

PSP模型是一种紧凑的MOSFET模型，已由飞利浦研究机构和宾夕法尼亚州立大学联合开发。

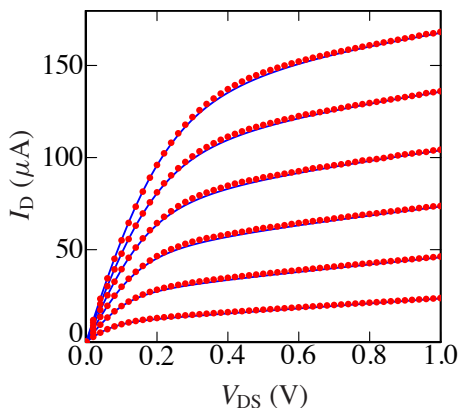
PSP是一个基于表面电势的MOS模型，包含了对当今的深亚微米容体CMOS技术建模所需的所有相关物理效应（流动性减少、速度饱和、DIBL、栅极电流、横向掺杂梯度效应、STI应力等）。

PSP 模型特征：

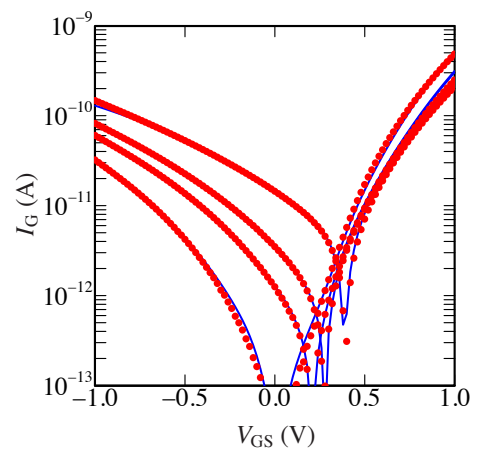
- 适用于数字、模拟和RF射频
- 适用于现代和未来的深亚微米容体CMOS技术
- 基于物理属性
- 结合了 SP 模型（宾夕法尼亚州立大学）和MOS模型11（飞利浦）的最佳功能
- 参数数量和仿真时间可与MOS 模型11相比
- 简单参数提取
- 源/漏极连接模式是PSP模型算法的一个组成部分

### PSP模型一般特性

- 在内置和外置两个模型模块中具有基于表面电势的物理属性构制
- 对累积区的准确物理描述
- 包括所有相关的小几何效应
- 对halo植入效应建模，包括在长器件中输出电导的退化效应
- 库仑散射（Coulomb scattering）和非普遍性的流动性模型
- 非单一的速度场关系使得RF射频建模失真, 包括互调效应
- 量子力学校正
- 校正多晶硅耗尽效应
- GIDL/GISL模型
- 基于表面电势的噪声模型，包括通道热噪声、闪烁噪声和通道感应栅噪声
- 先进交界模型，包括陷阱辅助隧穿、能带间隧穿和累崩击穿
- 应力模型



输出特性为 0.36/0.09  $\mu\text{m}$  MOS-FE;  $V_{GS}$  在0.5至1V之间变化,  $V_{sb}=0$ 。圆点代表实测数据, 实线对应于PSP。



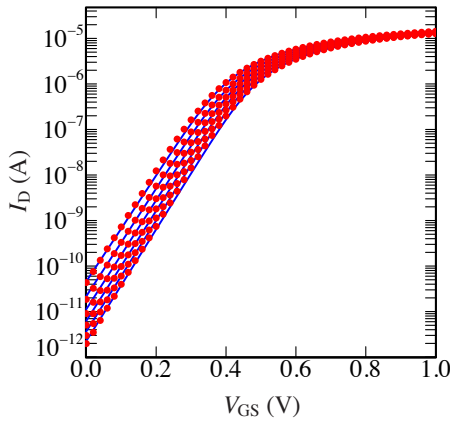
栅隧穿电流:  $V_{sb}=0\text{V}$ ,  $V_{ds}=0.025, 0.042, 0.61$ 和 $1\text{V}$

## 模型亮点

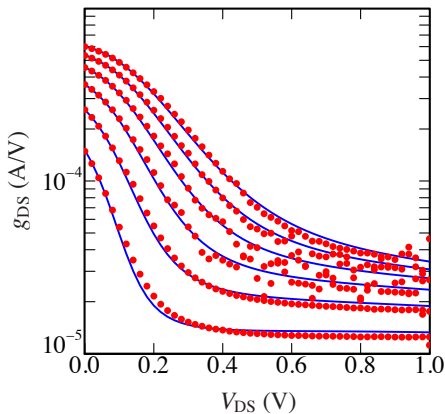
PSP模型是一种对称的基于表面电势的模型，对由弱到强的逆转给出了准确的物理描述。PSP模型包括对现代和未来CMOS技术非常重要的所有物理效应的准确描述，例如：

- 迁移率降低
- 偏压相关串联电阻
- 速度饱和
- 电导效应（CLM、DIBL等）
- 横向掺杂梯度效应
- STI 机械应力
- 准确的物理栅极漏电流
- 栅极感应漏极漏电
- 输出电导halo掺杂器件
- 栅极耗尽
- 量子力学效应偏压相关重叠电容
- 最完整的噪声模型，准确核算速度饱和和通道感应栅噪声

此外，PSP提供了对电荷和电流及其一阶导数（跨导、电导、电容）以及高阶导数的准确描述。这是依据对MOSFET失真行为的准确描述，使PSP模型非常适用于数字模拟和RF射频电路设计。



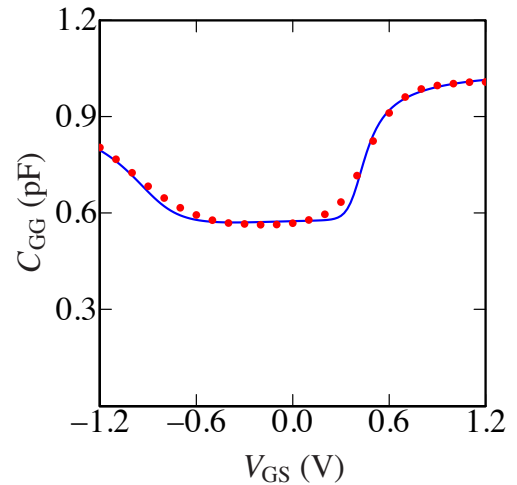
MOSFET 传热特性;  $V_{ds}=25\text{mV}$ ,  $V_{sb}=0$ ,  $0.2 \dots 1.0\text{V}$



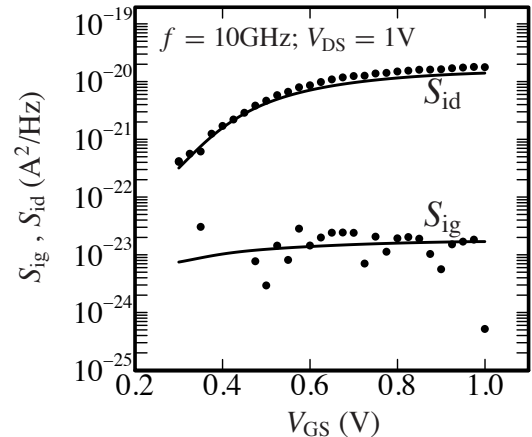
输出电导;  $V_{ds}$ 在0.5至1V之间变化,  $V_{sb}=0$

## Silvaco 功能实现

- PSP 模型是 ModelLib 产品独立模型库中的一款，在 SmartSpice中其 LEVEL=1000模型型号可被使用
- PSP 与并行结构算法兼容
- PSP 与 VZERO 和 BYPASS 设置兼容，以实现更强大的高速性能
- 内部警告和诊断将提供有价值的信息，以帮助识别收敛问题
- 常用 MOS 器件变量，像电流、电导、收费和电容，以及 MOS PSP特别内部变量，可以被保存、印刷、制图和/或测量



实测的（点）和仿真的（线）输入电容 $C_{gg}$ 作为栅极偏压 $V_{gs}$ 的函数， $W/L=800\mu\text{m}/90\text{nm}$  n-通道MOSFET;  $V_{ds}=0$ ,  $V_{sb}=0$



针对  $L=90\text{nm}$  n-通道器件的漏极 ( $S_{id}$ ) 和栅极 ( $S_{ig}$ ) 电流噪声谱密度与栅极源极偏压。圆点图案表示测量值，实线表示使用PSP的仿真结果。

参考文献: G.Gildenblat et alii. 《Introduction to PSP》;  
（于2005年5月在加州安娜罕的紧凑建模研讨会上发表: 《Technical Proceedings》 pp. 19-24）