
高功率MEMS开关芯片超长寿命材料研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/37292.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

高功率MEMS开关芯片超长寿命材料研究获进展

在手机乃至航天器中，藏着重要的微观“开关世界”——微机电系统的开关芯片。其核心是比头发丝细的“微悬臂梁”，可以把它想象成一个每秒不停弹跳数千次的微型弹簧。如何让这个微型弹簧承受住上百亿次的弯曲而不失效，是需要解决的核心问题。近日，中国科学院金属研究所研究团队，研制出了纳米晶层状复合材料，为微悬臂梁穿上了神奇的“自修复铠甲”。

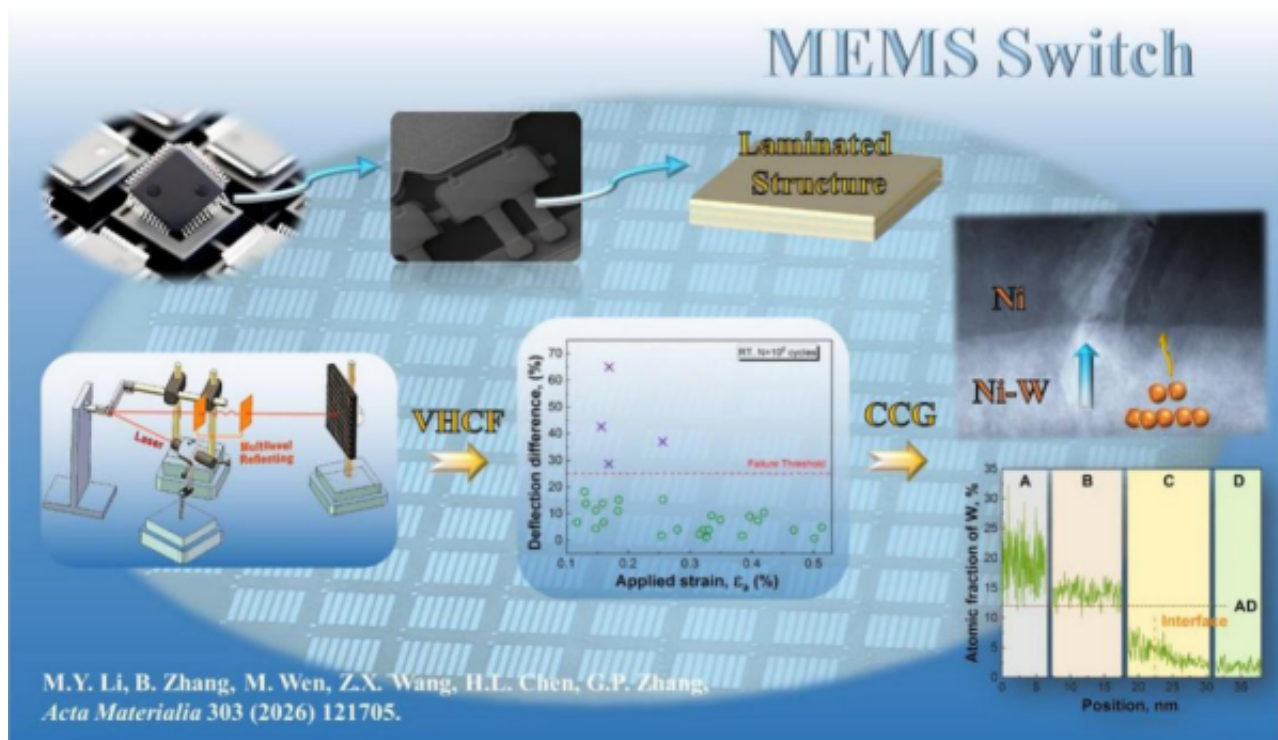
芯片内微型弹簧每一次的弹跳，对应着电路的“开”或“关”，其性能决定着设备的可靠性与寿命。这好比要求一个弹簧每秒被按压一次，要连续工作十年甚至三十年而毫发无伤——这对材料的性能提出了极高的要求。金的导电性好、易于加工。因此，业界首选的材料是金及其合金。但是，金的缺点很致命——太“软”了。用金及其合金做的“微弹簧”，在经历极端频繁的弹跳后，很容易疲劳、变形，无法满足未来高端设备对功率和寿命的严苛要求。为此，研究团队开发了由纳米尺度的镍层和镍钨合金层交替叠加而成的新材料。它并非单一金属，而像一块极其微型、精巧的“千层饼”。

将金属做到纳米晶级别，意味着需要极高的强度。但这项研究的关键在于“千层饼”结构，在承受亿万次疲劳载荷时，内部会发生动态的、智能的“自我”调节与修复。团队利用自主研发的测试系统，验证了材料内部的奇妙变化：在循环受力过程中，材料界面处的原子开始“搬家”。镍原子会从平滑异质界面向粗糙异质界面扩散。这一方式具有两个优势：粗糙界面附近形成了“贫钨区”（钨含量变少），这片区域变得更软，像一层缓冲垫，增强了不同材料层之间的变形协调性，避免了应力集中；在平滑界面附近留下了“富钨区”（钨含量变多），为第二种机制创造了条件。“富钨区”降低了材料的“层错能”，可激发材料内部动态、持续地生成大量纳米孪晶和层错。将这些“纳米孪晶”想象成材料内部长出来的、极其细微的强化筋，可有效阻挡和分散疲劳损伤，防止塑性应变累积。两种机制协同工作，如同给材料同时配备了“动态缓冲层”和“持续生长的强化筋”，延缓了疲劳裂纹的产生和扩展，实现了超长寿命。这种新型纳米层状复合材料在数十亿次超高周疲劳测试中，其寿命优于当前主流微机电系统开关材料，与规定的门槛值相比，超长周次疲劳耐久性提升约60%，突破了技术瓶颈。

研究团队与相关企业合作，将这种高性能材料制备工艺与现有微机电系统芯片制造流程相兼容，实现了新型微机电系统开关芯片制造技术的突破，有望为未来制造高线性度、低损耗的高功率射频/微波固态开关及射频继电器芯片，提供新的材料设计思路。微观世界里“小弹簧”的寿命突破，或正悄然改变着未来世界。

相关研究成果发表在《材料学报》（Acta Materialia）上。研究工作得到中国科学院先导专项和云南省科技计划项目的支持。

论文链接



面向微机电系统开关超长服役寿命的材料优化设计及化学成分梯度扩散调控机制

研究团队单位：金属研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发