

欢迎关注材料人微信公众号 : icailiaoren

新加坡国立大学欧阳建勇团队Adv. Funct. Mater. : 具有高热电性能的可拉伸透明离子凝胶

木文韬 2周前 (09-27) 1188浏览

【引言】

柔性电子器件因其在生物医学工程、可穿戴电子、软机器人、人机界面等诸多领域的重要应用而备受关注。虽然电池或电容器可以用来给柔性电子器件供电，但电池或电容器自身不能产生电力，因此需要依赖外部电源供电。能进行发电的柔性器件通常是将机械振动、光或热等能量进行转换。其中，作为可穿戴式电源，热电材料备受关注，因为它可以直接将热量转化为电能，而热源分布广泛。传统的无机热电材料是无机半导体或半金属材料。尽管它们具有较高的热电性能，但存在原材料稀缺、机械柔性差、毒性大、成本高等问题。而且这类热电材料固有的机械脆性严重影响了其在柔性热电发电机 (TEGs) 中的应用。为了使热电材料具有机械柔性，可将刚性的无机热电材料通过构建3D结构或多层组织来赋予其一定的柔性，但是它们的柔性有限并且柔性的无机热电转换效率不高。另一方面，有机热电材料由于其固有的机械柔性，成为可拉伸TEGs的良好候选材料。此外，有机热电材料还具备低毒性或无毒性、低成本的优点。聚(3, 4-亚乙基二氧噻吩): 聚(4-苯乙烯磺酸)(PEDOT : PSS)是一种具有代表性的有机热电材料，因为它具有较高的热电性能，并且可以通过溶液的方法进行加工。然而，有机热电材料通常具有刚性的共轭结构，因此它们的拉伸性通常非常有限。

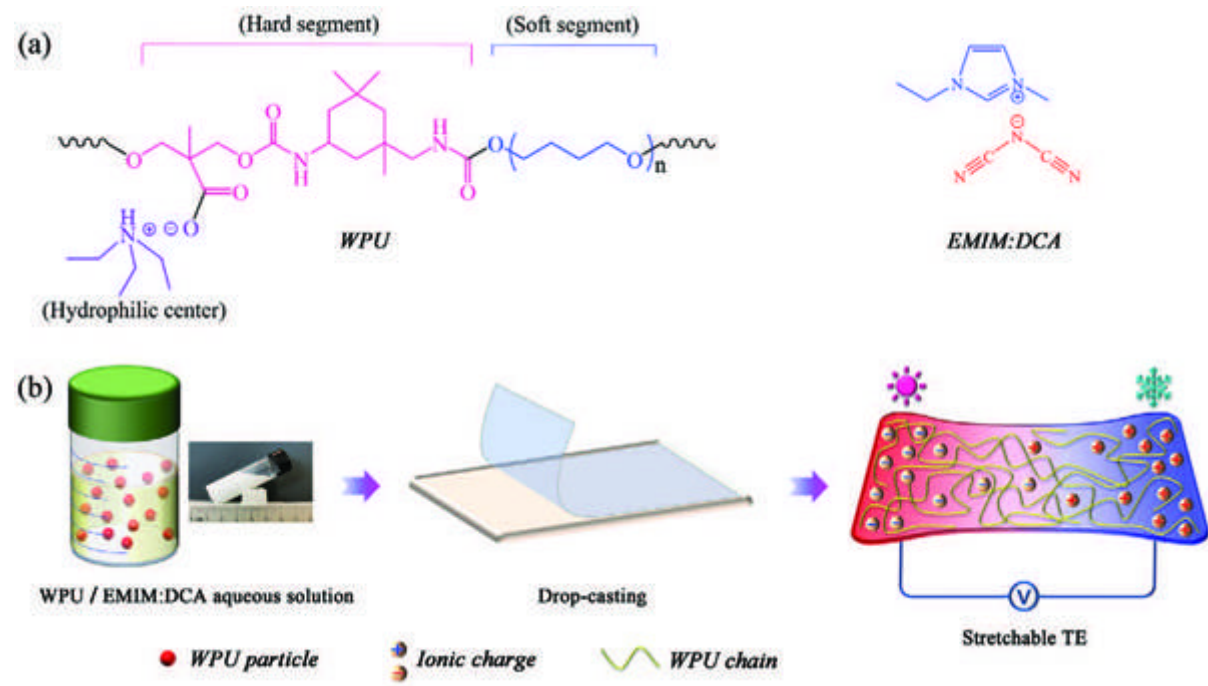
【成果简介】

近日，新加坡国立大学欧阳建勇教授和程汉霖博士（共同通讯作者）团队报道了具有高热电性能的可拉伸透明离子凝胶，来自四川大学杜宗良教授课题组的访问博士生方远来为第一作者。通过溶液加工的方法制备了由弹性水性聚氨酯和1-乙基-3-甲基咪唑鎓双氰胺 (EMIM : DCA, 一种离子液体) 制成的离子凝胶。它们的力学和电学性能取决于EMIM : DCA的负载量。含有40wt%的EMIM : DCA的离子凝胶可具有高达156%的断裂伸长率，0.6MPa的低拉伸强度和0.6MPa的低杨氏模量。此外，在相对湿度为90%时，该离子凝胶热电材料还表现出 34.5 mV K^{-1} 的高离子塞贝克系数、 8.4 mS cm^{-1} 的离子电导率、和 $0.23 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 的低热导率。因此，它可以具

ble and Transparent Ionogels with High Thermoelectric Properties”发表在了Adv. Funct. Mater.上。

【图文导读】

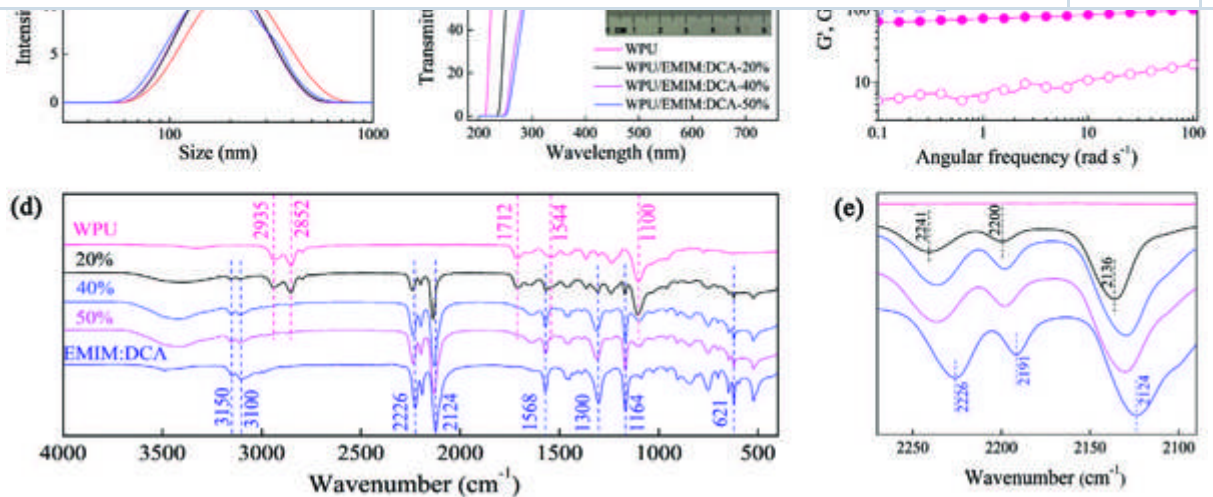
图1 通过溶液加工方法制备离子凝胶的示意图



a) WPU和EMIM : DCA的化学结构。

b) 通过溶液加工方法制备离子凝胶的示意图。

图2离子凝胶材料组成及结构表征



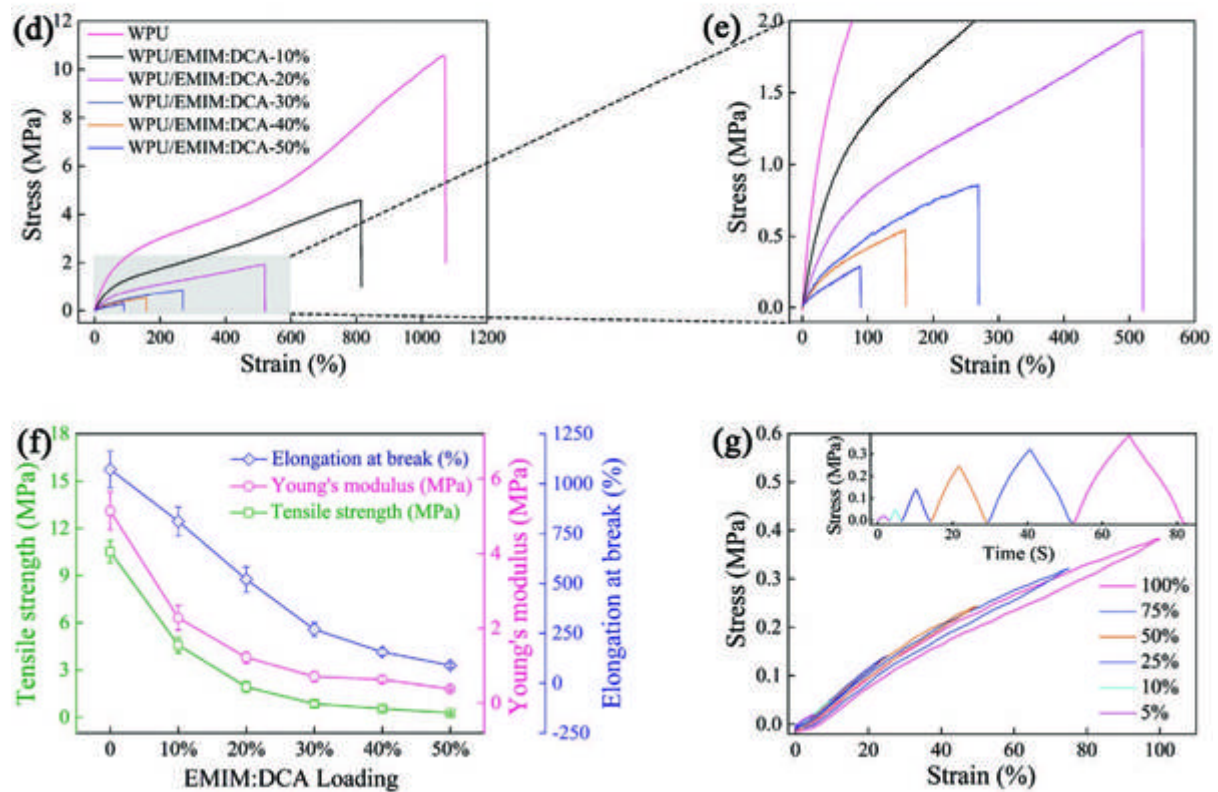
a) 具有不同EMIM : DCA含量的WPU/EMIM : DCA- x 水分散体和WPU水分散体的粒径分布。EMIM : DCA百分比 (x) 是EMIM : DCA重量相对于EMIM : DCA和WPU总重量的百分比。

b) WPU薄膜和WPU/EMIM : DCA- x 离子凝胶的紫外可见光谱。插图是WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的照片。

c) WPU薄膜和WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的储能模量 (G') 和损耗模量 (G'') 的角频率相关性。

d, e) WPU和WPU/EMIM : DCA- x 的FTIR光谱在d) 4000–400 cm⁻¹和e) 2270–2090 cm⁻¹的范围内。

图3 WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的力学性能表征



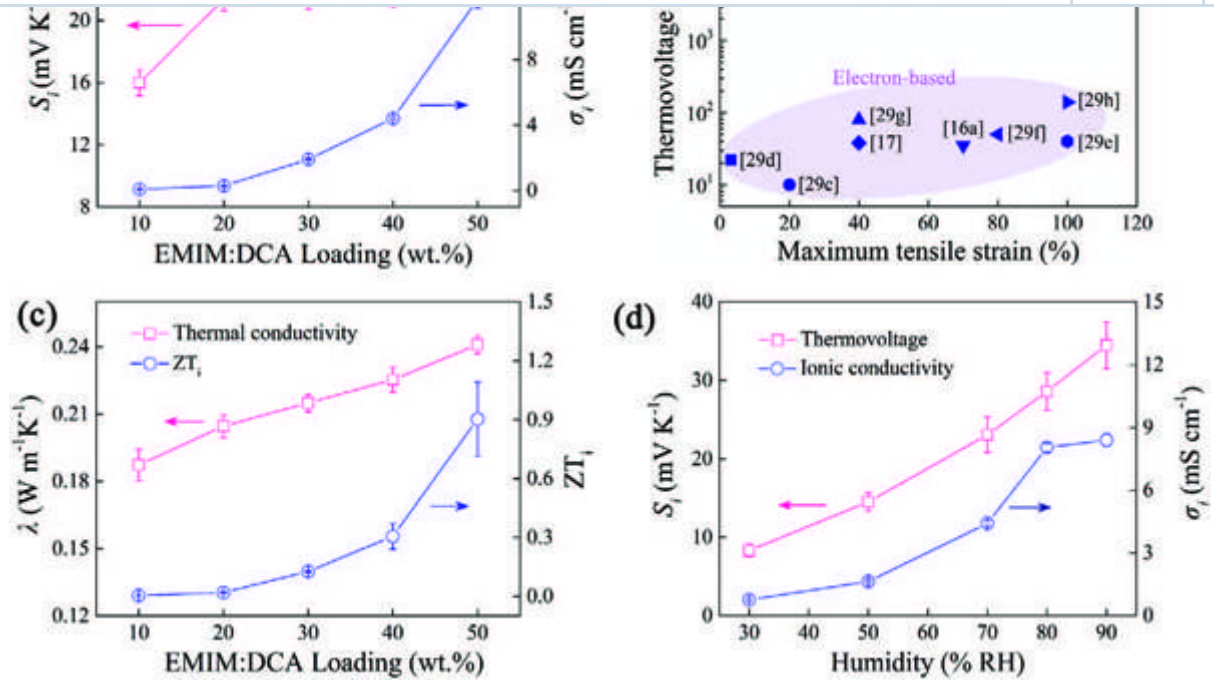
a-c) 照片显示了WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶在a) 拉伸 , b) 松弛和c) 扭曲状态下的柔韧性。

d , e) WPU薄膜和WPU/EMIM : DCA-x离子凝胶的应力-应变曲线至d) 1200%和e) 600%。

f) WPU/EMIM : DCA-x离子凝胶的断裂伸长率、杨氏模量和拉伸强度与EMIM : DCA负载有关。0%的数据对应于单一的WPU薄膜。

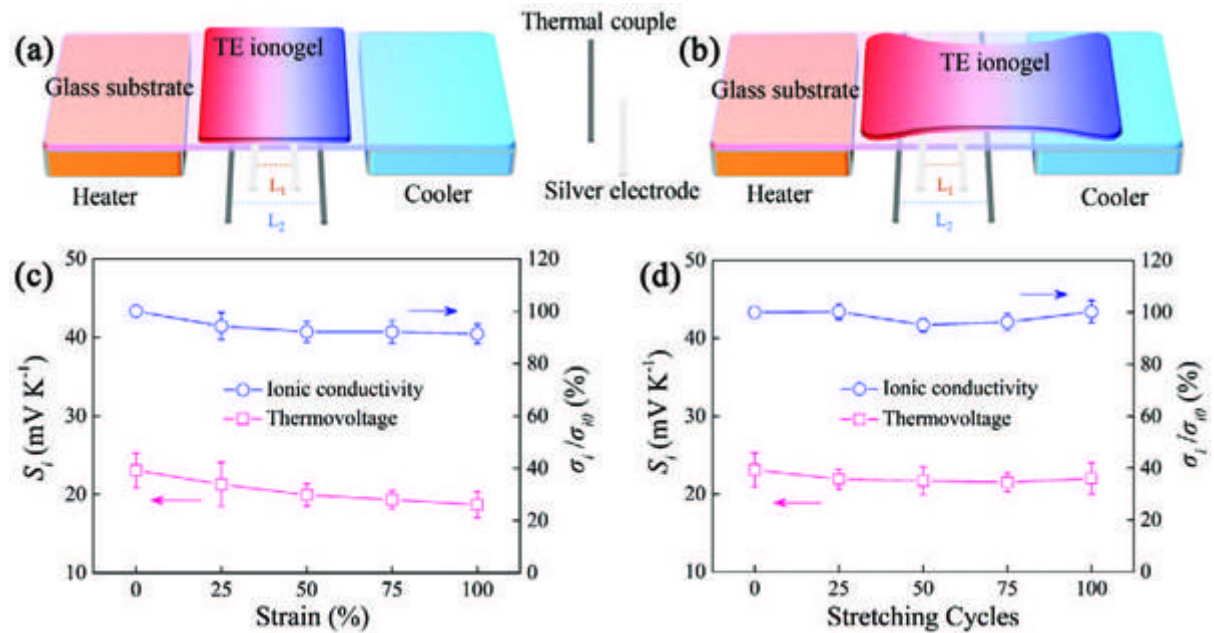
g) 对WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的连续拉伸-释放研究 , 每次测试的最大应变从5%增加到100%。

图4 WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的热电性能



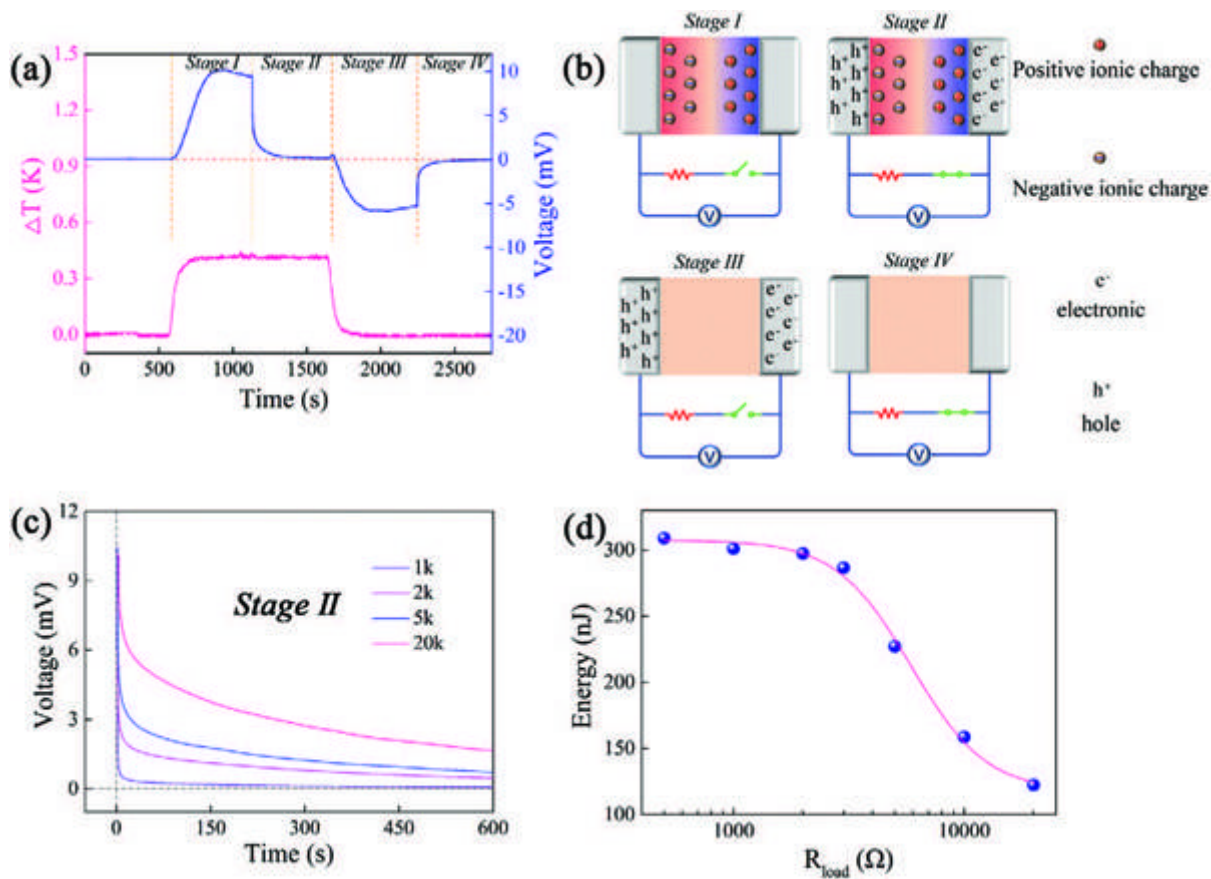
- a) WPU/EMIM : DCA离子凝胶的离子塞贝克系数和离子电导率随EMIM : DCA负载的变化。
- b) 文献中离子凝胶和其他TE材料的塞贝克系数和可拉伸性。
- c) 在不同EMIM : DCA负载下 , WPU/EMIM : DCA离子凝胶的热导率和 ZT_i 值的变化。
- d) WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的离子塞贝克系数和离子电导率与相对湿度的关系。

图5 离子凝胶的离子塞贝克系数和相对离子电导率与拉伸形变的关系



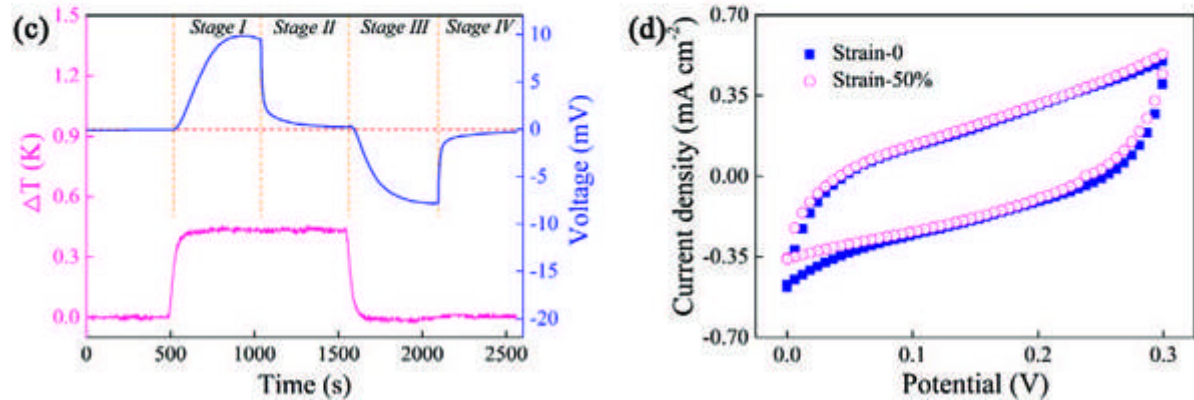
- c) WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的离子塞贝克系数和相对离子电导率与拉伸应变的关系。
- d) WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的离子塞贝克系数和相对离子电导率与拉伸/释放循环次数的关系。

图6含有WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的离子热电电容器



- a) 含有WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的ITECs的电压和温度梯度随时间的分布图。
- b) ITECs四个阶段的运行机制示意图。
- c) 在阶段II期间，将不同电阻连接到IETC的外部电路上的电压衰减曲线。
- d) 总充放电能与外部负载电阻的关系。

图7 WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶电容器的可拉伸性能



a, b) 当离子凝胶处于a) 松弛状态和b) 拉伸状态时, 交流阻抗和循环伏安图 (CV) 测量的示意图。

c) 使用WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶在50%应变下, 且外部的加载电阻为5k Ω 的ITEC的电压和温差随时间的变化曲线。

d) 处于松弛和拉伸状态 (应变为50%) 的WPU/EMIM : DCA-40%离子凝胶的CV曲线。在松弛状态和拉伸状态下, 离子凝胶的电极间距相同。

【小结】

采用溶液加工的方法制备了含WPU和EMIM : DCA的可拉伸透明离子凝胶。该离子凝胶表现出高力学拉伸性和高热电性能。由于弹性WPU形成固体网络, WPU/ (EMIM : DCA-40%) 电离凝胶的断裂伸长率可达156%。在相对湿度为90%时, 该离子凝胶表现出34.5 mV K^{-1} 的高离子塞贝克系数, 8.4 mS cm^{-1} 的高离子电导率, 以及0.23 $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ 的低热导率。相应的离子热电优值 (ZT_i) 为 1.3 ± 0.2 。热电压和 ZT_i 值都是可拉伸热电材料中最高的。离子塞贝克系数和离子电导率都只随拉伸应变略有变化。该热电转换离子凝胶用于离子热电电容器。因此, 该可拉伸的透明离子凝胶可用为可穿戴式能源供应。

文献链接 : [Stretchable and Transparent Ionogels with High Thermoelectric Properties](#) (Adv. Funct. Mater. , 2020 , DOI : 10.1002/adfm.202004699)

【团队介绍】

得了许多原创成果。比如，他们发明了一系列提高聚(3, 4-亚乙基二氧噻吩)：聚(4-苯乙烯磺酸) (PEDOT : PSS)电导率的方法并数次报道了PEDOT : PSS的世界记录的电导率。他们报道了用可拉伸导电高分子作为电极的透明软机器人。他们发明了世界上第一个可拉伸自粘附的导电高分子。他们也发明了一系列的方法来提高有机材料的热电性能，多次刷新有机材料热电性能的世界记录。最近，他们报道了一系列的高性能的离子热电材料，他们发明了混合离子电子热电转换器件。

团队在柔性热电领域工作总结

欧阳建勇教授团队在柔性热电材料领域进行了许多重要的探索并取得许多世界性的研究成果。

(1) 他们发明了酸碱依次处理的方法来提高PEDOT : PSS的热电性能，在2017年报道了334 mW/(m K²)的世界记录功率因子。(2) 他们发现涂抹一层离子层可以提高PEDOT : PSS的塞贝克系数和热电性能，在2019年报道了754 mW/(m K²)的世界记录功率因子。(3) 他们发现表面修饰可以提高PEDOT : PSS的塞贝克系数和热电性能，在2020年提出了“surface energy filtering”的新概念。(4) 在2019年报道了26 mV/K的世界记录离子塞贝克系数。(5) 在2020年报道了1.47的世界记录离子热电优值。(6) 在2020年发明了混合离子电子热电转换器，并提出了混合离子电子热电学。

相关优质文献推荐

- Cheng and J. Ouyang*, Ultrahigh Thermoelectric Power Generation from Both Ion Diffusion by Temperature Fluctuation and Hole Accumulation by Temperature Gradient, *Advanced Energy Materials*, **2020**, 2001633.
- Guan, E. Yildirim, Z. Fan, W. Lu, B. Li, K. Zeng, S.-W. Yang and J. Ouyang*, Thermoelectric Polymer Films with Significantly High Seebeck Coefficient and Thermoelectric Power Factor through Surface Energy Filtering, *Journal of Materials Chemistry A*, **2020**, *8*, 13600-13609.
- He, H. Cheng*, S. Yue and J. Ouyang*, Quasi-Solid State Nanoparticle/(Ionic Liquid) Gels with Significantly High Ionic Thermoelectric Properties, *Journal of Materials Chemistry A*, **2020**, *8*, 10813-10821.
- Guan, W. Feng, X. Wang, R. Venkatesh and J. Ouyang*, Significant Enhancement in the Seebeck Coefficient and Power Factor of p-type PEDOT: PSS through the Incorporation of n

- e Seebeck Coefficient and High Thermoelectric Properties, *Advanced Energy Materials*, **2019**, *9*, 1901085.
- Fan and J. Ouyang*, Thermoelectric Properties of PEDOT:PSS, *Advanced Electronic Materials*, **2019**, *5*, 1800769.
 - Yao, Z. Fan, P. Li, B. Li, X. Guan, D. Du and J. Ouyang*, Solutionally Processed Intrinsically Conductive Polymer Films with High Thermoelectric Properties and Good Air Stability, *Journal of Materials Chemistry A*, **2018**, *6*, 24496-24502.
 - Guan, H. Cheng and J. Ouyang*, Significantly Enhancement in Seebeck Coefficient and Power Factor of Thermoelectric Polymers by Soret Effect of Polyelectrolytes, *Journal of Materials Chemistry A*, **2018**, *6*, 19347-19352.
 - Fan, D. Du, X. Guan and J. Ouyang*, Polymer Films with Ultrahigh Thermoelectric Properties Arising from Significant Seebeck Coefficient Enhancement by Ion Accumulation on Surface, *Nano Energy*, **2018**, *51*, 481-488.
 - Yao, Z. Fan, H. Cheng, X. Guan, C. Wang, K. Sun* and J. Ouyang*, Recent Development of Thermoelectric Polymers and Composites, *Macromolecular Rapid Communications*, **2018**, *39*, 1700727.
 - Fan, P. Li, D. Du and J. Ouyang*, Significantly Enhanced Thermoelectric Properties Of PEDOT:PSS Films through Sequential Post Treatments with Common Acids and Bases, *Advanced Energy Materials*, **2017**, *7*, 1602116.

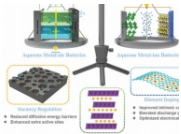
本文由**木文韬**翻译编辑。

欢迎大家到材料人宣传科技成果并对文献进行深入解读，投稿邮箱tougao@cailiaoren.com。

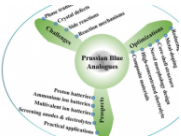
标签： 可拉伸电化学传感器 热电材料 离子凝胶



木文韬



哈尔滨工业大学（深圳）黄燕教授课题组Adv. Funct. Mater.:水性金属离子和金属空气电池电极材料的本征结构修饰



北大潘锋AFM：类普鲁士蓝框架材料在能源存储和转化中的应用

文章评论(0)

[登录后参与讨论](#)

话题

3D打印 Nature Science 二维材料 人物 催化剂 半导体 塑料 复合材料 太阳能电池 学术 工艺
 成果精选 新能源 晶体 智能材料 材料制备 材料测试 材料计算 清洁能源 热电材料 燃料电池
 王中林 生物材料 电子电工 石墨烯 碳材料 纳米 航空航天 薄膜 超导 超材料 超级电容器
 轻量化 量子点 金属 金属有机框架 钙钛矿 钙钛矿太阳能电池 钠离子电池 钢铁 锂电池 锂硫电池
 锂离子電池 高分子

Copyright © 2011-2016 北京泰坦青材科技发展有限公司 All rights reserved. 京ICP备16006889号  京公网安备

11010802023617号