

第一章 緒論

第一節 場效性電晶體互動教學之重要性與發展演進

一、互動式多媒體與教學的重要性：

互動式多媒體教材以資料容易更新、互動連結、存取便利、通訊傳輸迅速多方功能優勢之下，除了可提供最佳的「個別化學習」之外，運用最為廣泛則是在於企業界、教育界與傳播娛樂等三大方面；就企業訓練而言，它能提供較為有趣的內容，而且電腦快速的運算與回饋能力，能給予使用者在學習過程中更具彈性及豐富性，與傳統的訓練模式有所差異；在教育學習的運用上，除了先前所提的，具有合乎人性之外，亦具有互動性及提供更多的學習資源特性，更提高使用者的學習動機與成效，因此教育學習領域中亦給予極高之評價與發展空間；就家庭娛樂的多媒體而言，多數媒體教材內容仍以遊戲媒體(Game)為主，使高容量的多媒體光碟在家庭育樂及教育性軟體外成為另一個媒體領域，其內容涵蓋了高品質的音效、圖像、動畫及更多教育功能的遊戲、電子百科…等，相對提升了其媒體價值（高新發、陳姝香2000）。媒體在教學過程中最普遍的功能應是協助或支援教學者，理論上，經過適當設計的教學媒體，不但可以幫助教學，更可增進學習效果。本研究將媒體與教學的關係彙整如下：

1. 可輔助教師教學，促進師生互動：運用教學媒體進行發現式或探討式的學習；它也改變了老師在教學中的角色，適當的安排學生參與，老師可成為教學的經營者，不再是教學資訊的傳播者（劉信吾，1999）。
2. 促進適性教學的推展：媒體的應用讓老師在教學時可以有更多彈性和變化，所以教學媒體的發展和應用，可以協助老師在教學時了解學生的學習型態和各別差異而實施適性教學（李宗薇，1998）。

3. 方便學生自我學習，增進學習量：學生可以透過媒體作多次練習而訓練傾聽與反應能力。另外在知識爆炸（knowledge explosion）的時代，僅靠有限的教學時數與傳統的教學方式，實不足以應付。必須藉助諸如廣播、電視、電腦和網路多媒體，才能在有限的教學時間外獲取更多的自我學習的方式（張玉燕，1998）。

互動具有立即性、非線性、回饋性、多樣性、雙向性、間斷性等六種特性，至於互動的程度由低至高亦有不同，若以互動的程度作為評估標準，則媒體的互動性又可分為三種：反應式、內發式及相互式

1. 反應式互動(Reactive Interaction)：反應式互動是指對刺激所引起的反應，例如鍵入答案以回答問題，或按空白鍵以觀看電腦的下一個畫面。此種活動呈現地只是簡單的「反應」狀態，純屬於低層次的認知活動，而獲致之知識亦只是被動灌入而非由學習者親自體驗、主動建構而成，因此對於該項知識的真正意義也無法完全體會。

2. 內發式互動(Proactive Interaction)：內發式互動強調學習者是主角與反應式互動相反，而教師(或媒體)是協助者，學習者所得到的知識是親自歸納、組織而成。例如在 Logo 程式語言的微型世界中，學生指揮電腦，以完成某項工作，從而達到其學習目標。於此種情境下，電腦的角色變成受教的徒弟，而學習者在思考如何教導、指揮電腦的歷程當中，也累積了屬於自己的知識。

3. 相互式互動(Mutual Interaction)：相互式互動為最高層次的一種互動，此種互動主要繫於人工智慧之設計。其控制權不操作於媒體，亦不在於學習者，而是兩者不斷相互調適，學習者隨時依自己的需要提出要求，而電腦則視學習者之能力、學習類型、單元目標等作出適當的回應或建議。

二、互動式教學之發展演進

互動式教學的發展始於遠距教學，也一直與傳播媒體密不可分。一八三三年，瑞典最早利用報紙媒體的廣告欄提供學習者寫作練習。隨著電訊傳播科技的進步，廣播、電視融入生活中，遠距教學緊緊抓住傳播媒體的特性，將教學與媒體結合。一九三四年，愛荷華州立大學首先使用電視製作教學課程；時至一九六六年已發展出四百種對外播放的教育課程。一九七零年代，英國開放大學實施遠距教學並有效的整合教學媒介，成績斐然，各國風起雲湧效仿之（施大偉等人，2003）。一九六零至一九八零年代，伊利諾大學率先利用電腦播放教學畫面，開啟了電腦輔助教學發展時期。同時期，源於美國國防部的網路建設也由於它的便利性，爾後便擴展成無遠弗屆的全球資訊網。一九九零年代電腦的普及與網際網路的蓬勃發展，將傳播與遠距教學推向網路與多媒體結合的新紀元。

國內自一九九四年成立國家資訊通信基礎建設推動小組專案，規劃高速網路、應用實驗平台及三套遠距教學實驗系統。一九九七年實施為期四年的「遠距教學中程發展計劃」。一九九九年開放大專學校辦理「非同步網路遠距教學」，非同步教學(Asynchronous Teaching)學分的承認，使得教學的設計與學習方式更具自由。二零零一年頒布的「專科以上學校實施遠距教學作業規範」，使網路教學方式課程之運作有所依循。根據教育部電算中心的統計，90學年度計有一百多門同步教學(Synchronous Teaching)與非同步教學課程開設，選修人數超過數千人。由此可知，網路教學逐漸成為各校的發展重點工作。

互動式(Interactive)為結合電腦與視聽儲存媒體而成的Interactive Multimedia「互動式多媒體」或稱「交談式多媒體」，與人溝通的方式已由單向、直線的播放進行而至雙向、跳岔的互動(楊叔卿，1987)。

學習者輸入訊息影響了電腦的回饋記憶，因此，學習者為了完成教材軟體的練習、問題或是遊戲，都會謹慎思考問題再輸入正確答案（徐瑛雲，1992）。而為了要使教材與學習者建立互動，教材內容必須與學習環境充分配合，譬如規劃能夠引起學生討論興趣的問題，使學生與教材之間能夠建立正面的互動關係。使視訊較能真正達到輔助學習的功效，除了提供單向的內容傳遞並將教材內容與討論區功能結合達到雙向溝通之目的（孫春在，1999）。

在媒體科技的迅速發展下，對於整體社會的學習環境裡已產生了極大的影響；媒體在教育領域的應用而言，提倡建構主義與情境認知表現主義學者，將媒體視為呈現學習資訊及提供學習情境的最佳資源，並可協助學習者主動建構知識。在教學科技領域中，即是以適用的傳播媒體提供「視覺」及「聽覺」訊息來傳遞教學內容同時進行學習活動。教學媒體的演進由早期的肢體戲劇表演、粉筆板教學、模型、教科書等印刷品、幻燈片、廣播電視一直到今日的電腦多媒體教學等（張霄亭，1994）。

隨著電腦科技在學校教學廣泛運用與家庭使用的普及化之下，實質的影響了教學方式與學習型態，漸漸趨向互動性與個別化的學習。

正因為電腦教學軟體的普及與多元發展，使多媒體在教學領域中產生了更大的影響；近年來在教學媒體的發展，主要是與電腦科技成長有所相關，如人工智慧、專家系統、光碟科技、互動式科技（Interactive Technology）及虛擬實境（Virtual Reality），使教學多媒體功能越趨完整（朱則剛，1994）。

多媒體教材發展初期，設計者必須先列出使用者的需求與每一個細節。當使用者未能充分表達需求，設計者又未能充分瞭解使用者需求，又必須設計出完全符合使用者使用之教材是一件極具困難的事，這樣的設計模式對於需要一直不斷修正回饋的互動式或交談式多媒體輔助學習教材是較為不合適的，所以，在互動式多媒體教材編制中，畫面的處理與各使用介面的配合皆需要不斷的回饋與修正（朱文禎、林淳美，1995）。

互動式媒體教材發展至今，就如同交通工具與人類相互之間的關係而密不可分。由於交通工具是一種傳遞與傳輸的系統，因科技發展迅速而日亦複雜、便捷，經使用者不斷回饋與修正而更加的舒適。這樣的情況和許多的新媒體形式出現的情形是相同的，它們最基本的共同目標，就是要改進教育內容所呈現的形式以及課程訓練時的教學條件與限制。

由於，互動式多媒體具有整合多種媒體的功能，因此它能在適當時間與場合提供適當的溝通與傳達方式，使其訊息傳達效率大為提高；加上電腦執行速率的不斷提高，更足以能夠處理龐大的數位內容，在資料更新、連結、存取、互動及通訊傳輸等，使應用範圍上更趨於多元。教育學者Taylor在IBM教育系統公司中與推動多媒體不遺餘力的高級主管James E. Dezell 進行訪談時，James 對多媒體的看法則認為：「以全動的影像承載豐富的視覺訊息，它給你直接的管道進入大腦，使我們處理資訊非常有效率。動態影像的聯結與互動的特性，容許每一個學習者選擇適合各自的學習模式求取知識，而他們學得最好的方式，即是個別化學習」（Taylor，1990；楊淑卿，1993）。

三、場效性電晶體之發展演進

一九四五年，貝爾實驗室半導體研究小組的負責人蕭克萊 Shockley 當時想到用場效應(field effect)的方法，來做固態放大器。就是利用一個輸入電壓產生電場，利用這個電場來影響半導體輸出電流。如果我們在靠近半導體的地方放置電極，在這個電極加上一個電壓，這個電壓會在半導體內部吸引更多的電荷，這些增加的電荷會改變半導體的電導率，因此可以用這個辦法來控制輸出的電流。他們首先用一個薄層半導體，看看能不能用場效應的方法來調整它的電導性，但是這個實驗試過很多次都失敗了。這可能是因為半導體的表面態的關係。在找不到解決的方法，貝爾實驗室改變方向，因而發明出點接觸電晶體。

一九四七年十二月，皮爾遜在石英板上累積一層 p 型的鍍薄膜，並在兩邊個附上一個電極。接著他滴了一滴硼酸乙二醇在鍍上，再用一條導線液滴表面接觸，施加了幾伏特電壓後，他發現施加在液滴上的電壓果然大幅改變流經鍍膜的電流，幅度大約有百分之十到三十。這個實驗證明了蕭克萊所預測的場效現象確實存在。

一九五四年，德州儀器的提爾 Tier 成功的利用矽成長出矽電晶體，使矽開始入主半導體的領域。一九五五年，貝爾實驗室的佛羅 Flor 不小心把氫氣點燃，並把水氣噴進擴散室裡，碰巧在矽表面上成長出二氧化矽，它在矽表面上構成堅固、光滑的保護層，防止晶片表面被侵蝕或蒸發掉。

一九六二年，此時用二氧化矽來當隔離層的發展已趨完善。而且當初因半導體的場效應無法發揮的表面態問題，因二氧化矽可以用來保護矽導體而有所改善。

RCA 實驗室的哈佛史丁(Steven Hofstein)和亥門(Frederic Heimann)利用矽和熱成長的二氧化矽，成功地製造出第一個場效電晶體。同時期，積體電路的概念和技術也正在蓬勃發展中。

由於場效電晶體是單極性元件，因此不受少數載子效應的影響。該特性具有比雙極性電晶體更快的切換速率和更高的截止頻率。它所需的功率如此較小，故在一個積體電路上擺上較多的電晶體原件，集成度因此變高，同時它的價錢也比較便宜。因此漸漸成為日後半導體市場的主流電晶體。

上述為本次專題研究主題場效性電晶體互動教學之發展演進與重要性。

第二節 研究動機與目的

近年來新竹科學園區在微電子工業方面的快速成長已廣泛引起國際間注意，並在國際舞台上扮演重要的角色，使得二十一世紀的台灣將更需要大量微電子方面的人才。但是，欲成為一位專業的電子工程師及相關從業人員，必須具備電子電路方面的基本知識與分析能力。再加上現今社會電子產品的廣泛和多樣性我們可以看出今日電子學的重要性，所以不得不將電子學基礎學好。而我們班級的同學都是來自於理工科系的電子、電機科系，電子學早已成為一門必修的課程。但是以來電子學都是令我們理工科系的學生頭痛的科目，原因大部分是電子元件以及電路特性合工作原理的分析及運用都會混淆在一起，讓大家產生了排斥感。剛好本系之教學目標著重於資訊網路系統設計的實用性與理論相互配合，然而，我們想以另一種方式來呈現，然而發展這種電子教材需有兩個重點，一是節省初學者摸索的時間並快速學習，提升學生學習興趣，另一個則是具備互動式，讓學生也能親自操作，我們相信只有能符合上述兩樣重點的電腦輔助軟體才是有意義的。在大家的印象中，Flash 是個網路動畫的製作的工具，真是大材小用了！除了動畫之外，Flash 的強大功能可以讓我們輕鬆製作出互動式的教學。

我們互動式的教學目的，就是藉由電子媒體將一些上課教學內容加以擷取精華，以生動活潑和可重覆撥放的方式，呈現出來，讓一些初次學習電路學的人，或者是對電路學有興趣，卻沒有基礎的人，可以藉由此方式，可以對一些艱澀難懂的課程，能夠加以融會貫通，以達到學習的效果。而此次本專題選擇電晶體基礎概念教學為主，因為電晶體是我們理工科系所耳熟能詳的主要元件之一，以往，我們所學習的有關電晶體方面的知識，都是藉由書籍上所介紹之圖示或文字敘述的方式，另外，驗證的方式是做實驗的方式來驗證其定理或理論。然而，我們卻以另一種方式來呈現出關於電晶體的理論及其特性，先讓學習者能有一個簡單的概念，之後，再進入實例演練。一方

面了解定理，一方面了解應用在實例上，目的是讓學習者，能以生動且易懂的方式，學習者可透過各章節的選單做點選閱讀，每個章節闡述，一個定律或公式，其次，再將定理應用在解題上，增加使用者對定理的應用與了解，而這種方式，就是使用 Flash 軟體來實現。

第三節 研究範圍與報告書架構

一、研究範圍

本組研究的範圍分為：

(1) 在收集資料方面：

收集國內國外關於場效性電晶體的相關資料，透過所收集的資料進一步，了解場效性電晶體特性及設計與應用。

(2) 在設計應用方面：

以 Macromedia Flash MX 為模組，將各種場效性電晶體定義與理論用互動式動畫試將該元件之功能完整呈現出來

(3) 在分析評估方面：

以學習者的方式角度切入，才能明確的了解這套系統是否受用，因為，本系統設計的目的，是根據學習者所量身設計的，如能被學習者所接受，也達到此系統的目的。

二、報告書架構

本研究專題共分五章，第一章緒論主要在說明研究主題之發展性及其背景，還有，為何製作此專題研究之動機和目的，在本章都有詳細的說明及介紹，第二章為理論及技術探討，主要是在介紹研究主題詳細理論跟技術，例如：本組是以 Macromedia Flash mx 及 Swish 軟體為主，場效性電晶體為輔，製作出關於場效性電晶體的理論，那此章節就是在說明 Macromedia Flash mx 及 Swish 軟體的理論跟技術，及稍微介紹一下場效性電晶體，第三章為系統，本章研究主題之重點，本章詳細介紹本專題製作出互動教學的功能介紹與系統架構，以及專題製作流程，都在本章有詳細介紹，第四章為系統呈現主要在介紹，本次專題的成果發表，第五章為結論，主要在說明本次專題所做的互動教學的用途與所學習到的技術與經驗。

第二章 Flash 與 Swish 的技術探討

第一節 Flash 技術探討

1. Flash MX

為Macromedia 公司於1996 年正式發表，是以時間軸為基礎的軟體。其動畫繪圖方式採向量方式處理，圖形於網頁中放大或縮小時，較不易失真。具有多媒體整合功能，能整合聲音、圖片、動畫、互動式設計。

其功能特色包括：

(1) 卓越的向量圖形編輯：向量繪圖是Flash 有別於其他多媒體動畫編輯工具最大的特點。向量圖形是以圖形的幾何屬性和色彩數計算檔案大小，檔案體積小，於網路速度為第一優先的前提下，使用向量圖的處理方式會更易於網路傳輸。且不論放大到多大的顯示比例，畫質仍能保持清晰不模糊。

(2) 多媒體的整合、同步處理：Flash 靠其本身的時間軸概念，將網頁中該出現的元件、互動的流程，都以明白簡單的方式安排。

於動畫中加入互動的功能，讓動畫不只侷限於觀賞，更可讓瀏覽者留言、玩遊戲以及做問卷等，達到即時互動的功效。

(3) 編輯獨立的檔案或遊戲：Flash的「發佈」指令還可以將作好的Flash 動畫匯出成.exe 的自動播放執行檔，即使沒有Flash 的播放器，也可以開啟並觀賞該動畫檔案。

(4) 共享圖庫元件：可於不同Flash 檔案中，共同分享其它檔案圖庫中之元件，因以連結的方式處理，故不會佔用太多的檔案空間。

二、Flash的設計概念

以Flash 製作的動畫，不論播放時間長短，都有其必備的三要素，包括「劇本」、「場景」以及「元件」，簡要說明如下：

(1) 劇本：劇本是整部動畫的整體規劃與概念，需要考慮的重點包括動畫的劇情內容、畫面的大小範圍、元件數的多寡及出場方式等。將構思過程中的所有點子紀錄下來，再則全面規劃與設計整部動畫的流程以及每個細節，最後利用 Flash 將創意落實於動畫中。

(2) 場景：Flash 中的場景，包含了所有製作動畫所需的基本設定，每一個場景都是由許多畫格 (Frame) 所組成，畫格相當於一張張靜態的圖片，將之快速播放即可產生動態效果。

而許多內容連續的畫格組合在一起快速播放時，即可構成一部完整的動畫。影響場景的因素包括：

- a. 背景：即畫面的背景顏色或背景圖檔。動畫的長度短則數秒，長則數分鐘，可使用單一場景貫穿全段動畫，但也可根據劇情需要，視情況增加場景。
- b. 影格：利用一格一格的畫面切換來達成元件動畫的效果，而這一個個靜態的畫面稱為影格，以影格為基礎，進行元件製作、設計和編輯。一個完整的動畫是由數個至數百個影格所組成，影格數量的多寡，依劇情需要決定之。
- c. 影格速率：影格速率對於一個動畫檔案的影響相當大，數值設定的大小，影響動畫的播放時間與播放的流暢度。

(3) 元件：Flash 動畫中的元件 (Symbol) 指的是動畫中的各個圖片或文字。Flash 的「元件庫」會將所有使用的元件全部收集一起，方便使用者預覽、尋找及加入動畫。

Flash 裡的元件庫將元件圖檔分成三類：影片片段 (Movie Clip)、按鈕 (Button)、及圖像 (Graphic)，使用時將元件庫開啟，搜尋使用圖檔，再將元件從預覽視窗拖曳於動畫中即可。使用Flash 製作動畫影片時，可遵循一個的工作流程，如圖2-1 所示，如此有條不紊的順利完成影片創作。

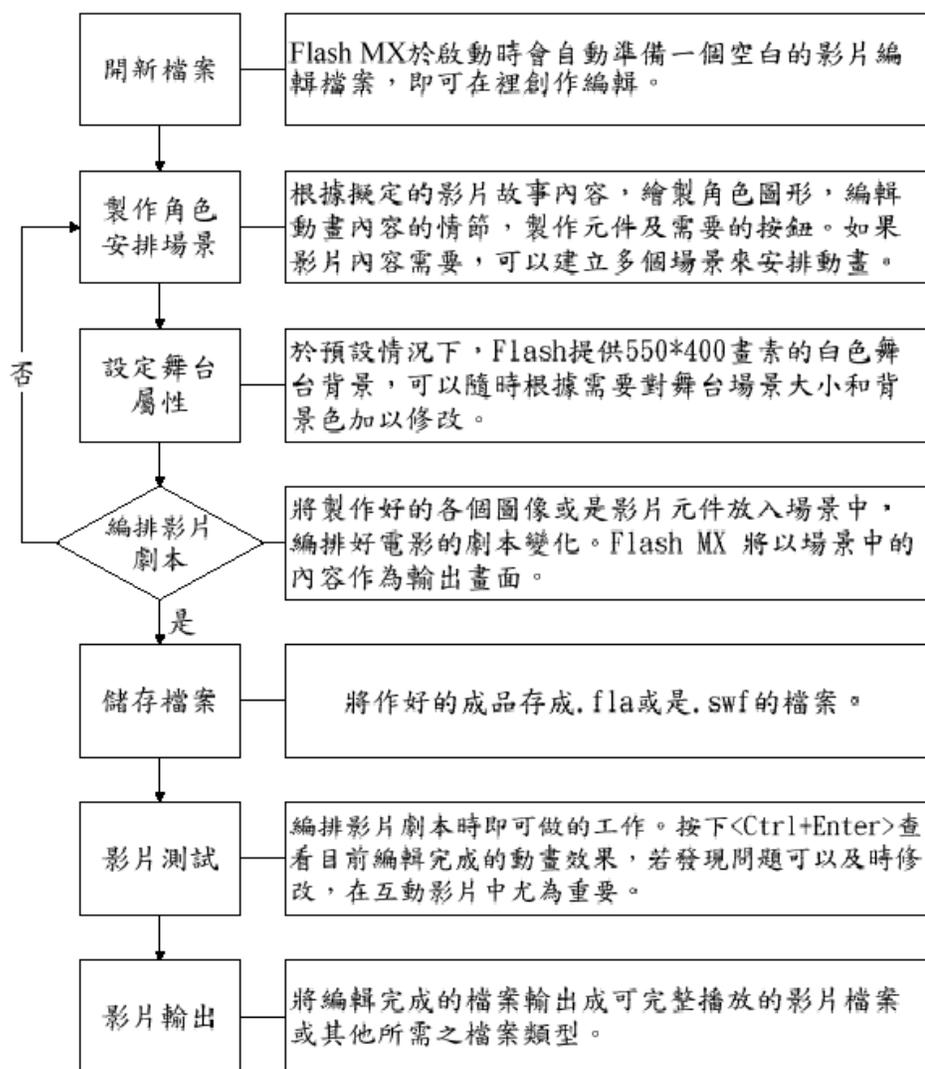


圖 2-1 FLASH 工作流程圖

主要編輯介面 Flash MX 的工作環境以標籤面板來輔助我們的工作，我們會依作品需要來向各位介紹。開啟 Flash 之後，畫面中央的白色區域就是舞台，也就是我們設計作品所呈現的畫面。如圖舞台顯示比例的顯示全部是指顯示畫面所有影像圖形為主要顯示方式顯示影格是指顯示畫面四個邊為主要顯示方式，但在開啟不同面板時，舞台四個邊則會被面板蓋住符合視窗大小是指在開啟不同面板時，舞台依就保持顯示畫面四個邊所以建議先採取符合視窗大小

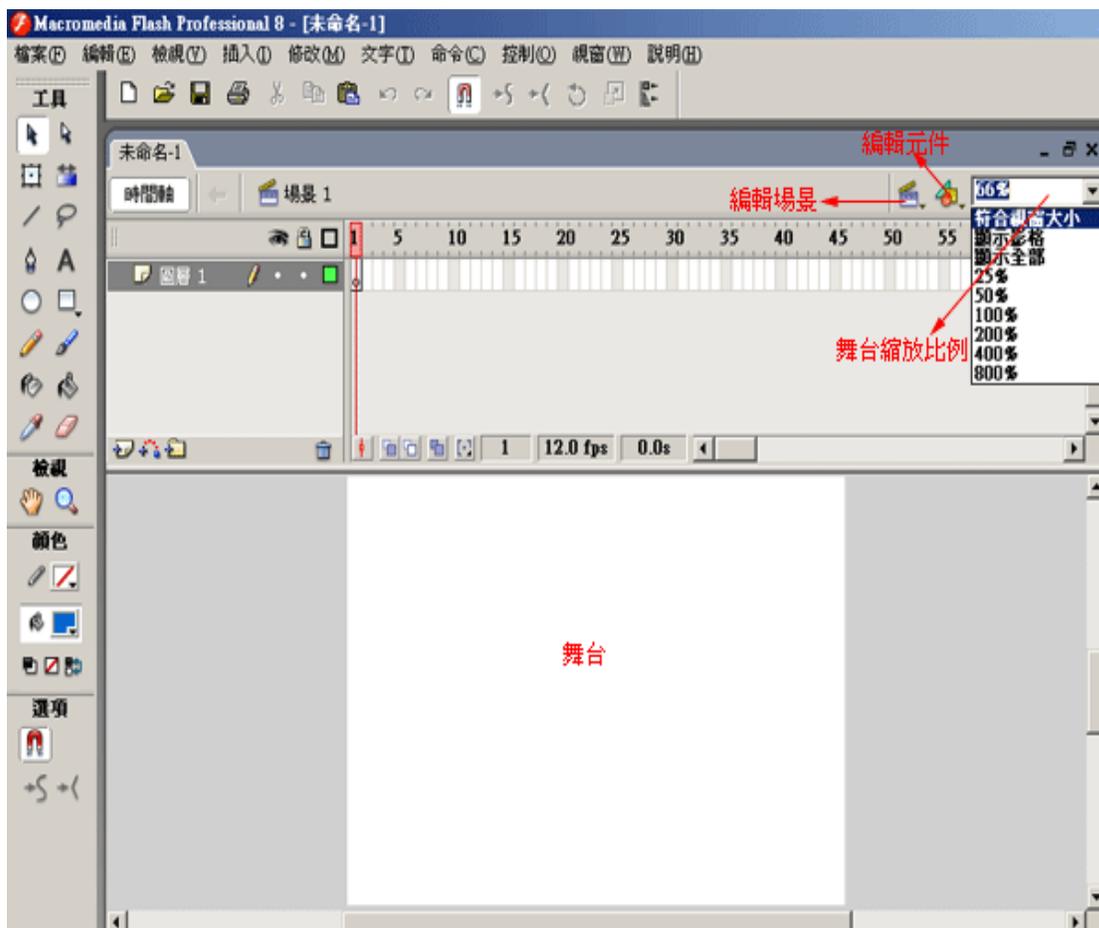


圖 2-2 編輯舞台圖

時間軸是用來控制並記錄我們的 Flash 互動電影，它顯示每一個 Scene 場景，Frame 影格，以及 Layer 圖層。

我們利用時間軸來將不同的場景或是影格串連成一個互動的 Flash 電影。如圖 2-3

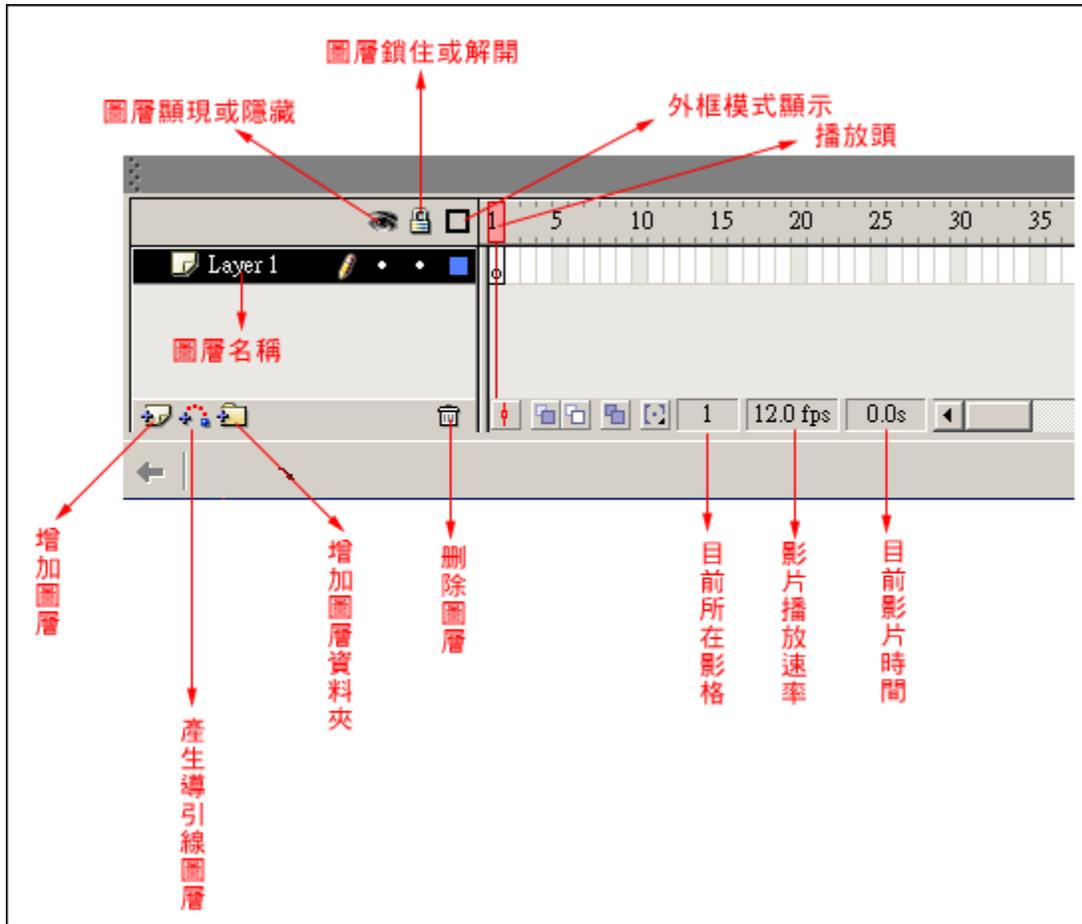


圖 2-3 時間軸圖

第二節 Swish 技術探討

一、Swish 的基本介紹

Swish 為文字特效處理軟體，可快速、簡單地於網頁中加入Flash 動畫文字特效，內建諸如爆炸、漩渦、3D 旋轉以及波浪等超過100種以上之預設動畫，可使網頁產生酷炫動畫效果。

在網頁的製作上，Flash 是一個十分重要的網頁動畫工具軟體，可以製作十分多變的效果。但是相對地來說，Flash 的操作上也是較具有難度的，要想做出像我們常見的動畫效果，除了要花上長時間學習，在製作時也必須耗上很長的時間，才能得到我們所要的效果。

Swish 是一個可幫助我們直接製作特效的軟體，尤其在字體效果的製作上更是方便，而且在學習上十分的容易，可說是一套五分鐘就能上手的工具，製作出來的特效可不是稀鬆平常，如果能善用 Swish 的功能，一些基本的控制能力它也具備，所以可以說簡易的 Flash 特效，使用 Swish 來做反而更能提昇工作效率，並且支援雙位元字組，中文也可以正常顯示。也可將製作完成的 swf 檔匯入 Flash 繼續編輯。

二、Swish 的設計概念

要做一個 Flash，又不想動用 Macromedia Flash 這個軟體，那 **Swish** 最佳的選擇。**Swish** 很容易上手，可以在很短的時間裡，做出文字、影像兼包含聲音的複雜動畫。**Swish** 內建有 150 種特效，包括爆炸、旋渦、3D 旋轉、蛇形等等。也有簡單的工具可以畫出線條、矩形、圓形。更方便的是 **Swish** 使用非常的簡單的介面來做出選單，移動路徑及特效按鈕。如圖 2-4



第三節 JFET 與 MOSFET 工作原理技術探討

一、接面場效電晶體之與工作原理(JFET)技術探討

依照場效應電晶體的構造來分，目前所常用的 FET 有下列三種：

1. 接面型場效電晶體 (Junction FET)，簡稱 JFET。
2. 金氧半場效電晶體 (Metal-Oxide-Semiconductor FET)，簡稱 MOSFET。
3. 互補式金氧半場效電晶體 (Complementary MOSFET)，簡稱 CMOS。

依結構來分接面型場效電晶體(JFET)可分 n 通道和 p 通道兩大類。

圖 2-5(a)為 n 通道 JFET 之結構(b)其 JFET 之電路符號。

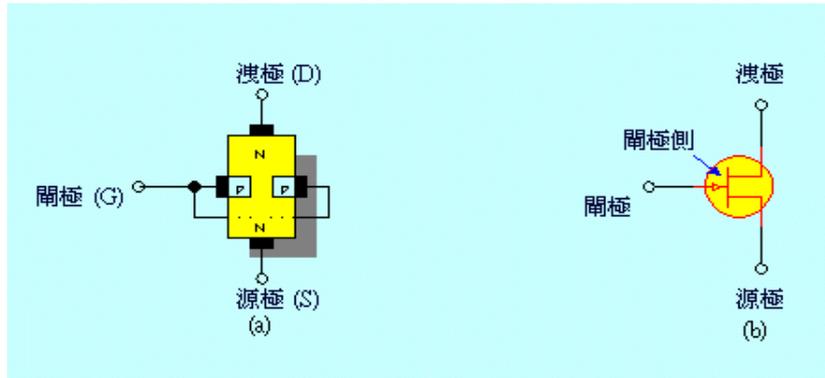


圖 2-5(a)n 通道 JFET 之結構(b)其 JFET 之電路符號圖

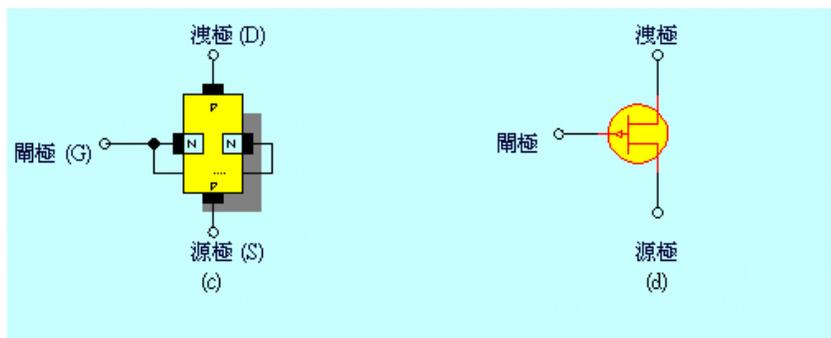


圖 2-6(c)p 通道 JFET 之結構(d)其 JFET 之電路符號圖

再以 Macromedia Flash MX 軟體製作出圖 2-5(a)(b)(c)(d)之效果，相互比較一下，如下所示：

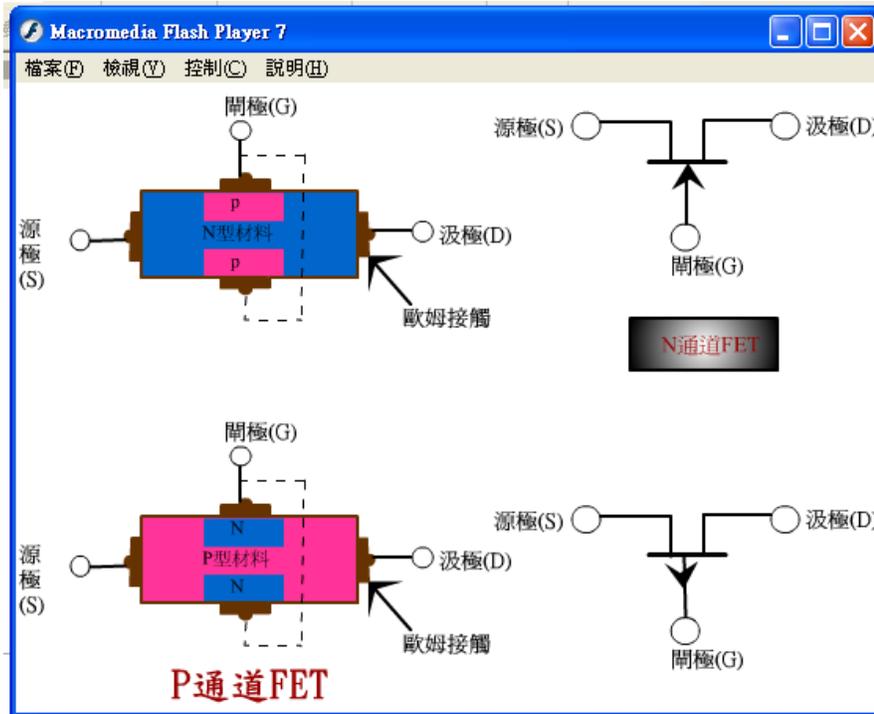


圖 2-7 互動軟體呈現 p n 通道 JFET 示意圖

在圖 2-8 是利用一 n 型材料上、下兩端接上倒線而兩旁則加入 p 型材料，p 型材料在內部是接通的，而其中間則留下一狹長的通道，好讓電子通過，所以圖 3 即為 n 通道之 JFET。元件接有三個端點，上端為汲極(D)，下端為源極(S)兩旁的材料接點稱為閘極(G)。

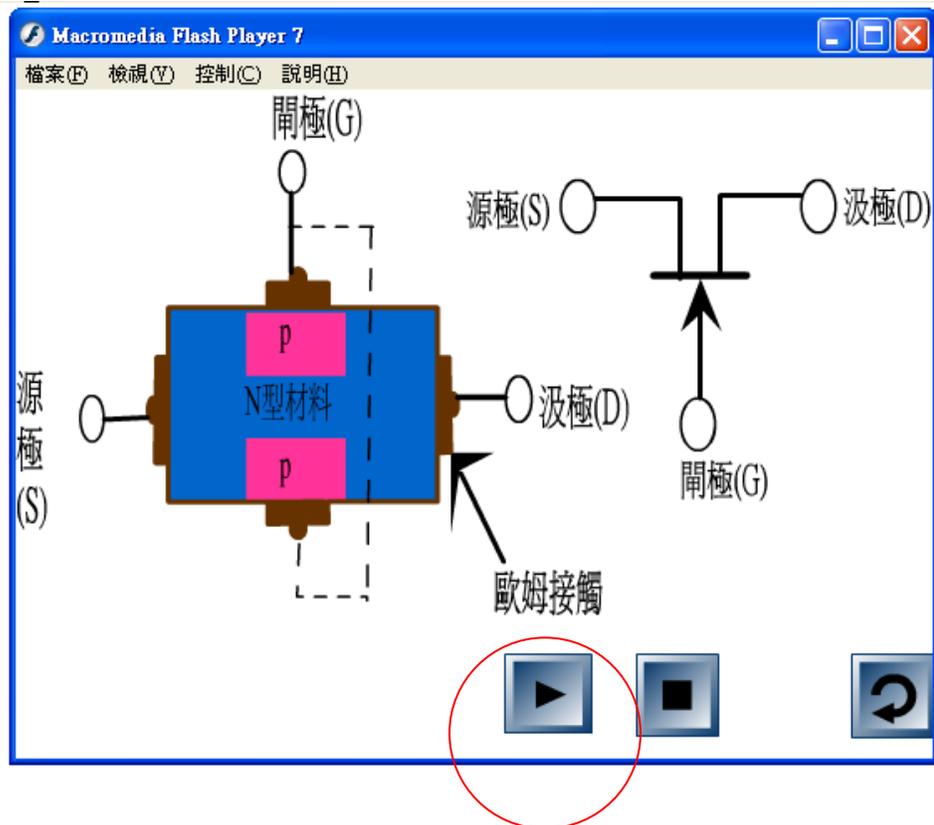


圖 2-8 n 通道之 JFET 示意圖

圖 2-9 為 Macromedia Flash MX 軟體，將 n 通道之 JFET 的結構製造說明，用以文字示之。

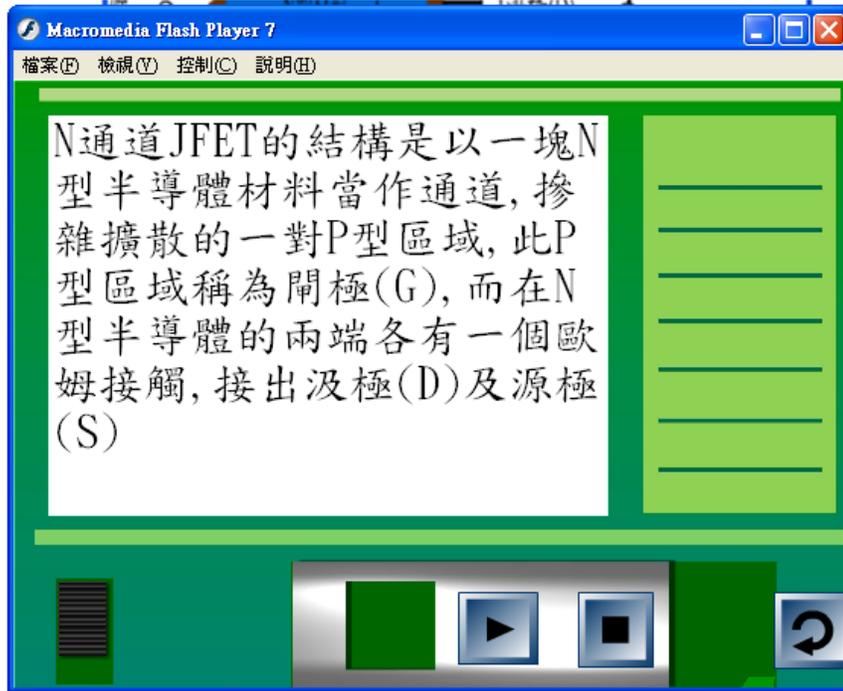


圖 2-9 n 通道之 JFET 文字敘述圖

(1) JFET 之特性

下圖 2-10(a)所示為一 N 通道 JFET 的正常偏壓方式。正電壓 V_{DS} 接到洩極，負極接到源極，而閘極—源極之間所接的則是逆向偏壓。由於閘源極間逆向偏壓的關係，故閘極只流過小的漏電流，這表示了閘極間有大的輸入阻抗，另外，在 P 型區附近會產生空乏區，如圖 2-10(b)所示。此空乏區的形成立減小了通道的寬度，也使得洩極到源極的電流 I_D 減小。若是逆向偏壓越大，則空乏區越大，通道寬度更為狹窄， I_D 的量也就越小。由此可知，閘極電壓能決定洩極和源極間的總電流量，此種作用使得 JFET 像一電壓控制裝置。所以 JFET 是利用輸入電壓來控制通道電流的半導體元件。

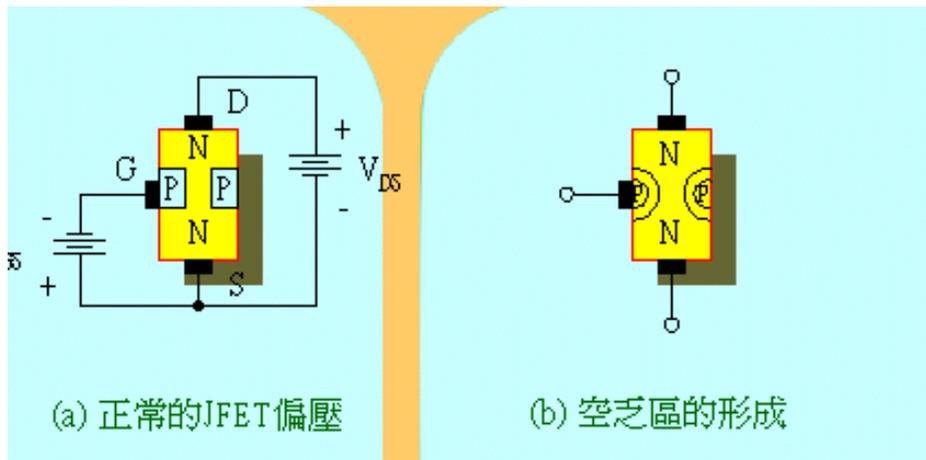


圖 2-10(a)當 $V_{GS}=0V$ 時之 JFET 正常偏壓電路圖。

(b) n 通道之 JFET 空乏區的形成圖。

上述定理以 Macromedia Flash MX 軟體製作出圖 2-10(a)(b)之效果，如下所示：

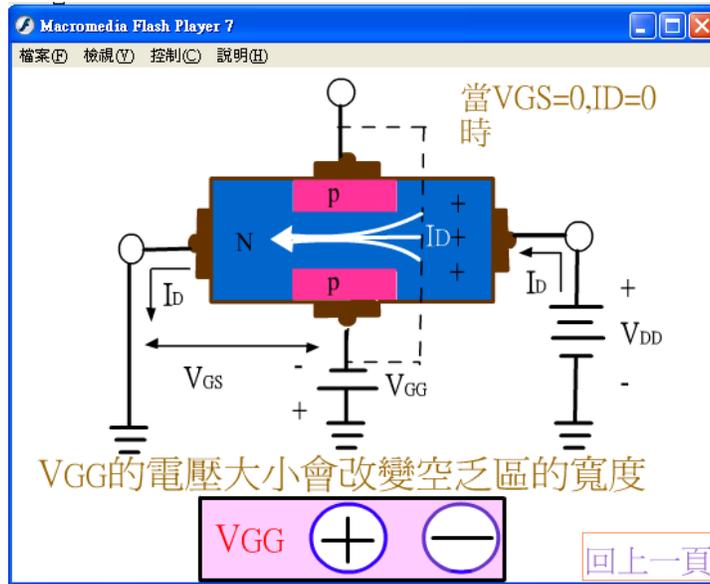


圖 2-11 $V_{GS}=0V$ 時之 JFET 通道變化圖。

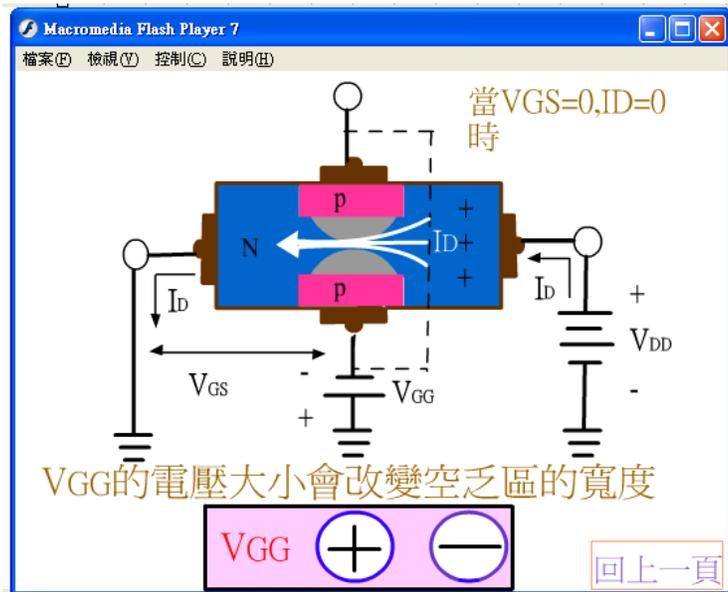


圖 2-12 空乏區通道的夾止圖。

使用圖2-13 JFET偏壓電路，我們可以得到如圖2-14所示的JFET汲極特性曲線，當 V_{DS} 由0V開始上升，此時汲極電流 I_D 亦會增加，如圖2-14 I_D 值上升至10mA， I_D 會隨 V_{DS} 改變，就像歐姆定律一樣，所以稱為歐姆區或不飽和區，當 V_{DS} 增加至 V_P ， I_D 值不在隨之變化，稱為定電流區或飽和區，當 V_{GS} 在增加下去，超過最大額定值，此時 I_D 會急遽上升，而使JFET損壞，稱為崩潰區。

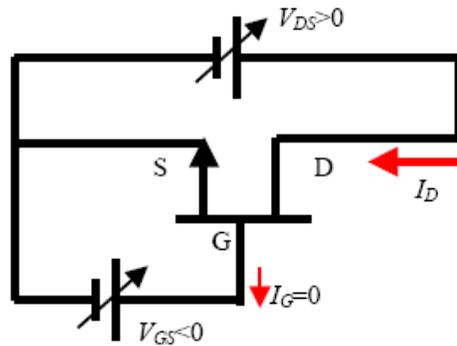


圖 2-13 JFET 偏壓電路圖。

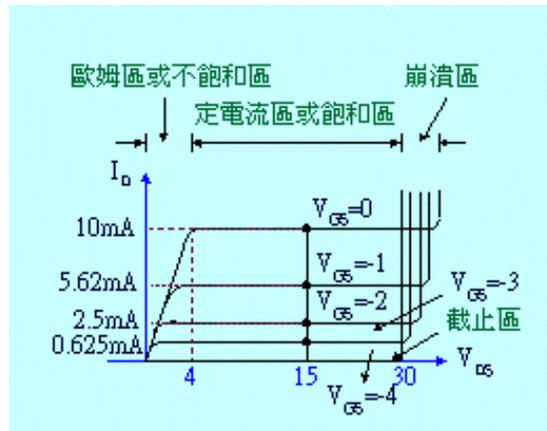


圖 2-14 JFET 汲極特性曲線圖。

上述定理以 Macromedia Flash MX 軟體製作出圖 2-15，如下所示：

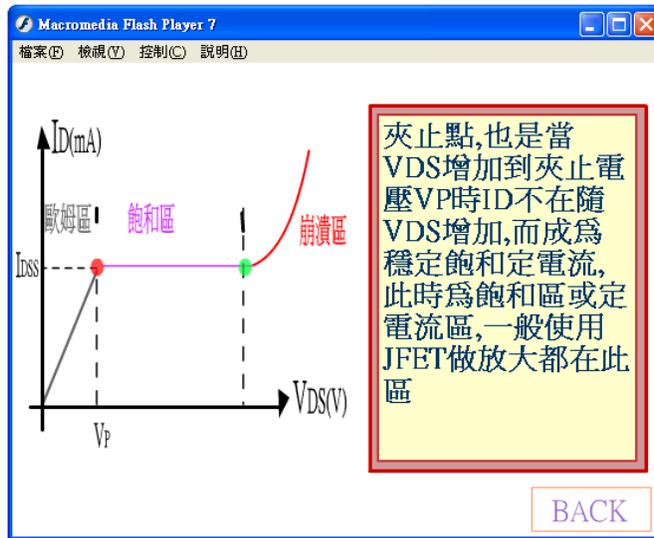


圖 2-15 JFET 汲極特性曲線軟體呈現圖。

當 $V_{GS}=0V$ 時,如果將 V_{GS} 之值一直增加(是負壓一直加大),並不斷地,繪出其特性曲線經組合後,即會形成如圖 2-16,所示之汲極特性曲線族圖。

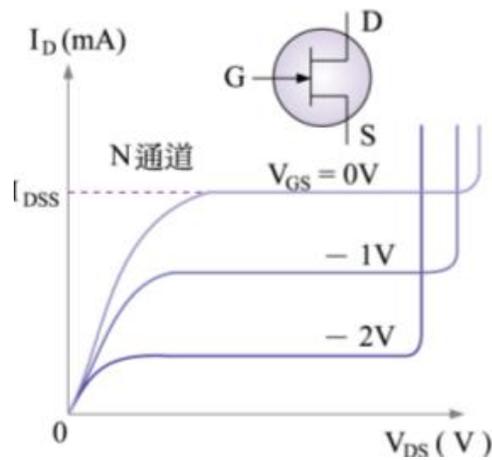


圖 2-16 汲極特性曲線族圖。

(2) JFET 之轉移特性

JFET 的特性曲線中還有一種轉換特性曲線，轉移特性曲線又稱為互導曲線，它可以直接用曲線來表示出 V_{GS} 和 I_D 的關係，但是它卻要在汲-源電壓 V_{DS} 固定的情況下進行如圖 2-17 為例， $V_{DS}=15V$ 時之 V_{GS} 和 I_D 的關係如下，在轉換特性曲線中有兩點是最重要的，一是曲線和縱軸的交點它代表當 $I_D=0$ 時之閘-源電壓，意即截止電壓，通常以 $V_{GS(off)}$ 表示之。如果轉換特性曲線以數學式表示之為一拋物線之方程式。

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}}\right)^2$$

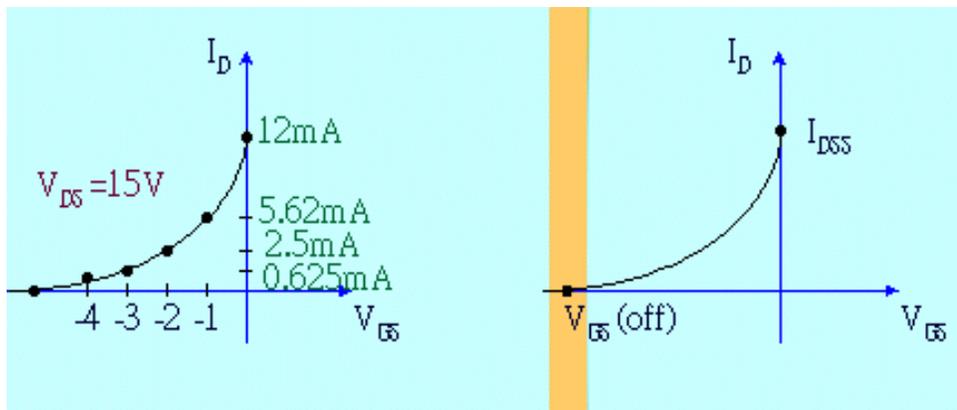


圖 2-17 轉移特性曲線圖。

上述定理，以 Macromedia Flash MX 軟體製作出圖 2-18，如下所示：

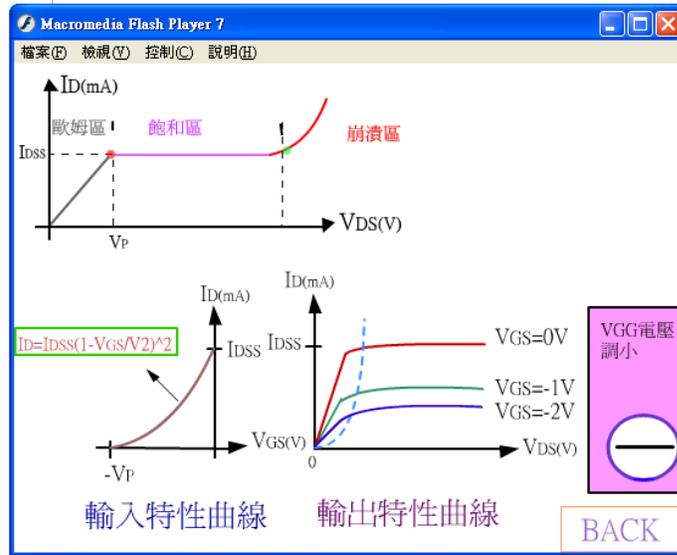


圖 2-18 JFET 汲極特性曲線、轉移特性曲線、汲極特性曲線族圖。

(3)金氧半場效性電晶體工作原理(MOSFET)

MOSFET 應該是人類使用最多的電晶體種類，特別是在電腦及通訊相關的電子設備中，大量的這種電晶體開關幫助我們處理、運算及記憶大量的數據，圖2-19為本次專題用Macromedia Flash MX軟體製作MOSFET之原理說明，下一段就來介紹一下，關於金氧半場效性電晶體工作原理。



圖 2-19 MOSFET 之原理說明圖。

金屬氧化物半導體 FET 常簡稱為金氧半場效電晶體 MOSFET，它和接面型之 FET 的最大不同點，就在於它沒有 pn 接面。

常用的 MOSFET 又分為空乏型(depletion)和增強型(enhancement)兩種。

(1)空乏型 MOSFET 之工作原理

以 N 通道為例，圖 2-20 為空乏型 MOSFET 之構造，它是以一 P 型材料為基座而在兩側嵌入 n 型材料，並在兩端以金屬引線接出後成為源極和汲極，在元件內部又會以 n 型材料將源極和汲極相連而形成 n 通道。在 n 通道的一側再覆有一層二氧化矽當作絕緣體，最後在絕緣體上以金屬片覆蓋後以引線接出形成閘極，而 p 通道則完全相反。

MOSFET 和 JFET 之不同點 MOSFET 閘極和汲-源極之間是絕緣體的所以沒有 pn 接面，且兩者之間會有一極大之阻抗，所以 MOSFET 又常稱為絕緣閘 FET(Insulating-Gate FET, IGFET)。

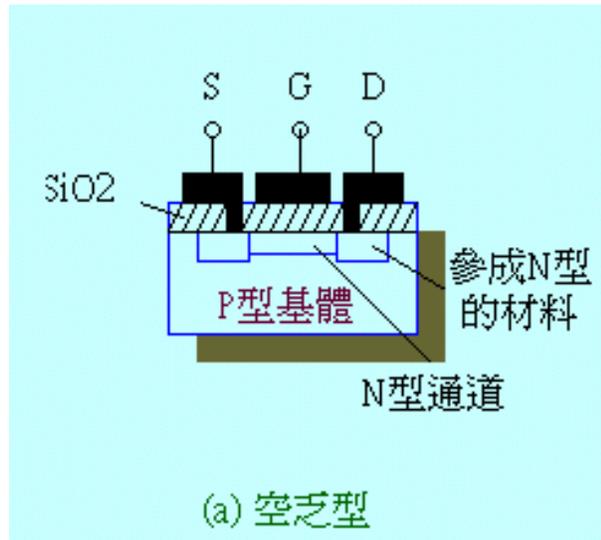


圖 2-20 空乏型 MOSFET 之構造圖。

圖 2-21、2- 22 為本專題將空乏型 MOSFET 之構造，用 Macromedia Flash MX 軟體給呈現出來。

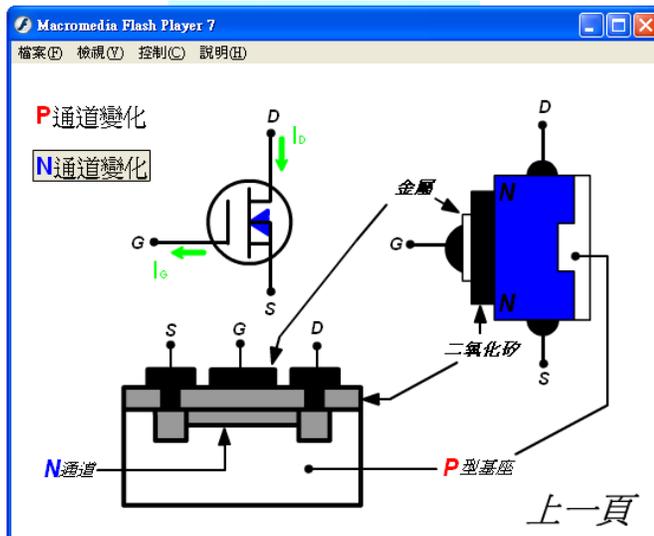


圖 2-21 N 通道空乏型 MOSFET 構造軟體呈現圖。

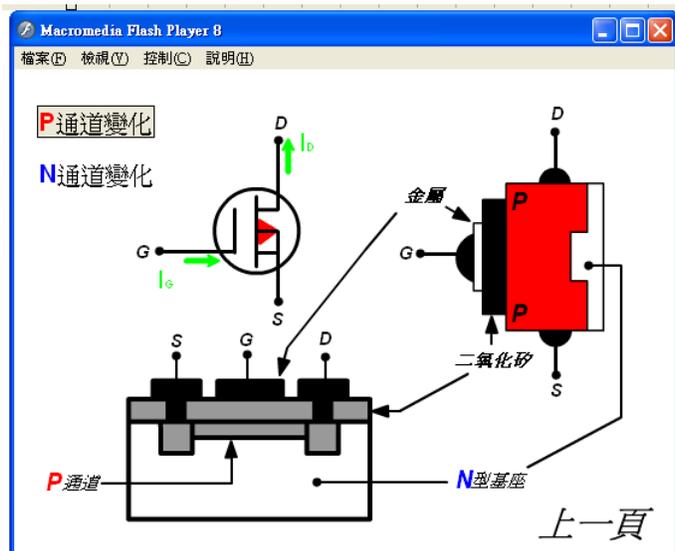


圖 2-22 P 通道空乏型 MOSFET 構造軟體呈現圖

二、增強型 MOSFET 之工作原理

增強型 MOSFET 其工作原理，如圖 2-23 所示它和空乏型最大的不同點在於：空乏型在未加偏壓時通道便已存在，而增強型在未加偏壓時並沒有預先做好的通道也就是說它具有常關(Normally OFF)的開關特性。

若加上正閘極電壓時，它將會使在閘極下方基體區內的電洞受到排斥，因而形成空乏區。另一方面，正的閘源電壓也會吸引自由電子進入 P 基體，這些自由電子在靠近 SiO_2 的地方與電洞復合，若閘極電壓夠大，所有的電洞將都被電子填滿，自由電子就會從源極流向洩極。這就相當於在二氧化矽附近產生一層 N 型區，這層自由電子所形成的 N 型區就叫做 N 型反轉層(N-type inversion layer)。

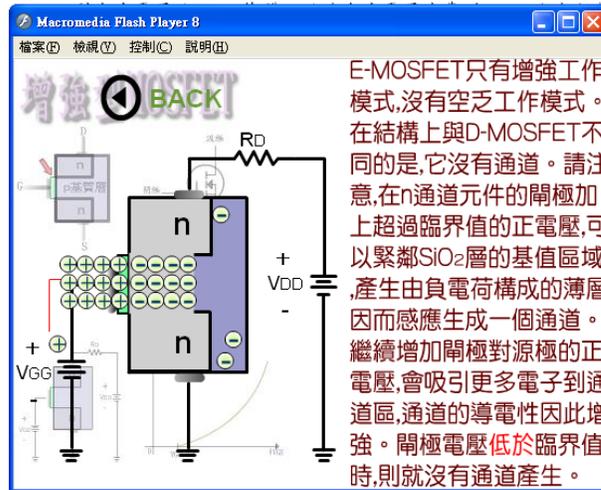


圖 2-23 增強型 MOSFET 之工作原理圖。

圖 2-24 為本次專題將增強型 MOSFET 之元件符號 Macromedia Flash MX 軟體給呈現出來。

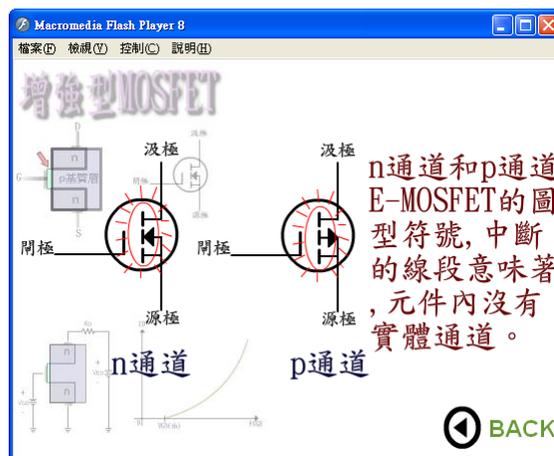


圖 2-24 增強型 MOSFET 之元件符號圖

圖 2-25 為本專題將增強型 MOSFET 之原理說明，用 Macromedia Flash MX 軟體給呈現出來。



圖 2-25 增強型 MOSFET 之原理說明圖。

圖 2-26 為增強型 MOSFET 之構造，用 Macromedia Flash MX 軟體給呈現出來。

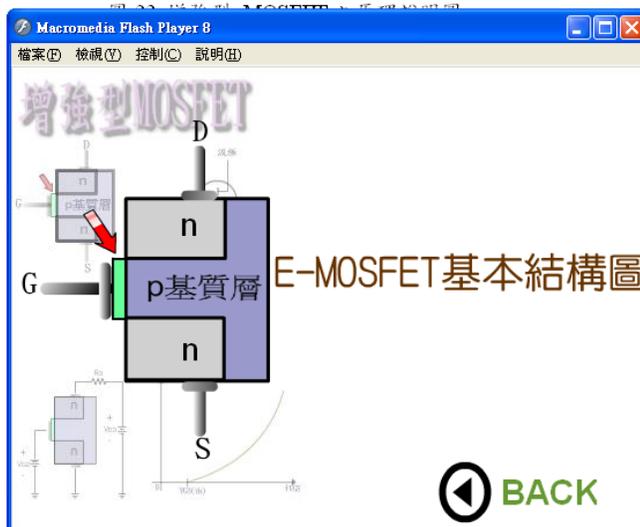


圖 2-26 為增強型 MOSFET 之構造軟體呈現圖。

(1) MOSFET 之特性

MOSFET 和 JFET 在許多地方都很相似，所以如果沒有特別的說明，則兩者間只要符號相同，其意義亦相同。

以 n 通道空乏型 MOSFET 為例，源極接負壓，則電流會從洩極流向源極。當加上負閘源電壓時，將會排斥電子使它們遠離通道，這情形就如同通道寬度變窄一樣。若閘源負電壓大致足以使通道夾止，洩極電流就變為零。可見當 MOSFET 的閘極加上負電壓時，它的動作就與 JFET 相似。因為加上負的閘極電壓就能控制通道中自由電子的空乏度，所以我們稱此負閘壓動作的 MOSFET 為空乏模式 MOSFET，圖 2-27(a) 為空乏型 n 通道 MOSFET 之汲極特性曲線圖 (b) 為轉移特性曲線圖以圖 2-27(a) 為例，以 $V_{GS}=0V$ 為基準，以上為增強模式，以下為空乏模式。圖 2-27(b) 為例，第一象限為增強模式，第二象限為空乏模式。

以數學式來表示 V_{GS} 和 I_D 的關係為下：

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}}\right)^2$$

如圖 2-27(b) 所示，當 $V_{GS}=0$ 時， $I_D=I_{DSS}$ ，所以若是以該點作為放大電路的工作點，在設計偏壓電路時一定會簡單許多，這便是空乏型 MOSFET 的優點之一。

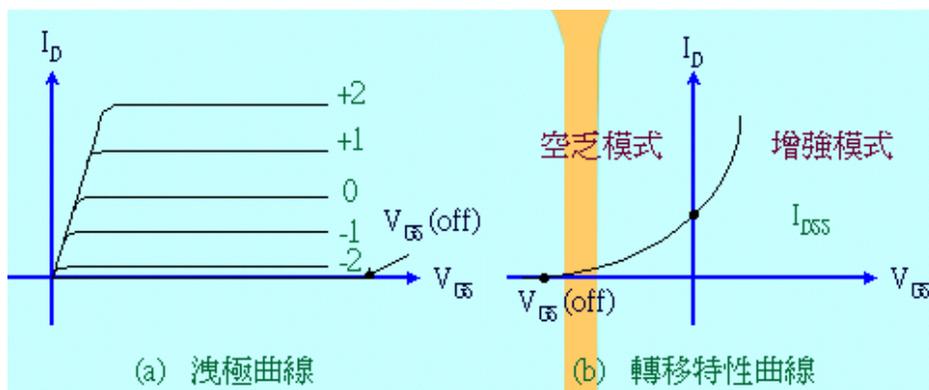


圖 2-27 (a) 為空乏型 n 通道 MOSFET 之汲極特性曲線圖。
(b) 為轉移特性曲線圖。

至於增強型之 MOSFET，由於工作方式只有增強模式，也就是說 n 通道者閘極必須加正壓，p 通道閘極需加負壓，所以它的轉換特性曲線如圖 2-28(a)n 通道增強型 MOSFET 之及汲極特性曲線圖(b)為轉移特性曲線圖，最下面的一條曲線為臨界電壓曲線，然後當 VGS 增加時，洩極電流就跟著增加。圖 2-28(b) 為其轉移特性曲線，拋物線的底端為 V_T 所以增強型 MOSFET 之轉移特性曲線可以下式表示之

$$I_D = K(V_{GS} - V_T)^2$$

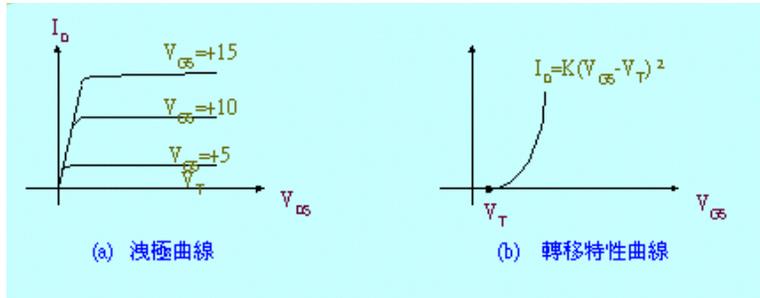


圖 2-28(a) n 通道增強型 MOSFET 之汲極特性曲線圖。
(b) 為轉移特性曲線圖。

圖 2-29 為增強型 MOSFET 之特性曲線，用 Macromedia Flash MX 軟體給呈現出來。

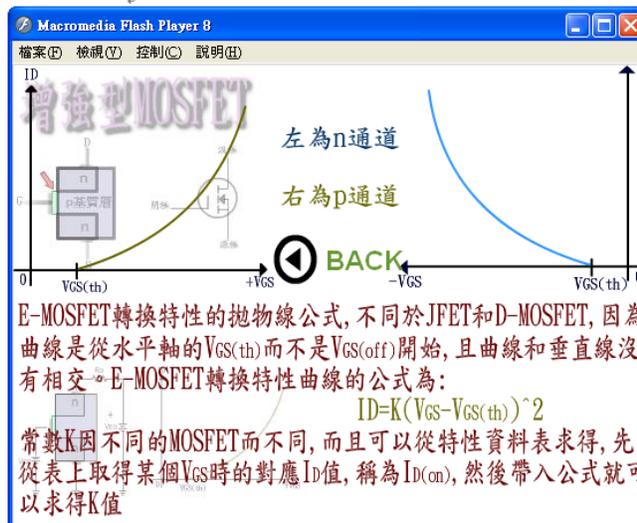


圖 2-29 增強型 MOSFET 之特性曲線圖。

(2) MOSFET 之偏壓電路

空乏型之 MOSFET 可以在 V_{GS} 為正或負的狀況下正常工作，尤其當它在空乏模式下工作時幾乎和 JFET 完全相同，空乏型 MOSFET 可以工作於空乏模式，也可工作於增強模式，因此可以將工作點置於 $V_{GS}=0$ 的地方那麼加在閘極上的交流信號便可以 Q 點為基準上下變化，如圖 2-29(a)空乏型 MOSFET 的零偏壓法圖(b)空乏型 MOSFET 的零偏壓電路。在此電路中，只要加上 V_{DD} 電壓即可。因為 $V_{GS}=0$ ， $I_D=I_{DSS}$ ，所以汲極直流電壓為：

$$V_{DS} = V_{DD} - I_{DSS} R_D$$

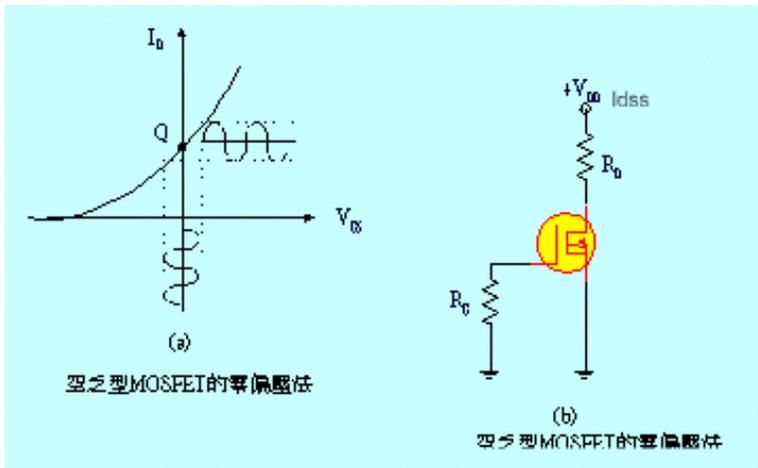


圖 2-30(a) 空乏型 MOSFET 的零偏壓法圖。

(b)空乏型 MOSFET 的零偏壓電路圖。

如圖 2-31 所示，將上述空乏型 MOSFET 之偏壓公式解說，用 Macromedia Flash MX 軟體給呈現出來。

Macromedia Flash Player 7

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

D - MOSFET之偏壓：由於D - MOSFET的 V_{GS} 可為正值，也可為負值。因此，將偏壓點設定成 $V_{GS} = 0$ 是個簡單的方法，在這種偏壓下，閘極的交流信號會使閘極對源極電壓，在零偏壓點上上下下變動。

公式解說

由於 $V_{GS} = 0$
 $I_D = I_{DSS}$

固
 $V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D$
 $= V_{DD} - I_{DSS} R_D$

返回

The diagram shows a D-MOSFET with its gate connected to a resistor R_b leading to ground. The gate voltage is labeled $V_G = 0V$ and $V_{GS} = 0$. The drain is connected to a resistor R_D leading to a supply voltage V_{DD} . The drain current is labeled I_{DSS} .

圖 2-31 空乏型 MOSFET 之偏壓公式解說圖

增強型 MOSFET 最大的特色便是它需要一個比臨界電壓 $V_{GS(th)}$ 還要高的閘源電壓 V_{GS} 才會使元件導通所以它不像空乏型的 MOSFET 可以使用零偏壓 ($V_{GS}=0$)，汲極回授偏壓(drain-feedback bias)，其工作原理是：當 MOSFET 導通時由於 $I_G=0$ 故 R_G 兩端沒有電壓降，因此 $V_{GS}=V_{DS}$ ，此時汲極導通電流 I_D 若因某種原因增加時， $I_D R_D$ 會上升因而使 V_{DS} 減小所以 V_{GS} 也隨之減小， I_D 也就跟著減少最後建立在一平衡狀態。

上述汲極回授之工作原理，如圖 2-32 將汲極回授的定理及公式解說，用 Macromedia Flash MX 軟體給呈現出來。

Macromedia Flash Player 8

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

E-MOSFET之偏壓:E-MOSFET之V_{GS}必須大於臨限值V_{GS(th)}，所以不能使用零偏壓。以下兩種偏壓，不管對於D-MOS或E-MOS都適用的偏壓方式。在此我們以E-MOSFET來解說。

源極回授偏壓，目的與分壓器偏壓一樣，都是使閘極電壓比源極電壓高，且超過V_{GS(th)}。源極回授偏壓中，閘極電流可以忽略，所以R_G兩端沒有電壓降，使得

$$V_{GS} = V_{DS}$$

$$I_D = \frac{(V_{DD} - V_{DS})}{R_D} = K(V_{GS} - V_{GS(th)})^2$$

$$V_{DS} = V_{GS} = V_{DD} - I_D R_D$$

汲極回授偏壓

分壓器偏壓

返回

圖 2-32 汲極回授的定理及公式解說圖。

第三章 系統

第一節 系統架構

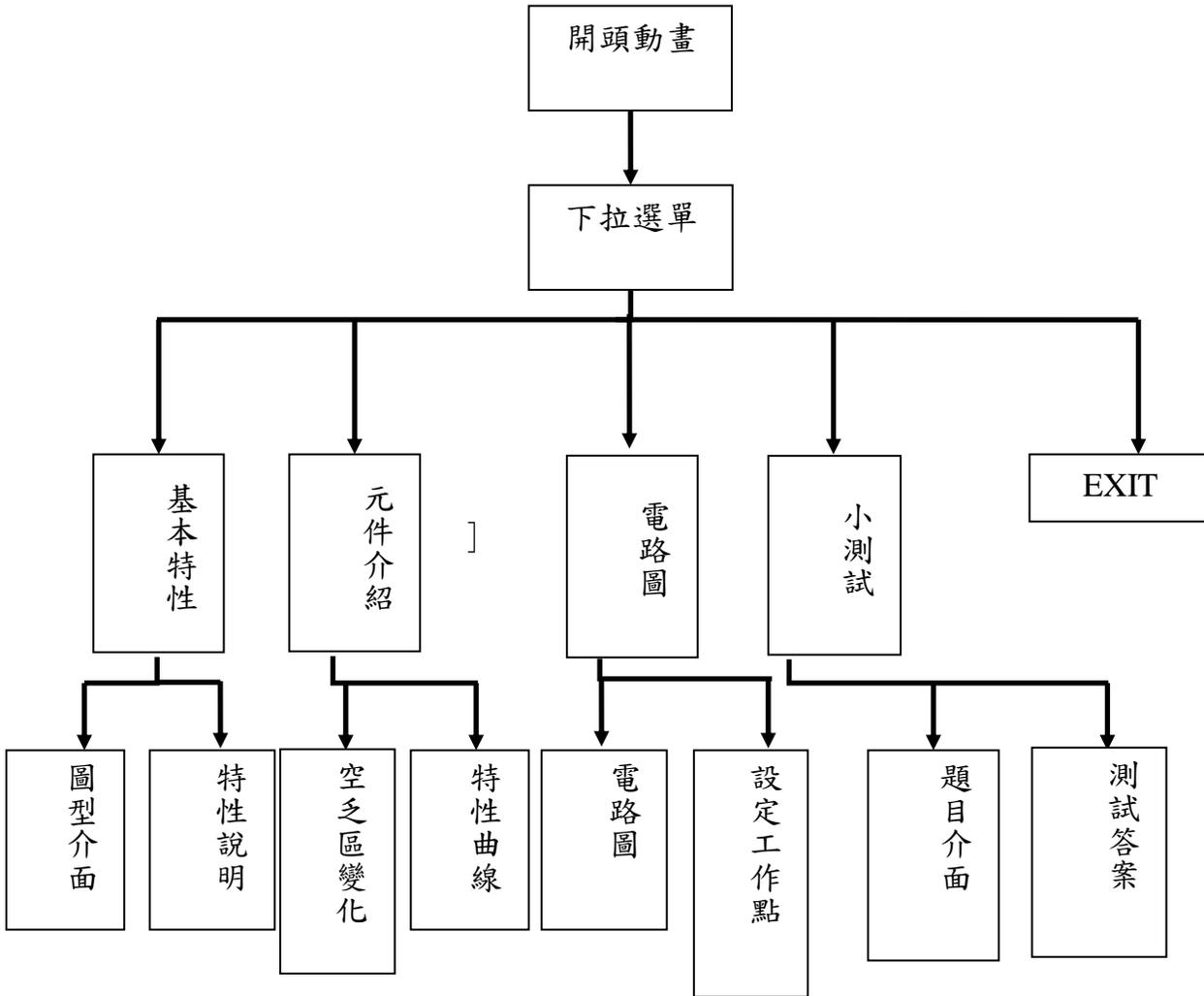


圖 3-1 系統架構圖

第二節 系統功能簡介

此系統為利用 FLASH 來做出電晶體的互動式教學，內容分為 JFET、MOS 兩個主篇。

在 JFET 篇和 MOS 篇中，分別以基本特性、元件介紹以及電路圖來個別為元件作介紹，最後還有小測試的功能來做習題練習和基礎的元件認知，以下將說明各選項的內容操作說明，讓初學的使用者更容易方便上手。

首先在進入 MENU 選單後，可以分別看到基本特性、元件介紹、電路圖以及小測驗的選單按鈕，從基本特性的按鈕開始介紹，基本特性的內容有特性的電路圖和基本特性的說明，請各別參照圖 3-9 以及圖 3-10，接下來的是元件介紹的按鈕，在元件介紹的介面中有空乏區變化和特性曲線的說明選項，請參照圖 3-12，在空乏區變化中可以自行調整 VGG 的大小來做空乏區的變化，請參照圖 3-14，在特性曲線中可在輸出曲線中增加 VGG 電壓，以 1 伏特為單位來觀察輸出曲線有什麼不同，請參照圖 3-17，特性曲線中也有介紹歐姆區和崩潰區的說明，點入歐姆區和崩潰區的閃爍紅點皆可得知兩區的基本說明，請參照圖 3-18、圖 3-19，接下來在電路圖中，說明 N 通道和 P 通道的自給偏壓基本解說，請參照圖 3-21、圖 3-22，以及設定 Q 點的方式來求解，請參照圖 3-23，最後是小測驗，在小測驗中可以了解到基本元件認知，也可以加深學習的記憶效果，請參照圖 3-33，以上是 JFET 篇的系統功能簡介。

第三節 系統操作流程

一開始先從主開頭動畫來操作，從 enter 按入，如圖 3-2 所示。



圖 3-2 主開頭動畫

滑鼠移點 enter 後進入主選單，可從主選單選擇需要的項目，如圖 3-3 所示。



圖 3-3 主選單可選擇細項目錄

分別在各個選單細項裡面皆有 JFET 篇和 MOSFET 篇的選項可以選擇，讓使用者分別了解到這兩篇的基本特性、元件介紹、電路圖以及小測驗，以下圖示皆為各選項裡選擇 JFET 篇和 MOSFET 篇的按鈕圖形。



圖 3-4 基本特性的按鈕圖



圖 3-5 元件介紹的按鈕圖



圖 3-6 電路圖的按鈕圖



圖 3-7 小測驗的按鈕圖

接下來的操作說明是 JFET 篇的操作說明，依照圖 3-4 、圖 3-5 、圖 3-6 、圖 3-7 中的 JFET 篇內容來做個別的操作說明。

一、JFET 篇操作流程

在主選單中選擇基本特性的選項，而後可進入選項內容，內容為基本 JFET 圖片，如圖 3-8、圖 3-9 所示。



圖 3-8 基本特性的選項

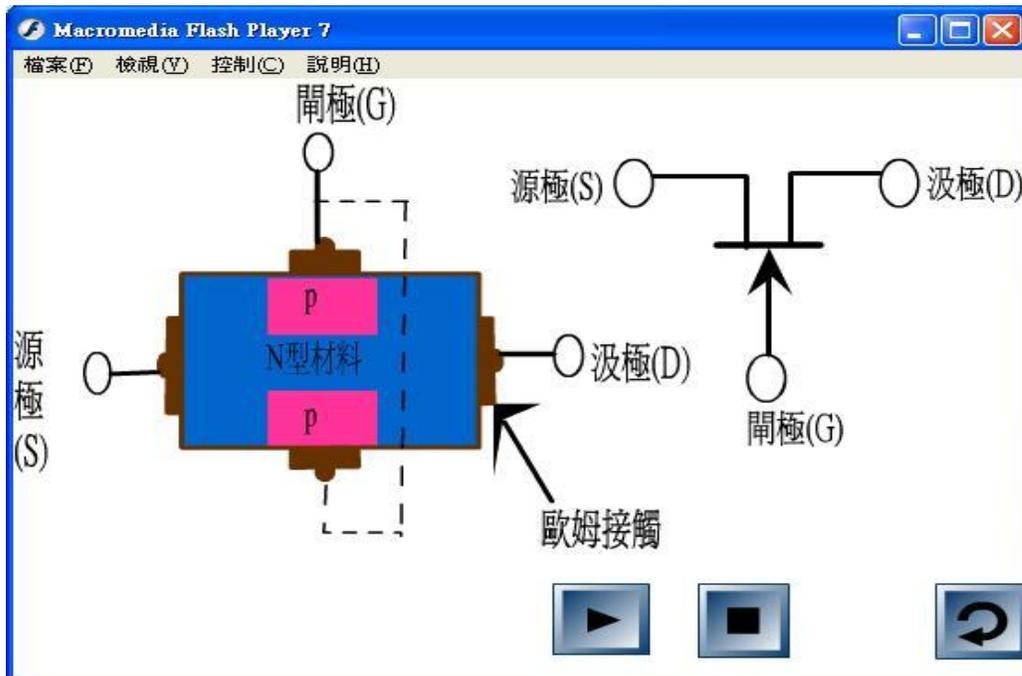


圖 3-9 基本特性中的選項內容

從 JFET 圖片下方點選進行按鈕，可以看到 JFET 的基本特性說明，如圖 3-10 所示。



圖 3-10 基本特性的說明

接下來在主選單選擇元件介紹的選項，如圖 3-11 所示。



圖 3-11 元件介紹的選項

進入元件介紹的選單後，可以看到空乏區變化以及特性曲線的兩個滑入式按鈕，如圖 3-12 所示。

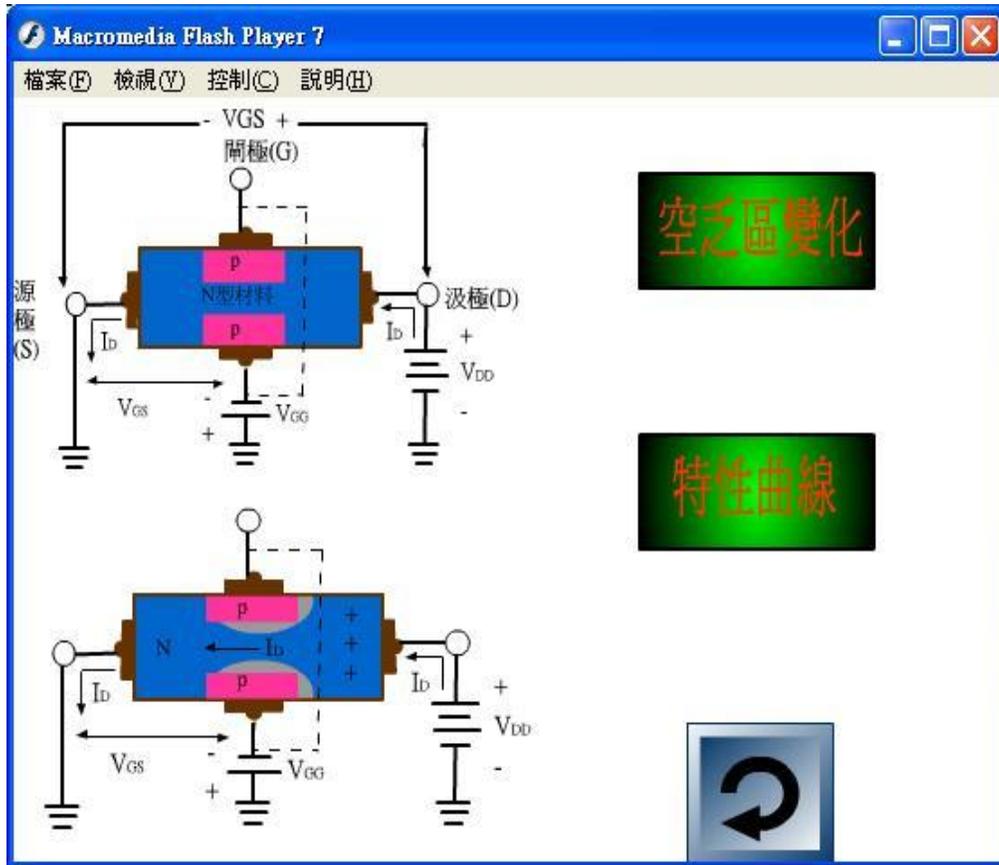


圖 3-12 進入元件介紹後的內容

移入空乏區變化的按鈕，可顯示空乏區的移動情形，如圖 3-13 所示。

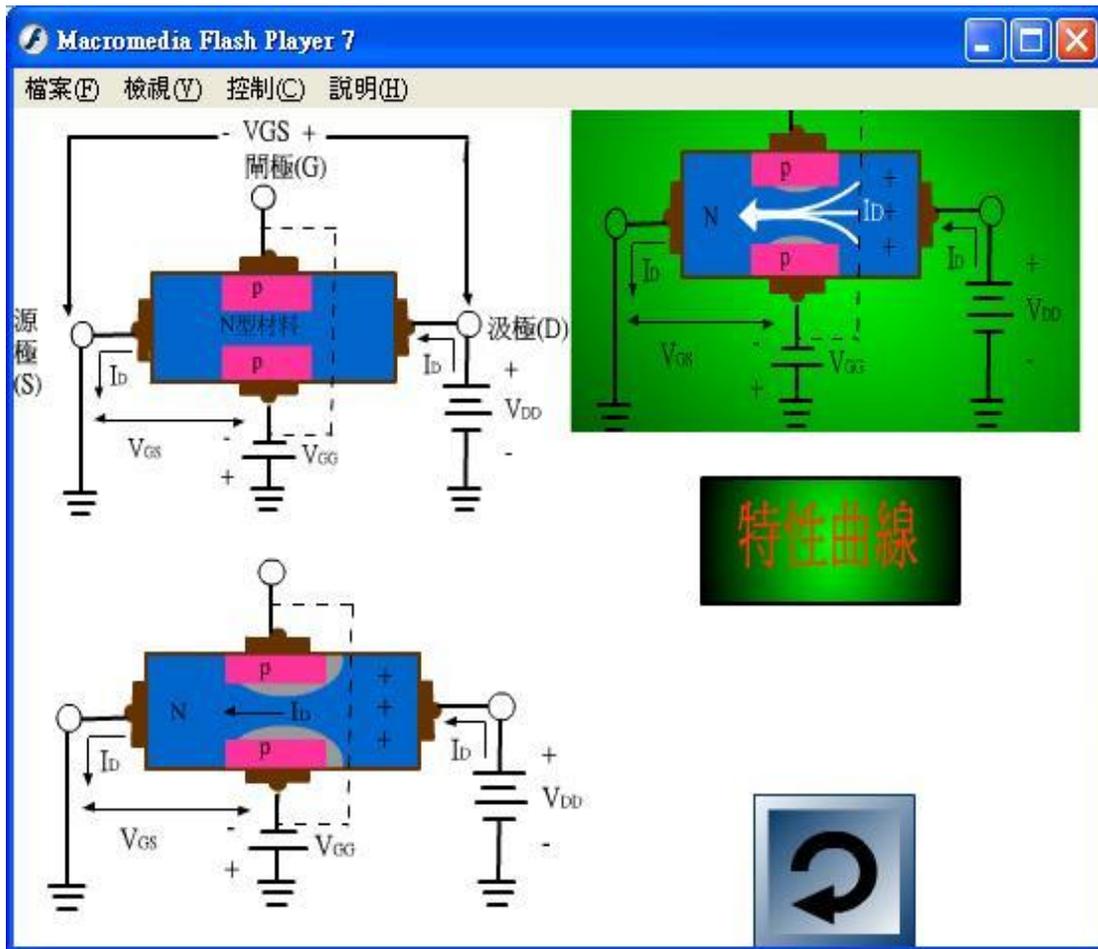


圖 3-13 移入空乏區的按鈕變化

滑鼠鍵入後，出現以控制 V_{GG} 的電壓大小來改變空乏區的寬度， V_{GG} 越大則空乏區越大，相對的， V_{GG} 越小則空乏區越小，如圖 3-14 所示。

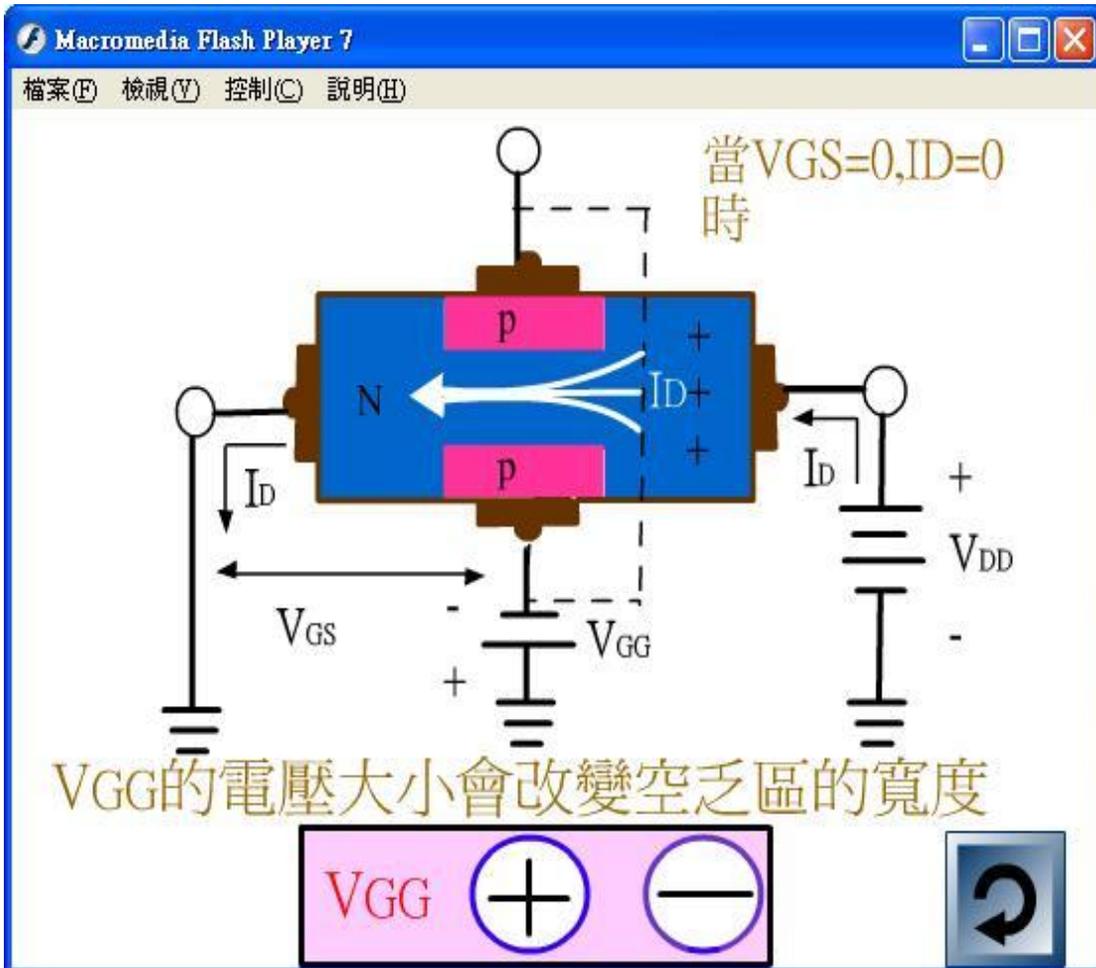


圖 3-14 點選空乏區變化後的選項以及互動式按鈕

移入特性曲線的按鈕，可顯示特性曲線的移動情形，如圖 3-15 所示。

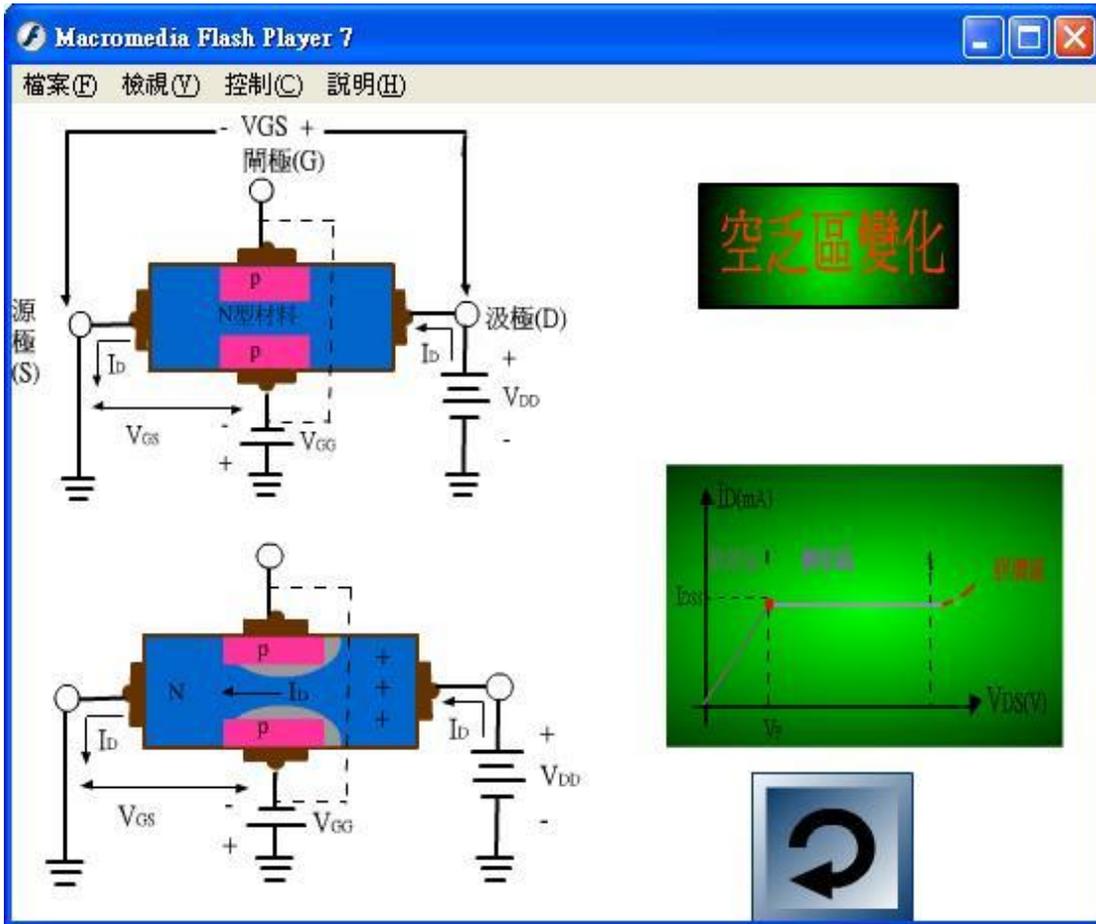


圖 3-15 移入特性曲線的按鈕變化

曲線中的歐姆區與崩潰區皆有設置按鈕，可鍵入後了解兩區的說明，如圖 3-16 所示。

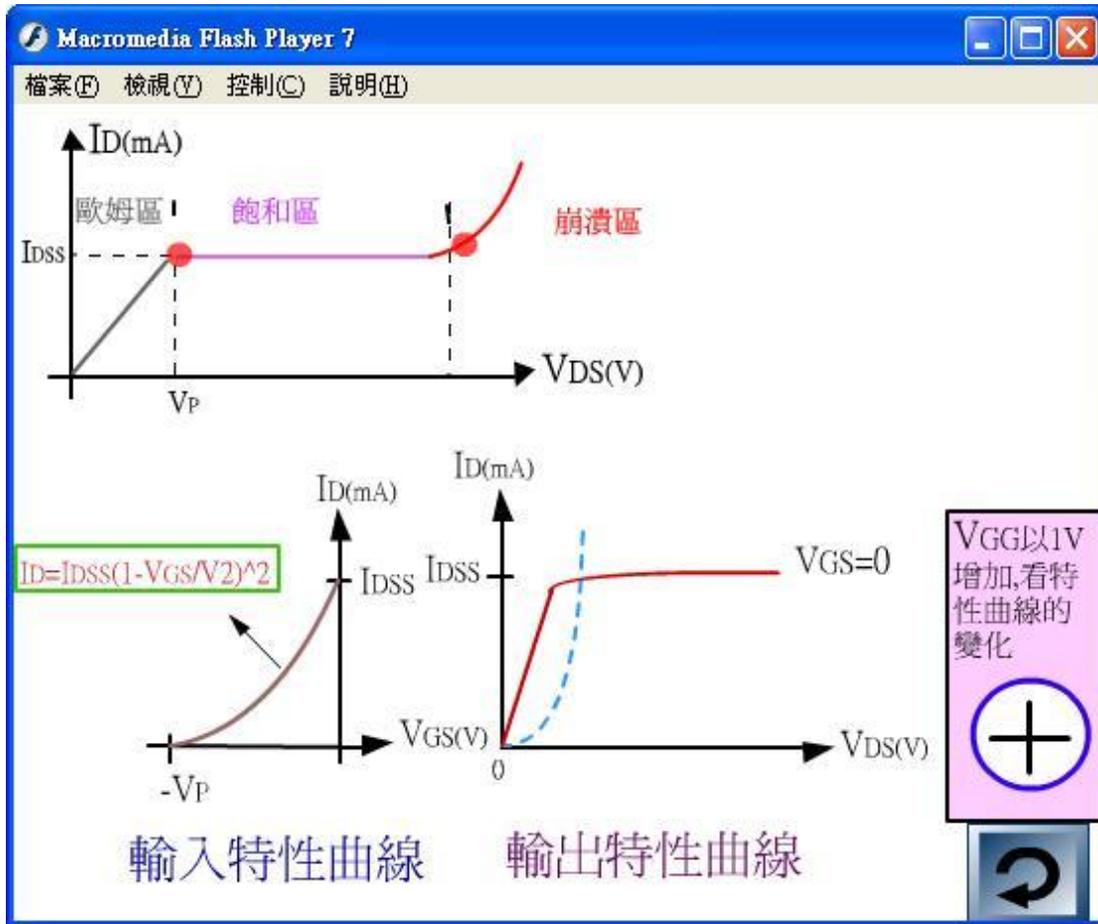


圖 3-16 點選特性曲線按鈕後的內容以及互動式按鈕

下圖為歐姆區的內容介面，右邊的文字說明歐姆區的工作原理

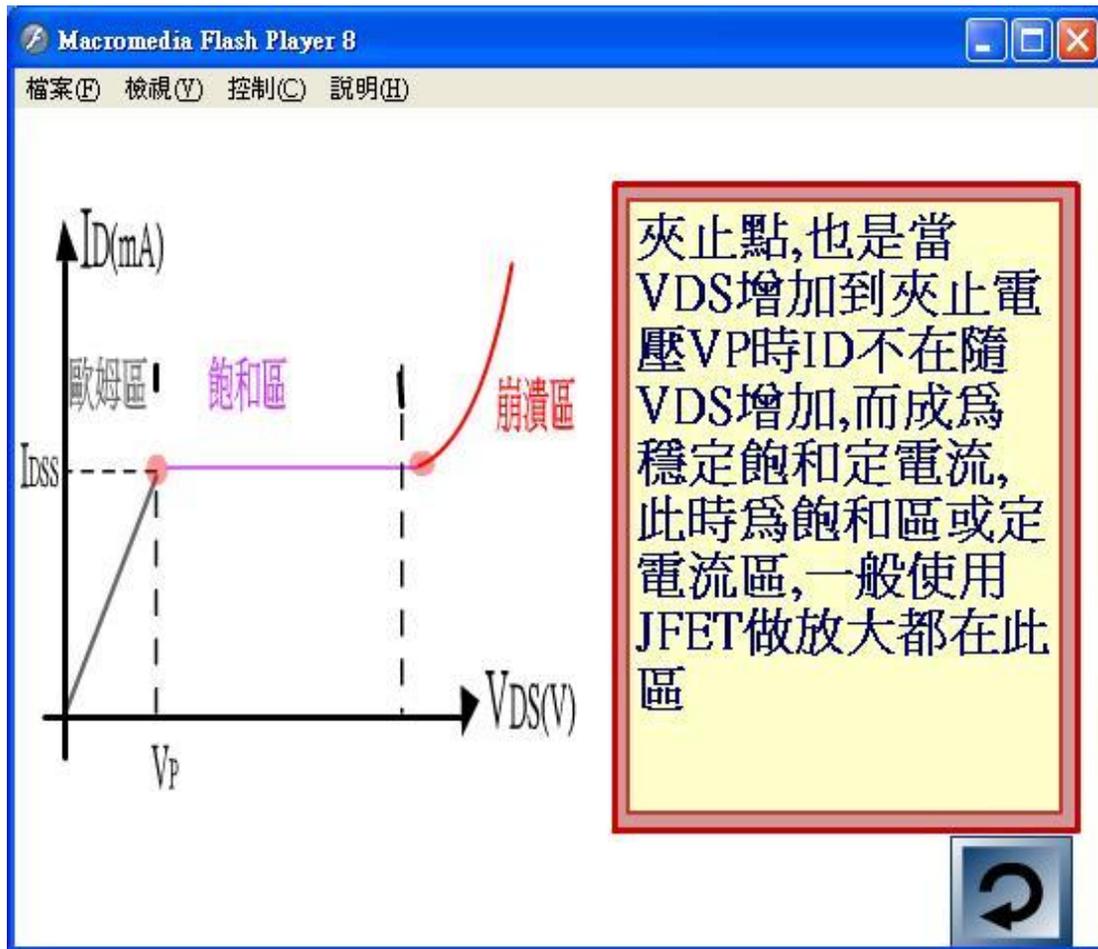


圖 3-17 歐姆區的內容介面以及工作原理說明

下圖為崩潰區的內容介面，右邊的文字說明崩潰區的工作原理

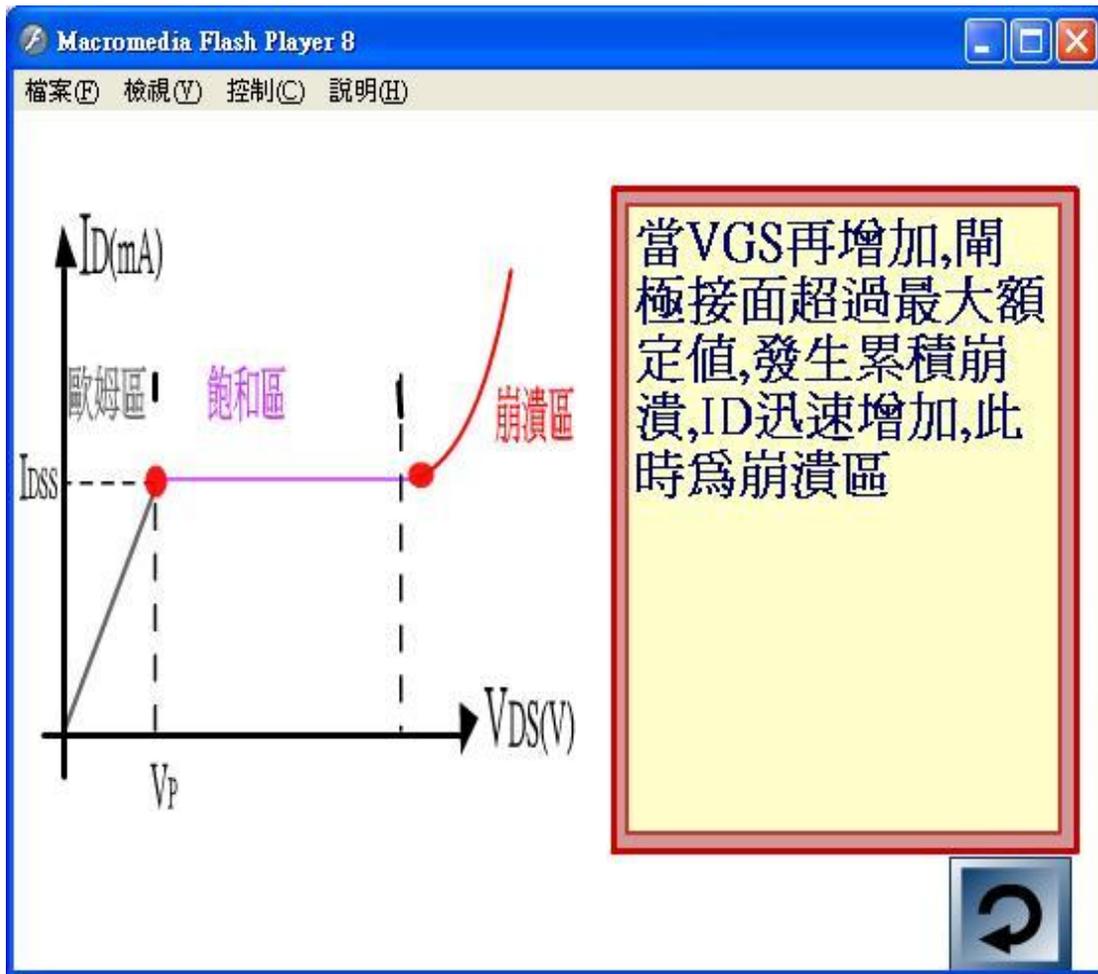


圖 3-18 崩潰區的內容介面以及工作原理說明

在主選單中選擇電路圖的選項，如圖 3-19 所示。



圖 3-19 電路圖的選項

進入電路圖的選項後，可以看到 JFET 自給偏壓基本解說，分別可以得知 N 通道以及 P 通道的偏壓說明，如圖 3-20、圖 3-21 所示。

Macromedia Flash Player 7

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

JFET自給偏壓基本解說:

N通道 [Play] [Pause]

P通道 [Play] [Pause]

設定Q解 [Enter]

回到總目錄 [Enter]

如圖，N通道JFET電路中， I_S 在 R_S 兩端產生電壓壓降，使源極對接地電位是正值，即然 $I_S = I_D$ 且 $V_G = 0$ ，則 $V_S = I_D R_S$ ，閘極對源極電壓是 $V_{GS} = V_G - V_S = 0 - I_D R_S = -I_D R_S$ 因此， $V_{GS} = -I_D R_S$ 。

圖 3-20 N 通道偏壓說明

Macromedia Flash Player 7

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

JFET自給偏壓基本解說:

N通道 [Play] [Pause]

P通道 [Play] [Pause]

設定Q解 [Enter]

回到總目錄 [Enter]

如圖，P通道JFET電路中， I_S 在 R_S 兩端產生電壓壓降，使源極對接地電位是負值，即然 $I_S = I_D$ 且 $V_G = 0$ ，因此 $V_{GS} = +I_D R_S$ ，汲極對接地電壓可以如下計出 $V_D = V_{DD} - I_D R_D$ 既然 $V_S = I_D R_S$ ，汲極對源極電壓等於 $V_{DS} = V_D - V_S = V_{DD} - I_D(R_D + R_S)$ 。

圖 3-21 P 通道偏壓說明

在圖 3-20 中，右側有一個按鈕為設定 Q 解，可以做設定 JFET 自給偏壓電路的 Q 點來做特性曲線解和公式解，如圖 3-22 所示。



圖 3-22 設定 JFET 自給偏壓電路的 Q 點圖

下圖為特性曲線解的說明圖

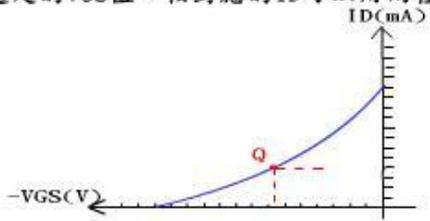
Macromedia Flash Player 8

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

設定JFET自給偏壓電路的Q點：
建立JFET偏壓點的最基本方法，是選擇想要的 V_{GS} 值後，再計畫相對應的 I_D 值，反之亦然。然後利用下列關係式，計畫所需要的 R_S 值。
 $R_S = |V_{GS} / I_D|$

對於選定的 V_{GS} 值，相對應的 I_D 可以用兩種方式計算：

1. 從特性曲線解
2. 從公式解



此圖為JFET之特性曲性，若想設計此JFET之Q點，首先，選定 V_{GS} 之值後，代入此特性曲線中，與此曲線相應之 I_D 之值代入 $R_S = |V_{GS} / I_D|$ 就可求出 R_S 之值!!

返回

圖 3-23 特性曲線解說明圖

下圖為公式解的說明圖



圖 3-24 公式解的說明圖

在分壓器偏壓的說明圖中，右方有三個選項來提供使用者更加了解分壓器偏壓的內容。

The screenshot shows a Macromedia Flash Player 8 window with a menu bar (檔案(F), 檢視(V), 控制(C), 說明(H)) and a title bar. The main content area contains the following text and elements:

分壓器偏壓：在此用N通道JFET之分壓器偏壓
電路 解說，此 JFET之源極電位必須比閘極
電位高，才能使閘極-源極接面保持逆向偏

The circuit diagram shows an N-channel JFET with its gate connected to a voltage divider consisting of resistors R1 and R2. The drain is connected to a +V_{DD} supply through resistor R_D. The source is connected to ground through resistor R_S. Currents I_D and I_S are indicated with downward arrows, and gate voltage V_G and source voltage V_S are labeled.

On the right side, there are three interactive buttons: "電路解析" (Circuit Analysis), "重點公式" (Key Formulas), and "圖形分析" (Graphical Analysis), each with a play button icon. A "返回" (Return) button with a red circular button icon is located below them.

圖 3-25 分壓器偏壓的說明圖

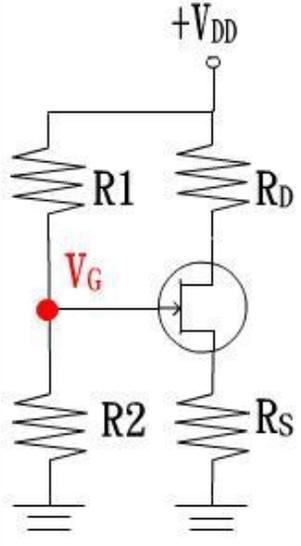
下圖為基礎的電路分析問題，右方有此電路分析的解答按鈕。

Macromedia Flash Player 8

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

分析此電路，VG之電位怎求??

解答  



返回 

圖 3-26 基礎電路分析問題圖

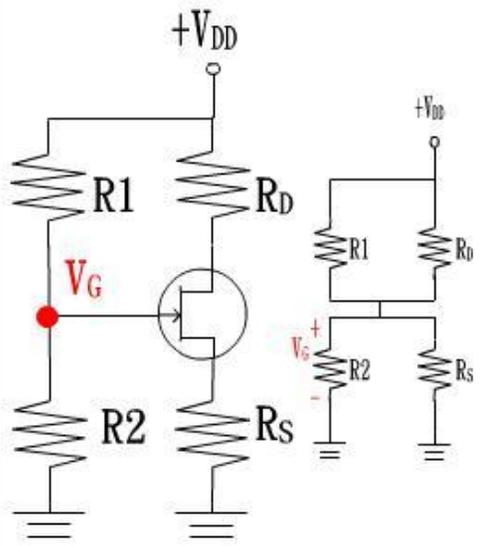
下圖為電路分析的解答。

Macromedia Flash Player 8

檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

分析此電路，VG之電位怎求??

解答 ▶ 



右圖為JFET之簡化圖，由基本的串並聯來分析：R1並聯RD，R2並聯RS，固R1.R2就形同串聯，因為並聯等電位串聯分壓，所以VG上的電位會等於R1和R2分壓
 $V_G = R_2 / (R_1 + R_2)$

 返回

圖 3-27 電路分析的解答圖

點入重點公式的按鈕後，可以看到分壓器偏壓的公式說明，以及右方的顯示負載線按鈕，如圖 3-28 所示。

The screenshot shows a window titled "Macromedia Flash Player 8" with a menu bar (檔案(F), 檢視(V), 控制(C), 說明(H)). The main content area contains a graph and a text box. The graph plots drain current I_D on the vertical axis against gate-source voltage V_{GS} on the horizontal axis. A blue curve representing the JFET characteristic starts at the origin and curves upwards. A point on the vertical axis is labeled I_{DSS} . A point on the horizontal axis is labeled $-V_{GS}$ and $V_{GS(off)}$. The text box below the graph provides the following explanation and formulas:

說明:
 分壓器偏壓的直流負載線可以如下決定:
 當 $I_D = 0$,
 $V_S = I_D R_S = (0)R_S = 0V$
 $V_{GS} = V_G - V_S = V_G - 0V = V_G$
 所以, $I_D = 0V$ 且 $V_{GS} = V_G$ 是負載線上的一點。
 當 $V_{GS} = 0$,
 $I_D = (V_G - V_{GS})/R_S = V_G/R_S$
 所以, $I_D = V_G/R_S$ 且 $V_{GS} = 0$ 是負載線上的第二點。
 兩點相連, 與JFET特性曲線交點就是Q點了。

On the right side of the text box, there is a red circular button labeled "返回" (Return) and two smaller buttons labeled "顯示負載線" (Show Load Line) with play and pause icons.

圖 3-28 重點公式圖

下圖為顯示負載線的曲線圖

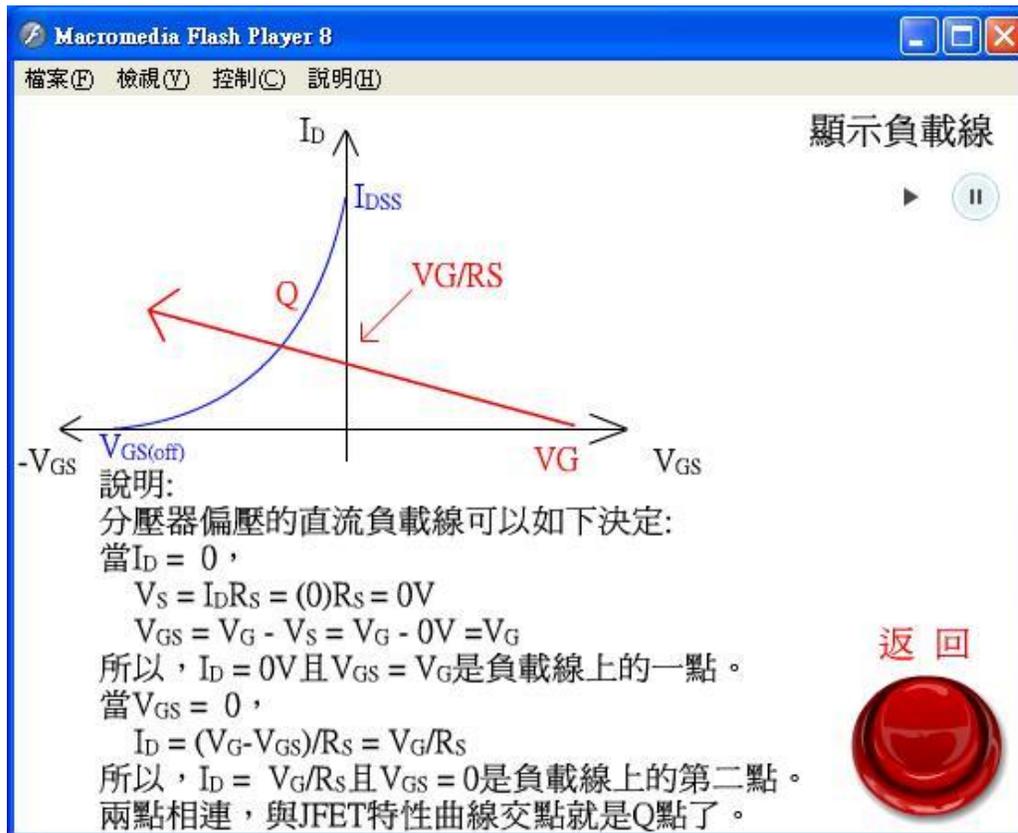


圖 3-29 負載線的曲線圖

接下來在主選單選擇小測驗的選項，如圖 3-30 所示。



圖 3-30 小測驗的選項

進入小測驗的選項後，可以看到問題 1，題目可供選項選擇答案，如圖 3-31 所示。

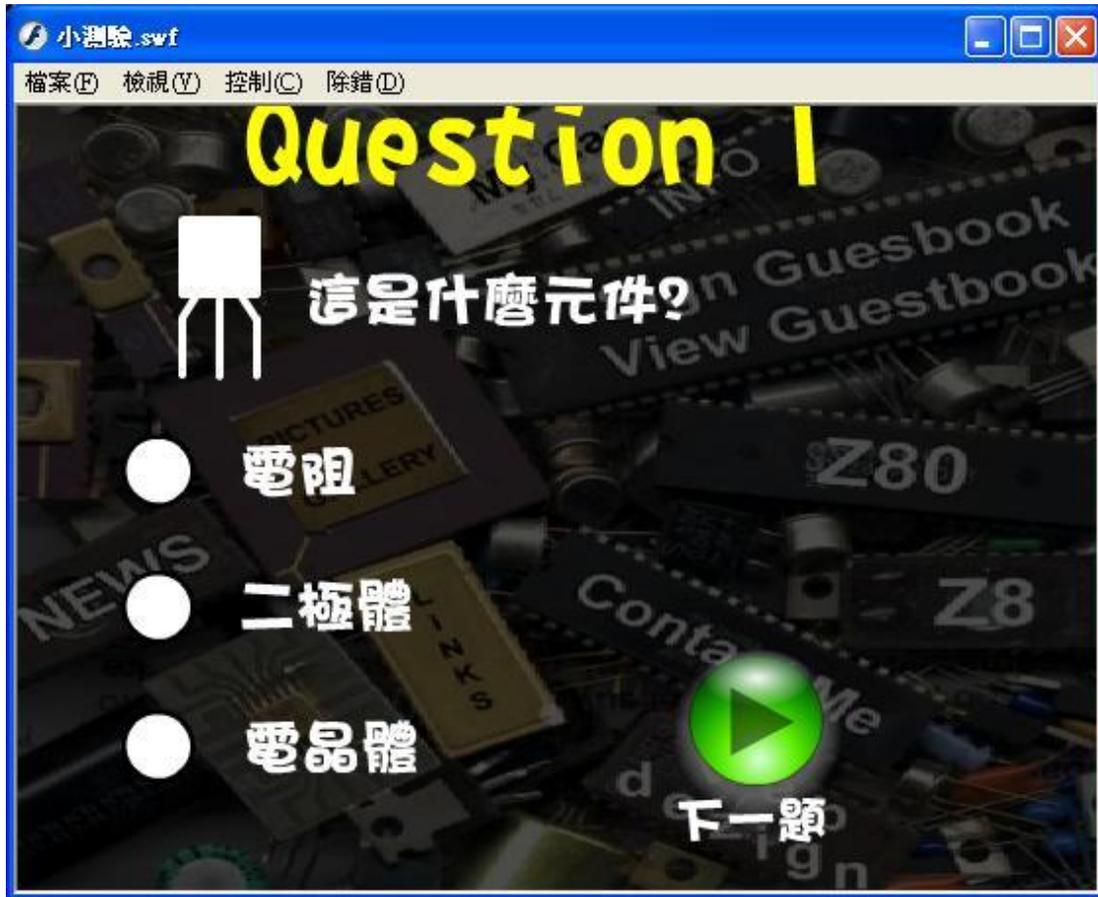


圖 3-31 測驗的題目以及選項圖

做完測驗後的介面，會顯示答對的題數，還有 3 個按鈕可供選擇，三個按鈕個別為”再測驗一次”、”回主畫面”、”正解”，如圖 3-32 所示。



圖 3-32 測驗結束後的畫面、有三個按鈕可供選擇圖

按下正解的按鈕後，會出現題目正解的畫面。



圖 3-33 題目正解畫面

以上就是 JFET 篇的操作說明。

接下來要說明的就是 MOSFET 的操作流程，依照圖 3-4、圖 3-5、圖 3-6、圖 3-7 中的 MOSFET 篇內容來做個別的操作說明。

二、MOSFET 篇操作流程

在主選單中選擇基本特性的選項，而後可進入選項內容，選擇 MOSFET 篇後，開始進入特性的說明，首先從 MOSFET 的基本說明開始，然後是空乏型 MOSFET、增強型 MOSFET，如圖 3-34、圖 3-35、圖 3-36。

下圖為進入 MOSFET 篇後的基本說明，如圖 3-34，開頭會以打字機效果跑內容，下方有 SKIP 按鈕可以做略過的動作，還有下一頁的按鈕可以點選。



圖 3-34 MOSFET 的基本說明圖

點選下一頁後會出現空乏型 MOSFET 的文字說明，如圖 3-35 所示。

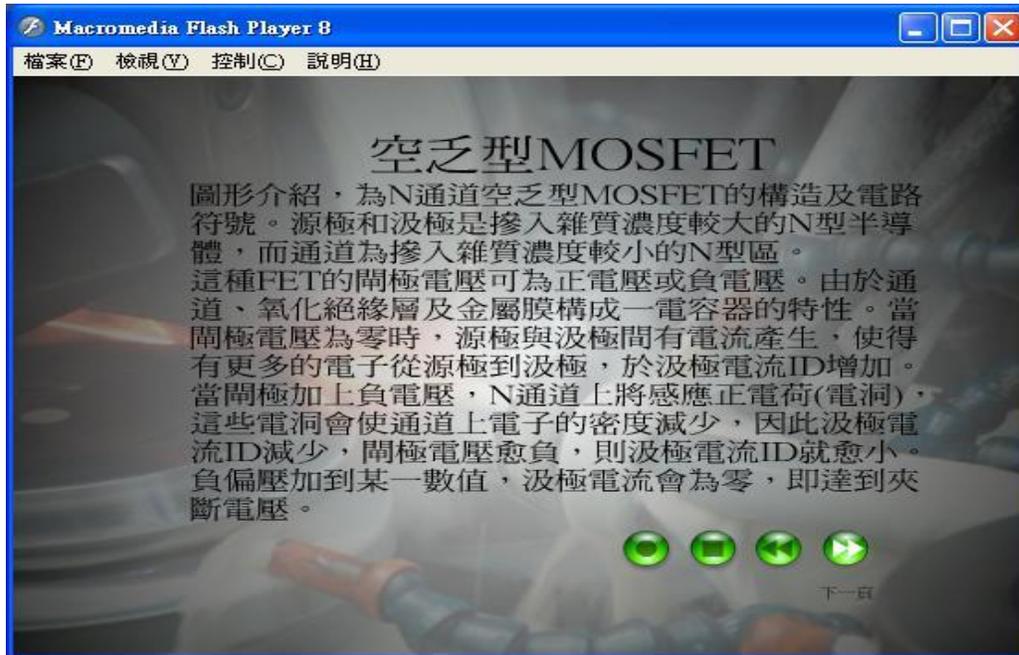


圖 3-35 空乏型 MOSFET 的文字說明圖

再點選下一頁後會出現增強型 MOSFET 的文字說明，如圖 3-36 所示。



圖 3-36 增強型 MOSFET 的文字說明圖

接下來在主選單選擇元件介紹的選項，一樣在選擇 MOSFET 篇的選項後開始操作，首先是增強型 MOSFET 篇的動畫，依據四大部分的介紹，先做動畫式的瀏覽，快速預覽過一遍內容。



圖 3-37 增強型 MOSFET 的動畫開頭圖

動畫停止後，左邊出現四大部分的按鈕圖示，右下角則是有 MOVIE REW 的按鈕可以重新再跑一次圖 的動畫，如圖 3-38 所示。

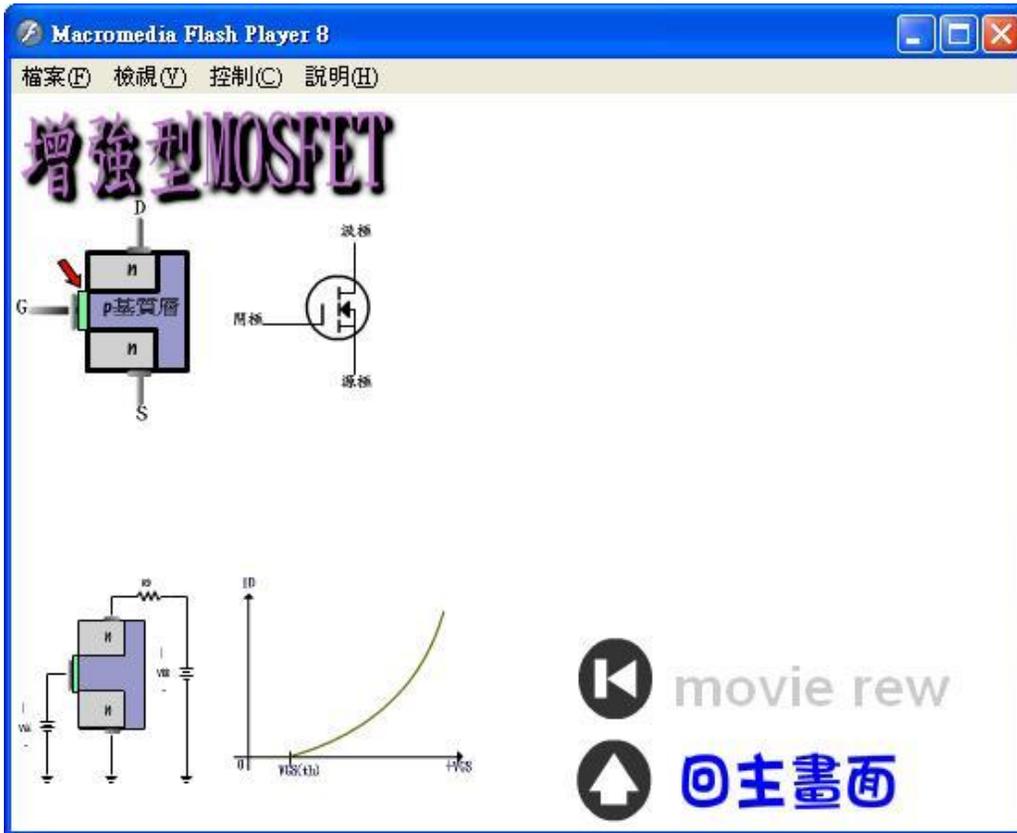


圖 3-38 四大部分的按鈕圖

現在開始一一介紹四大部分的按鈕內容，首先是 E-MOSFET 的基本結構圖，可由按鈕 BACK 來做回到上一頁的步驟，如圖 3-39 所示。

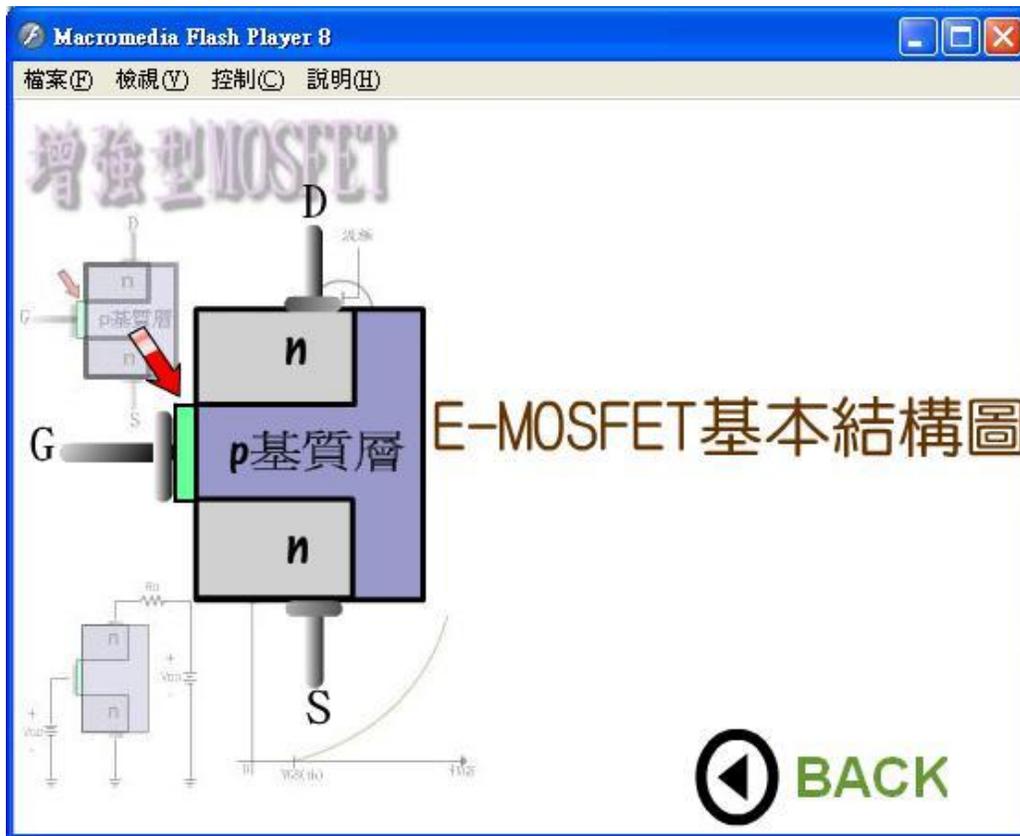


圖 3-39 E-MOSFET 的基本結構圖

接著介紹的是 N 通道和 P 通道 E-MOSFET 的圖形符號，可由按鈕 BACK 來做回到上一頁的步驟，如圖 3-40 所示。

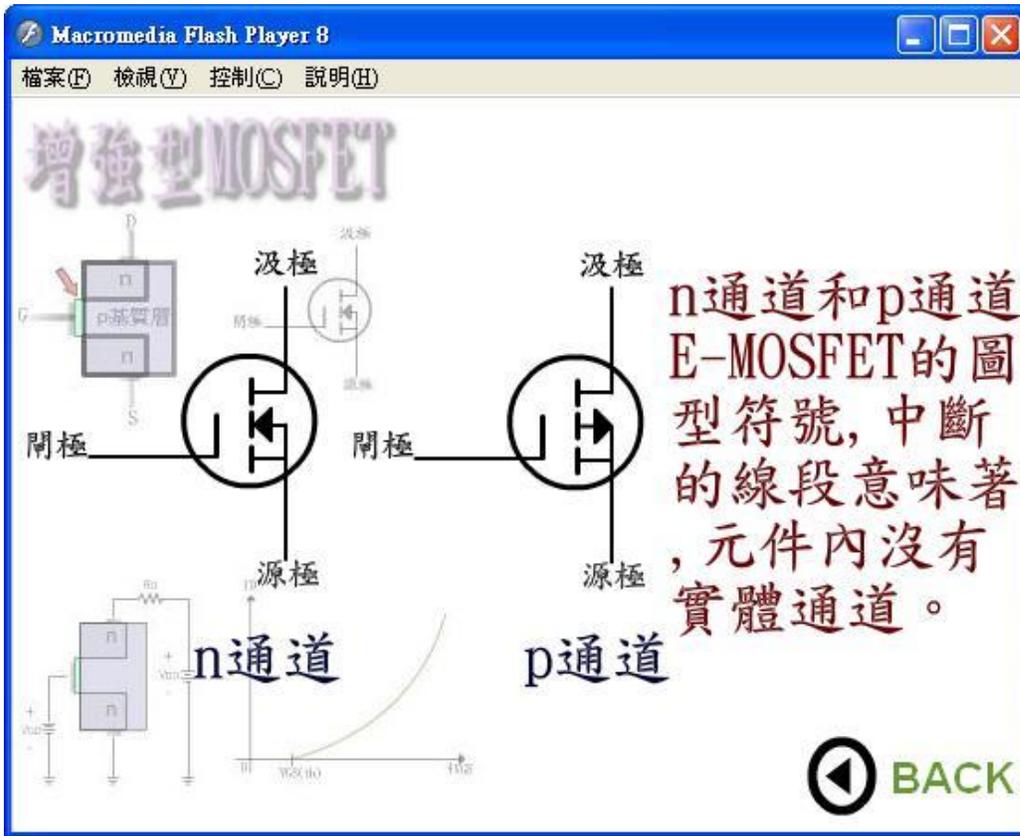


圖 3-40 N 通道和 P 通道 E-MOSFET 的圖形符號圖

接著是 E-MOSFET 的特性曲線說明，全圖中央有 BACK 按鈕可以回到上一頁，如圖 3-41 所示。

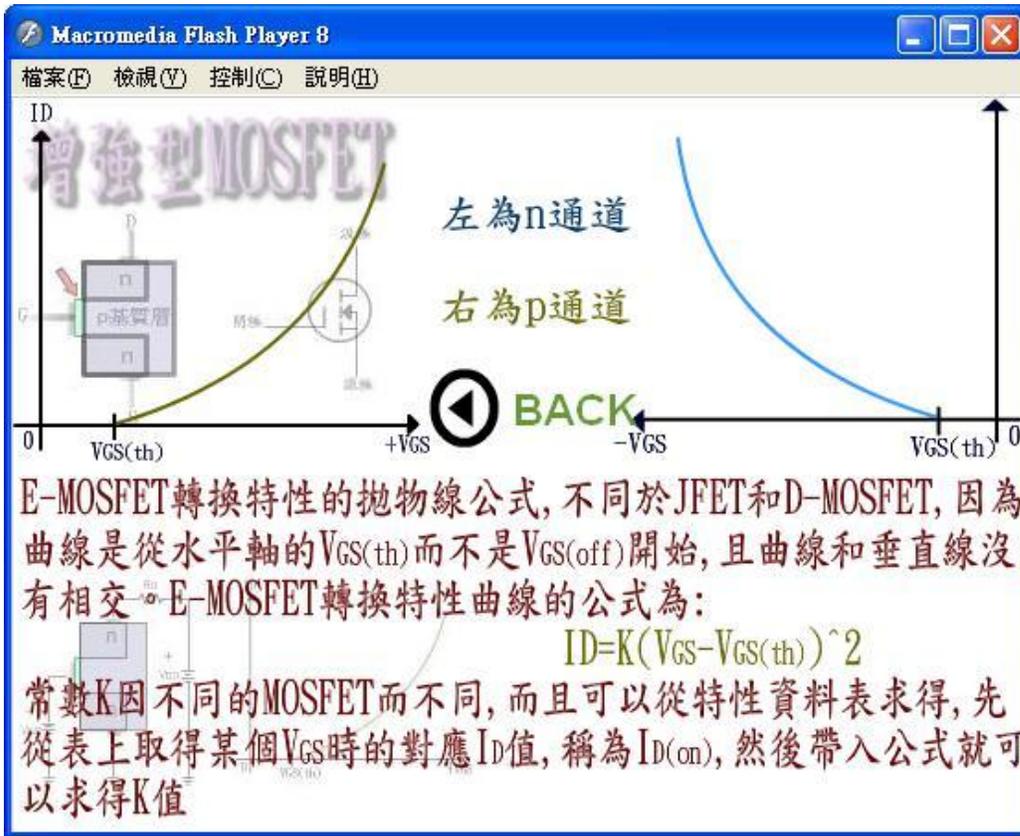


圖 3-41 E-MOSFET 的特性曲線說明圖

最後是結構的說明，在結構說明中分為兩個步驟進行，在第一個步驟中按下繼續的按鈕即可了解第二個步驟，第二步驟中可由 BACK 按鈕回至上一頁，上述流程如圖 3-42、圖 3-43 所示。

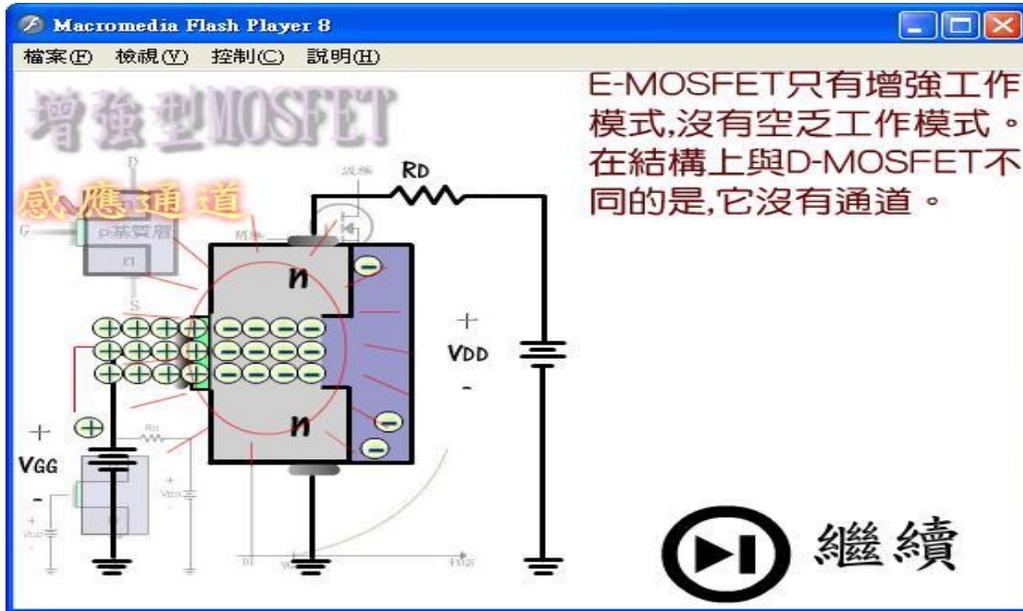


圖 3-42 結構說明的步驟一圖

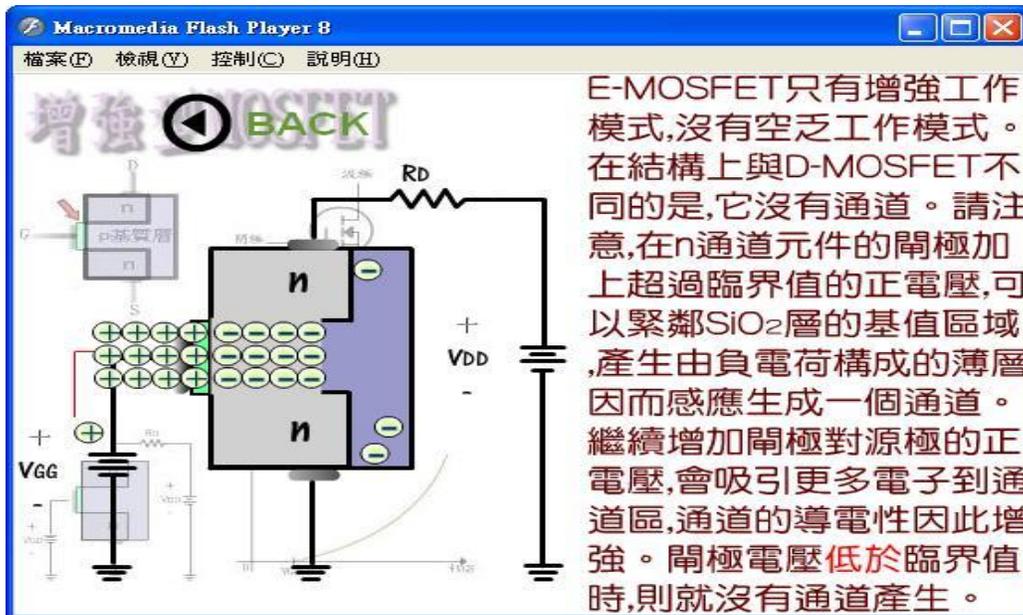


圖 3-43 結構說明的步驟二圖

接下來在主選單選擇電路圖的選項，如圖，一樣在選擇 MOSFET 篇中 D-MOSFET 偏壓的選項後開始操作，進入後有 D-MOSFET 偏壓電路圖以及公式解，如圖 3-44、圖 3-45 所示。

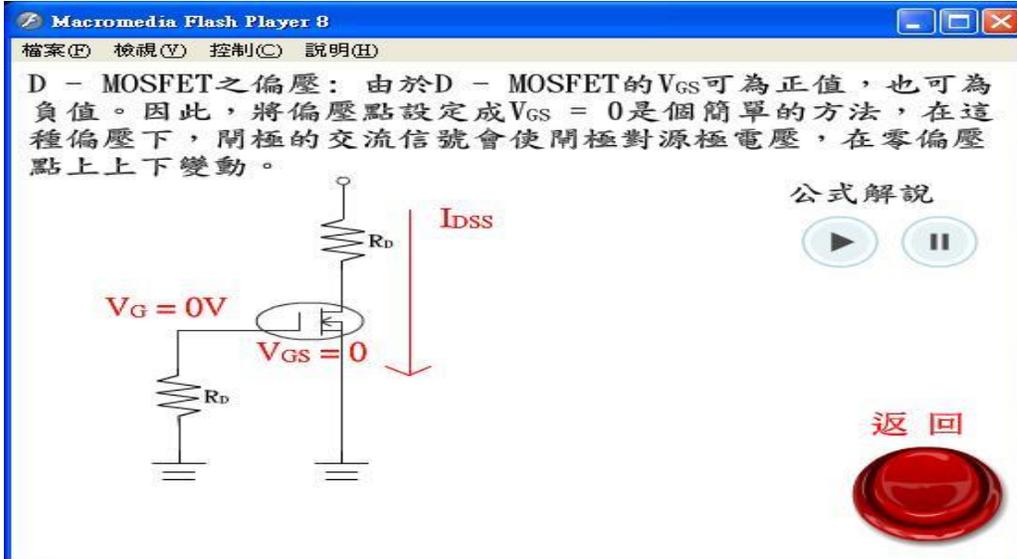


圖 3-44 D-MOSFET 偏壓電路圖

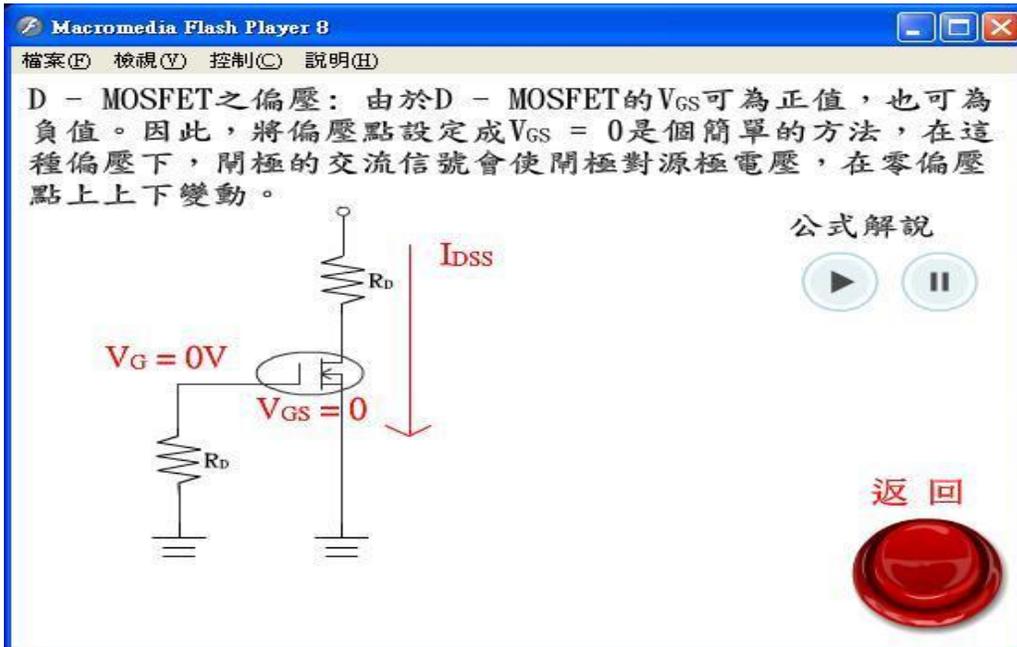


圖 3-45 D-MOSFET 偏壓電路公式解圖

在選擇 MOSFET 篇中 E-MOSFET 偏壓的選項後開始操作，在 E-MOS FET 偏壓中分為汲極回授偏壓按鈕和分壓器偏壓按鈕，皆在右半邊可以選取，如圖 3-46、圖 3-47 所示。

Macromedia Flash Player 8
檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

E-MOSFET之偏壓:E-MOSFET之VGS必須大於臨限值VGS(th)，所以不能使用零偏壓。以下兩種偏壓，不管對於D-MOS或E-MOS都適用的偏壓方式。在此我們以E-MOSFET來解說。

源極回授偏壓，目的與分壓器偏壓一樣，都是使開極電壓比源極電壓高，且超過VGS(th)。

源極回授偏壓中，開極電流可以忽略，所以RG兩端沒有電壓降，使得

$$V_{GS} = V_{DS}$$

$$I_D = (V_{DD} - V_{DS}) / R_D$$

$$= K(V_{GS} - V_{GS(th)})^2$$

$$V_{DS} = V_{GS} = V_{DD} - I_D R_D$$

汲極回授偏壓

分壓器偏壓

返回

圖 3-46 汲極回授偏壓圖

Macromedia Flash Player 8
檔案(F) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

E-MOSFET之偏壓:E-MOSFET之VGS必須大於臨限值VGS(th)，所以不能使用零偏壓。以下兩種偏壓，不管對於D-MOS或E-MOS都適用的偏壓方式。在此我們以E-MOSFET來解說。

分壓器偏壓，其目的為了使開極電壓高於源極電壓，且超過VGS(th)。

可以使用下列公式：

$$V_{GS} = [R_2 / (R_1 + R_2)] * V_{DD}$$

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D$$

$$I_D = K(V_{GS} - V_{GS(th)})^2$$

VGS之分壓原理，JFET的分壓器偏壓中有提。

汲極回授偏壓

分壓器偏壓

返回

圖 3-47 分壓器偏壓圖

接下來在主選單選擇小測驗的選項，如圖，一樣在選擇 MOSFET 篇中開始操作，進入小測驗的選項後，可以看到問題 1，題目可供選項選擇答案，如圖 3-48 所示。



圖 3-48 測驗的題目以及選項圖

做完測驗後的介面，會顯示答對的題數，還有 3 個按鈕可供選擇，三個按鈕個別為”再測驗一次”、”回主畫面”、”正解”，如圖 3-49 所示。



圖 3-49 測驗結束後的畫面、有三個按鈕可供選擇圖

按下正解的按鈕後，會出現題目正解的畫面，如圖 3-50 所示。

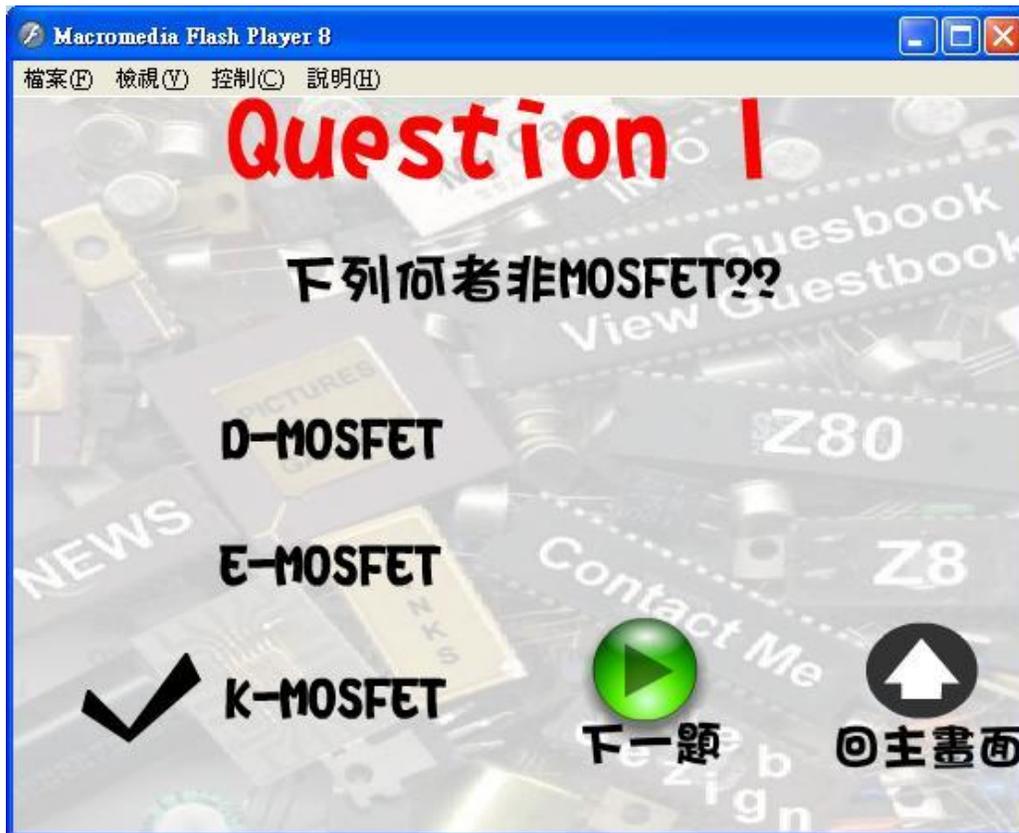


圖 3-50 題目正解畫面圖

第四章 系統呈現

第一節 預期效能

由於現在的網路發達，所以在網路上可以找到許多的教材，也能搜尋到許多不同的教學網站，所以在未來，不只要能夠做到遠距離的效果，更要做到互動式十足的感覺。

在互動式教學中，場效電晶體是一種全新的互動式構想，因為在電子電路的教學方面總是需要專業的老師來做說明，鮮少有人會利用軟體作出教學式的介面來供學生操作。現在換個角度想，如果有一個互動式教學網站可以學習電子電路的基礎元件，並且是不帶有壓力，或許還有些趣味的操作，那是不是可以減輕老師對學習的基礎一而再的重複敘述也可以讓學生有比較輕鬆的學習環境呢？

如果上述的問題的答案是 YES 的話，那就是我們需要作出的效能，也是我們預期可以實用在何處的效能。接下來可以分為 5 個問題來評估預期效能的達成與否。

1. 此專題的活潑教學方式相對於傳統教學方式其滿意的程度為何？
2. 教材內容所呈現順序合乎學習需要之滿意程度？
3. 教材內容精確符合專業要求之滿意程度？
4. 內容表達，能維繫學習者的興趣與注意其滿意程度為何？
5. 結合了動畫、文字、聲音、影像等媒體，對學習效果的提升其滿意程度為何？

第二節 系統效能

在Flash電晶體互動式教學中，能夠帶來以下的5點效能：

1. 能夠引起學習者注意並保持敏銳的學習狀態。內容的清楚與連貫，特殊效果的使用。
2. 藉由適當學習理論的應用，學習可以更具互動性：經過良好的設計，教學媒體內容的組織與呈現可以導致更好的教學。通常設計媒體時，許多學習理論的觀點將會納入考慮，如學習者的參與、回饋、增強作用等，儘量使學習者融入學習活動中。學習者與教學媒體持續互動的結果，不僅提高教學效益，同時也提昇學習層次。
3. 學習時間需求可以減少：比起傳統教學，大部分的媒體呈現需要較少的時間來傳遞訊息。但在這較短的時間裡，有大量的訊息將傳達給學習者，並被吸收。
4. 學習的品質可以增進：只要能將圖像、聲音、文字加以妥善組合，教學媒體可以將知識有條理的傳播給學習對象。
5. 教學可以隨時依需要而進行：如果教學媒體是為了個別學習而設計，那麼學習者可以依個人需求而不受時間與地點的限制來進行學習。

第五章 結論

本次專題研究著重在於以 macromedia flash mx 軟體繪製出場效電晶體的理論定義及特性曲線圖，而場效性電晶體分為兩部份：一是接面場效電晶體(JFET)，二是互補式場效電晶體(MOSFET)，而我們此次專題研究的目的是互動式教學，成果如下所示。



圖 4-1 開頭動畫示意圖



圖 4-2 目錄背景功能示意圖

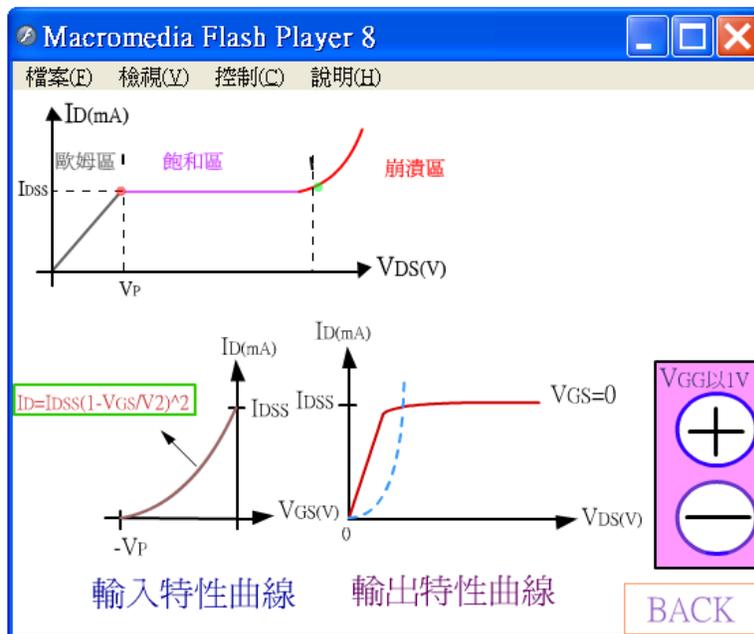


圖 4-3 基本特性曲線示意圖

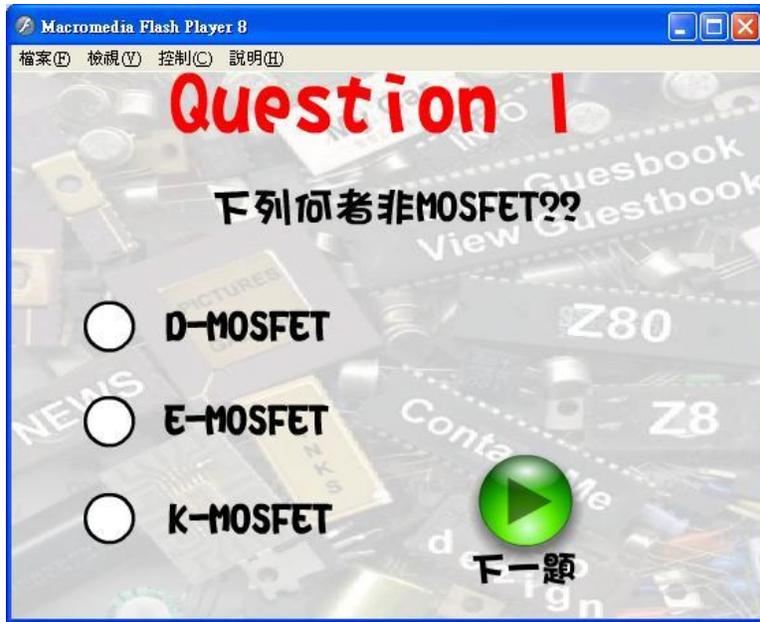


圖 4-4 小測試示意圖

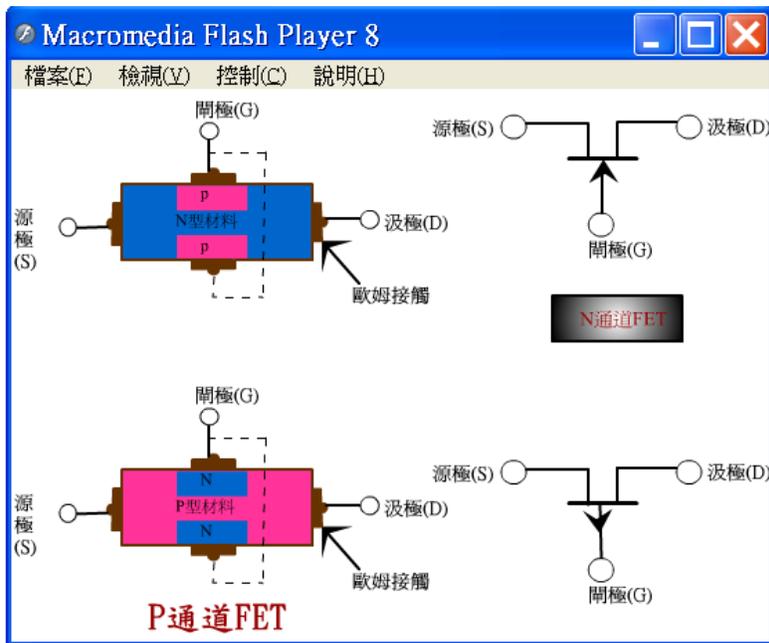


圖 4-5 元件介紹示意圖

Macromedia Flash Player 8

檔案(E) 檢視(V) 控制(C) 說明(H)

JFET之自給偏壓:

開啟計算解說視窗

關閉計算解說視窗

回主畫面

說明:

此圖JFET的自給偏壓電路圖，自給偏壓是JFET偏壓中最常用的方式，正常工作的JFET，閘極-源極接面必需逆向偏壓。要滿足條件，當JEFT是N通道時， V_{GS} 必須是負極，反之，P通道時， V_{GS} 為正，自給偏壓電路可以達到這個目的。在此，用N通道為試範。因為在閘極電阻 R_G 兩端沒有電壓壓降，所以 R_G 不會影響電路的偏壓，因此閘極電壓保持在0V。故計算時電路可簡化方便計算。 R_G 的功能只是單來將交流與接地之間隔開。

圖 4-6 電路示意圖

本專題係利用多媒體動畫製作軟體 Flash mx 互動式程式設計的技巧，結合專業課程電子學研製出有關場效電晶體的互動式教學光碟電子書。內容不僅利用互動式與動畫的呈現效果，希望達到情境式專業課程教學，突破一般課本中文字敘述的模式，加深學習者對場效電晶體基本原理的理解與記憶。

本作品為多媒體互動式電子書，因此可反覆播放，定點播放及互動學習的特性，藉此可強化學習基礎。作品中為了讓學習者自我檢測學習的成果，學習者可利用點選小測驗之選項單元了解學習之成效。

綜合上述；本專題之成果對於場效電晶體有興趣者或教學者將有所助益。

參考文獻

- (1) 李秀峰，2002，電子學，第八版，新文京開發出版有限公司。
- (2) 楊叔卿，1993，「互動式教學多媒體之探討—兼談清大互動式影碟系統英語教材之設計研發（上）」，教學科技與媒體，pp. 49-55。
- (3) 楊叔卿，1994，「互動式教學多媒體之探討—兼談清大互動式影碟系統 英語教材之設計研發（下）」，教學科技與媒體，pp. 49-55。
- (4) 殷彩鳳，1999，「教材選對，效果加倍—談選用英語教材的基本原則」，敦煌英語教學雜誌，Vol. 21，pp. 15-17。
- (5) 彭會絹/張基成，2000，「網路學習環境中互動式多媒體視訊教材之設計與製作」，視聽教育雙月刊，Vol. 41，pp. 12-22。
- (6) 鍾聿琳、黃衍文，1999，「媒體互動式光碟教學對認知成就及學習態度影響之初探」，民意研究季刊，台北。
- (7) 羅綸新，1993，「多媒體應用」，教學科技與媒體，Vol. 9，pp. 50-54。
- (8) 王秋華，2000，「網路教學之學生學習行為與學習滿意度及學習績效的關係」，大葉大學，碩士論文。
- (9) 王受之，2000，「世界平面設計史」，藝術家出版社，台北。
- (10) 田中正明著，蘇守政譯，1988，「視覺傳達設計」，六合，台北。
- (11) 朱湘吉，1994，教學科技的發展理論與方法，五南，台北。
- (12) 李煒佳、李桓悅、何良懋，1990，「編輯手冊」，藝文圖書，香港。
- (13) 李凌霄，1990，「成功的編輯」，世界文物，台北。
- (14) 李國銘，2001，「多媒體型態之設計資訊認知模式研究」，雲林科技大學，碩士論文。
- (15) 李偉旭，1999，「電腦遊戲學習軟體與內在動機因素—以英語幼教光

- 碟的學習為例」，國立台灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。
- (16)何秋華，2000，「多媒體科技環境與兒童英語教學：即時互動式網路溝通系統之整合與應用」，淡江大學，碩士論文。
- (17)巫靜宜，2000，「比較網路教學與傳統教學對學習效果之研究」，淡江大學，碩士論文。
- (18)林吉峰，1992，「美術編輯概論」，台北市立美術館，台北。
- (19)林裕集，2001，「適用於電腦教室之網路測驗系統：以國小英語科為例」，台中師範學院，碩士論文。
- (20)林崇德，1998，「發展心理學」，正大印書館，台北。
- (21)林文昌，1991，「色彩計畫」，藝術圖書公司，台北。
- (22)施威銘，1992，「動畫製作系統實務手冊」，旗標圖書，台北。
- (23)高新發、陳妹香，1999，「多媒體設計」，全華科技圖書，台北。
- (24)翁靜宇，2002，「運用電腦多媒體視覺特效輔助啟聰學童英語學習之研究」，大葉大學，碩士論文。
- (25)徐易稜，2001，「多媒體呈現方式對學習者認知負荷與學習成效之影響研究」，中央大學，碩士論文。
- (26)柳閩生，1987，「編輯藝術」，天工書局，台北。
- (27)柳下秀雄著/王秀雄譯，1981，「商業設計的編排與構成」，天同出版社，台北。
- (28)許繼德，2002，「網路輔助教學對不同認知風格的國小學童在英語學習動機與成就之影響」，屏東師範學院，碩士論文。
- (29)許明潔著、李驥等人編，2000，「數位媒體企劃與設計」，龍溪，台北。
- (30)陳俊宏、楊東民 著，1998，「視覺傳達設計概論」，全華科技圖書，

台北。

- (31) 張雅雯，1999，兒童英語網路化多媒體教材之發展，淡江大學，碩士論文。

附錄一

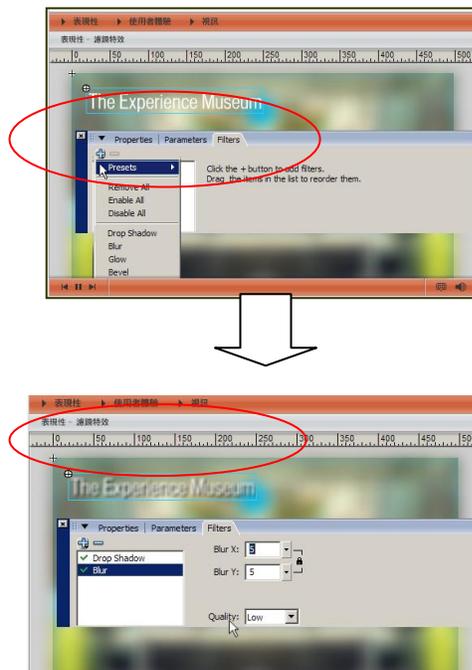
Flash Professional 8 功能介紹

目前 Flash 最新版本為 Flash Professional 8 而它和前一版本 Flash Professional MX 差異在何處？及他多了那一些功能，以下幾點說明之：

表現性：

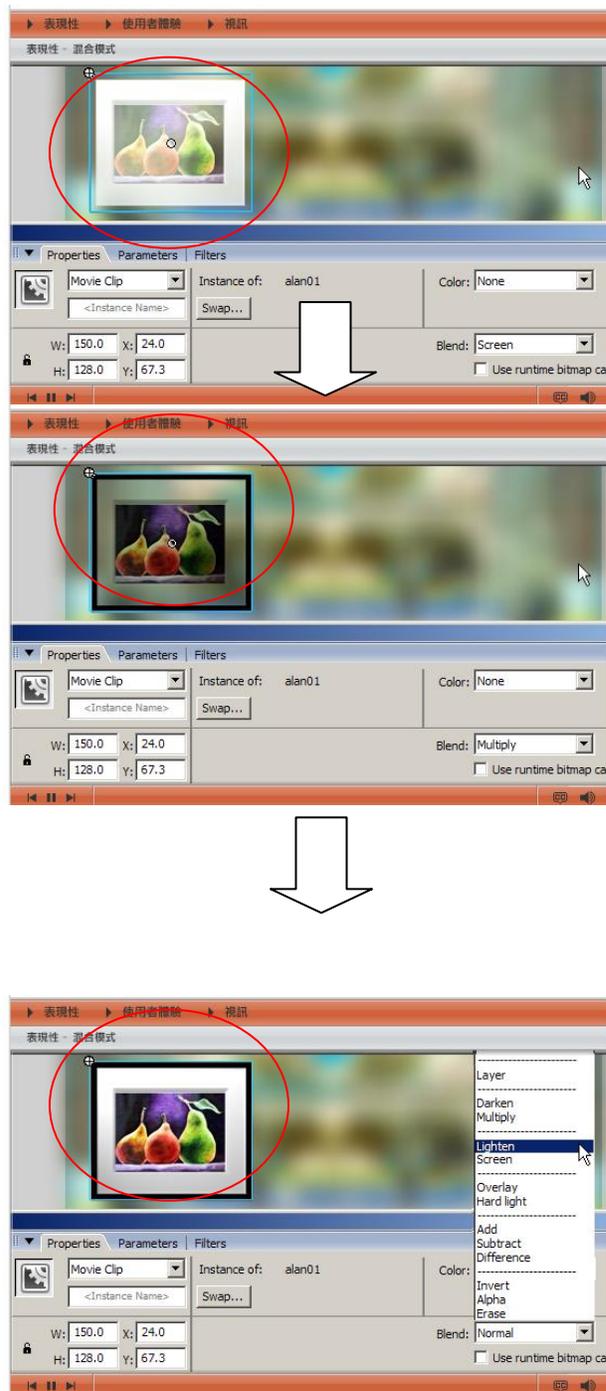
(1) 濾鏡 *

運用內建的濾鏡特效（例如下垂式陰影、模糊、發光、斜角反白、逐變式斜角和色彩調整），來創作更精彩的设计。濾鏡是套用在影片素材 (MovieClips) 和文字欄位中的視覺特效；Flash Player 可支援並即時轉換濾鏡特效，如下圖所示。



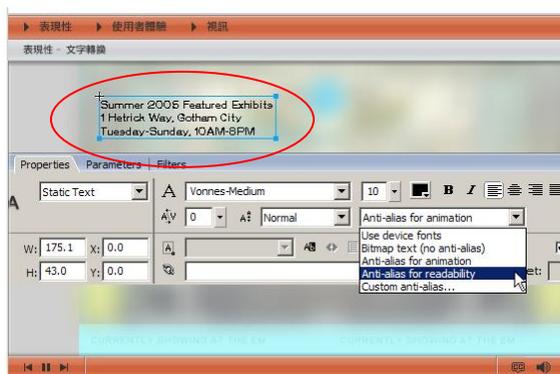
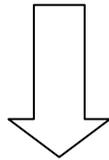
(2)混合模式*

Flash Professional 8 具備在執行時期控制混合模式的能力，並可組合繪圖特效，以提供完整的動態使用者互動功能；這是其他設計工具所遠不能及的，如圖所示。



(3)FlashType – 高品質的字體轉換引擎

運用革命性的全新字體轉換引擎 – FlashType – 提供清晰、高品質的字體轉換效果，讓小字體看起來格外清晰，並大幅提高了文字的可識別度。它針對不同的使用情況提供最佳化的字體轉換選項，您可視需要從中選擇。運用 Flash Professional 中全新的自訂抗鋸齒功能，來最佳化字體轉換效果，如圖所示：

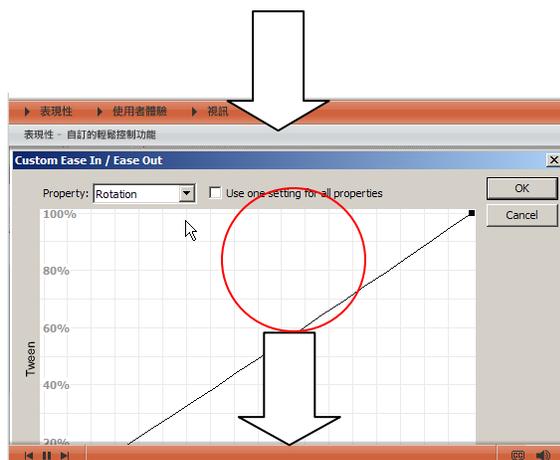
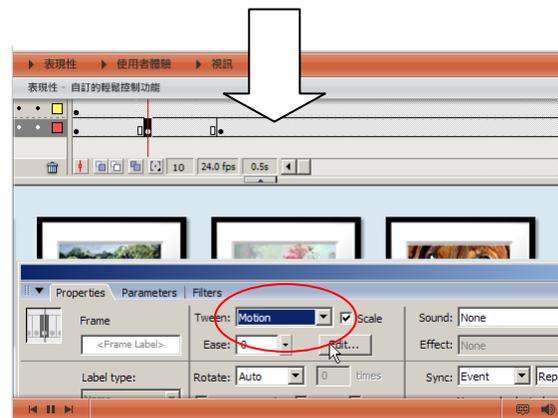


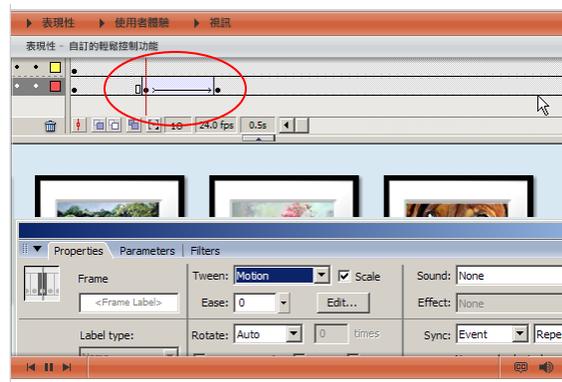
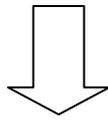
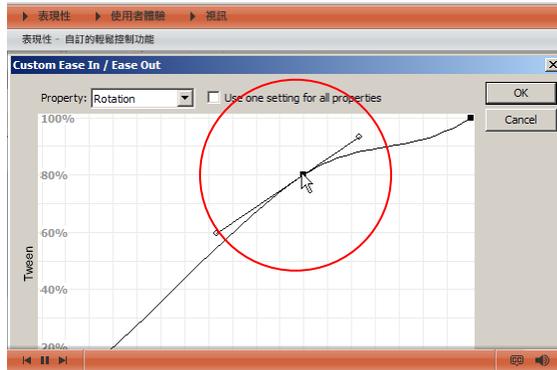
(4)點陣圖快取

您只要將物件標示為點陣圖，就不需重新轉換向量物件。即使物件快取為點陣圖，仍會保留向量資料，如此，您就可隨時將它再轉換為向量。

(5)自訂的輕鬆控制功能*

您可透過提供獨立位置、旋轉、縮放、色彩和濾鏡控制的直覺式圖表，以直覺式的方式，輕鬆精確地控制動畫物件的速度，如圖所示：





(6)增強文字工具

使用全新的文字控點來調整文字欄位大小。只要拖曳此 4 個控點的任何一個，即可調整文字欄位的大小。

(7)增強筆劃屬性

提供多種頂蓋和接合點類型供您選擇。您可將漸層和填滿效果套用在筆畫上。使用筆劃提示功能，即可產生更佳的筆劃交叉點轉換效果。

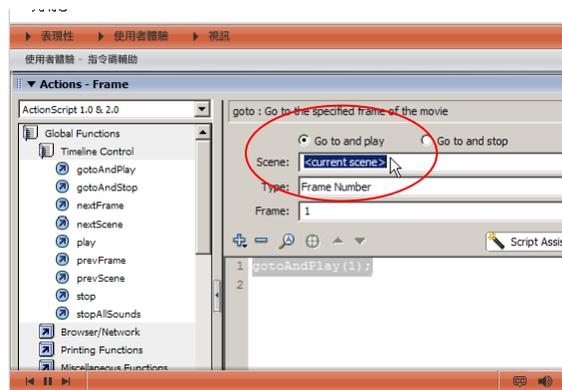
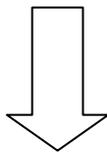
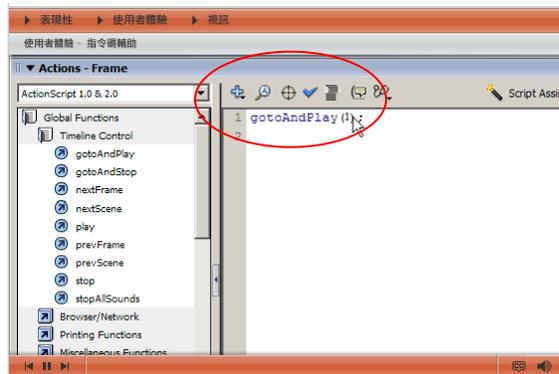
(8)進階的漸層控制功能

更精確地控制漸層，例如變更錐形漸層的聚點，以及選擇不同的溢位模式。

使用者體驗：

(1)指令碼輔助 (Script Assist) 功能 (之前稱為「一般模式 (normal mode)」)

「一般模式 (normal mode)」又回來了，而且這次提供更強大的功能。指令碼輔助 (Script assist) 功能提供了視覺化的指令碼編輯使用者介面，其中包含自動語法完成，以及任何特定動作參數的說明，如圖所示：

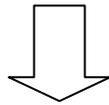


(2)進階程式庫

在開啟多個檔案時，會將每個開啟檔案的相關程式庫整合在一個面板中，而且就像 Flash 的其他面板一樣 — 它會停留在原來的位置。您可使用程式庫上方的全新拖放清單，來存取其他程式庫，如此，就可輕鬆地在各個開啟程式庫之間導覽。

(3)物件繪圖模型

切換全新的物件繪圖模式，將形狀顯示為物件，並搭配運用多種向量繪圖工具（例如 Adobe Illustrator 和 Macromedia FreeHand），如圖所示。



(4)增強的面板管理

使用者可使用增強的面板管理功能，視需要最佳化工作區。您可依 Dreamweaver 和 Fireworks，將面板分組整合在具有標籤的面板集中。您可將最常用的面板分組，讓畫面看起來更整齊分明。而且還可對每個面板群組指定自訂名稱。

(5)擴展舞台的剪貼板

當專案需要的大型圖片尺寸遠超出 Flash 的舞台尺寸時，就必須在偏離舞台的範圍檢視物件。若要擴展剪貼板，只要將物件拖曳靠近其邊緣，剪貼板就會自動調整擴展。

(6)取消/復原選項

可切換「物件層級取消」和「文件層級取消」功能。

(7)SWF 中繼資料

全新的 SWF 檔案格式中繼資料屬性可透過網際網路搜尋引擎，提高 SWF 檔案的可搜尋性。現在，Flash 製作人員可將標題和說明加入 SWF 檔案中，讓搜尋引擎可更精確地顯示 SWF 檔案內容。

視訊：

(1)高品質的視訊 codec

Flash Player 8 新增了更加先進的視訊 codec：On2 VP6。此 codec 提供優越的視訊品質，足以與現今最佳的視訊 codec 匹敵，而且其檔案大小更為精簡。

(2)Alpha 頻道支援*

執行時期支援 alpha 頻道。此項革命性的新功能可讓您將以透通式（甚至是半透通式） alpha 頻道組合的視訊重疊在其他 Flash 內容上。您可建立動態的簡報，例如濺起的水花、煙霧和火焰特效，以及在藍幕之前拍下的簡報人員影像。

(3)進階的視訊編碼選項*

Flash 製作工具中提供進階視訊編碼器，可當做專業視訊編輯工具的外掛程式，並視為可獨立執行的工具；它提供進階的編碼選項，讓開發人員最佳化視訊內容的品質與檔案大小。

(4)獨立的視訊編碼器*

提供多種進階的編碼選項，包括使用全新高品質的 On2 VP6 codec 或 Sorenson Spark codec，來建立 Flash Video 檔案。此編碼器還包括批次處理功能，可一次對多個視訊檔案編碼。

(5)專業視訊編輯工具的視訊編碼器外掛程式*

從領先的專業視訊編輯和編碼工具（例如 Avid Xpress/Media Composer、Apple Final Cut Pro、Discreet Cleaner 和 Anystream Agility）直接將視訊匯入 Flash。

(6)內嵌提示點*

直接將提示點內嵌在 Flash Video (FLV) 檔案中，如此就可在播放時，動態觸發事件。與全新的 Flash Video 元件搭配使用，如此，當視訊播到個別提示點時，即可輕鬆協調播放隨附的圖片與動畫。

(7)視訊匯入工作流程

它將所有視訊工作流程集中在單一對話方塊中，提供所有可用的 Flash Video 部署選項，不論是透過 Flash Communication Server 傳送串流視訊、透過 HTTP，以漸進式方式下載外部 FLV 檔案，或是其他多種選項。其全新的視訊匯入對話方塊可執行個體化全新、輕量級、可輕鬆變更外觀的視訊元件，並預先填入所有部署必要參數，讓您輕鬆建立絕佳的視訊體驗。

（Flash Basic 僅支援內嵌的視訊）

(8)可輕鬆變更外觀的改善視訊元件*

您可輕鬆自訂和變更外觀和感覺，卻不會大幅增加視訊專案的檔案大小。此全新元件也適用於多種部署選項，包括串流和漸進式下載。

(1)互動式行動裝置模擬器*

使用支援 Flash Lite 的各種行動裝置之預設設定檔，您只需製作內容一次，即可在多種裝置上測試它。配置測試設定檔，以加入多種裝置。您可依目標內容類型來篩選支援的裝置清單，以輕鬆判斷哪些手機支援螢幕保護程式、桌布、瀏覽器中的內容、可獨立執行的播放器等等縮短開發時間並簡化內容發佈規劃。

(2) 增強的動作面板*

在動作面板中結合全新的指令碼輔助 (Script Assist) 功能和全新的目標語言下拉式清單，讓使用不同版本的 ActionScript 語言變得更加簡單。若要進一步了解 Flash Lite 1.1 使用的語法，全新的指令碼輔助 (Script Assist) 功能可為您完成大部份的工作。這些增強功能為不熟悉 Flash Lite 的行動內容開發人員提供最佳的開發體驗。