

用于超导纳米线单光子探测器的宽带超低温放大器

李连鸣^{1,2}, 何龙², 吴旭^{1,2}, 牛晓康¹, 万超², 康琳^{2,3}, 贾小氢^{2,3}, 张蜡宝^{2,3}, 赵清源^{2,3}, 涂学湊^{2,3}

¹东南大学信息科学与工程学院无线电工程系移动通信国家重点实验室, 中国南京市, 210096

²紫金山实验室, 中国南京市, 211111

³南京大学电子科学与工程学院超导电子研究所, 中国南京市, 210093

摘要: 为有效读出超导纳米线单光子探测器 (SNSPD) 输出信号, 提出一种基于 $0.13\ \mu\text{m}$ SiGe BiCMOS工艺的低功耗无电感宽带差分超低温放大器。为解决缺少超低温器件精确模型的问题, 结合并联—并联反馈和电容耦合超低温放大器结构, 通过详细理论分析和仿真, 确定了放大器增益与电路可调设计参数间的关系, 提高了设计和优化的灵活性, 从而实现所需增益。为实现工作频率范围内端口阻抗平坦特性, 采用RC并联补偿结构, 有效提高了放大器闭环稳定性, 并可抑制放大器过冲问题。给出室温 (300 K) 和低温 (4.2 K) 下S参数和瞬态性能测试结果。在良好输入输出阻抗匹配下, 该放大器在300 K温度下3 dB带宽为1.13 GHz, 增益为21 dB。在4.2 K温度下, 该放大器增益可在15~24 dB范围内调节, 其3 dB带宽为120 kHz~1.3 GHz, 功耗仅3.1 mW。去除芯片外围焊盘, 该超低温放大器芯片核心面积仅为 $0.073\ \text{mm}^2$ 。

关键词: 超低温放大器; 宽带放大器; 超导纳米线单光子探测器
<https://doi.org/10.1631/FITEE.2100525>