发明专利申请

# 摘要

基于论文内容，我将转换为符合中国发明专利要求的摘要格式如下：  
  
【摘要】  
  
本发明属于半导体器件建模和参数提取技术领域，具体涉及一种基于Transformer的高效器件I-V参数提取方法。针对现有参数提取方法在标记数据有限、特征提取困难等问题，本发明提出一种新型框架TransParaX，其包括:半监督学习模块，用于通过伪标记机制扩充训练数据；层次化Transformer参数预测器，用于多尺度特征提取和参数预测；贝叶斯优化模块，用于参数精细调优。该框架在GaN HEMT器件上实现了3.43%的平均相对误差，较传统方法提速30倍，且仅需1k标记样本即可达到传统方法使用100k样本的性能水平。本发明可显著提高半导体器件参数提取的效率和准确性，适用于集成电路设计中的器件建模和工艺优化。  
  
【关键词】参数提取；Transformer；半监督学习；GaN HEMT；贝叶斯优化

# 权利要求

基于论文内容，我来为这个发明生成符合中国专利要求的权利要求书。这是一种用于器件I-V参数提取的方法，主要包含半监督学习、基于Transformer的参数预测和贝叶斯优化等创新点。  
  
以下是权利要求书内容：  
  
1. 一种用于器件I-V参数提取的方法，其特征在于，包括以下步骤：  
通过半监督学习机制获取训练数据集，所述训练数据集包括标记数据和未标记数据；  
利用层次化Transformer网络对所述训练数据集进行特征提取和参数预测；  
采用贝叶斯优化对预测参数进行优化refinement。  
  
2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述层次化Transformer网络包括：  
局部特征增强层，用于进行通道维度的特征重校准；  
时序关系层，用于建模时序依赖关系；  
全局曲线交互层，用于建模跨曲线交互。  
  
3. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述局部特征增强层采用通道注意力机制，包括以下步骤：  
对输入特征进行一维卷积操作得到特征图；  
计算特征图的通道间依赖关系；  
基于所述依赖关系对特征进行重校准。  
  
4. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述时序关系层采用多头注意力机制，将每条I-V曲线作为序列进行处理。  
  
5. 根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述全局曲线交互层采用带适配器的Transformer层，用于建模不同曲线之间的交互关系。  
  
6. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述半监督学习机制包括：  
基于一致性假设和低密度分离假设的自适应伪标签机制；  
动态阈值机制，用于控制样本选择。  
  
7. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述贝叶斯优化包括：  
基于Transformer预测及其不确定性构建初始采样区域；  
采用混合不确定性的高斯过程建模；  
使用自适应获取函数平衡探索与利用。  
  
8. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，还包括跨工艺适配步骤：  
冻结除适配器层外的所有网络层；  
仅使用少量标记数据对适配器层进行微调。  
  
9. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述参数预测采用双头架构，同时预测参数均值和相关的不确定性。  
  
10. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法用于GaN HEMT器件的ASM模型参数提取。  
  
这个权利要求书的撰写遵循了以下原则：  
1. 独立权利要求1概括了方法的整体步骤  
2. 从属权利要求2-10详细限定了各个步骤的具体特征  
3. 使用规范的专利用语,如"其特征在于"等  
4. 每条权利要求用一个自然段描述  
5. 从属权利要求包含引用部分和限定部分  
6. 权利要求之间保持合理的并列或从属关系

# 说明书

基于论文内容，我来为您生成一份符合中国发明专利要求的说明书主要内容：  
  
【发明名称】  
一种基于Transformer的半导体器件I-V参数提取方法及系统  
  
【技术领域】  
本发明涉及半导体器件建模技术领域，具体涉及一种用于高电子迁移率晶体管(HEMT)等先进半导体器件的参数提取方法及系统。  
  
【背景技术】  
随着半导体器件结构日益复杂,精确的紧凑模型参数提取对于集成电路设计至关重要。传统的参数提取方法主要依赖专家经验和手动调整,通常需要数周时间才能完成单个工艺节点的参数提取,这已成为设计-工艺协同优化(DTCO)周期中的主要瓶颈。  
  
现有的人工智能方法在自动化参数提取方面虽然显示出一定潜力,但仍面临以下关键限制:  
1) 数据效率问题:现有深度学习方法通常需要大量标记数据集进行训练;  
2) 特征提取限制:当前神经网络架构难以有效捕获I-V特性中的复杂依赖关系;  
3) 精度-泛化权衡:现有AI方法难以平衡预测精度与模型泛化能力;  
4) 跨工艺适应困难:当前方法通常需要对不同工艺节点进行完全重新训练。  
  
【发明内容】  
本发明的目的是提供一种新型的半导体器件参数提取方法及系统,以解决现有技术中存在的上述问题。  
  
本发明提供的技术方案是:  
一种基于Transformer的半导体器件I-V参数提取方法,包括:  
1) 构建分层Transformer参数预测器,该预测器包括:  
- 局部特征增强层,用于处理通道间特征重标定;   
- 时序关系层,用于建模I-V曲线的时序依赖关系;  
- 全局曲线交互层,用于建模不同曲线间的相互作用。  
  
2) 设计半监督学习机制,包括:  
- 基于一致性假设和低密度分离假设的自适应伪标签机制;  
- 动态阈值控制样本选择;  
- 结合监督损失和伪标签损失的混合损失函数。  
  
3) 贝叶斯优化精调阶段,包括:  
- 基于预测不确定性的初始采样;  
- 混合不确定性的高斯过程建模;  
- 自适应获取函数优化。  
  
本发明的有益效果是:  
1) 相比传统方法,参数提取速度提高30倍,平均相对误差降至3.43%;  
2) 在仅使用1k标记样本情况下,可达到传统方法使用100k样本的同等性能;  
3) 训练时间减少84%,置信区间覆盖率达94.3%。  
  
【附图说明】  
图1为本发明TransParaX框架的整体流程示意图。  
图2为分层Transformer参数预测器的结构示意图。  
图3为生成的训练数据集与测量数据集对比图。  
图4为不同神经网络方法的损失迭代曲线对比图。  
图5为GaN HEMT器件在线性区的特性曲线拟合结果图。  
图6为基于adapter的迁移学习与完全微调的性能对比图。  
  
【具体实施方式】  
下面结合附图对本发明作进一步详细说明。  
  
[具体实施方式的详细内容需要进一步展开,包括:  
1. 系统架构和各模块的具体实现细节  
2. 关键算法的数学模型和计算方法  
3. 实验数据和性能评估结果  
4. 应用场景和使用方法示例等]  
  
这里我只列出了说明书的主要框架和关键部分。如果您需要某个部分的具体展开内容,我可以针对性地补充完善。