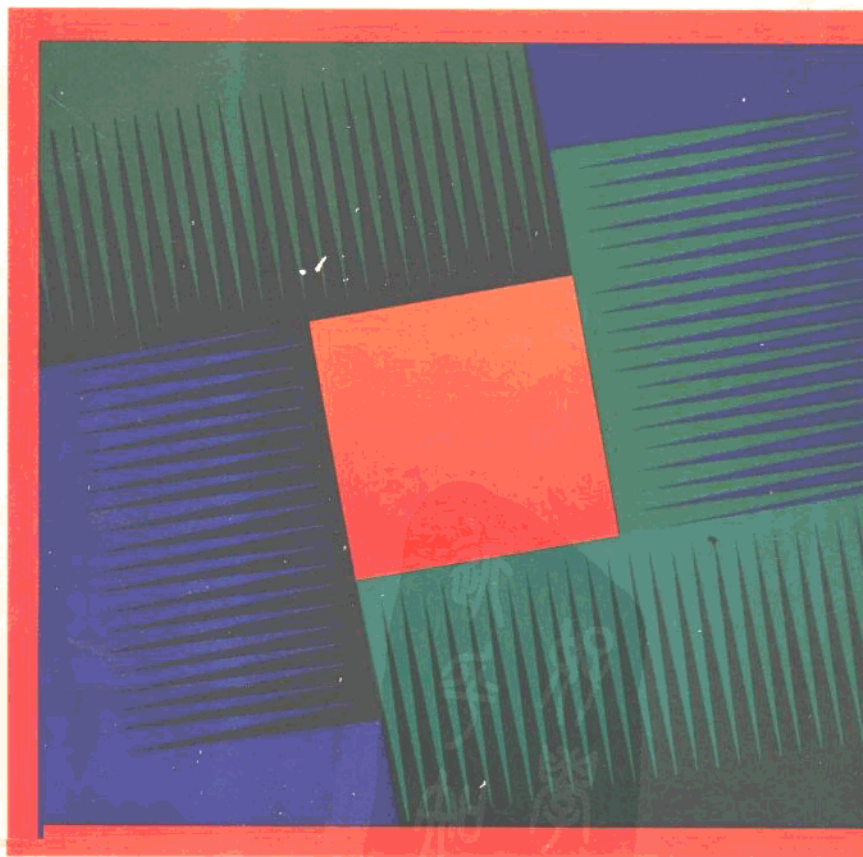


工業電子控制電路設計

李賢仁 編譯

在田保信・森敏・由宇義珍 原著



全華科技圖書股份有限公司 印行

工業電子控制電路設計

李賢仁 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行

工業電子控制電路設計／在田保信，森敏，由
宇義珍原著；李賢仁編譯．--初版．--臺北市
：全華，民83

面； 公分

參考書目：面

ISBN 957-21-0566-3(平裝)

1. 電路-設計

448.62

83000858

法律顧問：蕭雄淋律師

工業電子控制電路設計

李賢仁 編譯

在田保信·森敏·由宇義珍 原著

定價 新台幣 250 元

初版一刷／83年 7 月

圖書編號0212372

版權所有·翻印必究

出版者／全華科技圖書股份有限公司

地址：台北市廬江路76巷20-2號2樓

電話：5071300(總機) FAX:5062993

郵撥帳號：0100836-1 號

發行人／陳 本 源

印刷者／宏懋打字印刷股份有限公司

我們的宗旨：

**提供技術新知
帶動工業升級
為科技中文化再創新猷**

資訊蓬勃發展的今日，
全華本著「全是精華」的出版理念
以專業化精神
提供優良科技圖書
滿足您求知的權利
更期以精益求精的完美品質
為科技領域更奉獻一份心力！

為保護您的眼睛，本公司特別採用不反光的米色印書紙！！

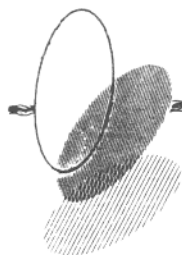
現場技術者実戦シリーズ

改訂 電力制御回路設計ノウハウ

メカトロニクスに欠かせないパワー・デバイス

在 田 保 信
森 敏 共著
由 字 義 珍

CQ出版社



原 序

電子學的技術日新月異，傳統的機械控制已被電子控制所取代。吾人所處之生活環境亦進行大變遷，由洗衣機、吸塵器等家電製品至OA、FA機器，在在都導入了大量的電子控制。本書就針對電子學中一大支柱——半導體元件舉例說明。

半導體元件可大致分為積體電路（IC）與個別半導體。IC主要扮演運算或控制用的信號元件，個別半導體則發展於功率電子學的領域中。特別是個別半導體，本書多有運用於電力控制之處理元件，實為此方面不可缺少之元件。IC則比擬人類的大腦，控制著手足（作動器）。

自從石油危機以來，社會各界皆以省資源、省能源為口號，改進電力因應負載變化之控制技術，藉著IC之模擬與電力控制元件相連結，逐漸地邁入電力電子學的領域。又電力電子學領域中所欠缺之半導體元件多屬電力控制用，但一句電力控制用元件，其中又有許多不同種類及用途。電力控制用元件主要用於切換目的者有閘流體、雙向矽控整流器、雙極電晶體、MOS FET及IGBT等。從

前電力控制用之主職皆由閘流體或雙向矽控整流器為代表，近來則乘著變流器之波而進入高頻化，使得電晶體、MOS FET、及IGBT等新元件備受矚目。

本書便是基於前版「電力控制電路設計技術」（CQ出版社）而加入了新的電力控制用元件MOS FET及IGBT的使用法與應用例之介紹；同時也加重了雙極電晶體的電路設計技術資料。此外，因受頁數之限制，閘流體或雙向矽控整流器部份尚有應用例無法收入，使用法則採簡潔之說明，當中已有些許被割愛。

本書之結構始於電力控制用元件種類，進而各元件的動作原理，型錄（特性、額定）之參考重點，驅動電路的設計方法，週邊電路，熱計算法等的基本部份與實際的應用例為主要應用部份；針對讀者所應了解之地方，特別是電力控制用元件應用上之重點做編輯。

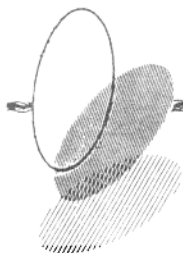
具體性之注意點如下：

- (1) 將電力控制用元件之閘流體、雙向矽控整流器、功率電晶體、MOS FET、IGBT等列舉出來，於第一章針對簡單的動作原理、額定、特性及特性曲線的意義等做介紹。目的係以使用上最少需有的基本項目做為入門的基礎知識，以求能活用。
- (2) 各元件的驅動電路設計方法收於第二章，面對各種應用電路，能了解此章之基本驅動電路的話，必能充分發揮元件的性能；將第一章的特性相連接，以求能更易於理解。

- (3) 第三章以後則列舉各領域中各元件之具體應用電路例，針對其電路動作、電路常數、電路設計之重點等加以說明；至於應用例中有緩衝器等的必要週邊電路或特殊的電力控制用元件相關之熱設計皆有述及。

敝人等已從事電力控制用元件應用技術之業務多年，憑藉豐富知識與經驗來編纂此書，儘可能讓應用電路之設計者輕易地理解，但仍有說明不充分之處，還望諸學者不吝指教，實為有幸！

最後感謝 CQ 出版之渡邊哲良課長給予本書發行上的大力協助。



譯者序

每次一閱讀日本刊物或科技雜誌，心中總有一股感嘆之氣。中國人其實比任何外國人都強，但問題是腳踩在空中罷了。無論如何還是由自己現在就做起，否則只會喊十年、五十年之口號，那便遙遙無期！

此次編譯之內容多半涉及實用的半導體控制應用，日本人從不認為平凡的東西強不起來，但他們也從不放棄腳踏實地追求新產品。書中應用例也都相當實用，讀者們若有心花點金錢與工夫來研究，相信你也會有同感！

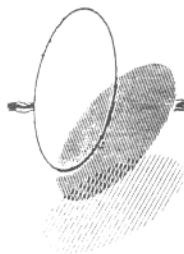
書中不厭其煩地從元件基本特性之認知到複雜的應用例，一一地交待其重點，以求循規蹈矩，步步為營，民族性如此，寫書亦然。

如果你是位工科的控制人才，奉勸你多下點工夫研究工業日文，多花點錢向代理店購買本行專用之原文工具書或技術性雜誌，相信你不難由其中領悟到日本人收集資訊之廣、細、精的功力，也同時可幫助你在工作事業中得到前進之助力。敝人常常以為，花許多時間來批評或挖別人國家的短處，或甚而期盼鄰國能靠在咱們這邊，助咱們一

臂之力，倒不如聯合多數人的力量來研究它、破解它，進而一點一點的趕上它，這才能保有一些成就感及自信心嘛！

最後，感謝全華公司研發及編輯部的幫助，才有機會再顯拙才，除了興趣，還是不願輸給那個貿易逆差「超大」的國家。也要感謝內人陳玉芬及好友葉斯宙的協助，希望從這一代起做得更好！書中尚有缺失之處，還望諸賢們不吝指教，要能誠心受教，才能誠以待人。

李賢仁
于桃園



編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

本書首先介紹電力控制用元件的動作原理、特性、規格，接著引入元件之驅動電路的設計及週邊電路，最後針對日常生活使用的實際控制，加以綜合剖析，並以數據、圖表為佐，來相證其理。適合電子、電機、控制等相關工程師參考使用。

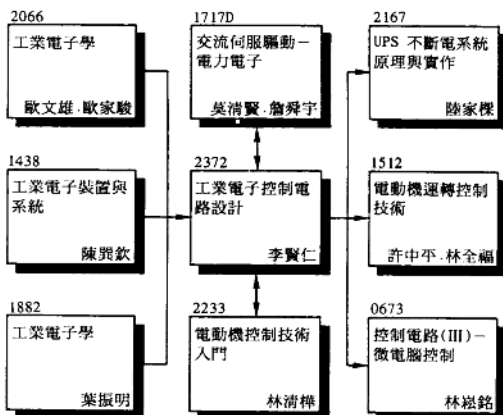
同時，為了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

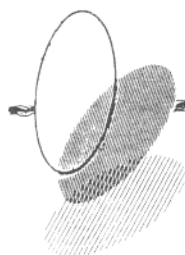
全華電子相關圖書

- | | | | |
|-------|--|------|---|
| 1717D | 交流伺服驅動—電力電子
莫清賢·詹舜宇 編著
20K/344頁/240元 | 2167 | UPS 不斷電系統原理與實作
陸家樑 編著
16K/168頁/190元 |
| 1145 | 電力電子學
陳明輝·李秀齡 編著
20K/520頁/270元 | 1961 | 電力電子理論與實作
楊宗銘 編著
20K/238頁/180元 |
| 1335 | 電機設備保護
林義讓·林清樺 編著
20K/448頁/337元 | 1235 | 實用電力電子
陳文華 編著
20K/376頁/260元 |
| 1512 | 電動機運轉控制技術
許中平·林全福 編譯
20K/160頁/150元 | | |

● 上列書價若有變動
請以最新定價為準

流程圖





目 錄

第一章 電力控制用元件	1
1.1 閘流體	3
1.1.1 何謂閘流體	3
1.1.2 閘流體之靜態特性與分類	3
1.1.3 閘流體的特長與重要用途	4
1.1.4 閘流體的外形	6
1.1.5 閘流體的構造與動作原理	6
1.1.6 閘流體電路的設計	8
1.2 雙向矽控整流器	13
1.2.1 何謂雙向矽控整流器	13
1.2.2 雙向矽控整流器之四個觸發模式	17
1.2.3 triac 的應用領域無限大	19
1.2.4 triac 型錄之使用重點	20
1.3 功率電晶體	25
1.3.1 何謂功率電晶體	25
1.3.2 功率電晶體種類	25

1.3.3	功率電晶體的構造及動作原理	27
1.3.4	功率電晶體的使用重點	33
1.4	功率 MOS FET	47
1.4.1	何謂功率 MOS FET	47
1.4.2	功率 MOS FET 的構造及動作原理	48
1.4.3	功率 MOS FET 的使用重點	50
1.5	絕緣閘極之雙極電晶體	58
1.5.1	何謂 IGBT	58
1.5.2	IGBT 的構造及動作原理	58
1.5.3	IGBT 的使用重點	59
1.6	高速切換元件的特點比較	66
1.7	高速切換元件的應用領域	68
第二章	各種元件的驅動電路	71
2.1	閘流體之閘極電路的設計重點	72
2.1.1	閘流體觸發電路的設計	72
2.1.2	基本的閘流體觸發電路	76
2.1.3	雙向矽控整流器的觸發電路	80
2.2	功率電晶體的基極驅動電路設計重點	81
2.2.1	重點 [1]	83
2.2.2	重點 [2]	86
2.2.3	重點 [3]	91
2.3	功率 MOS FET、IGBT 的閘極電路設計重點	100
2.3.1	MOS 閘極元件的閘極驅動方式	100

2.3.2	功率 MOS FET 的閘極電路	101
2.3.3	IGBT 的閘極電路	108
第三章	電熱控制電路	115
3.1	電熱控制的基礎	116
3.1.1	電熱控制電路的特點	116
3.1.2	交流相位之控制電路	119
3.2	暖氣的溫度控制	125
3.2.1	暖氣爐的應用	125
3.2.2	電耗方面的應用	128
3.3	調理器具的溫度控制	134
3.3.1	電子鍋的應用	134
3.3.2	電爐的變流控制	139
3.3.3	電磁調理器方面的應用	144
3.4	其他的加熱控制	146
3.4.1	變流方式電弧熔接機方面的應用	146
3.4.2	感應加熱爐方面的應用	154
第四章	照明控制電路	155
4.1	日光燈調光裝置	156
4.2	日光燈的啟動器	162
4.2.1	電子點燈的啟動原理	162
4.2.2	使用電感的電子式啟動器	163
4.2.3	非線性電容所成之電子式啟動器	166

4.3	變流式日光燈	169
4.4	燈管的軟啟動 (soft start ; 逐漸升壓啟動) 電路	171
4.5	燈管之穩壓器	176
4.6	閃光管	180
4.6.1	閃光管的規格需求	180
4.6.2	閃光管的種類	181
第五章 馬達控制電路		193
5.1	馬達控制的基礎	194
5.1.1	直流馬達的速度控制	194
5.1.2	單相串激馬達的速度控制	196
5.1.3	單相感應馬達的速度控制	198
5.2	馬達的相位控制	201
5.2.1	縫紉機	201
5.2.2	果菜機	203
5.2.3	洗衣機	204
5.3	單相、三相馬達的 ON-OFF 控制	206
5.4	單相、三相馬達的可逆運轉	214
5.5	以變流電路做三相感應馬達的速度控制	220
5.5.1	整流電路	223
5.5.2	振動變流電路	224
5.5.3	變流電路	228
5.5.4	功率電晶體之高速切換使用法	236

5.5.5 功率電晶體的電力損失與溫度計算法	245
5.6 用電晶體做直流馬達的速度控制	254
5.6.1 使用電晶體之里歐納德裝置	254
5.6.2 使用電晶體之伺服電路	257
5.7 AC 伺服馬達控制方面的應用	259
第六章 電源電路	263
6.1 功率電晶體之直流安定化電源	264
6.1.1 振動變流式的切換電源電路	264
6.1.2 DC-DC 轉換方式之切換電源電路	268
6.2 電視電源	271
6.2.1 閘流體方式的B 電源安定化電路	272
6.2.2 100V / 220V 之電源自動切換電路	275
6.2.3 遙控開關的電路	276
6.3 穩壓器	277
6.3.1 磁鐵式交流發電機用穩壓器	277
6.3.2 場 (field) 控制方式的穩壓器	279
6.4 電池充電器	281
6.4.1 鉛蓄電池用充電器	281
6.4.2 鎳鎘乾電池的充電器	287
參考・引用・文獻	289