



数据加载失败，请稍后重试！

传感器电子学

[日] 高橋 清 小長井 誠 编著

秦起佑 蒋 冰 译

徐同举 校

宇航出版社

内 容 简 介

本书内容丰富, 实质上为当代传感器大全。由于作者在全书中, 力图将传感器作为计算机的输入器件加以论述, 因而将本书命名为《传感器电子学》。

全书分为三篇, 共廿三章。第一篇为总论, 详细地介绍了: 传感器的基本概念; 传感器与科学技术、各种效应的关系; 传感器的功能化与集成化等。第二篇为传感器, 共十章, 作者从硬件的角度, 将传感器作为计算机的输入器件加以介绍。三篇为传感器的应用, 共十章, 作者从软件的角度出发, 以传感器的应用为重点加以阐述。

本书主要供各部门从事仪器仪表与测量、计算机控制的工程技术人员阅读, 也可供大专院校有关专业师生参考。

センサエレクトロニクス

東京工業大学教授/工学博士
東京工業大学助教授/工学博士

高橋 清
小長井 誠

編著

株式会社 昭 晃 堂 1984

传感器电子学

[日] 高橋 清 小長井 誠 編著

秦起佑 蒋 冰 译

徐同举 校

特约编辑 裴聿修

*

宇航出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

建新印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 17.25 字数: 470 千字

1987年11月第一版第一次印刷 印数: 1—5000 册

统一书号: 15244·0215 定价: 4.80元

目 录

第一篇 总 论

第一章 传感器与科学技术 (高橋清)

1.1	传感器的重要性	(1)
1.2	传感器的作用	(2)
1.3	物理传感器与化学传感器	(3)
1.4	生物传感器	(5)
1.5	传感器的开发方向	(5)
1.5.1	向检测界限挑战	(5)
1.5.2	集成化、多功能化	(6)
1.5.3	向未开发领域挑战	(6)
1.5.4	智能传感器	(6)
1.6	结束语	(7)
	参考文献	(8)

第二章 传感器与各种效应 (小長井誠)

2.1	概述	(9)
2.2	传感器的变换功能	(10)
2.2.1	基本型传感器	(10)
2.2.2	组合型传感器	(16)
2.3	新原理	(16)
2.3.1	光纤	(16)
2.3.2	量子效应	(18)
2.4	新材料与变换功能	(21)
	参考文献	(22)

第三章 传感器的功能化与集成化 (高橋清、小長井誠)

3.1	概述	(23)
3.2	传感器的集成化、功能化	(32)

3.2.1	何谓集成化、功能化·····	(25)
3.2.2	集成化、功能化的效果·····	(28)
3.3	集成化、功能化的具体例子·····	(28)
3.3.1	可见光、红外光传感器·····	(29)
3.3.2	温度传感器·····	(33)
3.3.3	磁传感器·····	(34)
3.3.4	压力传感器·····	(35)
3.3.5	湿度、气体、生物传感器·····	(35)
3.3.6	微型机械式传感器·····	(36)
3.4	智能传感器·····	(36)
3.4.1	何谓智能传感器·····	(37)
3.4.2	智能传感器的技术动向·····	(38)
参考文献·····		(39)

第二篇 传 感 器

第四章 光传感器 (铃木忠二)

4.1	光电效应型光传感器·····	(40)
4.1.1	硅光电二极管·····	(40)
4.1.2	Pin 型硅光电二极管·····	(47)
4.1.3	雪崩式光电二极管·····	(48)
4.1.4	硅光电晶体三极管·····	(52)
4.1.5	半导体彩色传感器·····	(53)
4.1.6	光电闸流晶体管·····	(55)
4.2	光电导效应型传感器·····	(57)
4.2.1	光电导效应·····	(57)
4.2.2	CdS 和 CdSe 光敏元件·····	(59)
4.2.3	光电导式小型摄像管·····	(60)
4.3	光电子发射效应型传感器·····	(61)
4.3.1	光电子发射效应·····	(61)
4.3.2	光电管·····	(62)
4.3.3	光电倍增管·····	(64)
4.4	热释电效应型传感器·····	(66)
4.4.1	热释电效应·····	(66)

4.5 光电耦合器件	(68)
4.5.1 光电断路器	(68)
4.5.2 光电耦合器	(69)

第五章 温度传感器 (二木久夫)

5.1 概述	(70)
5.2 电阻式温度传感器	(71)
5.2.1 铂测温电阻	(73)
5.2.2 热敏电阻	(77)
5.3 热电势温度传感器(热电偶)	(86)
5.4 热敏铁淦氧	(88)
5.5 半导体的 pn 结特性(晶体二极管、三极管、集成电路、可控硅)	(89)
5.6 其它温度传感器	(92)
5.6.1 热敏电容	(92)
5.6.2 简易型热线传感器	(93)
5.6.3 石英温度计	(94)
5.6.4 超声波温度计	(94)
5.6.5 利用化学物质的色调变化、变形的温度传感器	(95)
5.6.6 NQR 温度计	(97)
5.6.7 噪声温度计	(98)
参考文献	(99)

第六章 磁敏传感器 (藤定広幸)

6.1 概述	(101)
6.2 原理	(102)
6.2.1 磁电感应的基本原理	(102)
6.2.2 霍尔效应	(103)
6.2.3 磁阻效应	(105)
6.2.4 形状效应	(107)
6.2.5 材料	(108)
6.3 霍尔元件	(109)
6.3.1 结构	(109)
6.3.2 灵敏度	(110)

6.3.3	磁场的线性	(111)
6.3.4	不平衡电压	(112)
6.3.5	温度特性	(112)
6.3.6	霍尔元件的种类	(113)
6.4	磁阻元件	(116)
6.4.1	长方形元件	(116)
6.4.2	科尔宾元件	(117)
6.4.3	平面电极元件	(117)
6.4.4	InSb-NiSb 元件	(118)
6.4.5	曲折形元件	(119)
6.4.6	温度特性	(119)
6.5	应用	(120)
6.5.1	磁场测量	(120)
6.5.2	电流测量	(120)
6.5.3	无触点开关	(121)
6.5.4	位移传感器	(121)
6.5.5	转速传感器	(122)
6.5.6	位置传感器	(122)
6.5.7	速度传感器	(122)
	参考文献	(123)

第七章 压力传感器 (五十嵐伊勢美)

7.1	压力及其单位	(124)
7.2	压力传感器的种类 (机械式)	(126)
7.3	电学式压力传感器	(131)
7.3.1	膜片表面的应力分布	(131)
7.3.2	金属应变片的应用	(132)
7.3.3	静电容式	(134)
7.3.4	差动变压器式 (LVDT)	(136)
7.3.5	表面弹性波式 (SAW)	(138)
7.4	半导体压力传感器	(139)
7.4.1	膜片形状与输出特性	(140)
7.4.2	制造方法及基本结构	(141)
7.4.3	应用实例	(146)

参考文献	(152)
------	---------

第八章 气敏传感器 (山添昇)

8.1 概述	(153)
8.2 半导体气敏传感器	(156)
8.2.1 半导体气敏传感器概况	(156)
8.2.2 电阻式半导体气敏传感器	(158)
8.2.3 非电阻式半导体气敏传感器	(167)
8.3 固体电解质气敏传感器	(170)
8.3.1 浓差电池型传感器	(171)
8.3.2 组合电位型传感器	(173)
8.4 结束语	(174)
参考文献	(175)

第九章 湿度传感器 (一ノ瀬昇)

9.1 概述	(177)
9.2 各种湿度检测方法的差异	(177)
9.3 各种湿度传感器	(179)
9.3.1 毛发湿度计	(179)
9.3.2 干湿球湿度计	(180)
9.3.3 石英振动式湿度计	(180)
9.3.4 微波湿度计	(181)
9.3.5 电解质传感器	(181)
9.3.6 高分子传感器	(182)
9.3.7 陶瓷湿度传感器	(182)
9.4 湿度传感器的应用	(189)
9.5 结束语	(191)
参考文献	(191)

第十章 音响传感器 (小林健二)

10.1 音响传感器的概念	(192)
10.2 音响传感器举例	(196)
10.2.1 电话用话筒	(198)
10.2.2 话筒	(193)
10.2.3 水听器	(205)

10.2.4	录音拾音器	(206)
10.2.5	数字唱片(DAD)再生用传感器	(210)
10.2.6	医疗检测用音响传感器	(218)
10.2.7	应用光纤的音响传感器	(220)
参考文献		(223)

第十一章 力学量传感器 (五十嵐伊勢美)

11.1	应变计原理	(225)
11.1.1	特殊型(原材料为硅)应变片	(226)
11.1.2	扩散型应变片	(228)
11.1.3	剪切应变片	(228)
11.2	荷重传感器	(230)
11.2.1	压敏导电片	(230)
11.2.2	高分子压电片	(231)
11.2.3	平行双板簧	(232)
11.3	转矩传感器	(232)
11.3.1	相位差检测方式	(232)
11.3.2	应变片方式	(233)
11.3.3	磁致伸缩式	(233)
11.4	转动传感器(非接触式)	(234)
11.4.1	发电式	(234)
11.4.2	霍尔元件、霍尔集成电路(IC)的应用	(235)
11.4.3	威甘德(Wiegan)线的应用	(237)
11.5	速度、加速度传感器	(238)
11.5.1	压电元件的应用	(238)
11.5.2	应变片的应用(三维加速度计)	(240)
11.5.3	振动加速度	(242)
参考文献		(245)

第十二章 气体量与气体成分传感器 (小池龍太郎)

12.1	真空检测用传感器	(246)
12.1.1	热导式真空计	(248)
12.1.2	热阴极电离真空计	(251)
12.1.3	冷阴极电离真空计	(254)

12.1.4 粘滞性真空计.....	(254)
12.2 气体分压或成分测定用传感器.....	(254)
12.2.1 质谱计 (mass spectrometer)	(255)
12.2.2 四极质谱计 (QMS) 及 气体分压的测量.....	(255)
12.2.3 氨检漏器.....	(258)
12.2.4 气相色谱分析仪.....	(259)
12.3 高频成分测量传感器.....	(262)
12.3.1 利用斯托克效应的微波传感器.....	(263)
12.3.2 自旋共振.....	(264)
12.4 光学成分分析传感器.....	(264)
12.4.1 原子吸光分析法.....	(265)
12.4.2 化学发光法.....	(268)
12.4.3 吸光度分光法.....	(269)
12.5 其它气体量与气体成分传感器.....	(275)
参考文献.....	(278)

第十三章 生物传感器 (森泉 豊荣)

13.1 概述.....	(279)
13.2 生物体的分子识别能力.....	(279)
13.3 生物传感器的原理和分类.....	(280)
13.4 固定方法.....	(282)
13.5 酵素传感器.....	(283)
13.6 微生物传感器.....	(285)
13.7 免疫传感器.....	(287)
13.8 半导体生物传感器 (生物化学 FET)	(288)
13.8.1 酵素 FET.....	(289)
13.8.2 免疫 FET	(292)
13.8.3 今后的任务.....	(292)
13.9 结束语.....	(293)
参考文献.....	(294)

第三篇 传感器的应用

第十四章 传感器的应用系统 (秋山 茂)

14.1	系统的条件及传感器的功能	(295)
14.2	光检测控制系统	(296)
14.2.1	光检测控制系统的特点	(296)
14.2.2	光的物理性质及光传感器	(298)
14.2.3	光的应用技术及适用范围	(300)
14.2.4	应用光学检测控制系统的具体实例	(301)
14.2.5	光学检测控制系统的需求动向	(303)
14.2.6	光学检测控制系统将来的研究课题	(304)
14.3	节能系统	(305)
14.3.1	节能技术和传感器应用系统	(305)
14.3.2	节能系统实例	(305)
	参考文献	(316)

第十五章 测量和传感器 (大野勇、宫廻勇吉)

15.1	仪器仪表工业和传感器	(317)
15.1.1	测量仪器工业和传感器	(317)
15.1.2	测量传感器的精度及其市场规模	(318)
15.1.3	测量系统的发展过程	(318)
15.2	最近的测量传感器	(320)
15.2.1	机械量测量用传感器	(320)
15.2.2	物理量测量用传感器	(328)
15.2.3	分析用传感器	(357)
	参考文献	(360)

第十六章 民用机电产品 (新田恒治)

16.1	电子烹调器	(363)
16.2	电饭锅	(367)
16.3	电吸尘器	(369)
16.4	房间空调	(371)
16.5	电褥子	(373)
16.6	衣物烘干机	(374)
16.7	热风取暖设备	(376)
16.8	气体浴池	(377)
16.9	煤气报警装置	(377)

16.10	电唱机	(379)
16.11	盒式磁带机	(383)
16.12	磁带录象机	(384)
16.13	电视录象机	(387)
16.14	电视无线电遥控	(395)
	参考文献	(398)

第十七章 医疗仪器 (斎藤正男、福本一郎)

17.1	概述	(400)
17.2	体检用传感器	(402)
17.2.1	电学式传感器	(402)
17.2.2	机械式传感器	(403)
17.2.3	超声波传感器	(404)
17.2.4	磁敏传感器	(405)
17.2.5	放射线传感器	(405)
17.2.6	热传感器	(406)
17.2.7	光学传感器	(407)
17.2.8	化学传感器	(408)
17.2.9	生物电化学传感器	(409)
17.3	结束语	(412)
	参考文献	(412)

第十八章 交通运输 (小林哲二)

18.1	概述	(413)
18.2	汽车	(413)
18.2.1	汽车发动机控制和传感器	(414)
18.2.2	除发动机控制以外的传感器	(423)
18.3	铁路运输	(424)
18.4	飞行器	(426)
18.4.1	飞机	(427)
18.4.2	火箭和人造卫星	(429)
18.5	船舶	(431)
18.6	交通系统	(433)
18.6.1	公路交通流动状态的测量控制	(433)

18.6.2 铁路交通系统.....	(434)
18.7 结束语.....	(434)
参考文献.....	(435)

第十九章 遥感技术 (豊田弘道)

19.1 概述.....	(437)
19.2 遥感系统.....	(438)
19.3 应用领域.....	(441)
19.4 敏感系统.....	(441)
19.4.1 多光谱扫描器 (NSS)	(441)
19.4.2 扫描信号的放大与记录.....	(446)
19.4.3 主题绘图仪.....	(448)
19.4.4 机载旁视雷达 (SLAR) 和综合孔径雷达 (SAR)	(449)
19.5 图象处理系统.....	(450)
19.6 结束语.....	(451)

第二十章 机器人 (長谷川健介、増田良介)

20.1 概述.....	(452)
20.2 机器人的感觉功能及其作用.....	(452)
20.3 视觉传感器.....	(455)
20.4 触觉传感器.....	(459)
20.5 压觉传感器.....	(462)
20.6 力觉传感器.....	(464)
20.7 滑动觉传感器.....	(466)
20.8 接近觉传感器.....	(469)
20.9 听觉.....	(472)
参考文献.....	(474)

第二十一章 信息处理 (森末道忠)

21.1 概述.....	(476)
21.2 传感器和信息处理装置.....	(478)
21.2.1 传感器信息的信息处理.....	(478)
21.3 信息处理系统.....	(480)
21.3.1 硬件.....	(480)
21.3.2 软件.....	(484)

21.3.3	计算机和传感器	(487)
21.4	传感器信息处理的应用 (I)——光信息处理	(488)
21.4.1	光盘存储器	(488)
21.4.2	全息存储器	(490)
21.5	传感器信息处理的应用 (II)——微型计算机与汽车 电子设备	(492)
21.5.1	微型计算机与传感器	(493)
21.5.2	汽车电子设备	(494)
21.5.3	效率与环境对策	(494)
21.6	结束语	(497)
	参考文献	(497)
第二十二章 公害、环境 (高橋昭)		
22.1	测量水质的传感器	(499)
22.1.1	电导率传感器	(499)
22.1.2	pH 传感器	(500)
22.1.3	参比电极	(501)
22.1.4	离子选择场效应晶体管 (ISFET)	(504)
22.1.5	离子传感器	(504)
22.1.6	溶解氧 (OD) 传感器	(510)
22.1.7	生物耗氧量 (BOD) 传感器	(511)
22.2	测量大气的传感器	(512)
22.2.1	大气污染物质自动检测概述	(512)
第二十三章 传感器在农业、林业、渔业 等部门的应用 (大森豊明)		
23.1	适用于农、林、渔业的传感器技术	(516)
23.2	传感器技术和自动化、省力化	(525)
	参考文献	(533)

第一篇 总 论

第一章 传感器与科学技术

最近，传感器开始受到各方面的注意，已成为各个领域经常议论的问题。本章将试图涉及传感器在现代科学技术中所占据的地位，以及传感器概要。

1.1 传感器的重要性

科学技术开发的目的有如下两点：

- 1) 用机器来代替人的劳动；
- 2) 用机器去做人所不能完成的事情。

如果将人所从事的工作进行分类，可再将其分为如下三个方面：

- | | |
|------------|---------|
| ①体力劳动 | 第一次产业革命 |
| ②脑力劳动 | 第二次产业革命 |
| ③体力劳动+脑力劳动 | 第三次产业革命 |

试图用机器代替人进行体力劳动，为第一次产业革命，人力车已经逐步向火车、汽车、飞机甚至火箭方面发展。

希望用机器来代替人的脑力劳动为现在的第二次产业革命。现在所谓的计算机社会，就是用计算机来代替人的脑子。

第③项为今后的发展趋势，其代表为“智能机器人”。

因此，如果考虑到人们的体力劳动和脑力劳动的过程，将会有如图1.1所示的情况。首先，通过五种感觉（视觉、听觉、触

觉、嗅觉、味觉)接收来自外界的信号,并将这些信号传递给大脑。在人脑中将这些信号进行运算处理,然后传递给肌体。

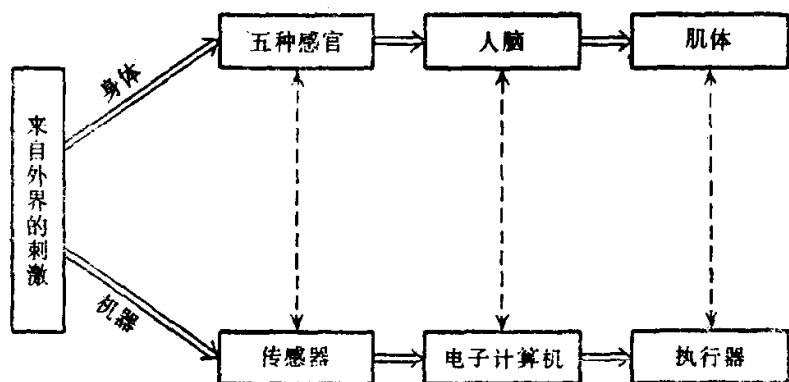


图1.1 身体与机器的对应关系

假如希望用机器来进行这一过程,那么将会成为图1.1所示的情况。也就是说,脑子相当于电子计算机,肌体相当于执行器,五种感觉相当于传感器。

最近,传感器开始受到人们的注意。这是由于固态有源元件发展极快,作为人脑的一种模拟的电子计算机的发展也极为迅速,可是起五种感觉模拟作用的传感器却发展甚慢,因而引起了人们的普遍关注。

如果不进行传感器的开发,现在的电子计算机将处于一种不能适应实际需要的状态。如图1.1所示,如同为了很好地将体力劳动与脑力劳动进行协调一样,也要求传感器、电子计算机、执行器三者都能相互协调才行。

这样,传感器就成了现代科学的中枢神经系统,它受到人们的普遍重视,这已成为现代科学技术的必然趋势。

1.2 传感器的作用

如图1.2所示,传感器实质上是一种功能块,其作用是将来自外界的各种信号转换成电信号。传感器所检测的信号近年来显著地增加,因而其品种也极其繁多。

前一时期计算机在进行着单纯的体力工作,当时并未受到人们的重视,随着电子计算机的发展,人们开始将体力劳动与脑力劳动进行协调,这就要求传感器、电子计算机、执行器三者都能相互协调才行。这样,传感器就成了现代科学的中枢神经系统,它受到人们的普遍重视,这已成为现代科学技术的必然趋势。

可是为了对各种各样的信号进行检测、控制，就必须获得尽量简单、易于处理的信号。这样的要求只有电信号能够满足。电



图 1.2 传感器的作用

信号能较容易地进行放大、反馈、滤波、微分、存储、远距离操作等。因此，作为一种功能块的传感器可狭义地定义为：“将外界输入的信号变换为电信号的一类元件”。如按照将各种外界信号变换为电信号来分类；则大致分为如下三类：

- ①利用物理效应进行变换的物理传感器；
- ②利用化学效应进行变换的化学传感器；
- ③利用生物效应进行变换的生物传感器。

如表1.1所示，对应于五种感觉中的“视觉”、“听觉”、“触觉”的传感器多数利用物理效应；对应于“嗅觉”、“味觉”的传感器多数利用化学效应或生物效应。

表 1.1传感器所采用的效应

感 觉	传 感 器	效 应
视觉（眼睛）	光传感器	物理反应
听觉（耳）	压力传感器、磁传感器	物理效应
触觉（皮肤）	压力传感器、温度传感器	物理效应
嗅觉（鼻）	气体传感器、温度传感器	化学效应、生物效应
味觉（舌）	味传感器	化学效应、生物效应

1.3 物理传感器与化学传感器

物理传感器开发较早，因而比较成熟。处理光、声、磁等物理量也比较容易，而且将物理量变换成电信号也没有什么大问题。这是因为电量本身也是物理量。因此，物理传感器具有比较易于开发的一面。

对于化学物质的种类和浓度等化学量而言，虽然可用嗅觉、味觉来感知，但是对应于这些化学量的传感器却没怎样开发。这