

效率、安全、功率

# 無線充電系統設計與實作

■作者 Art

無線充電是指具有電池的裝置透過無線感應的方式取得電力而進行充電，目前非常多知名品牌廠商已經將無線充電列入新一代產品規格。由於技術相當新穎且各廠商都有自己的表述，所以無線充電、感應式電力、非接觸充電、無接點充電都是泛指相同的技術，距離1mm到數公尺都是一樣是無線，供電端與受電端交互作用就稱感應，所以無線充電是廣義的名詞、沒有一定的規格。

**無**線充電的方法在實驗階段有開發出很多方法，但目前唯一有機會量產商品化為線圈感應式。線圈感應式的原理很簡單，是百年前就被發現物理現象，但過去長久以來這樣的線圈感應只運用在繞線式的變壓器中。

## 原理簡單 實作困難

早期就有人發現將繞線式的變壓器的將“E”型鐵心繞線後對向緊貼後接上市電就可以感應傳電，但距離略為分開後感應效果就消失，這是因為在市電60Hz下，電磁波傳遞會隨著距離增加能量快速衰退。在現今的應用中，由於裝置本身需要有外殼包裝，發射端加上接收端的外殼厚度至少從3mm起算。頻率越高的電磁波可以傳送較長的距離、後能量衰減較低。後來RFID應用開始發展，主要就規劃的三個頻段LF低頻（125~135KHz）、HF高頻（13.56MHz）、UHF超高頻（860~960MHz）可以使用，而這些頻段也造就了目前無線電力系統在設計之初頻率採用的參考點。

早在10年前電動牙刷的無線充電就已經上市，當時的傳送功率小、充電時間長，不過用在手機上恐怕不敷使用。但這幾年來發展出新的「共振」接收效率運作方式。各界的說法很多，但都有一個很重要的特性，就是接收線圈上都會有配置電容來構成一個具有頻率特性的接收天線，在特定的頻率下可以得到較大的功率移轉。這部份就跟早期的電磁感應不同，當距離拉開後依然就可以得到良好的電力傳送效果。共振的原理非常簡單，就跟鋼琴調音師一樣放不同水量的玻璃杯，在精準的調音下可以將某個玻璃杯透過共振將其振碎；不過，沒有經過專業鋼琴調音師訓練的一般人，可能永遠也調不出可以讓玻璃杯振碎的頻率！這就是原理簡單、實作困難。



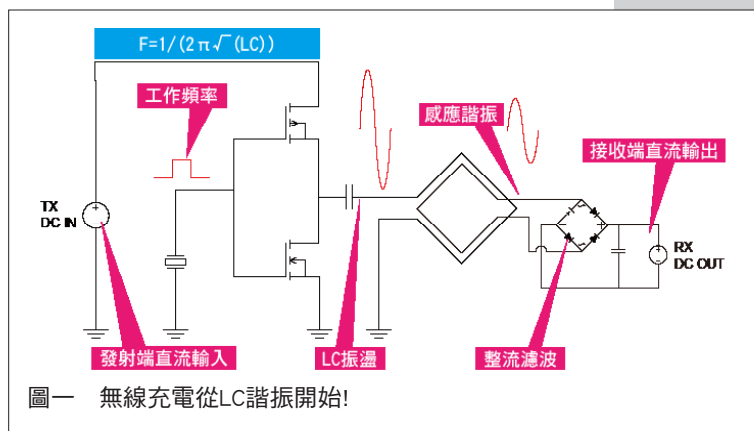
### 展示簡單 上市困難

電子零件出廠時，就像是未調過音的鋼琴，透過專業的調音師精準調校後可以發出高品質的聲音；可是量產後，可能無法在每一個產品都調校再出貨，因為專業人員有限、成本考量後的結果。

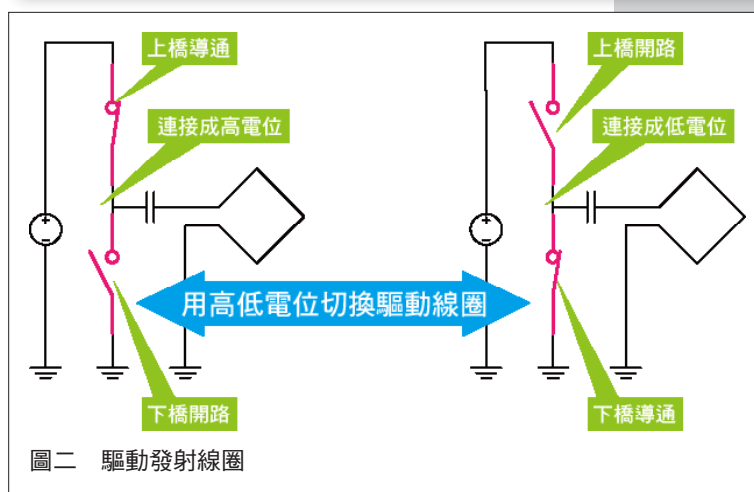
這就跟目前可以看到很多無線充電產品在很久前就發表了，在發表會上產品都可以完美演出，但卻始終不見產品上市？就跟剛提到的例子一樣，無線充電的產品為了達到很好的共振效果，必需經過精準的調校，在這樣的狀況下量產會變的非常困難。所以無線充電系統的設計首先必需要能針對共振這部份能自我調整，這樣才能解決量產難題。

2008年INTEL即發表了可以離一公尺距離的兩個線圈傳送電力用以點亮60瓦特燈泡，發表當時也宣告了無線電力時代已經到來；但三年過去了相關產品還是沒有上市。仔細想一下，相距一公尺傳送電力，這麼強大的電磁能量就算對人體沒影響、對周遭的電氣製品也會有非常大的殺傷力。無線電力系統的原理與烹調電磁爐相同，透過電磁波來傳送能量只不過目標不同，電磁爐使用頻率約50KHz能量發出後給鍋具加熱用已烹飪，過去網路上就有流傳過一段影片就是將手機放在運作中的電磁爐表面上，在短時間內手機即燒毀，這樣的原理一樣電磁波會穿過手機外殼直接對內部的金屬構造加熱終至燒毀。

前文題到過，為了加長傳送距離必需提高傳送頻率，電磁爐的頻率較低在離開



圖一 無線充電從LC諧振開始!



圖二 驅動發射線圈

數公分後就衰減到安全界限以下，INTEL發表的相距一公尺傳送電力必需將頻率提高到約13MHz才能傳送，在這個狀況下線圈之間若是存在金屬物體將會被加熱而發生危險，表演中工作人員可以站在兩個線圈中間不會有危險，是因為人體內的金屬成份很少所以溫度上升有限。當電磁波頻率加到1GHz以上就會直接對水分子加熱；這個原理就變成微波爐了，水分子被電磁波攪動後發出熱量。所以微波爐與電磁爐不一樣，必需在屏蔽體內操作避免危害人體。

這部份又與市面上的無線通訊產品不同，因為能量差距甚大；無線電力系統需要傳送電力而發送到受電裝置所以需高功

表一 共振原理無線充電系統的構造與材料

發射器	
直流電源輸入	
頻率產生裝置	目前有數家公司將此部份開發成IC銷售，其為發射電路板上的關鍵零件。
切換電力的開關	大多為MOSFET所構成，低導通阻抗與高切換速度是選用的要點。
發射的線圈與電容諧振組合	此部份為過去從未出現過的技術，由於無規則可循所以只能透過不斷的嘗試，另外未了阻絕多餘的能量散到其它地方，於線圈的未感應側都會加上磁性材料，這類的材料特性也是全新的應用。
接收器	
接收的線圈與電容諧振組合	(同發射的線圈與電容諧振組合)
整流器	由於在線圈上的操作都是高頻率、高電壓的能量訊號需要能有效的換成直流電才能給受電裝置使用，目前大多採用超低VF的蕭特基二極體所構成。
濾波與穩壓器	這部份難度在接收裝置空間有限，設計上要小型化的困難處，通常高轉換效率的電路配置大體積被動零件
直流電源輸出	

率傳送，無線通訊產品收到低功率訊號後再透過內部的電池將訊號放大處理。所以不管是在13MHz會對金屬加熱或是1GHz以上直接傷害人體，無線電力在設計時必需解決安全的問題才能上市，這就是展示簡單、上市困難。

### 三大效能指標 效率、安全、功率

電動牙刷早在10年前就堆出無線充電了，當時由於功率需求低所以不需要考慮效率與安全。早期的系統轉換效率只有20%-30%，且沒有安全機制並不會辨識目標連續供電，這樣的系統類似於微型電磁爐。由於功率很小，接收需求只有0.1W上下，只有20%的轉換效率下即有80%的能量於傳送中轉成熱量散逸，這樣

推算發射器提供0.5W的能量到接收器為0.1W的能量，0.4W產生的熱量有限對系統的溫度上升不明顯，所以在發射器上放置金屬異物也不會產生危險。

但今日裝置需求遠高於0.1W，以熱銷的智慧型手機來看接收需要5V-1A即5W的充電能量，若用電動牙刷的系統進行設計問題就會很大了，接收端5W的需求在只有20%的轉換效率下有20W的能量轉換成熱能散逸，這樣的能量會產生龐大的熱能會導致系統溫度大幅上升，在這樣的推算下，系統最大輸出能力會在25W，於發射器上放置金屬異物可能會導致火災意外，所以在功率需求提高後，需要全新的設計來完成無線充電，所以10年前即出現的無線充電到今還改良之中。新設計的系統需為了達到目標功率，必需先解決效率與安全的問題。

### 設計最艱難的部份在於安全

無線充電系統與電磁爐一樣會發射電磁波能量，這有兩大問題：

其一為當發射器上沒有放目標充電裝置時一樣在發射能量，長時間下會造成能源的浪費，不符合現在產品節能的趨勢。另外一個問題較嚴重，當發射器上放的是金屬異物，電磁波對其加熱；這個狀況輕則燒毀裝置，重則發生火災危其人員生命財產。所以無線充電系統若要上市銷售，必需要有一個重要的功能即為「受電端目標物辨識」，當正確的目標物放置在發射器上才開始送電，若不是的話則不送電。

用來偵測近距離裝置的方法有很多，但在成本考量之下，目前有兩個實用方法：1. 磁力啟動：在受電端上裝一個磁

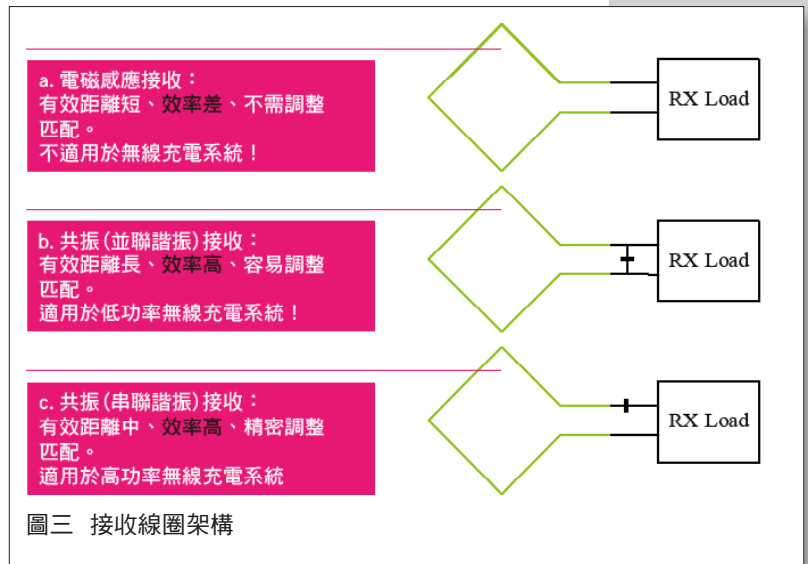
鐵，當發射端感應到磁力後開始發送能量，這個方法簡單有效，因為沒有人會無意中放一個磁鐵在發射器上讓它燒毀。

2.感應線圈上的資料傳送：這是目前認為最安全的方法，與RFID的原理相同，利用兩個線圈內的電力傳送中，包含資料碼一起傳送；這個方法最安全也是最難完成的，因為感應線圈上有高能量的電力傳輸、另外還包含了系統的雜訊與負載電流變化的干擾，如何有效的傳送資料碼是一大難題。

一個理想的系統為在無線充電發射器上放置不同的接收器，接收器可為不同的裝置從小電力的耳機到大功率的筆記型電腦，都應該要能對應不同的目標物；但每個接收裝置的電力需求都不一樣，這時發射器必需要能自動調節功率輸出。但先決條件是發射器與接收器必須能夠進行溝通，所以如何運用感應電力線圈進行資料碼傳送是研發的要點。關於這個技術數年前已經有多家公司投入開發，其每家公司的方法有差異，在實作上的穩定性也需要再經過驗證。


### 標準化路遙 三大關鍵零組件受惠

目前無線充電標準正在推行中，所謂的標準，第一就是要有共通的共振頻率，第二就是要有標準的資料傳送碼或其它識別啟動方式。推動無線充電標準化的團體已經運作多時，但在市面上的產品還算少見，一部份是其標準尚未完整以致研發人員照規格書開發確無法順利將產品完成；另一個問題是該標準並不是免費的，當產品上市前需要先支付相關專利的權利金，所以共通標準是未來的趨勢，但目前實際



應用還未成熟。

就無線充電產品看有三大關鍵組件，其中有控制電路板、感應線圈、磁性材料。

目前無線充電尚在起步階段，市場預期接下來的二到三年會開始高度成長，而四年後將會變成品牌商品的標準規格之一。這個市場的成長會牽動的產業鏈不只在電子產業，感應線圈需要精密治具生產這牽動的是機械工業，線圈上需要運用高效能電磁波屏蔽能力的磁性材料這牽動的是化學工業。所以一個產品的成長可以牽動三個產業鏈，因為這個產品並不是過去已經存在的產品，而是全新的類別全新的應用，相關的材料都要重新開發生產，對經營面來看這也是可以開發的新領域。 

---本文作者任職於富達通科技---

本文完整內容請上CTimes網站閱讀  
網址:<http://ctimes.com.tw>