

高等学校轻工专业试用教材

检测与控制器件

何 钢 主编

中国轻工业出版社

高等学校轻工专业试用教材

检测与控制器件

主 编 何 钢

副主编 刘献心 陈 新

主 审 王志刚 李自立

中国轻工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍家用电器和家电工业生产设备中常用的检测与控制器件,主要内容有:热敏传感器、气敏传感器、湿敏传感器、力敏传感器、位移传感器、液位传感器和速度传感器等检测器件,以及继电器、接触器、晶闸管和大功率晶体管等控制器件的结构原理、特性参数和应用电路,同时还介绍了几种新的传感技术、以及信号的传输与加工,最后举例说明其在家电中的应用。

本书可作为高等学校家用电器类专业的教材,亦可作为有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

检测与控制器件/何钢主编. —北京:中国轻工业出版社,1996. 5

高等学校轻工专业试用教材

ISBN 7-5019-1856-2

I. 检… II. 何… III. ①检测器—基本知识②控制器—基本知识 IV.
①TP216②TM57

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 01273 号

责任编辑 崔百鸣

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街 6 号)

北京交通印务实业公司印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 1/16 印张 21.75 字数:498 千字

1996 年 5 月 第 1 版第 1 次印刷

印数:1-4,000 定价:33.50 元

前 言

本书根据原轻工业部自动化类教材委员会于1991年12月制订的“检测与控制器件”课程教材编写大纲和全国高等学校轻工类专业教材“八五”出版规划（轻教材[1992] 168号文件）而编写的家用电器专业本科教材。

“检测与控制器件”是家用电器专业一门主要的技术基础课，它的研究对象是家用电器和家电工业生产设备中常用的检测器件和控制器件。本书从应用角度出发，讲述主要检测器件与控制器件的结构原理、特性、参数和应用电路。

本书的主要内容有三大部分：第一章至第六章介绍传感器的基本知识，热敏传感器、气敏和湿敏传感器、力学量传感器以及采用霍尔效应、光导纤维、光电效应的传感技术，同时，介绍了家用电器中应用的软传感器技术和信号的传输处理方法；第七章和第八章介绍继电器、接触器等有触点开关器件和晶闸管、大功率晶体管（GTR）等无触点控制器件的原理、特性、技术参数及应用电路；第九章以家用电器的温度检测与控制、单相异步电动机的控制以及家用空调器的变频调速为例，说明检测与控制器件在家用电器中的应用。

本书按60学时编写，根据家用电器专业需要选材，力求实用、新颖。各章具有相对独立性，使用时可视具体情况取舍。在叙述方法上，力求深入浅出，简明扼要，便于自学。它不仅可作为家用电器专业本科教材，亦可作专科教材，同时可供有关工程技术人员参考。

本书由何钢主编，刘献心和陈新任副主编。其中，绪论、第一章、第二章和第九章由何钢编写，第三章由陈新编写，第四章、第五章和第六章由刘献心编写。第七章由孔峰编写，第八章由吴宣编写。何忠民和刘金会也参加了前期编写工作。

全书由中国人民解放军信息工程学院王志刚教授和李自立副教授主审。本书在编写过程中曾得到郑州轻工业学院赵雅君副教授的热情帮助。在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，错误或不当之处在所难免，殷切期望读者批评指正。

编者

1994年12月

目 录

绪论	1
一、检测与控制器件在家用电器中的作用	1
二、家用电器对检测与控制器件的要求	2
三、检测与控制器件的发展动向	4
第一章 传感器基本知识	8
§ 1-1 传感器的构成与分类	8
一、传感器的构成	8
二、传感器的分类	13
§ 1-2 传感器的静态特性	14
一、线性度	15
二、灵敏度	17
三、精度	17
四、分辨率和阈值	18
五、迟滞 (hysteresis)	18
六、重复性	19
七、零漂	19
§ 1-3 传感器的动态特性	20
一、传感器的数学模型	20
二、传感器的传递函数和频率特性	23
三、传感器的动态响应及其动态性能指标	25
第二章 热敏传感器	28
§ 2-1 概述	28
§ 2-2 热膨胀式热敏传感器	31
一、双金属片式热敏传感器	31
二、压力式温度传感器	36
§ 2-3 热电动势型热敏传感器	37
一、热电偶的工作原理	38
二、热电偶的结构、材料及类型	41
三、热电偶的特性和误差	46
§ 2-4 电阻型热敏传感器	51
一、热电阻	51
二、热敏电阻	53
§ 2-5 晶体管型热敏传感器	62

一、工作原理和结构	63
二、主要特性	64
三、AD590 的主要技术指标	65
四、AD590 的应用	66
五、其他晶体管型热敏传感器	68
§ 2-6 热释电型热敏传感器	69
一、工作原理	70
二、热释电传感器的结构	70
三、热释电传感器的特性	71
四、热释电传感器的应用	72
§ 2-7 其他热敏传感器	76
一、磁性热敏传感器	76
二、液晶热敏传感器	78
三、电容量变化型热敏传感器	78
四、晶闸管热敏传感器	79
第三章 气敏传感器与湿敏传感器	85
§ 3-1 气敏传感器的特性及分类	85
一、描述气敏传感器的主要特性参数	85
二、气敏传感器的分类	87
§ 3-2 接触燃烧式气敏传感器	88
一、基本结构与工作原理	88
二、主要特性与特点	89
三、接触燃烧式气敏传感器的应用	89
§ 3-3 半导体气敏传感器	89
一、概述	89
二、氧化锡 (SnO_2) 气敏传感器	90
三、氧化锌 (ZnO) 气敏传感器	93
四、 Fe_2O_3 系气敏传感器	94
五、半导体氧敏传感器	96
六、结型和 MOS 型半导体气敏传感器	99
七、气敏半导体应用中的注意事项	100
§ 3-4 气敏传感器的应用电路	101
一、单元电路	101
二、气敏传感器的应用实例	102
§ 3-5 湿敏传感器概述	104
一、湿度及其表示方法	105
二、湿敏元件的主要参数和特性	107
三、湿敏传感器的分类	108

§ 3-6 水分子亲和型湿敏传感器	109
一、电解质湿敏传感器	109
二、高分子材料湿敏传感器	110
三、陶瓷湿敏传感器	114
四、半导体湿敏传感器简介	117
§ 3-7 非水分子亲和型湿敏传感器	118
一、微波湿敏传感器	119
二、红外线湿敏传感器	119
三、热敏电阻式湿敏传感器	119
§ 3-8 水分传感器	121
一、水分传感器的种类	121
二、直流电阻式水分测定装置	122
§ 3-9 湿敏传感器的选择与应用	124
一、根据实际要求选择湿敏传感器	124
二、检测电路的选择与应用	124
第四章 力学量传感器	127
§ 4-1 力传感器	127
一、电阻应变力传感器	127
二、压电力传感器	128
§ 4-2 位移传感器	131
一、差动变压器式位移传感器	131
二、非接触式涡流位移传感器	134
§ 4-3 液位传感器	136
§ 4-4 速度传感器	138
一、测速发电机	139
二、脉冲式转速传感器	141
第五章 几种新的传感技术	143
§ 5-1 霍尔效应传感技术	143
一、霍尔元件工作原理	143
二、霍尔元件的特性	144
三、霍尔元件的应用举例	147
§ 5-2 光导纤维传感技术	149
一、光纤结构	150
二、光源	150
三、光敏器件	151
四、光导纤维传感器举例	152
§ 5-3 红外光电传感技术	155
一、红外光电检测原理	156

二、红外光电传感器的构成	156
§ 5-4 软传感技术	158
一、特徵电机的转速检测	158
二、洗衣机中布质、布量的检测	159
三、电饭锅中米量的检测	160
四、吸尘器工作面性质的检测	161
第六章 信号的传输与加工	163
§ 6-1 信号的传输	163
一、机械传输法	163
二、电传输法	164
§ 6-2 信号的调制与解调	166
一、幅值调制与解调	166
二、频率调制与解调	172
§ 6-3 信号的滤波	176
一、滤波的概念	176
二、滤波器原理	177
三、数字滤波器	181
§ 6-4 非线性校正	183
§ 6-5 噪声及其抑制	188
一、干扰的种类及噪声源	188
二、噪声的耦合方式	189
三、串模干扰与共模干扰	191
四、噪声的抑制	192
第七章 常用控制电器	195
§ 7-1 电器基本知识	195
一、电器的定义及分类	195
二、电接触理论	195
三、电弧理论和灭弧装置	197
四、电磁机构	199
§ 7-2 接触器和继电器	205
一、接触器	205
二、继电器	209
§ 7-3 防护器件	215
一、电压继电器和电流继电器	215
二、热继电器	217
三、熔断器	220
§ 7-4 时间继电器	223
一、电磁式时间继电器	224

二、空气阻尼式时间继电器	225
三、晶体管时间继电器	227
§ 7-5 其他控制器件	230
一、刀开关	230
二、转换开关	232
三、按钮	234
四、行程开关	237
五、电磁阀	240
第八章 无触点控制器件	242
§ 8-1 普通晶闸管	242
一、晶闸管的结构和工作原理	242
二、晶闸管的特性	246
三、晶闸管的主要参数	248
四、器件的型号	251
§ 8-2 可控整流电路	253
一、单相半波可控整流电路	254
二、单相桥式全控整流电路	257
三、三相可控整流电路	260
四、晶闸管的保护	262
§ 8-3 双向晶闸管	267
一、基本结构及伏安特性	267
二、触发方式及触发原理	269
三、特性与主要参数	272
四、双向晶闸管的应用举例	273
§ 8-4 特种晶闸管	275
一、逆导晶闸管	276
二、快速晶闸管	278
三、光控晶闸管	280
四、固态继电器	285
§ 8-5 常用的触发器件	289
一、单结晶体管	289
二、程控单结晶体管	293
三、双向触发二极管	295
四、硅单向开关	296
五、硅双向开关	298
六、集成触发器件	299
§ 8-6 全控型器件	302
一、GTR 的结构	303

二、GTR 的静态特性	304
三、GTR 的开关特性	306
四、GTR 的击穿电压与安全工作区	307
第九章 检测与控制器件在家用电器中的应用	309
§ 9-1 温度的检测与控制	309
一、概述	309
二、电烤炉的温度控制电路	311
三、采用热敏电阻的电熨斗温度控制电路	313
四、电冰箱的温度控制电路	315
§ 9-2 家用电器中电动机的控制	316
一、单相交流异步电动机的起动控制	316
二、家用电器电动机的反转控制	318
三、家用电器电动机的调速控制电路	322
四、电风扇模拟自然风的控制电路	324
§ 9-3 家用电器的变频调速	325
一、概述	325
二、SPWM 逆变器	330
三、变频调速在家用空调器中的应用	333
主要参考文献	335

绪 论

一、检测与控制器件在家用电器中的作用

现代家用电器已进入人们家庭生活中，使人们的生活内容和生活质量得到了不断地丰富和提高。目前已开发并进入市场的家用电器有洗衣机、电熨斗、电饭锅、微波炉、空调器、吸尘器、电动自行车、电冰箱、电视机和录像机等多达数百个品种。通常按其能量转换方式将家用电器分为：电动器具、电热器具、制冷器具、照明器具和声像器具等五大类。各类家用电器的实质都是以电能作为能源，将电能转换成机械能、热能、光能或声能等，服务于人们的生活。家用电器要实现预定的功能并安全可靠地工作，就必然离不开电能的传输、控制、转换和检测器件。例如，电烤箱是利用电热元件将电能转换成热能对食物进行加热，电源通过定时开关和晶闸管，供给电热元件能量，如图 0-1 所示。用热敏电阻或热双金属片检测箱内温度，并将检测的温度数值与设定的温度数值相比较，通过触发器调整晶闸管的导通角。当箱内温度低于设定温度时，触发电路使晶闸管的导通角增大，流过电热元件的电流增大，箱内温度将升高。反之，箱内温度高于设定温度时，使晶闸管导通角减小，流过电热元件的电流减小，箱内温度下降。这样不断调整，使箱内温度维持在加热食物所需要的设定温度范围内。根据烤制食物所需时间，设定定时开关的接通时间，当定时时间到，定时开关断开电源，停止对食物的加热。这里，定时开关、晶闸管和触发器的主要作用是控制加热功率；热敏电阻（或双金属片）的作用是检测箱内温度。前者称为控制器件，后者称为检测器件。

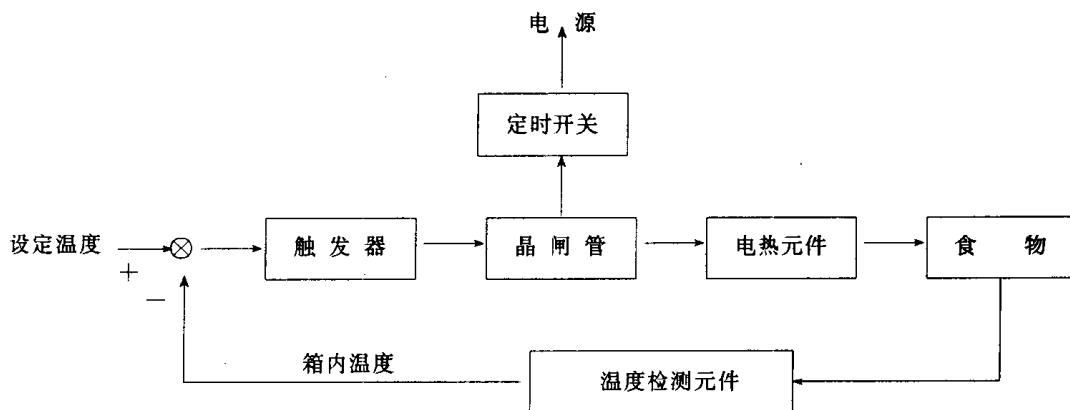


图 0-1 电烤箱结构示意图

由上述可知，控制器件的主要作用是实现对能量的控制。任何家用电器都少不了控制器件，至少也要有一个电源开关或电源插头。检测器件的主要作用是实现对参量的测

量,如检测温度、湿度、压力、液位、重量、光和 PH 值等。通常称这种能感受被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置为传感器 (sensor 或 transducer)。近年来,在家用电器特别是高档家用电器中,传感器的应用日益广泛。表 0-1 列出了具有代表性的家用电器中传感器的应用情况。在家用电器中应用传感器主要出于以下几方面的考虑:

1. 扩大功能、提高自动化程度

传感器就像人的五官(视觉、听觉、触觉、味觉和嗅觉)采集各种信息提供给控制环节,使家电的功能更加完善。比如,在洗衣机中采用光电传感器可检测漂洗过程中水的混浊度,判断衣物是否已经洗净,若合乎标准则电机自动停止并放水,然后自动脱水;采用风量传感器的吸尘器可以自动调节电动机的转速,使其在打扫不同对象时都能得到满意的效果。显然,家用电器采用传感器,提高了自动化程度。

2. 节约能源

洗衣机采用布质布量传感器、混浊度传感器、水位传感器等,可实现完全自动化,达到省时、省电、省水的效果;空调器、电冰箱采用温度传感器,霜传感器也可达到节电目的。

3. 安全保护

为了防止电器设备因过热或过载引起的损坏,在家用电器中采用温度传感器以防止过热,采用电流传感器以防止过负载。

二、家用电器对检测与控制器件的要求

鉴于家用电器主要是用于家庭生活这一特点,对家用电器所采用的器件要求如下:

1. 安全无害

家用电器与人们朝夕相处,特别是象电热毯等,在使用时与人体相接触,一旦发生漏电现象,很可能酿成触电事故。另外,有些家用电器功率较大,长期工作会造成过热现象,易引起火灾。因此,家用电器所采用的电器元件和传感器一定要确保工作安全。

另外,家用电器中的元器件和传感器工作时应不污染食物、用具和空气。当器件烧毁或其它原因造成损坏时,也不应释放出毒害物质或气体。家用电器所采用的检测与控制器件应确保安全无害。

2. 工作可靠,性能稳定

家用电器属耐用消费品,它所采用的器件的寿命也必须与其相适应。一般家庭用户不具备维修能力,因此,要求器件的可靠性要高,但对器件的精度要求一般不高,而要求工作性能稳定,以保证家用电器工作可靠、性能稳定。

3. 成本低、价格便宜

由于应用于民用产品,因此成本低,价格廉,是产品具有竞争力的一个重要条件。有些器件虽然能够满足家用电器所要求的功能,但是,由于其价格较贵,在家用电器中却不宜采用。

4. 较好的耐环境性

家用电器涉及到环境条件各不相同的千家万户,它所采用的器件必须有较好的耐环

表 0-1

传感器在家用电器中的应用

家用电器 传感器	家用电器																			
	洗衣机	干衣机	电熨斗	吸尘器	衣物烫压机	电热蒸发器	蒸汽浴面	蒸汽浴盆	电冰箱	电冰柜	电烤炉	电饭锅	电热壶	电磁灶	微波炉	洗碗机	抽油烟机	空调器	电风扇	电热毯
温度传感器	热胀式								✓	✓								✓		
	热双金属片	✓	✓		✓		✓	✓			✓		✓			✓			✓	✓
	热电偶							✓												
	NTC	✓	✓						✓	✓	✓			✓		✓		✓		✓
	PTC	✓	✓	✓		✓						✓						✓	✓	
	CTR									✓										✓
感温磁性开关	有机物																			
	热释电传感器														✓				✓	
湿度传感器		✓							✓					✓	✓					
气体传感器																	✓			✓
光传感器																			✓	
力传感器	✓			✓																
液位传感器	✓							✓												
位移传感器	✓								✓											

境性。洗衣机、电饭锅、电热水壶、电热淋浴器、洗碗机等所用的器件必须具有良好的耐水性与耐湿性；厨房用家用电器等，长期使用会沾满油污与灰尘，因此，其器件应耐污染，防灰尘；电热器具常处于高温状态；制冷器具处于低温状态，其器件的使用温度范围要宽。

5. 重量轻、体积小

只有器件的重量轻，体积小，才能使家用电器的重量轻，体积小。这样不仅可以节省材料，减小占地面积和空间，而且使用方便、灵活，便于包装运输。

三、检测与控制器件的发展动向

1. 控制器件的发展动向

伴随着世界新技术革命的浪潮，家用电器的控制器件得到了迅速的发展。不但传统控制器件的工艺水平、工作性能和可靠性有了极大的提高，而且，涌现出了许多新型控制器件。控制器件发展的主要特征是器件的电子化，它主要表现在以下几个方面：

(1) 无触点开关的广泛应用 以前在家用电器中都是采用有触点开关，电路通断靠触点的运动实现，因此，它切换动作慢，操作频率低，寿命低，切换时有电火花出现。如果电器使电路通断的执行机能从电磁机构和触点的机械运动工作原理转变为内部电子运动的原理，即使其无触点化，就可使动作更快，操作频率更高，寿命更长且无火花出现。近年来，晶闸管等半导体器件在家用电器中的广泛应用体现出这种优越性。如在全自动洗衣机中用晶闸管作为切换开关，控制洗衣机电机的起动，停止和反转；在电风扇中，用晶闸管作为控制开关，切换电抗器的抽头，从而调节电机的转速；在电烤箱中，用晶闸管控制加热功率等等。由于无触点开关无电弧出现，使其更加安全。另外，晶闸管通过调节其导通角可使其输出连续变化，这是有触点电器所无法比拟的。但它的缺点是不能完全切断电路，有漏电流存在，对电源不能起隔离作用；管压降大，引起发热损耗；过大的电压变化率和电流变化率易引起晶闸管的损坏，使用时应该注意。全控式电力电子器件—电力晶体管（GTR）的出现，使制冷压缩机变频调速技术趋于成熟，采用 GTR 的变频器可调节制冷压缩机的转速。这项技术使空调器的性能有较大的改善，并有显著的节能效果。

(2) 集成电路和专用芯片大量用于家用电器 国内、外半导体集成电路发展迅速，目前已有集成运算放大器、集成稳压器、集成功率放大器等模拟集成电路和计数器，与非门、单稳态触发器、双稳态触发器、译码器等数字集成电路的多个系列的产品问世。它们被广泛地应用在家电产品中，例如：CD4017 计数器被用于电风扇的调速控制，NE555N 时基电路被用于电风扇模拟自然风的控制，TC4011BP 四与非门电路用于电冰箱的温度控制；TCD 系列彩色电视机专用电路等等。采用集成电路使家电整机的元器件数量大大减少，从而使家用电器在功能相同的情况下体积大大减小。电视机采用大规模集成电路，减少了原有的几十种元件，降低了成本，提高了质量的可靠性。随着模糊控制技术的发展。出现了模糊逻辑专用芯片，它被应用于模糊空调器、模糊洗衣机、模糊吸尘器、模糊电风扇和模糊电饭锅等。语音芯片的应用，出现了许多会说话的家产品，如会说话的微波炉，它能用语言向使用者说明某种食物的制作方法。集成电路的应用，使家电产

品的功能也比以前采用分立元件时有较大的发展，一些家电产品的技术水平达到了国际 80 年代中后期同类产品的水平。

(3) 微电脑广泛地应用于家电产品 微型计算机应用于家用电器的控制，使家电产品向智能化、微型化、节能化、多功能化方向发展。微电脑控制的洗衣机，采用数字输入技术，只要输入洗衣方式、脏污程度、洗衣量 3 个参数，就可以自动选择浸泡温度、洗涤时间、转速、水温和水位等；微电脑控制的模糊洗衣机，不用输入洗衣量和脏污程度，便可自动选择洗涤方式、洗涤时间、水位等，实现全自动化，省水、省电、省时；微电脑控制的吸尘器，可根据不同的工作环境自动调节吸力，使所需能耗降低 50%；微电脑控制的微波炉，能按设定程序烹调出各种美味可口的饭菜，并可节电 25% 以上；微电脑控制的电冰箱，可自动调节压缩机的工作，自动测量，显示冷藏室的温度，并可按使用要求和外界温度，调整除霜定时器的给定值，使之取得最佳除霜效果，可节电 15%~20%。由于微电脑体积小，价格低，应用方便，70 年代后被应用到各个领域。近年来家电产品的微电脑化发展极为迅速。它不但大大提高家电产品的性能，而且给广大消费者带来优质的服务和满意的享受。可以预言，以采用微电脑控制为特征的高技术、高附加值的家电产品，正逐渐成为国际家电市场的主导产品。

2. 检测器件的发展动向

作为检测器件的传感器，在本世纪 30 年代就有氯化锂温度传感器出现；40 年代热敏电阻问世，并很快用于热工仪表行业；50 年代光敏元件已作为飞行器和人造卫星的“耳目”；60 年代随着集成电路的出现，传感器开始作为自动机械的“五官”；70 年代至 90 年代是传感器发展尤为迅速的时期，由于功能材料的发展和集成电路技术及硅微加工技术的进步，出现了许多高性能的新型传感器，传感器在家用电器乃至国民经济的各个领域的应用更为普遍。

传感器技术的发展有两个主要的方向：一个是传感器本身的基础研究，另一个是与微处理器相结合的传感器系统的研究开发。

传感器件的研究有以下几个方面：其一，新材料的研究，具有技术优势的半导体材料仍占主导地位；陶瓷敏感材料具有较大的开发潜力；高分子功能材料和薄膜材料以及分子级的 $L-B$ 膜材料将大量用于传感器；生物传感器的各种酶和微生物敏感材料将被深入研究；用于传感器的光纤材料和超导材料的研究和开发将加强。其二，新的制造方法，发展微细加工技术，除氧化、光刻、扩散、淀积等微电子技术外，还发展了平面电子工艺技术、各向异性腐蚀、固相键合工艺和机械切断技术，以大批生产高精度，超小型，低成本的传感器。其三，新的测量方法，例如利用光的各种非接触测量方法，或利用光导纤维的测量方法等。

传感器系统的发展方向主要是将传感器件的信号检测能力与微处理器的信号处理能力有机的结合起来，使传感器具有自动校正，自动诊断功能、记忆功能和判断功能。目前，人们正在研究将敏感元件和信息处理电路集成在同一芯片上，使其成为集敏感、转换、信息处理为一体的智能传感器 (Smart Sensor)。智能传感器像人的感官那样将信息加工处理后，准确无误地传给控制系统。它使系统的功能和效率大大提高。这种智能传感器的开发和应用，将对家用电器的性能和自动化水平产生重大的影响。

近年来,新开发的家用电器传感器,充分体现了传感器技术的最新进展。半导体压力传感器是利用半导体的压阻效应,采用集成电路工艺制作的新型压力传感器,它将应变部分与感压膜片部分形成一体,再将输出放大电路,信号处理电路等集成到同一块硅基片上。因此它具有可靠性高、体积小、重量轻、价格低及适宜于大批量生产等优点,并可广泛地应用于空调器、洗衣机、扫雪机等家电产品中。利用脂质双分子膜作为气味敏感材料制成的气味传感器,在常温下可对气味作出灵敏的反应。该传感器具有人及动物的嗅觉特点,它与人的嗅觉上皮细胞对气味物质的反应有很好的-致性,对各种气味的最低反应浓度与人类嗅觉阈值有很好的相关性。这种传感器被应用于微波炉、电烤箱和三明治炉等厨房类家电产品中,就可根据食品散发出的气味和蒸汽的抽样来检测食品是否烧好。由光学元件、半导体激光器和固体摄像元件(CCD)照相机构的视觉传感器,在电子照相机和摄像机等家电产品中获得了良好的应用效果。它的光学元件是由很多光纤呈直角两段叠放,形成网格状,从半导体激光器发出的红光经这一光学元件后到达被测物体表面,从而测得物体表面各点的距离,测量精度很高。

综上所述,当今传感器技术已经有了长足的进步,从其发展前景来看,有以下几个特点:

(1) 传感器的固态化 目前,发展最快的固态物性传感器,主要是半导体、电介质和强磁性体三类。其中半导体传感器最引人注目,它不仅容易接受外界信息的作用并转换为电量,而且响应快、体积小、重量轻,便于集成化和功能化。例如目前先进的固态传感器,在一块芯片上同时集成了差压、静压、温度三个传感器、使差压传感器具有温度和压力补偿功能。除半导体外,还开发了压电体、热释电体、铁电体、强磁性等固态传感器。

(2) 传感器的集成化和多功能化 随着传感器应用领域的不断扩大,借助半导体的蒸镀、扩散、光刻、精密微细加工技术和组装技术等,使传感器从单一元件、单一功能向集成化和多功能化发展。所谓集成化,即将敏感元件、信息处理电路或转换单元及电源等多个部分集成在同一芯片上,AD590集成温度传感器就是典型例子。除此之外,还有集成压力传感器、集成磁敏传感器等。所谓多功能化,即同一传感器具有多种参数检测功能,如半导体温湿敏传感器、多功能气体传感器等。

(3) 传感器图像化 目前,传感器的应用不仅限于对某一点物理量的测量,而开始研究从一维、二维到三维空间的测量问题,并已研制成功各种二维图像传感器,例如CCD型、MOS型及BBID型固态摄像器件等。

(4) 传感器的智能化 如前所述,集敏感、转换和信息处理为一体的智能传感器具有自校正和自诊断功能、记忆和判断功能,它是传感器很有前途的一个发展方向。虽然将敏感元件和信号处理电路集成在同一芯片上的技术难度很大,但是将不在同一芯片上的敏感元件和微处理器有机组合在一起组成的传感器系统,同样具有智能特点。有人将后者称为混合智能传感器(Hybrid Smart Sensor)。如一些洗衣机上采用的布质布量传感器、模糊电饭锅上采用的饭量传感器都属于此类。智能化的传感器扩大功能时只需改变软件即可实现。

当今世界是以信息技术为特征的新技术革命时代,传感器技术是现代信息技术的重

要支柱，世界各国普遍给予极大的关注。早在 80 年代，日本就将传感器技术列为十大技术之首；美国认为当今是传感器时代，把传感器技术作为重点技术加以开发，我国将传感器技术列为国家“八五”重点科技攻关项目之一。目前世界传感器市场总销售额已大大超过 50 亿美元，其增长速度每年约 6%~7%，展望未来，传感器技术定会以更高的速度发展。

检测与控制器件在家电产品和家电生产过程自动控制中，占据着极其重要的地位，检测与控制器件的发展将给家用电器工业带来一场新的革命。