一种带有新型纹波抑制环路的电容耦合生物医学仪表放大器

秦政，董阳涛，赵梦恋，吴晓波
（浙江大学 超大规模集成电路设计研究所，浙江 杭州 310027）

摘要： 设计了一种用于扩增生物电信号的低功耗高精度电容耦合斩波仪表放大器.通过斩波来减少失调和 1 / f 噪声，并且利用带有斩波型 Ping-Pong 结构自调零拓扑的纹波抑制环路来减小由于调制失调电压和 1/f 噪声而产生的纹波.利用上述结构，斩波纹波在放大器的输出级可衰减约 40 dB.采用带有较大时间常数的直流伺服环路可以有效抑制电极失调，同时采用正反馈环路来提高输入阻抗.该仪表放大器采用 SMIC 0.18 μm CMOS 工艺进行设计.针对 EEG 或 ECG 等信号的特点，将放大器-3 dB 带宽设置为 1 kHz.仿真结果表明，它的等效输入噪声功率谱密度为 32 nV/，噪声效率因数为 2.1，共模抑制比为 105 dB，并且在 1 V 电压供电下，供电电流达到 2.8 μA.

关键词： 电容耦合斩波仪表放大器；纹波抑制环路；斩波型 Ping-Pong 结构自调零拓扑；噪声效率因数
中图分类号： TN433
文献标识码： A
文章编号： 1000-7180(2018)08-0031-05

A Capacitively-Coupled Biomedical Instrumentati on Amplifier with Novel Ripple Reduction Loop

QIN Zheng, DONG Yang-tao, ZHAO Meng-lian, WU Xiao-bo
（Institute of VLSI Design, Zhejiang University, Hangzhou 310027,China）

Abstract： This paper describes a low-power precision capacitively-coupled chopper instrumentation amplifier (CCIA) to amplify the bio-potential signals. To reduce the offset and 1/f noise, chopping is employed. And the resulting ripple caused by the up-modulated offset and 1/f noise is suppressed by a proposed ripple reduction loop with chopped Ping-Pong auto-zeroing topology. With the proposed RRL, the chopping ripple at the output stage of the CCIA is attenuated about 40 dB. A DC servo loop (DSL) with a large time constant is employed to suppress electrode offset and a positive feedback loop (PFL) is employed to boost the input impedance. The CCIA is implemented in SMIC 0.18 μm CMOS process. To fit applications like EEG or ECG signals, -3 dB bandwidth is set as 1 kHz. Simulation results show that it achieves an equivalent input noise power spectrum density (PSD) of 32 nV/Hz, a noise efficiency factor (NEF) of 2.1, CMRR of 105 dB and a supply current of 2.8 μA at a 1 V supply voltage.

Key words： capacitively-coupled chopper instrumentation amplifier； ripple reduction loop；chopped Ping-Pong auto-zeroing topology； noise efficiency factor

作者简介：
秦政男，（1992-），硕士研究生.研究方向为模拟集成电路设计.
董阳涛男，（1993-），硕士.研究方向为模拟集成电路设计.
赵梦恋（通讯作者）女，（1976-），博士，副教授.研究方向为模拟集成电路设计.E-mail:zhaoml@zju.edu.cn.
吴晓波男，（1947-），硕士，教授，博士生导师.研究方向为模拟集成电路设计.