

# 電磁干擾對策元件 Y 電容接地方式對 EMI 防制之影響

林昆平/標準局台南分局技正

葉永宏/標準局新竹分局技正

陳文松、徐震瀛/標準局新竹分局技士

廖國勝/標準局五組三科技正

## 一、前言

雙 Y 電容常見於電機電子產品基板上，一腳各跨接於 L 相及 N 相，另一腳共同錫焊再連接至產品馬達殼/外殼/金屬殼，家電產品果汁機與吹風機或電子產品交換式電源供應器都可看到這樣的接法，其主要目的在洩放共模雜訊電流以抑制產品產生的電磁干擾，但電機電子產品很多是 II 類電器結構並無接地線存在，甚至家中插座很多也停留在舊式兩孔插座並無所謂接地孔，這麼一來洩放至馬達殼/金屬殼的雜訊電流並無法導地排放？如此對抑制產品電磁干擾還有效果嗎？為一探究竟，筆者擬定方案探討雙 Y 接地方式對電磁干擾防制影響，實驗依 CNS 13783-1 家電電磁干擾規範進行，結果也適用其它電機電子產品雙 Y 接地方式對電磁干擾的應用，提供各界參考。

## 二、電磁干擾產生原因

產品控制基板組件如半導體高速開關 MOSFET、電晶體、閘流體及二極體等會衍生高頻雜訊電流，藉由產品電源線向插座端傳導及空間輻射，此雜訊電流被歸類為差模及共模，「共模雜訊」只往有接地點地方流動，舊式兩孔插座雖無接地線，但供電系統之電源一般都有接地，因此共模雜訊除透過產品本身的接地點洩放外，也會借道 LN 相電源線往電源接地處流動，所以 LN 相線路存在著共模雜訊；至於「差模雜訊」僅流通於 LN 線路間並形成回路不會流往接地點。CNS 13783-1 所謂「傳導電壓干擾」指的就是上述兩種電流流經於 LN 相所形成的電壓降，這種電壓降傳導至插座電源端而污染電壓源，進而干擾到插在同插座饋線上之其它電器；至於儀器量測上可使用 LISN 來擷取這種電壓擾動( $\text{dB } \mu\text{V}$ )，並經頻譜分析儀分析出雜訊頻段，但此干擾量為共模及差模雜訊的綜合效應，欲分離兩者則尚需借助雜訊分離器；解決共模雜訊在 LN 相上的電壓擾動，可採用雙 Y 電容來減少 LN 相上的共模雜訊量[1]。另 CNS 13783-1 所謂「功率輻射干擾」指的就是共模雜訊在流入接地點所形成電壓降(又稱共模電壓)，反過來以產品電源線當作天線進行空間輻射干擾，雙 Y 接法因提供低阻抗導地，可使共模電壓變小而降低輻射干擾程度。

## 三、接地方式對電磁干擾影響

圖 1 家用果汁機電磁干擾防制電路(虛線)及實體，對策電路中可發現雙 Y 電容結構，其共同錫焊點被引線接至馬達殼上，圖 2 隔離室內量測傳導及輻射，果汁機採用串激式感應馬達，其電源線為 2 PIN 結構且無附接地線，馬達換向片因火花產生高頻雜訊經由雙 Y 電容排放至馬達殼，但馬達殼並無接地線，如此接法對電磁干擾防制有效果嗎？表 1 為筆者擬定的四個方案，將雙 Y 電容共同點部位分成：「脫離馬達殼」、「接在馬達殼」、「接在馬達殼再增加接地線至金屬牆接地」及「拔除整個對策電路」等方式觀察其對電磁干擾抑制的影響，電壓傳導干擾掃圖如圖 3；功率輻射干擾掃圖如圖 4，各頻譜圖中出現近似直線部份為限制值，則可發現：

(1) 電壓傳導干擾抑制優劣

2A-3 > 2A-2 > 2A-1 > 2A-4。

「接在馬達殼 + 引接地線至鋁牆接地」

優於「接在馬達殼」

優於「不接在馬達殼」

優於「對策電路全部拔除」

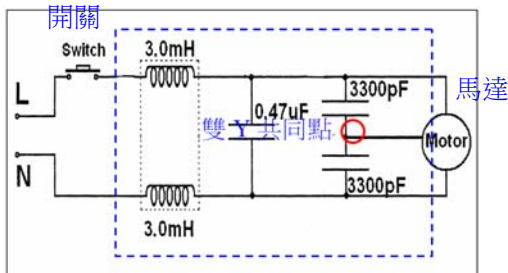
其含意為：

- 雙 Y 電容接至產品金屬殼再由金屬殼來接地，其抑制成效最好。因共模雜訊電流確實導地而分擔掉 LN 相上的共模干擾量。
- 雙 Y 電容接至產品金屬殼但金屬殼上並無接地線接地，此效果略遜。共模雜訊電流以金屬殼媒介稀釋使 LN 相共模雜訊量被分流掉。
- 雙 Y 電容共同點懸空不接至馬達殼，理應沒有任何抑制效果，實驗卻出現抑制成效。推論雙 Y 電容仍提供低阻抗分流 LN 相上共模雜訊電流，只是在雙 Y 電容共同點發生向量差而部份抵消。
- 拔除電磁干擾防制電路等同產品原始產生的電磁干擾量。因 LN 相共模雜訊電流無被分流的途徑，結果全部反應在 LN 相上而使干擾量未衰減。

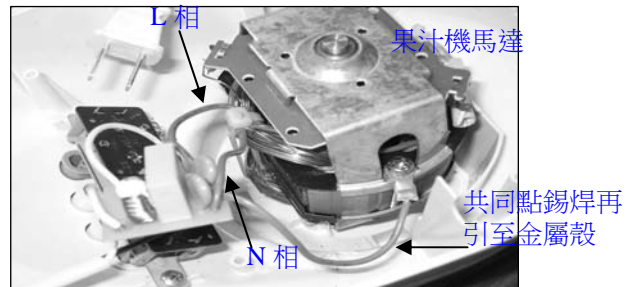
(2) 功率輻射干擾抑制優劣

2B-3 ~ 2B-2 ~ 2B-1 > 2B-4。

抑制成效排行差不多(相對於 2B-4)，雙 Y 電容接地理應可衰減共模電壓使功率輻射干擾變小，但實驗結果卻不盡然。



(a) 電磁干擾防制電路

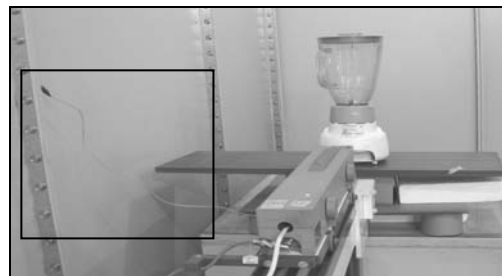


(b) 電磁干擾防制實體

圖 1 果汁機內部的電磁干擾對策電路及實體



(a) 電壓傳導干擾測試

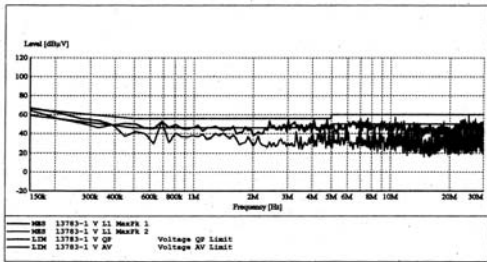


(b) 功率輻射測試(從馬達殼接地端子再以接地線延長至隔離室的鋁牆上)

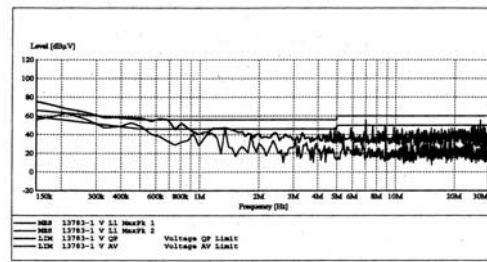
圖 2 電磁干擾傳導及輻射量測情形

表 1 雙 Y 電容接地方案

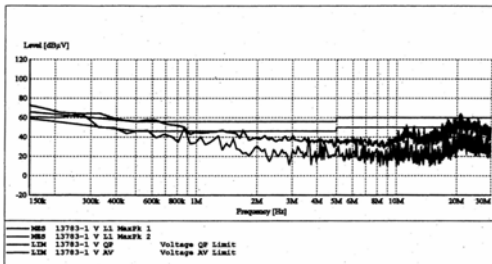
測試方案	內容	測試項目
1	雙Y電容共同點 "脫離" 馬達殼	電壓干擾(2A-1); 輻射干擾(2B-1)
2	雙Y電容共同點 "接在" 馬達殼	傳導干擾(2A-2); 輻射干擾(2B-2)
3	雙Y電容共同點 "接在" 馬達殼+ 再從馬達殼引接地線至隔離室鋁牆上	電壓干擾(2A-3); 輻射干擾(2B-3)
4	電磁干擾對策電路全部拔除	電壓干擾(2A-4); 輻射干擾(2B-4)



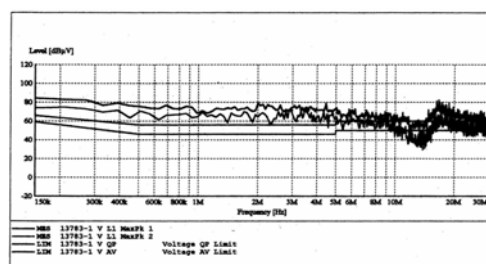
2A-1 測試方案 1\_Y 脫離馬達殼



2A-2 測試方案 2\_Y 接在馬達殼

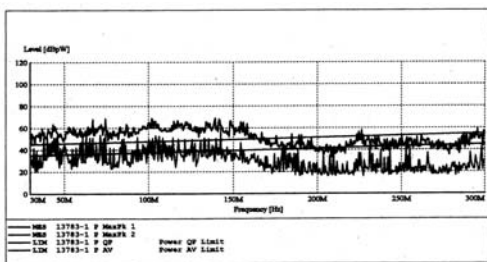


2A-3 測試方案 3\_Y 接馬達殼+再接地鋁牆

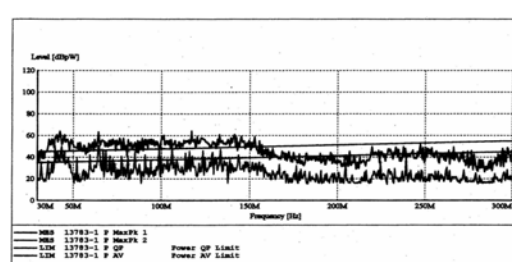


2A-4 測試方案 4\_濾波器全部拔除

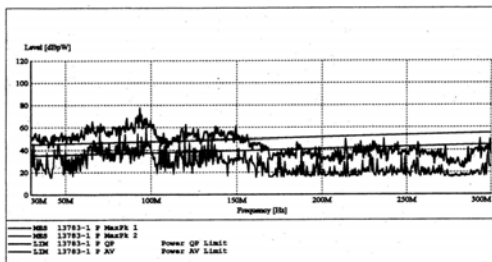
圖 3 傳導電壓干擾掃圖 單位: dB( $\mu$ V)



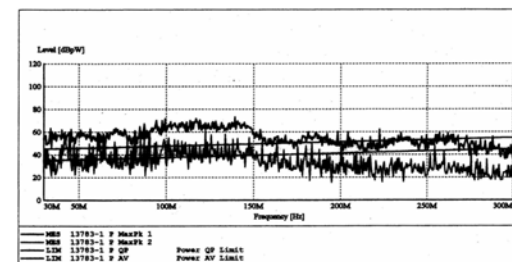
2B-1 測試方案 1\_Y 脫離馬達殼



2B-2 測試方案 2\_Y 接在馬達殼



2A-3 測試方案 3\_Y 接馬達殼+再接地鋁牆



2A-4 測試方案 4\_濾波器全部拔除

圖 4 功率輻射干擾掃圖 單位: db(PW)

## 四. 結論

本文的實驗結果：應用雙 Y 電容結構抑制電機電子產品電磁干擾，產品電源線最好採用含接地線的 3 PIN 結構，若考慮消費者家中插座可能沒接地孔，那麼產品附接地端子及接地線也是可採用方式，雙 Y 電容提供共模雜訊電流洩放的途徑而減少 LN 相線路共模雜訊含量，若單獨使用雙 Y 電容來抑制，而不再混合其它對策元件(X 電容、電感、磁環)，則其抑制成效不太清楚，因本案對策元件尚有 X 電容及差模電感。令人失望的是雙 Y 電容對功率輻射抑制沒有太大效果，建議產品的輻射干擾另採取如磁環、磁珠、共模電感等對策元件。另一個發現是雙 Y 電容共同點懸空並不全然無效，原因可能在 LN 相線路的共模雜訊電流在雙 Y 電容共同錫焊點產生向量差，若果，此共同點會出現浮動性共模電壓對電磁干擾防制較不穩定。最後，本文並未探討差模雜訊電流對 LN 相傳導電壓干擾影響，只能說它並不會引起輻射干擾，此部分留給有興趣的讀者繼續研究。

## 五、參考文獻

1. 林昆平，2006，Y 電容的電磁干擾抑制特性及安規限制探討，電子檢測與品管季刊，72(10)，60-70。
2. CNS 13783-1：2013，電磁相容性—家用電器、電動工具及類似裝置之要求—第 1 部：發射，經濟部標準局。
3. Lin, Kun-Ping., 1998, An Advanced Computer Code For Single-Tuned Harmonic Filter Design, IEEE Transation on Industry Application, 34, 640-648.
4. 電磁干擾相關技術研究相關資料，歡迎下載利用網址：  
<http://www.bsmi.gov.tw/wSite/index.jsp> -> 台南分局-> 本分局簡介->業務簡介->第一課(電機電子資訊產品)->本課發表於各期刊雜誌文章。