

# PCB佈線結構對EMI串音影響之分析

白尉廷、林漢年

E-mail: 9419723@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

隨著PCB(Printed Circuit Board, 印刷電路板)電路訊號的上升時間愈來愈短, 高速傳輸與高密度包裝已成為未來發展的驅勢, 也使高頻環境下的雜訊影響傳輸失真的誤動作等問題日趨明顯, 而串音(Crosstalk)雜訊正是印刷電路板系統中最常見的雜訊源之一, 主要是源自兩相鄰導體之間所形成的寄生互感和互容, 會隨著印刷電路板的繞線佈局密度增加而益顯嚴重。而一個良好PCB佈線的優點是可以提供良好的信號保護能力, 用以防備不可預測的干擾與輻射雜訊, 而且不會增加產品或設備的成本。唯一會增加的成本是設計此佈線架構的研究時間。所以需要在前期工程研發階段, 就詳細的考慮這些因素, 以減少開發後段測試與除錯的工作。本論文使用PCB的佈線方法, 以常用的3W和20H原則合併測試來探討PCB Layout的最佳化分析, 並在有限PCB Layout面積內, 增加一接地防護導線(Grounded Guard Trace), 來實驗減少串音輻射耦合量, 並應用於各種的佈線模組進而達成印刷電路板的產品成本與實體面積減少的目的。所進行的實驗是使用向量網路分析儀實測和IE3D數值模擬進行比較以求其準確性, 可供日後再進行相關實驗測試時, 選擇PCB Layout的最佳解決方式, 以減少不必要的電磁干擾(Electro Magnetic Interference, EMI)。

關鍵詞: 3W、20H、PCB Layout、串音、接地防護導線

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iii
. . . . .	iv	英文摘要 . . . . .	v
. . . . .	vi	誌謝 . . . . .	v
. . . . .	vi	目錄 . . . . .	vii
. . . . .	ix	圖目錄 . . . . .	xii
. . . . .	ix	表目錄 . . . . .	xii
第一章 序論 . . . . .	1	1.1 前言 . . . . .	1
. . . . .	1	1.2 研究動機 . . . . .	2
. . . . .	2	1.3 論文提要 . . . . .	2
. . . . .	2	第二章 基本理論 . . . . .	4
. . . . .	4	2.1 互容互感原理 . . . . .	4
. . . . .	4	2.2 傳輸線方程式 . . . . .	11
. . . . .	18	2.3 20H-Rule . . . . .	20
. . . . .	18	2.4 3W-Rule . . . . .	20
. . . . .	23	第三章 實驗環境設定 . . . . .	23
. . . . .	23	3.1 實驗設計概念 . . . . .	23
. . . . .	23	3.2 測試 . . . . .	23
. . . . .	23	3.3 實驗設定與範圍 . . . . .	23
. . . . .	26	3.4 量測環境的架設 . . . . .	29
. . . . .	26	3.5 IE3D數值模擬 . . . . .	29
. . . . .	33	第四章 量測與模擬結果分析 . . . . .	36
. . . . .	36	4.1 3-W與20-H Rule量測與模擬 . . . . .	36
. . . . .	36	4.2 兩傳輸導線間增加一接地防護導線對S41輻射耦合量之影響 . . . . .	36
. . . . .	38	4.3 接地防護導線的寬度變化對S41輻射耦合量之影響 . . . . .	38
. . . . .	38	4.4 縮小接地導體面的面積(10H至5H)並改變接地防護導線的位置對S41輻射耦合量之影響 . . . . .	38
. . . . .	39	第五章 結論 . . . . .	61
. . . . .	63	參考文獻 . . . . .	61

## 參考文獻

[1]Mark I. Montrose, " Printed Circuit Boards Design Techniques for EMC Compliance ", pp.214-218,John Wiley, New York 2000.

[2]C. R. Paul, " Estimation of crosstalk in three-conductor transmission lines, " IEEE Trans. On EMC, vol. EMC-26, no. 4, pp.182-192,Nov. 1984.

[3]Clayton R. Paul, " Introduction to Electromagnetic Compatibility. ", Wiley Series in Microwave and Optical Engineering Kai Chang, Series Editor, 1992.

[4]Clayton R. Paul, " Modeling Electromagnetic Interference Properties of Printed Circuit Boards. , " IBM J. Res. Develop. Vol. 33 No.1,pp. 33-50, January,1989.

[5]T.C.Edwards, Foundations for Microstrip Engineering , John Wiley, New York,1981.

[6]Hwan W .Shin, Todd H .Hubing " 20-H Rule Modeling and Measure -ments " ,IEEE 0-7803-6569-0/01 pp.939-942,2001.

- [7]Li Zhi , “ Application of Guard Traces with Vias in the RF PCB Lay -out ” , IEEE Trans. On EMC, Aug.2002.
- [8]Johnson, Howard W. “ High-Speed Digital Design ” , pp.11-27, New Jersey Prentice-Hall, 1993.
- [9]Montrose, Mark I. “ EMC and the Printed Circuit Boards ” , pp.210-213 , John Wiley, New York 1998.
- [10]Hall, Stephen H. “ High-Speed Digital System Design ” , John Wile -y, New York 2000.
- [11]Yu-Sheng Shen , “ Measurement and Analysis of Grounding Techn -ique on Print Circuit Board High-Speed Digital System Design ” , pp4,1-4,pp3,3-5,Department of Electronic Engineering, I-Shou University,2002 .
- [12]D. A. Hill, K. H. Cavcey, and R. T. Johnk, “ Crosstalk between microstrip transmission lines ” ,IEEE Trans. Electromabn. Compat. Vol.36,No.4,Nov 1994.
- [13]E. J. Park, B. H. Lee, and W. J. Yang, “ Nonuniformity of Coupled Data Transmission Line Profile to Reduce Crosstalk ” ,IEEE International Symposium on,Vol.1,2-6 Aug 1999.
- [14]Lin Lu, Ungvichian V, “ Crosstalk Versus Interline Space in Ultra High Speed Digital PCBs ” ,IEEE International Symposium on, Vol.2,24-28 Aug 1998.
- [15]Li Shufang, Sun Fuxun, “ Simulation for Crosstalk in Coupled Microstrip Transmission Lines ” ,Asia Pacific on Environmental Electromagnetics CEMM ’ 2003 ,Nov.4-7,2003.
- [16]David M. Pozar, “ Microwave Enginnering ” , 2nded, John Wiley & Sons,1998.
- [17]SergioPignari, “ Statistical Estimates of crosstalk in three conductor transmission lines ” , IEEE 0-7803-7264-6/02 pp.877-822,2002.
- [18]Mark I. Montrose, “ Analysis on the Effectiveness of the 20-H Rule for Printed-Circuit-Board Layout to Reduce Edge-Radiated Coupling ” , IEEE Trans. Electromabn. Compat. Vol.47,No.2,May 2005.
- [19]David K Cheng, “ Fundamentals of Engineering Electromagnetics ” , Addison-Wesley,1993.
- [20]C. R.Paul, “ Analysis of Multiconductor Transmission Lines ” , John Wiley,1994.