

关于征集最新科技成果的通知

各位老师：

科技项目成果信息，是我们在各种形式的产学研活动中进行了推介和展示的重要媒介。我们曾数次面向全校征集科技成果信息。

2019年，我们再次征集学校最新科技项目成果信息，请手中有需要转化、需要与企业合作的科研成果的老师，百忙中安排专人，将那些可以转化或者能够为社会提供服务的项目、成果或技术整理出来发给我们。学校的**40余家技术转移地方分中心专职人员**以及协助我们开展工作的**40余位**技术转移特派员老师将帮助您**对外推介**。项目成果填报请参考**附件一统一格式**；为了方便填写请下载并填写**附件二空表**，如果还不知道怎么填写，可以参考**附件三样表填写格式**。

征集单位：东南大学科研院应用办

联系人及方式：

黄子珍：

电话：83791854 手机：13951843259 邮箱：kfzx@seu.edu.cn

王尧：

电话：83792864 手机：13951950067 邮箱：kfzx@seu.edu.cn

附件一：（填写要求）

成果名称					
成果联系人		职务/职称		电话	
成果基本情况	已受理、授权专利情况（可以多项）	专利类型	专利名称	专利号	
	技术成熟程度	<input type="checkbox"/> 研制阶段 <input type="checkbox"/> 试生产阶段 <input type="checkbox"/> 小批量生产阶段 <input type="checkbox"/> 批量生产阶段 <input type="checkbox"/> 其他			
	所属领域（单选）	<input type="checkbox"/> 电子信息 <input type="checkbox"/> 能源环保 <input type="checkbox"/> 装备制造 <input type="checkbox"/> 生物医药 <input type="checkbox"/> 化工新材料 <input type="checkbox"/> 土木交通 <input type="checkbox"/> 其他			
意向合作方式	<input type="checkbox"/> 产权转让 <input type="checkbox"/> 合作开发 <input type="checkbox"/> 技术咨询 <input type="checkbox"/> 技术服务 <input type="checkbox"/> 其它				
成果简介	简介内容文字控制在 150-300 字，主要说明成果的特点和技术创新点，应用领域，主要技术、经济性能指标，成熟程度，应用前景，投资规模，希望的合作方式、获得的荣誉或专利情况等内容。				
成果实物或模型图片	<p>请附 1-5 张清晰的图片，以便我们制作展板和推荐时用，由于在编辑成书时，一个项目占用一页纸，所以图片应该缩小后放在这里。每个图片须配 20 字以内的文字说明。</p>				

附件二：（空表）

成果名称					
成果联系人		职务/职称		电话	
成果基本情况	已受理、授权专利情况（可以多项）	专利类型	专利名称	专利号	
	技术成熟程度	<input type="checkbox"/> 研制阶段 <input type="checkbox"/> 试生产阶段 <input type="checkbox"/> 小批量生产阶段 <input type="checkbox"/> 批量生产阶段 <input type="checkbox"/> 其他			
	所属领域（单选）	<input type="checkbox"/> 电子信息 <input type="checkbox"/> 能源环保 <input type="checkbox"/> 装备制造 <input type="checkbox"/> 生物医药 <input type="checkbox"/> 化工新材料 <input type="checkbox"/> 土木交通 <input type="checkbox"/> 其他			
意向合作方式	<input type="checkbox"/> 产权转让 <input type="checkbox"/> 合作开发 <input type="checkbox"/> 技术咨询 <input type="checkbox"/> 技术服务 <input type="checkbox"/> 其它				
成果简介					
成果实物或模型图片					

附件三：（样本）

成果名称	MEMS 气象站				
成果联系人	易真翔	职务/职称	副教授	电话	15150653708
成果基本情况	已受理、授权专利情况（可以多项）	专利类型	专利名称		专利号
		独有			
	技术成熟程度	<input type="checkbox"/> 研制阶段 <input type="checkbox"/> 试生产阶段 <input checked="" type="checkbox"/> 小批量生产阶段 <input type="checkbox"/> 批量生产阶段 <input type="checkbox"/> 其他			
	所属领域（单选）	<input checked="" type="checkbox"/> 电子信息 <input type="checkbox"/> 能源环保 <input type="checkbox"/> 装备制造 <input type="checkbox"/> 生物医药 <input type="checkbox"/> 化工新材料 <input type="checkbox"/> 土木交通 <input type="checkbox"/> 其他			
意向合作方式	<input type="checkbox"/> 产权转让 <input checked="" type="checkbox"/> 合作开发 <input type="checkbox"/> 技术咨询 <input type="checkbox"/> 技术服务 <input type="checkbox"/> 其它				
成果简介	<p>MEMS 气象站可实现温度、湿度、压力和风速等信息的实时监测。</p>				



MEMS智能气象站

MEMS智能气象站是一款含有已校准数字信号输出的风速、风向、压力、湿度、温度复合型全功能气象测试产品。整套测试设备中，利用MEMS工艺制备的各个器件具有可靠性高，测试范围广，超快速响应，灵敏度高，抗干扰能力强等优点。整套气象站均在标准气象计量部门进行校准与检验。

●气象站特性：

风速风向测量；相对温度和湿度测量；绝对压力测试；全数字化输出；一体化结构，无活动部件；485/232接口；5-36V直流供电；低能耗；-40° -50° 工作范围；防护IP65；适用于中国野外环境。

●主要应用领域：

科研教学；微气象学研究；军事运用的支援；临时气象观测点；道路交通气象观测；森林火险气象指标监测；农业农情灌溉气象环境指标监测；仓储管理气象检测等。

参数指标

MEMS智能气象站基本参数指标：

	量程	准确度
温度	-50~50°C	0.2°C
湿度	0~100%	3%
气压	500-1100hPa	0.3hPa
风速	0-60m/s	±0.5m/s
风向	0-360°	±5°

MEMS智能气象站



MEMS智能气象站洛阳实测



气象检测观测界面

成果实物或模型图片

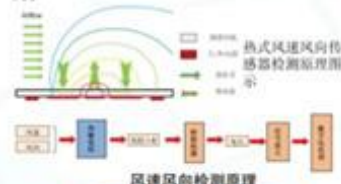


MEMS智能气象站

风速风向传感器

检测原理

MEMS智能气象监测系统中使用的风速风向传感系统为一种热式风速风向传感器。系统通过检测外界环境空气与传感器芯片表面之间的热对流造成的芯片表面的热损失和热梯度分布来感知外界风场的速度和方向。



传感器芯片

风速风向传感器芯片利用剥离工艺制备在陶瓷基底正面上，中间为加热模块，四周为对称分布的8个测温电阻。传感器芯片利用陶瓷的热传导特性，以陶瓷背面感知外界环境中风场的变化，检测出风速的大小和风向值。

陶瓷衬底材料参数：

参数	参数
尺寸	101mm wafer
厚度	300 μ m
表面粗糙度	双面抛光, 12.7nm
平整度	0.0005 μ m/i.s
热导率	26
尺寸制备误差	\pm 1.01mm
厚度制备误差	\pm 0.0127mm

● 芯片图示：



芯片结构示意图

● 芯片封装：



流水芯片照片

芯片DCA封装

● 实物图片：

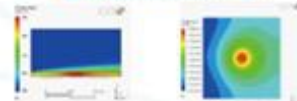


封装后传感器芯片



风速风向传感器测试系统

芯片热流体仿真



10m/s风速下芯片上方热场分布

X轴方向风速下的芯片表面热场分布

外壳设计及流体仿真

● 外壳优化设计：



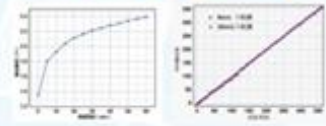
MEMS智能气象站整体外壳设计

风速风向传感器系统外壳设计

● 30m/s风速下的外壳流场仿真：



测试曲线



0-60m/s风速下的传感器电压输出曲线

5m/s和20m/s不同风速下的风向测试曲线

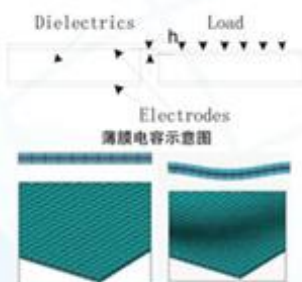


MEMS智能气象站

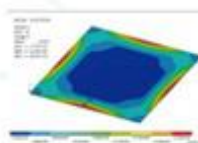
气压传感器

检测原理

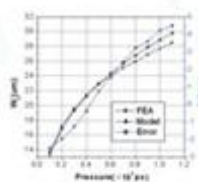
MEMS智能气象监测系统中使用的大气压传感系统为一种多层膜结构电容式气压传感器。外界环境大气压力的变化会改变传感器芯片敏感薄膜的形变，系统通过检测由于薄膜形变造成的芯片电容值的变化来感知外界大气压力的变化。



多层膜零压力作用情况 多层膜零压力作用情况



多层膜P++/SiO₂/Poly的有限元分析，膜厚2 μm/80nm/0.2 μm。压力大小为1000hPa，膜中心最大位移大约为28 μm，膜的最大应力约为0.4GPa，作用在膜周边中央



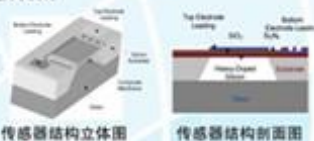
多层膜P++/SiO₂/Poly的有限元模拟分析以及与模型比较。压力变化范围为100hPa-1100hPa，膜中心最大位移变化为13 μm-30 μm。有限元分析的中心位移略小于模型

分析值，压力范围为100hPa-600hPa时两者误差约为3%，700hPa-1100hPa时则为5%。

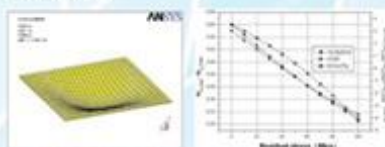
传感器芯片优化设计

传感器芯片利用标准CMOS工艺结合后端MEMS技术加工而成。具有一致性好，工艺简单，灵敏度高优点。

●结构设计



●有限元仿真



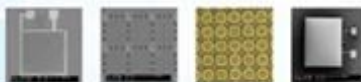
多晶硅膜有限元静态负载-形变分析 残余应力作用下，有限元分析结果和负载-形变模型比较

传感器芯片制备

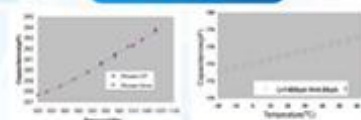
●传感器结构



●芯片加工



测试曲线



SOG加工 P++/SiO₂/Si₃N₄/Au结构 多层膜压力传感器的电容-压力响应曲线
传感器TCO系数测试，温度范围-20°C-60°C，压力1000hPa



MEMS智能气象站

湿度传感器

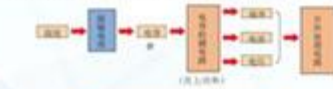
检测原理

MEMS智能气象站系统采用电容型湿度传感器对环境湿度进行检测系统。湿度传感器芯片利用标准CMOS工艺制备而成，芯片表面涂覆感湿介质薄膜。外界环境湿度的变化会造成薄膜介电常数的变化，进而引起传感器电容值的改变。后续电路通过对传感器电容值的检测，最终得出外界环境湿度值。

●传感器芯片检测原理：

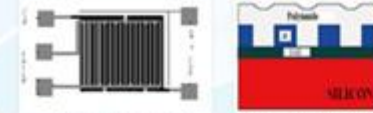


●电容式湿度传感器工作原理：



传感器芯片

●传感器芯片版图及照片：



传感器芯片版图设计

传感器芯片剖面结构

●传感器芯片引线键合及封装：



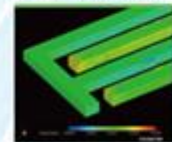
温湿度集成传感器芯片示意图

传感器芯片封装外壳

流水芯片剖面照片

芯片引线键合

●芯片叉指电容电荷密度分布：



温湿度计外壳



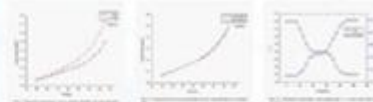
MEMS智能气象站



温湿度计外壳

检测参数及曲线

●测试曲线：



灵敏度曲线

滞回特性

温度特性



稳定性



响应时间



加热电路性能

●湿度传感器参数指标：

参数	测试结果
量程范围	5-95 %RH
灵敏度	5fF/%RH
最大滞回差	3%RH(相对湿度为80%时)
响应时间	10S左右
温度系数	0.14%RH/°C (相对湿度为75%时)
长期稳定性	<2%RH/week

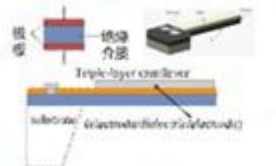


MEMS智能气象站

温度传感器

检测原理

MEMS智能气象监测系统中使用的温度传感为一种悬臂梁式感应结构传感器。本传感器依据外界环境温度对敏感悬臂梁结构的形变造成的影响来温度进行感知。传感器为电容式检测结构，具有响应速度快，功耗低，检测范围宽等优点。



悬臂梁温度传感器原理图

有限元仿真

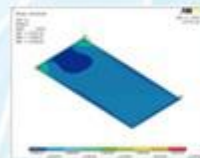
★利用ANSYS有限元分析工具，对多层梁进行温度-形变分析。采用Solid45单元对模型进行网格划分，边界条件设置为一端固定，加载温度变化量，可得到梁的应力和应变。

★ ANSYS分析结果与理论计算结果的误差小于5%，从而可以通过ANSYS模拟进行传感器尺寸优化设计。



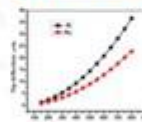
温度变化时，ANSYS模拟梁的弯曲

梁的应变分布云图

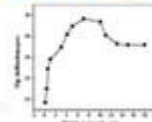


梁的应力分布云图

传感器芯片结构尺寸优化设计



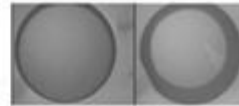
多层梁最大挠度随梁长变化曲线



多层梁最大挠度随宽长比变化曲线

传感器芯片制备

●SOI硅片键合：



SOI硅片键合后红外成像对照

●芯片背向腐蚀：

湿法腐蚀时，通常利用机械夹具作为保护芯片正面的手段



夹具剖面图

夹具实物图

●芯片照片：

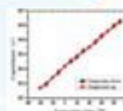


多层梁电容式温度传感器正面图

引线键合后芯片照片

测试曲线

灵敏度约为3.5 fF/°C，全程非线性度为2.2%，最大滞回误差出现在0-30°C之间，约为1.4%。



传感器电容-温度特性曲线



MEMS智能气象站

标定及环测

检测设备



●0.25m直流风洞
 试验段尺寸: 0.25m×0.25m×0.8m;
 试验段风速: 0~50m/s;
 风速标定精度: $\pm 0.1\text{m/s}$;
 风向标定精度: $\pm 1^\circ$;
 收缩比: 8.3
 风洞轴长 $\phi 7.0\text{m}$
 控制系统: SIMEMENS MICROMASTER 440变频器;
 标定设备: TESTO 510 型智能风速仪;



●温湿度试验箱
 出厂单位: 德国VOTSCH(富奇)公司;
 主要功能: 温湿度自动检测; 温湿度自动控制; 样品引出测试;
 内容积: 350mm×300mm×310mm;
 温度范围: $-40^\circ\text{C}\sim 150^\circ\text{C}$;
 温度波动度: $\pm 0.3\text{K}\sim \pm 1\text{K}$;
 温度均匀度: $\pm 1\text{K}\sim \pm 2.5\text{K}$;
 温度精确度: 2K~4K;
 升降温速度: 升温2K/min; 降温4K/min;
 湿度范围: 10%~98% RH($10^\circ\text{C}\sim 95^\circ\text{C}$);
 湿度波动度: $\pm 3\%\sim \pm 5\% \text{RH}$;



●大气压、温度试验箱
 型号: WD4-0.05;
 温度范围: $-40^\circ\text{C}\sim 100^\circ\text{C}$;
 温度波动度: $\leq \pm 0.5^\circ\text{C}$;
 温度均匀度: $\leq 2^\circ\text{C}$;
 工作室尺寸: 400mm×400mm;
 气压监测范围: 30hPa~1050hPa;
 气压检测精度: 0.1hPa;

环境监测



MEMS智能气象站

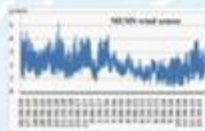


环境监测



环境监测站

环测曲线



风速风向环境监测



温度环境监测



湿度环境监测



大气压环境监测

<http://ttc.seu.edu.cn/aboutment/technologyachievementdetail?id=2416>

082808345

点击上面链接，可以看到网络登记后的页面。（仅供参考）

