

敏感元件与传感器发展现状及其分析

辽宁省电子技术情报所

一九八六年七月

敏感元件与传感器发展现状及其分析

辽宁省电子技术情报所

一九八六年七月

目 录

前 言	1
概 述	3
第一部分：国外敏感元件与传感器发展现状及动向分析	8
一、国外敏感元件及传感器发展现状分析	8
(一) 产品现状	9
(二) 应用现状	14
(三) 国外传感技术发展的特点	19
二、国外敏感元件及传感器的发展动态分析	20
(一) 市场动态	20
(二) 技术动态	22
(三) 产品动态	26
第二部分：国内敏感元件与传感器发展现状及趋势的分析	32
一、国内敏感元件及传感器的发展概况	29
二、国内敏感元件及传感器的分布状况分析	30
三、国内敏感元件及传感器引进国外先进技术状况	33
四、国内十大类敏感元件及传感器产品的具体状况	34
(一) 力敏传感器	34
(二) 热敏元件及传感器	37
(三) 温敏元件及传感器	40
(四) 气敏元件及传感器	42
(五) 光敏元件及传感器	45
(六) 磁敏元件及传感器	48
(七) 电压敏元件	52
(八) 离子敏元件及传感器	52
(九) 声敏元件及传感器	54
(十) 其它元件及传感器	55
五、我国敏感元件及传感器的发展趋势	56
第三部分、辽宁省敏感元件与传感器的发展现状分析及建议	60
一、辽宁省敏感元件及传感器发展现状	61
(一) 概 况	61
(二) 发展现状	64
二、我省九类敏感元件及传感器的具体状况	70

(一) 力敏元件及传感器	70
(二) 热敏元件及传感器	73
(三) 光敏元件及传感器	75
(四) 气敏元件及传感器	77
(五) 磁敏元件及传感器	77
(六) 压敏元件	78
(七) 湿敏元件及传感器	79
(八) 离子敏感器件	79
(九) 声敏元件及传感器	80
三、对加速辽宁省敏感元件及传感器开发应用的几点看法	80
(一) 我省开发应用敏感元件及传感器的前景分析	81
(二) 对我省发展敏感元件及传感器有利因素分析	83
(三) 对我省发展敏感器件及传感器开发与应用的建议	83
参考资料	89

前言

当今在世界范围内掀起的新技术革命，以实现工业社会向信息社会过渡为其目标。信息社会的特征是社会活动和生产活动的信息化。信息的采集和处理是信息的两大支柱，后者依赖于计算机技术，前者靠的是传感技术，没有信息输入，计算机就不能工作。传感技术能使计算机发展成为智能工具，正是这种智能工具将构成信息社会的技术基础。所以，加速传感技术的发展，开发微电子技术的应用领域已经迫在眉睫。

有鉴于此，我们搜集、整理了近几年来的国内、外关于敏感元器件方面的文献资料，同时对辽宁省敏感元件及传感器发展近况作了比较深入的调查，在此基础上，编写出“国内外敏感元件及传感器的发展水平分析及辽宁省敏感元器件发展现状分析与建议”以供各级领导及从事敏感技术工作的同志参考。

全文共分三部分。第一部分对国外近年来敏感元器件的开发应用状况、技术特点作了重点分析，并阐述了国外敏感元件及传感器的发展动向；第二部分对国内近年来敏感元件及传感器的科研、生产、应用等现状进行了较全面的分析，特别是对国内一些新型敏感元件及传感器作了较详细的介绍；第三部分对全省敏感元器件作了系统全面的分析，并结合省内的具体情况，提出了开发应用敏感元件及传感器的几点建议。

本文国外部分由费玉明编写；国内部分由赵凤霞编写；省内部分由孙玉兰编写；全文由孙玉兰、叶身宽同志修改；由赵志文同志

审查。在编写过程中，我们得到省内有关领导、有关企业、科研所、大学的大力支持。还得到本室其他同志及本所印刷厂有关同志的协助，在此表示深切谢意。由于时间仓促，水平有限，遗漏和不妥之处，在所难免，欢迎领导和读者批评指正。

敏感元件课题组

一九八六年六月

概 述

敏感技术一向是作为仪表工程学的一部分来看待的。新的敏感技术是建立在物理学的诸效应，化学的诸反应，生物学的诸机理等基础上，并导入新的功能材料工程学，使其实用化而发展起来的边缘科学。它具有的特点，首先是内容的多样性和离散性，表现出品种十分繁多，所利用的基础效应多数是彼此独立，甚至互不相干的知识方面。其次是边缘性学科色彩极浓、知识集约化程度很高。所以被誉为八十年代新技术之一。已成为人类社会进入高度文明、科学进步不可缺少的一门学科。

传感器的概念：狭义地讲，传感器是敏感于待测非电量并将其转换成电信号的元件或器件的总称。广义地讲，传感器是借助于敏感元件接收被检测量的信息，并按一定规律将其转换成同种或别种信息量的元器件。也有人将传感器概称为敏感元器件或传感元器件。目前称呼多种多样，尚未统一。

传感器的发展：随着科学技术的蓬勃发展，传感器已成为信息社会采集信息的主要手段。它不仅相当于人的五官，而且能突破人的生理界限所感受不到的外界信息。随着电子计算机的发展与普遍应用，传感器在科学技术中的地位越来越重要。现在一些国家已认识到传感器的发展落后于计算机的发展，越是技术发达的国家，这种矛盾越突出。因此，许多国家已把传感器的研究与开发列入重要议程。

随着微电子技术的发展，以及微型计算机的普遍应用，对传感

器提出了新的要求，比如，高灵敏度、高可靠、小型化、微型化、集成化、多功能、智能化等，于是人们又研制出物性型传感器。它是利用敏感功能材料所呈现的物理效应、化学反应、生物现象，直接敏感于待测的非电量，并将其转换成电信号。这种传感器是继结构型传感器之后发展起来的新型传感器。

随着半导体材料的发展，锗、硅等单晶半导体技术日益成熟，对化合物半导体的研究已广泛地展开。而对半导体的许多基本特性的研究是借助于一些物理效应，正是这些物理效应把半导体与敏感元件十分密切的结合在一起，它们之间有着深刻的内在联系。因此许多半导体材料就成为制造物性型传感器的主要敏感功能材料，目前半导体传感器跃为物性型传感器的中心。

半导体敏感器件以信号转换形式可分为下列几类。见表1。

表 1

信号的变换	半导体传感元件		结 构	半导体材料	物 理 现 象
磁→电	电压	霍尔元件	体结构 (n型)	Insb、InAs、Ge	霍尔效应
	电阻	磁阻元件	体结构 (n型)	Insb、InAs	磁阻效应
		磁二极管	Pn结构	Ge、Si	磁阻效应
		磁三极管	Pn结构	Ge、Si	磁阻效应
力→电	电压	压电元件	体结构	CbS、ZnO	压电效应
	电抗	应变片	体结构(Pin型)	Ge、Si、InSb	伯松效应
	电阻	感压二极管	Pn结构、体结构	Si	晶体结构变化 能级变化产生载流子注入
		感压三极管	Pn结构、体结构	Si	
热→电 (温度)	电压	热电偶	体结构	PbTe、Bi ₂ Fe ₃	塞贝克效应
		热敏电阻	体结构	NiO、CoO、FeO、SiO、Cπb、GeSiC	温度引起载流子变化
光→电	电流	光电池	体结构	Se	光生电势
	阻抗	太阳电池 光敏电阻	Pn结构 体结构	Si、GaAs、CdS CdSe、CdS	光生电势 光敏现象

接上表

	电流	光电晶体管	Pn结构	Si	光引起载流子变化
电→光	电流	发光二极管 半导体激光	Pn结构 Pn结构(异质结)	GaP、GaAs GaP、GaAs	注入载流子变化 注入载流子感应 辐射
	电压	场致发光	体结构	ZnS	场效应发光现象
放射线→光	电流	原子能电池	Pn结构	Si、Ge	电子空穴被激发现象 电子空穴被激发现象
		半导体计数器	Pn结构	Si、Ge	
湿度→电	电阻	湿敏元件	体结构	Si、Ge	表面吸附现象
气→电	电阻	气敏元件	体结构	Si、Ge	表面吸附现象
化学→电	电阻	离子敏器件		Si	化学反应
生物化学→电	电阻	仿生传感器		酶	生物学现象

敏感功能材料及其诸效应是支撑物性型传感器的基础。目前最常用的敏感功能材料、除了单晶半导体、多晶半导体、化合物半导体之外还有压电陶瓷、非晶体材料、有机材料、记忆合金、超导体材料、高分子材料、光导纤维材料等。它们经加工后均具有感受机械能、热能、光能、电能、磁能、声能、化学能、放射线等，并将其转换成其它的能量（主要是电能）的特性。目前人们已掌握了厚、薄膜及微细加工技术对功能材料进行薄膜化、微细化、纤维化、气孔化、无孔化、复合化的形状加工，改变其分子排列，从而更加扩大了敏感功能材料的各种物理特性，产生了许多新的效应。将使物性型传感器的品种更加多样化。因此物性型传感器是很有前途的一种新型传感器。也是目前国内外大力发展的传感器。国外已出现了集成化多功能、智能化传感器正在向全电子系统单片化发展。

传感器的应用：作为配合各种测量仪表使用的结构化传感器早已在各业中得到应用，而作为配合电子计算机使用的物性型传感器的应用则是近几年的事。近年来，由于计算机在检测与控制系统

中占据了重要位置。引起了各国对新的物性型传感器的开发予以极大的重视，调整了与计算机投资的比例。因此发展较快，已在汽车工业、消费类电器产品，能量管理、工业过程控制、医疗电子装置、机器人装置，污染监测、农业、食品等领域得到应用。我国目前应用最多的仍是结构型传感器，其中多数是随进口设备带来的。少数是国内配套的。对于物性型传感器的开发与应用在我国尚未普遍展开。但是，近入八十年代以来随着电子计算机的推广应用，物性型传感器的发展得到了极大的重视。近年来发展较快，半导体压力传感器、半导体感温器件、半导体光敏器件已得到广泛地应用。有些产品的互换性、可靠性、稳定性等方面与国外有一定差距，是影响应用的主要障碍。

我国是工业落后的大国，要使我国早日实现工业、农业、国防、科学技术的现代化，必须加速开发适用于各个领域的电子敏感元器件及新的敏感功能材料。以配合现代化仪表装置与计算机控制系统的使用。传感器技术是推动电子计算机应用的基础，如果没有高灵敏度、高可靠的敏感元器件去捕捉各种非电量信息，再先进的计算机也无法发挥出应有的作用。因此，在发展电子计算机工业的同时研究与开发各种半导体物性型传感器是摆在科技界的一项重要任务。对有关从事电子工业的广大技术工作者来讲更是义不容辞的责任。

近几年来传感器技术在我国有了较快地发展，从科研到生产，从产品到使用都具有一定的规模。约有600来个单位从事敏感元件及传感器的研究与生产。品种约有4,000多种型号，热敏、力敏、光敏已批量生产。其中物性型敏感元件的比例逐年增加，在新产品开发中绝大多数是物性型传感器，半导体集成传感器及多功能传感器已

研制成功。新品种不断出现。正在添补国内传感器空白。

辽宁是我国重工业基地，生产设备大部分是五十年代，六十年代的陈旧设备，这就更需要用现代电子技术更新改造，以实现生产自动化。因此更有必要大力研究与开发适应我省具体情况的各种电子敏感元器件。目前我省在机械、仪表、电子等行业中发展较快，研制与生产厂家约有60家，品种有九大类。我省几大院校与部分科研院所正在积极与工厂配合研制各行各业急需的传感器。

一个研究与生产传感器的热潮在我国、我省均已形成了。这是关系到我国能否早日实现四个现代化的一件可喜的大事。

传感器是自动控制系统的重要组成部分，它不仅对系统的运行起着监视、检测和反馈的作用，而且对系统的稳定性和可靠性起着关键性的作用。随着科学技术的进步，传感器的应用越来越广泛，已成为现代工业、农业、国防、交通、医疗、环保等领域不可或缺的重要器件。我国在传感器领域起步较晚，但近年来发展迅速，已初步形成了以科研、生产、应用为一体的产业体系。未来，随着国家对传感器产业的高度重视和大力支持，我国传感器产业必将迎来更加辉煌的明天。

传感器技术及应用

传感器的种类繁多，按其工作原理可分为物理传感器、化学传感器、生物传感器等。物理传感器是利用物理效应进行测量的器件，如电阻、电容、电感、压电、热电、磁电等。化学传感器是利用化学效应进行测量的器件，如气体传感器、液体传感器、离子传感器等。生物传感器是利用生物效应进行测量的器件，如酶传感器、抗体传感器、细胞传感器等。传感器的应用非常广泛，如工业自动化、过程控制、环境监测、医疗卫生、国防军工等。随着传感器技术的不断发展，传感器的性能将不断提高，应用范围也将进一步扩大。

第一部分

国外敏感元件及传感器发展现状及动向分析

近年来,随着集成电路尤其是大规模集成电路等半导体技术和信息处理技术的惊人进展,以微型计算机为中心的微电子学也以磅礴之势开始在社会的各个领域得到广泛的普及,极大地改变着人们的生活和社会结构。无论是工业界还是民用领域,各种各样的电子设备均广泛地用微型计算机来作为“大脑”,从而迅速地推动着这些电子设备实现自动化、系统化和智能化。

在这种形势下,人们对将输入信息提供给设备和系统的传感器件日益关心。设备和系统对传感器的需求已成为开发和研制传感器的强大动力,世界许多国家正在积极地开发和研制传感器。

由于传感器的作用多样化,所以采用的材料也形形色色,而且作为这些作用之基础的物理现象也极为广泛。然而,对半导体寄予的希望最大,因为半导体具有体积轻巧、可靠性高、寿命长、功耗小、适于批量生产、价格低廉等特点。另外,采用半导体材料,可以借助于集成化提高功能,因此出现了各种使用半导体材料的传感器。本文所介绍的各种传感器主要指半导体传感器。

一、国外敏感元件及传感器发展现状分析

国外对敏感元件及传感器的研制工作极为重视,现已有“敏感元件及传感器是八十年代关键技术”的提法。据不完全统计,美国、日本、英国、法国、西德、东德、荷兰、苏联、瑞士、瑞典等国都有从事敏感元器件研究的专门机构。

美国认为,七十年代是LSI年代,八十年代是敏感元器件年代。以美国霍尼韦尔公司为例,该公司十分重视固态器件的研制并具有较高的水平。公司设有专门机构——固体电子学中心,在一九七七年以前建设该固体电子学中心的投资8,000万美元,用以发展敏感元件及传感器。该公司计划在一九八六年实现全电子系统单片化,其中主要内容是敏感元件;日本科学技术厅对21世纪的技术预测中,指出敏感元器件的重要作用。尤其是1985~2000年要大力研究,加速开发的项目,如粮食、矿物、生命科学、能源、海洋开

发、水利资源等都需要传感元器件技术。日本在1984年以前对敏感元件及传感器的投资达121亿日元。其中高性能浓度检测装置48亿日元；高性能光电、热电变换功能材料41亿日元；高性能放射线传感器材料15亿日元；高性能有机大面薄膜压电、热释电材料5亿日元；家里气体检漏报警5亿日元；作离子探测用的陶瓷传感功能材料4亿日元；高性能湿度检测器1亿日元；高性能压力检测器1亿日元；高性能气体连续分析装置1亿日元。西德1985年在电子技术发展方面投资51亿马克，其中微处理器占17亿马克，而传感元器件就占10亿马克之多。

国外敏感元件及传感器的研制，以美国和日本为最先进，欧州的发展也很快。美国的敏感元器件是从五十年代开始发展的，至今已有三十多年的历史。近年来，由于美国微电子技术的迅速发展，计算机实现了微型化，并扩展到各个领域，迫使人们加速发展与计算机联用的传感器。目前，美国敏感元件的销售额大约以每年20%左右的速度增长，预计1986~1987年敏感元件销售额将达到每年4,800万美元，传感器达到每年3.17亿美元。日本由于大量从美国引进技术，因此大大加速了步伐，现在已大量向美国输入产品。如以美国和日本间的电子元件贸易额为例，在1980年美国输出到日本的贸易额为238.2百万美元；日本输出到美国的贸易额为830.2百万美元。下面就从两个方面具体介绍国外传感元器件的发展现状。

(一) 产品现状

传感技术是一门知识密集的综合学科，而且根据不同的传感原理和应用目的又有各种不同的分法。本文由于篇幅所限，侧重从传感原理的分类方法，就现在国外量大面广的几种元件加以介绍。

1. 热敏元件及传感器

热敏元件在传感元器件领域中是起步较早的一种，也是目前应用较广、产量较大的一种。热敏元件系指元件的电参数随温度按一定规律变化的元件，一般可分为有源热敏元件和无源热敏元件两大类。前者是利用热释电效应、热电效应、半导体结效应等的元件；后者是利用电阻的变化，常称为热敏电阻。据不完全统计，国外这两类热敏元件中，热敏电阻约占55%；有源热敏元件中，热电元件约占16.7%，热释元件约占11.1%，半导体结效应约占9.5%，其它约占10%左右。我们主要介绍热敏电阻。

热敏电阻是一种电阻值随温度的变化而变化很大的典型半导体热敏元件，它充分具备作为温度传感器的必要条件，早已付诸实用，目前应用更加普及。目前国外使用的大多数热敏电阻器属于陶瓷热敏电阻器。如根据其基本物理特性进行分类，可以分为以下三类：

- (1) 随温度上升，而阻值按指数函数关系减小的负温度系数(NTC)热敏电阻器；
- (2) 随温度上升，阻值按非线性关系明显增大的正温度系数(PTC)热敏电阻器；
- (3) 同样具有负温度系数特性，但在某一温度范围内阻值急剧减小的临界温度电

阻器式(CTR)热敏电阻器。

近年来国外热敏电阻发展特点概括为：①不断提高和改进老产品性能；②开发新系列热敏电阻，如高温热敏电阻，SiC薄膜热敏电阻，硼薄膜热敏电阻，各种有机化合物半导体热敏电阻，白金热敏电阻，强磁性体热敏开关，利用表面波共振频率与温度的依赖关系的测温热敏元件。利用约瑟夫逊效应的热噪声超低温温度计、晶体管温度传感器、集成温度传感器、多功能温度传感器、非晶态温度传感器、塑料温度传感器等等；③向宽温度区方向发展，低温半导体热敏电阻温度范围已作到1~300K。西德的高温热敏电阻温度范围已达到350~1500°C；④探索新材料：对非晶半导体材料，有机半导体材料，铁磁性半导体材料的开发与应用，其次是对通用材料的改进；⑤与应用仪表密切配合。

据美国汾瓦尔公司的总经理S·Schufer估计，世界热敏电阻的产值约为5千多万美元。该公司从1955年就开始生产精密氧化物半导体热敏电阻器，各种系列规格的产品有六百多种。

日本在1970年对15个热敏电阻器生产厂家进行统计，总产量达4,700万只；1975年，日本半导体热敏电阻器产量达9,019.3万只，产值约为19.88亿日元；1977年产量13,096.6万只，产值为32.09亿日元；1980年产量12,366.6万只，产值为49.42亿日元；1982年产量12,432.8万只，产值为62.89亿日元。日本在1983年生产的各种热敏电阻技术指标如下：在25°C时的互换性为 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ ，使用温度范围 $-50\sim\pm 100^\circ\text{C}$ ，阻值为1,2.5,10K Ω 。

西德的西门子公司，生产27种正温度系数的热敏电阻器，33种负温度系数热敏电阻器。

苏联研制出高温(600~1000°C)、低温(-196°C)和大功率正电阻温度系数的热敏电阻，其特点是承受电压大，高于450V/cm。

英国在1969年就研制出一种高灵敏度的塑料热敏电阻器，它能耐120°C的温度达600小时。

荷兰、美国、苏联、日本、英国等研制了SiC热敏电阻器，美国已研制出有很高稳定性和重复性的SiC热敏电阻。

2. 压敏元件

压敏电阻器，是指环境温度不变的条件下其电导值随着施加电压的增加而急剧减小的元件。六十年代以后，固体电子技术产品的大量推广使用，暴露了它耐受异常电压冲击的能力比电子管和机电元件差的弱点，迫切要求一种非线性比碳化硅更好，工作电压低并且动作速度快的保护元件。为适应这一要求，1967年日本的增山、松冈发现了具有优异非线性氧化锌—氧化铋压敏电阻器，经历了七十年代的改进和提高已经发展成为一种成熟的电子元件。至目前氧化铋压敏电阻仍在压敏电阻中占有主要地位。从1969年至1979年，国外发表的有关报告和论文223篇；1970年到1981年，日本批准的有关专利907件。从工艺生产情况来看，1975年松下公司，包括碳化硅在内的压敏电阻器品种只有7种，规格104个；到了1980年，仅氧化锌压敏电阻器的品种就有14种，标准规格达275个。日本压敏电阻器1971年的产量约为1亿只，产值约为17亿日元；到了1980年，产值增长到约3.6亿只，产值约为70亿日元。美国GE公司1970年，开始氧化锌压敏电阻器的研究工作，

并从松下电气公司引进了生产技术，到1979年产量达到1亿只。

压敏元件的范围相当广泛，除上面介绍的压敏电阻器之外，还有用各种不同材料、具有各种功能的传感器，这些将在压敏元件的应用中详细谈到。

3. 光敏元件及传感器

光敏元件系指对外界光信号或光辐射具有响应和转换功能的敏感元件。转换的方法有二种：一种是把光能直接转换成电能，即内光电效应元件，如光电池；另一种是把光的变化转变成电的变化，即外光电效应元件，如光敏电阻器、光电二极管、光电三极管等。

美国国家半导体公司在一九八〇年生产的CdS光敏电阻器的技术水平如下：典型亮阻为0.75~550KΩ最小暗阻0.05~300MΩ,最大峰值电压80~2000V,最大功率100~1000MW;CdSe光敏电阻的典型亮阻为1.7~550KΩ,最小暗阻为1~1000MΩ,最大峰值电压为70~320V,最大功率50~200MW。日本毛利利卡在1981年生产的高灵敏度CdS光敏电阻器,在10Lux时阻值为3~15KΩ,暗阻小于0.3MΩ,连续功率耗散为25~40mW,最大光谱响应为530~620μm,周围温度范围：-20~+60℃。美国威克帝克公司在1980年共生产39个品种的硅光电池，尺寸最小为2.2×5.1mm,最大为20.3×20.3mm,在100英尺-朗伯时的电流，最小为0.042mA;最大为110mA;日本毛利利卡公司在1981年生产的硒光电池,A型在100Lux照度、负载电阻为1KΩ时光电流为20~30μA和50μA,B型的20~30μA。

从光敏元器件的市场销售情况来看，最近几年光敏半导体器件的销售总额亦是增加的。以日本的半导体光电二极管和光电晶体管为例,1981年的销售金额为25.5百万美元，1982年达31.1百万美元，增长达20%。此外，日本的图象敏感器件在1981年的销售金额为20.4百万美元，1983年达42.0百万美元，增长一倍以上。世界各国光电器件的销售金额见下面统计表：

主要生产国家光敏元件销售金额统计表 (百万美元)

国家	项 目	1981	1982	1983	1986(预计)
日本	分立发光二极管	140.2	159.3	184.8	
	图象敏感半导体器件(面型)	8.0	6.7	24.0	
	图象敏感半导体器件(线型)	12.4	15.9	18.0	
	激光二极管	16.0	20.0	24.0	
	光耦合隔离器	28.0	19.9	24.7	
	光电导元件	6.1	6.6	5.8	
	光电二极管和光电晶体管	25.5	31.1	22.3	
	光伏太阳能电池	9.9	17.5	22.7	

接上表

	图象敏感电真空器件	108.6	118.8	144.4	
	光敏电真空器件	5.6	4.5	4.7	
美国	光敏电真空器件	18.2	19.1	19.7	23
	图象敏感电真空器件（摄像管、直线性光电显象管）	44.2	46.4	49.6	61
	光伏型太阳能电池	24.0	25.1	27.8	36.0
	光电导元件（光敏电阻）	14.2	14.5	16.1	21.0
	分立发光二极管（可见光）	55.7	56.3	61.5	82.0
	分立发光二极管（红外、远红外）	19.3	20.4	23.5	33.5
	激光二极管	8.0	7.8	8.7	12.0
	光电图象变换器件	73.1	70.9	78.2	102.0
	光耦合隔离器	58.5	66.5	75.0	113.0
西欧	图象敏感电真空器件	56.5	59.4	64.5	
	光敏电真空器件	27.7	29.1	30.8	
	分立发光二极管	33.0	35.6	37.4	
	光耦合隔离器	48.0	54.3	60.6	
	光伏型太阳能电池	91.2	102.7	113.6	

4. 磁敏元件及传感器

磁敏元件种类繁多，应用很广。目前发展最成熟的半导体磁敏元件，基本上是利用载流子在磁场中运动时受到洛伦兹力的作用这一物理效应而进行工作的。大体可分为三大类：第一类是体型元件，包括霍尔元件和磁阻元件；第二类是结型元件，包括磁敏二极管、磁敏晶体管；第三类是霍尔集成电路。

目前，用量最多的是霍尔元件，根据1981年报导，旭化成，维克多，先驱三个公司的InSb镀膜霍尔元件的月产量约500万只。三菱电机和芝浦公司的GaAs霍尔元件月产各100万只，松下公司Si霍尔集成电路月产量100万只，几乎以一年翻一番的速度增长。今后发展方向是提高性能，改善温度特性和线性度，扩展使用温度范围，降低成本。磁敏电阻器现在侧重于用来制作无接点电位器、变阻器，用来检测位置、角度等磁敏二极管和磁敏晶体管及硅霍尔集成电路，主要用于数字式电路中。

5. 力敏元件及传感器

力学量传感器是将被测的力学量转换成与其呈函数关系的电信号转换器件。力学量传感器种类繁多,用途各异。主要测量对象是应力和压力,其它用途的传感器大都根据应力或压力变换而来,以工作原理不同,分为电阻式、电容式、电感式、电压和电流式等。

近十几年发展起来的半导体压力传感器,是用半导体压阻效应的原理制成的。分为体型和扩散硅型。目前国外半导体压力传感器大都是扩散型。主要技术性能:输出 $3\text{mV/V}\sim 20\text{mV/V}$;精度:0.25%,测量范围:15~5000磅/吋²;频率范围:0~5000Hz,工作温度范围:—55~+120℃。

6 湿敏元件及传感器

湿敏元件是指能把湿度转换成电气量输出的元件。

近几年来,国外在湿敏元件的研究和应用上取得了显著的进展。但是在常用物理量中,湿度是最难测量的物理量之一。因此,尽管现在已经有了几十种湿敏元件,至今还没有一个已经成熟到可以制定国际标准、进行大量生产的品种。现在湿敏元件的主流是电气式湿敏元件,其中又以陶瓷湿敏元件最引人注目。例如,1978年,日本新田、寺田、早川等人研制成功的 MgCr_2O_4 — TiO_2 湿敏电阻器,可以测量1%~100%的相对湿度,可在1°~150℃的温度下工作,能通过热清洗来维持它在污染条件下的工作性能,因而被美国“工业研究”评为1980年度100项新产品之一。湿敏元件现已制成各种湿度传感器,详细情况请见应用部分。

7. 气敏元件及传感器

气敏元件是利用某些半导体材料,当它吸收了某些气体后发生氧化或还原反应,从而使电导率发生改变这一特性做成的。根据结构,气敏元件可以分为干式和湿式两大类。干式气敏元件又有半导体式、接触燃烧式、热传导式、磁式、光学式、紫外线吸收式和电化学式等;湿式气敏元件又有定电位电解式,隔膜离子电板式和电量式。

现在各国使用最多的是半导体式气敏元件。由于它具有灵敏度高、结构简单、不需要放大电路、使用方便、造价低等特点。因此,近几年来生产和应用显著扩大。例如,日本费加罗技研公司的产品,十年累计超过1,200万只,并向世界四十个国家出口。在半导体气敏元件中,现在使用最多的是 SnO_2 、 ZnO 、 V_2O_5 、 Fe_2O_3 等金属氧化物半导体,其中 SnO_2 用得最多。

气敏元件最初是作防灾用的,但随着科学技术的发展,它已可与大规模集成电路、计算机、微处理机组装成智能化的装置,使用在各种机器控制、公害防止、医疗、空调、汽车燃料燃烧控制等各个领域。但由于目前的气敏元件在气体选择,元件阻值的分散性,工业计测的定量要求和精度,加热器耗电功率,生产成本等方面还存在着一系列问题。因此,现在的气敏元件还不能满足要求,为了解决这些问题,国外各气敏元件制造商非常重视材料研究和性能的改进。例如,为了提高生产率和降低成本,开发了丝网印刷技术,并试制厚膜气敏元件;为了小型化、减少加热器的耗电功率,试制了薄膜型气敏元件。