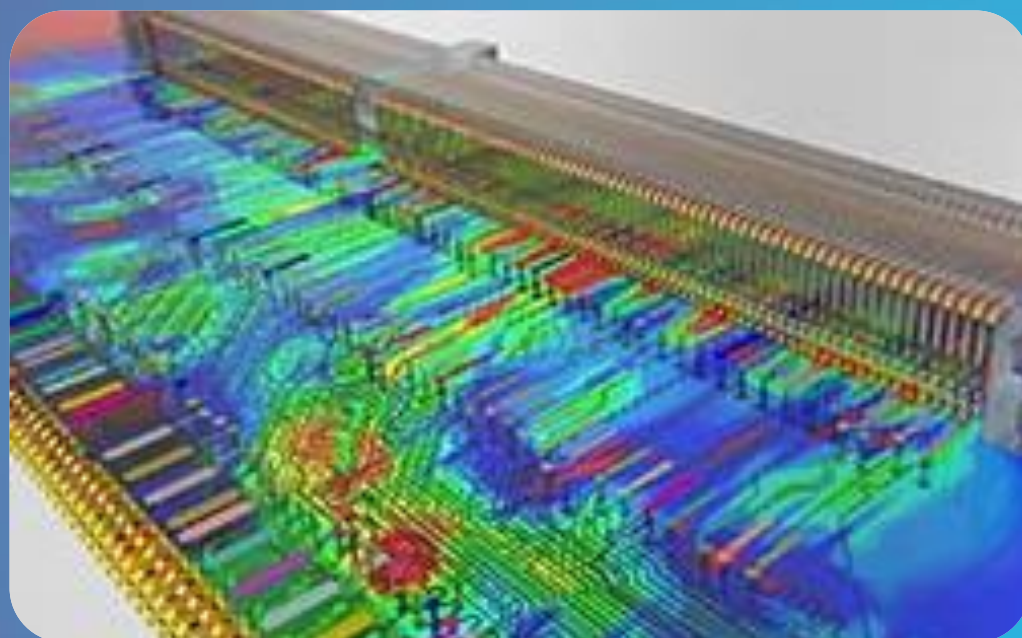




ANSYS HFSS在信号完整性仿真的应用

艾迪捷信息科技（上海）有限公司

IDA J-CHINA

高频电磁场技术经理 刘捷

目录

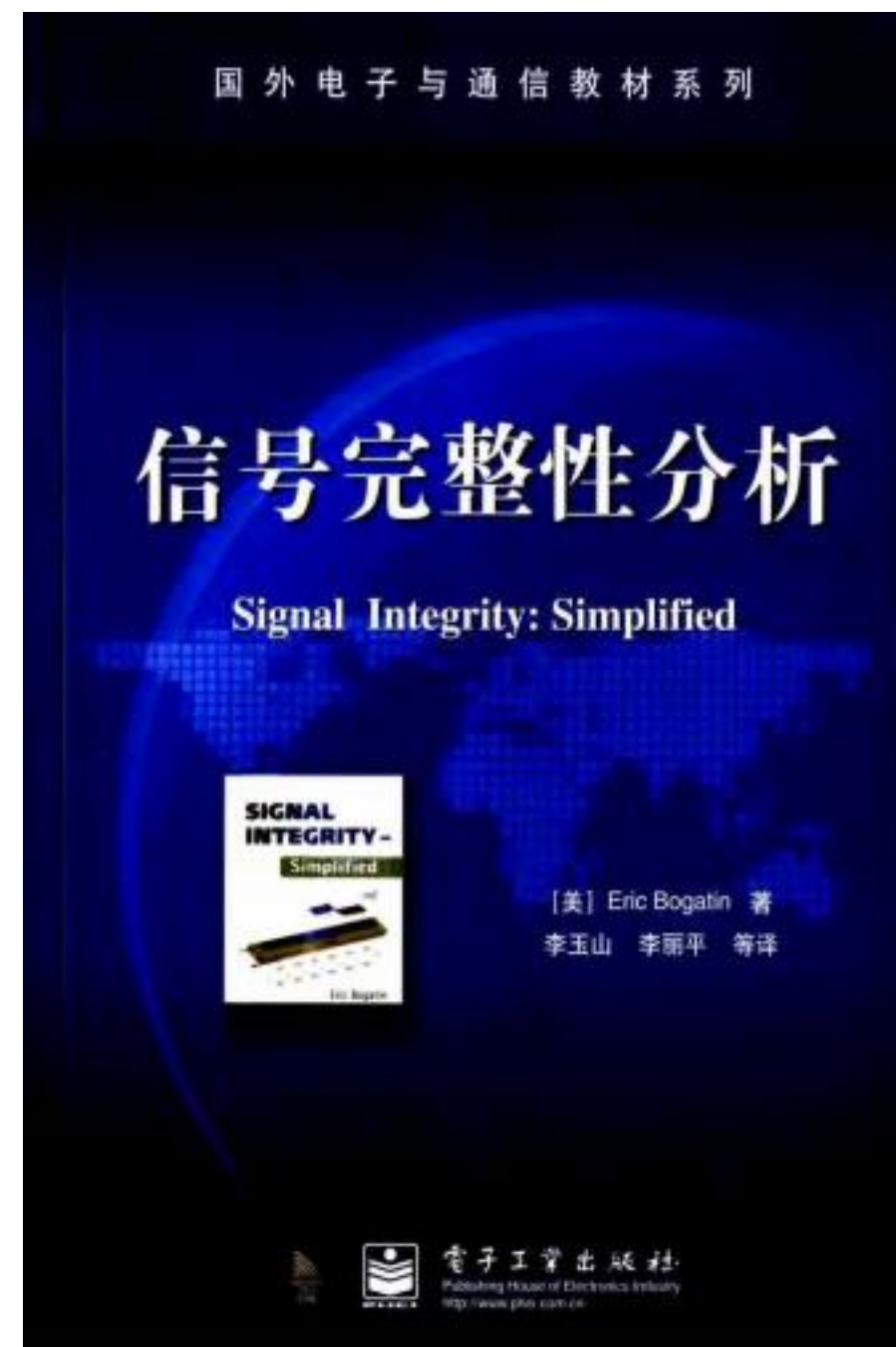
1. 信号回流重要性
2. HFSS仿真介绍
3. 仿真案例

信号完整性分析重要性

“有两种设计师，一种是已经遇到了信号完整性问题，另一种是即将遇到信号完整性问题。”

——某公司的一条警告

随着时钟频率的提高，确定和解决信号完整性问题已越来越关键。成功属于那些精通信号完整性并能采取高效的设计过程消除这些问题的公司。只有运用新设计规则、新技术和新分析工具，才能实现高性能的设计并日益缩短研发周期。



回流的概念



传输线由任意两条有一定长度的导线组成。其中一条标记为信号路径，另一条为返回路径

不再使用“地”这个词

通常，我们将传输线的返回路径当做地线。

提示 将第二条线当做地，所引出的问题要比解决的问题多得多。相反，使用返回路径是一个良好的习惯。

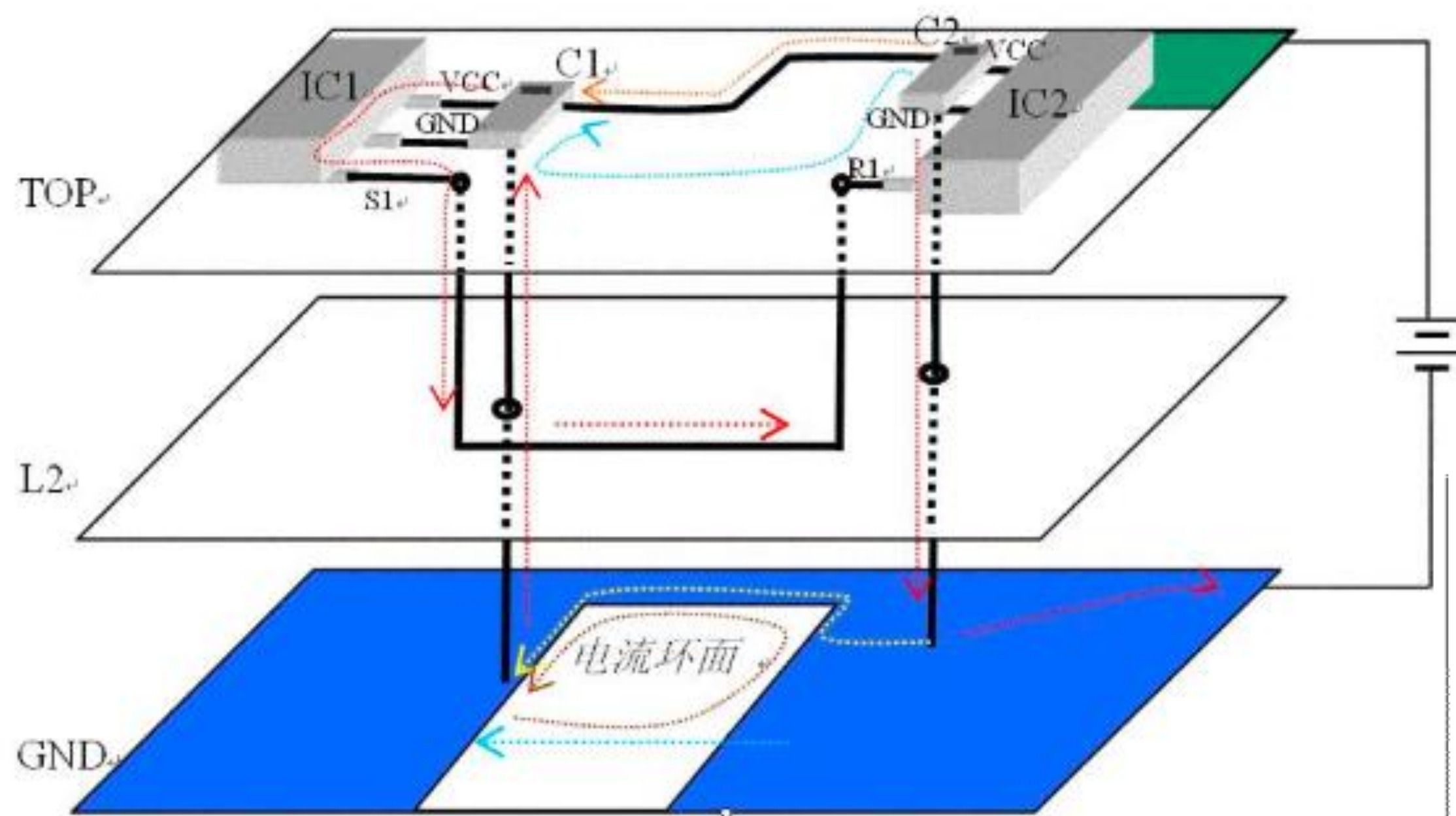
回流的概念

高频时，信号路径和返回路径的回路电感要最小化，这就意味着只要导体的情况允许，返回路径会尽量靠近信号路径分布。

再者，由返回电流并不能得到返回路径的绝对电压值。实际中，返回路径有时是个电压平面，如 V_{cc} 或 V_{dd} 平面，而有时是一个低电压平面。在原理图中，我们将它标记为地节点，且与传输线中传播的信号完全无关。从现在开始称返回路径，将来就会免除很多问题。

理解了回流，你就拿到了信号完整性入门的钥匙。

回流引起的问题

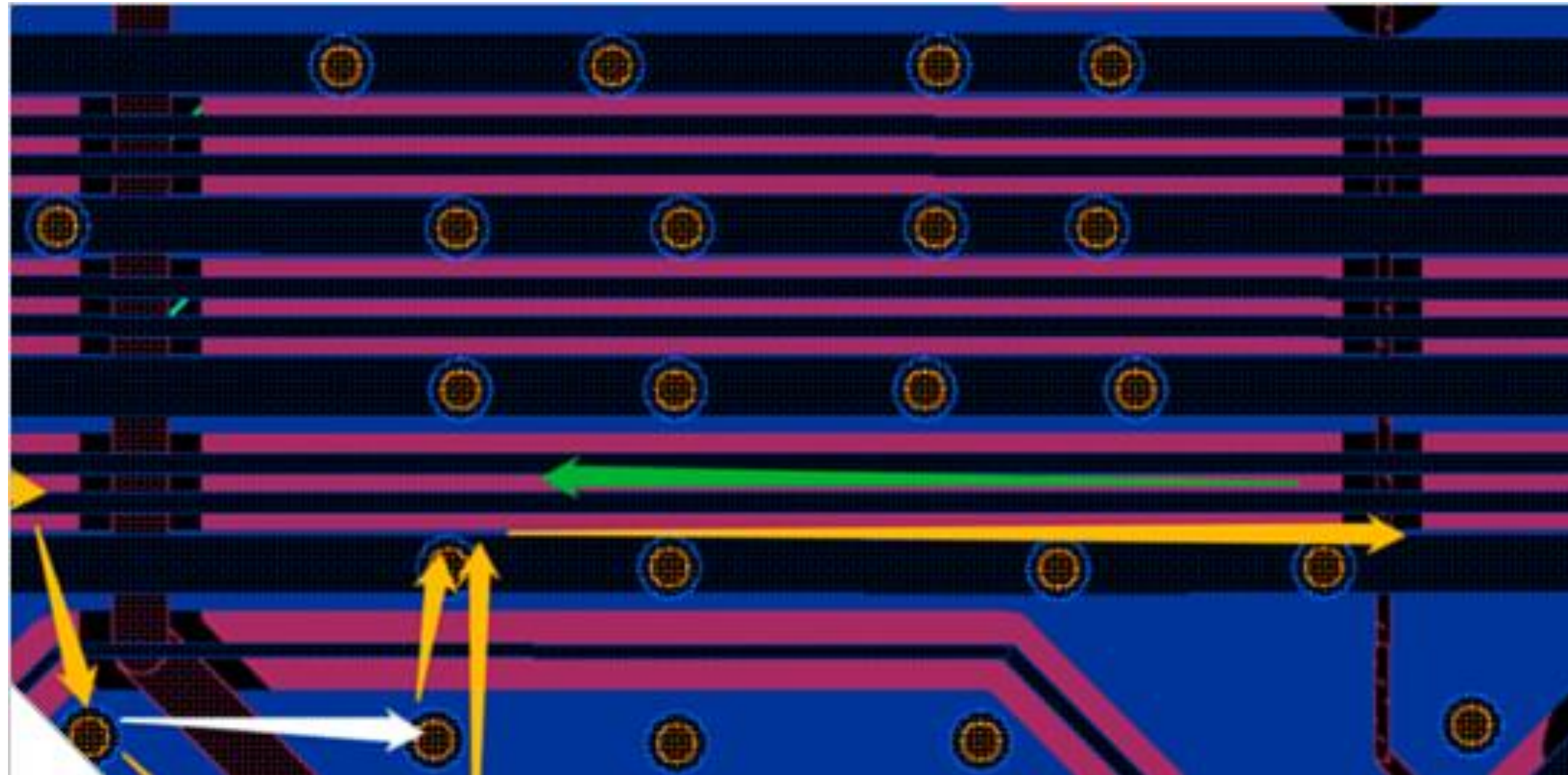


- 1、时序
- 2、噪声
- 3、电磁干扰 (EMI)

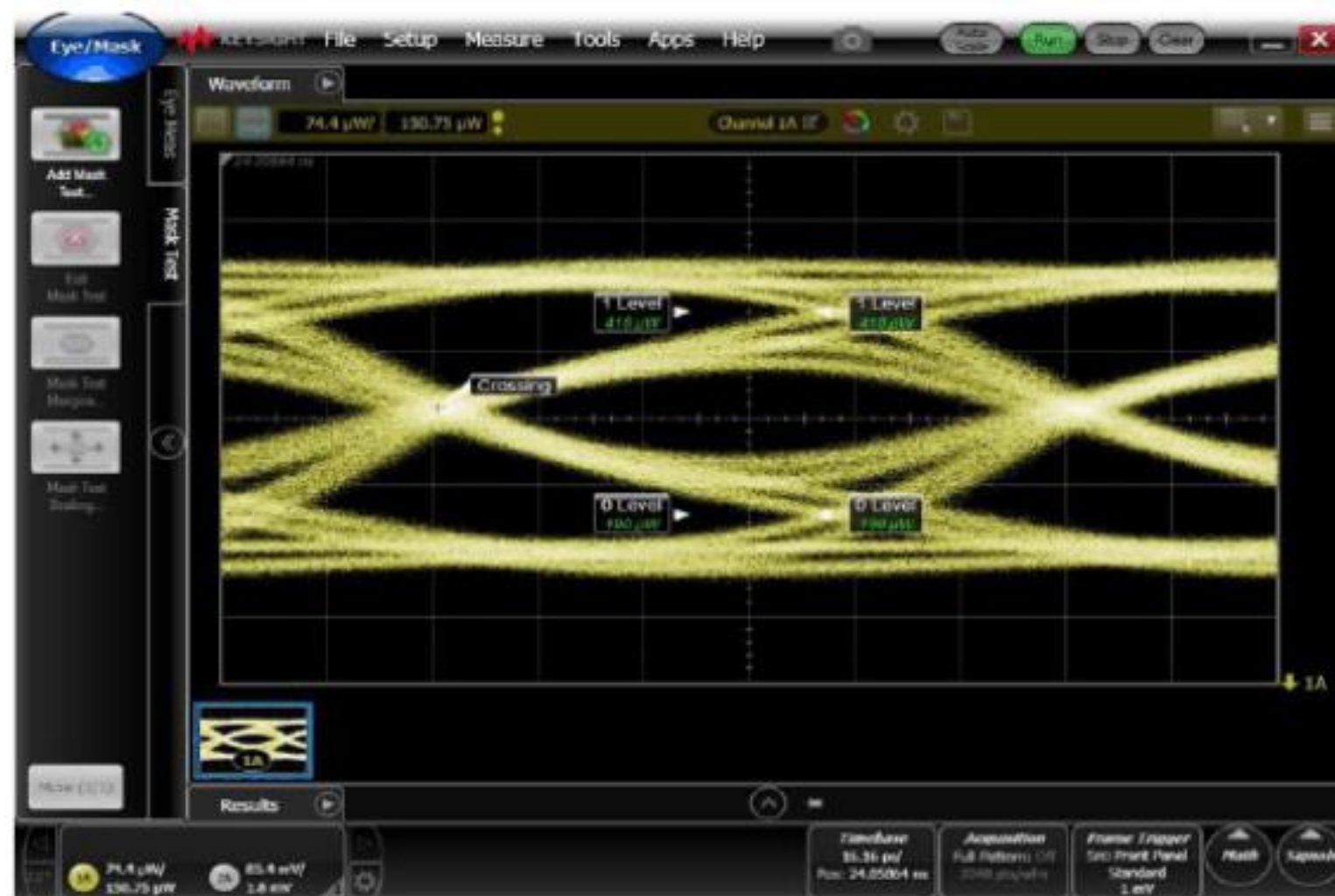
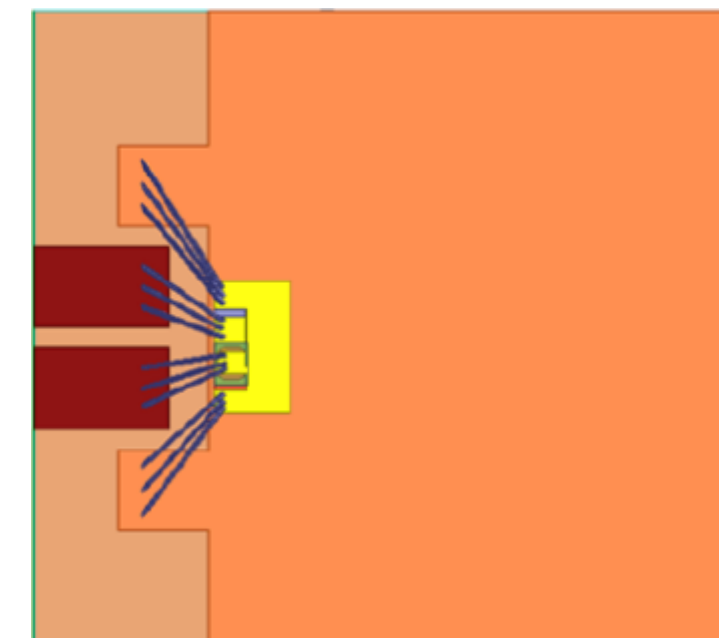
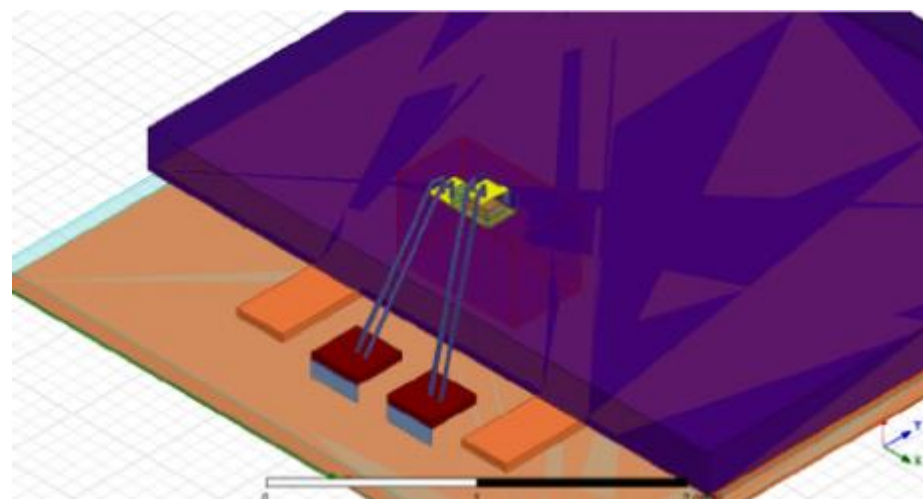
终端	辐射	线时延	寄生参数	电容
衰减	非单调边缘	电源和地分配	电磁干扰/电磁兼容	负载线
地弹	趋肤深度	振铃	灵敏度	关键网络
电感			有损线	信号完整性
			上升边退化	电阻压降
模式转换		返回电流路径		串扰
传输线		阻抗突变		布线长度
下冲、过冲		Δ 噪声		平面间间隙
		阻抗延迟		反射
				色散

信号完整性效应的组合列表看似是由这些术语组成的随机集合，没有固定模式

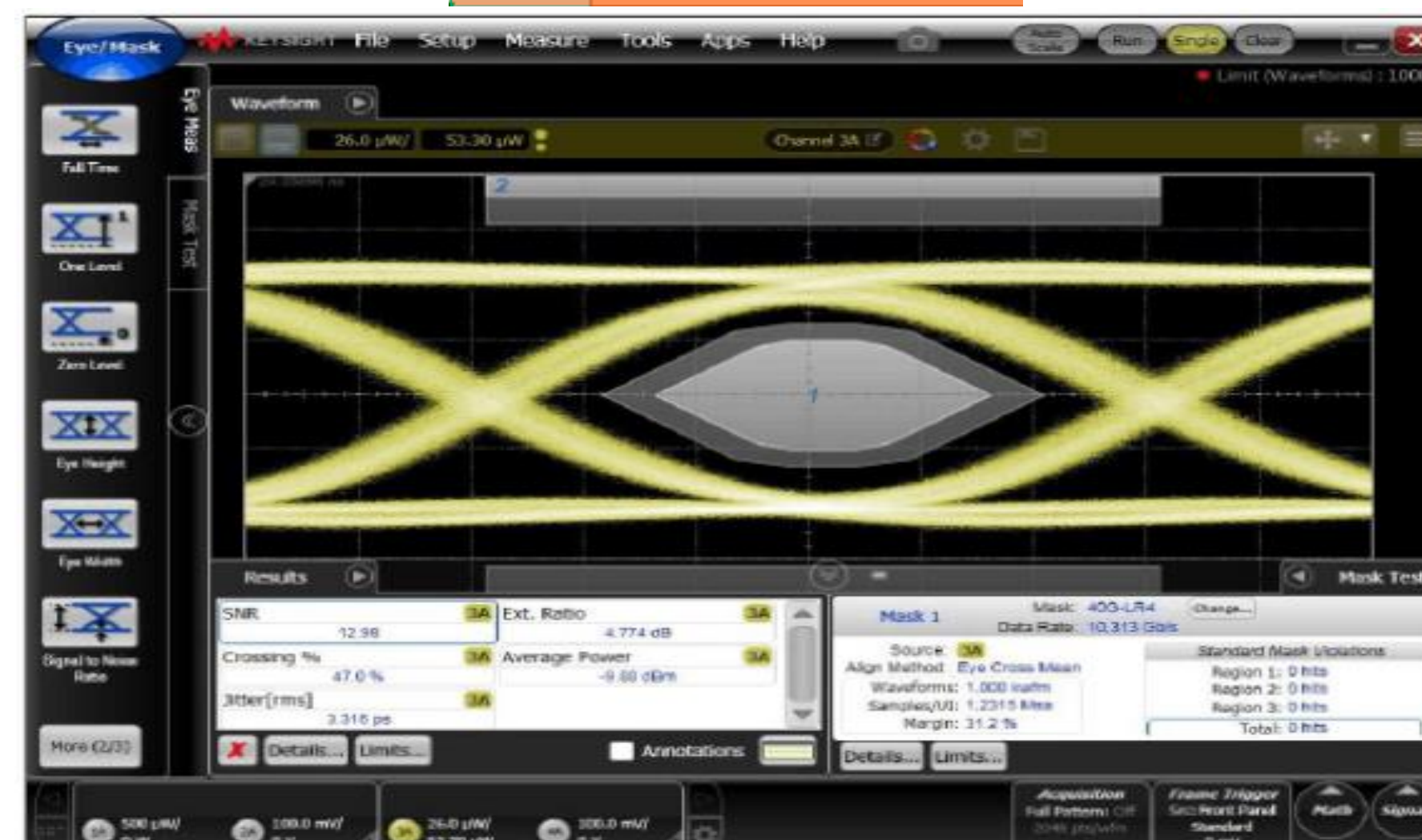
回流引起的问题



回流引起的问题

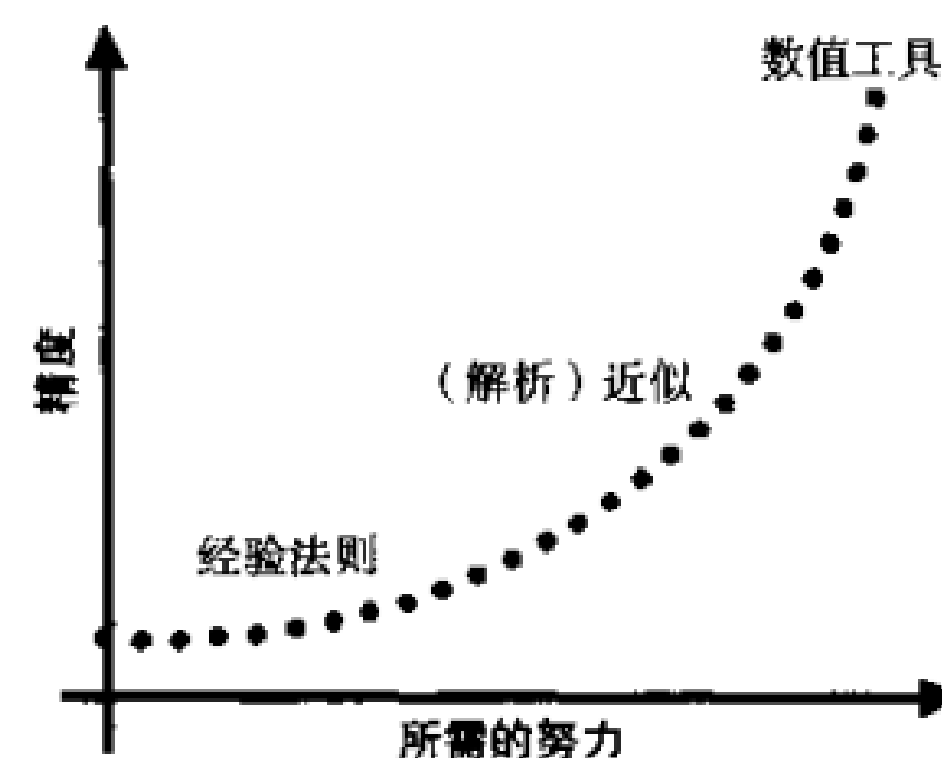


优化前眼图



优化后眼图

数值仿真在信号完整性中的作用



信号完整性问题的十个基本原则

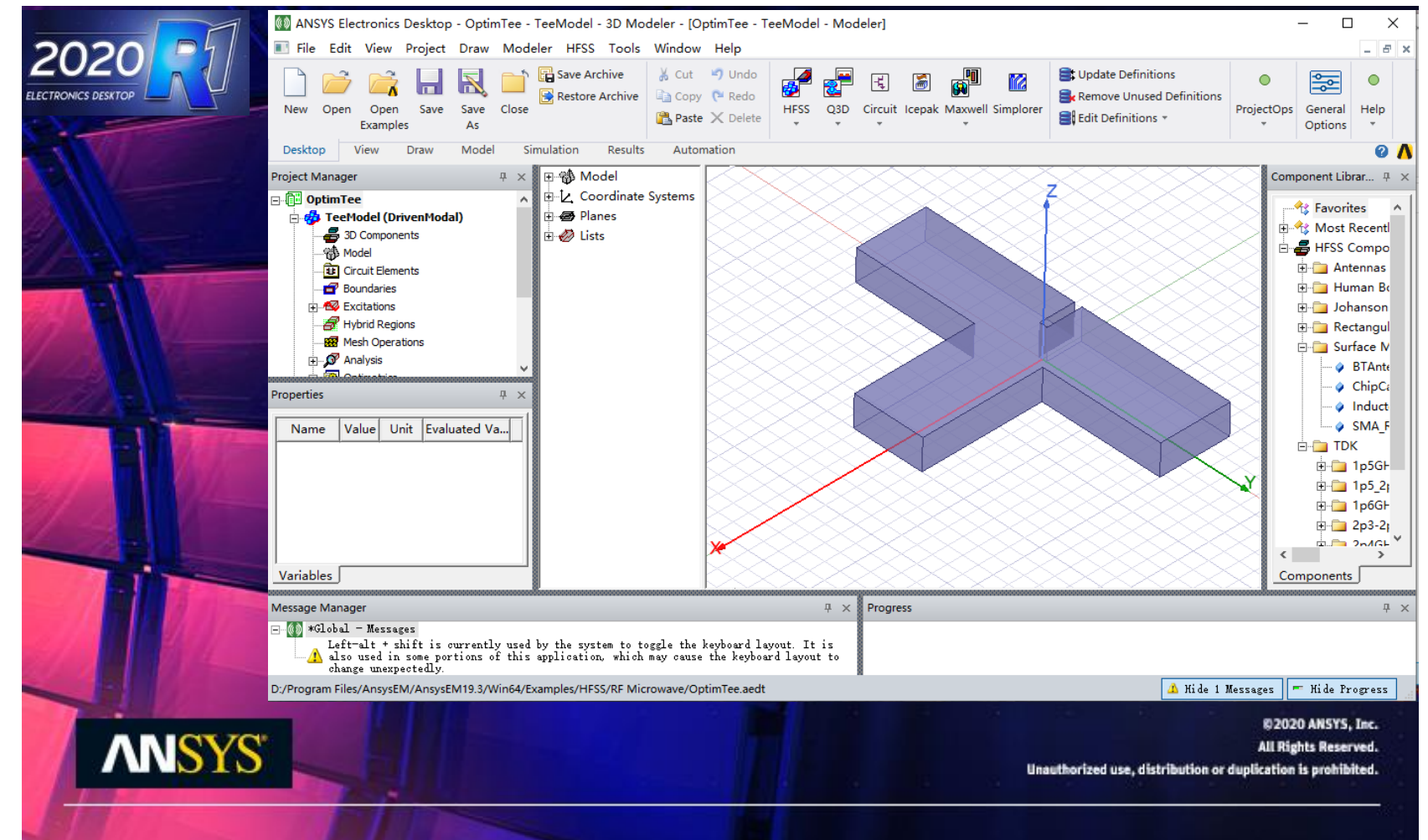
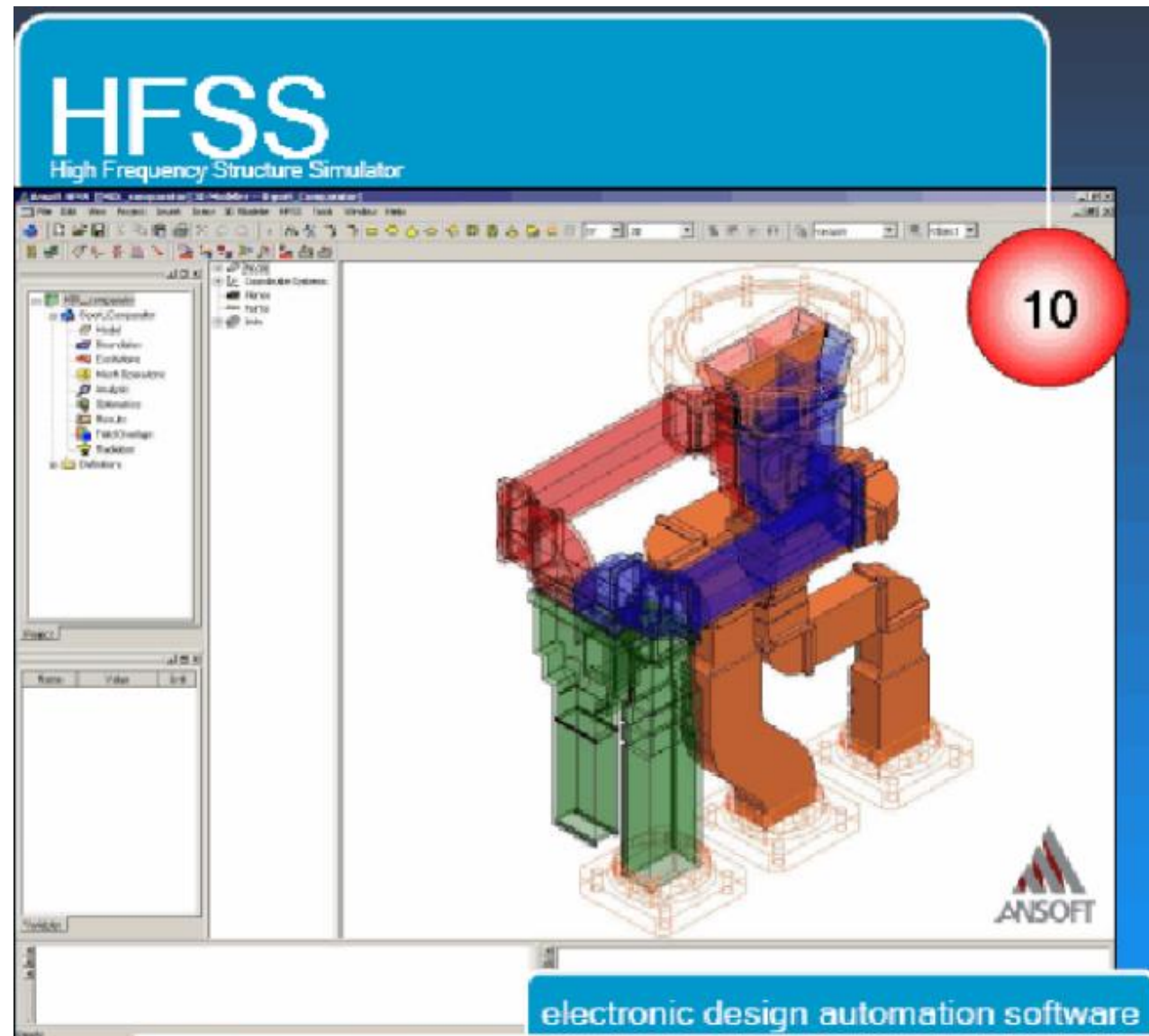
1. 提高高速产品设计效率的关键是：充分利用分析工具来实现准确的性能预测；使用测量手段来验证设计过程、降低风险、提高设计工具的可信度。
2. 将问题实质与表面现象剥离开来的唯一可行的途径就是采用经验法则、解析近似、数值仿真技术或者测量工具来获得数据，这是工程实践的本质要素。
3. 任何一段互连线，不论线长和形状如何，也不论信号的上升时间如何，都是一个由信号路径和返回路径构成的传输线。一个信号在沿着互连线前进的每一步中，都会感受到一

目录

1. 信号回流重要性
2. HFSS仿真介绍
3. 仿真案例

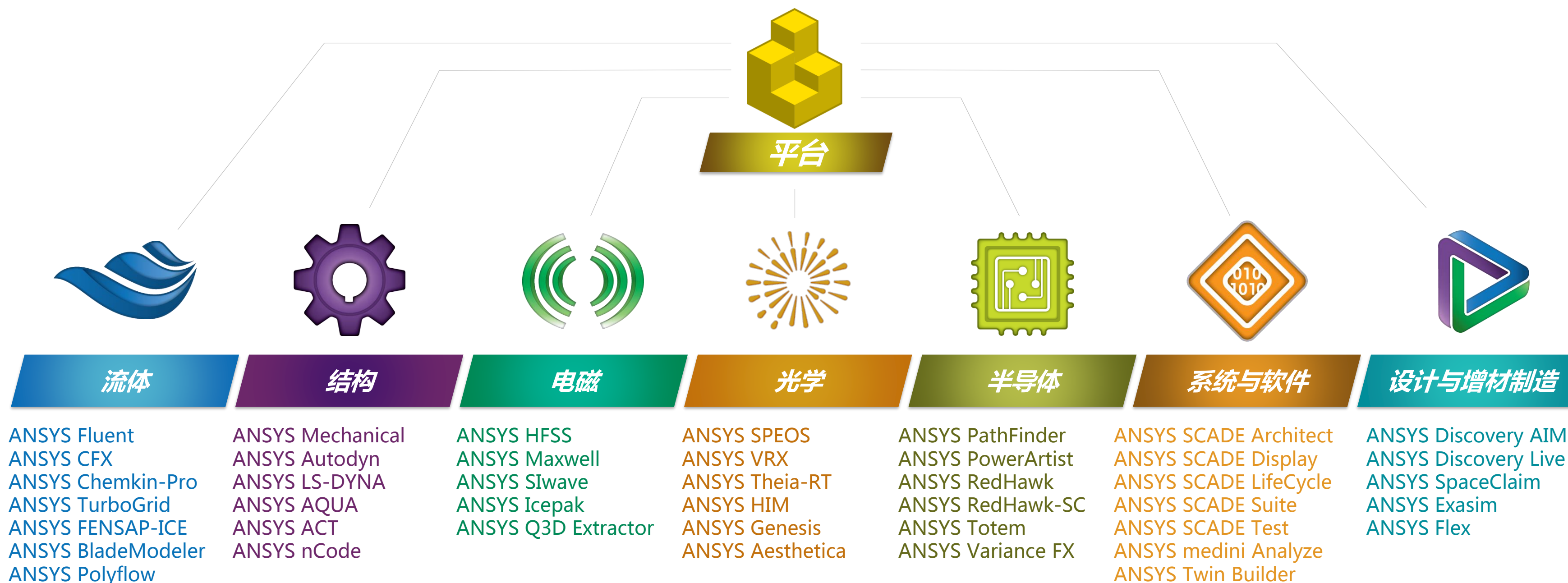
HFSS发展历程

HFSS-High Frequency Structure Simulator软件由美国Ansoft公司开发的世界上第一个商业化的三维结构电磁场仿真软件，业界公认的三维电磁场设计和分析的电子设计专用软件。HFSS是一种基于物理原型的仿真软件。



ANSYS独有的跨越所有物理域的仿真技术和平台

- 与通行的工业设计流程相结合，虚拟仿真与实物相结合，实现业务标准规范与平台支撑
- 应对复杂环境，实现高精度仿真，覆盖多学科，多物理耦合，实现仿真自动化、规范化

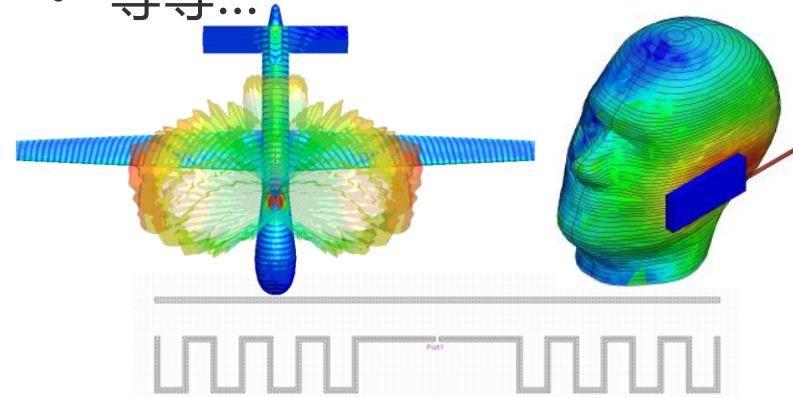


HFSS应用领域广泛

HFSS是一款针对任意三维结构的全波高频电磁场仿真工具。它的核心价值在于向用户提供基于自适应网格剖分技术的高精度求解。

计算能力

- 端口网络参数(S, Z, Y)
- 场分布
- 辐射方向图
- 等效电路抽取
- 等等...



天线

算法模块

HFSS:

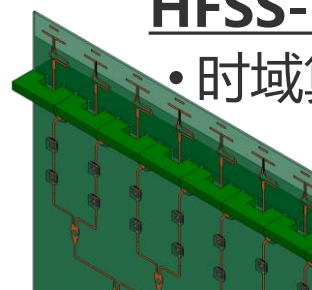
- 有限元法 (FEM)

HFSS-IE Solver:

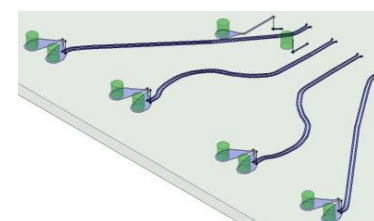
- 积分方程法 (IE)
- 混合算法 (Hybrid FEM-IE-PO)
- 物理光学法 (PO)

HFSS-TR Solver:

- 时域算法 (DGTD)

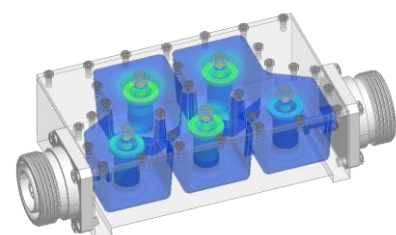


微波系统

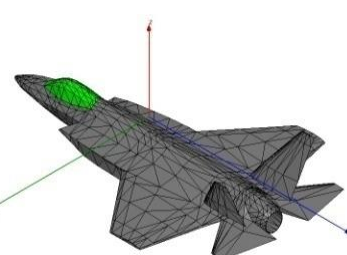


PCBs

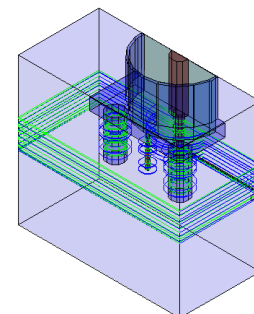
- **天线**：智能产品、蓝牙、WiFi、RFID、手机/无线终端；
- **射频微波**：卫星通信、国防、雷达和RCS；
- **SI/PI**：IC、封装、PCB、连接器
- **EMI/EMC**: 分析设备自身产生的电磁干扰及与其他设备的共存
- **生物医疗**：MRI、人体特定吸收率 (SAR)



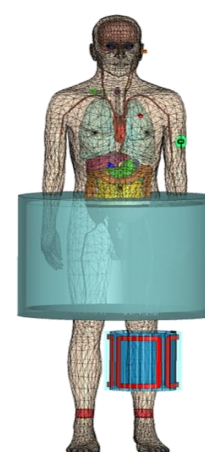
微波器件



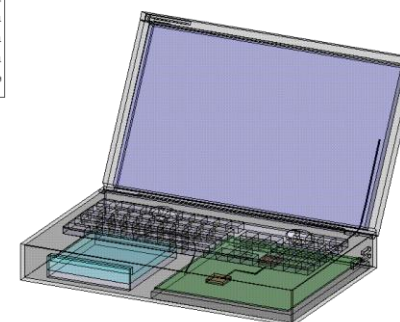
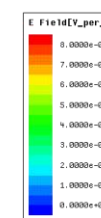
RCS



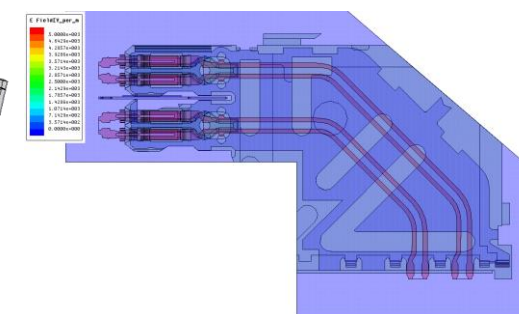
互连器件



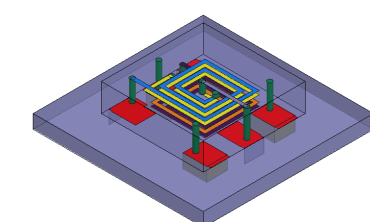
生物医疗



EMI

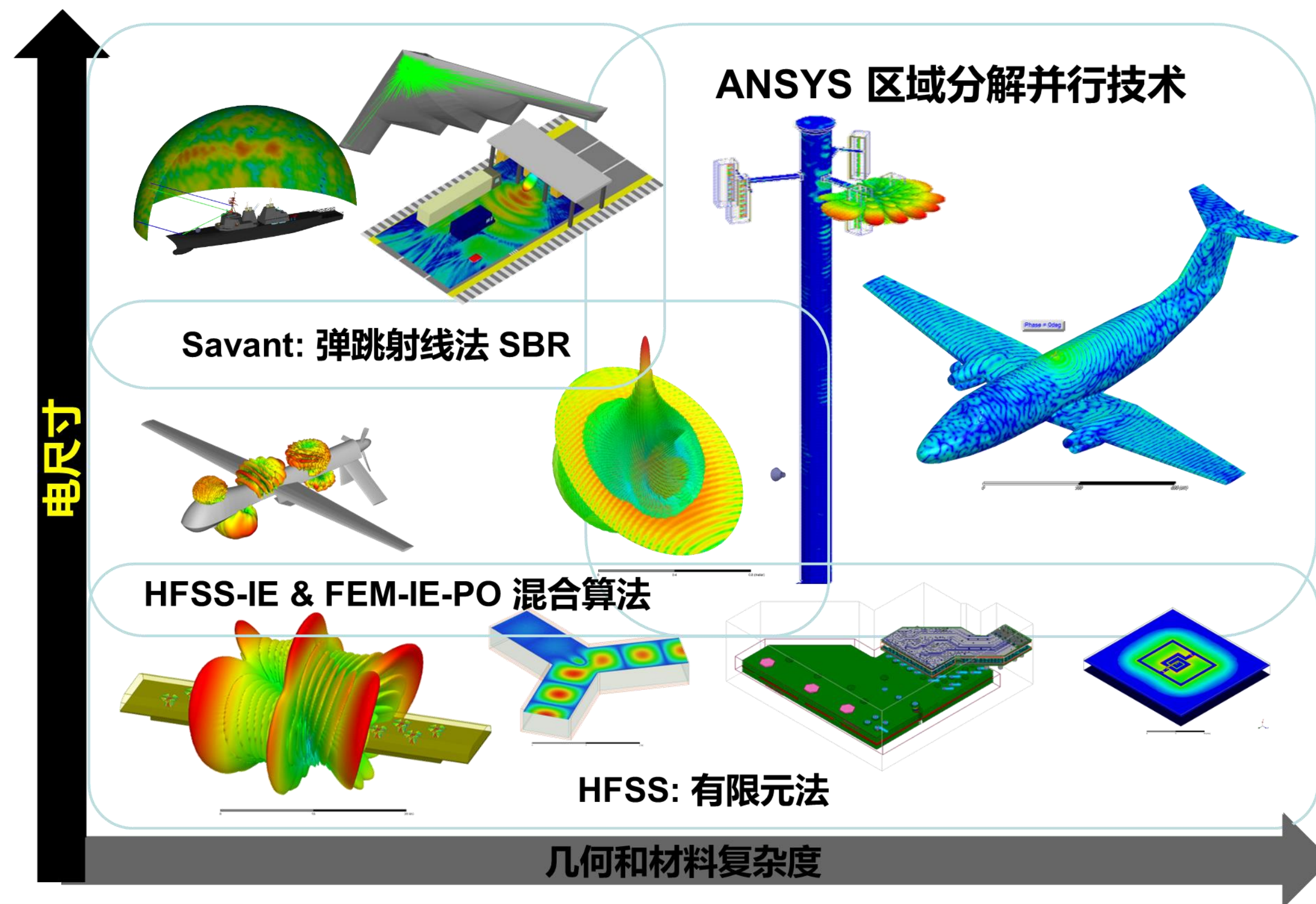


高速通道



片上元件

HFSS算法



HFSS自适应网格技术

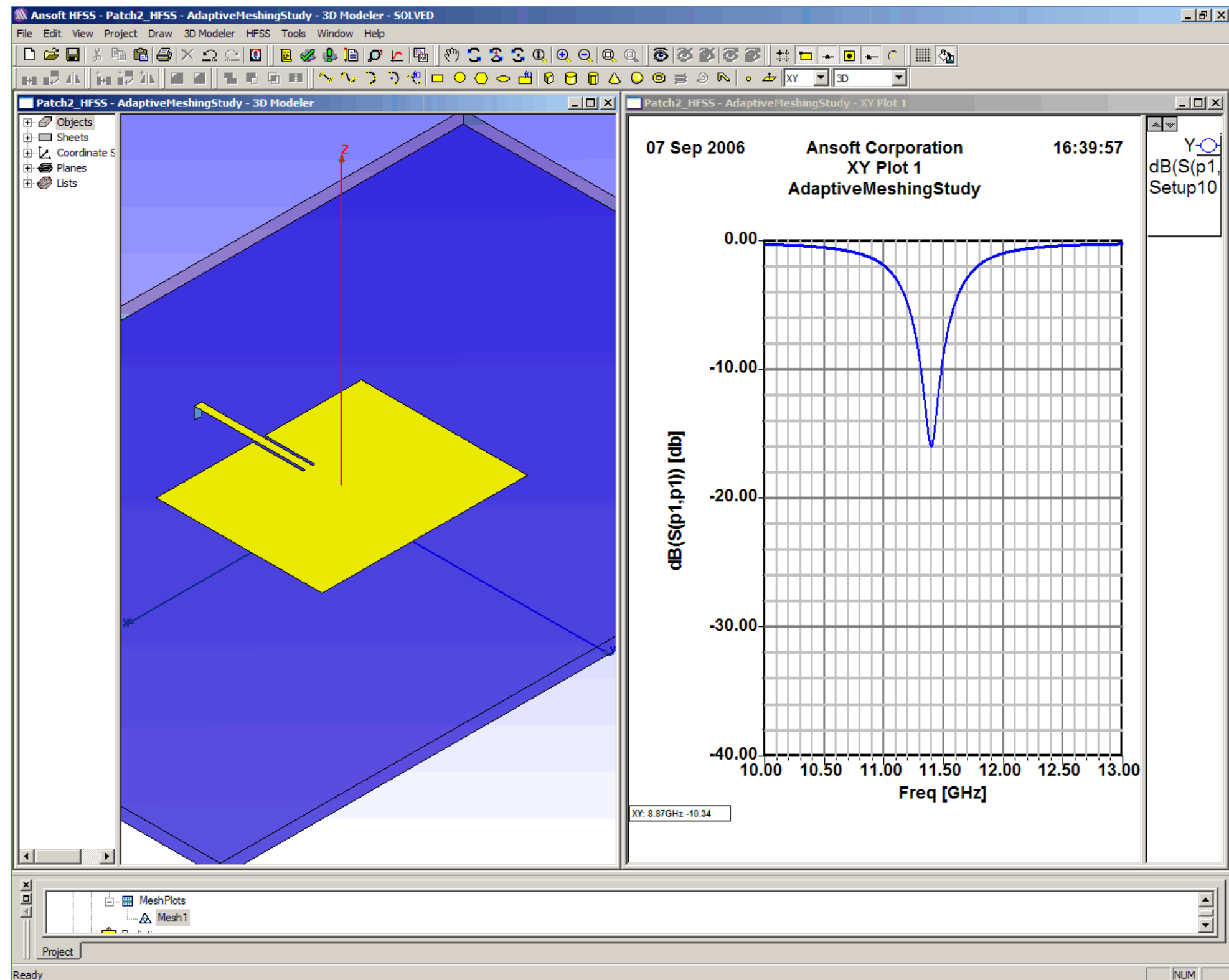
HFSS数十年积累的精度口碑皆源于此关键技术。

“经常被模仿，从未被超越。”

自适应网格的价值在于：

1. 工程师无需担心仿真精度，可关注于设计本身；
2. 无需手动剖分网格，为企业节省了大量昂贵的工程师时间；
3. 项目主管对产品指标心里有数，因为能够确信工程师的仿真结果是准确的。

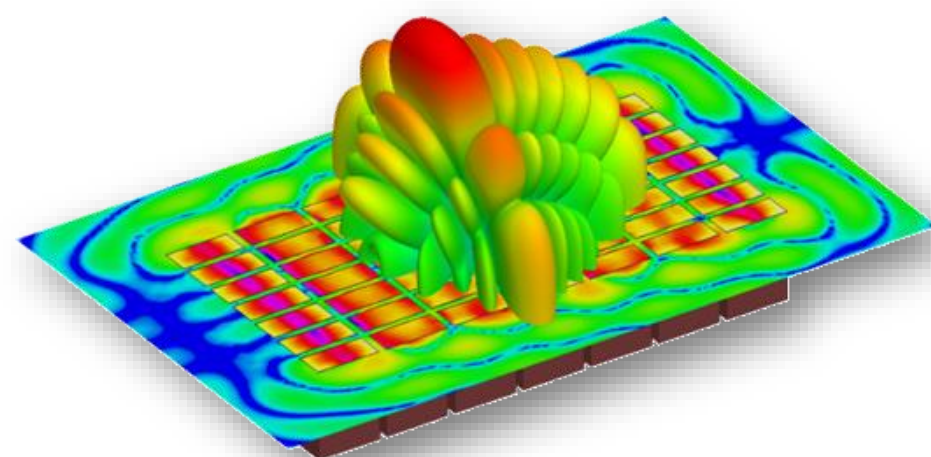
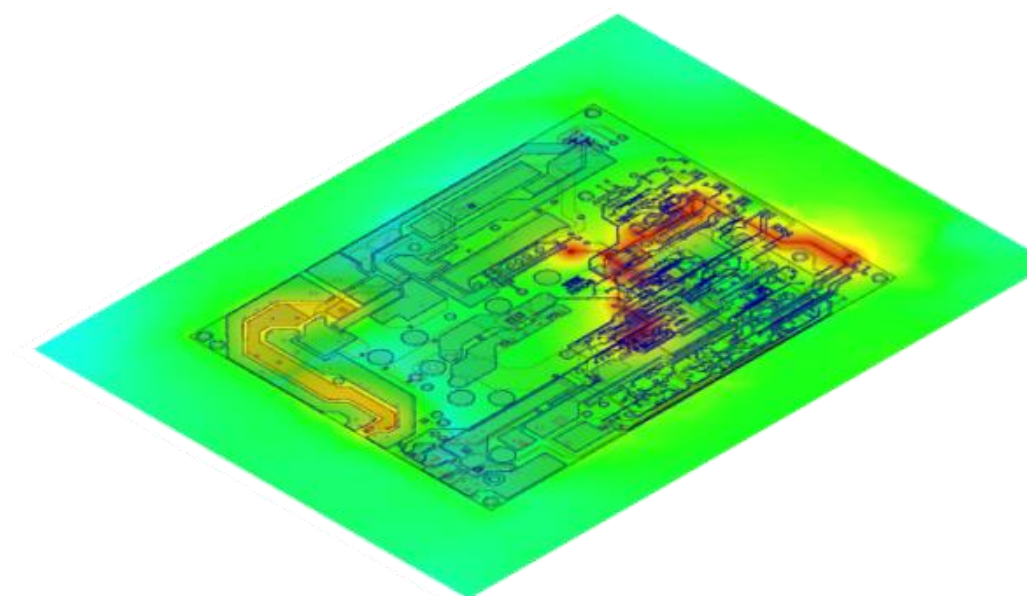
自适应网格技术是HFSS获得市场成功的基石。



HFSS带给客户的价值

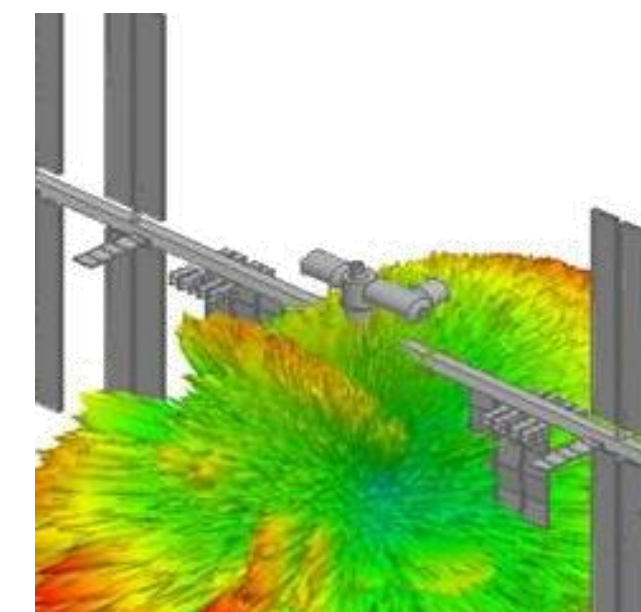
严格的设计验证

作为高频电磁场仿真的设计核签工具，帮助一次设计成功。



灵活的建模

高效的建模设计环境，模型可直接导出为加工所需MCAD格式。



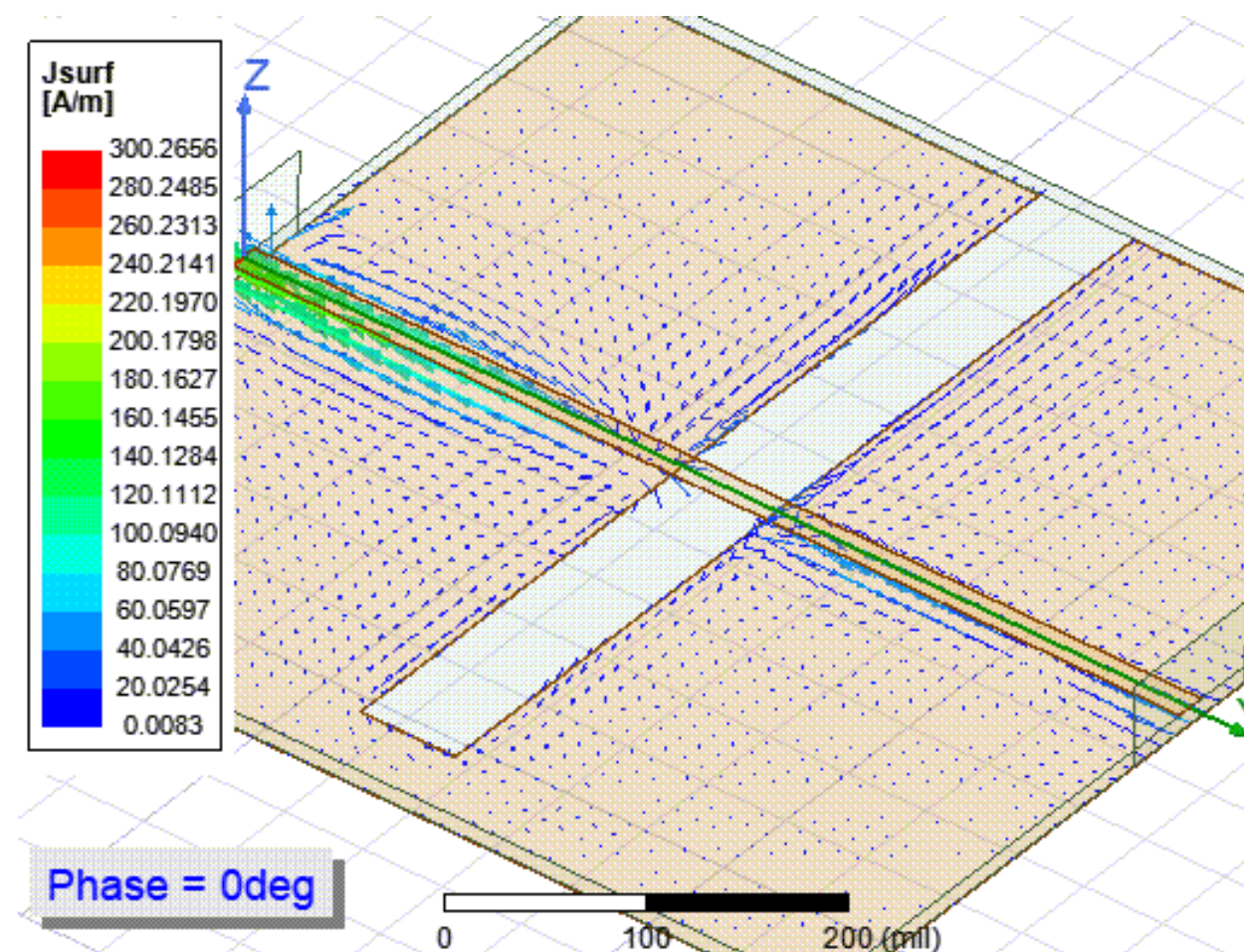
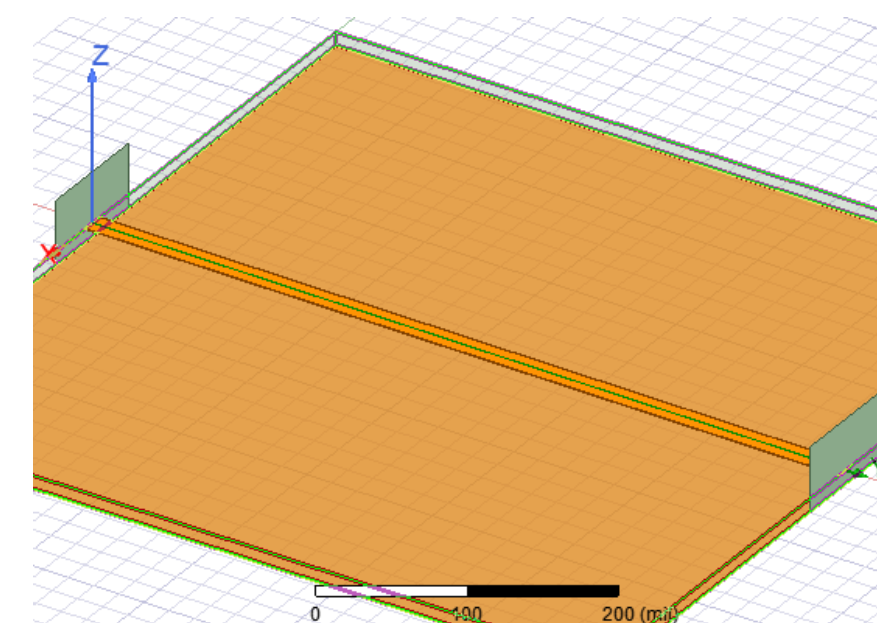
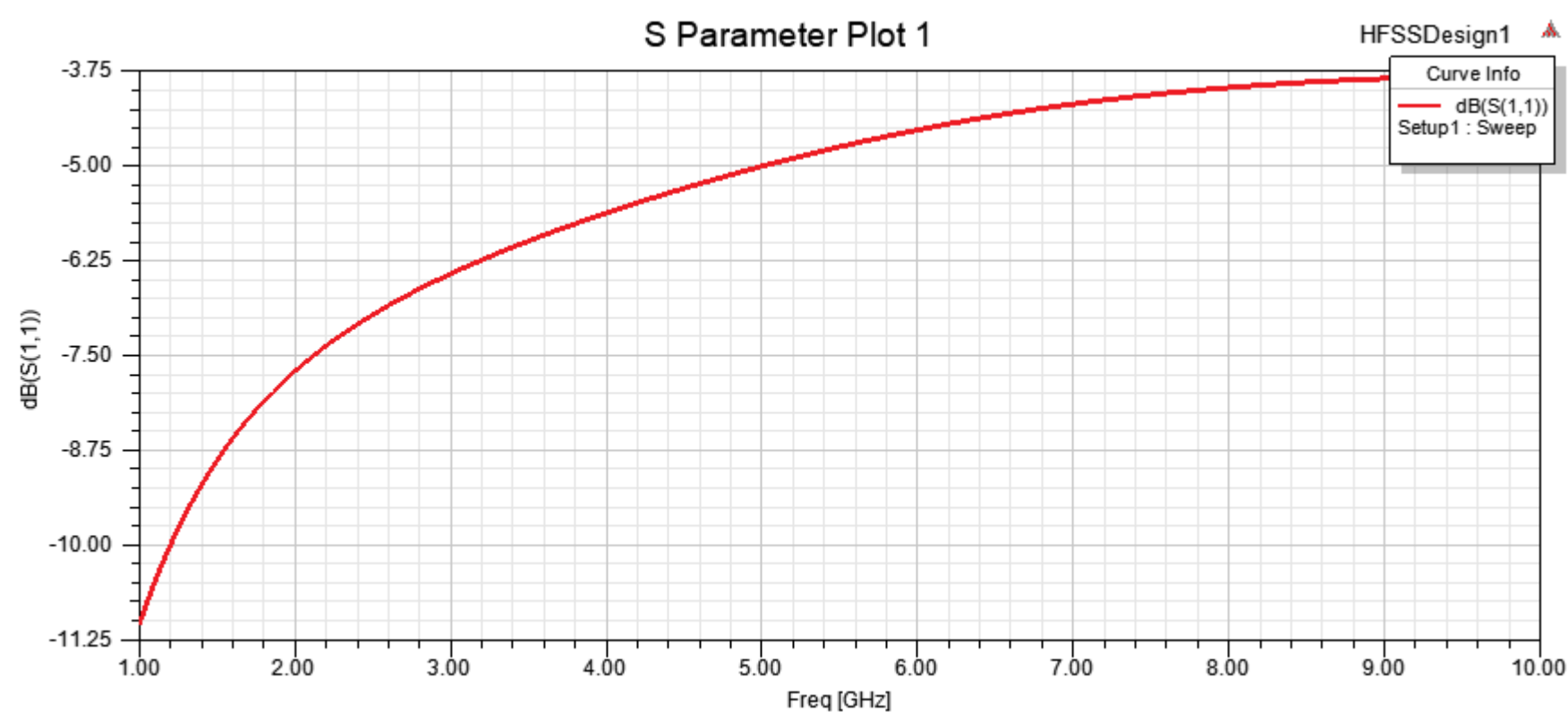
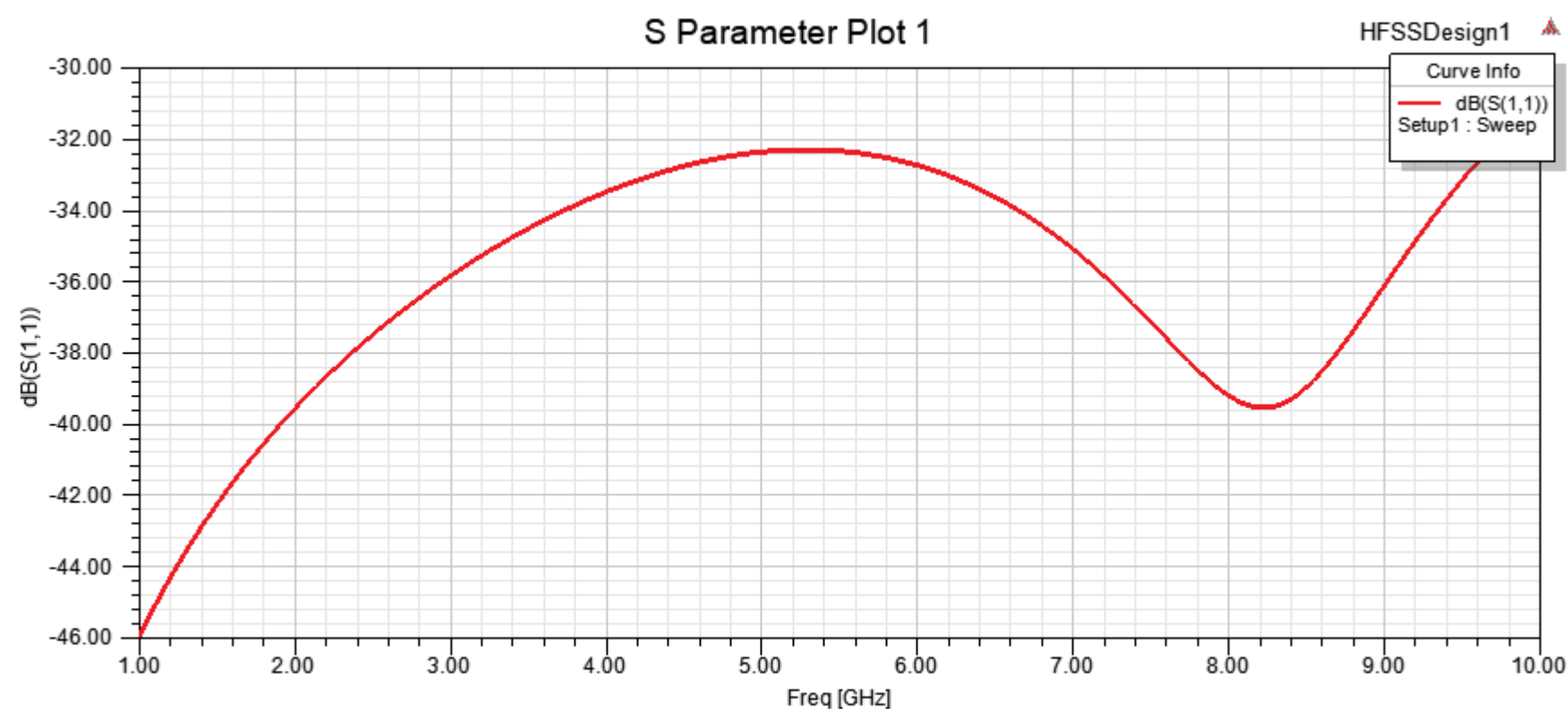
广泛通用

自动自适应网格技术令使用者从容面对各种模型。

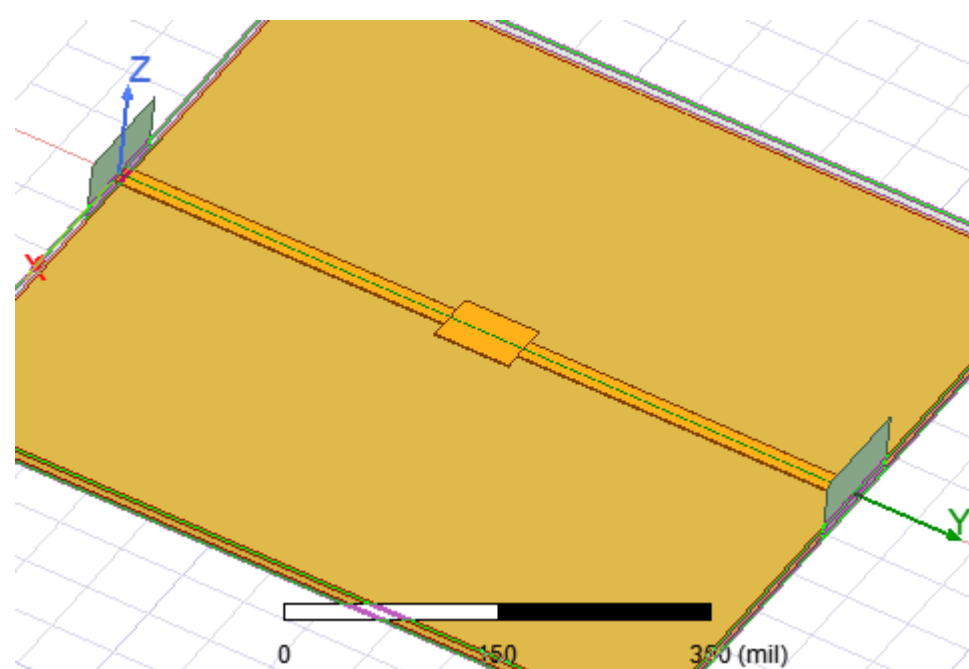
目录

1. 信号回流重要性
2. HFSS仿真介绍
3. 仿真案例

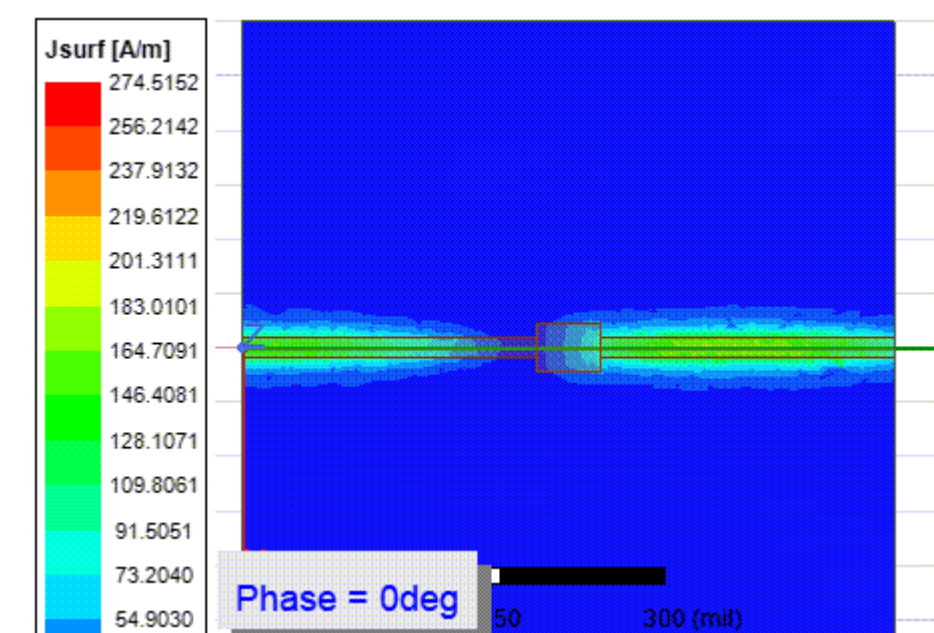
微带线参考地跨分割



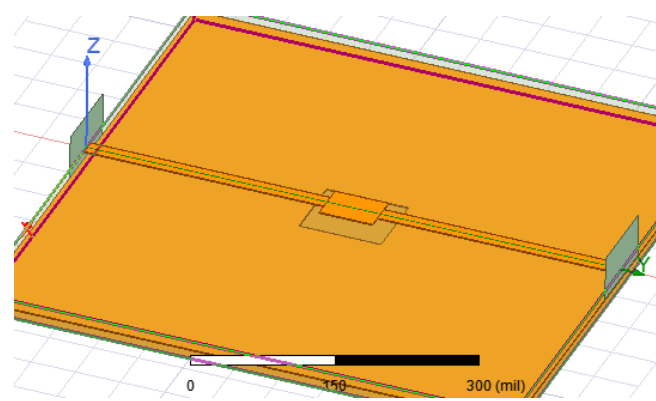
器件焊盘隔层参考



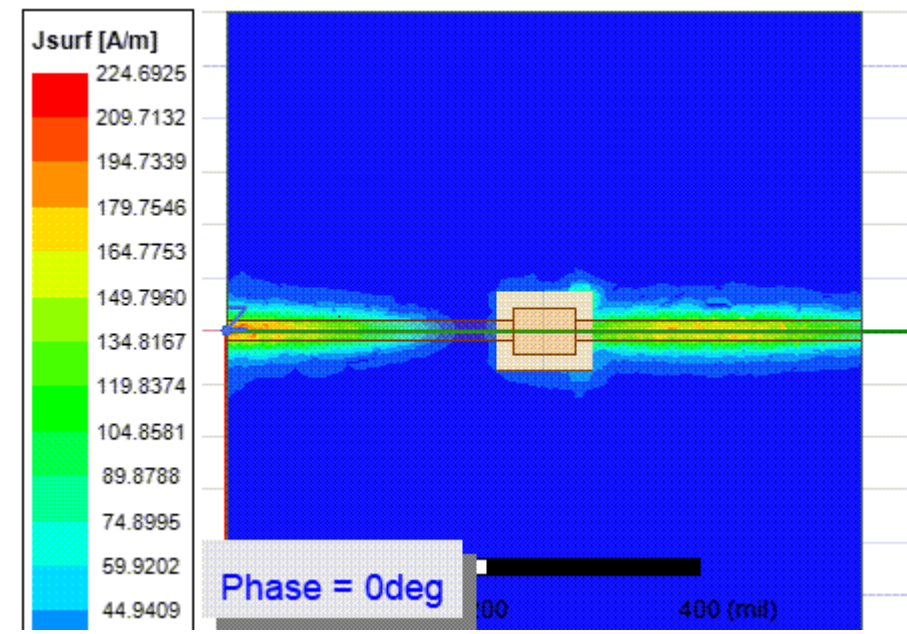
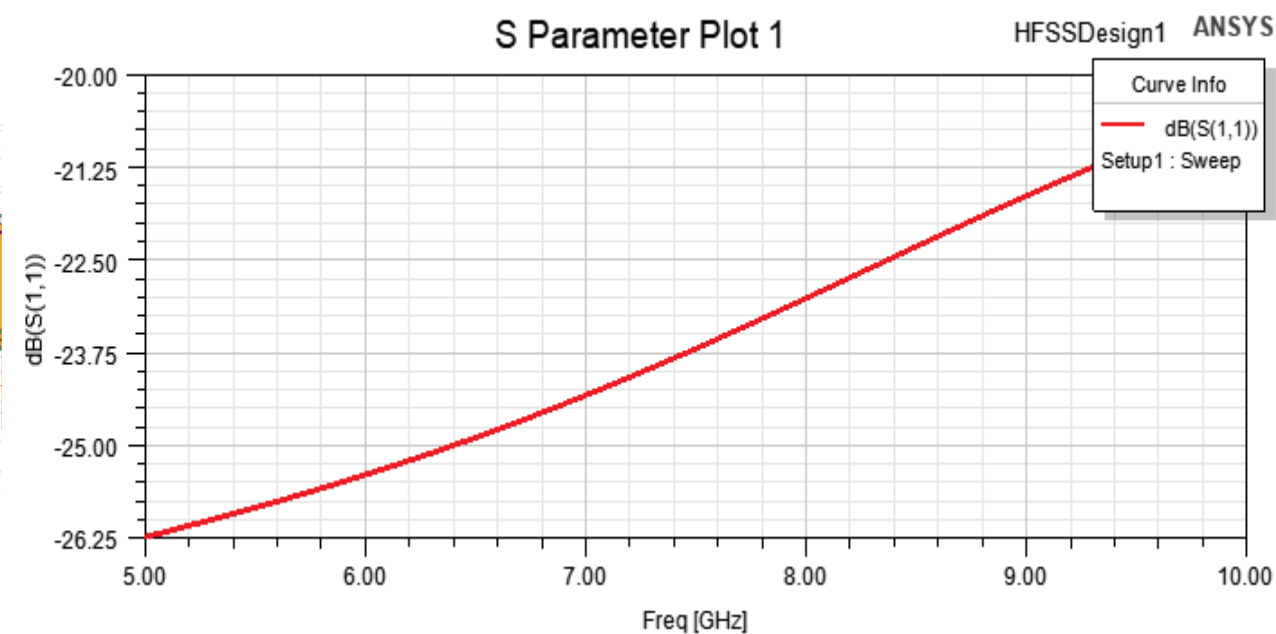
REF GND02



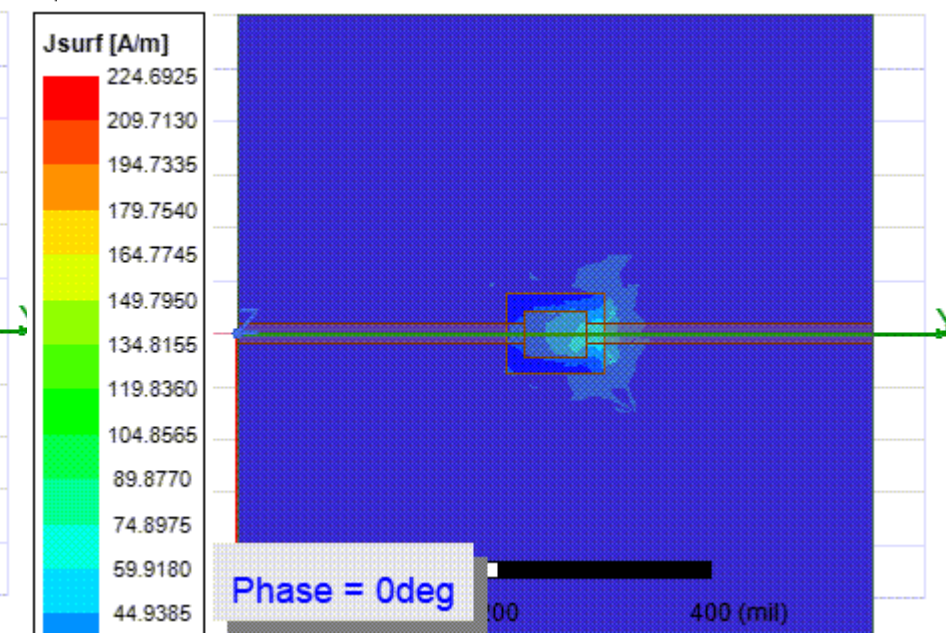
器件焊盘隔层参考



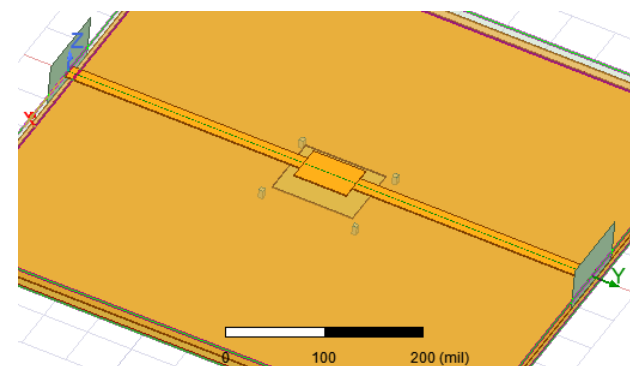
REF GND03
without GND VIA



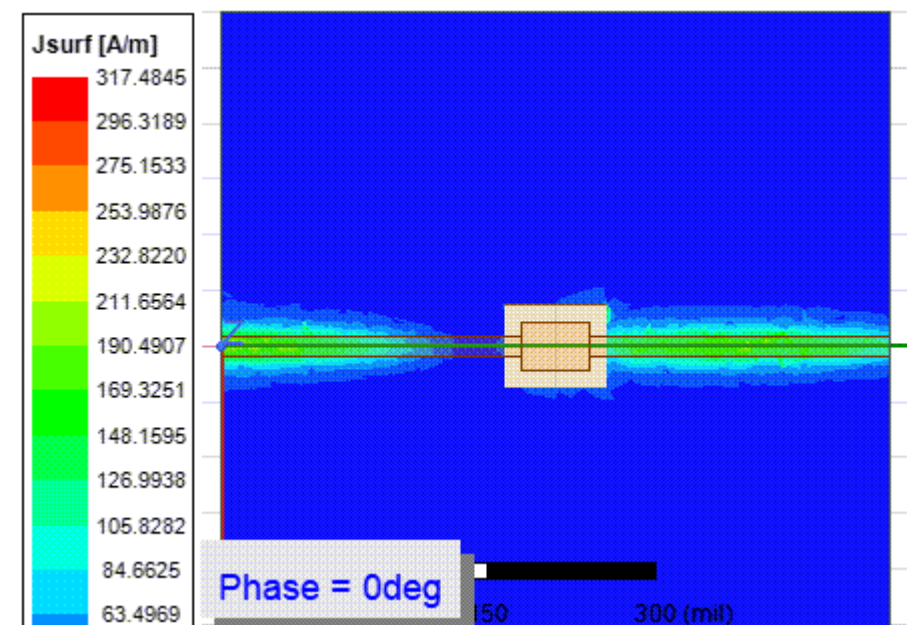
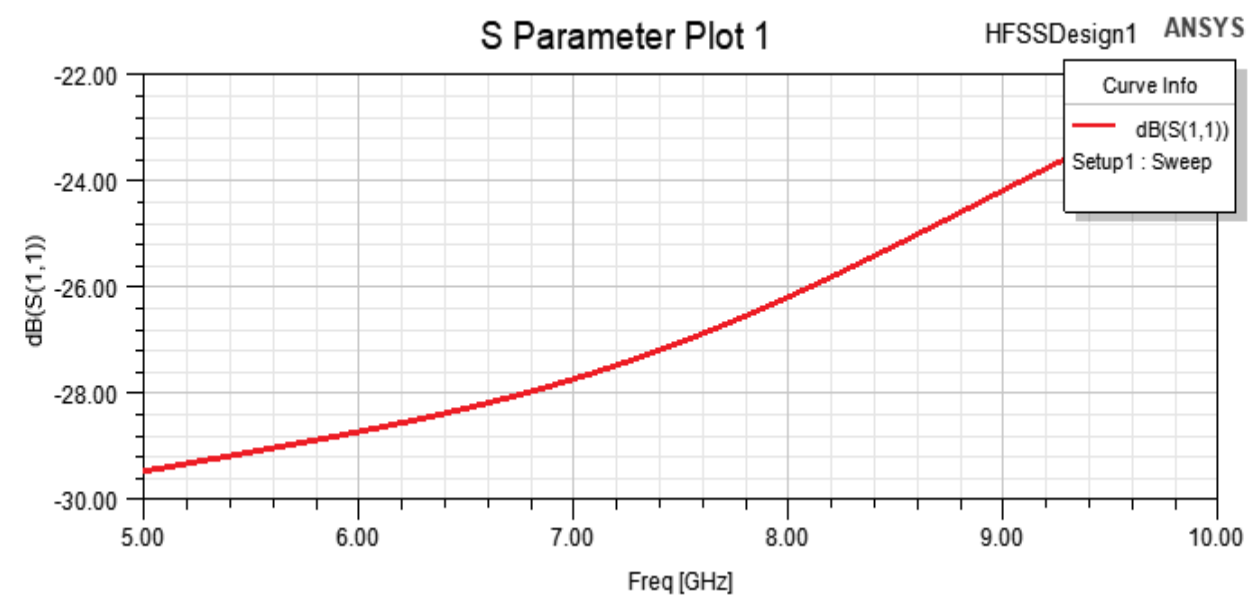
GND02



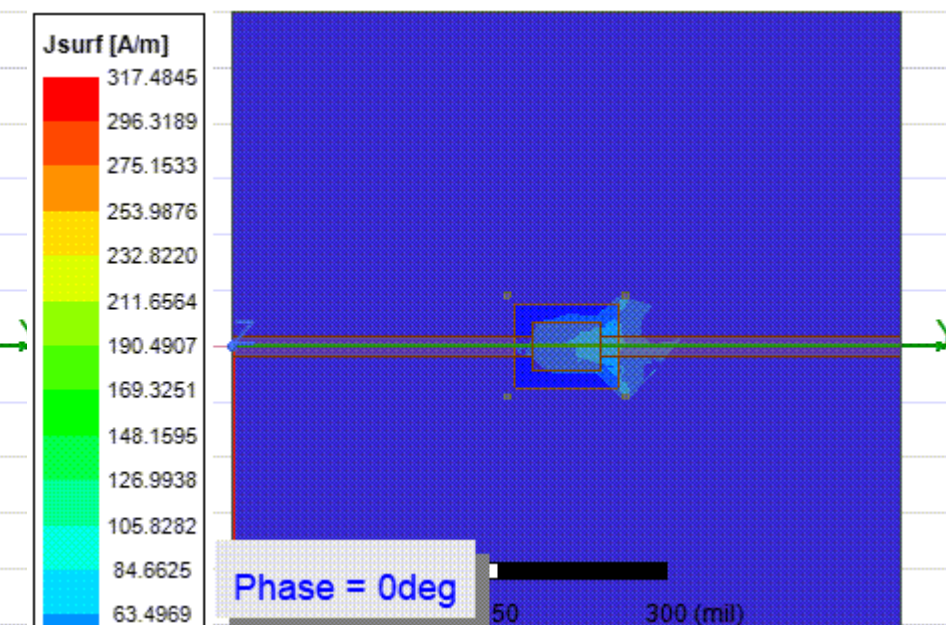
GND03



REF GND03
with GND VIA

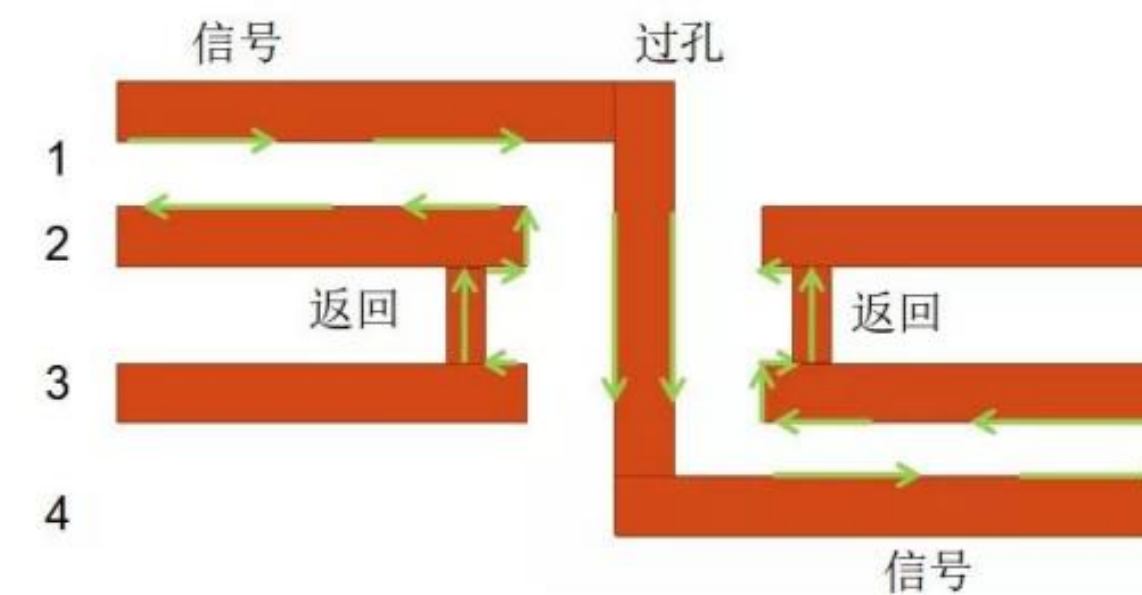
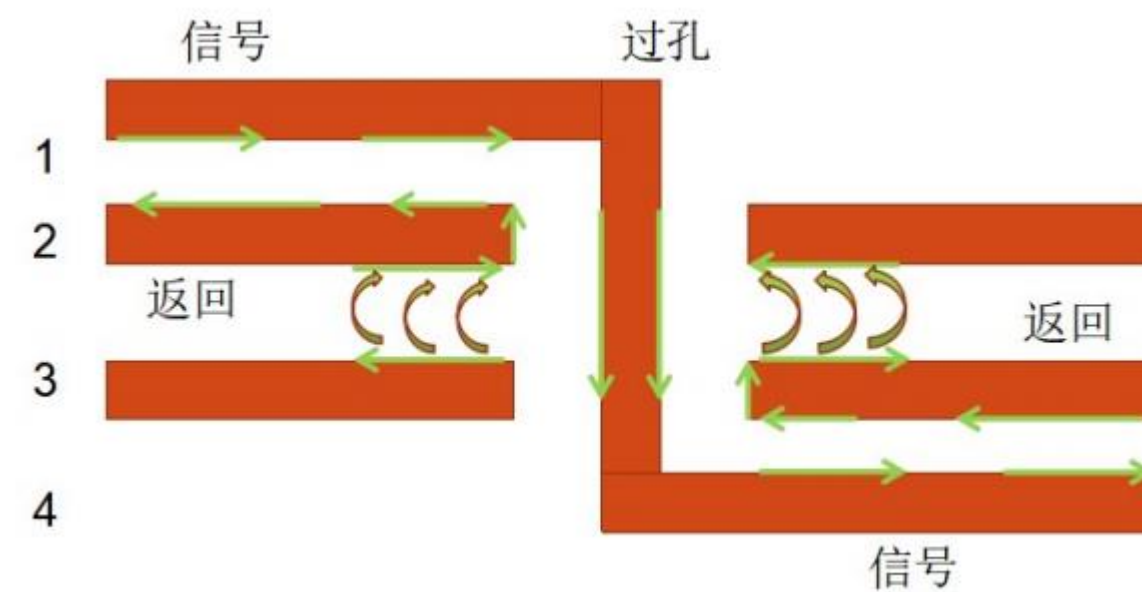
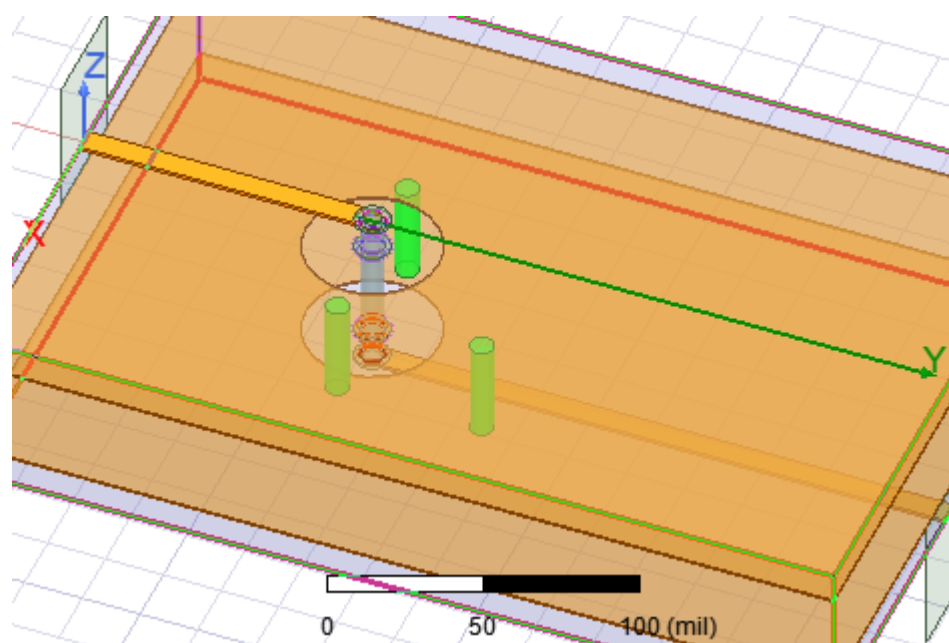


GND02

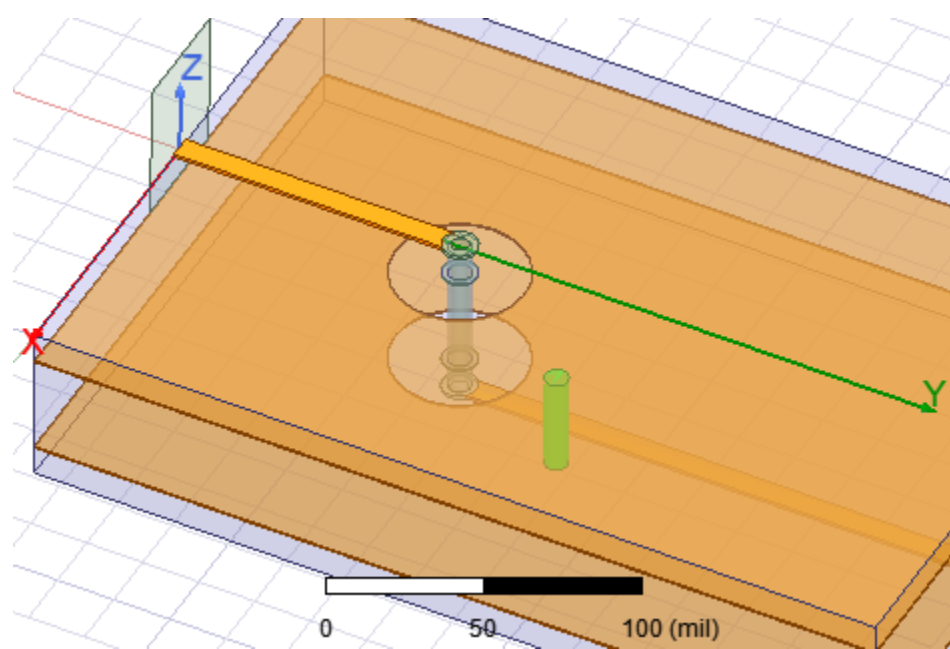


GND03

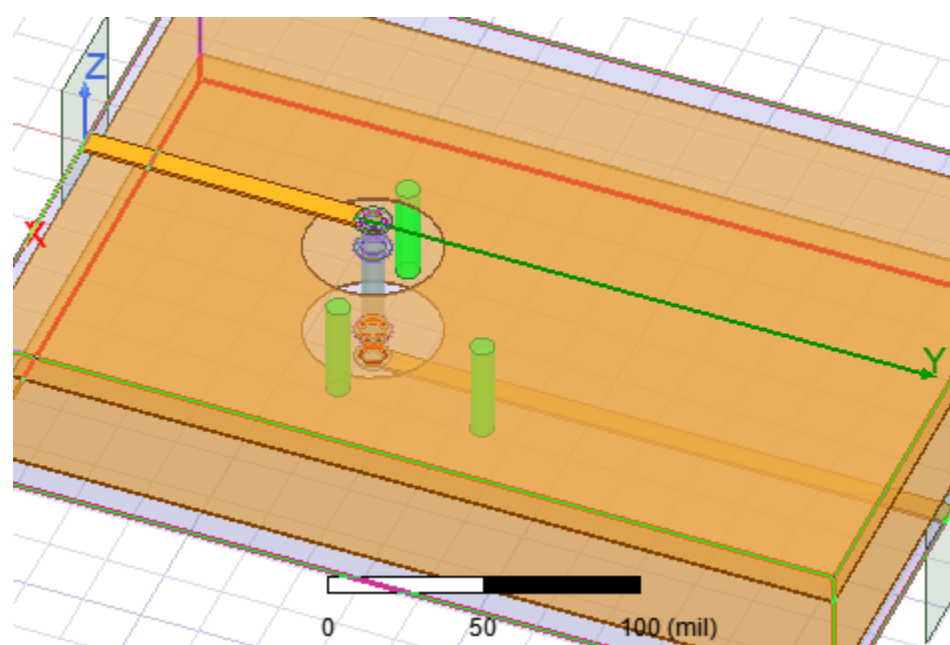
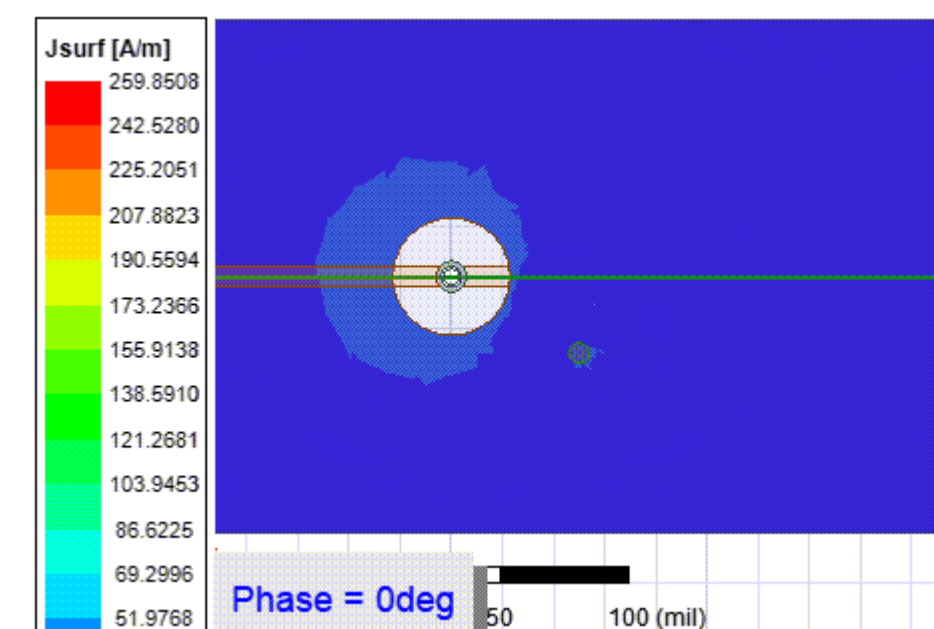
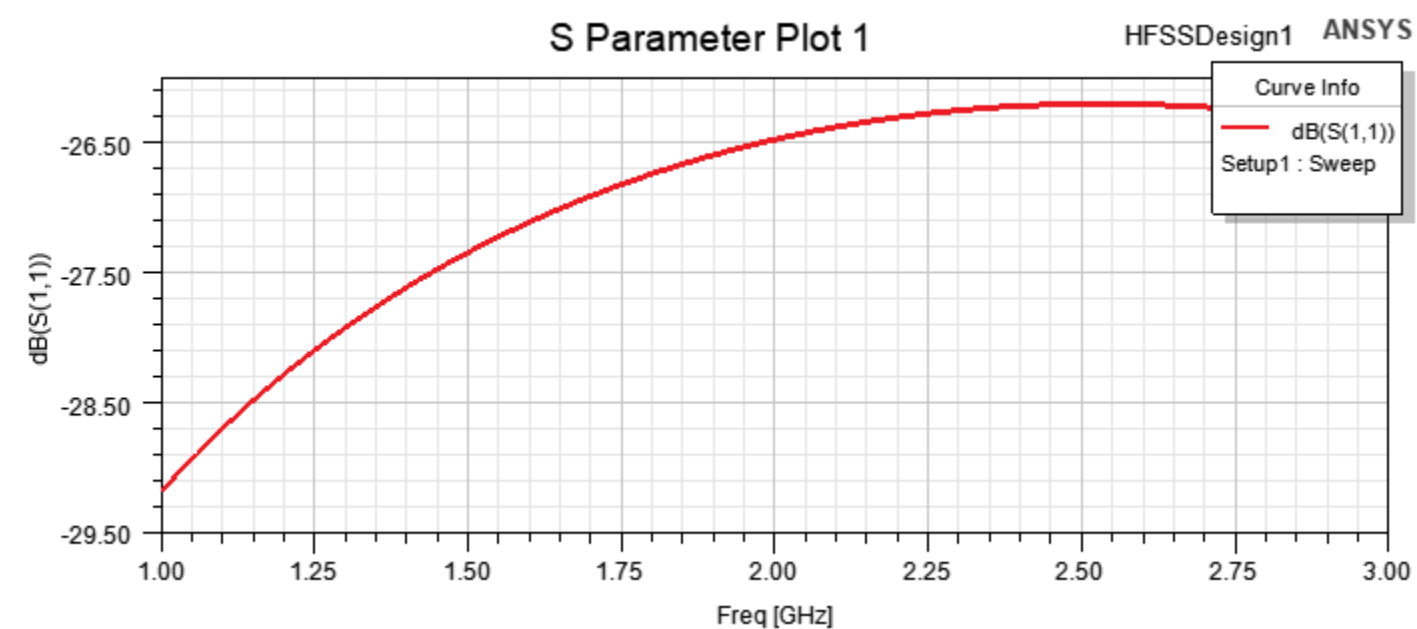
过孔



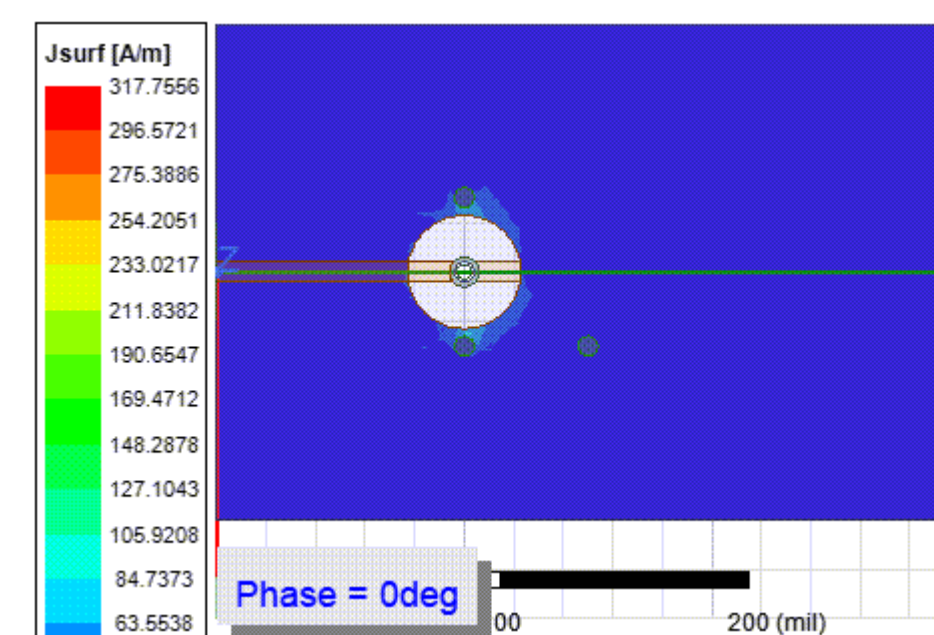
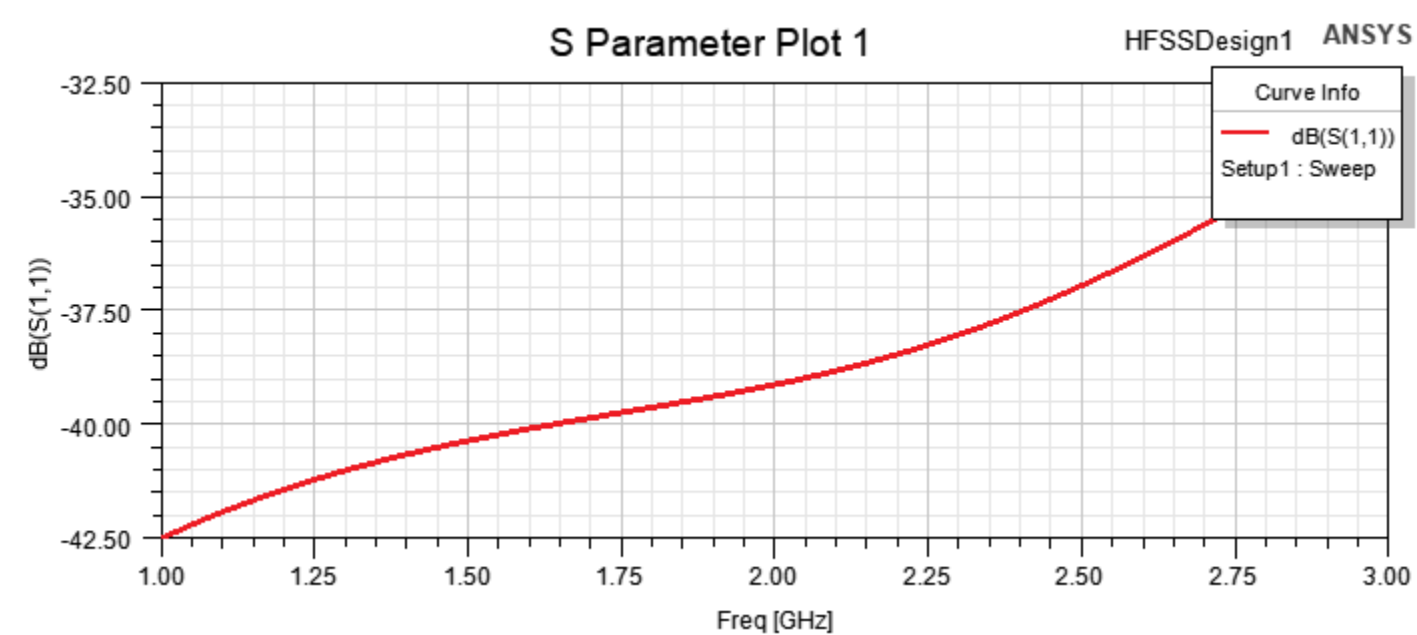
过孔



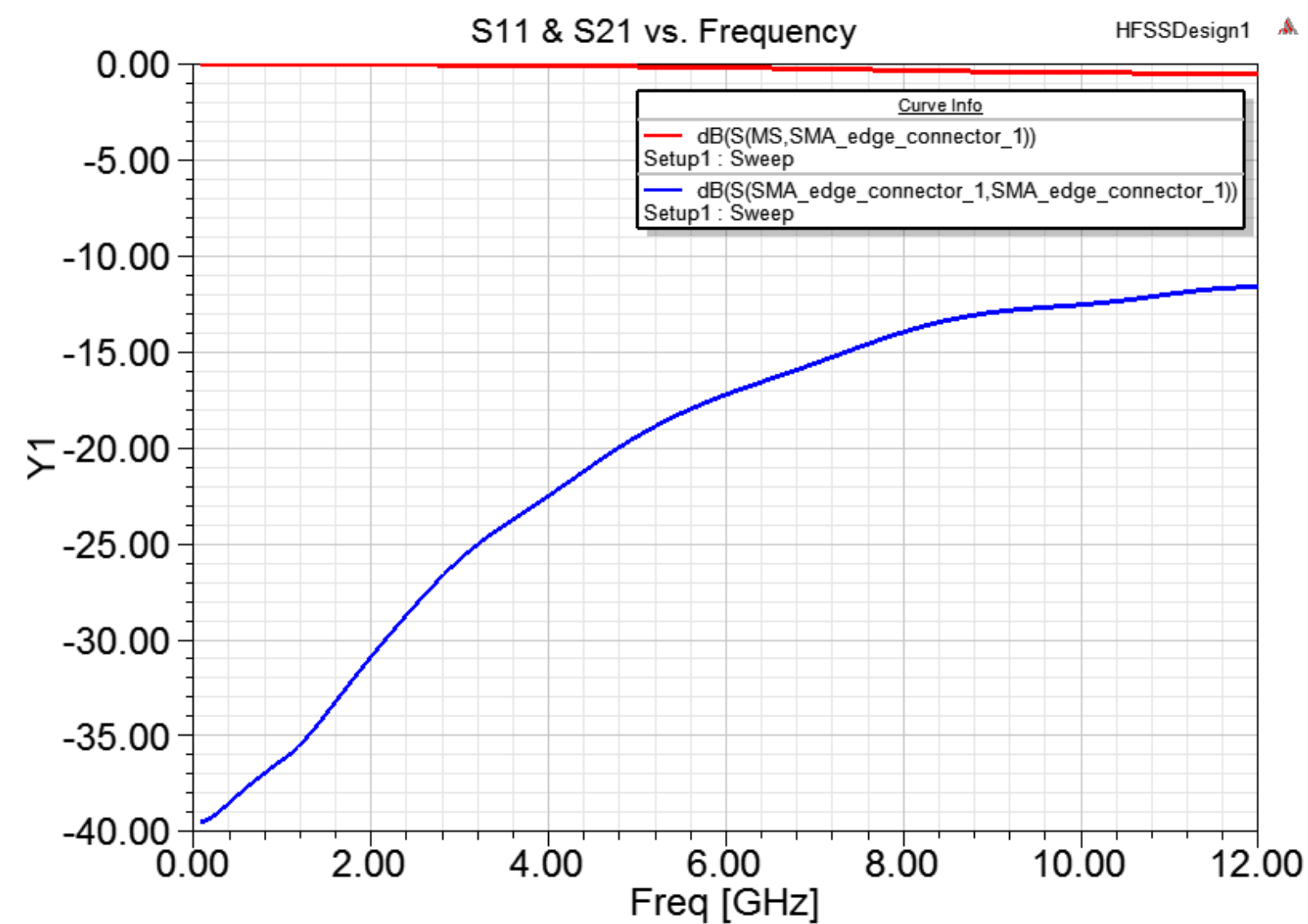
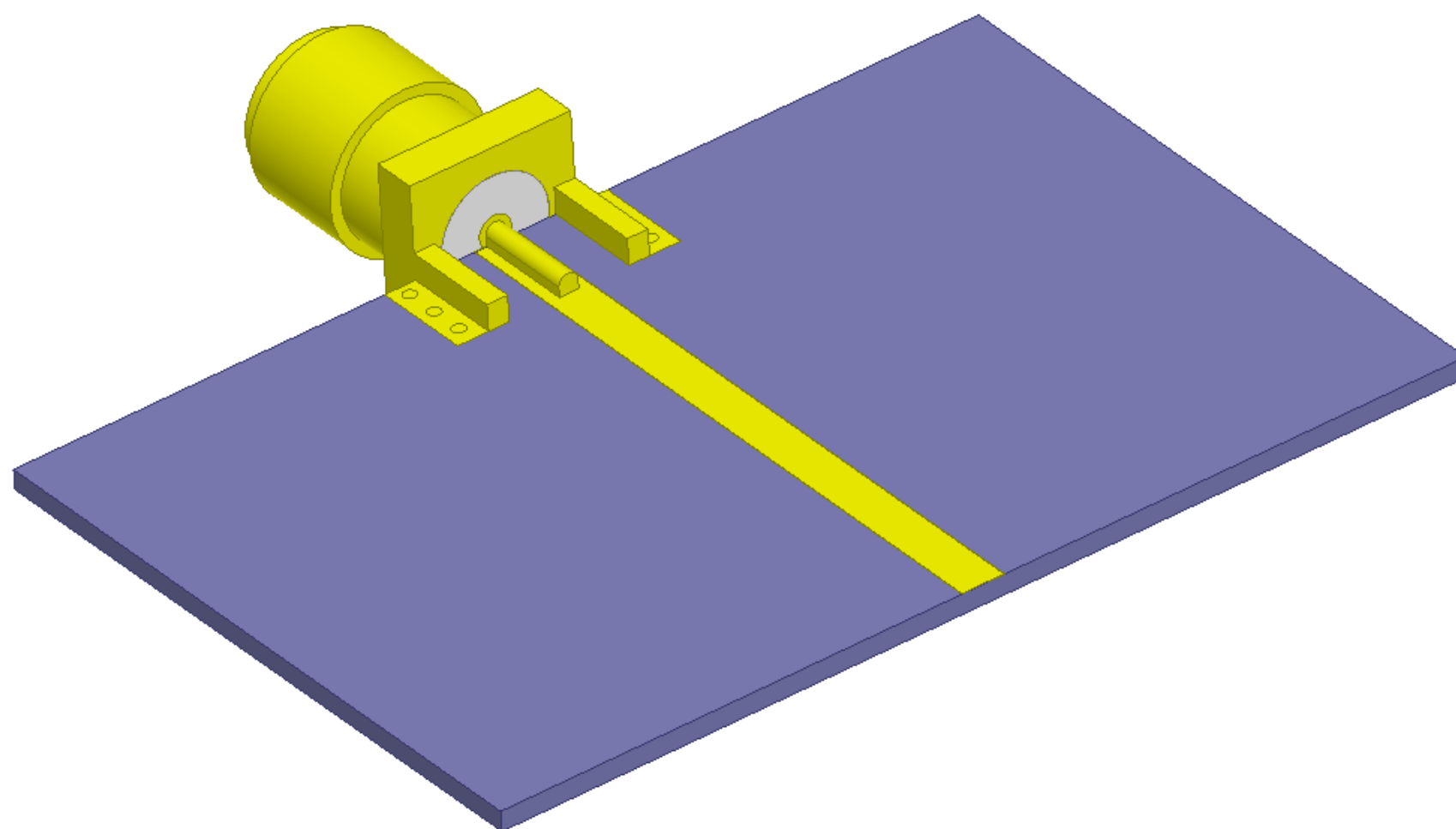
without GND VIA



with GND VIA

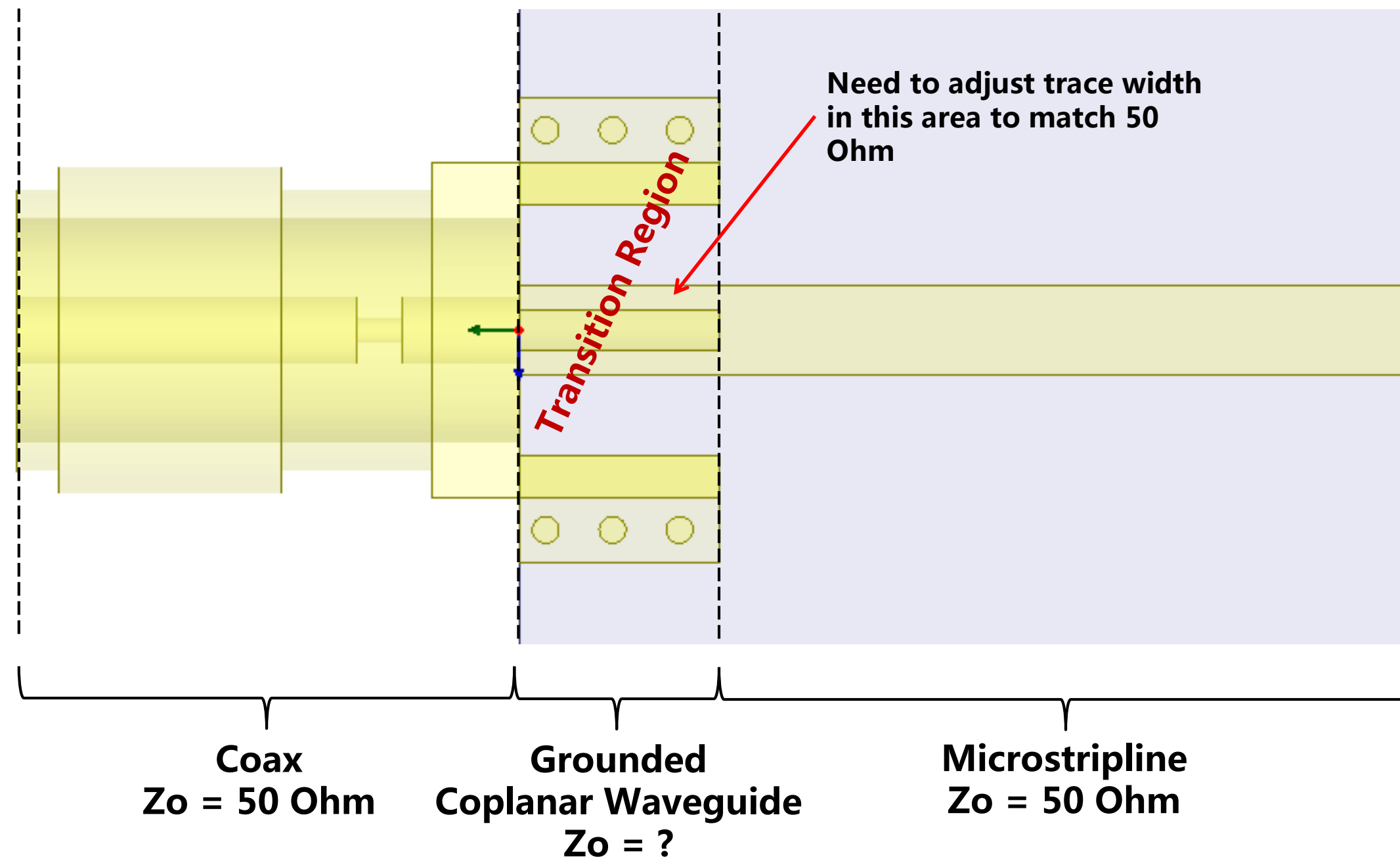


连接器与PCB对接



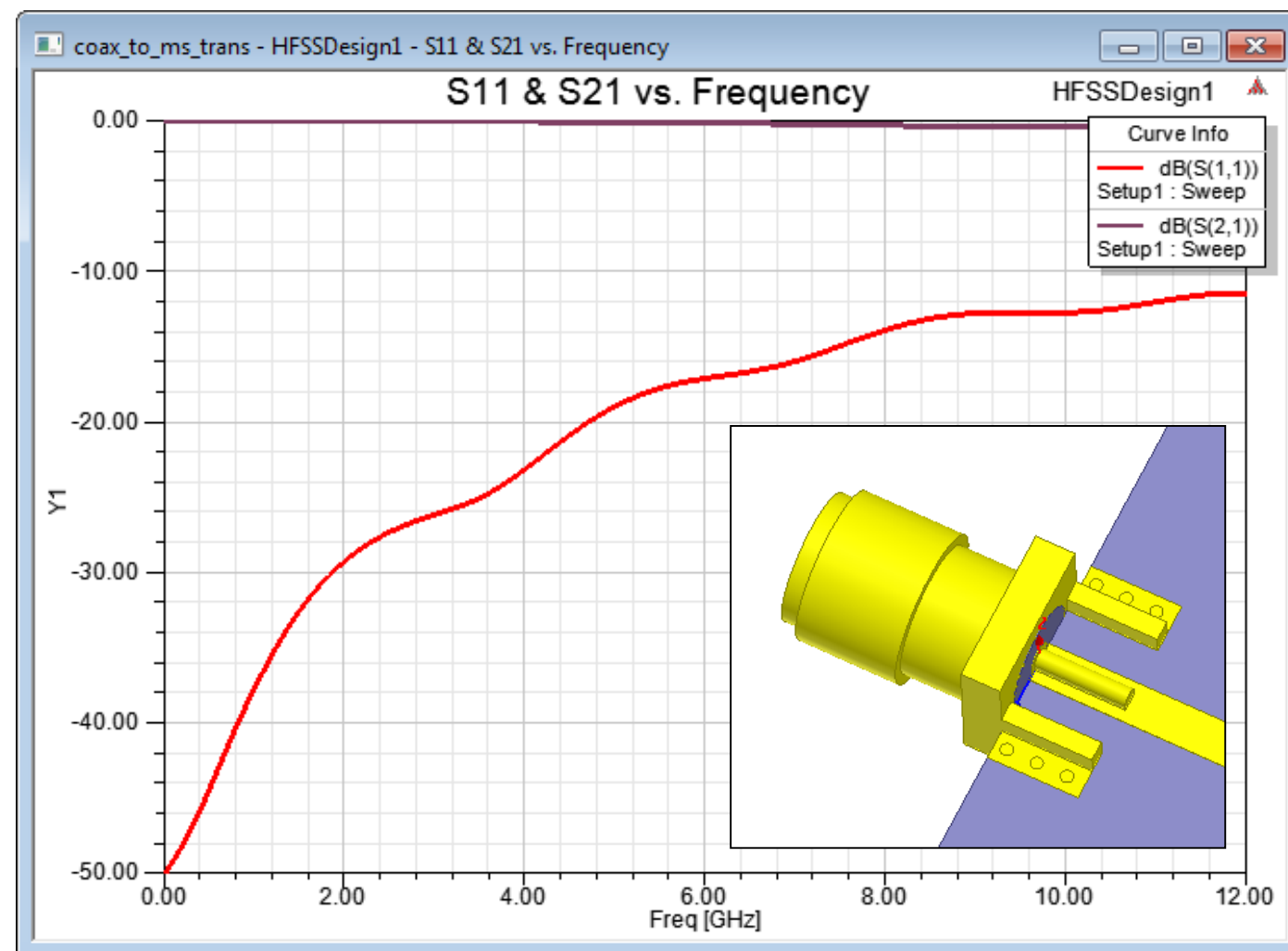
连接器与PCB对接

- **Need to Adjust Impedance of Transition**
- The Coax and Microstrip sections are 50 Ohm, but the transition region is not 50 Ohm.

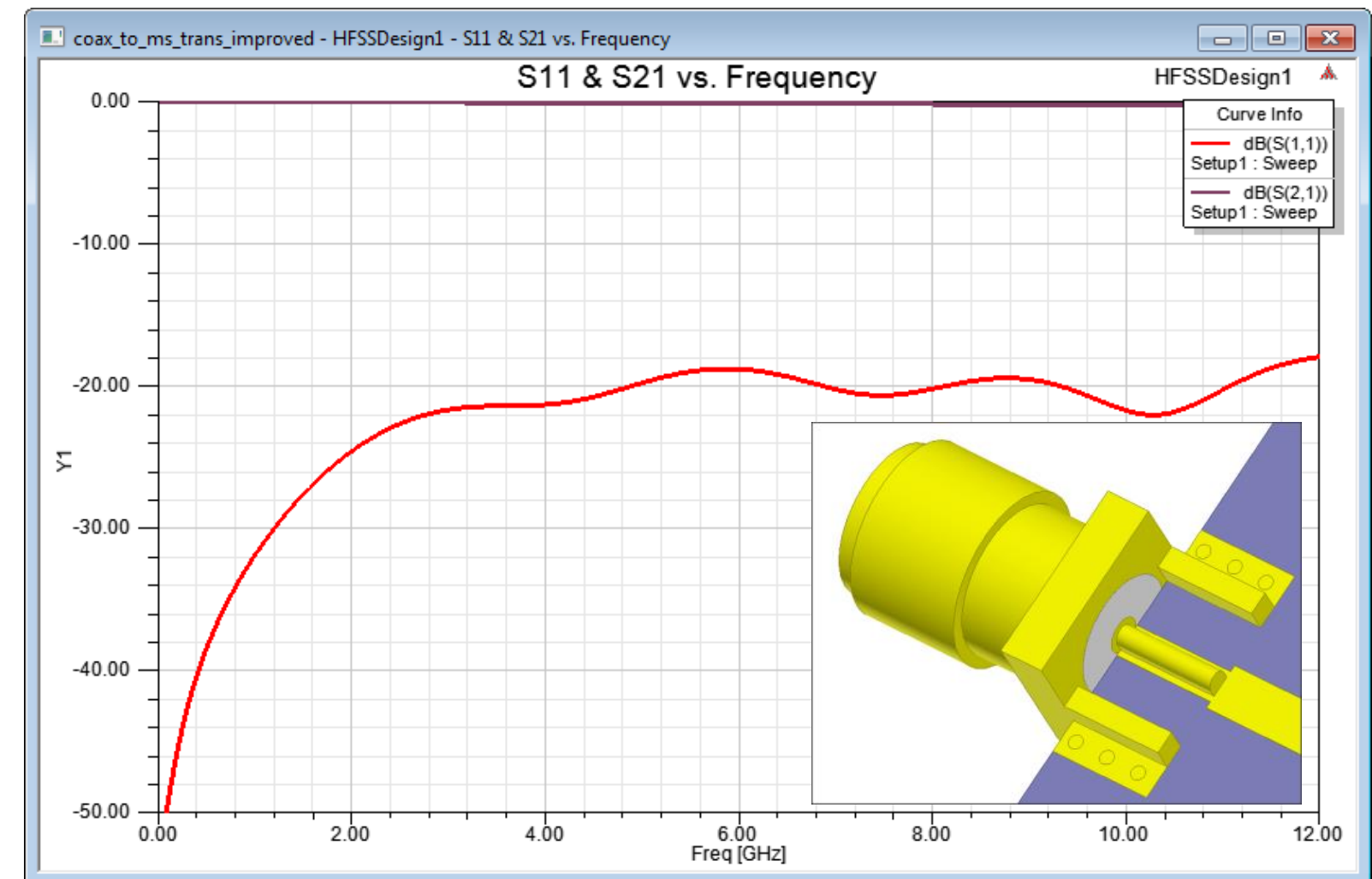


连接器与PCB对接

Unmodified Coax to Microstrip Transition

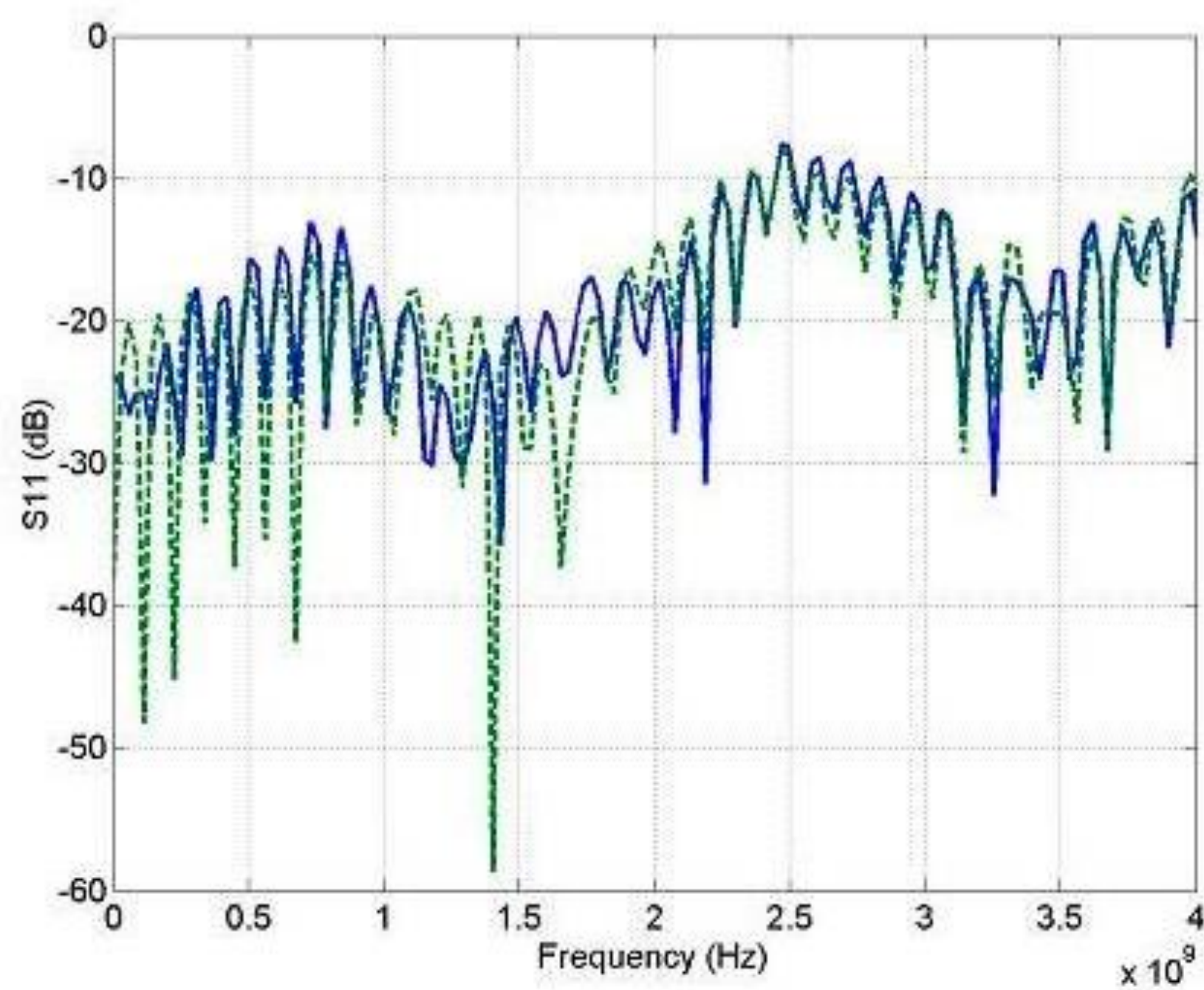


Improved Coax to Microstrip Transition

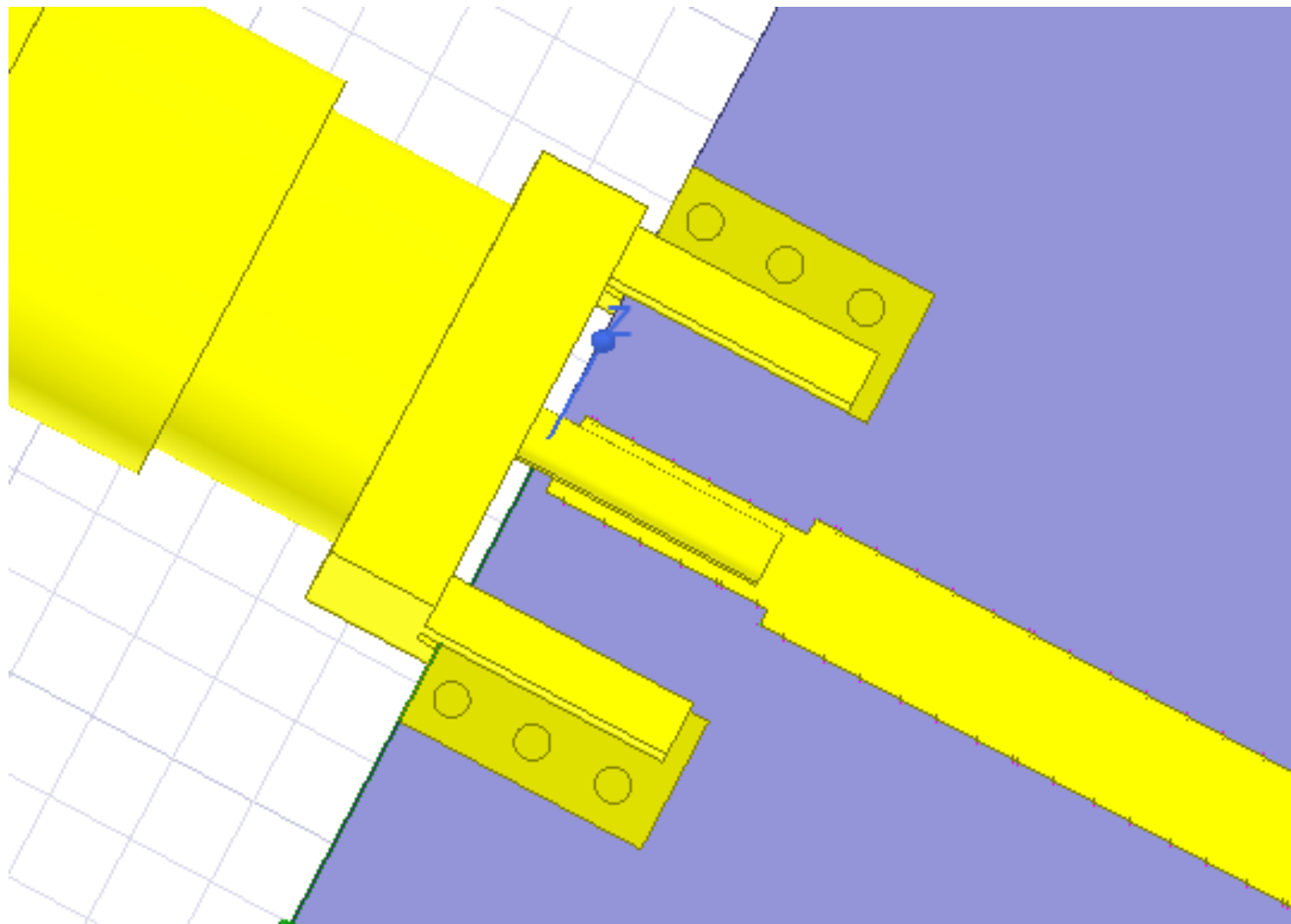


连接器与PCB对接

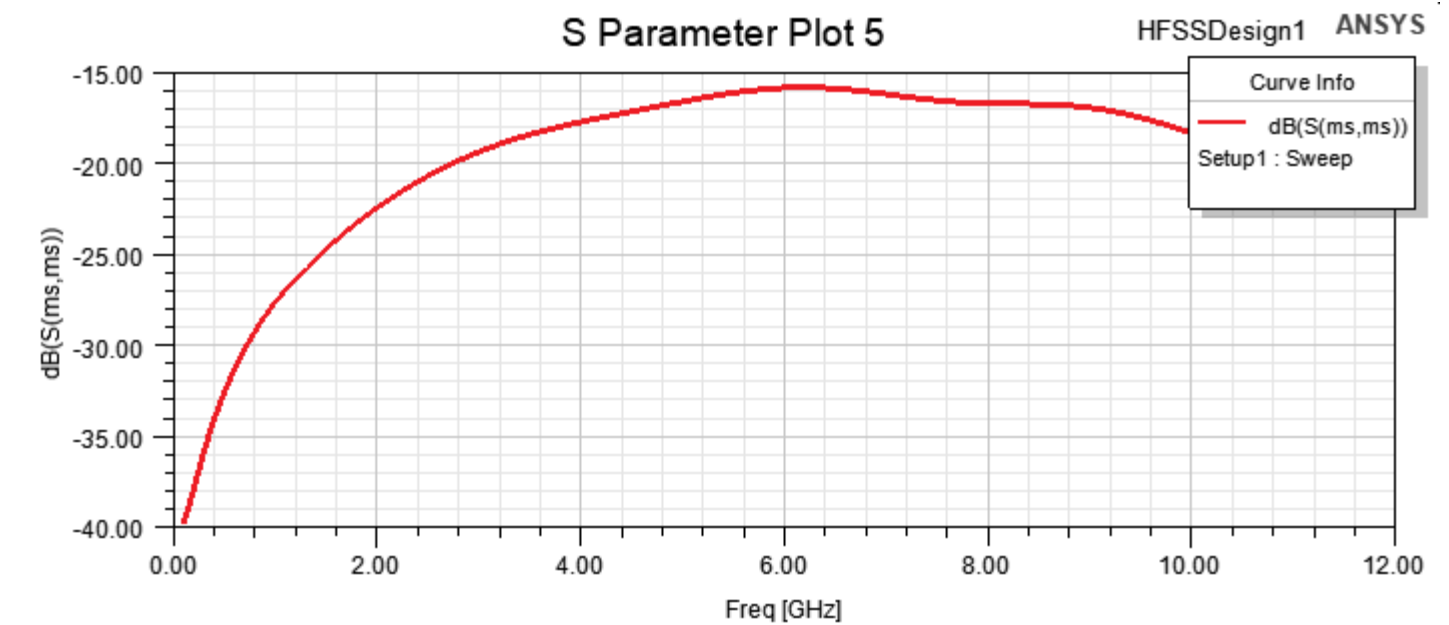
实测性能为什么还是这么差呢？



连接器与PCB对接



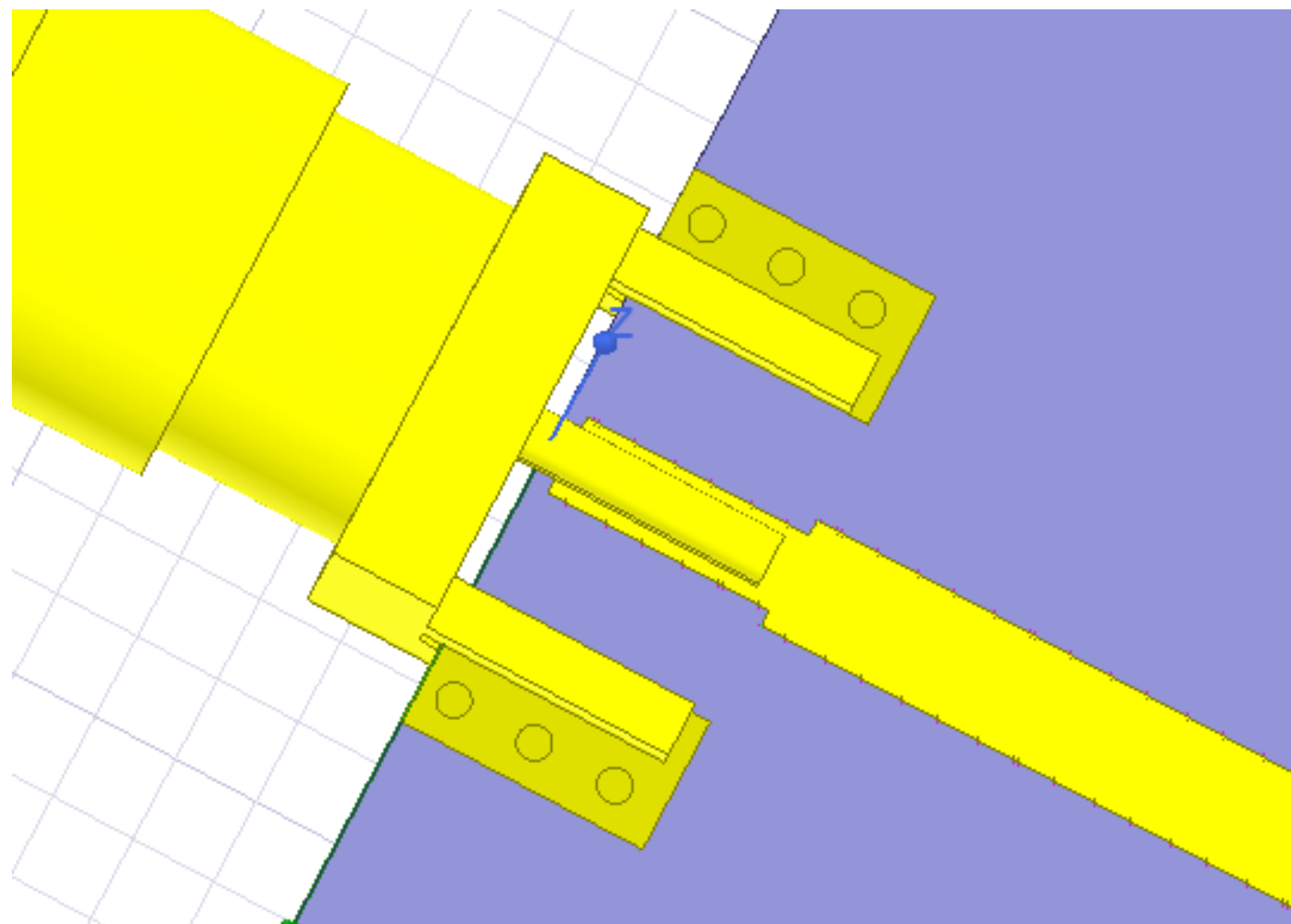
- 1、连接器与PCB侧壁的安装缝隙
- 2、PCB实际加工信号线及GND焊盘做不到板边，有工艺距离
- 3、信号针焊锡影响



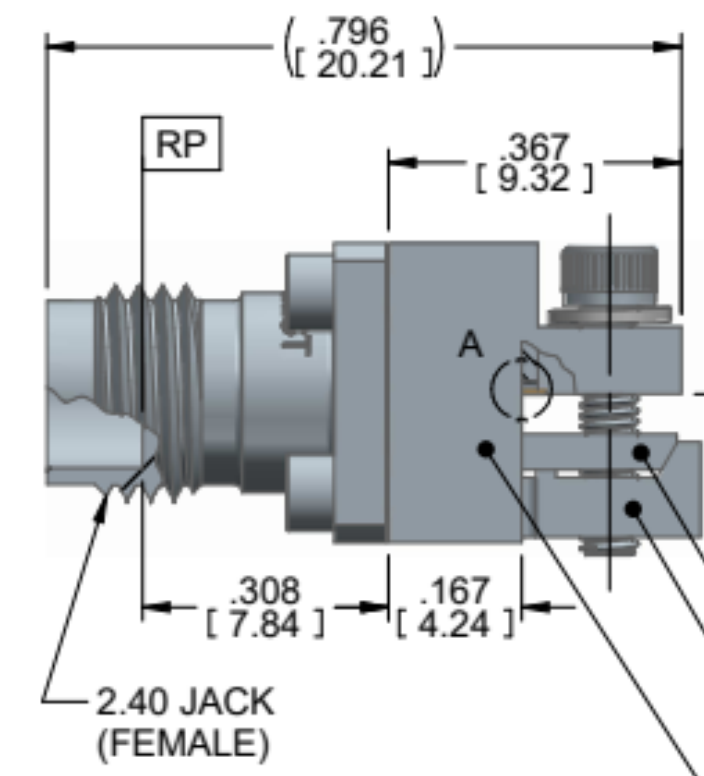
0.1mm缝隙仿真结果

连接器与PCB对接

如何改善？



- 1、采用安装工装，使连接器焊接前紧贴PCB
- 2、PCB加工特殊工艺要求信号线及GND焊盘做到板边
- 3、PCB侧壁金属化
- 4、GND焊盘向信号pin延伸，并增加就近GND过孔
- 5、选用带宽更高的连接器



感谢您的聆听



IDAJ-China官方微信公众号

扫码关注获得：

- 获得海内外最新CAE资讯/干货
- 免费参加培训/市场活动
- ANSYS产品专栏
- Howto系列视频
- 视频直播回顾

联系我们

- <https://www.idaj.cn/>
- support@idaj.cn
- 021-50588290 ; 010-65881497

附录：培训班

IDAJ-CHINA公司2020年度ANSYS EBU高频产品培训计划				
ANSYS EBU高频产 品培训课程	编号	课程名称	天数	备注
	1	ANSYS HFSS基础培训	2	基础
	2	ANSYS SIwave信号/电源完整性仿真基础培训	2	基础
	3	PCB板级RF/高速电磁场仿真分析	2	进阶
	4	PCB板级电磁兼容仿真分析	2	进阶
	5	HFSS射频无源器件仿真设计	1	进阶
	6	ANSYS HFSS天线设计基础培训	1	基础
	7	Q3D寄生参数提取仿真基础培训	1	基础
	8	ANSYS HFSS 3DLayout基础培训	1	基础
	9	ANSYS高频工程师认证备考培训	1	1、需参加HFSS及SIwave基础培训； 2、以考试题及答疑为主；