

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2012年11月29日(29.11.2012)



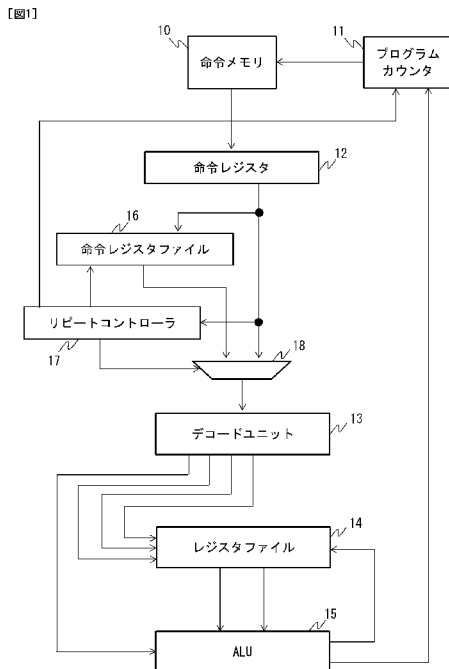
(10) 国際公開番号  
WO 2012/160794 A1

- (51) 国際特許分類:  
G06F 9/32 (2006.01) G06F 9/38 (2006.01)  
G06F 9/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/003269
- (22) 国際出願日: 2012年5月18日(18.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-113395 2011年5月20日(20.05.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社(NEC Corporation) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小堀 友義 (KOBORI, Tomoyoshi) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 家入 健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33番8アサヒビルディング10階響国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: ARITHMETIC PROCESSING DEVICE AND ARITHMETIC PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 演算処理装置、演算処理方法



- 10 Command memory
- 11 Program counter
- 12 Command register
- 13 Decoding unit
- 14 Register file
- 16 Command register file
- 17 Repeat controller

(57) Abstract: Each command holds flag information specifying a command group that performs a loop process and management information related to the number of iterations of the loop process. A command register file (16) saves the command group processed in one loop process. Under the control of a repeat controller (17), a selector (18) selects and outputs a command that is output from a command register (12) or a command that is output from the command register file (16). In response to the management information included in the command, and the internal condition, the repeat controller (17) controls a program counter (12), the reading of commands from and the updating of the storage state of the command register file (16), and the selection process of the selector (18).

(57) 要約: 各命令は、ループ処理を行う命令群を規定するフラグ情報及びループ処理の回数にかかる管理情報を保持する。命令レジスタファイル16は、一のループ処理で処理される命令群を退避する。セレクタ18は、リピートコントローラ17の制御に応じて命令レジスタ12から出力された命令、または命令レジスタファイル16から出力された命令を選択して出力する。リピートコントローラ17は、命令に含まれる管理情報と、内部状態に応じて、プログラムカウンタ12の制御、命令レジスタファイル16からの命令読み出しと格納状態の更新、及びセレクタ18の選択処理、を制御する。

WO 2012/160794 A1

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:  
— 國際調查報告 (條約第 21 條(3))

## 明 細 書

発明の名称：演算処理装置、演算処理方法

### 技術分野

[0001] 本発明は演算処理装置及び演算処理方法に関し、特に命令のループ処理を扱う演算処理装置及び演算処理方法に関する。

### 背景技術

[0002] 信号処理では、連続する多量のデータ（たとえばストリームデータ）を演算処理対象データとして扱い、それらの多量のデータに対して繰り返し同じ処理（複数の命令を用いて実現できる演算）を実行する場合が多い。

[0003] 図17は、これらの信号処理を実現する一般的な汎用プロセッサである。汎用プロセッサは、命令メモリ50と、プログラムカウンタ51と、命令レジスタ52と、デコードユニット53と、レジスタファイル54と、ALU (Arithmetic Logic Unit) 55と、を備える。命令メモリ50は、命令を格納する。プログラムカウンタ51は、命令メモリ50から命令を読み出すためのアドレスを生成する。命令レジスタ52は、命令メモリ50から読み出された命令を一時的に保持する。デコードユニット53は、命令レジスタ52に保持された命令を解釈して制御信号を生成する。レジスタファイル54は、ALU 55による演算に必要となる演算データを格納する。ALU 55は、デコードユニット53から発行される制御信号に応じて所望の演算処理を行う。

[0004] 図17に示す汎用プロセッサで前述した信号処理（連続する多量のデータに対して繰り返し同じ処理（複数の命令を用いて実現できる演算）を実行する処理）を実現する場合、ループ処理を制御するための加算命令または減算命令、ループ回数のカウント、ジャンプ命令、比較命令等を実行する。すなわち、メインの演算処理の他に、ループ回数のカウントや命令分岐処理といった制御系の命令実行が必要となる。これにより、処理の実行に必要な命令が増加し、これに伴い実行時間も増加するという問題が生じる。

[0005] この問題を解決するために、DSP (Digital Signal Processor) 等の信号処理向けのプロセッサは、特許文献1に示すようなハードウェアループと呼ばれる機構を備えている。図18は、ハードウェアループの処理機構を備えたプロセッサを示す図である。

[0006] 図18に示すプロセッサは、命令メモリ60と、プログラムカウンタ61と、命令レジスタ62と、デコードユニット63と、レジスタファイル64と、ALU65と、に加えて、ハードウェア(HW)ループユニット66を備える。HWループユニット66は、ループ制御をハードウェア資源を用いて行うユニットである。HWループユニット66は、プログラムカウンタ61、デコードユニット63、及びレジスタファイル64と接続されている。

[0007] HWループユニット66には、ループ制御用の特殊命令を用いて、繰り返し回数、ループ部分の終端アドレス等がセットされる。HWループユニット66は、セットされた情報を基に、特殊命令からループ終端アドレスまでの命令を繰り返し回数分だけ繰り返し読み出すようなプログラムカウンタ動作となるようにプログラムカウンタ61を制御する。これにより、プロセッサは、ループ処理を実現する。

[0008] しかし、特許文献1に記載の技術では、ループ制御方式を指定するために必要なループ命令をループ対象となる演算の前に用いる必要がある。そのため、小規模なループが多数存在する場合、全体の命令数に対するループ制御用の特殊命令の割合が増加してしまう。

[0009] この割合増加を回避するために、様々な手法が提案されている。特許文献2では、同じ処理を繰り返し実行する命令(たとえば、アドレスのインクリメント等)に対して、リピートの可否を示すフラグ及びリピート回数を指定するフィールドを設ける。そして、特許文献2に記載の制御装置は、このフィールドを参照することによってループ制御用の追加命令を実行することなくループ処理を実行できる。図19は、特許文献2に記載の制御装置が処理対象とする命令のフィールドを示す図である。図示するように、命令には、”Repeat”(リピートの可否を示すフラグ)及び”Count”(リピート

回数) というフィールドが含まれる。特許文献2に記載の技術により、ループ処理に対する特殊命令の割合を小さくすることができ、命令メモリが保持する命令のサイズを削減できる。さらに、命令メモリのメモリ帯域が制限された状況であっても、制御装置はループ処理を実行することができる。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0010] 特許文献1：特開昭59-47651号公報  
特許文献2：特表2000-507009号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0011] しかしながら、図19に示す命令セット（特許文献2が提案する命令セット）は、1命令に対するリピート処理を対象とするものである。すなわち、特許文献2では、複数の命令を連続して繰り返し実行すること（たとえば、命令1→命令2→命令3という一連の実行を10回繰り返すこと）を考慮していない。そのため、複数の命令を連続して繰り返し実行しようとする場合には、ハードウェアループのようにリピート制御を指定する個別命令を使用するか、ジャンプ命令や比較命令等を使用し、プログラムでループ構造を実現する必要がある。この場合、実行すべき命令数が増加し、命令メモリの増大や実行速度の低下を招いてしまう。

- [0012] 本発明は、上記の課題を鑑みてなされたものであり、複数命令をまとめて繰り返し実行する場合でも、投入命令数を増加させることなく処理を実行することができる演算処理装置、及び演算処理方法を提供することを主たる目的とする。

### 課題を解決するための手段

- [0013] 本発明にかかる演算処理装置の一態様は、  
命令実行手段（たとえば実施の形態1におけるデコードユニット13、レジスタファイル14、及びALU15）で実行する命令が格納された命令格

納手段（たとえば実施の形態 1 における命令メモリ 10）から読み出す命令のアドレスを順次指定するプログラムカウンタと、

前記プログラムカウンタにより指定されて前記命令格納手段から読み出された命令のうち、ループ処理する 1 以上の命令からなる命令群を退避する命令退避手段（たとえば実施の形態 1 における命令レジスタファイル 16）と、

前記命令に含まれる前記ループ処理を行うか否か及び当該ループ処理の規定回数を示す管理情報に基づき、前記命令実行手段に供給する命令を制御するリピートコントローラと、

前記リピートコントローラの制御に基づき、前記命令格納手段から読み出された命令、または前記命令退避手段から出力された命令のいずれかを選択して前記命令実行手段に供給する選択手段（たとえば実施の形態 1 におけるセレクトア 18）と、を有し、

前記管理情報は、前記命令格納手段から読み出された命令が前記一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を含むものであって、

前記リピートコントローラは、前記管理情報に基づき、前記一のループ処理で処理される命令群を前記命令退避手段に退避させ、前記命令退避手段に前記一のループ処理で処理される命令が全て退避されると前記プログラムカウンタが指定するアドレスの更新を停止し、前記命令退避手段に保持された前記命令群から処理対象となる一の命令を出力させ、当該ループ処理実行中は、前記選択手段に前記命令退避手段から出力された命令を選択出力させる、ものである。

[0014] 本発明にかかる演算処理方法の一態様は、

処理対象となる命令は、ループ処理を行うか否か及び当該ループ処理の規定回数を示す管理情報を含み、前記管理情報は、命令格納手段から読み出された命令が一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を含み、

前記管理情報に基づいて、前記命令格納手段から読み出された命令のうち、

前記一のループで処理する 1 以上の命令からなる命令群を退避し、前記一のループ処理で処理される命令が全て退避されると前記命令格納手段から読み出される命令の更新を停止し、前記一のループ処理の実行中は退避された前記命令群から処理対象となる一の命令を命令実行手段に出力し、当該ループ処理以外の命令実行中には前記命令格納手段から読み出された命令を命令実行手段に出力する、ものである。

### 発明の効果

[0015] 本発明によれば、複数命令をまとめて繰り返し実行する場合でも、投入命令数を増加させることなく処理を実行することができる演算処理装置、及び演算処理方法を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0016] [図1]実施の形態 1 にかかる演算処理装置の構成を示すブロック図である。
- [図2]実施の形態 1 にかかるリピートコントローラ 17 の内部構成を示すブロック図である。
- [図3]実施の形態 1 にかかる演算処理装置が処理を行う命令のフィールドを示す図である。
- [図4]実施の形態 1 にかかるリピートコントローラ 17 による各処理部の制御を示す表である。
- [図5]実施の形態 1 にかかる演算処理装置の処理する命令の具体例を示す図である。
- [図6]実施の形態 1 にかかる演算処理装置の動作を示す概念図である。
- [図7]実施の形態 1 にかかる演算処理装置の動作を示す概念図である。
- [図8]実施の形態 1 にかかる演算処理装置の動作を示す概念図である。
- [図9]実施の形態 1 にかかる演算処理装置の動作を示す概念図である。
- [図10]実施の形態 1 にかかる演算処理装置の動作を示す概念図である。
- [図11]実施の形態 1 にかかる演算処理装置の動作を示す概念図である。
- [図12]実施の形態 1 にかかる演算処理装置の動作を示す概念図である。
- [図13]実施の形態 2 にかかる演算処理装置が処理を行う命令のフィールドを

示す図である。

[図14]実施の形態2にかかるリピートコントローラ17による各処理部の制御を示す表である。

[図15]実施の形態2にかかる演算処理装置の処理する命令の具体例を示す図である。

[図16]実施の形態2にかかる演算処理装置の処理する命令の具体例を示す図である。

[図17]一般的なプロセッサの構成を示すブロック図である。

[図18]ハードウェアループの処理機構を備えたプロセッサの構成を示すブロック図である。

[図19]特許文献2に記載の制御装置が処理対象とする命令のフィールドを示す図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0017] <実施の形態1>

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図1は、本実施の形態にかかる演算処理装置を示すブロック図である。

[0018] 演算処理装置1は、命令メモリ10と、プログラムカウンタ11と、命令レジスタ12と、デコードユニット13と、レジスタファイル14と、ALU (Arithmetic Logic Unit) 15と、命令レジスタファイル16と、リピートコントローラ17と、セレクトタ18と、を備える。

[0019] 命令メモリ10は、実行対象となる命令が格納される。命令メモリ10は、命令レジスタ12と、プログラムカウンタ11と、に接続されている。

[0020] プログラムカウンタ11は、命令メモリ10から命令を読み出す際のアドレスを供給するための情報を保持する。すなわち、プログラムカウンタ11は、命令メモリ10から読み出されるべき命令の情報を保持する。プログラムカウンタ11は、更新状態またはHOLD状態のいずれか状態となる。更新状態は、読み出されるべき命令の情報を更新できる状態である。HOLD状態は、読み出されるべき命令の情報を更新できない状態である。プログラ

ムカウンタ 11 は、命令メモリ 10 と、リピートコントローラ 17 と、ALU 15 と、に接続されている。

[0021] 命令レジスタ 12 は、命令メモリ 10 から読み出された命令を一時的に保持するレジスタである。命令レジスタ 12 は、セクタ 18 と、リピートコントローラ 17 と、命令レジスタファイル 16 と、に接続されている。

[0022] デコードユニット 13 は、セクタ 18 から供給される命令を解釈し、後段に存在するレジスタファイル 14 及び ALU 15 を制御するための実行制御信号をレジスタファイル 14 及び ALU 15 に出力する。デコードユニット 13 は、セクタ 18 と、レジスタファイル 14 と、ALU 15 と、に接続されている。

[0023] レジスタファイル 14 は、ALU 15 にて行う演算において使用されるデータを格納する。レジスタファイル 14 は、デコードユニット 13 と、ALU 15 と、に接続されている。

[0024] ALU 15 は、供給された命令を用いた演算処理を行う演算処理ユニットである。ALU 15 は、デコードユニット 13 と、レジスタファイル 14 と、に接続されている。

[0025] 命令レジスタファイル 16 は、ループ処理対象となる命令を一時的に格納する。命令レジスタファイル 16 には、命令レジスタ 12 から命令が供給される。さらに、リピートコントローラ 17 の動作指示信号により、命令レジスタファイル 16 が保持する命令が更新される。命令レジスタファイル 16 による命令格納の具体例については後述する。命令レジスタファイル 16 は、命令レジスタ 12 と、リピートコントローラ 17 と、セクタ 18 と、に接続されている。

[0026] リピートコントローラ 17 は、デコードユニット 13 による命令解釈に先立って、ループ処理を示すフラグ（後述の図 3 における REP\_FLAG 31）及びループ処理の規定回数を示す値（後述の図 3 における REP\_COUNT 32）をプリデコードする。リピートコントローラ 17 は、内部状態と、プリデコードにより取得したフラグと、を参照して命令レジスタファイ

ル16と、セクタ18と、プログラムカウンタ11と、に対して動作指示を行う。リピートコントローラ17は、命令レジスタ12と、命令レジスタファイル16と、セクタ18と、プログラムカウンタ11と、に接続されている。

[0027] 図2は、リピートコントローラ17の内部構成を示すブロック図である。リピートコントローラ17は、プリデコーダ20と、カウンタ21と、ステートコントローラ22と、を備える。

[0028] プリデコーダ20は、命令レジスタ12に格納されている命令を読み出し、当該命令をプリデコードする。カウンタ21は、命令のループ処理を制御するためのカウント値を保持する。このカウント値は、ループ処理の残回数を示す。

[0029] ステートマシン22は、3つの内部状態(0~2)のうちいずれかの状態となる。第1の状態(0)は、命令レジスタファイル16内に命令が存在しないことを示す。第2の状態(1)は、命令レジスタファイル16内に命令が存在することを示す。第3の状態(2)は、リピート処理を実行中であることを示す。

[0030] ステートマシン22は、カウンタ21と、プリデコーダ20と、に接続されている。カウンタ21は、ステートマシン22に接続されている。

[0031] 図1の説明を再度行う。セクタ18は、命令レジスタ12に格納されている命令、及び命令レジスタファイル16に格納されている命令のいずれか一方を選択してデコードユニット13に供給する。セクタ18は、リピートコントローラ17からの指示に応じて当該選択を行う。セクタ18は、デコードユニット13と、命令レジスタ12と、命令レジスタファイル16と、リピートコントローラ17と、に接続されている。

[0032] 上記した各処理部の動作を更に説明する。なお、前提として、命令メモリ10には、所望の演算処理を行うために必要な命令が少なくとも1つ格納されている。図3は、命令メモリ10に格納される命令の各フィールドを示す図である。

- [0033] 各命令は、OPECODE30と、REP FLAG31と、REP COUNT32と、OPERAND#0(33a)と、OPERAND#1(33b)と、OPERAND#2(33c)と、を備える。
- [0034] OPECODE30は、命令の種類を示すフィールドである。REP FLAG31は、ループ処理に含まれる命令であるか否かを示すフィールドである。REP COUNT32は、ループ処理の規定回数を示すフィールドである。OPERAND#0(33a)は、実行される命令で使用される第一のデータが格納されているインデックスを示すフィールドである。当該インデックスは、レジスタファイル14内での位置を示す。OPERAND#1(33b)及びOPERAND#2(33c)についても同様である。OPERAND#1(33b)は、実行される命令で使用される第二のデータが格納されているインデックスを示すフィールドである。OPERAND#2(33c)は、実行される命令の演算結果を格納するインデックスを示すフィールドである。
- [0035] 以下に、上記した各処理部が1つの命令をどのように処理するかを説明する。
- [0036] はじめに、プログラムカウンタ11の保持する値を参照し、当該値に対応する命令が命令メモリ10から読み出される。読み出された命令は命令レジスタ12に格納される。そして、命令レジスタ12に格納された命令は、リピートコントローラ17に供給される。これと同時に、当該命令は、命令レジスタファイル16に供給される。
- [0037] リピートコントローラ17内のプリデコーダ20は、供給された命令をプリデコードする。ここでプリデコードとは、命令のREP FLAG31及びREP COUNT32の値を読み出すことである。プリデコーダ20は、読み出したREP FLAG31及びREP COUNT32の値をステートマシン22に供給する。
- [0038] ステートマシン22は、供給されたREP FLAG31及びREP COUNT32の値と、ステートマシン22の内部状態(0~2のいずれか)

と、カウンタ21のカウンタ値と、に基づいてプログラムカウンタ11と、命令レジスタファイル16と、セクタ18と、を制御する。ステートマシン22による各処理部の制御、ステートマシン22内での内部状態の変化、及びカウンタ21の値の更新について以下に説明する。

[0039] 内部状態が0である場合（命令レジスタファイル16内に命令が存在しない場合）について説明する。読み出したREP FLAG 31の値が0である場合、ステートマシン22は、命令レジスタ12からの命令を選択することをセクタ18に指示する。さらに、ステートマシン22は、更新状態に遷移することをプログラムカウンタ11に指示する。さらにまた、ステートマシン22は、命令レジスタファイル16内部に保持されている命令のうち最新の命令を破棄することを指示する。そして、ステートマシン22の内部状態は0（命令レジスタファイル16内に命令が存在しない）のままとする。

[0040] 一方、読み出したREP FLAG 31の値が1である場合、ステートマシン22は、命令レジスタ12からの命令を選択することをセクタ18に指示する。さらに、ステートマシン22は、更新状態に遷移することをプログラムカウンタ11に指示する。さらに、ステートマシン22は、カウンタ21のカウンタ値をプリデコーダ20が抽出したREP COUNT 32の値から1引いた値に更新する。そして、ステートマシン22の内部状態を1（命令レジスタファイル16内に命令が存在する）とする。

[0041] 次に、内部状態が1である場合（命令レジスタファイル16内に命令が存在する場合）について説明する。読み出したREP FLAG 31の値が0である場合、ステートマシン22は、命令レジスタ12からの命令を選択することをセクタ18に指示する。さらに、ステートマシン22は、更新状態に遷移することをプログラムカウンタ11に指示する。そして、ステートマシン22の内部状態は1（命令レジスタファイル16内に命令が存在する）のままとする。

[0042] 一方、読み出したREP FLAG 31の値が1である場合、ステートマ

シン 2 2 は、命令レジスタファイル 1 6 に対して、最も新しく入力された命令を破棄することを指示する。そして、ステートマシン 2 2 は、セクタ 1 8 に対して、命令レジスタファイル 1 6 の先頭に位置する命令（最も以前に入力された命令）を読み出して出力することを指示する。さらにステートマシン 2 2 は、H O L D 状態に遷移することをプログラムカウンタ 1 1 に指示する。そして、ステートマシン 2 2 の内部状態を 2（リピート処理の実行中）とする。

[0043] 次に、内部状態が 2 である場合（命令レジスタファイル 1 6 内に命令が存在する場合）について説明する。読み出した R E P F L A G 3 1 の値が 0 である場合、ステートマシン 2 2 は、命令レジスタファイル 1 6 に対して、最も新しく入力された命令を破棄することを指示する。さらにステートマシン 2 2 は、H O L D 状態に遷移することをプログラムカウンタ 1 1 に指示する。ステートマシン 2 2 の内部状態を 2（リピート処理の実行中）とする。そして、ステートマシン 2 2 は、セクタ 1 8 に対して、命令レジスタファイル 1 6 内の命令のうち、前クロックサイクルで読み出された命令の次に入力された命令を読み出して出力することを指示する。この際、読み出した命令が命令レジスタファイル 1 6 の最後尾（最も新しく入力された命令）である場合、カウンタ 2 1 のカウント値はデクリメントされる。

[0044] カウンタ 2 1 のカウント値が 0 になった場合にのみ、ステートマシン 2 2 は、H O L D 状態から更新状態に遷移することをプログラムカウンタ 1 1 に指示する。さらに、ステートマシン 2 2 は、命令レジスタファイル 1 6 の内部データをクリアすることを指示する。そして、ステートマシン 2 2 の内部状態は 0（命令レジスタファイル 1 6 内に命令が存在しない）とする。

[0045] なお、図 4 は、上述のステートマシン 2 2 による各処理部の制御、ステートマシン 2 2 内での内部状態の変化、及びカウンタ 2 1 のカウント値の更新を示す表である。

[0046] 上述のように、リピートコントローラ 1 7 は動作する。セクタ 1 8 は、リピートコントローラ 1 7 の動作指示に応じて命令を選択し、選択した命令

をデコードユニット13に供給する。デコードユニット13は、命令に含まれるOPECODE30と、OPERAND#0(33a)と、OPERAND#1(33b)と、OPERAND#2(33c)と、を解析し、解析結果を後段のレジスタファイル14及びALU15に供給する。これに応じて、レジスタファイル14及びALU15が所望の命令を実行する。このように、デコードユニット13、レジスタファイル14、ALU15は、供給された命令を実行する命令実行部として動作する。

[0047] 続いて、具体的な命令の例を用いて、本実施の形態にかかる演算処理装置の動作について説明する。図5は、命令メモリ10に格納されている命令を示す図である。図示するように、命令メモリ10には4つの命令が格納されている。各命令のREP FLAG31、REP COUNT32には、図5に示す値が設定されている。リピートコントローラ17内部のステートマシン22の内部状態は、初期状態で0(命令レジスタファイル内に命令が存在しない)である。プログラムカウンタ11のカウンタ値は、命令1に対応する値である”1”とする。

[0048] なお、デコードユニット13、レジスタファイル14、及びALU15の動作は、既存の演算処理装置と同様の動作を行うため、詳細な説明は省略する。また、以下の説明に対応する各クロックサイクルでの演算処理装置の動作イメージを図6～図12に示す。

[0049] 第1のクロックサイクルでは、プログラムカウンタ11のカウンタ値”1”に応じて、命令1が命令メモリ10から読み出される。読み出された命令1は、命令レジスタ12に一時格納される。以上の動作は、図6に示される。

[0050] 続いて第2のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ12に格納された命令1は、命令レジスタファイル16及びリピートコントローラ17に供給される。リピートコントローラ17内のプレデコーダ20は、命令1のREP FLAG31及びREP COUNT32の値を読み出す。命令1のREP FLAG31の値は”1”であり、ステートマシン22の内部状態は”0”であるため、リピートコントローラ17は、命令レジスタ

12から読み出された命令を選択するようにセレクタ18を制御する。さらに、リピートコントローラ17は、プログラムカウンタ11を更新状態とする。ステートマシン22は、カウンタ21にREP COUNT 32の値”2”から1を減算した値である”1”をセットする。そして、ステートマシン22の内部状態を”1”とする。セレクタ18は、命令レジスタ12から供給された命令1を選択してデコードユニット13に入力する。これと同時に、プログラムカウンタ11が更新状態であるため、プログラムカウンタ11の値がカウントアップし、”1”から”2”となる。プログラムカウンタ11の値が”2”であるため、命令2が命令メモリ10から読み出される。読み出された命令2は、命令レジスタ12に一時格納される。なお、命令レジスタファイル16には、(命令1)が格納された状態となる。以上の動作は、図7に示される。

- [0051] 続いて第3のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ12に格納された命令2は、命令レジスタファイル16及びリピートコントローラ17に供給される。リピートコントローラ17内のプレデコーダ20は、命令2のREP FLAG 31及びREP COUNT 32の値を読み出す。命令2のREP FLAG 31の値は”1”であり、ステートマシン22の内部状態は”1”であるため、リピートコントローラ17は、命令レジスタ12から読み出された命令を選択するようにセレクタ18を制御する。さらに、リピートコントローラ17は、プログラムカウンタ11を更新状態とする。そして、ステートマシン22の内部状態を”1”とする。セレクタ18は、命令レジスタ12から供給された命令2を選択してデコードユニット13に入力する。これと同時に、プログラムカウンタ11が更新状態であるため、プログラムカウンタ11の値がカウントアップし、”2”から”3”となる。プログラムカウンタ11の値が”3”であるため、命令3が命令メモリ10から読み出される。読み出された命令3は、命令レジスタ12に一時格納される。なお、命令レジスタファイル16には、(命令1、命令2)が格納された状態となる。以上の動作は、図8に示される。

- [0052] 第3のクロックサイクルでは、ループ処理の対象となる全ての命令（命令1及び命令2）が命令レジスタファイル16に退避された状態である。
- [0053] 続いて第4のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ12に格納された命令3は、命令レジスタファイル16及びリピートコントローラ17に供給される。リピートコントローラ17内のプレデコーダ20は、命令3のREP FLAG 31及びREP COUNT 32の値を読み出す。命令3のREP FLAG 31の値は”0”であり、ステートマシン22の内部状態は”1”であるため、リピートコントローラ17は、命令レジスタファイル16に対して命令3の破棄を指示する。そして、リピートコントローラ17は、命令レジスタファイル16の先頭に格納されている命令1を読み出して出力するようにセクタ18を制御する。さらに、リピートコントローラ17は、プログラムカウンタ11をHOLD状態とする。そして、ステートマシン22の内部状態を”2”とする。セクタ18は、命令レジスタファイル16から読み出した命令1をデコードユニット13に入力する。プログラムカウンタ11がHOLD状態であるため、プログラムカウンタ11の値はカウントアップせず、”3”のままとなる。読み出された命令3は、命令レジスタ12に一時格納される。なお、命令レジスタファイル16には、命令3が破棄されたため、（命令1、命令2）が格納された状態となる。以上の動作は、図9に示される。
- [0054] 第4のクロックサイクルでは、第3のクロックサイクルにおいてループ処理の対象となる全ての命令が退避されたため、プログラムカウンタ11の更新の停止、命令レジスタファイル16からの命令選択が行われている。後述する第5のクロックサイクルでも同様である。
- [0055] 続いて第5のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ12に格納された命令3は、命令レジスタファイル16及びリピートコントローラ17に供給される。リピートコントローラ17内のプレデコーダ20は、命令3のREP FLAG 31及びREP COUNT 32の値を読み出す。命令3のREP FLAG 31の値は”0”であり、ステートマシン22

の内部状態は”2”であるため、リピートコントローラ17は、命令レジスタファイル16に対して命令3の破棄を指示する。そして、リピートコントローラ17は、前サイクルで出力した命令1の次の命令である命令2を命令レジスタファイル16から読み出して出力するようにセクタ18を制御する。これにより、命令レジスタファイル16に格納された全ての命令を読み出したことになったため、カウンタ21のカウント値をデクリメントする。デクリメントによりカウンタ21のカウント値は”0”となる。カウンタ21のカウント値が”0”になったため、リピートコントローラ17は、プログラムカウンタ11を更新状態とする。そして、ステートマシン22の内部状態を”0”とする。さらに、リピートコントローラ17は、命令レジスタファイル16の保持する命令群をクリアする。セクタ18は、命令レジスタファイル16から読み出した命令2をデコードユニット13に入力する。プログラムカウンタ11がHOLD状態であったため、プログラムカウンタ11の値はカウントアップせず、”3”のままとなる。読み出された命令3は、命令レジスタ12に一時格納される。なお、命令レジスタファイル16には、命令が格納されていない状態となる。以上の動作は、図10に示される。

[0056] 続いて第6のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ12に格納された命令3は、命令レジスタファイル16及びリピートコントローラ17に供給される。リピートコントローラ17内のプレデコーダ20は、命令3のREP FLAG 31及びREP COUNT 32の値を読み出す。命令3のREP FLAG 31の値は”0”であり、ステートマシン22の内部状態は”0”であるため、リピートコントローラ17は、命令レジスタファイル16に対して命令3の破棄を指示する。リピートコントローラ17は、命令レジスタ12から読み出された命令を選択するようにセクタ18を制御する。さらに、リピートコントローラ17は、プログラムカウンタ11を更新状態とする。そして、ステートマシン22の内部状態を”0”とする。セクタ18は、命令レジスタ12から供給された命令3を選択してデコードユニット13に入力する。これと同時に、プログラムカウンタ11が更

新状態であるため、プログラムカウンタ 11 の値がカウントアップし、“3”から“4”となる。プログラムカウンタ 11 の値が“4”であるため、命令 4 が命令メモリ 10 から読み出される。読み出された命令 4 は、命令レジスタ 12 に一時格納される。以上の動作は、図 11 に示される。

[0057] 続いて第 7 のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ 12 に格納された命令 4 は、命令レジスタファイル 16 及びリピートコントローラ 17 に供給される。リピートコントローラ 17 内のプレデコーダ 20 は、命令 4 の REP FLAG 31 及び REP COUNT 32 の値を読み出す。命令 4 の REP FLAG 31 の値は“0”であり、ステートマシン 22 の内部状態は“0”であるため、リピートコントローラ 17 は、命令レジスタファイル 16 に対して命令 4 の破棄を指示する。リピートコントローラ 17 は、命令レジスタ 12 から読み出された命令を選択するようにセクタ 18 を制御する。さらに、リピートコントローラ 17 は、プログラムカウンタ 11 を更新状態とする。そして、ステートマシン 22 の内部状態を“0”とする。セクタ 18 は、命令レジスタ 12 から供給された命令 4 を選択してデコードユニット 13 に入力する。これと同時に、プログラムカウンタ 11 が更新状態であるため、プログラムカウンタ 11 の値がカウントアップし、“4”から“5”となる。プログラムカウンタ 11 の値が“5”であるため、命令 5 が命令メモリ 10 から読み出される。なお、図 5 に示す命令数は、4 つであるため、以降の命令は実際には読み出されず、NOP (No Operation) 扱いとなる。以上の動作は、図 12 に示される。

[0058] 以上が、図 5 の命令を処理する場合における、本実施の形態にかかる演算処理装置の動作の具体例である。

[0059] 続いて、本実施の形態にかかる演算処理装置の効果について説明する。上述のように、各命令には、ループ処理の対象となる（1 つ以上の命令を含む）命令群に含まれるか否かを示すフラグ（REP FLAG 31）と、ループ処理の規定回数（REP COUNT 32）と、が規定されている。リピートコントローラ 17 は、内部状態（0～2）、カウンタ 21 の保持するカ

ウント値（すなわち、ループ処理の実行回数を表す値）、及びREP FLAG 31の値に応じて命令実行を制御する。すなわち、リピートコントローラ17は、プログラムカウンタ11の更新/HOLDの設定、命令レジスタファイル16の更新や読み出す命令の決定、及びセクタ18の動作の制御を行う。ここで、リピートコントローラ17は、フラグ（REP FLAG 31）に”1”が設定されている連続する命令をループ処理対象の命令群として扱う。すなわち、リピートコントローラ17は、各命令に含まれる情報（REP FLAG 31、REP COUNT 32）を解釈することにより、新たな命令を処理することなく複数命令を1単位として繰り返し実行することができる。換言すると、本実施の携帯にかかる演算処理装置は、投入命令数を増加させることなく、複数命令を1単位として繰り返し実行することができる。

[0060] なお、図3に示す命令のフィールド構成は、あくまで一例であり、他のフィールド等を含む構成であっても良い。さらに、セクタ18が命令を供給するデコードユニット13及び後段のレジスタファイル14及びALU15の構成は、図1に示すものに限られず、演算の種類等に応じて適宜変更することが可能である。

[0061] なお、本実施の形態にかかる演算処理装置が処理を行う命令は、ループ処理の対象となる命令の範囲を示す情報（たとえば3つの命令をまとめてループ処理する等）と、ループ処理の回数に関する規定情報を備えたものと換言できる。上記した例では、リピートコントローラ16が命令に含まれる情報（REP FLAG 31及びREP COUNT 32）を解釈することにより演算処理の制御を行ったが、必ずしもこれに限られるものではなく、プログラムカウンタ11またはこれを制御する処理部がこれらの情報を解釈して命令メモリ12から読み出される命令を制御しても良い。すなわち、プログラムカウンタ11またはこれを制御する処理部がこれらの情報を基にデコードユニット13に供給する命令を1つに決定し、この命令を読み出してデコードユニット13に供給するようにしても良い。

[0062] <実施の形態 2>

本実施の形態にかかる演算処理装置は、命令内に上述の REP FLAG 31 というフィールドを有していなくても実施の形態 1 にかかる演算処理装置と同様の処理が行えることを特徴とする。以下、本実施の形態にかかる演算処理装置について実施の形態 1 にかかる演算処理装置との違いを中心に説明する。

[0063] 図 13 は、本実施の形態にかかる演算処理装置が扱う命令の各フィールドを示す図である。各命令は、OPECODE 40 と、REP COUNT 41 と、OPERAND # 0 (42 a) と、OPERAND # 1 (42 b) と、OPERAND # 2 (42 c) と、を備える。各命令は、REP FLAG 31 に対応するフィールドを持たない。

[0064] OPECODE 40、OPERAND # 0 (42 a)、OPERAND # 1 (42 b)、及び OPERAND # 2 (42 c) は、上述の OPECODE 30、OPERAND # 0 (33 a)、OPERAND # 1 (33 b)、及び OPERAND # 2 (33 c) とほぼ同様の用途で使用される。

[0065] REP COUNT 41 は、0 以上の整数をとり得る。ここで、ある命令の REP COUNT 41 に "0" が設定されていた場合、前に発行されており REP COUNT 41 に "2" 以上が設定されている命令と同時にループ処理が実行される。

[0066] たとえば、ある命令 (命令 X) の REP COUNT 41 に "3" が設定されており、直後の命令 (命令 Y) 及び命令 Y の直後の命令 (命令 Z) の REP COUNT 41 に "0" が設定されている場合、命令 X → 命令 Y → 命令 Z という一連の処理が 3 回繰り返される。

[0067] このように処理を行うことにより、本実施の形態にかかる命令は、実施の形態 1 と比べて REP FLAG 31 のフィールドに対応するビット幅だけサイズを減少することができる。命令サイズを減少することにより、メモリ規模の削減が可能となる。

[0068] なお、本実施の形態にかかる演算処理装置の全体構成は、実施の形態 1 に

かかる演算処理装置（図１）と同様の構成である。また、リピートコントローラ１７の内部構成も実施の形態１にかかる演算処理装置（図２）と同様である。

[0069] 次に、本実施の形態にかかる演算処理装置の動作について図１を参照して詳細に説明する。まず、本実施の形態にかかる演算処理装置内の各処理部が１つの命令をどのように処理するかを説明する。

[0070] はじめに、プログラムカウンタ１１のカウンタ値を参照し、当該カウンタ値に対応する命令が命令メモリ１０から読み出される。読み出された命令は命令レジスタ１２に格納される。そして、命令レジスタ１２に格納された命令は、リピートコントローラ１７に供給される。これと同時に、当該命令は、命令レジスタファイル１６に供給される。

[0071] リピートコントローラ１７内のプリデコーダ２０は、供給された命令をプリデコードする。ここでプリデコードとは、命令のREP COUNT 41の値を読み出すことである。プリデコーダ２０は、読み出したREP COUNT 41の値をステートマシン２２に供給する。

[0072] ステートマシン２２は、供給されたREP COUNT 41の値と、ステートマシン２２の内部状態（０～２のいずれか）と、カウンタ２１のカウンタ値と、に基づいてプログラムカウンタ１１と、命令レジスタファイル１６と、セレクタ１８と、を制御する。ステートマシン２２による各処理部の制御、ステートマシン２２内での内部状態の変化、及びカウンタ２１のカウンタ値の更新について以下に説明する。

[0073] 内部状態が０である場合（命令レジスタファイル１６内に命令が存在しない場合）について説明する。読み出したREP COUNT 41の値が１である場合、ステートマシン２２は、命令レジスタ１２からの命令を選択することをセレクタ１８に指示する。さらに、ステートマシン２２は、更新状態に遷移することをプログラムカウンタ１１に指示する。さらにまた、ステートマシン２２は、命令レジスタファイル１６内部に保持されている命令のうち最新の命令を破棄することを指示する。そして、ステートマシン２２の内

部状態は0（命令レジスタファイル16内に命令が存在しない）のままとする。

[0074] 読み出したREP COUNT 41の値が2以上である場合、ステートマシン22は、命令レジスタ12からの命令を選択することをセクタ18に指示する。さらに、ステートマシン22は、更新状態に遷移することをプログラムカウンタ11に指示する。さらに、ステートマシン22は、カウンタ21のカウント値をプリデコーダ20が抽出したREP COUNT 41の値から1引いた値に更新する。そして、ステートマシン22の内部状態を1（命令レジスタファイル16内に命令が存在する）とする。

[0075] 次に、内部状態が1である場合（命令レジスタファイル16内に命令が存在する場合）について説明する。読み出したREP COUNT 41の値が0である場合、ステートマシン22は、命令レジスタ12からの命令を選択することをセクタ18に指示する。さらに、ステートマシン22は、更新状態に遷移することをプログラムカウンタ11に指示する。そして、ステートマシン22の内部状態は1（命令レジスタファイル16内に命令が存在する）のままとする。

[0076] 読み出したREP COUNT 41の値が1以上である場合、ステートマシン22は、命令レジスタファイル16に対して、最も新しく入力された命令を破棄することを指示する。そして、ステートマシン22は、セクタ18に対して、命令レジスタファイル16の先頭に位置する命令（最も以前に入力された命令）を読み出して出力することを指示する。さらにステートマシン22は、HOLD状態に遷移することをプログラムカウンタ11に指示する。そして、ステートマシン22の内部状態を2（リピート処理の実行中）とする。

[0077] 次に、内部状態が2である場合（命令レジスタファイル16内に命令が存在する場合）について説明する。読み出したREP COUNTの値が1以上である場合、ステートマシン22は、命令レジスタファイル16に対して、最も新しく入力された命令を破棄することを指示する。さらにステートマ

シン22は、HOLD状態に遷移することをプログラムカウンタ11に指示する。ステートマシン22の内部状態を2（リピート処理の実行中）とする。そして、ステートマシン22は、セクタ18に対して、命令レジスタファイル16内の命令のうち、全クロックサイクルで読み出された命令の次に入力された命令を読み出して出力することを指示する。この際、読み出した命令が命令レジスタファイル16の最後尾（最も新しく入力された命令）である場合、カウンタ21のカウント値はデクリメントされる。

[0078] カウンタ21のカウント値が0になった場合にのみ、ステートマシン22は、HOLD状態から更新状態に遷移することをプログラムカウンタ11に指示する。さらに、ステートマシン22は、命令レジスタファイル16の内部データをクリアすることを指示する。そして、ステートマシン22の内部状態は0（命令レジスタファイル内に命令が存在しない）とする。

[0079] なお、図14は、上述のステートマシン22による各処理部の制御、ステートマシン22内での内部状態の変化、及びカウンタ21のカウント値の更新を示す表である。

[0080] 上述のように、リピートコントローラ17は動作する。セクタ18は、リピートコントローラ17の動作指示に応じて命令を選択し、選択した命令をデコードユニット13に供給する。デコードユニット13は、命令に含まれるOPECODE40と、OPERAND#0（42a）と、OPERAND#1（42b）と、OPERAND#2（42c）と、を解析し、解析結果を後段のレジスタファイル14及びALU15に供給する。これに応じて、レジスタファイル14及びALU15が所望の命令を実行する。このように、デコードユニット13、レジスタファイル14、ALU15は、供給された命令を実行する命令実行部として動作する。

[0081] 続いて、具体的な命令の例を用いて、本実施の形態にかかる演算処理装置の動作について説明する。図15は、命令メモリ10に格納されている命令を示す図である。図示するように、命令メモリ10には4つの命令が格納されている。リピートコントローラ17内部のステートマシン22の内部状態

は、初期状態で0（命令レジスタファイル内に命令が存在しない）である。プログラムカウンタ11のカウンタ値は、命令1に対応する値である”1”とする。なお、第1のクロックサイクルから第7のクロックサイクルの動作概念図は図6～図12と略同一（命令内にREP FLAGが含まれないことを除く）であるため、図示は省略する。

[0082] 第1のクロックサイクルでは、プログラムカウンタ11のカウンタ値”1”に応じて、命令1が命令メモリ10から読み出される。読み出された命令1は、命令レジスタ12に一時格納される。

[0083] 続いて第2のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ12に格納された命令1は、命令レジスタファイル16及びリピートコントローラ17に供給される。リピートコントローラ17内のプレデコーダ20は、命令1のREP COUNT 41の値を読み出す。命令1のREP COUNT 41の値は”2”であり、ステートマシン22の内部状態は”0”であるため、リピートコントローラ17は、命令レジスタ12から読み出された命令を選択するようにセクタ18を制御する。さらに、リピートコントローラ17は、プログラムカウンタ11を更新状態とする。ステートマシン22は、カウンタ21にREP COUNT 32の値”2”から1を減算した値である”1”をセットする。そして、ステートマシン22の内部状態を”1”とする。セクタ18は、命令レジスタ12から供給された命令1を選択してデコードユニット13に入力する。これと同時に、プログラムカウンタ11が更新状態であるため、プログラムカウンタ11の値がカウンタアップし、”1”から”2”となる。プログラムカウンタ11の値が”2”であるため、命令2が命令メモリ10から読み出される。読み出された命令2は、命令レジスタ12に一時格納される。なお、命令レジスタファイル16には、（命令1）が格納された状態となる。

[0084] 続いて第3のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ12に格納された命令2は、命令レジスタファイル16及びリピートコントローラ17に供給される。リピートコントローラ17内のプレデコーダ20

は、命令2のREP COUNT 4 1の値を読み出す。命令2のREP COUNT 4 1の値は"0"であり、ステートマシン2 2の内部状態は"1"であるため、リピートコントローラ1 7は、命令レジスタ1 2から読み出された命令を選択するようにセレクタ1 8を制御する。さらに、リピートコントローラ1 7は、プログラムカウンタ1 1を更新状態とする。そして、ステートマシン2 2の内部状態を"1"とする。セレクタ1 8は、命令レジスタ1 2から供給された命令2を選択してデコードユニット1 3に入力する。これと同時に、プログラムカウンタ1 1が更新状態であるため、プログラムカウンタ1 1の値がカウントアップし、"2"から"3"となる。プログラムカウンタ1 1の値が"3"であるため、命令3が命令メモリ1 0から読み出される。読み出された命令3は、命令レジスタ1 2に一時格納される。なお、命令レジスタファイル1 6には、(命令1、命令2)が格納された状態となる。

- [0085] 続いて第4のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ1 2に格納された命令3は、命令レジスタファイル1 6及びリピートコントローラ1 7に供給される。リピートコントローラ1 7内のプレデコーダ2 0は、命令3のREP COUNT 4 1の値を読み出す。命令3のREP COUNT 4 1の値は"1"であり、ステートマシン2 2の内部状態は"1"であるため、リピートコントローラ1 7は、命令レジスタファイル1 6に対して命令3の破棄を指示する。そして、リピートコントローラ1 7は、命令レジスタファイル1 6の先頭に格納されている命令1を読み出して出力するようにセレクタ1 8を制御する。さらに、リピートコントローラ1 7は、プログラムカウンタ1 1をHOLD状態とする。そして、ステートマシン2 2の内部状態を"2"とする。セレクタ1 8は、命令レジスタファイル1 6から読み出した命令1をデコードユニット1 3に入力する。プログラムカウンタ1 1がHOLD状態であるため、プログラムカウンタ1 1の値はカウントアップせず、"3"のままとなる。読み出された命令3は、命令レジスタ1 2に一時格納される。なお、命令レジスタファイル1 6には、命令3が破棄されたため、(命令1、命令2)が格納された状態となる。

[0086] 続いて第5のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ12に格納された命令3は、命令レジスタファイル16及びリピートコントローラ17に供給される。リピートコントローラ17内のプレデコーダ20は、命令3のREP COUNT 41の値を読み出す。命令3のREP COUNT 41の値は"1"であり、ステートマシン22の内部状態は"2"であるため、リピートコントローラ17は、命令レジスタファイル16に対して命令3の破棄を指示する。そして、リピートコントローラ17は、前サイクルで出力した命令1の次の命令である命令2を読み出して出力するようにセレクタ18を制御する。これにより、命令レジスタファイル16に格納された全ての命令を読み出したことになったため、カウンタ21のカウント値をデクリメントする。デクリメントによりカウンタ21のカウント値は"0"となる。カウンタ21のカウント値が"0"になったため、リピートコントローラ17は、プログラムカウンタ11を更新状態とする。そして、ステートマシン22の内部状態を"0"とする。さらに、リピートコントローラ17は、命令レジスタファイル16の保持する命令群をクリアする。セレクタ18は、命令レジスタファイル16から読み出した命令2をデコードユニット13に入力する。プログラムカウンタ11がHOLD状態であったため、プログラムカウンタ11の値はカウントアップせず、"3"のままとなる。読み出された命令3は、命令レジスタ12に一時格納される。なお、命令レジスタファイル16には、命令が格納されていない状態となる。

[0087] 続いて第6のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ12に格納された命令3は、命令レジスタファイル16及びリピートコントローラ17に供給される。リピートコントローラ17内のプレデコーダ20は、命令3のREP COUNT 41の値を読み出す。命令3のREP COUNT 41の値は"1"であり、ステートマシン22の内部状態は"0"であるため、リピートコントローラ17は、命令レジスタファイル16に対して命令3の破棄を指示する。リピートコントローラ17は、命令レジスタ12から読み出された命令を選択するようにセレクタ18を制御する。さらに、リ

リピートコントローラ 17 は、プログラムカウンタ 11 を更新状態とする。そして、ステートマシン 22 の内部状態を "0" とする。セレクタ 18 は、命令レジスタ 12 から供給された命令 3 を選択してデコードユニット 13 に入力する。これと同時に、プログラムカウンタ 11 が更新状態であるため、プログラムカウンタ 11 の値がカウントアップし、"3" から "4" となる。プログラムカウンタ 11 の値が "4" であるため、命令 4 が命令メモリ 10 から読み出される。読み出された命令 4 は、命令レジスタ 12 に一時格納される。

[0088] 続いて第 7 のクロックサイクルでの動作について説明する。命令レジスタ 12 に格納された命令 4 は、命令レジスタファイル 16 及びリピートコントローラ 17 に供給される。リピートコントローラ 17 内のプレデコーダ 20 は、命令 4 の REP COUNT 41 の値を読み出す。命令 4 の REP COUNT 41 の値は "1" であり、ステートマシン 22 の内部状態は "0" であるため、リピートコントローラ 17 は、命令レジスタファイル 16 に対して命令 4 の破棄を指示する。リピートコントローラ 17 は、命令レジスタ 12 から読み出された命令を選択するようにセレクタ 18 を制御する。さらに、リピートコントローラ 17 は、プログラムカウンタ 11 を更新状態とする。そして、ステートマシン 22 の内部状態を "0" とする。セレクタ 18 は、命令レジスタ 12 から供給された命令 4 を選択してデコードユニット 13 に入力する。これと同時に、プログラムカウンタ 11 が更新状態であるため、プログラムカウンタ 11 の値がカウントアップし、"4" から "5" となる。プログラムカウンタ 11 の値が "5" であるため、命令 5 が命令メモリ 10 から読み出される。なお、図 15 に示す命令数は、4 つであるため、以降の命令は実際には読み出されず、NOP (No Operation) 扱いとなる。

[0089] 以上が、図 15 の命令を処理する場合における、本実施の形態にかかる演算処理装置の動作の具体例である。

[0090] 続いて、本実施の形態にかかる演算処理装置の効果について説明する。上述したように、本実施の形態にかかる演算処理装置は、図 13 に示す命令を扱う。図 13 に示す命令は、前述の REP FLAG 31 を含むものではない。

い。すなわち、図3に示す命令と比べて、図13に示す命令は、REP FLAG 31のフィールド幅だけデータサイズが小さい。これにより、メモリ規模の削減を図ることができる。

[0091] さらに、本実施の形態にかかる演算処理装置は、図16に示すような単一命令のループ処理も適切に扱うことができる。すなわち、本実施の形態にかかる演算処理装置は、図16に示す命令が処理対象である場合に、命令1→命令2→命令1→命令2→命令1→命令1→命令2→命令2→命令3→命令4というように処理を行うことができる。

[0092] なお、図13に示す命令のフィールド構成は、あくまで一例であり、他のフィールド等を含む構成であっても良い。さらに、セクタ18が命令を供給するデコードユニット13及び後段のレジスタファイル14及びALU15の構成は、図1に示すものに限られず、演算の種類等に応じて適宜変更することが可能である。

[0093] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記によって限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、発明のScope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。

[0094] 上記実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下には限られない。

[0095] (付記1)

命令実行手段で実行する命令が格納された命令格納手段から読み出す命令のアドレスを順次指定するプログラムカウンタと、

前記プログラムカウンタにより指定されて前記命令格納手段から読み出された命令のうち、ループ処理する1以上の命令からなる命令群を退避する命令退避手段と、

前記命令に含まれる前記ループ処理を行うか否か及び当該ループ処理の規定回数を示す管理情報に基づき、前記命令実行手段に供給する命令を制御するリピートコントローラと、

前記リピートコントローラの制御に基づき、前記命令格納手段から読み出

された命令、または前記命令退避手段から出力された命令のいずれかを選択して前記命令実行手段に供給する選択手段と、を有し、

前記管理情報は、前記命令格納手段から読み出された命令が一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を含むものであって、

前記リピートコントローラは、前記管理情報に基づき、前記一のループ処理で処理される命令群を前記命令退避手段に退避させ、前記命令退避手段に前記一のループ処理で処理される命令が全て退避されると前記プログラムカウンタが指定するアドレスの更新を停止し、前記命令退避手段に保持された前記命令群から処理対象となる一の命令を出力させ、当該ループ処理実行中は、前記選択手段に前記命令退避手段から出力された命令を選択出力させる、演算処理装置。

[0096] (付記2)

前記管理情報内の前記ループ処理の規定回数を第1の情報とし、前記命令格納手段から読み出された命令が前記一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を第2の情報とした場合、

前記命令の各々は、前記第1の情報を示すリピート回数フィールドと、前記第2の情報を示すフラグフィールドと、を備えることを特徴とする付記1に記載の演算処理装置。

[0097] (付記3)

前記管理情報内の前記ループ処理の規定回数を第1の情報とし、前記命令格納手段から読み出された命令が前記一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を第2の情報とした場合、

前記命令の各々は前記第1の情報を示すリピート回数フィールドを備え、前記リピート回数フィールドに所定値が代入されているか否かにより前記第2の情報を表現することを特徴とする付記1に記載の演算処理装置。

[0098] (付記4)

前記プログラムカウンタにより指定されて前記命令格納手段から読み出された命令を一時的に格納する命令一時保持手段を備え、

前記選択手段及び前記命令退避手段は、前記命令格納手段から読み出された命令を、前記命令一時保持手段を介して取得することを特徴とする付記 1 乃至付記 3 のいずれか 1 項に記載の演算処理装置。

[0099] (付記 5)

前記リピートコントローラは、命令実行状態及び前記退避手段への命令退避状態を示す内部状態を保持し、前記内部状態及び前記管理情報に基づいて、前記命令退避手段への命令の退避処理、前記プログラムカウンタが指定するアドレスの更新、及び前記選択手段による選択処理、の制御を行うことを特徴とする付記 1 乃至付記 4 のいずれか 1 項に記載の演算処理装置。

[0100] (付記 6)

前記内部状態は、前記命令退避手段が前記命令群を保持しない第 1 の状態、前記命令退避手段が前記命令群を保持する第 2 の状態、前記一のループ処理の実行中を示す第 3 の状態のいずれかであることを特徴とする付記 5 に記載の演算処理装置。

[0101] (付記 7)

前記リピートコントローラは、  
前記命令から前記管理情報を読み出すプリデコーダと、  
現在の前記内部状態と、前記プリデコーダの読み出した前記管理情報に応じて次サイクルの前記内部状態を決定するとともに、前記命令退避手段への命令の退避処理、前記プログラムカウンタが指定するアドレスの更新、及び前記選択手段による選択処理、の制御を行うステートコントローラと、  
前記一のループ処理の現在の実行回数であるカウント値を保持するカウンタと、を備えることを特徴とする付記 5 または付記 6 に記載の演算処理装置。  
。

[0102] (付記 8)

前記命令実行手段を備えることを特徴とする付記 1 乃至付記 7 のいずれか 1 項に記載の演算処理装置。

[0103] (付記 9)

前記命令記憶手段を備えることを特徴とする付記 1 乃至付記 8 のいずれか 1 項に記載の演算処理装置。

[0104] (付記 10)

前記内部状態が前記第 1 の状態であり、前記第 2 の情報が前記一のループ処理で処理される命令ではないことを示す値である場合、前記ステートコントローラは、前記選択手段に前記命令一時保持手段から出力された前記命令を選択させ、前記プログラムカウンタによるアドレスの更新を継続させ、前記命令退避手段に入力された最新の命令を破棄させ、

前記内部状態が前記第 1 の状態であり、前記第 2 の情報が前記一のループ処理で処理される命令であることを示す値である場合、前記ステートコントローラは、前記選択手段に前記命令一時保持手段から出力された前記命令を選択させ、前記プログラムカウンタによるアドレスの更新を継続させた後に、前記内部状態を前記第 2 の状態とし、前記カウンタは、前記カウント値をデクリメントし、

前記内部状態が前記第 2 の状態であり、前記第 2 の情報が前記一のループ処理で処理される命令ではないことを示す値である場合、前記ステートコントローラは、前記選択手段に前記命令一時保持手段から出力された前記命令を選択させ、前記プログラムカウンタによるアドレスの更新を継続させ、

前記内部状態が前記第 2 の状態であり、前記第 2 の情報が前記一のループ処理で処理される命令であることを示す値である場合、前記ステートコントローラは、前記選択手段に前記命令退避手段内の前記命令群から直近に読み出された命令に後続する命令を読み出して選択させ、前記プログラムカウンタによるアドレスの更新を停止させ、前記命令退避手段に入力された最新の命令を破棄させた後に前記内部状態を前記第 3 の状態とし、

前記内部状態が前記第 3 の状態であり、前記第 2 の情報が前記一のループ処理で処理される命令ではないことを示す値であり、前記カウント値が 0 でない場合、前記ステートコントローラは、前記選択手段に前記命令退避手段内の前記命令群から直近に読み出された命令に後続する命令を読み出して選

択させ、前記プログラムカウンタによるアドレスの更新を停止させ、前記命令退避手段に入力された最新の命令を破棄させた後に前記内部状態を前記第3の状態とし、前記カウンタは、前記選択手段が選択した命令が前記命令退避手段の保持する前記命令群の最後尾であった場合には前記カウント値をデクリメントし、

前記内部状態が前記第3の状態であり、前記第2の情報が前記一のループ処理で処理される命令ではないことを示す値であり、前記カウント値が0ではない場合、前記ステートコントローラは、前記プログラムカウンタによるアドレスの更新を継続するとともに、前記命令退避手段の保持する命令を全てクリアさせる、

ことを特徴とする付記6乃至付記9のいずれか1項に記載の演算処理装置。

[0105] (付記11)

処理対象となる命令は、ループ処理を行うか否か及び当該ループ処理の規定回数を示す管理情報を含み、前記管理情報は、命令格納手段から読み出された命令が一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を含み、

前記管理情報に基づいて、前記命令格納手段から読み出された命令のうち、ループ処理する1以上の命令からなる命令群を退避し、一のループ処理で処理される命令が全て退避されると前記命令格納手段から読み出される命令の更新を停止し、前記一のループ処理の実行中は退避された前記命令群から処理対象となる一の命令を命令実行手段に出力し、当該ループ処理以外の命令実行中には前記命令格納手段から読み出された命令を命令実行手段に出力する、演算処理方法。

[0106] (付記12)

前記管理情報内の前記ループ処理の規定回数を第1の情報とし、前記命令格納手段から読み出された命令が前記一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を第2の情報とした場合、

前記命令の各々は、前記第 1 の情報を示すリピート回数フィールドと、前記第 2 の情報を示すフラグフィールドと、を備えることを特徴とする付記 1 1 に記載の演算処理方法。

[0107] (付記 1 3)

前記管理情報内の前記ループ処理の規定回数を第 1 の情報とし、前記命令格納手段から読み出された命令が前記一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を第 2 の情報とした場合、

前記命令の各々は前記第 1 の情報を示すリピート回数フィールドを備え、前記リピート回数フィールドに所定値が代入されているか否かにより前記第 2 の情報を表現することを特徴とする付記 1 1 に記載の演算処理方法。

[0108] この出願は、2011年5月20日に提出された日本出願特願2011-113395を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

### 産業上の利用可能性

[0109] 本発明は、単一の処理を多数データに対して実行するストリーム処理、詳細にはフィルタリング処理やデータのソート処理等の信号処理等に適用することができる。

### 符号の説明

- [0110] 10 命令メモリ
- 11 プログラムカウンタ
- 12 命令レジスタ
- 13 デコードユニット
- 14 レジスタファイル
- 15 ALU
- 16 命令レジスタファイル
- 17 リピートコントローラ
- 18 セレクタ
- 20 プリデコーダ

2 1 カウンタ  
2 2 ステートコントローラ  
3 0 O P E C O D E  
3 1 R E P F L A G  
3 2 R E P C O U N T  
3 3 a O P E R A N D # 0  
3 3 b O P E R A N D # 1  
3 3 c O P E R A N D # 2  
4 0 O P E C O D E  
4 1 R E P C O U N T  
4 2 a O P E R A N D # 0  
4 2 b O P E R A N D # 1  
4 2 c O P E R A N D # 2

## 請求の範囲

[請求項1]

命令実行手段で実行する命令が格納された命令格納手段から読み出す命令のアドレスを順次指定するプログラムカウンタと、

前記プログラムカウンタにより指定されて前記命令格納手段から読み出された命令のうち、ループ処理する1以上の命令からなる命令群を退避する命令退避手段と、

前記命令に含まれる前記ループ処理を行うか否か及び当該ループ処理の規定回数を示す管理情報に基づき、前記命令実行手段に供給する命令を制御するリピートコントローラと、

前記リピートコントローラの制御に基づき、前記命令格納手段から読み出された命令、または前記命令退避手段から出力された命令のいずれかを選択して前記命令実行手段に供給する選択手段と、を有し、

前記管理情報は、前記命令格納手段から読み出された命令が一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を含むものであって、

前記リピートコントローラは、前記管理情報に基づき、前記一のループ処理で処理される命令群を前記命令退避手段に退避させ、前記命令退避手段に前記一のループ処理で処理される命令が全て退避されると前記プログラムカウンタが指定するアドレスの更新を停止し、前記命令退避手段に保持された前記命令群から処理対象となる一の命令を出力させ、当該ループ処理実行中は、前記選択手段に前記命令退避手段から出力された命令を選択出力させる、演算処理装置。

[請求項2]

前記管理情報内の前記ループ処理の規定回数を第1の情報とし、前記命令格納手段から読み出された命令が前記一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を第2の情報とした場合、

前記命令の各々は、前記第1の情報を示すリピート回数フィールドと、前記第2の情報を示すフラグフィールドと、を備えることを特徴とする請求項1に記載の演算処理装置。

[請求項3] 前記管理情報内の前記ループ処理の規定回数を第1の情報とし、前記命令格納手段から読み出された命令が前記一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を第2の情報とした場合、

前記命令の各々は前記第1の情報を示すリピート回数フィールドを備え、

前記リピート回数フィールドに所定値が代入されているか否かにより前記第2の情報を表現することを特徴とする請求項1に記載の演算処理装置。

[請求項4] 前記プログラムカウンタにより指定されて前記命令格納手段から読み出された命令を一時的に格納する命令一時保持手段を備え、

前記選択手段及び前記命令退避手段は、前記命令格納手段から読み出された命令を、前記命令一時保持手段を介して取得することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の演算処理装置。

[請求項5] 前記リピートコントローラは、命令実行状態及び前記命令退避手段への命令退避状態を示す内部状態を保持し、前記内部状態及び前記管理情報に基づいて、前記命令退避手段への命令の退避処理、前記プログラムカウンタが指定するアドレスの更新、及び前記選択手段による選択処理、の制御を行うことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の演算処理装置。

[請求項6] 前記内部状態は、前記命令退避手段が前記命令群を保持しない第1の状態、前記命令退避手段が前記命令群を保持する第2の状態、前記一のループ処理の実行中を示す第3の状態のいずれかであることを特徴とする請求項5に記載の演算処理装置。

[請求項7] 前記リピートコントローラは、

前記命令から前記管理情報を読み出すプリデコーダと、

現在の前記内部状態と、前記プリデコーダの読み出した前記管理情報に応じて次サイクルの前記内部状態を決定するとともに、前記命令退避手段への命令の退避処理、前記プログラムカウンタが指定するア

ドレスの更新、及び前記選択手段による選択処理、の制御を行うステートコントローラと、

前記一のループ処理の現在の実行回数に関するカウント値を保持するカウンタと、を備えることを特徴とする請求項5または請求項6に記載の演算処理装置。

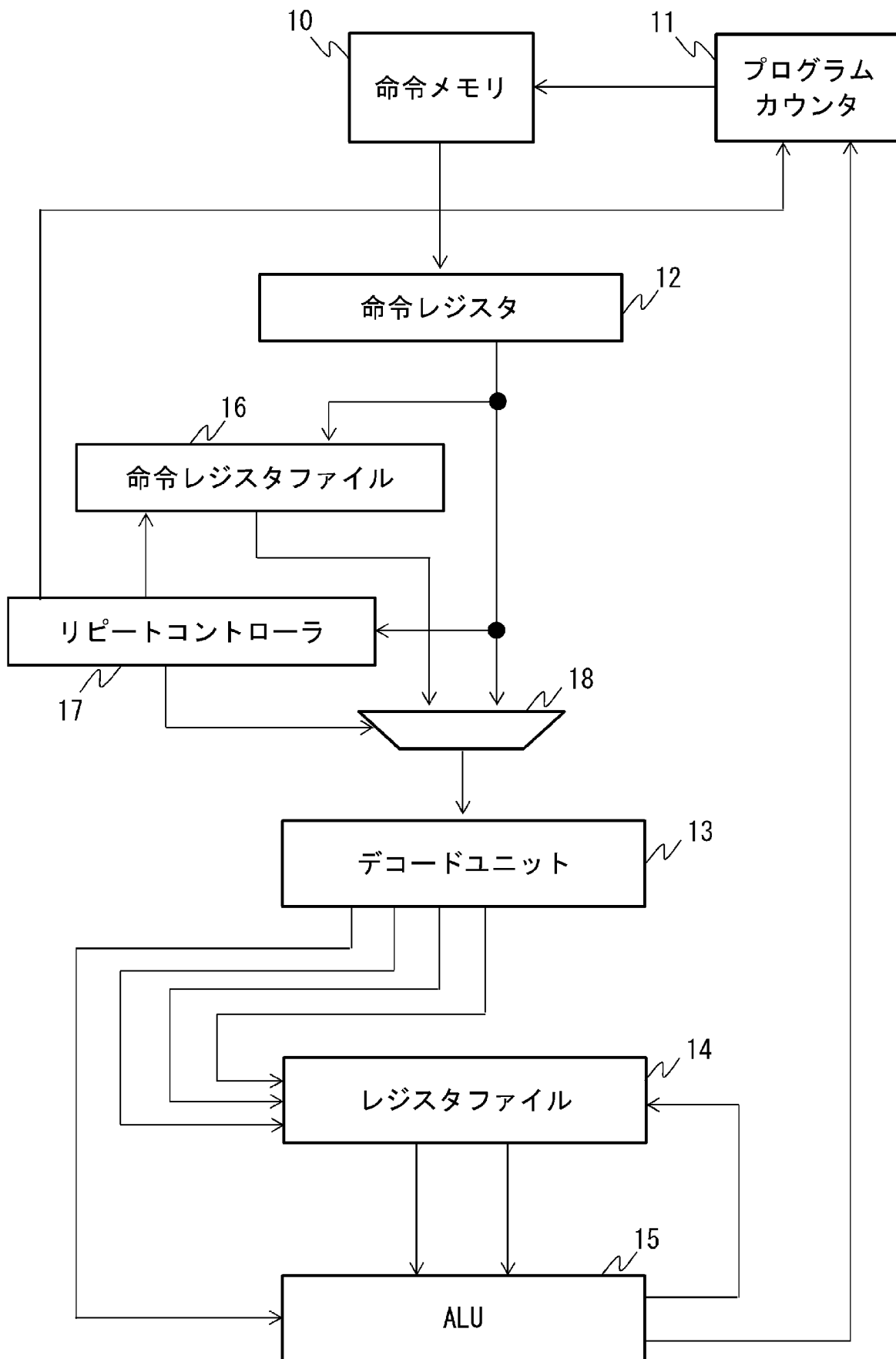
[請求項8] 前記命令実行手段を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の演算処理装置。

[請求項9] 前記命令記憶手段を備えることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載の演算処理装置。

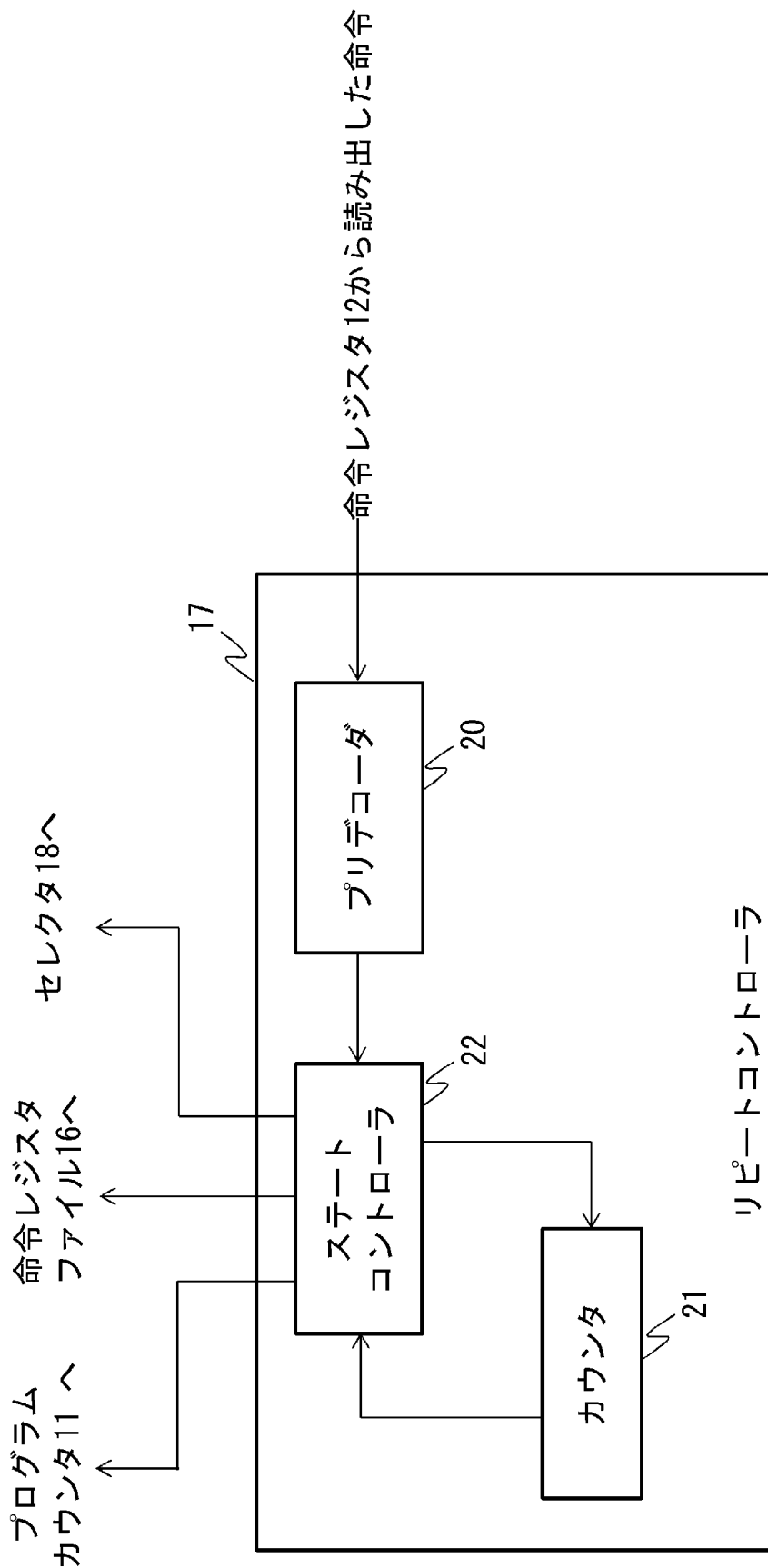
[請求項10] 処理対象となる命令は、ループ処理を行うか否か及び当該ループ処理の規定回数を示す管理情報を含み、前記管理情報は、命令格納手段から読み出された命令が一のループ処理で処理される命令であるか否かを示す情報を含み、

前記管理情報に基づいて、前記命令格納手段から読み出された命令のうち、前記一のループで処理する1以上の命令からなる命令群を退避し、前記一のループ処理で処理される命令が全て退避されると前記命令格納手段から読み出される命令の更新を停止し、前記一のループ処理の実行中は退避された前記命令群から処理対象となる一の命令を命令実行手段に出力し、当該ループ処理以外の命令実行中には前記命令格納手段から読み出された命令を命令実行手段に出力する、演算処理方法。

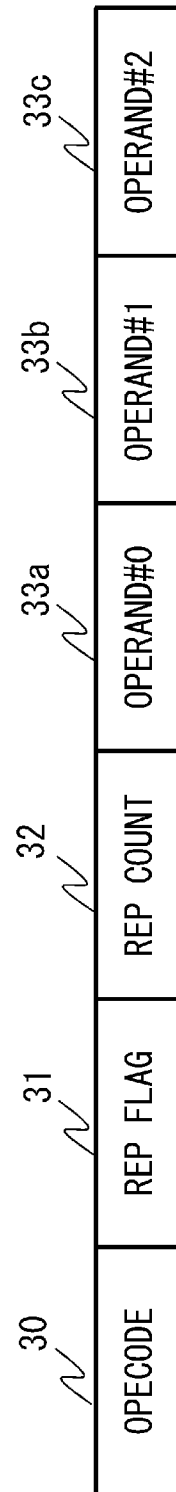
[図1]



[図2]



[図3]



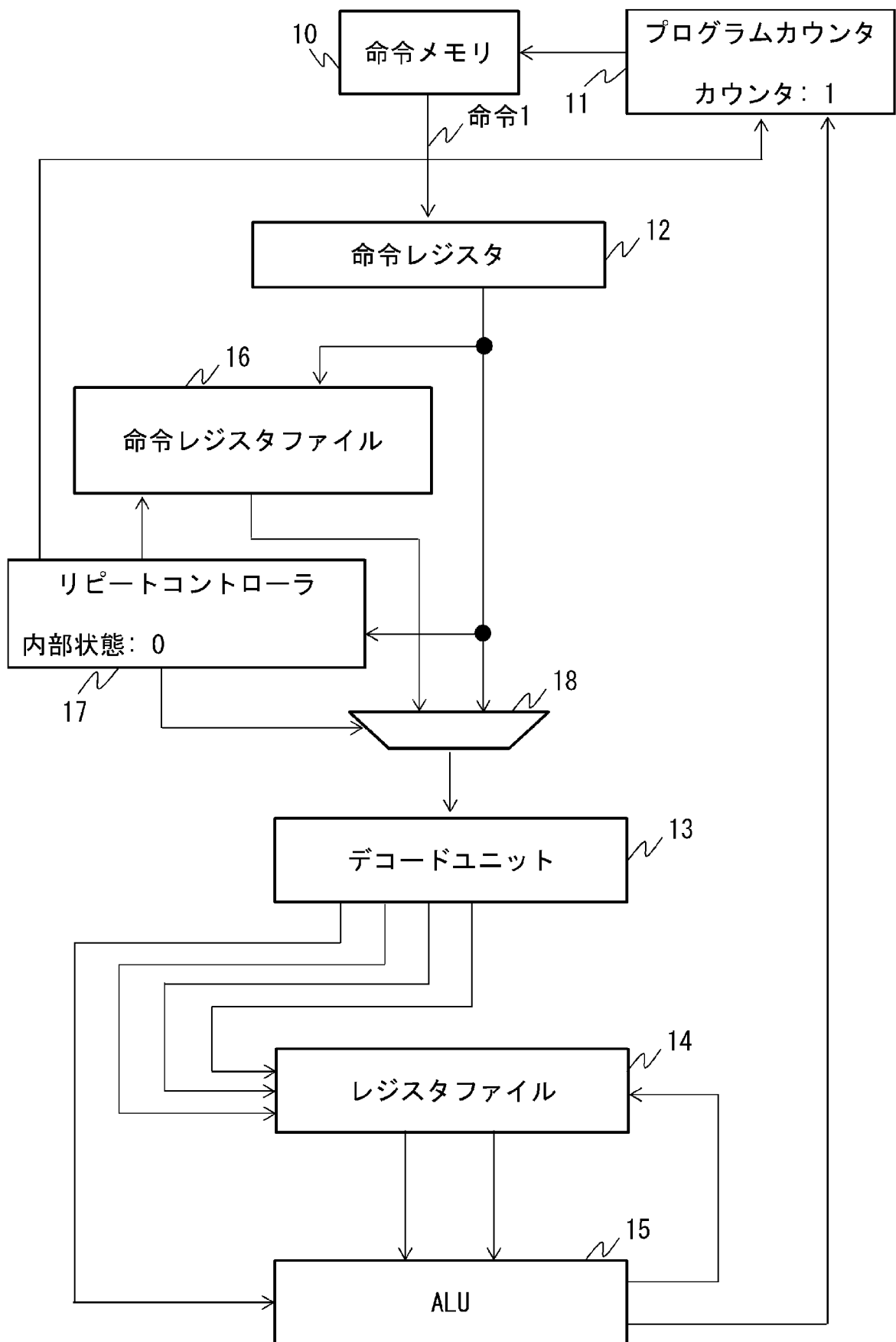
[図4]

| ステートマシン<br>内部状態              | REP<br>FLAG | 選択動作  | プログラム<br>カウンタ11 | 命令レジスタ<br>ファイナル16 | 次サイクル<br>のスタート<br>マシン内部状態 | カウンタ21の値                                     |
|------------------------------|-------------|---|-----------------|-------------------|---------------------------|--|
| 0<br>(リピート命令無)               | 0           | 命令レジスタ12                                    | 更新状態            | 最新命令を破棄           | 0                         |  |
| 0<br>(リピート命令無)               | 1           | 命令レジスタ12                                    | 更新状態            |                   | 1                         | カウンタ値 =<br>REP COUNT -1                      |
| 1<br>(リピート命令有)               | 0           | 命令レジスタ12                                    | 更新状態            |                   | 1                         |  |
| 1<br>(リピート命令有)               | 1           | 命令レジスタ16の先頭命令                               | HOLD状態          | 最新命令を破棄           | 2                         |  |
| 2<br>(リピート実行中)               | 0           | 命令レジスタ16か<br>前クロックサイ<br>クルで読み出した<br>命令の次の命令 | HOLD状態          | 最新命令を破棄           | 2                         | 読み出し命令が命<br>令レジスタファイ<br>ナル16の最後尾なら<br>デクリメント |
| 2<br>(リピート実行中)<br>カウンタ21 = 0 | 0           | -   | 更新状態            | クリア               | 0                         | - (0)  |

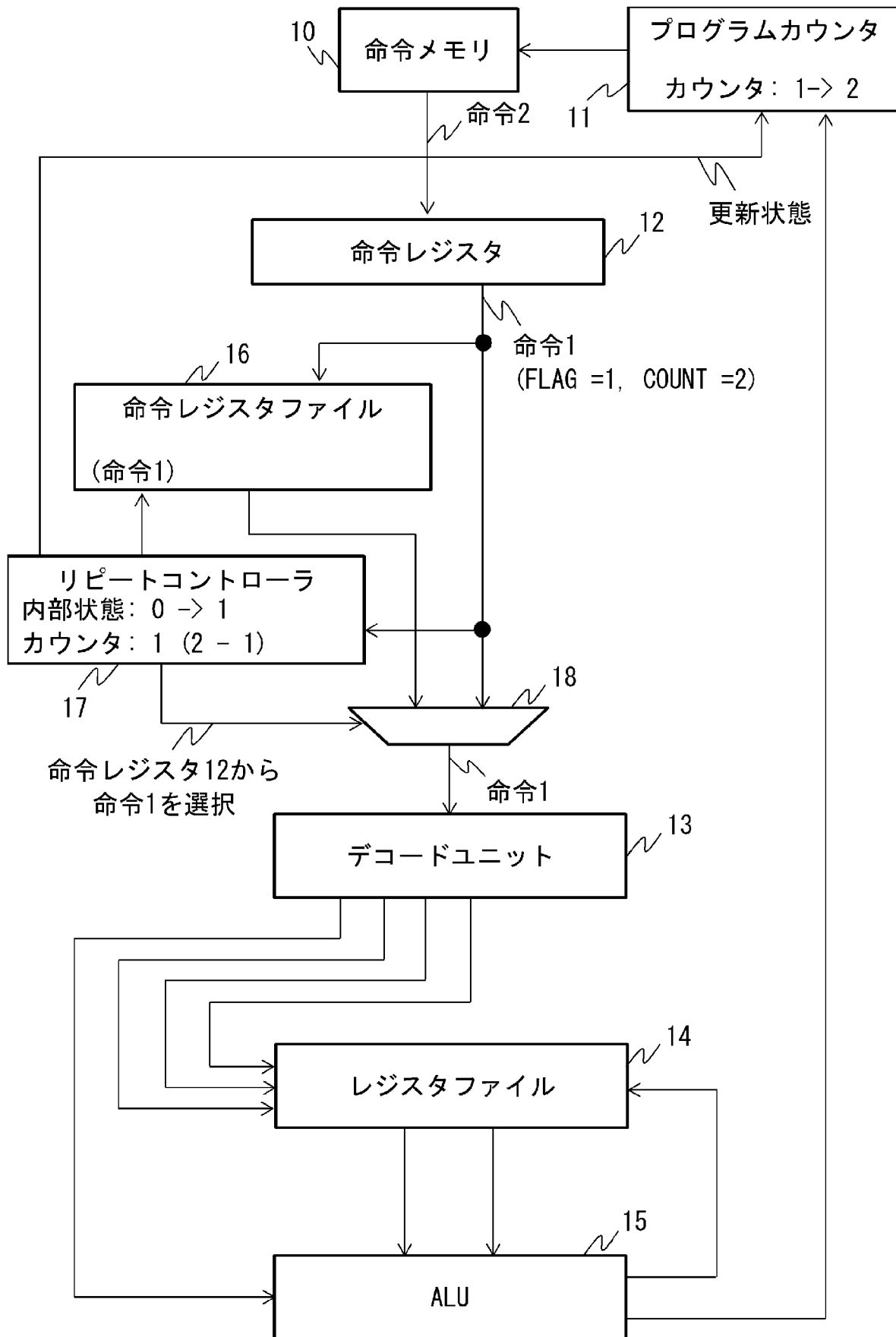
[図5]

|     | REP FLAG | REP COUNT |
|-----|----------|-----------|
| 命令1 | 1        | 2         |
| 命令2 | 1        | -         |
| 命令3 | 0        | 1         |
| 命令4 | 0        | 1         |

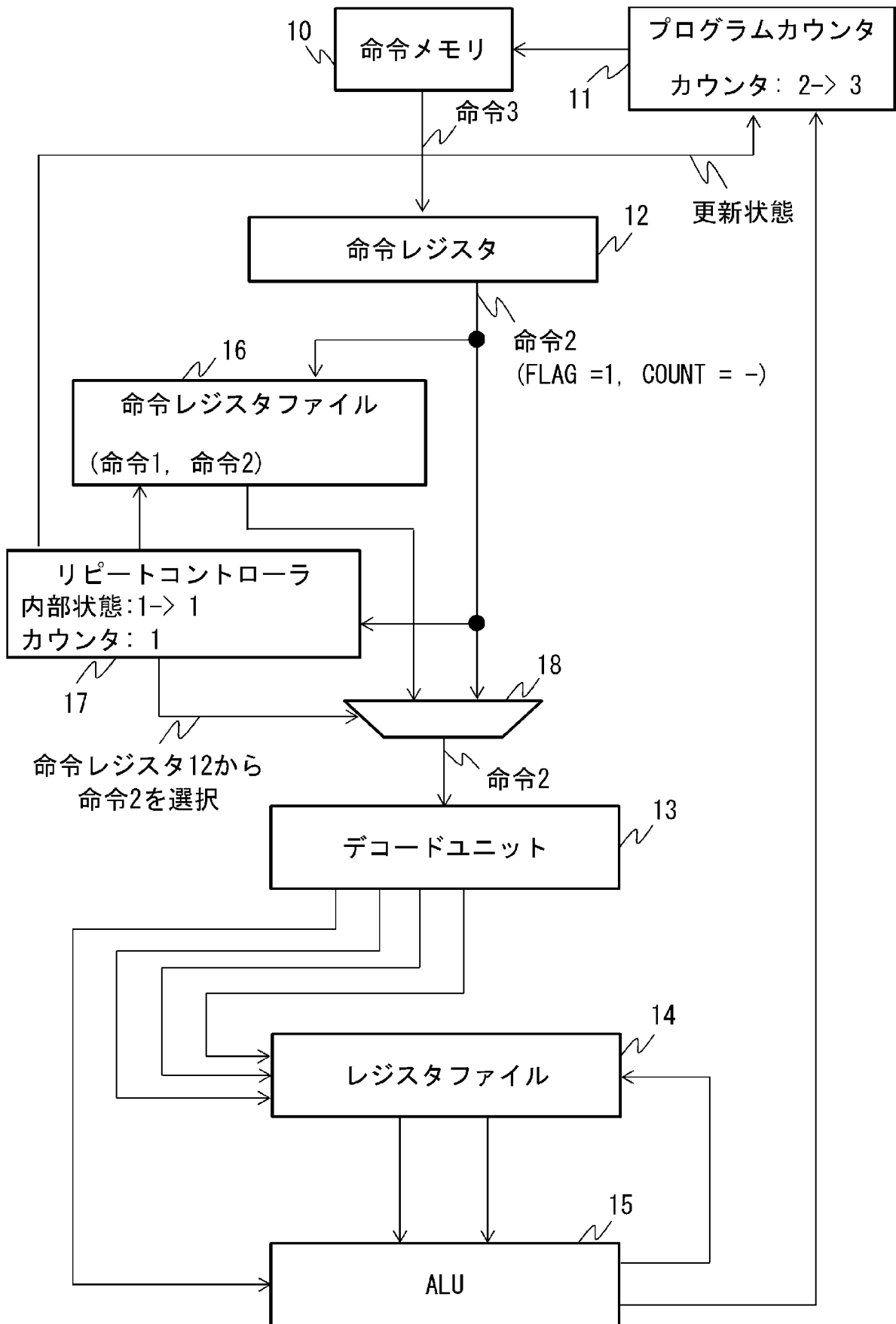
[図6]



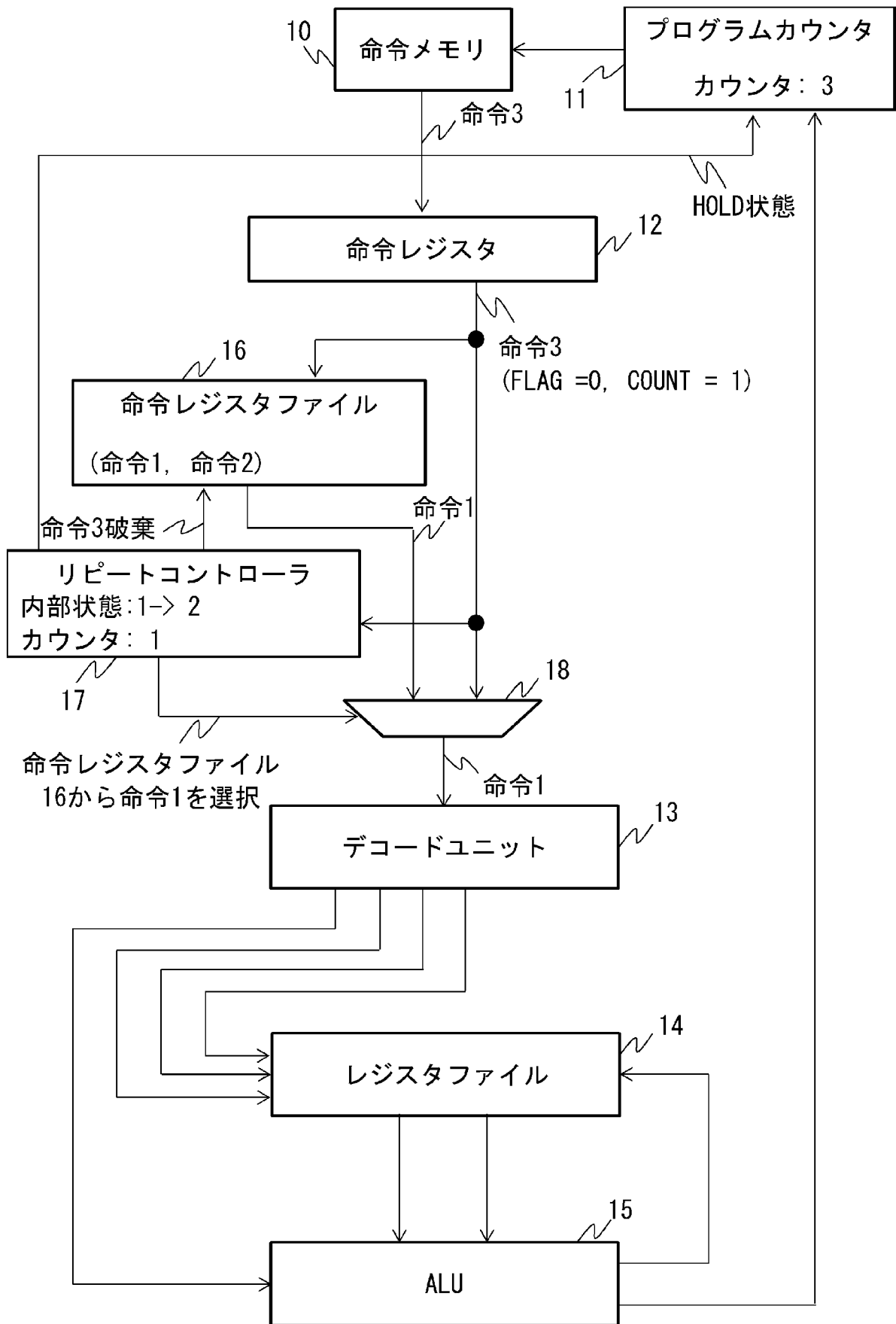
[図7]



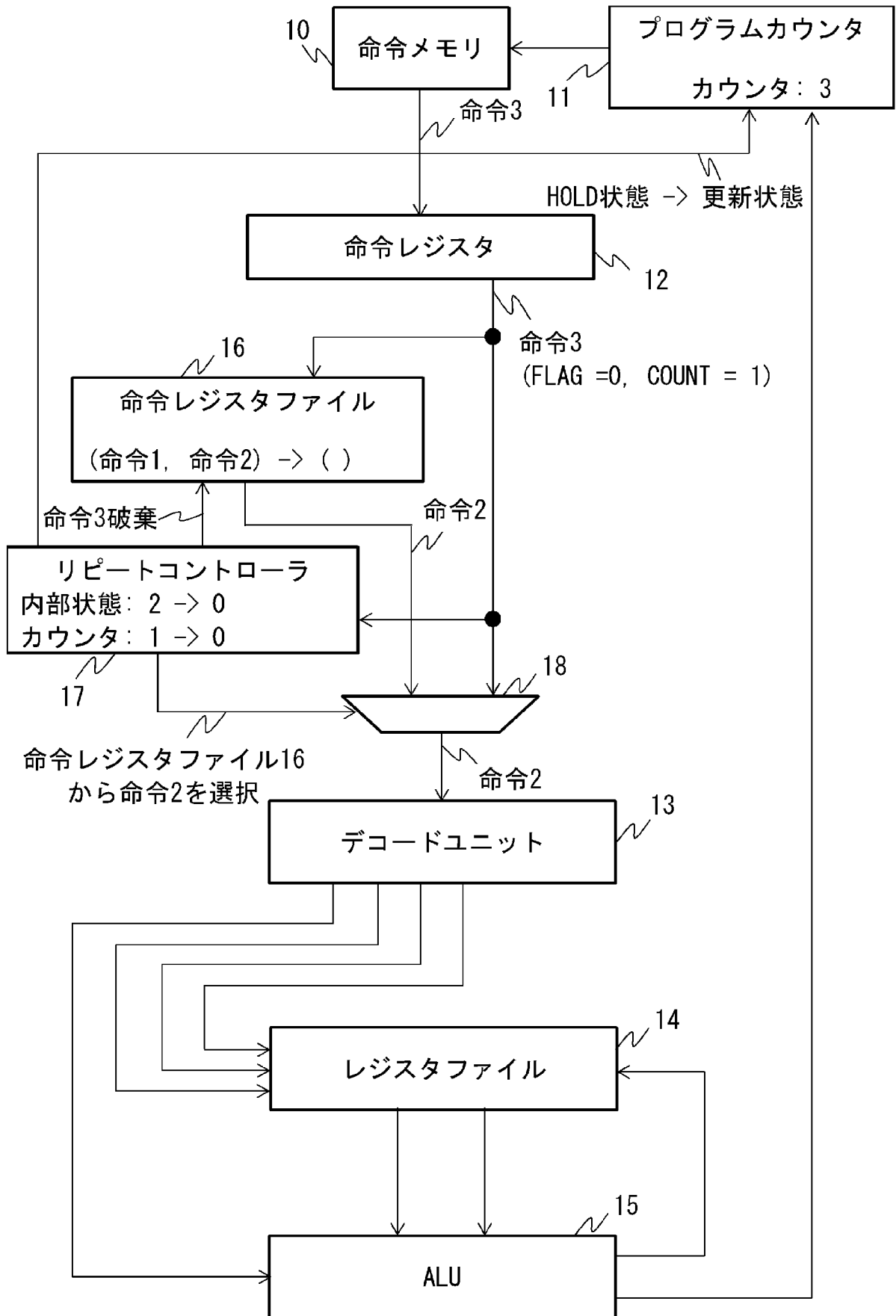
[図8]



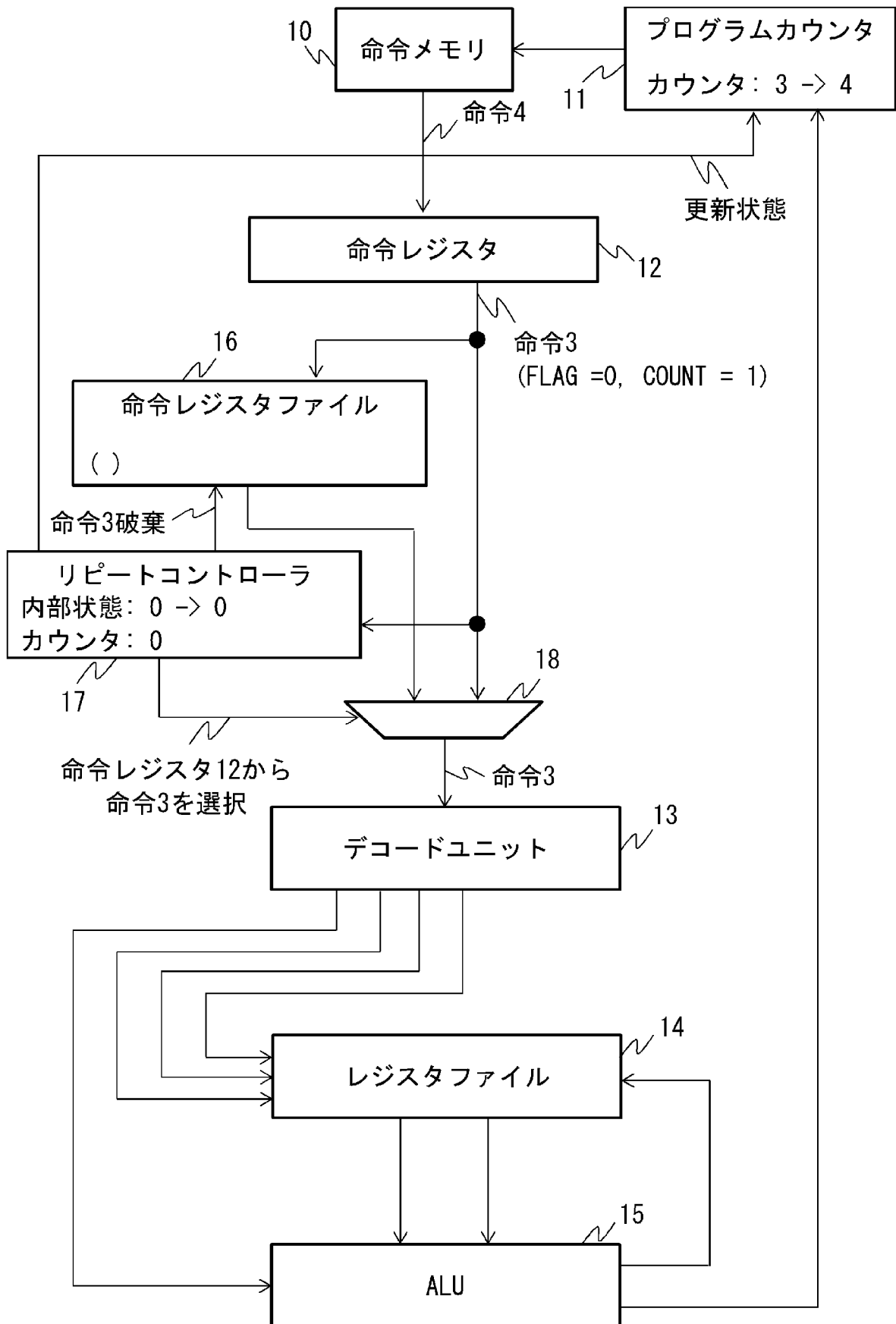
[図9]



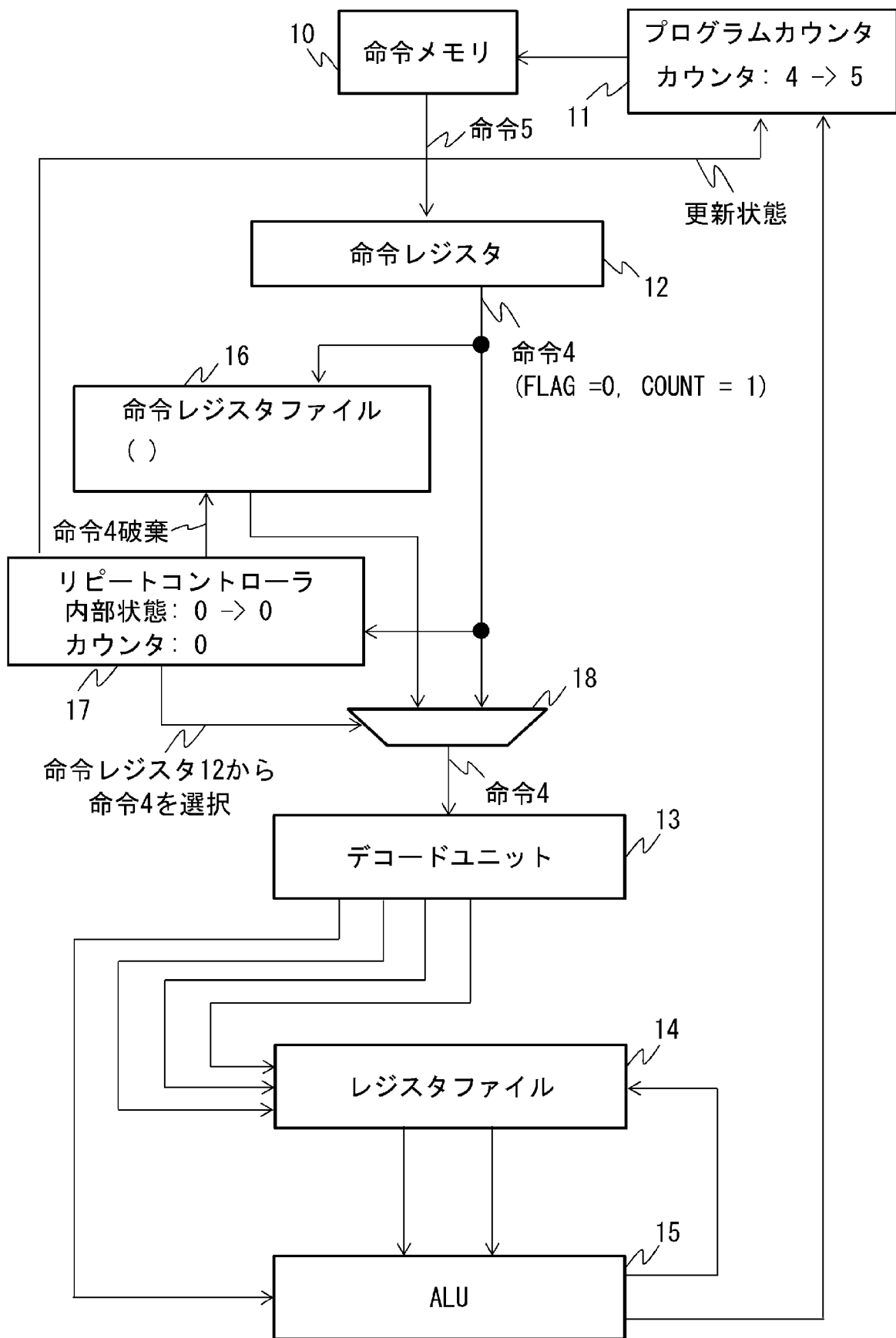
[図10]



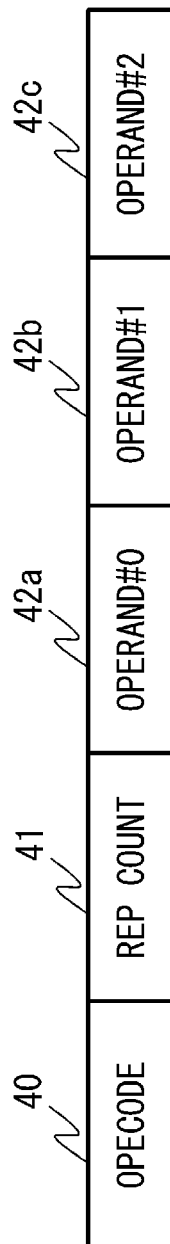
[図11]



[図12]



[図13]



[図14]

| スタートマシン<br>内部状態              | rep<br>count | 選択動作   | プログラム<br>カウンタ11 | 命令レジスタ<br>ファイナル16 | 次サイクル<br>のスタート<br>マシン内部状態 | カウンタ21の値                                    |
|------------------------------|--------------|--|-----------------|-------------------|---------------------------|---|
| 0<br>(リポート命令無)               | 1            | 命令レジスタ12                                     | 更新状態            | 最新命令を破棄           | 0                         |   |
| 0<br>(リポート命令無)               | 2以上          | 命令レジスタ12                                     | 更新状態            |                   | 1                         | カウンタ値 =<br>REP COUNT -1                     |
| 1<br>(リポート命令有)               | 0            | 命令レジスタ12                                     | 更新状態            |                   | 1                         |   |
| 1<br>(リポート命令有)               | 1以上          | 命令レジスタフア<br>イル16の先頭命令                        | HOLD状態          | 最新命令を破棄           | 2                         |   |
| 2<br>(リポート実行中)               | 1以上          | 命令レジスタ16か<br>ら前クロックサイ<br>クルで読み出した<br>命令の次の命令 | HOLD状態          | 最新命令を破棄           | 2                         | 読み出し命令が命<br>令レジスタフアイ<br>ル16の最後尾なら<br>デクリメント |
| 2<br>(リポート実行中)<br>カウンタ21 = 0 | 1以上          | -  | 更新状態            | クリア               | 0                         | - (0)                                       |

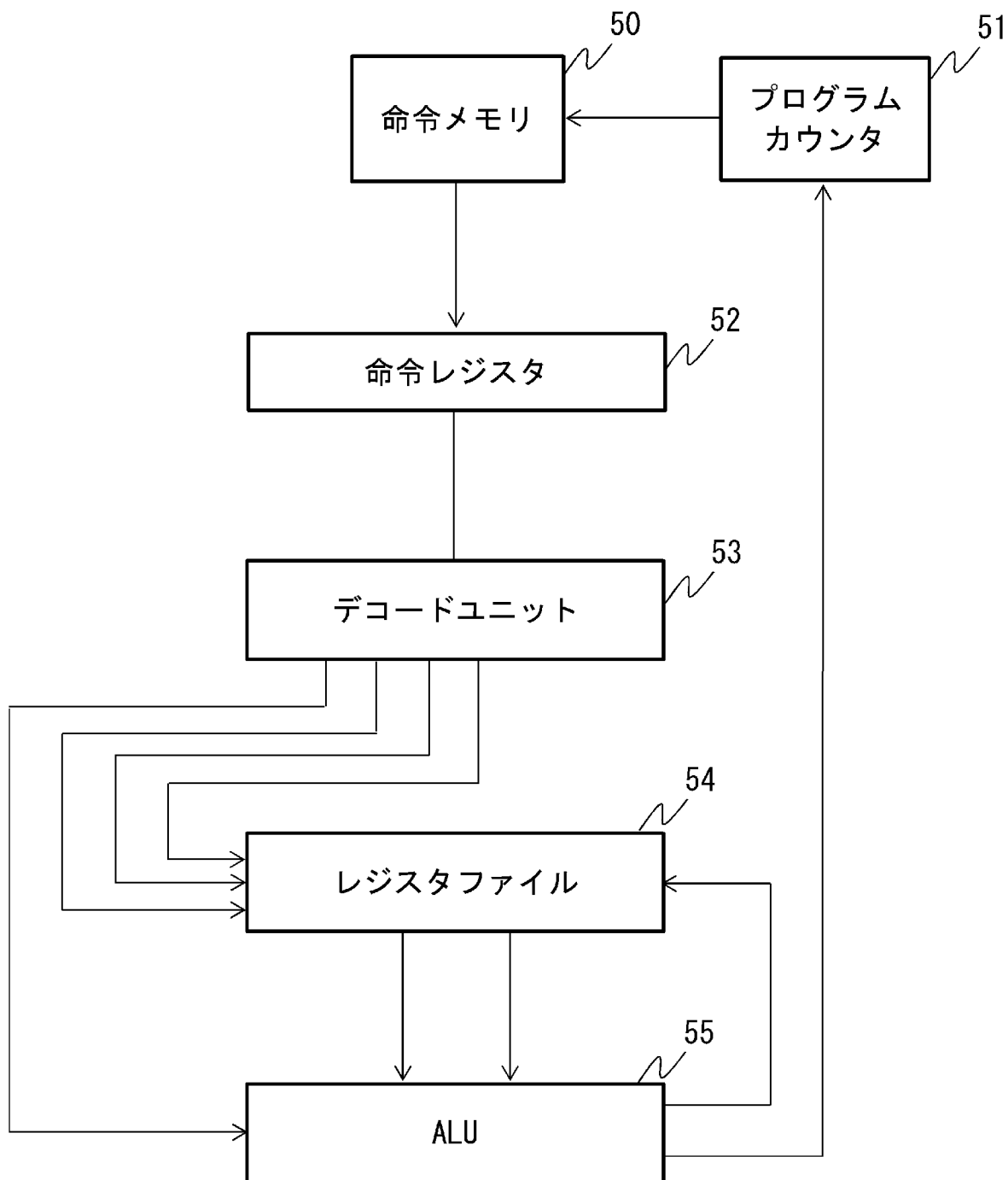
[図15]

|     | REP COUNT |
|-----|-----------|
| 命令1 | 2         |
| 命令2 | 0         |
| 命令3 | 1         |
| 命令4 | 1         |

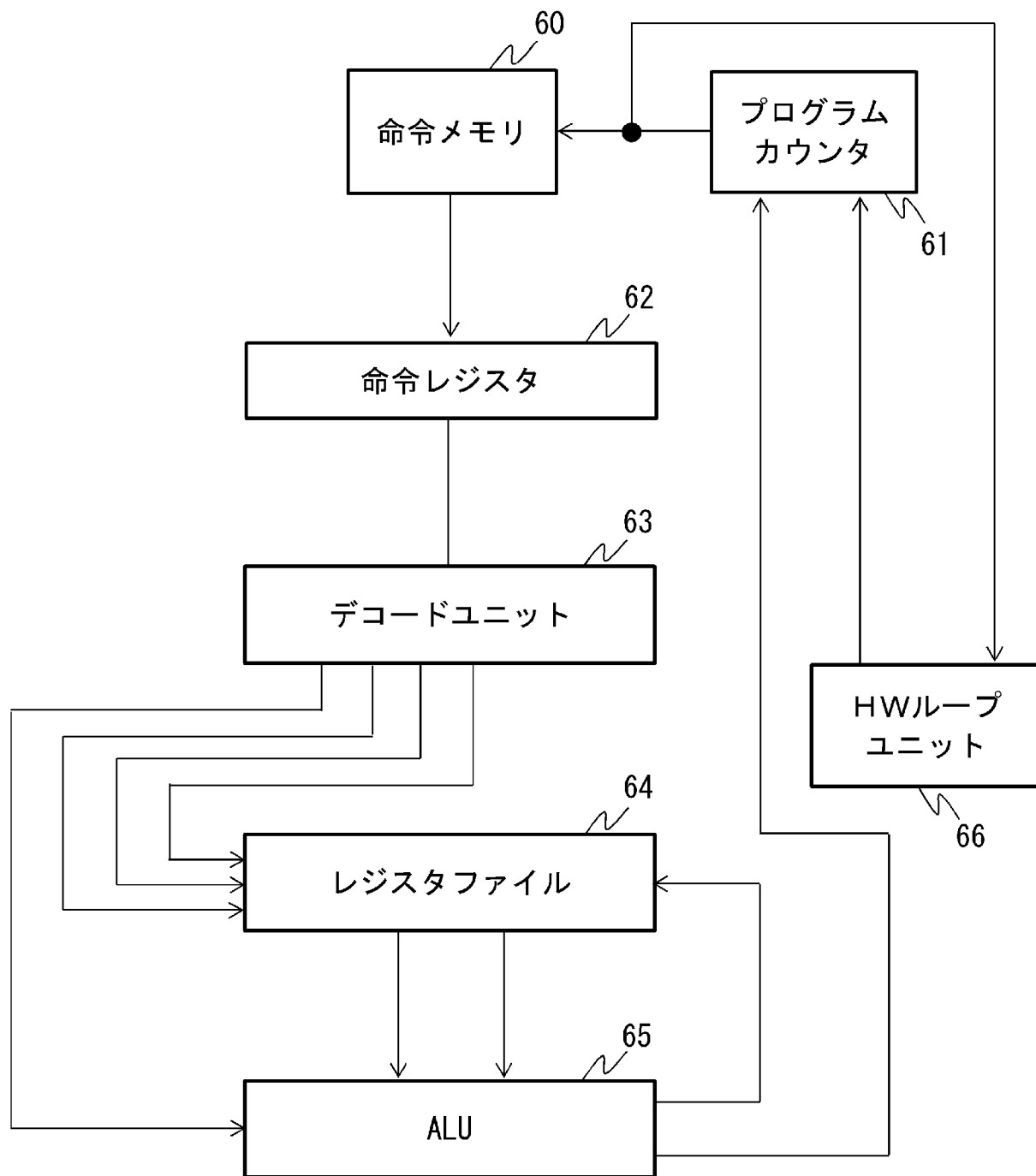
[図16]

|     | REP COUNT |
|-----|-----------|
| 命令1 | 2         |
| 命令2 | 0         |
| 命令1 | 2         |
| 命令2 | 2         |
| 命令3 | 1         |
| 命令4 | 1         |

[図17]



[図18]



[図19]

| Operation | Repeat | Count | Destination | Source#2 | Source#1 |
|-----------|--------|-------|-------------|----------|----------|
|-----------|--------|-------|-------------|----------|----------|

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003269

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F9/32(2006.01) i, G06F9/26(2006.01) i, G06F9/38(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F9/32, G06F9/26, G06F9/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2012 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2012 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2012 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X<br>Y    | JP 7-160585 A (Hitachi, Ltd.),<br>23 June 1995 (23.06.1995),<br>paragraphs [0010] to [0014]; fig. 1<br>& US 5579493 A              | 1, 4-10<br>2, 3       |
| X<br>Y    | JP 4-293124 A (Hitachi, Ltd.),<br>16 October 1992 (16.10.1992),<br>paragraphs [0033] to [0039]; fig. 1<br>& EP 511484 A2           | 1, 4-10<br>2, 3       |
| Y         | JP 2000-507009 A (Micron Technology, Inc.),<br>06 June 2000 (06.06.2000),<br>page 15, lines 9 to 22; fig. 7<br>& WO 1997/034224 A1 | 2                     |

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
24 July, 2012 (24.07.12)Date of mailing of the international search report  
07 August, 2012 (07.08.12)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003269

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y         | JP 2006-508447 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.),<br>09 March 2006 (09.03.2006),<br>paragraphs [0026] to [0027]<br>& WO 2004/049154 A2                       | 2                     |
| Y         | JP 4-364526 A (Laboratory for International Fuzzy Engineering Research),<br>16 December 1992 (16.12.1992),<br>paragraphs [0027] to [0029]; fig. 3<br>(Family: none) | 2, 3                  |
| Y         | JP 2009-54032 A (Toshiba Corp.),<br>12 March 2009 (12.03.2009),<br>paragraphs [0014] to [0019]; fig. 2<br>& US 2009/0063827 A1                                      | 2                     |
| A         | JP 2003-248670 A (Sony Corp.),<br>05 September 2003 (05.09.2003),<br>paragraphs [0090] to [0097]; fig. 8, 9<br>(Family: none)                                       | 2, 3                  |
| A         | JP 2003-108368 A (NEC Corp.),<br>11 April 2003 (11.04.2003),<br>paragraphs [0020] to [0036]; fig. 1<br>& US 2003/0065905 A1   | 1-10                  |
| A         | JP 64-46835 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.),<br>21 February 1989 (21.02.1989),<br>page 3, upper right column, lines 15 to 18<br>& US 4965724 A                  | 2, 3                  |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G06F9/32(2006.01)i, G06F9/26(2006.01)i, G06F9/38(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G06F9/32, G06F9/26, G06F9/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|---|----------------|
| X<br>Y          | JP 7-160585 A (株式会社日立製作所) 1995.06.23,<br>段落10~14、図1 & US 5579493 A                                | 1、4-10<br>2、3  |
| X<br>Y          | JP 4-293124 A (株式会社日立製作所) 1992.10.16,<br>段落33~39、図1 & EP 511484 A2                                | 1、4-10<br>2、3  |
| Y               | JP 2000-507009 A (マイクロン・テクノロジー・<br>インコーポレーテッド) 2000.06.06,<br>15頁9行目~22行目、第7図 & WO 1997/034224 A1 | 2              |

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー  
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

|   |  |
|---|--|
| 国際調査を完了した日<br>24.07.2012  | 国際調査報告の発送日<br>07.08.2012                               |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (ISA/J P)<br>郵便番号100-8915<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官 (権限のある職員)<br>三坂 敏夫<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3545 |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |  |                |
|-----------------------|--|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2006-508447 A (コーニンクレッカ フィリップス<br>エレクトロニクス エヌ ブイ) 2006. 03. 09,<br>段落 26 ~ 27 & WO 2004/049154 A2 | 2              |
| Y                     | JP 4-364526 A (技術研究組合国際フアジイ工学研究所)<br>1992. 12. 16, 段落 27 ~ 29、図 3 (ファミリーなし)                          | 2、3            |
| Y                     | JP 2009-54032 A (株式会社東芝) 2009. 03. 12,<br>段落 14 ~ 19、図 2 & US 2009/0063827 A1                        | 2              |
| A                     | JP 2003-248670 A (ソニー株式会社) 2003. 09. 05,<br>段落 90 ~ 97、図 8、9 (ファミリーなし)                               | 2、3            |
| A                     | JP 2003-108368 A (日本電気株式会社) 2003. 04. 11,<br>段落 20 ~ 36、図 1 & US 2003/0065905 A1                     | 1 - 10         |
| A                     | JP 64-46835 A (沖電気工業株式会社) 1989. 02. 21,<br>3 頁右上欄 15 行目 ~ 18 行目 & US 4965724 A                       | 2、3            |