

高性能热电器件研究获进展

热电技术可利用人体与环境或环境与环境之间的微小温差发电，具有体积小、无噪音、可靠性高等优点，在柔性电子和物联网自供电领域具有应用前景。但是，柔性电子和物联网通常在室内无风环境工作，且其内部高度集成和空间狭小的特点限制了金属翅片等外部散热装置的使用，导致热电器件上所能建立的温差通常较小，造成低的输出性能。以Bi₂Te₃基热电器件为例，当其佩戴在人体时，电压密度通常低于20 mVcm⁻²，功率密度低于10 μWcm⁻²，无法满足实际应用需求。当前，如何选取匹配的热电材料以提高热电器件的输出性能是热电技术在柔性电子和物联网领域应用亟待解决的问题。

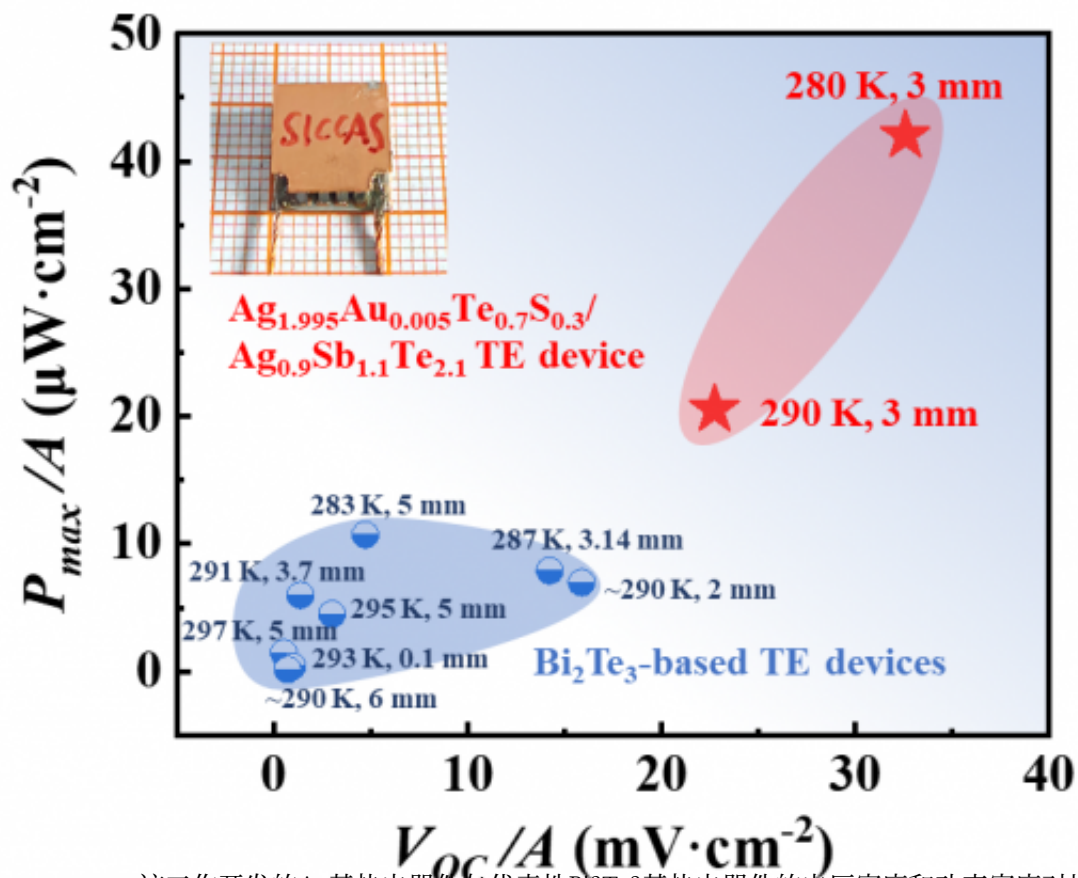
近日，中国科学院上海硅酸盐研究所研究员仇鹏飞、史迅和陈立东超越传统的热电材料性能评价指标，提出了两个新的指标用以筛选与柔性电子和物联网应用场景更为匹配的热电材料，并在实验上基于相应材料制备出输出性能优于传统Bi₂Te₃基热电器件的新型Ag基热电器件。

当热电器件两端温差固定时，热电材料的热电优值（ zT ）越高，热电器件输出性能通常越高。但是，面向柔性电子和物联网应用的热电器件两端温差不固定，因此无法根据 zT 值的高低来筛选匹配的热电材料。该研究根据一维传热模型，推导出在具有低对流换热系数的室内无风环境下热电器件的输出电压密度和功率密度的理论公式，发现其分别与 $|S|/\kappa$ 和 $S^2\sigma/\kappa^2$ 成正比。进一步，研究分析代表性热电材料发现，部分Ag基热电材料的 $|S|/\kappa$ 和 $S^2\sigma/\kappa^2$ 高于传统Bi₂Te₃基热电材料，因此其可能更适合开发面向柔性电子和物联网自供电应用的热电器件。

为验证这一性能评价指标的有效性，该研究选取具有高 $|S|/\kappa$ 和 $S^2\sigma/\kappa^2$ 的n型Ag_{1.995}Au_{0.005}Te_{0.7}Sb_{0.3}和p型Ag_{0.9}Sb_{1.1}Te_{2.1}材料，开发出与其匹配的W/Sn/Cu多级金属化层和低温焊接方法，研制出新型Ag基热电器件。研究利用具有高 zT 值但低 $|S|/\kappa$ 的传统Bi₂Te₃基材料制备出具有同样结构和尺寸的Bi₂Te₃基热电器件，并进行对比。测试结果表明，在无风环境下Ag基器件的电压密度和功率密度均高于Bi₂Te₃基热电器件。例如，当环境温度和器件热端温度分别为295 K和303 K时，Ag基热电器件的电压密度和功率密度分别为14.3 mVcm⁻²和6.4 μWcm⁻²，而Bi₂Te₃基热电器件的电压密度和功率密度分别为7.9 mVcm⁻²和5.5 μWcm⁻²。研究显示，将Ag基热电器件佩戴在手臂上，在环境温度为280 K时，器件电压密度和功率密度分别为33 mVcm⁻²和42 μWcm⁻²，高于同等条件下Bi₂Te₃基热电器件的输出性能。同时，研究发现，Ag基热电器件产生的电能可驱动电子手表工作。

上述成果为面向柔性电子和物联网应用的高性能热电器件的设计和开发提供了新思路，对于未来新型室温高性能热电材料的研究具有重要价值。

相关研究成果发表在《能源与环境科学》（Energy & Environmental Science）上。研究工作得到国家重点研发计划和国家自然科学基金的支持。



该工作开发的Ag基热电器件与代表性Bi₂Te₃基热电器件的电压密度和功率密度对比图

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/230882.html>