

パイプライン型 ADC 性能のデザインルール依存性 -ゲインブーストアンプの特性の考慮-

A Study on the Effects of Design Rule in Pipeline ADC's Performance -Consideration of Gain Boost Amplifier Characteristics-

東京工業大学大学院 理工学研究科

宮原 正也, 倉科 隆, 松澤 昭

Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Tech

Masaya Miyahara, Takashi Kurashina, Akira Matsuzawa

masaya@ssc.pe.titech.ac.jp

はじめに：パイプライン型 ADC (以下 ADC) はデジタルカメラやワイヤレス LAN など様々な用途に用いられており、更なる高速、高精度、低消費電力化が望まれている。一般的に微細なデザインルールを用いることにより高速、低消費電力化が可能であるが、低電圧化に伴う信号ダイナミックレンジの低下により精度の確保は困難となる。本研究では 0.35 μm から 90nm までの代表的なモデルパラメータを用いて ADC の性能のデザインルール依存性を示した。さらに ADC の高精度化の際に必要なゲインブーストアンプ(以下 GBA)を用いた場合の性能への影響について検討を行い、最適設計手法の確立を試みた。

検討内容：0.35 μm ~ 90nm のトランジスタのアナログ特性から ADC のステージを構成した際の OP アンプの消費電流-GBW 特性を算出し変換周波数を見積もる。OP アンプの構成はフォールドドカスコード型に GBA を施したものとした。GBA を用いると OP アンプの周波数特性に pole-zero(doublet)が生じ、条件によってはセトリング特性が悪化する。GBA の安定動作条件は $\beta\omega_u < \omega_{u_GBA} < \omega_{p2}$ で与えられ、これにより pole-zero の影響を抑えることができる。結果：図 1 に 10 ビット精度構成の初段ステージの OP アンプの消費電流と変換周波数の関係を示す。ダイナミックレンジに伴ってステージの単位容量は最適化を行っている。OP アンプの寄生容量が単位容量より小さい時のみ消費電流の増加により変換周波数の上昇が可能であり、デザインルール毎に有利な領域が存在することがわかる。また、GBA を安定動作させるための GBA の消費電流の合計はおおよそメインアンプの 10~20%程度で十分であることがわかった。なお本研究は半導体理工学研究センター (STARC) との共同研究により行われたものである。

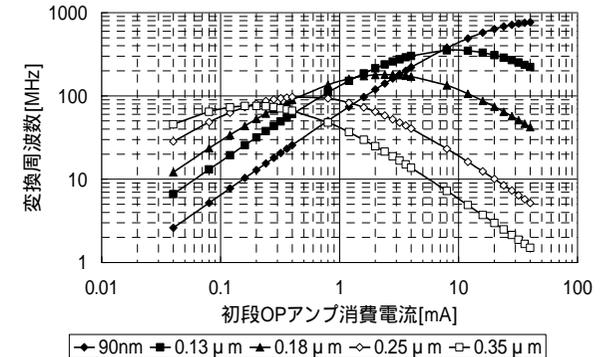


図 1. 初段 OP アンプ消費電流 - 変換周波数