

帶孔隙矩形金屬封裝屏蔽效應之研究

研究生：楊李鈞

指導教授：黃瑞彬 博士

國立交通大學 電信工程學系

摘要

一般認為金屬封裝(Metallic Enclosure)具有屏蔽、電磁相容的功能。然而許多模擬與量測結果之文獻指出：在一帶有孔隙(Aperture)之金屬封裝中，由於外界的電磁場可透過孔隙與空腔耦合，進而激發空腔的共振，致使封裝內的電路在某些頻率不僅不能得到完善的屏蔽。甚至在空腔中特定位置有著比無屏蔽時更大的場，對於封裝內的電路構成額外的干擾。

在本文中，我們首先說明屏蔽效應的定義、及所研究的電磁問題；其次，我們簡單地介紹有限時域差分(Finite-Difference Time-Domain, FDTD)法的基礎、及電磁模擬軟體 CST Microwave Studio 的設定。最後，我們應用以上方法，研究、討論各種因素對帶孔隙矩形金屬封裝屏蔽能力的影響。

Study on Shielding Effectiveness of a Rectangular Metallic Enclosure with Apertures

Student : Li-Chun Yang

Advisor : Dr. Ruey Bing Hwang

Department of Communication Engineering
National Chiao Tung University

ABSTRACT

In general, it is thought that the metallic enclosure has the functions of shielding and EMC. However, many scientific studies on simulations and measurements indicate that at a metallic enclosure with apertures, the circuit inside the enclosure cannot be shielded completely at peculiar frequencies; moreover, there will be a stronger field at certain positions than when there is no shielding, which may probably cause extra interference in the circuit. It is because through the apertures the exterior electromagnetic field will couple with the cavity, and excite resonance in the cavity.

In this thesis, we explain the definition of shielding effectiveness and the electromagnetic structure first. Secondly, the basic FDTD method and the CST simulator are introduced. Finally, the effects of various factors upon shielding effectiveness of a rectangular metallic enclosure with apertures are researched by using above methods.

誌謝

本論文能順利完成，首先要感謝指導教授黃瑞彬老師，在我就讀碩士班期間的教導。老師無論是在做人處事或研究方面都惠我良多、並且在研究的過程中給予正確的方向與經驗上的指導，也使我學習到研究應有的嚴謹態度。

同時也要感謝陳文禮、林烈全、蔡岳霖、宋青峰學長、以及同學曾彥融、顏懷勇、金正元、許能傑、劉鴻萬等學弟的幫忙與鼓勵。他們總是適時地伸出援手，提供寶貴的經驗與意見；並且為實驗室帶來歡樂，使我的研究所生活更加多采多姿。我的好朋友育德、登俊、家宏、以及社團的朋友熱血、史蒂芬等等也不時的為我打氣加油，謝謝你們。

最後要感謝最支持我的家人，我親愛的爸爸、媽媽、妹妹還有球球，謝謝你們無條件的支持，讓我沒有後顧之憂的完成學業。



目次

中文摘要.....	i	
英文摘要.....	ii	
誌謝.....	iii	
目錄.....	iv	
表錄.....	v	
圖錄.....	vi	
第一章 導論		
1.1 簡介.....	1	
第二章 研究方法與原理		
2.1 屏蔽能力(SE)定義與問題描述.....	2	
2.2 有限時域差分(FDTD)法簡介.....	4	
2.2.1 有限時域差分法的基本網格單元-Yee Cell 簡介.....	5	
2.2.2 時間步長(time step).....	8	
2.2.3 吸收邊界條件(ABC)與完全匹配表面(PML)簡介.....	8	
2.2.4 網格單元的尺寸.....	11	
2.2.5 有限時域差分法的優點.....	12	
2.3 有限時域差分法電磁模擬軟體 - CST Microwave Studio 簡介.....	13	
2.3.1 網格單元的設定.....	14	
2.3.2 完全匹配表面(PML)邊界的設定.....	18	
2.3.3 探針(Probe)的設定.....	20	
2.3.4 平面波源的設定.....	21	
第三章 模擬結果與討論		
3.1 孔隙的尺寸對共振頻寬的影響.....	24	
3.2 孔隙數目變動的影響.....	34	
3.3 空腔尺寸的影響.....	39	
3.4 介質損耗的影響.....	42	
3.5 觀察點的影響.....	46	
第四章 結論.....		51
參考文獻.....		52

表錄

表 3-1	圖 3-1~圖 3-3 孔隙尺寸表.....	24
表 3-2	圖 3-1~圖 3-3 的共振頻寬表.....	25
表 3-3	圖 3-4~圖 3-6 孔隙尺寸表.....	27
表 3-4	圖 3-10、圖 3-11 孔隙尺寸表.....	31
表 3-5	共振頻率點 707MHz 的屏蔽能力表.....	32
表 3-6	孔隙尺寸與數目列表.....	34
表 3-7	空腔尺寸列表.....	39
表 3-8	介質的損耗正切變動表.....	44
表 3-9	觀測點位置列表.....	46
表 3-10	空腔尺寸為 300*120*300 時，前五模態的共振頻率表.....	47



圖錄

圖 2-1	平面電磁波入射矩形空腔的示意圖.....	3
圖 2-2	有限時域差分法的基本空間網格單元 - Yee Cell.....	5
圖 2-3	一維空間的電場傳播與吸收邊界條件的示意圖.....	10
圖 2-4	網格單元設定視窗.....	15
圖 2-5(a)	X 截面網格單元切割圖.....	16
圖 2-5(b)	Y 截面網格單元切割圖.....	16
圖 2-5(c)	Z 截面網格單元切割圖.....	17
圖 2-6	完全匹配表面的設定.....	19
圖 2-7	採用完全匹配表面的 Open add space 邊界.....	19
圖 2-8	探針設定視窗，選取電場探針之情形.....	21
圖 2-9	探針設定視窗，選取遠場電場探針、球座標系之情形.....	21
圖 2-10	平面波源設定視窗.....	22
圖 2-11	文獻[9]圖五之量測與模擬比較.....	23
圖 3-1	孔隙寬度固定、改變長度之屏蔽能力模擬圖.....	25
圖 3-2	孔隙長寬比固定、改變尺寸之屏蔽能力模擬圖.....	26
圖 3-3	孔隙長度固定、改變寬度之屏蔽能力模擬圖.....	26
圖 3-4	孔隙寬度固定、改變長度之屏蔽能力模擬圖.....	28
圖 3-5	孔隙長寬比固定、改變尺寸之屏蔽能力模擬圖.....	28
圖 3-6	孔隙長度固定、改變寬度之屏蔽能力模擬圖.....	29
圖 3-7	孔隙擺設方向的比較圖.....	30
圖 3-8	孔隙(a)擺設位置圖.....	30
圖 3-9	孔隙(b)擺設位置圖.....	31
圖 3-10	孔隙尺寸在 X 方向變動的屏蔽能力.....	32

圖 3-11	孔隙尺寸在 Y 方向變動的屏蔽能力.....	33
圖 3-12	孔隙尺寸皆為 100*10 公釐，變動孔隙數目.....	35
圖 3-13	在 X 方向分割 100*40 公釐之孔隙為 N 個相同大小孔隙.....	35
圖 3-14	在 Y 方向分割 100*40mm 之孔隙為 N 個相同大小孔隙.....	36
圖 3-15	圖 3-12 的結構示意圖.....	37
圖 3-16	圖 3-13 的結構示意圖.....	37
圖 3-17	圖 3-14 的結構示意圖.....	38
圖 3-18	孔隙尺寸為 50*5 公釐，各種空腔尺寸的屏蔽能力.....	40
圖 3-19	孔隙尺寸為 100*20 公釐時，各種空腔尺寸的屏蔽能力.....	40
圖 3-20	孔隙尺寸為 100*20 公釐時，各種空腔尺寸的屏蔽能力.....	41
圖 3-21	介質損耗正切變動的影響。空腔 400*150*500、孔隙 100*20 公釐..	42
圖 3-22	介質損耗正切變動的影響。空腔 300*120*300、孔隙 100*20 公釐..	43
圖 3-23	介質損耗正切變動的影響。空腔 150*75*200、孔隙 100*20 公釐....	43
圖 3-24	介質損耗正切變動的影響。空腔 400*150*500、孔隙 50*30 公釐....	44
圖 3-25	介質損耗正切變動的影響。空腔 300*120*300、孔隙 50*30 公釐....	45
圖 3-26	介質損耗正切變動的影響。空腔 150*75*200、孔隙 50*30 公釐.....	45
圖 3-27	Z 軸上不同觀測點的屏蔽能力.....	46