

電子實習與專題製作 感測器應用篇

第三版

盧明智、許陳鑑 編著

電子實習與專題製作－感測器應用篇 (第三版)

盧明智、許陳鑑 編著



全華圖書股份有限公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

電子實習與專題製作. 感測器應用篇 / 盧明智，
許陳鑑編著. -- 三版. -- 新北市：全華圖書，
2011.09

面；公分

ISBN 978-957-21-8225-3(平裝)

1.感測器

440.121

100015893

電子實習與專題製作－感測器應用篇

作者 / 盧明智、許陳鑑

執行編輯 / 葉奕伶

發行人 / 陳本源

出版者 / 全華圖書股份有限公司

郵政帳號 / 0100836-1 號

印刷者 / 宏懋打字印刷股份有限公司

圖書編號 / 0502602

三版一刷 / 2011 年 09 月

定價 / 新台幣 480 元

ISBN / 978-957-21-8225-3

全華圖書 / www.chwa.com.tw

全華網路書店 Open Tech / www.opentech.com.tw

若您對書籍內容、排版印刷有任何問題，歡迎來信指導 book@chwa.com.tw

臺北總公司(北區營業處)

地址：23671 新北市土城區忠義路 21 號

電話：(02) 2262-5666

傳真：(02) 6637-3695、6637-3696

南區營業處

地址：80769 高雄市三民區應安街 12 號

電話：(07) 862-9123

傳真：(07) 862-5562

中區營業處

地址：40256 臺中市南區樹義一巷 26 號

電話：(04) 2261-8485

傳真：(04) 3600-9806

有著作權·侵害必究

自序

教學轉型

目前各技專院校無不盡全力往“升科大”衝刺，使得原本技職體系的技術訓練課程支離破碎，時數縮減。雖然極力加入較高階的課程與設備，但縱觀所招到的學生，並非不聰明，只是缺少對技術養成的認識，使得高階課程教學效果產生落差，而技術訓練課程又無以為繼，與其抱怨及擔心學生素質不好、學習意願不高，不如改變教學方式與內容，讓學生有意願去看、去動手，並從中培養其信心與興趣，才能進而要求有相當水準的作品產出。

而轉型的第一要務，乃讓學生所做的每一項實習，實驗都是一項有用的產品，儘量在生活中就能看到或用到的東西，使得所有的技術訓練課程能有

- (1) 課程生活化：感測應用處處可見，最容易發揮。
- (2) 製作實用化：把電子實習提升到實用的境界。
- (3) 設計商品化：配合實驗模板以達到數據精確要求。

教學建議

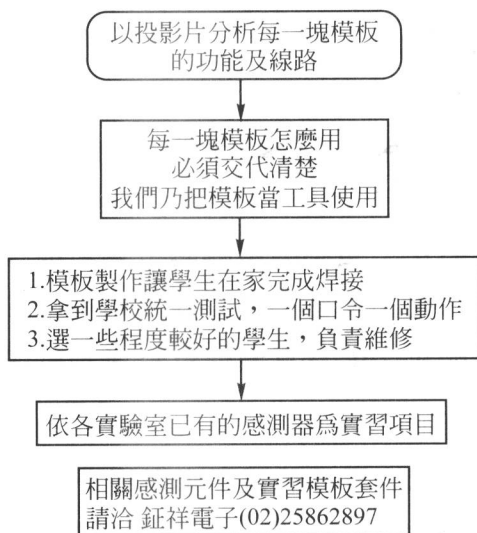
想把一般只用單一零件的電子實習提升到實用化與商品化的境界，其線路勢必有相當程度的複雜。若再用單獨零件一個一個在麵包板上插，那麼一學期下來，所能「真正」完成的項目實在有限。與其把時間浪費在接線上，不如讓每一個實用線路都做詳細的解說和分析及學習怎樣做系統的量測與調校。讓學生在校期間就能接觸到許許多多完整應用

線路及其系統整合。爲了實現這個夢想，我們把電子實習的用書和教學方法修正爲

- (1) 這是一本感測應用課程教科書，也是實習實驗用書。
- (2) 配合“積木式”教學，以模板完成線路組合，做系統應用。
- (3) 所完成的實習項目，可用於支援相關課程及專題製作。

教學步驟

本書乃以實用線路爲每一章節的主要內容，且以感測應用爲主，期盼以此提高學生的興趣。雖然每一張線路都是由一些基本元件所組成，卻是學生往往把一些基本的東西都給忘掉了。所以我們希望用此書時能先複習一些基礎的原理，因而建議您先把附錄中的實習模板的線路加以分析及製作，從中便能把該懂，該知道的全部做乙次整理。



盧明智 於淡水

本書特色和使用對象

雖然這本書以「電子實習」為其書名，但其內容卻是以感測應用為主。把各種電子元件：電阻、電容、變壓器、二極體、電晶體、OP Amp、數位 IC、遙控 IC……等，應用於每一種感測線路中。且每一個線路均做原理說明，動作分析，線路中所用的各種零件也均一一交代其功用，讓學生能真正理解，所做的每一項實習都是一些以前學過的東西，於此做一次複習並且據以完成系統應用的整合。

爲了能把電子實習提升到系統應用的整合，其線路勢必較為複雜。往往學生做不出來，幫學生除錯時，老師也倍感辛苦，所以我們把書中的每一項實用線路，均以模板完成實習接線，達到「積木遊戲」教學法的實現。讓學生從中學習，以自己的理念去實現自己想要的功能，組成有用，可用又實用的線路。

這本書適用於

- (1) 電子、電機等相關科系之電子實習
 - ※把電子實習提升到系統應用
 - ※以輔助模板完成應用系統的組合
 - ※積木式實習，讓學生在家也能做實驗
 - ※其結果乃支援相關專題製作
- (2) 電子、電機等相關科系之感測原理、感測應用課程
 - ※感應元件均有詳細分析
 - ※應用線路的元件功能與動作原理均有說明
 - ※可指定相關線路讓學生完成，則理論與實務得以結合
 - ※機電整合之感測應用，此為實用之教材

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。

作者以其多年的教學經驗編撰而成此書。本書內容著重感測應用，將各種電子元件應用於感測線路中。每一個線路均附上原理說明、動作說明、各零件的功能。本書的特色在於：

1. 把電子實習提升到系統應用。
2. 以模組完成應用系統的組合。
3. 可指定相關線路讓學生完成，則理論與實務得以結合。

本書適用於專科及技術學院電子科系之「電子實習」、「感測器原理與應用」課程使用

同時，爲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，我們將竭誠爲您服務。

相關叢書介紹

書號：0207401

書名：感測器(修訂版)

編著：陳瑞和

16K/528 頁/420 元

書號：0155201

書名：常用數位 IC 資料手冊

編著：孫宗瀛、黃金定、劉慶樹

16K/284 頁/280 元

書號：0253475

書名：感測與量度工程
(第六版)(精裝本)

編著：楊善國

20K/320 頁/320 元

書號：05936

書名：感測器原理與應用
(KL-62001)

編著：許桂樹、陳克群、李怡銘

16K/312 頁/350 元

書號：0110301

書名：常用線性 IC 資料手冊

編著：孫宗瀛、黃金定

16K/522 頁/400 元

書號：05604017

書名：半導體封裝與測試工程－
CMOS 影像感測器實務
(附投影片光碟)(修訂版)

編著：陳裕庭

20K/328 頁/350 元

書號：05678

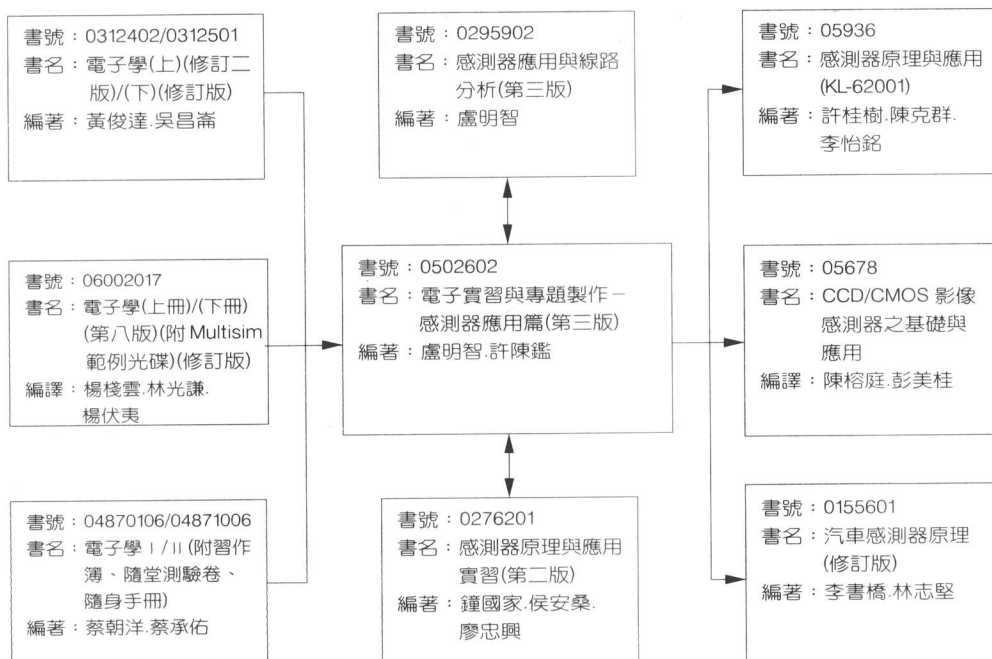
書名：CCD/CMOS 影像感測器
之基礎與應用

編譯：陳裕庭、彭美桂

20K/328 頁/350 元

◎上列書價若有變動，請
以最新定價為準。

流程圖



目錄

CONTENTS

第 1 章	如何使用電流變化的感測元件——感溫 IC AD590	1-1
1-1	電流變化的感溫 IC——AD590	1-2
1-2	電流變化的轉換電路實驗——壓降法	1-5
1-3	AD590 溫度量測實驗：壓降法 0°C~100°C，電子溫度計 ...	1-8
1-4	電流變化的轉換電路實驗——分流法	1-13
1-5	AD590 溫度量測實驗：分流法 0°C~100°C(專題製作)	1-18
1-6	AD590 溫控設計：壓降法 30°C±2°C(專題製作)	1-20
1-7	創造力的發揮	1-24
第 2 章	如何使用電壓變化的感測元件——感溫半導體 LM35	2-1
2-1	電壓變化的感溫半導體——LM35	2-2
2-2	LM35 基本實驗	2-4
2-3	開飲機之自動溫度控制(專題製作)	2-8
2-4	創造力的發揮	2-13
2-5	電壓信號放大與比較總整理	2-14
2-6	電壓放大器分類整理	2-15

2-7 電壓比較器分類整理	2-24
2-8 線路分析練習	2-30

第 3 章 如何使用電阻變化的感測元件——感溫電阻 Pt100	3-1
3-1 把電阻變化轉換成電壓輸出的方法	3-2
3-2 電阻變化的轉換方法(一)——分壓法	3-3
3-3 電阻變化的轉換方法(二)——定電流法	3-4
3-4 電阻變化的轉換方法(三)——電阻電橋法	3-6
3-5 電阻變化的轉換方法(四)——有源電橋法	3-7
3-6 電阻變化的轉換方法(五)——頻率改變法	3-9
3-7 白金感溫電阻 Pt100	3-11
3-8 Pt100 基本實驗	3-14
3-9 轉換電路實驗——定電流法之負載接地型	3-16
3-10 轉換電路實驗——定電流法之負載浮接型	3-20
3-11 轉換電路實驗——有源電橋法	3-25
3-12 0°C~500°C 白金電阻溫度計——(專題製作)	3-30
3-13 熱敏電阻的使用和應用	3-39
3-14 熱敏電阻非線性修正實驗	3-40

第 4 章	光電元件之認識與應用	4-1
4-1	光電二極體特性說明.....	4-2
4-2	光電二極體轉換電路實驗(一)：逆向偏壓法.....	4-5
4-3	光電二極體轉換電路實驗(二)：零偏壓法.....	4-8
4-4	光電晶體的特性說明.....	4-11
4-5	光電晶體基本轉換電路實驗(一)——反相型.....	4-14
4-6	光電晶體基本轉換電路實驗(二)——非反相型.....	4-16
4-7	光耦合器的特性說明.....	4-18
4-8	光耦合器資料解讀.....	4-21
4-9	使用光耦合器的目的.....	4-25
4-10	光耦合器的驅動.....	4-26
4-11	光耦合器紙上實驗.....	4-32
4-12	光耦合器的基本實驗.....	4-35
4-13	光耦合器的變形產品介紹.....	4-38
4-14	光遮斷器的實驗.....	4-41
4-15	光敏電阻特性說明.....	4-45
4-16	光敏電阻基本實驗.....	4-47
4-17	交流使用之光控元件.....	4-49

第 5 章	各種感測開關的應用	5-1
5-1	常用的感測開關	5-2
5-2	感測開關的基本架構	5-7
5-3	感測開關輸出裝置之主要類別	5-9
5-4	溫度感測開關應用線路實驗	5-14
5-5	金屬接點感測開關之基本原理	5-18
5-6	磁簧開關的應用與基本實驗	5-24
5-7	怎樣驅動電磁式開關的線圈：繼電器的使用	5-27
5-8	電磁式繼電器基本實驗	5-32
5-9	水銀開關的使用	5-37
5-10	微動開關(極限開關)的使用	5-38
5-11	近接開關的使用	5-41
第 6 章	人體感知器應用與遙控專題製作	6-1
6-1	焦電式紅外線人體感知器應用實習	6-3
6-2	紅外線感測器應用實習——紅外線遙控開關	6-11
6-3	單鍵紅外線遙控器(專題製作)	6-21
6-4	紅外線遙控編碼與解碼 IC 介紹	6-30
6-5	單鍵紅外線遙控基本實習與應用專題	6-34

6-6	應用專題：單鍵紅外線序向控制	6-37
6-7	多鍵紅外線遙控專題製作及微電腦整合應用	6-44

第 7 章 磁性感測器及其應用 7-1

7-1	常用磁性感測元件的介紹(一)——磁簧開關及其應用	7-2
7-2	常用磁性感測元件的介紹(二)——霍爾元件與霍爾 IC	7-8
7-3	霍爾元件及霍爾 IC 的應用實習	7-17
7-4	霍爾元件的應用——旋轉偵測	7-22
7-5	霍爾電流感測器——非接觸電流量測實習	7-30
7-6	磁阻元件及其應用	7-38
7-7	磁阻元件應用實習	7-40

第 8 章 旋轉感測器及其應用 8-1

8-1	光學編碼器之旋轉偵測	8-2
8-2	磁性旋轉編碼器	8-4
8-3	旋轉編碼器的基本實習	8-6
8-4	旋轉編碼器之正反轉判斷電路應用實習	8-19
8-5	旋轉角度量測實習	8-25

第 9 章 位移(行程、距離)感測器及其應用 9-1

9-1	常用位移量測與控制方法(一)：等距位移控制	9-2
-----	-----------------------------	-----

9-2	常用位移量測與控制方法(二)：電阻尺位移量測	9-3
9-3	常用位移量測與控制方法(三)：光學尺位移量測	9-6
9-4	常用位移量測與控制方法(四)：旋轉編碼之線性轉換	9-8
9-5	常用位移量測與控制方法(五)：其它方式之位移量測	9-10
9-6	位移量測實習(一)：電阻尺位移量測	9-16
9-7	位移量測實習(二)：旋轉編碼器之位移量測轉移	9-21
9-8	位移量測實習(三)：簡易光學尺	9-26

第 10 章 音波與振動感測器及其應用 10-1

10-1	音頻信號接收器：電容式和動圈式麥克風	10-3
10-2	音頻發聲元件：喇叭與蜂鳴器	10-6
10-3	壓電轉換的音波元件：超音波感測器等產品	10-8
10-4	超音波感測器的驅動與接收線路分析	10-12
10-5	自製手提式擴音器之應用實習	10-15
10-6	壓電薄膜和震動感測	10-19
10-7	震動開關與傾斜開關	10-35
10-8	超音波感測器應用實習——物體偵測及防盜	10-37

第 11 章 氣體感測器及其應用 11-1

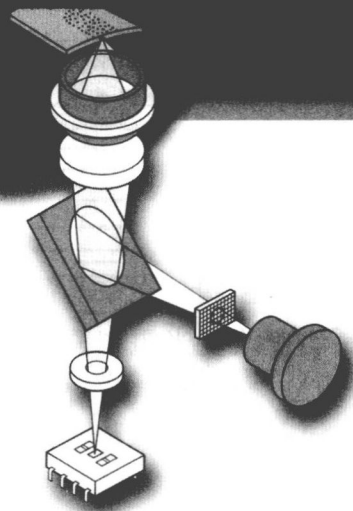
11-1	氣體濃度感測器基本原理及轉換電路	11-2
------	------------------------	------

11-2	TGS 氣體感測器特性分析	11-3
11-3	酒精濃度偵測應用設計與實習驗證	11-8
11-4	瓦斯洩漏警報器(專題製作)	11-19

附錄 A 實驗模板線路分析與製作 **A-1**

A-1	設法把工控感測實驗變成積木遊戲	A-2
A-2	請看模組化的好處	A-3
A-3	模組線路種類與功能說明	A-5
A-4	LB-01 線路分析與製作調校技巧	A-8
A-5	LB-02 線路分析與製作調校技巧	A-11
A-6	LB-03 線路分析與製作調校技巧	A-16
A-7	LB-04 線分析與製作調校技巧	A-21
A-8	LB-05 線路分析與製作調校技巧	A-25
A-9	LB-06 線路分析與製作調校技巧	A-29
A-10	LB-07 線路分析與製作調校技巧	A-32
A-11	LB-08 線路分析與製作調校技巧	A-40
A-12	感測實驗輔助模板零件表	A-43

附錄 B 實驗模組查核表 Check List **B-1**



1

如何使用電流變化的感測元件——感溫 IC AD590

有關溫度感測元件的使用與應用，我們將以電流變化的感溫 IC AD590、電壓變化的感溫半導體 LM35 和電阻變化的白金感溫電阻 Pt100，做為溫度感測元件。說明怎樣把電流變化轉換成電壓輸出，電壓變化應如何加以放大，電阻變化怎樣轉換成電壓變化。故本章之主要學習目標為：

學習目標

1. 溫度感測元件的認識及基本特性實驗。
2. 學會電流對電壓轉換電路的設計。
3. 學會電壓變化的放大方法及比較處理。
4. 溫度量測和溫控系統專題製作的實現。
5. 體認實習輔助模板(LB-01)~(LB-08)的神奇功效。

1-1 電流變化的感溫 IC——AD590

除了 AD590 會隨溫度高低而改變其端電流外，光電二極體、光電晶體、……，也是屬於電流變化的感測元件。光的強弱或波長均會改變光電二極體和光電晶體的端電流。但因光的強弱及波長的產生和量測設備取得不易(實在太貴)。所以我們才以取得容易、量測也方便的 AD590 感溫 IC，做為學習怎樣使用電流變化感測元件的入門。

可以說電流變化的感測元件，都將被視為兩端元件。電流由“+”端流入、由“-”端流出。其端電流將隨物理量的大小而改變，以 AD590 為例，其端電流 $I(T)$ 的大小由溫度的高低決定之。

AD590 特性資料

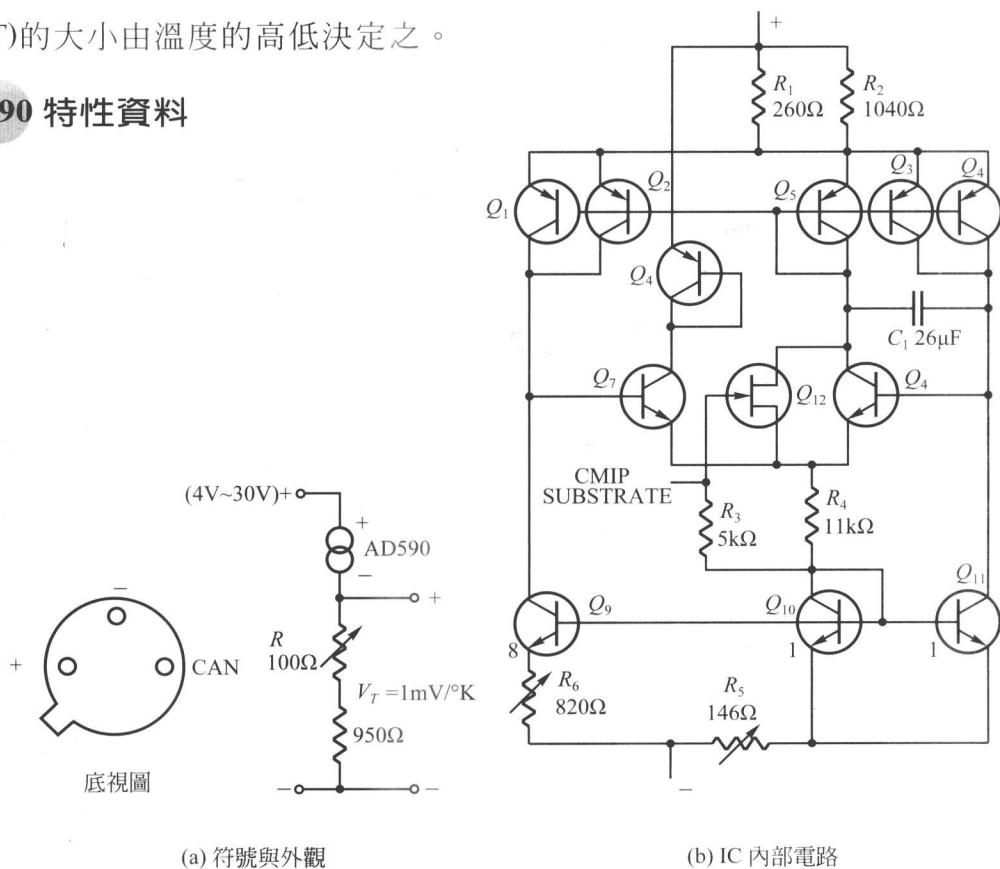


圖 1-1 AD590 相關資料