

要 旨

自己タイミング型パイプライン回路の系統的設計法

大石 祐子

自己タイミング型パイプライン (STP) は、スキュー、電力消費量等のクロック同期式の諸問題を、パイプライン段間でのハンドシェイク信号による局所制御で本質的に解決する手法である。さらに、STP では複数本のパイプライン間でデータを相互作用させることにより、同期制御では実現困難な高度な機能が実現できる。その実現例として、折返し型パイプライン (FQ) の LSI を試作した。FQ は、1 つの線形なパイプラインではなく、2 つのパイプライン間に設けたバイパス経路を利用したデータの転送を実現できる。FQ に優先度処理機能を付加し優先キューとして利用した場合、キューイング遅延の短縮と優先度によるパケットの差別化が可能となる。FQ は、複雑に絡み合う処理の実現に様々な条件を考慮して設計する必要があり、設計は容易ではなかった。この経験より、さらに複雑な処理を持つハザードフリーな STP 回路を実現するには系統的設計法が必要となることが明らかとなった。

本論文では、STP 回路の体系化とその系統的設計法を確立する一環として、ハフマン回路設計方式を応用した FQ 設計法を示している。この設計方式を応用するには、完全なハンドシェイクによりデータ転送を実現する、バイパス経路を 1 段ごとに設ける、という 2 点の FQ の設計仕様を定める必要があった。この仕様により設計した回路は最大 20 % の回路コスト増加であった。しかし、手設計時の挿入遅延素子数等を考慮すると十分実用的な規模であると考えられる。また、設計法により実現したデータ転送制御回路は、RTL シミュレーションで 200MPPS の処理性能で、既存のデータ転送制御回路と同等の性能を得た。これらの結果より、ハフマン回路設計方式の STP 回路設計への応用は有効であることを示した。

キーワード STP システム, 系統的設計, ハフマン回路設計法

Abstract

Systematic Design Method of Self-Timed Pipeline Circuits

Yuko Ohishi

The self-timed pipeline(STP) utilizes a localized handshake control between pipeline stages, so that it can overcome serious problems inherent in synchronous pipeline systems, such as clock skew, jitter and power consumption. Moreover, STP can realize superior functions given that data are interactive between multiple pipelines. A folded pipeline queue(FQ) was manufactured as an example of superior functional STP, and then the FQ is capable of minimum queueing delay and priority queueing. However, designing FQ is not easy because a designer has to consider many complex temporal conditions for FQ processing. As a result, it is clear that a systematic design methodology is essential in order to realize a hazard-free STP circuits.

This paper proposes a FQ design methodology using the well-known Huffman circuit method. It is necessary to decide two specifications for the FQ to apply the Huffman circuit. The first is that a piece of data is transferred after a complete handshake, and the second is that a bypass route is added in every two-pipeline stages. A circuit cost is increased at a maximum of 20% for FQ Huffman circuits. Furthermore, as a result of RTL simulation, a throughput is achieved up to 200MPPS for the fundamental data transfer circuit. This result indicates that the Huffman circuit can be applied to STP circuit design.

key words STP system , Systematic design , Huffman circuit design method