

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-30574  
(P2004-30574A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

F 1

テーマコード(参考)

**G06F 12/08**

G06F 12/08

523B

5B005

**G06F 15/16**

G06F 12/08

509F

5B045

**G06F 15/173**

G06F 12/08

513

G06F 12/08

543B

G06F 15/16

640B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2003-58097 (P2003-58097)

(22) 出願日

平成15年3月5日 (2003.3.5)

(31) 優先権主張番号

10/092,645

(32) 優先日

平成14年3月6日 (2002.3.6)

(33) 優先権主張国

米国(US)

(特許庁注:以下のものは登録商標)

UNIX

(71) 出願人

398038580

ヒューレット・パッカード・カンパニー  
HEWLETT-PACKARD COMPANY  
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト ハノーバー・ストリート 3000

(74) 代理人

100081721

弁理士 岡田 次生

(74) 代理人

100105393

弁理士 伏見 直哉

(74) 代理人

100111969

弁理士 平野 ゆかり

最終頁に続く

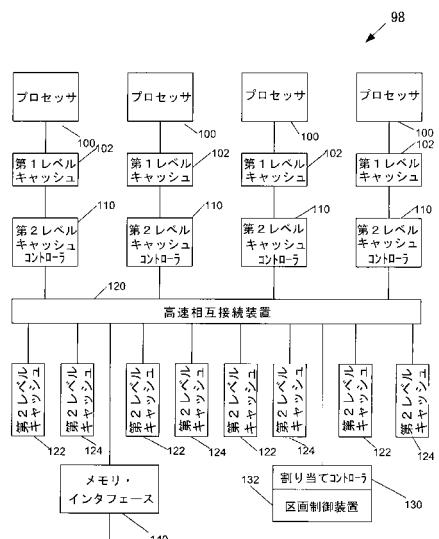
(54) 【発明の名称】動的にキャッシング・メモリの割り当てを行うプロセッサ集積回路

## (57) 【要約】

【課題】プロセッサおよびキャッシングを動的分割するプロセッサ集積回路を提供すること。

【解決手段】2以上の命令ストリームを実行するプロセッサ集積回路は、2以上のプロセッサを有する。各プロセッサは、キャッシングコントローラを介して、命令とデータにアクセスする。また、キャッシングメモリの複数ブロックも存在する。キャッシングメモリのいくつかのブロックは、任意に特定のキャッシングコントローラに直接接続される。キャッシングコントローラは、高速相互接続装置を介して、少なくともいくつかのキャッシングメモリの複数ブロックにアクセスする。これらのブロックの少なくとも1つは動的に、2以上のキャッシングコントローラに割り当て可能である。リソース割り当てコントローラは、少なくとも一つの動的割り当て可能キャッシングメモリブロックにアクセス用メモリコントローラを決定する。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

2つ以上の命令ストリームを実行することが可能なプロセッサ集積回路であって、  
第1のキャッシュ・メモリ・コントローラを介して命令を取り出し、データにアクセスする  
ように接続された第1のプロセッサと、  
第2のキャッシュ・メモリ・コントローラを介して命令を取り出し、データにアクセスする  
ように接続された第2のプロセッサと、  
それぞれがキャッシュ・データ・メモリを含む、複数のキャッシュ・メモリ・ブロックと、  
前記第1のキャッシュ・メモリ・コントローラおよび第2のキャッシュ・メモリ・コントローラが、少なくとも1つの割り当て可能なキャッシュ・メモリ・ブロックの利用をイネーブルできるように、前記複数のキャッシュ・メモリ・ブロックを前記第1のキャッシュ・メモリ・コントローラおよび第2のキャッシュ・メモリ・コントローラに接続する高速相互接続装置と、

前記第1のキャッシュ・メモリ・コントローラおよび第2のキャッシュ・メモリ・コントローラからなる群からアクセス用キャッシュ・メモリ・コントローラを選択するように接続したリソース割り当てコントローラを含み、前記アクセス用キャッシュ・メモリ・コントローラが、前記割り当て可能なキャッシュ・メモリ・ブロックにアクセスする、  
プロセッサ集積回路。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、マルチプロセッサ回路のような大規模で複雑な集積回路の設計及び実装の分野に関するものである。とりわけ、本発明は、複数CPU集積回路を動的に再分割して、クリティカル・パス・スレッドが、必要とするリソース入手することができ、それによって、システム性能の最適化が可能になるようにするための装置及び方法に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

高性能な最新のプロセッサ集積回路は、プロセッサ集積回路上に少なくともいくつかのキャッシュ・メモリを設けることによって製作される。一般に、キャッシュは、制御論理回路と共に、複数のブロックをなすメモリ・セルとして設計される。これらの回路の中には、製品の差別化並びに部分的に欠陥のある回路の販売を可能にする技法であって、キャッシュの一部をディスエーブルできるようにする、ポンディング・オプションを伴う設計を施されたものもあった。これらの回路の中には、キャッシュの欠陥セクションの代わりに利用することが可能なメモリの予備ブロックも備えている。一般に、キャッシュは、制御論理回路と共に、複数ブロックをなすメモリ・セルとして設計される。

**【0003】**

多くの最新ソフトウェアは、複数プロセッサ・マシンを利用するように書かれている。このソフトウェアは、一般に、複数スレッドを利用するように書かれている。各スレッドは、個別に実行スケジュールを決めることが可能な一連の命令を備えている。一般に、スレッドには、任意の特定の時間において、他のスレッドのアクションが完了するか、または、外部事象が生じるまで、実行を遅延する「待機」モードにあるものもあれば、すぐにでも実行可能になっているものもあり得る。

**【0004】**

ソフトウェアは、頻繁にスレッドに優先順位を付けることによって、ある特定の時間において、どのスレッドがほとんどのリソースを与えられるべきかを決定することも可能である。例えば、ウインドウズ2000(マイクロソフト社の登録商標)、VMS(ヒューレットパッカード社の登録商標)、及び、UNIXオペレーティング・システムは、全て、スレッドの優先順位を維持(アドミニストレータによって設定された基準優先順位から導

10

20

30

40

50

き出される場合が多い)する。これらのオペレーティング・システムは、これらの優先順位を利用して、どのスレッドを実行すべきかを決定したり、別のスレッドによって取って代わられる前に、各スレッドの実行時間量を決定する。

#### 【0005】

複数プロセッサ・マシンの場合、各プロセッサ毎に、実行準備の整ったスレッドの中から異なるスレッドを実行するタスクを課すことが可能である。これらのスレッドは、同じか、または、異なるアプリケーション・プログラムに属する場合もあれば、システム・タスクに関連している場合もある。こうしたマシンは、單一プロセッサを備えたマシンよりも有用な作業を行うことが可能である場合が多い。

#### 【0006】

マルチスレッド式プロセッサは、2つ以上の命令カウンタを備え、一般に、各命令カウンタに関連したレジスタ・セットを備え、2つ以上の命令ストリームを実行することが可能なプロセッサである。例えば、いくつかの命令ストリーム間において、単一パイプライン式実行装置に時分割を施すことが可能なマシンが知られている。実行装置が時分割されるので、各命令ストリームの実行は幾分遅くなりがちである。時分割される単一実行装置を備えたマルチスレッド・マシンは、ソフトウェアにとって、複数の独立したプロセッサのように見える。

#### 【0007】

单一集積回路上に、それぞれ、数サイクル単位の複数命令をディスパッチすることが可能な複数プロセッサを備える、スーパ・スカラ性能のマシンが知られている。このタイプのマシンには、IBM Power-4 及び PA8800 が含まれる。一般に、これらの集積回路上の各プロセッサは、それ自体の専用セットをなす実行装置パイプライン及びキャッシュを備えている。これらの実行装置の場合、そのダイ面積、それ故のコストは、一般に、時分割マルチスレッド式マシンをはるかに超えることになる。これらのスーパ・スカラ複数プロセッサ回路は、やはり、複数スレッドを実行することが可能であり、高性能マルチスレッド・マシンの一形態とみなすことが可能である。

#### 【0008】

集積回路をなす最新のプロセッサは、キャッシュ・メモリを備えるように製作される場合が多い。キャッシュ・メモリは、メイン・メモリに比べてかなり速いアクセスを可能にする。しかし、それはキャッシュ内で見つかる情報にのみ速いアクセスを可能にする。キャッシュにおいてメモリ参照が見つかる場合、キャッシュにおける「ヒット」と呼ばれ、一方、キャッシュにおいて参照が見つからない場合、キャッシュ「ミス」と呼ばれる。キャッシュ・ヒット数対全メモリ参照回数の比率は、「ヒット率」であり、キャッシュ・サイズ、キャッシュの連想「方式(ways)」数を含むキャッシュ・アーキテクチャ、及び、実行スレッドの性質の関数であることが分っている。

#### 【0009】

既知のように、キャッシュ・ヒット率は、カウンタを用いて、キャッシュ・ヒットと、メモリ参照をカウントすることによって測定可能である。こうしたカウンタの値を読み取って、ヒット率を計算することができる。やはり既知のように、ヒット率が低いと、システム性能をひどく損なう可能性がある。

#### 【0010】

既知のように、スレッドには、他のスレッドより高いヒット率を実現するのに、キャッシュ・サイズの拡大を必要とするものもある。やはり、既知のように、プロセッサの性能は、キャッシュにおけるヒット率が低いと、時折、深刻な悪影響を受ける可能性がある。従って、プロセッサの性能を最大限に発揮すべき場合には、全てのまたは大部分のスレッドについて、高ヒット率を支えるのに十分なキャッシュを設けることが必要になる。しかし、キャッシュ・サイズが大きくなると、コストが高くなる。従って、メーカは、アプリケーション・プログラム、及び、キャッシュ要件が異なると予想される、それぞれに異なる市場に対してキャッシュ・サイズの異なる同様のプロセッサを備えた集積回路を出している。

10

20

30

40

50

## 【0011】

複数プロセッサ集積回路のキャッシュは、一般に、処理コストによってサイズが制限される。大規模集積回路の製作コストは、一般に、その回路面積の指數関数であり、回路によつては、集積回路面積のほとんど半分が、キャッシュ、及び、キャッシュ・メモリ制御回路要素という場合もある。

## 【0012】

複数プロセッサ集積回路は、一般に、各プロセッサ毎に所定のキャッシュ量が割り当てられている。従つて、これらの回路は、一般に、プロセッサ数に、実行が予測される最もキャッシュ集約的なスレッドにおいて高ヒット率を達成するのに必要とされるキャッシュ量を掛けた値に等しい、全キャッシュ量を必要とする。

10

## 【0013】

複数のオペレーティング・システムを同時に実行することが可能な、複数プロセッサ及びマルチスレッドによるマシンが知られている。これらは、分割可能マシンである。一般に、各オペレーティング・システムは、ある区画で実行されるが、この場合、1つの区画には、1つ以上のプロセッサ、メイン・メモリの適合するセクション、及び、他のシステムリソースが割り当てられている。各区画は、一般に、専用ディスクスペースを備えることができるか、または、ディスクスペースを他の区画と共に用することが可能な、仮想マシンとして構成される。1つの区画ではウインドウズNT（マイクロソフト社の商標）を実行し、一方、もう1つの区画ではUNIXを実行することが可能なマシンが存在する。各コピーを独立した区画で個別に実行するようにして、同じオペレーティング・システムのいくつかのコピーを同時に実行することが可能なマシンも存在する。これらのマシンは、各区画を特定のユーザ及びアプリケーション専用とすることが可能であり、また、ある区画で生じる問題（システム・クラッシュを含む）が、他の区画における操作に悪影響を及ぼすとは限らないという点において有利である。

20

## 【0014】

既知のように、複数プロセッサ及びマルチスレッドによるマシンにおける実行時間は、各区画に割り当てられたプロセッサ数、メモリ量、及び、ディスクスペース量に基づいて課金することができる。やはり既知のように、分割可能マシンにおいて、1つ以上の複数プロセッサまたはマルチスレッドによる集積回路をプロセッサとして利用することも可能である。

30

## 【0015】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、分割可能マシンの一部をなす複数プロセッサ集積回路を含む、複数プロセッサ集積回路のプロセッサに動的にキャッシュを割り当てることにより、システムにおいて実行する各スレッドまたは区画毎に適切なキャッシュ量が与えられるようにすることにある。

40

## 【0016】

## 【課題を解決するための手段】

高性能複数プロセッサ集積回路は、複数キャッシュ装置と、複数命令取り出し及び解読装置を備えており、各命令取り出し及び解読装置は、実プロセッサまたは仮想プロセッサに対応している。集積回路は、少なくとも1つの動的に割り当て可能なキャッシュ装置を備えており、特定のプロセッサに直接接続することができる追加キャッシュ装置を備えることも可能である。

## 【0017】

集積回路は、2つ以上の実プロセッサまたは仮想プロセッサによる動的割り当て可能なキャッシュ装置の利用を可能にする高速相互接続装置、及び、キャッシュ割り当てレジスタも備えている。キャッシュ割り当てレジスタのフィールドによって、動的割り当て可能キャッシュ装置に対するアクセスを許される実プロセッサまたは仮想プロセッサが決定される。

## 【0018】

50

実施態様の1つでは、動的割り当て可能キャッシュ装置は、システムにおける第2レベルのキャッシュの一部を形成している。この実施態様の場合、4つのプロセッサと、それぞれ、1つのプロセッサに対応する4つのサイズが固定された第1レベルのキャッシュと、4つの割り当てが固定された第2レベルのキャッシュ・ロックと、4つの動的割り当て可能な第2レベルのキャッシュ・ロックが設けられている。

#### 【0019】

第2レベルの・キャッシュ・システムは、各プロセッサに関連したヒット率モニタ装置が設けられている。オペレーティング・システム・ドライバは、各プロセッサに関連したヒット率をモニタし、ヒット率を追跡する。モニタされるヒット率は、追加割り当てによって恩恵を受けることができるスレッド区画の判定に役立つ。

10

#### 【0020】

ある特定の実施態様の場合、動的割り当て可能な第2レベルのキャッシュ・ロックが、分割可能マシンのある特定の区画のプロセッサに割り当てられる。このマシンにおけるマシン時間は、各区画毎に動的割り当て可能キャッシュがどれだけ割り当てられるかに基づいて課金される。この実施態様の場合、動的割り当てキャッシュは、ブート時、または、区画の再構成時に割り当てられる；区画は、スケジュール並びにブート時間に従って再構成可能である。

#### 【0021】

きめ細かい代替実施態様の場合、各スレッドは、要求されるキャッシュ割り当てに関連している。この実施態様の場合、動的に割り当てられたキャッシュ・ロックが、コンテキスト・スイッチ時に、その性能が最適化されるように再割り当てされる。この実施態様の場合、オペレーティング・システムは、前に割り当てられたキャッシュ割り当てで得られた、各スレッドに関連したヒット率を追跡し、各スレッド毎に、最適キャッシュ・サイズに基づいて要求されるキャッシュ割り当てを設定する。

20

#### 【0022】

動的に割り当てられたキャッシュが、1つの区画すなわちスレッドから割り当て解除され、もう1つの区画に割り当てられる場合、まず、全ての「汚れた（dirty）」キャッシュ・ラインをメモリに書き込み、各キャッシュ・ライン毎に、「有効」ビットをクリアすることによって消去される。こうして、ある区画に関連したデータが別の区画で利用できないことを保証するため、キャッシュが有効に空にされる。

30

#### 【0023】

##### 【発明の実施の形態】

分割可能複数プロセッサ集積回路98（図1）は、いくつかのプロセッサ100を備えている。各プロセッサは、第1レベル・キャッシュ102を介して、命令データについてメモリ参照を実施する。第1レベル・キャッシュでミスした参照は、第2レベル・キャッシュ・コントローラ110に振り当てられる。

#### 【0024】

各第2レベル・キャッシュ・コントローラ110は、高速相互接続装置120に接続されている。高速相互接続装置120によって、第2レベル・キャッシュ・コントローラ110は、それぞれ、複数のキャッシュ・メモリ・ロック122及び124の1つ以上にアクセスできるようになる。これらのメモリ・ロックのうちの少なくとも1つが、任意のキャッシュ・コントローラ110に割り当てることができる、割り当て可能キャッシュ・メモリ・ロック124である。必要というわけではないが、割り当てが固定された1つ以上のキャッシュ・メモリ・ロック122を設けることが可能である。割り当てコントローラ130は、もしあれば、動的に割り当てられるキャッシュ・メモリ・ロック124のうちのどれが、各キャッシュ・コントローラ110によるアクセスを受けるかを決定する。区画制御装置132は、各システム区画に対応付けられるプロセッサを決定する働きをする。区画制御装置132及び割り当てコントローラ130は、従って、各割り当て可能キャッシュ・メモリ・ロック122及び124が対応付けられる、第2レベル・キャッシュ・コントローラ110、プロセッサ100、及び、システム区画を決定する。

40

50

**【 0 0 2 5 】**

第1レベル・キャッシング102において見つからず、第2レベル・キャッシング内でも見つからないキャッシング参照は、メモリ・インターフェース140を介してオフ・チップ・メイン・メモリ(不図示)に振り向けられる。

**【 0 0 2 6 】**

集積回路196の代替実施態様では、各動的割り当て可能キャッシング・メモリ・ブロック198(図2)毎に、データ・メモリ200、タグ・メモリ202、及び、相互接続装置206に対するインターフェース204が組み込まれている。各キャッシング・コントローラ210は、下位レベルのキャッシングでミスしたメモリ参照を受け取るためのインターフェース212を備えている。各キャッシング・コントローラ210は、キャッシング書き込みを追跡し、上位レベルのメモリ・インターフェース215を介して、メイン・メモリまたはより高レベルのキャッシングに対するライトバックを制御するためのライトバック待ち行列214を含む、当該技術分野において既知のキャッシング制御論理回路、並びに、キャッシング内で探し出す参照を決定するためのタグ論理回路218及びヒット論理回路216も備えている。各キャッシング・コントローラには、ヒット率を含むキャッシング性能を測定するためのヒット率モニタ論理回路219も組み込まれている。キャッシング・コントローラ210は、局部タグ・メモリ220及びデータ・メモリ222を備えている。タグ・メモリ220及びデータ・メモリ222は、十分に大きいので、小容量キャッシングを要求する命令ストリームについて、高いヒット率をもたらすことが可能である。

10

**【 0 0 2 7 】**

キャッシング・コントローラ210は、割り当て制御装置230の制御下において、動的に割り当てられるキャッシング・メモリ・ブロック198と連絡がとれるようにする、相互接続装置206に接続されている。割り当て制御装置230及び相互接続装置206は、ソフトウェアによって、ゼロまたは1つ以上の動的割り当てキャッシング・メモリ・ブロック198を各キャッシング・コントローラ210に接続するように構成されている。どの所定の時間においても、各動的割り当てキャッシング・メモリ・ブロック198へのアクセスは、ただ1つのキャッシング・コントローラ210だけしか実施することができない。

20

**【 0 0 2 8 】**

ある代替実施態様の場合、各キャッシング・コントローラ110には、4つものキャッシング・メモリ・ブロック122及び124を制御するのに十分なタグが与えられている。この実施態様の場合、動的割り当てキャッシング・メモリ・ブロック124には、キャッシング・データ・メモリが含まれている。

30

**【 0 0 2 9 】**

1つ以上のマルチプロセッサ集積回路98(図1)を中心として構築されたコンピュータ・システムを管理するための方法300(図3)には、キャッシングの性能をモニタするステップ302が含まれている(図3)。モニタ・ステップでは、図2に示すヒット率モニタ219、及び、集積回路に組み込むことができるよう他のキャッシング性能モニタ装置を利用して、区画、アプリケーション、及び、従来のキャッシング割り当てに関する過去のキャッシング性能が記録される。さまざまな条件下におけるこの過去の性能の記録は、1つ以上のマルチプロセッサ集積回路98におけるキャッシングの可用性を考慮して、所望のシステム分割の決定304に利用される。ある特定の実施態様では、過去のプロセッサ間通信量も、各システム区画に配置すべきプロセッサの決定において考慮される。決定された分割は、区画割り当てテーブルをなすように構成される(306)。

40

**【 0 0 3 0 】**

システムは、各ブート時毎に再分割されるが、再分割がシステム性能全体の向上に適したものであれば、他の時点において、動的に再分割することも可能である。再分割には、影響を受ける各区画において実行されるオペレーティング・システムを停止する(308)ことが必要になる。各集積回路98のプロセッサ100は、区画割り当てテーブルに基づいて、区画に割り当てられる(310)。次に、動的割り当て可能キャッシング・ブロック124が、各割り当てテーブルに基づいて、各区画のプロセッサ100に割り当てられる

50

(312)。次に、各区画のオペレーティング・システムが、ブート、すなわち、再起動され(314)、マシン時間、システム分割、及び、キャッシング割り当ての課金レコードが、保持される(316)。これらの課金レコードによって、プロセッサ数、及び、そのアプリケーションに割り当てられたキャッシング量に基づいて、顧客への請求が可能になる。この発明は、例として次のような実施形態を含む。

#### 【0031】

(1) 2つ以上の命令ストリームを実行することが可能なプロセッサ集積回路98であって、

第1のキャッシング・メモリ・コントローラを110介して命令を取り出し、データにアクセスするように接続された第1のプロセッサ100と、  
10

第2のキャッシング・メモリ・コントローラを110介して命令を取り出し、データにアクセスするように接続された第2のプロセッサ100と、

それぞれがキャッシング・データ・メモリを含む、複数のキャッシング・メモリ・ブロック122、124と、

前記第1のキャッシング・メモリ・コントローラおよび第2のキャッシング・コントローラ110が、少なくとも1つの割り当て可能なキャッシング・メモリ・ブロックの利用をイネーブルできるように、前記複数のキャッシング・メモリ・ブロックを前記第1のキャッシング・メモリ・コントローラおよび第2のキャッシング・コントローラ110に接続する高速相互接続装置120と、

前記第1のキャッシング・メモリ・コントローラおよび第2のキャッシング・メモリ・コントローラ110からなる群からアクセス用キャッシング・メモリ・コントローラ110を選択するように接続したリソース割り当てコントローラ130を含み、前記アクセス用キャッシング・メモリ・コントローラ110が、前記割り当て可能なキャッシング・メモリ・ブロック124にアクセスする、  
20

プロセッサ集積回路。

#### 【0032】

(2)さらに、複数の第1レベルのキャッシング・システム102を含み、前記第1のプロセッサ100が、第1の第1レベル・キャッシング・システム102を介して、前記第1のキャッシング・メモリ・コントローラ110から命令を取り出し、データにアクセスし、前記第2のプロセッサ100が、第2の第1レベル・キャッシング・システム102を介して、前記第2のキャッシング・メモリ・コントローラ110から命令を取り出し、データにアクセスする、(1)に記載のプロセッサ集積回路。  
30

#### 【0033】

(3)前記キャッシング・メモリ・ブロック198が、さらに、キャッシング・タグ・メモリ202を有する、(1)に記載のプロセッサ集積回路。

#### 【0034】

(4)各キャッシング・メモリ・コントローラ210が、キャッシング・ヒット率モニタ装置219を有する、(1)に記載のプロセッサ集積回路。

#### 【0035】

(5)分割可能な複数プロセッサ・システムに用いられる複数プロセッサ集積回路98であって、  
40

それぞれ、関連する第1レベルのキャッシング102から命令を受信するように接続されている、複数のプロセッサ100と、

複数の割り当て可能上位レベル・キャッシング・メモリ・ブロック124と、

各第1レベルのキャッシング102におけるキャッシング・ミスを、割り当てられた上位レベル・キャッシング・メモリ・ブロック124に伝える相互接続装置120と、

上位レベル・キャッシング・メモリ・ブロック124をプロセッサ100に割り当てるための割り当て装置130を含む、

複数プロセッサ集積回路98において、キャッシングを動的に割り当てる方法であって、プロセッサ及び分割に関連した過去のキャッシング性能をモニタするステップ302と、  
50

分割するのが望ましいプロセッサ 100、及び、プロセッサ 100 に対する上位レベル・キャッシュ・ブロック 124 の割り当てを決定するステップ 304 と、前記システム 310 を再分割するステップを含み、前記システム 310 を再分割するステップは、前記複数プロセッサ集積回路 98 の少なくとも 1 つにおけるプロセッサ 100 への上位レベル・キャッシュ・ブロック 124 の割り当てを含む、方法。

【0036】

(6) 前記上位レベル・キャッシュ・ブロック 124 が、第 2 レベルのキャッシュ・ブロックである、(5) に記載の方法。

【0037】

(7) さらに、プロセッサ時間及び割り当てられたキャッシュに基づいて、顧客に請求するステップを含む、(5) に記載の方法。

【0038】

(8) 前記複数プロセッサ集積回路 98 が、さらに、複数の割り当て不能キャッシュ・メモリ・ブロック 222 を含む、(5) に記載の方法。

【0039】

(9) 各上位レベル割り当て可能キャッシュ・ブロック 124 が、さらに、タグ・メモリ 202 と、キャッシュ・データ・メモリ 200 を含む、(5) に記載の方法。

【0040】

(10) 前記相互接続装置 120 が、さらに、複数の上位レベル・キャッシュ・コントローラ 110 を含み、各上位レベル・キャッシュ・コントローラ 110 が、ライトバック・キャッシュとして、前記割り当て可能キャッシュ・メモリ・ブロック 124 の動作を制御可能である、(5) に記載の方法。

【0041】

本発明は、とりわけ、その特定の実施態様に関連して図示され、解説されてきたが、当業者には明らかなように、本発明の精神及び範囲を逸脱することなく、形態及び細部に関して他のさまざまな変更を加えることも可能である。もちろん、本明細書に開示され、付属の請求項に包含されている本発明のより一般的な概念から逸脱することなく、本発明をさまざまな実施態様に適応させる上において、さまざまな変更を加えることが可能である。

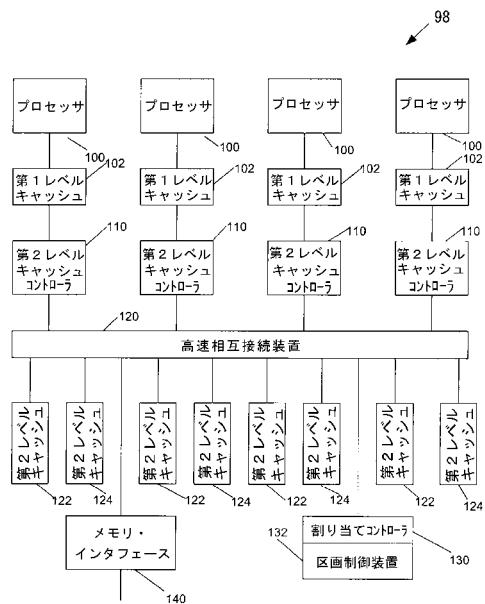
【図面の簡単な説明】

【図 1】動的割り当て可能キャッシュの複数ブロックを備えた複数プロセッサ集積回路のブロック図である。

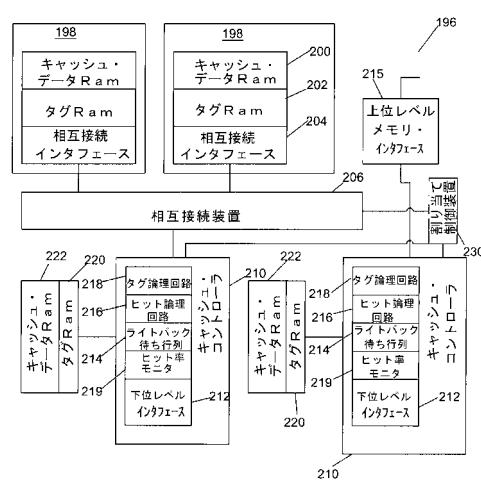
【図 2】複数プロセッサ集積回路の用いられる動的割り当てキャッシュの複数ブロックを備えたキャッシュ・システムのブロック図である。

【図 3】集積回路を利用するシステムにおけるキャッシュ・メモリの割り当て、及び、プロセッサ時間の課金を例示したフローチャートである。

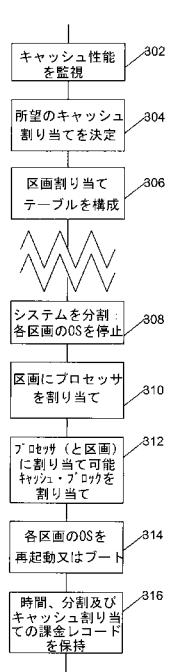
【図1】



【図2】



【図3】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

G 06 F 15/16 645

G 06 F 15/173 Z

(72)発明者 ドナルド・シー・ソルティス、ジュニア

アメリカ合衆国 80526 コロラド州フォート・コリンズ、ローズゲート・コート 4414

F ターム(参考) 5B005 JJ13 MM05 UU32 UU41

5B045 DD12 KK08