



## 编者按

柔性电子技术是研究柔性电子器件及其系统的新兴电子技术. 柔性集成器件相对于传统的无机信息器件具有天然的优势: 可承受弯曲甚至拉伸较大的变形、能够包覆在人体柔软组织的复杂曲面上, 柔性电子器件可集成有机和无机材料的电子元件, 并具有重量轻、可大变形、功能可重构等优点, 极大拓展了传统半导体器件的物理形态及应用范围, 未来将在健康医疗、脑机融合、物联网等领域产生巨大影响. 本专刊中, 作者紧密围绕柔性电子技术, 从材料、化学、信息、物理等不同领域, 以多学科深度交叉驱动发展的视角, 深入研究了柔性光子/电子器件制备、柔性信息传输、柔性集成电子电路、新型柔性材料等, 并对该领域的发展趋势进行了展望.

随着科学技术的进步与社会的发展, 柔性电子器件与人体集成逐渐成为电子信息与健康医疗紧密结合的必然趋势, 如类皮肤固体电子科与人体长时间舒适集成, 未来将在医学诊断与治疗、人机交互和机器人环境感知等领域发挥重要作用. “超薄类皮肤固体电子器件研究进展”以超薄类皮肤固体电子器件研究为主题, 重点介绍其在体温、体表应变、血氧、血糖等人体基本生理参数连续监测以及生物能量收集方面的进展.

皮肤是人体最大的器官, 能够感受温度、湿度、压力以及外界复杂的刺激. 通过电子系统 (电子皮肤) 重塑人体皮肤的属性是当前研究热点, 在人工智能、机器人和人机界面等方面具有广泛的应用. “电子皮肤的研究进展”主要报道最近国内外用于模仿皮肤感知和生成仿生信号能力的材料、设备以及改善电子皮肤性能所采用的先进技术.

氧化物功能薄膜因其具有丰富的电子学、光学、热学、力学、磁学等方面性质, 已经在各种电子和光电子器件中得到了广泛的应用. 将氧化物功能薄膜应用于柔性传感器件, 有望进一步提高柔性传感器件的性能, 并为新型柔性传感器件的设计提供材料保障. “氧化物功能薄膜材料在柔性传感器件中的应用”分析了目前氧化物功能薄膜在柔性传感器件中应用所面临的重点科学技术问题, 并介绍了近年来基于氧化物功能薄膜的柔性传感器件所涉及的关键技术和器件应用的研究进展.

材料的自修复能力对增强柔性电子材料与设备的可靠性、耐久性和功能性有重要的作用, “柔性自修复材料与传感器研究进展”总结了柔性自修复材料与传感器的研究进展, 并讨论了柔性自修复材料和传感器面临的挑战和解决方案. 单晶硅/锗材料是当今半导体工业的基石, 当厚度缩小到纳米尺寸量级时, 这些材料的薄膜在力学、光学、电学、热学等领域均展现出明显区别于体材料的独特性质与应用.

“单晶硅/锗薄膜材料的转移技术及柔性器件应用”通过“先转移单晶硅/锗纳米薄膜, 后搭建器件”以及“先制备单晶硅/锗纳米薄膜器件, 后转移整体”两个角度, 深入探讨了不同转移策略的特点, 以及在柔性器件中的应用, 阐述了该领域最新研究进展及需要重点解决的科学问题与技术难点.

针对柔性无机光电子器件制备过程中的特殊转印工艺, “面向柔性光电子器件的低温外延技术”介绍了最新提出的低温外延法: 电感应耦合等离子体金属有机化学气相外延, 包括 ICP-MOVPE 的设计思路、反应腔内等离子体的模拟仿真和该设备进行 III 族氮化物半导体外延生长的初步结果.

引用格式: 冯雪, 黄维, 李宇航. 柔性电子技术专刊编者按. 中国科学: 信息科学, 2018, 48: 603-604, doi: 10.1360/N112018-00154

随着柔性电子复杂性的提升,越来越多的功能器件被集成在柔性衬底上,功能器件之间的通信成为柔性电子设计中的重要问题之一。“基于蜂窝拓扑结构的柔性电子系统通信架构设计”针对岛桥结构的柔性电子系统,提出了一种基于蜂窝拓扑结构的片上网络通信架构以及相应的路由算法。相较于传统结构,该架构能够有效地避免局部形变过大导致的互连导线断裂。

转印是柔性可延展电子器件制备的重要手段,而对印戳与元件界面作用力的调控是转印技术的关键。“内含四棱台空腔电磁辅助转印印戳的力学模型”提出了一种内含四棱台空腔结构的电磁辅助转印印戳,并建立了该印戳的力学模型。在交变电磁场作用下,印戳上部的磁性薄膜发生凹凸变形并通过空腔内封装的液体传递到底部的柔性薄膜,从而改变印戳底部空腔缺陷处的压力大小,实现对印戳和电子元件间作用力的调控。

传统天线制作在刚性衬底上,不具有柔性,并且天线在拉伸条件下发生形变,工作频率迅速变化导致性能退化,难以满足柔性系统的需求。“基于 PDMS 衬底的可延展柔性倒 F 天线设计”针对此类需求,在柔性衬底 PDMS 材料上设计了一款可延展柔性倒 F 蓝牙天线,通过辐射臂曲流形走线和地平面的分割设计,天线的可延展柔性得以实现。

柔性无机发光二极管电子器件在工作时会发出大量的热,研究器件的传热特性成为应用的重要问题。“柔性微型无机发光二极管的瞬态传热分析”采用分离变量方法,针对具有轴对称形状柔性无机发光二极管瞬态传热过程建立了理论和有限元仿真模型,得到了系统温升随时间和空间坐标的变化规律,并且该理论预测的结果得到了有限元仿真的验证。

本专刊共收录 10 篇文章,研究方向跨越多个学科领域,较为全面地反映了近年来我国柔性电子技术研究状况以及进展,并涵盖了柔性电子器件制备工艺、柔性电子力学设计、柔性电子传输和柔性光子/电子集成等多方面的研究成果。同时将柔性光子/电子技术与健康医疗、脑机融合、物联网等结合,将会为社会科技发展提供重要贡献。希望上述每个领域的具体研究成果与结论能够为同行学者提供参考。

特约编辑: 冯雪 清华大学

黄维 西北工业大学

执行编辑: 李宇航 北京航空航天大学