

论文名称：基于热感应的多维传感机理及柔性电子皮肤研究

论文作者：清华大学/赵帅

指导教师：朱荣《研究领域：微米纳米器件与系统技术研究，面向智能机器人和医疗健康，研制微纳感知器件和智能测控系统。》

人体皮肤是一个精致的多维信息感知系统，为人体提供和外界交互的多种信息。近年来，具有类似人体皮肤功能的柔性电子皮肤，因为在可穿戴电子、健康监测、智能机器人/假肢等领域具有广阔的应用前景，而成为研究热点。这些应用需求也对电子皮肤的传感能力和结构特征提出了严格要求，当前电子皮肤在高灵敏传感、多感知集成、低成本制备、低信号耦合上仍面临很大挑战。

针对这一问题，本文提出基于热感应的多维信息传感机制作为解决方案，在机理、材料、器件和应用等方面展开系统研究。基于热感应的多维信息传感，是利用热敏元件和外界的传导/对流换热对自身电阻的调控，将温度、导热、流场、压力等信息均转化为热敏元件的电阻信息进行统一检测。本文建立了多物理量传感的数学模型，为材料和器件设计提供了理论基础。为实现压力传感，本文提出压热效应的概念以及掺杂型、多孔型、串联型等三种功能材料结构，建立了材料的导热系数和其所受压力之间的理论模型。

基于热感应的温度和导热传感机理，本文实现了能够同时检测温度和导热系数的柔性热物性传感器，导热系数测量范围对应的材料覆盖了空气、棉花、塑料、玻璃、金属等典型物质种类。通过热敏膜设计和调理电路配置，实现了物质和温度的独立测量。研制的柔性热物性传感器和智能手指具有物质分辨、温感模拟、接近距离感知、温湿度检测等功能。

采用聚二甲基硅氧烷（PDMS）和银纳米颗粒，设计了多孔型和串联型两类具有压热效应的功能材料，实现了两种不同传感特性的压力传感器，且灵敏度、量程等性能均可通过材料参数进行调控和定制。在此基础上，优化设计了一种渐变孔隙的多孔材料，实现了高灵敏、低检测下限和大量程的传感性能，并应用于脚部行走、指部按压等人体运动信息检测；针对人体脉搏特征，优化设计了一种串联型功能材料，实现了不同按压力下的脉搏信息检测。

基于热感应的多维信息传感机理，本文研制出阵列式多功能柔性电子皮肤，集成了压力、温度、导热、流场等传感功能，采用统一的热感应原理和检测电路，既实现了高灵敏的多感知集成，又保证了简单的结构布局和较高的检测效率，低信号耦合并易于大面积扩展，在可穿戴电子、智能机器人等领域具有广泛的应用前景。

◆广告 查询编号：2012