

察覺器(sensor) 原理與應用

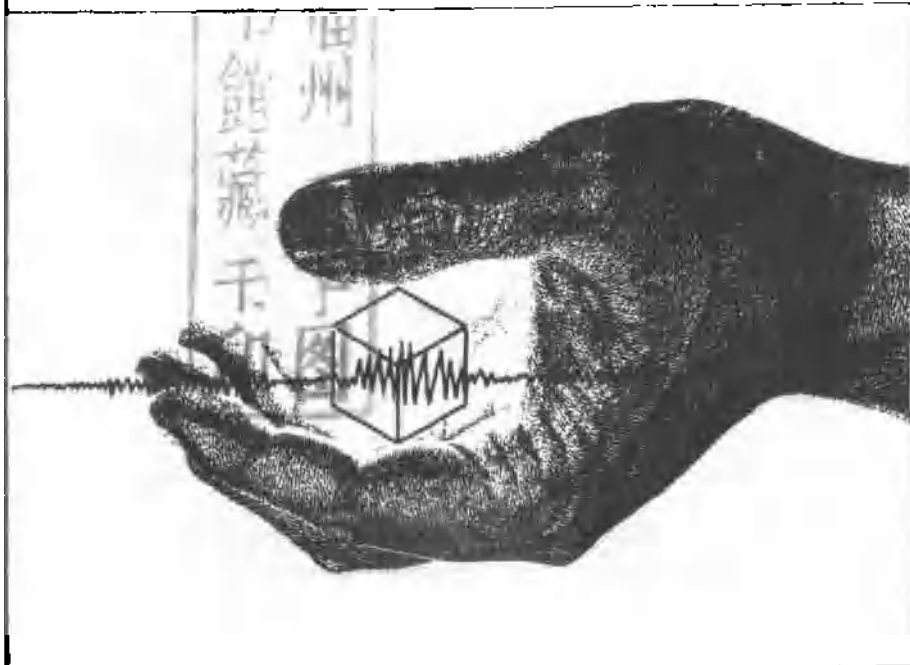
薛明輝 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行

察覺器(sensor) 原理與應用

薛明耀 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

察覺器原理與應用

薛明輝 編譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5 8 1 1 3 0 0 · 總機：

郵撥帳號 / 0 1 0 0 8 3 6 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3 6 1 2 5 3 2 • 3 6 1 2 5 3 4

定 價 新臺幣 260 元

再版 / 73年10月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 023587

原 序

察覺器是未來機械自動化技術的主要支柱之一，因此頗受注目。用來捕捉外界狀況的察覺器，為生產系統所不可缺的技術之一，因此有人說「制服察覺器就可制服系統」。因為有其必要性，所以造成察覺器風潮，各種發表會、研究會都盛況空前，而且研究者彼此間的研究交流活動也很盛行。又最近將開發體制擴充到全公司的企業也很多，準備在各領域做急速的展開。有關察覺器的專利申請也突然大增，1963年只有三百件，十年後的1973年超過一千件，現在大概為1973年的3～4倍，人們對此關心的程度，實在令人吃驚。

察覺器就如同其字面意思，相當於人類的五感（觸覺、視覺、聽覺、味覺、嗅覺），能感知外界物理現象。而執行動作之部份為機械，如同人之手足。電腦如人之頭腦。以目前技術進步的狀況而言，手足、頭腦都很進步，感覺部份好像有點落後。因此要充分活用手足、頭腦，一定要有優秀的察覺器，對能源節約、自動化而言也是不可缺的重要技術。

已經有很多各種具有特徵的察覺器，如色識別察覺器、濕度察覺器、溫度察覺器、瓦斯察覺器、壓力察覺器、光察覺器等被開發出來而且已實用化。今後的技術人員，如何在多種多樣的察覺器中選擇最適宜的，而發揮最大的效果，將是重要的課題，而且可看出他能力的高低。本書基於此觀點，在各式各樣的察覺器中，特選出利用度高的察覺器，對其原理、構造、特性、應用做詳盡的解說。本書之資料是選自1978年6月及

1979年6月號的「自動化技術」月刊，最適合現場需要，而且加上新的資料再編集而成。不管是初學或老手，相信能從本書對察覺器技術獲得相當的認識。若把此書當做設計的參考，常置座右，更是我們最大的榮幸。

1980年9月「自動化技術」編輯部

自從七十年九月在行政院科技小組生產自動化指導小組的調查推動下，國人對「生產自動化」的三大項目——「工業自動化」及「自動化工業」抱以極大的關心，且認為推行生產自動化的成敗，是由勞工密集性工業突破到技術密集性工業的重要關鍵，也是由「開發中國家」進步到「已開發國家」中不可缺的條件。國內各生產企業雖明瞭生產自動化的重要，但每有力不從心，無從著手的感覺。經濟部有鑒於此，特於七十二年一月，在石滋宜博士領導下，成立自動化先鋒隊（現更名為經濟部工業自動化技術服務團），對於國內中小企業做實質性指導、協助。

自動化系統中，大致可分為察覺部、指令部、執行部三部份。其中指令部（如微電腦）、執行部（如伺服馬達）都已非常發達，只有察覺部還在成長階段。先進諸國有鑑於此，都盡力於察覺部（Sensor）的研究開發，特別是日本在七十年代中期，造成察覺器風潮（詳見原序），至今猶方盛未艾。反觀國內，連Sensor的譯名，都還未統一，有察覺器、察知器、感應器、感測器等譯名，莫衷一是（本書以教育部公佈的電機名詞察覺器為譯名）。

最近由於國內的學者、專家的介紹，逐漸喚起技術人員對察覺器的注意。今年三月在台北舉行的「國際自動化機器展覽會」中，有多家外國廠商展出各種察覺器，由於可見察覺器與自動化是不可分的。

我國自動化的腳步已不容緩慢，但目前坊間極少介紹察覺器的書籍，所以敝人不揣學淺，將日本工業調查會出版的「やさしいセンサ技術」，編譯成中文，以饗同好；由於希望本書能儘快對國內實際從事自動化的人有所幫助，編譯時間極短，謬誤在所難免，還希各界賢達不吝指正。也希望能因本書的出版，喚起國人對察覺器應用的關心，使我國工業能早日邁向自動化的境地。

本書得以出版實出於全華出版社陳總編輯的鼓勵，及吾友范盛堂、詹守仁花費很多時間更正譯文不妥處，在此向他們致最深的謝意。本書編譯全是利用公餘休閒時間，感謝妻的協助，能不受小兒的騷擾，而迅速的完成本書。

譯者謹識於台中

第一篇

察覺器利用上的要點

1

察覺器技術及其展望 3

1.1 察覺器技術的定義 3

1.2 察覺器技術的起源 4

1.3 察覺器種類及在各產業的應用 8

1.4 察覺器技術的展望 17

2

使用察覺器時的雜訊對策 19

2.1 雜 訊 19

2.2 察覺器電路中的雜訊 20

2.3 雜訊對策 22

2.3.1 遮 蔽 23

2.3.2 遮蔽線及接地 25

2.3.3 雜訊濾波器 26

3

利用商品化察覺器設計檢出電路的要點 29

3.1 應變的檢出 29

3.2 位移的檢出 31

3.2.1 電位計 31

3.2.2 差分變壓器 32

3.3 位準檢出 33

3.3.1 位準檢出方法的種類 33

3.3.2	超音波式位準檢出電路	34
3.3.3	電容式位準檢出電路	35
3.3.4	輻射線式位準檢出電路	35
3.4	溫度檢出	36
3.4.1	利用電阻變化型溫度察覺器測量溫度	36
3.4.2	利用熱電偶測量溫度	38
3.4.3	使用上的注意點	38
3.5	流量檢出	39
3.5.1	超音波流量檢出法	39
3.5.2	超音波流量檢出法的長處	41
3.6	壓力檢出	41
3.6.1	壓力察覺器的種類	42
3.6.2	工業用壓力傳送器的形式	42
3.6.3	使用工業用壓力傳送器的檢出電路例	42



光察覺器的設計及其要點 45

4.1	光察覺器的種類	45
4.2	光察覺器的特性及應用上的注意要點	46
4.2.1	受發光元件的選定	46
4.2.2	輸出電流、暗電流	47
4.2.3	響應特性	49
4.2.4	檢出物體的透過率、反射率	49
4.2.5	檢出精度	50
4.2.6	壽命	51
4.3	檢出電路的設計順序	52
4.3.1	設定條件	53
4.3.2	各常數的計算	53
4.4	應用例及檢出電路	55
4.4.1	控制機器	55
4.4.2	防盜機器	58

5

4.4.3 電腦終端機.....	59
4.4.4 事務機器.....	59
4.4.5 民生機器.....	60
瓦斯察覺器利用上的要點	61
5.1 瓦斯察覺器的使用目的.....	61
5.2 瓦斯察覺器使用時的基礎知識.....	61
5.2.1 瓦斯檢知警報器.....	61
5.2.2 瓦斯和檢出器的接觸方法.....	61
5.2.3 檢知部設置場所的環境條件.....	66
5.2.4 防爆構造.....	66
5.2.5 檢出反應時間.....	66
5.3 瓦斯察覺器的三方式.....	66
5.3.1 接觸燃燒式瓦斯察覺器.....	67
5.3.2 半導體式瓦斯察覺器.....	68
5.3.3 熱阻體瓦斯察覺器.....	73

第二篇

檢出元件的原理及特性

1

光電開關	79
1.1 種類.....	79
1.1.1 依檢出形態分類.....	79
1.1.2 依光源種類分類.....	80
1.1.3 依光源調變分類.....	81
1.1.4 依受光部的放大及信號處理方式分類.....	81
1.1.5 依構造分類.....	81
1.2 動作原理.....	83
1.2.1 投光部.....	83

1.2.2	受光部	84
1.2.3	同步檢波及積分電路	85
1.2.4	整型電路及輸出電路	85
1.3	外觀及構造	85
1.4	特徵	87
1.4.1	優點	87
1.4.2	缺點	87
1.5	構成	87
1.6	應用方法	88
1.6.1	輸入電源電壓變動	88
1.6.2	配線	88
1.6.3	響應時間	88
1.6.4	感度	88
1.6.5	無接點輸出的保護	88
1.6.6	耐振動、衝擊	89
1.6.7	外亂光	89
1.6.8	溫度特性	89
1.6.9	對準光軸	89
1.6.10	檢出的S/N比問題	89
1.7	今後的課題	90
1.7.1	時代要求走向小型化	90
1.7.2	容易使用	90
1.7.3	放大器分離型的將來	90
1.7.4	超高級標幟識別器的將來	90
1.7.5	高速化的問題	90

2

近接開關	91
------	----

2.1	高頻率型近接開關	92
2.2	電容型近接開關	94
2.3	磁力型近接開關	96

2.3.1 分離型.....	98
2.3.2 一體型.....	98

3

微動開關 101

3.1 何謂微動開關.....	101
3.2 構造.....	101
3.3 動作原理.....	102
3.4 規格分類.....	103
3.5 種類.....	104
3.6 長處、短處.....	106
3.6.1 長處.....	106
3.6.2 短處.....	107
3.7 選定規格時基本想法.....	107
3.8 微動開關的使用方法.....	107
3.8.1 凸輪、碰塊等的設計.....	107
3.8.1 微動開關的安裝.....	108
3.8.3 電路設計的要點.....	108

4

位準開關 109

4.1 種類.....	109
4.1.1 電容式位準開關.....	109
4.1.2 電極式位準開關.....	109
4.1.3 超音波式位準開關.....	111
4.2 動作原理.....	112
4.2.1 電容式.....	112
4.2.2 電極式.....	113
4.2.3 超音波式.....	113
4.3 外觀、構造、構成.....	114
4.3.1 電容式.....	114
4.3.2 電極式.....	115

4.3.3	超音波式	115
4.4	檢出對象	117
4.4.1	電容式	117
4.4.2	電極式	117
4.4.3	超音波式	117
4.5	應用方法	117
4.5.1	電容式	117
4.5.2	電極式	119
4.5.3	超音波式	119
4.6	開發方向	120

5

電波開關 121

5.1	何謂電波開關	121
5.2	動作原理	121
5.2.1	微波的性質	121
5.2.2	微波的發生	122
5.2.3	障壁型的動作	122
5.2.4	多卜勒雷達型	123
5.3	外觀、構造	124
5.3.1	障壁型	124
5.3.2	多卜勒雷達型	125
5.4	特徵	125
5.4.1	長處	125
5.4.2	短處	125
5.5	用途例	126
5.5.1	障壁型	126
5.5.2	多卜勒雷達型	126
5.6	開發方向	126

6

振簧開關 127

7

6.1 構造.....	127
6.2 動作原理.....	128
6.3 種類.....	129
6.4 驅動方法及特徵.....	131
6.5 今後的課題.....	132

應變計.....133

7.1 金屬應變計.....	134
7.2 半導體應變計.....	134
7.3 應變計的應用.....	136
7.3.1 差壓發信器.....	136
7.3.2 卡爾曼渦流計.....	139
7.3.3 汽車工業.....	139
7.3.4 醫學界.....	139
7.4 今後的方向.....	139

8

差分變壓器.....141

8.1 原理.....	141
8.2 構造.....	142
8.2.1 纏線管.....	142
8.2.2 鐵心.....	142
8.2.3 線圈.....	143
8.3 用途及特徵.....	143
8.3.1 用途.....	143
8.3.2 特長.....	143
8.3.3 短處.....	144
8.4 應用例.....	145
8.4.1 差分整流電路.....	145
8.4.2 直流差分變壓器.....	145
8.4.3 微小變位測定電路.....	145

8.4.4	動的變位測定	146
8.4.5	力平衡電路	146
8.4.6	其他的應用例	147
8.5	差分變壓器的裝配及線圈的驅動	147
8.5.1	磁性體、金屬體的影響	147
8.5.2	鐵心的運動	148
8.6	差分變壓器的選擇方法	148

9

負荷囊	151
9.1 負荷囊的原理	151
9.2 種類及構造	153
9.3 性能及補償電路	153
9.4 測量電路	155
9.4.1 電流補償型遙測式的電壓電路	155
9.4.2 耐壓防爆、本質安全防爆	155
9.5 使用上的注意要點	156
9.5.1 負荷囊的輸出電壓及有效範圍	156
9.5.2 負荷囊的固有頻率及疲勞問題	156
9.5.3 使用負荷囊的個數及精度	158
9.5.4 偏負荷重及精度	158
9.5.5 周圍溫度和膨脹用安全金屬	159
9.5.6 安全上的考慮	160
9.5.7 彈簧係數的影響	162

10

電位計	163
10.1 種類	164
10.1.1 依用途而分的種類	164
10.1.2 依輸出特性而分的種類	164
10.1.3 依使用環境而分的種類	164
10.2 動作原理	165

10.3	外觀、構造	166
10.3.1	一迴轉電位計	166
10.3.2	多迴轉電位計	167
10.3.3	直線滑動電位計	167
10.3.4	其他電位計	167
10.4	特徵	168
10.4.1	繞線型的特長	168
10.4.2	金屬碳化物型的特長	168
10.4.3	導電塑膠型的特長	168
10.4.4	拼合型的特長	169
10.5	檢出對象	169
10.6	應用方法	169
10.6.1	工業用機器人的定位控制	169
10.6.2	重量的自動測定	170
10.7	開發的方向	170



熱阻體 171

11.1	利用熱阻體當溫度察覺器	172
11.2	熱阻體的動作原理	173
11.2.1	熱阻體的半導體理論	173
11.2.2	熱阻體的物理性質	174
11.2.3	各種用途的動作原理	175
11.3	外觀、構造	175
11.4	熱阻體溫度察覺器的特徵	177
11.4.1	熱阻體溫度察覺器的長處和短處	177
11.4.2	電路觀點的長處	177
11.4.3	利用觀點的短處	178
11.5	熱阻體溫度察覺器的檢出對象	178
11.5.1	最適用途	178
11.5.2	使用範圍	178

11.6	應用方法	179
11.6.1	代表性使用方法	179
11.6.2	熱阻體使用上的注意點	180
11.6.3	熱阻體二次加工上的要點	180
11.7	開發的方向	181
11.7.1	高精度化	181
11.7.2	互換化	181
11.7.3	低價格化	181
11.7.4	使用溫度範圍擴大	181
11.7.5	單一熱阻體廣範圍化	181

12

12	同步器	183
12.1	何謂同步器	183
12.2	同步器的種類及記號	183
12.3	動作原理	183
12.3.1	轉矩同步系統	183
12.3.2	控制同步器	183
12.4	外觀及構造	185
12.5	特徵	186
12.6	性能	186
12.6.1	精度	186
12.6.2	轉矩因素	186
12.6.3	安定度	186
12.6.4	殘留電壓	186
12.6.5	電源及其變動	186
12.6.6	其他	187
12.7	檢出對象	187
12.7.1	鋼板延壓關係	187
12.7.2	船舶關係	187
12.7.3	航空關係	187