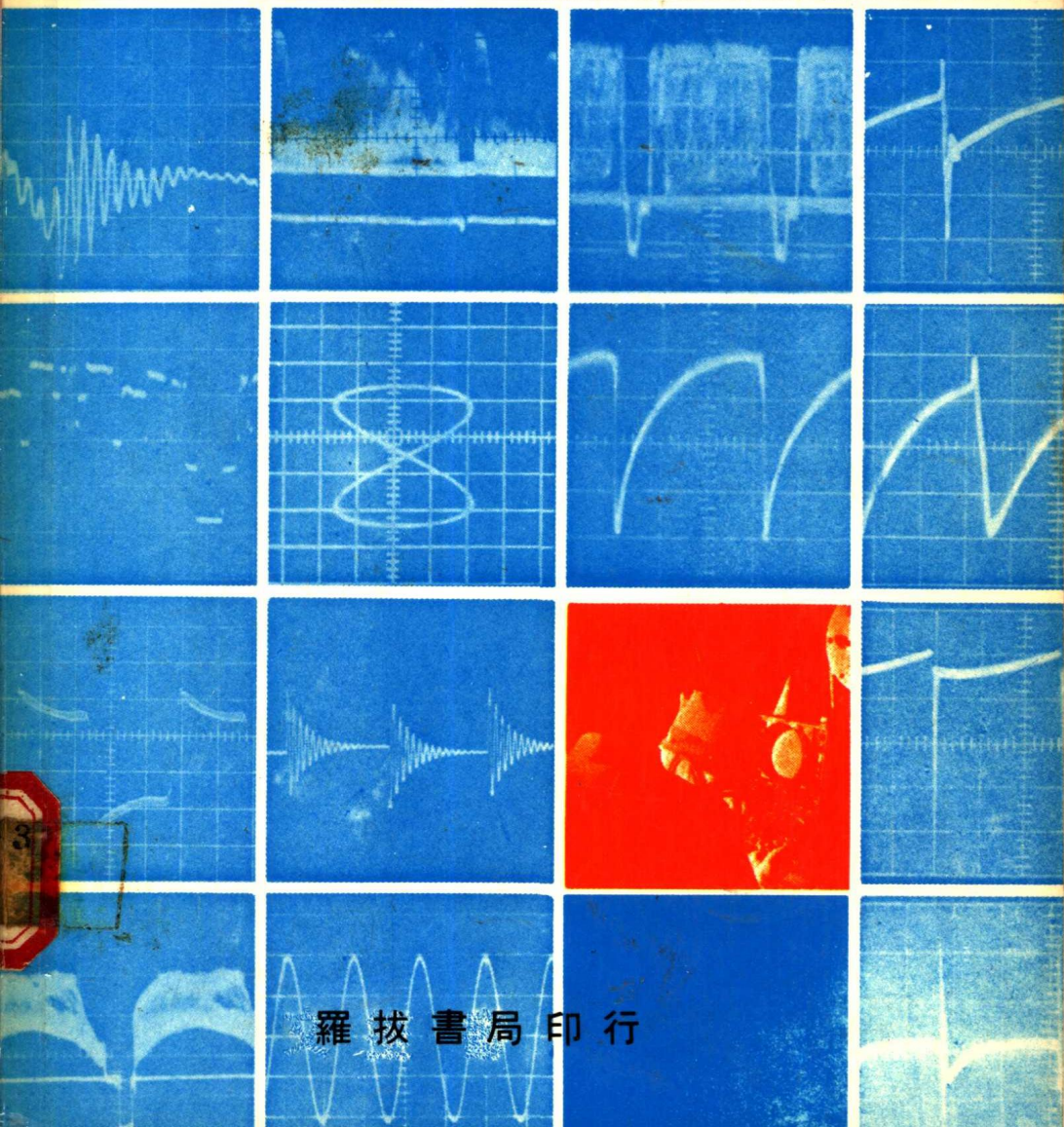


示波器應用技術

游金湖 編譯



羅拔書局印行

示波器應用技術

游 金 湖 譯

羅 拔 書 局 印 行

示波器應用技術

編譯者：游 金 湖
出版兼：羅 拔 書 局
發行

澳門大馬路 381 號二樓 F 座

印刷者：振興印刷公司
澳門龍崧街 152 號地下

H. K. \$ 15.00

原 序

所謂示波器一言以蔽之，是一種能用人眼觀看進行測量電氣信號的儀器。同時對於有關電氣以外之機械和物理特性等，如果能利用統稱為檢知器（Sensor）或轉換器（Transducer）之變換裝置，去改變成電氣信號的話，也同樣可以將它們測量出來。

像這樣的示波器，可以說被廣範的應用到所有工廠，實驗室，學校，以及研究機構等場所，做為一般性測量儀器來使用。尤其是示波器對於電子工業的發展所做貢獻之大，一直為大家所公認。相反的情形，也由於電子技術的進步，以促使示波器技術日愈精進，更能達到正確觀測信號波形的功效。

關於本書的編寫，是以電子所有分野中最有用的示波器機型為主，來使讀者更能理解示波器的好處，進而可充分活用示波器所具有的作用功能為目的。因此書中不斷舉出其功能和使用方法，以促使達到做好正確波形觀測那樣，加重應用方面的說明。如因以使讀者諸君在處理日常業務中，更能善加利用示波器的話，那將是最大的偉甚。

另外在內容方面，雖有意力求完美，但因筆者才疏學淺，加以經驗有限，書中所寫未臻理想之處在所難免。今後當更加鑽研，以補缺失，並深盼讀者先進不吝指正。

本書執筆之際，承蒙以下各公司提供寶貴資料，在此深致謝意。

①安立電氣株式會社

④日本通信機株式會社

②岩崎通信機株式會社

⑤日本 Philips 株式會社

③ Sony Techt ronics 株式會社

⑥橫河 Hurette 株式會社

最後並謹向給予協助的日本松下電器產業株式會社各事業部同仁

2 示波器應用技術

，以及松下通信工業株式會社電子計測事業部技術部的諸兄弟們表示由衷的謝意。

作者：古市善教

譯者：游金湖

1981年5月于東京

目 錄

第一章 示波器的基本知識

1.1 什麼叫做示波器	1
1.1.1 為什麼能夠看見電的信號？	1
1.1.2 使波形靜止的結構	2
1.1.3 示波器的種類	3
1.1.4 各種不同的示波器	3
(a) 示波器與邏輯分析器的不同	6
(b) 邏輯分析器的功能	8
1.2 影像管的進步	8
1.2.1 影像管的構造	9
1.2.2 電子束速度與信號變化速度	10
1.2.3 偏向系統的進步	10
1.2.4 提高靈敏度	11
1.2.5 追求明亮度	12
1.2.6 關於螢光體	13
1.2.7 刻度線 (Scale)	14
1.3 示波器的基本功能	15
1.3.1 信號的流動	15

4 示波器應用技術

1.3.2	輸入衰減器	17
1.3.3	垂直軸前置放大器	18
1.3.4	垂直軸輸出放大器	19
1.3.5	觸發產生器	20
1.3.6	時間軸產生電路	21
1.3.7	水平軸輸出放大器	22
1.3.8	Z 軸電路	23
1.3.9	影像管周圍電路	24
1.3.10	電源電路	25
1.3.11	校正電壓電路	25

第二章 示波器的主要功能與其使用方法

2.1	輸入端的使用功能	27
2.1.1	AC-GND-DC 切換	27
2.1.2	VOLTS/DIV 和輸入阻抗	28
2.2	表示垂直關係功能	29
2.2.1	2 顯像與 2 要素	29
2.2.2	截斷顯示與交變顯示	30
2.2.3	波形加算與減算	32
2.2.4	乘算功能	33
2.2.5	觸發信號表示	34
2.2.6	X-Y 動作	36
2.2.7	延遲線	37
2.3	觸發功能	38
2.3.1	選擇觸發信號	38
2.3.2	觸發電路連接方式的選擇	40
2.3.3	觸發大小與斜度	41
2.3.4	自動產生觸發脈衝	44

2.3.5 交變觸發	45
2.4 表示水平關係功能	46
2.4.1 自動觸發掃描	47
2.4.2 單掃描	48
2.4.3 抗拒控制	48
2.4.4 延遲掃描	50
2.4.5 交變掃描	56
2.4.6 混合掃描	57
2.4.7 數位延遲掃描	58
2.4.8 掃描放大	59
2.5 其他使用功能	61
2.5.1 利用閘極信號	61
2.5.2 尋找掃描線	62
2.5.3 掃描線轉動	63
2.5.4 前置放大器輸出	63
2.5.5 讀出觀測波形	66

第三章 新使用功能示波器

3.1 複合化與自動化的趨向	71
3.2 附有頻率計數器功能的示波器	72
3.2.1 利用內部觸發的頻率測量	73
3.2.2 加信號於外部觸發輸入的頻率測量	74
3.2.3 測量波形的周期	76
3.2.4 波形任意部份的時間測量	76
3.2.5 延遲掃描的時間表示	78
3.3 附設有多電表功能的示波器	79
3.3.1 關於內藏 DMM 電表	79
3.3.2 管面波形的電壓測量	79

3.4 附設有微處理機示波器	83
3.4.1 時間間隔測量	84
3.4.2 測量頻率	85
3.4.3 測量直流電壓	86
3.4.4 測量瞬間電壓	86
3.4.5 測量相對電壓比	87
3.5 全程式示波器	88
3.5.1 接線板程式方式	88
3.5.2 存儲用程式方式	80

第四章 特殊用示波器

4.1 存儲用示波器	83
4.1.1 關於存儲用影像管	83
4.1.2 2 定電位存儲用示波器	84
4.1.3 中間調存儲用示波器	86
4.1.4 轉換存儲用示波器	88
4.1.5 記錄速度	88
4.2 取樣示波器	89
4.2.1 何謂取樣示波器	89
4.2.2 系列和不規則取樣	101
4.3 測量影像波形用示波器	102
4.3.1 關於複合影像信號	102
4.3.2 同步分離與影像延遲掃描	103

第五章 示波器使用的相關技術

5.1 探針 (Probe)	107
5.1.1 什麼叫做探針	107
5.1.2 電壓探針	108

5.1.3	FET 探針	111
5.1.4	電流探針	112
5.2	照相攝影	113
5.2.1	連續波形的情形	113
5.2.2	難波形攝影	116
	[1] 波形返覆少快速中生信號變化	116
	[2] 單發顯像攝影	117
	[3] 單發高速信號攝影	118

第六章 選擇示波器的必備知識

6.1	使用上應注意事項	121
6.1.1	脈衝波形的定義	121
6.1.2	波形上升時間與頻帶寬度	122
6.1.3	頻帶寬度	124
6.1.4	高速脈衝與高頻觀測	125
6.2	如何瞭解示波器規格	128
6.2.1	影像管關係	128
6.2.2	垂直軸關係	130
6.2.3	觸發關係	133
6.2.4	時間軸關係	134
6.2.5	水平軸放大關係	136
6.2.6	其他使用功能	136
6.2.7	環境條件	137
6.2.8	電源關係	138
6.2.9	結構資料	138

第七章 示波器的基本測量

7.1	測量電壓	141
-----	------	-----

8 示波器應用技術

7.1.1	校正示波器	141
7.1.2	包含直流及直流部份的信號	142
7.1.3	測量交流信號(周期性波形)	145
7.1.4	測量交流信號(非周期性波形)	148
7.1.5	測量超低頻頻率	148
7.2	測量電流	150
7.2.1	使用降壓測量	150
7.2.2	使用電流探針測量	150
7.3	測量時間與周期	151
7.3.1	時間·周期與頻率的測量	151
7.3.2	測量升波·降波時間與脈衝寬度	152
7.3.3	測量二信號相位差與時間差	153
7.3.4	放大延遲掃描觀測	154
7.3.5	利用 X-Y 動作測量(李沙育法)	157

第八章 示波器應用測量

8.1	影像信號波形	159
8.1.1	利用影像機器試驗信號測量	159
	[1] 關於 VIT 信號與 VIR 信號	161
	[2] 測量頻率特性	162
	[3] 測量波形失真	164
	[4] 使用 SIN^2 波的測量	166
	[5] 彩色信號特性試驗	169
	[6] 測量非直線失真	171
8.1.2	測量電視機波形	173
	[1] 影像中頻(VIF)信號與 AGC 電壓處理電路	174
	[2] 影像檢波與影像信號處理電路	175

[3]	聲音信號處理電路	177
[4]	影像信號處理電路	177
[5]	色度信號處理電路	180
[6]	偏向電路	182
8.1.3	測量電視錄放影機的波形	185
[1]	錄影系統的信號流動	187
[2]	放影系統的信號流動	189
[3]	伺服控制電路的動作	190
[4]	測量各部波形	191
8.1.4	測量電視文字多重信號	194
8.2	脈衝波形	197
8.2.1	測量數位電路	197
8.2.2	測量微電腦應用機器	198
[1]	示波器的波形觀測	202
[2]	邏輯時間分析器的測量	203
[3]	邏輯分析器測量	206
8.3	測量振幅調變信號與頻率調變信號	209
8.3.1	測量振幅調變(AM)信號	209
8.3.2	測量頻率調變(FM)信號	211
8.3.3	測量FM立體信號	213
8.4	音頻波形	216
8.4.1	觀測失真波形	220
[1]	高諧波失真	220
[2]	方波失真	221
[3]	跨越失真	221
8.4.2	測量Hi Fi擴大器的特性	222
[1]	測量頻率特性	222
[2]	測量增益	223

[3]	測量雜音與振盪	223
8.4.3	測量錄音機	223
8.4.4	測量數位音頻的波形	226
8.4.5	測量電視聲音多重信號	228
8.5	測量收音機與電視機現廠工程的波形	232
8.5.1	收音機的波形調整	232
[1]	調整中頻電路	233
[2]	調整高頻電路	234
8.5.2	調整電視機的波形	235
[1]	聲音 IF 電路調整	236
[2]	影像 IF 電路調整	237
[3]	色度信號電路調整	238
8.6	其他應用例	239
8.6.1	電源關係的波形測量	239
[1]	測量 SCR 的導電角	240
[2]	測量整流電路的漣波電壓	240
[3]	測量火花放電	241
8.6.2	測量電路零件與材料	242
[1]	測量電晶體特性 ($I_C - V_{CE}$ 特性)	242
[2]	測量二極體的開關動作時間	244
[3]	測量磁性體的磁化曲線	245
8.6.3	測量引擎波形	246
[1]	取出信號	246
[2]	測量電壓產生	248
[3]	測量離子化電壓	248
[4]	二次側波形的診斷例	249
[5]	測量一次側波形	250
8.6.4	利用檢出器測量	251

[1] 測量機械上失常·····	252
[2] 使用光二極體的速度檢出·····	253
[3] 使用光電檢出器非接觸尺寸計測·····	254
8.6.5 波形的自動計測·····	257

第一章

示波器的基本知識

1.1 什麼叫做示波器

1.1.1 為什麼能夠看見電的信號？

所謂示波器 (Oscilloscope)^{*}，是使用影像管把電氣信號所變化波形，能用肉眼看見，並加以做測量為目的之測量儀器。有關影像管之詳細工作情形，將於下一節再做說明，現首先在此單以它的基本構成進行探討。

在示波器主要所用影像管，與通常家中所見電視機影像管，為屬於完全不同類型的方式。電視機的影像管是稱之為電磁偏向型，是把電流流入於叫做偏向軛線圈，然後利用該電流在所做出的磁場中，使電子來產生移動。這在於示波器的影像管方面，則屬於稱之為靜電偏向型影像管，為擁有兩組偏向板電極。其中電子束在通過兩個偏向板時，會隨着所加於偏向板上電壓的時間變化做移動，然後電子束衝撞螢光面，這時電子束所具有的動能瞬間轉變為光能，並使它能由人眼觀察出來。因原本電子束是擁有負性 (-) 電荷的，所以如在電極上

^{*} 示波器：使用陰極射線管，把一個或數個有關電氣大小瞬間值，做為時間或其他電氣量函數變化，以表示的測量或觀測裝置者稱之。

2 示波器應用技術

加入正(+)性電壓，電子束就會被吸向正電極方向。因此當於水平方向的左側偏向板，加入向負方向變化的鋸齒波電壓，另於右側偏向板上，加入向正方向變化之鋸齒波電壓的話，就會使得電子束在示波器上所做出的亮點，由左向右成定速移動。並且當垂直方向的偏向板，分別加入有不同極性脈衝電壓時，將使圖 1-1 右邊所示波形，會描繪於影像管的螢光面。如此一來，靜電偏向型影像管，即能用以測量直流起，至高頻頻率的電氣信號。此外電磁偏向型影像管，由於不適於測量高頻信號，故在示波器方面只限於使用在處理低頻部份。

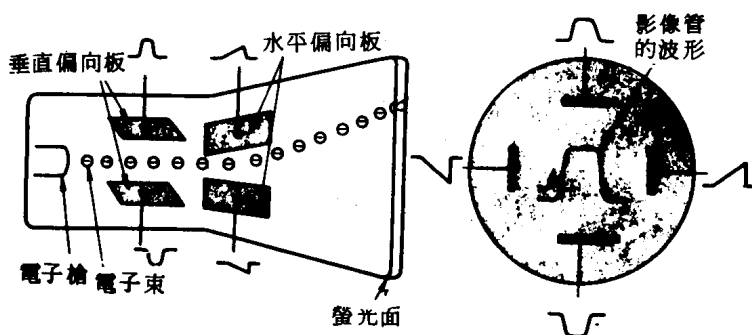


圖 1-1 電氣作用能由人眼看到的原理圖

1.1.2 使波形靜止的結構

要使隨時間所變化的電氣信號模樣，能靜止在影像管的方法有兩種。其中的一種是利用同步掃描法^{*}，它的方法是把加於垂直偏向板上信號的返覆頻率，與加於水平偏向板上鋸齒波電壓的返覆頻率，做成整數關係，使波形靜止。但這種方法不適於用在高頻和甚低的信號頻率，而且由於波形關係很不穩定故不太使用。

- *1. 同步掃描 (Synchronized Sweep)：把掃描周期使保有與輸入信號周期，或成為周期整數倍關係存在所進行的同步掃描作用。
- *2. 觸發掃描 (Triggered Sweep)：在每加有觸發脈衝時，才開始進行掃描。(備註)：亮點為表示觸發脈衝出現前之待機位置(掃描起點)。

另外一種方法是觸發掃描方式^{*}，它是用要做測量的信號，或是由與該信號時間有關之某信號部份，來做出稱之為觸發信號的脈衝波形，然後用此波形去促使鋸齒波開始作用。利用這種方法因對於不管是怎樣複雜的波形，都與頻率無關，可由波形上的同一位置來進行信號觀測關係，故常被示波器採用，尤其對於用來測量脈衝波形上最有效。圖 1-2，為表示使用這種方法的圖形。

1.1.3 示波器的種類

示波器的種類依分類方法的不同，能區分成很多種，表 1.1 為其介紹說明。

最近在使用功能上做得比以前更加充實多了，不管誰都能做好正確波形的觀測工作。有關取樣（Sampling），儲存（Storage），影像信號波形專用型的示波器，將於第 4 章再加以說明，而對於擁有計數（Count）和與萬用錶（Multimeter）之間的複合功能，以及傳信（Intelligent）功能，

能編寫程式（Programable）功能等機種，在第 3 章將予敘述，另外其他所具有的作用功能，則說明在本書的第 2 章。

又，除了能把很多功能集中於 1 個形式使用之外，同時也有隨著調換式之不同，而把很多功能藉由變換作用，加以附加上去之所謂更換（Plugin）型示波器（請參考圖 1-3）。

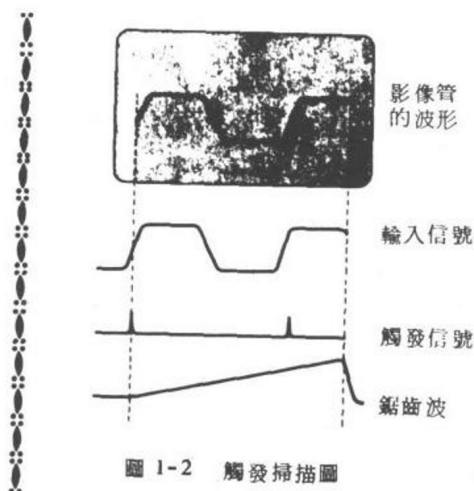


圖 1-2 觸發掃描圖

1.1.4 各種不同的示波器