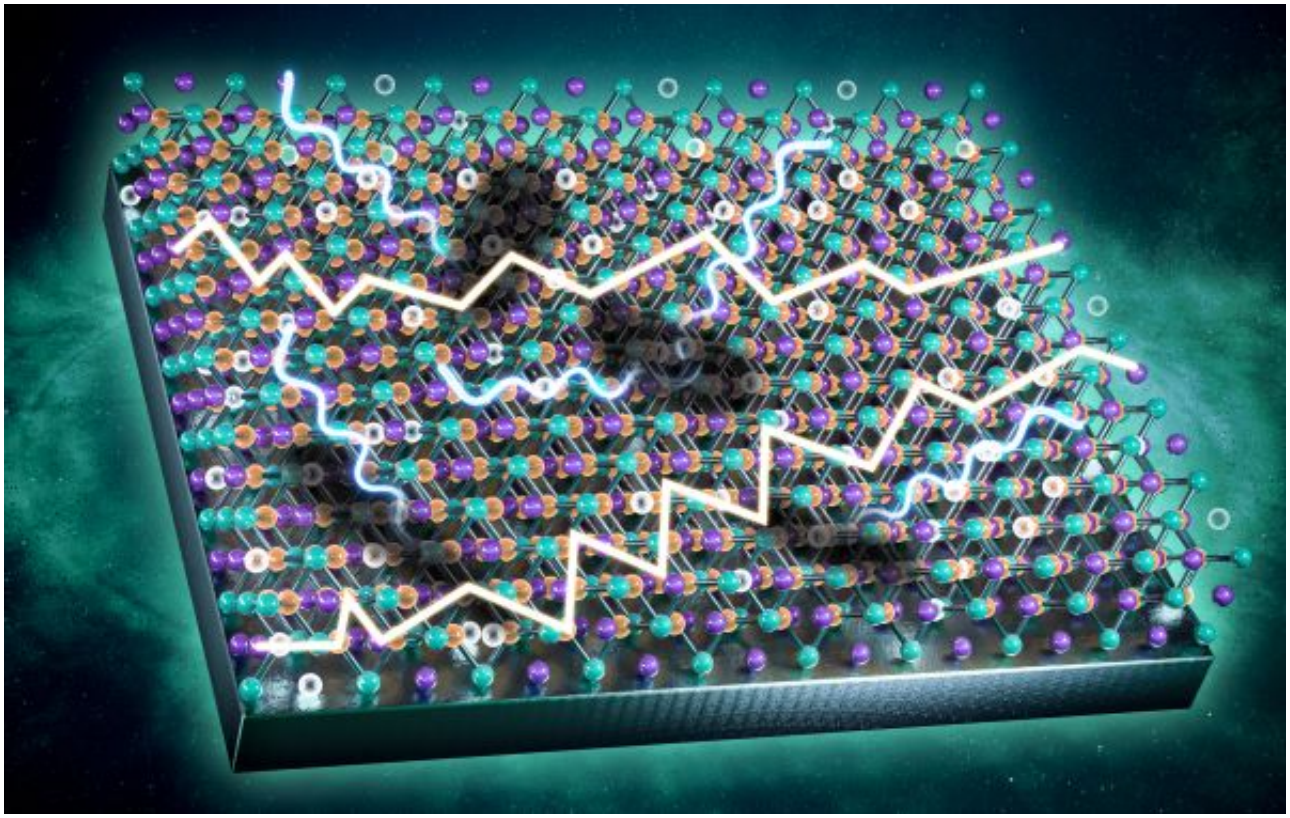
大连化物所开发出首例温和条件下超快氢负离子导体



氢负离子（H－）具有强还原性及高氧化还原电势等特点，是颇具潜力的氢载体和能量载体。氢负离子导体是在一定条件下具有优异氢负离子传导能力的材料，在氢负离子电池、燃料电池、电化学转化池、膜反应器、氢传感器等能源及电化学转化器件中具有广阔的应用前景，有望在未来实现一系列的技术革新。目前仅有少数国外团队专注此研究。该研究面临材料体系少、操作温度高、温和条件下离子电导率低等问题，是洁净能源领域的前沿课题。

近日，中国科学院大连化学物理研究所研究员陈萍、副研究员曹湖军团队提出了全新材料设计研发策略，通过机械化学方法在稀土氢化物——氢化镧（LaHx）晶格中引入大量的缺陷和晶界，开发了首例温和条件下超快氢负离子导体。4月5日，相关研究成果发表在《自然》（Nature）上。审稿人评价该工作展示了一种非常有趣且新颖的研究方法。

在20世纪的变色玻璃研究中，研究发现氢化镧具有快速的氢迁移能力，但其电子电导很高。近几年，科研人员在氢化镧晶格中引入氧使其形成氧氢化物以抑制其电子传导，而氧的引入显著阻碍了氢负离子的传导。

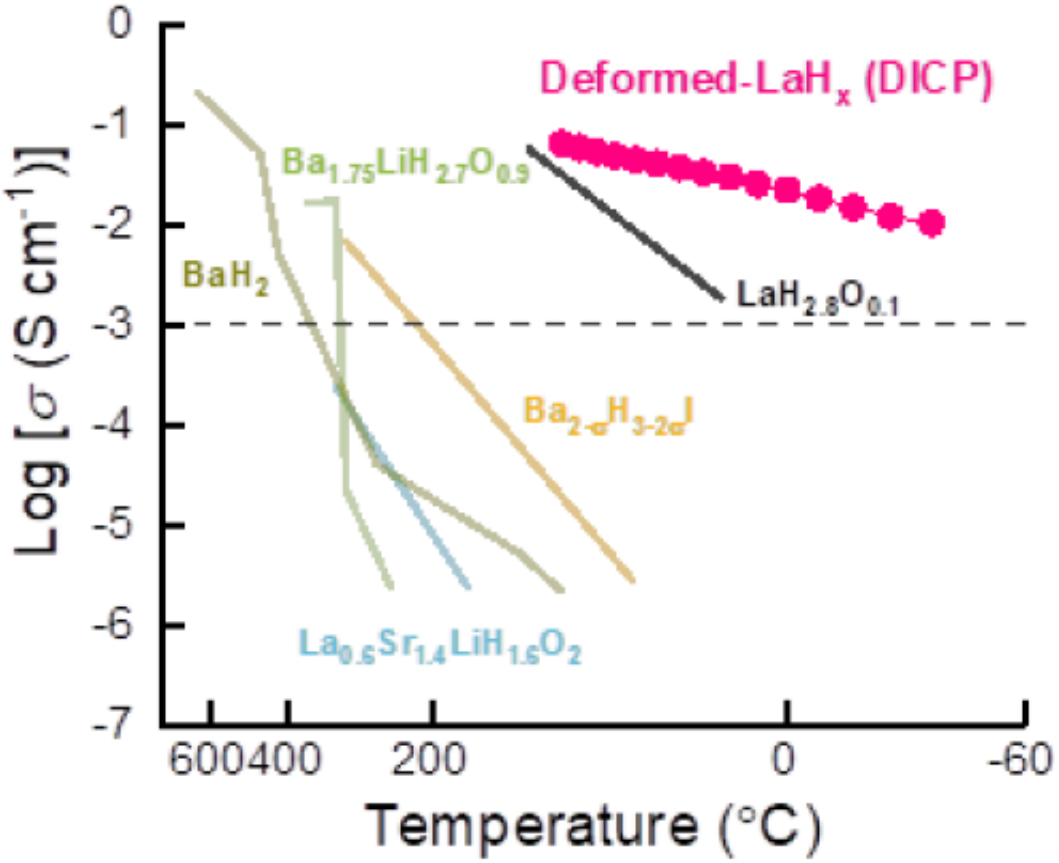
本工作创新地采用机械球磨制备方法，通过撞击和剪切力，造成氢化镧晶格的畸变，破坏了晶格的周期性，形成了大量的纳米微晶和晶格缺陷。这些晶格缺陷可以显著抑制电子传导，其电子电导率相比结晶态的氢化镧下降5个数量级以上。尤为重要的是，材料结晶度的改变对氢负离子传导的干扰并不显著，可在“震”住电子转移的同时，仍旧“维持”氢负离子通过协同迁移机制快速传输，最终获得了优异的氢负离子传导特性。

此前报道的氢负离子导体只能在300°C左右实现超快传导，而本工作实现了在温和条件下（-40至80°C温度范围内）的超快离子传导。在-40°C时，该氢负离子导体的电导率高达10-2 S/cm，活化能仅为0.12 eV。此外，该研究还首次实现了室温全固态氢负离子电池的放电，证实了这种全新的二次电池的可行性。

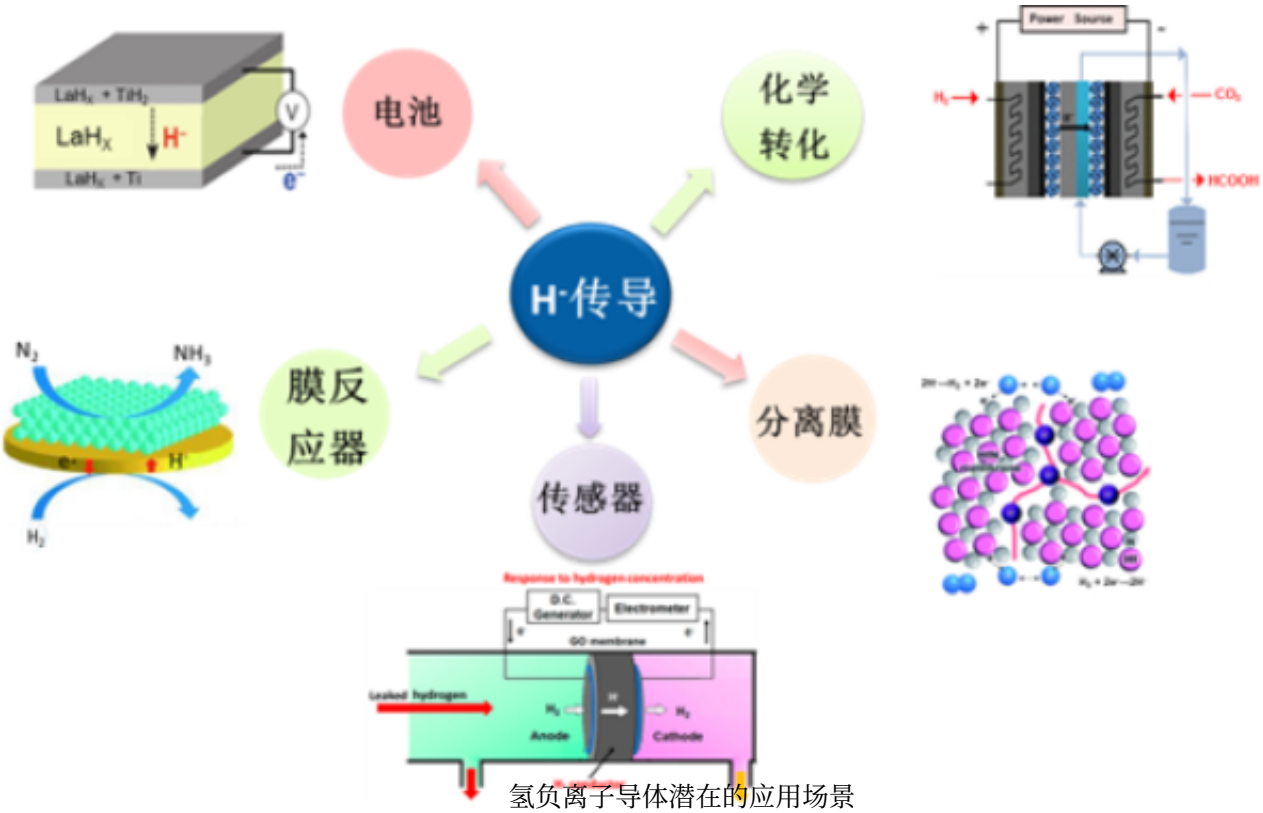
“许多已知的氢化物材料都是离子-电子混合导体，”陈萍介绍道，“我们建立的这种材料结构调变的方法具有一定的普适性，有望为氢负离子导体的研发打开局面。”

本工作的理论计算和中子衍射实验分别与厦门大学副教授吴安安和中国工程物理研究院核物理与化学研究所副研究员夏元华合作完成。

陈萍团队聚焦金属氢化物的研究，从最初的储氢材料研究到后来的化学固氮，再到如今的氢负离子导体，通过拓展完善金属氢化物的特性和功能范围，让这一独特材料在多个领域不断地展现出新的潜力。



氢负离子电导率性能对比图



氢负离子导体潜在的应用场景

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/194229.html