

「E - paper」優質學期報告

在 CMOS 製程下探討 Stripline 的波導特性

學 生：王亮程、李岱昀、何紹安

指導教授：陳志強 博士



Outline

- 研究動機與目的
- 夾心帶線介紹
- 研究方法
- 模擬結果與比較
- 結論
- 參考文獻

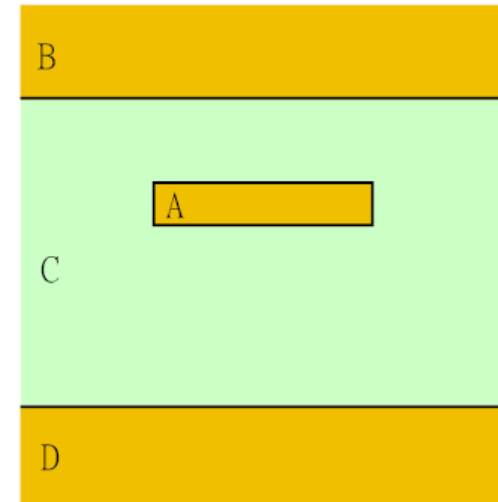


研究動機與目的

- 高頻傳輸線又有分爲 **Microstrip line**、**Coplanar waveguide line**、**Slot line**、**Stripline** 等幾種。
- **Stripline**是橫向電磁(TEM)傳輸線媒介，利用 **Stripline**可以做出更好的電路(**quasi-TEM**)，而且可以提供較好的頻寬。
- 因爲**Stripline**的信號線被緊緊包在介質裡，信號線上下都有接地面，所以和微帶線相較之下 **Stripline**受到外接的干擾較小，隔離度比較高，因此**Stripline**經常被使用於**RF**電路。
- 本研究探討**Stripline**的波導特性爲目標，了解如何應用**Stripline**來設計傳輸線。

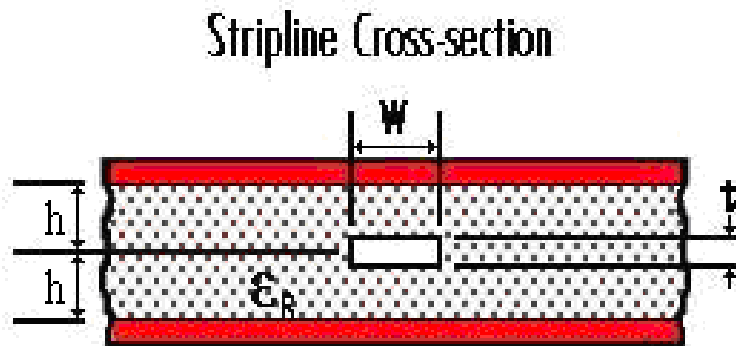
夾心帶線介紹

- 50年代，稱作”Tri-plate”
- 現今，Stripline可以用PCB、IC或LTCC等製程來製作。
- 和微帶線傳輸線唯一差別在三明治夾層結構，因為夾心帶線有兩個導體，所以可有TEM波，也是電路運作時的波模。



夾心帶線的特性阻抗

- 一般上下對稱的夾心帶線中間的信號線與上下兩接地面的距離相同且三者平行，介質是均勻分布，如下圖，而它和微帶線一樣在金屬厚度 t 不變的情況下，信號線的寬度 W 越寬則特性阻抗越小。



$$Z_c = \frac{30}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left\{ 1 + \frac{A}{2} [A + \sqrt{(A^2 + 6.27)}] \right\}$$

$$A = \frac{16}{\pi(W'/h)}$$

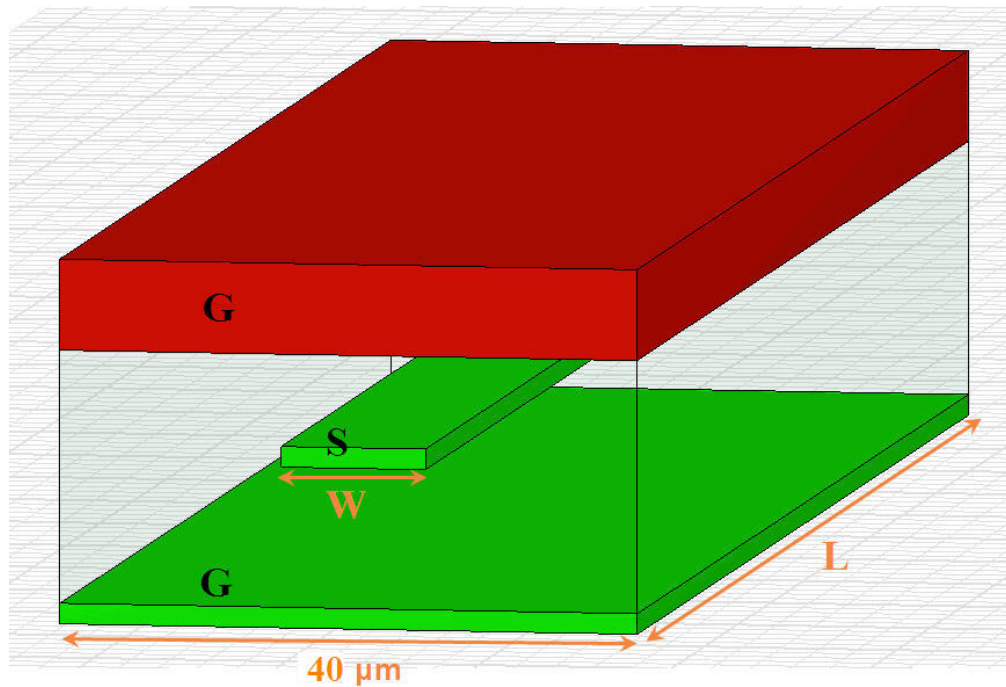
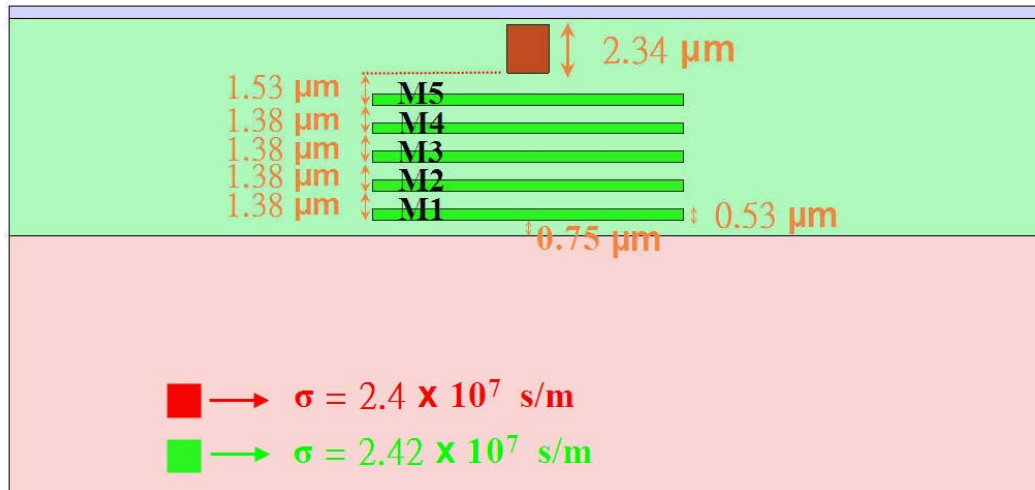


研究方法

- 本實驗使用Ansoft HFSS™作為設計電路模型的軟體，並用其中的wave port做分析的工具以取得相關的S參數、場型分佈，之後再使用Agilent ADS™做電路的模擬得到所需的參數，最後將所有得到的數據用Matlab數學工具軟體做整理完成所要的結果。

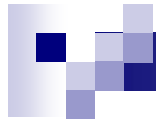


模擬示意圖



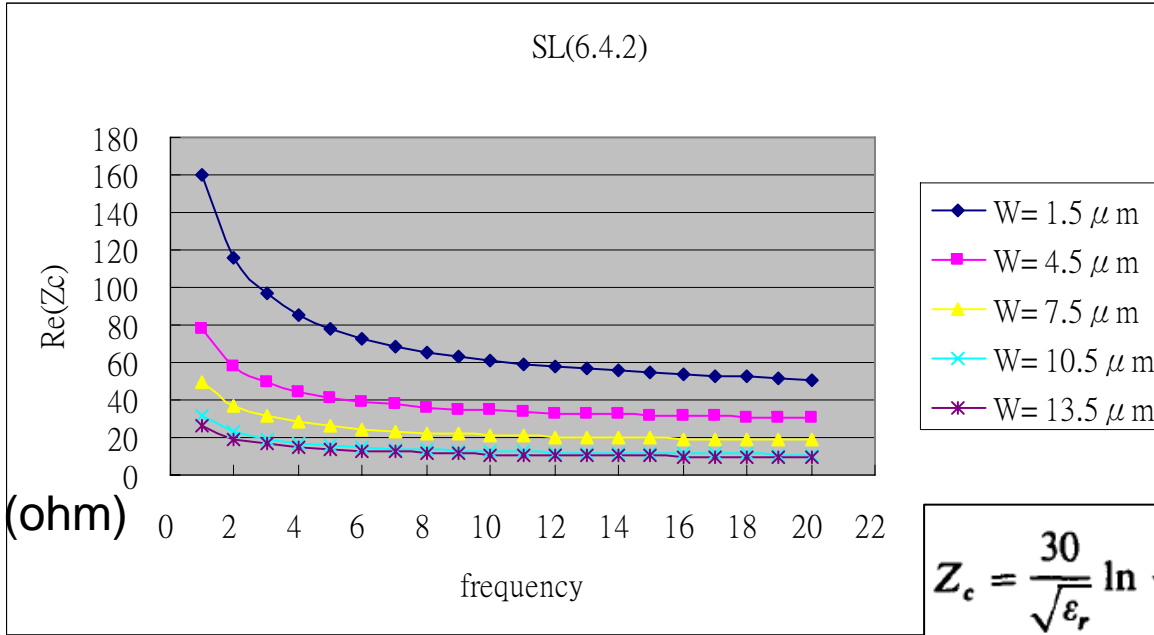
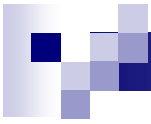
排列組合後所需模擬的結構：

SL(6,2,1) 、 SL(6,3,1) 、
SL(6,3,2) 、 SL(6,4,1) 、
SL(6,4,2) 、 SL(6,4,3) 、
SL(6,5,1) 、 SL(6,5,2) 、
SL(6,5,3) 、 SL(6,5,4) 共10種

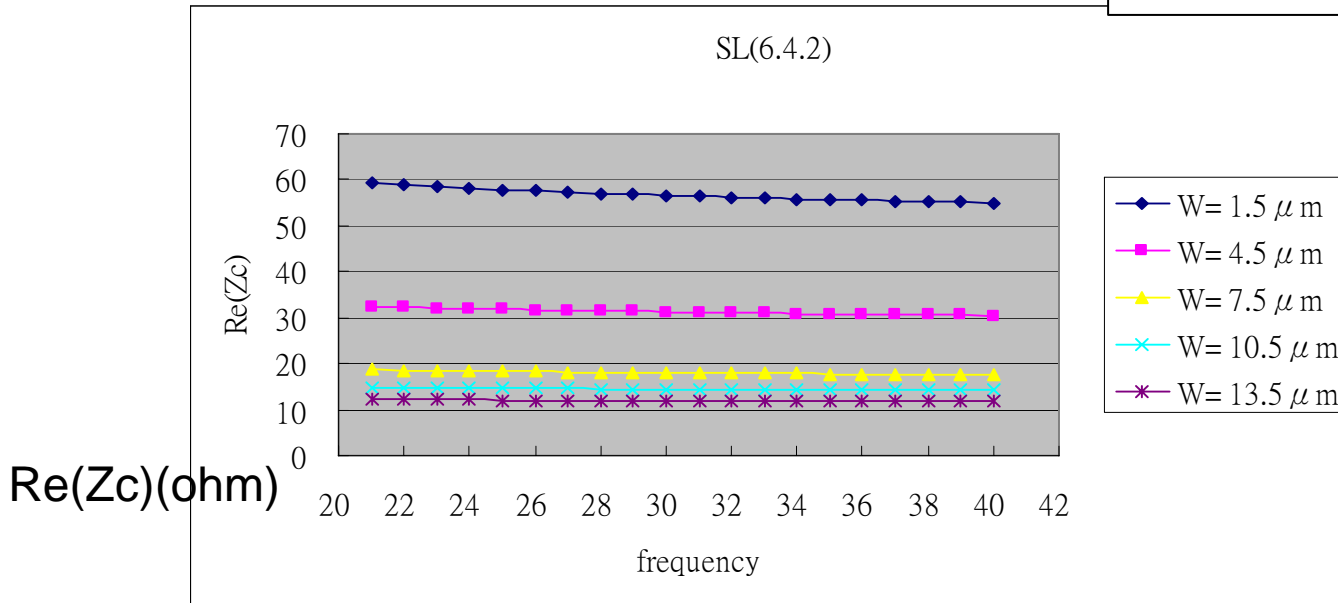


模擬結果

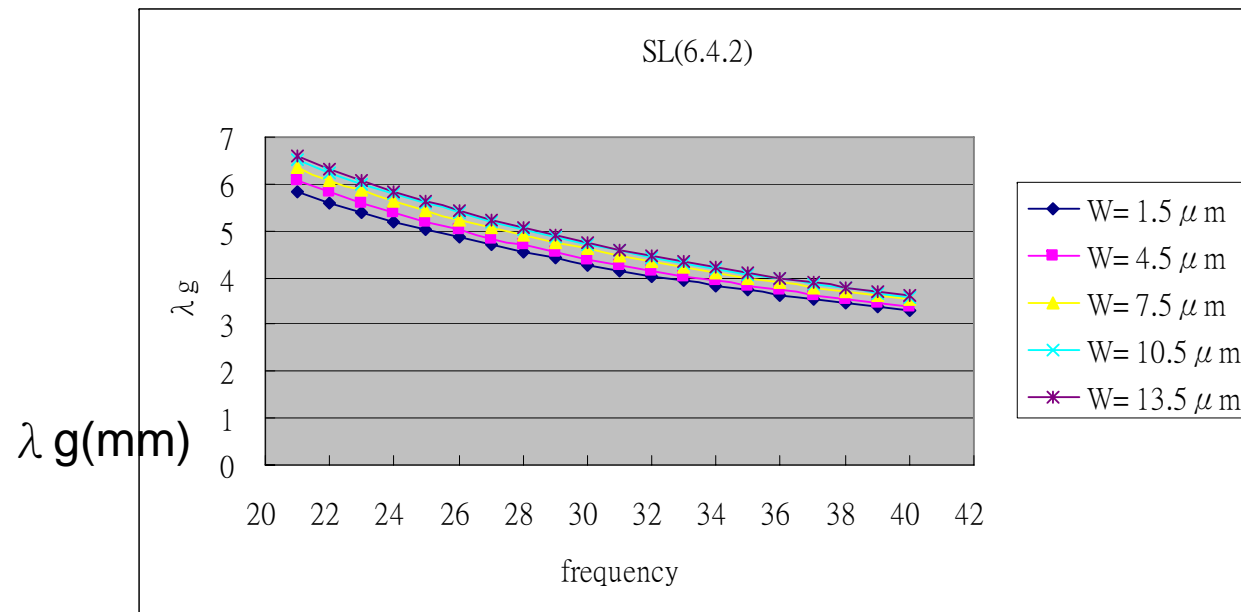
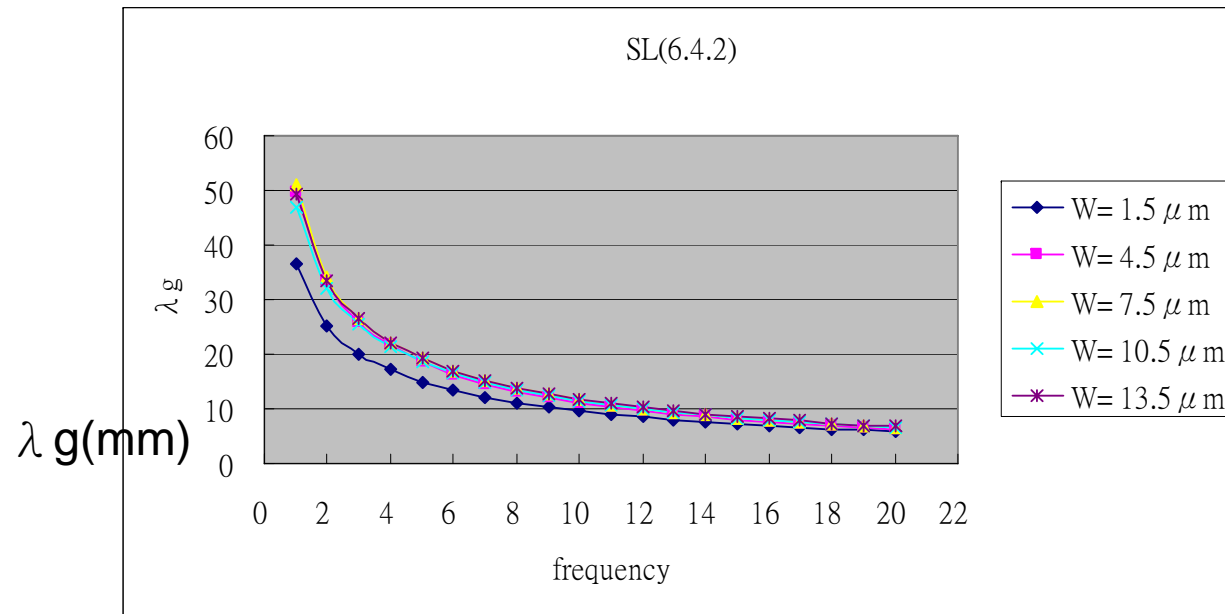
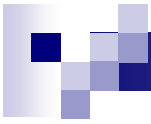
各個波導特性結果與比較

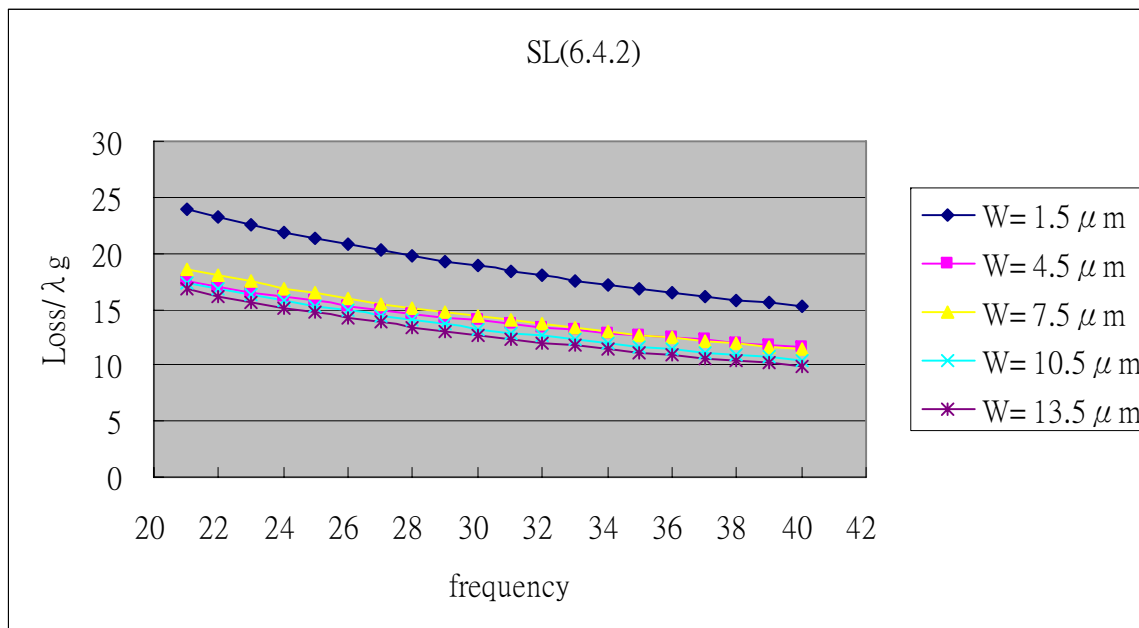
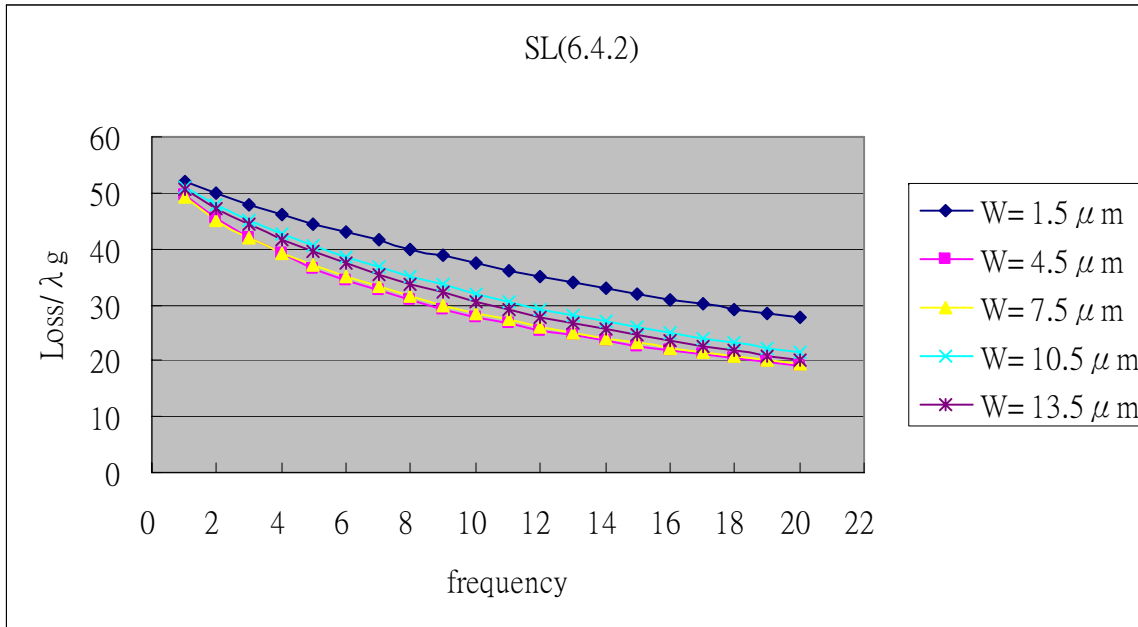
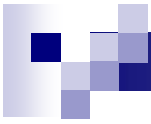


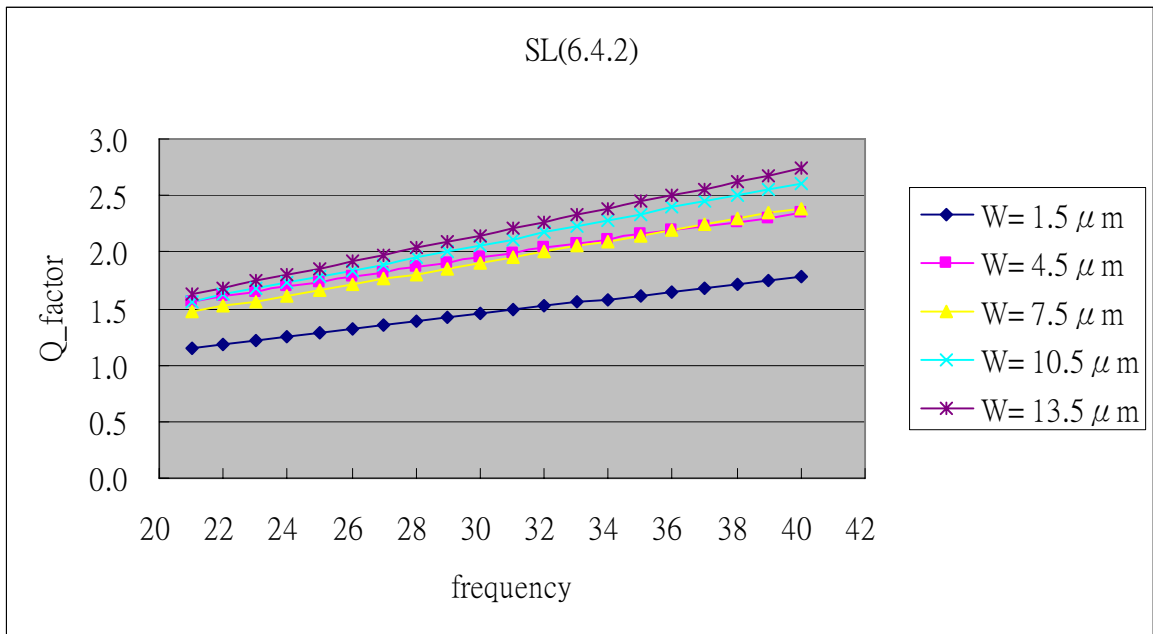
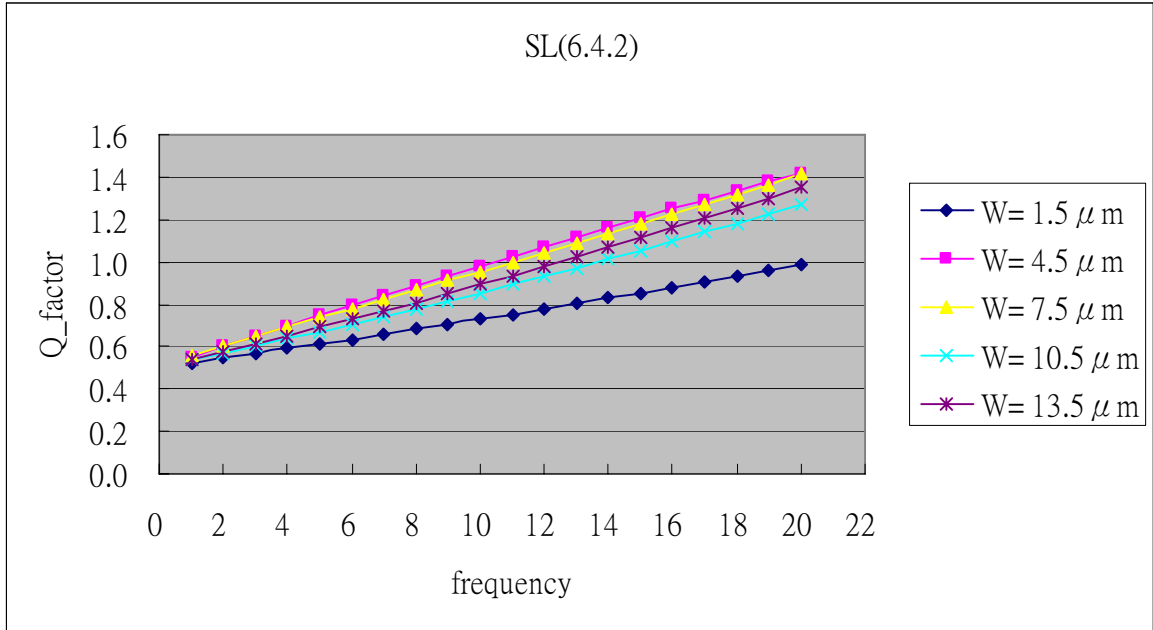
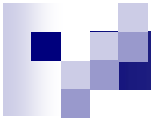
$$Z_c = \frac{30}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left\{ 1 + \frac{A}{2} [A + \sqrt{(A^2 + 6 \cdot 27)}] \right\}$$

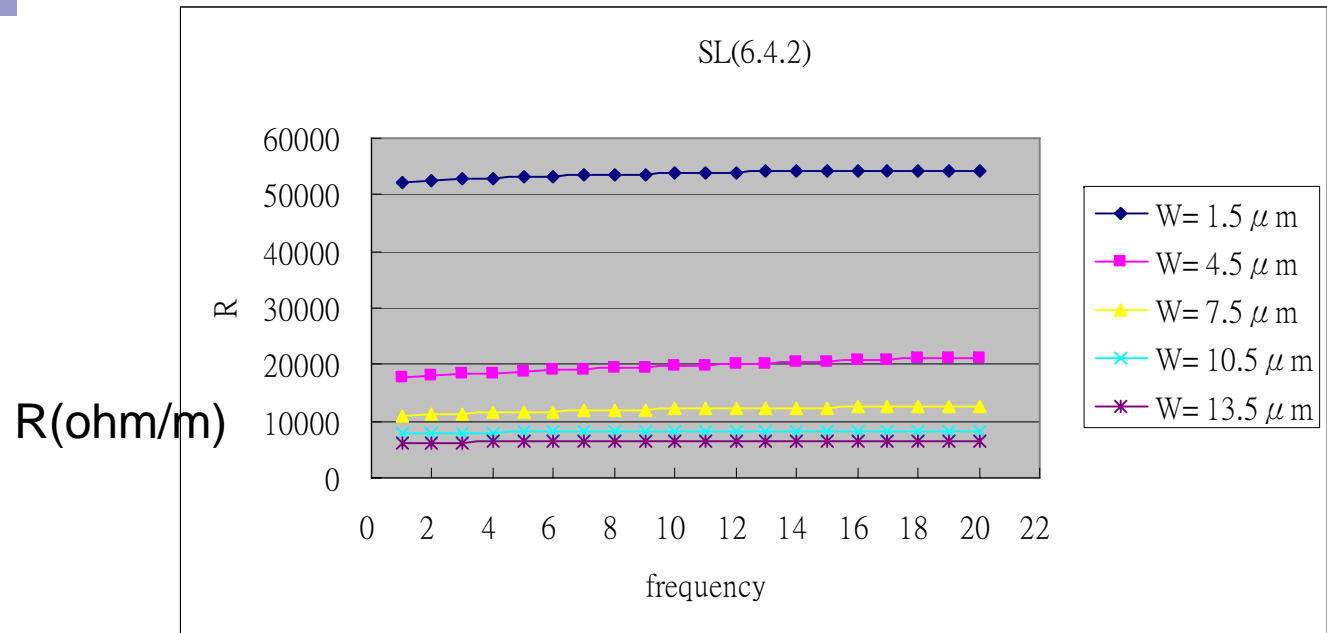
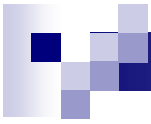


$$A = \frac{16}{\pi(W'/h)}$$

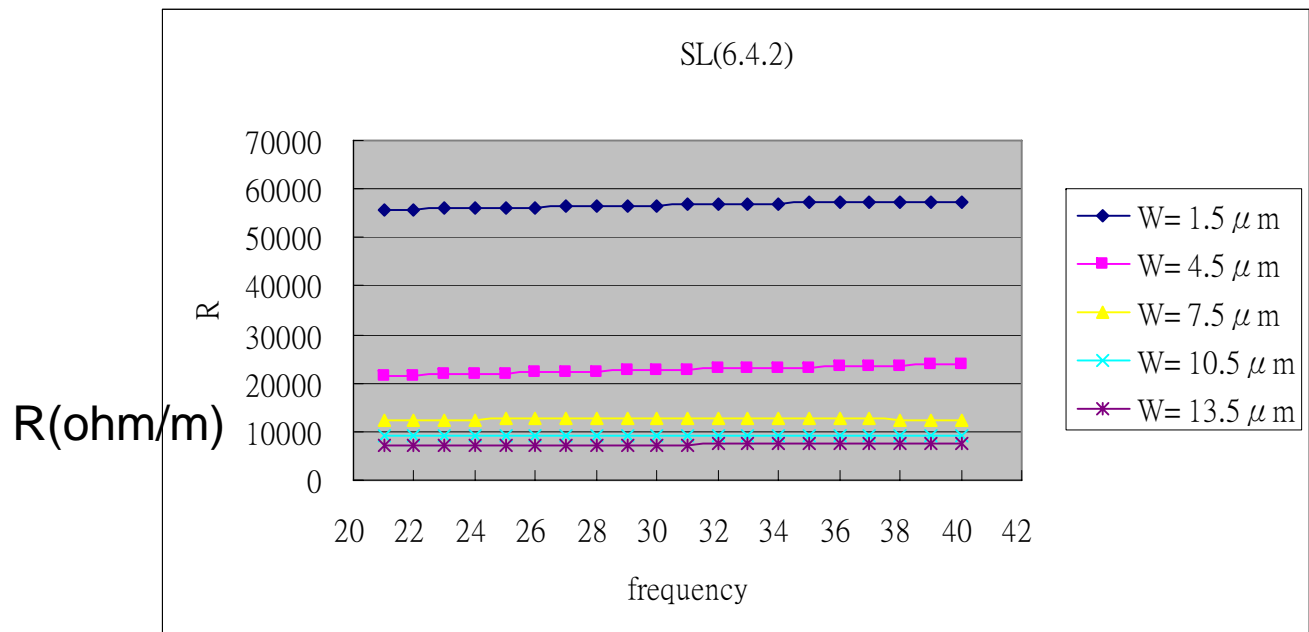


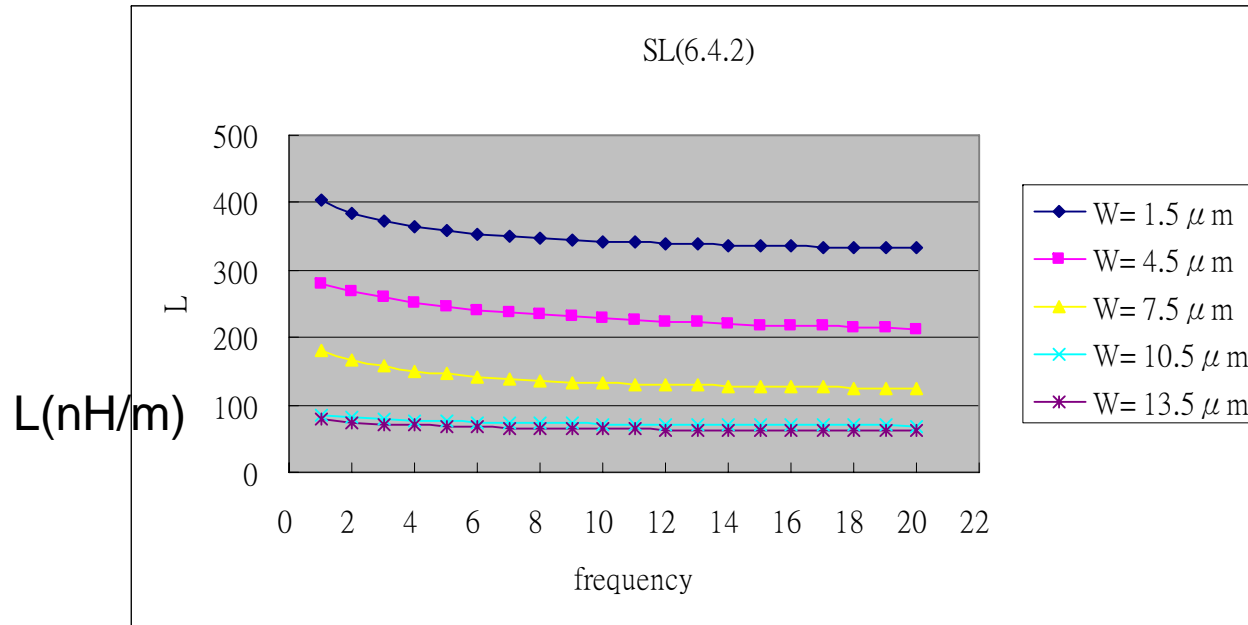
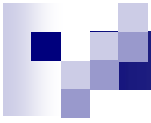




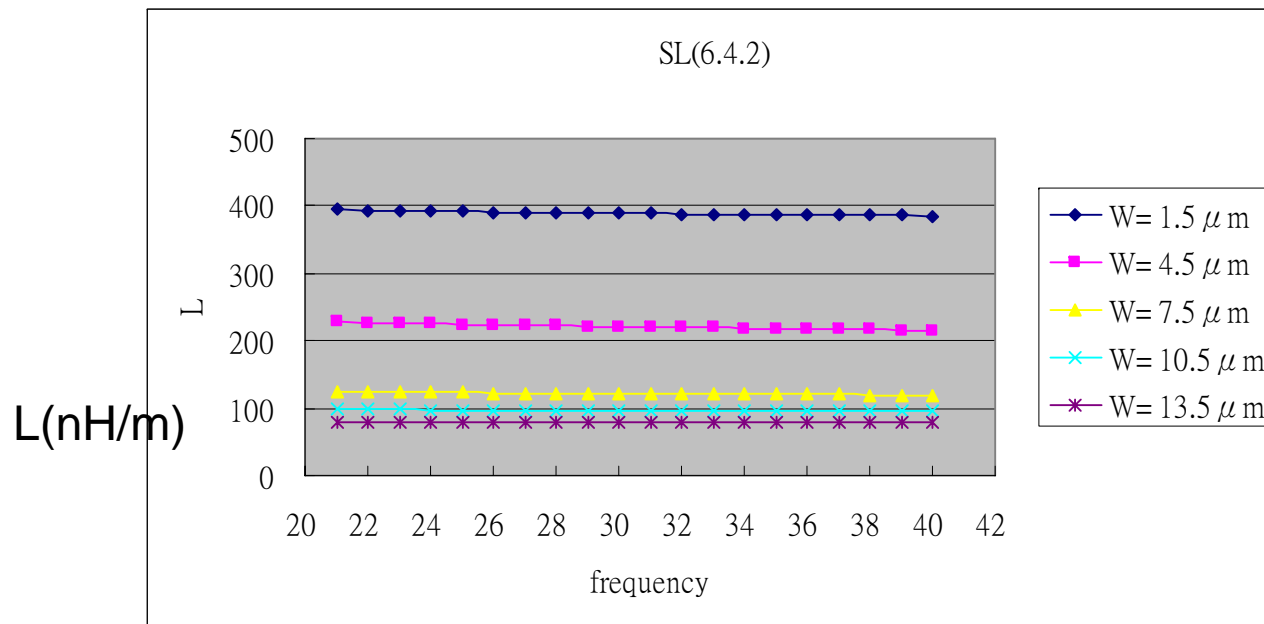


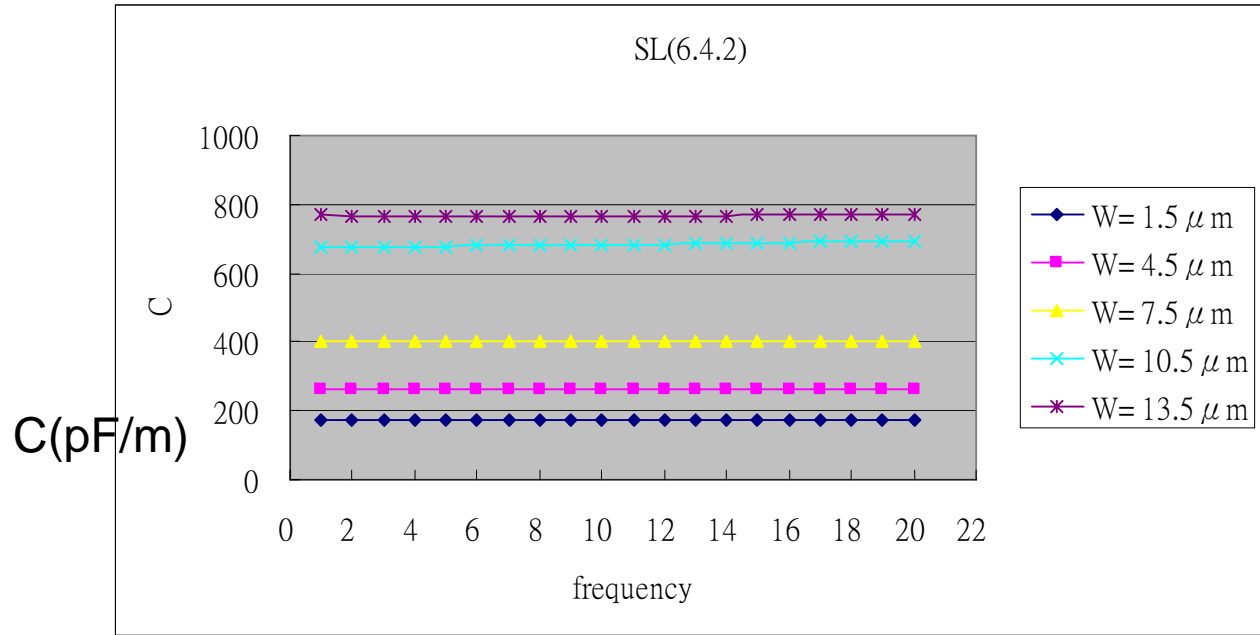
$$R = \frac{2R_s}{w}$$



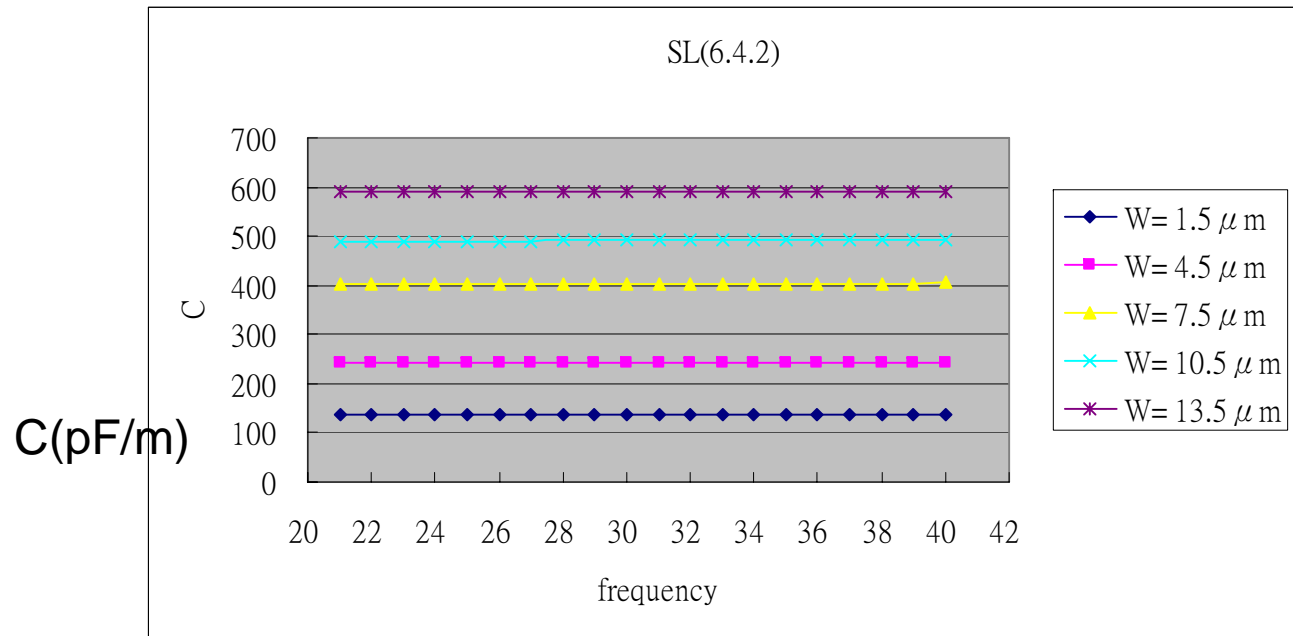


$$L = \frac{\mu d}{w}$$





$$C = \frac{\epsilon W}{d}$$





Frequency = 10 GHz										
W(um)	SL (6.2.1)	SL (6.3.1)	SL (6.3.2)	SL (6.4.1)	SL (6.4.2)	SL (6.4.3)	SL (6.5.1)	SL (6.5.2)	SL (6.5.3)	SL (6.5.4)
1.5	24.30	52.38	56.35	71.90	61.05	50.66	61.24	40.45	58.03	47.40
4.5	26.78	20.35	27.51	19.94	34.41	26.43	15.51	27.27	16.44	11.77
7.5	11.27	24.14	10.74	16.39	21.33	9.99	13.35	12.04	10.36	8.20
10.5	9.25	13.71	8.96	15.30	12.68	8.33	9.99	9.19	8.65	7.02
13.5	8.38	12.18	8.15	11.98	11.03	7.51	8.35	8.04	7.03	6.10

在頻率 10GHz 下各個結構的特性阻抗值

Frequency = 30 GHz										
W(um)	SL (6.2.1)	SL (6.3.1)	SL (6.3.2)	SL (6.4.1)	SL (6.4.2)	SL (6.4.3)	SL (6.5.1)	SL (6.5.2)	SL (6.5.3)	SL (6.5.4)
1.5	46.03	60.19	42.39	61.27	56.58	43.17	49.12	47.95	42.57	36.43
4.5	22.02	35.20	20.13	32.84	31.24	17.34	24.09	23.89	21.76	15.24
7.5	22.02	21.92	12.02	20.63	18.02	11.41	10.31	8.22	8.02	5.38
10.5	10.72	16.63	6.78	17.34	14.43	7.41	8.33	8.60	6.68	5.37
13.5	6.20	10.48	6.12	14.29	11.89	5.36	6.51	6.35	5.82	4.36

在頻率 30GHz 下各個結構的特性阻抗值

設計35Ω、50Ω與70Ω特性阻抗 之夾心線帶

	name	Freq(GHz)	W(um)
35Ω	SL(6.4.1)	1	10.5
	SL(6.4.2)	9	4.5
	SL(6.4.3)	4	4.5
50Ω	SL(6.3.2)	15	1.5
	SL(6.5.2)	6	1.5
	SL(6.5.3)	17	1.5
	SL(6.5.3)	18	1.5
70Ω	SL(6.4.1)	11	1.5

	name	Freq(GHz)	W(um)
35Ω	SL(6.3.1)	32	4.5
	SL(6.5.4)	37	1.5
50Ω	SL(6.5.1)	25	1.5
	SL(6.5.1)	26	1.5
	SL(6.5.2)	22	1.5
	SL(6.5.2)	23	1.5



結論

- 現在設計電路主要趨向體積小且高效能，在高頻中剛好可以符合這樣需求，而設計高頻電路已經廣泛的使用 CMOS IC 的製程技術，因此在這次作業中模擬頻段選用 1~ 60GHz，相信其波導特性結果在日後可以有更一進步的研究。
- 由於本報告中各種電氣數據皆是由全波模擬軟體模擬得到的，所欠缺的是stripline量測數據，所以未來若可補上量測數據，我們就可以驗證比對模擬及量測數據。



參考文獻

- [1] D.M. Pozar, Microwave Engineering, 3rd ed.
- [2] B. NAUWELAERS and A. VAN DE CAPELLE, "CHARACTERISTIC IMPEDANCE OF STRIPLINE," ELECTRONICS LETTERS 27th August 1987 Vol. 23 No. 18, pp. 930-931, 17th July 1987
- [3] Junwoo Lee; Woonghwan Ryu; Jinguok Kim; Junho Lee; Namhoon Kim; Junso Pak; Jae-Myun Kim; Joungho Kim, "Microwave frequency interconnection line model of a wafer level package," IEEE Trans. Advanced, vol. 25, No 3, pp356-364, AUG 2002.
- [4] WHEELER, H. A.: 'Transmission-line properties of a strip line between parallel planes', IEEE Trans., 1978, MTT-26, pp. 866-876
- [5] GUNSTON, M. A. R.: 'Microwave transmission-line impedance data'(Van Nostrand Reinhold Company, London, 1972)
- [6] William R. Eisentadt and Yungseon Eo, "S-Parameter-Based IC Interconnect Transmission Line Characterization," IEEE Trans.on components, hybrids, and manufacturing technology, vol. 15, No. 4, pp. 483-489, AUG. 1992
- [7] Cohn, Seymour B., "Characteristic Impedance of the Shielded-Strip Transmission Line," IRE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol MTT-2, No. 3, July 1954, pp. 52-57.
- [8] Wadell, Brian C., *Transmission Line Design Handbook*, Artech House, Norwood, MA, 1991, pp. 232-235