

IC應用技術叢書(三)

驅動電路專集

無線電界雜誌社印行



IC應用技術叢書(三)

驅動電路專集

中華民國六十六年六月出版

中華民國七十三年六月四版

版權所有 不許翻印

特價新台幣100元整

發行者：無線電界雜誌社

台北市八德路二段312巷19號6樓

電話：(02)7112765・7733089

郵政劃撥帳戶：00027568

登記證：局版台誌第3325號

印刷所：中美印刷廠

地址：台北市天水街32號

前 言

由於電子工業急速的進步與發展，使得各種工業，甚至吾人日常生活均與之脫離不了關係。尤其是近幾年中，各種積體電路之相繼問世，更使電子之應用帶上新的紀元。

有關各種電子電路之原理與電路之分析等，國內已有多種書籍加以介紹。惟大部分多係偏重於理論之解說，易使讀者對於實際之應用產生隔閡。且各製造廠家所推出之各種積體電路，已達數百（或數千）種之多，其中不乏特殊用途之品種，欲將各種積體電路之應用集合於一本書中，加以介紹，事實上乃屬不可能。是故本叢書試圖以淺近之方式，將各種 IC 之應用逐一介紹，對某一種電路作一專集，介紹該種電路之應用，期能提供清晰的瞭解與直覺的認識。每一本書均嘗試對某一個主題作較詳細的說明，以提供讀者作應用上的參考。並列舉多種實例，俾使讀者舉一反三，以收應用自如之效。

本叢書資料之收集及稿件之校對，承林源棋與劉俊光兩兄鼎力協助，於此一併誌謝。

本人學識淺陋，書中乖謬之處必多，如有不妥之處，尚祈諸位先進不吝指正。

編著者 謹誌於 林口

中華民國六十六年三月

序

本書主要在介紹各種驅動電路，分別在第一、二、三章中說明。

第一章主在介紹各種數字（或文字）顯示器之驅動方法。現今一般使用的數字顯示器有多種不同的類別，諸如Nixie tube，LED，螢光數字管，燈泡式顯示器，LCD等，同種類的顯示器又由製作廠之不同又可分為許多型式。本書對於每一種顯示器均加以介紹，並列舉實例說明其驅動方法。只要讀者能了解基本之驅動方法，相信對於其他同種類型之顯示器，亦能活用自如。

第二章介紹各種小型馬達之驅動方法，包括串激，分激直流馬達，階進馬達和各種通用型馬達之驅動，其使用之電路元件以Thyristor為多。有關這一類Power Electronics之詳細應用，本叢書將另闢專集加以介紹。

第三章介紹小型電驛，指示燈，或IC與電晶體，記憶器等之驅動電路。至於IC與電晶體間或電路與傳送線路間之詳細連接技術，本叢書亦將另闢專集“接介電路（Inter face）應用技術”作詳細之說明。

中華民國六十六年六月

目 錄

第一章 各種數字顯示器之驅動方法

1 數字顯示器之種類與特徵.....	1
2 Nixie Tube 之驅動方法.....	3
3 LED 顯示器之驅動.....	15
4 燈絲型顯示器之驅動.....	30
5 螢光數字顯示管之驅動.....	34
6 各種燈泡式表示器之驅動.....	44
7 液晶顯示器之驅動.....	49
8 各種顯示器之性能之比較.....	61

第二章 小型D C 馬達之驅動

1 馬達之驅動.....	63
2 普用馬達之驅動（半波）.....	68
3 普馬馬達之驅動（全波控制）.....	70
4 分繞馬達之驅動.....	72
5 串激馬達之驅動.....	75
6 D C 馬達之截波控制.....	76
7 可逆之伺服驅動電路.....	79
8 階進馬達之驅動.....	82
9 使用 P L L 之馬達控制.....	82
10 電磁元件之驅動方法.....	88

第三章 其他驅動電路

1 使用TTL IC 以驅動電晶體電路.....	98
2 使用TTL IC 以驅動指示燈.....	101
3 使用TTL 作電驛之驅動.....	104
4 使用TTL 驅動Thyristor.....	106
5 記憶器之驅動.....	109
6 信號傳送線路之驅動.....	114

附錄 各種顯示器及驅動用IC

1 數字顯示器.....	121
2 驅動用IC.....	130

第一章 各種數字顯示器之驅動方法

1. 數字顯示器之種類與特徵

近幾年來，電子工業之進步的確使人震驚，在我們身旁可以說樣樣都急速地進展至數字（digital）的世界。“digital”一字已自電腦室或實驗室推及至各工廠、商店、學校，辦公室、病院甚至於每個住家的起居室。

數字式電子鐘、電子錶、電子秤，三用表或電算機等工業計器或民生用機器均係“digital 化”所帶來的產物。在這些數字式之計器或用具中，與我們人類最關係密切的是上面所顯示之數字值。用以將結果顯示出數字字形，使能與人類“交往”之元件，即為本章所欲討論之數字顯示器（display）。

早期最常應用之數字顯示器，係一種利用霓虹放電管來顯示各種字形之“Nixie Tube”，其後陸續推出各種不同型式之數字顯示器（或表示器）。這些顯示器之使用方法將在以下各節中詳細討論。

1-1 放電顯示管

即熟知之Nixie Tube，在玻璃管中鑲入各種數字（或文字）形狀之陰極與一陽極，然後封入霓虹等稀有氣體。當陽極與陰極間因加上電壓而產生輝光放電時，可依陰極之形狀發出各種不同字形之光芒。

這種數字顯示管因係利用氣體之放電現象，故其動作電壓較高，此為其主要的缺點。至於其優點則為發光之輝度高，響應速度快，且因無需使用燈絲，故使用壽命長。

1-2 燈絲形數字顯示器

這種顯示器係利用燈絲所發出之光作為顯示用之光源。在真空之

玻璃管內所置之黑色陶質基板上，排列 Segment 狀之燈絲，燈絲則通常以鎢絲繞製。一般使用 7 個 Segment 組成“日”字形。利用各 Segment 之點燈情況以顯示出數字形狀。

這種燈絲形數字顯示器之特徵為燈絲之動作電壓較低，一般為 3.5 ~ 5 V 或 8 ~ 12V，故使用上較 Nixie Tube 為安全。另外，光源係由燈絲發光所供給，故可使用交流或直流電源（在實用上多係利用驅動用的 IC 予以驅動，故以使用直流電源為多）。且因發光之光譜廣，若使用彩色濾光鏡時，則可任意選擇所顯示之數字顏色。

1-3 螢光顯示管

螢光型之數字顯示管係由燈絲（陰極）、控制柵極與陽極等所構成之三極真空管。由陰極所發射出之熱電子受陽極之電壓所加速，當電子碰撞及塗於陽極板上之螢光物質時，即可發出螢光（一般呈鮮綠色）。

螢光體亦製成 Segment 狀，任一 Segment 之陽極加上電壓時，該 Segment 便將發出螢光。

螢光顯示管之燈絲電壓約為 0.85V，而電流約為 90mA 左右。至於柵極與陽極之電壓則約在 20 ~ 50 V 之間，視顯示管之規格而異。

1-4 LED 顯示器

前述各種數字顯示器（顯示管）均係利用氣體放電，白熱燈絲或螢光等供給光源。在 LED（Light Emitting Diode）顯示器的場合，則係應用半導體物質能量帶間放射之遷移而發光。

LED 所使用的半導體以 Ga-AsP 之 P-N 接合為主。其發光之顏色為深紅色。至於 LED 之主要特徵則因係由半導體所製成，故其使用壽命甚長，且與其他半導體或 IC 電路之連接亦易，動作電壓低（約為 1.5 ~ 3 V）。一般之 LED 數字顯示器亦為 Segment 形狀，每一 Segment 之動作電流約為 10 ~ 30mA 之間。

1-5 其他之顯示器

其他型式之數字顯示器有投影式顯示器，Plasma display，液晶顯示器等。投影式顯示器之輝度較低，且不能製成小型化，消耗之電力較多，使用壽命亦短，故僅適用於較特殊的場合。

Plasma display或CRT則適用於型體較大，且板面複雜之表示用，如電子計算機之輸入、輸出裝置之用。

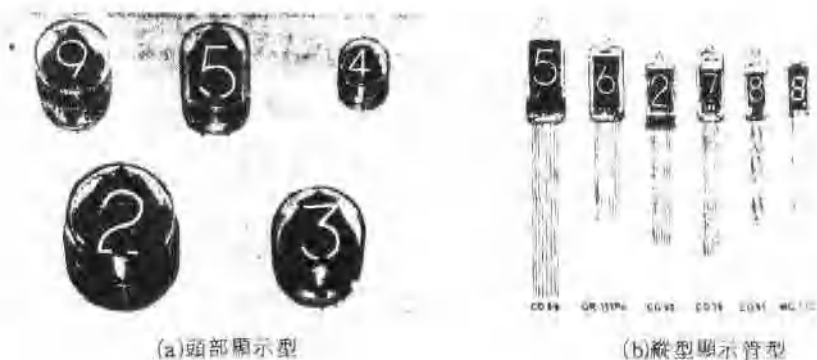
液晶顯示器（LCD）今已逐漸盛行，但因壽命不長，信賴性有待提高，故仍在積極研究發展階段。

液晶顯示器最主要的特點為消耗電力甚低，為他種顯示器所不及。現今，其主要之用途為數字錶或電算機之輸出顯示之用。

2. Nixie Tube 之驅動方法

2-1 Nixie Tube 之特性

Nixie Tube 之外形如照片 1-1 所示。係應用稀有氣體如霓虹等之放電現象所製成之顯示裝置。在一只玻璃管中置有各種數字形狀（或文字、字母等）之陰極，另外放置一板狀之陽極，玻璃管中封入霓



照片 1-1 常用的Nixie 管

虹等稀有氣體，當陽極與陰極間產生輝光放電時，即依陰極之字形產生鮮明之光芒。

Nixie tube因其具有輝度高，響應速度快，消耗電力小以及壽命長等優點，故廣泛地使用於digital 機器之輸出顯示用。至於其缺點則係陰極數多（陰極數等於欲顯示之文字或數字數），故呈重疊排列，數字之變化係呈前後移動；另外，陽極所需之電壓較高，約為170 V ~ 200 V，電路板之製作需考慮安全問題。因此，隨着LED或液晶顯示器之開發，Nixie tube已漸失其原具之獨佔性。但依使用場合之不同，Nixie tube在數字顯示之地位而言仍有存在價值。

本節擬就Nixie tube之驅動方法作一詳細的介紹。在介紹之前，先就Nixie tube之基本特性加以說明。

欲使Nixie tube顯示出字形（以下簡稱為點燈），首先必須在其陽極上加高於開始放電所需之電壓。此一開始放電之電壓隨着周圍之溫度等外部條件而異（參照圖1-1與圖1-2）。故在使用之際，應先考慮外部之條件後，參考Nixie tube之特性而加上適當之陽極電壓。一般而言，陽極所加之電壓應較特性表上所規定的最低電壓為高，一般均在170 ~ 300 V之間，但不宜超過300 V，因電壓超過300 V時，管內易引起異常之故。

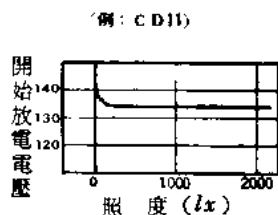


圖 1-1 周圍照度與開始放電電壓之關係

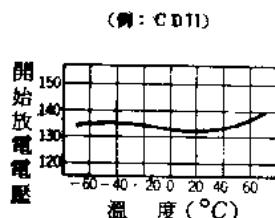


圖 1-2 溫度與開始放電電壓之關係

圖 1-3 為Nixie管之基本點燈電路。因Nixie管係屬一種放電管

，故需加上限制電流用電阻 R_p 。如圖所示，在欲點燈之電極（陰極）與陽極間有電壓存在時，該電極即可點燈。至於 R_p 之值可由下式求之。

$$E_{bb} - I_k \cdot R_p = 140 (V) \dots\dots\dots (1-1)$$

其中

E_{bb} ：陽極供給電壓

I_k ：陰極電流

140(V)：維持放電所需之電壓

陰極電流太小時，顯示之字形將較模糊，反之，若陰極電流過大，則將縮短Nixie管之使用壽命，同時，在字形外之引線或支柱亦易引起異常之放電現象。

由於字形之不同，而使陰極之面積各有差異，因此，放電電流 I_k 宜參考製造廠家所提供之電流值。

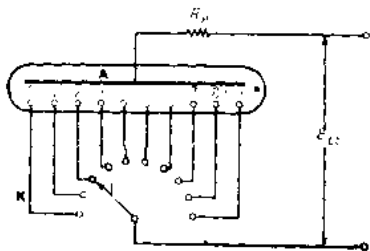


圖 1-3 Nixie 管之基本點燈電路

一般而言，陽極電壓多使用非穩定之電源，故電壓之變動可能達 $\pm 10\%$ ，若陽極電壓過低，則當電源電壓變動時，可能引起陰極電流較大的變動，以致於顯示之字形模糊。故使用時需將電壓之變動因素一併加以考慮。

2-2 靜態驅動與動態驅動方式

Nixie 管之驅動可分為靜態驅動 (Static drive) 與動態驅動 (dynamic drive) 兩種方式。靜態驅動方式係 Nixie 管連續有陰極電流通之點燈方式（這種點燈方式又稱為直流點燈方式）。至於動態點燈方式則多使用於位數較多的場合，此時，利用較高之速度依次令一只 Nixie 管點燈，即相當於電視螢光幕上光點的掃描作用，當掃描的

頻率較高時，人眼即無閃爍之感覺，而與靜態點燈相當。這種動態點燈方式又稱為脈衝點燈方式。

在靜態點燈方式的場合，每只Nixie管需有一組驅動電路，因此，若欲顯示之位數較多時，使用之電路零件數亦多，故較不經濟。故這種點燈方式多使用於位數較少之電路。

動態點燈方式多應用於電算機或數字鐘等位數較多的場合。此時，每只Nixie管共同使用一組驅動電路。在經濟上或零件所佔的面積上均較有利。

但究竟多少位數以上時使用動態點燈方式為宜，則視信號之方式而定。在電算機用IC或計數器專用IC等場合，輸出之信號係與位數選擇信號同步，換句話說，這種IC本身之設計係專為動態點燈之用。在這種場合，與表示之數字位數無關，以使用動態點燈方式為宜。

假使輸出之信號係並列信號(Parallel data)，若欲應用動態驅動方式時，則必須加上振盪電路與時間分割電路。此時，欲分別動態與靜態點燈方式孰優孰劣則不能一概而論。視使用情況而定。

以上所討論之靜態與動態點燈之問題亦適用於螢光或LED顯示器的場合，至於實際之應用電路例，則一一在以下各節說明。

2-3 Pre-bias (預加偏壓)

如圖1-4所示，若使用電晶體等元件做Nixie管之驅動時，則在電晶體呈OFF期間，假使電晶體之break-down電壓較非點燈電極之電壓為低，則由於電晶體之洩漏電流而將使非點燈電極有少許輝光存在。

假設電晶體之break-down電壓較高，在極端的情況下，如圖1-3所示，有如利用接點予以驅動的場合，即非點燈電極呈開路狀態。在此場合，非點燈電極之電壓將上昇，幾達維持電壓附近。此時，非點燈之電極將呈陽極作用而與點燈電極間產生異常之放電現象。

基於上述原因，Nixie 管在使用時，宜在非點燈之電極加上適當之電壓予以嵌位 (Clamp)，加上嵌位用之電壓後，對於 break-down 電壓較低之電晶體亦有保護之作用。

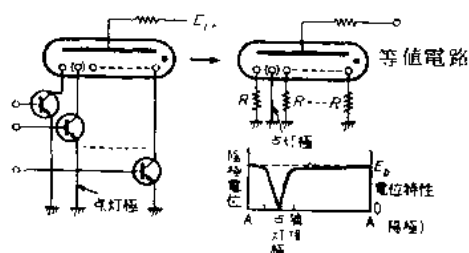


圖 1-4 點燈電極對鄰近電極之影響

這種在非點燈電極上加

上嵌位用之電壓稱為 Pre-

bias。圖 1-5 為 Pre-bias

之特性例。Pre-bias 電壓在 60 V 以下之 A 領域為非點燈電極之發生輝光放電領域，而 120 V 以上之 C 領域則為異常放電之電流逆流領域。因此，Pre-bias 電壓應在 60 V ~ 120 V 之間。

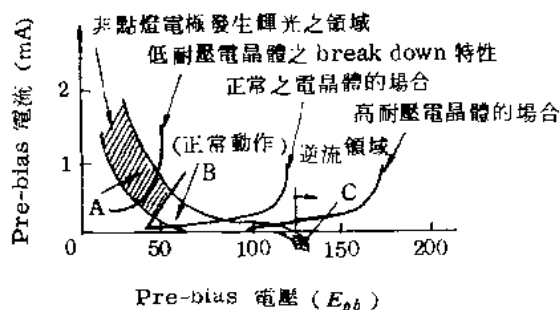


圖 1-5 Pre-bias 特性

圖 1-6 為利用陽極供給電壓 E_{bb} 經由 R_1 與 R_2 之分壓來供給 Pre-bias 之方式。而圖 1-7 則自 Nixie 管之陽極供給 Pre-bias 之電路例，圖示的場合，當點燈之電極有額定之電流通時， R_x 上亦有部分電流通， R_p 之壓降隨之增加，是故使用這種方式時， R_p 值應較規格表所載之值稍低。至於使用圖 1-7 所示電路方式時之 E_{bb} 與 R_p 之

適當值如表 1-1 所示。

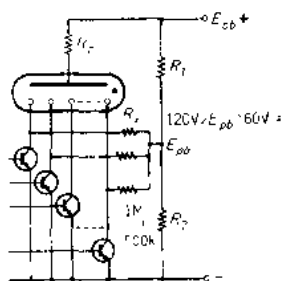


圖 1-6 Pre-bias 電路例(1)

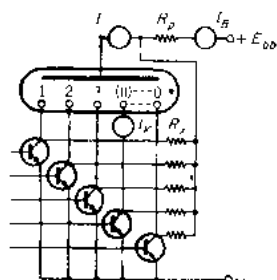


圖 1-7 Pre-bias 電路例(2)

表 1-1 使用電晶體驅動時 E_{bb} 與 R_p 之選用例

Nixie 管	CD 11		CD 24		CD 28	
I_b 與 R_p	I_b	R_p	I_b	R_p	I_b	R_p
F_{bb} (單位)	(mA)	(K Ω)	(mA)	(K Ω)	(mA)	(K Ω)
(V_{dc}) 條件	$R_x =$	$I_k =$	$R_x =$	$I_k =$	$R_x =$	$I_k =$
	1.5 M Ω	2.5 mA	1.5 M Ω	2.25 mA	1.5 M Ω	1.8 mA
170	3.5	7	3.2	7	2.8	10
200	3.5	16	3.2	6	2.8	20
250	3.5	30	3.2	30	2.8	40
300	3.5	45	3.2	45	2.8	60

註：使用電晶體 2SC728，電路圖：圖 1-7

假使使用 BCD-10 進 decoder/driver 之 TTL IC (如 SN 74141N) 做 Nixie 管之驅動時，則在 IC 輸出端與接地端之間加上電晶體保護用之穩壓二極體，其 break-down 電壓約為 60V 左右。此

時，雖不加上 Pre-bias 但亦可進入圖 1-5 中所示之正常點燈之 B 領域。

2-4 Nixie 管之基本驅動電路

Nixie 管雖然可以如圖 1-3 所示，利用一只選擇開關或電驛之接點予以驅動，但一般的 digital 電路大多係利用 BCD 信號經解碼之後再作為 Nixie 管之驅動用。

在陰極電流 I_k 小於 7 mA 之小形 Nixie 管，通常可利用 BCD - decade decoder / driver 專用之 IC 如 SN74141 等予以直接驅動。與 74141 同等之 IC 尚有 M 53241P (三菱)，HD 2518 (日立) 或 TD 3441 (東芝) 等。

由於 Nixie 管之陽極電壓較高，故印刷電路板之製作應特別留意，儘量使高壓配線與低壓之邏輯電路分離，以減少產生故障之原因。

表 1-2 為 SN74141N 之動作表，當輸入端所輸入之 BCD Code

表 1-2 SN74141 之動作表

10 進數	BCD 輸入				輸 出 ON
	A	B	C	D	
0	L	L	L	L	0
1	H	L	L	L	1
2	L	H	L	L	2
3	H	H	L	L	3
4	L	L	H	L	4
5	H	L	H	L	5
6	L	H	H	L	6
7	H	H	H	L	7
8	L	L	L	H	8
9	H	L	L	H	9
10	L	H	L	H	※
11	H	H	L	H	※
12	L	L	H	H	※
13	H	L	H	H	※
14	L	H	H	H	※
15	H	H	H	H	※

(註) ※：所有的輸出端均呈 OFF

大於 10 時，所有的輸出端子均呈 OFF 狀態，由於 IC 之輸出電晶體有內部之穩壓二極體做嵌位作用，故 IC 無損壞之虞。亦即輸入 10 以上之 Code 時，Nixie 管在熄燈狀態。所有的陰極僅有微弱之洩漏電流（該電流幾可忽略）流通而已。

表 1-3 為三菱 M53241 P Nixie 管驅動用 IC 之動作表，這種 IC 當 BCD 輸入之 Code 大於 10 時，則數字管將呈現兩個數字重疊。

表 1-3 M53241 P 之動作表

10 進數	BCD 輸入				顯示管顯示之數字
	A	B	C	D	
0	L	L	L	L	0
1	H	L	L	L	1
2	L	H	L	L	2
3	H	H	L	L	3
4	L	L	H	L	4
5	H	L	H	L	5
6	L	H	H	L	6
7	H	H	H	L	7
8	L	L	L	H	8
9	H	L	L	H	9
10	L	H	L	H	2, 8
11	H	H	L	H	3, 9
12	L	L	H	H	4, 8
13	H	L	H	H	5, 9
14	L	H	H	H	6, 8
15	H	H	H	H	7, 9

圖 1-8 為使用 M53241 P 用以驅動小型 Nixie 管之驅動電路例。若係使用 SN74141N 則無需變更 IC 之連接線，可直接更換。

圖 1-9 為 Nixie 管驅動用 IC 之輸出側嵌位電路例。每只輸出電晶體之集極側與接地之間加上嵌位用之穩壓二極體藉以保護 IC。至於嵌位之電壓值則隨 IC 製作廠而異，但一般均在 55 ~ 70 V 之間。

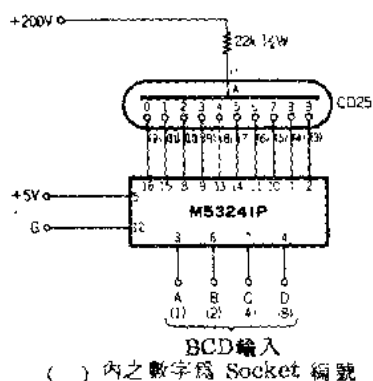


圖 1-8 使用 M53241P 之小型
Nixie 管之驅動電路例

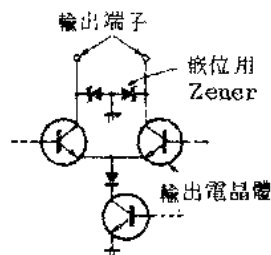


圖 1-9 輸出之嵌位電路

2-5 Nixie 管之消燈

以 IC 來驅動 Nixie 管時，依使用之 IC，當輸入信號之 BCD Code 大於 10 進數之 10 時，有重疊兩個數字（如 M53241P），或全部數字均消燈。在許多場合中，雖 Nixie 管應在完全消燈狀態，但各

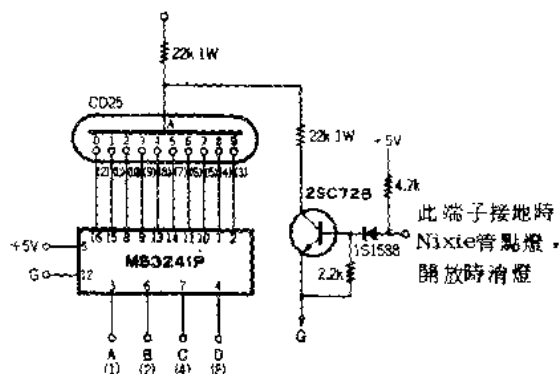


圖 1-10 Nixie 管之消燈電路例