**对压阻式压力传感器的研究和分析**

**副标题**

**第一作者1，第二作者2**

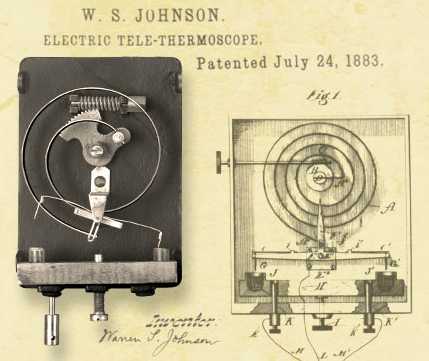
1.单位，城市，国家，邮编

2.单位，城市，国家，邮编

1. E-mail address, 2. E-mail address

【摘要】本电子文档定义了由华北电力大学研究生学术交流年会出版的各种中文学术会议论文集的标准文章格式。文档中定义了标题、作者、单位、摘要、章节标题、正文、图、表、参考文献等元素，并且本文档中各种元素所采用的格式即符合华北电力大学学术交流年会的标准格式。

【关键词】模板；格式；学术会议；论文集

[](http://www.huahaobas.com/zikong/2012/0815/157.html)

**1 引言-传感器技术的发展历史与回顾**

**1.1 原始的传感技术**

“人类要从外界获取信息，必须借助于感觉器官，依靠这些器官接受来自外界的刺激，再通过大脑分析判断，发出动作命令。随着科学技术的发展和人类社会的进步，进一步认识自然和改造自然只靠这些感觉器官就显得很不够了。于是，一系列代替、补充、延伸人的感觉器官功能的手段就应运而生，从而出现了各种用途的传感器[1]。”人类为了感知复杂的环境，获取信息，发明创造了数不胜数的传感器，几乎应用了一切物理学的尖端技术，例如许多电磁学原理、电阻应变效应、光电效应等等。

传感技术虽融合了许多尖端的科技，却并不是一个全新的学科。早在公元前1100年，关于磁罗盘（magnetic compass）的使用就有了可靠的记载[2]；埃及王朝时代就有了如今天平的雏形；伽利略在16世纪就发明了最早的温度计[3]。

**1.2 工业时代的传感技术**

1843年，法国科学家路辛·维蒂发明并制造了无液膜盒气压计，它用弹簧平衡代替液体来测量大气压力，弹簧在测量仪表中受压力作用而伸长。波登（BourdonSedeme公司创始人）使用维蒂的指示器方式,于1849年获得用于更高压力的弹性金属曲管式压力计的专利权。1883年，Warren S. Johnson 教授发明了全球首台恒温器，而后他创立了美国江森自控有限公司以销售该恒温器。这款恒温器利用了传感技术将温度保持在一定范围内，因此其被许多科学家认为是世界上第一款传感器[2]。这也是传感器和工业化、资本主义规模化市场的首次交汇。这一阶段，传感器的经济效益初见端倪，生产的模式也开始由小作坊式的研究向规模化的生产转变。但是由于技术发展的限制，这一阶段的不少先进的成果仍停留在实验研究阶段，并没有投入到实际生产与广泛应用中，转化率比较低。Prove

第二次工业革命期间，全球化的进程加快使得市场飞速扩张，传感技术作为自动控制的重要一环迅速发展。此外，由于电的出现和应用，输入量不同的、各种类型的传感器有了统一的输出方式。电气化给传感器带来了新的机遇。

19世纪末到20世纪初，麦克斯韦、爱因斯坦、赫兹等人对电磁现象和光电效应的研究获得了重大突破。而后，新的物理学理论逐渐应用到了传感技术上。利用新技术，许多物理量都能够精确地转换为电信号，所以传感技术也迎来了一个井喷期。

红外传感器的发展与理论物理的突破息息相关。19世纪40年代，首个光电型红外探测器诞生，它应用的是外光电效应，60年代中期，应用内光电效应的光导型红外探测器和光伏型红外探测器也相继诞生。扩展了红外探测器的探测波长范围并提高了精确程度。光电效应的理论于1887年由赫兹发现，并在1905年由爱因斯坦在《关于光的产生和转化的一个启发性论点》做出了全面的解释。

**1.3信息时代的传感技术**

20世纪中期，半导体技术的快速发展进一步提高了传感器的精确度。对于应变式传感器，半导体敏感栅相比金属丝就能提高100倍的灵敏度。[1]p18

50年代起，由于半导体物理学的发展，光电型探测器所能探测的波长不断延伸，对于有重要技术用途的 1～13微米波段和限于实验室应用的13～1000微米波段，都有适当的光电型探测器可供使用。

**~~1.4压力传感器的前世今生~~**

**2 压力传感器的研究现状**

**2.1压力传感器的功能与原理**

压力传感器可以通过将压力转化为电信号测量压力，是生产、生活中中最常用的传感器之一。

目前使用的压力传感器基本工作流程如图所示，即先将压力转化为机械形变，再经过传感元件转化为电信号输出。



**2.2压力传感器的分类**

以测量原理分类，压力传感器主要有应变式压力传感器、压阻式压力传感器、电感式压力传感器、电容式压力传感器、光纤式压力传感器和压电式压力传感器等基于六种不同原理的传感器。

1. 应变式压力传感器

应变式压力传感器是最早被发明出来的压力传感器，其主要原理是电阻应变效应，即导电丝在轴向收到应力的作用会引起其几何尺寸和导电率的变化，从而导致电阻的变化。对于金属元件，其中导电率的变化影响远小于几何尺寸的变化，所以可以忽略。因此应变式压力传感器的输出主要由导电丝的机械形变引起的电阻变化决定。

1. 压阻式压力传感器

压阻效应与电阻应变效应有些类似，都是由元件受压力导致的电阻变化反映压力的大小。但是压阻效应中的元件是半导体元件，其电阻变化是由其晶格参数发生改变导致的。压阻效应的电阻变化灵敏度可达应变效应的100倍。

目前主要的压阻式压力传感器的测量原理基于硅的压阻效应，特点是灵敏度高、动态特性好、精确度高、易于批量生产，更重要的是比应变式压力传感器更易于微型化和集成化，因此压阻式传感器近些年发展迅速，成为具有代表性的一类新型传感器。

史密斯（C.S.Smith）与1945发现了硅与锗的压阻效应。随后产生了依据此原理制成的压力传感器，具体的设计为将应变电阻片粘在金属薄膜上，从而把力信号转化为电信号进行测量。此阶段最小尺寸大约为1cm。最早的压阻式传感器原理是利用半导体应变片制成的粘贴型压阻传感器。

六十年代，随着硅扩散技术的发展，技术人员在硅的（001）或（110）晶面选择合适的晶向直接把应变电阻扩散在晶面上，然后在背面加工成凹形，形成较薄的硅弹性膜片，称为硅杯。这种形式的硅杯传感器具有体积小、重量轻、灵敏度高、稳定性好、成本低、便于集成化的优点，实现了金属-硅共晶体，为商业化发展提供了可能。

七十年代，科学家在硅杯扩散理论的基础上应用了硅的各向异性的腐蚀技术，扩散硅传感器其加工工艺以硅的各项异性腐蚀技术为主，发展成为可以自动控制硅膜厚度的硅各向异性加工技术，主要有V形槽法、浓硼自动中止法、阳极氧化法自动中止法和微机控制自动中止法。由于可以在多个表面同时进行腐蚀，数千个硅压力膜可以同时生产，实现了集成化的工厂加工模式，成本进一步降低。

~~1970年代，周边固定的力敏电阻与硅膜片一体化的扩散硅型压阻传感器被研制出来。~~

上世纪末出现的纳米技术，使得微机械加工工艺成为可能。通过微机械加工工艺可以由计算机控制加工出结构型的压力传感器，其线度可以控制在微米级范围内。利用这一技术可以加工、蚀刻微米级的沟、条、膜，使得压力传感器进入了微米阶段。

*[2] 汤晓君，李卫平，刘君华. Identify the input-output characteristic of multi-sensor system using independent component analysis[C]. The International Symposium on Test and Measurement，2005 [3] 张晋斌. 传感器技术发展的必要性、趋势及建议[J]. 仪器仪表学报，1997,18 （5）：132-135*

1. 电感式压力传感器
2. 电容式压力传感器
3. 光纤式压力传感器
4. 压电式压力传感器

**2.3MEMS压力传感器**

**2.2压力传感器的应用**

压力传感器可以运用在传统的汽车工业、航空工业和各种自控环境等场景下，也在新兴的智能运动穿戴设备、自行车电脑等消费电子和移动电子设备领域发展迅速。其中，后者的发展趋势对传感器微型化、集成化和智能化的要求尤为突出。因此，MEMS压力传感器是目前最热门的压力传感器发展方向。

**2.1 工业4.0中的传感技术**

工业4.0的一大核心关键词是“万物互联”，即机器之间的网络。而信息在机器间的网络上传输交互之前无法避开信息采集的过程，传感器作为机器的感官，是机器进行信息采集最主要的渠道。当代的传感技术发展特征及趋势为新材料，新功能，新工艺，多功能化，智能化，网络化，微型化，数字化。

**3 一种MEMS压阻式压力传感器**

**References (参考文献)**

1. 传感器及其应用 课本
2. May, W. E. (1952). THE HISTORY OF THE MAGNETIC COMPASS. The Mariner’s Mirror, 38(3), 210–222. doi:10.1080/00253359.1952.10658123
3. Ring, E. F. J. (2007). The historical development of temperature measurement in medicine. Infrared Physics & Technology, 49(3), 297–301. doi:10.1016/j.infrared.2006.06.029
4. Zungeru, A. M., Mangwala, M., Chuma, J., Gaebolae, B., & Basutli, B. (2018). Design and simulation of an automatic room heater control system. Heliyon, 4(6), e00655. doi:10.1016/j.heliyon.2018.e00655
5. Li Yu, Liu Jingsen, Mechanism and Improvement of Direct Anonymous Attestation Scheme[J], *Journal of Henan University*, 2007, 37(2), P195-197 (Ch).

李煜，刘景森，直接匿名证言方案的实现机制与改进思路[J]，河南大学学报，2007, 37(2)，P195-197.