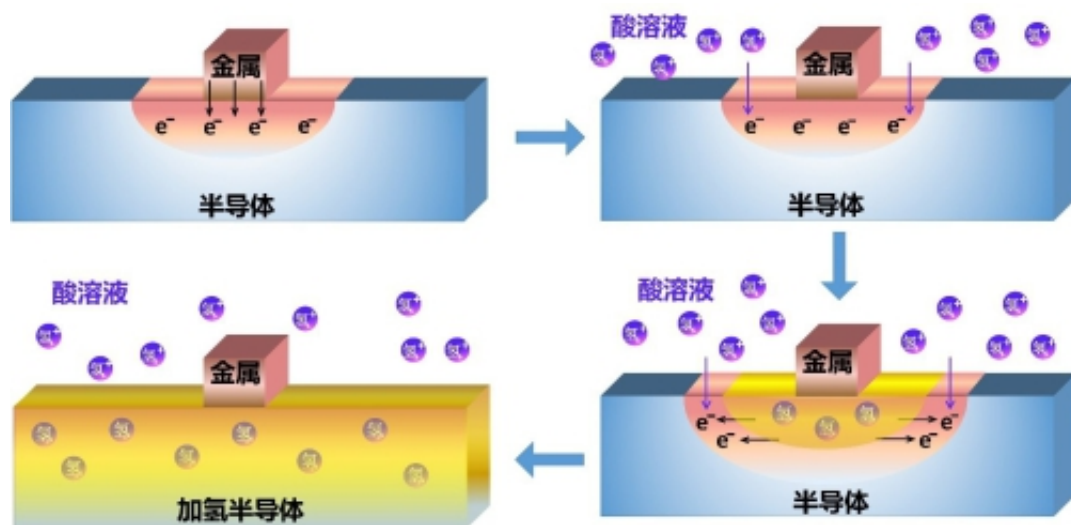


中国科大非催化加氢驱动二氧化钒相变研究获进展



二氧化钒 (VO_2)

是一种具有广泛应用前景的强关联过渡金属氧化物材料，最显著的特征是在68 K时具有四到五个量级的绝缘-金属相变性质。 VO_2

的各种光电功能特性均与其相变密切相关，然而其相对过高的相变温度成为实际应用的一大瓶颈问题。通过深入研究其相变微观机制，探索有效的相变调控方法来降低相变温度对推动其实际应用具有重要意义。

氢原子由于其小的原子半径能够有效进入 VO_2

晶格实现电子掺杂，达到调控相变的目的。利用传统高温贵金属催化加氢的方法，中国科学技术大学国家同步辐射实验室邹崇文研究组与微尺度物质科学国家研究中

心江俊研究组在 VO_2

薄膜中实现了从绝缘-金属-绝缘的三阶段依次相变，并揭示了加氢诱导的电子掺杂填充 VO_2 导带能级的机理 (Phys. Rev. B 96, 2017, 125130)。然而，传统的氢化掺杂技术依赖于高耗能的温度和压力等条件，又需要昂贵的贵金属催化剂，且氢化后的材料表面沉积的催化金属还难以去除，这些不利因素成为制约 VO_2 材料氢化相变调控和应用的障碍。

近日，研究人员突破高温贵金属催化加氢来调控 VO_2

相变的传统方法，实现了利用金属吸附驱动酸

溶液的质子掺杂进入 VO_2 材料实现温和条件下低成本的材料加氢，发明了“点铁成氢”技术。

酸溶液很容易腐蚀包括 VO_2

在内的大多数氧化物，因而在常温常压条件下酸液不能作为氢源用于氧化物材料的氢化处理。实验中研究人员发现，将具有合适功函数的金属颗粒和 VO_2 薄膜接触后放入酸溶液中， VO_2

薄膜不仅不会被酸液腐蚀，反而会迅速被氢化同时诱发相变。这种相变过程具有极其快速的扩散效应，因而仅用极小的金属颗粒（直径1mm）就可以使直径两英寸的 VO_2

外延薄膜抗腐蚀并金属化，从而达到类似于“点石成金”的“点铁成氢”效果。通过理论预测揭示了该现象背后的电子-

质子协同掺杂机理。当低功函数的金属接触高功函数的 VO_2 时，电子会自发注入到 VO_2

里，由于静电诱导效果，酸液中的质子会被拉入 VO_2 ，使得 VO_2

金属化并使得氧空位的形成

能大大提高，从而能够阻止酸液的腐蚀。在已经金属化

的 VO_2

基础上，如果使用更低功函数的金属如Al、Zn等，可以继续注入更多的电子和质子，从而使电子填充到新的价带顶而形成新的绝缘态，实现从绝缘-金属-绝缘的三阶段依次相变。

该电子-

质子协同掺杂策略，通过简单的将酸液、金属颗粒、 VO_2 接触实现了“本征绝缘态-金属态-新的绝缘态”三态调节，

不仅可发展为一种兼容常规环境的掺杂方式，也能对研究电子协同作用产生积极的影响。对材料的改性调控一直是物理、化学和材料科学研究的重点，其中掺杂是最行之有效的方法之一。基于电子-质子协同掺杂原理，研究人员将酸液换成锂离子溶液，拓展成

电子-

离子协同掺杂策略，同样实现了锂离子掺杂并调控了VO₂

的相变行为。进一步还发现，该策略可以实现更多氧化物材料，例如二氧化钛（TiO₂）的掺杂加氢，验证了这一掺杂技术的普适性。相对传统的掺杂技术往往会使用到高温、高压以及贵金属的催化，该研究所发展的一种能更好兼容常规温和环境的掺杂方式，且操作简便成本极为低廉，对开发新型的功能材料与器件和促进基础理论的发展都有重要意义。

相关研究成果发表在《自然-通讯》上，博士研究生陈宇粮、访问学者王赵武为共同第一作者，副研究员邹崇文、教授江俊为通讯作者。该研究得到了国家重点基础研究发展计划青年科学家专题项目、国家自然科学基金委、中央高校基本科研业务费专项资金和中科院青年创新促进会等的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/121568.html>