



实用工程技术丛书



300
example

传感器应用设计300例(上册)

主 编 张洪润
副主编 傅瑾新 吕 泉
张亚凡 邓洪敏



北京航空航天大学出版社

实用工程技术丛书

传感器应用设计 300 例

(上册)

主 编 张洪润
副主编 傅瑾新 吕 泉
张亚凡 邓洪敏

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是《实用工程技术丛书》之一,是根据现代电子技术、信息技术、计算机技术发展的最新趋势以及广大科学研究人员、工程技术人员的迫切需要,参考国内外 1000 余种传感器及应用设计成果,从实用角度出发编写的具有实用性、启发性、资料性、信息性的综合工具书。

本书分上、下册,包含 300 余个实例,分 4 篇,共 41 章。主要介绍了传感器应用设计技巧、方法和一些技术难点的处理秘诀,以及传感器在机器人、飞行器、遥感技术、汽车工业、远程工业控制、信息系统、环境污染和公害检测、医学领域、节能系统中的应用。为方便使用,还介绍了传感器与计算机的接口技巧、一些关键技术、传感器选用指南(含传感器实物外形、尺寸、型号、性能参数、生产厂家)以及厂商名录等。适合于科学研究人员、工程技术人员、维护修理人员以及大专院校师生作为工具书使用。

图书在版编目(CIP)数据

传感器应用设计 300 例. 上/张洪润主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2008. 10
ISBN 978-7-81124-191-4

I. 传… II. 张… III. 传感器 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 137638 号

传感器应用设计 300 例(上册)

主 编 张洪润

副主编 傅瑾新 吕 泉 张亚凡 邓洪敏

责任编辑 张军香 朱红芳 刘福军

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:33.5 字数:858 千字

2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-191-4 定价:55.00 元

《实用工程技术丛书》编委会

主 编 张洪润

副主编 傅瑾新 吕泉 张亚凡 毛光灿

编 委

(以工作进入时间为序)

张洪润	傅瑾新	吕 泉	张亚凡	周肇飞	林大全
曾兼权	李德宽	吉世印	肖戈达	刘国衡	王广照
金伟萍	林焦贤	傅松如	蓝清华	周立锋	赵荣生
金有仙	张洪凯	傅琅新	傅琲新	傅伟新	龙太昌
易佑华	文登明	杨指南	张洪载	陈新露	张 宇
吴国仪	吴守辉	孙 悦	王恩宏	张洪南	张素华
傅 强	隋福金	隋 毅	傅泊如	傅 涛	范述和
刘秀英	马平安	马 昊	王 川	田维北	陈德斌
李正光	李正路	张 红	程雅荣	袁 平	梁德富
高开俊	盛余康	汪明义	冉 鸣	王德超	张晓东
胡淑群	吴佳惠	毛光灿	邓洪敏		

序 言

随着科学技术的不断发展,世界正面临一场规模宏大的新工业革命(又称信息革命)。特别是我国加入 WTO(世界贸易组织)后,各行各业也正经历着深刻的变革,此种形势下人们对信息资源的需求就显得尤其迫切。而在信息技术领域被誉为“电子技术的五官”的传感器技术和被称为“电子技术的脑”的计算机技术,又是信息采集和处理两个关键环节的基本技术,所以显得尤其重要。

目前,电子技术、传感技术、计算机技术(包括单片机、计算机技术)已成为 21 世纪最常用、最基础、最实用的技术。而在我国信息技术领域中,传感器和单片计算机应用技术担任了重要角色。从某种意义上来说,这也是衡量一个国家科学技术进步的一个基准。放眼现阶段信息技术类工具书市场,能满足广大科技人员迫切需要的工程技术类书籍相当缺乏,并且很多已有书籍也很难谈得上系统、全面与实用兼具,而这恰恰是广大科研与工程技术人员最迫切需要的。

为此,我们特地组织了大量有丰富教学经验与科研经验的专家、教授,参照国内外 1000 余个研究成果、数千种传感器及应用技术,基于“能够解决科研难题和实际工程问题”的思想,耗时 13 年精心编写了该套《实用工程技术丛书》,希望能够为广大信息技术类从业人员提供一套全面、实用、权威的专业丛书。

目前该丛书包括:《传感器技术大全》、《传感器应用电路 200 例》、《单片机应用设计 200 例》、《传感器应用设计 300 例》。

《传感器技术大全》一书,是根据现代电子技术、信息技术、计算机技术发展的最新趋势以及广大科学研究人员、工程技术人员的迫切需要,参考国内外 1000 余个传感器及技术成果,从实用角度出发编写的具有实用性、启发性、信息性的大型工具书。书中介绍了传感器常用术语、材料、信号分析、精确评定、检验标定,以及光电、光纤、光栅、CCD、红外、颜色、激光、码盘、压电、压磁、压阻、电化学、生物、气敏、湿敏、热敏、核辐射、陀螺、超声、电容、电感、变压器、同步器、磁电、霍尔、磁敏、磁栅、涡流、谐振、电位器、电阻应变、半导体、新型特种传感器等达数百种传感器的实物外形、特性、工作原理、选用方法和使用技巧。本书适用于各领域从事自动控制的选件人员以及科研、生产、设计、开发、计算机应用、管理、维修等部门的有关工程技术人员,也可作为高等院校师生的教学参考书。

《传感器应用电路 200 例》一书,在参照了国内外 1000 余种现代传感器电路的基础上,为使用方便,从实用角度归纳为传感器常用电桥电路(15 种)、放大电路(20 种)、功率驱动电路、二极管及相敏电路、调制解调电路、检波器电路、限幅器电路、继电器电路、可控硅开关电路、电源电路(10 种)、滤波器电路(10 种)、信号转换电路(10 种)、专用集成电路(10 种)、接口电路(18 种)、抗干扰电路(20 种)、特种信号检测电路(10 种)、非线性化电路(18 种)以及其他电路

等达 200 余例。本书特别适合于科学研究人员、工程技术人员在工程设计开发时选择、使用。

《单片机应用设计 200 例》一书,也参照了国内外 1 000 余个研究成果,基于使用方便与实用的思想,归纳为单片机在网络通信、家用电器、工业控制、仪器仪表方面的应用设计实例,以及单片机程序设计技巧、产品开发技巧与秘诀等 240 余个实例。本书特别适合于科学研究人员、工程技术人员、维护修理人员以及大专院校师生在设计、开发、应用单片机以解决现代科研和生产中的许多实际问题时参考、借鉴。

《传感器应用设计 300 例》一书,主要介绍了近 300 个传感器的应用实例,以及传感器在机器人、飞行器、遥感技术、汽车工业、过程工业控制、信息系统、环境污染和公害检测、医学领域、节能系统中的应用。为方便使用,还介绍了传感器与计算机的接口、传感器选用指南(含传感器型号、性能参数、生产厂家)以及厂商名录。本书特别适合于科学研究人员、工程技术人员、维护修理人员以及大专院校师生在设计、开发、应用传感器以解决现代科研和生产中的许多实际问题时参考、借鉴。

本套《实用工程技术丛书》,严格遵循以下特点:

- ▶ 内容新颖,分类规范,使用方便、快捷;
- ▶ 结构严谨,系统全面,语言精炼;
- ▶ 图文并茂,讲述深入浅出,通俗易懂,注重理论与实践的紧密结合;
- ▶ 详尽介绍了其他书籍中涉及不到的技术细节、技术关键,实用性强。

鉴于此,本套丛书的应用范围相当广泛,不仅可以作为科学研究人员、工程技术人员在解决现代生产和科研中实际问题时的参考与借鉴,还可以作为维护修理人员以及大专院校高年级本科生、研究生、再教育培训班中相关专业(电子技术、电子信息、仪器仪表、应用物理、机械制造、测控计量、工业自动化、自动控制、生物医学、微电子、机电一体化、计算机应用等专业)的教学参考书,同时也可以充当信息技术爱好者自学时的重要工具书。

本套丛书在编写过程中,得到了众多高等院校、科学研究单位、厂矿企业、公司的鼎力支持,特别是北京航空航天大学出版社,为此套图书的出版给予了大力支持和帮助,我们借此一并表示最衷心的感谢!

鉴于该套丛书涉及的知识面相当广,而编者水平有限,书中难免存在不足和失误之处,敬请广大读者批评、斧正。

《实用工程技术丛书》编委会

2006 年 7 月

前言

当今时代,是“信息时代”。计算机被称为“大脑”,传感器被称为“五官”。信息的获取和处理都离不开“大脑”和“五官”。作为提供信息的传感技术及传感器倍受重视,已进入了一个飞速发展的新阶段,其应用不断深入并且更加广泛;同时传感器涉及物理、化学、生物、医学、金属学、机械、电子等几乎所有科学技术的方面,能将力、热、声、光等众多非电量参数转换成电量输出,并且应用在各(包括航天航空、仪器仪表、工业制造、通信网络、生物医学、家用电器等)控制领域中。传感器的选择及应用设计决定着测试与工程控制过程的成败,很多从事相关开发设计的专业人士渴望掌握这方面的知识,特别是掌握传感器应用设计方面知识的要求愈来愈迫切。

虽然目前已有不少传感器方面的书籍,但比较系统、全面地介绍传感器应用设计方面的书籍还比较少见。为此,我们组织了大量在教学、科研、生产实践方面有丰富经验的专家、教授,根据现代电子技术、信息技术、计算机技术发展的最新趋势,以及高等院校师生及广大科学研究人员、工程技术人员的要求,参考国内外1000余种传感器及应用设计成果,从实用角度出发,编写了《传感器应用设计300例》这本书。

全书分4篇,共41章。第1篇主要介绍传感器应用设计技巧、方法和一些关键技术。其内容包括:红外、图像、热电、磁敏、应变、气敏、湿敏、光纤、电流、超声波、位置、振动、加速度、压力、风速、电容、电感、超导、核辐射、激光、微波、生物等。第2篇主要介绍传感器的典型应用,其内容包括:传感器在机器人、飞行器、遥感技术、汽车工业、安全系统、过程工业控制、信息系统、环境污染和公害检测、医学领域、节能系统中的典型应用。第3篇主要介绍传感器与计算机接口,其内容包括:传感器与计算机接口中常见的几项关键技术(传感器的匹配技术,软、硬件线性化技术,去耦抗挠技术)、传感器与计算机接口技巧(传感器输出信号的预处理方法、基本信号的转换、数据采集系统、通信接口、用户输入装置接口、接口举例)、方法等。第4篇主要介绍应用设计过程中如何选用传感器,其内容包括:传感器的技术指标、类型代号、特性参数、选用原则以及检测同一物理量的各类传感器性能比较和常用传感器实物外形、尺寸特性及传感器产品厂商名录等。全书共计传感器应用设计方法、技巧、秘诀800余例,远超过书名300例,更有益于读者参考、借鉴。

本书所编内容新颖、齐全、分类规范,使用方便、快捷。它融实用性、启发性、信息性于一体,除可作为大学本科高年级学生、研究生、再教育培训班等有关专业的教学参考书外,更适宜作为科学研究人员、工程技术人员、维护修理人员和有关专业爱好者自学的重要用书。

在本书的编写过程中,曾得到中国工程院院士、国际计量委员会(米制公约组织最高学术机构)委员、美国国家标准与技术研究院客座研究员、美国商务部NIST 奖获得者、中国测试技术研究院副院长、中国科学院计量测试高技术联合实验室(北京)学术委员会副主任、中国测试技术研究院科学技术委员会主任、北京大学量子电子学研究所客座教授、电子科技大学高能电子所客座教授、“国家电压基准”课题组长、获国务院“全国先进工作者”称号、国家级有突出贡献中青年专家称号、国家级科技进步一等奖等多项(3项)科技进步奖的知名凝聚态物理学家、四川大学博士生导师高法院士;美国仪器学会(ISA)国际高级会员、中国光学学会光电技术专业委员会委员、中国机械工程学会测试技术专业委员会委员、四川大学测控系博士生导师周肇飞教授;教育界老前辈傅松如老师以及众多高等院校、科学研究单位、厂矿企业、集团公司等的大力支持和帮助;特别是北京航空航天大学出版社的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

本书由张洪润担任主编,傅瑾新、吕泉、张亚凡、邓洪敏担任副主编,并负责全书的统稿和审校。参加编写的人员有:张洪润、傅瑾新、吕泉、张亚凡、刘秀英、傅昱强、隋福金、隋毅、王川、金伟萍、杨指南、金美华、易佑华、马平安、田维北、王广照、盛余康、陈德斌、孙悦、邓洪敏、毛光灿、蓝清华、陈炳周、林大全、李德宽、吉世印、文登明、吴键平、汤涛、张洪凯、马昊、王继平、龙太昌、陈晨、刘艳、任桥、湖淑群、吴佳惠等。

由于传感器应用设计技术知识面广,而作者的水平和经验有限,书中难免存在不足和错误之处,敬请广大读者批评指正。

《传感器应用设计 300 例》编委会

张洪润

2007 年 3 月

目 录

上 册

第 1 篇 传感器应用设计技巧与实例

第 1 章 红外传感器应用设计技巧 与实例

1.1 红外传感器外形特性及使用技巧	3
1.1.1 高精度测量用红外光敏二极管	3
1.1.2 廉价易用的热释电型红外传感器	4
1.1.3 采用热释电型红外传感器的人体 检测微型组件	5
1.1.4 使用热电偶的热电堆	5
1.1.5 热释电型红外传感器的电压灵敏度	6
1.1.6 决定传感器用途的窗口材料	7
1.1.7 用场效应管实现热释电型红外传 感器的输出缓冲	8
1.1.8 将检测距离大幅度增加的透镜和 反射镜	9
1.1.9 可减少误动作的双器件型 传感器	10
1.1.10 R 型 I-V 变换器提高信噪比会 使频率特性变差	10
1.1.11 兼顾信噪比与高速化用互阻抗电路	12
1.1.12 互阻抗电路的专用集成电路	13
1.1.13 互阻抗电路噪声的计算方法	14
1.1.14 RC 并联电路的噪声计算方法	16
1.2 红外传感器典型应用设计实例	17
1.2.1 红外测温	19
1.2.2 红外成像	22
1.2.3 红外无损探测	24
1.2.4 红外气体分析	25
1.2.5 红外雷达	27
1.2.6 红外侦察	27

1.2.7 红外报警	28
------------	----

第 2 章 图像传感器应用设计技巧 与实例

2.1 图像传感器实物外形特征	30
2.2 图像传感器典型应用设计实例	31
2.2.1 CCD 特异细胞自动显微系统	31
2.2.2 尺寸测量	35
2.2.3 工件探伤	37
2.2.4 图像传真	37
2.2.5 文字识别	38
2.2.6 自动方向识别	38
2.2.7 集成电路 IC 硅片形状自动检测	39
2.2.8 月票自动发售	39

第 3 章 热电式温度传感器应用设计 技巧与实例

3.1 热敏电阻温度传感器外形特性及使用 技巧	40
3.1.1 热敏电阻器温度-电阻特性	40
3.1.2 通用型热敏电阻器	40
3.1.3 快速响应型热敏电阻器	41
3.1.4 高温型热敏电阻器	41
3.1.5 高精度热敏电阻器	42
3.1.6 线性化热敏电阻器	42
3.1.7 片式热敏电阻器	43
3.1.8 自加热型热敏电阻器	43
3.1.9 热敏电阻器的复杂电阻值表达式	44
3.1.10 标称电阻值 R_0 与室温电阻值	45
3.1.11 热敏电阻器的灵敏度 B 值	45
3.1.12 热敏电阻器温度系数 a 值的计算	46

3.1.13	B 值的大小随温度变化	46	3.3.6	热电偶的接点有测温接点与基准接点(需要进行冷端补偿)	65
3.1.14	容易忽略的自身加热与热耗散系数	47	3.3.7	热电偶的线性化方法	69
3.1.15	热响应时间 τ 在使用时不可超过最大容许功率	47	3.3.8	当需要较长的热电偶丝时采用补偿线	69
3.1.16	使用 B 值分散度小的热敏电阻器可以简化电路的设计	48	3.3.9	热电偶放大器的制作方法	71
3.1.17	非常简单热敏电阻器线性化电路	49	3.3.10	用热电偶专用集成电路作为放大器的方法	73
3.1.18	使用温度范围越窄线性化误差就越小	50	3.4	热电阻式温度传感器应用举例	75
3.1.19	使用 2 只以上热敏电阻器的高精度线性化电路	51	3.4.1	温敏二极管的温度调节器	75
3.1.20	使用热敏电阻器的温度报警电路	51	3.4.2	温敏晶体管的温差检测电路	76
3.2	铂电阻温度传感器外形特性及使用技巧	53	3.4.3	集成温度传感器的典型应用	76
3.2.1	云母型铂电阻	54	3.4.4	热电偶式多功能高精度钢水测温仪	80
3.2.2	陶瓷封装型铂电阻	54	3.4.5	温敏三极管测温的基本电路	83
3.2.3	能防水的玻璃封装型铂电阻	55	3.4.6	温敏晶闸管(可控硅)及火灾报警器	84
3.2.4	适于工业化生产的薄膜型铂电阻	55	3.4.7	全辐射高温计	87
3.2.5	工业用铂电阻	55	3.4.8	光学高温计	87
3.2.6	自加热型铂电阻	56	3.4.9	光电高温计	88
3.2.7	铂电阻的温度系数为 $3\,850\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$	56	3.4.10	比色温度计	88
3.2.8	恒电流驱动与恒电压驱动时的非线性误差	57	3.4.11	热敏电容的温度特性及应用	88
3.2.9	减轻布线电阻影响的三线连接方式	58	3.4.12	石英温度计	89
3.2.10	恒电流驱动的铂电阻放大器制作方法	59	3.4.13	表面波温度传感器的温度特性及应用	89
3.2.11	恒电压驱动的铂电阻放大器制作方法	59	3.4.14	超声波温度传感器及应用	89
3.3	热电偶温度传感器外形特性及使用技巧	61	3.4.15	谐振式温度计	89
3.3.1	最常见的铠装热电偶	62	3.4.16	音叉式水晶温度传感器及应用	90
3.3.2	测量温度低但易于操作的被覆型热电偶	63	3.4.17	光纤温度传感器及应用	90
3.3.3	热响应速度非常快的极细热电偶	63	3.4.18	温度检测及指示	92
3.3.4	适于测量表面温度的热电偶	64	3.4.19	温度补偿电路	92
3.3.5	热电偶具有极性	65	3.4.20	过热保护	93
			3.4.21	自动延时电路	93
			3.4.22	控温电路	94
			3.4.23	降温报警器	94
			3.4.24	温度控制器	95
			3.4.25	摄氏温度计	96
			3.4.26	温差测量	96
			第 4 章	磁敏传感器应用设计技巧与实例	
			4.1	磁敏传感器外形特性及使用技巧	97
			4.1.1	霍尔器件能线性输出电压	97

4.1.2	使用简单方便的霍尔集成电路	98
4.1.3	灵敏度非常高的半导体磁敏电阻	98
4.1.4	适于数字化应用的强磁性材料的磁敏电阻器	100
4.1.5	可检测地磁场的磁通量闸门型(磁场调制型)磁敏传感器	100
4.1.6	观察充磁状态的充磁薄膜	101
4.1.7	霍尔器件的驱动方式	102
4.1.8	霍尔器件的温度补偿电路	103
4.1.9	霍尔器件的同相电压消除电路	104
4.1.10	运算放大器的漂移电压消除电路	105
4.1.11	多个霍尔器件连接在一起时的霍尔电压加法电路	106
4.1.12	GaAs 霍尔器件在单相功率计方面的应用	107
4.1.13	GaAs 霍尔器件在三相功率计方面的应用	108
4.2	磁敏式传感器典型应用设计实例	108
4.2.1	位移传感器	111
4.2.2	汽车霍尔点火器	112
4.2.3	无损探伤	113
4.2.4	铋化锑(InSb)磁阻传感器在磁性油墨鉴别点钞机中的应用	114
4.2.5	转速检测	116
4.2.6	功率测量	117
4.2.7	霍尔开关带载电路	117
4.2.8	霍尔计数装置	117
4.2.9	霍尔线性集成传感器测磁感应强度	118
4.2.10	磁敏电阻非接触测量交流电流和转速	118
4.2.11	磁敏二极管作磁场测量、无触点开关、无触点电位器	119
4.2.12	磁敏三极管电位器	121
4.2.13	磁栅传感器及应用于高精度测长	121

第5章 应变传感器应用设计技巧与实例

5.1	应变传感器外形特性及使用技巧	124
5.1.1	各种形状的通用型应变计	124

5.1.2	可以测量卡车等车辆重量的荷重传感器(载荷测力计)	125
5.1.3	由可以大面积使用的压敏导电橡胶构成的力敏开关	126
5.1.4	市场上出售的应变计配件	126
5.1.5	应变计的结构	127
5.1.6	应变计通常组成桥式结构	128
5.2	应变传感器典型应用设计实例	128
5.2.1	电阻应变仪	128
5.2.2	电阻应变片在轧制力检测中的应用	129
5.2.3	应变传感器在衡器中的应用	130
5.2.4	应变传感器对加速度的测量	133
5.2.5	电子皮带秤	133
5.2.6	罐内液重测量	134

第6章 气体传感器应用设计技巧与实例

6.1	气体传感器外形特性及使用技巧	136
6.1.1	半导体型气体传感器的原理	136
6.1.2	最常见的通用型气体传感器	137
6.1.3	耗电量小的省电型厚膜气体传感器	138
6.1.4	操作简便的原电池型氧传感器	138
6.1.5	汽车用的空燃比传感器	139
6.2	气体传感器典型应用设计实例	139
6.2.1	基于 SnO_2 气敏传感器的自动吸排油烟机	140
6.2.2	便携式缺氧监视器	141
6.2.3	烟雾报警器电路	142
6.2.4	酒精测试仪	142
6.2.5	酒精检测报警器	143
6.2.6	简易家用气体报警	143
6.2.7	有害气体鉴别、报警与控制电路	144
6.2.8	可燃性气体浓度检测电路	144
6.2.9	矿灯瓦斯报警器	145

第7章 湿度传感器应用设计技巧与实例

7.1	湿度传感器外形特性及使用技巧	147
-----	----------------	-----

7.1.1 电路简单的电阻值变化型相对湿度传感器	147	8.1.12 充电放大器	169
7.1.2 需要进行清洁处理的陶瓷型相对湿度传感器	148	8.1.13 低噪声的电荷-电压变换电路	171
7.1.3 具有线性特性的电容变化型相对湿度传感器	149	8.1.14 用于光敏传感器的偏置电压电路制作方法	173
7.1.4 利用自加热型热敏电阻器制作的绝对湿度传感器	149	8.1.15 偏置电压的稳压电路	175
7.2 湿度传感器典型应用设计实例	150	8.1.16 传感器信号小时采用屏蔽或特氟隆绝缘端子	176
7.2.1 SMC-2型湿度传感器及其测量电路	150	8.2 光敏传感器典型应用设计实例	177
7.2.2 自动去湿器	151	8.2.1 光电路灯控制电路	177
7.2.3 湿度检测器	152	8.2.2 光强测量	178
7.2.4 高湿度显示器	152	8.2.3 照度计	178
7.2.5 房间湿度控制器	153	8.2.4 脉冲编码器	179
7.2.6 汽车后窗玻璃自动去湿装置	154	8.2.5 光控转速表	179
7.2.7 直读式湿度计	154	8.2.6 光电式烟尘浓度计	180
7.2.8 浴室镜面水汽清除器	155	8.2.7 阅读环境照度监视器	182
7.2.9 土壤缺水告知器	155	8.2.8 光电式带材跑偏检测装置	183
7.2.10 电容式谷物水分测量仪	156	8.2.9 光电池及其应用于太阳电池电源和路灯开关	184
第8章 光敏传感器应用设计技巧与实例		8.2.10 光电倍增管及其应用于精密核辐射探测器	187
8.1 光敏传感器外形特性及使用技巧	158	8.2.11 色敏光电传感器及其色彩识别处理	189
8.1.1 应用最广泛的通用型光敏二极管	158	8.2.12 光电比色计	190
8.1.2 响应速度快的PIN型光敏二极管	159	8.2.13 光电式传感器的数字量检测	191
8.1.3 检测范围达到紫外线的光敏二极管	159	8.2.14 烟尘浊度监测仪	194
8.1.4 灵敏度非常高的光敏三极管	159	8.2.15 光电转速传感器	194
8.1.5 射线检测中不可缺少的辐射传感器	160	8.2.16 激光传感器测距、测流速与测长	195
8.1.6 光敏传感器与发光器件组合时的注意点	161	8.2.17 光栅传感器测长	198
8.1.7 当传感器的信号小时使用低噪声电缆	162	第9章 光纤传感器应用设计技巧与实例	
8.1.8 光敏传感器的配件	162	9.1 光纤传感器外形特性及使用技巧	199
8.1.9 使用电阻器的电流-电压变换电路	163	9.1.1 常用光纤传感器的外形特性和参数	199
8.1.10 使用运算放大器的电流-电压变换电路	165	9.1.2 光纤传感器的光纤、光源、光检测器的选用原则	206
8.1.11 电流-电压变换电路的保护电路		9.1.3 光纤连接器和光纤固定接头	210
		9.2 光纤传感器典型应用设计实例	215
		9.2.1 光纤测温度	215
		9.2.2 光纤测速度和流量	220

9.2.3	光纤测加速度	223
9.2.4	光纤测压力和振动	225
9.2.5	光纤测位移	227
9.2.6	光纤测电压和电流	231
9.2.7	光纤测电磁场	233
9.2.8	光纤测射线	236
9.2.9	光纤测分光	238
9.2.10	光纤测图像	240
9.2.11	光纤测氧饱和度	241
9.2.12	光纤流量计	242
9.2.13	光纤测 pH 值	244
9.2.14	光纤体压计	245
9.2.15	光纤体温计	245

第 10 章 旋转位置(角度)传感器应用设计技巧与实例

10.1	旋转位置(角度)传感器的外形特性及使用技巧	246
10.1.1	典型的模拟式位置传感器——电位计	247
10.1.2	高可靠旋转编码器(绝对编码型)	248
10.1.3	绝对编码型旋转编码器的模拟式解析器	249
10.1.4	可以检测直线位置的线性电位计	249
10.1.5	高分辨率的磁性线型传感器	250
10.1.6	应用范围广的接近开关	251
10.1.7	廉价的光电开关	251
10.2	旋转位置(角度)传感器典型应用设计实例	253
10.2.1	光电增量编码器在电脑绣花机中的应用	253
10.2.2	位置检测	254
10.2.3	转速测量	255
10.2.4	机床闭环控制	256
10.2.5	定位控制	256
10.2.6	随动控制	257

第 11 章 超声波传感器应用设计技巧与实例

11.1	超声波传感器外形特性及使用技巧	258
------	-----------------	-----

11.1.1	最常见的通用型超声波传感器	258
11.1.2	可收发兼用的宽带域型超声波传感器	259
11.1.3	可在室外使用的防雨型超声波传感器	259
11.1.4	只在水中才可使用的水下超声波传感器	259
11.1.5	使用温度范围宽的超声波传感器	260
11.1.6	高分子薄膜型超声波传感器	260
11.1.7	超声波式玻璃损坏传感器	260
11.1.8	超声波传感器的谐振频率在接收和发射时不同	261
11.2	超声波传感器典型应用设计实例	262
11.2.1	超声波测量厚度——脉冲反射式超声测厚仪	262
11.2.2	超声波诊断仪	264
11.2.3	超声波测物位	266
11.2.4	超声波测流量	267
11.2.5	超声波探伤	268

第 12 章 电流、压力传感器应用设计技巧与实例

12.1	电流传感器外形特性及使用技巧	270
12.1.1	通用型交流电流传感器	271
12.1.2	空芯型大电流交流电流传感器	271
12.1.3	霍尔型直流电流传感器	272
12.1.4	高精度伺服式直流电流传感器	272
12.1.5	在线电流测量的便携式钳形直流电流传感器	272
12.1.6	为提高电流传感器的灵敏度可增加初级绕组的匝数	273
12.1.7	交流电流传感器能够测量的频率低端由其电感量决定	273
12.1.8	交流电流传感器的时间常数可由 L/R_L 算出	274
12.1.9	为检测直流电流可用霍尔器件型	

电流传感器	275	传感器探头	291
12.1.10 改善伺服式直流电流传感器的 频率特性	276	13.2.5 两种特殊的风速传感器	292
12.1.11 空芯型交流电流传感器需要积 分电路	277	第 14 章 电容、电感传感器应用设计 技巧与实例	
12.1.12 使用交流电流传感器的恒电流 电路	279	14.1 电容式传感器典型应用设计实例	293
12.1.13 传感器使用的电平变换器最好 是差动放大器	280	14.1.1 电容传感器在板材轧制装置中的 应用——电容式测厚仪	293
12.1.14 交流电流传感器中使用的绝对 值放大电路的设计方法	281	14.1.2 电容传感器在真空注油机溢油 自动控制中的应用	295
12.2 压力传感器外形特性及使用技巧	282	14.1.3 电容式压力传感器	296
12.2.1 价格较低的通用型表压传感器	283	14.1.4 高分子电容式湿度变送器	297
12.2.2 可以测量大气压力的绝对压力传 感器	283	14.1.5 石英挠性伺服加速度计	298
12.2.3 压力测量范围宽的带有放大器的 高压传感器	284	14.1.6 电容式料位测量	298
12.2.4 可以测量发动机内部压力的带火 花塞的压力传感器	284	14.2 电感式传感器典型应用设计实例	299
12.2.5 应用压力传感器的制品——水位 传感器	285	14.2.1 差动式自感测厚仪	299
第 13 章 振动、速度传感器应用设计 技巧与实例		14.2.2 涡流式位移测量	300
13.1 振动和加速度传感器的外形特性及 使用技巧	286	14.2.3 涡流式振幅测量	300
13.1.1 可以检测撞击的冲击传感器 ...	286	14.2.4 涡流式转速测量	300
13.1.2 检测手抖动时不可缺少的角速度 传感器	287	14.2.5 涡流膜厚测量	300
13.1.3 汽车防撞气囊用的通用型单片加 速度传感器	287	14.2.6 高频反射式涡流厚度测量	301
13.1.4 倾倒检测开关与感震开关	288	第 15 章 压电、核辐射、激光式传感器 应用设计技巧与实例	
13.1.5 能够进行高精度测量的加速度 传感器	288	15.1 压电式传感器典型应用设计实例	303
13.2 风速传感器外形特性及使用技巧	289	15.1.1 压电式测力	303
13.2.1 使用薄膜铂电阻的风速传感器	289	15.1.2 压电式测压	305
13.2.2 使用锗热敏电阻器的风速传感器	290	15.1.3 压电式测加速度	306
13.2.3 各种各样的风速传感器探头 ...	291	15.1.4 微重力压电晶体生物传感器 ...	306
13.2.4 可以测量表面风速的风速		15.2 核辐射传感器典型应用设计实例	308
		15.2.1 核辐射流量计	308
		15.2.2 核辐射测厚仪	308
		15.3 激光传感器典型应用设计实例	309
		15.3.1 激光测距	309
		15.3.2 激光测流速	309
		15.3.3 激光测长	310
		第 16 章 超导传感器应用设计技巧与 实例	
		16.1 超导传感器典型应用设计实例	311

16.1.1 超导效应	311	17.3.3 微生物传感器的基本工作原理	339
16.1.2 SCQID 超导传感器的工作原理	312	17.3.4 微生物传感器的典型应用实例(3种)	340
16.1.3 超导传感器的结构	312	17.4 免疫传感器及其典型应用	343
16.1.4 超导传感器的测量系统	313	17.4.1 免疫传感器的结构	343
16.1.5 超导直流式传感器	314	17.4.2 免疫传感器的分类和测定原理	345
16.1.6 超导射频式传感器	315	17.4.3 免疫传感器的两种典型应用实例	347
16.1.7 超导红外传感器	317	17.5 生物电子学传感器及其典型应用	349
16.1.8 超导可见光传感器	317	17.5.1 酶场效应晶体管的结构与工作原理	350
16.1.9 超导微波传感器	318	17.5.2 免疫场效应晶体管的结构与工作原理	351
16.1.10 超导磁场传感器	318		
16.1.11 超导图像传感器	319	第 18 章 智能传感器应用设计技巧与实例	
16.1.12 超导磁悬浮列车	319	18.1 智能传感器的定义及其功能	352
16.1.13 超导核磁共振仪	321	18.1.1 智能传感器的定义	352
16.2 微波传感器典型应用设计实例	323	18.1.2 智能传感器的特点	352
16.2.1 微波基本知识	323	18.2 传感器智能化的技术途径	353
16.2.2 微波传感器及其分类	324	18.3 集成化智能传感器的类型与实例	355
16.2.3 微波传感器的优点与存在问题	324	18.3.1 集成智能传感器的概念与分类	355
16.2.4 微波测湿度(水分)	325	18.3.2 具有 CMOS 放大器的单片集成压阻式压力传感器	356
16.2.5 微波液位仪	325	18.3.3 具有微处理器(MCU)的单片集成压力传感器	357
16.2.6 微波物位仪	326	18.3.4 采用传感器阵列形式的多维智能气体传感器	359
16.2.7 微波测厚仪	326	18.3.5 带有 CMOS 调整电路的高分辨率压力图像传感器	360
16.2.8 微波测温度	327	18.4 微机械加工型的智能传感器	362
16.2.9 微波定位	327	18.4.1 微机械加工的关键技术	363
16.2.10 微波多普勒传感器	327	18.4.2 典型微机械加工的硅微加速度传感器实例(两种)	366
		18.4.3 利用集成电路工艺和微机械加工技术制造的智能传感器——电子鼻	368
第 17 章 生物分子传感器应用设计技巧与实例		18.5 智能传感器的发展趋势	371
17.1 生物分子传感器的结构原理	328		
17.1.1 生物分子传感器的定义	328		
17.1.2 生物传感器基本结构	328		
17.1.3 生物传感器的工作原理及类型	329		
17.2 酶传感器及其典型应用	331		
17.2.1 酶传感器的结构	331		
17.2.2 酶传感器的分类	332		
17.2.3 酶传感器的响应机理	332		
17.2.4 酶传感器的典型应用实例(5种)	334		
17.3 微生物传感器及其典型应用	336		
17.3.1 微生物的固定化技术	336		
17.3.2 微生物传感器的结构与分类	337		

第2篇 传感器典型应用

第19章 传感器在机器人中的应用

19.1 机器人用视觉传感器及其应用系统	377
19.1.1 机器人用视觉传感器	377
19.1.2 视觉应用系统	380
19.2 机器人用触觉传感器及其应用系统	384
19.2.1 机器人用触觉传感器	384
19.2.2 触觉应用系统	386
19.3 机器人用接近觉传感器及其应用系统	392
19.3.1 机器人用接近觉传感器	392
19.3.2 接近觉应用系统	392
19.4 机器人用听觉传感器系统	394

第20章 传感器在飞行器中的应用

20.1 飞行器用陀螺仪	399
20.1.1 飞行器用二自由度陀螺仪	399
20.1.2 飞行器用陀螺平台与速率积分陀螺仪	399
20.1.3 飞行器用光纤陀螺	399
20.2 飞行器用加速度传感器	400
20.2.1 飞行器用线加速度传感器	400
20.2.2 飞行器用振动加速度传感器	401
20.3 飞行器用转速传感器	402
20.4 飞行器用压力传感器	402
20.5 飞行器用高度传感器	403
20.6 飞行器用空速传感器	404
20.7 飞行器用迎角和侧滑角传感器	405
20.8 飞行器用热敏传感器	406
20.9 飞行器用流量传感器	407
20.10 飞行器用水平线传感器	408
20.11 飞行器用阳光传感器	408
20.12 飞行器用恒星传感器	409

第21章 传感器在遥感技术中的应用

21.1 遥感类型与电子型遥感系统及其应用领域	410
21.1.1 遥感类型	410

21.1.2 电子型遥感系统	410
21.1.3 遥感技术应用领域	412
21.2 遥感用传感器	413
21.2.1 照相机	413
21.2.2 扫描器	414
21.2.3 雷达	418
21.3 遥测技术中的图像处理系统	420
21.4 遥测数据的利用	420
21.4.1 可见光-近红外区数据的利用	420
21.4.2 远红外数据的利用	421
21.4.3 微波数据的利用	421

第22章 传感器在汽车工业中的应用

22.1 汽车发动机控制用传感器	423
22.1.1 汽车用压力传感器	425
22.1.2 汽车用气敏传感器	425
22.1.3 汽车用位移加速度传感器	426
22.1.4 汽车用爆震传感器	428
22.1.5 汽车用转矩传感器	429
22.1.6 汽车用流量传感器	429
22.1.7 汽车用热敏传感器	432
22.2 汽车非发动机控制用传感器	433
22.3 汽车道路交通系统用传感器	433
22.3.1 道路交通用橡皮管式传感器	433
22.3.2 道路交通用电感式传感器	434
22.3.3 道路交通用形状感应式传感器	435
22.3.4 道路交通用其他传感器	435

第23章 传感器在安全系统中的应用

23.1 安全用气敏传感器	436
23.1.1 安全用接触燃烧式传感器	436
23.1.2 安全用半导体传感器	437
23.1.3 安全用气体导热式传感器	438
23.1.4 安全用薄膜式传感器	438
23.1.5 安全用恒电位电解式传感器	439
23.1.6 安全用红外线传感器	439
23.1.7 安全用气体浓度检测传感器	439
23.2 安全用火灾传感器	441
23.3 安全用传感器系统实例	442
23.3.1 气体泄漏报警系统	442
23.3.2 火灾报警系统	443

第24章 传感器在过程工业控制中的应用

24.1 过程工业控制用温度传感器	445
24.1.1 过程工业控制用热电式与电阻式 温度计	445
24.1.2 过程工业控制用膨胀式温度计	445
24.1.3 过程工业控制用晶体管温度计	446
24.1.4 过程工业控制用 NQR 温度计	447
24.1.5 过程工业控制用热辐射温度计	449
24.1.6 过程工业控制用热噪声温度计	450
24.1.7 过程工业控制用遥测温度计	452
24.2 过程工业控制用压力传感器	452
24.2.1 过程工业控制用圆筒式气压计	452
24.2.2 过程工业控制用集成化压力 传感器	453
24.2.3 过程工业控制用数字式压力 传感器	454
24.2.4 过程工业控制用电容式差压 变送器	455
24.3 过程工业控制用流量传感器	456
24.3.1 过程工业控制用超声波相关 流量计	456
24.3.2 过程工业控制空间滤波器 流量计	458
24.4 过程工业控制用液面传感器	459
24.4.1 过程工业控制用流量式液面 传感器	459
24.4.2 过程工业控制用玻璃管式 液面计	460
24.4.3 过程工业控制用平衡浮子式 液面计	460

第25章 传感器在信息系统中的应用

25.1 信息输入系统用光敏传感器	461
25.2 非实时和实时图像检测装置	463

25.2.1 单个光敏传感器检测图像	464
25.2.2 线阵光敏传感器检测图像	464
25.2.3 面阵光敏传感器检测图像	464
25.2.4 信息处理与特征取样	466
25.3 信息读出装置用光敏传感器	468
25.4 光盘存储器的全息存储器	469
25.4.1 光盘存储器	469
25.4.2 全息存储器	470
25.5 光检测控制系统	472
25.5.1 光检测控制系统实例	472
25.5.2 光检测控制系统的技术和市场 动向	473

第26章 传感器在环境污染和公害检测中的应用

26.1 水质和大气污染检测用传感器	475
26.1.1 水质和大气检测用电化学 分析式浓度计	475
26.1.2 水质和大气检测用光分析式 浓度计	477
26.1.3 大气检测用色谱浓度计	480
26.1.4 水质和大气检测用放射线式 浓度计	480
26.1.5 检测大气磁式氧气浓度计	481
26.2 振动污染检测用传感器	481
26.2.1 振动强度	481
26.2.2 振动检测用振动强度计	482
26.2.3 振动强度检测的方法	484
26.3 噪声污染检测用传感器	484
26.3.1 噪声强度与噪声计	484
26.3.2 噪声强度的检测方法 with 仪器 ..	485
26.4 火山和地震预防用传感器	486
26.4.1 地震和微震检测用地震仪	486
26.4.2 地温、喷气温度和放热量检测用 传感器	486
26.4.3 火山气体和涌泉成分的变化检测 用传感器	487

第27章 传感器在医学领域中的应用

27.1 人体循环系统检测用传感器	490
27.1.1 血压检测用传感器	490
27.1.2 血流量检测用传感器	493
27.1.3 脉搏检测用传感器	495