

第十八屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA18-362

作品名稱：基於 UHF RFID 低耗能訊息傳遞系統

姓名：林昱翔

關鍵字：RFID、天線、物聯網

目 錄

摘要

壹、	研究動機.....	2
貳、	研究目的.....	3
參、	研究過程與方法.....	3
肆、	研究結果與結論.....	21
伍、	討論.....	22
陸、	參考資料與其他.....	23

圖 目 錄

圖 1 使用遙控器後的廢棄電池.....	2
圖 2 RFID 動作原理.....	3
圖 3 RFID 感測距離及其應用.....	4
圖 4 微波共振.....	4
圖 5 RFID 標籤組成元件.....	5
圖 6 電子標籤量測.....	5
圖 7 第一種自製天線與場型圖.....	6
圖 8 第一種自製天線角度與感測距離折線圖.....	6
圖 9 第二種自製天線與場型圖.....	7
圖 10 第二種自製天線角度與感測距離折線圖.....	7
圖 11 第三種自製天線與場型圖.....	8
圖 12 第三種自製天線角度與感測距離折線圖.....	8
圖 13 三種自製天線感測距離場型圖.....	9
圖 14 天線斷口示意圖.....	9
圖 15 各不同距離之斷口天線與場型圖.....	12
圖 16 斷口長度與感測距離(未黏上導電銅箔).....	12
圖 17 天線斷口黏貼銅箔示意圖.....	13
圖 18 各斷口長度黏貼導電銅箔場型圖.....	15
圖 19 斷口長度與感測距離(已黏上導電銅箔).....	15
圖 20 主控裝置電路 LAYOUT.....	16
圖 21 電路曝光.....	16
圖 22 電路板顯影.....	16
圖 23 蝕刻電路.....	17
圖 24 紅外線控制電源裝置.....	17
圖 25 藍芽裝置.....	18

圖 26 驅動程式.....	18
圖 27 低耗能訊息傳遞裝置.....	18
圖 28 低耗能訊息傳遞裝置測試.....	19
圖 29 低耗能訊息傳遞裝置控制音量測試.....	19
圖 30 低耗能訊息傳遞裝置控制燈具測試.....	20
圖 31 低耗能訊息傳遞裝置模擬 IRS 測試.....	20
圖 32 低耗能訊息傳遞裝置菜單系統測試.....	20
圖 33 可控制燈具的低耗能遙控器.....	21
圖 34 可點餐之 menu.....	22

摘要

本實驗主要為藉由研究不同形狀天線的訊號傳輸距離及最佳作用角度，透過自己設計開發的實驗儀器及切割天線斷口長度，改變單一變因之實驗來取得各種數據曲線，用以研究瞬時訊號傳輸之可行性，期藉由此技術的實驗數據來驗證未來訊息傳遞裝置不需裝設任何電池，僅需於自行開發的軟體上設定，便可實現單點多控制項目之物聯網的智慧家庭以達到友善環境的目的。

關鍵詞：天線、電池、物聯網

基於 UHF RFID 低耗能訊息傳遞系統

壹、研究動機

報導指出一顆一號乾電池埋入地裡能使 1 平方公尺的土壤永久失去利用價值，一顆鈕釦型的電池可以使 600 公噸的水遭受到污染，而訊息傳遞裝置與我們生活息息相關，最常見的即是遙控器，從看電視、控制燈光、音響、冷氣機等幾乎都離不開訊息傳遞裝置，且皆須安裝電池，否則將無法運作，而我們最常遇到的生活經驗是，手裡握著遙控器當按壓沒反應時，往往會將遙控器往手上敲打，原因是敲打過程，會讓電池瞬間離開電池座，達到短暫重置的效果，因而可能讓我們可以再次操作電器設備，當然這也是電池電量不足的徵兆，有鑑於此，我為了改善家裡一堆遙控器與使用電池造成地球負擔等問題，因此開始「基於 UHF RFID 低耗能訊息傳遞系統」的研究，期待能夠讓未來的遙控器都不需裝設電池即能運作，且能夠達到一只遙控器能夠控制整個家庭電器設備的目標，除此之外，此遙控器非常輕薄，若用於家庭裝潢即可不需於牆上打洞便能夠輕鬆黏貼取代牆上開關，如此一來便可增加其活動性與美觀，最重要的是不需要裝設電池可以達到友善環境的目的。

同時，為了分析其可行性，我擬定多組實驗，自行製作實驗儀器，透過單一變因的改變來比較其結果，希望能夠從中找到最佳的天線型態與作用角度，如此將可以協助我們實現低耗能訊息傳遞系統的目標。



圖 1 使用遙控器後的廢棄電池

貳、研究目的

- (一)、 了解廢電池對於環境的危害程度。
- (二)、 了解 RFID 的資料傳輸原理。
- (三)、 了解天線場型圖的解釋。
- (四)、 了解串列傳輸控制的程式設計。
- (五)、 了解電路 LAYOUT 的方法。
- (六)、 了解物聯網的控制方法。

參、研究過程與方法

一、電子標籤探討

(一)、 RFID 的動作原理

RFID 的動作原理如圖 2 所示，系統組成中主要包括標籤、讀取器、和電腦主機。Tag 是資料的存放元件，讀取器則是從 Tag 讀取資料或將資料存放到 Tag 內的工具，讀取器將所讀取資料傳送至電腦系統中，使用不同之應用程式來解讀資料。當 Tag 感應到讀取器所發射無線電波時，會產生「交變磁場」使 Tag 內建的 RF 發射機模組與微處理器機作動，而將 Tag 內的 EEPROM 資訊傳回讀取器，讀取器再透過有線或無線的方式將資料傳至主機端。



圖 2 RFID 動作原理(資料來源：<http://GRC.yzu.edu.tw/>)

(二)、 RFID 感測距離：

閱讀器發送無線信號時，所使用的頻率被稱為工作頻率，劃分為：

低頻 (Low Frequency, LF)：30 ~300kHz

高頻 (High Frequency, HF)：3 ~30MHz

特高頻 (Ultra High Frequency, UHF)：300 ~3000MHz

微波(Micro Wave, μ W)：2.45 ~5.8GHz

運作頻率	特性	應用範圍	讀取距離	標準規範
Low-Freq 30~300kHz (LF) 應用頻率： 125~134.2KHz	NEAR FIELD 應用廣泛 電磁波易於在金屬中轉折 易適應金屬材質 水份、溼氣影響低 成本較低	門禁管制、生畜管理等。	0.5 公尺	ISO 18000-2
High-Freq. 3~30MHz(HF) 應用頻率： 13.56Mhz	NEAR FIELD 應用廣泛 易受金屬干擾 水份、溼氣影響低 (50%) 成本較高	門禁管制、停車場管理、Mifare 卡 (悠遊卡)、Paypass、visawave、RFID 圖書館等。	0.5~1.5 公尺	ISO 18000-3 ISO 14443A/B ISO 15693
Ultra-Freq. 860~960MHz (UHF) 應用頻率： 915MHz、433MHz	FAR FIELD 應用廣泛 易受金屬及水份、溼氣的影響 成本較低	倉儲物流管理、航空行李管理、電子收費 (ETC) 等。 部份主動式 RFID。	4~10 公尺	ISO18000-6C 等於 EPC C1G2
Microwave 2.45~5.8GHz 應用頻率： 2.45、5.8 GHz	FAR FIELD 應用較少 成本較高	部份主動式 RFID、電子收費 (ETC)。	1~1.5 公尺	ISO 18000-4 ISO 18000-5 實作較複雜 尚未完全標準化

圖 3 RFID 感測距離及其應用

(資料來源：http://www.easrfid.tw/2010/07/rfid_6232.html)

(三)、 UHF RFID 標籤的通信原理：

超高頻和微波 RFID 採用微波共振的方式，此類讀取器的天線成正負兩極狀，當電流通過時會產生電波，使得遠方的標籤天線因為共振的能量而產生電力。

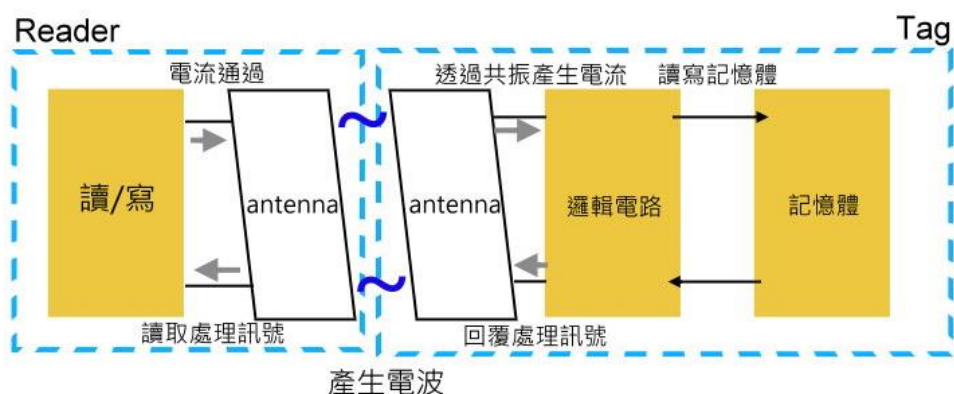


圖 4 微波共振

(四)、 RFID 標籤組成元件：

RFID 標籤是一個儲存數位識別資料的小型裝置，可以透過無線電波與讀取器之間互相傳遞資訊，因為被用以回應內存資料給讀取器，所以又稱為詢答(Transponder)。RFID

標籤內部主要由晶片、天線及電力來源組成。而晶片內部又可分為四種主要元件：邏輯單元、記憶體、電源控制器和調變電路。

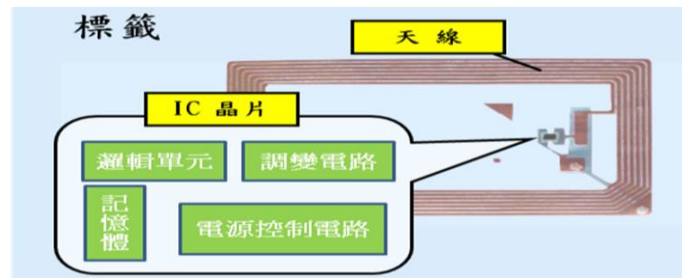


圖5 RFID標籤組成元件

二、 各類型電子標籤感測距離比較

比較三種符合 ISO180006-C 標準之電子標籤，並對三種電子標籤進行角度及傳輸距離之感測實驗，從中找出感測距離最遠之電子標籤進行接下來的天線斷口距離感測研究。



圖 6 電子標籤量測

(一)、 根據第一種型態自製天線測得的場型圖可以看出其感測方向以 $0^{\circ}/180^{\circ}$ 較佳。我們實際以固定高度 100cm，轉動角度 15° 來量測其作用距離紀錄數據折線圖如圖 8 所示，角度為 0° 時其感測距離可達 4 公尺；角度為 90° 時其感測距離為 1.58 公尺。

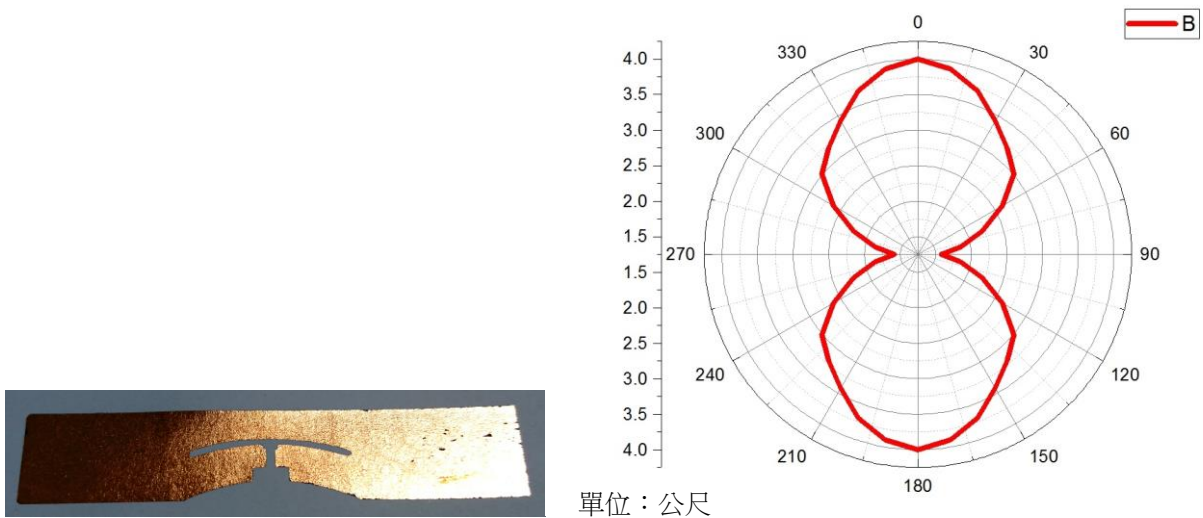


圖 7 第一種自製天線與場型圖

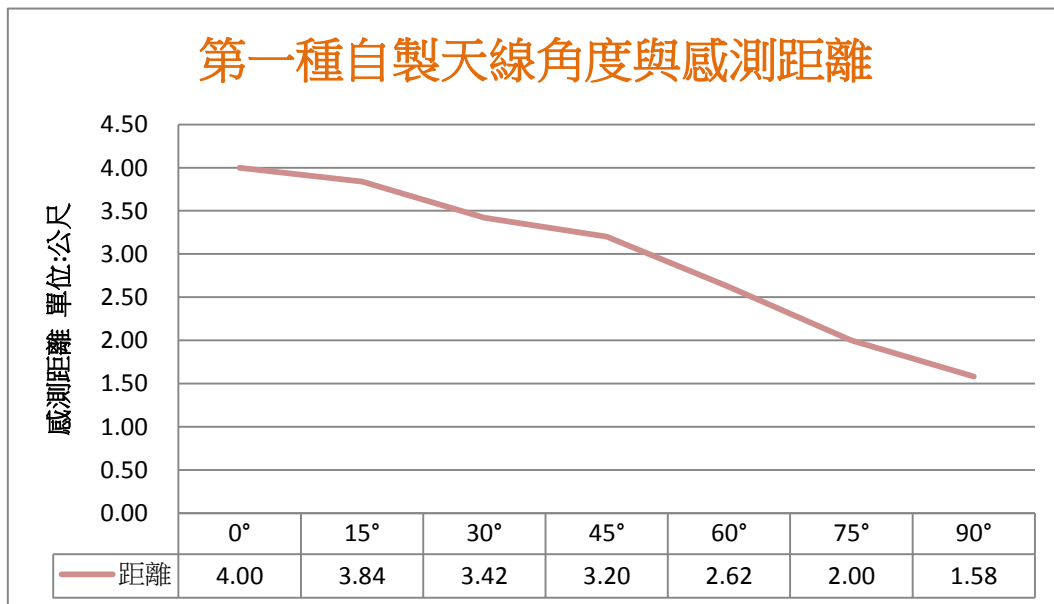


圖 8 第一種自製天線角度與感測距離折線圖

(二)、 根據第二種型態自製天線測得的場型圖可以看出其感測方向以 0°/180°較佳。我們實際以固定高度 100cm，轉動角度 15°來量測其作用距離紀錄數據折線圖如圖 10 所示，角度為 0°時其感測距離可達 9 公尺；角度為 90°時其感測距離為 1.10 公尺。

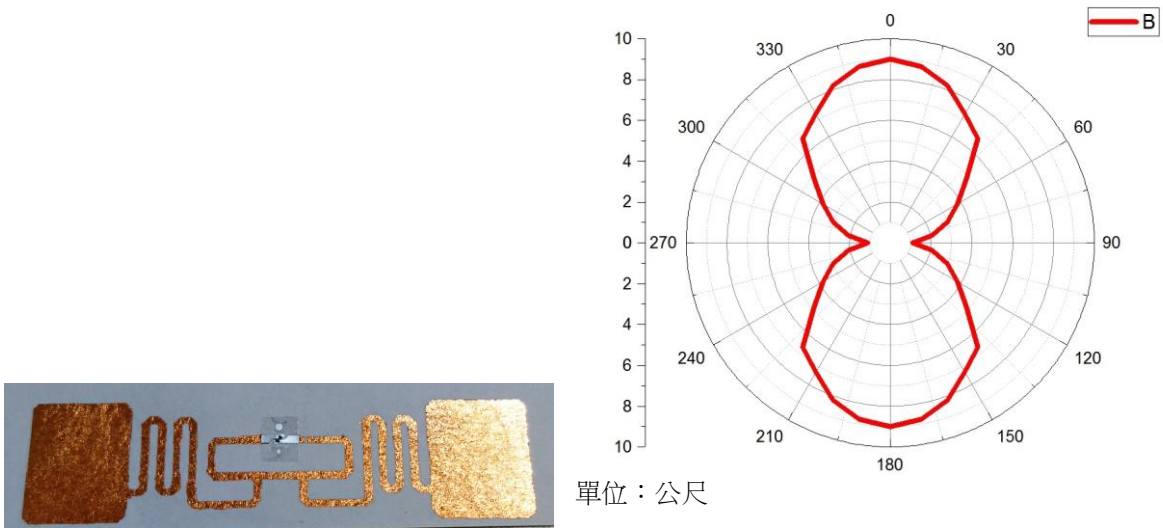


圖 9 第二種自製天線與場型圖

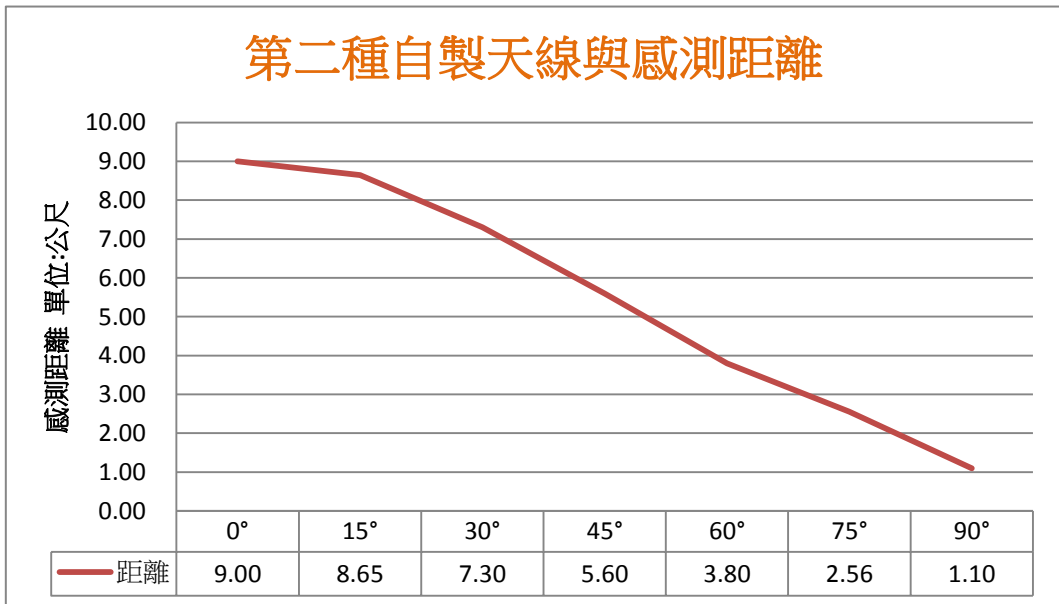


圖 10 第二種自製天線角度與感測距離折線圖

(三)、 根據第三種型態自製天線測得的場型圖可以看出其感測方向以 0°/180°較佳。我們實際以固定高度 100cm，轉動角度 15°來量測其作用距離紀錄數據折線圖如圖 12 所示，角度為 0°時其感測距離可達 6.6 公尺；角度為 90°時其感測距離為 2.00 公尺。

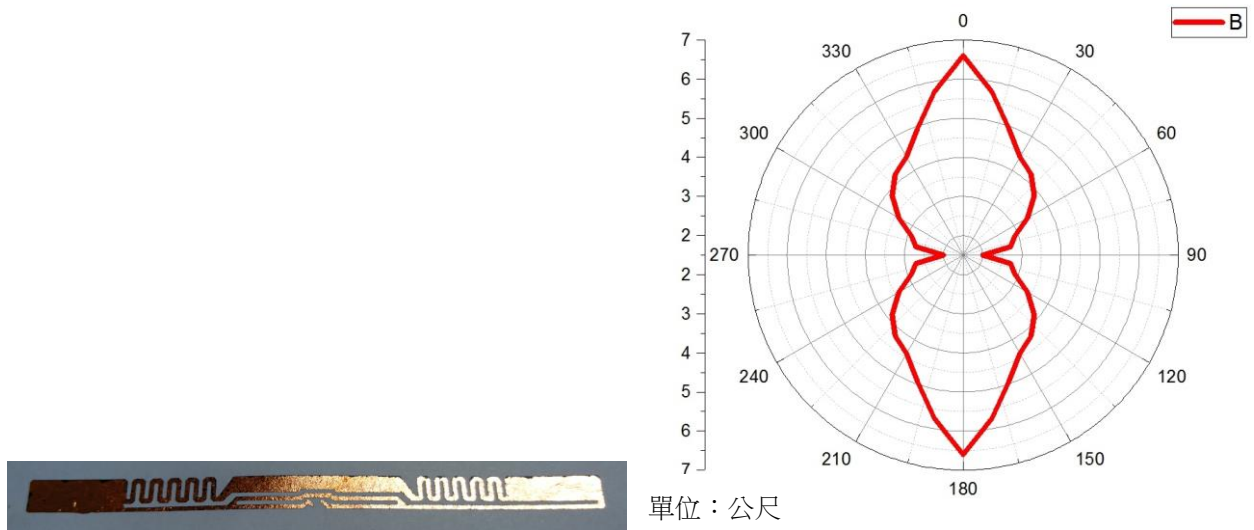


圖 11 第三種自製天線與場型圖

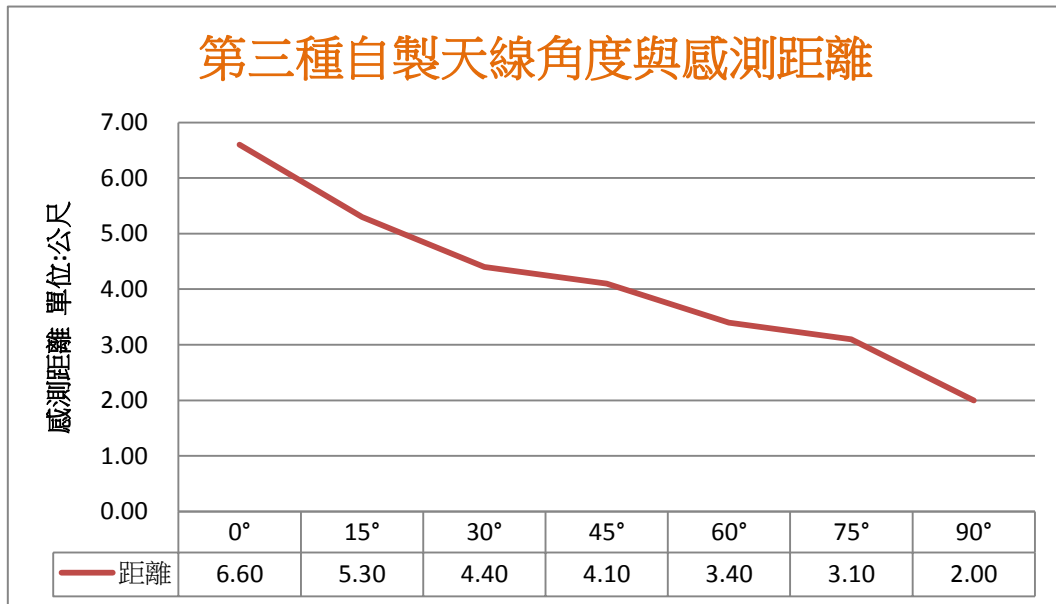


圖 12 第三種自製天線角度與感測距離折線圖

(四)、 將三個場型圖整合比較之後我們可以發現第二種天線的感測距離在角度 0°時作用距離最遠，可達 9 公尺，因此我們決定以第二種天線繼續研究斷口長度與 Reader 作用距離，期待能夠找出最佳作用斷口距離。

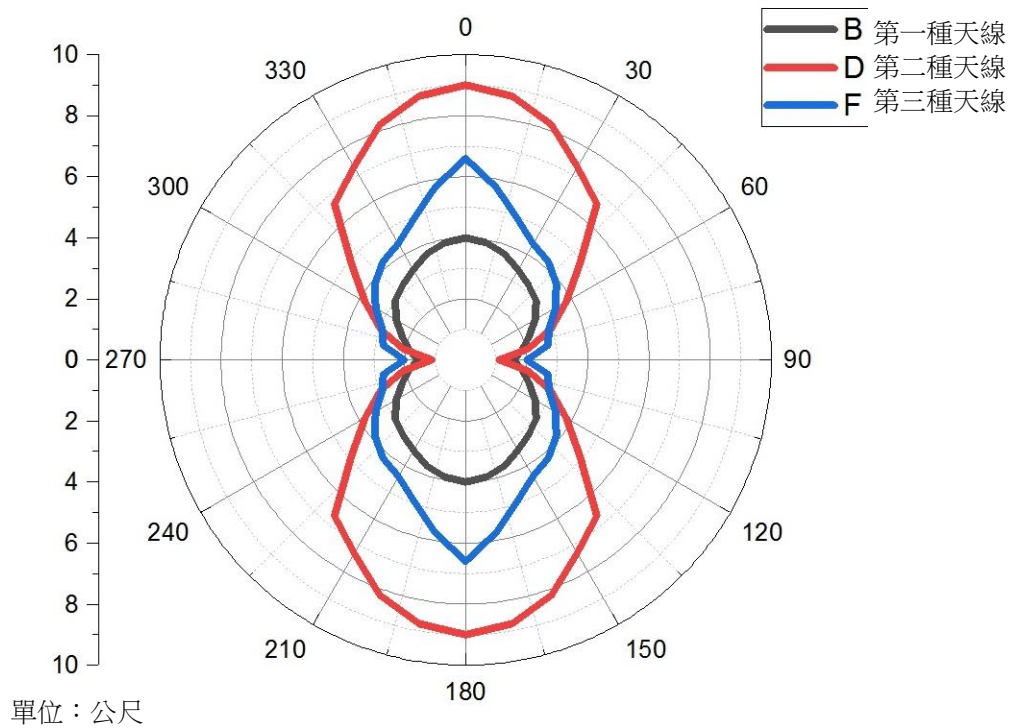


圖 13 三種自製天線感測距離場型圖

三、以不同斷口與晶片之距離量測感測的距離(未黏上導電銅箔)

於天線上截斷一1mm缺口，截斷長度為距離晶片的距離，分別截斷長度為2mm、4mm、6mm、8mm、10mm、12mm及13mm處，量測其截斷後天線與Reader角度0°之作用距離。由圖16我們可以看出當截斷長度為2mm時，其感測距離只有21公分。

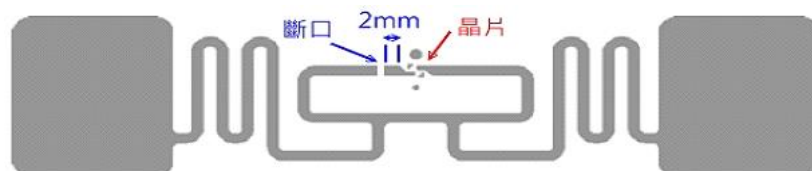
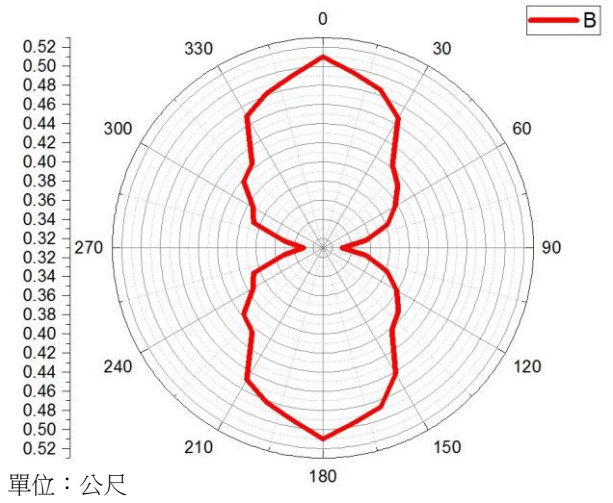
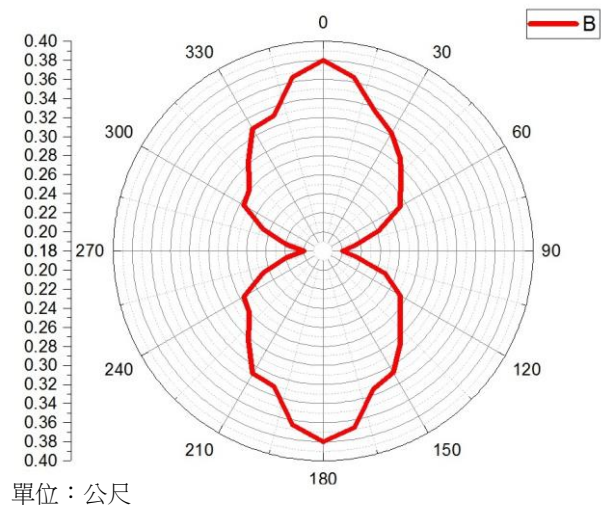
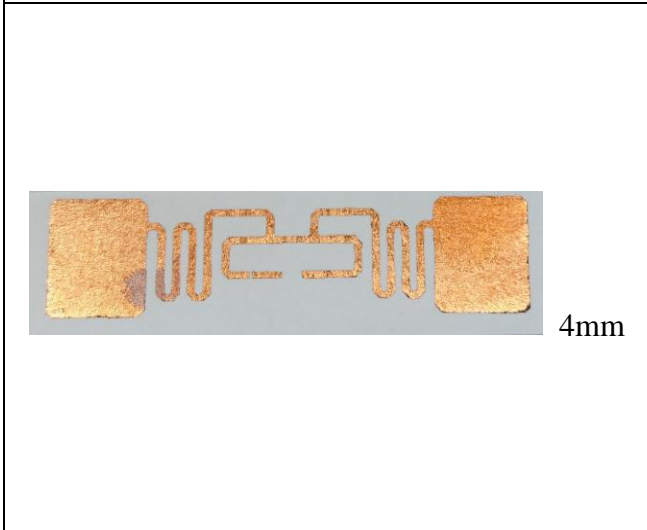
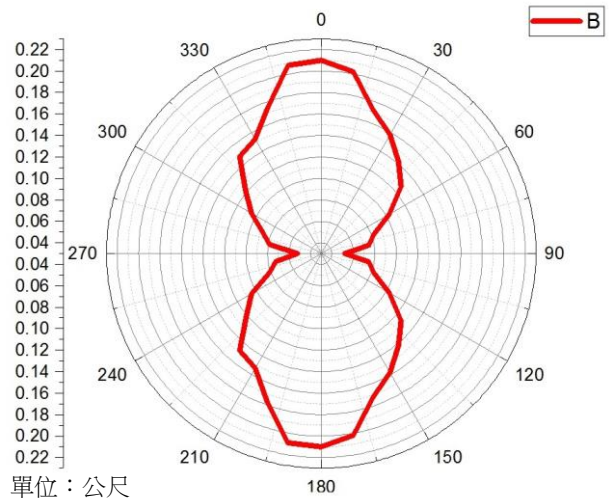
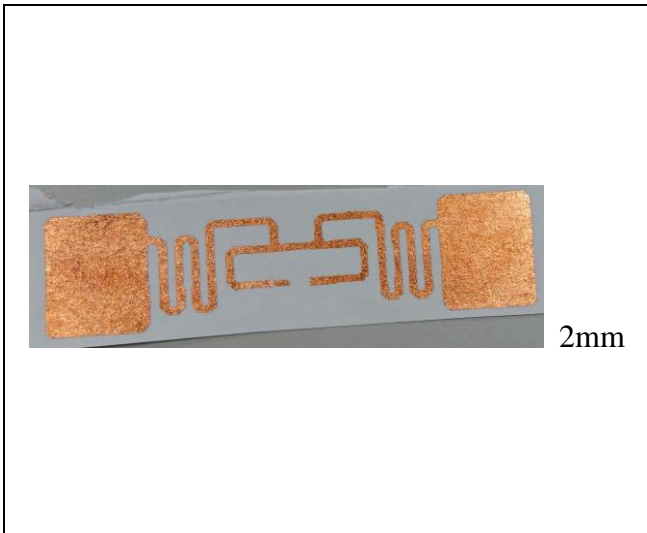
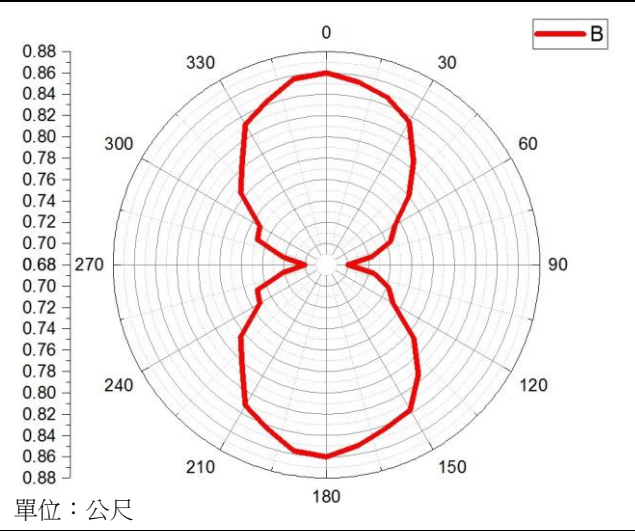
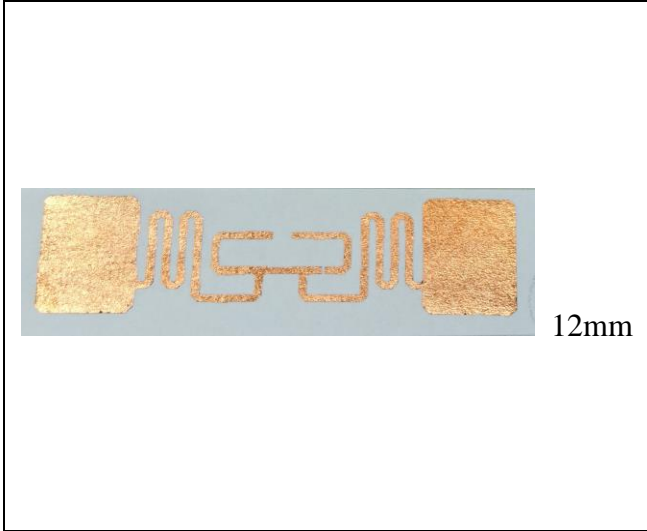
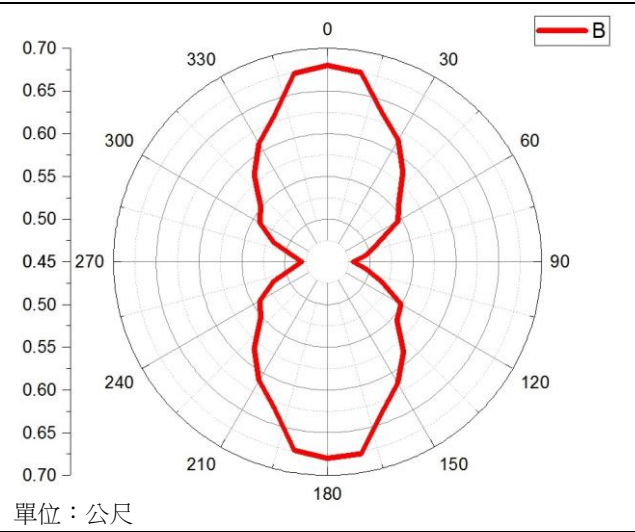
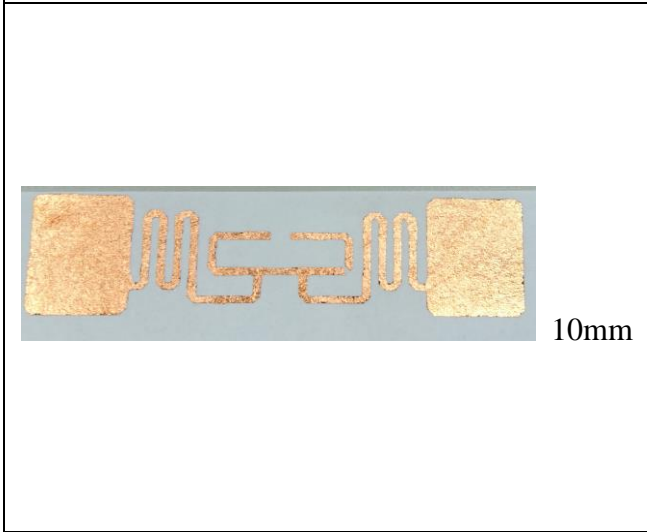
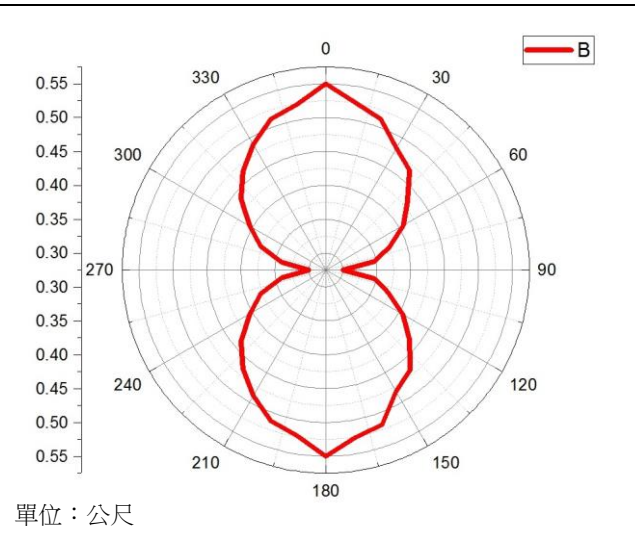
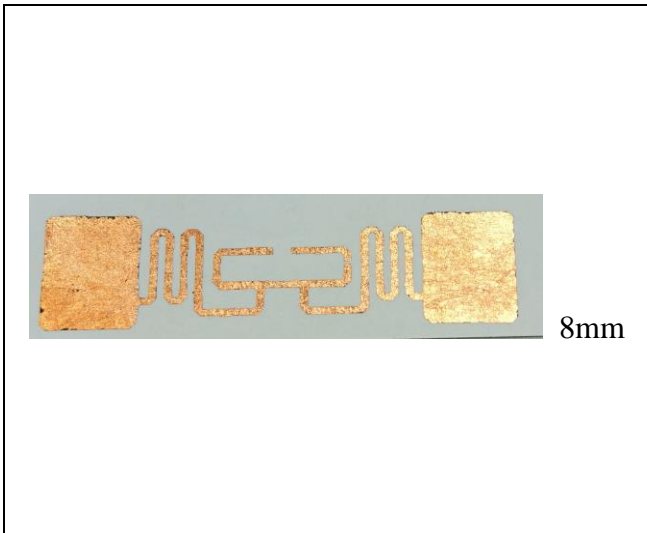


圖 14 天線斷口示意圖





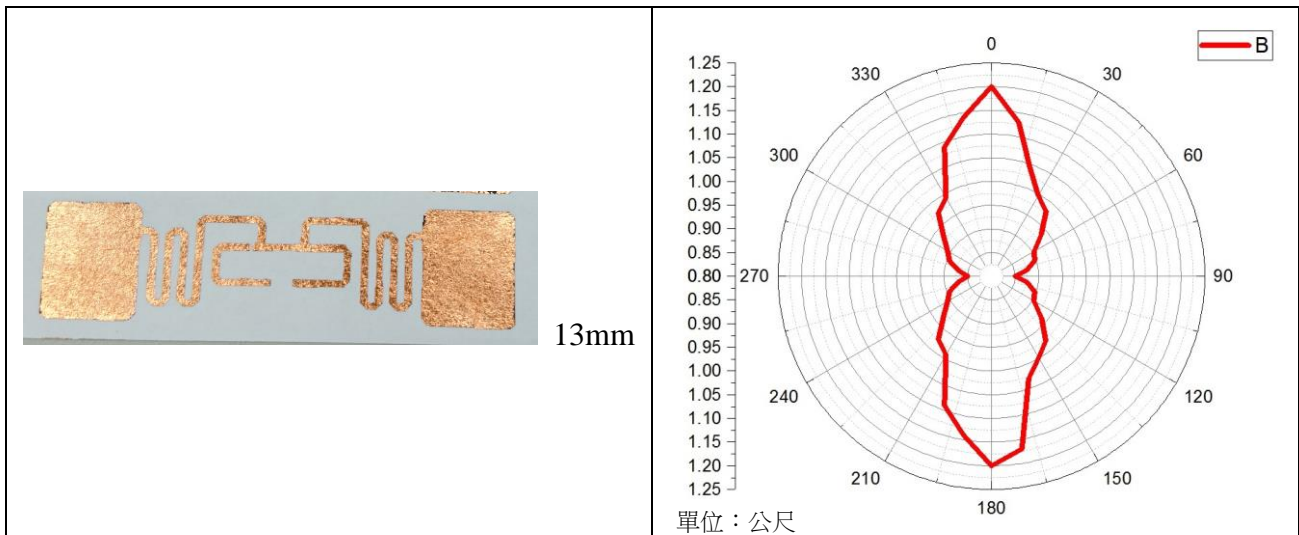


圖 15 各不同距離之斷口天線與場型圖

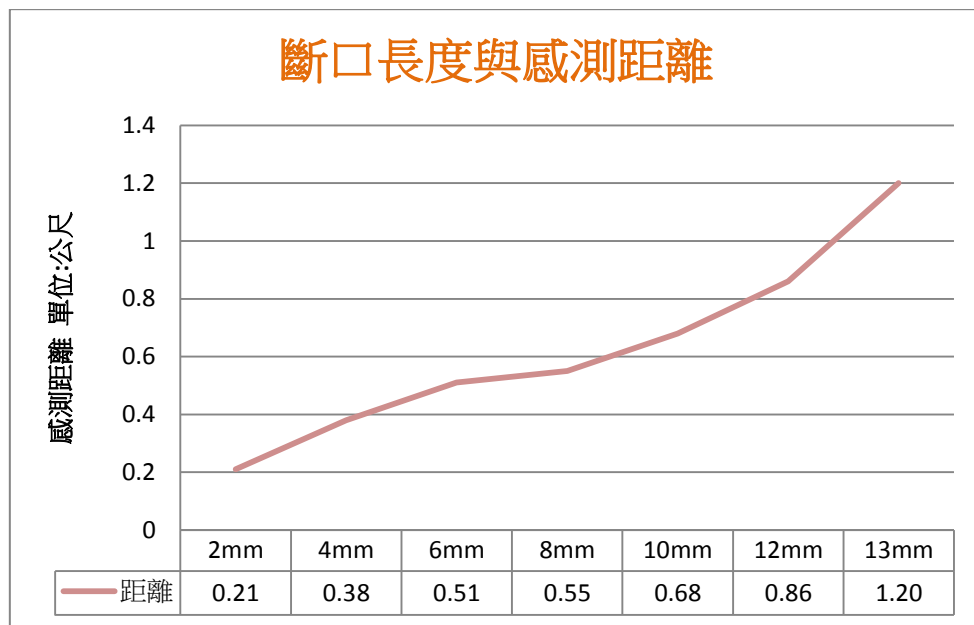


圖 16 斷口長度與感測距離(未黏上導電銅箔)

四、以不同斷口距離量測感測的距離(已黏上導電銅箔)

於天線截斷處黏貼一銅箔膠帶，量測其導通後天線與 Reader 角度 0° 之作用距離。由圖 19 我們可以看出當截斷長度為 2mm、4mm、6mm、8mm、10mm、12mm 及 13mm 處時，且其黏貼銅箔後其感測距離可達 5 公尺，平均值為 4.99 公尺。

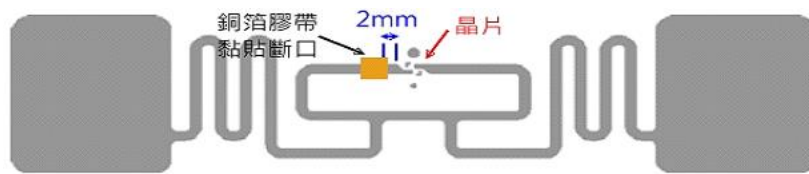
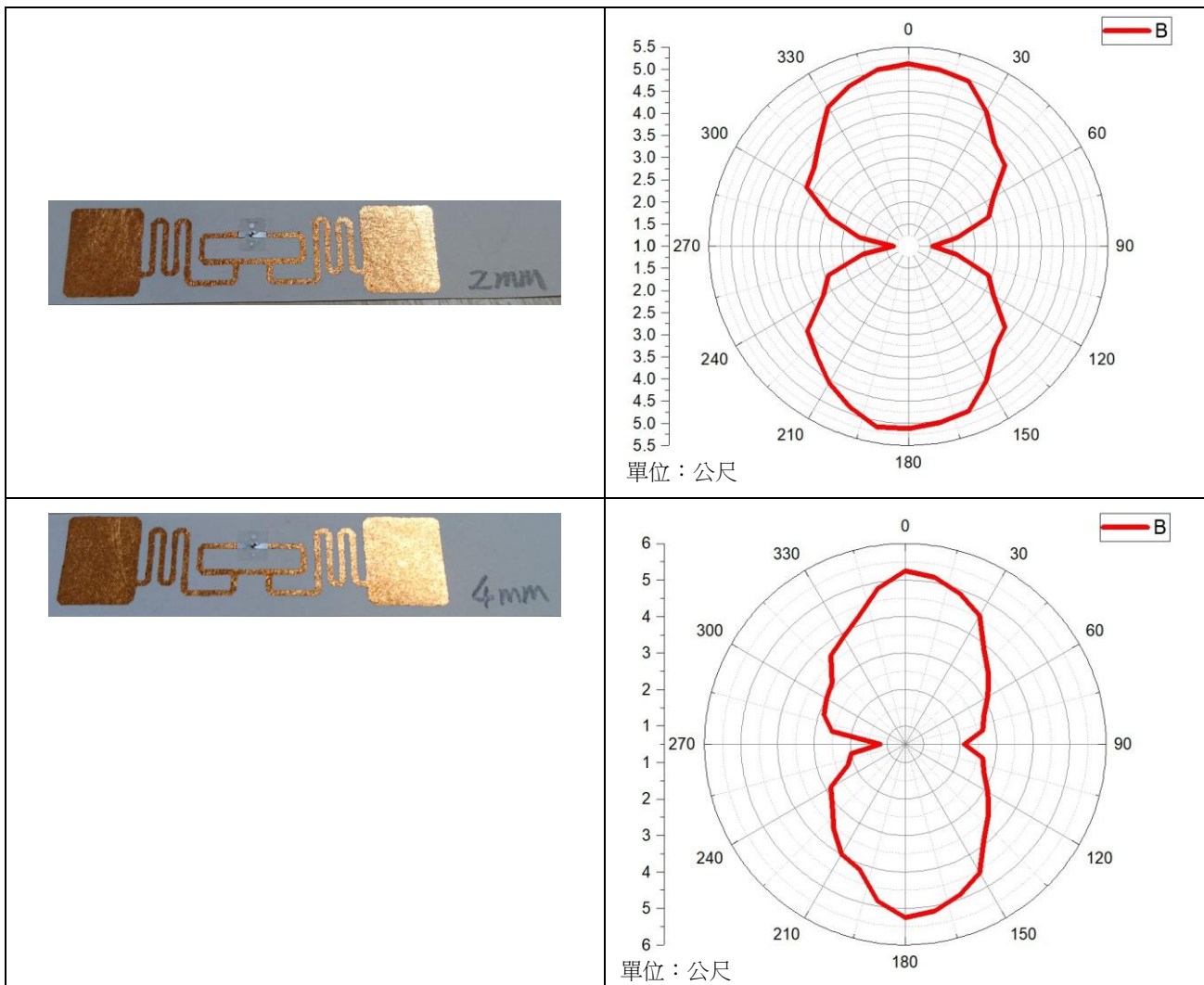
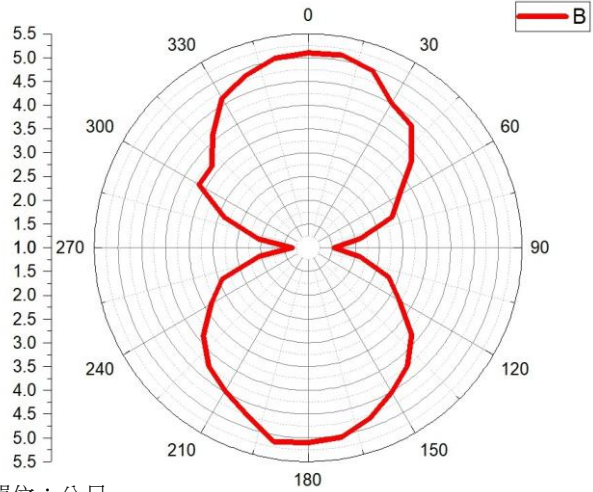
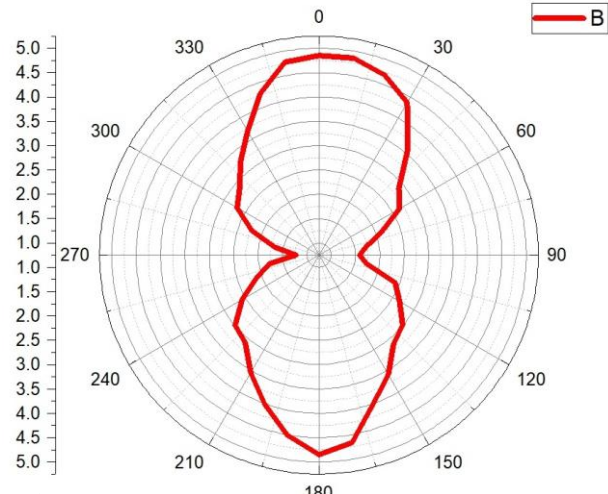


圖 17 天線斷口黏貼銅箔示意圖

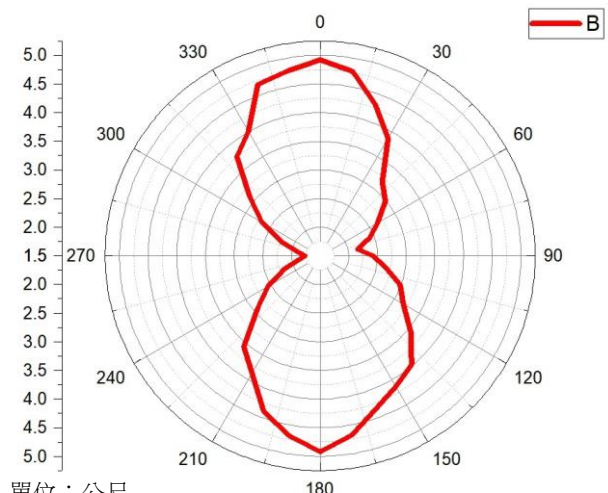




單位：公尺



單位：公尺



單位：公尺

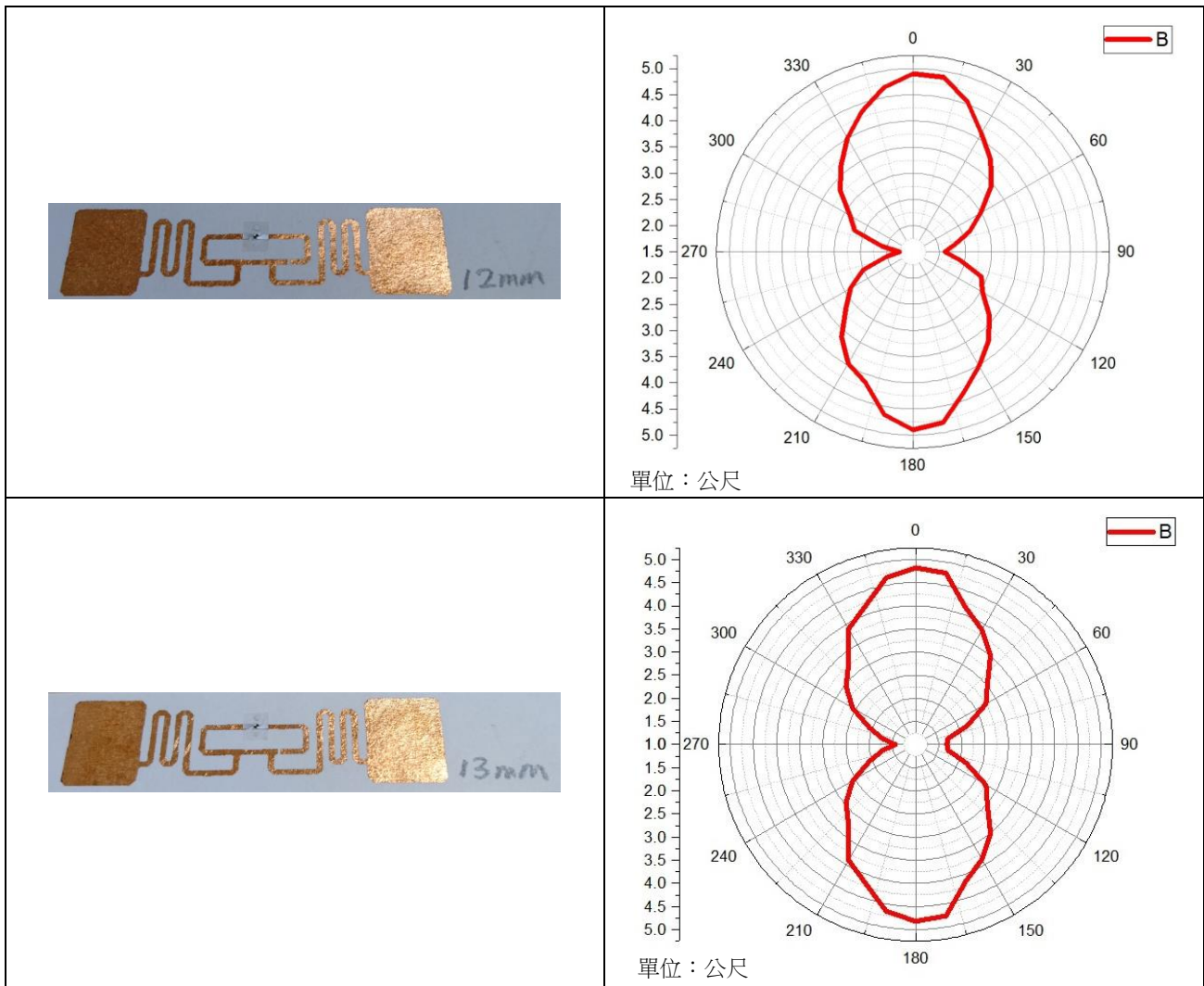


圖 18 各斷口長度黏貼導電銅箔場型圖

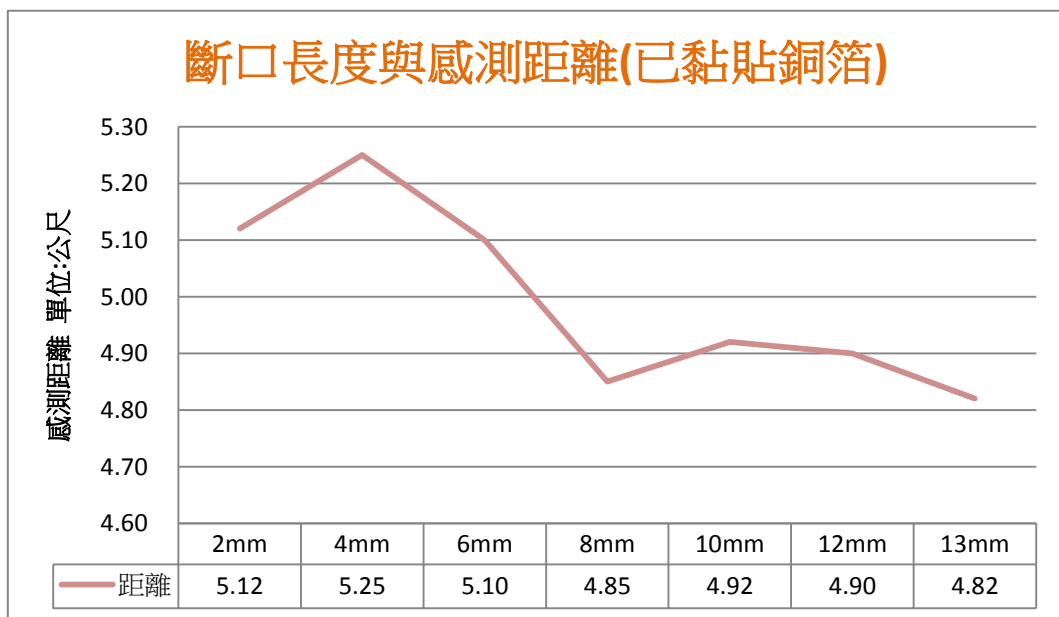


圖 19 斷口長度與感測距離(已黏上導電銅箔)

五、 主控端電路設計與驅動程式撰寫

主控裝置由讀取器(Reader)、微型電腦、藍芽、wifi 及紅外線發射器組成，經由讀取器讀取遙控裝置的編碼，將編碼讀入微型電腦之後，經由軟體以解多工器的概念分配欲控制之電器，再由紅外線、藍芽或 wifi 傳出對應之控制碼，進而達到控制電器的目的。

(一)、 紅外線控制電源裝置電路設計

1. 以 Pad2Pad 繪製軟體設計電路，完成電路 LAYOUT。

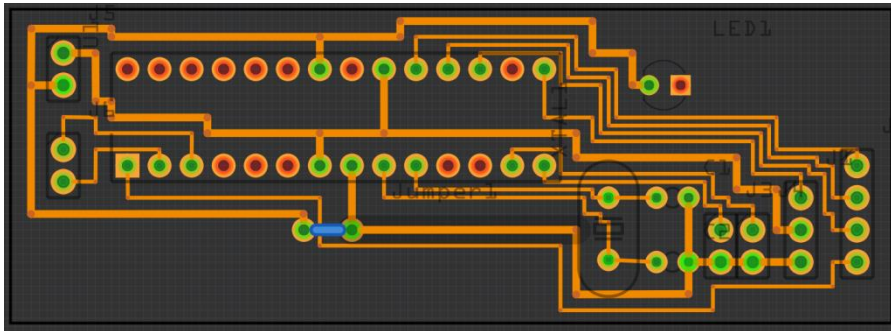


圖 20 主控裝置電路 LAYOUT

2. 將電路以雷射印表機印出後放進曝光機進行曝光。

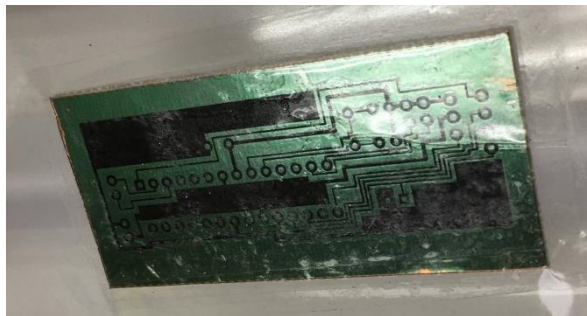


圖 21 電路曝光

3. 曝光完成後將電路板放入顯影劑內，讓電路影像顯現出來。



圖 22 電路板顯影

4. 將電路放入蝕刻液內進行蝕刻，等待約 15 分鐘後即完成電路板製作，最後進行鑽孔並裝設元件進行焊接。

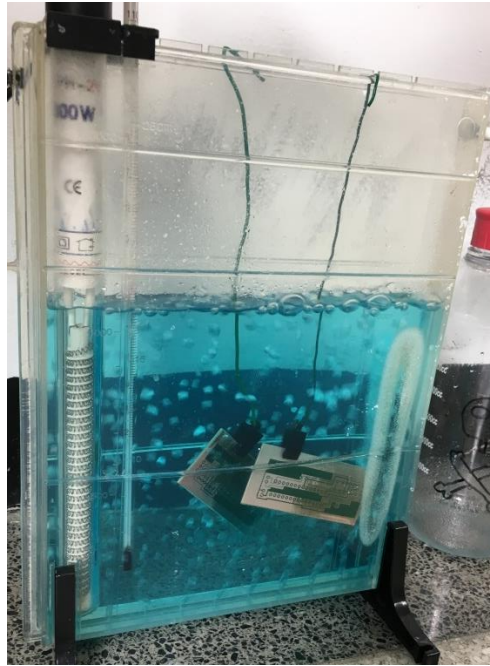


圖 23 蝕刻電路

5. 完成紅外線控制電源裝置，可經由低耗能遙控器控制電源孔的電源。

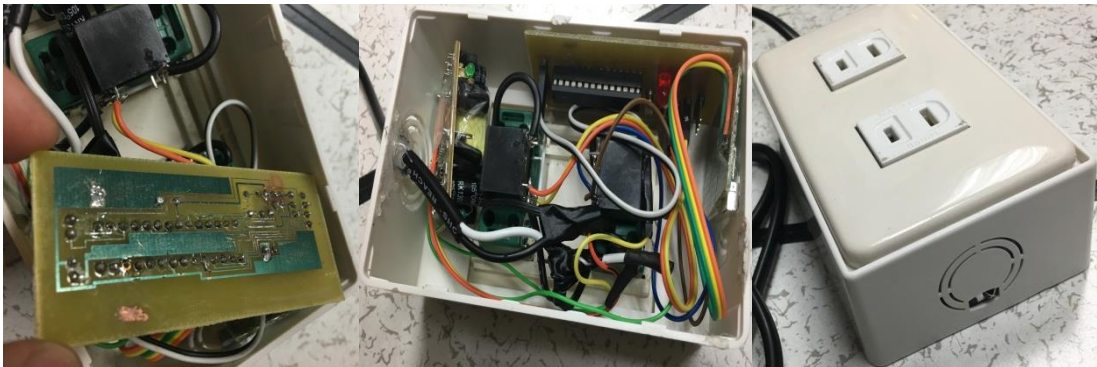


圖 24 紅外線控制電源裝置

(二)、藍芽裝置

此裝置亦可搭配我們的主控裝置運用，當電器所在地因受限於環境因素有阻隔時，便可以藍芽裝置來進行溝通。此裝置的應用需在每個家電設備的電源端加裝我們的藍芽接收裝置。

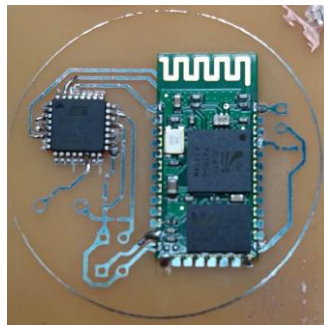


圖 25 藍芽裝置

(三)、 驅動程式開發

自行撰寫主控裝置驅動程式，含電器編碼錄製及相對應控制電器設備動作設定。

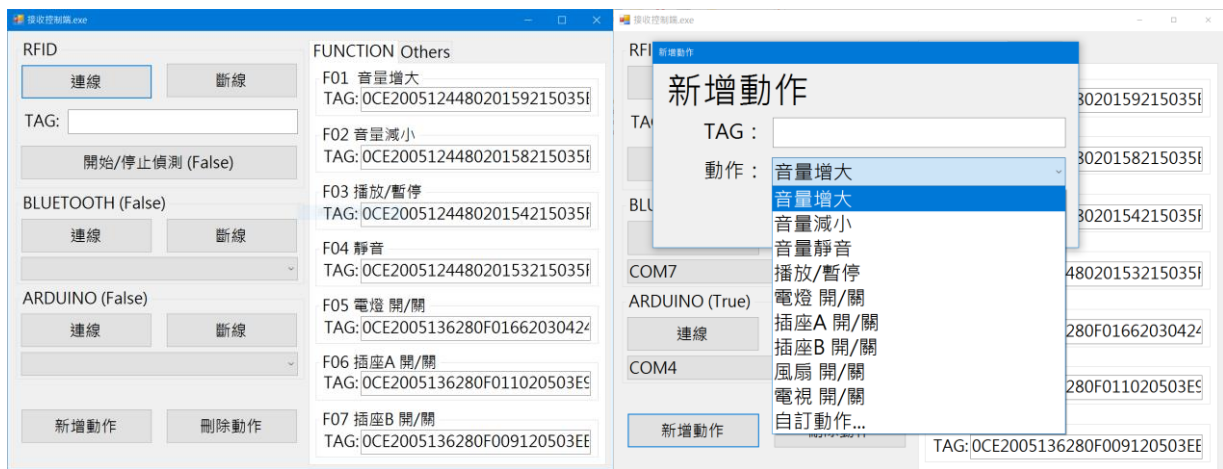


圖 26 驅動程式

(四)、 低耗能訊息傳遞裝置製作

依上述實驗數據得到最佳的斷口長度2mm來做為低耗能訊息傳遞裝置的天線態樣，於缺口處以銅箔為導線材質，只在按壓瞬間讓天線恢復原來長度。



圖 27 低耗能訊息傳遞裝置

(五)、 低耗能訊息傳遞裝置測試

低耗能訊息傳遞裝置訊號傳輸測試，當按下 A 選項同時，電腦端必須出現 A 的訊號，如此將能運用於精準控制其他電器。

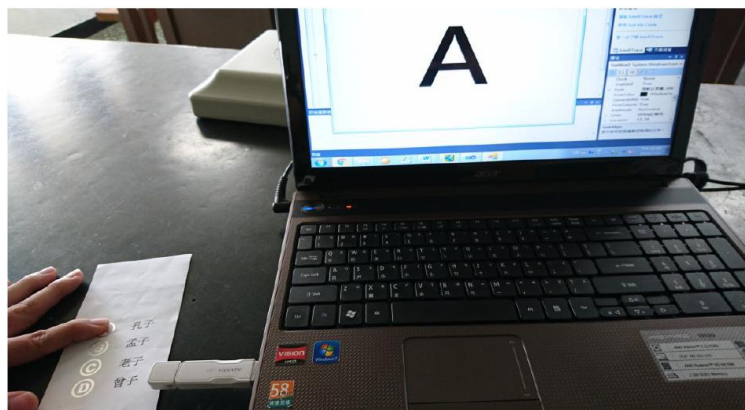


圖 28 低耗能訊息傳遞裝置測試

(六)、 影片音量控制實測

低耗能訊息傳遞裝置訊號傳輸測試，當按下遙控器的對應按鈕時，我可以控制電腦上正播放中影片的音量大小。

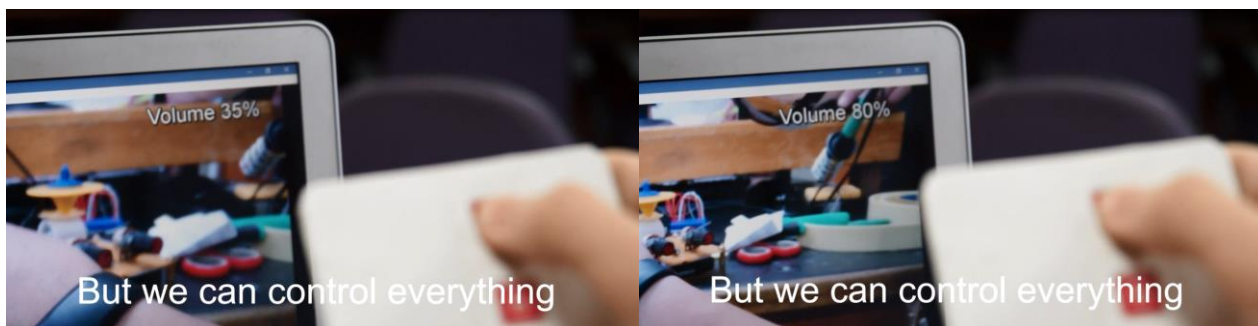


圖 29 低耗能訊息傳遞裝置控制音量測試

(七)、 開關燈控制實測

低耗能訊息傳遞裝置訊號傳輸測試，當按下遙控器的單一按鈕時，我可以控制家庭的電燈，按一下是開，再次按下時是關。原本擔心會不會因為要控制的電源端是 110V 的電壓，所以怕訊號的電流會不夠，但經過實測之後，確實有發生可關閉燈卻開不了燈的問題，但會造成此訊號錯亂是因為當繼電器動作時會影響藍芽晶片因為電力不足而斷開連線，之後在藍芽晶片電源端加上一個 1000uF 之電容才解決此問題。



圖 30 低耗能訊息傳遞裝置控制燈具測試

(八)、 模擬 IRS 搶答實測

低耗能訊息傳遞裝置訊號傳輸測試，當按下遙控器的對應按鈕時，我可以在電腦上出現兩位不同學生目前的作答結果，未來若技術成熟，將可不再需要裝電池的搶答遙控器。



圖 31 低耗能訊息傳遞裝置模擬 IRS 測試

(九)、 菜單點餐實測

低耗能訊息傳遞裝置訊號傳輸測試，當按下菜單上的的對應按鈕時，我可以在電腦上出現所點的餐點明細及價格，未來若技術成熟，餐廳的菜單也將變的環保又科技。

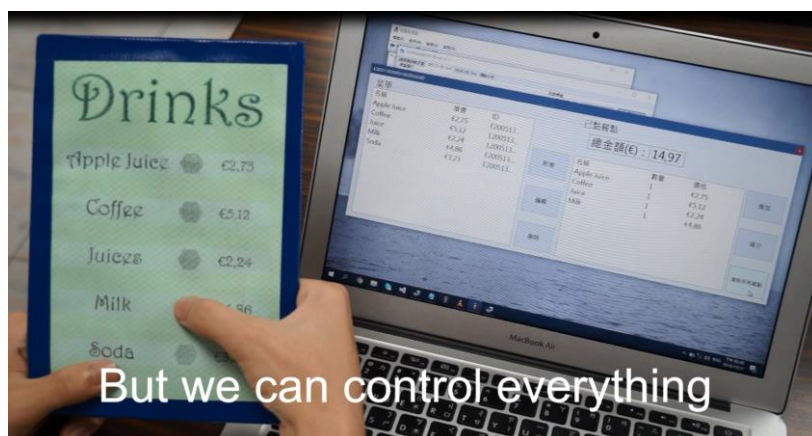


圖 32 低耗能訊息傳遞裝置菜單系統測試

肆、研究結果與結論

(一)、研究結果

本次實驗為期約 10 個月時間，經由我們的觀察與研究發現以下幾點：

1. 由圖 10，在相同高度下，天線與 Reader 角度也相同的情況下，第二種自製天線可作用的距離最遠，達到 9 公尺。
2. 由圖 16 及圖 19 我們可以看出，當斷口長度在 2mm 時，其未黏貼銅箔時作用距離僅 21 公分，而當貼上銅箔後作用距離可達 5 公尺以上，因此這樣的斷口長度確實適合拿來做為遙控器的驅動按鈕位置，因為當未按壓時，其作用距離僅 21 公分，較不會造成訊號誤判，而當按壓之後，作用距離可達到 5 公尺，亦符合一般家庭操作遙控器的習慣。
3. 圖 33 的遙控器為我們自製的遙控器，其不需要加裝電池即可讓我們順利控制多樣電器或是電腦簡報。
4. 未來遙控器只需要薄薄一張，可以是防水的石頭紙，亦符合友善環境的精神。
5. 若以成本來考量，製作一張遙控器僅需花費 10 元以下，可說是相當的經濟實惠。
6. 用於建築裝潢工程上是一很大的進步，因為牆壁不再需要打洞裝設開關，只須像黏貼貼紙一樣簡單，隨處貼便可輕鬆控制家電及電燈。
7. 本研究對於未來遙控器來說是一個非常革命性的研究，透過數據驗證「基於 UHF RFID 低耗能訊息傳遞系統」，其可行性是相當高的。
8. 只要天線長度及天線斷口符合要求，搭配適當的歐姆值即可實現低耗能訊息傳遞裝置。



圖 33 可控制燈具的低耗能遙控器

(二)、結論

課堂上，當我聽到老師提及無線充電技術時，我便對此技術相當好奇，而到目前為止，遠距離無線持續供電仍是大家努力的目標，於是我便想到，若能夠將電力用於瞬時傳輸，那麼也許有部分的用品能夠用到，經過大家腦力激盪後，便決定研究這個實驗主題，雖然這個題目充滿挑戰，但經過我們實驗數據驗證並將遙控裝置開發出來之後，一切都變得像變魔術般神奇，只需薄薄一張紙，便能控制家電，可以說是為未來遙控器創造一個新的研究方向。若以我們的實驗結果來看，未來我們生活將獲得很大的改善，教學上—我們可以取代現有的 IRS(即時反饋教學系統)；餐廳—再也不需要透過 PAD 點餐浪費人力及電力，餐廳裡的 DM 即可完成點餐功能；家庭—只需要一張紙片即可控制所有家電產品，當然也可以隨意複製，看到以上的應用層面，我想把這個研究做更精密的探討，找到一個可能的方程式，如此一來將可讓這個世界的科技往前再跨一大步，同時也讓我們的地球減少廢棄電池的污染。



圖 34 可點餐之 menu

伍、討論

(一) 遙控器沒有安裝電池是否無法運作？

透過 UHF 無線射頻技術，我們可以經由微波共振，加上斷口連接做瞬時的資訊交換，如此便能夠讓遙控器運作，因此，本遙控器不需裝設電池。

(二) 這樣的遙控器是否可以取代家庭現有的多款遙控器？

透過本研究，經數據驗證後，我們可以肯定，低耗能遙控器要取代未來家庭的遙控器是相當可行的，且可以減少資源浪費，只需薄薄一張就能控制多種電器，無需依不同電器使用不同的遙控器，因此也是一個具友善環境的研究。

(三) 回收時是否造成環境汙染？

遙控器可以用防水石頭紙來製作，因此本遙控器除了防水外，也是可回收的材質，因此對環境無害。

(四) 如何保全家庭電器的安全性，不被其他遙控操作？

可在遙控器主控端程式設定時輸入認證碼，如此將不至於讓其他遙控器入侵控制。

(五) 為何搭配物聯網控制家電？

搭配物聯網，我們將可以隨時掌握電器的運作狀態；另外當我們將遙控器用於學校教學測驗的反饋系統時，物聯網更顯重要，可以將數據隨時在雲端平台上進行運算。

陸、參考資料與其他

(一) 章偉(2012)。UHF RFID 標籤天線設計、仿真及實踐。中國：電子工業出版社。

(二) 高志中(2009)。RFID 資訊應用系統之設計實務。新北市：博碩文化股份有限公司。

(三) 楊佩璐、任昱衡(2015)。跨入 Maker 物聯網時代：誰都可以用 Arduino。台北市：佳魁資訊股份有限公司。

(四) 謝進發、鄭錦鈞(2010)。基本電學實習 I。台北市：台科大圖書。

(五) 蔡文龍(2016)。Visual C# 2015 程式設計經典。台北市：基峰資訊股份有限公司。