

4P-9

HLS: 論理シミュレーション専用計算機
(4) ネットワーク制御ユニット

今村真人, 浜崎良二, 木幡一博, 菊地原秀行, 白木昇
沖電気工業(株) 超LSI開発センタ

1. はじめに

HLS^[1]は、高精度・高性能に加え小型化とシステム拡張性を重視して設計した。その実現のため、PE(Processing Element)の高性能化は必須であるが、さらに、それらを結合する方式^[2,3]も重要である。HLSで採用する結合方式の条件としては、通信性能、システム拡張性、ハードウェアコストの3点に絞った。並列論理シミュレーションマシンにおける結合方式については各方面で開発・実用化^[4]されている。しかし、前記3点の条件を全て満足する方式はない。

本稿では、HLSの相互結合網であるネットワーク制御ユニット(NCU)^[5]において採用した結合方式の選定経緯とそれを実現している専用LSIについて述べる。

2. 方式選定の経緯

並列論理シミュレーションマシンの相互結合網について、PE10台程度を完全結合したモジュールをハイパーキューブ結合で実現するという階層結合方式が提案されている。^[6]

HLSの結合方式においても階層結合方式を採用することにし、下位層の結合方式は、性能重視の立場からクロスバス方式で実現することにした。上位層の結合方式については下記の要件を考慮して決定した。

- ・システム拡張性とハードウェアコスト
- ・SPM^[5]で取扱うゲート規模
- ・専用LSI化を前提として、1チップ搭載

可能ゲート数、パッケージピン数

・論理シミュレーションにおけるイベント転送の局所性等

検討の詳細は省略するが、上位層の結合方式として、リングバスと共有バスの2方式に絞った。最終的には、両者の性能見積、要求性能、実装面を考慮した結果、リングバス方式を採用することにした。

3. NCUの構成

NCUは、SEU^[5]8台を多段クロスバススイッチ網で接続したモジュール(SPM)16台をリングバスで接続した階層型結合網である。NCUは、リングバスのノードプロセッサ: RBU(Ring Bus Unit)、およびクロスバススイッチのノードプロセッサ: NPU(Network Process Unit)の各専用LSIから構成される。(図1)

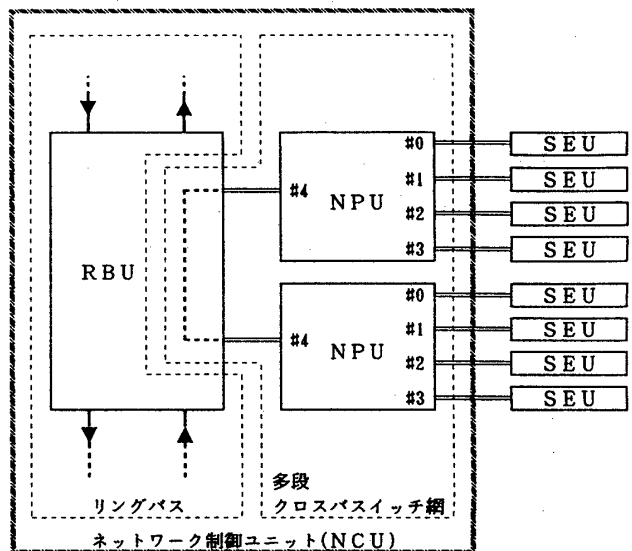


図1 NCU構成(1SPM分)

4. 専用LSI

NCUを構成する2種類の専用LSIについて下記に説明する。

4.1 NPU

(1)特徴

NPUは、5×5のクロスバスイッチのノードプロセッサであり、SEU4個、RBU1個と接続する。イベントの流れを滑らかにするため、クロスバスイッチの入出力にFIFOと、各ポートに他のポートから自身への転送要求の集中アービタを内蔵している。

(2)転送性能

一転送経路当りのイベント転送間隔は、最小2システムサイクルである。5つのポート間で相互に同時転送が可能であり、システムサイクル100nsの場合、最大転送能力は、

$$(1/100 \times 10^{-9}) \div 2 \times 5 = 25 \text{ MTPS}$$

となる。(MTPS:百万イベント転送/秒)

4.2 RBU

(1)特徴

RBUは、双方向リングバスを構成するノードプロセッサである。左右の隣接するRBUとそれぞれ対の単方向バスで接続し、双方向の通信を同時に行うことが可能である。また、システムクロックに無関係な非同期転送機能を具備している。これにより、遠距離ノード間の通信性能の低下を抑えている。イベントの流れを滑らかにするため、内部の転送経路には、すべてFIFO経由で接続されている。

(2)転送性能

16個のRBUがすべて双方向へ同時に転送が可能であり、隣接RBU間は、1イベントを1システムサイクルで転送する。システムサイクル100nsの場合、本リングバスの最大転送能力は、

$$(1/100 \times 10^{-9}) \times 16 \times 2 = 320 \text{ MTPS}$$

となる。また、RBU間平均転送距離(通過するRBUの数)を4とすれば、

平均転送能力は、

$$320 \div 4 = 80 \text{ MTPS}$$

となる。

4.3 専用LSIの諸元

専用LSIの諸元を表1に示す。

表1 専用LSI諸元

| | NPU | RBU |
|-------|---------|-------------------|
| 信号ピン数 | 184 | 209 |
| ゲート数 | 19k | 57k |
| FIFO | 29b×10個 | 30b×2個, 29b×8個 |

5. おわりに

HLSのネットワーク制御ユニット(NCU)について、その結合方式の選択経緯、およびNCUを構成する専用LSIについて述べた。NCUは、
①クロスバとリングバスの階層結合網
②通信制御ノードの専用LSI化
③性能低下を抑える非同期転送等の機能の具備
等により高性能化を図っている。

参考文献

- [1] 菊地原,他:"HLS:論理シミュレーション専用計算機(1)システム概要",本大会予稿集,1990
- [2] 黒川,相磯:"結合方式",特集「並列処理技術」,情報処理学会誌, Vol.27, No.9, pp.1005-1021,1986
- [3] R.W.Hockney,C.R.Jesshope著,奥川,黒住共訳,並列計算機,共立出版
- [4] 大森,小池:"論理シミュレーションマシンのハードウェアアルゴリズム",特集「VLSI向きハードウェアアルゴリズム」,情報処理学会誌, Vol.26, No.6, pp.668-678,1985
- [5] 浜崎,他:"HLS:論理シミュレーション専用計算機(2)ハードウェア構成",本大会予稿集,1990
- [6] 川口,他:"並列論理シミュレーションマシンの相互結合方式",信学技報, Vol.85, No.302, EC85-59,1985