

發光寶貝球悠遊卡DIY



臺北市立內湖高工

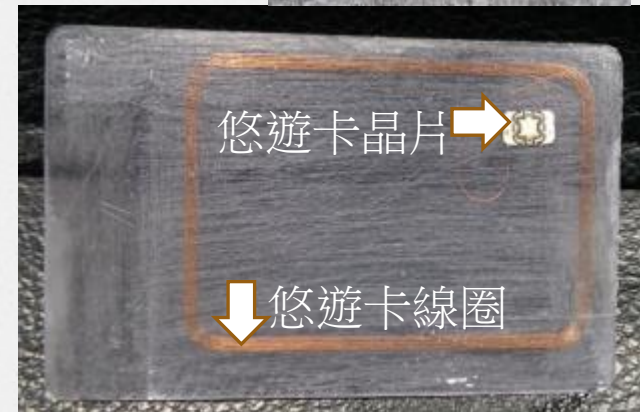
葛士瑋老師

2023/9/24

悠遊卡內部構造

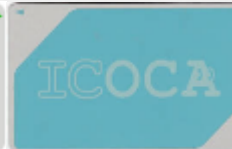


- 悠遊卡內部
 - (1) 微晶片 IC
 - (2) 數圈的感應天線(線圈)



- 使用同樣技術的有：
悠遊卡、一卡通、iCash、
捷運單程票、門禁卡、
商品電子標籤…等

<https://youtu.be/OxyfTQY4PcY>

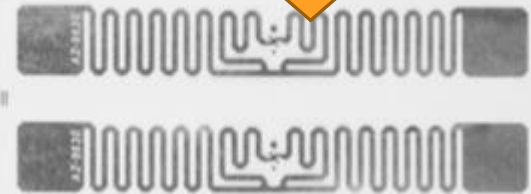


常見感應卡種類

各種單程票線圈



商品防盜標籤



航空行李貼條



商品條碼



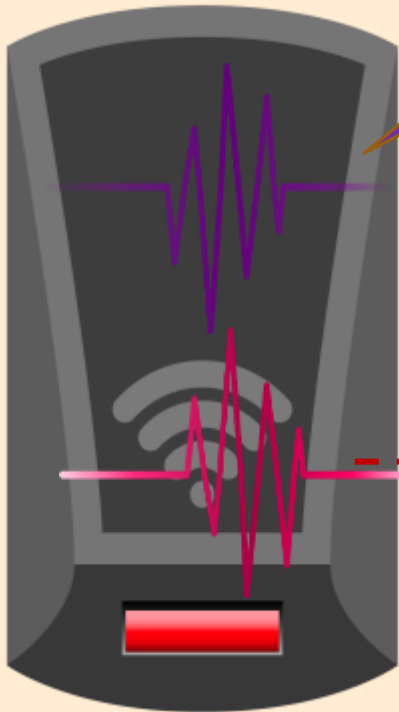
各種悠遊卡造型



悠遊卡原理

「RFID」的使用，由讀取器（Reader）和標籤（Tag）組成

讀取器（Reader）



發射無線電波，
並準備讀取標籤
傳回的電磁波

電子標籤（Tag）



觸動標籤發出電
磁波回應讀取器

悠遊卡原理



○ RFID(射頻辨識)原理：

Radio-Frequency IDentification，是一種「無線通訊技術」，廣泛應用在物品的辨識技術，可以達成不接觸也能感應讀取數據資訊的方式。便利性高，使用範圍廣，壽命長。

○ 同場加映~~

近場通訊 (Near Field Communication, NFC)
搭配行動裝置，可使用於行動支付的近距離無線通訊技術，類似藍牙的裝置認證技術，但不需配對。

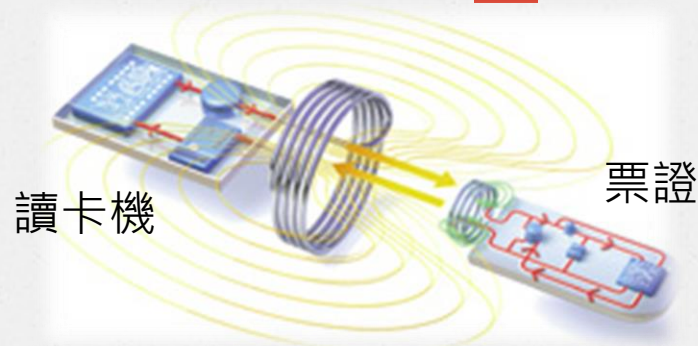


悠遊卡原理

- 悠遊卡內部沒電池，為何能傳訊呢？

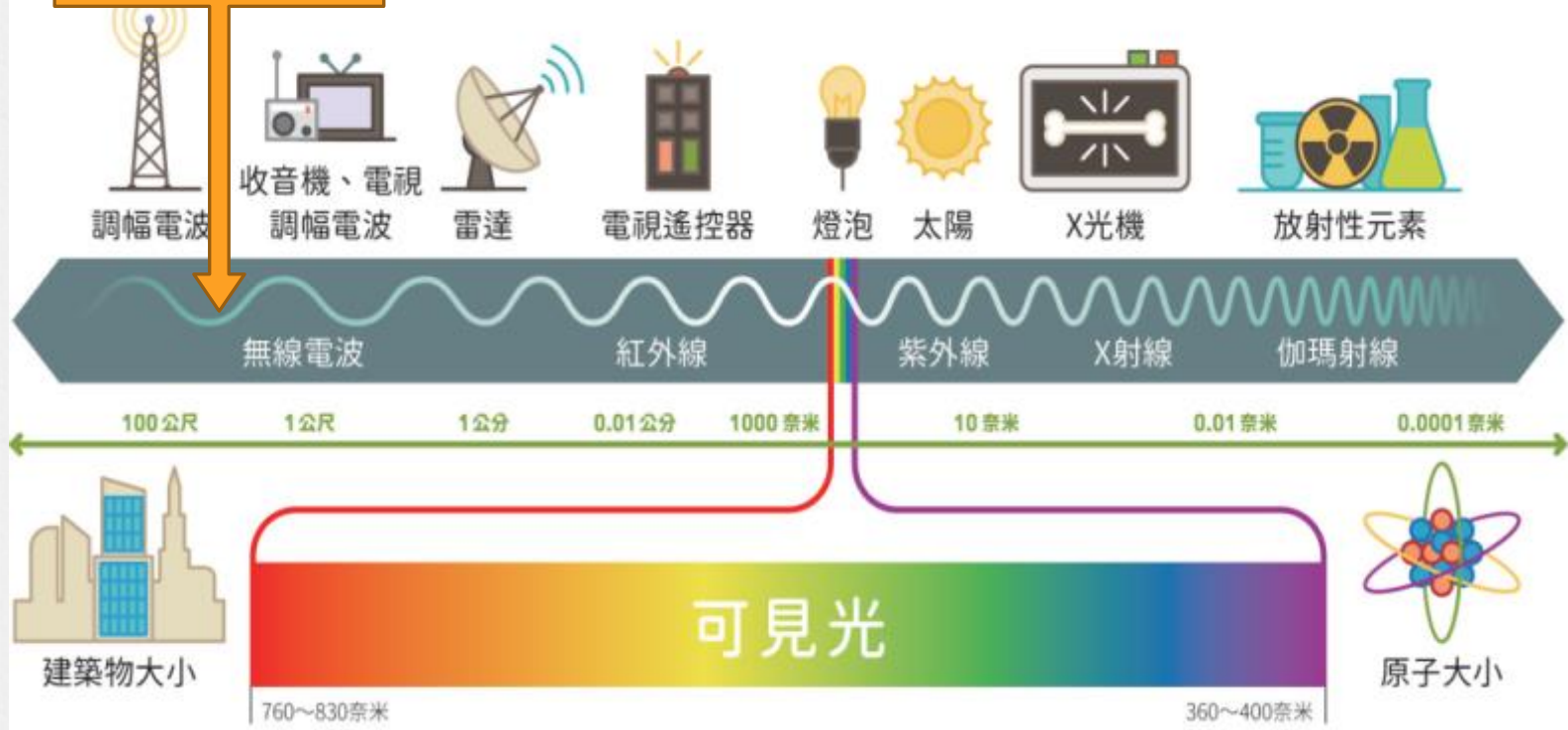
關鍵就是利用**電磁感應**，當磁場變化使線圈產生電流。因為悠遊卡與讀卡機內部都有線圈，而讀卡機以「天線」產生電磁波(時變磁場)，使悠遊卡的線圈產生感應電流，進而傳遞資訊回應讀卡機。

- 所以，雖然悠遊卡本身沒有電，卻能從讀卡機身上得到電力。



電磁波

RFID電磁波 λ
約20幾公尺



人眼看得到的稱為可見光，看不到的通稱不可見光，透過電磁波可以傳遞能量，包含影像、溫度、能量。

改裝悠遊卡所需材料

物理

- 材料：漆包線(線圈)、悠遊卡(一卡通或icash)、透明膠帶、焊錫(導電鋁箔膠帶)、熱熔膠(或快乾膠)、吊飾鍊或鑰匙圈鐵件。

實作

- 工具：小刀、剪刀、手電筒、電鑽、電烙鐵。

化學

- 化學溶劑：丙酮(以玻璃容器盛裝)

藝術

- 個人化的悠遊卡容器(本次以寶貝球為範例)

工程

為了看起來更炫，將會加裝LED

改造悠遊卡

1、尋找悠遊卡晶片



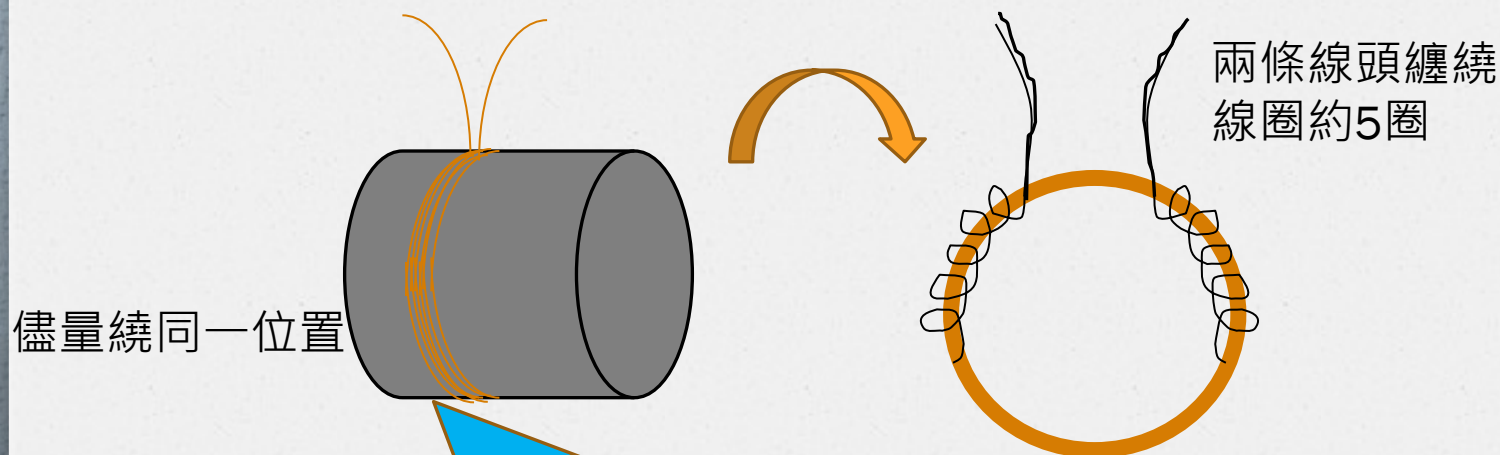
2、分解悠遊卡取出晶片



Q：為何丙酮能夠分解悠遊卡？

線圈DIY

- 3、製作線圈：使用水管 & 漆包線，共兩組
- 1、漆包線兩端去除絕緣漆(兩端各2 cm)
- 2、繞水管形成線圈
- 3、取出線圈，以兩端線頭「固定」線圈外型



Q：線圈的參數會有何影響？

發光LED模組製作

3、組裝LED發光線圈

Q：焊接技巧與知識？



4、確認是否LED發光(使用無線充電盤請注意功率)



打開手機NFC



靠LED與線圈

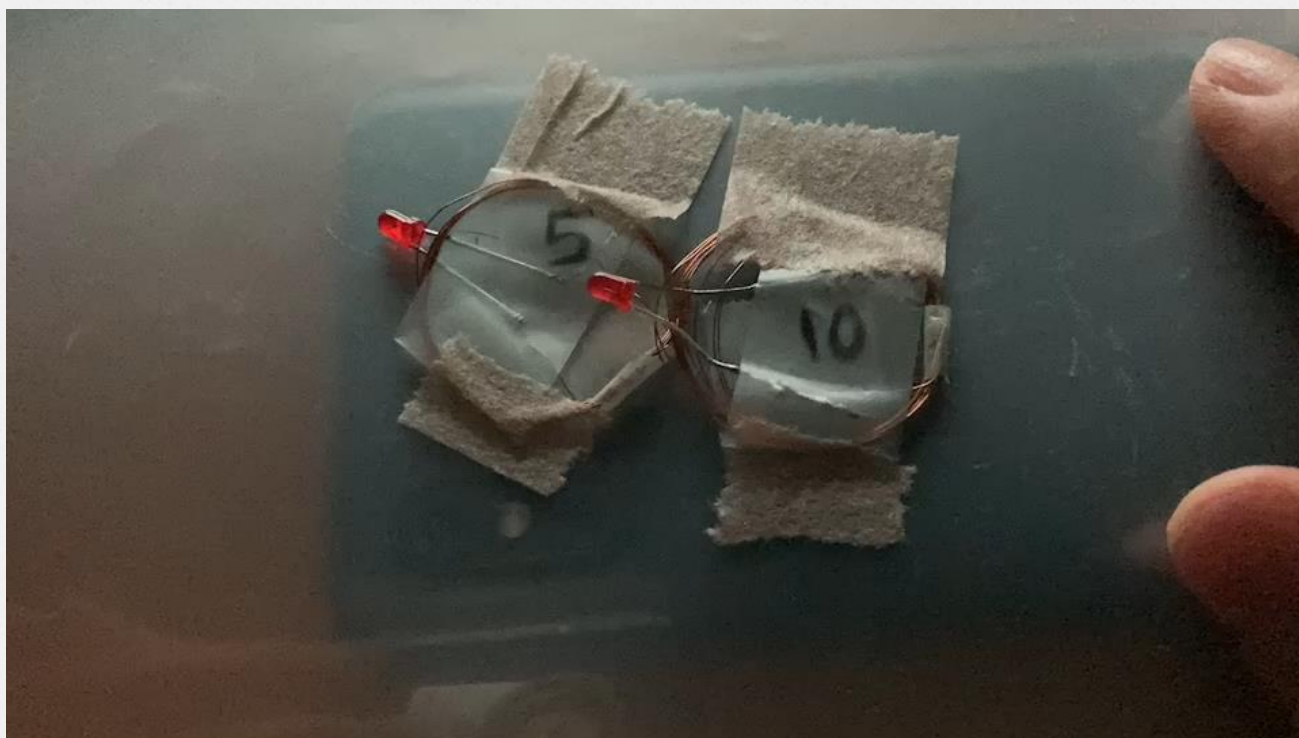


觀察LED發光

焊接兩三事~

- 使用電烙鐵焊接：
清理電烙鐵
- 快速完成焊接的秘密：
導線上錫、晶片上錫

比較線圈匝數與LED亮度

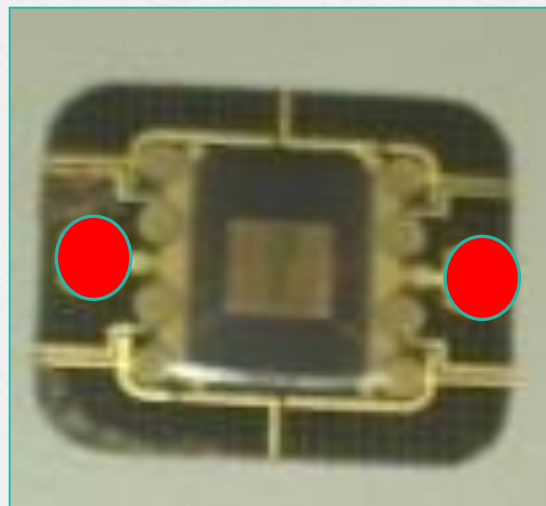


認識悠遊卡晶片類型

一般型



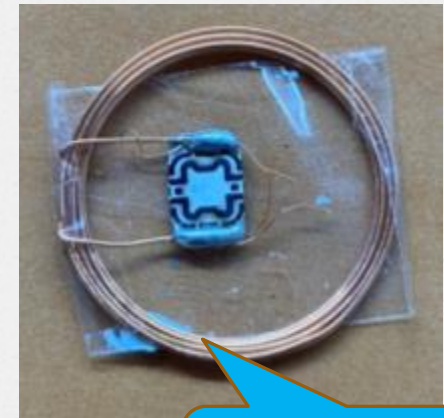
數位學生證型



確認連接點！

製作悠遊卡感應模組

5、悠遊卡晶片連接感應線圈



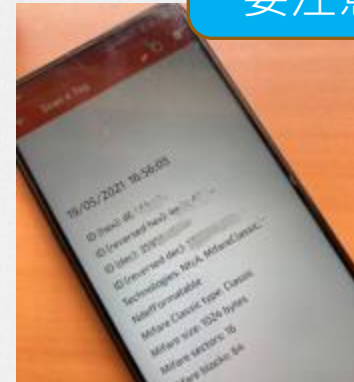
6、使用手機程式讀取(測試是否成功)



打開手機NFC



靠近晶片與線圈



確認晶片資訊

Q：晶片的線圈
要注意什麼？

改造悠遊卡容器

7、安裝LED

安裝LED
(以熱熔膠固定鑽孔處)



寶貝球鑽孔(3mm)



確認開孔大小



將LED線圈
(暫時置於底部)



打開手機NFC



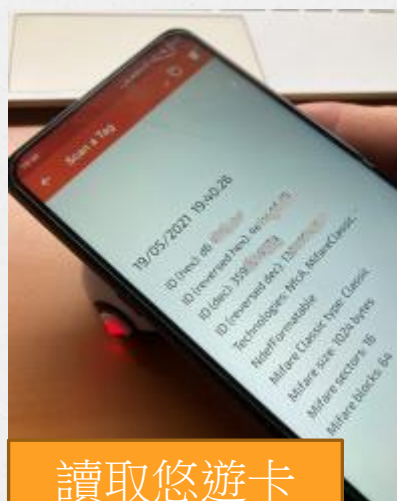
觀察LED發光

Q：容器如何耐用又美觀？

改造悠遊卡步驟說明

8、組合悠遊卡晶片線圈

兩線圈交錯放置
(不要完全重疊)



Q：老師，我的讀不到！？

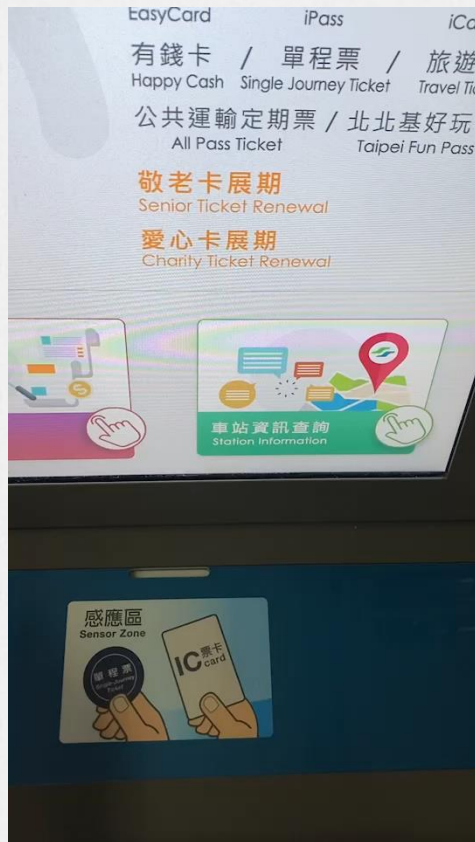
改造悠遊卡步驟說明

9、完成發光寶貝球悠遊卡~改造成功



Q：改造後真的能用嗎？

實際使用狀況



問題討論

- 1、悠遊卡主要運用的無線技術是什麼？
- Ans：運用了無線通訊技術RFID (Radio-Frequency Identification)
- 2、LED發光是因為線圈的何種現象？
- Ans：法拉第的電磁感應，利用手機(讀卡機)線圈產生的時變磁場(電磁波)，使LED線圈產生感應電動勢，且形成感應電流。

問題討論

o 3、線圈的匝數是否會影響LED發光強度？

o Ans：會，根據法拉第電磁感應定律

$$\text{感應電動勢 } \varepsilon = - \frac{N \Delta \Phi}{\Delta t}$$

理論上，匝數N愈大，感應電動勢 ε 愈大。

但是，實際上因為感應電流 $I = \frac{\varepsilon}{R}$ ，匝數愈多電阻R愈大，反而使得LED愈不亮。

問題討論

- 4、為何悠遊卡晶片的線圈與LED的線圈要交錯放置？
- Ans：因為手機的NFC線圈發出的時變磁場強度較弱，若兩線圈重疊，對於第二線圈會造成屏蔽的影響，使得第二線圈沒有作用或產生的感應電流過小。

課程一直做，問題一直有，所以持續找答案.....

關於RFID的線圈(天線)

馬義翔, & 鍾世忠. (2007). 應用於無線辨識系統之
多重環形電感標籤天線 (Doctoral dissertation).

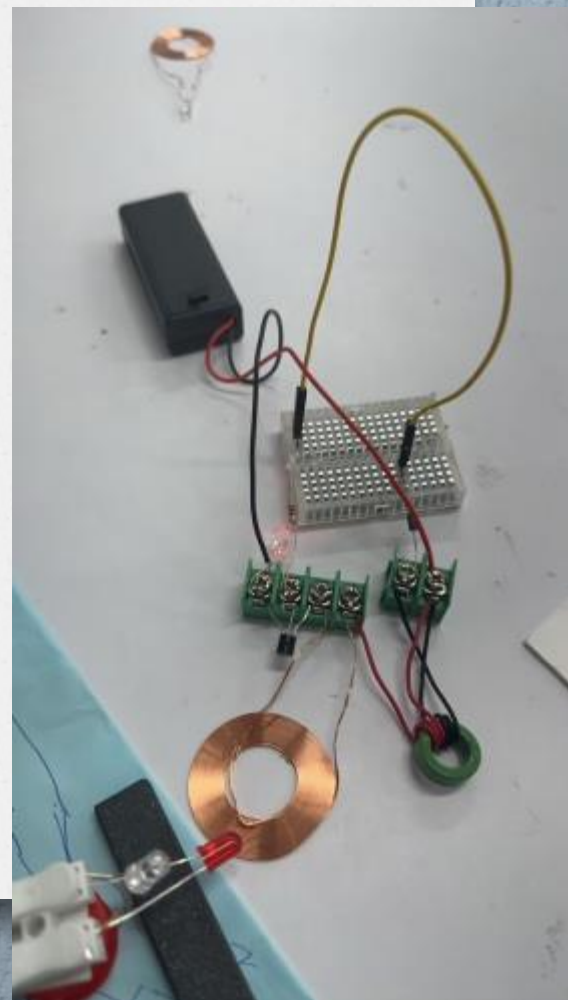
而在許多應用上 RFID 標籤大多是無源工作的，這意味著微晶片工作時所需的全部能量必須由讀取器所供應，因此，天線所接收到的訊號功率必須有效的傳送至微晶片，以使微晶片能夠獲得足夠的功率正常工作，而為了達到最大的功率傳送，天線之輸入阻抗必須與微晶片之輸入阻抗為共軛匹配，即

$$Z_a = R_a + jX_a = Z_c^* = (R_c + jX_c)^*$$



如何有動力做課程研發？

- 要自己喜歡、有興趣。
- 讓別人(夥伴)也感興趣。
- 課程可以帶來知識增長~
- 一個人走很快，一群人走很久！



課程結束~~大家懂了嗎？

thank
you!

謝謝聆聽