

(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2007-200213

(P2007-200213A)

(43) 公開日 平成19年8月9日(2007.8.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06F 9/38 (2006.01)	G06F 9/38 310A	5B011
G06F 1/32 (2006.01)	G06F 1/00 332Z	5B013
G06F 1/04 (2006.01)	G06F 1/04 301C	5B033
G06F 12/00 (2006.01)	G06F 12/00 550E	5B060
G06F 9/30 (2006.01)	G06F 12/00 560B	5B079

審査請求 未請求 請求項の数 21 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-20722 (P2006-20722)
 (22) 出願日 平成18年1月30日 (2006.1.30)

(71) 出願人 000004237
 日本電気株式会社
 東京都港区芝五丁目7番1号
 (74) 代理人 100109313
 弁理士 机 昌彦
 (74) 代理人 100124154
 弁理士 下坂 直樹
 (74) 代理人 100111637
 弁理士 谷澤 靖久
 (72) 発明者 江副 健司
 東京都港区芝五丁目7番1号
 日本電気株式会社内
 Fターム(参考) 5B011 EA01 EB06 LL11
 5B013 AA01
 5B033 BA00

最終頁に続く

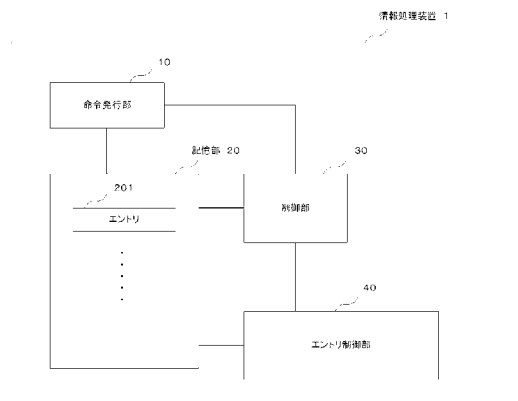
(54) 【発明の名称】 情報処理装置、エントリ構成制御方法及びプログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 命令発行部から発行された命令が登録される記憶部のエントリ毎の動作を停止させることで、情報処理装置の性能低下を抑えつつ、消費電力を低減する。

【解決手段】 個別に動作停止が可能な複数のエントリを有する記憶部と、前記エントリに保持されたフラグに基づいて、前記エントリの動作を停止させるエントリ制御部とを有する。記憶部は、リオーダバッファやリザベーションステーションとして構成される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

個別に動作停止が可能な複数のエントリを有する記憶部と、

前記エントリの動作を停止させるエントリ制御部とを有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記複数のエントリはそれぞれ、エントリの動作の要否を示す情報を保持し、

前記エントリ制御部は、当該情報がエントリの動作停止を示している場合に、当該エントリの動作を停止させることを特徴とする請求項 1 記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記エントリ制御部は、

前記記憶部の使用状況に関する情報を採取する使用状況監視部と、

前記使用状況監視部が採取した前記使用状況に関する情報に基づいて動作エントリ数を計算し、前記記憶部が有するエントリ数と当該動作エントリ数の差に相当する数のエントリについて、動作停止を示すように前記情報を設定するエントリ数計算部とを有することを特徴とする請求項 2 記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記エントリ制御部は、

動作モード値を保持する動作モード値保持部と、

前記動作モード値それぞれに対応するエントリの削減率を示す削減率テーブルを保持する削減率テーブル保持部と、

前記動作モード値に対応する削減率を前記削減率テーブルから選択し、当該削減率に基づいて動作エントリ数を計算し、前記記憶部が有するエントリ数と当該動作エントリ数の差に相当する数のエントリについて、動作停止を示すように前記情報を設定するエントリ数計算部とを有することを特徴とする請求項 2 記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記エントリ制御部は、

動作モード値を保持する動作モード値保持部と、

前記動作モード値それぞれに対応するエントリの削減率を示す削減率テーブルを保持する前記削減率テーブル保持部と、

前記記憶部の使用状況に関する情報を採取する前記使用状況監視部と、

前記動作モード値に対応する削減率を前記削減率テーブルから選択し、前記バッファが有するエントリ数から当該削減率に相当するエントリ数を除いたエントリ数を算出し、当該エントリ数を前記使用状況監視部が採取した前記使用状況に関する情報に基づいて補正することにより、動作エントリ数を計算し、前記記憶部が有するエントリ数と当該動作エントリ数の差に相当する数のエントリについて、動作停止を示すように前記情報を設定するエントリ数計算部とを有することを特徴とする請求項 2 記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記記憶部に対して命令を登録する命令発行部と、

前記エントリ数計算部が計算した動作エントリ数と前記記憶部における有効命令数とを比較し、有効命令数が動作エントリ数以上である場合に、前記命令発行部に対して命令発行停止信号を通知し、前記命令発行部による新たな命令登録を停止させる制御部とを有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれか 1 項記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記エントリ制御部は、

前記記憶部のエントリに対するクロック供給を停止し、エントリの動作を停止させるクロック制御部を有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 いずれか 1 項記載の情報処理装置

【請求項 8】

前記クロック制御部は、

10

20

30

40

50

動作を停止させるべきエントリを判定する判定部と、
前記判定部による判定結果に応じて、該当するエントリへのクロック供給を停止するクロック供給部とを有することを特徴とする請求項 7 記載の情報処理装置。

【請求項 9】

前記クロック制御部は、
エントリでの障害発生を検出する障害検出部を有し、
前記クロック制御部は、前記障害検出部により障害の発生が検出されたエントリへのクロック供給を停止し、当該エントリの動作を停止させることを特徴とする請求項 7 又は 8 いずれか 1 項記載の情報処理装置。

【請求項 10】

記憶部における個別に動作停止が可能な複数のエントリについて、エントリの動作の要否を示す情報を設定するステップと、
当該情報がエントリの動作停止を示している場合に、当該エントリの動作を停止させるステップとを有することを特徴とするエントリ構成制御方法。

10

【請求項 11】

前記記憶部の使用状況に関する情報を採取するステップを更に有し、
前記エントリの動作の要否を示す情報を設定するステップは、
前記使用状況に関する情報に基づいて動作エントリ数を計算し、前記記憶部が有するエントリ数と当該動作エントリ数の差に相当する数のエントリについて、動作停止を示すように前記情報を設定するステップであることを特徴とする請求項 10 記載のエントリ構成制御方法。

20

【請求項 12】

動作モード値に対応する削減率を決定するステップを更に有し、
前記エントリの動作の要否を示す情報を設定するステップは、
前記削減率に基づいて動作エントリ数を計算し、前記記憶部が有するエントリ数と当該動作エントリ数の差に相当する数のエントリについて、動作停止を示すように前記情報を設定するステップであることを特徴とする請求項 10 記載のエントリ構成制御方法。

【請求項 13】

前記エントリの動作を停止させるステップは、
エントリへのクロック供給を停止するステップを含むことを特徴とする請求項 10 乃至 12 いずれか 1 項記載のエントリ構成制御方法。

30

【請求項 14】

前記エントリへのクロック供給を停止するステップは、
動作を停止させるべきエントリを判定するステップを含むことを特徴とする請求項 13 記載のエントリ構成制御方法。

【請求項 15】

エントリでの障害発生を検出するステップを更に有し、
前記エントリへのクロック供給を停止するステップは、
障害発生が検出されたエントリへのクロック供給を停止するステップであることを特徴とする請求項 13 又は 14 いずれか 1 項記載のエントリ構成制御方法。

40

【請求項 16】

コンピュータに、
記憶部における個別に動作停止が可能な複数のエントリについて、エントリの動作の要否を示す情報を設定する処理と、
当該情報がエントリの動作停止を示している場合に、当該エントリの動作を停止させる処理とを実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 17】

コンピュータに、
前記記憶部の使用状況に関する情報を採取する処理を更に実行させ、
前記エントリの動作の要否を示す情報を設定する処理は、

50

前記使用状況に関する情報に基づいて動作エントリ数を計算し、前記記憶部が有するエントリ数と当該動作エントリ数の差に相当する数のエントリについて、動作停止を示すように前記情報を変更する処理であることを特徴とする請求項 16 記載のプログラム。

【請求項 18】

コンピュータに、

動作モード値に対応する削減率を決定する処理を更に実行させ、

前記エントリの動作の要否を示す情報を設定する処理は、

前記削減率に基づいて動作エントリ数を計算し、前記記憶部が有するエントリ数と当該動作エントリ数の差に相当する数のエントリについて、動作停止を示すように前記情報を設定する処理であることを特徴とする請求項 16 記載のプログラム。

10

【請求項 19】

前記エントリの動作を停止させる処理は、

エントリへのクロック供給を停止する処理を含むことを特徴とする請求項 16 乃至 18 いずれか 1 項記載のプログラム。

【請求項 20】

前記エントリへのクロック供給を停止する処理は、

動作を停止させるべきエントリを判定する処理を含むことを特徴とする請求項 19 記載のプログラム。

【請求項 21】

コンピュータに、

エントリでの障害発生を検出する処理を更に実行させ、

前記エントリへのクロック供給を停止する処理は、

障害発生が検出されたエントリへのクロック供給を停止する処理であることを特徴とする請求項 19 又は 20 いずれか 1 項記載のプログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、個別に動作停止が可能な複数のエントリを備えた記憶部を有する情報処理装置に関し、当該複数のエントリについて、各エントリ毎の動作を停止する情報処理装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、情報処理装置における演算器の動作を停止させ、情報処理装置の消費電力の低減を図っていた。

【0003】

特許文献 1 には、情報処理装置の演算器へのクロック供給を停止することで当該演算器の動作を停止し、情報処理装置の消費電力を低減するという技術が開示されている。

【0004】

【特許文献 1】特開 2000 - 47872 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来技術によると、情報処理装置の機能中枢たる演算器自体の動作を停止させるため、情報処理装置の性能が低下するという問題がある。

【0006】

本発明の目的は、命令発行部から発行された命令を登録する記憶部における複数のエントリについて、各エントリ毎の動作を停止させることで、情報処理装置の性能を低下させることなく消費電力を低減できる情報処理装置、エントリ構成制御方法及びプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

50

【0007】

本発明の情報処理装置は、個別に動作停止が可能な複数のエントリを有する記憶部と、前記エントリの動作を停止させるエントリ制御部とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

このように、命令発行部から発行された命令が登録される記憶部のエントリ毎の動作を停止させることで、情報処理装置の性能低下を抑えつつ、消費電力を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

次に、本発明を実施するための最良の形態について図面を参照して詳細に説明する。

(第一の実施形態)

図1を参照すると、本発明の第一の実施形態である情報処理装置1は、命令発行部10と、記憶部20と、制御部30と、エントリ制御部40とを含む。

【0010】

命令発行部10は、CPUがメモリから読み込んだ命令が、どんな命令であるかを解読し、解読した命令を記憶部20に登録する。

【0011】

記憶部20は、命令発行部10から発行された命令を一時的に登録する。発行可能となった命令は、記憶部20から発行され、当該命令が演算器やメモリ等へ投入される。なお、記憶部20は、命令をアウトオブオーダーで実行可能なCPUに一般的に実装されるROB(リーダバッファ)やRS(リザベーションステーション)として構成することも可能である。

【0012】

図1を参照すると、記憶部20は複数のエントリ201を有している。図2を参照して、エントリ201の構成について説明する。各エントリ201は、命令発行部10から発行された命令204と、有効命令フラグ202と、エントリ停止フラグ203とを有する。

【0013】

有効命令フラグ202は、記憶部20のエントリ201に登録されている命令が未発行であり、命令発行を待っている状態であるか否かを判断するためのフラグである。有効命令フラグ202がオンとなっている場合、エントリ201には未発行の命令204が登録されていることを意味する。有効命令フラグ202がオフとなっている場合、エントリ201には命令204は登録されていないことを意味する。

【0014】

エントリ停止フラグ203は、エントリ201の動作を停止するべきか否かを判断するためのフラグである。エントリ停止フラグ203がオンとなっている場合、エントリ201の動作を停止させることを意味する。エントリ停止フラグ203がオフとなっている場合、エントリ201を継続して動作させることを意味する。

【0015】

有効命令フラグ202がオフであり、エントリ201に命令204が登録されておらず、かつ、エントリ停止フラグ203がオンである場合に、当該エントリ201の動作を停止させることが可能となる。エントリ停止フラグ203がオンであっても、有効命令フラグ202がオンであって、エントリ201に未発行の命令204が登録されている場合には、当該エントリ201の動作を停止させることはできない。

【0016】

なお、有効命令フラグ202及びエントリ停止フラグ203は、1ビットの2進数を用いるように構成してもよい。この場合、例えば、有効命令フラグ202及びエントリ停止フラグ203が“1”である場合、これらのフラグがオンであることを意味し、“0”である場合、これらのフラグがオフであることを意味するように構成してもよい。

10

20

30

40

50

【0017】

エン트리制御部40は、記憶部20の複数のエン트리201のうち、動作を停止することができるエントリを決定し、エントリの動作を停止する。

【0018】

図3(a)を参照すると、エン트리制御部40は、削減率テーブル保持部42と、エントリ数計算部43と、動作モード値保持部44と、クロック制御部45とを有する。

【0019】

動作モード値保持部44は、動作モード値を保持する。また、削減率テーブル保持部42は、動作モード値毎に、当該値に対応するエントリの削減率を示した削減率テーブル420を保持する。削減率テーブル420の構成例を図4(a)に示す。図4(a)に示すように、各動作モード値毎に、対応するエントリの削減率が削減率テーブル420に定められている。

10

【0020】

なお、動作モード値と削減率の対応は図4(a)に記載された関係に限られず、各動作モード値に対応する削減率を自由に定めることも可能であるし、動作モード値を増やし、より詳細に削減率を定めることも可能である。

【0021】

また、各動作モード値に対応する削減率を適宜変更可能とするため、削減率テーブル420を更新可能とするように構成してもよい。

【0022】

次に図5を参照して、動作モード値の設定手順を説明する。

20

【0023】

図5(a)に示すように、命令発行部10から記憶部20のエン트리201へ動作モード値変更命令を登録し、当該命令を発行することで、動作モード値保持部42が動作モード値を変更するように構成してもよい。

【0024】

図5(b)に示すように、動作モード値変更スイッチ421により、新たな動作モード値を動作モード値保持部42へ通知し、動作モード値保持部42が動作モード値を変更するように構成してもよい。

【0025】

図5(c)に示すように、温度センサー422により、動作モード値保持部42が動作モード値を変更するように構成してもよい。温度センサー422が情報処理装置の温度を検出し、動作モード値保持部42へ出力する。動作モード値保持部42は、当該出力をデコードして情報処理装置の温度を検知する。動作モード値保持部42は、検知した温度に応じて動作モード値を更新するように構成してもよい。例えば、動作モード値保持部42が情報処理装置の基準温度を有し、温度センサー422からの出力をデコードすることで検知した情報処理装置の温度が、当該基準温度から1上昇する毎に、エントリの削減率を増加するように動作モード値を変更すればよい。

30

【0026】

以上の動作により、動作モード値保持部42へ動作モード値が設定される。なお、動作モード値は一度設定されたらその値に固定されるものではなく、情報処理装置の稼動中に、上記動作により動作モード値が逐次更新されるように構成することも可能である。

40

【0027】

エントリ数計算部43は、記憶部20のエン트리201を再構成するため、新たな動作エントリ数を計算する。動作エントリ数とは、記憶部20が有する複数のエン트리201のうち、動作させるエン트리201の数をいう。例えば、記憶部20が10個のエン트리201を有しており、そのうちの5個が動作させる場合、動作エントリ数は5となる。

【0028】

エントリ数計算部43は、計算した動作エントリ数を制御部30に通知する。また、記憶部20が有するエントリ数から、計算した動作エントリ数を引いた数のエントリ201

50

のエントリ停止フラグ203をオンにする。各エントリ201に番号を付して、最も若い番号のエントリ201のエントリ停止フラグ203から順にオンとするようにしてもよい。また、有効命令フラグがオフとなっており、命令204が登録されていないエントリ201から優先してエントリ停止フラグをオンにし、有効命令フラグがオフであるエントリ201全てのエントリ停止フラグをオンにした後は、エントリ201の番号の若い順にエントリ停止フラグ203をオンにしてもよい。

【0029】

なお、エントリ停止フラグ203がオンとなっているエントリ201の数が、記憶部20が有するエントリ数から、新たに計算した動作エントリ数を引いた数よりも大きい場合が考えられる。この場合は、エントリ停止フラグ203がオンとなっているエントリの数から、記憶部20が有するエントリ数より新たに計算した動作エントリ数を引いた数を差し引いた数のエントリ201のエントリ停止フラグ203をオフにするように構成すればよい。具体例として、記憶部20のエントリ数が6であり、そのうち4つのエントリについてエントリ停止フラグ203がオンとなっている場合を説明する。この場合において、エントリ数計算部43が新たに計算した動作エントリ数が4となった場合、 $4 - (6 - 4) = 2$ となるので、エントリ数計算部43はエントリ停止フラグ203がオンとなっているエントリのうち、2つのエントリのエントリ停止フラグ203をオフにする。

10

【0030】

また、エントリ停止フラグ203がオンとなっているエントリ201の数と、記憶部20が有するエントリ数から、新たに計算した動作エントリ数を引いた数が等しい場合は、エントリ数計算部43は、エントリ停止フラグ203をオンにはしない。

20

【0031】

新しい動作エントリ数の計算には、動作モード値と削減率テーブル420を用いる。エントリ数計算部43は、削減率テーブル420から、動作モード値保持部42が保持する動作モード値に対応する削減率を取得する。記憶部20の最大のエントリ数をMとし、エントリ数計算部43が削減率テーブル420から取得した削減率(%)をxとすると、新しい動作エントリ数は、 $M(1 - x / 100)$ という式により算出される。算出した動作エントリ数が1以下となる場合は、動作エントリ数は1として算出する。情報処理装置の動作を維持するため、最低限のエントリ数を確保するためである。このように、最低限1個のエントリを残して動作せることで、消費電力削減効果が最大で情報処理装置としての最低限の機能は確保できるという効果が得られる。

30

【0032】

具体例を図4(a)及び(b)を用いて説明する。図4(b)のパターン1では、記憶部20の最大エントリ数が48であるので、 $M = 48$ となる。動作モード値が3であるので、図4(a)の削減率テーブル420から、削減率は50%となる。よって、新しい動作エントリ数は、上式から24となる。同様の計算により、図4(b)のパターン2では、新しい動作エントリ数は36となる。図4(b)のパターン3の場合、上式により計算すると、新しい動作エントリ数は2.4となる。この場合、エントリ数計算部43は新しい動作エントリ数を2若しくは3と計算する。つまり、情報処理装置の性能を重視する場合には端数を切り上げて3を新しい動作エントリ数とし、消費電力の削減を重視する場合には端数を切り下げて2を新しい動作エントリ数とする。また、パターン3のように端数が出た場合には、四捨五入により新しい動作エントリ数を計算してもよい。

40

【0033】

エントリ制御部40は、図3(b)に示すように、図3(a)の構成に対して使用状況監視部41をさらに有するように構成してもよい。使用状況監視部41は、記憶部20と接続されている。

【0034】

使用状況監視部41は、記憶部20の使用状況を監視する。具体的には、予め設定された期間毎(例えば、100クロックサイクル毎等)の記憶部20への命令登録数又は記憶部20からの命令発行数を監視し、記憶部20の使用状況として記憶部20の使用率を算

50

出する。なお、使用状況監視部 4 1 は、設定された期間毎に記憶部 2 0 の使用状況を監視するが、当該期間は設定変更が可能ないように構成することもできる。

【 0 0 3 5 】

使用率は次のように算出する。使用状況監視部 4 1 は予め設定された期間毎に記憶部 2 0 を監視するが、当該期間における命令登録数又は命令発行数の基準値を使用状況監視部 4 1 に設定しておく。当該期間に、基準値と同じ数の命令登録又は命令発行が行われた場合、記憶部 2 0 の使用率は 1 0 0 % となる。よって、記憶部 2 0 の使用率は、(設定された期間の命令登録数又は命令発行数 / 基準値) × 1 0 0 (%) という式により算出される。

使用状況監視部 4 1 は、算出した使用率をエントリ数計算部 4 3 に通知する。エントリ数計算部 4 3 は、動作モード値と削減率テーブル 4 2 0 を用いて算出した動作エントリ数に対して、使用率をさらに乗算して動作エントリ数を算出する。つまり、動作エントリ数は、記憶部 2 0 の最大のエントリ数を M、削減率 (%) を x、使用率 (%) を y とすると、 $M (1 - x / 1 0 0) \times y / 1 0 0$ という式により算出される。計算の結果、動作エントリ数が 1 以下となった場合には、動作エントリ数は 1 として算出する。記憶部 2 0 のエントリを全て停止してしまうと、情報処理装置としての動作ができなくなるので、最低限のエントリ数を確保するためである。

図 6 (a) を参照して、具体例を説明する。記憶部 2 0 の最大エントリ数が 4 8、動作モード値が 3 であり、図 4 (a) の削減率テーブル 4 2 0 から当該動作モード値に対応する削減率は 5 0 % となる。また、記憶部 2 0 の使用率は 3 0 % であるため、上記計算式より、 $4 8 \times (1 - 5 0 / 1 0 0) \times 3 0 / 1 0 0 = 7 . 2$ が新たな動作エントリ数として算出される。新たな動作エントリ数として端数が出るので、情報処理装置の性能を重視する場合には端数を切り上げて 8 を新しい動作エントリ数とし、消費電力の削減を重視する場合には端数を切り下げて 7 を新しい動作エントリ数とする。また、四捨五入により新しい動作エントリ数を計算してもよい。

使用状況監視部 4 1 が算出した使用率から、使用頻度を定めて、当該使用頻度に基づいて新たな動作エントリ数を算出するように構成してもよい。この場合、例えば、算出された使用率が 0 % ~ 3 0 % の範囲にある場合には使用頻度が「低い」と判断し、使用率が 3 0 % ~ 6 0 % の範囲にある場合には使用頻度が「中間」と判断し、使用率が 6 0 % ~ 1 0 0 % の範囲にある場合には使用頻度が「高い」と判断すればよい。なお、使用率と使用頻度の対応は、上記の関係に限るものではなく、自由に定めることができる。動作モード値と削減率テーブル 4 2 0 から算出した動作エントリ数に対して、使用頻度に応じた定数を乗算することで新たな動作エントリ数を算出する。例えば、使用頻度が「低い」の場合には定数を 0 . 2、「中間」の場合には 0 . 5、「高い」の場合には 0 . 8 とすればよい。なお、使用頻度に応じた定数はこの限りではなく、自由に定めることが可能である。具体例を図 6 (b) を参照して説明する。パターン 1 は、使用頻度が「低い」と判断された場合である。この場合、 $4 8 \times (1 - 5 0 / 1 0 0)$ により算出した動作エントリ数に対して、使用頻度に応じた定数 (パターン 1 では 0 . 2) を乗算し、新たな動作エントリ数が 4 . 8 と算出される。新たな動作エントリ数として端数が出るので、情報処理装置の性能を重視する場合には端数を切り上げて 5 を新しい動作エントリ数とし、消費電力の削減を重視する場合には端数を切り下げて 4 を新しい動作エントリ数とする。また、四捨五入により新しい動作エントリ数を計算してもよい。パターン 2 及び 3 は、使用頻度が「中間」の場合の定数として 0 . 5、使用頻度が「高い」の場合の定数として 0 . 8 をそれぞれ用いて、パターン 1 と同様に新たな動作エントリ数を算出している。

なお、エントリ制御部 4 0 に、削減率テーブル保持部 4 2 と動作モード値保持部 4 4 を設けずに、使用状況監視部 4 1 により算出した記憶部 2 0 の使用率のみに基づいて、エントリ数計算部 4 3 が新たな動作エントリ数を算出するように構成してもよい。この場合、記憶部 2 0 の最大エントリ数を M、使用率 (%) を y とすると、新たな動作エントリ数は、 $M \times y / 1 0 0$ により算出される。

【 0 0 3 6 】

エントリ制御部 40 は、図 3 (c) 又は (d) に示すように、図 3 (a) の構成に対して分岐予測失敗数監視部 46 又はキャッシュミス数監視部 47 をさらに有するように構成してもよい。

【0037】

分岐予測失敗数監視部 46 は、予め分岐予測失敗数監視部 46 に設定された期間における命令の分岐予測失敗数をカウントする。パイプライン処理を行なう情報処理装置は、いくつもの命令を流れ作業的に同時に実行するため、分岐命令でメモリ内の別の部分にジャンプしてしまうと、処理を開始した後続の命令をすべて破棄しなくてはならず、処理効率が低下する。これを防ぐため、命令が分岐するかを予測し、分岐しそうな場合は分岐先の命令をパイプラインに流しこむのが分岐予測である。分岐予測失敗数監視部 46 は、当該分岐予測が失敗した数をカウントし、失敗率を算出する。分岐予測失敗数監視部 46 は予め設定された期間毎の分岐予測の失敗数を監視するが、当該期間における分岐予測の回数も共にカウントし、 $(\text{分岐予測の失敗数} / \text{分岐予測の回数}) \times 100 (\%)$ という式により失敗率を算出する。記憶部 20 の最大エントリ数を M 、削減率を x 、失敗率を F とすると、新たな動作エントリ数は、 $M(1 - x / 100) \times (1 - F / 100)$ という式により算出される。なお、エントリ制御部 40 に、削減率テーブル保持部 42 と動作モード値保持部 44 を設けずに、分岐予測失敗数監視部 46 により算出した失敗率のみに基づいて、エントリ数計算部 43 が新たな動作エントリ数を算出するように構成してもよい。この場合、記憶部 20 の最大エントリ数を M 、失敗率 (%) を F とすると、新たな動作エントリ数は、 $M \times (1 - F / 100)$ という式により算出される。

このように新たな動作エントリ数を算出することにより、失敗率が高く分岐予測失敗による命令の再実行が多い場合に、記憶部 20 の動作エントリ数を削減し、命令処理の効率を高めつつ消費電力の低減を図ることができるという効果が得られる。

キャッシュミス数監視部 47 は、予めキャッシュミス数監視部 47 に設定された期間におけるキャッシュミスの発生回数をカウントし、キャッシュミス率を算出する。キャッシュミス数監視部 47 は予め設定された期間毎のキャッシュミスの発生回数を監視するが、当該期間におけるキャッシュアクセスの回数も共にカウントし、 $(\text{キャッシュミスの発生回数} / \text{キャッシュアクセスの回数}) \times 100 (\%)$ という式によりキャッシュミス率を算出する。記憶部 20 の最大エントリ数を M 、削減率 (%) を x 、キャッシュミス率 (%) を C とすると、新たな動作エントリ数は、 $M(1 - x / 100) \times (1 - C / 100)$ という式により算出される。なお、エントリ制御部 40 に、削減率テーブル保持部 42 と動作モード値保持部 44 を設けずに、キャッシュミス数監視部 47 により算出したキャッシュミス率のみに基づいて、エントリ数計算部 43 が新たな動作エントリ数を算出するように構成してもよい。この場合、記憶部 20 の最大エントリ数を M 、キャッシュミス率 (%) を C とすると、新たな動作エントリ数は、 $M \times (1 - C / 100)$ という式により算出される。

このように新たな動作エントリ数を算出することにより、キャッシュミス率が高く、メインメモリからのリプライ待ちが多い場合に、記憶部 10 の動作エントリ数を削減し、命令処理の効率を高めつつ消費電力の低減を図ることができるという効果が得られる。

クロック制御部 45 は、エントリ 201 の有効命令フラグ 202 及びエントリ停止フラグ 203 の状態を監視し、未使用のエントリ 201 へのクロック供給を停止することで、エントリ 201 の動作を停止させる。

図 7 を参照すると、クロック制御部 45 は、判定部 451 とクロック供給部 452 とを有する。クロック制御部 45 は、記憶部 20 が有するエントリ 201 の数と同じ数の判定部 451 を有する。

判定部 451 は、記憶部 20 における 1 つのエントリ 201 と接続され、有効命令フラグ 202 及びエントリ停止フラグ 203 の状態を監視する。判定部 451 は、有効命令フラグ 202 及びエントリ停止フラグ 203 から、エントリ 201 が未使用であるか否かを判定する。具体的には、有効命令フラグ 202 がオフであり、エントリ 201 に命令が登録されておらず、かつ、エントリ停止フラグ 203 がオンとなっている場合に、当該エント

10

20

30

40

50

リ 2 0 1 は未使用であり、クロック供給を停止させるべきと判定する。判定部 4 5 1 は、エントリ 2 0 1 が未使用であると判定した場合、クロック停止判定信号 4 5 1 0 によりクロック供給部 4 5 2 に対して、当該エントリ 2 0 1 へのクロック供給を停止するように通知する。

クロック供給部 4 5 2 は、クロック停止判定信号 4 5 1 0 により判定部 4 5 1 からクロック供給を停止するように通知を受けた場合、当該エントリ 2 0 1 へのクロック信号 4 5 2 0 の供給を停止する。

図 8 に、判定部 4 5 1 の具体的な回路図を示す。なお、図 8 に示す回路図は具体例であり、判定部 4 5 1 の構成として図 8 の回路図に限定はされない。

図 8 では、有効命令フラグ 2 0 2 及びエントリ停止フラグ 2 0 3 が 1 ビットの 2 進数で表され、各フラグが “ 1 ” の場合がオンであり、“ 0 ” の場合がオフとして説明する。

判定部 4 5 1 は、NOT 回路と AND 回路とを有する。有効命令フラグ 2 0 2 の値が NOT で反転されて AND 回路に入力される。エントリ停止フラグ 2 0 3 の値がそのまま AND 回路に入力される。よって、有効命令フラグ 2 0 2 が “ 0 ”、すなわちエントリ 2 0 1 に命令 2 0 4 が登録されておらず、かつ、エントリ停止フラグ 2 0 3 が “ 1 ” の場合のみ、AND 回路の出力が “ 1 ” となる。AND 回路の出力が、エントリ停止判定信号 4 5 1 0 としてクロック供給部 4 5 2 に入力される。図 8 の例では、AND 回路の出力が “ 1 ” の場合に、エントリ 2 0 1 へのクロック供給を停止することを示している。判定部 4 5 1 をこのように構成することにより、有効命令フラグ 2 0 2 がオフであり、かつ、エントリ停止フラグ 2 0 3 がオンであるエントリ 2 0 1 へのクロック供給を停止できる。

図 9 に、クロック供給部 4 5 2 の具体的な回路図を示す。なお、図 9 に示す回路図は具体例であり、クロック供給部 4 5 2 の構成として図 9 の回路図に限定はされない。

図 9 では、クロック停止判定信号 4 5 1 0 が “ 1 ” の場合に、該当するエントリ 2 0 1 へのクロック供給を停止するものとして説明する。

各判定部 4 5 1 からエントリ停止判定信号 4 5 1 0 がクロック供給部 4 5 2 に入力される。また、クロック信号 4 5 2 0 がクロック供給部 4 5 2 に入力される。エントリ停止判定信号 4 5 1 0 からの入力は、NOT 回路により反転されて、各エントリ毎に設けられている AND 回路へ入力される。また、クロック信号 4 5 2 0 はそのまま AND 回路に入力され、AND 回路を介してエントリ 2 0 1 へ入力される。よって、エントリ停止判定信号 4 5 1 0 が “ 1 ”、すなわちエントリ 2 0 1 へのクロック供給を停止することを示している場合、AND 回路の出力は常に “ 0 ” となり、エントリ 2 0 1 へのクロック供給を停止することができる。

クロック供給部 4 5 2 をこのように構成することで、判定部 4 5 1 によりクロック供給を停止すべきと判断されたエントリ 2 0 1 へのクロック供給のみを停止することが可能となる。

制御部 3 0 は、エントリ数計算部 4 3 から通知された記憶部 2 0 の動作エントリ数を管理し、エントリ停止フラグ 2 0 3 がオンとなっているエントリ 2 0 1 へ命令発行部 1 0 から命令 2 0 4 が登録されることを禁止するように制御する。

また、命令発行部 1 0 から記憶部 2 0 へ送られた命令を、記憶部 2 0 内のどのエントリ 2 0 1 に登録するかを制御し、登録された命令の発行を制御する。

さらに、制御部 3 0 は、エントリ数計算部 4 3 から通知された新たな動作エントリ数と、記憶部 2 0 の有効命令数とを比較して、有効命令数が新たな動作エントリ数以上である場合（有効命令数 > 新たな動作エントリ数）、命令発行部 1 0 に対して、命令発行停止信号を通知して新たな命令登録を停止させる。有効命令数とは、記憶部 2 0 の各エントリ 2 0 1 に登録されている、未発行の命令数を意味する。命令発行停止信号を受けた命令発行部 1 0 は、記憶部 2 0 への命令発行を停止する。

新たな動作エントリ数が有効命令数よりも大きい場合（新たな動作エントリ数 > 有効命令数）、命令発行停止信号は通知しない。また、既に命令発行停止信号が制御部 3 0 から命令発行部 1 0 に通知されている場合であって、新たな動作エントリ数が有効命令数よりも大きい場合には、制御部 3 0 は命令発行停止信号を解除する。命令発行停止信号が解除さ

10

20

30

40

50

れると、命令発行部 10 は記憶部 20 への命令発行を再開する。

図 10 を参照して、命令発行停止信号の通知若しくは解除について説明する。図 10 は記憶部 20 が 8 個のエントリ 201 を有する場合の、各エントリ 201 の有効命令フラグ 202 及びエントリ停止フラグ 203 の状態遷移図である。図 10 (a) では、動作エントリ数が 8 から 4 に変更され、エントリ No 0 ~ 3 のエントリ 201 のエントリ停止フラグ 203 がオンとなった状態である。この状態において、エントリ No 0 ~ 6 のエントリ 201 の有効命令フラグ 202 がオンとなっている。よって、有効命令数は 7、新たな動作エントリ数は 4 であるので、有効命令数 新たな動作エントリ数となり、制御部 30 から命令発行部 10 に対して命令発行停止信号が通知される。

その後、図 10 (b) に示すように、エントリ No 3 及び 4 のエントリ 201 に登録されている命令 204 が発行され、エントリ No 3 及び 4 のエントリ 201 における有効命令フラグ 202 がオフとなる。しかし、有効命令数は 5 であり、未だ有効命令数 新たな動作エントリ数であるので、命令発行停止信号は解除されない。なお、本発明の情報処理装置においては、各エントリ 201 に登録されている命令 204 を、アウトオブオーダーで実行可能である。

その後、図 10 (c) に示すように、エントリ No 2 及び 5 のエントリ 201 に登録されている命令 204 が発行され、エントリ No 2 及び 5 のエントリ 201 における有効命令フラグ 202 がオフとなる。ここで、有効命令数が 3 となり、有効命令数 < 動作エントリ数となるので、制御部 30 は命令発行停止信号を解除したことを命令発行部 10 に通知する。

【 0038 】

このように、有効命令数 新たな動作エントリ数の場合に制御部 30 が命令発行部 10 に命令発行停止信号を通知し、新たな命令登録を停止することで、命令発行部 10 からの命令発行によりエントリ 201 に登録されている内容が上書きされることを回避できる。

【 0039 】

なお、上記の説明において、記憶部 20 が一つである場合を例として説明したが、記憶部 20 が複数存在する構成であってもよい。エントリに登録する命令種 (メモリアクセス系命令、整数演算系命令、浮動小数点演算系命令) に応じて、複数の記憶部 20 が設けられることがある。この場合、制御部 30 及びエントリ制御部 40 を、複数の記憶部 20 のそれぞれと接続するように構成される。エントリ制御部 40 のエントリ数計算部 43 は、複数の記憶部 20 それぞれの動作エントリ数を個別に計算する。

【 0040 】

このように構成することにより、エントリに登録される命令種に偏りがある場合でも、命令種毎の記憶部 20 それぞれのエントリについて、個別に動作制御することが可能となり、効率的に消費電力を低減することが可能となる。

【 0041 】

次に、本発明の第一の実施形態の動作を図 11 のフローチャートを用いて説明する。

【 0042 】

当該動作モード値と削減率テーブル 420 により、エントリ数計算部 43 が動作エントリ数を計算する (S1000)。また、エントリ数計算部 43 は使用状況監視部 41、分岐予測失敗数監視部 46 及びキャッシュミス数監視部 47 によりそれぞれ算出された利用率、失敗率及びキャッシュミス率をさらに用いて、動作エントリ数を計算することも可能である。

【 0043 】

記憶部 20 が有するエントリ数から、動作エントリ数を引いた数のエントリ 201 のエントリ停止フラグ 203 をオンにする (S1001)。

【 0044 】

動作エントリ数を計算後、エントリ数計算部 43 は、計算した動作エントリ数を制御部 30 に通知する (S1002)。

【 0045 】

10

20

30

40

50

制御部 30 は、エン트리数計算部 43 から通知された新たな動作エン트리数と、記憶部 20 のエン트리 201 中の有効命令数を比較する (S1003)。

【0046】

比較の結果、有効命令数 新たな動作エン트리数である場合、制御部 30 は命令発行部 10 に対して命令発行停止信号を通知し、命令発行部 10 から記憶部 20 への命令登録を停止する (S1004)。

【0047】

その後、制御部 30 の制御により記憶部 20 のエン트리 201 に登録されている有効命令が発行され、併せてエン트리制御部 40 のクロック制御部 45 により見使用のエン트리 201 へのクロック供給が停止される (S1005)。

【0048】

制御部 30 により、改めて有効命令数と新たな動作エン트리数とが比較される (S1006)。有効命令数 新たな動作エン트리数の場合、再度記憶部 20 のエン트리 201 から有効命令が発行され、クロック制御部 45 により未使用のエン트리 201 へのクロック供給が停止される。有効命令数 < 新たな動作エン트리数となるまで当該動作を繰り返す。

【0049】

有効命令数 < 新たな動作エン트리数となった場合 (S1006 で Yes の場合)、制御部 30 は命令発行停止信号を解除する (S1007)。

【0050】

エン트리停止フラグ 203 がオンとなっているエン트리 201 へのクロック供給を全て停止したかを確認する (S1009)。クロック供給が未停止のエン트리 201 が存在する場合には (S1009 で No の場合)、エン트리停止フラグ 203 がオンとなっているエン트리 201 全てに対するクロック供給が停止されるまで、クロック制御部 45 による処理を繰り返す。

【0051】

エン트리停止フラグ 203 がオンとなっているエン트리 201 全てに対するクロック供給が停止された場合 (S1009 で Yes の場合)、動作を終了する。

【0052】

また、ステップ S1003 で有効命令数 < 新たな動作エン트리数と判断された場合には (S1003 で Yes の場合)、制御部 30 による命令発行停止信号の通知はされず、有効命令の発行と、未使用のエン트리 201 へのクロック供給の停止が実行される (S1008)。エン트리停止フラグ 203 がオンとなっているエン트리 201 へのクロック供給が全て停止された場合 (S1009 で Yes の場合)、動作を終了する。

以上の動作を所定の期間毎に繰り返し、常に最適なエン트리構成で情報処理装置が動作できるようにする。

(第一の実施形態による効果)

本実施例の構成のように、未使用のエン트리 201 へのクロック供給を停止することで、当該エン트리 201 の動作を停止させることで、情報処理装置の性能に対する影響を最小限に抑えつつ、消費電力の低減・発熱の減少という効果が得られる。

【0053】

また、記憶部 20 のエン트리 201 の構成変更を、情報処理装置の動作を停止させず、かつ、低レイテンシー (低ロス時間) で行うことができるという効果も得られる。

(第二の実施形態)

次に、図 12 を参照して、本発明の第二の実施形態について説明する。

【0054】

図 12 を参照すると、第二の実施形態におけるクロック制御部 45 は、第一の実施形態の構成に対して、更に障害検出部 453 を有する。クロック制御部 45 は、記憶部 20 が有するエン트리 201 の数と同じ数の障害検出部 453 を有する。また、第二の実施形態における記憶部 20 の各エン트리 201 に登録される命令 204 は、命令 204 のオペコード 2041 及びオペランド 2043 にそれぞれ対応するオペコードパリティ 2042 及

10

20

30

40

50

びオペランドパリティ 2044 を有している。

【0055】

障害検出部 453 は記憶部 20 における 1 つのエントリ 201 と接続されており、各エントリ 201 に登録された命令 204 のオペコード 2041 及びオペランド 2043 についてパリティチェックを行うことで、各エントリ 201 の障害を検出し、障害を検出した場合に当該エントリ 201 のエントリ停止フラグ 203 をオンにする。

図 12 の例では、オペコード 2041 及びオペランド 2043 はそれぞれ、8 ビットの 2 進数で表現しているが、本発明のオペコード 2041 及びオペランド 2043 は 8 ビットに限られるわけではない。また、図 12 の例ではオペコードパリティ 2042 及びオペランドパリティ 2044 は 1 ビットの 2 進数で表現しているが、1 ビットに限られるわけではない。図 12 の例では、偶数パリティによりパリティチェックを実行している。

10

【0056】

図 12 には、障害検出部 453 の具体例として回路図を示している。なお、図 12 に示す回路図は具体例であり、障害検出部 453 の構成として図 12 の回路図に限定はされない。

【0057】

オペコード 2041 の各ビットとオペコードパリティ 2042 が XOR 回路 4531 に入力される。つまり、図 12 の例では XOR 回路 4531 へ 1 ビットの 2 進数が 9 つ入力されることになる。これらの入力の XOR (排他的論理和) をとることで、入力される “1” の数が奇数ならば、XOR 回路 4531 の出力は常に “1” となり、入力される “1” の数が偶数ならば、XOR 回路 4531 の出力は常に “0” となる。つまり、XOR 回路 4531 の出力が “1” の場合、パリティエラーが発生していることになる。

20

【0058】

同様にオペランド 2043 の各ビットとオペコードパリティ 2044 が XOR 回路 4532 に入力され、これらの入力の XOR (排他的論理和) がとられる。よって、入力される “1” の数が奇数ならば、XOR 回路 4532 の出力は常に “1” となり、入力される “1” の数が偶数ならば、XOR 回路 4532 の出力は常に “0” となる。つまり、XOR 回路 4532 の出力が “1” の場合、パリティエラーが発生していることになる。

【0059】

XOR 回路 4531 及び XOR 回路 4532 の出力を、それぞれ OR 回路 4533 に入力し、OR (論理和) をとる。よって、OR 回路 4533 の入力のいずれかが “1” であれば、OR 回路 4533 の出力は常に “1” となる。よって、OR 回路 4533 の出力が “1” である場合、オペコード 2041 若しくはオペランド 2043 のいずれかにパリティエラーが発生していることを検出できる。OR 回路 4533 の出力を、エントリ停止フラグ 203 に反映させれば、エントリ 201 にパリティエラーが発生している場合に、エントリ停止フラグ 203 をオンにできる。

30

【0060】

このような構成を採用することで、障害が発生しているエントリ 201 のエントリ停止フラグ 203 をオンにできるので、障害が発生したエントリ 201 へのクロック供給を停止して、当該エントリの動作を停止することができる。

40

(第二の実施形態による効果)

本実施例の構成のように、障害が発生したエントリ 201 のエントリ停止フラグ 203 をオンにすることで、障害が発生したエントリ 201 へのクロック供給を停止し、当該エントリの動作を停止することができる。よって、情報処理装置の消費電力を削減できるとともに、情報処理装置の耐故障性を向上できるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図 1】第一の実施形態における情報処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】エントリの構成を示す図である。

【図 3】エントリ制御部の構成を示す図である。

50

【図4】削減率テーブルの構成、及び、削減率テーブルを用いて動作エントリ数を計算する場合の具体例を示す図である。

【図5】動作モード値保持部42の構成を示す図である。

【図6】使用率を用いて動作エントリ数を計算する場合の具体例を示す図である。

【図7】クロック制御部の構成を示す図である。

【図8】判定部の構成の具体例を示す図である。

【図9】クロック供給部の構成の具体例を示す図である。

【図10】制御部の動作の具体例を示す図である。

【図11】第一の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図12】第二の実施形態における障害検出部の構成を示す図である。

10

【符号の説明】

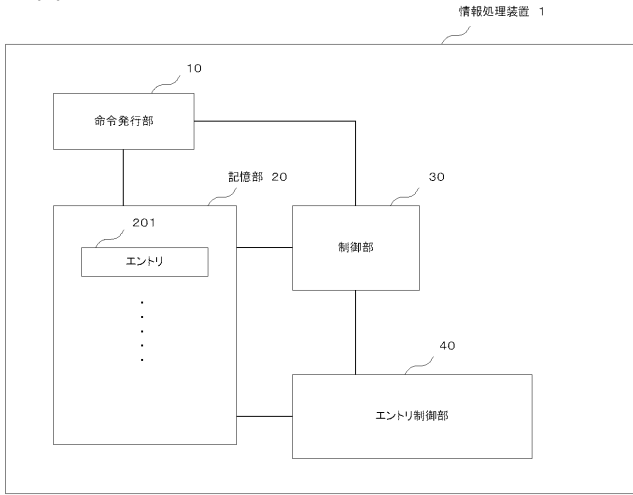
【0062】

- 1 情報処理装置
- 10 命令発行部
- 20 記憶部
- 201 エントリ
- 202 有効命令フラグ
- 203 エントリ停止フラグ
- 204 命令
- 30 制御部
- 40 エントリ制御部
- 41 使用状況監視部
- 42 削減率テーブル保持部
- 43 エントリ数計算部
- 44 動作モード値保持部
- 45 クロック制御部
- 451 判定部
- 452 クロック供給部
- 453 障害検出部
- 4531 XOR回路
- 4532 XOR回路
- 4533 OR回路
- 4510 クロック停止判定信号
- 4520 クロック信号
- 46 分岐予測失敗数監視部
- 47 キャッシュミス数監視部
- 420 削減率テーブル
- 421 動作モード値変更スイッチ
- 422 温度センサー

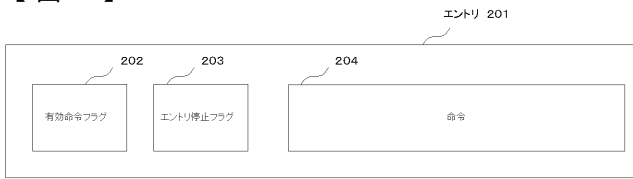
20

30

【図1】



【図2】



【図4】

(a)

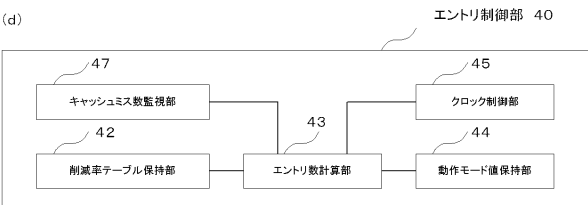
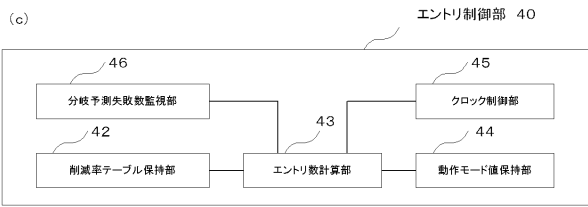
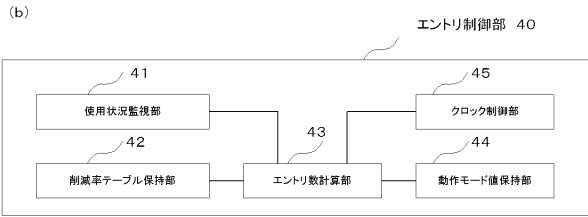
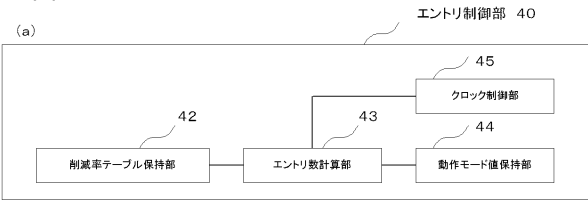
削減率テーブル 420

動作モード値	削減率(%)
0	0
1	10
2	25
3	50
4	75
5	95

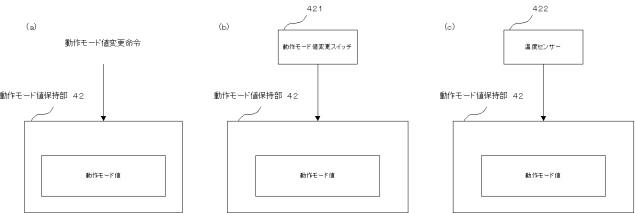
(b)

	最大エントリ数	動作モード値	削減率(%)	動作エントリ数
パターン1	48	3	50	24
パターン2	48	2	25	36
パターン3	48	5	95	2若しくは3

【図3】



【図5】



【図 6】

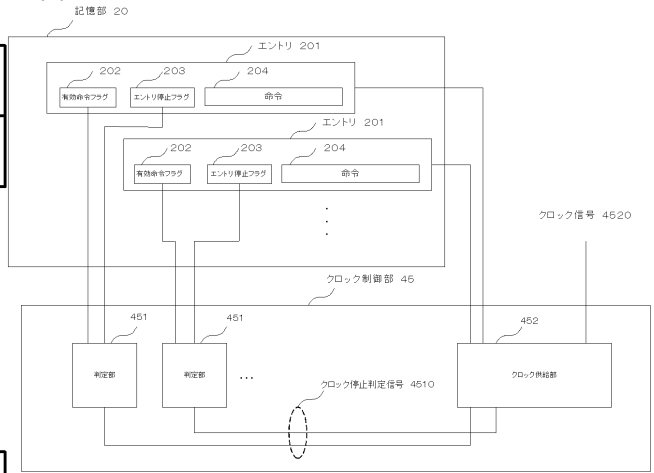
(a)

	最大エントリ数	動作モード値	削減率(%)	使用率(%)	動作エントリ数
パターン1	48	3	50	30	7若しくは8

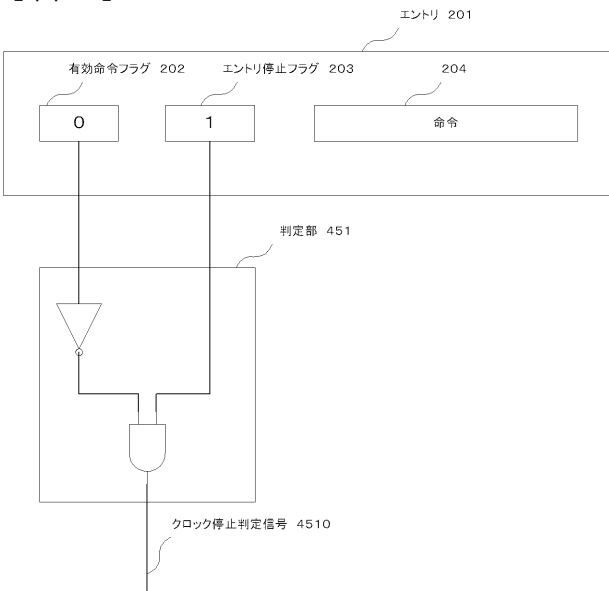
(b)

	最大エントリ数	動作モード値	削減率(%)	使用頻度	動作エントリ数
パターン1	48	3	50	低い	4若しくは5
パターン2	48	2	25	中間	18
パターン3	48	4	75	高い	9若しくは10

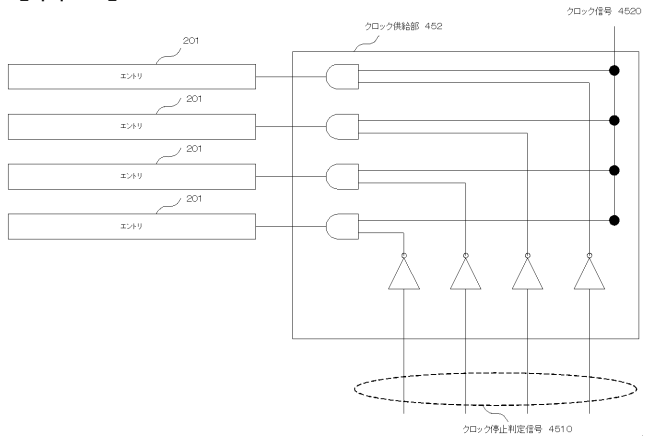
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

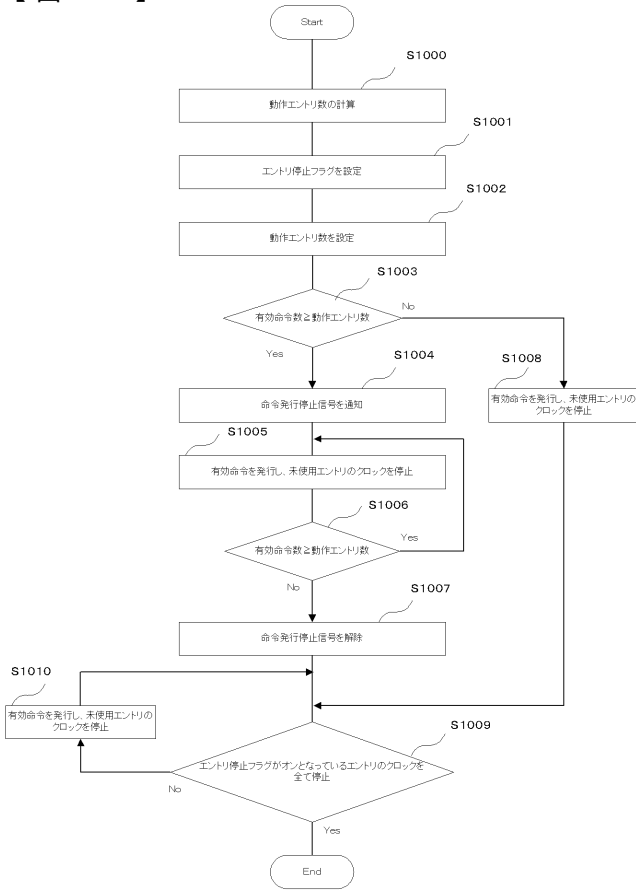
(a)			(b)			(c)		
エントリNo	有効命令フラグ	クロック停止フラグ	エントリNo	有効命令フラグ	クロック停止フラグ	エントリNo	有効命令フラグ	クロック停止フラグ
7	OFF	OFF	7	OFF	OFF	7	OFF	OFF
6	ON	OFF	6	ON	OFF	6	ON	OFF
5	ON	OFF	5	ON	OFF	5	OFF	OFF
4	ON	OFF	4	OFF	OFF	4	OFF	OFF
3	ON	ON	3	OFF	ON	3	OFF	ON
2	ON	ON	2	ON	ON	2	OFF	ON
1	ON	ON	1	ON	ON	1	ON	ON
0	ON	ON	0	ON	ON	0	ON	ON

動作エントリ数 8~4
有効命令数 7
有効命令数≧動作エントリ数

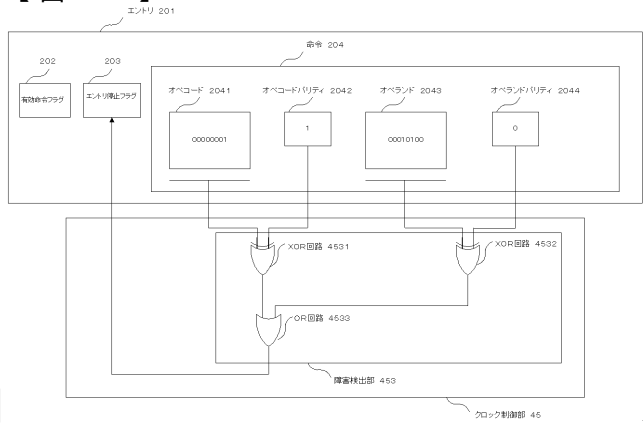
動作エントリ数 4
有効命令数 5
有効命令数≧動作エントリ数

動作エントリ数 4
有効命令数 3
有効命令数<動作エントリ数

【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

G 0 6 F 9/30 3 1 0 A

Fターム(参考) 5B060 AA14

5B079 AA10 BA12 BB02 BC01 DD08