

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向： 基于氧化锌和PZT的高效率振动能量收集器电学特性分析与仿真

选题类别： ☐ 基础性研究 ☒ 应用性研究 ☐ 工程技术攻关研究
☐ 新开辟的研究方向 ☒ 已有研究方向的继续 ☐ 其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

微电子科学、计算机科学、无线传感技术和纳米科学技术等获得了突破性进展，使得电子产品的便携性得到极大提高。微瓦级微处理器在通信、计算机、医疗等领域发挥着不可或缺的作用。目前，无线传感器与便携式微电子器件的电源部分均采用传统化学电池，其工作时间与其体积受到化学电池的严重制约。传统的化学电池存在着很多弊端，如使用寿命较短、体积大、储能密度较低、充电速度慢以及废旧电池环境污染问题。因此，研究体积小、寿命长、高性能的供能设备是解决制约无线微电子器件发展的一个重要突破口。当微型电子产品可以利用能量收集技术将周围环境中清洁可再生的能量收集并储存起来，就可以实现微型电子产品自供电。能量收集技术是基于光伏效应、静电、压电效应、电磁感应效应和磁致伸缩效应等，利用各种新型的换能材料、结构与系统，将环境中的光热能、振动能、静电、风能和磁场能等能量转换成电能收集在储能设备中，实现能量的俘获。

机械振动是周围环境中广泛存在的一种能量形式，利用振动能量促使换能材料结构发生位移和形变从而产生电能。通常通过功率密度值评估能量收集器的性能，功率密度是装置输出功率与体积之比。通过对比三种收集原理的功率密度值大小，基于压电效应的微能量收集器具有巨大的优势，在微能量收集领域成为科研人员的首选方式。

主要研究内容：

(1) 在微能量收集方面，探索压电材料在人体可穿戴设备和无线低功耗传感器设备供电的应用方式与前景，利用环境振动将机械能转换成方便利用的电能。通过探索阵列结构，实现扩宽工作频带的目的。

(2) 非线性振动系统：通过引入外界应力方式达到调节系统阻尼，改善在不同频率振动作用下的电学输出，达到拓宽频带的目的；

(3) 空间振动能量收集：对使用的压电材料种类、尺寸和负载大小等影响电学输出功率的影响参数进行研究；就结构阻尼较大、工作带宽较窄且结构较为复杂等缺陷加以改进优化，并进行理论与实验层次上的验证；

(4) 探索采用压电-电磁复合方式[32-38]进行微能量收集，验证压电-电磁复合能量收集技术对于提高电学输出的可能性，建立数学模型，分析系统固有频率、质量比和机电耦合系数对压电-电磁复合能量收集装置工作效率的影响。

(5) 新型压电材料及应用方式的探索：探索含有氧化石墨烯的PVDF-TrFE双层压电式柔性能量采集器等新型结构和新型材料的应用；探索压电材料厚度、基底材料厚度以及基底材料种类，为下一步提高压电转换效率、降低系统内部阻抗和提高实验装置可靠性及环境适应性的实验提供指导意义；搭建压电振动微能量测试实验平台，制造实验所需的验样机；探究出具有整流滤波储能稳压效果的新型能量回收电路，便于直接对电子元件的供电。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

本研究为探索性研究课题，针对微能量采集领域的相关技术进行研究。主要依托本项目组的其他相关项目结余经费对本项目进行支持。

七、招生计划申报导师确认

表中所填内容经本人确认属实。

导师签字：年 月 日

八、所在单位党支部意见：

党支部书记签字：年 月 日

九、所在院（系）党委（党总支）意见：

☐ 同意申报 ☐ 不同意申报

党委（党总支）书记签字：年 月 日

十、院（系）意见

☐ 同意招生计划，且建议给予 个博士生招生名额

☐ 不同意招生计划

其他需要特殊说明事项：

院长（系主任）签字：年 月 日

十一、研究生院审核备案意见

负责人签字（盖章）：年 月 日