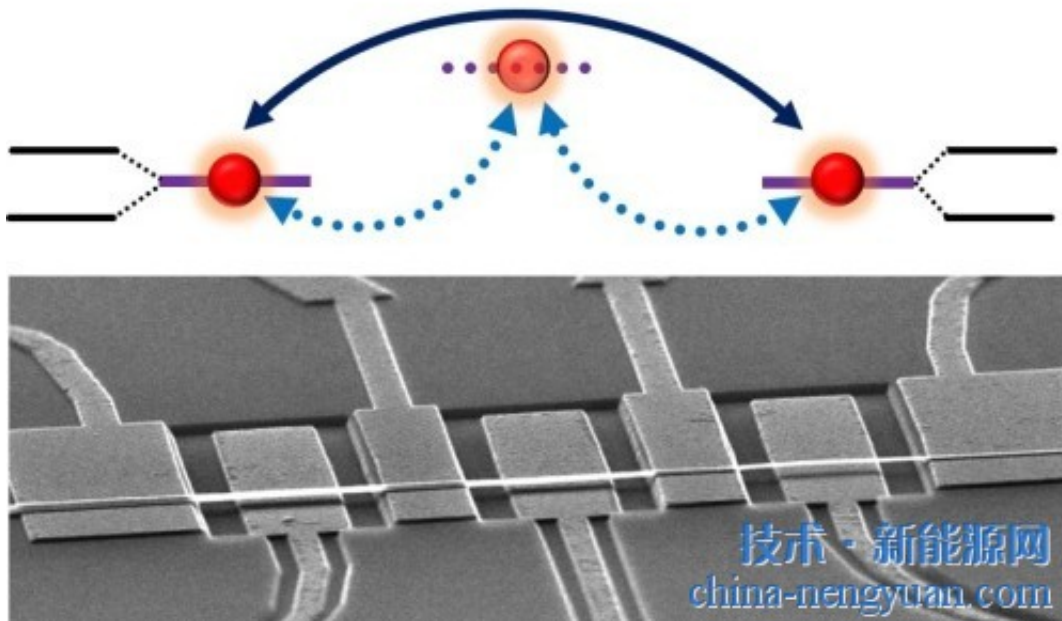


中国科大等在纳米机电系统中实现谐振模式的非近邻耦合



三个石墨烯谐振器串联结构的耦合示意图以及扫描电子显微镜图。

中国科学院院士、中国科学技术大学教授郭光灿率领的中科院量子信息重点实验室，在纳米机电系统(NEMS)方面取得新进展。该实验室教授郭国平、副研究员邓光伟等与美国加州大学默塞德分校教授田琳合作，在研究两个石墨烯纳米谐振器的模式耦合过程中，创新性地引入第三个谐振器作为声子腔模，成功实现非近邻的模式耦合，通过简单调节腔模频率可以实现非近邻耦合强度从弱耦合到强耦合的连续变化。1月26日，相关研究成果发表在Nature Communications上。

纳米谐振器具有尺寸小、稳定性好、品质因子高等优点，是信息存储和操控的优良载体。为了实现不同谐振模式之间的信息传递，需要先实现模式间的可控耦合。近年来，国际上不同研究组针对同一谐振器中的不同谐振模式以及近邻谐振器之间的模式耦合机制进行了深入研究。此前，郭国平研究组已实现了近邻谐振器之间的强耦合以及对谐振模式的相干操控，系列工作发表在《纳米快报》上。然而，对于如何实现非近邻的、可调的谐振模式耦合，国际上一直没有很好的解决方案，也未见相关实验报道。

针对这一难题，研究组设计和制备了三个串联的石墨烯纳米谐振器，如下图所示，每个谐振器的谐振频率可以通过各自底部的金属电极进行大范围的调节，因此只要设定合适的电极电压就可以实现三个谐振器的共振耦合。研究组首先测量到两个近邻谐振器之间的模式劈裂，证明在该串联结构中近邻谐振器可以达到强耦合区间，这为进一步探索第一个和第三个谐振器之间的耦合创造了条件。经过实验探索，研究组发现当把中间谐振器的共振频率调到远高于（或远低于）两端谐振器的共振频率时，两端谐振器之间不能发生模式劈裂，即二者耦合强度非常小；但当中间谐振器的共振频率逐渐靠近两端谐振器的共振频率时，两端谐振器逐渐产生模式劈裂，且劈裂值逐渐增大。

该过程类似于光学领域中的拉曼过程，这里中间谐振器等效于一个声子腔模，两端谐振器通过与该腔模交换虚声子从而产生等效耦合（见下图）。通过光学拉曼过程的理论可知，通过虚光子交换产生的等效耦合强度会随着失谐量的增大而减小，该理论预期与研究组在声子耦合实验中发现的结果相似。因此，研究组参照光学拉曼过程推导出该声子耦合体系的拉曼耦合理论，并发现实验测量到的数据和该理论吻合得非常好。

该实验是首次在纳米谐振器体系中实现谐振模式的非近邻耦合，对于纳米机电谐振器领域的发展具有重要的推动作用，并为将来在量子区间利用声子模式进行信息的长程传递创造了条件。研究工作得到了科技部、国家自然科学基金委、中科院和教育部的资助。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/120473.html>