

# VBIC

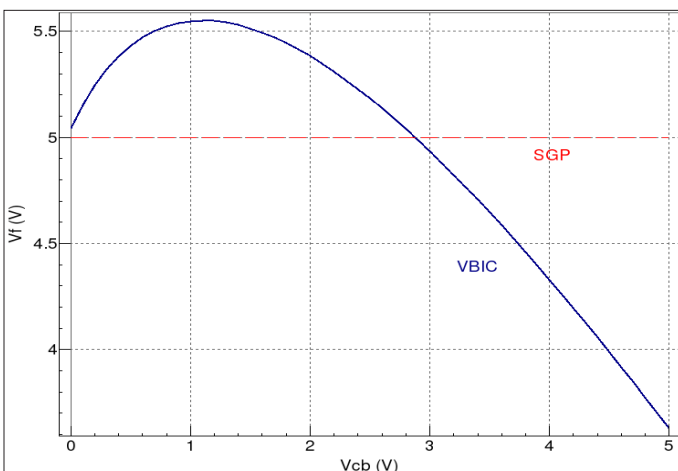
## 高级双极结晶体管（BJT）和异质结双极晶体管（HBT）模型

### VBIC 的起源和目标

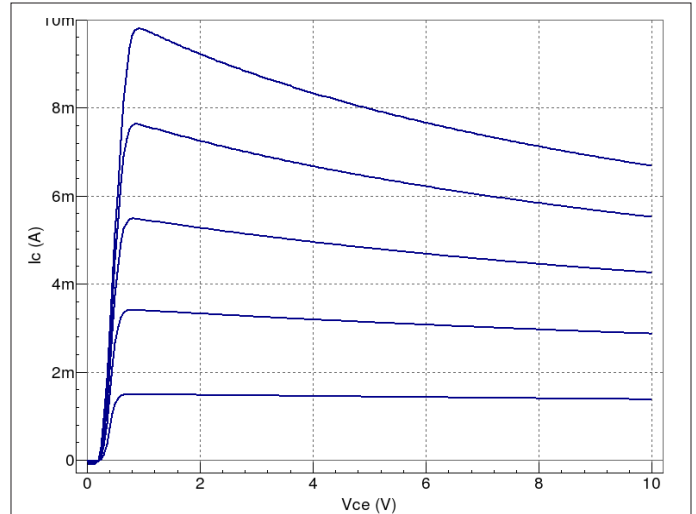
VBIC (Vertical Bipolar Inter-company) 模型是在半导体公司和EDA公司的共同努力下，开发出的继30年历史的行业标准SPG (SPICE Gummel-Poon) 模型之后的成果。VBIC沿袭了SGP的基本概念，又克服了它的主要缺陷，具备多种新型先进的BJT和HBT建模特性。同时，VBIC又可提供与SPG模型的最大向后兼容性，以充分利用和对集成电路设计工程师进行的现有模型知识和模型特性表征的培训成果。今天，VBIC是唯一同时被BJT和HBT制造行业和电路设计行业广泛采用的模式。

### VBIC在基于SGP上的根本改进点

- 基于损耗电荷的尔利 (Early) 效应建模
- 由经验电流增益体现的集电极电流和基极电流的分离
- 改进了的HBT建模能力
- 改进了的损耗电容和扩散电荷
- 对寄生的PNP晶体管建模
- 改进了的库尔 (Kull) 准饱和建模，以避免不良电导问题
- B-C结弱雪崩 (weak avalanche) 模型
- B-E结击穿建模
- 改进了的温度测绘 (temperature mapping)；从物理角度，即在高温下无负内建电势
- 自热效应
- 固定叠加电容



VBIC和SGP的尔利 (Early) 电压模型



VBIC电热建模的HBT输出特性

### Silvaco的功能实现

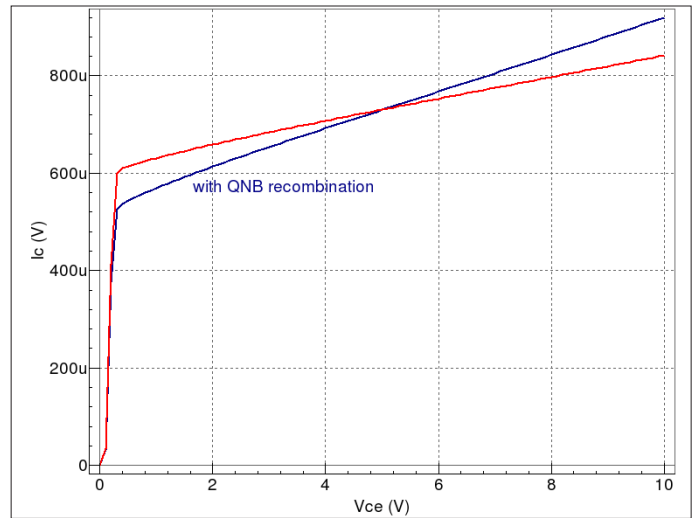
- Silvaco模型库 (ModelLib) 提供三个版本的VBIC模型：两个公开发行的VBIC v1.1.5版本 (VBIC95) 和VBIC v1.2版本 (VBIC99)，以及VBIC v1.3加强版。VBICv1.1.5版本 and v1.2版本的实现与公开的VBIC的Verilog-A代码完全一致
- 用户友好参数剪辑，先进的内部模型诊断，以及大量的输出变量
- 在SmartSpice的VZERO和BYPASS软件基础上改进了仿真速度
- 以等效但更为简便的方式来定义剩余相位网络 (excess phase network)，从模型状态方程式中消除未知电感电流
- 理想二极管电流的线性化大于可选参数EXPLI所定义的最大电流
- 对本地温度有硬性限制，以避免数值近似问题
- 在主晶体管和寄生晶体管以及正向和反向偏压累崩电流中，对标准化的基极点和评估进行扩展数值保护

**SILVACO**

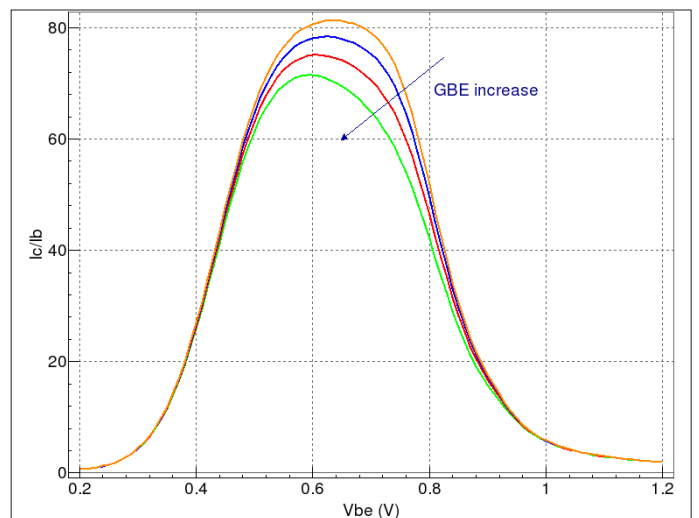
## Silvaco增强版VBIC模型特性

为满足日益增长的电路设计要求以及扩大VBIC模型应用范围，Silvaco推出了VBIC模型v1.3增强版，其建模特性包括：

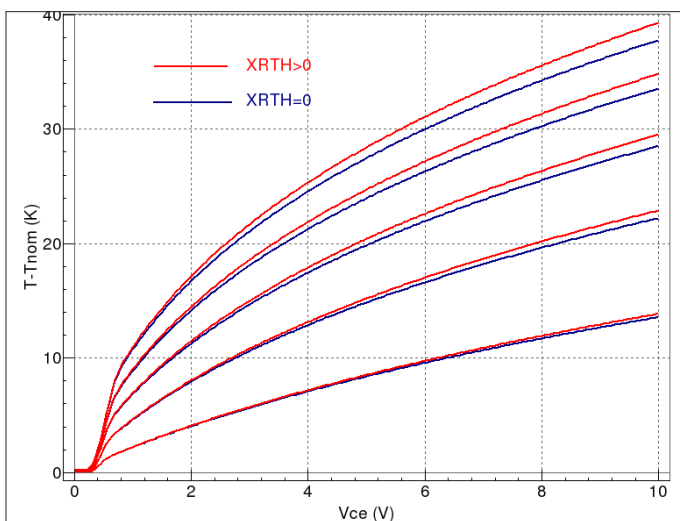
- 由于在准中性基极（QNB）中的复合而产生的新的基极电流成分，对带有盒型锗轮廓的SiGe技术、在准中性基极中的高度掺杂过程或具有宽敞基极区域的功率器件非常有用。该模型充分考虑了利用耗尽区结电容对复合电流的基极宽度调试的关系。
- 在基极对带有非均匀带隙的BJT器件的精确建模使用通用尔利（Early）系数。该模型有效解释了基极宽度调试对准中性基极电荷和相应伽玛（Gummel）数的各种影响，对在精确模拟电路中的硅锗异质结晶体管（SiGe HBT）的各种应用有着重要意义。
- 位于C-B结耗尽区的非本征集电极电阻的调试。它可代替库尔格尔（Kull-Nagel）准饱和模型。其最重要的应用是在SmartPower型技术中，没有埋层加工的垂直PNP晶体管。
- 电气参数的扩展温度测绘（temperature mapping）。它包括尔利（Early）电压的温度相关性、热电阻温度相关性以及正向和反向传递时间参数
- 考虑了温度的非均匀分布的非线性热电阻模型是在基于基尔霍夫（Kirchhoff）转变原理上，以电流（热流）源的形式来实现的。它对硅锗（SiGe）和III-V 异质结双极晶体管（HBT）以及绝缘硅（SOI）工艺有着愈加重要的影响。



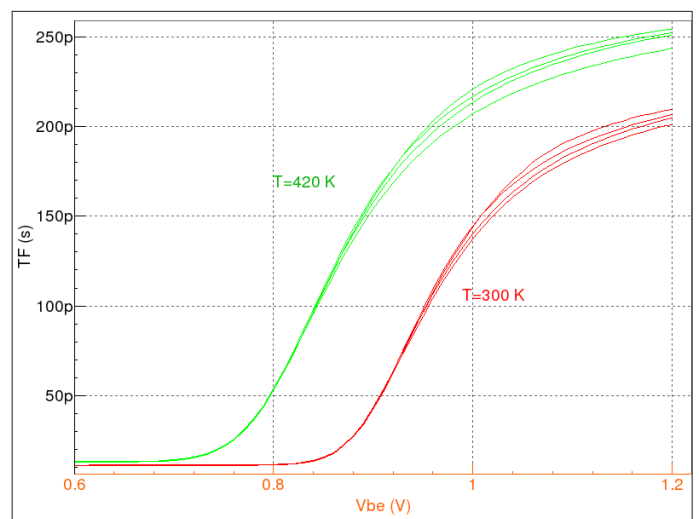
基于晶体管输出特性的准中性基极中的重组效应



在晶体管电流增益中准中性基极的非均匀（梯度）能带间隙效应



基于晶体管温度输出特性的温度相关热电阻效应



不同Vce的温度相关正向渡越时间