

5H-4 光結合によるマルチリードライトメモリ*

竹本卓, 天野 英晴†

慶応義塾大学理工学部‡

1 はじめに

バス結合型マルチプロセッサの性能はバスのバンド幅により制限されている。現在、バスの混雑を低減させるためのさまざまな工夫がなされているが、もはや大幅な性能向上は望めないと考えられる。したがって、根本的な問題である「バスのバンド幅に制限がある」ということを解決することが、将来のバス結合型並列計算機開発に向けて避けて通れない課題である [1]。

本研究ではこの問題を解決する手段として、マルチプロセッサの各PUと共有メモリ間を光で結ぶマルチリードライトメモリを提案する。

2 光結合マルチリードライトメモリの概観

光結合マルチリードライトメモリは図1の様な構成になっている。ここで共有メモリは受光素子と記憶素子を組にしたものをアレイ状に並べ集積化したものである。また各PUはアレイ状の遮光素子を持つ。各PUは遮光素子を使って、メモリに送りたい情報に基づきマスクパターンを作る。そして各PUのマスクパターンを重ねて上からライトをあてることにより共有メモリの受光素子の上に、全てのPUの書き込み情報を含んだ光のパターンが投影される。またディスクにマスクパターンを書き込んでおいて同様に重ねて上からライトをあてれば、ディスクからメモリへの書き込みも同時に行なえる。

以上のようにPUと共有メモリ間の情報のやりとりは2次元のイメージという形で行なう。従来の電気的なバスと異なり、各PUがアービトレーションを行ないバスを獲得した後共有メモリと情報の受け渡しを行なうのではなく、各PUは基本的にいつでも共有メモリにアクセスできる。また一度に転送できるデータの大きさは可変であり、極端な場合すべてのメモリの内容を一度に変更することも可能である。バスを獲得するという概念がないのでメモリへのアクセスは全体に共通のクロックに同期して行なう。

読み込みは逆に共有メモリの内容を光のパターンにして各PUのアレイ状の受光素子に投影する。各PUは光のパターンのうち必要な部分を読み込む。

図1は遮光素子を利用した光透過型のモデルであるが、図2の様に発光素子を利用した光投影型のモデルでも同様な機能を得ることが出来る。ただしこの場合、光と影の関係が逆になる。

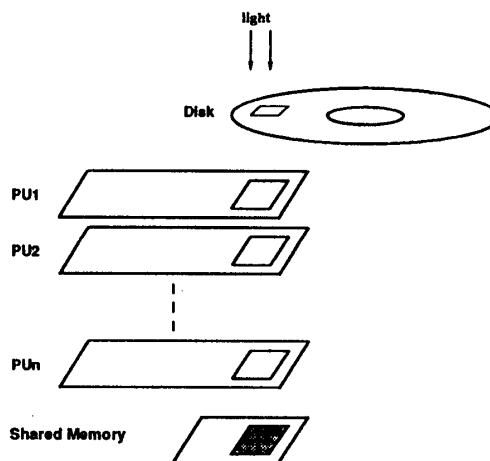


図1: 光透過型モデルの概観

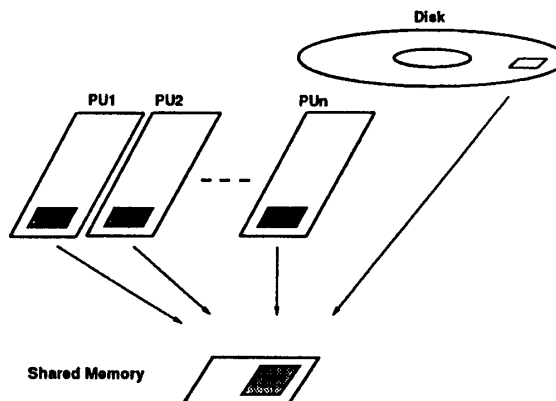


図2: 光投影型モデルの概観

3 書き込みのメカニズム

図3に示すように共有メモリは二つの受光素子に対し記憶素子1ビットが対応するように作られている。先に述べたように、各PUの遮光素子を通して光はこの受光素子上に投影される。そしてメモリは投影されたパターンに従い記憶動作を行なう。

受光素子には「光があたっている」と「光があたっていない」の二つの状態がある。よって、記憶素子1ビットに対して4つの命令をあたえることができる。そこで、図3の下に示す4つのオペレーションを各ビットに対して与える。図の白い部分は光があたっていることを、また灰色の部分は光があたっていないことをそれぞれ表す。Write 0, Write 1はメモリに対して

*Optically Connected Multi-Read/Write Memory

†Takashi Takemoto and Hideharu Amano

‡Keio Univ.

ぞれ0,1を書き込むことを表す。*Nop*はなにもしない、すなわち現在のメモリの内容を保持することを表す。そして*Conflict*は書き込みが衝突したことを表す。書き込みの衝突とは同じ番地のメモリに対し異なるデータが書き込まれることである。

図4に書き込みの例を示す。各PUは遮光素子を使い*Write 0*, *Write 1* または *Nop* のパターンを並べてマスクパターンを作る。またディスクにも同様にマスクパターンが書き込まれている。そしてこれらを重ねて共有メモリに投影すると図4の下のパターンができる。図の矢印で差した部分は書き込みが衝突していることを示している。書き込みの衝突はエラーであり排他処理により取り除かれるべきものである。また同じ番地に同じデータが書き込まれた場合、このモデルではエラーとならないが、実際はこれも排他処理によりあらかじめ起こらないようにする。

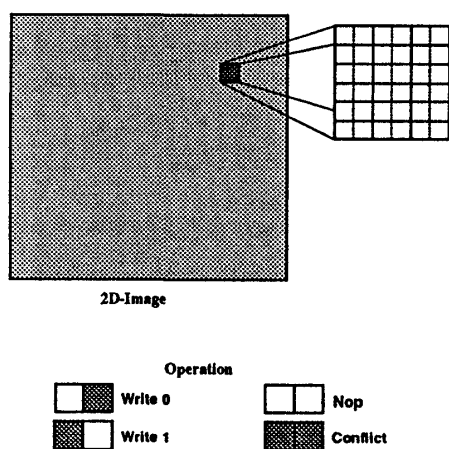


図 3: メモリの構造

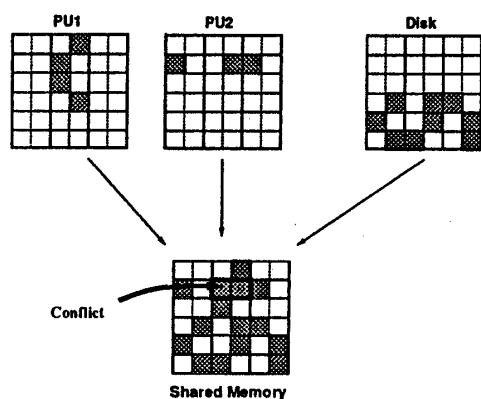


図 4: 書き込みの例

4 光結合マルチリードライトメモリの特徴

ここで紹介したマルチリードライトメモリは従来の電氣的なバスを利用した共有メモリに比べ、以下の点で優れている。

- 書き込みが衝突しない限り、各PUは同時に書き込みができる。
- PUの数の増加にともなう性能低下は最小限に抑えられる。
⇒ バス結合型超並列マルチプロセッサの可能性はある。
- ビット数に関係なく、常に同じ時間で書き込みができる。
⇒ 超高速ブロック転送が可能。

他にも、電気でなく光を使うため対雑音性にすぐれている等の特徴がある。

5 おわりに

現在、このモデルには以下のような問題及び課題がある。

- 大容量化の問題
- キャッシュの利用

このモデルではメモリの容量を増やすことは、そのまま受光部その他の部分の面積を広げることになるので大容量化が難しいという問題がある。

また共通の書き込みクロックに対して各PUの速度が速い場合、従来のようにキャッシュが有効となってくる。このとき、上で述べた高速ブロック転送が利用でき、一回の共通の書き込みクロックで、キャッシュの内容を全て共有メモリに反映することができる。ただし読み込みについてはとりあえず共通のクロックに同期して行なうしかなく、さらなる工夫が必要である。

参考文献

- [1] 富田 真治; 並列計算機構造におけるブレイク・スルーと光計算機; 「光コンピュータの基礎に関する総合的研究」研究成果報告書, 1985.