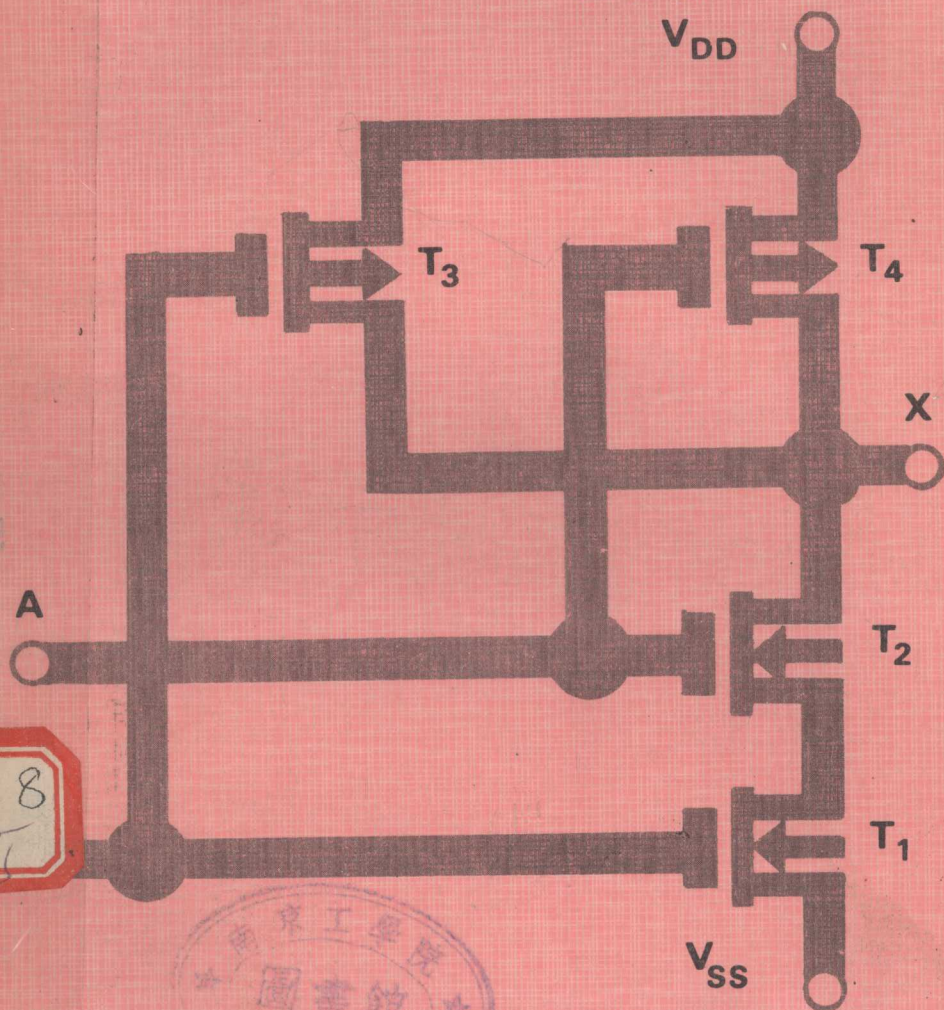




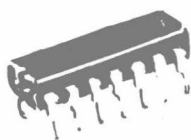
IC應用技術叢書(五)

C-MOS IC應用專集

編著者 王政友



無線電界雜誌社印行



IC應用技術叢書(五)

C-MOS IC應用專集

編著者 王政友



05178796

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，書中乖誤之處必多，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

C-MOS IC之發展雖較TTL, DTL爲晚, 但由於其具有低消耗電力以及雜音餘裕高等特徵, 故自問世以來廣受電子業界所樂用。因而廣範圍且深深地浸透於民生機器以及各產業界之中。

例如電算機與電子錶等, 利用C-MOS LSI之低消耗電力以及小型之液晶顯示器(LCD)配合使用, 更能使產品小型化, 輕量化與高功能化。另外, 各種專用之C-MOS LSI相繼推出, 大量應用於舉凡電視, 錄音機等民生用機器或汽車, CB收發報機, 以及各種計測機器之中。

本書實爲C-MOS IC應用方面之引介。書中先就C-MOS IC之各種基礎事項作一介紹, 然後舉出常用的基本電路。期能使讀者對於C-MOS IC有一初淺的認識, 並了解使用C-MOS IC之際所注意之事項。在許多場合之中, 由於設計者尚未慣用於C-MOS IC, 故常引起多種困擾, 至於使用C-MOS IC時, 易產生之問題與其對策則將另關專集介紹。

中華民國六十七年十一月

IC 應用技術叢書(一)

IC 應用引介

本書為 IC 應用上之引介，本書先就基本的邏輯電路（*DTL* 與 *TTL*）作一詳細的介紹，然後說明各種邏輯 IC 之構造與其使用方法。本書第三、四兩章則說明各種基本的邏輯電路，諸如計數器，選擇電路以及各種脈衝電路等。第五章舉列說明 digital 技術之應用，為 IC 應用初學者之入門書籍。

本書內容

- 1 digital IC 基礎
- 2 Gate IC 之使用方法
- 3 digital IC 電路
- 4 digital IC 技術之應用

IC 應用技術叢書(二)

正反器及其應用專集

正反器 (Flip-Flop) 為邏輯電路中不可缺之重要電路元件，為計數器、暫存器等順序電路之骨幹。本專集除介紹各種正反器之構成及其動作性質外，並對正反器之應用包括暫存器、計數器作一詳細的說明。

* 本書之內容 *

1 正反器基礎

2 正反器之構成與動作 各種 FF 之構造。

3 暫存器 並列輸入——並列輸出暫存器 / 串列輸入—串列輸出暫存器 / 串列 (並列) 輸入——串列 (並列) 輸出位移暫存器。

4 計數器

- ◆ 非同步式 3 進~16 進遞增計數器之製作
- ◆ 同步式 3 進~16 進遞增計數器之製作
- ◆ 非同步式 3 進~16 進遞減計數器之製作
- ◆ 同步式 "
- ◆ 非同步式遞增 / 遞減計數器之製作
- ◆ 可變進制計數器之製作
- ◆ 使用 MSI 之各種計數器電路

IC 應用技術叢書(三)

驅動電路專集

本書主在介紹各種指示（顯示）裝置之驅動電路，以及各種小型馬達、電磁裝置之驅動方法，主要內容計有：

1 各種數字顯示器之驅動方法

包括Nixie tube，LED，螢光數字管、燈炮式顯示器、LCD等之驅動方法。

2 各種小型馬達之驅動方法

諸如：串激、分激、直流馬達之驅動。

階進馬達（Stepping motor）之驅動。

各種通用型馬達之驅動。

3 其他之驅動電路

TTL IC —電晶體電路之驅動。

指示燈、小型電驛之驅動。

IC 應用技術叢書(四)

光耦合器應用專集

光耦合器 (photo coupler) 爲近期開發之信號傳送用電路元件。舉凡電子計算機之周邊裝置，自動販賣機之控制，以及各種信號之長距離傳送等均已逐漸應用 photo coupler。

本書專集主在介紹各種 photo coupler 之構造、應用，其主要內容計有：

- 1 Photo coupler 引介
- 2 LED—光電晶體型 photo coupler
- 3 LED—光二極體型 photo coupler
- 4 LED—達靈頓光電晶體型 photo coupler
- 5 LED—photo thyristor
- 6 LED—Cds 型 photo coupler
- 7 霓虹燈—Cds 型 photo coupler
- 8 鎢絲燈—Cds 型 photo coupler
- 9 Photo interrupter 之應用

IC應用技術叢書(五)

C-MOS IC 應用專集

目 錄

第一章	C-MOS IC之基礎	1
1.	FET.....	1
2.	MOS FET與MOS IC.....	10
第二章	C-MOS IC使用前之基本常識	27
1.	最大規格.....	27
2.	直流特性.....	27
3.	Switching 特性.....	33
4.	消耗電力.....	36
5.	C-MOS IC之輸入輸出側電路	37
6.	C-MOS IC多餘輸入端之處理法	42
7.	C-MOS IC與其他邏輯元件間之 Interface.....	43
8.	C-MOS IC與各種顯示器間之 Interface	56
第三章	C-MOS IC之基本應用電路	69
1.	基本之C-MOS Gate IC	69
2.	多諧振盪器.....	73
3.	Schmitt Trigger	85
4.	計數器.....	86
5.	暫存器.....	97
第四章	C-MOS IC之實用電路	101

1. 小型數字式碼錶之製作.....	101
2. 數字式迷你計數器之製作.....	108
附 錄 C-MOS IC之品種與機能	114

第一章 C-MOS IC之基礎

在C-MOS IC開始推出廣被應用之前，已有部分MOS IC與TTL或DTL混合使用或單獨使用。自從美國RCA公司率先推出C-MOS IC (Complementary MOS IC)後，由於具有低消耗電力，高雜音餘裕度，以及廣泛的電壓使用範圍等特徵，因而造成電子工業上極大的震撼。

今後，C-MOS IC預料將以壓倒性之實績而活躍於各產業的控制機器，各式工業計器以及各種民生用器具之中。為便讀者能熟煉應用C-MOS IC起見，本章先就C-MOS IC之基礎常識加以介紹，然後逐次介紹C-MOS IC之應用方法。

1. FET

在說明C-MOS IC之前，茲先就電場效應晶體(FET)之種類與性質作一簡單的介紹。

1-1 FET之動作原理

FET為Field Effect Transistor之簡稱，其別名為單極性電晶體(uni-polar Transistor)，以與一般之雙極性電晶體(bi-polar transistor)區分。

在一般雙極性電晶體的場合，其內部流動的載體有多數載體(majority carriers)與少數載體(minority carriers)兩種；但在單極性電晶體的場合，載體僅有一種而已(N-channel的場合為電子，而P-channel的場合則為電洞)。

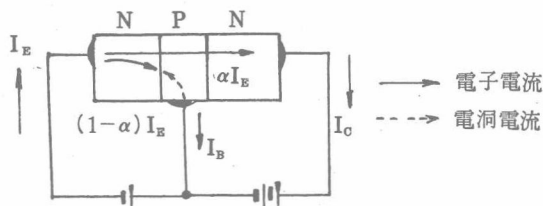


圖 1-1 bi-polar 電晶體之動作原理

雙極性電晶體之動作原理如圖 1-1 所示。自射極注入於基極之部分多數載體（在圖示的場合為電子）在基極領域中與電洞重行結合而形成基極電流。其餘之載體則通過基極而進入集極領域，形成集極電流。利用基極與集極電流之比例來施行放大之作用。

在 FET 的場合，則如圖 1-2 所示，係利用改變加至控制閘極上之電壓來改變電流通過之通道（channel）之大小，藉以改變流通於 channel 中之載體量。這種載體量之控制方式與真空管之利用柵極電壓來控制屏極電流之方式頗為相似。

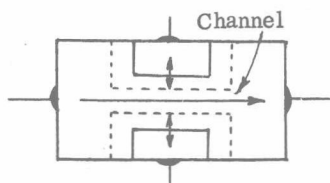


圖 1-2 FET 之概念

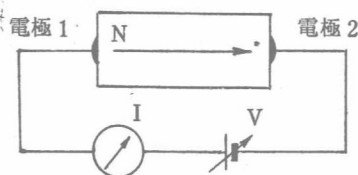


圖 1-3 FET 之動作原理(1)

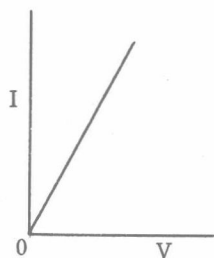


圖 1-4 圖 1-3 之特性

FET由電壓控制部分之構造可分為接合型與絕緣型兩種。圖1-3係在一半導體小片之兩端加上電極，然後施予一外加電壓。此時，電壓與電流間之特性如圖1-4所示，係呈穩定之電阻特性。至於電阻之值則視半導體中之雜質濃度，半導體之種類以及半導體之尺寸所決定。

其次，如圖1-5所示，在該半導體之側面擴散一層雜質，使形成一PN接合，並在該新擴散之雜質層（在圖示之場合為P型半導體）中加上電壓。當外加之電壓較小時，則與圖1-4所示之特性相似，電流係呈直線增加，若外加電壓增加，即PN接合之逆向偏壓增加時，則圖示之空虛層（或空乏層）逐漸增廣，以至於使電流之上昇率下降，最後將呈一定之電流值。其特性如圖1-6所示。

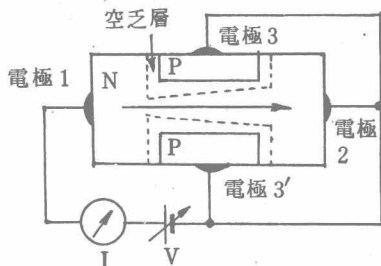


圖 1-5 FET之動作原理(2)

在圖1-5的場合，電極3-3'與電極2係短路連接，假設在電極3-3'與電極2之間另外加上電壓，如圖1-7所示時，則在電極1與電極2加上電壓之前，沿着channel已有空乏層存在。故在電極1-2間之電壓上昇時，電流達到飽和狀態之電壓值將較圖1-6所示者為低。飽和電流值亦較小，如圖1-8所示。換句話說，流於電極1-2間之電流將受電極2與電極3-3'之電壓值所控制。

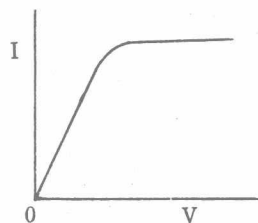


圖 1-6 圖 1-5之特性

電極2,1分別為電流之進入口以及排出口，故分別稱之為進極（Source）與出極（drain）；至於電極3-3'因係用以控制channel中流通之電流量，一如水閘開門之作用，故稱之為閘極（gate）。

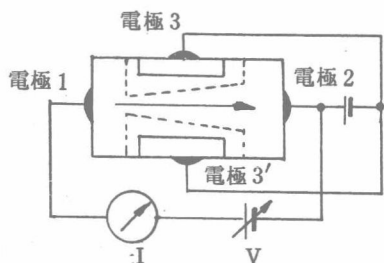


圖 1-7 FET 之動作原理(3)

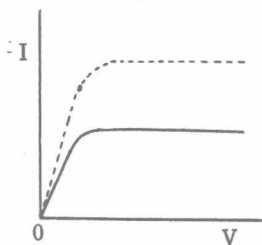


圖 1-8 圖 1-7 之特性

圖 1-7 中，若繼續增加閘極一進極間之電壓時，則出極一進極間之電流（以下簡稱為 Drain 電流 I_D ）將逐漸減少。當閘極一進極間之電壓達某一值時，Drain 電流將減至為 0，圖 1-9 為其間之特性，此一特性亦稱為該電晶體之轉移特性。

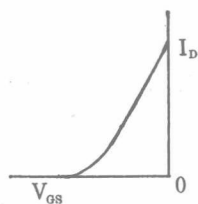


圖 1-9 轉移特性(1)

1-2 FET之種類

如圖 1-9 所示之特性，當閘極一進極間之外加電壓值上昇時，Drain 電流反而逐漸減小，這種動作 mode 稱為障礙 mode (depletion mode)，另一種 mode 係當閘極電壓上昇時，Drain 電流逐漸上昇，這種動作 mode 則稱為增量 mode (enhancement mode)，其轉移特性如圖 1-10 所示。障礙 mode 動作之 FET 稱為障礙型 FET；而增量 mode 動作之 FET 則稱為增量型 FET。另外，若兼具障礙型與增量型動作之 FET 則稱為（障礙+增量）型 FET。

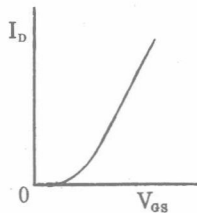


圖 1-10 轉移特性(2)

亦即FET由其動作型態予以區分時，有圖1-11所示之三種類別

- i) enhancement 型
- ii) depletion + enhancement 型
- iii) depletion 型

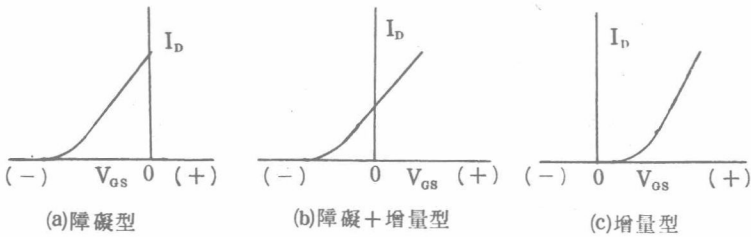


圖 1-11 FET 依轉移特性之分類

由圖1-11可以看出，在偏壓為0之狀態下，若有 Drain 電流流通，該FET即屬於障礙型；反之，若無電流通，則屬於增量型FET。

FET 除了依上述由轉移特性而分類外，並可由閘極之構造予以分類為

- i) 接合型 FET
- ii) MOS 型 FET

兩種。接合型FET (Junction type FET) 係利用逆向偏壓之 PN 接合作為閘極用。其實際之構造多如圖1-12 所示。至於其製造過程則如圖1-13所示。

MOS 型FET (Metal Oxide Semiconductor type FET) 如圖1-14所示。其閘極係由金屬(Metal)、氧化膜(Oxide)與半導體(Semi-conductor)三層有如三明治之構造所

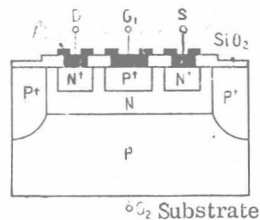
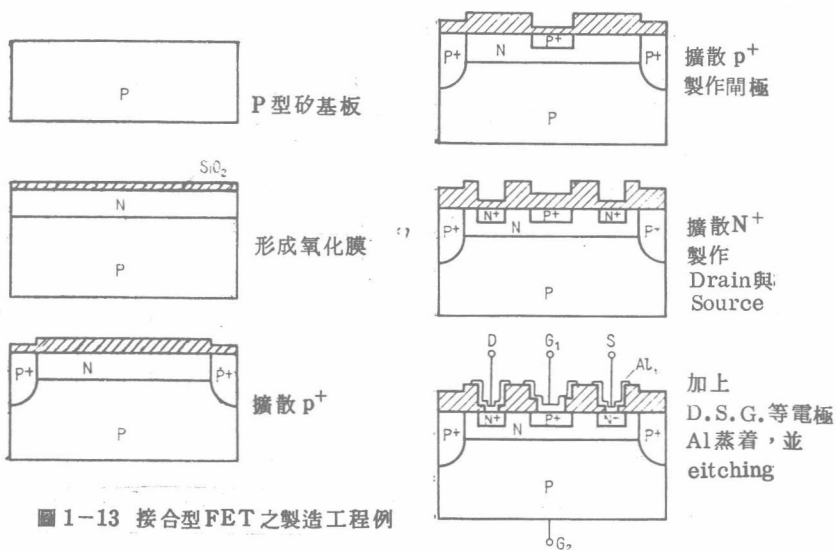


圖 1-12 接合型FET之構造圖



形成。其中之氧化膜部分亦有使用氮化膜者，故一般之通稱應為MIS型(Metal Insulator Semiconductor)或絕緣閘極(Insulated Gate)型FET。

MOS型FET有增量型以及障礙+增量型之兩種類。其等之構造分別如圖 1-15 與 1-16 所示。



圖 1-14 MOS型FET

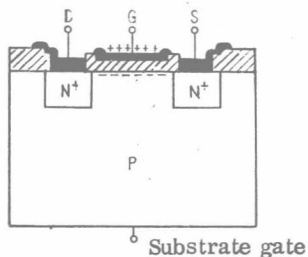


圖 1-15 MOS型構造圖

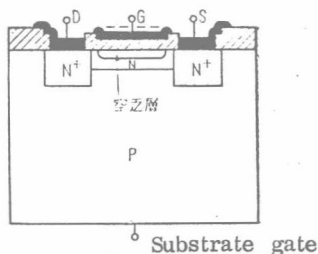


圖 1-16 MOS型構造圖
(增量+障礙型)

在增量型的場合，當偏壓為 0 時，由於進極與出極之間並無使載體通過的 channel 存在，故出極電流為 0。

假設在閘極上加上偏壓，則因靜電感應之效應，在氧化膜之下方將形成一反轉層，而使得進極與出極之間產生一電流通之孔道。該反轉層之大小直接影響出極電流之大小。亦即閘極上外加電壓（偏壓）之大小可用來控制出極電流的大小。

在增量+障礙型 FET 的場合，當無外加之偏壓狀態下，進極與出極之間已有某一寬度之 channel 存在。此時，依閘極上外加偏壓之極性可使該一 channel 之寬度增加或減小。換句話說，這種型式之 FET 可由外加偏壓之極性而呈增量或障礙型之兩種不同之動作特性。

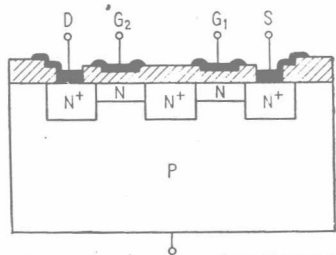
反之，在接合型 FET 的場合，由於閘極係使用加上逆向偏壓之 PN 接合，故其動作之型式僅有障礙型一種而已。

FET 除了以上所述之分類外，並可由閘極之數而予以分類為

- i) 單一閘極 FET (Single Gate FET)
- ii) 雙閘極 FET (Dual Gate FET)

兩種。單一閘極 FET 係在基板 (Substrate) 之外，僅具有一只閘極之 FET。一般之 FET 多屬於這種型式。

至於雙閘極 FET 則如圖 1-17 所示，具有 2 只閘極。這種 FET 適用於 VHF 帶域之高頻放大電路以及頻率變換之電路等。



Substrate gate 通常與進極連接

圖 1-17 Dual Gate Mos 之構造

1-3 FET 之特徵

FET 亦為半導體之一種，故與一般之電晶體相似，具有各種半導體元件所具之特徵。但與一般之電晶體相較之下，FET 具有以下所