

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6105307号
(P6105307)

(45) 発行日 平成29年3月29日 (2017. 3. 29)

(24) 登録日 平成29年3月10日 (2017. 3. 10)

(51) Int. Cl.	F 1				
G 0 6 F	9/38	(2006. 01)	G 0 6 F	9/38	3 5 0 A
G 0 6 F	9/30	(2006. 01)	G 0 6 F	9/38	3 1 0 F
G 0 6 F	17/16	(2006. 01)	G 0 6 F	9/30	3 1 0 A
			G 0 6 F	17/16	H

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-22120 (P2013-22120)	(73) 特許権者	000227205
(22) 出願日	平成25年2月7日 (2013. 2. 7)		NECプラットフォームズ株式会社
(65) 公開番号	特開2014-153851 (P2014-153851A)		神奈川県川崎市高津区北見方二丁目6番1号
(43) 公開日	平成26年8月25日 (2014. 8. 25)	(74) 代理人	100109313
審査請求日	平成28年1月20日 (2016. 1. 20)		弁理士 机 昌彦
		(74) 代理人	100124154
			弁理士 下坂 直樹
		(72) 発明者	田形 健二
			山梨県甲府市大津町1088-3
			エヌイーシーコンピュータテクノ株式会社内
		審査官	清木 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 命令実行制御装置、命令実行制御システム、命令実行制御方法、及び、命令実行制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

命令発行装置から受信された命令であって、実行が保留されている命令の命令情報を記憶する記憶域を複数備え、前記記憶域は、バリア命令を受信した場合に当該バリア命令を受信した時点で前記命令を記憶していた前記記憶域が特定可能である、記憶手段と、

前記記憶域に記憶された前記命令情報の前記命令を、前記命令が受信された順序以外の順序で実行しうる手段であって、前記バリア命令の後に受信された前記命令である第二の命令の実行を、前記バリア命令の前に受信された前記命令である第一の命令で、かつ当該第二の命令の命令種別との組み合わせが所定の組み合わせであるような命令種別である前記第一の命令が、すべて実行されるまで、保留する実行手段と、

を備える命令実行制御装置。

【請求項2】

実行待ちの前記命令の命令情報と、当該命令が前記バリア命令前に発行されたことを示すバリア前情報と、当該命令が前記バリア命令前に発行された前記命令を追い越すことができないことを示す追い越し禁止情報を対応付けて記憶するための前記記憶域であるエントリを複数備えた前記記憶手段と、

前記命令発行装置から前記バリア命令を受信したときに、前記命令の命令情報が格納されている前記エントリにおける前記バリア前情報を設定し、前記命令発行装置から前記バリア命令以外の前記第二の前記命令の命令情報が何れかの前記エントリに格納されたときに、当該エントリの前記命令種別と、前記バリア前情報が設定された、当該エントリを除

くいずれかの前記エントリの、前記第一の前記命令の前記命令情報の前記命令種別が、前記所定の組み合わせである場合、当該エントリにおける前記追い越し禁止情報を、当該エントリを除く前記エントリに対応づけて設定する設定手段と、を備え、

前記実行手段は、前記エントリの前記追い越し禁止情報が設定されている場合、当該エントリに前記命令情報が格納された前記命令の実行を保留する、

請求項 1 の命令実行制御装置。

【請求項 3】

前記命令発行装置から前記バリア命令を受信するたびに、2つの値を交互に切り替える切り替えフラグをさらに備え、

前記記憶手段は、前記切り替えフラグの値に対応付けられた、前記記憶域としての2つのバッファを備え、前記命令発行装置から受信した、前記バリア命令を除く実行待ちの前記命令の命令情報を、前記切り替えフラグの値が切り替わった後、前記切り替えフラグの値で特定される前記バッファが一旦空になった後に、当該バッファに記憶し、

前記実行手段は、前記切り替えフラグの値で特定される前記バッファとは異なる前記バッファに記憶されている前記第一の命令が存在する場合で、前記切り替えフラグの値で特定される前記バッファに記憶されている前記第二の前記命令の命令種別との組み合わせが、前記所定の組み合わせであるような命令種別である、前記第一の命令が存在するかを確認し、存在が確認された場合には、当該第二の命令の実行を保留する、

請求項 1 の命令実行制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の命令実行制御装置と、前記命令発行装置とを包含する命令実行制御システム。

【請求項 5】

命令発行装置から受信された命令であって、実行が保留されている命令の命令情報を複数の記憶域により記憶し、前記記憶域は、バリア命令を受信した場合に当該バリア命令を受信した時点で前記命令を記憶していた前記記憶域が特定可能であり、

前記記憶域に記憶された前記命令情報の前記命令を、前記命令が受信された順序以外の順序で実行する際に、前記バリア命令の後に受信された前記命令である第二の命令の実行を、前記バリア命令の前に受信された前記命令である第一の命令で、かつ当該第二の命令の命令種別との組み合わせが所定の組み合わせであるような命令種別である前記第一の命令が、すべて実行されるまで、保留する、

命令実行制御方法。

【請求項 6】

実行待ちの前記命令の命令情報と、当該命令が前記バリア命令前に発行されたことを示すバリア前情報と、当該命令が前記バリア命令前に発行された前記命令を追い越すことができないことを示す追い越し禁止情報に対応付けて前記記憶域である複数のエントリに記憶し、

前記命令発行装置から前記バリア命令を受信したときに、前記命令の命令情報が格納されている前記エントリにおける前記バリア前情報を設定し、前記命令発行装置から前記バリア命令以外の前記第二の前記命令の命令情報が何れかの前記エントリに格納されたときに、当該エントリの前記命令種別と、前記バリア前情報が設定された、当該エントリを除くいずれかの前記エントリの、前記第一の前記命令の前記命令情報の前記命令種別が、前記所定の組み合わせである場合、当該エントリにおける前記追い越し禁止情報を、当該エントリを除く前記エントリに対応づけて設定し、

前記エントリの前記追い越し禁止情報が設定されている場合、当該エントリに前記命令情報が格納された前記命令の実行を保留する、

請求項 5 の命令実行制御方法。

【請求項 7】

前記記憶域は、2つの値を交互に切り替える切り替えフラグの前記2つの値にそれぞれ対応付けられる2つの命令記憶域であり、

10

20

30

40

50

前記命令実行制御方法は、さらに、

前記命令発行装置から前記バリア命令を受信するたびに、前記切り替えフラグの値を切り替え、

前記命令発行装置から受信した、前記バリア命令を除く実行待ちの前記命令の命令情報を、前記切り替えフラグの値が切り替わった後、前記切り替えフラグの値で特定される前記命令記憶域が一旦空になった後に、当該命令記憶域に記憶し、

前記切り替えフラグの値で特定される前記命令記憶域とは異なる前記命令記憶域に記憶されている前記第一の命令が存在する場合で、前記切り替えフラグの値で特定される前記命令記憶域に記憶されている前記第二の前記命令の命令種別との組み合わせが、前記所定の組み合わせであるような命令種別である、前記第一の命令が存在するかを確認し、存在が確認された場合には、当該第二の命令の実行を保留する、

10

請求項 5 の命令実行制御方法。

【請求項 8】

命令発行装置から受信された命令であって、実行が保留されている命令の命令情報を複数の記憶域に記憶し、前記記憶域は、バリア命令を受信した場合に当該バリア命令を受信した時点で前記命令を記憶していた前記記憶域が特定可能である、記憶処理と、

前記記憶域に記憶された前記命令情報の前記命令を、前記命令が受信された順序以外の順序で実行しうる処理であって、前記バリア命令の後に受信された前記命令である第二の命令の実行を、前記バリア命令の前に受信された前記命令である第一の命令で、かつ当該第二の命令の命令種別との組み合わせが所定の組み合わせであるような命令種別である前記第一の命令が、すべて実行されるまで、保留する実行処理と、

20

をコンピュータに実行させる命令実行制御プログラム。

【請求項 9】

前記記憶域は、実行待ちの前記命令の命令情報と、当該命令が前記バリア命令前に発行されたことを示すバリア前情報と、当該命令が前記バリア命令前に発行された前記命令を追い越すことができないことを示す追い越し禁止情報に対応付けて記憶するための複数のエントリであり、

前記命令実行制御プログラムは、

前記命令発行装置から前記バリア命令を受信したときに、前記命令の命令情報が格納されている前記エントリにおける前記バリア前情報を設定し、前記命令発行装置から前記バリア命令以外の前記第二の前記命令の命令情報が何れかの前記エントリに格納されたときに、当該エントリの前記命令種別と、前記バリア前情報が設定された、当該エントリを除くいずれかの前記エントリの、前記第一の前記命令の前記命令情報の前記命令種別が、前記所定の組み合わせである場合、当該エントリにおける前記追い越し禁止情報を、当該エントリを除く前記エントリに対応づけて設定する設定処理と、

30

前記エントリの前記追い越し禁止情報が設定されている場合、当該エントリに前記命令情報が格納された前記命令の実行を保留する前記実行処理と、

をコンピュータに実行させる、請求項 8 の命令実行制御プログラム。

【請求項 10】

前記記憶域は、2つの値を交互に切り替える切り替えフラグの前記2つの値にそれぞれ対応付けられる2つの命令記憶域であり、

40

前記命令実行制御プログラムは、

前記命令発行装置から前記バリア命令を受信するたびに、前記切り替えフラグの値を切り替える切り替え処理と、

前記命令発行装置から受信した、前記バリア命令を除く実行待ちの前記命令の命令情報を、前記切り替えフラグの値が切り替わった後、前記切り替えフラグの値で特定される前記命令記憶域が一旦空になった後に、当該命令記憶域に記憶する前記記憶処理と、

前記切り替えフラグの値で特定される前記命令記憶域とは異なる前記命令記憶域に記憶されている前記第一の命令が存在する場合で、前記切り替えフラグの値で特定される前記命令記憶域に記憶されている前記第二の前記命令の命令種別との組み合わせが、前記所定

50

の組み合わせであるような命令種別である、前記第一の命令が存在するかを確認し、存在が確認された場合には、当該第二の命令の実行を保留する前記実行処理と、

をコンピュータに実行させる、請求項 8 の命令実行制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願発明は、命令間の追い越し機能を実装した計算機において、命令間の順序保障制御を行うための命令実行制御装置、命令実行制御システム、命令実行制御方法、及び、命令実行制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

情報処理装置において、実効性能の向上は永年の課題である。実効性能を向上させるための手段の1つとして、メモリアクセス性能の向上がある。従来からプロセッサに、メモリロード命令とメモリストア命令との間での命令間の追い越し機能を実装して、メモリアクセス性能を向上させてきた。

【0003】

命令間の追い越し機能の実現においては、実行結果が不正にならないように、例えば、同一アドレスに対するストア命令とロード命令の間など、命令間で順序保障制御を行う必要がある。

【0004】

このような、命令間の追い越し機能を備えた情報処理装置における順序保障制御の関連技術として、特許文献1には、複数のベクトルストア命令と後続のベクトルロード命令のアドレスの依存関係のチェックを1つのアドレス比較論理で時分割に実行する装置が公開されている。この装置は、ベクトル命令のアドレス、ディスタンス、要素数情報から、メモリアクセス要素に展開する展開処理と、アドレス比較論理でのアドレス比較処理とを並行して実行して、ベクトル命令間追い越し可否判定を実行する。

【0005】

また、特許文献2には、マルチプロセッサコンピューティングシステムのメモリ整合性挙動をエミュレートするための方法において、メモリアクシヨンの前にメモリバリア命令を実行する方法が公開されている。この方法では、メモリバリア命令の前に実行されたメモリアクシヨンの後で実行されることを、保障している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2010-198439号公報

【特許文献2】特開2004-110811号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

例えば、ベクトル計算機におけるリストベクトルによるメモリアクセス命令は、規則性の無いアドレスに対して一度に複数のアクセスを行う。この場合、特許文献1のようなアドレス比較を行うためには、装置は一度に大量のアドレス比較を行う必要があり、限られたハードウェア量で時分割でアドレス比較を行うと、アドレス比較の処理に時間がかかるという問題がある。

【0008】

特許文献2のようにメモリバリア命令により順序保障制御を行うようにすれば、上述のようなアドレス比較の処理に時間がかかるという問題は回避できる。しかしながら、特許文献2は、メモリバリア命令を跨ぐ個別の命令間で、具体的にどのように順序保障制御を

10

20

30

40

50

実現するかの詳細な技術については言及していない。

【0009】

本願発明の目的は、上述の課題を解決した命令実行制御装置、命令実行制御システム、命令実行制御方法、及び、命令実行制御プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本願発明の一実施形態の命令実行制御装置は、命令発行装置から受信された命令であって、実行が保留されているものを記憶する記憶手段と、前記命令を受信した順序以外の順序で実行する手段であって、前記命令発行装置からバリア命令を受信すると、当該バリア命令受信前から前記記憶手段に記憶されていた第一の前記命令の実行が開始するまで、当該バリア命令の後に受信した第二の前記命令の実行を、前記第一、及び、前記第二の前記命令の命令種別が所定の組み合わせである場合に保留する実行手段と、を備える。

10

【0011】

本願発明の一実施形態の命令実行制御方法は、命令発行装置から受信された命令であって、実行が保留されているものを記憶域に記憶し、前記命令を受信した順序以外の順序で実行する際に、前記命令発行装置からバリア命令を受信すると、当該バリア命令受信前から前記記憶域に記憶されていた第一の前記命令の実行が開始するまで、当該バリア命令の後に受信した第二の前記命令の実行を、前記第一、及び、前記第二の前記命令の命令種別が所定の組み合わせである場合に保留する。

【0012】

本願発明の一実施形態の命令実行制御プログラムは、命令発行装置から受信された命令であって、実行が保留されているものを記憶域に記憶する記憶処理と、前記命令を受信した順序以外の順序で実行する処理であって、前記命令発行装置からバリア命令を受信すると、当該バリア命令受信前から前記記憶域に記憶されていた第一の前記命令の実行が開始するまで、当該バリア命令の後に受信した第二の前記命令の実行を、前記第一、及び、前記第二の前記命令の命令種別が所定の組み合わせである場合に保留する実行処理と、をコンピュータに実行させる。

20

【発明の効果】

【0013】

本願発明は、命令間の追い越し機能を備えた情報処理装置において、命令間の順序保障制御を限られたハードウェア量で行う場合の処理時間を短くすることを可能とする。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本願発明の第1の実施形態の命令実行制御システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本願発明の第1の実施形態における記憶部のエントリ内のバリア前フラグと追い越し禁止フラグの設定動作を示すフローチャートである。

【図3】本願発明の第1の実施形態における記憶部のエントリに格納された命令の命令実行動作を示すフローチャートである。

【図4】本願発明の第2の実施形態の命令実行制御システムの構成を示すブロック図である。

40

【図5】本願発明の第2の実施形態における記憶部への命令情報格納動作と切り替えフラグの設定動作を示すフローチャートである。

【図6】本願発明の第2の実施形態における記憶部に格納された命令の命令実行動作を示すフローチャートである。

【図7】本願発明の第3の実施形態の命令実行制御装置の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本願発明の第1の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0016】

50

図 1 は本実施形態の命令実行制御システム 1 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 1 7 】

本実施形態の命令実行制御システム 1 は、命令実行制御装置 1 0 と、命令発行装置 2 0 と、を包含している。命令発行装置 2 0 は、命令実行制御システム 1 が実行する命令を発行して、命令実行制御装置 1 0 へ送信する。

【 0 0 1 8 】

命令実行制御装置 1 0 は、設定部 1 1 と、実行部 1 2 と、記憶部 1 3 と、を包含している。設定部 1 1、及び、実行部 1 2 は、電子回路である場合もあれば、コンピュータプログラムである場合もある。記憶部 1 3 は、電子回路あるいはコンピュータプログラムによりアクセス制御が行われる電子メモリ等の記憶装置である。尚、命令実行制御システム 1

10

【 0 0 1 9 】

記憶部 1 3 は、実行待ち状態にある命令を格納する 3 個のエントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 を包含している。記憶部 1 3 が包含するエントリの数は、3 個に限定されるわけではない。エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 は、それぞれ、命令情報 1 3 1 - 1 乃至 1 3 1 - 3 と、バリア前フラグ 1 3 2 - 1 乃至 1 3 2 - 3 と、追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 1 乃至 1 3 3 - 3 と、追い越し禁止フラグ 1 3 4 - 1 乃至 1 3 4 - 3 と、を包含している。

【 0 0 2 0 】

命令情報 1 3 1 - 1 乃至 1 3 1 - 3 は、命令発行装置 2 0 から発行された後、命令実行待ちの状態にある命令の、命令コード等の命令情報である。命令発行装置 2 0 から発行された命令の命令情報は、実行部 1 2 により、エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 におけるいずれかの空きエントリに格納され、当該命令が実行されるまで、当該エントリに記憶される。命令発行装置 2 0 から発行された命令が、実行待ちになる要因としては、システム内の資源に対するアクセス権の獲得待ちや、他の命令との同期等がある。

20

【 0 0 2 1 】

バリア前フラグ 1 3 2 - 1 乃至 1 3 2 - 3 は、それぞれ、エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 に格納された命令が、バリア命令前に発行されたことを示すフラグである。

【 0 0 2 2 】

追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 1 乃至 1 3 3 - 3、及び、追い越し禁止フラグ 1 3 4 - 1 乃至 1 3 4 - 3 は、それぞれ、エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 に格納された命令が、バリア命令前に発行された命令を追い越して実行できないことを示すフラグである。

30

【 0 0 2 3 】

追い越し禁止フラグは、エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 の各々に、2 個ずつ備えられている。追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 1 は、エントリ 1 3 0 - 1 に格納された命令が、バリア命令前に発行されたエントリ 1 3 0 - 2 に格納された命令を追い越すことができないことを示すフラグである。追い越し禁止フラグ 1 3 4 - 1 は、エントリ 1 3 0 - 1 に格納された命令が、バリア命令前に発行されたエントリ 1 3 0 - 3 に格納された命令を追い越すことができないことを示すフラグである。

【 0 0 2 4 】

同様に、追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 2 乃至 1 3 4 - 2 は、それぞれ、エントリ 1 3 0 - 2 に格納された命令が、バリア命令前に発行された、エントリ 1 3 0 - 1、及び、エントリ 1 3 0 - 3 に格納された命令を追い越すことができないことを示すフラグである。追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 3 乃至 1 3 4 - 3 は、それぞれ、エントリ 1 3 0 - 3 に格納された命令が、バリア命令前に発行された、エントリ 1 3 0 - 1、及び、エントリ 1 3 0 - 2 に格納された命令を追い越すことができないことを示すフラグである。

40

【 0 0 2 5 】

設定部 1 1 は、命令発行装置 2 からバリア命令を受信すると、エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 の中で、命令情報が登録されているものが存在するかどうか確認する。設定部 1 1 は、命令情報が登録されているエントリが存在する場合、命令情報が登録されている全てのエントリにおけるバリア前フラグを 1 に設定する。

50

【 0 0 2 6 】

設定部 1 1 は、命令発行装置 2 0 から発行されたバリア命令を除く命令が、エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 の何れかの空きエントリに実行待ちの命令として格納されると、当該エントリ以外のエントリのバリア前フラグの値を確認する。

【 0 0 2 7 】

例えば、実行待ちの命令がエントリ 1 3 0 - 1 に格納された場合、設定部 1 1 は、エントリ 1 3 0 - 2 乃至 1 3 0 - 3 におけるバリア前フラグ 1 3 2 - 2 乃至 1 3 2 - 3 の値を確認する。バリア前フラグ 1 3 2 - 2 が点灯している場合、設定部 1 1 は、命令情報 1 3 1 - 1、及び、命令情報 1 3 1 - 2 の命令種別が、事前に登録された所定の組み合わせであるか否かを確認する。

10

【 0 0 2 8 】

設定部 1 1 は、バリア命令により命令実行の順序保障制御を行う対象とする命令種別の組み合わせの情報を記憶している。例えば、命令実行制御装置 1 0 が、主記憶へのリストベクトルアクセス命令である V G T (リストベクトル読み出し) 命令と V S C (リストベクトル書き込み) 命令についてのみバリア命令による順序保障制御を行う場合、設定部 1 1 は、バリア命令を跨ぐ命令の組み合わせとして、V G T - V S C、V S C - V G T、V S C - V S C の 3 通りの組み合わせを記憶している。尚、V G T - V G T の組み合わせについては、主記憶への書き込みが発生しないため、設定部 1 1 は、バリア命令による順序保障制御の対象外としている。

【 0 0 2 9 】

命令実行制御装置 1 0 が、リストベクトルアクセス命令に限らず、主記憶アクセス系の命令全体について、バリア命令による順序保障制御を行う場合は、設定部 1 1 は、上述の場合よりも多くの命令種別の組み合わせを、バリア命令による順序保障制御を行う対象として記憶している。

20

【 0 0 3 0 】

上述で、命令情報 1 3 1 - 1、及び、命令情報 1 3 1 - 2 の命令種別が、事前に登録された所定の組み合わせである場合、設定部 1 1 は、追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 1 を点灯させる。命令情報 1 3 1 - 1、及び、命令情報 1 3 1 - 2 の命令種別が、事前に登録された所定の組み合わせではない場合、エントリ 1 3 0 - 1 に格納された命令は、バリア命令前に発行されたエントリ 1 3 0 - 2 に格納された命令を追い越すことが可能であるため、設定部 1 1 は、追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 1 を点灯させない。

30

【 0 0 3 1 】

設定部 1 1 は、エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 のいずれかに格納された命令が実行されると、追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 1 乃至 1 3 3 - 3、及び、1 3 4 - 1 乃至 1 3 4 - 3 のうち、当該エントリに対応付けられたもので点灯しているものがあれば、当該追い越し禁止フラグをクリアする。例えば、エントリ 1 3 0 - 1 に格納された命令が実行された場合、設定部 1 1 は、追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 2、及び、追い越し禁止フラグ 1 3 3 - 3 のうちで点灯しているものがあれば、当該追い越し禁止フラグをクリアする。

【 0 0 3 2 】

実行部 1 2 は、エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 の何れかに格納された命令が、実行可能な状態になっても、当該命令を格納したエントリ内の 2 つの追い越し禁止フラグのいずれかが点灯している場合、当該命令の実行を保留する。実行部 1 2 は、当該命令を格納したエントリ内の 2 つの追い越し禁止フラグの値が 0 になると当該命令を実行し、当該命令を実行したことを、設定部 1 1、及び、記憶部 1 3 へ送信する。

40

【 0 0 3 3 】

記憶部 1 3 は、命令発行装置 2 0 から発行された命令の命令情報を、エントリ 1 3 0 - 1 乃至 1 3 0 - 3 の何れかの空きエントリに格納する。記憶部 1 3 は、実行部 1 2 から、命令を実行したことを受信すると、当該命令を格納していたエントリの命令情報とバリア前フラグをクリアし、当該エントリを未使用状態に設定する。

【 0 0 3 4 】

50

次に、図2のフローチャートを参照して、本実施形態のエントリ130-1乃至130-3における、バリア前フラグと追い越し禁止フラグの設定動作について詳細に説明する。

【0035】

命令実行制御部10は、命令発行装置20から発行された命令を受信する(S101)。受信した命令がバリア命令の場合(S102でYes)、設定部11は、記憶部13におけるエントリ130-1乃至130-3の中で、命令情報が登録されているものが存在するか確認する(S103)。

【0036】

命令情報が登録されているエントリが存在しない場合(S104でNo)、全体の処理は終了する。命令情報が登録されているエントリが存在する場合(S104でYes)、設定部11は、命令情報が登録されているエントリ130-x(xは1乃至3の整数。ただし1つとは限らない)のバリア前フラグ132-xを1に設定し、全体の処理は終了する。

10

【0037】

S102において、受信した命令がバリア命令でない場合(S102でNo)、記憶部13は、受信した命令の命令情報を、未使用エントリ130-i(iは1乃至3のいずれかの整数)に、命令情報131-iとして格納する(S106)。設定部11は、記憶部13におけるエントリ130-iを除くエントリ130-1乃至130-3の中で、バリア前フラグ133-1乃至133-nが1であるものが存在するか確認する(S107)

20

【0038】

バリア前フラグが1であるものが存在しない場合(S108でNo)、全体の処理は終了する。バリア前フラグが1であるものが存在する場合(S108でYes)、設定部11は、バリア前フラグが1であるエントリ130-y(yはiを除く1乃至3の整数。ただし1つとは限らない)の命令情報131-yと、エントリ130-iの命令情報131-iが、所定の組み合わせの命令種別であるか確認する(S109)。

【0039】

命令情報131-yと命令情報131-iが所定の組み合わせの命令種別でない場合(S110でNo)、全体の処理は終了する。命令情報131-yと命令情報131-iが所定の組み合わせの命令種別である場合(S110でYes)、設定部11は、エントリ130-iにおける、追い越し禁止フラグ133-i乃至134-iのうち、エントリ130-yに対応するものを1に設定し(S111)、全体の処理は終了する。

30

【0040】

次に、図3のフローチャートを参照して、本実施形態のエントリ130-1乃至130-3に格納された命令の命令実行動作について詳細に説明する。

【0041】

実行部12は、エントリ130-j(jは1乃至3のいずれかの整数)の追い越し禁止フラグ133-j乃至134-jが、いずれも0であるか確認する(S201)。追い越し禁止フラグ133-j乃至134-jのうち、少なくともいずれかが0でない場合(S202でNo)、実行部12は、エントリ130-jに格納されている命令の実行を保留し(S203)、全体の処理は終了する。

40

【0042】

追い越し禁止フラグ133-j乃至134-jが、いずれも0である場合(S202でYes)、実行部12は、エントリ130-jに命令情報131-jが格納されている命令が、実行可能な状態にあるか確認する(S204)。当該命令が実行可能でない場合(S205でNo)、処理はS203へ進む。当該命令が実行可能である場合(S205でYes)、実行部12は、エントリ130-jに格納されていた命令を実行し、当該命令を実行したことを記憶部13、及び設定部11へ送信する(S206)。

【0043】

50

記憶部 13 は、エントリ 130 - j の命令情報 131 - j とバリア前フラグ 132 - j の情報をクリアし、エントリ 130 - j を未使用状態に設定する (S207)。設定部 13 は、エントリ 130 - j を除くエントリ 130 - 1 乃至 130 - 3 における、追い越し禁止フラグ 133 - 1 乃至 133 - 3、及び、134 - 1 乃至 1343 のうち、エントリ 130 - j に対応したものをクリアし (S208)、全体の処理は終了する。

【0044】

本実施形態には、命令間の追い越し機能を備えたシステムにおいて、命令間の順序保障制御を限られたハードウェア量で行う場合に処理時間を短くし、また、実装するハードウェア量を少なくする効果がある。その理由は、設定部 11 が、バリア命令の受信により、各エントリのバリア前フラグを点灯させ、バリア命令後に発行されてエントリに格納された命令が、バリア命令前の先行命令を追い越すことができない場合、バリア前フラグの点灯状態をもとに、当該命令に対応する追い越し禁止フラグを点灯させ、実行部 12 が、当該命令の実行を、追い越し禁止フラグが消灯するまで保留するからである。命令実行制御装置 10 は、上述の動作により、命令間の順序保障を実現する。

10

【0045】

命令間の追い越し機能を備えたシステムにおいて、同一アドレスへアクセスする命令間で順序保障制御を行う場合、順序保障の対象となる各命令のアクセスアドレスを比較する必要がある。この方式のシステムの場合、例えば、ベクトル計算機におけるリストベクトルによるメモリアクセス命令では、規則性の無いアドレスに対して一度に複数のアドレス比較を行わなければならないため、大規模なアドレス比較回路を実装する必要が生じ、コスト等の問題から、順序保障制御の実現が困難である。

20

【0046】

本実施形態では、命令実行制御装置 10 が、バリア命令を利用して命令間での順序保障制御を行うため、上述のようなアドレス比較を行う必要がなく、リストベクトルによるメモリアクセス命令であっても、短い処理時間で、命令間での順序保障制御を行うことが可能となる。

【0047】

また、本実施形態では、設定部 11 は、バリア命令を跨ぐ命令の種別の組み合わせが、所定の組み合わせのときのみ、追い越し禁止フラグを点灯させ、所定の組み合わせ以外の場合は、追い越し禁止フラグを点灯させずに、バリア命令を跨いでの追い越しを許可することで、システム性能の低下を回避する効果もある。

30

< 第 2 の実施形態 >

次に、本願発明の第 2 の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0048】

図 4 は本願発明の第 2 の実施形態の命令実行制御システム 1 の構成を示すブロック図である。本実施形態の命令実行制御装置 1 は、第 1 の実施形態と同様に、命令実行制御装置 10 と、命令発行装置 20 と、を包含している。

【0049】

命令実行制御装置 10 は、実行部 12 と、記憶部 13 と、切り替えフラグ 14 と、を包含している。実行部 12 は、電子回路である場合もあれば、コンピュータプログラムである場合もある。記憶部 13 は、電子回路あるいはコンピュータプログラムによりアクセス制御が行われる電子メモリ等の記憶装置である。切り替えフラグ 14 は、電子回路あるいはコンピュータプログラムにより値が設定されるレジスタ等の回路である。

40

【0050】

記憶部 13 は、バッファ 15 乃至 16 を包含している。バッファ 15 乃至 16 は、それぞれ、1 つ以上の命令情報 150 乃至 160 を包含している。命令情報 150 乃至 160 は、命令発行装置 20 から発行され、実行待ちの状態にある命令の命令情報である。

【0051】

記憶部 13 は、命令発行装置 20 から、バリア命令を除く命令を受信すると、切り替えフラグ 14 の値を参照する。記憶部 13 は、切り替えフラグ 14 の値が 0 の場合は、当該

50

命令の命令情報を、命令情報 150 としてバッファ 15 に格納し、切り替えフラグ 14 の値が 1 の場合は、当該命令の命令情報を、命令情報 160 としてバッファ 16 に格納する。

【 0 0 5 2 】

記憶部 13 は、切り替えフラグ 14 の値が変更され、命令情報を格納するバッファを切り替えたときに、切り替え先のバッファに、まだ実行待ちの命令の命令情報が残っている場合は、切り替え先のバッファから全ての実行待ちの命令がなくなるまで、命令情報の格納動作を保留する。

【 0 0 5 3 】

記憶部 13 は、バッファ 15、あるいはバッファ 16 に格納された命令が、実行部 12 により実行されると、当該命令の命令情報を、バッファ 15、あるいはバッファ 16 から削除する。

10

【 0 0 5 4 】

切り替えフラグ 14 は、命令発行装置 20 からバリア命令を受信すると、値が 0 のときは 1 へ、値が 1 のときは 0 へ、値を更新する。

【 0 0 5 5 】

実行部 12 は、切り替えフラグ 14 の値を確認し、切り替えフラグ 14 の値が 0 である場合、バリア命令前に発行された命令を格納しているバッファ 16 の中に、実行可能な状態の命令があるか確認する。実行部 12 は、同様に、切り替えフラグ 14 の値が 1 である場合、バッファ 15 の中に、実行可能な状態の命令があるか確認する。

20

【 0 0 5 6 】

実行部 12 は、上述の確認で、実行可能な状態の命令が存在する場合、当該命令を実行して、当該命令を実行したことを記憶部 13 へ送信する。実行部 12 は、上述の確認で、実行可能な状態の命令が存在しない場合、もう片方のバッファに実行可能な命令が存在するか確認する。

【 0 0 5 7 】

実行部 12 は、もう片方のバッファに実行可能な命令が存在する場合、当該命令の命令種別と、当該命令を格納したバッファでない方のバッファに格納された何れかの命令の命令種別の組み合わせが、所定の組み合わせの命令種別に該当するか確認する。

【 0 0 5 8 】

実行部 12 は、所定の組み合わせの命令種別に該当するものが存在する場合、当該命令の実行を保留する。実行部 12 は、所定の組み合わせの命令種別に該当するものが存在しない場合は、当該命令を実行する。

30

【 0 0 5 9 】

次に、図 5 のフローチャートを参照して、本実施形態の記憶部 13 への命令情報格納動作と切り替えフラグの設定動作について詳細に説明する。

【 0 0 6 0 】

命令実行制御装置 10 は、命令発行装置 20 から発行された命令を受信する (S 3 0 1)。受信した命令がバリア命令である場合 (S 3 0 2 で Y e s)、切り替えフラグ 14 は、値を 0 から 1、あるいは 1 から 0 へ更新する (S 3 0 6)。記憶部 13 は、切り替えフラグ 14 が示すバッファが空であるかどうか確認する (S 3 0 7)。

40

【 0 0 6 1 】

切り替えフラグ 14 が示すバッファが空である場合 (S 3 0 8 で Y e s)、全体の処理は終了する。切り替えフラグ 14 が示すバッファが空でない場合 (S 3 0 8 で N o)、記憶部 13 は、切り替えフラグが示すバッファへの命令情報格納動作を保留し (S 3 0 9)、処理は S 3 0 8 へ戻る。

【 0 0 6 2 】

受信した命令がバリア命令でない場合 (S 3 0 2 で N o)、切り替えフラグ 14 の値が 0 の場合 (S 3 0 3 で Y e s)、記憶部 13 は、受信した命令の命令情報を、命令情報 15

50

0としてバッファ15に格納し(S304)、全体の処理は終了する。切り替えフラグ14の値が1の場合(S303でNo)、記憶部13は、受信した命令の命令情報を、命令情報160としてバッファ16に格納し(S305)、全体の処理は終了する。

【0063】

次に、図6のフローチャートを参照して、本実施形態の記憶部13に格納された命令の命令実行動作について詳細に説明する。

【0064】

実行部12は、切り替えフラグ14の値を確認する(S401)。切り替えフラグ14の値が0の場合(S402でYes)、実行部12は、バッファ16内に格納された命令で、実行可能な状態にあるものがあるか確認する(S403)。切り替えフラグ14の値が1の場合(S402でNo)、実行部12は、バッファ15内に格納された命令で、実行可能な状態にあるものがあるか確認する(S405)。

10

【0065】

バッファ16に、実行可能な状態の命令が存在する場合(S404でYes)、あるいは、バッファ15に、実行可能な状態の命令が存在する場合(S406でYes)、実行部12は、実行可能な状態の命令を実行し、当該命令を実行したことを記憶部13へ送信する(S411)。

【0066】

バッファ16に、実行可能な状態の命令が存在しない場合(S404でNo)、あるいは、バッファ15に、実行可能な状態の命令が存在しない場合(S406でNo)、実行部12は、もう片方のバッファに格納された命令で、実行可能な状態にあるものがあるか確認する(S407)。

20

【0067】

もう片方のバッファに、実行可能な状態の命令が存在しない場合(S408でNo)、全体の処理は終了する。もう片方のバッファに、実行可能な状態の命令が存在する場合(S408でYes)、実行部12は、実行可能な状態の命令の命令種別と、当該命令を格納したバッファでない方のバッファに格納された何れかの命令の命令種別の組み合わせが、所定の組み合わせの命令種別に該当するか確認する(S409)。

【0068】

所定の組み合わせの命令種別に該当するものがある場合(S410でYes)、実行部12は、実行可能な状態の命令の実行を保留し(S413)、全体の処理は終了する。所定の組み合わせの命令種別に該当するものがない場合(S410でNo)、実行部12は、実行可能な状態の命令を実行し、当該命令を実行したことを記憶部13へ送信する(S411)。記憶部13は、実行した命令の命令情報を、バッファ15、あるいは、バッファ16から削除し(S412)、全体の処理は終了する。

30

【0069】

本実施形態には、第1の実施形態と同様に、命令間の追い越し機能を備えたシステムにおいて、命令間の順序保障制御を限られたハードウェア量で行う場合に処理時間を短くし、また、実装するハードウェア量を少なくする効果がある。その理由は、切り替えフラグ14がバリア命令を受信して値が切り替わることで、記憶部13がバリア命令前後で命令情報を格納するバッファを切り替え、実行部12が、順序保障制御の対象とする命令に関して、バリア命令前の命令を格納している方のバッファに格納された命令の実行を開始するまで、もう片方のバッファに格納された命令の実行を保留するからである。命令実行制御装置10は、上述の動作により、命令間の順序保障を実現する。

40

【0070】

本実施形態でも、第1の実施形態と同様に、命令実行制御装置10が、バリア命令を利用して命令間での順序保障制御を行うため、アドレス比較回路を実装する必要がなく、簡易なハードウェア構成で、命令間での順序保障制御を行うことが可能となる。

【0071】

尚、本実施形態では、1ビットの切り替えフラグ14により、記憶部13は、2つのバ

50

ッファ150乃至160の切り替え制御を行っているが、2ビット以上の切り替えフラグ14により、3つ以上のバッファの切り替え制御を行ってもよい。その場合、比較的近いタイミングで複数のバリア命令が発行された場合であっても、命令実行制御装置10が、各バリア命令間を跨ぐ命令間での順序保障制御を行うことが可能となる。

<第3の実施形態>

次に、本願発明の第3の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0072】

図7は本願発明の第3の実施形態の命令実行制御装置10の構成を示すブロック図である。本実施形態の命令実行制御装置10は、実行部12と、記憶部13と、を包含している。

10

【0073】

記憶部13は、命令発行装置20から受信された命令であって、実行が保留されているものを、命令情報131-1乃至131-nとして記憶する。

【0074】

実行部12は、命令情報131-1乃至131-nの命令を、命令を受信した順序以外の順序で実行する。実行部12は、命令発行装置20からバリア命令を受信すると、当該バリア命令受信前から記憶部13に命令情報が記憶されていた、順序保障制御の対象となる全ての命令の実行を開始するまで、当該バリア命令の後に受信した命令の実行を、バリア命令前の命令、及び、バリア命令後の命令の命令種別が、所定の組み合わせである場合に保留する。

20

【0075】

本実施形態には、第1、および、第2の実施形態と同様に、命令間の追い越し機能を備えたシステムにおいて、命令間の順序保障制御を限られたハードウェア量で行う場合に処理時間を短くし、また、実装するハードウェア量を少なくする効果がある。その理由は、実行部12が、命令発行装置20からバリア命令を受信すると、当該バリア命令受信前から記憶部13に命令情報が記憶されていた全ての命令の実行を開始するまで、当該バリア命令の後に受信した命令の実行を保留するからである。命令実行制御装置10は、上述の動作により、命令間の順序保障を実現する。

【0076】

以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されたものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の範囲内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

30

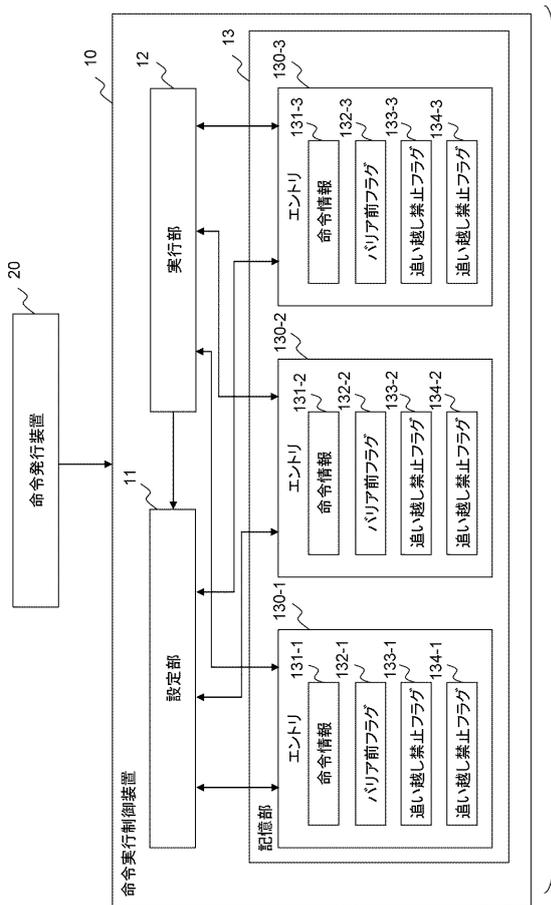
【符号の説明】

【0077】

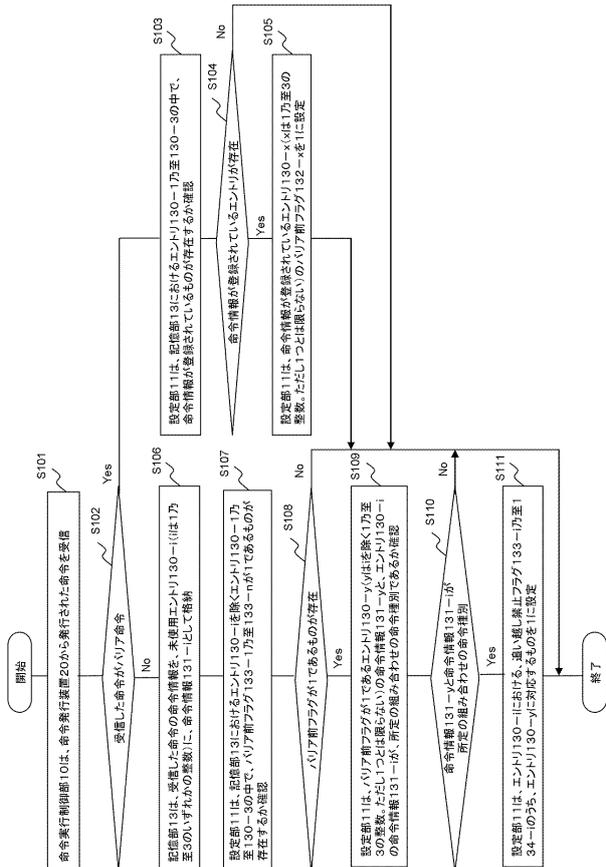
- 1 命令実行制御システム
- 10 命令実行制御装置
- 11 設定部
- 12 実行部
- 13 記憶部
- 130-1乃至130-3 エントリ
- 131-1乃至131-n 命令情報
- 132-1乃至132-3 バリア前フラグ
- 133-1乃至133-3 追い越し禁止フラグ
- 134-1乃至134-3 追い越し禁止フラグ
- 14 切り替えフラグ
- 15乃至16 バッファ
- 150乃至160 命令情報
- 20 命令発行装置

40

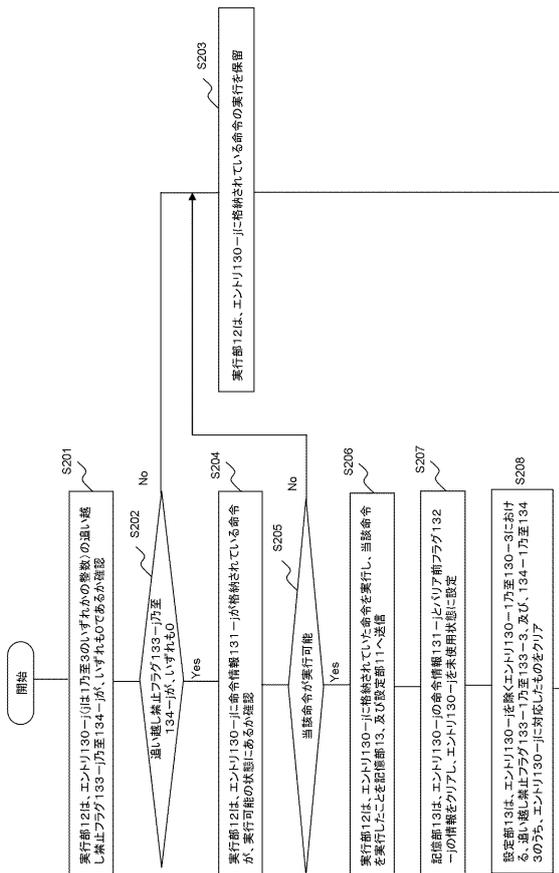
【図 1】



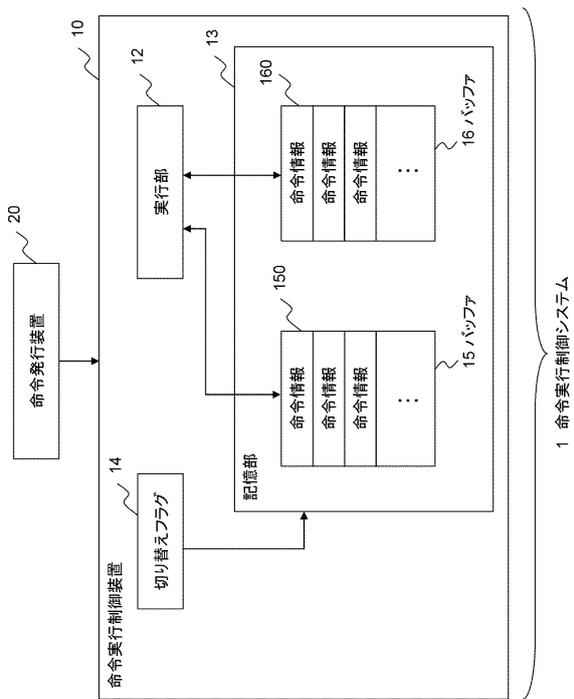
【図 2】



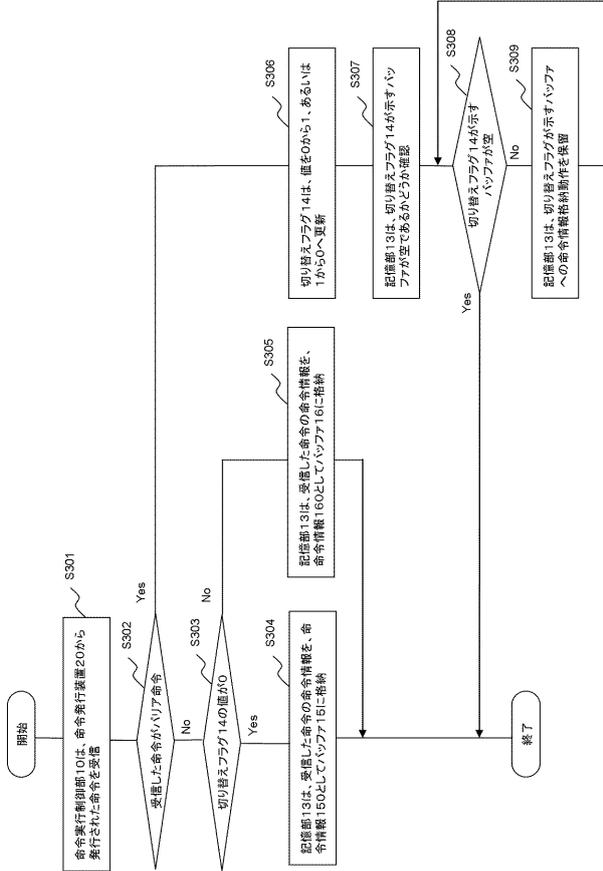
【図 3】



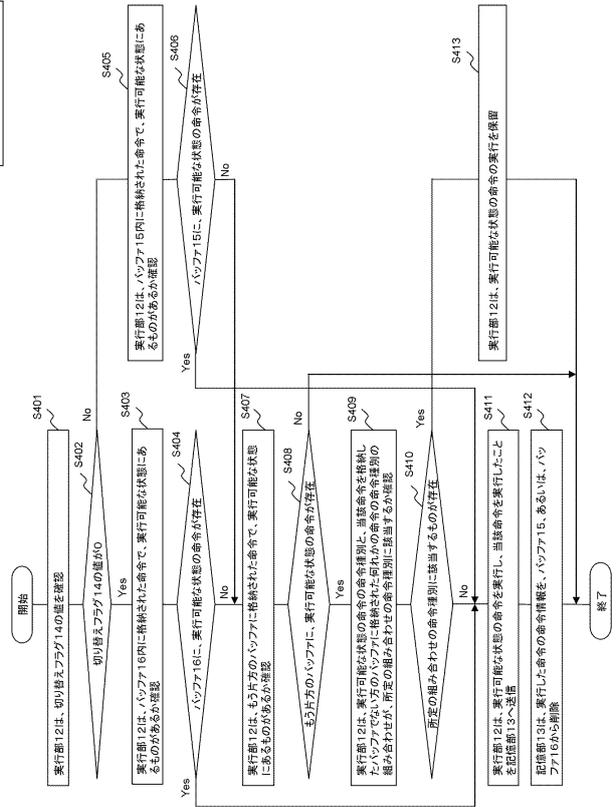
【図 4】



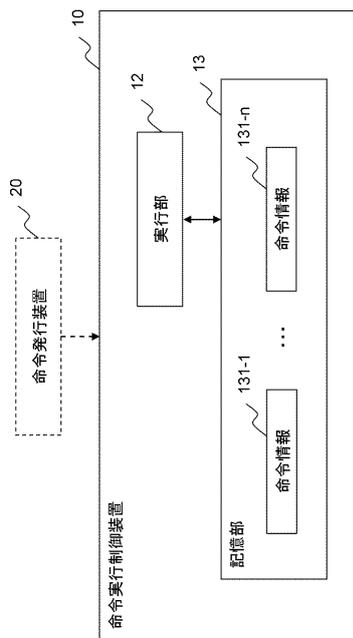
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-193378(JP,A)

特表2008-512785(JP,A)

特開2002-366538(JP,A)

特開平07-302200(JP,A)

特開平02-098776(JP,A)

八杉昌宏, 高田潤, 田畑悠介, 小宮常康, 湯淺太一, 共有メモリ向けプリミティブとそのGCCを使った表現, 情報処理学会論文誌, 日本, 社団法人情報処理学会, 2002年 1月15日, Vol:43, No:SIG1(PR013), Pages:118~132

岡田知博, 武井勉, 伊藤真紀子, 多田敏彦, 村岡道明, 命令拡張を考慮したプロセッサのRTL記述生成手法, DAシンポジウム2002予稿集, 日本, 社団法人情報処理学会, 2002年 7月22日, Pages:37~42

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 9/30 - 9/42

G06F 9/46 - 9/54

G06F 17/10 - 17/18