

マルチベクトルプロセッサVPP結合部の
実装方式

4T-3

東芝 総合研究所

関戸一紀、前田明、須藤俊夫

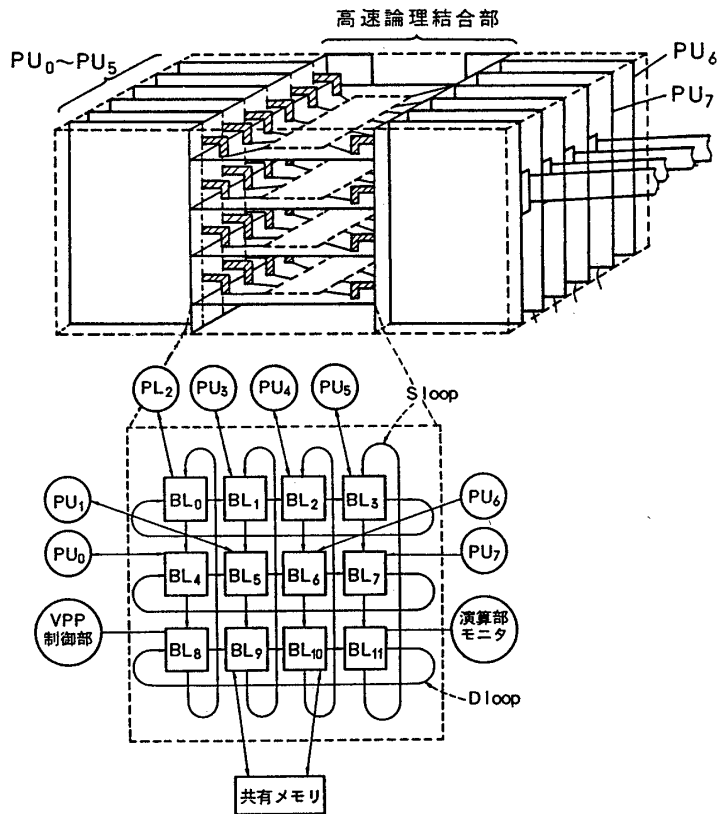
1. はじめに

画像処理をはじめ、様々な分野における高速処理の要求がますます高まってきており、各種並列処理計算機が提案されている。我々は通産省工業技術院が推進している大型プロジェクト「科学技術用高速計算システムの研究開発」の一環として、画像処理を応用の一つとする、高性能並列処理プロセッサVPP (Variable Processor Pipeline) の研究開発を進めている。

VPPは第1図に示すごとく、ベクトル演算装置PU (Processor Unit)、共有メモリ等を高速な結合部で結合した、MIMD型の並列計算機である。PUの方式、結合部の制御方式については文献(1)、(2)、(3)に詳しいので、以下本報告では、この結合部の高速化のための方式上の工夫、および実装上の問題点とその解決方法に焦点をあてて説明する。

2. 結合部の転送方式と実装方式

VPPの結合部は第1図に示す様に、各モジュールに対応したBL (Bus Logic Unit)群を矩形状に配置し、各列各行をそれぞれ、SループDループにより、ループ状に結合した構成を採っている。このループ上をデータを載せるスロットが回っており、データ転送は、送り手モジュール→Sループ→Dループ→転送先モジュールの順に行われる。この時データを遅滞なく転送するには、スロットはプロセッサの1サイクルの間に、ループを一周する必要がある。接続されるモジュール数は、現行システムでは12であるが、大規模システムでは100近くを想定しており、結合部は10×10の大きさとなり得る。PUのサイクルタイムは現在100nsであるため、BL間の転送サイクルは10ns程度でなくてはならない。従って結合部を新素子GaAsで実現し、さらにシステム全体の実装では第1図に示すように、結合部を中心に、PU、その他のモジュールのインターフェースボードを周辺に配置し、BL間の距離が最短になる方式を採用した。なお結合部が4枚に分れているのは、GaAs LSIの入出力

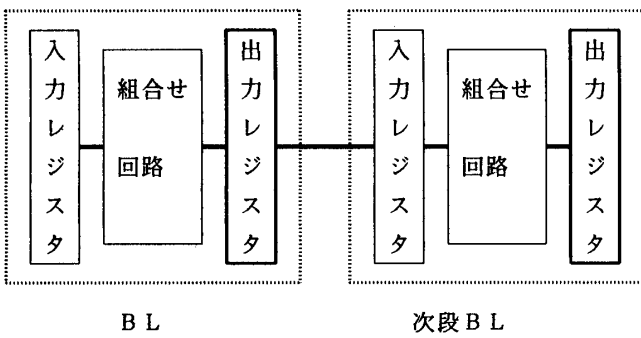


第1図 VPPの全体構成

ピンの本数の制限により、32ビット幅の転送路を8ビットづつの4つのスライスに分割したためである。

3. BLの設計

結合部を構成するBLは、10ns程度のサイクルタイムを実現する必要がある。このBLは単なるデータの転送路の役目を果たすだけでなく、転送先アドレスの制御、結合部のアービトレーション、ステータス情報の管理など、複雑な処理を行うため、ゲート段数がかなり多くなる。またGaAs素子の場合、チップの外への信号の伝搬には時間がかかることもあり、チップ内の組み合わせ回路の遅延時間、入出力のパッファの通過時間を合わせると、10nsで動作させることは、かなり厳しい事がシミュレーションにより判った。そこで第2図に示すように、各チップの出力側に、出力レジスタを設置し、入力レジスタから出力レジスタまでの転送時間と、出力レジスタから次段のBLの入力レジスタとの間のチップ間転送時間を

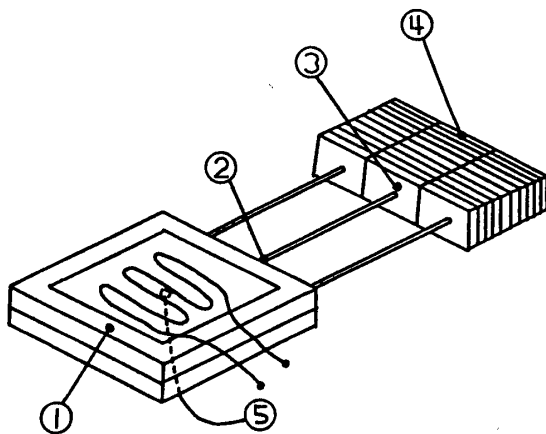


第2図 BLのデータ転送方式

分離し、サイクルタイムの短縮を図った。この結果1つのループ上のレジスタの数は倍となり、スロットが一周するサイクル数も倍必要となるが、1つのBLに対するスロットも2つ割当てることができ、この2つのスロットにより、各モジュールは遅滞なくデータを送出することができる。なお1つのBLに対し、2つのスロットが存在することになるが、1つを“主”他を“従”とし、アービトレーション等の制御は“主”のスロットを用いることにより行っている。

4. 結合部の熱設計

結合部の高速化のため用いたGaAsは、ECLより少ない発熱で済むが、CMOSよりはるかに大量の熱を放出する。現在開発中のVPPでは12個のBLを1つのモジュールとし、これを4つ合わせて結合部を構成している。1つのGaAsチップが5W程度の熱を放出するものとする、1つのモジュールから60Wの発熱が考えられる。第1図に示したように結合部の周辺に多数のプリント板が取り囲むように配置されるため、単純なファンでの強制空冷では空気の流れがスムーズにならない。このため冷却方式として、ヒートパイプによる方法を検討した。この方式は、冷却系として閉じているため、メンテナンスが



第3図 ヒートパイプの全体構成

簡単など使用する上での利点が多い。このヒートパイプは第3図に示すように、GaAsチップから出る熱を、風の流れる場所まで水により輸送し、放熱フィンにより放熱面積拡大を図り冷却する方式である。

このヒートパイプによる冷却効果の実測結果を第4図に示す。図は風速1m/sにおける各測定点（位置は第3図に番号で示す）の温度を、モジュールからの発熱量をパラメータにして測定した結果である。これよりモジュール当たり60W程度の発熱に押さえられれば、風速1m/sの場合でも測定点①（受熱ブロック）での温度は50.2度となり、かなり押さえられる事が判った。

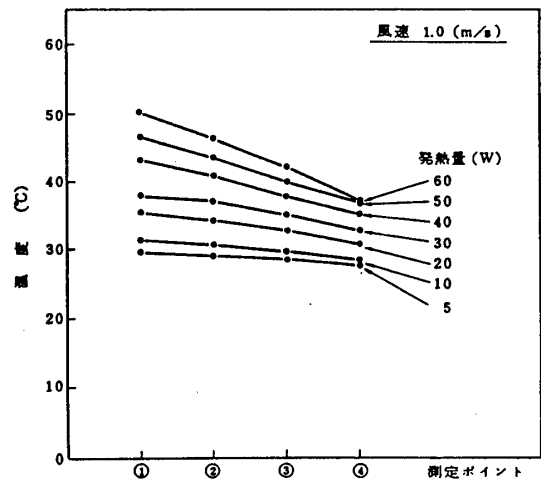
GaAsチップの正確な発熱量、チップと受熱ブロックとの熱抵抗値などは、今後の検討課題ではあるが、本実験により、ヒートパイプ方式はGaAs素子による結合部の冷却に十分利用できることが判った。

5. おわりに

マルチベクトルプロセッサVPPの実装方式について述べた。現在8台のPU、Si素子による結合部からなるパイロットモデルが稼動中であり、画像処理プログラム等のソフトウェアの開発を進めている。またこれと並行して、結合部のGaAs素子開発および実装開発も進めており、本報告でのべた、実装方式の確認、評価を今後行う予定である。

参考文献

- (1) 前田他：インデックス処理機能を持ったベクトル計算機のアーキテクチャ，第30会情報処理全国大会4B-5，1985
- (2) 前田他：並列処理装置のプロセッサ結合方式，第31会情報処理全国大会2D-2，1985
- (3) 関戸他：VPPにおけるプロセッサ結合方式，第36会情報処理全国大会6C-1，1988



第4図 ヒートパイプによる冷却効果