

气凝胶光催化剂促进更高效的制氢

苏黎世联邦理工学院(ETH Zurich)的研究人员开发了一种新型光催化剂，这种催化剂由气凝胶制成，可以更有效地产生氢气。关键在于材料的精密预处理。

气凝胶是一种非凡的材料，曾十多次打破吉尼斯世界纪录，其中包括“世界上最轻的固体”。

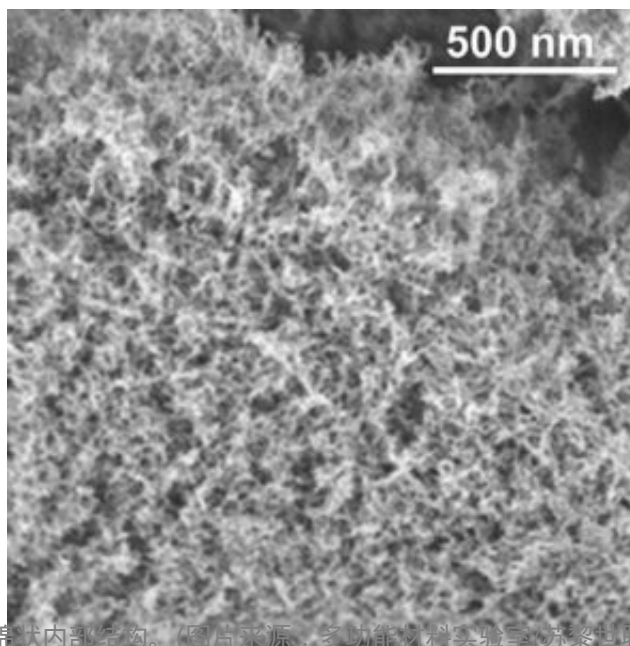
来自苏黎世联邦理工学院多功能材料实验室的马库斯·尼德伯格(Markus Niederberger)教授已经研究这些特殊材料有一段时间了。他的实验室专门研究由晶体半导体纳米颗粒组成的气凝胶。他说：“我们是世界上唯一能够生产这种高质量气凝胶的公司。”

基于纳米颗粒的气凝胶的一个用途是用作光催化剂。当化学反应需要在阳光的帮助下启动或加速时，就会用到这种方法，例如氢气的产生。

光催化剂的材料选择是二氧化钛(TiO_2)，一种半导体。但是 TiO_2 有一个主要的缺点：它只能吸收太阳光中的紫外线部分——仅占光谱总量的5%。如果光催化用于高效的工业用途，催化剂必须能够利用更宽的波长范围。

氮掺杂拓宽了光谱

这就是为什么尼德伯格的博士生Junggou Kwon一直在寻找一种新的方法来优化由 TiO_2 纳米颗粒制成的气凝胶。她想到了一个绝妙的主意：如果把二氧化钛纳米颗粒气凝胶“掺杂”氮气，这样材料中的单个氧原子就会被氮气原子所取代，气凝胶就可以进一步吸收光谱中可见的部分。掺杂过程使气凝胶的多孔结构保持完整。对这种方法的研究最近发表在《应用材料与接口(Materials & Interfaces)》上。



气凝胶的海绵状内部结构。(图片来源：多功能材料实验室/苏黎世联邦理工学院)

Kwon首先利用 TiO_2 纳米颗粒和少量的贵金属钯生产了气凝胶，钯在光催化氢气生产中起着关键作用。然后，她将气凝胶放入一个反应器中，并将其注入氮气。这使得单个的氮原子嵌入到 TiO_2 纳米颗粒的晶体结构中。

改性气凝胶使反应效率更高

为了测试以这种方式改性的气凝胶是否真的能提高所期望的化学反应的效率——在这种情况下，是从甲醇和水中生产氢——Kwon开发了一个特殊的反应器，她直接将气凝胶整体放置在反应器中。然后，她向气凝胶中加入水蒸气和甲醇，然后用两个LED灯照射气凝胶。气体混合物通过气凝胶的孔扩散，在 TiO_2 和钯纳米颗粒表面生成所需的氢气。

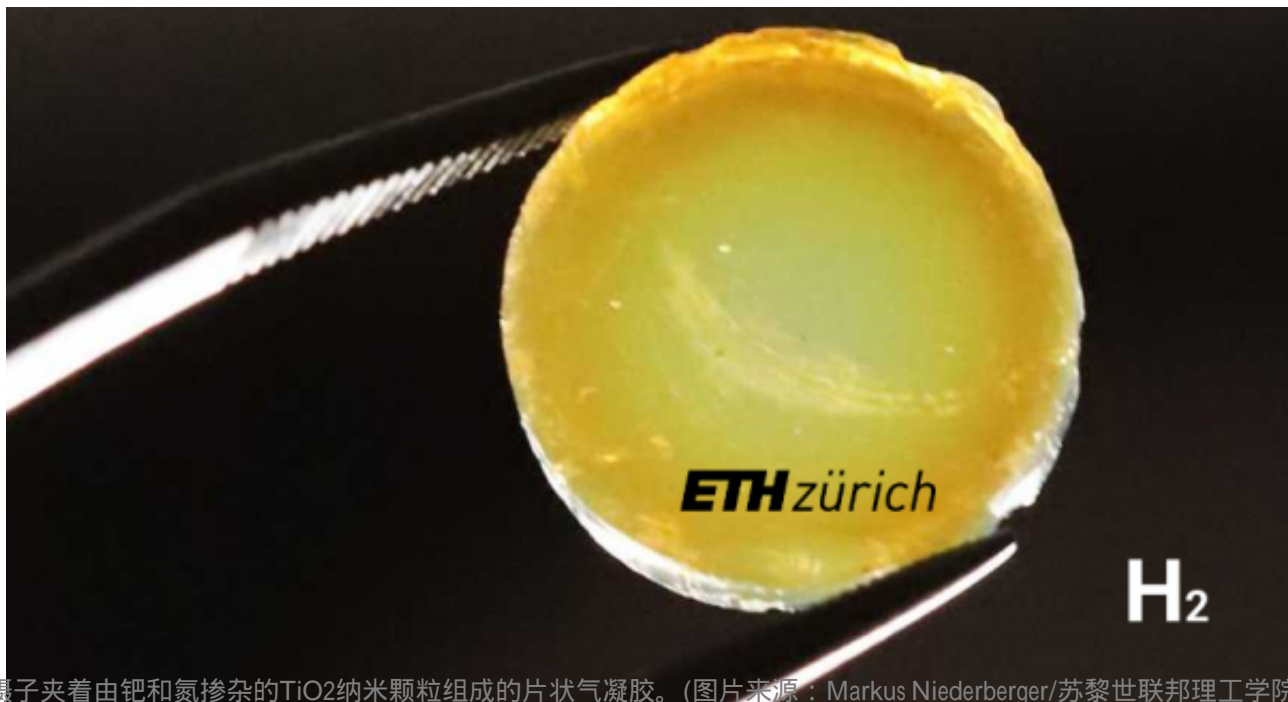
Kwon在5天后停止了实验，但在此之前，反应很稳定，在测试系统中持续进行。尼德伯格说：“这个过程可能会稳

定更长的时间。尤其是在工业应用方面，尽可能长时间地保持稳定是很重要的。”研究人员对反应的结果也很满意。添加贵金属钌显著提高了转化效率：使用含钌的气凝胶产生的氢气比不使用钌的气凝胶多了70倍。

增加气体流量

这个实验主要是作为可行性研究。作为一种新型的光催化剂，气凝胶提供了独特的三维结构，并在除制氢外的许多其他有趣的气相反应方面有很大潜力。与今天普遍使用的电解技术相比，光催化剂的优点是它们可以只用光而不是电来生产氢。

尼德伯格团队开发的气凝胶是否会大规模使用还不确定。例如，还有一个问题是如何加速气体通过气凝胶；此时，极其微小的孔隙阻碍了气体的流动。“为了在工业规模上运行这样一个系统，我们首先必须增加气体流量，同时改善气凝胶的辐照度，”尼德伯格说。他和他的团队已经在着手解决这些问题。



镊子夹着由钌和氮掺杂的TiO₂纳米颗粒组成的片状气凝胶。(图片来源：Markus Niederberger/苏黎世联邦理工学院)

(素材来自：ETH Zurich 全球氢能网、新能源网综合)

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/176470.html>