

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高級中等學校組 工程學科(一)科

最佳創意獎

052310

音樂也能滅火唷!!新世代科技滅火器

學校名稱：桃園市大興高級中學

作者：	指導老師：
職二 江東霖	許藝璋
職二 胡致翔	顏嘉宏
職二 游智鈞	

關鍵詞：無線傳輸、滅火、音樂

摘要

本實驗希望藉由聲波的反射、駐波、干涉等等原理特性，來發展出具備環保且安全的方式消滅火源，過程中我們利用藍芽無線技術與 Arduino 晶片結合應用，當收到藍芽發射訊號後，能透過 Arduino 發送所設計的低頻接收訊號(25Hz-50Hz)透過功率放大器，再由功率放大傳送到達單體，最後利用狹管效應(Valley effect)與揚聲器發出聲波，並產生高密度聲波，利用疏密波的密度高低，來有效的阻絕火源的擴散、和燃點的餘溫，讓此設計成功的具備有效率、低成本、零污染的聲波滅火器。

Summary

A safe and environmental protection products that's we went. This study was designed and implemented using Arduino UNO and Bluetooth wireless technology synthesis method, which produces a low frequency signal. In addition, when send a low frequency signal(35Hz-100Hz) from Arduino UNO, the speaker will create sonic vibration to extinguish a fire. The fabricated fire extinguisher meet the demand of the Environmental protection t, which is the requirement of this study.

壹、研究動機與目的

由於火災種類的繁多，為了有效滅火，所以我們決定研發一款能夠在許多場合以最具安全且環保的概念，來完成最不一樣的滅火器。

經過老師和學長的討論後，我們決定將目前在校所學的 Arduino 微晶片與藍芽(HC-05)無線技術兩者結合，因為一般的電腦軟體所擷取的頻率無法達到我們所設計的頻率，而透過藍芽(HC-05)傳送號至 Arduino 微晶片能夠正確發送我們所設計的頻率，因為藍芽是採取無線的傳輸方式，所以能更快、更遠、更方便、更安全的傳輸方式來消滅火源。

本期研究目的，希望能了解如何運用聲波頻率與震幅，來有效消滅火源，為了製作一款無負擔且安全的滅火器

低頻訊號	滅火效率
藍芽與 Arduino 結合	35Hz 至 45Hz 距離:約 90cm
透過 Arduino 晶片發送最低 32Hz 的音訊	
揚聲器收到訊號後，利用低頻正盪來中止火源氧化作用。	50Hz 至 100Hz 距離:70cm 內

貳、 研究設備及器材



軟體：

1.	Arduino software 1.6.7 (Arduino 程式編譯燒錄程式)
2.	App Inventor 2 (Android APP 編譯頁)

硬體：

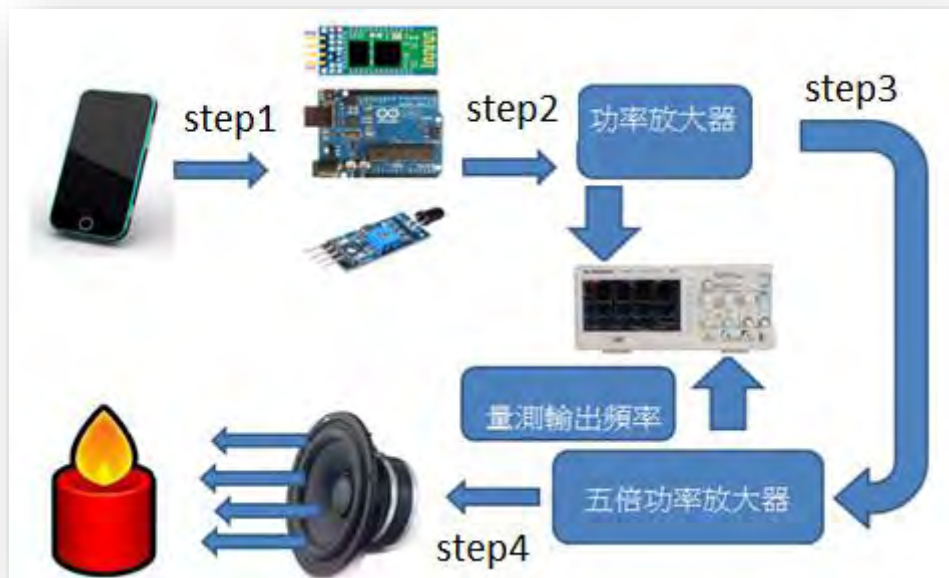
1.	Arduino Uno 板	6.	5 號 12V 電頻 x2
2.	HC-05 藍牙模組	7.	揚聲器
3.	火焰傳感器模組	8.	Android 手機、筆記型電腦
4.	功率放大器	9.	圓形容器
5.	5 倍功率放大器		

輔助設備：

1.	示波器(Gwinstek GDS-1102-U)	4.	杜邦線、銅線、單芯線
2.	蠟燭	5.	110 轉 12v 變壓器
3.	手工具		

參、 研究過程或方法

一、本研究過程結構示意圖如下所示，可分為以下幾個步驟。



(一)利用 Arduino 與 APP 設計出能成功與藍芽連接且可發送低頻率的程式(step1)。

(二)藍芽接收到手機 APP 指令，由 Arduino 發出低頻訊號，經示波器量測無誤後，傳送低頻訊號到功率放大器(step2)，再傳送低頻訊號到五倍功率放大器(step3)

(三)火焰傳感器接收到 Arduino 程式，判斷火焰是否已全部熄滅。

(四)訊號經過具有前級/後級的功率放大器以及五倍功率放大器後，輸出到揚聲器(step4)。

(五)每當輸出訊號時(step3、step4)，皆會使用示波器量測頻率是否正確。

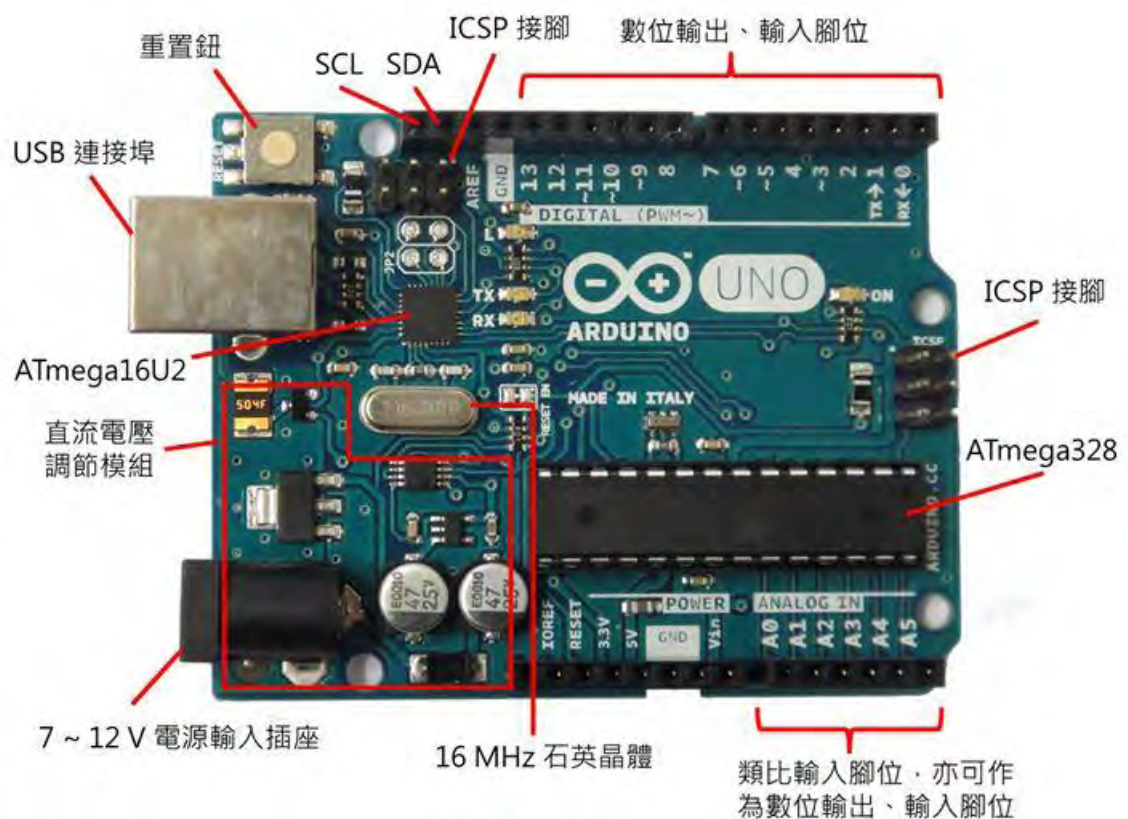
二、本研究所運用到的相關理論介紹如下：

(一)Arduino Uno 控制板(圖一)：

Arduino，是一個開放原始碼的單晶片微控制器，它使用了Atmel AVR單片機，採用了開放原始碼的軟硬體平台，建構於簡易輸出/輸入（simple I/O）介面板，並且具有用類似Java、C語言的Processing/Wiring開發環境。

Arduino Uno 是基於 ATmega328P 的微控制器板。它有 14 個數字輸入/輸出引腳（其中 6 個可用作 PWM 輸出），6 個模擬輸入，16 MHz 晶振，USB 連接，電源插孔，ICSP 接頭和復位按鈕。它包含支持微控制器所需的一切;只需使用 USB 電纜將其連接到計算機，或使用 AC-to-DC 適配器或電池為其供電即可開始使用。您可以修改您的 UNO 而不用擔心做錯事情，最糟糕的情況是您可以更換芯片幾美元，重新開始。

“Uno”意思是意大利語，並被選為標記 Arduino 軟件（IDE）1.0 的發布。Uno 板和 Arduino 軟件（IDE）的 1.0 版本是 Arduino 的參考版本，現在發展到更新的版本。Uno 板是一系列 USB Arduino 板中的第一個板，以及 Arduino 平台的參考模型。

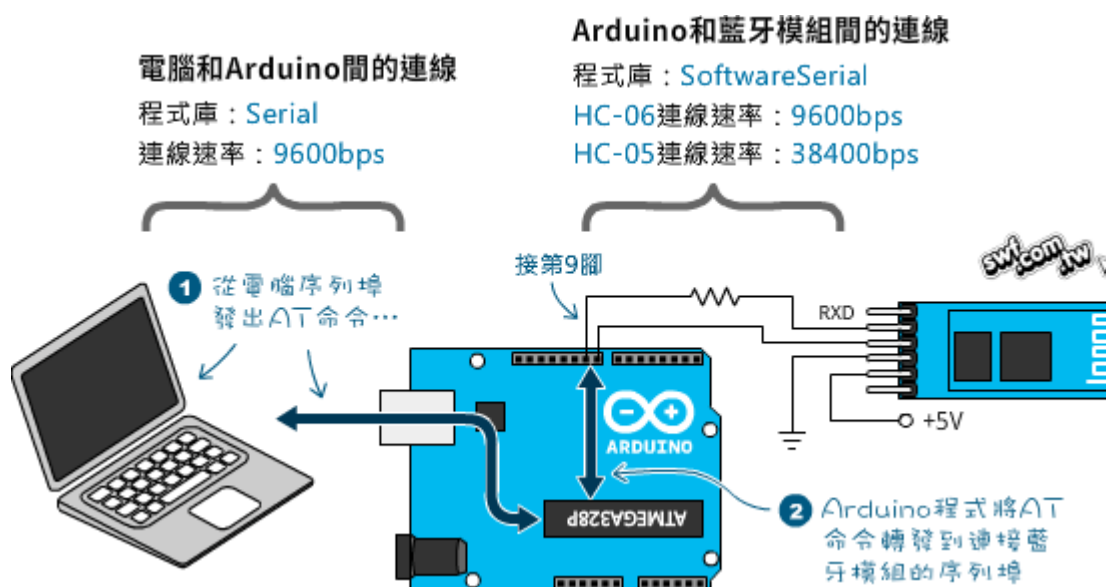


(圖一) Arduino Uno 控制板

(二)藍芽(Bluetooth)：

這是一種無線技術標準，用來讓固定與行動裝置，在短距離間交換資料，以形成個人區域網路（PAN）。其使用短波特高頻（UHF）無線電波，經由 2.4 至 2.485 GHz 的 ISM 頻段來進行通訊。1994 年由電信商愛立信（Ericsson）發展出這個技術。它最初的設計，是希望建立一個 RS232 資料線的無線通訊替代版本。它能夠連結多個裝置，克服同步的問題。藍牙技術目前由藍芽技術聯盟（SIG）來負責維護其技術標準。截至 2013 年為止，SIG 已擁有超過 20,000 間公司成員，其成員的領域分布在電信、電腦、網路與消費性電子產品上。IEEE 曾經將藍牙技術標準化為 IEEE 802.15.1，但是這個標準已經不再繼續使用。

大多數藍芽模組供電可使用 3.6V 至 6V 的電源，市售的 Arduino UNO 控制板大多內建 5v 電壓輸出，因此不需要直流降壓元件。本研究中所採用的控制板正是 Arduino UNO 控制板與藍芽模組則採用 HC-06 模組，連線速率則使用 9600bps，整個傳輸系統的訊號接收、發送示意圖如圖二所示。

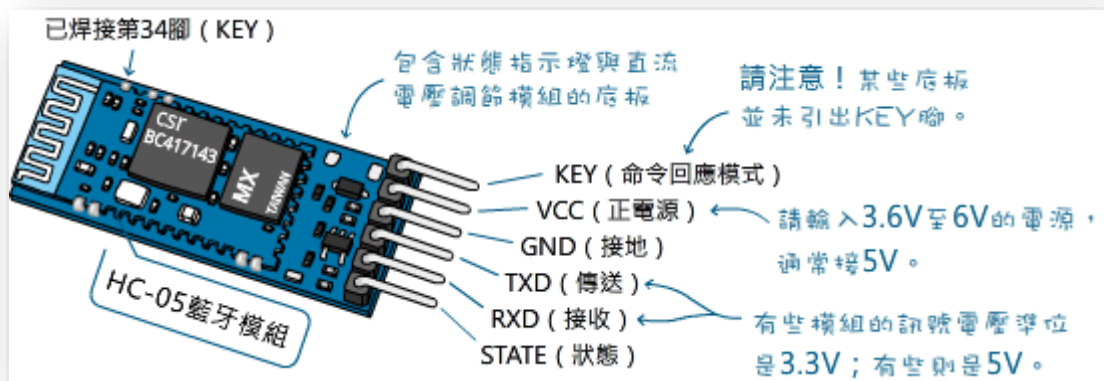


(圖二) 藍牙連線速率

1.藍芽 HC-05 與 HC-06 的差別：

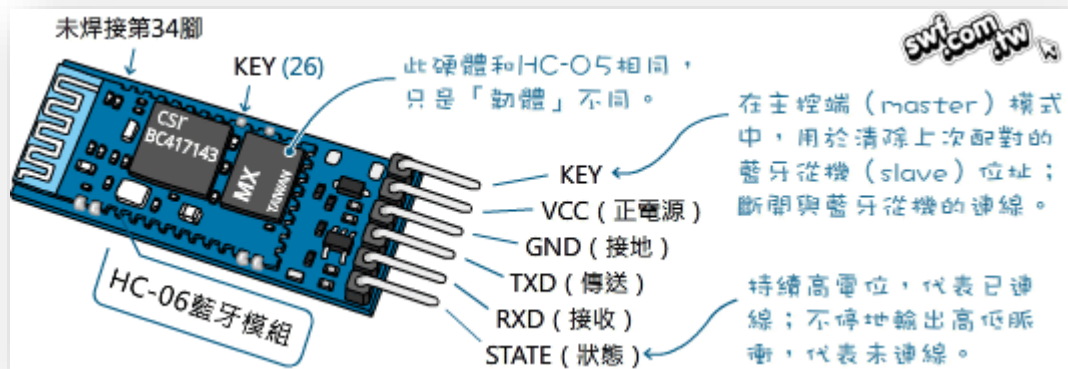
在與 Arduino 的搭配上，比較常見的模組是 HC-05 和 HC-06 兩款，其藍芽符合 V2.1 + EDR 的規範，並且支援 SPP (Serial Port Profile) 的藍芽模組，讓使用者從電腦或手機上連線時可以視為序列埠的裝置。

HC-05 模組示意圖 (圖三)，HC-05 屬於主從 (Host/Slave) 一體的模組，簡單來說就是功能比較多，可以設定為主端或從端，一般來說出場設定為從端。若是選購其他廠商的藍芽模組也是需要注意主從端的配置，以及是否可以調整。以 HC-05 來說，他多了一個 Key (有些模組可能是 EN) 的腳位，當輸入高電位時用來啟動 AT 令模式，讓我們可以透過一些 ASCII 的字串來改變模組的參數設定。不過要注意有些模組為了省空間可加此功能移除，選購上要特別注意。



(圖三) HC-05 模組示意圖

HC-06 模組示意圖 (圖四)，至於 HC-06 就單純是被設定從站模式，接腳上就剩下店員與傳輸共四支腳位。



(圖四) HC-06 模組示意圖

2. 撰寫程式讀取藍牙訊息

```
sketch_feb23a | Arduino 1.6.7
檔案 編輯 草稿碼 工具 說明

sketch_feb23a $

void loop() {
  byte cmd[20];
  int insize;
  while(1){
    if ((insize=(I2CBT.available()))>0){ //讀取藍牙訊息
      Serial.print("input size = ");
      Serial.println(insize);
      for (int i=0; i<insize; i++){
        Serial.print(cmd[i]=char(I2CBT.read()));
        Serial.print(" ");
      }
    }
  }
}

下載http://download.labs.mediatek.com/package_mtk_linkit_index.json時
29 Arduino/Genuino Uno on COM5
```

(三)、 火焰傳感器：

火焰傳感器模組(圖五)，用於各種火焰，火源的探測與感應。火焰感測器利用紅外線對火焰非常敏感的特點，使用特製的紅外線接收管來檢測火焰，然後把火焰的亮度轉化為高低變化的電平信號，輸入到中央處理器，中央處理器 根據信號的變化做出相應的程式處理。

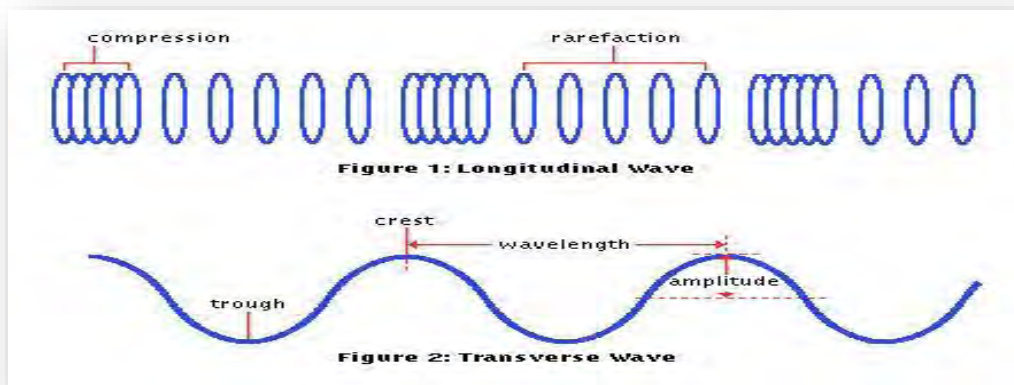


```
sketch_feb23a | Arduino 1.6.7
檔案 編輯 草稿碼 工具 說明
sketch_feb23a $
void fire(){
  /*火焰控制程式塊*/
  int keystate = digitalRead(jj);
  if (keystate ==1)
  {
    Serial.println ("safe");
    digitalWrite(kk, LOW);
  }else{
    Serial.println("Get Fired");
    digitalWrite(kk, HIGH);
  }//if else
}
下載http://download.labs.mediatek.com/package_mtk_linkit_index.json時
29 Arduino/Genuino Uno on COM5
```

(圖五)火焰感測器模組與程式

(四) 聲波：

聲波是聲音的傳播形式。聲波是一種高低波，由物體（聲源）振動產生，聲波傳播的空間就稱為聲場。在氣體和液體介質中傳播時是一種縱波，但在固體介質中傳播時可能混有橫波。機械波（Mechanical wave）是機械振動在空間中的傳播，機械波的特點是必須通過介質來傳播。縱波，又稱為疏密波，是指在傳播介質中質點的振動方向與波的傳播方向平行的一類波，形成的波是疏密相間的波形。橫波，又稱為高低波，是介質振動方向和波行進方向垂直的一種波。（圖六）



(圖六) 上方為縱波、下方為橫波

```

sketch_mar08a | Arduino 1.6.7
檔案 編輯 草稿碼 工具 說明

sketch_mar08a
    case 99: //99為"a"的ASCII CODE
    tone(4, 20); //腳位4 音訊20hz
    break;
    case 100: //100為"b"的ASCII CODE
    noTone(4); //腳位4 音訊停止
    break;

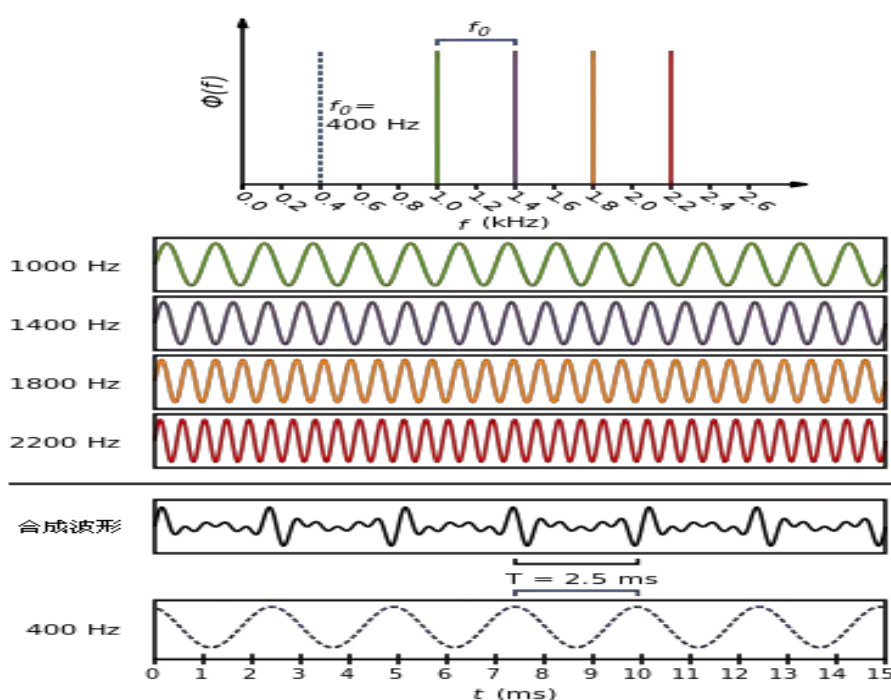
    case 101: //101為"a"的ASCII CODE
    tone(4, 25); //腳位4 音訊25hz
    break;
    case 102: //102為"b"的ASCII CODE
    Serial.println("Get b");
    noTone(4); //腳位4 音訊停止
  
```

呼叫 ascii 交換碼傳送 99 執行程式
 呼叫 ascii 交換碼傳送 100 停止程式
 呼叫 ascii 交換碼傳送 101 執行程式
 ...

(圖六-1)聲波程式碼

(五) 頻率：

在一段時間內某事件重複發生的次數（圖七），在物理學中通常以符號 f 或 ν 表示。而單位為赫茲（英文：Hertz，簡寫為 Hz）。因為頻率的定義是在一段時間內某事件重複發生的次數，因此頻率也可以表示週期的倒數，波的頻率衡量聲音、電磁波（例如無線電波或者光）電訊信號或者其他波的頻率時，表示每秒波形重複的數量。而當波視為聲音時，頻率會因衡量音符的特性使頻率與波長成反比例關係，頻率 f 等於波的速度 v 除以波長 λ ：
$$f = \frac{v}{\lambda}$$

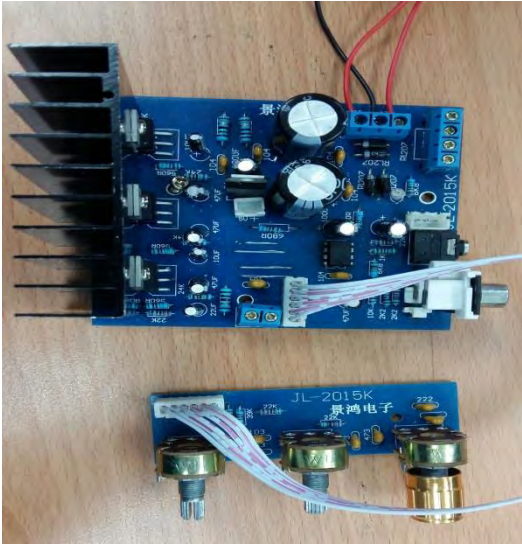


(圖七)頻率

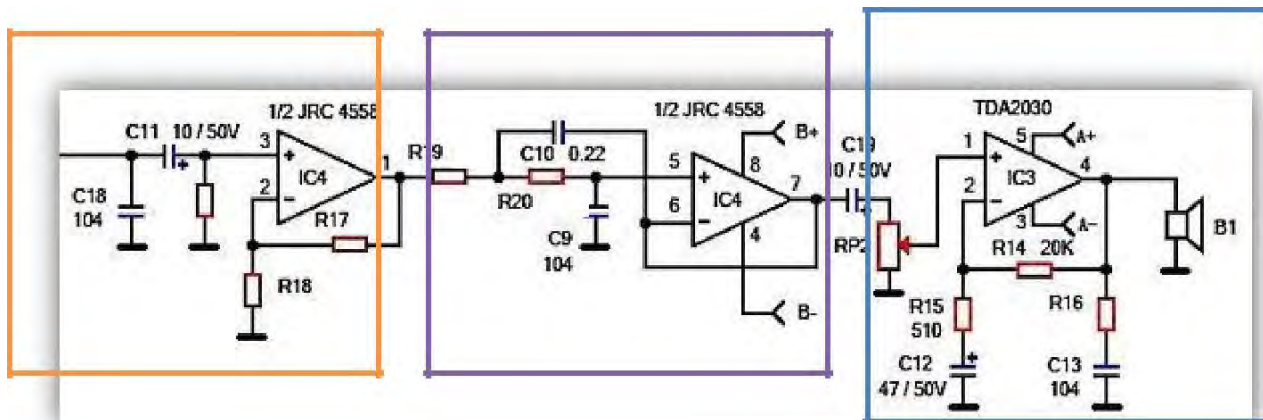
本研究的頻率產生方式，與國內其他先進利用音樂軟體擷取音訊的方式不同，本研究利用Arduino程式設計，可準確發送出許多不同的頻率，並經由示波器量測無誤。而人耳可以聽到的聲波的頻率一般在 20Hz 至 20k Hz 之間。

(六) 功率放大器：

功率放大器，或稱放大電路，能增加訊號的輸出功率。它透過電源取得能量來源，以控制輸出訊號的波形與輸入訊號一致，但是具有與原本相比更大的振幅。換句話說，放大器電路也可視為可以調節的輸出電源，用來獲得比輸入訊號更強的輸出訊號。

	
二倍功率放大器	五倍功率放大器

本研究所使用的功率放大電路分別有兩種(圖八、圖九所示)，一種是為TDA2030 2.1 功放電路，由TDA2030 2.1的Datasheet可知這低頻有效頻率為30Hz-200Hz。當訊號進入此放大器時，放大倍數將由R17/R18所決定，再經由IC4B、C9、C10、R20 所組成的低通濾波器(30Hz-200Hz)以確保只有低頻訊號能通過(C10、R20)決定截止頻率)，最後再進入後級的低音放大電路，而另一種是為與TDA2030連接在一起的NE5532 五倍功率放大器，利用NE5532的五倍放大增強原本TDA2030的兩倍功率率放大，達到的結果可以增加到元等功率的10倍。



前級放大

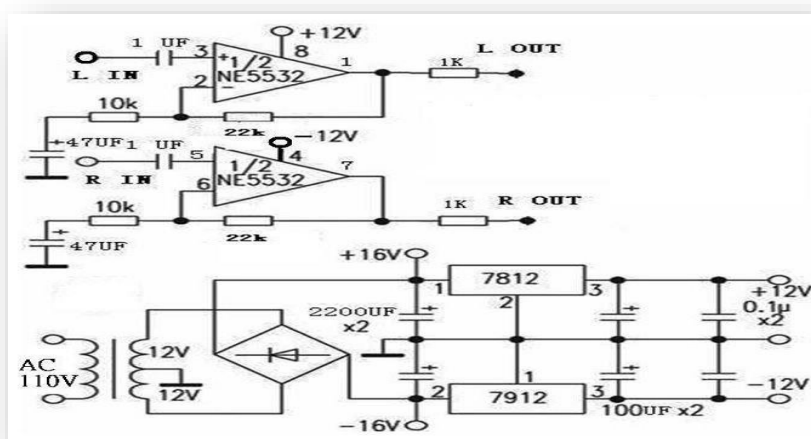


低通濾波



後級低音放大

(圖八)兩倍功率放大器電路圖



(圖九)五倍功率放大器電路圖

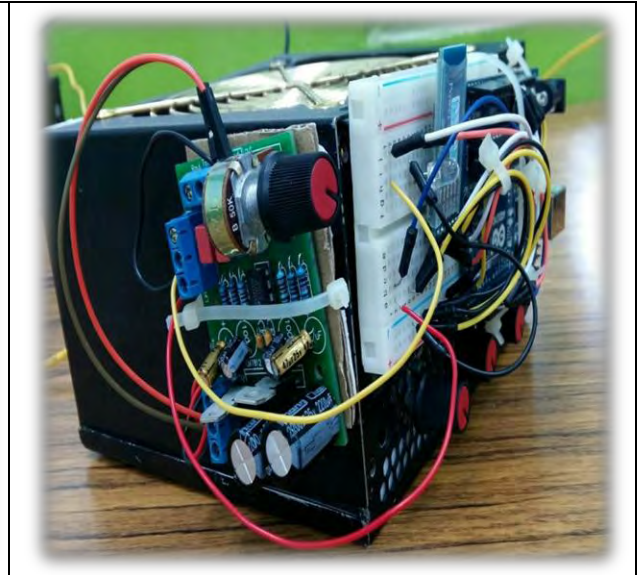
肆、研究結果

一、散熱改良:

因導通電流後，元件容易發熱，經過不斷的改良，最後將整個裝置放入有散熱效果的空電源供應器盒(鐵鋁制)中，如此一來可有效散熱與確保使用者部會被燙傷，如(圖十)(圖十一)。



(圖十)



(圖十一)

二、能有效將 Arduino 與藍芽結合應用，並正確送出所設計的低頻訊號。

三、成功製作出可攜式的滅火裝置。

四、設計出火焰偵測系統。

五、能夠以不殘留任何物體的情況下滅火。

伍、討論

問題一：Arduino 板接收不到手機 app 的指令。

研究：由於 Arduino 板找不到與手機連線的橋樑，於是上網查到 ASCII (American Standard Code for Information Interchange，美國資訊交換標準代碼)

(如下圖)。

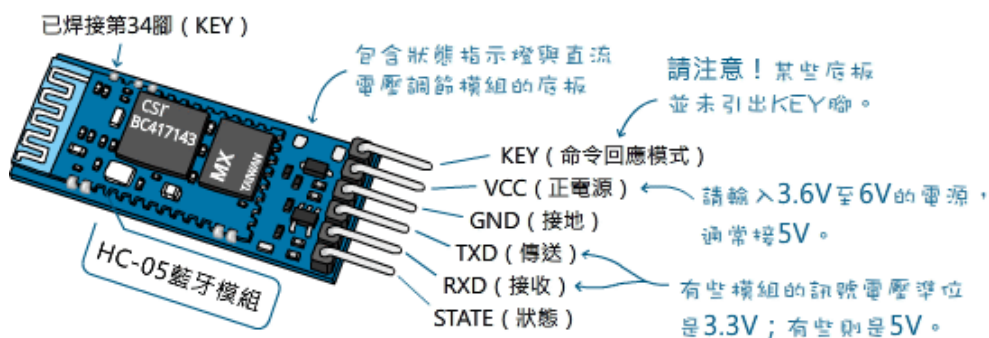
Dec	Hex	Oct	Chr	Dec	Hex	Oct	HTML	Chr	Dec	Hex	Oct	HTML	Chr	Dec	Hex	Oct	HTML	Chr
			NULL	32	20	040	 	Space	64	40	100	@	@	96	60	140	`	~
			Start of Header	33	21	041	!	!	65	41	101	A	A	97	61	141	a	a
2	2	002	Start of Text	34	22	042	"	"	66	42	102	B	B	98	62	142	b	b
3	3	003	End of Text	35	23	043	#	#	67	43	103	C	C	99	63	143	c	c
4	4	004	End of Transmission	36	24	044	$	\$	68	44	104	D	D	100	64	144	d	d
5	5	005	Enquiry	37	25	045	%	%	69	45	105	E	E	101	65	145	e	e
6	6	006	Acknowledgment	38	26	046	&	&	70	46	106	F	F	102	66	146	f	f
7	7	007	Bell	39	27	047	'	'	71	47	107	G	G	103	67	147	g	g
8	8	010	Backspace	40	28	050			72	48	110	H	H	104	68	150	h	h
9	9	011	Horizontal Tab	41	29	051			73	49	111	I	I	105	69	151	i	i
10	A	012	Line feed	42	2A	052			74	4A	112	J	J	106	6A	152	j	j
11	B	013	Vertical Tab	43	2B	053	+	+	75	4B	113	K	K	107	6B	153	k	k
12	C	014	Form feed	44	2C	054	,	,	76	4C	114	L	L	108	6C	154	l	l
13	D	015	Carriage return	45	2D	055	-	-	77	4D	115	M	M	109	6D	155	m	m
14	E	016	Shift Out	46	2E	056	.	.	78	4E	116	N	N	110	6E	156	n	n
15	F	017	Shift In	47	2F	057	/	/	79	4F	117	O	O	111	6F	157	o	o
16	10	020	Data Link Escape	48	30	060	0	0	80	50	120	P	P	112	70	160	p	p
17	11	021	Device Control 1	49	31	061	1	1	81	51	121	Q	Q	113	71	161	q	q
18	12	022	Device Control 2	50	32	062	2	2	82	52	122	R	R	114	72	162	r	r
19	13	023	Device Control 3	51	33	063	3	3	83	53	123	S	S	115	73	163	s	s
20	14	024	Device Control 4	52	34	064	4	4	84	54	124	T	T	116	74	164	t	t
21	15	025	Negative Ack.	53	35	065	5	5	85	55	125	U	U	117	75	165	u	u
22	16	026	Synchronous idle	54	36	066	6	6	86	56	126	V	V	118	76	166	v	v
23	17	027	End of Trans. Block	55	37	067	7	7	87	57	127	W	W	119	77	167	w	w
24	18	030	Cancel	56	38	070	8	8	88	58	130	X	X	120	78	170	x	x
25	19	031	End of Medium	57	39	071	9	9	89	59	131	Y	Y	121	79	171	y	y
26	1A	032	Substitute	58	3A	072	:	:	90	5A	132	Z	Z	122	7A	172	z	z
27	1B	033	Escape	59	3B	073	;	;	91	5B	133	[	[	123	7B	173	{	{
28	1C	034	File Separator	60	3C	074	<	<	92	5C	134	\	\	124	7C	174	|	
29	1D	035	Group Separator	61	3D	075	=	=	93	5D	135	]	]	125	7D	175	}	}
30	1E	036	Record Separator	62	3E	076	>	>	94	5E	136	^	^	126	7E	176	~	~
31	1F	037	Unit Separator	63	3F	077	?	?	95	5F	137	_	_	127	7F	177		Del

結論：在手機 app 打上相對應的編碼後，成功將訊號傳到 Arduino 板。

問題二：上傳程式成功後卻無法正常運作。

研究：檢查線路是否有誤時，一開始想到如果把藍芽上的接收腳(RxD)與傳送腳(TxD)反插會是如何？

結論：把藍芽上的接收腳(RxD)與傳送腳(TxD)反插後成功正常運作(如下圖)



HC-05 藍芽接腳

問題三：火焰傳感器偵測距離過短。

研究：將火焰傳感器固定在圓錐體前端偵測火焰。

結論：成功的將火焰傳感器的距離縮短，並發揮效用。

問題四：無法將火焰傳感器與聲波的程式結合在一起。

研究：將火焰傳感器的程式模組化，讓它融入聲波的程式碼。

結論：融入聲波的程式碼後，以利於手機 app 操控。

問題五：篩選聲波滅火器前端收口所適用的材質紙碗、錐形鐵管、塑膠桶

研究：討論過後，採用質量較輕的材質。

結論：選用材質較輕，且較好聚集音頻的錐形塑膠桶，為了便免有軟化或產生有毒物質的可能性，在外圍增加隔熱壁紙。

問題六：功率放大器座改良時，發生短路使功率放大器毀損。

研究：改良時的材料避免碰觸鐵，依靠束帶。

結論：成功固定於外殼裡。

問題七：使用圓筒體內部前端會造成音波反射。

研究：利用塑膠片捲成圓錐狀。

結論：成功使聲波集中。

陸、結論

一、結論

- (一)能有效將 Arduino 與藍芽兩種技術做結合，並正確送出所設計的低頻訊號。
- (二)成功製作出可攜式的滅火裝置。
- (三)成功設計出火焰偵測系統。
- (四)在環保零污染情況下可有效撲滅火源。

二、未來展望與探討

- (一) 未來將設計可調整口徑大小的圓蓋，探討並改良出風口口徑大小，以其取得最佳的滅火距離。
- (二) 探討本滅火器使用的材質，討論出最好的對聲波素材。
- (三) 深入探討
 - (1) 吸音與隔音的關係。
 - (2) 聲波振幅、頻率的影響。
 - (3) 低頻的作用與真空的原理。

使用滅火器材過後，一定會有遺留下的化學物質及粉末，最後必定要清掃及整理，經本研究所開發的裝置，能夠在不殘留任何物體的情況下滅火，只要對手機按下指定的頻率，經過揚聲器產生的波動即能達到滅火效果，對於環境保護有更大的幫助，並能帶給人們更安全的生活。

柒、參考資料

- 一、維基百科-頻率<http://zh.wikipedia.org/wik/頻率>
- 二、維基百科-揚聲器<http://zh.wikipedia.org/wik/揚聲器>
- 三、維基百科-放大器<http://zh.wikipedia.org/wik/放大器>
- 四、維基百科-聲波<http://zh.wikipedia.org/wik/聲波>

【書籍資料&期刊文章】

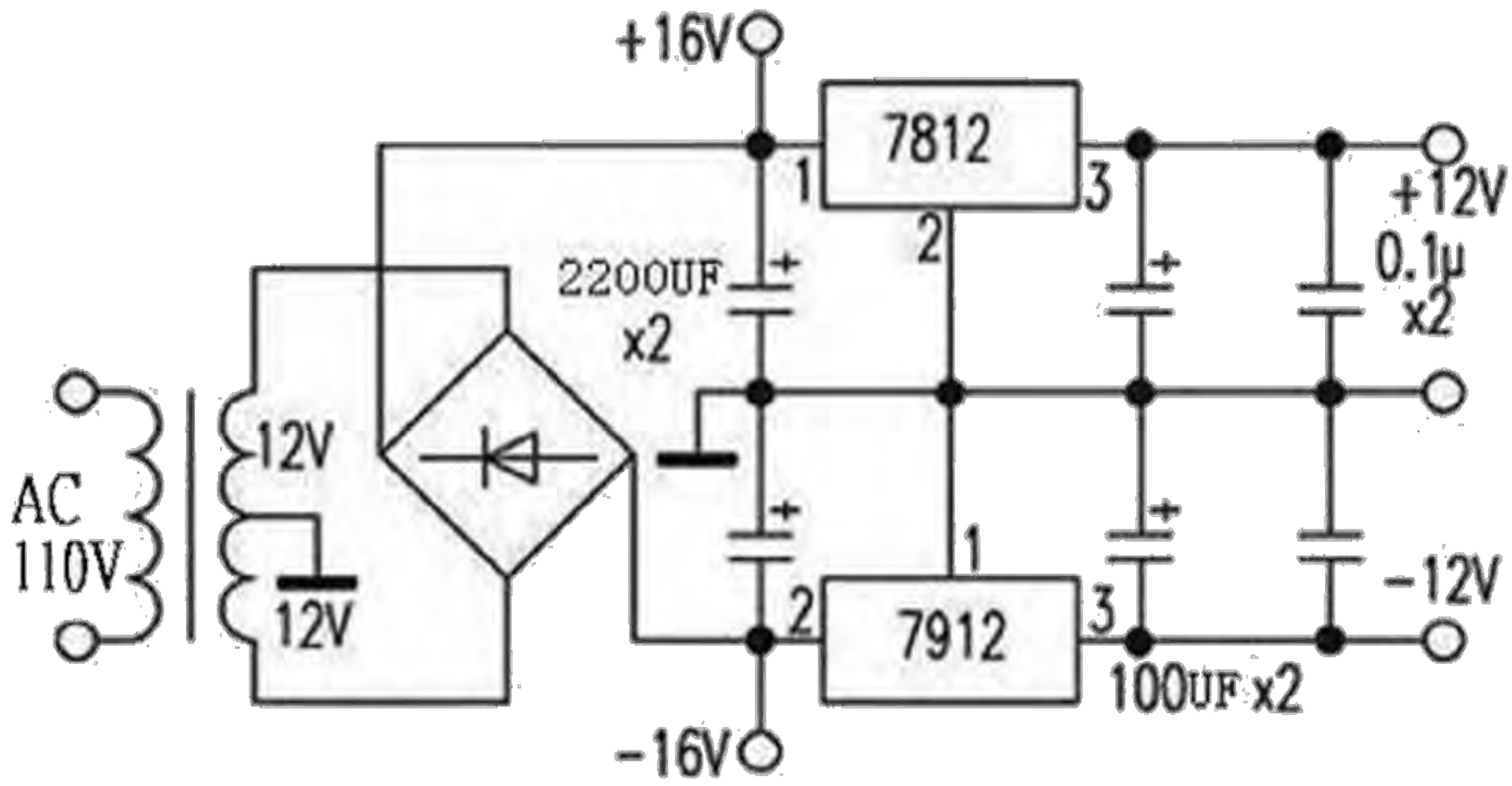
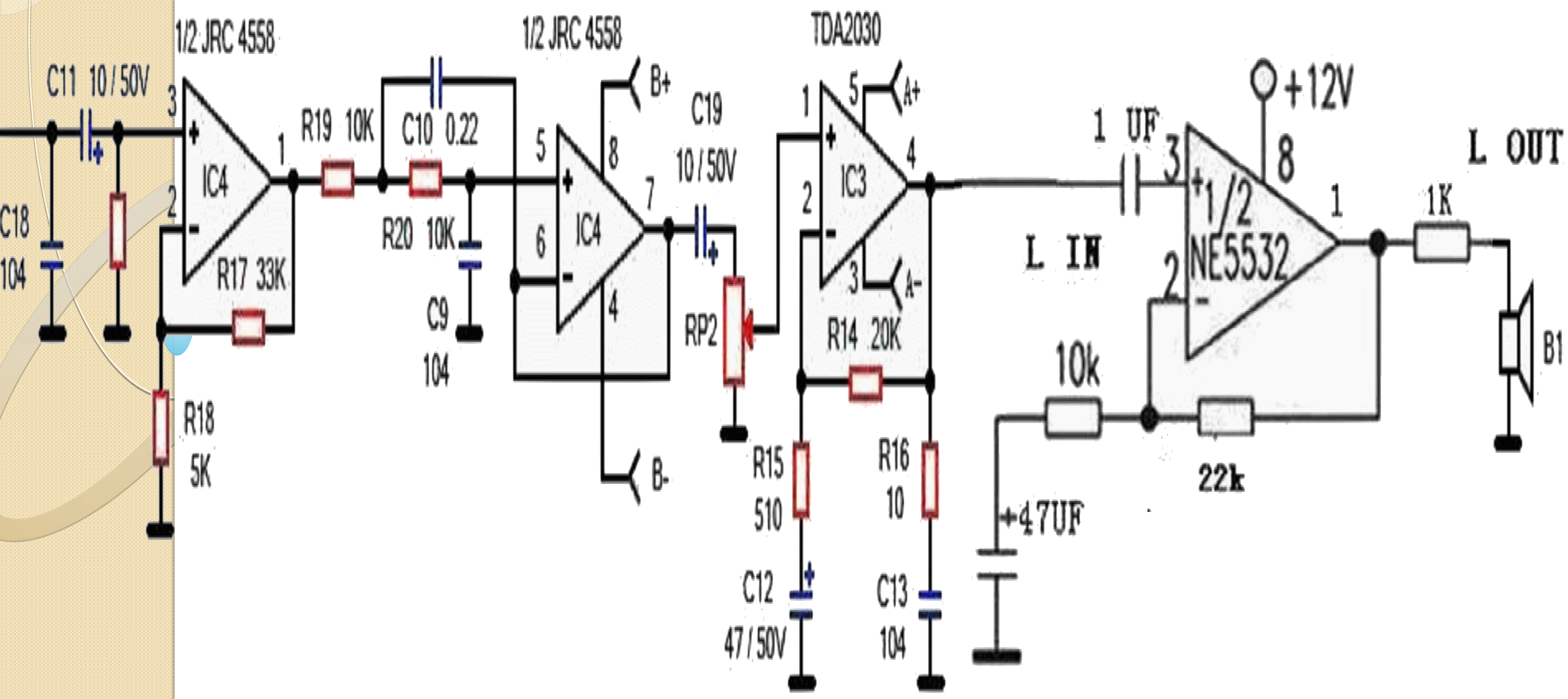
- 五、趙英傑超圖解 arduino 互動設計入門旗標出版社
- 六、艾迪諾 Arduino 全能微處理機實習-全華出版社
- 七、Tony Olsson Arduino 穿戴式裝置專案製作 碁峰出本社

【評語】 052310

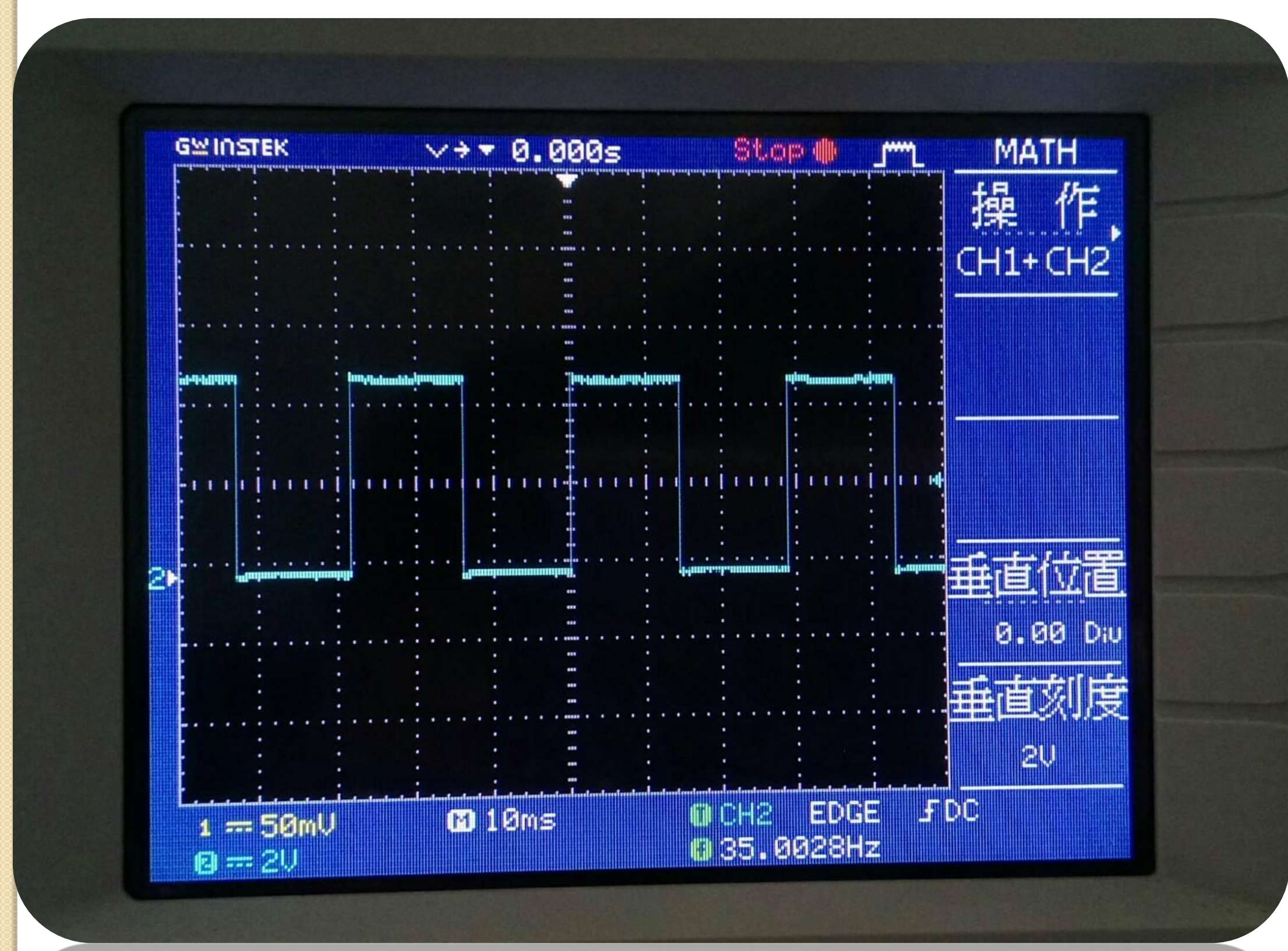
1. 本作品主要研究利用聲波頻率與震幅來達到滅火目的。整套實驗系統包括 Arduino 微處理 UNO 板、揚聲器、火焰傳感器模組、藍牙模組、功率放大器等元件。實驗證實具有滅火的功效。
2. 整體想法具有獨特性及創新性，但是若能增加量化實驗數據分析和討論將會更佳。
3. 作品主題以"音樂也能滅火"，不很適宜。因為實驗驗證中，並無此情境。

作品海報

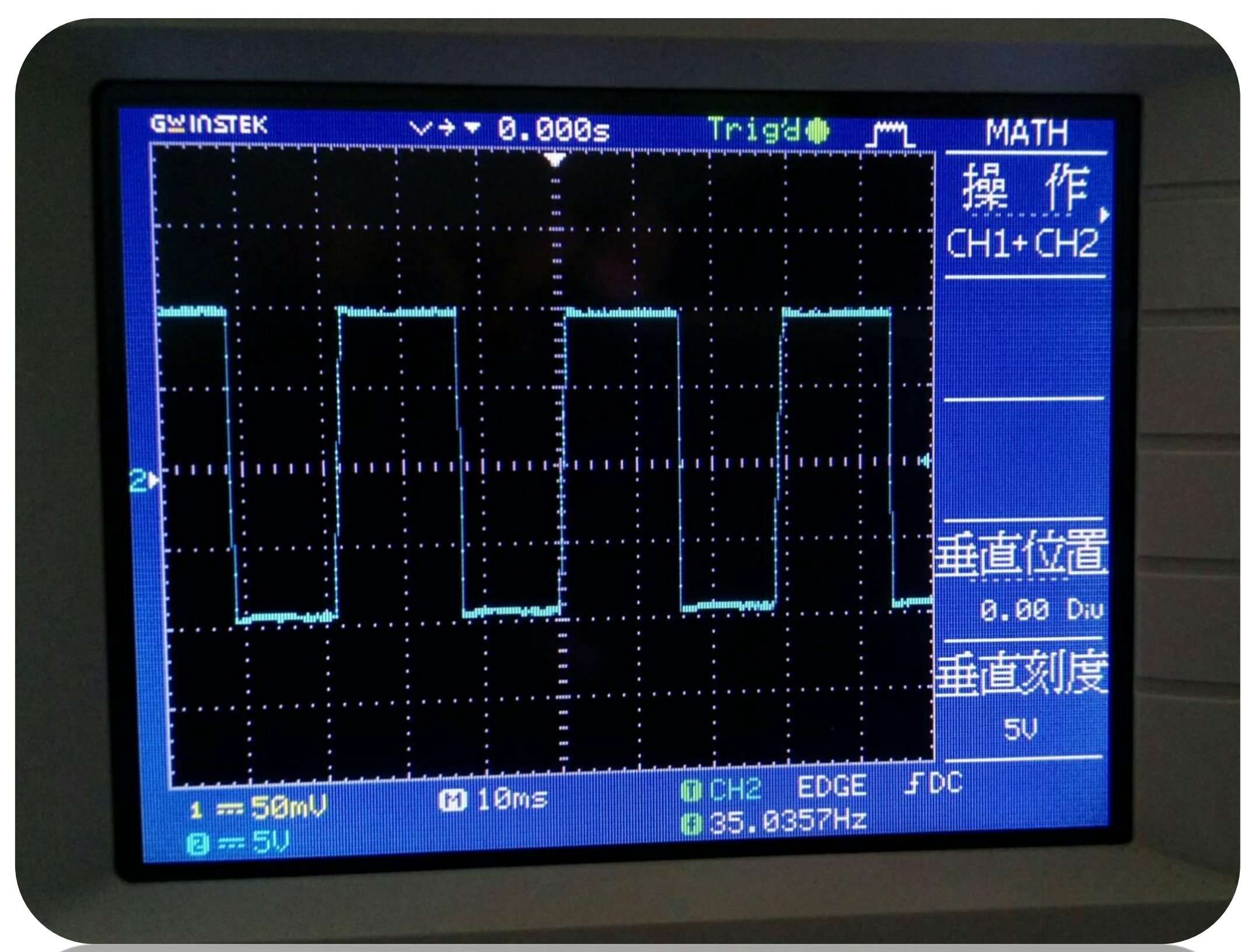
功率放大器電路圖



訊號量測



Arduino輸出35Hz



功率放大器輸出35Hz

架構流程圖

電腦和Arduino間的連線

程式庫：[Serial](#)

連線速率：9600bps

Arduino和藍牙模組間的連線

程式庫：[SoftwareSerial](#)

HC-06連線速率：9600bps

HC-05連線速率：38400bps

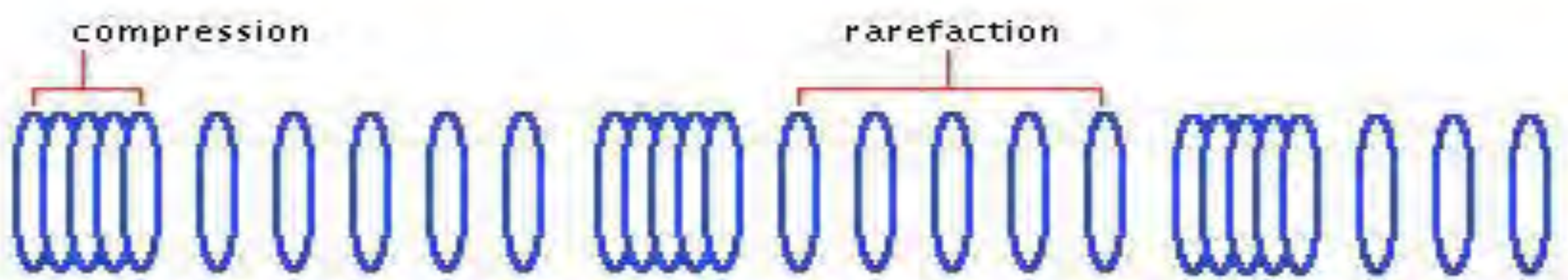
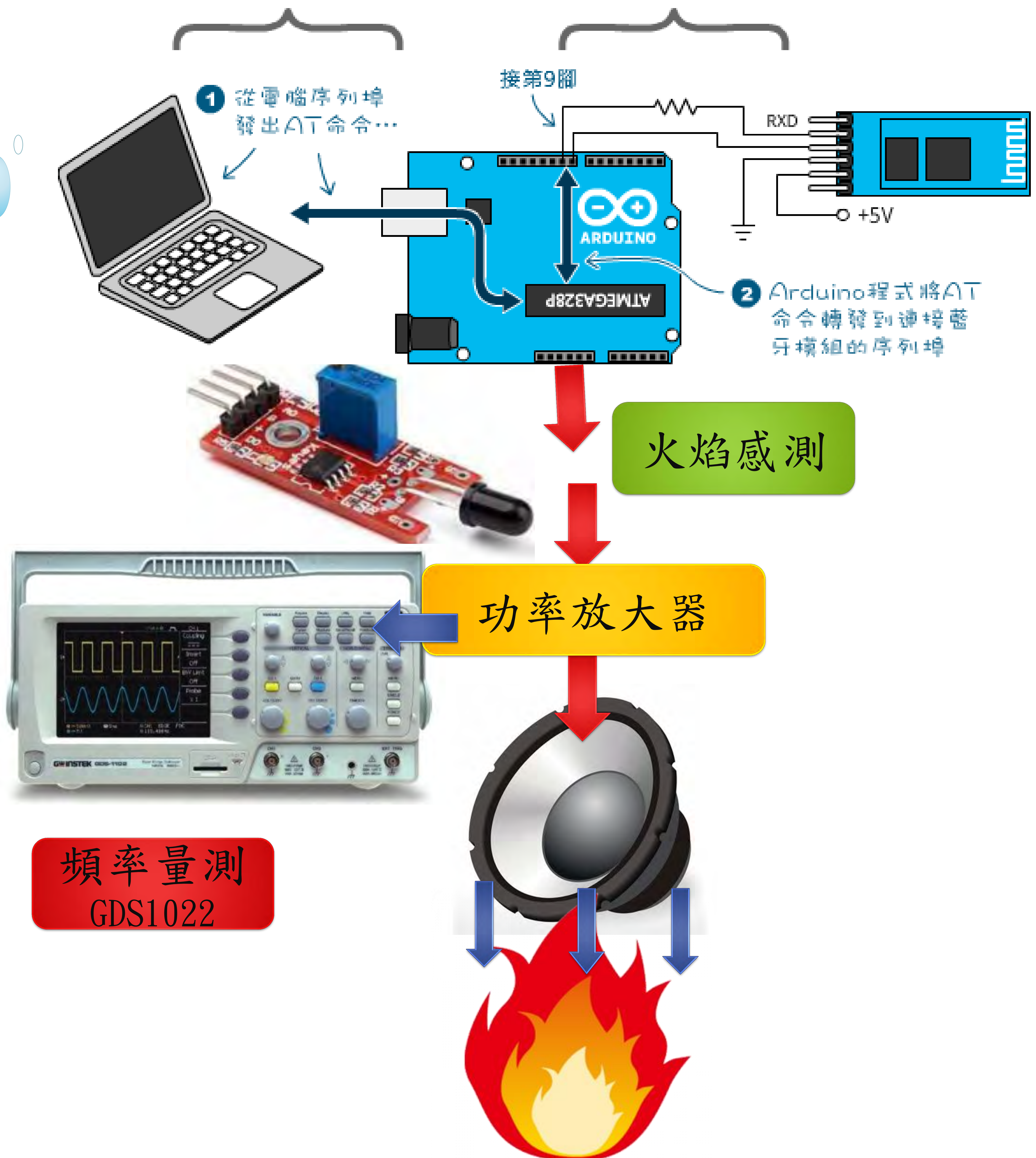


Figure 1: Longitudinal Wave

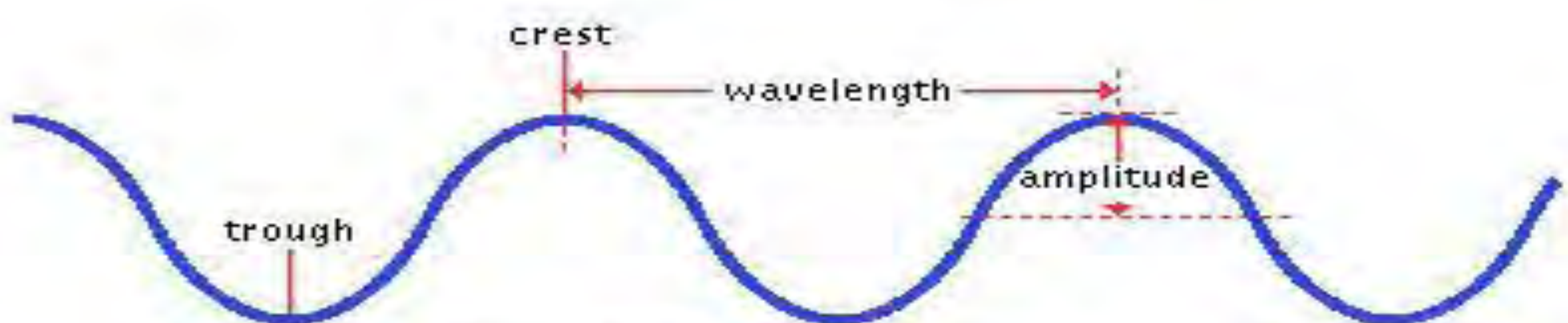
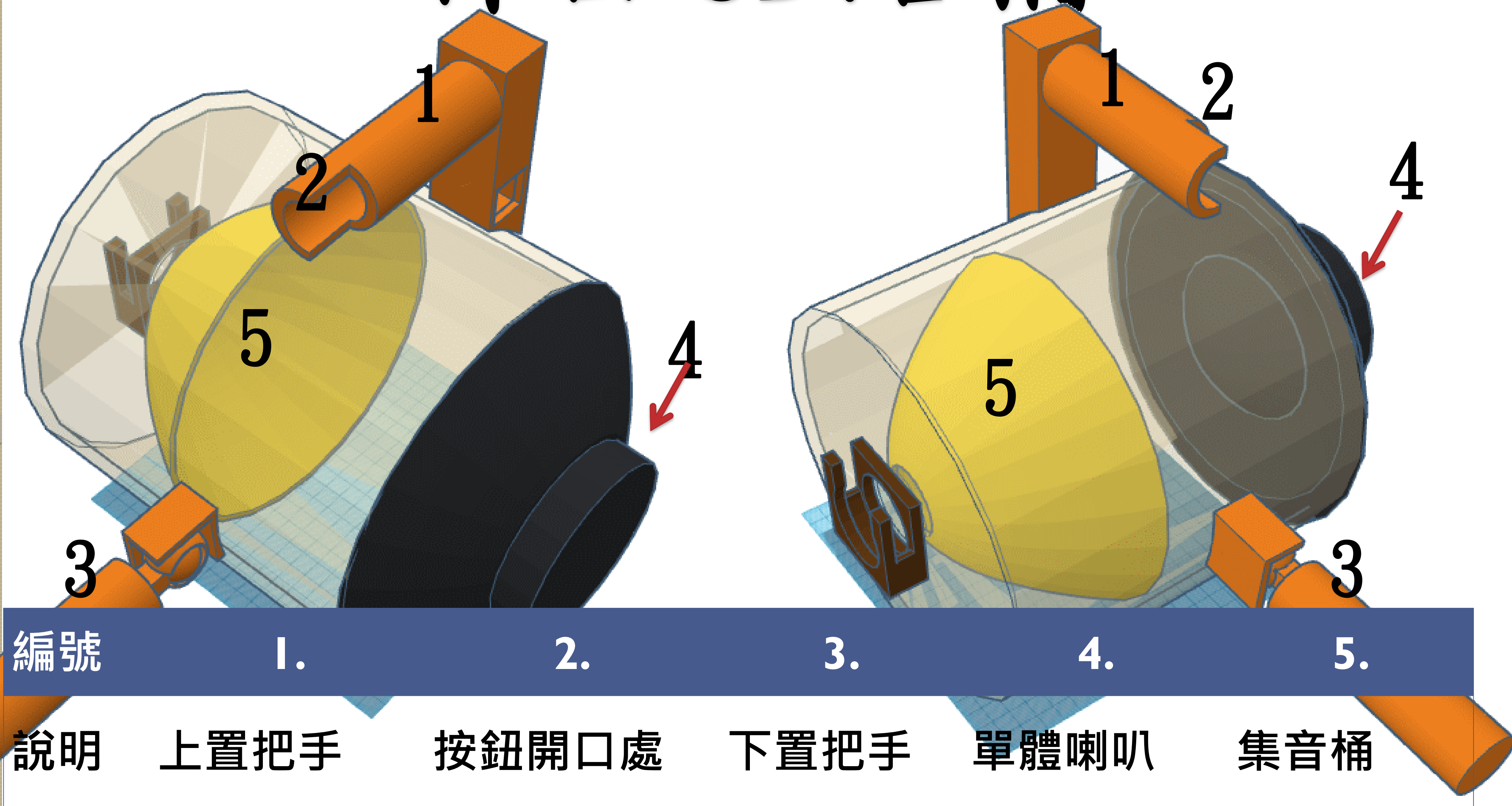


Figure 2: Transverse Wave

上方為縱波、下方為橫波

作品3D結構



製作成品



適用材料比較

材質	隔音效果	優點	缺點
塑膠	隔音效果佳。	重量輕，易於移動擺放或攜帶。	熔點低，密度中，容易產生干涉。
木頭	隔音效果佳。	重量輕，熔點偏低。	不易製作成品，燃點低容易著火，受環境影響(如受潮)。
鐵	隔音效果最好。	密度很高 可全面控制音波反射。	不易製作成品，易導熱且重量重，不方便攜帶。
ABS (苯乙烯共聚物)	隔音效果佳。	易成型，重量輕.熔點高(210-240°C)。	產生會臭的氣體。

滅火距離

頻率(Hz)	距離(cm)	滅火時間(sec)	火源
35	100	3	火種+酒精
40	80	6	火種+酒精
45	50	10	火種+酒精
50	30	17	火種+酒精