

要 旨

セルフタイム型パイプラインのための ステージ単位パワーゲーティング回路の LSI 設計と実装

宮城 桂

今後の情報通信処理機器は、トランジスタの微細化により、小型高性能化が達成される一方で、トランジスタの絶縁能力の低下が引き起こす漏れ（リーク）電流の増大により、電力あたりの処理性能の向上が困難となりつつある。また、発熱に起因する回路の性能や信頼性の低下を防ぎ、微細加工技術のもたらす集積度向上の恩恵を受けるために、低消費電力化は必須の技術である。

ここで、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 構成により実現される LSI (Large Scale Integration) 回路の消費電力は、負荷容量の充放電電流と貫通電流によるダイナミック電力とリーク電流（漏れ電流）によるスタンバイ電力の和として与えられる。セルフタイム型パイプライン（Self-Timed Pipeline、以下 STP）は、有効データが存在するパイプライン段（ステージ）のみが論理動作するため、ステージ単位でオンデマンドにダイナミック電力を消費する。この STP において、有効データが存在しないステージへの電力供給を遮断してリーク電力を削減する、すなわちスタンバイ電力に対してもオンデマンドな電力消費を徹底できれば、超低消費電力化が期待できる。

本稿では、STP に対し、ステージ単位の電源遮断（パワーゲーティング）を実現する回路を提案する。さらに、提案した回路を 65nm CMOS プロセスで試作し、ステージ単位パワーゲーティングの実現可能性および有効性を定量的に示す。

キーワード 消費電力、ダイナミック電力、リーク電力、セルフタイム型パイプライン、
パワーゲーティング

Abstract

LSI Design and Implementation of Stage-by-Stage Power Gating Circuit for Self-Timed Pipeline

Kei MIYAGI

The modern communication society is supported by system LSI that has become highly functional and efficient. On the other hand, the electric power consumption of the system LSI has increased rapidly in this decade. This is because the dynamic power consumption is increased due to high-speed switching, while the standby (leak) power consumption is increased due to the growth of micro-fabrication technology. These problems can be solved by the Self-Timed Pipeline(STP) and the Power Gating(PG). To reduce the power consumption, STP is a promising system architecture since it has no global clock forcing every circuit work. In addition, it provides on-demand dynamic power-saving feature. On the other hand, the PG is known as one of leak power reduction techniques to intercept voltage source when the circuit is idle.

However, there is an overheads on power consumption and processing latency due to the on-resistance of the PS. In this study, this paper proposes circuit design for PG and also a model to evaluate power consumption against the system performance. Furthermore, the LSI implements the circuit proposed and in this paper shows validity, and the efficiency.

key words Power Consumption, Dynamic Power, Leak Power, Self-Timed Pipeline, Power Gating