

宁波材料所在柔性磁传感薄膜材料与器件研究中取得系列进展

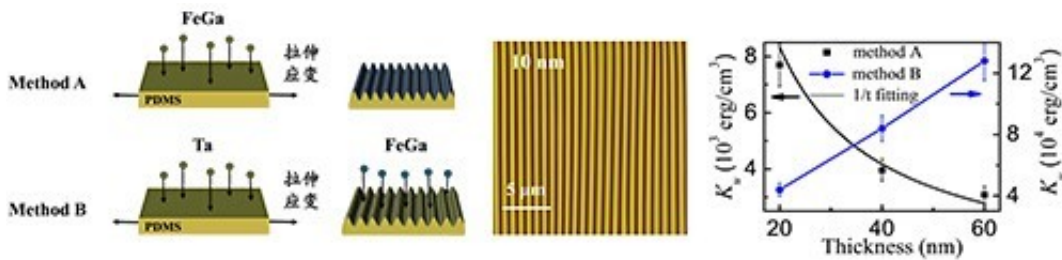


图1：采用不同生长过程制备的具有周期性褶皱结构的磁性薄膜

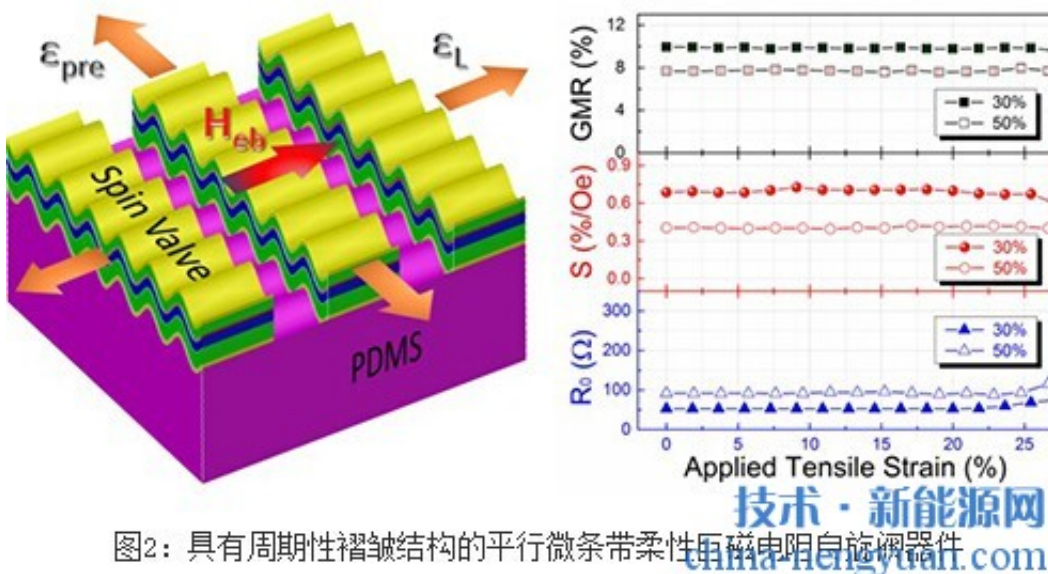


图2：具有周期性褶皱结构的平行微条带柔性巨磁电阻自旋阀器件

柔性智能可穿戴设备的快速发展，提出了磁电功能器件柔性化的要求。由于磁性材料的逆磁致伸缩特性，弯曲或拉伸状态所产生的应力/应变会改变磁性薄膜的磁各向异性，从而影响磁性器件的性能。如何避免应力磁各向异性对柔性磁性器件性能产生不利的影响，是柔性磁性薄膜与器件发展中所面临的重要挑战之一。

近年来，中国科学院宁波材料技术与工程研究所磁性材料与器件重点实验室磁电子材料与器件研究团队，系统研究了应力/应变对柔性磁性薄膜以及柔性交换偏置异质结的磁各向异性的调控规律[Appl. Phys. Lett. 100, 122407 (2012), Appl. Phys. Lett. 102, 022412 (2013), Appl. Phys. Lett. 105, 103504 (2014)]。利用柔性聚偏氟乙烯 (PVDF) 压电薄膜的逆压电效应和各向异性热膨胀特性，在柔性FeGa/PVDF、CoFeB/PVDF复合薄膜材料中实现了温度场和电场共同对磁各向异性的有效调控，其磁各向异性随温度的升高而增强，表现出正温度系数特性，可以解决常规磁性材料的磁各向异性随温度的升高而降低，从而导致高频磁性器件在高温下性能下降的问题[Sci. Rep. 4, 6615 (2014), Sci. Rep. 4, 6925 (2014)]。进而，利用柔性衬底的束缚作用提高了磁性薄膜的应力磁各向异性，获得了铁磁共振频率为5.3 GHz，反射损耗为28 dB的高频磁性薄膜[Appl. Phys. Lett. 106, 162405 (2015)]。

对于自旋阀器件，其磁性自由层的单轴磁各向异性很小，使得磁矩方向容易被外磁场改变，表现出很高的磁场灵敏度。然而对于柔性自旋阀器件，制备过程来自于衬底的应力，以及使用中弯曲或拉伸等形变所产生的应力，都将使柔性自旋阀器件的磁场灵敏度大大降低。最近，该研究团队对比研究了两种在柔性聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 衬底上制备具有表面周期结构的磁性薄膜的方法 (图1)。直接生长在拉伸PDMS上的磁性薄膜表现出规则的表面褶皱结构以及较弱的磁各向异性；利用非磁性金属预先产生一个表面周期结构，而后沉积的磁性薄膜表现出较强的磁各向异性[Appl. Phys. Lett. 108, 102409 (2016)]。在此研究基础上，利用直接生长在拉伸PDMS上的方法，制备了具有高磁场灵敏度的柔性巨磁电阻自旋阀传感器，通过表面周期结构可以释放纵向拉伸应变，设计表面平行微条带可以释放由泊松效应引入的横向应变，从而显著降低了拉伸应变对磁性层磁各向异性的影响，避免了拉伸应变下金属薄膜的断裂行为，所制备的自旋阀磁传感器在50%的拉伸应变范围内，磁电阻率、磁场灵敏度、样品电阻可以保持稳定不变。[ACS

Nano 10, 4403 (2016)] (图2)。具有稳定可靠性能的可拉伸磁传感器可以作为电流传感器、位置传感器、角度传感器、齿轮传感器等，集成在柔性智能可穿戴设备中，具有重要的应用前景。

该项目得到国家自然科学基金委员会、中国科学院以及宁波市科技局的项目支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/93392.html>