钴纳米阵列(Fe-CoP/Ti)催化电极,这种单片集成电极在碱性水电解环境中表现出优于磷化钴纳米阵列的催化性。Fe-CoP/Ti电极达到电流密度 $10 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ 时仅需 78 mV 析氢过电势和 230 mV 析氧过电势。在两电极电解池中,只需池电压 1.6 V 可达到电流密度 $10 \text{ mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。此外,Fe-CoP/Ti 在碱性环境中对硼氢化钠水解也具有高的催化活性和优越的重复使用性。在百分之一的硼氢化钠溶液中,在 25 °C 时其活化能低至 $39.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,产氢速率达 $6.06 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 。本工作为高效、稳定、多功能的杂原子掺杂过渡金属磷化物纳米阵列催化剂开发提供了新思路。

References

- (1) Wang, J.; Cui, W.; Liu, Q.; Xing, Z.; Asiri, A. M.; Sun, X. *Adv. Mater.* **2016**, 28, 215. doi: 10.1002/adma.201502696
- (2) Tian, J.; Liu, Q.; Asiri, A. M.; Sun, X. *J. Am. Chem. Soc.* **2014**, 136, 7587. doi: 10.1021/ja503372r
- (3) Liu, Q.; Tian, J.; Asiri, A. M.; Sun, X. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2014**, 53, 6710. doi: 10.1002/anie.201404161
- (4) Tian, J.; Liu, Q.; Cheng, N.; Asiri, A. M.; Sun, X. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2014**, 53, 9577. doi: 10.1002/anie.201403842
- (5) Jiang, P.; Liu, Q.; Liang, Y.; Tian, J.; Asiri, A. M.; Sun, X. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2014**, 53, 12855. doi: 10.1002/anie.201406848
- (6) Tang, C.; Gan, L.; Zhang, R.; Lu, W.; Jiang, X.; Asiri, A. M.; Sun, X.; Wang, J.; Chen, L. *Nano Lett.* **2016**, 16, 6617. doi: 10.1021/

acs.nanolett.6b03332

Anal. Chem. **2016**, 88, 7885. doi: 10.1021/acs.analchem.6b02216

- (7) Tian, J.; Cheng, N.; Xing, W.; Sun, X. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2015**, 54, 5493. doi: 10.1002/anie.201501237

- (9) Tang, C.; Zhang, R.; Lu, W.; He, L.; Jiang, X.; Asiri, A. M.; Sun, X. *Adv. Mater.* **2016**, doi: 10.1002/adma.201602441

- (8) Chen, T.; Liu, D.; Lu, W.; Wang, K.; Du, G.; Asiri, A. M.; Sun, X.