2021年招生计划

三、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： 基于微型3D打印技术的磁驱动柔性机器人微制造技术

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

1） 选题背景及意义：

目前对磁驱动柔性机器人微制造技术的研究多采用激光切割等制造工艺，缺乏对制造精度的稳定控制，且 难以加工比较复杂的外形。本研究提出并实现基于微型3D打印技术的磁驱动柔性机器人微制造技术，可稳定提 高微型机器人的制造精度，实现多种不同外形的加工，从而进一步加快微型机器人的应用。

2） 主要研究内容和方案

研究基于微型3D打印技术的磁驱动柔性机器人微制造方法，并建立机器人微型3D打印系统，实现高精度高 重复性的微米级制造。设计并实现不同外形不同参数紫外聚合物的打印过程，实现高精度高重复性的可靠打 印；获得各种外形和参数对微型机器人在磁场驱动下运动参数的影响规律。

本研究利用不同材料之间的表面亲和性差异来控制制造精度，通过多次打印辅助材料来控制最终所需的外 形参数。具体制造过程如下：首先在和硅胶不亲和的界面使用硅胶亲和的紫外聚合物进行高精度3D打印，构成 供硅胶流动和填充的外模具。通过分批多次紫外固化来控制紫外聚合物的外形和高度，对预定成型的微型机器 人外形进行调整。调整完成后，快速调制并填充混合了强磁磁粉的硅胶，并进行热固化。最后完成微型柔性机 器人的磁驱动实验，测得不同外形参数的变形和运动参数曲线。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

机器人技术与系统国家重点实验室自主课题(课题编号：SKLRS201909B)

2021年招生计划

三、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： 基于微操作机器人的可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法的研究

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

1） 选题背景及意义：

纳米液滴催化生长刻蚀是一种重要的纳米制造方法，通过该方法可以生长纳米线和刻蚀纳米级的沟道。该 方法只能制造简单的一维结构（纳米线、纳米沟道），目前难以制造复杂的纳米结构，为了克服该方法的不足，制造出复杂的纳米结构，本研究采用微操作机器人技术，将“液滴操纵”和“纳米催化液滴刻蚀生长”相结合，提出一种可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法，相比于传统纳米液滴催化生长刻蚀、以光刻为主的纳米加工等方法，该方法具有可制造复杂的纳米结构、加工工艺过程简单、成本低和高加工分辨率的特点，将对纳 米科技和半导体工业的发展具有重要意义。

2） 主要研究内容：

(1) 可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法机理的研究　在对液滴催化生长(VLS生长硅线)和液滴辅助刻蚀(液滴催化刻蚀石墨烯)机理分析的基础上，建立探针针 尖、纳米催化液滴和基底之间力学模型，通过仿真研究温度、液滴大小、针尖到基底距离等参数对加工质量、 效率等的影响，以及探针的自身参数(例如几何结构参数、材质和浸润性)对催化液滴的影响机制，以及对最终 加工的影响，为可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法的实验研究提供理论基础。

(2) 可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法原理验证的研究　为了验证可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法的原理，构建既满足液滴催化生长(VLS生长硅线)或液滴刻 蚀(液滴催化刻蚀石墨烯)环境条件，又能对纳米液滴进行操纵的实验装置，在液滴催化生长刻蚀的过程中对催 化液滴进行操纵；实验包括两个层次的验证：基于微米级液滴和基于纳米级的可控液滴催化生长与刻蚀加工方 法的实验验证。

(3) 可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法的规律性研究　在可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法机理的研究的基础上，利用构建的实验装置，获得获得探针参数(几何结构参数、材质和浸润性)、温度、液滴大小、针尖到基底距离等参数对可控液滴催化生长与刻蚀加工的影 响规律，确定可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工的最优化条件，为实验平台构建做准备。

(4) 可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工平台的构建　在对可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法机理、规律研究的基础上，搭建一套高效率、高加工质量的可 控液滴催化生长与刻蚀纳米加工实验系统，该平台是通过在扫描探针显微镜(STM, AFM)基础上，增加环境控制 模块实现的，为可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工的最终应用奠定基础。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金项目：可控液滴催化生长与刻蚀纳米加工方法的研究(51675141)