



射频微波滤波器的设计 与仿真测试

班级：_____

学号：_____

姓名：_____

一、实验目的

1. 掌握低通原型滤波器的结构；
2. 掌握最平坦和等波纹型低通滤波器原型频率响应特性；
3. 了解频率变换法设计滤波器的原理及设计步骤；
4. 了解利用微带线设计低通、带通滤波器的原理方法；
5. 掌握用 ADS 进行微波滤波器优化仿真的方法与步骤。

二、实验原理

插入衰减法(如图 2.1 所示)：

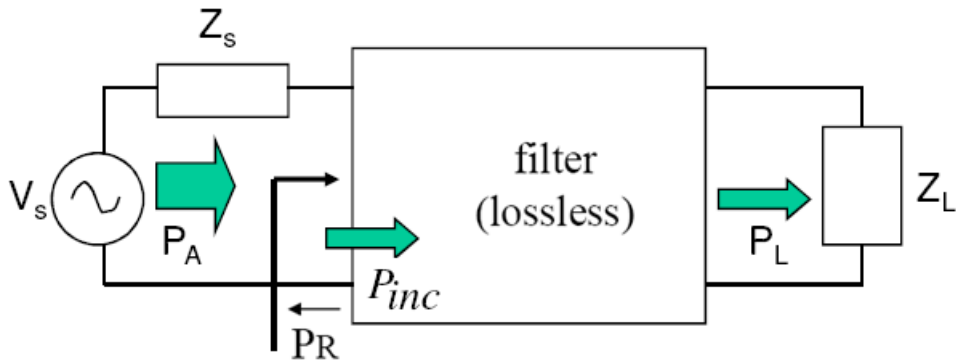


图 2.1 插入衰减法示意图

一般采用工作衰减描述滤波器的衰减特性：

$$L_A = 10 \lg \frac{P_{in}}{P_L} \text{ dB}$$

插损法可以高度控制整个通带和阻带内的幅度和相位特性，从而计算出满足需求的最好响应。

采用二项式响应，会使得插损小；采用切比雪夫响应，可以满足锐截止的要求；采用线性相位滤波器设计可以获得优良的相位响应，不过可能会牺牲衰减率。

插损法提高滤波器性能的最直接的方法就是增加滤波器阶数，阶数等于元件个数。

滤波器设计步骤如图 2.2 所示：

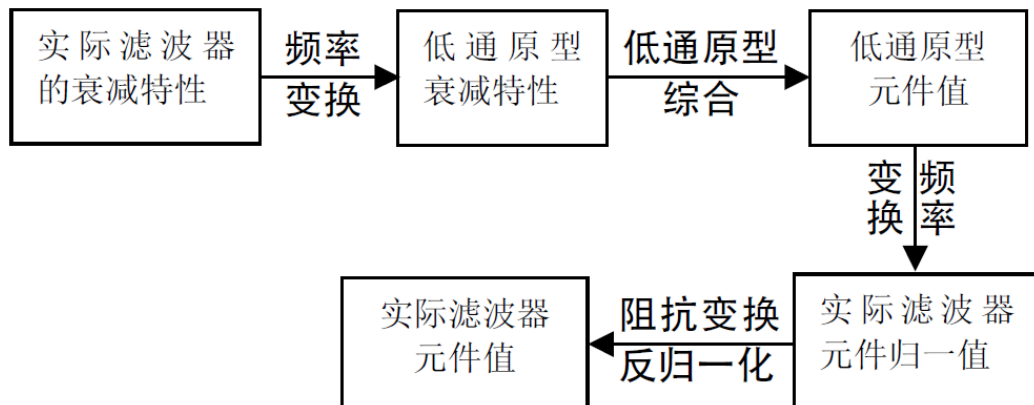
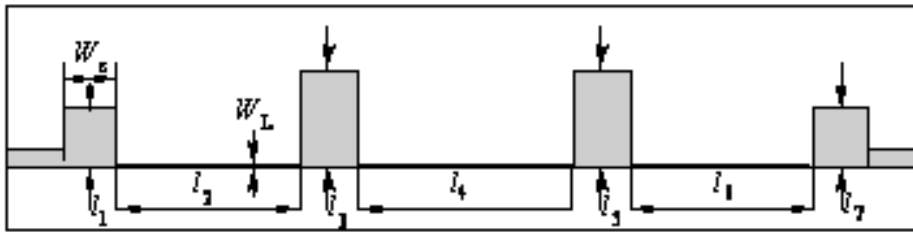
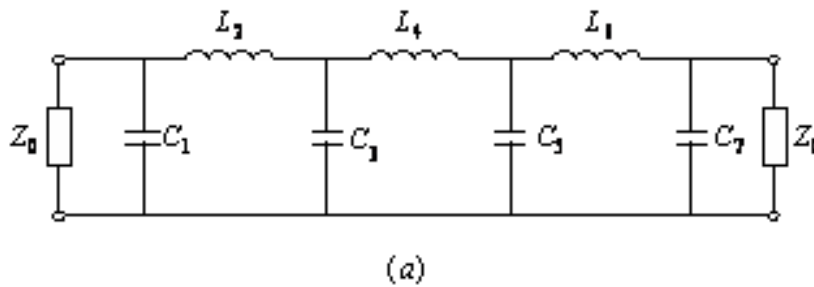



图 2.2 滤波器设计步骤


三、实验内容

1. 对下面结构的微带支节低通滤波器的两种设计进行原理图和版图仿真，并分析其特性。



基板($\epsilon_r=10.8$, $h=1.27$ mm) $W_c=5$ mm	$l_1=l_7$	$l_2=l_6$	$l_3=l_5$	l_4
设计 1($W_L=0.1$ mm)	5.86 mm	13.32 mm	9.54 mm	15.00 mm
设计 2($W_L=0.2$ mm)	5.39 mm	16.36 mm	8.67 mm	18.93 mm

微带线控件: 

考虑终端效应的终端开路微带分支线控件: 

2. 设计一个 5 节高低阻抗线微带低通滤波器:

截止频率 1.5GHz, 在 2.5GHz 处插入损耗大于 20dB, 滤波器阻抗为 50W, 高阻抗线为 90W, 低阻抗线为 10W。

板材参数:

H: 基板厚度 (1.5 mm),

Er: 基板相对介电常数 (2.65)

Mur: 磁导率 (1),

Cond: 金属电导率 (5.88E+7)

Hu: 封装高度 (1.0e+33 mm), T: 金属层厚度 (0.035 mm)

TanD: 损耗角正切 (1e-4),

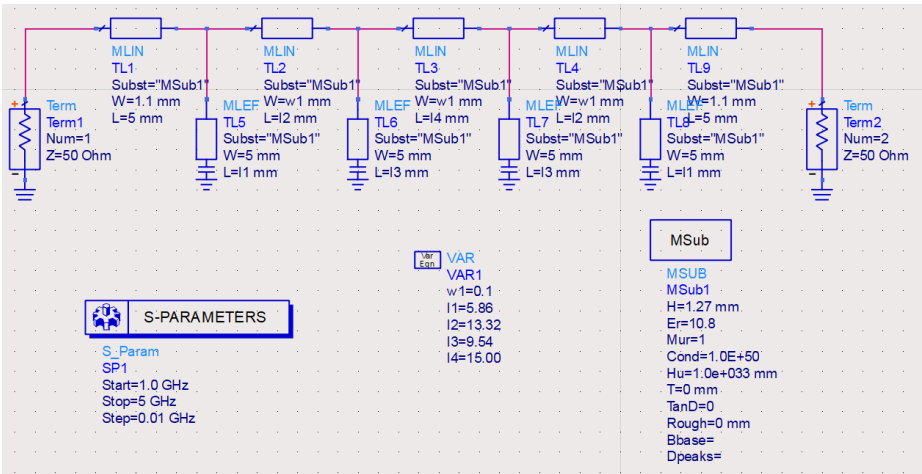
Rough: 表面粗糙度 (0 mm)

四、实验步骤

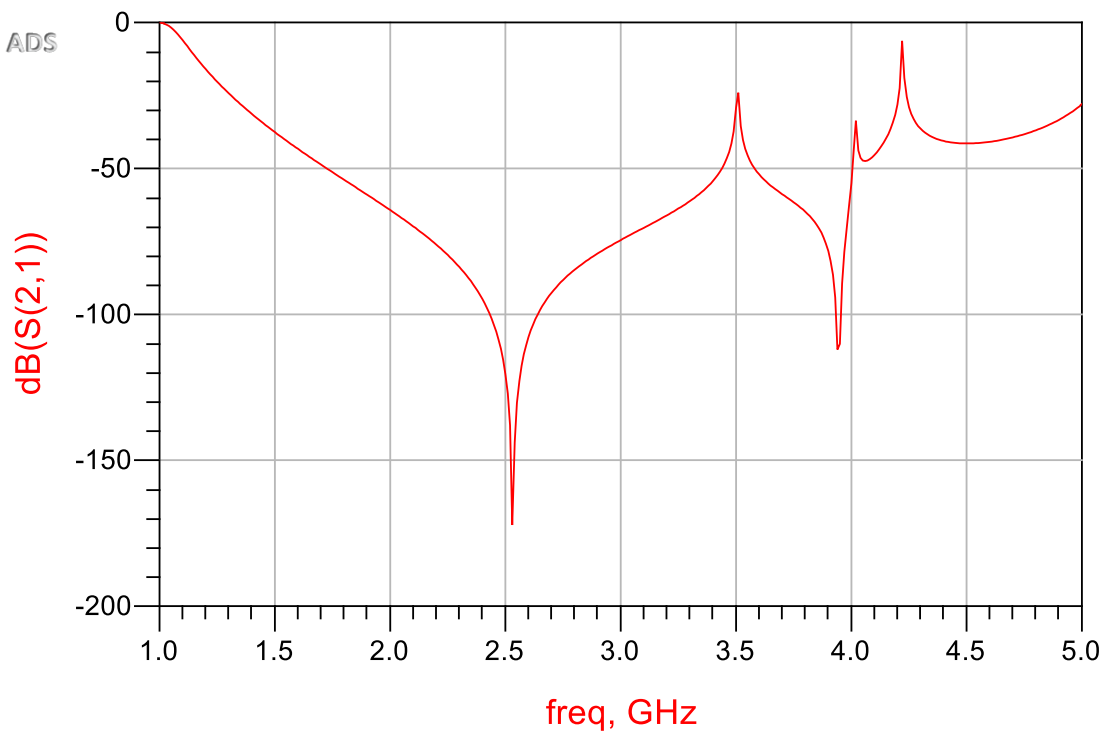
作业 1:

1. 设计 1 原理图及仿真

原理图：

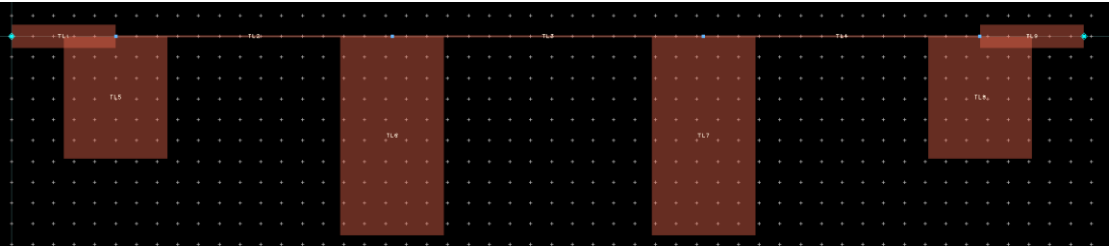


仿真结果：

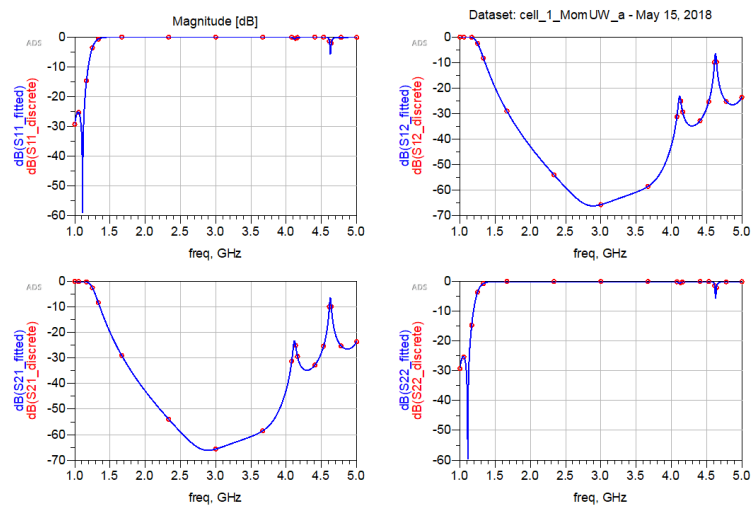


2. 设计 1 版图及仿真

版图：



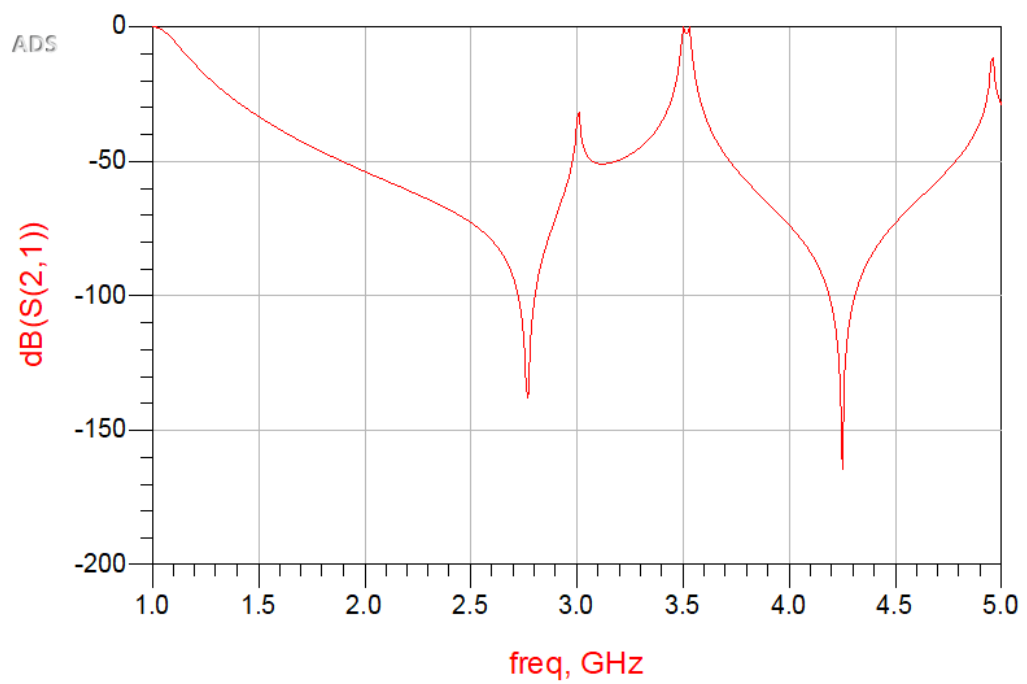
仿真结果:



3. 设计 2 原理图及仿真

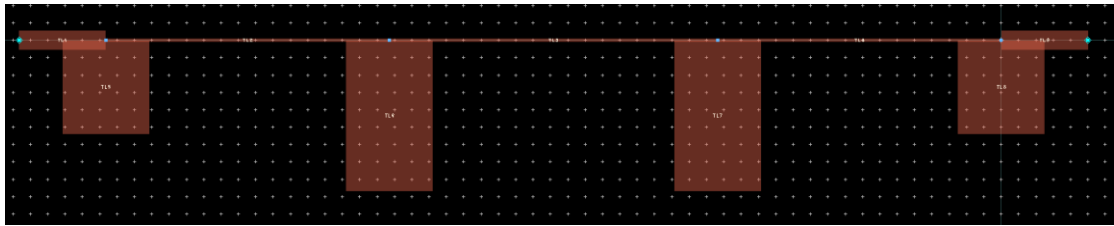
设计 2 原理图与设计 1 类似，只是修改了部分参数。

仿真结果:

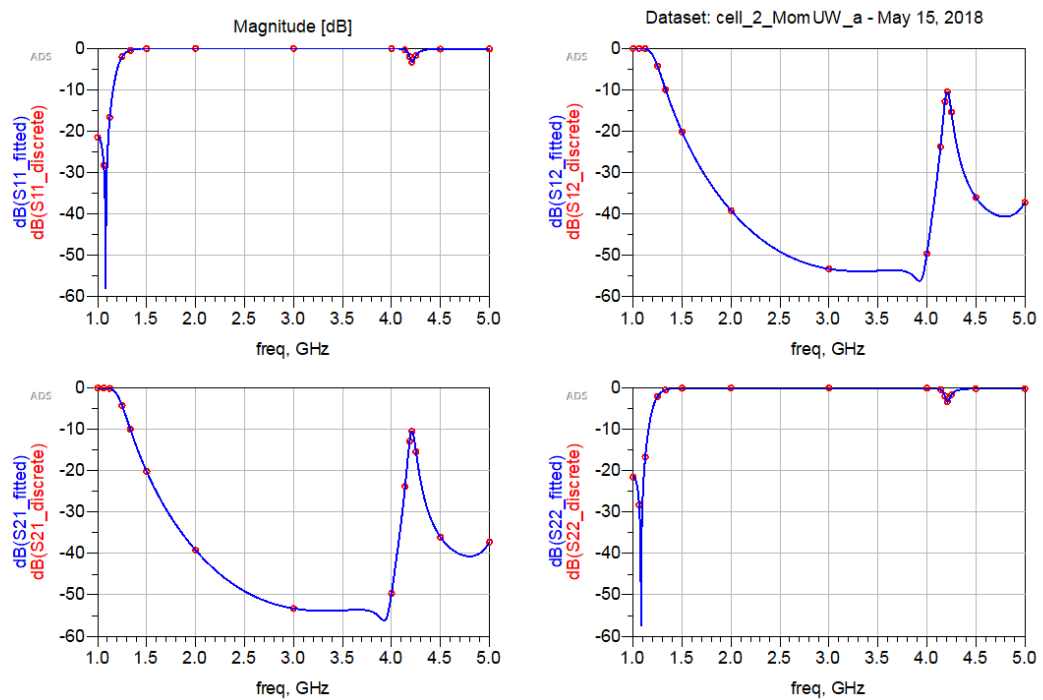


4. 设计 2 版图及仿真

设计 2 版图:



版图仿真结果:

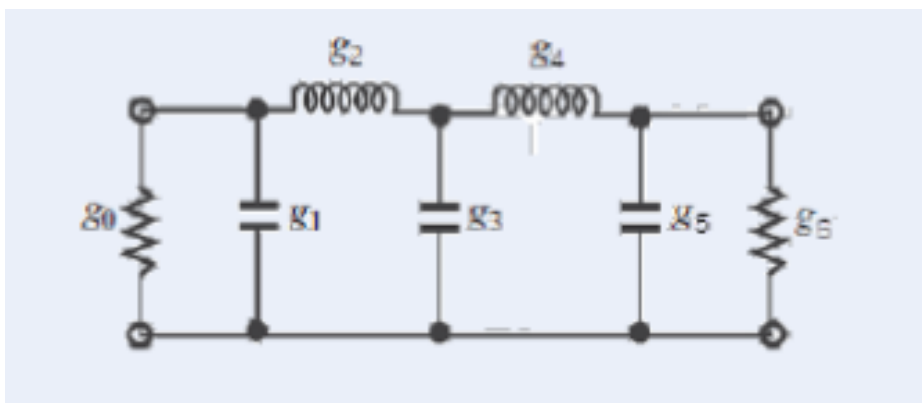


可以看出, 设计 1 截止频率在 2.5GHz, 设计 2 截止频率位于 2.7GHz.

设计 1 的衰减特性更优。

作业 2:

5 阶高低阻抗线微带低通滤波器原理图如下:



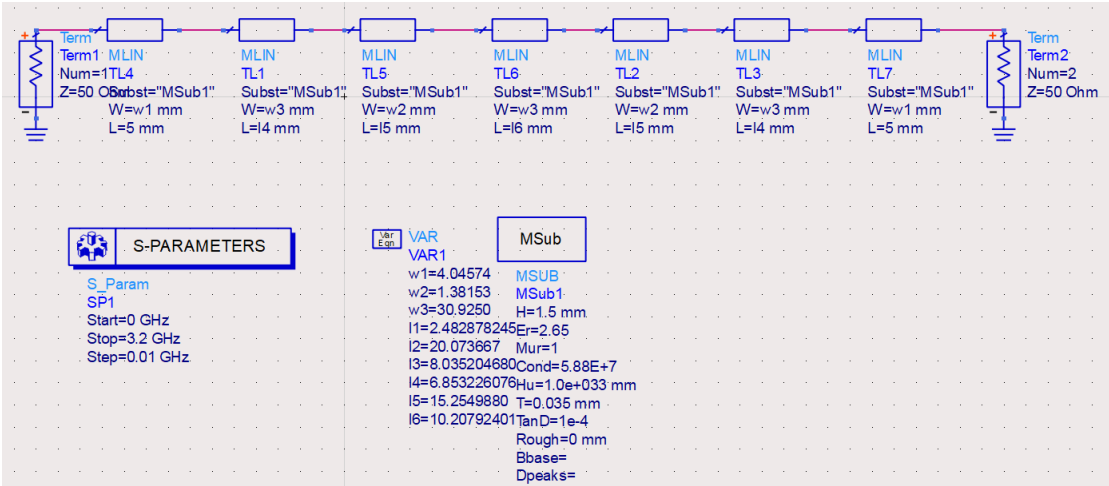
根据题目中的指标要求，利用 LineCalc 计算工具算得微带线线宽。

在根据网上资料，得到

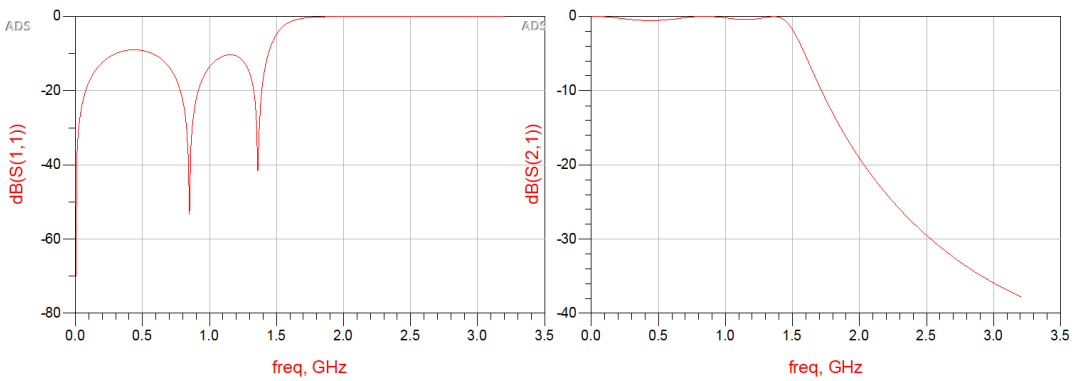
$$g_1 = g_5 = 1.714, \quad g_2 = g_4 = 1.228, \quad g_3 = 2.539$$

由上述参数可得高低阻抗线的线长。

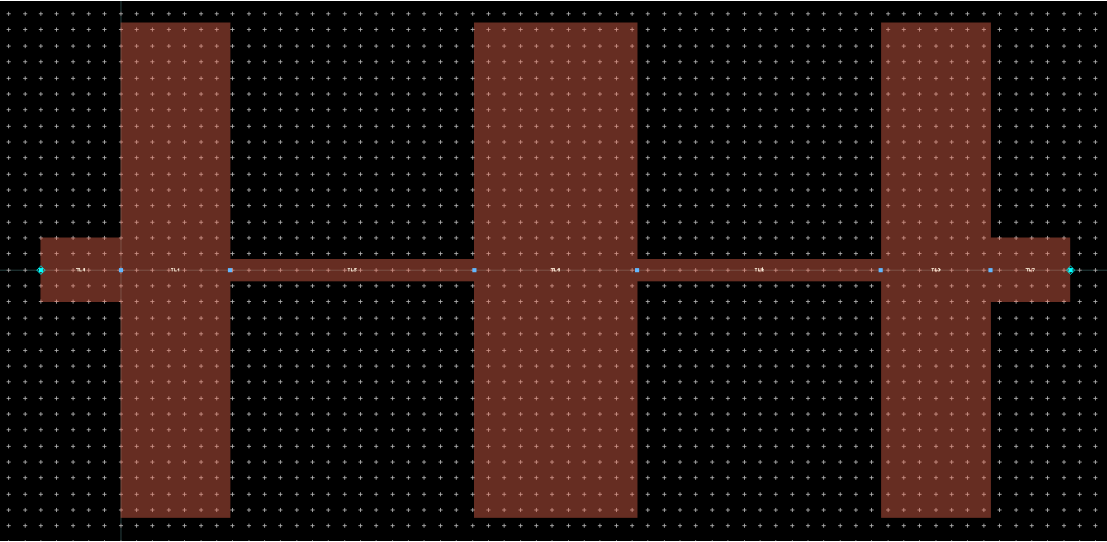
之后就可以绘制原理图：



仿真结果：



生成版图：



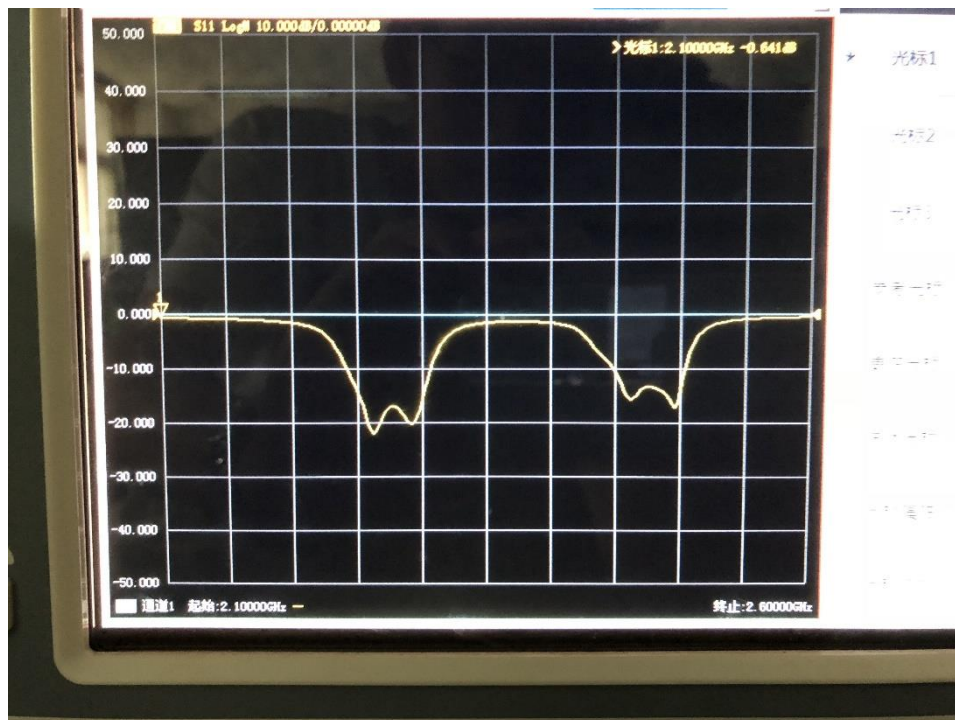
五、 课堂滤波器测量结果

测量表格如下：

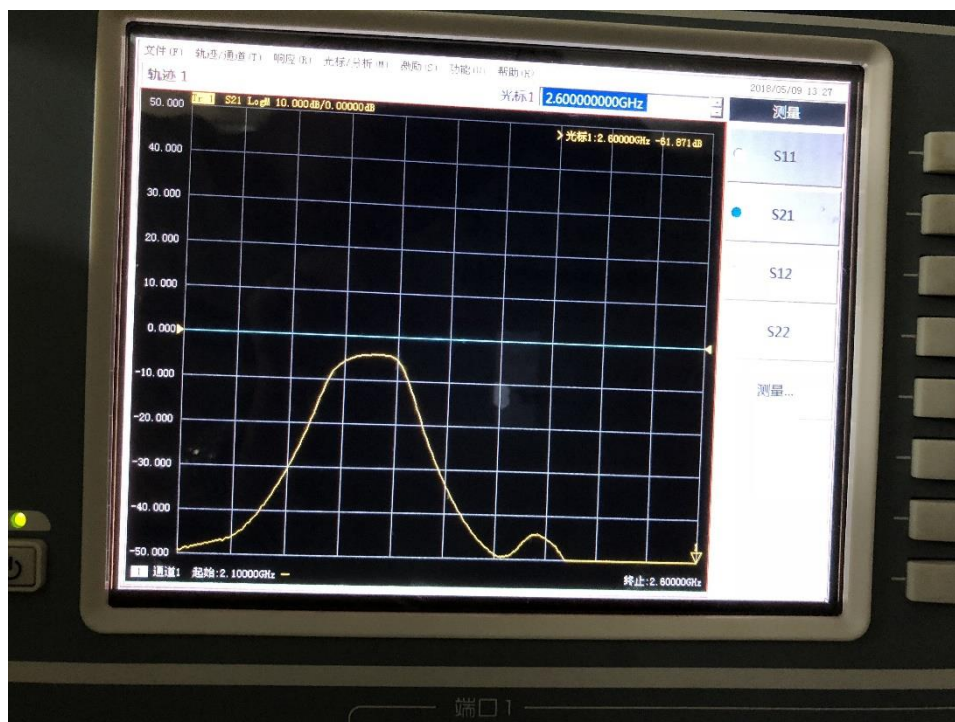
频率 (GHz)	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6
		5		5	6	8	9	0	1	3	5		5	6	8		5	
回 损	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S11	0.6	0.8	1.5	13.	17.	20.	19.	15.	7.3	2.3	1.4	1.4	10.	15.	13.	13.	0.8	0.4
(dB)	87	30	65	664	953	661	433	401	53	73	49	75	306	801	171	597	43	77
频 响	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(dB)	0.0	0.0	2.1	16.	21.	19.	19.	15.	9.7	4.3	2.6	2.5	10.	12.	11.	11.	1.9	0.2
	01	09	08	021	931	654	998	598	65	52	51	34	000	103	981	021	98	51
相移	-	155	60	-	-	122	1.3	0	-	-	-	128	42.	31.	-	65.	-	40.
	140			120	178				28.	118	180		3	4	171	3	165	2
									7						.2		.3	
频 响	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(dB)	50.	48.	45.	39.	40.	48.	49.	50.	50.	44.	31.	8.7	10.	40.	8.6	32.	48.	50.
	0	7	86	12	00	54	92	0	0	2	2	5	0	2	7	07	72	02
相移	-	-	-	-	-	100	-	81.	-	102	28.	-	100	-	163	119	95.	72.
	102	130	110	153	150	.98	33.	56	170	.56	82	88.	.	90.	.57	.77	50	65
	.32	.53	.82	.21	.92		23		.65			63	33	21				

支路 1 的中心频率为 2.276GHz，， 3dB 带宽为 62MHz；
支路 2 的中心频率为 2.476GHz， 3dB 带宽为 52MHz。

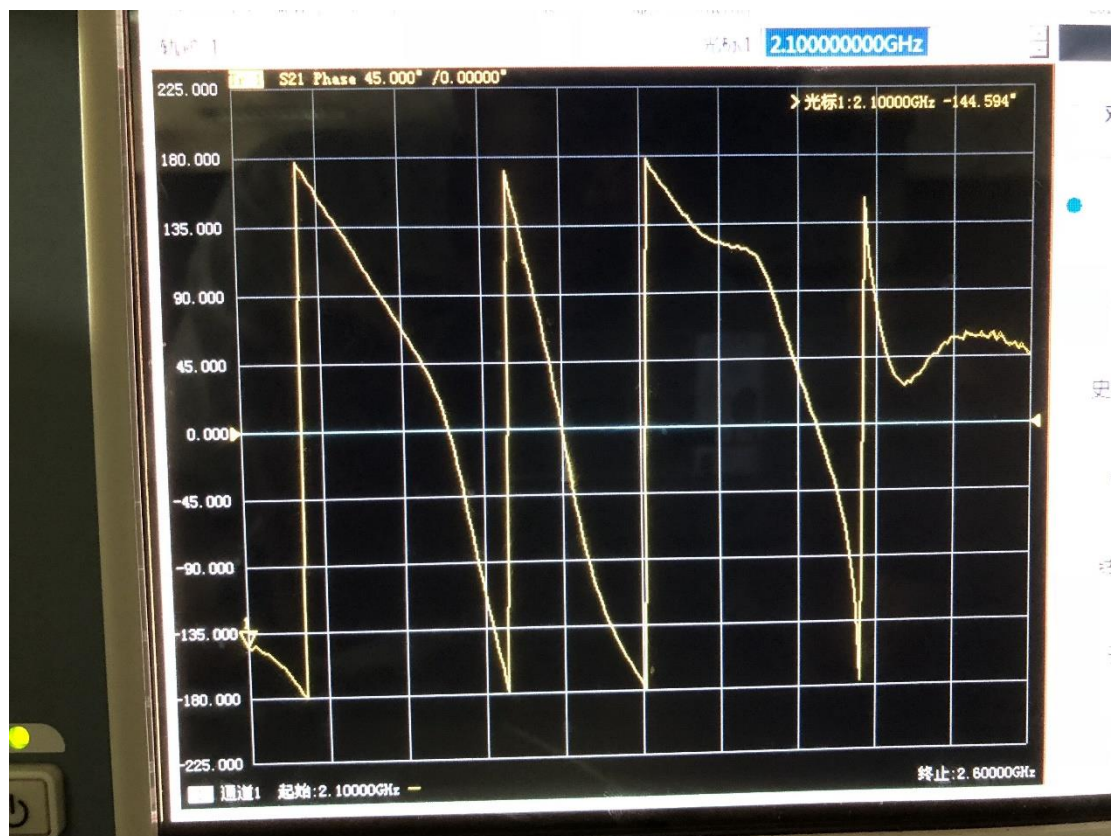
回损:



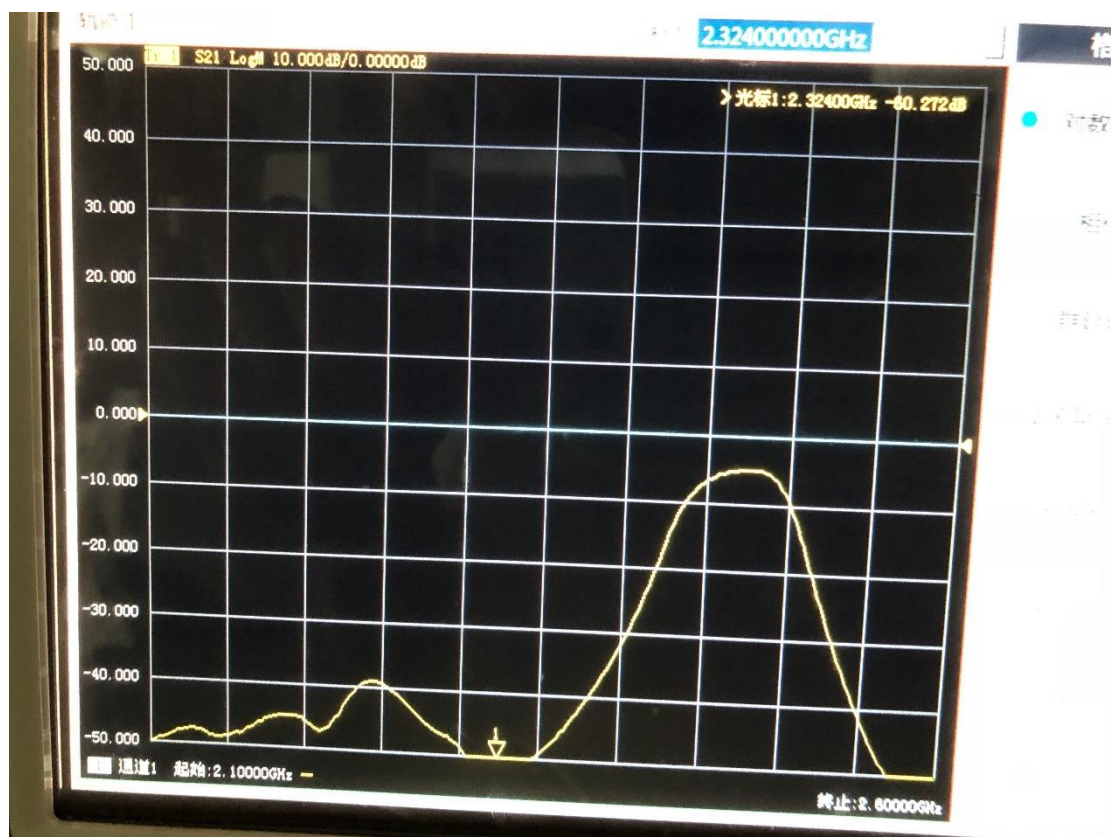
支路 1 频响:



支路 1 相移:



支路 2 频响:



支路 2 相移:

