

第十七届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛

江苏省选拔赛作品

仿生分级孔压阻材料的开发

2021 年 4 月

目 录

一、仿生分级孔压阻材料研究背景及研究目的.....	1
二、仿生分级孔压阻材料开发的基本思路.....	2
三、创新点.....	3
四、技术关键和主要技术指标.....	4
五、作品的科学和先进性.....	8
六、作品的技术特点及性能.....	10
1、高灵敏压阻材料“HIPE 液态模板法”的制备.....	10
2、仿生分级孔压阻材料产品开发及性能.....	10
七、作品的适用范围和应用前景预测.....	13
八、参考文献.....	14
附录.....	17
附件一：技术查新报告.....	17
附件二：发明专利申请材料.....	20
附件三：合作合同.....	24
附件四：合作企业产品查新报告.....	29
附件五：吴江新民高纤产品开发评审报告.....	32
附件六：产品大货样材料.....	33
附件七：行业组织证明材料.....	34
附件八：检测报告.....	35

一、仿生分级孔压阻材料研究背景及研究目的

据权威机构IDTechEx市场预测，柔性智能电子产业市场未来十年将达到三千亿美元。其中**柔性智能纺织品相关的约占了整个产业市场的1/3，未来市场规模将超过一千亿美元**，这将为我国高端纺织产业转型发展提供新的契机及经济增长点。

随着人们对功能化、智能化可穿戴器件需求的日益增加，柔性压阻材料一跃成为当今国际研究开发的热点。智能压阻型的压力传感器具备压电型传感器所缺乏的静态应力识别能力，且结构简单，量产化容易，最具推广应用价值。而轻质柔性的压阻材料是传感器的核心元件，其性能决定着传感器信息智能交互功能（感知能力）的应用表现。

智能可穿戴设备的开发，必须要有灵敏度高、耐久性好的压阻材料，这是提升产品质量和应用范围的重要基础。但目前能满足产品开发要求，真正能够实现产业化应用的技术项目较少，限制了智能可穿戴纺织产品的开发。因此，2019年全球智能可穿戴纺织产品市场约为54亿美元，我国市场规模仅为1.9亿美元，占比为3.5%，与我国纺织大国的世界地位严重不匹配。

智能压阻材料在可穿戴纺织品面料上具有广阔的应用前景，但目前已有开发技术大多采用“固态模板法”，该方法对孔结构的调控能力有限，对开发高性能智能材料产品具有一定的局限性。“**HIPE液态模板法**”具有制备便捷及孔结构调控能力强的优点，在现有研究领域中，一般常用于制备吸附材料或吸波材料，用于智能纺织领域压阻材

料开发的相关报道较少。本项目创新的应用该方法制备了高性能的

压阻材料，通过乳液液滴调控，得到可调节孔结构的高灵敏的压阻材料，作用于织物后获得高性能的智能纺织面料，可用于各类智能可穿戴纺织产品开发。

二、仿生分级孔压阻材料开发的基本思路

1993年Lakes在《Nature》上发文，提出骨骼、木材和竹子等生物多级孔结构材料受力时，内部应力均匀分布。其原因在于：不同直径的孔在材料内部堆积，形成多峰分布的分级孔结构。这种结构能促进应力传递，提高材料内部应力和应变分布的均匀性，避免或减弱应力集中对材料结构和力学性能的破坏。基于对该结构的仿生，设计钢架镂空结构，诞生了闻名遐迩的埃菲尔铁塔，那么，若以**分级孔结构生物材料为仿生客体，将仿生主体由填料结构转为材料结构，完成仿生主体和仿生客体的双重转化，进行结构仿生，实现材料的分级孔结构，将能够得到应力分布均匀的压阻材料**（见图1），这种材料的应用可获得性能优异的智能纺织产品（见图2）。

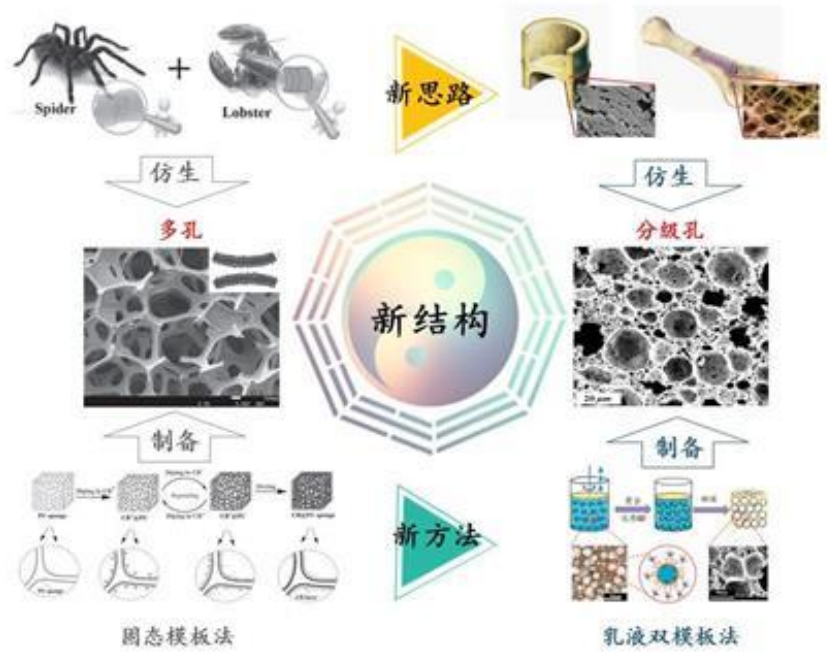


图1 分级孔智能纺织材料研究思路

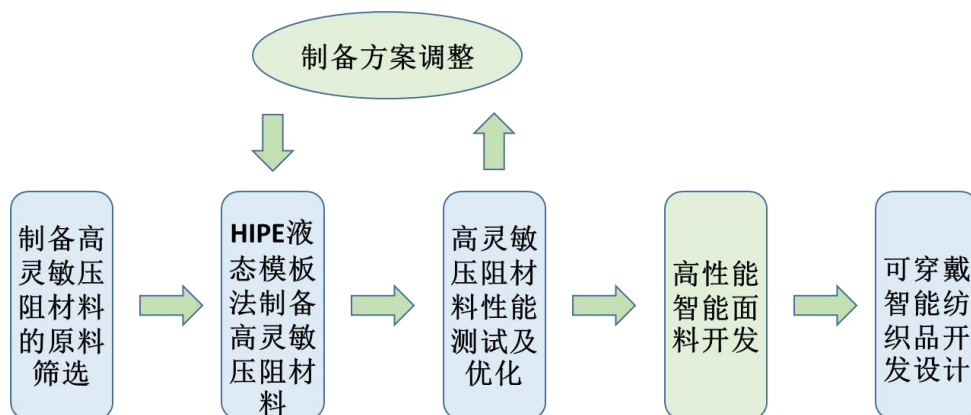


图2 分级孔智能材料及产品开发路线图

三、创新点

1、创新采用HIPE液态模板法制备高灵敏可调节孔结构的高灵敏的压阻材料，克服了常用“固态模板法”对压阻材料孔结构调控能力有限，影响压阻材料灵敏性的缺点，并创新的将这种技术应用于智能纺织材料开发。

2、压阻材料制备中设计为分级孔结构，应力区间更广，灵敏度更高（即使在140Pa~120kPa时，灵敏度仍可达 0.21kPa^{-1} ），压力耐久反馈稳定性好（超过10000次/150 kPa）。

3、采用氧化石墨烯（GO）作为压阻材料中的导电填料，使其具有导电性能，导电压阻材料制备加工工艺便捷。

四、技术关键和主要技术指标

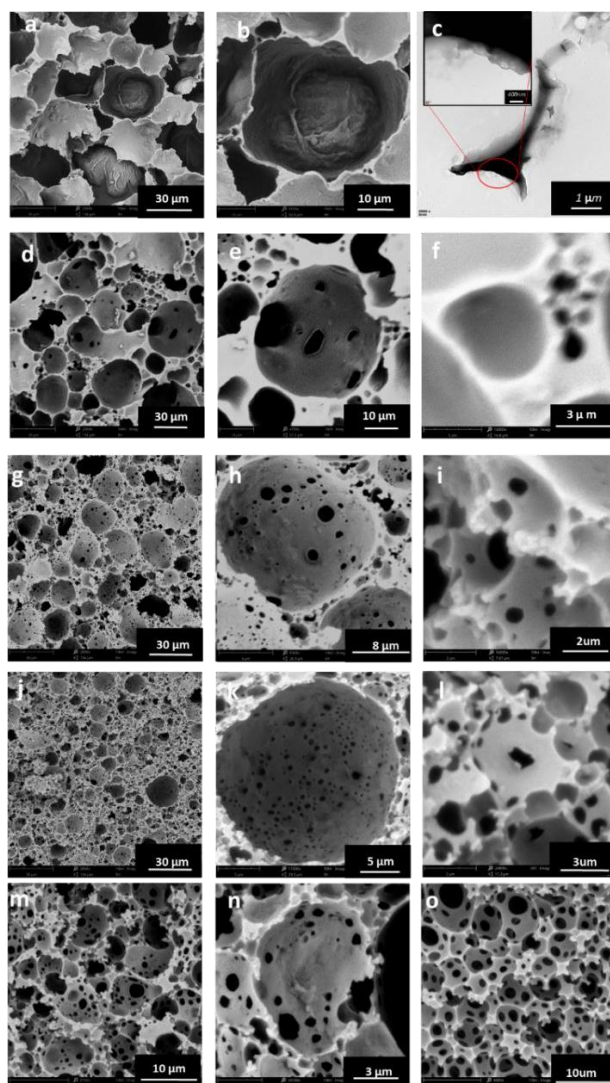
本项目关键技术在于调控HIPE液态模板法制备工艺参数，尤其关键的是pH值的精确调控，对材料孔径及性能影响较大。可以调控压阻材料的孔腔结构及其中导电填料与聚合物基材间的复合结构，并可使导电填料均匀地分布在压阻材料的孔腔表面；在受压过程中，孔壁上的导电填料间相互接触，产生压阻效应。氧化石墨烯（GO）作为导电填料，还原后为还原氧化石墨烯（rGO），进一步提升压阻材料的导电灵敏度，形成压阻传感功能。

1、pH值对压阻材料孔形貌的影响

以含抗坏血酸（Vc，还原剂）和NaCl的GO水分散液为内相，司班80（Span80）和甲基丙烯酸异辛酯（EHMA）等油性单体为连续相，制备高内相乳液。引发连续相中单体聚合，聚合时加入GO，产物经干燥后，得到压阻材料。

当GO用量为0.2wt%时，pH值的变化区间为3~8，所得压阻材料的断面微观形貌见图3。当水相pH值为5时，泡沫内同时出现平均孔径分别为 $17.4\mu\text{m}$ 和 $3.1\mu\text{m}$ 的大、小孔，此时孔径呈双峰分布，使得材料具有类似骨骼、竹子“小孔填充在大孔之间”的分级孔结构。其中，

与光滑的小孔相比，大孔孔壁的表面有着紧密集堆积的rGO颗粒。
pH=3时，为闭孔结构，此时孔径分布较宽，但呈单峰分布，平均孔径约为 $29.6\ \mu\text{m}$ 。水分散液pH值进一步提高至6和7时，压阻材料孔径仍呈现双峰分布，但与pH=5时的泡沫相比，前两者中大孔孔径增大，但数量分率减少，小孔孔径基本不变，但数量分率增高。pH值提高至8时，压阻材料中具有高度开孔结构。孔径呈现窄分布的单峰特征，



平均孔径仅为 $3.5\ \mu\text{m}$ 。

图3 不同pH值的GO水分散液制备压阻材料的微观形貌图: (a-c)pH=3; (d-f)

pH=5;(g-i)pH=6;(j-l) pH=7;(m-n)pH=8;(o)无GO.

2、pH值对压阻材料的压阻性能的调节

pH=6、7和8时制备的压阻材料对压缩应变响应性较差。是因为此时孔壁上rGO分布密度较低。在压缩形变的过程中孔壁上相邻rGO间难接触以形成完整的导电通路，电阻变化小（图4a）。

压阻材料pH值降低至5时，孔壁比表面积的降低，使得沿孔壁形成的导电网络中rGO的密度增高，相邻rGO间距减少。当材料被压缩时，随着孔壁的变形，相邻rGO间相互靠近或相互接触，通过隧道效应或欧姆连接构成新的导电通路（图4b）。因此，材料电阻值减小，电流值增大，此时压阻性能最好（图5）。

当pH值进一步降到3时，此时压阻材料内rGO分布密度高，颗粒间距离减小，小应变（ $<21\%$ ）时rGO颗粒间便可相互连接，致使大应变（ $>21\%$ ）时再无导电通路大量形成。因此材料表现为两阶段的响应，在低应变灵敏度较高，高应变时灵敏度降低（图4c）。

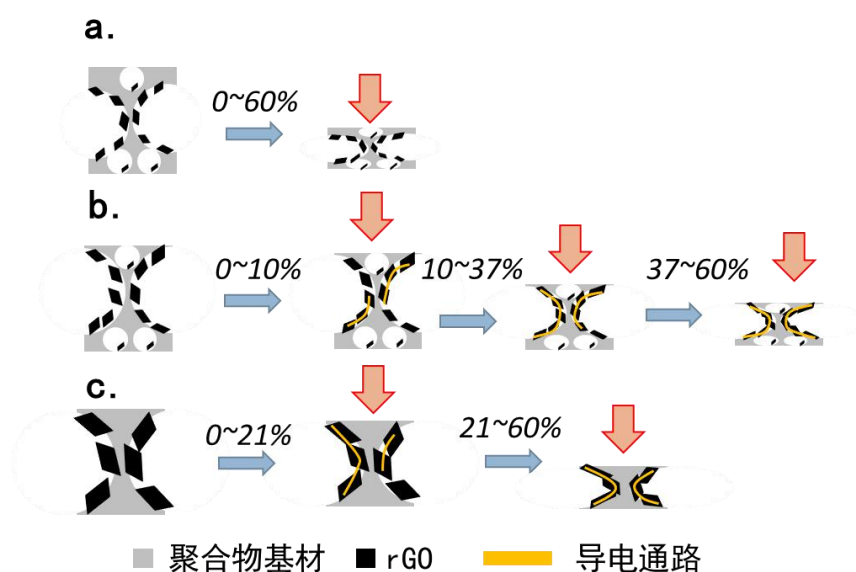


图4 不同内相pH值制备压阻材料对应变的响应行为示意图:

(a)pH=6~8;(b)pH=5;(c)pH=3.

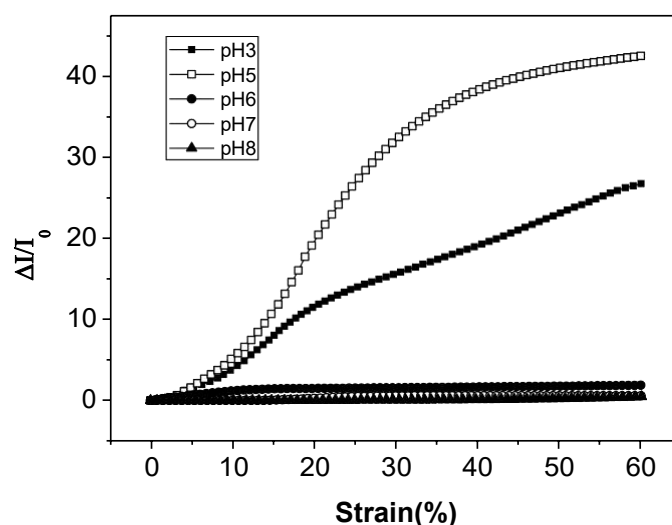


图5 不同内相pH值制备材料的压阻性能曲线

3、分级孔压阻材料的电导率

GO浓度为0.2wt%时，压阻材料的体积电导率随着pH值的增加而减小（图6）。高pH值时制备的材料中，材料的孔径小，小孔多，材料的内壁比表面积增大，rGO的分布密度相应减小。因此，在孔壁表面贴附的相邻rGO颗粒间距离变大，相互接触的rGO片层数目减少，难以产生隧道效应或欧姆接触形成贯通的rGO导电网络，压阻材料的电导率下降。当pH=5时的压阻材料电导率可达 5.1×10^{-5} S/m以上。

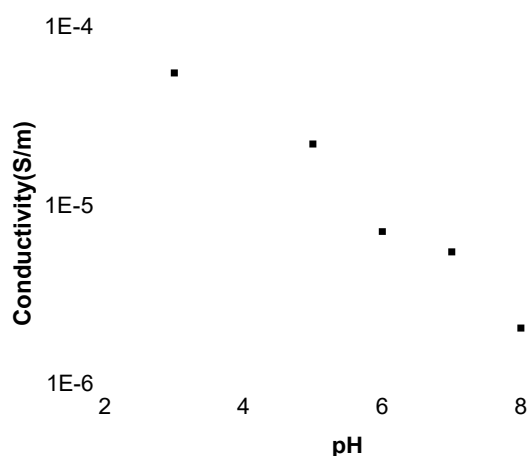


图6 不同内相pH值制备压阻材料的电导率

4、分级孔结构压阻材料的应力灵敏度、量程及耐久性

采用HIPE液态模板法得到了分级孔结构的压阻材料，材料的应力量程为0.6 Pa~200kPa；当应力区间为0.6 Pa~140 Pa、140 Pa~120 kPa时，灵敏度分别为2.52 kPa⁻¹、0.21 kPa⁻¹，具有较好的灵敏性。在应力的全量程，材料均表现了较好的耐久性（图7）。

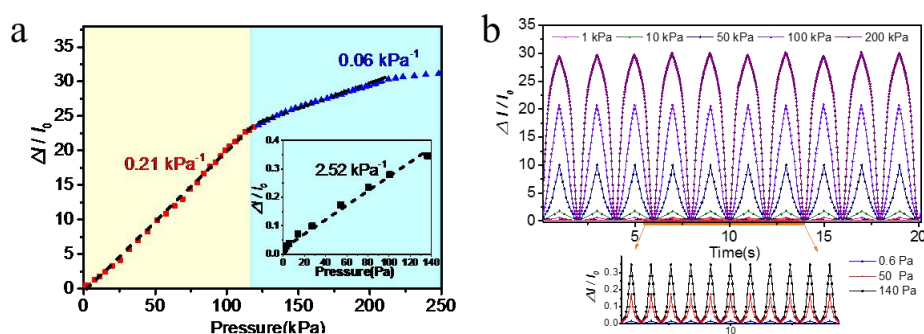


图7 分级孔结构压阻材料的应力灵敏度、量程（a）及耐久性（b）

五、作品的科学和先进性

本项目开发团队在研究中发现，采用“HIPE液态模板法”制备分级孔结构的压阻材料，可以通过对乳液液滴直径大小的精确控制达到调整制备的压阻材料多种孔径分布的要求，相对于“固态模板法”，对材料的孔结构及孔径调控能力更强，更容易获得稳定孔结构压阻材料。经过江苏省纺织工程学会相关部门认定：仿生分级孔压阻材料性能先进，灵敏度，耐久性好，可用于智能可穿戴产品设计开发，将为纺织行业技术升级、新产品领域拓展提供较好的技术支持。

2020年6月30日的技术科技查新报告认为：仿生分级孔高灵敏传感智能纺织面料具有应力（变）分布均匀，响应迅速，耐久性好的特点；仿生分级孔智能面料的应用在检索范围和时限内，未有该加工技

术及所能达到技术指标的文献报道。本项目高性能压阻材料开发技术已经应用于吴江新民高纤有限公司，用于开发高性能面料，双方签订了技术合作合同。2020年8月，该公司对应用本团队技术开发的产品进行了新产品科技查新，认为该产品具有新颖性，灵敏性和耐久性的性能优异。目前已完成全部中样试制过程，正在向市场进行产业化推广。项目技术开发团队作为第一发明人已申请2项中国发明专利，相关技术研究论文也正在撰写当中。

项目开发的分级孔压阻材料在不同应力区间均有较高的灵敏度，且应力分辨率较高，在较大施加压力下仍然具有优异的耐久性能，在当前最具代表性的几类压阻材料中性能突出。详细测试数据见表1。

表1 当前最具代表性压阻材料结构及压阻性能

压阻材料	灵敏度		应力量程		阵列传感器空间应力分辨率		耐久性
	kPa ⁻¹	应力区间 (kPa)	下限 (Pa)	上限 (kPa)	阵列结构	最高分辨率 (mm)	施压次数/压力 (kPa)
仿生分级孔压阻材料	2.52	0.6Pa~140Pa	0.6	200	6×6	0.4×0.4	10000/150
	0.21	140Pa~120kPa					
G/Ag纳米线/海绵	0.016	0-40	/	40	6×6	10×10	7000/55
CB微粒/PU	0.036	<16	1.7	16	6×6	10.8×10.8	50000/2.5
rGO/PU	0.26	<2	9	10	13*13	6.9×6.3	10000/2

注：G：石墨烯；Ag：银；CB：炭黑；rGO：（还原）氧化石墨烯；PU：聚氨酯。
表1中对比数据来源于参考文献[10-12]：G/Ag纳米线/海绵（Dong X., et al, 2018），CB微粒/PU（Wu X., et al, 2016），rGO/PU（Yao H. B., et al, 2013）。

六、作品的技术特点及性能

1、高灵敏压阻材料“HIPE 液态模板法”的制备

在乳液体系中，分散相亦被称为内相，当内相体积占乳液总体积超过74.02%时，仍能保持动力学稳定的乳液称之为高内相乳液

(HIPE)。以HIPE作为模板，引发连续相中单体聚合，再以较环保的烘干或冻干的方式除去内相模板，形成多孔材料 (polyHIPE)，这种高灵敏压阻材料的制备方法称之为“高内相乳液 (HIPE) 液态模板法”。采用偶氮二异丁腈、丙烯酸丁酯、二乙烯基苯、Span80、GO等制备压阻材料，获得的多孔材料完美复制了HIPE液滴形态，故通过对乳液的液滴形态调控即可控制压阻材料的微观结构。

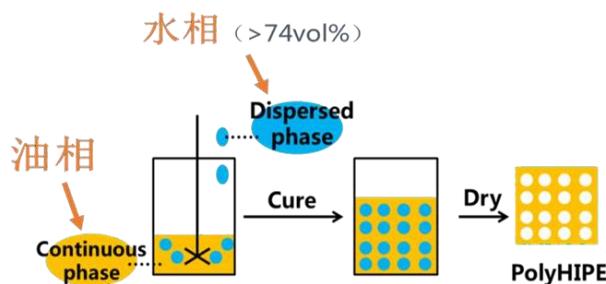


图8 HIPE液态模板法制备压阻材料

2、仿生分级孔压阻材料产品开发及性能

(1) 仿生分级孔压阻材料性能

为了测试分级孔压阻材料的灵敏度，模仿智能可穿戴面料应用时对触感反应的要求。项目团队将高灵敏压阻材料作成 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 的传感器，传感器两端连接铜线，分别用重量仅为16mg的蚊子、重量500g的钢球作用于传感器，经受外力作用后，LCR测试仪测试结果显示其电阻信号出现了明显的变化，撤去外力后，迅速回复至原来的电阻水

平，体现了极高的灵敏度。见以下系列图片（图9至图11）。

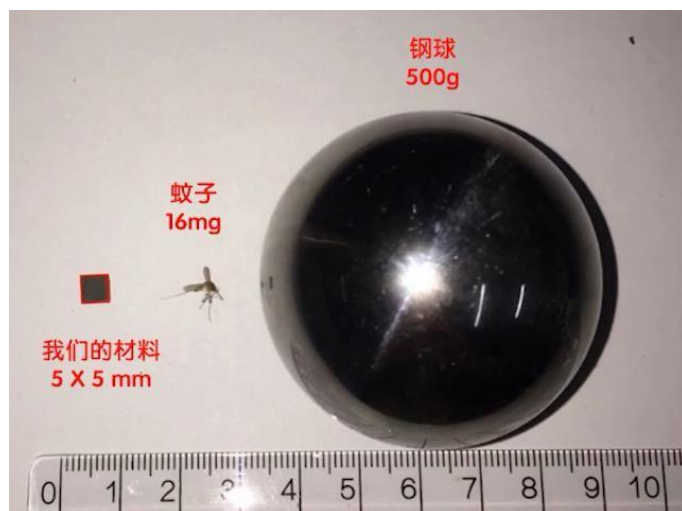


图9 测试用的蚊子和钢球

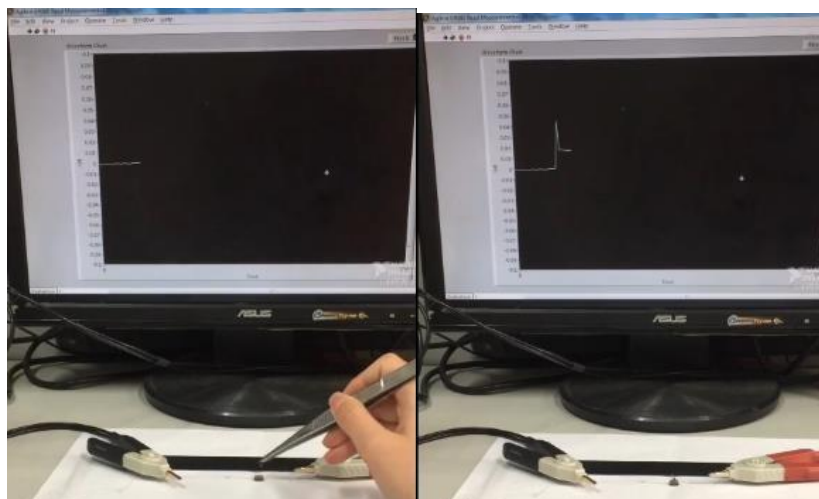


图10 放上蚊子前后电阻信号变化

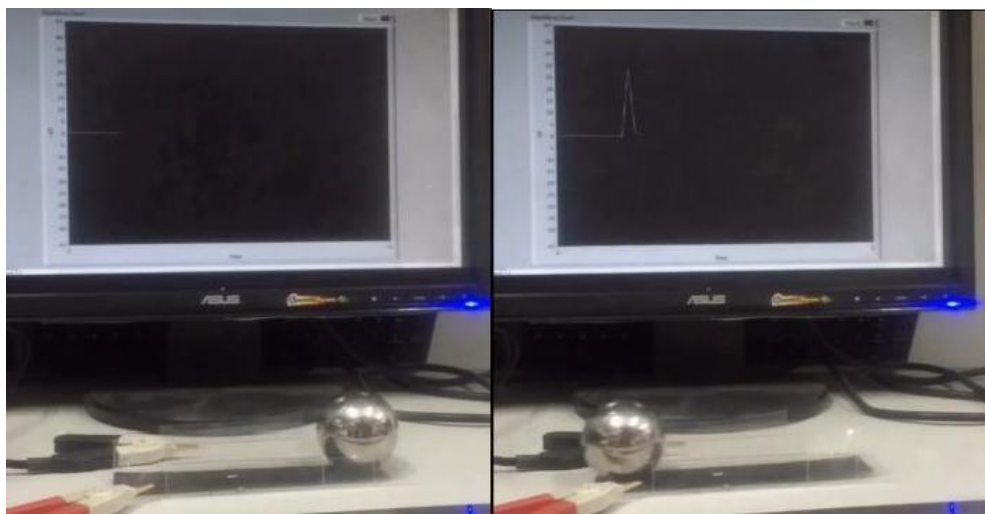


图11 钢球滚动前后电阻信号变化

(2) 仿生分级孔压阻面料性能

将高灵敏度压阻材料按照设计需求制成小型传感器，通过桥接剂或粘合剂作用于化纤、纤维素等面料上，即可开发出用于不同领域的高性能智能面料。仿生分级孔压阻面料性能测试见图12和图13，在压力变化的情况下，获得了不同的电容性能，响应非常灵敏，未按压面料时，面料电容值为230pF，按压后，智能面料电容值发生明显变化。压阻面料经过第三方检测机构检测，其折痕回复性能优异，回复角可达315°，耐水洗牢度可达4-5级，说明材料具有较好的耐久使用性能。目前该项技术正在聚酯纤维混纺面料上进行应用，开发高性能智能聚酯面料，用于可穿戴纺织产品设计及开发。

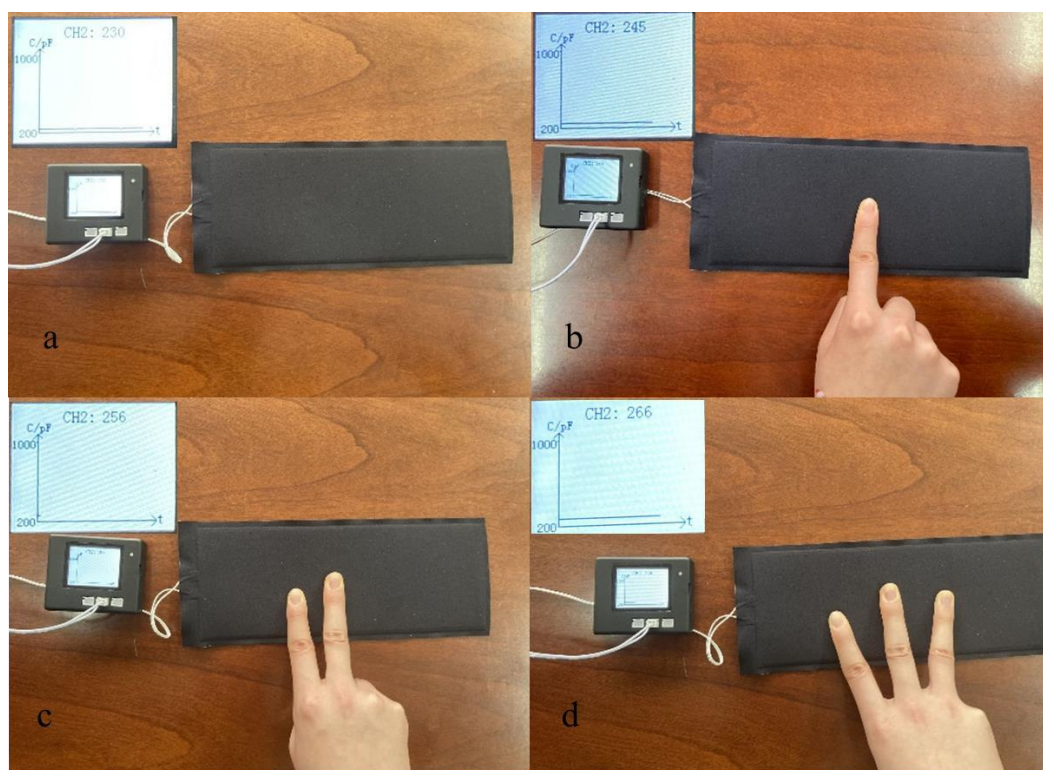


图12 仿生分级孔压阻面料多点按压时性能变化
(a 未按压面料时；b-d多点施加压力，面料电容值发生明显变化。)

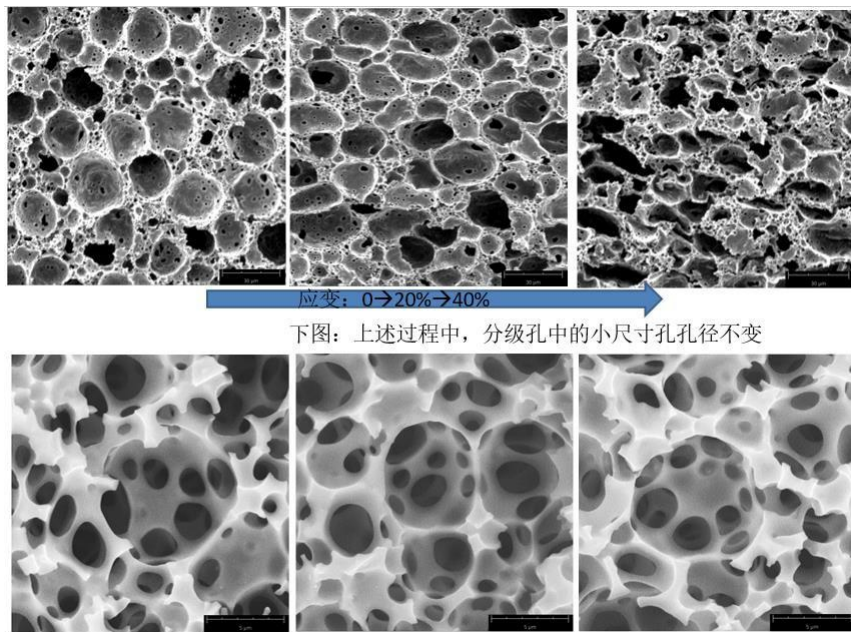


图 13 智能面料受压时压阻材料孔径变化情况

七、作品的适用范围和应用前景预测

仿生分级孔压阻材料开发技术已经应用于吴江新民高纤有限公司，公司在原材料、加工技术及营销推广等方面给予了较大的支持。吴江新民高纤有限公司于2020年8月12日进行产品技术鉴定查新，**产品技术鉴定查新报告结论认为：分级孔压阻材料制备的智能纺织面料应变灵敏度、耐久性好，具有新颖性。**经过小样及中样阶段的完善，吴江新民高纤有限公司2021年3月已进行了1500m高性能面料的产业化生产，开始进行市场推广，向公司国内外优质客户推广该新产品。目前市场上同类产业化产品极少，预计仅此一项产品即可为企业每年新增一千万以上的销售额。

因此，本项目开发的“仿生分级孔压阻材料”具有性能优异的压阻反馈灵敏度，制备工艺先进、便捷，压阻材料分级孔可调控性好，压阻的稳定性和耐久性较好，**可以适用于未来高性能智能可穿戴纺织**

产品设计及开发，开发柔性键盘、各类可穿戴电子产品的服装系列产品等等，服务于高端纺织服装、医疗保健、航空航天等领域。在当前国内纺织产业转型升级及国内内循环消费市场拓展的新时期具有广阔的发展前景，具有较好的经济效益和社会效益。



图14 可穿戴电子服装产品

八、参考文献

- [1] Xi Tian., et al. Wireless body sensor networks based on metamaterial textiles. *Nature Electronics*, 2019,2:243–251.
- [2] Lakes R. Materials with structural hierarchy. *Nature*, 1993, 361: 511–515.
- [3] Aidong Qiu., et al. A path beyond metal and silicon:polymer/nanomaterial composites for stretchable strain sensors. *Advanced Functional Materials*,2019,1806306:1-21.
- [4] Wang, S., et al. Skin electronics from scalable fabrication of an intrinsically stretchable transistor array. *Nature*, 2018, 555: 83-88.
- [5] Xu, J., et al. Highly stretchable polymer semiconductor films through the nanoconfinement effect. *Science*, 2017, 355(6320): 59-64.
- [6] Anikeeva, P., et al. Restoring the sense of touch. *Science*, 2015, 350(6258): 274-275.
- [7] Yichun Ding., et al. Recent Advances in Flexible and Wearable Pressure Sensors Based on Piezoresistive 3D Monolithic Conductive Sponges. *ACS Applied Materials and Interfaces*,2019,11,6685-6704.
- [8] Yang T., et al. Recent advances in wearable tactile sensors: Materials, sensing

- mechanisms, and device performance. *Materials Science and Engineering R: Reports*, 2017, 115: 1–37.
- [9] Trung T. Q., et al. Flexible and stretchable physical sensor integrated platforms for wearable human-activity monitoring and personal healthcare. *Advanced Materials*, 2016, 28(22): 4338-4372.
- [10] Dong X., et al. A linear and large-range pressure sensor based on a graphene/silver nanowires nanobiocomposites network and a hierarchical structural sponge. *Composites Science and Technology*, 2018, 155: 108-116.
- [11] Wu X., et al. Large-area compliant, low-cost, and versatile pressure-sensing platform based on microcrack-designed carbon black@polyurethane sponge for human-machine interfacing. *Advanced Functional Materials*, 2016, 26(34): 6246–6256.
- [12] Yao H. B., et al. A flexible and highly pressure-sensitive graphene-polyurethane sponge based on fractured microstructure design. *Advanced Materials*, 2013, 25(46): 6692–6698.
- [13] Qi K., et al. A Highly stretchable nanofiber-based electronic skin with pressure-, strain-, and flexion-sensitive properties for health and motion monitoring. *ACS Applied Materials and Interfaces*, 2017, 9(49): 42951–42960.
- [14] Zhang H., et al. Piezoresistive sensor with high elasticity based on 3D hybrid network of Sponge@ CNTs@ Ag NPs. *ACS applied materials & interfaces*, 2016, 8(34): 22374-22381.
- [15] Dargahi J., et al. Human tactile perception as a standard for artificial tactile sensing-a review. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, 2004, 1(1): 23–35.
- [16] Song Y., et al. Highly compressible integrated supercapacitor-piezoresistance -sensor system with CNT-PDMS sponge for health monitoring. *Small*, 2017, 13(39): 1702091.
- [17] Jung S et al. Reverse-micelle-induced porous pressure-sensitive rubber for wearable human-machine interfaces. *Advanced Materials*, 2014, 26(28): 4825–4830.
- [18] Tai Y., et al. Double-twisted conductive smart threads comprising a homogeneously and a gradient-coated thread for multidimensional flexible pressure-sensing devices. *Advanced Functional Materials*, 2016, 26(23): 4078-4084.
- [19] Ameli A., et al. Polypropylene/carbon nanotube nano/microcellular structures with high dielectric permittivity, low dielectric loss, and low percolation threshold. *Carbon*, 2014, 71: 206-217.
- [20] Ajdari A., et al. Effect of defects on elastic–plastic behavior of cellular materials.

Materials Science and Engineering: A, 2008, 487(1-2): 558-567.

[21] Yan Huang., et al. Emerging technologies of flexible pressure sensors:Materials, Modeling, Devices, and Manufacturing. *Advanced Functional Materials*,2019,1808509:1-24.

[22]Laib A., et al. 3D micro-computed tomography of trabecular and cortical bone architecture with application to a rat model of immobilisation osteoporosis. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 2000, 38(3): 326–332.

[23] 李福燊,曹文斌,仇卫华,等. 非金属导电功能材料[J].化学工业出版社,2007. 307-308.

[24] 赵文元,赵文明,王亦军. 聚合物材料的电学性能及其应用[M].化学工业出版社,2006. 61-62.

附录

附件一：技术查新报告

报告编号：202021C07011081

科技查新报告

项目名称：仿生分级孔高灵敏传感智能面料开发及应用

委托人：[REDACTED]

委托日期：二〇二〇年六月二十六日

查新机构：中国科学院上海科技查新咨询中心
(科技查新专用章)

查新完成日期：二〇二〇年六月三十日

中华人民共和国科学技术部

二〇一六年制

查新项目 名称	中文：仿生分级孔高灵敏传感智能面料开发及应用			
	英文：			
查新机构	名称	中国科学院上海科技查新咨询中心		
	通信地址	上海市岳阳路 319 号 31 号楼 C 座底楼	邮编	200031
	负责人	江洪波	联系人	刘 剑
	电 话	021-54922920	传 真	021-54922934
	电子信箱	chaxin@sibs.ac.cn	网 址	http://www.chaxin.ac.cn
一、查新目的				
立项				
二、查新项目的科学技术要点				
创新点： 1、通过研究基于氧化石墨烯高灵敏的压力传感器材料，与聚酯纤维、氨纶纤维、银纤维等作用制备获得高性能的智能纺织面料； 2、仿生分级孔高灵敏压阻智能纺织面料具有应力（变）分布均匀，响应迅速，耐久性好的特点； 3、仿生分级孔高灵敏传感智能面料的应用。				
关键技术： 1、分级孔结构压阻材料的性能及其形成机理研究； 2、高灵敏仿生分级孔结构压阻材料的设计与制备； 2、仿生分级孔高灵敏压阻智能面料产品开发及性能测试； 3、仿生分级孔高灵敏传感智能面料的应用。				
技术指标： 1、压阻材料小孔平均孔径可在：5-20 μm 范围调控； 2、压阻材料大孔平均孔径可在：20-200 μm 范围调控。				
三、查新点与查新要求				
查新点： 仿生分级孔高灵敏传感智能面料开发及应用				
查新要求： 查国内有无相同或类似文献与研究报道，并作对比分析及新颖性判断。				

六、查新结论

依据与查新委托人签定的“科技查新合同”的有关要求,针对“仿生分级孔高灵敏传感智能面料开发及应用”的课题,我们利用国内数据库进行了查新检索,共检索到一般相关文献9篇。

经阅读、分析对比得到以下结论:

伴随着人类科技的发展,传统产业与产品也在分享着创新带来的变革与成果,带动纺织传统制造技术、纤维生产工艺、面料加工整理向智能化转变,数字与智能化的纺织产品与制造技术是未来纺织工业的方向。新一代纺织产品将给人们前所未有的科技感体验,纺织产品的应用领域与前沿科技及横向产业的结合潜力会越来越大。项目方正是对仿生分级孔高灵敏传感智能面料开发及应用进行研究。

国内文献有:附件1参考硅谐振式压力传感器设计了一种以石墨烯材料为梁的谐振子,对谐振子进行了理论分析及有限元仿真,揭示了其工作机理,探究了谐振子的结构参数对灵敏度的影响规律;附件2探讨柔性压力传感器在纺织品中的创新应用,介绍了柔性压力传感器的工作原理、结构、工艺与性能,分析了当前柔性压力传感器的创新要点,及其在智能纺织品中的应用情况,分析了柔性压力传感器在智能纺织品中应用的局限性因素;附件3根据六种石墨烯压力传感器的对比结果,得到单层型与多层型石墨烯压力传感器的不同工作特性及应用环境,针对单层型和多层型石墨烯传感器,分别提出提高性能的可行方案,对此类传感器的实际应用与推广具有一定的指导意义;附件4为了降低电容式石墨烯压力传感器的成本,对石墨烯压力传感器的结构与工艺进行研究,简化加工工艺步骤,设计并制作出石墨烯传感器样片;附件5从针织应力传感器的传感机理、制备方式及传感性能方面综述了针织柔性传感器的研究现状,从导电纱线、力学模型与性能参数设计方面探讨了当前针织应力传感器存在的主要问题,并阐述了针织应力传感器在人体生理信号监测及运动方面的应用,通过前期的研究对未来针织应力传感器的发展趋势进行了预测;附件6基于人体体形分析,建立纬编无缝内衣任意围度的椭圆形力学模型,分析人体任意围度上任意点的曲率半径,并以Laplace方程为基础建立服装压力模型,依据弹性面料在人体任意围度上的拉伸形变;附件7从系统设计、服装造型结构设计、面料设计、工艺设计4个维度分析以石墨烯柔性传感器和功能模块为核心的智能服装,设计了具有A-GPS、跌倒检测、健康监测和语音提醒功能的阿尔茨海默病老人针织智能安全监护服装,解决了传统阿尔茨海默病老人安全监护服装设计中的诸多弊端;附件8为探究影响智能调温面料交联工艺的因素,以织物增重率和强降率为衡量指标,采用单因素分析法对影响棉织物、相变材料交联的主要因素进行优化;附件9实用新型涉及一种仿生智能通风面料,智能通风面料包含主动层和被动层,二者通过粘合层粘合,主动层采用吸水后伸长较大的带有微孔的半透膜组成,被动层采用吸水后伸长率较低的面料基布组成。

文献对比分析表明:国内有石墨烯谐振式压力传感器敏感结构研究;柔性压力传感器在智能纺织品中的应用;基于石墨烯压阻效应的压力传感器研究进展;石墨烯压力传感器的设计与制作;针织应力传感器的研究与应用进展;基于柔性传感器的无缝内衣任意围度压力研究;阿尔茨海默病老人针织智能安全监护服装的设计;智能调温面料交联工艺研究;一种仿生智能通风面料。

相比较,项目方委托的“仿生分级孔高灵敏传感智能面料开发及应用”课题:1、通过研究基于氧化石墨烯高灵敏的压力传感器材料,与聚酯纤维、氨纶纤维、银纤维等作用制备获得高性能的智能纺织面料;2、仿生分级孔高灵敏压阻智能纺织面料具有应力(变)分布均匀,响应迅速,耐久性好的特点。3、仿生分级孔高灵敏传感智能面料的应用。在上述检索范围和时限内,未见与项目方完全相同的相关研究报道,因此其研究课题具有新颖性。

查新员(签字):

王昂

查新员职称: 馆员

审核员(签字):

SJFA

审核员职称: 副研究馆员

(国家级审核员)

(科技查新专用章)

2020年6月30日

附件二：发明专利申请材料



F2100082

国家知识产权局

215000

江苏省苏州市吴江区盛泽镇纺织科技创业园6号楼207室
苏州吴韵知识产权代理事务所（普通合伙） 王铭陆(0512-68795617)

发文日：

2021年03月30日



申请号或专利号：202110330278.5

发文序号：2021033001188610

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定，申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下：

申请号：202110330278.5

申请日：2021年03月26日

申请人：

发明创造名称：一种智能材料及其制备方法

经核实，国家知识产权局确认收到文件如下：

说明书 每份页数:15页 文件份数:1份

专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份

说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份

实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份

发明专利请求书 每份页数:5页 文件份数:1份

权利要求书 每份页数:1页 文件份数:1份 权利要求项数：10项

提示：

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后，认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时，可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后，再向国家知识产权局办理各种手续时，均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后，依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员：吴蒙蒙

审查部门：专利初审及流程管理部



联系电话：0512-66070869

200101 纸件申请，回函请寄：100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局受理处收
2019.11 电子申请，应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外，以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

发明人为项目开发团队

发 明 专 利 请 求 书

代理机构内部编号F2100082		此框内容由国家知识产权局填写		
⑦ 发明名称	一种智能材料及其制备方法		① 申请号 (发明)	
			②分案提交日	
			③申请日	
⑧ 发明人	发明人 1	包丽 <input type="checkbox"/> 不公布姓名	④费减审批	
	发明人 2	徐国琳 <input type="checkbox"/> 不公布姓名	⑤向外申请审批	
	发明人 3	揭佳琦 <input type="checkbox"/> 不公布姓名	⑥挂号号码	
⑨第一发明人国籍 CN		居民身份证号码 320121200011071145		
⑩ 申请人	申请人(1)	用户代码	申请人类型 1	
		居民身份证号码或统一社会信用代码/组织机构代码		电子邮箱
		<input checked="" type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案		
		国籍或注册国家(地区) CN		
		省、自治区、直辖市 320000		
	申请人(2)	市县 320500		
		城区(乡)、街道、门牌号		
		经常居所地或营业所所在地 CN	邮政编码215000	电话
		姓名或名称:	用户代码	申请人类型
		居民身份证号码或统一社会信用代码/组织机构代码		
申请人(3)	<input type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案			
	国籍或注册国家(地区)			
	省、自治区、直辖市			
	市县			
	城区(乡)、街道、门牌号			
经常居所地或营业所所在地		邮政编码	电话	

110101
2018.8

1



F2100081

国家知识产权局

215000江苏省苏州市吴江区盛泽镇纺织科技创业园6号楼207室
苏州吴韵知识产权代理事务所(普通合伙) 王铭陆(0512-68795617)

发文日:

2021年03月26日



申请号或专利号: 202110322740.7

发文序号: 2021032600702280

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定,申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 202110322740.7

申请日: 2021年03月25日

申请人: [REDACTED]

发明创造名称: 一种高灵敏智能面料及其制备方法

经核实,国家知识产权局确认收到文件如下:

权利要求书 每份页数:1页 文件份数:1份 权利要求项数: 10项

发明专利请求书 每份页数:5页 文件份数:1份

说明书摘要 每份页数:1页 文件份数:1份

说明书 每份页数:11页 文件份数:1份

实质审查请求书 每份页数:1页 文件份数:1份

专利代理委托书 每份页数:2页 文件份数:1份

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后,认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时,可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后,再向国家知识产权局办理各种手续时,均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后,依据专利法实施细则第9条予以审查。

审查员: 吴莹莹

审查部门: 专利初审及流程管理部

联系电话: 0512-66070869



200101 纸件申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局受理处收
2019.11 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。

发明人为项目开发团队

发 明 专 利 请 求 书

代理机构内部编号F2100081			此框内容由国家知识产权局填写			
⑦ 发明名称	一种高灵敏智能面料及其制备方法			① 申请号 (发明)		
				②分案提交日		
				③申请日		
⑧ 发明人	发明人 1	徐国琳	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	④费减审批		
	发明人 2	包丽	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	⑤向外申请审批		
	发明人 3	揭佳琦	<input type="checkbox"/> 不公布姓名	⑥挂号号码		
⑨第一发明人国籍 CN			居民身份证件号码 32128120011206019X			
⑩ 申 请 人	申 请 人 (1)	[Redacted] 用户代码		申请人类型 1		
		居民身份证件号码或统一社会信用代码/组织机构代码 [Redacted]			电子邮箱	
		<input checked="" type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案				
		国籍或注册国家(地区) CN				
		省、自治区、直辖市 320000				
		市县 320500				
		城区(乡)、街道、门牌号 [Redacted]				
	经常居所地或营业所所在地 CN		邮政编码215000		电话	
	申 请 人 (2)	姓名或名称:		用户代码		申请人类型
		居民身份证件号码或统一社会信用代码/组织机构代码 <input type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案				
		国籍或注册国家(地区)				
		省、自治区、直辖市				
		市县				
		城区(乡)、街道、门牌号				
		经常居所地或营业所所在地		邮政编码		电话
申 请 人 (3)	姓名或名称:		用户代码		申请人类型	
	居民身份证件号码或统一社会信用代码/组织机构代码 <input type="checkbox"/> 请求费减且已完成费减资格备案					
	国籍或注册国家(地区)					
	省、自治区、直辖市					
	市县					
	城区(乡)、街道、门牌号					
	经常居所地或营业所所在地		邮政编码		电话	

110101
2018.8

1

附件三： 合作合同

合同编号：

技术开发（合作）合同

项目名称： 高性能智能纤维面料开发

甲 方： 吴江新民高纤有限公司

乙 方：

签订时间： 2020年11月5日

签订地点： 吴江新民高纤有限公司

有效期限： 2020年11月5日至2021年12月31日

中华人民共和国科学技术部印制

本合同合作各方就共同参与研究开发高性能智能纤维面料开发项目事项，经过平等协商，在真实、充分地表达各自意愿的基础上，根据《中华人民共和国合同法》的规定，达成如下协议，并由合作各方共同恪守。

第一条 本合同合作开发技术产品的要求如下：

1. 技术目标：本项目以高性能智能纤维面料开发及应用为主要研究内容，研究制备压阻材料，制备高灵敏压阻智能面料，将其中的压阻材料设计组装成信号传感器，与不同纤维面料结合，进行性能测试分析，得出智能纤维面料的最佳性能，提升新型面料的附加值。

2. 技术内容：(1)高灵敏仿生分级孔结构压阻材料的设计与制备；(2)仿生分级孔高灵敏压阻智能面料产品开发及性能测试；(3)仿生分级孔高灵敏传感智能面料的应用。

第二条 本合同合作各方在开发项目中，分工承担如下工作：

甲方：

1. 开发内容：采用乙方开发的分级孔结构压阻材料技术，制备成不同纤维种类的高性能纤维面料。

2. 开发期限：2020年11月5日至2021年12月31日。

3. 开发地点：吴江新民高纤有限公司。

乙方：

1. 开发内容：开发分级孔结构压阻材料加工技术，配合甲方制备成不同纤维种类的高性能纤维面料。

2. 开发期限：2020年11月5日至2021年12月31日。

第三条 为确保本合同的全面履行，合作各方确定，采取以下方式对研究开发工作进行组织管理和协调：在合作过程中，如果双方有需要更换材料内容的，需要进行书面提出，并由双方签字确认。

第四条 合作各方确定，按以下比例对技术开发及生产销售等所有收益进行分配：

甲方：甲方提供所需要的人员、设备及场地、销售渠道，获得去除所有成本的利润的 70%。

乙方：提供产品设计开发的工艺、技术，获得去除所有成本的利润的 30%。

第五条 合作各方确定，各自为本合同技术开发工作提供以下技术资料和条件：

甲方：(1)为乙方提供试验材料和背景技术资料，并派专人就有关技术问题与乙方联系协商，负责进行生产以形成新产品的生产能力；

乙方：(1) 负责完成技术内容，并提交测试报告及工艺研究报告；(2) 负责技术资料的撰写与整理工作；

本合同履行完毕后，上述技术资料和条件按以下方式处理：合同期满后，甲、乙方依据合作情况续签或终止合同。

第六条 以提供技术为投资的合作方应保证其所提供技术不侵犯任何第三人的合法权益。如发生第三人指控合作一方或多方因实施该项技术而侵权的，提供技术方应当承担所有法律责任，如果影响到甲方利益，需要进行相应补偿。

第七条 合作各方确定因履行本合同应遵守的保密义务如下：

甲方：

1. 保密内容（包括技术信息和经营信息）：项目设计开发的工艺、路线；涉及到的专利等。

2. 涉密人员范围：研发人员以及与本合同相关的所有人员。

3. 保密期限：本合同终止之后双方仍互负保密义务。

4. 泄密责任：由于甲方泄密导致乙方损失的，由甲方负责补偿。

乙方：

1. 保密内容（包括技术信息和经营信息）：合作设计开发的工艺、路线；涉及到的专利等。

2. 涉密人员范围：研发人员。

3. 保密期限：自本合同签订之日起至本合同终止。

4. 泄密责任：由于乙方泄密导致甲方损失的，由乙方负责补偿。

第八条：合作各方确定，出现下列情形，致使本合同的履行成为不必要或不可能的，可以解除本合同；

1. 因发生不可抗力和技术风险；

第九条：合作各方因履行本合同而发生的争议，应协商、调解解决。协商、调解不成的，确定按以下第2种方式处理：

1. 提交苏州仲裁委员会仲裁；


2. 双方须向乙方所在地有管辖权的人民法院提起诉讼；

第十条：合作各方约定本合同其他相关事项为：本合同未尽事宜双方另行协商解决。

第十一条：本合同一式四份，具有同等法律效力。

第十二条：本合同经合作各方签字盖章后生效。

甲方： _____
法定代表人 / 委托代理人： 张振雄  (盖章)
2020年11月5日

乙方： _____
法定代表人 / 委托代理人： _____  (盖章)
2020年11月5日

附件四：合作企业产品查新报告

报告编号：202032B2512404

科技查新报告

项目名称：高性能智能纤维面料开发及产业化

委托人：吴江新民高纤有限公司

委托日期：2020年07月27日

查新机构：江苏省科技查新咨询中心
(国家一级科技查新咨询单位)

完成日期：2020年08月12日

中华人民共和国科学技术部

二〇〇〇年制

查新项目 名称	中文：高性能智能纤维面料开发及产业化			
	英文：			
查新机构	名称	江苏省科学技术情报研究所科技查新咨询中心		
	通信地址	南京市龙蟠路 171 号	邮政编码	210042
	负责人	吴华珠	电话	025-85406180
	联系人	陈珍芳	电话	025-85410441
	电子信箱	cxzx305@sti.js.cn		
一、查新目的及范围				
查新目的：鉴定； 查新范围：国内				
二、查新项目的科学技术要点				
研究了产业用高性能传感器压阻材料的设计与制备，传感器压阻材料的压阻性能测试及材料性能优化，仿生分级孔高性能压阻智能纺织纤维产品开发，高性能智能纺织面料产业化应用及推广，压阻材料小孔平均孔径可在：5-20 μm 范围调控； 2、压阻材料大孔平均孔径可在：20-200 μm 范围调控。				
三、查新点				
1、氧化石墨烯（0.1-0.3%），纤维素纤维（10%-50%），聚酯纤维（10%-85%），氨纶纤维（2%-5%）可依加工面料要求调整不同比例，制备纺织面料；				
2、智能纺织面料应变灵敏度（1.0-2.0），材料电导率一般为 5.60×10^{-5} S/m，耐久性为水洗 10 次，电导率下降幅度低于 5%。				

六、查新结论

本委托项目“高性能智能纤维面料开发及产业化”主要技术特征为：1、氧化石墨烯（0.1-0.3%），纤维素纤维（10%-50%），聚酯纤维（10%-85%），氨纶纤维（2%-5%）可依据加工面料要求调整不同比例，制备纺织面料；2、智能纺织面料应变灵敏度（1.0-2.0），材料电导率一般为 5.60×10^{-5} S/m，耐久性为水洗 10 次，电导率下降幅度低于 5%。

经检索国内相关文献，结果如下：中国专利 201310705709.7 公开了一种新型智能纤维面料，其包括智能纤维层、隔离层和面料本体层，智能纤维层为纳米纤维，智能纤维层为纳米层状银系无机抗菌防霉纤维、疏水性聚丙烯腈纳米纤维或石墨纳米纤维中的一种或若干^[1]。中国专利 201910055055.5 公开了一种环保型石墨烯纳米纺织面料，其原料按重量份比包括：石墨粉 10-20 份、强氧化混合液 20-40 份、双氧水 30-60 份、莫代尔纤维 30-40 份、纳米纤维 60-80 份、涤纶纤维 30-50 份、棉纤维 40-60 份、有机硅烷 20-30 份、乙醇 30-50 份^[2]。中国专利 202010002698.6 公开了一种功能性纺织品，其按重量份计包括：彩棉 18-26 份、竹纤维 12-16 份、羊毛 10-12 份、驼绒 8-10、苎麻纤维 13-16 份、蚕丝 5-7 份以及石墨烯 4-6 份，其表面电阻为 $1-1.2 \times 10^{10} \Omega$ ^[3]。中国专利 201510476389.1 公开了一种壳聚糖复合纤维，其添加了氧化石墨烯，纤维电导率为 2.1-4.3 S/cm^[4]。中国专利 201810104419.X 公开了一种导电面料，其在面料表面刮涂了导电整理液，电阻率为 478-580 Ω cm，十次水洗后电阻率升高不超过 8%^[5]。

综合国内公开文献，并与本委托项目的查新点对比，结论如下：已见一种环保型石墨烯纳米纺织面料，其原料按重量份比包括：石墨粉 10-20 份、莫代尔纤维 30-40 份、纳米纤维 60-80 份、涤纶纤维 30-50 份、棉纤维 40-60 份等的报道，但本委托项目所述氧化石墨烯（0.1-0.3%），纤维素纤维（10%-50%），聚酯纤维（10%-85%），氨纶纤维（2%-5%）可依据加工面料要求调整不同比例，制备纺织面料在所检文献中未见述及；已见一种导电面料，其在面料表面刮涂了导电整理液，电阻率为 478-580 Ω cm，十次水洗后电阻率升高不超过 8%的报道，但本委托项目所述智能纺织面料应变灵敏度（1.0-2.0），材料电导率一般为 5.60×10^{-5} S/m，耐久性为水洗 10 次，电导率下降幅度低于 5%在所检文献中未见述及。

查新员（签字）： 龚轩昂

查新员职称：工程师

审核员（签字）： 陆研

审核员职称：研究员


（科技查新专用章）

2020年08月12日

附件五：吴江新民高纤产品开发评审报告

吴江新民高纤有限公司设计开发评审报告

编号：Q/XM.D08-2021

项目名称	J33R36-1 高性能面料	型号规格	50D 有光人丝 3/20/22D 厂丝
设计开发阶段	大货样阶段	负责人	顾益明
评审人员	职务或职称	评审人员	职务或职称
顾益明	总经理	林青	高级工程师
仲志锋	厂长	孙艳	设计
郑俊英	经理	杭晨	设计
<p>评审内容：“□”内打“√”表示评审通过，“？”表示有建议或疑问，“x”表示不同意</p>			
<p>1 合同、标准符合性<input checked="" type="checkbox"/> 2 采购可行性<input checked="" type="checkbox"/> 3 加工可行性<input checked="" type="checkbox"/></p>			
<p>4 结构合理性<input checked="" type="checkbox"/> 5 可检验性<input checked="" type="checkbox"/> 6 美观性<input checked="" type="checkbox"/> 7 安全性<input checked="" type="checkbox"/></p>			
<p>存在问题及改进建议：</p> <p style="text-align: center;">无</p>			
<p>评审结论：</p> <p style="text-align: center;">样品符合设计开发要求，可以生产</p>			
<p>对纠正、改进措施的跟踪验证结果：</p> <p style="text-align: center;">无</p>			
<p>设计开发验证人： 日期：2021.3.5</p>			
<p>注：1、评审会议记录应予以保留。 2、可另加页叙述。</p>			
编制：	审核：	批准：	
日期：	日期：	日期：	

附件六：产品大货样材料

吴江新民高纤有限公司生产大货样申请表

编号: bb21032

申请部门	一分厂	申请日期	2021-3-10	编制人	杭晨	
批准人	仲志锋	批准日期	2021-3-11	试样人	杭晨	
品号品名	J33R36-1 高性能面料	长度(m)	1500	上机纬密(根/cm)	40	
钢筘	筘外幅 cm	164.2	筘号	17.6	穿入数	4
	内箱齿数 2855 + 边箱齿数 15×2 = 总箱齿数 2885					
边经穿法	大边 根/综, 综/齿, 共 齿×2 小边 根/综, 综/齿, 共 齿×2	边组织			大边: 小边:	
经线组合	甲	1/50D 有光人丝 14T/2S2Z			总经丝数: 11600	
	乙					
	丙					
纬线组合	甲	3/20/22D 厂丝 26T/2S2Z				
	乙					
	丙					
	丁					
经线排列	甲 2 乙 2					
纬线排列	甲 2 乙 2					

绸缎品种统一规格单

序号 01827 QMJ01. J1. 10011. 20 版次

品号 J33R36-1 品名 高性能面料

成品规格	钢筘	内幅 162.2 + 边幅 1.02*2 = 外幅 164.2 cm	箱号 17.6	穿入 4
外幅 140 cm	内箱齿数 2855 + 边箱齿数 15 *2 = 总箱齿数 2885	边箱号 15		
内幅 138 cm	经线数 甲经 11420 根 + 边经 90 *2 = 总经线数 11600 根	乙经 绞4 根	丙经 捕16*2 根	
经密 828 根/10cm	经线 甲 1/50D有光人丝 14T/2S2Z	乙 1/100D 涤纶低弹丝 (绞边)	丙 3/45S/1 涤棉纱 6T/5 (底边)	丁
纬密 410 根/10cm	组合 甲 3/20/22D厂丝 26T/2S2Z	乙	丙	丁
匹长 410 m	纬线 甲 3/20/22D厂丝 26T/2S2Z	乙	丙	丁
匹重	组合 甲 3/20/22D厂丝 26T/2S2Z	乙	丙	丁
平方米重 80 18.6 m/m	工艺 挑-络-捻-定-倒-自定-整-织	挑-浸-络-并-捻-定-倒-自定-织	纬	
基本组织 五枚缎	织造 纹针 针 巴吊 花 经线排列 甲2乙2	边经穿法 综片 10 片梭箱 二选 经轴 1	纬线排列 甲2乙2	
原料含量 真丝38% 人丝62%	后处理 大边 2 /综3 齿共 15 齿*2, 小边 根/综 综/齿共 *2	备注		

附件七：行业组织证明材料

证 明

仿生分级孔压阻材料为 [REDACTED]、
[REDACTED] 等同学开发的新型智能纺织压阻材料，该材料性能先进，灵敏度、耐久性好，可用于智能可穿戴产品设计开发，将为纺织行业技术升级、新产品领域拓展提供较好的技术支持。特此证明！



江苏省纺织工程学会印染专业委员会

2021年3月26日

附件八：检测报告

报告编号：2021KY001

共 2 页 第 1 页



151011110308
180011110365



2015苏质监验字308号
(2018)国认监认字(064)号



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNAS L1517

检验检测报告

TEST REPORT



苏州市纤维检验院

Suzhou Institute of Fiber Inspection

国家丝绸及服装产品质量监督检验中心

National Silk and Garment Quality Supervision Testing Center



中国认可
国际互认
检测
TESTING
CNASL1517



国家丝绸及服装产品质量监督检验中心
苏州市纤维检验所

网址: <http://www.szxjs.cn/> 联系电话: 0512-65252093
机构地址(本部): 苏州市吴中区文曲路69号

检验检测报告

报告编号: 2021KY001

共 2 页 第 1 页

产品名称 Product Name	高性能压阻面料		规格型号 Type	—	
商 标 Trademark	—		产品等级 Product Grade	—	
颜 色 Color	—		检验检测类别 Test Type	委托检验	
款 号 Style No.	—		货号 Article No.	—	
样品数量 Sum of Sample	1 块		样品状态 Sample State	符合检验要求	
委 托 单 位 Consigner	名称 Name	[Redacted]		联系电话 Telephone	[Redacted]
	地址 Address	[Redacted]		邮政编码 Post Code	215009
产地 Producing Area	—				
送样日期 Sampling Date	2021-04-01		检验日期 Test Date	2021-04-01~09	
检验检测依据 Test Basis	GB/T 3819-1997《纺织品 织物折痕回复性的测定 回复角法》 GB/T 3921-2008《纺织品 色牢度试验 耐皂洗色牢度》				
检验检测结论 Conclusion	详见检验检测结果汇总表				
<p>编 制: 刘佳 Complied by: _____</p> <p>校 核: 郑胡 Checked by: _____</p> <p>审 批: 魏红 Approved by: _____</p>					



质检机构(公章)
QC authority (Official Seal)
签发日期(Date) 2021年4月09日



检验检测结果汇总
Collection of Test Results

序号 No.	检验检测项目 Test Items	单位 Unit	技术要求 Technical Requirement	检验检测结果 Test Result	单项判定 Individual Judge
1	折痕回复性	经向	—	154.7	—
		纬向	—	160.2	
		经+纬	—	315	
2	耐皂洗色牢度	变色	—	4-5	—
		沾色	—	4-5	

(仅对来样负责)

(Only responsible for the submitted samples)

