

新型传感器 技术及应用

■ 王亚峰 宋晓辉 编著
■ 宋尔纯 主审

Xinxing Chuanganqi
Jishu Ji Yingyong



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

新型传感器技术及应用

王亚峰 宋晓辉 编著

宋尔纯 主审

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新型传感器技术及应用/王亚峰, 宋晓辉编著. —北京: 中国计量出版社, 2009. 1
ISBN 978 - 7 - 5026 - 2938 - 0

I. 新… II. ①王… ②宋… III. 传感器 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 184700 号

内 容 提 要

本书在研究总结近年来传感器技术发展成果的基础上, 针对用户的实际要求, 着重介绍各种有所创新、不断改进的新型传感技术。全书共分五章: 第一章传感器功能材料; 第二章敏感元件; 第三章新型传感器; 第四章新型变送器; 第五章应用实例。

本书可供传感器研制开发的科研人员及传感器应用领域的技术人员参考使用。

中国计量出版社 出版

地 址 北京和平里西街甲 2 号 (邮编 100013)
电 话 (010) 64275360
网 址 <http://www.zgjl.com.cn>
发 行 新华书店北京发行所
印 刷 北京市媛明印刷厂印刷
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 19.5
字 数 455 千字
版 次 2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷
印 数 1—2 000
定 价 49.00 元

如有印装质量问题, 请与本社联系调换
版权所有 侵权必究

前 言

传感器技术的开发始于 20 世纪 30 年代，经过近 80 年的逐步发展，现已跃进到一个新阶段，成为一门新兴的跨学科的传感器工程学。传感器已自成体系，一种分散型的技术体系。

令人兴奋的是，目前已有越来越多的人认识到发展传感器技术的重要性和迫切性。据不完全统计，目前全国从事传感器及敏感元件研究和制造的单位有 600 多家，研制和生产的品种达 3000 多个，布局已初具规模，并在蓬勃发展，逐渐形成热门。但并非尽善尽美，传感器品种繁多，水平不一，而应用遍及各行各业乃至人们生产、生活的许多领域，有的使用条件相当苛刻，如要求耐高温、耐低温、耐湿、耐振、耐击等；有的还要求在严冬酷暑、冰天雪地、风雨交加、电闪雷击等的环境状态中能使用；特别是在要求提供“高、精、尖”产品方面，在供需之间还存在相当大的差距。

传感器技术业界深知这个差距的存在，一直在千方百计寻找改进门路，孜孜不倦进行技术革新。经过不懈努力，新型传感器不断涌现，既促进了传感器技术的发展，也在一定程度上满足了用户需求。

综观国内外传感器技术发展现状和动向，针对不同用户的实际需求，本书不求系统完整，面面俱到，而求有的放矢，对症下药，侧重介绍出类拔萃、有所创新、有所改进的新型传感器的实质及其应用实例，以供有关科技人员、制造者及广大应用者阅读、借鉴参考。

在本书编写过程中，得到安徽省科技情报研究所、安徽立达信息技术研究所等单位的支持和帮助，以及吴能、王文娟、王婧婷、宋立凡、吴仲达、杨清风等许多同志的热心帮助，谨在此表示谢意。

由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者指正。

编 者
2009 年 3 月

目 录

第一章 传感器功能材料	(1)
第一节 传感器功能材料现状与展望	(1)
一、传感器技术基础	(1)
二、传感器功能材料的开发现状	(3)
三、传感器功能材料展望	(8)
第二节 非晶材料	(13)
一、非晶材料	(14)
二、制造方法	(14)
三、基本特性	(15)
四、应用实例	(19)
五、展望	(23)
第三节 生物材料	(23)
一、生物材料	(23)
二、生物材料元件化	(26)
三、生物元件的改良	(27)
四、生物传感器	(28)
第四节 稀土类塑料磁铁	(32)
一、制造方法	(33)
二、应用实例	(35)
第五节 超微粒子材料	(36)
一、超微粒子敏感膜形成方法	(36)
二、超微粒子敏感膜的特性	(39)
三、应用	(40)
第六节 氧化物离子导电陶瓷	(41)
一、现状	(41)
二、革新	(41)
三、实施示例	(42)
四、效果	(43)
第二章 敏感元件	(45)
第一节 应变元件	(45)

一、新型薄膜应变元件	(45)
二、温度补偿型应变片	(48)
三、耐热性应变片	(51)
第二节 磁敏元件	(53)
一、InSb 霍尔元件	(53)
二、GaAs 霍尔元件	(55)
三、半导体磁阻元件	(57)
第三节 光敏元件	(59)
一、新型红外光敏元件	(59)
二、光电晶体管	(62)
三、光电二极管	(65)
第四节 气敏元件	(67)
一、接触燃烧式新型气敏元件	(67)
二、半导体式新型气敏元件	(70)
三、新型乙醇敏感元件	(73)
第五节 湿敏元件	(77)
一、新型湿敏元件	(77)
二、新型电容式湿度检测元件	(80)
三、可连续测量湿度的新型湿敏元件	(84)
第三章 新型传感器	(89)
第一节 荷重传感器	(89)
一、薄型应变片式荷重传感器	(89)
二、新型单轴测力传感器	(93)
三、新型多分力传感器	(94)
第二节 压力传感器	(97)
一、新型半导体式压力传感器	(97)
二、新型半导体低压传感器	(100)
三、新型复合功能差压传感器	(102)
第三节 加速度传感器	(105)
一、振子式伺服加速度传感器	(105)
二、倾斜加速度传感器	(107)
三、硅微加速度计	(110)
第四节 陀螺仪	(113)
一、陀螺仪	(113)
二、新型振动陀螺仪	(118)
三、新型光纤陀螺仪	(122)
第五节 角度传感器	(125)

一、新型回转角度传感器·····	(125)
二、新型插入式测角计·····	(127)
三、新型光纤磁场倾斜传感器·····	(130)
第六节 电位器·····	(133)
一、新型非接触式电位器·····	(133)
二、导电塑料式电位器·····	(136)
三、新型导电塑料电位器·····	(139)
第七节 编码器·····	(142)
一、小型磁式旋转编码器·····	(142)
二、新型光学式编码器·····	(145)
三、新型绝对旋转角度编码器·····	(148)
第八节 磁敏传感器·····	(150)
一、新型 MR 传感器·····	(150)
二、新型磁方位传感器·····	(153)
三、新型磁敏传感器·····	(155)
第九节 流量传感器·····	(160)
一、新型流体流量传感器·····	(160)
二、新型科里奥利流量计·····	(164)
三、矩形波励磁式电磁流量计·····	(170)
第十节 物位传感器·····	(173)
一、位置—角度传感器最新动向·····	(173)
二、新型高精度位置传感器·····	(178)
三、新型位置检测装置·····	(180)
第十一节 液位传感器·····	(183)
一、新型液位传感器·····	(183)
二、新型液位检测元件·····	(186)
三、差压式液位传感器·····	(192)
第十二节 红外传感器·····	(195)
一、红外传感器的技术动向·····	(195)
二、热电式红外传感器·····	(199)
三、新型集电式红外传感器·····	(203)
第四章 新型变送器 ·····	(209)
第一节 高精度差压变送器的研制·····	(209)
一、引言·····	(209)
二、变送器概要·····	(209)
三、结构与特征·····	(210)
四、研制的中心课题·····	(212)

五、特点及应用	(213)
第二节 新型气动差压变送器	(215)
一、工作原理	(215)
二、结构	(217)
三、基本性能	(220)
四、特点及应用	(221)
第三节 新型微差压变送器	(222)
一、引言	(222)
二、结构	(222)
三、特性	(224)
四、应用	(225)
第四节 复合功能传感器式差压变送器	(225)
一、引言	(225)
二、构造	(225)
三、特性	(227)
第五节 具有过大压力保护功能的新型差压变送器	(229)
第五章 应用实例	(233)
第一节 角度检测	(233)
一、用环形激光器检测角度	(233)
二、用伺服加速度计测量倾斜角	(235)
三、用光传感器非接触检测物体的倾斜和距离	(238)
第二节 位移检测	(240)
一、用涡电流检测法测量位移	(240)
二、用电位器和转速计测量喷射柱塞的位移·速度	(242)
三、用应变片式传感器检测位移	(245)
四、用光电电位器非接触检测二维动态物体位移	(246)
五、用三维位移传感器检测位移	(249)
六、驾驶室和车架的三维位移检测	(251)
第三节 液位检测	(253)
一、液位的检测控制	(253)
二、油—水界面液位的检测	(257)
三、用光纤传输式水位计检测水位	(259)
四、用电流式液位开关测控水位	(261)
五、用 γ 射线检测熔钢液位	(263)
六、用超声波传感器监控液位和流量	(266)
七、用微波液位计检测熔铁液位	(268)
八、用扩散型半导体压力传感器检测水位	(270)

九、制糖设备中蒸发罐的液位检测·····	(272)
第四节 漏泄检测·····	(274)
一、用超声波传感器检测气体漏泄量·····	(274)
二、非接触高效率检测漏水点位·····	(275)
三、储油罐及其配管的漏泄检测·····	(277)
四、超低温装置的漏泄检测·····	(280)
第五节 缺陷检测·····	(282)
一、角钢片的缺陷检测·····	(282)
二、裂缝深度非破坏测量方法·····	(284)
三、元器件表面缺陷检测·····	(286)
四、拉丝作业中非破坏检测线材缺陷·····	(288)
第六节 转矩检测·····	(293)
一、用差压放大继电器检测回转体·····	(293)
二、旋转结构体的阻力检测·····	(295)
三、用转矩传感器检测轴转矩·····	(296)
四、用调频诱导法检测大型船舶的轴功率·····	(299)
参考文献·····	(301)

第一章

传感器功能材料

第一节 传感器功能材料现状与展望

随着人类社会的信息化,微型计算机的开发应用,传感器技术得到了迅速发展。20 世纪 30 年代后期(1938 年)国外始有氯化锂湿度传感器出现;40 年代热敏电阻问世,并且很快就用于热工仪表;50 年代光传感器就用于飞行器和人造卫星;60 年代随着半导体和集成电路技术的开发,传感器已成为机器人的感官;70 年代开发了大规模集成电路和微处理机技术,使传感器如虎添翼,得到了飞快发展;80 年代传感器被誉为“最有时代性的可大量生产的商品”;90 年代传感器已跨进高技术轨道,朝着拓宽应用的目标迅跑。1981 年召开的首届国际传感器会议标志着传感器技术已跃进到一个新阶段,传感器技术已发展成为一门新兴的跨学科的传感器工程学。这说明传感器已自成体系,一种分散型的技术体系。

传感器用途广泛,品种繁多,但不管哪种传感器都是由具有各种不同特性的材料构成的。传感器功能材料是指利用物理效应(现象)和化学、生物反应原理制作敏感元件的基体材料。传感器功能材料是一种结构性的功能材料,其性能与材料组成、晶体结构、显微组织和缺陷密切相关。传感器的质量在很大程度上取决于传感器功能材料。传感器功能材料是传感器进一步发展的基础,是传感器技术通向应用领域的桥梁。因此,要发展传感器技术,首先就要重视传感器功能材料的开发研究。

本章结合传感器的开发应用,阐述传感器功能材料的开发现状和发展趋势。

一、传感器技术基础

1. 基础的探讨

在探讨传感器技术基础时,有必要提出对一般的物理现象要按新的发现重新作出评价。就传感器技术应用的物理现象而言,有压电效应、光电效应、磁电效应等多种现象。但归根结底,这些现象不外乎都是物质的能量变换方式。例如,在物质表面施加光、电子、分子、原子、离子、热电场、磁场等能量时,便可由物质表面测得粒子的信息。这种变换方式就有可能用作传感器技术的基础原理。最近进展是,对外加光能由固体表面检测“外激电子”,并正在进行利用所谓克莱玛(Kraemer)效应的传感器技术基础开发。这项技术对滚珠轴承表面缺陷的检测具有实用价值。

再就能量变换方式而言,若物质用铈酸锂,A 方式能量为超声波,B 方式能量为白光,则 C 方式就会发生亮线谱。

2. 基础的开发

传感器技术基础的开发,行之有效的通常有下述三个途径:

①在原有材料中发现新的效应、新的现象或新的反应等，这些新的发现有可能作为传感器技术基础原理，并使之应用；

②由于开发出新材料，而使原有的效应、现象或反应等有可能作为传感器技术基础原理，并使之应用，这方面的实例很多，如非晶形半导体和光电效应，非晶形磁性体和磁电效应，磁性薄膜和磁性效应等；

③由于应用新材料而发现新的效应、新的现象或新的反应等，这些新的发现有可能作为传感器技术基础原理，并使之应用。实例有超导材料和约瑟夫逊效应。

众所周知，约瑟夫逊效应是在超导状态下的隧道效应，在超导材料问世后才被发现。就世界各国进展而言，目前尚处在各种应用的探索阶段。就有关传感器技术的应用来说，在微弱磁性的检测方面已有所突破，正趋于实用化。

3. 发展趋势

传感器的发展趋势可以概括为“十化”。

①集成化

传感器集成化是一个重要的发展趋向。所谓集成化，有两个含义：其一是将同一类型的单个传感器排列在同一平面上，构成线型传感器或面型传感器。现在，2048 像素的线型传感器和 492×660 像素的面型传感器已研制成功；其二是将传感器和运算、放大及温度补偿等部分组装成一个器件，形成一体化，如集成固态压力传感器，或称组合式固态压力传感器。

②智能化

传感器的智能化是现代传感器技术发展的又一个重要发展趋向。

智能传感器 = 传感器 + 微型计算机。

也就是说，智能传感器是传感器和微型计算机二者相结合的产物。大面积集成电路技术的引入，大幅提高了传感器的功能。开发智能传感器的重要环节就在于研制与微型计算机相匹配的传感器。未来的单片式智能传感器是集成信号转换、运算、存储及传输功能于同一块硅片上。现在看来，开发研制多功能三维智能传感器已指日可待。

③多功能化

集成化的传感器除具有信号转换功能外，还兼备温度补偿、信号处理等功能，故又称为多功能传感器。

传感器的功能可以复合，如将温度传感器和开关电路集成为一体的温度控制器就兼有测温 and 开关控制两种功能。

多功能传感器是指同时具有两种以上功能的传感器，如用 $\text{MgCr}_2\text{O}_4\text{-TiO}_2$ 陶瓷材料制成的温度—气敏元件，用 $\text{BaTiO}_3\text{-SrTiO}_3$ 陶瓷材料制成的温—湿度传感器等。这种一机多用的多功能传感器将会受到用户青睐。

④小型化

随着敏感元件、功能材料、制成工艺的发展，传感器在小型化方面已取得突破性的进展，如最近开发研制的新型压力传感器就已实现了小型化。

⑤数字化

数字化传感器，因其具有能保存信息、远距离传送信息、抗干扰性强、可与数据处理系统组合、易于与计算机系统连接等优点，颇受用户青睐。

⑥高精度化

现代工业生产正趋向于管理调度集中化、装置设备大型化、控制系统复杂化、生产过

程连续化,因而传感器的精度和可靠性格外引人注目。

⑦非接触化

被测对象的工况多种多样,要求不接触测量的对象日益增多。因此,实现非接触式测量又给传感器开拓一片广阔的应用天地。

⑧有源化

由于大多数传感器的输出电平尚不标准,既不统一又比较低,需要增大输出(4~20 mA,或0~5 V),因而传感器有源化也是一个颇具特色的发展趋向。实现有源化,无须采取其他放大措施,便可驱动1000 m电缆。

⑨廉价化

“质量/价格比”是一个至关重要的参数指标,它关系到产品的生存与发展。今后,随着传感器广泛应用于家电、汽车、建筑乃至人们的日常生活等领域,传感器势必要向价廉物美、经久耐用的方向发展。这将是一个不可忽视的发展趋势。

⑩寿命化

传感器的可靠性与长寿命化被列为传感器开发的基本条件之一。一般说来,系统越庞大、环境越复杂,运行的可靠性就越低。为了确保生产安全,在线传感器的使用寿命必须达到可靠性指标。当然,寿命越长越好。

4. 传感器功能与材料

现以三维方式来说明传感器功能与材料的关系。设 X 轴为物理学的“……效应”,或化学的“……反应”, Y 轴为“……材料”,则 Z 轴即为产生的功能。例如, X 轴代表维德曼效应, Y 轴代表磁性材料,二者结合时 Z 轴就会产生“脉冲电压”功能;同理,若 X 轴为约瑟夫逊效应, Y 轴为超导材料,二者结合时 Z 轴就会产生“检测极弱磁场”的功能。与检查人体心电图相对应的心磁图就适于应用这种功能。

图1—1所示为传感器技术基础与需求的关系。由图1—1可知,对传感器技术基础的开发来说,传感器功能材料是关键技术,是首先要抓住的重要环节。

二、传感器功能材料的开发现状

传感器功能材料大致可分为有机系传感器功能材料、无机系传感器功能材料、金属系传感器功能材料及复合系传感器功能材料。每种传感器功能材料的开发又有原子、分子配列控制,以及材料的薄膜化、微小化、纤维化、气孔化和复合化等状态。因此,有必要了解材料状态与传感器功能的关系。

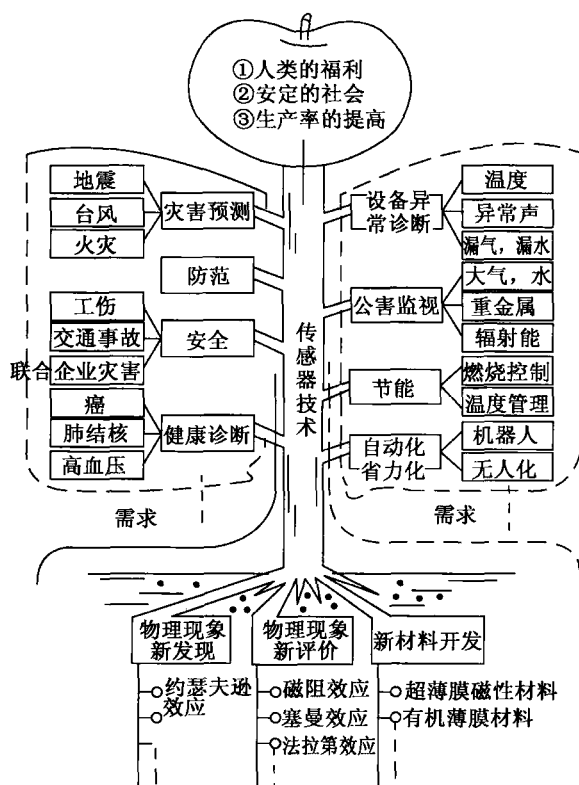


图1—1 传感器技术基础与需求的关系

1. 材料的状态与功能

如上所述，传感器功能材料有多种状态，在功能材料开发中通过改变材料的状态，可望在原有的光学、电磁、音响、热分离、吸收、力学、传输、载体、化学、生物等功能中再添某种新的功能。例如，将铁素体微小化，就可变强磁性体为常磁性体。再将表面活性剂的有机薄膜加在经过微小化的铁素体粒子上，置于硅油中，使之分解成胶体，以制成磁性流体。可望利用这种磁性流体的特殊功能来开发传感器功能材料的新应用。此外，随着有机高分子材料的薄膜化，还可望应用于物质分离用的过滤器功能材料和传感器功能材料。

又如，给材料施加某种物理能量，如加电能，或从材料发射出别的物理能量，如发射出声波能。于是此材料就增添了适于声波传感器应用的新功能。

像这样，通过对材料施加不同的能量，就可以实现材料的功能化。

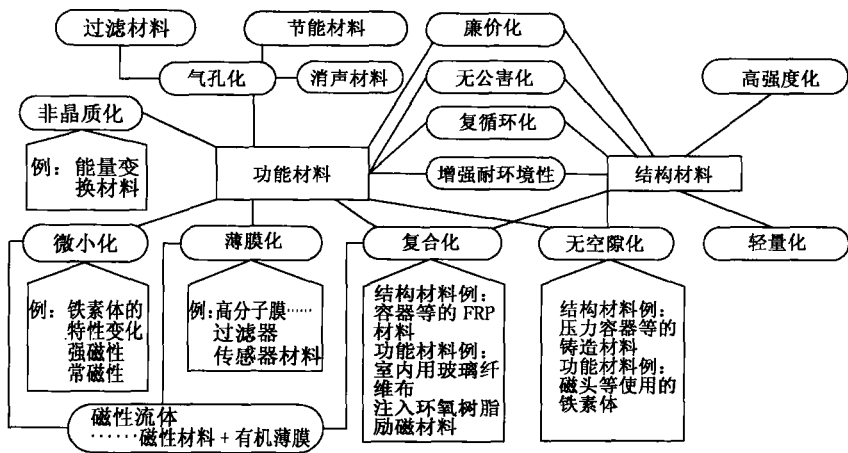


图 1—2 结构材料与功能材料的关系

为明了功能材料的概念，现将结构材料与功能材料的关系以对比形式示于图 1—2。从传感器功能材料的观点来看，图 1—2 所示的薄膜化、微小化、非晶化等对今后传感器技术的发展来说，也是重要的研究课题。

表 1—1 示出无机系功能材料的状态与功能的关系。由表 1—1 可知，随材料的不同状态而增添的新功能应用于传感器技术的概况。表 1—2 示出无机系功能材料的能量变换与功能的关系。由表 1—2 可知，传感器功能材料与物质的能量变换有着密切的关系。

表 1—1 无机系功能材料状态与功能的关系

功能	状 态						
	薄膜化	微小化	纤维化	气孔化	复合化	无孔化	其 他
光学	选择吸收膜 太阳电池	玻璃珠	光纤		表面析出	透光体 激光基质	
电磁	透明电极 传感器 磁泡	磁性粉末		传感器	BN 电容器 变阻器	热电子放 射材料 表面造膜 单品质 非晶质	电容器

续表

功能	状 态						
	薄膜化	微小化	纤维化	气孔化	复合化	无孔化	其 他
音响	超声波元件		吸声材料	吸声材料	隔音吸声材料	超声波元件	
热			绝热材料 导热管	绝热材料 蜂窝式发热体	绝热材料 陶瓷涂层		
分离吸收	过滤材料		过滤材料	过滤材料			
力学	表面硬化材料 (PVDF)	高强度材料 润滑材料	强化材料		FRC 金属陶瓷 耐磨材料	耐磨材料	粘结剂 润滑剂
传输载体					微胶囊 (蓄热材料)		有害物固化
化学			催化剂	催化剂 离子交换器 电解膜		表面造膜	固体电解质
生物				固定酶 人造骨 人造齿		人造骨	粘结剂 (利用压电)

2. 有机系功能材料

“某种有机系功能材料是否适宜用作传感器功能材料?”，对于这个问题，目前有两种探讨方法：其一是改变材料状态；其二是给材料施加或由材料取出某种能量，将此能量变换原理应用于信息检测。

本文根据后者能量变换的见解，将适用于或可能适用于传感器技术的有机系功能材料列出表 1—3。由表 1—3 可以看出，有机系功能材料普遍适用于各种传感器。

表 1—2 无机系功能材料的能量变换与功能的关系

输出	输 入							
	机械能	热	光	放射线	声	化学	电	磁
机械能	起泡剂 制动材料						压电元件	磁致伸缩元件
热		绝热材料 传导体 蓄热体	选择吸收膜			发热材料	发热体	
光		红外线 放射体	荧光体（激 光、荧光玻 璃）、化学纤 维，偏光元 件，透明体、 反射体、光 致变色元件	线量计 闪烁器	声光学 元件	化学发 光体	红 外 线 放 射 体 荧光体 半 导 体 激光器	磁 光 学 元件

续表

输出	输 入							
	机械能	热	光	放射线	声	化学	电	磁
放射线				反射材料 吸收材料 减速材料				
声					吸声材料			
化学			感光玻璃 光化学效应			催化剂		
电	压电元件 应变电阻元件	固体电解质, 传感器, 热发电元件	电光学效应 光电导性 传感器 太阳电池	传感器	传感器	传感器 固体电解质	延迟元件 绝缘材料 压敏电阻 电容器 磁泡 滤光器 超导	传感器
磁	磁致伸缩元件	温敏铁素体				传感器		磁屏蔽

表 1—3 有机系传感器功能材料

输出	输 入							
	机械能	热	光	放射线	声	化学	电	磁
机械			光致伸缩材料				电致伸缩材料 (PVDF 等)	
热			光能储存材料					
光	应变激励液晶材料	热色现象 (胆甾醇液晶材料等)	光致变色材料	发光材料 (在基丙烯酸酯系分散中二苯乙烯、并三苯等)	声波激励液晶材料	化学发光材料	电场激励型液晶材料 (胆甾醇液晶材料、向列液晶材料等)	磁场激励型液晶材料
声							压电材料 (PVDF 等)	
化学			感光性材料	抗 X 射线材料				
电	压敏导电材料 (压敏导电橡胶等)	热电材料 (PVDF 等)	光电材料 (聚乙烯吡唑等)		压电材料 (PVDF 等)	电化学反应材料 (高分子膜 + 电极等)		

物质受力而产生电压, 加电压则产生力, 这便是所谓的压电性, 如石英、酒石酸钾

钠、PZT 等是众所周知的。就有机系压电体而言,对于高分子聚合物具有压电性的论述早已有过报道。但其压电性很小,仅聚偏氟乙烯及其共聚物达到或者接近实用化的程度。这些聚合物虽然可以在高电压下进行热处理(还原处理)而形成驻极体。但与无机系压电体相比,其压电性明显较小。可是,有效地利用高分子的加工性,就可实现薄膜的大面积化、弯曲化,进而再使薄膜的特定部分压电体化。如能注重利用这些特点,有的可能很快就可进入实用化阶段。

热电变换早已用作温度传感器,在聚偏氟乙烯等的某种有机驻极体中,可以发现热电性。与无机系热电体的热电性相比,有机系的热电性较差,但却有能在大面积薄膜上成形的优点,可望应用于大面积红外传感器。

其他的能量变换,如光-电变换,就物质而言,有导电性高分子。高分子一向用作绝缘体,自从在经高温处理过的高分子中发现导电性之后,有关导电性的研究便风行展开。这类材料也有可能用作传感器的敏感元件材料。

此外,有机系传感器功能材料,还有膜敏元件用例,目前在分析传感器中业已实用化,正在积极开发新的应用领域。

3. 无机系功能材料

无机系传感器功能材料,和有机系传感器功能材料一样,也是一种将能量变换原理应用于信息检测的方法。无机系功能材料适于或有可能适于作传感器功能材料的居多。下面举例说明。

例如,输入为热能、输出变换为电能的材料,在 ZrO_2 中加 CaO ,以构成稳定化的烧结构。这种烧结构保持其电中性,因而产生氧离子,以此为媒介而产生氧离子电导,这一温度特性便可作为热敏电阻应用。

除了 ZrO_2 系之类的氧离子导电体之外,正在开发的还有 Al_2O_3 、 MgO 和具有还原金属氧化物的尖晶石结构,以 $BaTiO_3$ 为主体的钙钛矿型晶格结构电子导体等,可作高温热敏电阻应用。

又如,输入为热能、输出变换为磁能的材料,有 $Mn-Zn$ 系、 $Ni-Zn$ 系等的铁素体。这些铁素体材料的导电率和磁通密度等在居里点附近出现急剧变化,这个原理就适于温度传感器应用。

再如,输入为光能、输出变换仍为光能的材料,有无机系激光材料。此外,输入为光能、输出变换为电能的材料,有红外传感器功能材料等。

光导是通过光的照射使物质的电导率随电荷载体的增大而增大的现象。众所周知, CdS 物质中就具有这种功能。此外,II-VI族、III-V族物质中也具有这种功能。

红外传感器除了应用光导效应、光电效应之外,还可应用热电效应。

就无机系功能材料在传感器中的应用而言,有利用热敏电阻的温度传感器,利用氧化物半导体陶瓷的压力传感器、振动传感器等。

这类传感器都是应用晶界性质、表面性质等半导体特有的性质。材料检查中正在使用 AE 法,而 AE 传感器的功能材料就可以采用压电陶瓷。

4. 金属系功能材料

金属系功能材料,和有机系及无机系功能材料一样,也是一种将能量变换原理应用于信息检测的方法。金属系功能材料适宜作传感器功能材料,或者大都具有适用的可能性,现举例说明。

例如,输入为热能、输出变换为电能的材料,有测温材料等。测温材料又有测温电阻材料和热电偶材料之分。测温电阻材料可应用于电阻温度计,其原理就是利用电阻对温度的依从性。电阻温度计可分为金属式电阻温度计和半导体式金属温度计两种。前者为正温度系数,后者为负温度系数。

又如,热电偶材料,热电偶是利用塞贝克效应产生的热电势,由两种不同的金属组合而成的。通过两种金属丝的有效组合,可以构成各种热电偶。此外,输入为放射线、输出变换为电能的材料,有放射线传感器功能材料。此种功能材料是将放射线变换为电信号,有 Si, Ge, GaAs, GaTe, HgI₂ 等。

再如,输入为磁能、输出变换为光能的材料,有磁光学材料。磁光学材料又可分为法拉第效应材料和克尔效应材料。

由此可见,金属系传感器功能材料也具有各种广泛的用途。

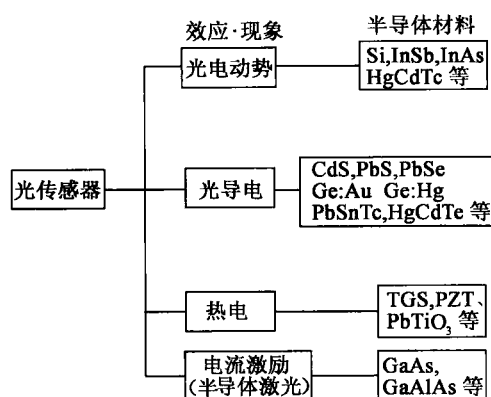


图 1—3 光传感器和半导体材料

5. 光传感器功能材料

光传感器和半导体材料如图 1—3 所示。与电子学总体开发相比,光的开发研究起步较晚,现虽登上光通信舞台,但还存在不少问题期待解决。

下一代计算机的发展目标是开发光计算机。这无疑会成为很多人的今后研究课题。这一广阔天地的开辟,会给传感器增添大有作为的用武之地。因此,为光传感器开路奠基的功能材料就迫切需要进行开发研究。目前,这方面的研究工作开展得相当活跃,如为制作红外图像传感器正在开发 HgCdTe 材料,显示出这个领域的

的开发有着美好的未来。

6. 光纤传感器材料

光纤材料具有损耗低、频带宽、重量轻、抗干扰等特性,在通信中崭露头角,受到用户青睐。现已直接或间接利用光纤材料开发研制成光纤传感器。

已经制成或正在研制的光纤传感器大致可分为两种类型:其一是利用光导纤维本身具有的某种敏感功能或特性的功能光纤 FF 型;另一是在纤维端面设置别的敏感元件构成的非功能光纤 NFF 型,光导纤维在这里只起传输光波作用。

就实用和研制现状而言,NFF 型的用途比 FF 型要广泛得多,并且易于制作。现已制成不少产品,尤以光电开关的应用最为盛行。FF 型传感器尚处于实验室阶段,目前研究较多的,主要有光纤转速传感器、光纤水声传感器、干涉式光纤温度传感器以及光纤电流传感器等。

此外,选用传感器功能材料时,请参阅表 1—4 所示的能量变换与半导体材料的关系。

三、传感器功能材料展望

1. 从社会需求看功能材料

传感器技术不仅随技术基础而提高,而且还随社会需求而变革。