2023年度湖北省科学技术奖公示表（自然科学）

项目名称、提名者及提名意见、项目简介、代表性论文专著目录、主要完成人（完成单位）

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 声信号传输软材料界面耦合理论与调控方法 |
| 提名单位 | 华中科技大学 |
| 提名意见 | （不超过600字，根据项目创造性特点，科学技术水平和应用情况并参照相应奖类条件写明提名理由和结论性意见，并填写提名意见和提名等级。）  该项目的研究领域紧密围绕着人体与机器的智能融合，这一领域在当今科学和技术发展中占据了极为重要的位置。随着科技的不断进步，可穿戴设备、植入型器件等新兴技术领域快速崭露头角，为人体与机器的深度融合创造了前所未有的机会。然而，传统机器通常建立在刚性、干燥、和不具有生物活性的材料体系上，而人体器官和组织则是由柔软、湿润并具有生物活性的软材料构成。这种材料特性的差异导致了人机融合中的一系列挑战，包括信息交互方式、生物兼容性、接触界面的设计和可靠性等问题。这些问题不仅是国内科技研究的前沿问题，也是国际研究领域的热点。  因此，该项目的提出和实施具有重要的背景和科学意义。项目提出了利用软材料技术解决人机融合中的关键问题，为实现声信号的稳定传输和调控、构建超薄超表面、开发抗疲劳界面粘合技术提供了突破性的新思路和新方法。这一研究不仅有望推动国内软材料领域的发展，还有潜力影响未来的医疗器械、可穿戴设备、通信技术等领域。  该项目的5篇代表作发表于Nature Comunications等国内外权威期刊，国际知名学者对项目的成果给予了高度评价，认为这些研究成果具有前瞻性、创新性，并具备深远的影响。特别值得一提的是，该项目的一些关键发现被称为“量子拓扑绝缘体的经典类比”和“令人惊异的性能”。这些评价充分说明了该项目在国际学术界的重要性和独特性，对推动科技领域的发展产生积极影响。  我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效。特此推荐申报湖北省自然科学奖。  提名该项目为2023年度湖北省自然科学奖 一 等奖 |
| 项目简介 | 本项目属于力学、材料科学以及信息学的交叉领域  随着可穿戴设备、植入型器件等新领域的蓬勃发展，机器与人体的融合将越来越深入。未来，人体与机器的智能融合是下一阶段科技发展将面临的重大挑战和国际研究前沿。目前，机器通常建立在刚性、干燥、和不具有生物活性的材料体系上，而人体器官和组织大多是由柔软、湿润并具有生物活性的软材料组成。这些差异导致人体与机器的智能融合面临人机间信息交互方式以及人机接触界面的高效性、可靠性以及生物安全性等关键科学问题。申请人提出了利用软材料技术解决人机融合难题的思路，围绕软材料技术在人机融合中声信号稳定传输难题，提出了柔性超构材料理论模型，实现了软材料中以声波、弹性波特征的信息传输和调控；提出了柔性器件“功能制造”原理，实现了超薄超表面的设计制造一体化；开发了低摩擦、耐磨损、抗疲劳水凝胶粘合技术，应用在软骨粘合和医疗器械复杂表面改性。成果被国际知名学者评价为“前所未有的功能” 、“令人惊异的性能”、“影响未来的创新”。主要科学发现如下：  1. 提出了软材料中声信号拓扑传输理论与调控方法：实现了弹性波在特定频率的可控、缺陷免疫传播。提出了基于蜂窝状软材料的填充率d/R与动态应变ε所共同作用的弹性拓扑系统相图和模型，揭示了变形诱发的拓扑相变规律。首次在实验层面观测到了连续介质中的弹性拓扑界面态，并实现了弹性拓扑相的可逆转变和弹性拓扑态的动态调控。被香港大学校长张翔院士评价为“量子拓朴绝缘体的经典类比”（As classical analogies of the quantum topological insulators），被华盛顿大学Jinkyu Yang教授评价为取得了“卓越的成果”(realizing remarkable achievements)  2. 建立了超薄软材料界面声信号耦合机理与制造方法：利用弹性软材料能够可逆变形、低密度、低模量的特点，结合其纤维结构和硬散射体颗粒，通过静电纺丝制造了相对于声波波长目前最薄的声学超表面（声波波长的1/650）。通过激光切割的剪纸化技术可以对超表面膜进行任意裁剪，以实现聚焦、超分辨、涡旋等多种功能化定制。被法国国家科学研究中心Badreddine Assouar教授评价为“令人惊异的性能”(fascinating and exotic properties)  3. 建立了软材料抗疲劳仿生界面粘结机制与设计方法： 突破化学改性方法受到界面材料特性限制的难题，构建了界面处引入有序纳米晶域作为高能相的仿生界面粘接机制，提出了利用抗疲劳软材料锚定在界面处以实现可靠传输的设计方法，实现了长期、稳定、可靠的软材料界面。中国科学院、美国工程院外籍院士杨卫院士和美国国家工程院、科学院Zhigang Suo院士评价为“极少被报道”（reported in only a few cases）、美国国家工程院、艺术与科学院Zhenan Bao院士认为“一种前途广阔的材料”（a promising material）和“显著的优势”（significant advantage）。  5篇代表作发表Nature Comunications（两篇）、Advanced Functional Materials、和Nano Research等国内外材料和交叉学科领域权威期刊，其中1篇持续入选ESI高被引论文；根据SCIE数据库统计，总SCI他引326次。代表作的引文发表在Nature Review Physics、Nat. Rev. Mater、Chem. Rev.、Nature Communication、Science Advances、National Science Review、Adv. Mater.等顶级期刊上。作者来自美国哈佛大学、麻省理工学院、斯坦福大学、宾夕法尼亚大学、华盛顿大学、佐治亚理工学院、德国锡根大学、英国帝国理工学院、新加坡南洋理工大学、日本北海道大学、韩国浦项科技大学、香港大学、清华大学、北京大学等200多个权威研究机构。包括19位院士、17位国际期刊主编和副主编、50余位国际权威学会Fellow给与正面评价。  第一完成人为中组部“千人计划”青年项目获得者、现任Eengineering青年编委。基于本项目弹性波柔性超构材料理论建模、实验测量的基础，我们协助华星光电（显示龙头企业）攻克了实际生产中遇到的手机显示屏啸叫声的难题。 |
| 主要完成人  （完成单位） | 臧剑锋、唐瀚川、杨月莹（华中科技大学）、刘吉（南方科技大学）、卢宝阳（江西科技师范大学） |
| |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 论文（专著）名称/刊名/作者 | 年、卷、页码 | 发表时间（年月日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 国内作者 | | 1 | Observation of elastic topological states in soft materials/Nature communications/Shuaifeng Li, Degang Zhao, Hao Niu, Xuefeng Zhu, Jianfeng Zang | 2018年9卷1370页 | 2018年4月10日 | 臧剑锋 | 李帅峰 | 赵德刚，牛浩，祝雪丰，臧剑锋 | | 2 | Fatigue-resistant adhesion of hydrogels/Nature communications/ Ji Liu, Shaoting Lin, Xinyue Liu, Zhao Qin, Yueying Yang, Jianfeng Zang, Xuanhe Zhao | 2020年11卷1071页 | 2020年2月26日 | 臧剑锋  Xuanhe Zhao | 刘吉，Shaoting Lin, Xinyue Liu, Zhao Qin | 刘吉，杨月莹，臧剑锋 | | 3 | Hollow-Out Patterning Ultrathin Acoustic Metasurfaces for Multifunctionalities Using Soft fiber/Rigid Bead Networks/ Advanced Functional Materials / Hanchuan Tang, Zhesi Chen, Ni Tang, Shuaifeng Li, Yaxi Shen, Yugui Peng, Xuefeng Zhu, Jianfeng Zang | 2018年28卷1801127页 | 2018年9月5日 | 臧剑锋  祝雪丰 | 唐瀚川 | 唐瀚川，唐妮，沈亚西，彭玉桂，祝雪丰，臧剑锋 | | 4 | Gram-scale synthesis of all-inorganic perovskite quantum dots with high Mn substitution ratio and enhanced dual-color emission/ Nano Research （中国期刊）/ Lvming Dong, Zhuo Chen, Lei Ye, Yan Yu, Jianbing Zhang, Huan Liu, Jianfeng Zang | 2019年12卷1733页 | 2019年7月16日 | 臧剑锋  叶镭 | 董侣明，陈卓 | 董侣明，陈卓，叶镭，喻研，张建兵，刘欢，臧剑锋 | | 5 | Thermoelectric Performances of Free-Standing Polythiophene and Poly(3-Methylthiophene) Nanofilms/Chinese Physics Letters（中国期刊）/ Bao-Yang Lu, Cong-Cong Liu, Shan Lu, Jing-Kun Xu, Feng-Xing Jiang, Yu-Zhen Li, Zhuo Zhang | 2010年27卷212页 | 2010年5月1日 | 徐景坤 | 卢宝阳 | 刘聪聪，卢山，徐景坤，蒋丰兴，李玉真，张卓 | | |