

# 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

高職組 電子、電機及資訊科

091006

紙也能錄音系統之研究

學校名稱：高雄市私立大榮高級中學

作者：  職三 吳隆憶  職三 成世軒  職一 曾柏嘉	指導老師：  林進雄  曾建誌
---	-----------------------------

關鍵詞：錄音紙、二維條碼、記憶體

## 摘 要

人類記錄聲音的歷史，從愛迪生發明留聲機至今的科技，**MP3** 是最典型的留聲設備，而聲音的處理記錄方式，從類比信號處理方式到現今的數位化處理方式，處理的方式不同也有不同的設備。而 **MP3** 裝置是利用資料壓縮技術及記憶體，將聲音或音樂儲存在 **MP3** 記憶體中。研究中我們顛覆傳統聲音儲存方式，以紙為儲存媒介，利用二維條碼技術及聲音數位化電路，將聲音儲存在紙張上，因此紙張上方所記錄的二維條碼資料即為聲音資料。我們在利用光學閱讀裝置讀取二維條碼語音資料，並透過轉換電路再將聲音還原。

## 壹、研究動機：



- 一、在日常生活中四處可見如圖所示，在經老師介紹後我們才知道這叫二維條碼，它可用來記錄商品資訊，也可記錄網址資料，只要透過二維條碼閱讀機或經由智慧型手機，就能讀取資訊也就能連線到所需的網頁。二維條碼也可用來記錄儲存資料，心相如果也能儲存聲音的話，那是一件很妙的事，因此激發我們對聲音的儲存方式及紙的研究動機。
- 二、愛迪生發明留聲機至今已有百年歷史，我們知道聲音可以記錄與保存，從早期黑膠唱片、磁帶、CD 雷射唱機，到現今以記憶體方式儲存聲音資料，這些儲存媒介是在我們日常生活中最常見到及使用的。
- 三、紙由蔡倫發明至今已有 2000 多年的歷史，紙與我們生活密切，紙張除可書寫外，也能編成書提供我們知識。心想”紙” 在日常生活中又有那些的用途，做成紙飛機、餐桌上的環保盒、祈福的紙鶴、精美的月曆、鈔票用紙、衛生紙、報紙、書籍及賀卡等等，這些都是紙的應用。紙除上述用途外還有那些特殊應用，因此激發我們對紙的應用產生研究的動機。
- 四、一般人所認知紙的用途，想法都是能寫能看，如果能讓紙也能聽的話，那就無比神奇，我們所研究動機就是如何將聲音儲存在紙張上面，無需任何電子電路及記憶體，就能將聲音儲存在紙張，只要透過光學閱讀機及轉換電路就能從紙張上的聲音文件資料還原。

## 貳、研究目的：

- 一、基於動機所發現之問題，本小組針對紙的應用進行研究，而以“紙也能錄音系統之研究”作為研究主軸，作品中以數位電路、單晶片微電腦控制、訊號處理電路及類比/數位轉換電路，實現完成本作品。
- 二、一般我們所知道的聲音儲存方式，可將聲音儲存在錄音帶或記憶體，而以記憶體記錄聲音是最常使用的元件。研究中我們以紙為聲音儲存媒介，透過我們所設計的硬體電路就可將聲音記錄在紙張上，同時也能將紙張上的聲音資料還原。從研究中我們也證明紙張也可儲存聲音，因此也成為我們研究目的的基礎目標。
- 三、以紙本的方式儲存聲音資料，可提供警方刑事案件歸檔之用，目前警方詢問口供可分為筆錄部分及現場錄音部分，犯罪資料規檔是分開個別存放，往往照成資料的遺失或找不到檔案，如果能將聲音以紙本文件的方式來記錄聲音資料，因此犯罪資料就可同時將筆錄資料及聲音文件資料同時歸檔。

## 參、研究設備器材：

設備名稱	數量	備註
筆記型電腦	1	系統控制電腦及程式撰寫、二維條碼閱讀
數位雙軌跡示波器(60MHz)	1	波形觀查與信號量測
雙電源直流電壓供應器	1	電路實驗
89S51 模擬器	1	單晶片微電腦硬體電路設計及模擬
萬用燒錄器	1	單晶片程式燒錄器
函數波信號產生器	1	電路實驗所須信號源
數位三用電表	1	電壓量測與電阻量測
麵包板	2	硬體電路實驗之免焊萬用板
二維條碼光學閱讀機	1	讀取二維條碼之用
噴墨印表機	1	列印聲音之二維條碼資料
電容式麥克風	1	聲音拾音之用
ADC0804	1	類比-數位信號轉換器
DAC0800	1	數位-類比信號轉換器
89S51	1	單晶片微電腦
LY62256	1	32kB 靜態記憶體
LM358	1	運算放大器
LM386	1	音頻功率放大器
74LS244	1	資料緩衝器
74LS245	1	雙向資料傳輸緩衝器
MAX232	1	串列傳輸電壓轉換控制器
NE555	1	取樣頻率振盪器
石英晶體(11.0592MHz)	1	提供單晶片微電腦之時脈
電源供應器(+5V,+12V,-12V)	1	系統電源供應

## 肆、研究過程或方式：

### 4-1 系統架構方塊圖

紙也能錄音系統方塊圖，如圖 4-1 所示。在系統設計可分成四個主體單元，分別為訊號處理單元、輸出單元、輸入單元及個人微電腦單元。在訊號處理單元中，以單晶片微電腦為控制器，將類比聲音訊號經由 A/D 轉換電路，轉換為數位資料，再將數位訊號儲存在記憶體；訊號處理單元可經由單晶片微電腦控制，將記憶體中的數位資料經由 D/A 轉換電路，轉換為類比訊號，在經放大電路放大後推動喇叭；單晶片微電腦為控制器可透過 RS-232 串列傳輸介面將記憶體傳送至個人電腦處理或儲存。輸出單元由印表機所構成，主要用途為列印二維條碼裝置。輸入單元由二維條碼光學閱讀機所構成，主要用途為讀取二維條碼資料。個人電腦單元部分主要是用來讀寫二維條碼及傳送資料。

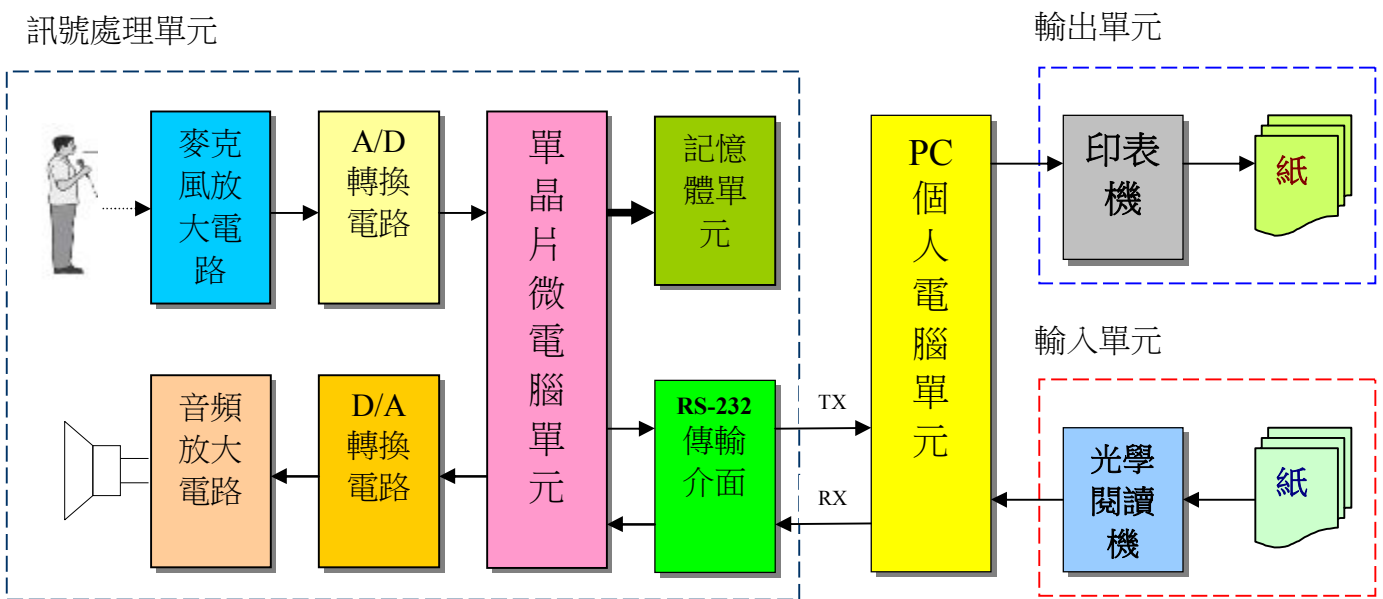


圖 4-1 紙也能錄音系統方塊圖

#### 4-1-1 訊號處理單元

在訊號處理單元中，又包含下列各子單元控制電路，分別為麥克風放大電路、A/D 轉換電路、單晶片微電腦控制、音頻放大電路、D/A 轉換電路、RS-232 串列傳輸介面及記憶體。

### 4-1-2 輸入/輸出單元

在輸入單元，主要的裝置為二維條碼閱讀機，光學閱讀機我們選用微創科技公司產品之二維條碼閱讀機，如圖 4-2 所示。USB 介面以利電腦讀取二維條碼。在輸出單元，主要的裝置為印表機，可將編輯完成的二維條碼列印在紙張上。



### 4-1-3 個人電腦單元

PC 個人電腦單元，經由 RS-232 介面讀取訊號處理單元的聲音數位資料，並由編輯軟體產生 QR 碼，再由印表機輸出二維條碼，個人電腦輸出動作方塊圖，如圖 4-3 所示。

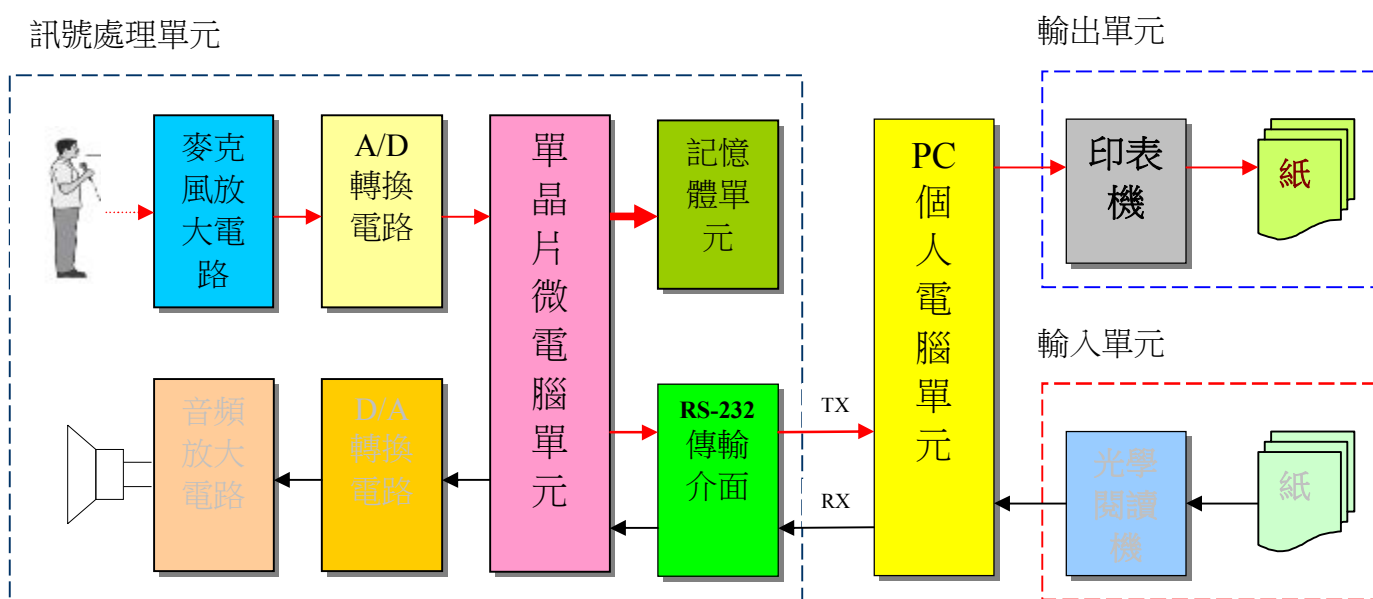


圖 4-3 個人電腦輸出動作方塊圖

個人電腦輸入動作方塊圖，如圖 4-4 所示。可將輸出的二維條碼由光學閱讀機讀取後，儲存於電腦，或經由 RS-232 介面將讀取的二維條碼的聲音資料傳送至訊號處理單元中的記憶體，並由單晶片控制讀取記憶體中的資料，即可產生聲音訊號輸出。

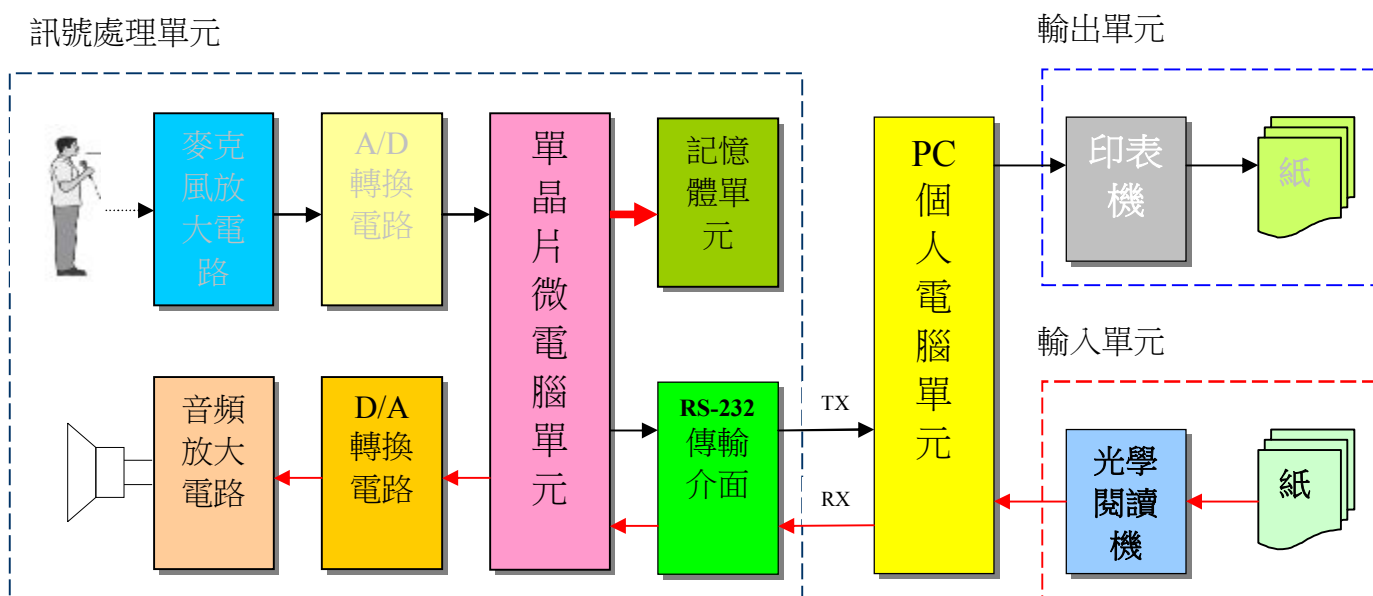


圖 4-4 個人電腦輸入動作方塊圖

#### 4-1-4 系統硬體電路設計流程圖

硬體電路之設計與規劃是系統的命脈，軟體與硬體整合互通性要高，相關資料之收集、參考、整理、構想，硬體電路設計與製作，數據的量化測試抽樣及準確度，將硬體電路與軟體程式結合測試使能達到正常連線動作。硬體電路設計流程圖，如附圖 A-1 所示。

硬體電路設計流程圖中，系統各單元電路規劃及電路設計，先以麵包板製作電路，並利用單晶片模擬器，模擬硬體電路動作及撰寫程式，待硬體電路與程式正常工作時，即可將程式燒錄於單晶片微電腦上，在規劃電路板之尺寸及零件位置，並完成印刷電路板之焊接工作，再將完成的電路板與系統整合測試，系統動作正常後結束。

#### 4-1-5 系統發展流程圖與步驟

硬體電路以單晶片微電腦設計主軸，單晶片微電腦 AT8951/52 的應用，是以軟體程式來控制硬體電路工作，因此系統的發展必須包含軟體程式設計與硬體電路製作，



最後才結合軟體與硬體並測試其功能，以符合系統要求，系統發展流程圖，如附圖 A-2 所示。

#### 4-1-6 軟體設計流程圖

系統軟體設計方面，需使用到高階程式語言(Visual Basic)、低階程式語言(X8051)，分別撰寫系統程式，為達到系統穩定要求因此設計原則如下：

**【高階語言程式設計的原則如下】**

- 1.程式結構草擬與流程圖規劃。
- 2.畫面設計必須操作簡便為設計目標。
- 3.軟體程式與硬體控制須密切配合。
- 4.VB 軟體設計流程圖，如附圖 A-3 所示

高階程式語言是一種易學、易懂的程序導向語言，因此系統模擬及介面讀取，利用高階程式語言(Visual Basic)撰寫，高階語言在執行之前必須先經過編譯程式的轉換，電腦才能執行所設計之程序與動作。VB 軟體設計流程圖，如附圖 A-3 所示。建立系統所需之專案檔，在專案中加入表單畫面，並在表單中加入控制物件及設定物件屬性，編寫程式碼並執行程式，測試程式動作是否正常，當動作不正確時停止程式執行返回重新編寫程式，動作正常時可將程式轉成執行檔(exe)檔。

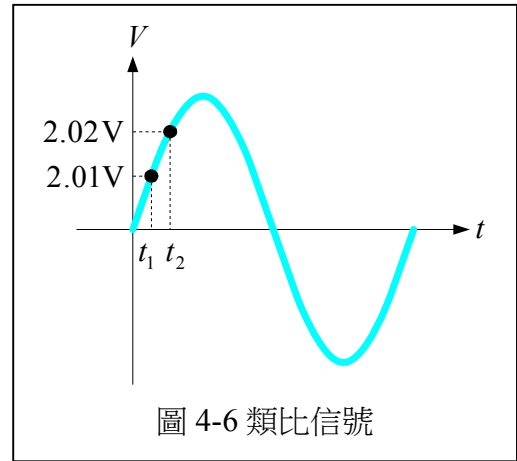
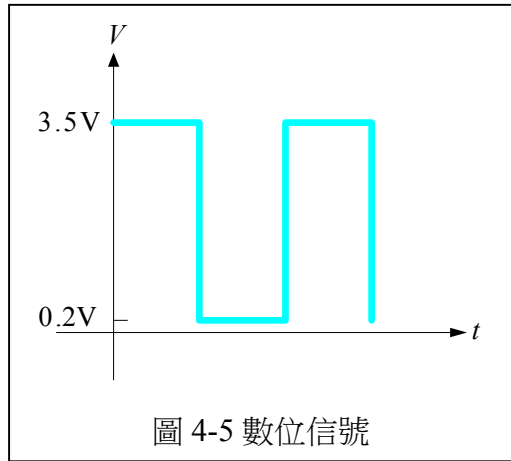
**【組合語言程式設計步驟原則如下】**

- 1.撰寫原始程 ASM(使用亞將編輯軟體)。
- 2.將原始程式組譯成目的檔 OBJ(使用 X8051)。
- 3.將目的檔連結成可執行檔 HEX(使用 LINK4)。
- 4.將連結後所產生的可執行檔，燒錄單晶片中或載入模擬器中執行。

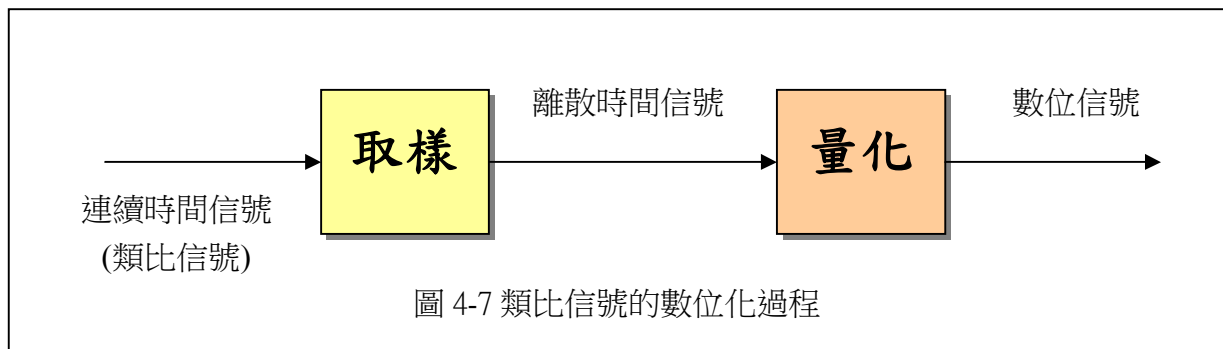
組合語言開發流程圖、如附圖 A-4 所示。在組譯或連結的過程中，可能會產生問題或錯誤，此時必須回到亞將編輯軟體修改原始程式的錯誤之處，再組譯連結直到完全正確為止。組合語言利用助憶碼來幫助使用者撰寫程式的一種符號，因此組合語言是最接近機器語言的程式，能夠發揮電腦硬體的特性，組合語言不能被電腦所執行，必須經過組譯程式(Assembler)翻譯成機器語言後，電腦才能依其動作執行。

## 4-2 數位信號與類比信號原理

數位電路又稱為邏輯電路，所處理的信號是非連續性信號。最具代表性的非連續性信號是方波與脈波，如圖 4-5 所示。類比電路又稱為線性電路，所處理的信號是連續性時間信號。最具代表性的線性信號是正弦波，如圖 4-6 所示。



類比信號的數位化過程，如圖 4-7 所示。將連續時間信號轉換成離散時間信號以及量化 (quantization) 程序。類比訊號 (Analog signal) 主要是與離散的數字信號相對的連續訊號。類比訊號經過對時間軸等取樣之後成為離散訊號，即可被程式處理。再對資訊內容取整數後成為數位訊號。取樣頻率 (sample rate) 須表現出原始波型的型態，所以須以 2 倍以上的取樣頻率才能真實的表現出原音。



## 4-3 傳統磁帶錄音的原理

傳統磁帶錄音機，主要以類比信號儲存方式，將聲音記錄在磁帶上，而磁帶是由一卷黏有氧化鐵粉的膠帶，可以被錄音磁頭磁化。當錄音時，麥克風 (microphone) 把聲音的振動轉換電流的信號，這信號經放大器放大傳送到錄音磁頭並感應一組線圈產生磁場 (安培定律)，錄音磁頭就產生相對於電流大小的磁力磁化磁帶，這個磁帶便以磁場的方式紀錄著聲音的信

號。當放音時，磁帶經過放音磁頭，磁帶上的磁力線就通過磁頭的線圈，由於磁力的大小和方向是變化的，所以磁頭的線圈就感應出電流。這電流經放大器放大後，就推動喇叭發出原來所錄的聲音了。

#### 4-4 MP3 聲音儲存原理

聲音在數位化前，是以聲波的形狀紀錄儲存在磁帶上，這種聲波的保存方式是一種「類比」訊號的處理方式。而「數位」化是將聲音的兩種特質轉換為，「取樣率」即「解析度」。「解析度」是指用多少個位元來表示聲波樣本的振幅，通常使用 8 位元或 16 位元來表示聲波振幅的範圍。聲音的「取樣率」是指每秒鐘所採集聲波樣本的次數，一般音樂光碟片的取樣頻率約為 44.1KHz，也就是等於「一個週期每秒鐘」44100 次。而 MP3 是將聲音數位化後儲存在記憶體，聲音播放時 MP3 開始讀取記憶體中的資料，再經由 D/A 轉換電路將數位訊號轉換成類比信號，再由音頻放大電路放大後推動喇叭產生聲音。

#### 4-5 條碼類型簡介

從一維到二維「條碼」由許多寬度不一的線條(Bar)及空白(Space)所組成，每個線條及空白都有其對應的字元，以方便電腦讀取。傳統一維條碼所能存取的資料最多不超過 15 個字元，所以通常都只存放關鍵索引值，再透過資料庫讀取產品的完整資料。由於一維條碼資訊容量較小，只能「標識」產品，不能「描述」產品，因此若沒有網路而無法連結至資料庫，一維條碼就無法發揮其功效。為改善此缺點，發展出二維條碼。二維條碼能夠在橫向和縱向兩個方位同時儲存資訊，因此能在很小的面積內存放大量的資訊。目前二維條碼根據編碼方式，如圖 4-8 所示。可以分成兩類，堆疊式(Stacked)二維條碼及矩陣式(Matrix)二維條碼。

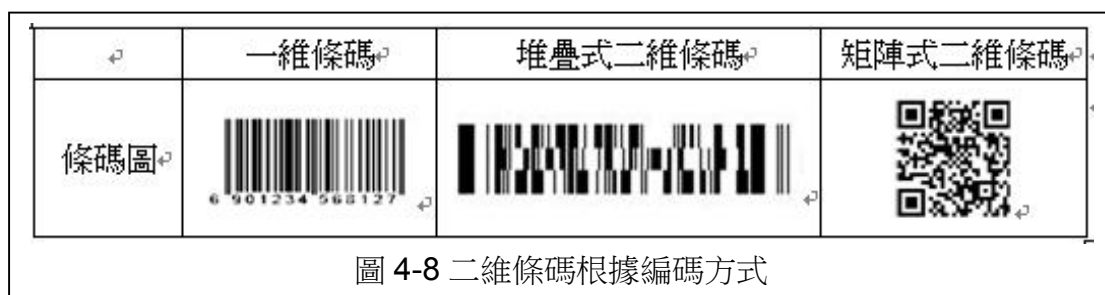
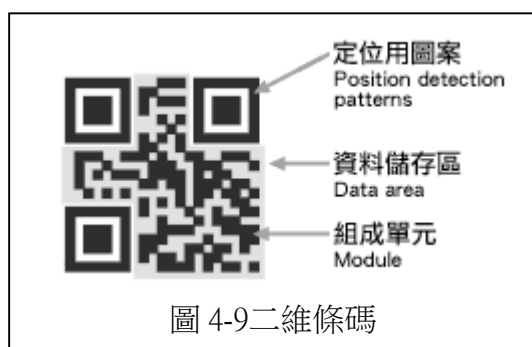


圖 4-8 二維條碼根據編碼方式

堆疊式二維條碼的編碼原理是建立在一維條碼的基礎上，將一維條碼的高度變窄，再依需要堆成多行，其在編碼設計、檢查原理、識讀方式等方面都和一維條碼相同，但由於行數

增加，對行的辨別、解碼演算法及軟體則與一維條碼有所不同。矩陣式二維條碼(Matrix 2D barcode)是以矩陣的形式組成，在矩陣相應元素位置上，用點來表示二進位的「1」，不出現表示二進位的「0」，用所有點的排列組合來代表矩陣條碼的意義，其中點可以是方點、圓點或其他形狀的點。矩陣碼是建立在電腦圖像處理技術、組合編碼原理等基礎上，所發展出來的編碼系統。

二維條碼，如圖 4-9 所示。又稱為 QR 碼，1994 年由日本 Denso-Wave 公司發明。QR 來自英文「Quick Response」的縮寫，即快速反應的意思，源自發明者希望 QR 碼可讓其內容快速被解碼。QR 碼比普通條碼可儲存更多資料，QR 碼呈正方形，只有黑白兩色。在 3 個角落，印有較小，像「回」字的的正方圖案。這 3 個是幫助解碼軟體定位的圖案，使用者無需像普通條碼般在掃描時需直線對準掃描器，無論以任何角度掃描，資料仍可正確被讀取。如圖 4-2 所示，二維條碼分成三個顯示區，分別為定位用圖案區、資料儲存區、組成單元區。圖中二維條碼則左右上下的線條皆有意義，一個二維條碼可以容納 1100~2000 個文字，較同面積密度的一維條碼多出極多；且二維條碼的編方式特殊，且微小，一般肉眼不易辨識。



#### 4-5-1 二維條碼儲存容量

QRCode 共有六種字碼種類，二維條碼資料容量，如表 4-1 所示。分別是數字、字母、二進位數(8 bit)、日文漢字／片假名(採用Shift JIS)、中文漢字(採用UTF-8)、中文漢字(採用BIG5)。

表 4-1 二維條碼資料容量

數字	最多 7,089 字元
字母	最多 4,296 字元
二進位數 (8 bit)	最多 2,953 位元組
日文漢字／片假名	最多 1,817 字元 (採用Shift JIS)
中文漢字	最多 984 字元 (採用UTF-8)
中文漢字	最多 1,800 字元 (採用BIG5)

#### 4-6 紙也能錄音之系統電路設計

紙也能錄音系統電路設計方塊圖，如圖 4-10 所示。單晶片微電腦為系統控制器，錄音設定時，此時單晶片微電腦會依取樣頻率，將類比/數位轉換電路輸出的數位資料存入 RAM 記憶體。放音設定時單晶片微電腦開始讀取 RAM 記憶體中的聲音資料，再經由數位/類比轉換電路輸出的類比訊號，放大後推動喇叭產生聲音。下載操作設定單晶片微電腦經 RS232 傳輸介面，開始接收由個人電腦所讀取的二維條碼聲音資料，下載至 RAM 記憶體。上傳資料設定時單晶片微電腦將 RAM 記憶體所儲存的聲音資料，經由 RS232 傳輸介面傳送至電腦端，再經電腦儲存後即可列印出相對應的聲音訊號的二維條碼文件。

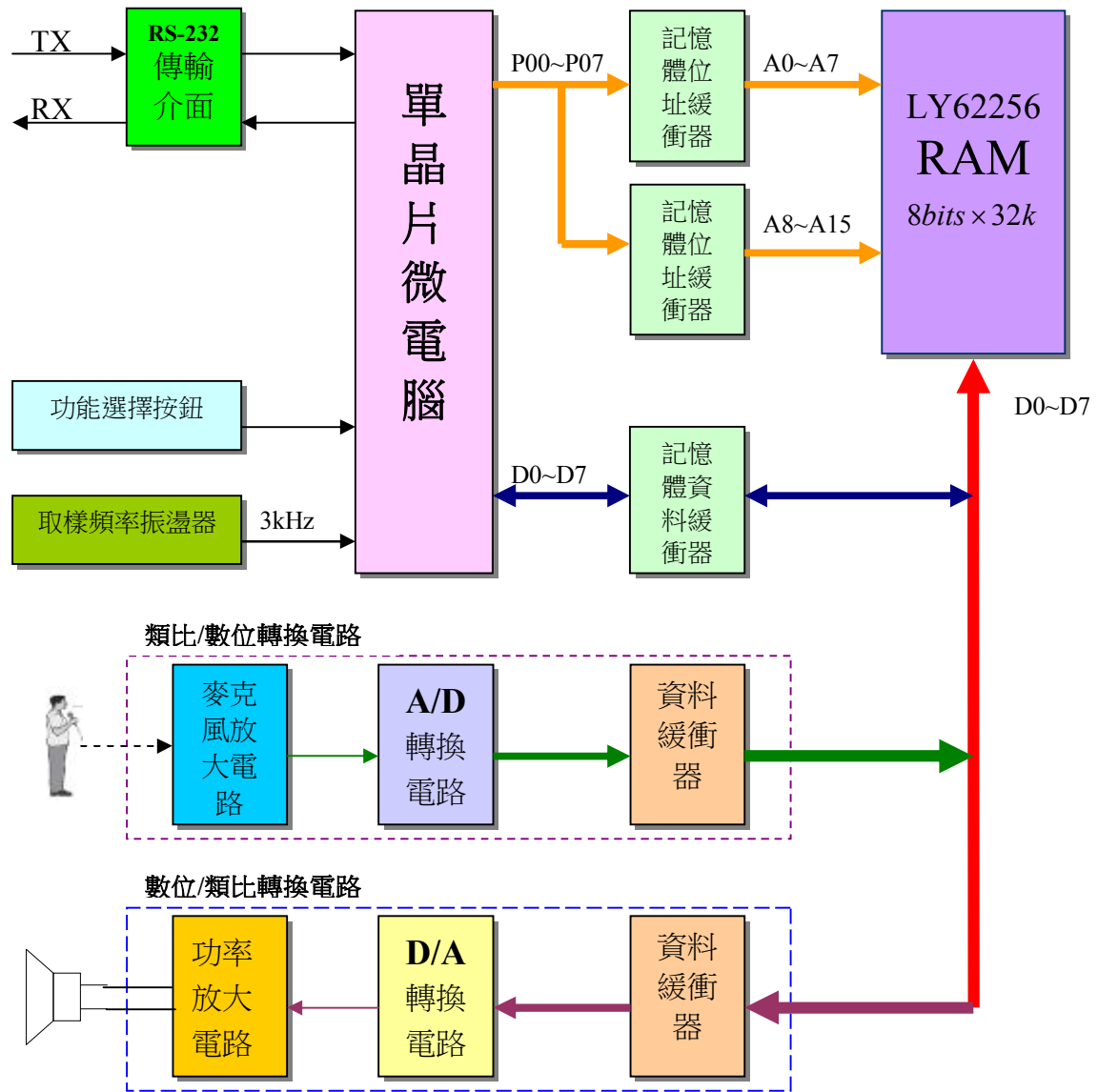


圖 4-10 紙也能錄音之系統電路設計方塊圖

#### 4-6-1 類比/數位轉換電路電路設計與分析

類比/數位轉換電路電路，包含有麥克風放大電路、A/D 轉換電路、資料緩衝器。麥克風放大電路，如圖 4-11 所示。聲音拾音我們選用電容式麥克風，而電容式麥克風（Condenser Microphone）並沒有線圈及磁鐵，靠著電容兩片隔板間距離的改變來產生電壓變化。當聲波進入麥克風，振動膜產生振動，因為基板是固定的，使得振動膜和基板之間的距離會隨著振動而改變，根據電容的特性  $C = \epsilon \frac{A}{d}$ ，當兩塊隔板距離發生變化時，電容值  $C$  會產生改變。再經由  $Q = C \times V$ ，因為在電容式麥克風中需要維持固定的電量  $Q$ ，當  $C$  改變時就會造成電壓  $V$  的改變。因此我們設計以 OPA(LM358) 做為放大電路。U1A 為

前級放大  $A_v=100$ ，U1B 為射極隨耦器電路。

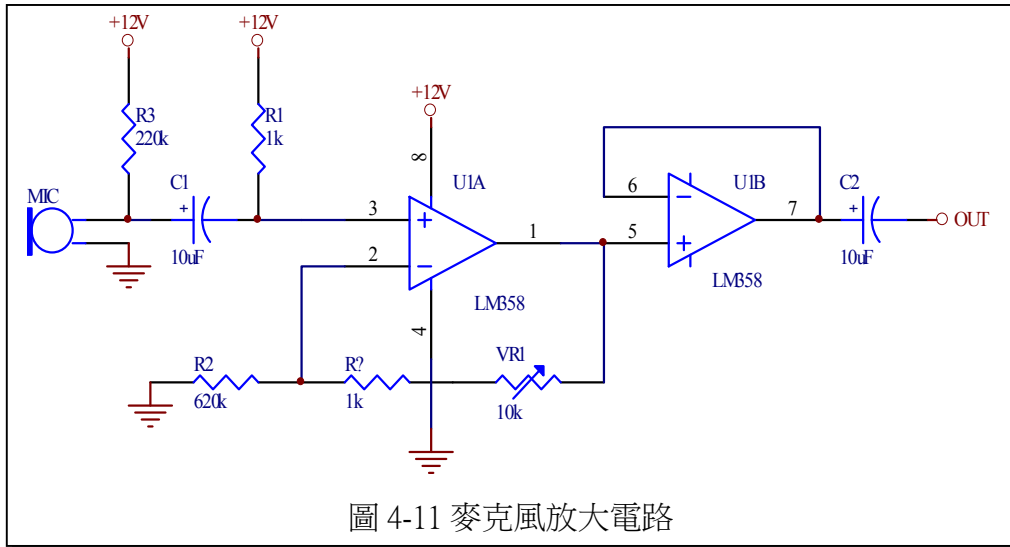


圖 4-11 麥克風放大電路

A/D 轉換電路及資料緩衝器，如圖 4-12 所示。轉換器我們使用市面上常用的 ADC0804，ADC0804 是一個 20 隻腳的 8Bits ADC，其轉換的方式採用連續近似法型。時脈產生電頻率  $f = \frac{1}{1.1R_iC_i} = \frac{1}{1.1 \times 10k\Omega \times 150pF} \cong 606kHz$ 。參考電壓設計為  $V_{ref} = 2 \times 2.56 = 5.12V$ ，而其解析度為  $\frac{V_{ref}}{2^8} = \frac{5.12V}{2^8} = 20mV$ 。根據輸出的數位信號，其類比輸入電壓  $V_i$  與數位信號間的關係，如公式 4-1 所示。

$$V_i = 20mV \times D \dots\dots\dots \text{公式 4-1}$$

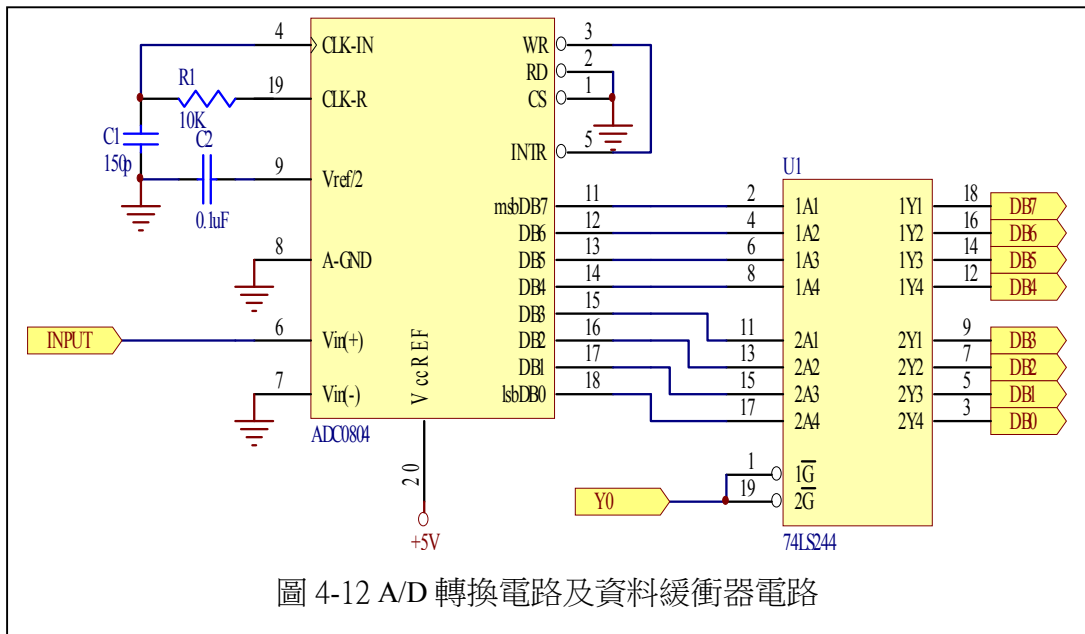


圖 4-12 A/D 轉換電路及資料緩衝器電路

#### 4-6-2 數位/類比轉換電路設計與分析電路圖

數位/類比轉換電路電路，包含有 D/A 轉換電路、資料緩衝器、音頻放大電路。D/A 轉換電路及資料緩衝器電路圖，如圖 4-13 所示。聲音類比轉換電路設計選用 DAC0808 為控制 IC 及 ua741 電流轉電壓電路，外部數位信號 DB0~DB7 接至單晶片微電腦資料匯流排，由外部提供一個參考電壓  $V_{REF}=5V$ ，串聯一個  $1K\Omega$  接至 14 腳，其輸入電流可以決定每一數位 LSB 訊號轉換後的輸出電流， $I_{REF} = \frac{V_{REF}}{R_{REF}} = \frac{5V}{1K} = 5mA$ 。其輸出電壓，如公式 4-2 所示。

$$V_o = \frac{D}{2^8} \times 5mA \times 1k\Omega \dots\dots\dots \text{公式 4-2}$$

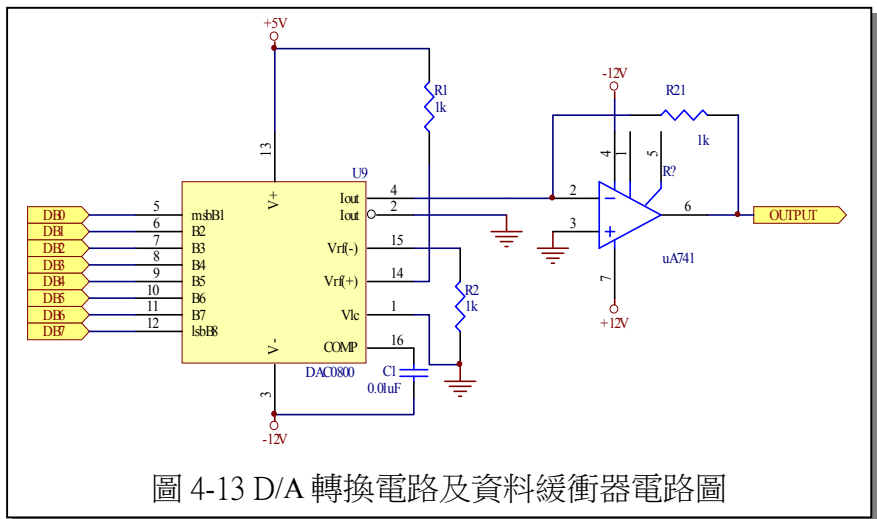


圖 4-13 D/A 轉換電路及資料緩衝器電路圖

音頻放大電路，如圖 4-14 所示。我們選用 LM386 做為音頻放大器，LM386 由美國國家半導體公司生產，工作電壓 4~12V，電壓增益  $A_v=20\sim200$ ，輸出功率 0.5W。其電路主要是放大 DAC08 所輸出類比訊號，在推動喇叭產生音頻訊號。

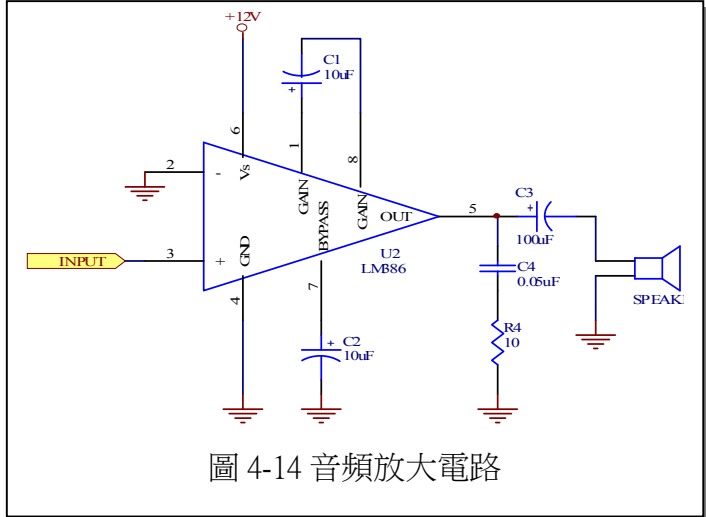


圖 4-14 音頻放大電路





## 伍、研究結果：

### 5-1 前言

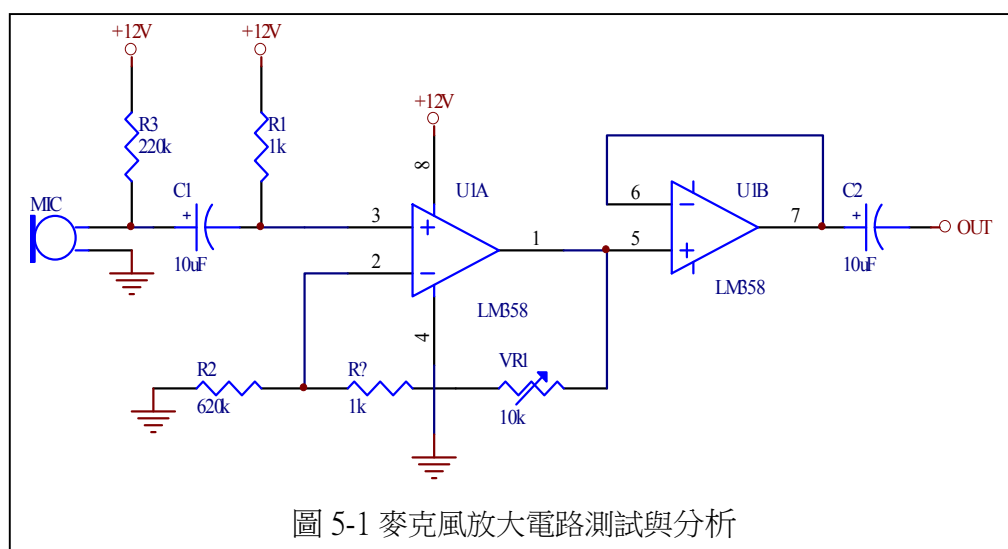
研究結果針對所設計的電路進行測試，系統電路動作及功能是系統設計的命脈，藉由測試結果校正電路動作完成系統整合工作。系統測試依其功能屬性，分成硬體電路測試及軟體測試兩部份。

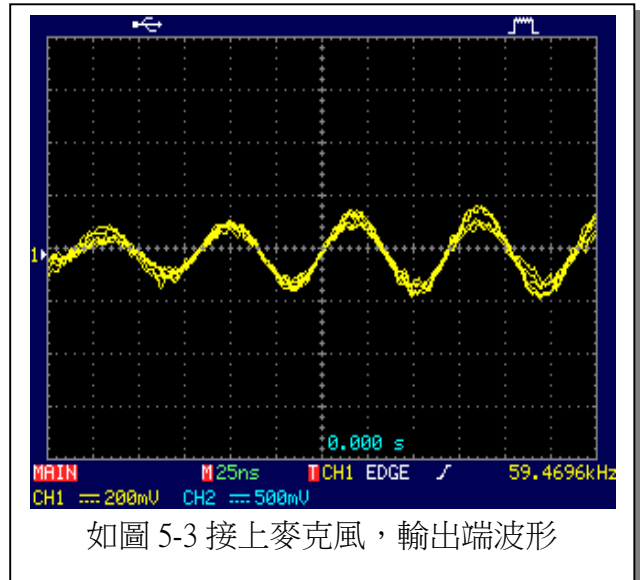
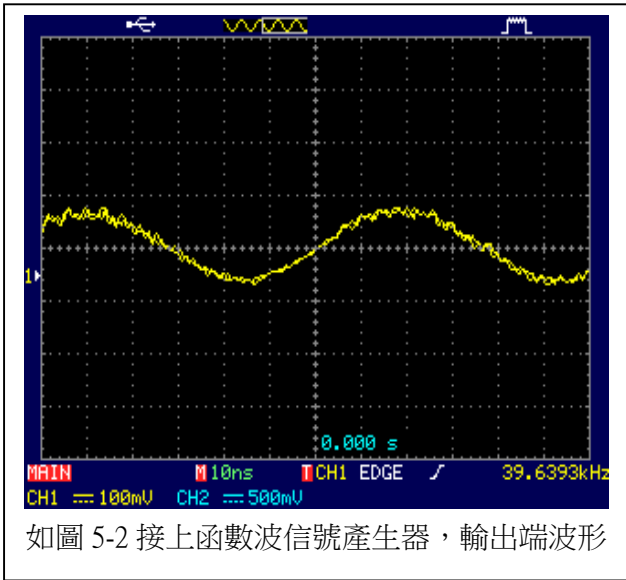
### 5-2 硬體系統電路測試

研究結果主要在探討二維條碼技術、光學閱讀設備與微電腦整合科技，結合微電腦控制及類比/數位轉換電路之技術能力。完成”紙也能錄音系統之研究”。在電路測試中我們以現有的學校設備及儀器來進行系統測試，並以記錄觀察方式各別對電路進行測試，只要有良好程式設計，配合適當的硬體設備，則可以大幅提昇電路測試完成的結果及效率。

#### 5-2-1 麥克風放大電路測試與分析

麥克風放大電路測試與分析，如圖 5-1 所示。輸入端先行移除麥克風，輸入端接上函數波信號產生器，調整正弦波輸出電壓  $V_{out}=1mV$  輸出，輸出端接上示波器，並量測輸出端波形，如圖 5-2 所示。輸入端在接上麥克風，使用者對麥克風講話，再以示波器量測輸出信號波形，如圖 5-3 所示。在無失真表放大電路正常。





### 5-2-2 A/D 轉換電路測試與分析

A/D 轉換電路測試與分析，如圖 5-4 所示。以數位三用電表測量 TP1，調整 VR1 使輸入 TP1=0V，將 DB0~DB7 的輸出值記錄於表 5-1 中。再依表所列 TP1 輸入電壓值進行測試，並將輸出資料填入表 5-1。電路測試儀器連接圖，如圖 5-5 所示。

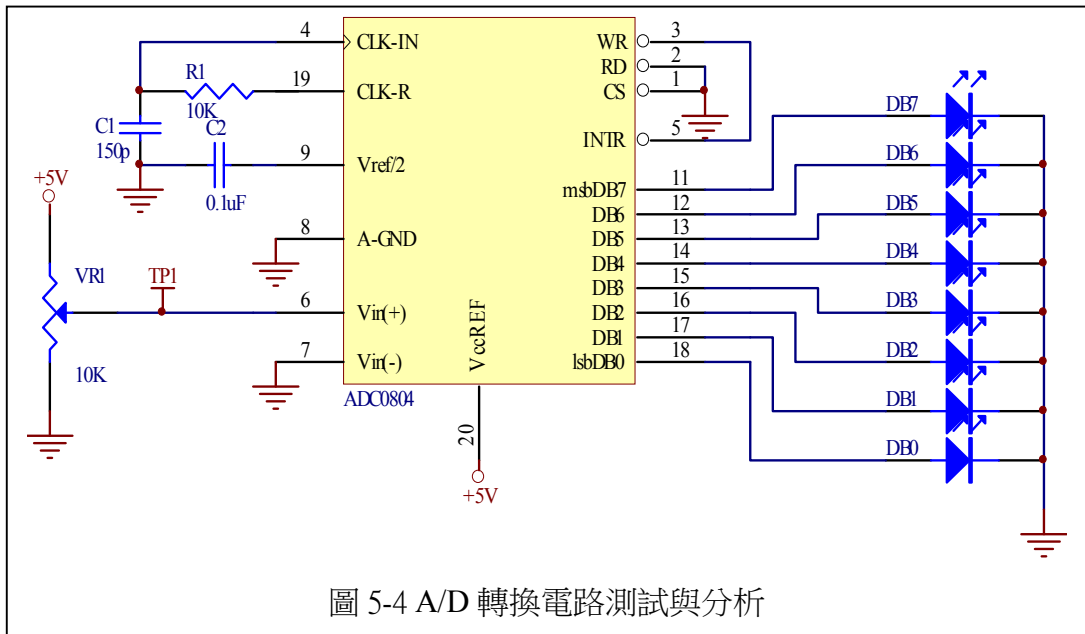


圖 5-4 A/D 轉換電路測試與分析

表 5-1A/D 轉換電路測試記錄表

序號	輸入端	輸出端	十六進制值
	TP1 電壓值	DB7~DB0	
1	0V	00000000	00H
2	0.5V	00011010	1AH
3	1V	00110100	34H
4	2V	01101000	68H
5	2.5	10000011	83H
6	3V	10011111	9FH
7	3.5	10111111	BFH
8	4V	11010010	D2H
9	4.5	11101101	EDH
10	5V	11111111	FFH

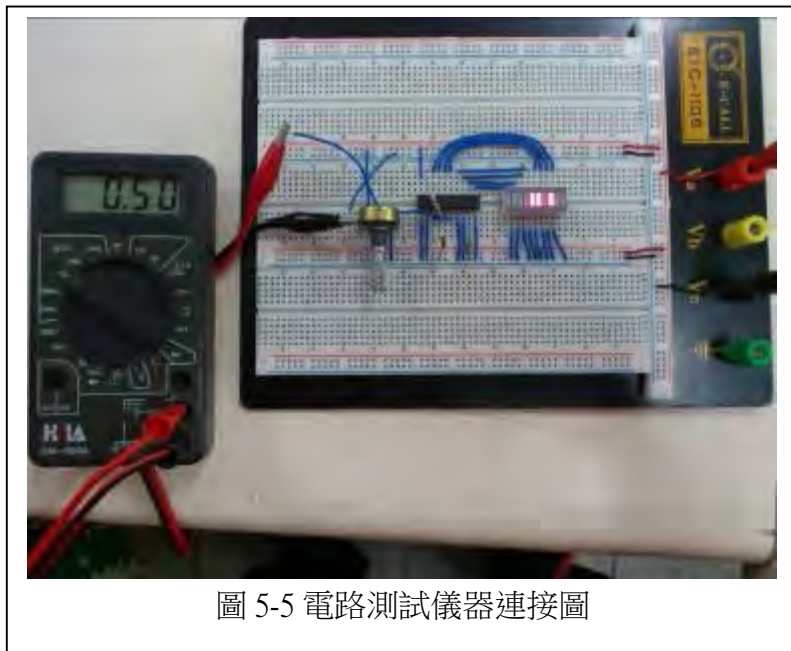


圖 5-5 電路測試儀器連接圖

### 5-2-3 D/A 轉換電路測試與分析

D/A 轉換電路測試與分析，如圖 5-6 所示。D/A 轉換電路之 DB7~DB0 為數位信號輸入端，輸出端則接上數位三用電表，並依表 5-2 所示，進行電路測試並將輸出結果記錄於表中，在依轉換公式 4-2 進行理論值驗證。其所實驗所產生誤差均在 1%範圍內，對於整體系統而言影響不大。

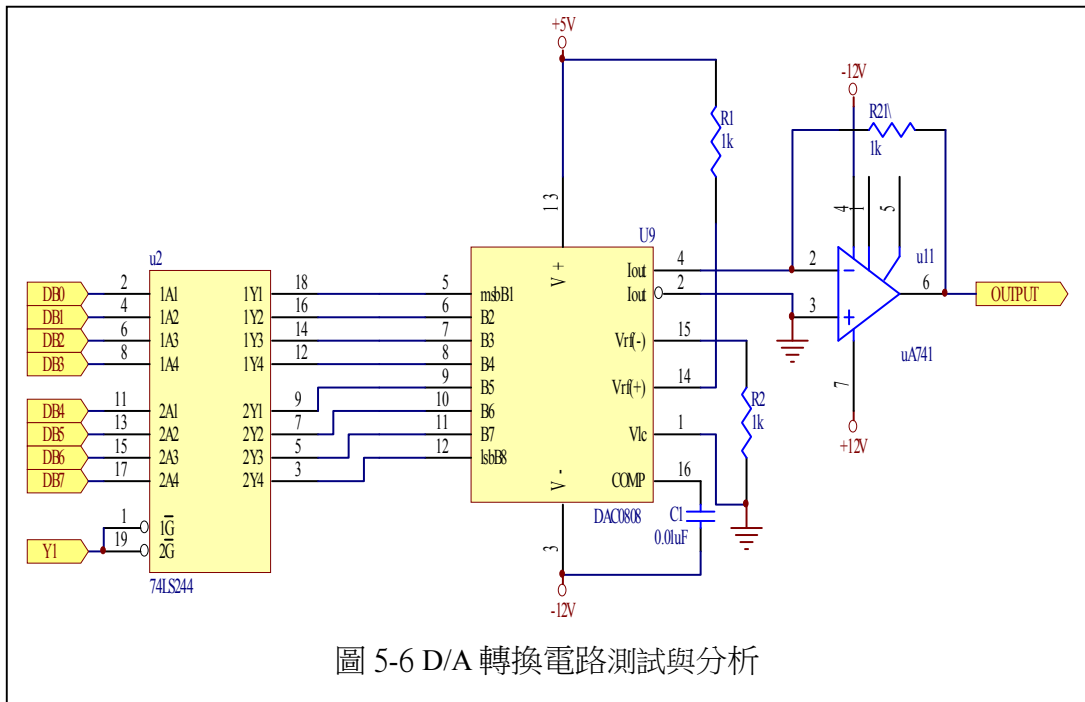


圖 5-6 D/A 轉換電路測試與分析

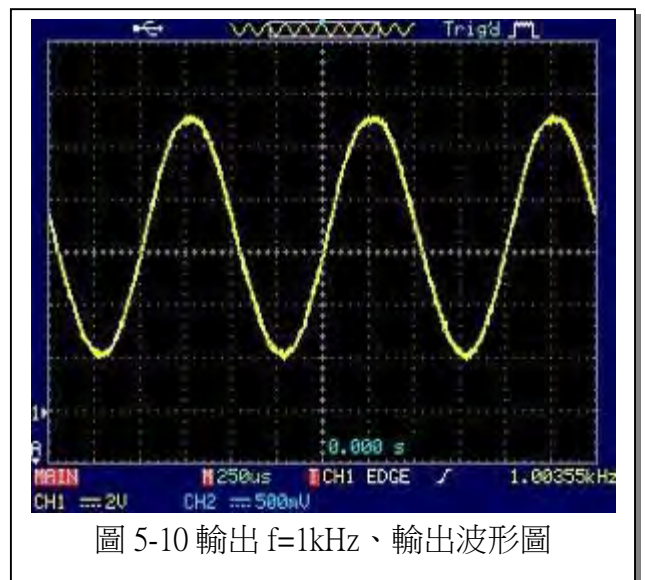
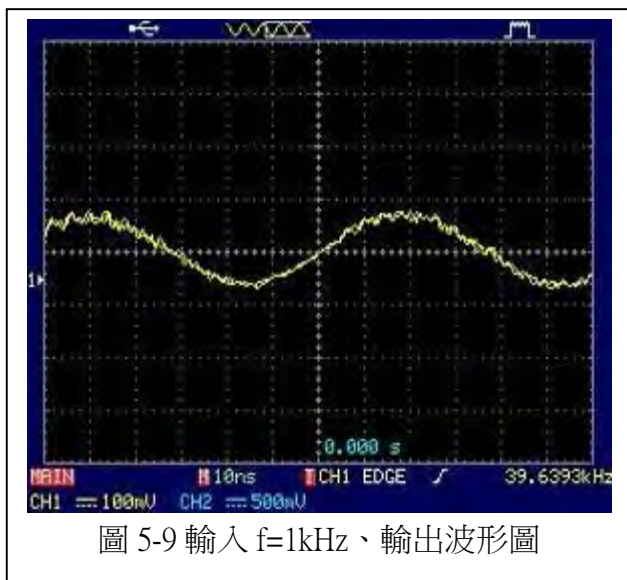
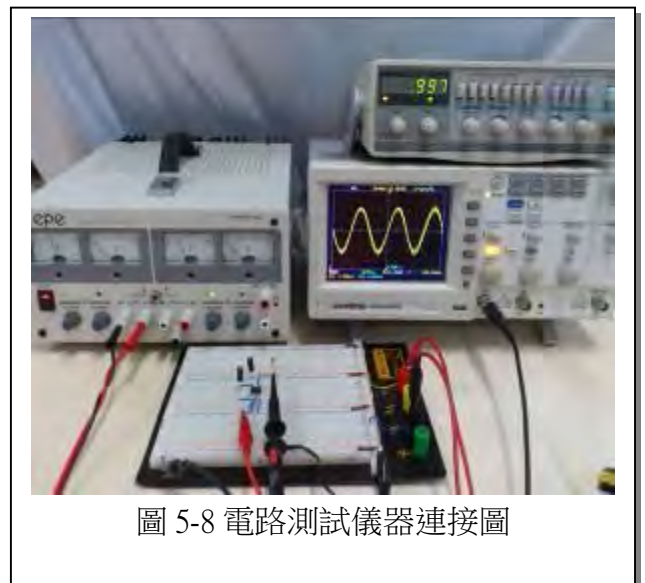
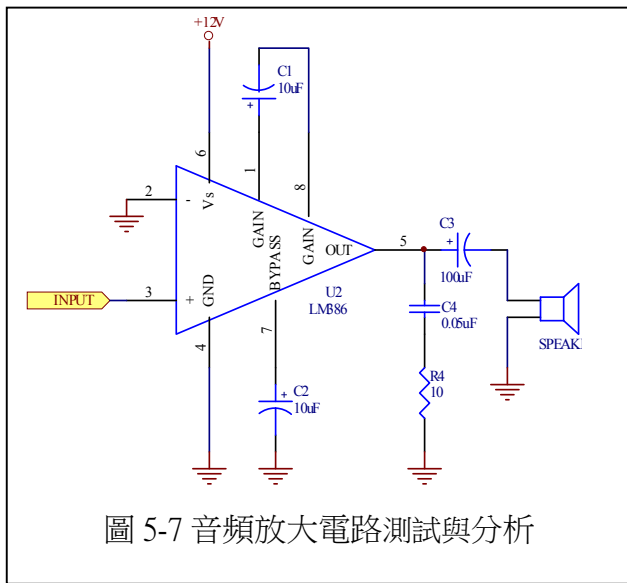
表 5-2 D/A 轉換電路測試記錄表

序號	數位輸入值		類比輸出電壓		
	DB7~DB0	十進制值	實際測量值	理論值	誤差
1	00000000	0	0V	0V	
2	00011001	25	0.49V	0.488V	0.996 %
3	00110010	50	0.98V	0.976V	1.004 %
4	01001011	75	1.47V	1.465V	0.996 %
5	01100100	100	1.96V	1.953V	0.996 %
6	01111101	125	2.45V	2.441V	0.996 %

#### 5-2-4 音頻放大電路測試與分析

音頻放大電路測試與分析，如圖 5-7 所示。輸入信號接上函數波信號產生器  $V_i=150\text{mV}$  正弦波信號，頻率分別為( $f=200\text{Hz}$ 、 $f=1\text{kHz}$ 、 $5\text{kHz}$ 、 $10\text{kHz}$ 、 $15\text{kHz}$ )，輸出接上示波器量測輸出信號是否失真。電路測試儀器連接圖，如圖 5-8 所示。設定輸入信號  $f=1\text{kHz}$ ， $V_i=150\text{mv}$ ，輸入波形圖，如圖 5-9 所示。輸出波形圖，如圖 5-10 所示。

$$V_o=9.6V_{p-p}, A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{9.6V}{150mV} \cong 64。$$



### 5-3 軟體測試

軟體完成之後，需與硬體電路搭配進行測試，軟體測試目的，用來促進鑑定軟體的正確性、完整性、安全性、和品質的過程。軟體測試是一種實際輸出與預期輸出間的稽核或者比較過程。以發現程序錯誤，衡量軟體品質，並對其是否能滿足設計要求進行評估的過程。



### 5-3-1 控制軟體介面測試與分析

在我們研究的作品，二維條碼閱讀機需透過電腦來讀取資料，因此我們就設計符合作品的 VB 程式，其主要功能分別為上傳語音資料、聲音數位化、二維條碼讀取及下載語音資料。執行上傳語音資料，如圖 5-11 所示。電腦會透過 RS232 介面開始讀取記憶體中的資料，並將資料顯示。執行聲音數位化，如圖 5-12 所示。電腦會透過 RS232 介面開始將緩衝區資料寫入記憶體。執行二維條碼讀取，如圖 5-13 所示。接上二維條碼機，開始讀取二維條碼資料，並將資料顯示，也可將二維條碼的聲音資料下載至記憶體中。執行下載語音資料，如圖 5-14 所示。程式會將緩衝區資料清除。



### 5-4 系統整合測試

電路進行個別測試後最重要的就是系統整合測試，軟體需與硬體電路搭配進行測試，測試方法流程圖，如圖 5-15 所示。進行系統錄音測試，按下錄音按鈕操作者對準

麥克風進行講話，系統會將聲音數位化後儲存在記憶體，此時就可選擇聲音播放或將聲音的資料上傳至電腦端處理，測試無誤後表此電路功能正常。進行系統放音測試，按下放音按鈕單晶片微電腦開始讀取記憶體中的資料，經由 D/A 轉換電路及音頻放大電路將聲音播放。進行系統讀取二維條碼測試，系統會經由外部二維條碼閱讀機將聲音的二維條碼讀取並將資料儲存於電腦並將資料顯示在資料緩衝區，同時電腦可透過 RS232 串列傳輸介面將聲音資料傳送至單晶片控制的記憶體單元，同時也能透過單晶播放聲音。

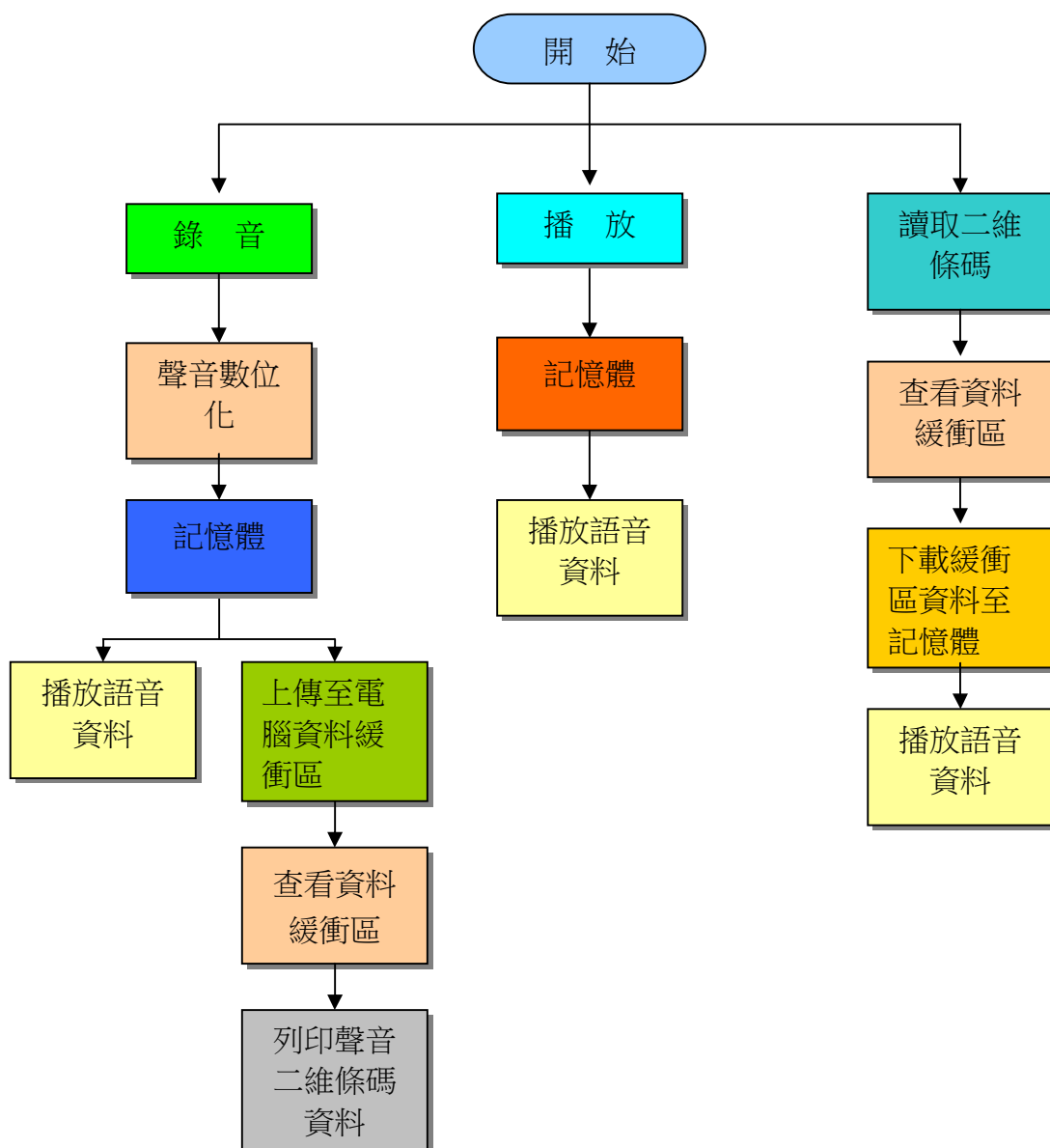
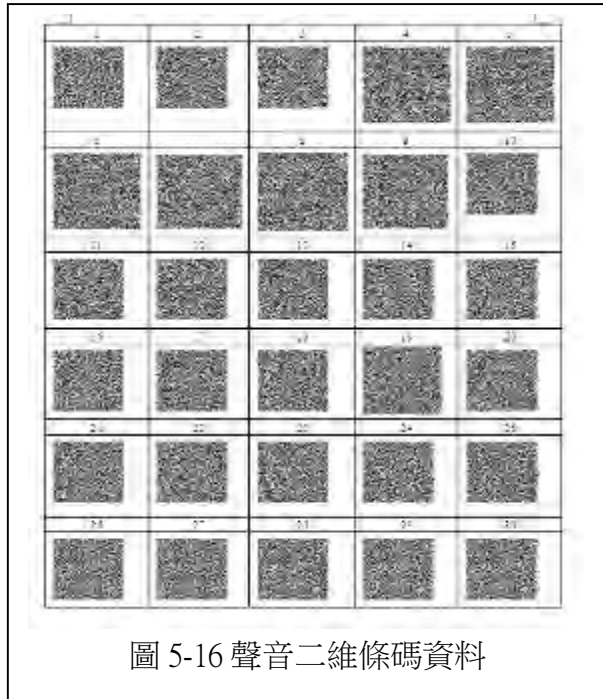


圖 5-15 測試方法流程圖



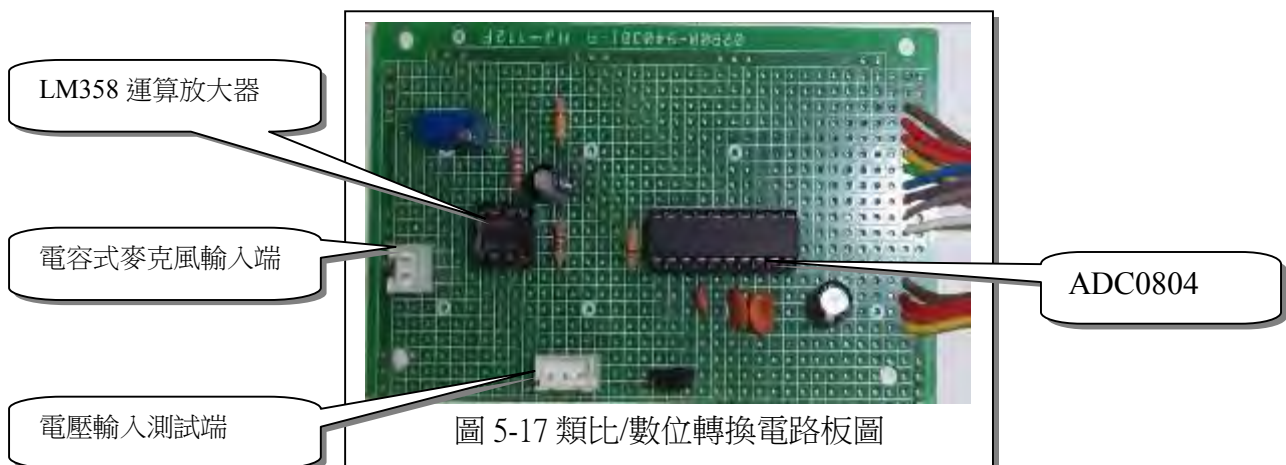
### 5-4-1 列印輸出聲音二維條碼資料

將聲音儲存紙張上面是本作品的創舉，因此我們可將先前所錄的聲音資料數位化後，單晶片微電腦將資料傳送至電腦端處理，並由電腦進行編碼再切割數段二維條碼，再以文件方式編排於 A4 紙上，控制印表機即可列印出聲音二維條碼資料，如圖 5-16 所示。語音：「中華民國第 52 屆中小學科學展」。



### 5-4-2 紙也能錄音系統電路板

電路板製作我們以電路方塊來整合系統，主要是為能區分各電路功能，電路故障排除容易。系統亦可整合在一塊電路板上。紙也能錄音系統電路板分別如下，類比/數位轉換電路板圖，如圖 5-17 所示。數位/類比轉換電路板圖，如圖 5-18 所示。系統控制電路板圖，如圖 5-19 所示。紙也能錄音系統圖，如圖 5-20 所示。



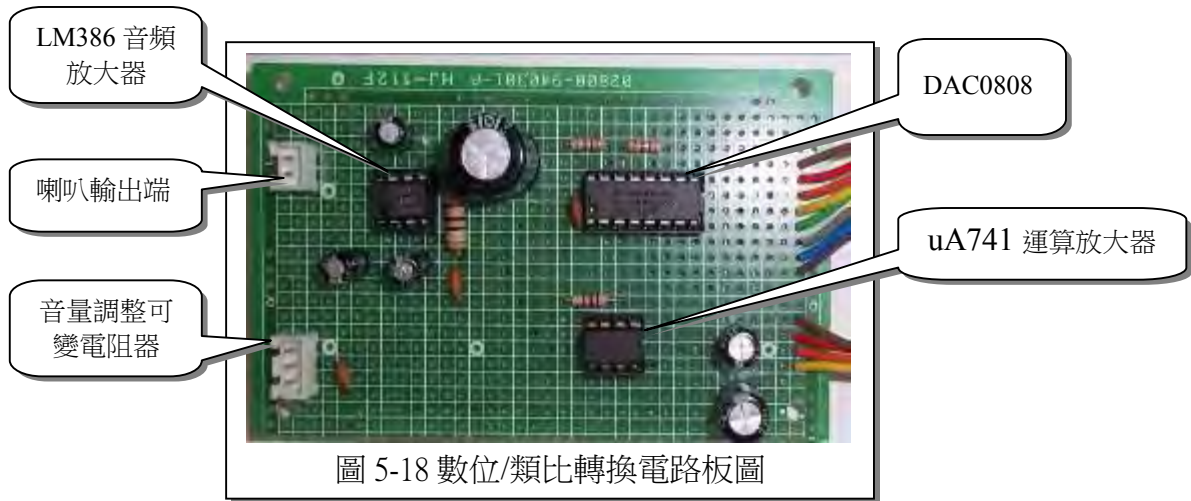


圖 5-18 數位/類比轉換電路板圖

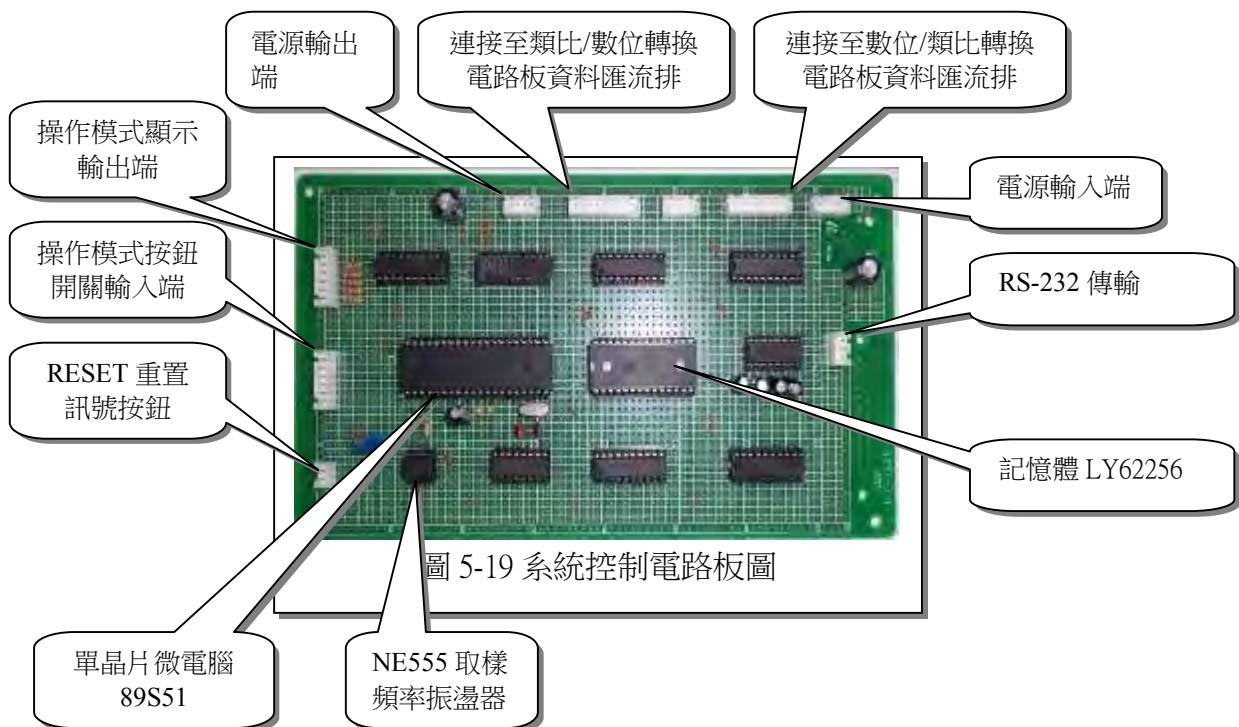


圖 5-19 系統控制電路板圖

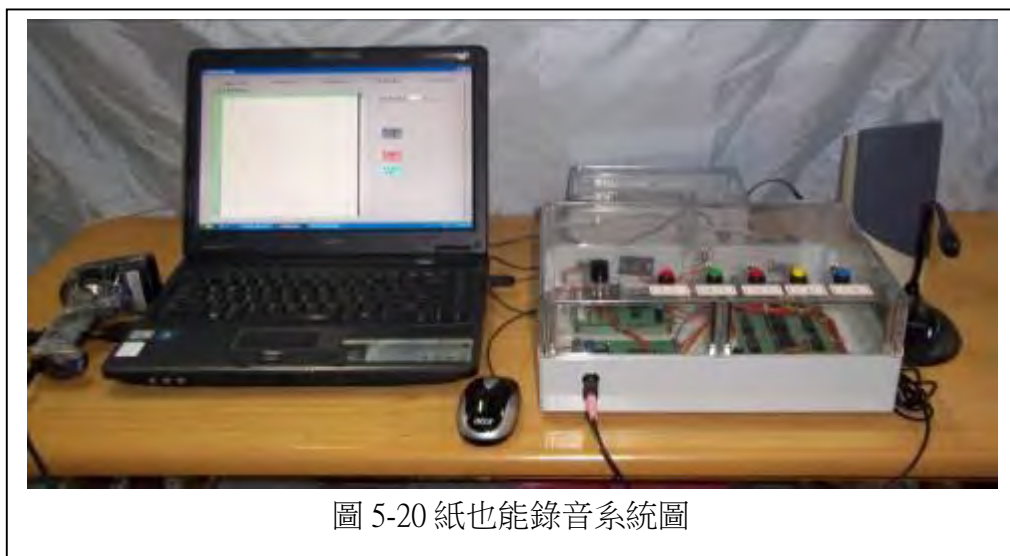


圖 5-20 紙也能錄音系統圖

## 陸、討論：

- 一、在文獻中二維條碼字元，最大讀取及儲存容量為 4096 個字元，而我們測試最佳化的字元為 2048 個，以十六進制編碼由 00~FF，因此一張二維條碼所能儲存的資料只有 1024Bytes=1kB，因此我們將在多發一點時間在繼續研究所儲存的方式。在聲音的取樣頻率是會影響聲音的品質，取樣頻率高則計相對的記憶容量也要變大，礙於現階段的二維條碼所能儲存的容量，因此我們只好犧牲了聲音品質，因此我們依取樣定理，以 3kHz 取樣頻率進行實驗。如果將來二維條碼的技術更成熟將可克服現階段的儲存資料容量的問題。
- 二、在研究過程中我們將聲音儲存在紙張上面，紙張也容易受潮、變黃或蟲害，保存不易是最大的問題點，但能將聲音儲存在紙張上面，可以應用在有聲書籍，或景點的簡介與語音的導覽。而無需上網連線就能輕易的讀取資料及語音。在研究中印表機的墨水也是關鍵，因此我們以防水油墨來列印聲音的二維條碼資料。
- 三、我們所設計的聲音二維條碼，如果用在軍事用途時，聲音是可以透過二維條碼編碼後傳送，具有保密也防止他人盜取或竊聽。
- 四、作品製作過程中深深體會集體創作之重要性，討論中激發我們更豐富的想像力，我們利用數位邏輯概念及程式設計的基礎，將所學專題製作課程中應用於作品的創作。
- 五、系統干擾及雜訊處理，我們在電路板上加裝濾波電容器，隨有改善雜音現象，但當我們手只要靠近排線時，其干擾燥音或電台訊號隨之而來，因此我們在每一各 IC 電源端並聯 0.1uF 電容器，但還是無法改善。經老師指導後發現干擾現象來自資料線，經電路分析後我們發現，系統資料線是處於高阻抗狀態，因此只要手接近時就會產生雜訊，因此我們就在資料匯流排 D0~D7 接上提升電阻，讓匯流排產生高準位狀態，因此我們才能順利完成作品。

## 柒、結論：

- 一、透過科技把聲音儲存在紙上是可行的，在我們的作品當中也充分了表現出聲音不只可以儲存在記憶體、也可以利用二維條碼技術將聲音儲存在紙上，在科技先進的現今社會，二維條碼的應用不只是商品資料代名詞，從我們的作品中足以證明。
- 二、聲音的儲存無須電子設備及電力，讓我們的作品更環保。今後智慧型手機 APP 程式也能加入，也能讓二維條碼的應用層面變的更廣。透過智慧型手機上的條碼掃描程式，掃描即可得到聲音。
- 三、紙也能錄音系統研究，能使用在書本，讓死板板的書添加了聲音，更加的有樂趣。還有面試，能將履歷表上多加聲音，先簡單的自我介紹能使老闆印象深刻。還有月曆、報紙…等
- 四、一部好機器，必須具備象徵性，效率性及安全性等科技特質，必須要有週密而仔細計劃及相當專業知識的應用。而我們本著一股熱誠及俱有一些粗淺的知識和研究發展的科學精神，藉此拋磚引玉，但願未來能有更實用，且更有效率的科技新產品出現，就是研究中最俱意義的結論。
- 五、QR 碼的主要應用的項目可分成四類：1. 自動化文字傳輸。2. 數位內容下載。3. 網址快速連結。4. 身分鑑別與商務交易。
- 六、聲音複製容易也不需任何電子設備即可將聲音複製，只要將聲音文件經由影印機就可將聲音予以列印複製。

## 捌、參考資料及其它：

### 【一本書】

楊仁元、李月娥(民 97)。電子電路實習。龍騰文化事業股份有限公司。

蕭柱惠(民 90)。數位邏輯。台科大圖書股份有限公司。

陳春福(民 90)。感測器。全華科技圖書股份有限公司。

柯建平(民 92)。微處理機。知行文化圖書公司。

### 【學位論文】

邱介川(民 100)。即時語音辨識多媒體系統。國立中央大學/電機工程研究所。

劉朝蓮(民 98)。配合紙本教科書之手機上的問題管理系統。國立中央大學/資訊工程研究所。

洪呈熙(民 90)。靜態記憶體控制器之智產設計及其在單晶片系統中之整合與驗證。國立成功大學/電機工程研究所。

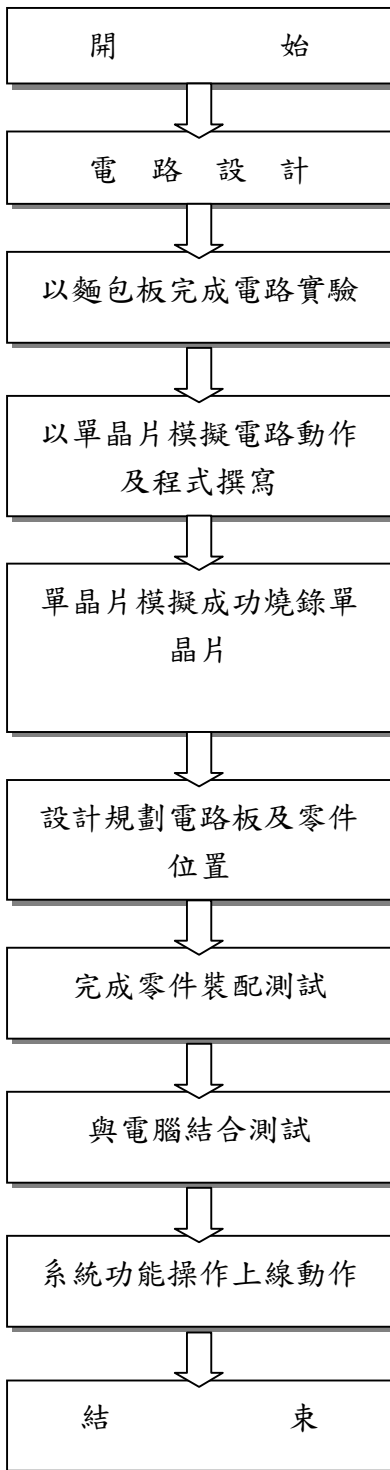
林正龍(民 99)。單晶片結合基本電路的教學人機界面實作。國立臺北教育大學/資訊科學研究所。

### 【網頁】

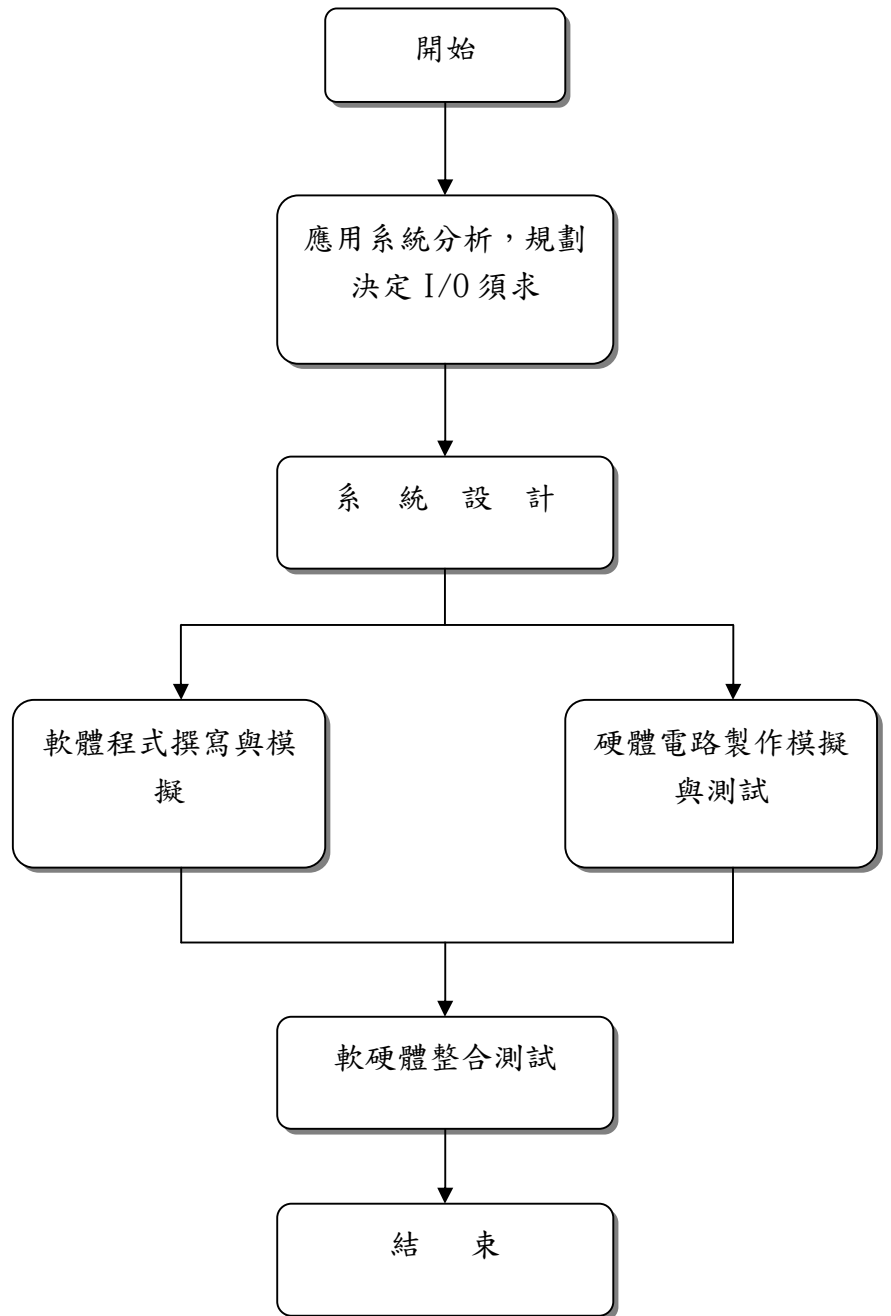
<http://people.debian.org.tw/~chihchun/> (二維條碼)

<http://georgecharles.why.to> (麥克風電路設計)

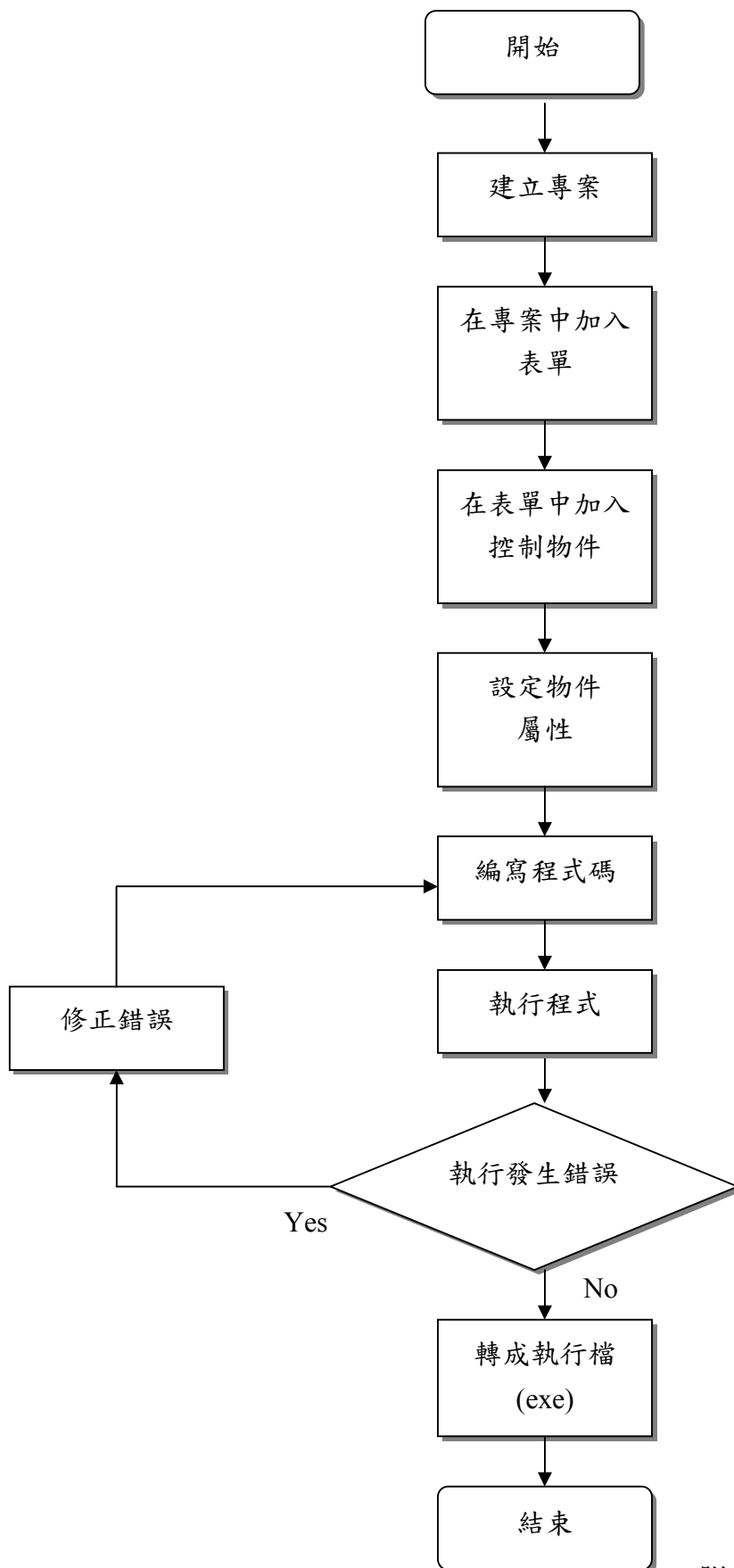
## 附 錄



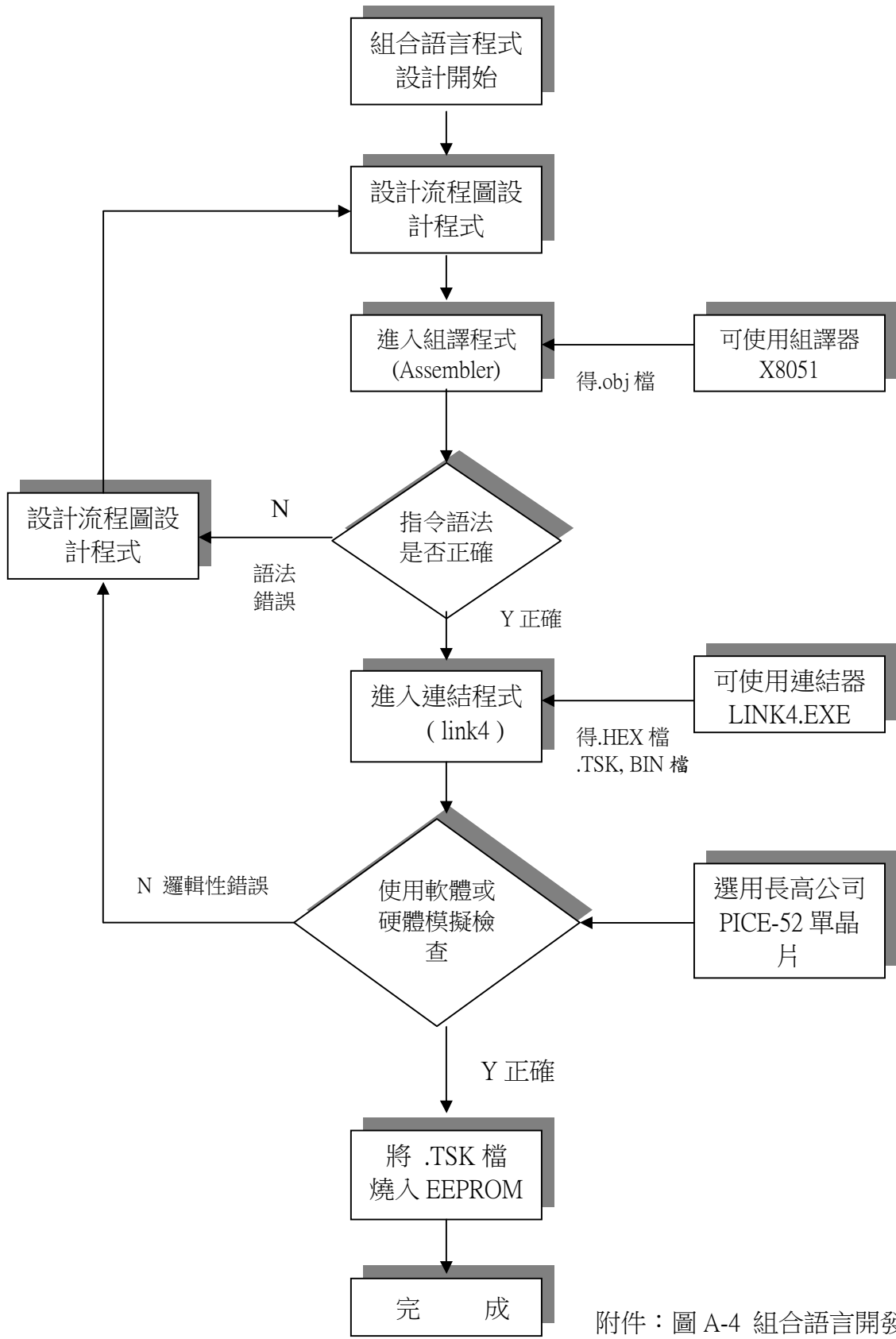
附件：圖 A-1 硬體電路製作流程圖



附件：圖 A-2 系統發展流程圖



附件：圖 A-3VB 軟體設計流程圖



附件：圖 A-4 組合語言開發流程圖



## 【評語】 091006

1. 本作品提出以 QR\_code 編譯聲音，並印製在一般紙張，以方便儲存，題目構想佳，作品完成度高，值得肯定。
2. 本作品主要研究在於聲音的數位化之編碼與反編碼，但是作品呈現並沒有特別介紹其編碼模式，甚為可惜。
3. 本作品提出之相關應用似乎並不實用，看不出以 QR\_code 編譯聲音的優點。
4. 本作品並未進行實驗，也沒有測試數據，建議進行完整的實驗，並提出數據以驗證作品的完整性、正確性與實用性。