

(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  
2016年11月17日(17.11.2016)



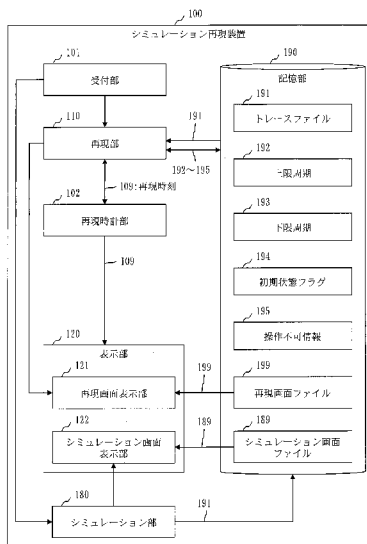
(10) 国際公開番号  
WO 2016/181455 A1

- (51) 国際特許分類:  
G06F 11/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/063470
- (22) 国際出願日: 2015年5月11日(11.05.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 弘一(SUZUKI, Hirokazu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 溝井 章司, 外(MIZOI, Shoji et al.); 〒2470056 神奈川県鎌倉市大船二丁目17番10号 N T A大船ビル3階 溝井国際特許事務所 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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (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, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SIMULATION REPRODUCTION DEVICE, SIMULATION REPRODUCTION METHOD, AND SIMULATION REPRODUCTION PROGRAM

(54) 発明の名称: シミュレーション再現装置、シミュレーション再現方法およびシミュレーション再現プログラム



(57) Abstract: A storage unit (190) stores a trace file (191) obtained by simulating a subject action. An acceptance unit (101) accepts a forward direction reproduction instruction. A reproduction unit (110) reads out trace data one instance at a time from the trace file. On the basis of a new display timestamp which corresponds to an occurrence timestamp which is included in new trace data which is read out in the present time and an old display timestamp which corresponds to an occurrence timestamp which is included in old trace data which is read out in a previous time, the reproduction unit derives a timing at which a graphic display is updated. At the derived timing, a display unit (120) changes the graphically displayed subject state to a state which is signified by a new state value which is included in the new trace data.

(57) 要約: 記憶部(190)は対象の動作をシミュレーションして得られたトレースファイル(191)を記憶する。受付部(101)は順方向再現指示を受け付ける。再現部(110)はトレースファイルからトレースデータを一つずつ読み出す。再現部は、今回読み出された新トレースデータに含まれる発生時刻に対応する新表示時刻と前回読み出された旧トレースデータに含まれる発生時刻に対応する旧表示時刻とに基づいて、グラフィック表示を更新するタイミングを求める。表示部(120)は、求められたタイミングで、グラフィック表示された対象の状態を新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に変化させる。

- 100 Simulation reproduction device
- 101 Acceptance unit
- 102 Reproduction clock unit
- 109 Reproduction timestamp
- 110 Reproduction unit
- 120 Display unit
- 121 Reproduction screen display unit
- 122 Simulation screen display unit
- 180 Simulation unit
- 181 Simulation screen file
- 189 Simulation screen file
- 190 Storage unit
- 191 Trace file
- 192 Upper limit period
- 193 Lower limit period
- 194 Initial state flag
- 195 Operation not possible information
- 199 Reproduction screen file

WO 2016/181455 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

シミュレーション再現装置、シミュレーション再現方法およびシミュレーション再現プログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、シミュレーションされた対象の動作をグラフィック表示で再現する技術に関するものである。

### 背景技術

[0002] 近年の組み込み機器向けのソフトウェア開発では、ソフトウェアデバッグを早期に開始するため、ソフトウェアが動作するマイクロコンピュータ及びその周辺機器の動作を模擬するソフトウェアシミュレータが用いられる。このシミュレータを用いることにより、実際にソフトウェアが動作するハードウェア試験環境が完成する前からソフトウェアデバッグを行うことができる。

[0003] ソフトウェアシミュレータは、周辺機器の状態またはマイクロコンピュータの入出力端子の状態をグラフィックで表示することが可能である。例えば、ソフトウェアシミュレータは、周辺機器の状態として、LEDの点灯および消灯をグラフィックで表示する。また、ソフトウェアシミュレータは、入出力端子の状態として、入出力端子に入出力される信号の信号値をグラフィックで表示する。

そのため、ユーザは、ソフトウェアシミュレータによるシミュレーションの実行中に、周辺機器の状態またはマイクロコンピュータの入出力端子の状態が変化する様子をグラフィックで視認することができる。

[0004] 特許文献1は上記のようなシミュレータを開示している。特許文献1に開示されたシミュレータは以下のように動作する。

シミュレータは、シミュレーションの実行中に状態の変化が発生した発生時刻と変化後の状態値である更新値とをトレースデータとして記録する。

シミュレーションの終了後、シミュレータは、トレースデータの発生時刻を、状態の変化を再現して表示する再現表示時刻に変換する。

そして、シミュレータは、トレースデータを読み出して、再現表示時刻に状態の変化をグラフィックで表示する。

これにより、シミュレータは、シミュレーションを再度実行しなくても、トレースデータを用いて状態の変化を再現することができる。

また、シミュレータは、シミュレーション時の時間の経過速度に対する再現時の時間の経過速度の速度比を用いて発生時刻を再現表示時刻に変換することによって、状態の変化を再現する速さを変更することができる。例えば、シミュレータは状態の変化を高速に再現することができる。

[0005] しかし、従来のシミュレータは、時間の経過の逆順に、状態の変化を再現することができない。そのため、従来のシミュレータは以下のような点で不便である。

シミュレーションにおいて不正な動作が発生した場合、ユーザは、不正な動作の原因を見つけるために、不正な動作に気付いた時点から過去へ遡りながら状態の変化を確認したい。

しかし、従来のシミュレータは時間の経過の逆順に状態の変化を再現することができないため、ユーザは、シミュレーションを開始した時点から時間の経過順に状態の変化を確認しながら、不正な動作の原因を見つけなければならない。その結果、不正な動作の原因を見つけるまでに時間がかかってしまう。

[0006] また、従来のシミュレータは、状態の変化を再現している途中で、状態の変化を再現する速さを変えることができない。

そのため、ユーザは、再現の速さが早ければ状態の変化を見落としてしまい、再現の速さが遅ければ状態の変化の確認に時間がかかってしまう。

例えば、再現中のLEDが高速に点滅している場合、ユーザは、視認する時間を確保するために、LEDが点滅する時間間隔を長くしたい。しかし、従来のシミュレータは、再現中に再現の速さを変えることができないため、

LEDが点滅する時間間隔を長くすることができない。また、再現中のLEDの点灯状態が変わらない場合、ユーザは、確認作業の効率化のために、点灯状態が変わらないLEDが表示され続ける時間を短くしたい。しかし、従来のシミュレータは、再現中に再現の速さを変えることができないため、点灯状態が変わらないLEDが表示され続ける時間を短くすることができない。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2007-334812号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、シミュレーションされた対象の動作をグラフィック表示で再現した際に、対象が状態を変化しないまま表示され続ける時間を上限周期以内に行うことができるようにすることを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明のシミュレーション再現装置は、シミュレーションされた対象の動作をグラフィック表示で再現する。

前記シミュレーション再現装置は、

前記対象の動作をシミュレーションして得られたファイルであり、前記対象の状態の変化が発生した発生時刻と、状態が変化した後の状態を示す新状態値と、を含んだ1つ以上のトレースデータが記録されたファイルであるトレースファイルを記憶する記憶部と、

前記対象が状態を変化しないまま表示され続ける時間の長さの上限である上限周期を受け付ける受付部と、

前記トレースファイルから前記トレースデータを1つずつ読み出すトレースデータ読み出し部と、

今回読み出されたトレースデータである新トレースデータに含まれる発生

時刻に対応する新表示時刻と前回読み出されたトレースデータである旧トレースデータに含まれる発生時刻に対応する旧表示時刻との間隔が前記上限周期より長い場合、前記旧表示時刻から前記上限周期ずれた時刻に、グラフィック表示された対象の状態を前記新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に変化させる表示部とを備える。

### 発明の効果

[0010] 本発明によれば、シミュレーションされた対象の動作をグラフィック表示で再現した際に、対象が状態を変化しないまま表示され続ける時間を上限周期以内に行うことができる。

### 図面の簡単な説明

- [0011] [図1]実施の形態1におけるシミュレーション再現装置100の機能構成図。  
[図2]実施の形態1におけるトレースファイル191の構成図。  
[図3]実施の形態1における再現画面200の構成図。  
[図4]実施の形態1におけるグラフィック表示210の変化を示す図。  
[図5]実施の形態1における順方向再現ボタン221の無効化を示す図。  
[図6]実施の形態1における再現部110の機能構成図。  
[図7]実施の形態1におけるシミュレーション再現方法のフローチャート。  
[図8]実施の形態1におけるシミュレーション処理(S120)のフローチャート。  
[図9]実施の形態1における再現処理(S200)のフローチャート。  
[図10]実施の形態1における初期化処理(S210)のフローチャート。  
[図11]実施の形態1における不可方向処理(S220)のフローチャート。  
[図12]実施の形態1における不可方向判定処理(S221)のフローチャート。  
[図13]実施の形態1におけるボタン無効化処理(S222)のフローチャート。  
[図14]実施の形態1における順方向再現処理(S240)のフローチャート。

[図15]実施の形態1における表示間隔および待ち時間算出処理(S243)のフローチャート。

[図16]実施の形態1における逆方向再現処理(S250)のフローチャート。

[図17]実施の形態1におけるトレースデータ読み出し処理(S252)のフローチャート。

[図18]実施の形態1における表示間隔および待ち時間算出処理(S253)のフローチャート。

[図19]実施の形態1における順方向コマ送り処理(S260)のフローチャート。

[図20]実施の形態1における逆方向コマ送り処理(S270)のフローチャート。

[図21]実施の形態2におけるトレースファイル191の構成図。

[図22]実施の形態2における表示間隔および待ち時間算出処理(S243)のフローチャート。

[図23]実施の形態2における表示間隔および待ち時間算出処理(S253)のフローチャート。

[図24]実施の形態におけるシミュレーション再現装置100のハードウェア構成図。

### 発明を実施するための形態

[0012] 実施の形態1.

シミュレーションされた対象の動作をグラフィック表示で再現するシミュレーション再現装置100について、図1から図20に基づいて説明する。

[0013] \*\*\*構成の説明\*\*\*

図1に基づいて、シミュレーション再現装置100について説明する。

シミュレーション再現装置100は、受付部101と、再現部110と、再現時計部102と、表示部120と、シミュレーション部180と、記憶部190とを備える。

[0014] 受付部101は、シミュレーション再現装置100を使用するユーザによってシミュレーション再現装置100に入力されるユーザ指示を受け付ける。

ユーザ指示には、シミュレーション指示と、再現指示とがある。

シミュレーション指示は、対象の動作をシミュレーションさせる指示である。

再現指示は、シミュレーションされた対象の動作をグラフィック表示で再現させる指示である。

[0015] 再現指示には、再現開始指示と、順方向再現指示と、逆方向再現指示と、一時停止指示と、順方向コマ送り指示と、逆方向コマ送り指示と、パラメータ設定指示がある。

再現開始指示は、対象の動作の再現を開始させる指示である。

順方向再現指示は、対象の動作を時刻順に再現する順方向再現を行わせる指示である。

逆方向再現指示は、対象の動作を時刻の逆順に再現する逆方向再現を行わせる指示である。

一時停止指示は、対象の動作の再現を一時停止させる指示である。

順方向コマ送り指示は、対象の状態が時刻順に1回変化する順方向コマ送りを行わせる指示である。

逆方向コマ送り指示は、対象の状態が時刻の逆順に1回変化する逆方向コマ送りを行わせる指示である。

パラメータ設定指示は、対象の動作を再現するときに用いるパラメータを設定させる指示である。

[0016] パラメータ設定指示には、上限周期設定指示と、下限周期設定指示とがある。

上限周期設定指示は上限周期192を設定させる指示であり、下限周期設定指示は下限周期193を設定させる指示である。

上限周期192は、対象が状態を変化しないまま表示され続ける時間の長

さの上限である。上限周期 192 の初期値は最長周期を表す値である。

下限周期 193 は、対象が状態を変化しないまま表示され続ける時間の長さの下限である。下限周期 193 の初期値は最短周期を表す値である。

[0017] シミュレーション部 180 は、シミュレーション指示が受け付けられた場合、シミュレーションプログラムを実行することによって対象の動作をシミュレーションして、トレースファイル 191 を生成する。

対象の動作がシミュレーションされている間、シミュレーションされた対象の動作は、シミュレーション画面にグラフィック表示される。シミュレーション画面は、表示部 120 のシミュレーション画面表示部 122 によって生成される。

[0018] 図 2 に基づいて、トレースファイル 191 の構成について説明する。

トレースファイル 191 は、1 つ以上のトレースデータ 191 D が記録されたファイルである。図中の 1 行が 1 つのトレースデータ 191 D に相当する。

トレースデータ 191 D は、発生時刻と、サイクル数と、対象識別子と、新状態値と、旧状態値とを含んでいる。

[0019] 発生時刻は、対象の状態の変化が発生した時刻である。

サイクル数は、発生時刻を仮想クロックのカウント数で表した値である。仮想クロックは仮想コンピュータのクロックであり、仮想コンピュータは対象が動作する仮想のコンピュータである。

発生時刻とサイクル数とは以下の関係を有する。仮想クロック周期は仮想クロックの周期である。

サイクル数 = 発生時刻 / 仮想クロック周期

例えば、サイクル数が 16 進数で 12 A ナノ秒であり、仮想クロック周期が 16 進数で A ナノ秒である場合、発生時刻は 16 進数で B A 4 ナノ秒 (= 12 A × A) である。

[0020] 対象識別子は、対象を識別する。対象の一例は LED および周辺機器である。

新状態値は、対象の状態が変化した後の対象の状態を示す。

旧状態値は、対象の状態が変化する前の対象の状態を示す。

1つ以上のトレースデータ191Dは、発生時刻の時刻順にトレースファイル191に記録されている。

[0021] 図1に戻って説明を続ける。

再現部110は、再現指示が受け付けられた場合、トレースファイル191と再現時刻109と上限周期192と下限周期193と初期状態フラグ194と操作不可情報195とを用いて、対象の動作をグラフィック表示で再現する。

再現時刻109は、対象の動作がシミュレーションされた時間帯の時刻を再現した時刻であり、再現時計部102から取得される。

初期状態フラグ194は、再現されている対象の状態が初期状態であるか否かを示すフラグである。初期状態を示すフラグ値を初期状態値とし、初期状態以外の状態を示すフラグ値を非初期状態値とする。

操作不可情報195は、時刻順および時刻の逆順に対象の動作を再現できるかを示す情報である。

[0022] 再現時計部102は、再現時刻109を示す時計として機能する。再現時刻109は再現部110、表示部120およびシミュレーション部180から随時取得される。

順方向再現指示が受け付けられた場合、再現時計部102は再現時刻109を時刻順に進める。

逆方向再現指示が受け付けられた場合、再現時計部102は再現時刻109を逆順に進める。

[0023] 表示部120は、再現画面表示部121と、シミュレーション画面表示部122とを備える。

再現画面表示部121は、再現画面ファイル199と再現時刻109とを用いて再現画面200を表示する。

再現画面ファイル199は、再現画面200を構成する画像を備えるファ

イルである。

[0024] 図3に基づいて、再現画面200について説明する。

再現画面200は、グラフィック表示210と、ボタンウィジェット220と、メッセージ領域230とを備える。

グラフィック表示210は、シミュレーションした対象の状態の変化を表すグラフィックである。

例えば、グラフィック表示210は、LED1とLED2とを対象として、LED1とLED2とのそれぞれの点灯状態を示す。また、グラフィック表示210は、再現時刻109と再現時刻109に対応するクロック数とを示す。図中のTime欄に再現時刻109を示し、図中のClk欄にクロック数とを示している。Time欄の再現時刻109およびClk欄のクロック数は再現時計部102の再現時刻109と共に変化する。

例えば、LED1とLED2とが消灯している状態から、LED1だけが点灯した場合、図4に示すように、LED1の状態が消灯状態から点灯状態に変化する。

[0025] ボタンウィジェット220は、順方向再現ボタン221と、逆方向再現ボタン222と、順方向コマ送りボタン223と、逆方向コマ送りボタン224と、上限周期ボタン225と、下限周期ボタン226とを備える。

順方向再現ボタン221は順方向再現用のボタンである。順方向再現ボタン221が押下されると順方向再現指示が受け付けられる。

逆方向再現ボタン222は逆方向再現用のボタンである。逆方向再現ボタン222が押下されると逆方向再現指示が受け付けられる。

順方向コマ送りボタン223は順方向コマ送り用のボタンである。順方向コマ送りボタン223が押下されると順方向コマ送り指示が受け付けられる。

逆方向コマ送りボタン224は逆方向コマ送り用のボタンである。逆方向コマ送りボタン224が押下されると逆方向コマ送り指示が受け付けられる。

上限周期ボタン 2 2 5 は上限周期設定用のボタンである。上限周期ボタン 2 2 5 が押下されると上限周期 1 9 2 を指定するためのダイアログが表示され、表示されたダイアログで指定された上限周期 1 9 2 の設定指示が受け付けられる。

下限周期ボタン 2 2 6 は下限周期設定用のボタンである。下限周期ボタン 2 2 6 が押下されると下限周期 1 9 3 を指定するためのダイアログが表示され、表示されたダイアログで指定された下限周期 1 9 3 の設定指示が受け付けられる。

[0026] 操作不可情報 1 9 5 が操作不可方向として逆方向を示す場合、逆方向再現ボタン 2 2 2 および逆方向コマ送りボタン 2 2 4 は無効化される。逆方向再現ボタン 2 2 2 および逆方向コマ送りボタン 2 2 4 が無効化された場合、逆方向再現指示および逆方向コマ送り指示は受け付けられず、逆方向再現および逆方向コマ送りは行われない。

操作不可情報 1 9 5 が操作不可方向として順方向を示す場合、順方向再現ボタン 2 2 1 および順方向コマ送りボタン 2 2 3 は無効化される。順方向再現ボタン 2 2 1 および順方向コマ送りボタン 2 2 3 が無効化された場合、順方向再現指示および順方向コマ送り指示は受け付けられず、順方向再現および順方向コマ送りは行われない。

例えば、順方向再現ボタン 2 2 1 が無効化された場合、図 5 に示すように、順方向再現ボタン 2 2 1 の表示は変化する。他のボタンについても同様である。

[0027] メッセージ領域 2 3 0 はメッセージが表示される領域である。

例えば、無効化された順方向再現ボタン 2 2 1 が押下された場合、順方向再現指示が無効である旨のエラーメッセージがメッセージ領域 2 3 0 に表示される。

[0028] 図 1 に戻って説明を続ける。

シミュレーション画面表示部 1 2 2 は、シミュレーション画面ファイル 1 8 9 と再現時刻 1 0 9 とを用いてシミュレーション画面を表示する。

シミュレーション画面ファイル189は、シミュレーション画面を構成する画像を備えるファイルである。

シミュレーション画面は、再現画面200のグラフィック表示210に相当する表示を含んだ画面である。

[0029] 記憶部190は、シミュレーション再現装置100が使用、生成または入出力するデータを記憶する。

記憶部190に記憶されるデータの一例は、トレースファイル191、上限周期192、下限周期193、初期状態フラグ194、操作不可情報195、再現画面ファイル199およびシミュレーション画面ファイル189である。

[0030] 図6に基づいて、再現部110の機能構成について説明する。

再現部110は、初期化部111と、不可方向判定部112と、トレースデータ読み出し部113と、表示間隔算出部114と、待ち時間算出部115と、時間待ち部116とを備える。さらに、再現部110は、周期設定部117と再現制御部119とを備える。

[0031] 初期化部111は、対象の動作をグラフィック表示で再現するための初期化処理を行う。初期化処理の詳細については後述する。

[0032] 不可方向判定部112は、トレースファイル191の参照位置に基づいて有効な再現指示と無効な再現指示とを判定する不可方向判定処理を行う。不可方向判定処理の詳細については後述する。

[0033] トレースデータ読み出し部113は、トレースファイル191からトレースデータ191Dを読み出す。

順方向再現指示が受け付けられた場合、トレースデータ読み出し部113は、発生時刻の時刻順にトレースデータ191Dを1つずつ読み出す。

逆方向再現指示が受け付けられた場合、トレースデータ読み出し部113は、発生時刻の逆順にトレースデータ191Dを1つずつ読み出す。

順方向コマ送り指示が受け付けられた場合、トレースデータ読み出し部113は、発生時刻の時刻順にトレースデータ191Dを1つ読み出す。

逆方向コマ送り指示が受け付けられた場合、トレースデータ読み出し部 113 は、発生時刻の逆順にトレースデータ 191D を 1 つ読み出す。

[0034] 今回読み出されたトレースデータを新トレースデータという。

新トレースデータに含まれる発生時刻に対応する時刻を新表示時刻という。

順方向再現中に新トレースデータが読み出された場合、新トレースデータに含まれる発生時刻が新表示時刻である。

逆方向再現中に新トレースデータが読み出された場合、新トレースデータに含まれる発生時刻から補正時間さかのぼった時刻が新表示時刻である。補正時間は予め決められた微小な時間である。

[0035] 前回読み出されたトレースデータを旧トレースデータという。

旧トレースデータに含まれる発生時刻に対応する時刻を旧表示時刻という。

順方向再現中に旧トレースデータが読み出された場合、旧トレースデータに含まれる発生時刻が旧表示時刻である。

逆方向再現中に旧トレースデータが読み出された場合、旧トレースデータに含まれる発生時刻から補正時間さかのぼった時刻が旧表示時刻である。

[0036] 表示間隔算出部 114 は、新表示時刻と旧表示時刻との間隔である表示間隔を算出する。

順方向再現指示が受け付けられた場合、表示間隔算出部 114 は、旧表示時刻から新表示時刻までの間隔を表示間隔として算出する。

逆方向再現指示が受け付けられた場合、表示間隔算出部 114 は、新表示時刻から旧表示時刻までの間隔を表示間隔として算出する。

[0037] 待ち時間算出部 115 は、対象の状態を変化させるまでの待ち時間を算出する。

新表示時刻と旧表示時刻との間隔が上限周期 192 より長い場合、待ち時間算出部 115 は、旧表示時刻と上限周期 192 とを用いて待ち時間を算出する。

順方向再現中に算出された表示間隔が上限周期 192 より長い場合、待ち時間算出部 115 は、再現時計部 102 が示す再現時刻 109 と、旧表示時刻から上限周期 192 が経過するときの時刻との間隔を待ち時間として算出する。

逆方向再現中に算出された表示間隔が上限周期 192 より長い場合、待ち時間算出部 115 は、再現時計部 102 が示す再現時刻 109 と、旧表示時刻から上限周期 192 さかのぼった時刻との間隔を待ち時間として算出する。

[0038] 新表示時刻と旧表示時刻との間隔が下限周期 193 より短い場合、待ち時間算出部 115 は、旧表示時刻と下限周期 193 とを用いて待ち時間を算出する。

順方向再現中に算出された表示間隔が下限周期 193 より短い場合、待ち時間算出部 115 は、再現時計部 102 が示す再現時刻 109 と、旧表示時刻から下限周期 193 が経過するときの時刻との間隔を待ち時間として算出する。

逆方向再現中に算出された表示間隔が下限周期 193 より短い場合、待ち時間算出部 115 は、再現時計部 102 が示す再現時刻 109 と、新表示時刻から下限周期 193 さかのぼった時刻との間隔を待ち時間として算出する。

[0039] 時間待ち部 116 は、算出された待ち時間が経過するまで待機する。

[0040] 周期設定部 117 は、上限周期設定指示に従って上限周期 192 を設定し、下限周期設定指示に従って下限周期 193 を設定する。

[0041] 再現制御部 119 は、再現部 110 が行う処理のうち、上記した各機能が行う処理以外の処理を行う。

[0042] 表示間隔算出部 114、待ち時間算出部 115、時間待ち部 116 および再現時計部 102 は、タイミング制御部 130 を構成する。

タイミング制御部 130 は、新表示時刻と旧表示時刻とに基づいて、グラフィック表示 210 を更新するタイミングを求める。このタイミングは、待

ち時間が経過したときである。タイミング制御部 130 の処理をタイミング制御処理という。

再現画面表示部 121 は、求められたタイミングで対象の状態を変化させる。

[0043] ここで、順方向再現指示または逆方向再現指示が受け付けられた場合の再現部 110 と再現画面表示部 121 と再現時計部 102 との関係について説明する。

再現画面表示部 121 は、新表示時刻と旧表示時刻との間隔が上限周期より長い場合、旧表示時刻から上限周期ずれた時刻に、グラフィック表示された対象の状態を新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に変化させる。

つまり、再現画面表示部 121 は、時間待ち部 116 が経過信号を出力したときに、新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に対象の状態を変化させる。

また、再現時計部 102 は、時間待ち部 116 が経過信号を出力したときに、再現時刻 109 を新表示時刻に更新する。

[0044] 一方、一時停止指示が受け付けられた場合、再現部 110 と、再現画面表示部 121 と、再現時計部 102 とは一時停止する。

[0045] また、順方向コマ送り指示が受け付けられた場合、再現画面表示部 121 は、再現時計部 102 が示す再現時刻 109 が新トレースデータに含まれる発生時刻になるまで待たずに、新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に対象の状態を変化させる。

そして、再現時計部 102 は、新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に対象の状態が変化するとき、再現時刻 109 を新表示時刻に更新する。

[0046] \*\*\*動作の説明\*\*\*

シミュレーション再現装置 100 の動作はシミュレーション再現方法に相当する。また、シミュレーション再現方法はシミュレーション再現プログラ

ムの処理手順に相当する。

[0047] 図7に基づいて、シミュレーション再現方法について説明する。

S 1 1 0はユーザ指示受付処理である。

S 1 1 0において、受付部101はユーザ指示を受け付ける。

受け付けられるユーザ指示は、シミュレーション指示または再現開始指示である。

[0048] S 1 1 1において、受け付けられたユーザ指示がシミュレーション指示である場合、処理はS 1 2 0に進む。

受け付けられたユーザ指示が再現開始指示である場合、処理はS 2 0 0に進む。

[0049] S 1 2 0はシミュレーション処理である。

S 1 2 0において、シミュレーション部180は、シミュレーションプログラムを実行することによって対象の動作をシミュレーションし、トレースファイル191を生成する。

[0050] 図8に基づいて、シミュレーション処理（S 1 2 0）について説明する。

S 1 2 1において、シミュレーション部180は、グラフィック表示の初期化をシミュレーション画面表示部122に指示する。

そして、シミュレーション画面表示部122は、シミュレーション画面ファイル189を用いて、初期状態のグラフィック表示を含んだシミュレーション画面を表示する。

[0051] S 1 2 2において、シミュレーション部180は、シミュレーションプログラムの実行を開始することによって、シミュレーションを開始する。そして、シミュレーション部180は、シミュレーションを開始した開始時刻を記憶部190に記憶する。

[0052] S 1 2 3において、シミュレーションしている対象の状態が変化した場合、処理はS 1 2 4に進む。

シミュレーションしている対象の状態が変化しない場合、処理はS 1 2 6に進む。

- [0053] S 1 2 4 において、シミュレーション部 1 8 0 は、発生時刻とサイクル数と状態識別子と新状態値と旧状態値とを含んだトレースデータ 1 9 1 D を生成し、生成したトレースデータ 1 9 1 D をトレースファイル 1 9 1 に記録する。
- [0054] S 1 2 5 において、シミュレーション部 1 8 0 は、状態識別子と新状態値とをシミュレーション画面表示部 1 2 2 に入力することによって、グラフィック表示の更新を指示する。
- そして、シミュレーション画面表示部 1 2 2 は、グラフィック表示において、状態識別子で識別される対象の状態を新状態値が示す状態に変化させる。
- [0055] S 1 2 6 において、シミュレーションプログラムの実行が終了した場合、シミュレーション処理 (S 1 2 0) は終了する。
- シミュレーションプログラムの実行が終了していない場合、処理は S 1 2 3 に戻る。
- [0056] 図 7 に戻り、S 2 0 0 から説明を続ける。
- S 2 0 0 は再現処理である。
- S 2 0 0 において、再現部 1 1 0 は、トレースファイル 1 9 1 を用いて、対象の動作をグラフィック表示で再現する。
- [0057] 図 9 に基づいて、再現処理 (S 2 0 0) について説明する。
- S 2 1 0 は初期化処理である。
- S 2 1 0 において、初期化部 1 1 1 は対象の動作の再現を開始するための初期化処理を行う。
- [0058] 図 1 0 に基づいて、初期化処理 (S 2 1 0) について説明する。
- S 2 1 1 において、初期化部 1 1 1 は、グラフィック表示の初期化を再現画面表示部 1 2 1 に指示する。
- そして、再現画面表示部 1 2 1 は、再現画面ファイル 1 9 9 を用いて、初期状態のグラフィック表示 2 1 0 を含んだ再現画面 2 0 0 を表示する。
- [0059] S 2 1 2 において、初期化部 1 1 1 は、再現時刻 1 0 9 の初期化を再現時

計部 102 に指示する。

そして、再現時計部 102 は再現時刻 109 を初期化する。つまり、再現時計部 102 は、再現時刻 109 を初期値に更新する。再現時刻 109 の初期値はシミュレーションが開始された開始時刻である。

[0060] S213 において、初期化部 111 はトレースファイル 191 をオープンする。

トレースファイル 191 をオープンすることにより、トレースファイル 191 の中の参照位置を示すファイル参照ポインタが生成される。トレースファイル 191 をオープンしたときのファイル参照ポインタは、トレースファイル 191 の先頭、つまり、時刻順の先頭のトレースデータ 191D を示す。

[0061] S214 において、初期化部 111 は初期状態フラグ 194 を初期化する。つまり、初期化部 111 は、初期状態フラグ 194 に初期状態値を設定する。

S214 の後、初期化処理 (S210) は終了する。

[0062] 図 9 に戻り、S220 から説明を続ける。

S220 は不可方向処理である。

S220 において、不可方向判定部 112 は、対象の動作を再現できない不可方向を判定する。不可方向は、時刻順を意味する順方向または時刻の逆順を意味する逆方向である。

そして、再現画面表示部 121 は、不可方向の再現を指示するためのボタンを無効化する。

[0063] 図 11 に基づいて、不可方向処理 (S220) について説明する。

S221 は不可方向判定処理である。

S221 において、不可方向判定部 112 は、対象の動作を再現できない不可方向を判定する。

[0064] 図 12 に基づいて、不可方向判定処理 (S221) について説明する。

S221 において、不可方向判定部 112 は、ファイル参照ポインタが

示す参照位置を判定する。

ファイル参照ポインタがトレースファイル 1 9 1 の先頭を示す場合、処理は S 2 2 1 2 に進む。

ファイル参照ポインタがトレースファイル 1 9 1 の終端を示す場合、処理は S 2 2 1 3 に進む。

ファイル参照ポインタがトレースファイル 1 9 1 の中間を示す場合、処理は S 2 2 1 4 に進む。

[0065] S 2 2 1 2 において、不可方向判定部 1 1 2 は、操作不可情報 1 9 5 に逆方向を示す値を設定する。

[0066] S 2 2 1 3 において、不可方向判定部 1 1 2 は、操作不可情報 1 9 5 に順方向を示す値を設定する。

[0067] S 2 2 1 4 において、不可方向判定部 1 1 2 は、操作不可情報 1 9 5 に操作不可方向が無いことを示す値を設定する。

S 2 2 1 2 から S 2 2 1 4 の後、不可方向判定処理 (S 2 2 1) は終了する。

[0068] 図 1 1 に戻り、S 2 2 2 から説明を続ける。

S 2 2 2 はボタン無効化処理である。

S 2 2 2 において、再現画面表示部 1 2 1 は、不可方向の再現を指示するためのボタンを無効化する。

S 2 2 2 の後、不可方向処理 (S 2 2 0) は終了する。

[0069] 図 1 3 に基づいて、ボタン無効化処理 (S 2 2 2) について説明する。

S 2 2 2 1 において、再現制御部 1 1 9 は、操作不可情報 1 9 5 が示す操作不可方向を判定する。

操作不可情報 1 9 5 が逆方向を示す場合、処理は S 2 2 2 2 に進む。

操作不可情報 1 9 5 が順方向を示す場合、処理は S 2 2 2 3 に進む。

操作不可情報 1 9 5 が操作不可方向が無いことを示す場合、処理は S 2 2 2 4 に進む。

[0070] S 2 2 2 2 において、再現制御部 1 1 9 は、逆方向再現ボタン 2 2 2 およ

び逆方向コマ送りボタン 2 2 4 の無効化を再現画面表示部 1 2 1 に指示する。

そして、再現画面表示部 1 2 1 は、逆方向再現ボタン 2 2 2 および逆方向コマ送りボタン 2 2 4 を無効化する。また、順方向再現ボタン 2 2 1 および順方向コマ送りボタン 2 2 3 が無効化されている場合、再現画面表示部 1 2 1 は、順方向再現ボタン 2 2 1 および順方向コマ送りボタン 2 2 3 を有効にする。

[0071] S 2 2 2 3 において、再現制御部 1 1 9 は、順方向再現ボタン 2 2 1 および順方向コマ送りボタン 2 2 3 の無効化を再現画面表示部 1 2 1 に指示する。

そして、再現画面表示部 1 2 1 は、順方向再現ボタン 2 2 1 および順方向コマ送りボタン 2 2 3 を無効化する。また、逆方向再現ボタン 2 2 2 および逆方向コマ送りボタン 2 2 4 が無効化されている場合、再現画面表示部 1 2 1 は、逆方向再現ボタン 2 2 2 および逆方向コマ送りボタン 2 2 4 を有効にする。

[0072] S 2 2 2 4 において、再現制御部 1 1 9 は、再現指示ボタンの有効化を再現画面表示部 1 2 1 に指示する。

そして、再現画面表示部 1 2 1 は、順方向再現ボタン 2 2 1 と逆方向再現ボタン 2 2 2 と順方向コマ送りボタン 2 2 3 と逆方向コマ送りボタン 2 2 4 とのうち、無効化されているボタンを有効にする。

S 2 2 2 2 から S 2 2 2 4 の後、ボタン無効化処理 (S 2 2 2) は終了する。

[0073] 図 9 に戻り、S 2 3 0 から説明を続ける。

S 2 3 0 は再現指示受付処理である。

S 2 3 0 において、受付部 1 0 1 は再現指示を受け付ける。

受け付けられる再現指示は、順方向再現指示、逆方向再現指示、順方向コマ送り指示、逆方向コマ送り指示、上限周期設定指示、または、下限周期設定処理である。

[0074] S 2 3 1 において、受け付けられた再現指示が順方向再現指示である場合、処理は S 2 4 0 に進む。

受け付けられた再現指示が逆方向再現指示である場合、処理は S 2 5 0 に進む。

受け付けられた再現指示が順方向コマ送り指示である場合、処理は S 2 6 0 に進む。

受け付けられた再現指示が逆方向コマ送り指示である場合、処理は S 2 7 0 に進む。

受け付けられた再現指示が上限周期設定処理である場合、処理は S 2 8 1 に進む。

受け付けられた再現指示が下限周期設定処理である場合、処理は S 2 8 2 に進む。

[0075] S 2 4 0 は順方向再現処理である。

S 2 4 0 において、再現部 1 1 0 は対象の動作を順方向に再現する。

順方向再現処理 (S 2 4 0) の詳細については後述する。

S 2 4 0 の後、処理は S 2 2 0 に戻る。

[0076] S 2 5 0 は逆方向再現処理である。

S 2 5 0 において、再現部 1 1 0 は対象の動作を逆方向に再現する。

逆方向再現処理 (S 2 5 0) の詳細については後述する。

S 2 5 0 の後、処理は S 2 2 0 に戻る。

[0077] S 2 6 0 は順方向コマ送り処理である。

S 2 6 0 において、再現部 1 1 0 は対象の状態を時刻順に 1 回変化させる。

順方向コマ送り処理 (S 2 6 0) の詳細については後述する。

S 2 6 0 の後、処理は S 2 2 0 に戻る。

[0078] S 2 7 0 は逆方向コマ送り処理である。

S 2 7 0 において、再現部 1 1 0 は対象の状態を時刻の逆順に 1 回変化させる。

逆方向コマ送り処理（S 2 7 0）の詳細については後述する。

S 2 7 0の後、処理はS 2 2 0に戻る。

[0079] S 2 8 1は上限周期設定処理である。

S 2 8 1において、周期設定部 1 1 7は、記憶部 1 9 0に記憶されている上限周期 1 9 2を上限周期設定指示で指定された上限周期に更新する。

S 2 8 1の後、処理はS 2 2 0に戻る。

[0080] S 2 8 2は下限周期設定処理である。

S 2 8 2において、周期設定部 1 1 7は、記憶部 1 9 0に記憶されている下限周期 1 9 3を下限周期設定指示で指定された下限周期に更新する。

S 2 8 2の後、処理はS 2 2 0に戻る。

[0081] 図 1 4に基づいて、順方向再現処理（S 2 4 0）について説明する。

S 2 4 1 - 1において、再現制御部 1 1 9は、再現時計部 1 0 2に再現時刻 1 0 9のインクリメントの開始を指示する。

そして、再現時計部 1 0 2は、再現時刻 1 0 9のインクリメントを開始する。つまり、再現時計部 1 0 2は再現時刻 1 0 9を時刻順に進める。

[0082] S 2 4 1 - 2において、再現制御部 1 1 9は初期状態フラグ 1 9 4をクリアする。つまり、再現制御部 1 1 9は初期状態フラグ 1 9 4のフラグ値を非初期状態値に更新する。

[0083] S 2 4 2はトレースデータ読み出し処理である。

S 2 4 2において、トレースデータ読み出し部 1 1 3は、トレースファイル 1 9 1から、ファイル参照ポインタが示すトレースデータ 1 9 1 Dを読み出す。

そして、トレースデータ読み出し部 1 1 3は、ファイル参照ポインタを時刻順における次のトレースデータ 1 9 1 Dを示す値に更新する。これにより、トレースデータ 1 9 1 Dを時刻順に1つずつ読み出すことができる。

但し、時刻順における次のトレースデータ 1 9 1 Dがない場合、つまり、ファイル参照ポインタが最後のトレースデータ 1 9 1 Dを示す場合、トレースデータ読み出し部 1 1 3は、トレースファイル 1 9 1の終端を示す値にフ

ファイル参照ポインタを更新する。

[0084] S 2 4 3 は表示間隔および待ち時間算出処理である。

S 2 4 3 において、表示間隔算出部 1 1 4 は旧表示時刻から新表示時刻までの表示間隔を算出し、待ち時間算出部 1 1 5 は新表示時刻までの待ち時間を算出する。

表示間隔および待ち時間算出処理 (S 2 4 3) の詳細については後述する。

[0085] S 2 4 4 において、時間待ち部 1 1 6 は、算出された待ち時間を設定した待ち時間タイマを起動し、待ち時間タイマがタイムアウトするまで待機する。待ち時間タイマは、待ち時間が経過したときにタイムアウトするタイマである。

但し、算出された待ち時間がゼロ以下である場合、S 2 4 4 は実行されず、処理は S 2 4 5 - 1 に進む。

[0086] S 2 4 5 - 1 において、再現制御部 1 1 9 は、新表示時刻を用いて新クロック数を算出する。また、再現制御部 1 1 9 は、読み出されたトレースデータ 1 9 1 D から対象識別子と新状態値とを取得する。そして、再現制御部 1 1 9 は、新表示時刻と新クロック数と対象識別子と新状態値とを再現画面表示部 1 2 1 に入力する。

新クロック数は以下の式で表すことができる。

新クロック数 = 新表示時刻 / 仮想クロック周期

[0087] 再現画面表示部 1 2 1 は、再現画面 2 0 0 のグラフィック表示 2 1 0 において、入力された対象識別子で識別される対象の状態を入力された新状態値が示す状態に変化させる。また、再現画面表示部 1 2 1 は、グラフィック表示 2 1 0 に表示されている再現時刻を入力された新表示時刻に更新し、グラフィック表示 2 1 0 に表示されているクロック数を入力された新クロック数に更新する。

[0088] S 2 4 5 - 2 において、再現制御部 1 1 9 は、新表示時刻を再現時計部 1 0 2 に入力する。

そして、再現時計部 102 は、再現時刻 109 を新表示時刻に更新し、更新後の再現時刻 109 を時刻順に進める。

[0089] S246-1 において、トレースデータ読み出し部 113 は、ファイル参照ポインタがトレースファイル 191 の終端を示すか判定する。

ファイル参照ポインタがトレースファイル 191 の終端を示す場合、処理は S247 に進む。

ファイル参照ポインタがトレースファイル 191 の終端を示さない場合、処理は S246-2 に進む。

[0090] S246-2 において、再現制御部 119 は、順方向再現処理 (S240) が開始された後に一次停止指示が受け付けられたか受付部 101 に問い合わせる。

順方向再現処理 (S240) が開始された後に一次停止指示が受け付けられた場合、処理は S247 に進む。

順方向再現処理 (S240) が開始された後に一次停止指示が受け付けられていない場合、処理は S242 に戻る。

[0091] S247 において、再現制御部 119 は、再現時計部 102 に再現時刻 109 のインクリメントの停止を指示する。

そして、再現時計部 102 は、再現時刻 109 のインクリメントを停止する。つまり、再現時計部 102 は動作を停止する。

S247 の後、順方向再現処理 (S240) は終了する。

[0092] 図 15 に基づいて、表示間隔および待ち時間算出処理 (S243) について説明する。

S2431 において、表示間隔算出部 114 は、今回読み出されたトレースデータ 191D から発生時刻を取得し、取得した発生時刻を新表示時刻に設定する。

新表示時刻は以下の式で表される。

新表示時刻 = 発生時刻

[0093] S2432 は表示間隔算出処理である。

S 2 4 3 2において、表示間隔算出部 1 1 4 は、旧表示時刻から新表示時刻までの間隔である表示間隔を算出する。旧表示時刻は前回算出された新表示時刻である。但し、前回算出された新表示時刻がない場合、つまり、新表示時刻が初めて算出された場合、旧表示時刻は再現時刻 1 0 9 の初期値である。

表示間隔は以下の式で表すことができる。

表示間隔 = 新表示時刻 - 旧表示時刻

[0094] S 2 4 3 3において、待ち時間算出部 1 1 5 は、算出された表示間隔と上限周期 1 9 2 とを比較する。

算出された表示間隔が上限周期 1 9 2 より長い場合、処理は S 2 4 3 4 に進む。

算出された表示間隔が上限周期 1 9 2 以下である場合、処理は S 2 4 3 5 に進む。

[0095] S 2 4 3 4において、待ち時間算出部 1 1 5 は、再現時計部 1 0 2 から現在の再現時刻 1 0 9 を取得する。

そして、待ち時間算出部 1 1 5 は、現在の再現時刻 1 0 9 と、旧表示時刻から上限周期 1 9 2 が経過するときの時刻との間隔を待ち時間として算出する。

待ち時間は以下の式で表すことができる。

待ち時間 = (旧表示時刻 + 上限周期) - 再現時刻

S 2 4 3 4 の後、表示間隔および待ち時間算出処理 (S 2 4 3) は終了する。

[0096] S 2 4 3 5において、待ち時間算出部 1 1 5 は、算出された表示間隔と下限周期 1 9 3 とを比較する。

算出された表示間隔が下限周期 1 9 3 より短い場合、処理は S 2 4 3 6 に進む。

算出された表示間隔が下限周期 1 9 3 以上である場合、処理は S 2 4 3 7 に進む。

[0097] S 2 4 3 6において、待ち時間算出部 1 1 5 は、再現時計部 1 0 2 から現在の再現時刻 1 0 9 を取得する。

そして、待ち時間算出部 1 1 5 は、現在の再現時刻 1 0 9 と、旧表示時刻から下限周期 1 9 3 が経過するときの時刻との間隔を待ち時間として算出する。

待ち時間は以下の式で表すことができる。

待ち時間 = (旧表示時刻 + 下限周期) - 再現時刻

S 2 4 3 6 の後、表示間隔および待ち時間算出処理 (S 2 4 3) は終了する。

[0098] S 2 4 3 7において、待ち時間算出部 1 1 5 は、再現時計部 1 0 2 から現在の再現時刻 1 0 9 を取得する。

そして、待ち時間算出部 1 1 5 は、現在の再現時刻 1 0 9 から新表示時刻までの間隔を待ち時間として算出する。

待ち時間は以下の式で表すことができる。

待ち時間 = 新表示時刻 - 再現時刻

S 2 4 3 7 の後、表示間隔および待ち時間算出処理 (S 2 4 3) は終了する。

[0099] 図 1 6 に基づいて、逆方向再現処理 (S 2 5 0) について説明する。

S 2 5 1 - 1 において、再現制御部 1 1 9 は、再現時計部 1 0 2 に再現時刻 1 0 9 のデクリメントの開始を指示する。

そして、再現時計部 1 0 2 は、再現時刻 1 0 9 のデクリメントを開始する。つまり、再現時計部 1 0 2 は再現時刻 1 0 9 を逆順に進める。

[0100] S 2 5 2 はトレースデータ読み出し処理である。

S 2 5 2 において、トレースデータ読み出し部 1 1 3 は、トレースファイル 1 9 1 から、トレースデータ 1 9 1 D を時刻の逆順に 1 つ読み出す。

トレースデータ読み出し処理 (S 2 5 2) の詳細については後述する。

[0101] S 2 5 3 は表示間隔および待ち時間算出処理である。

S 2 5 3 において、表示間隔算出部 1 1 4 は新表示時刻から旧表示時刻ま

での表示間隔を算出し、待ち時間算出部 115 は新表示時刻までの待ち時間を算出する。

表示間隔および待ち時間算出処理 (S253) の詳細については後述する。

[0102] S254 において、時間待ち部 116 は、算出された待ち時間を設定した待ち時間タイマを起動し、待ち時間タイマがタイムアウトするまで待機する。待ち時間タイマは、待ち時間が経過したときにタイムアウトするタイマである。

但し、算出された待ち時間がゼロ以下である場合、S254 は実行されず、処理は S255-1 に進む。

[0103] S255-1 において、再現制御部 119 は、新表示時刻を用いて新クロック数を算出する。また、再現制御部 119 は、読み出されたトレースデータ 191D から対象識別子と旧状態値とを取得する。そして、再現制御部 119 は、新表示時刻と新クロック数と対象識別子と旧状態値とを再現画面表示部 121 に入力する。

新クロック数は以下の式で表すことができる。

新クロック数 = 新表示時刻 / 仮想クロック周期

[0104] 再現画面表示部 121 は、再現画面 200 のグラフィック表示 210 において、入力された対象識別子で識別される対象の状態を入力された旧状態値が示す状態に変化させる。また、再現画面表示部 121 は、グラフィック表示 210 に表示されている再現時刻を入力された新表示時刻に更新し、グラフィック表示 210 に表示されているクロック数を入力された新クロック数に更新する。

[0105] S255-2 において、再現制御部 119 は、新表示時刻を再現時計部 102 に入力する。

そして、再現時計部 102 は、再現時刻 109 を新表示時刻に更新し、更新後の再現時刻 109 を逆順に進める。

[0106] S256-1 において、トレースデータ読み出し部 113 は、初期状態フ

ラグ194のフラグ値が初期状態値であるか判定する。

初期状態フラグ194のフラグ値が初期状態値である場合、処理はS257に進む。

初期状態フラグ194のフラグ値が非初期状態値である場合、処理はS256-2に進む。

[0107] S256-2において、再現制御部119は、逆方向再現処理(S250)が開始された後に一次停止指示が受け付けられたか受付部101に問い合わせる。

逆方向再現処理(S250)が開始された後に一次停止指示が受け付けられた場合、処理はS257に進む。

逆方向再現処理(S250)が開始された後に一次停止指示が受け付けられていない場合、処理はS252に戻る。

[0108] S257において、再現制御部119は、再現時計部102に再現時刻109のデクリメントの停止を指示する。

そして、再現時計部102は、再現時刻109のデクリメントを停止する。つまり、再現時計部102は動作を停止する。

S257の後、逆方向再現処理(S250)は終了する。

[0109] 図17に基づいて、トレースデータ読み出し処理(S252)について説明する。

S2521において、再現制御部119は、ファイル参照ポインタがトレースファイル191の先頭、つまり、時刻順の先頭のトレースデータ191Dを示すか判定する。

ファイル参照ポインタがトレースファイル191の先頭を示す場合、処理はS2522に進む。

ファイル参照ポインタがトレースファイル191の先頭以外を示す場合、処理はS2524に進む。

[0110] S2522において、再現制御部119は、再現時刻109の初期化を再現時計部102に指示する。

そして、再現制御部 119 は再現時刻 109 を初期化する。つまり、再現制御部 119 は、再現時刻 109 を初期値に更新する。

[0111] S2523において、再現制御部 119 は初期状態フラグ 194 を初期化する。つまり、再現制御部 119 は、初期状態フラグ 194 のフラグ値を初期状態値に更新する。

S2523の後、トレースデータ読み出し処理 (S252) は終了する。

[0112] S2524において、再現制御部 119 は、ファイル参照ポインタを時刻の逆順における次のトレースデータ 191D を示す値に更新する。

[0113] S2525において、トレースデータ読み出し部 113 は、トレースファイル 191 から、ファイル参照ポインタが示すトレースデータ 191D を読み出す。

S2525の後、トレースデータ読み出し処理 (S252) は終了する。

[0114] 図 18 に基づいて、表示間隔および待ち時間算出処理 (S253) について説明する。

S2531において、表示間隔算出部 114 は、今回読み出されたトレースデータ 191D から発生時刻を取得し、取得した発生時刻から補正時間さかのぼった時刻を新表示時刻として算出する。この新表示時刻は、対象の状態が変化する直前の時刻を意味する。

新表示時刻は以下の式で表すことができる。

新表示時刻 = 発生時刻 - 補正時間

[0115] S2532 は表示間隔算出処理である。

S2532において、表示間隔算出部 114 は、新表示時刻から旧表示時刻までの間隔である表示間隔を算出する。旧表示時刻は前回算出された新表示時刻である。

表示間隔は以下の式で表すことができる。

表示間隔 = 旧表示時刻 - 新表示時刻

[0116] S2533において、待ち時間算出部 115 は、算出された表示間隔と上限周期 192 とを比較する。

算出された表示間隔が上限周期 192 より長い場合、処理は S 2 5 3 4 に進む。

算出された表示間隔が上限周期 192 以下である場合、処理は S 2 5 3 5 に進む。

[0117] S 2 5 3 4 において、待ち時間算出部 1 1 5 は、再現時計部 1 0 2 から現在の再現時刻 1 0 9 を取得する。

そして、待ち時間算出部 1 1 5 は、現在の再現時刻 1 0 9 と、旧表示時刻から上限周期 192 さかのぼった時刻との間隔を待ち時間として算出する。

待ち時間は以下の式で表すことができる。

待ち時間 = 再現時刻 - (旧表示時刻 - 上限周期)

S 2 5 3 4 の後、表示間隔および待ち時間算出処理 (S 2 5 3) は終了する。

[0118] S 2 5 3 5 において、待ち時間算出部 1 1 5 は、算出された表示間隔と下限周期 193 とを比較する。

算出された表示間隔が下限周期 193 より短い場合、処理は S 2 5 3 6 に進む。

算出された表示間隔が下限周期 193 以上である場合、処理は S 2 5 3 7 に進む。

[0119] S 2 5 3 6 において、待ち時間算出部 1 1 5 は、再現時計部 1 0 2 から現在の再現時刻 1 0 9 を取得する。

そして、待ち時間算出部 1 1 5 は、現在の再現時刻 1 0 9 と、旧表示時刻から下限周期 193 さかのぼった時刻との間隔を待ち時間として算出する。

待ち時間は以下の式で表すことができる。

待ち時間 = 再現時刻 - (旧表示時刻 - 下限周期)

S 2 5 3 6 の後、表示間隔および待ち時間算出処理 (S 2 5 3) は終了する。

[0120] S 2 5 3 7 において、待ち時間算出部 1 1 5 は、再現時計部 1 0 2 から現在の再現時刻 1 0 9 を取得する。

そして、待ち時間算出部 115 は、現在の再現時刻 109 から新表示時刻までの間隔を待ち時間として算出する。

待ち時間は以下の式で表すことができる。

待ち時間 = 再現時刻 - 新表示時刻

S 2537 の後、表示間隔および待ち時間算出処理 (S 253) は終了する。

[0121] 図 19 に基づいて、順方向コマ送り処理 (S 260) について説明する。

S 261 において、再現制御部 119 は初期状態フラグ 194 をクリアする。つまり、再現制御部 119 は初期状態フラグ 194 のフラグ値を非初期状態値に更新する。

[0122] S 262 において、トレースデータ読み出し部 113 は、トレースファイル 191 から、ファイル参照ポインタが示すトレースデータ 191D を読み出す。

そして、トレースデータ読み出し部 113 は、ファイル参照ポインタを時刻順における次のトレースデータ 191D を示す値に更新する。

但し、時刻順における次のトレースデータ 191D がない場合、つまり、ファイル参照ポインタが最後のトレースデータ 191D を示す場合、トレースデータ読み出し部 113 は、トレースファイル 191 の終端を示す値にファイル参照ポインタを更新する。

[0123] S 263 において、再現制御部 119 は、読み出されたトレースデータ 191D から発生時刻とサイクル数と対象識別子と新状態値とを取得し、取得した発生時刻とサイクル数と対象識別子と新状態値とを再現画面表示部 121 に入力する。

[0124] 再現画面表示部 121 は、再現画面 200 のグラフィック表示 210 において、入力された対象識別子で識別される対象の状態を入力された新状態値が示す状態に変化させる。また、再現画面表示部 121 は、グラフィック表示 210 に表示されている再現時刻を入力された発生時刻に更新し、グラフィック表示 210 に表示されているクロック数を入力されたサイクル数に更

新する。

[0125] S 2 6 4 において、再現制御部 1 1 9 は、取得した発生時刻を再現時計部 1 0 2 に入力する。

そして、再現時計部 1 0 2 は、再現時刻 1 0 9 を発生時刻に更新する。

S 2 6 4 の後、順方向コマ送り処理 (S 2 6 0) は終了する。

[0126] 図 2 0 に基づいて、逆方向コマ送り処理 (S 2 7 0) について説明する。

S 2 7 1 において、再現制御部 1 1 9 は、ファイル参照ポインタがトレースファイル 1 9 1 の先頭、つまり、時刻順における先頭のトレースデータ 1 9 1 D を示しているか判定する。

ファイル参照ポインタがトレースファイル 1 9 1 の先頭を示している場合、処理は S 2 7 2 に進む。

ファイル参照ポインタがトレースファイル 1 9 1 の先頭以外を示している場合、処理は S 2 7 4 に進む。

[0127] S 2 7 2 において、再現制御部 1 1 9 は、初期状態フラグ 1 9 4 を初期化する。つまり、再現制御部 1 1 9 は、初期状態フラグ 1 9 4 のフラグ値を初期状態値に更新する。

[0128] S 2 7 3 において、再現制御部 1 1 9 は、再現時刻 1 0 9 の初期化を再現時計部 1 0 2 に指示する。

そして、再現時計部 1 0 2 は再現時刻 1 0 9 を初期化する。つまり、再現時計部 1 0 2 は、再現時刻 1 0 9 を初期値に更新する。

S 2 7 3 の後、逆方向コマ送り処理 (S 2 7 0) は終了する。

[0129] S 2 7 4 において、再現制御部 1 1 9 は、ファイル参照ポインタを時刻の逆順における次のトレースデータ 1 9 1 D を示す値に更新する。

[0130] S 2 7 5 において、トレースデータ読み出し部 1 1 3 は、トレースファイル 1 9 1 から、ファイル参照ポインタが示すトレースデータ 1 9 1 D を読み出す。

[0131] S 2 7 6 において、再現制御部 1 1 9 は、読み出されたトレースデータ 1 9 1 D から発生時刻と状態識別子と旧状態値とを取得する。

再現制御部 119 は、取得した発生時刻から補正時間さかのぼった時刻を新表示時刻として算出する。この新表示時刻は、対象の状態が変化する直前の時刻を意味する。

新表示時刻は以下の式で表すことができる。

$$\text{新表示時刻} = \text{発生時刻} - \text{補正時間}$$

[0132] さらに、再現制御部 119 は、算出した新表示時刻を用いて新クロック数を算出する。

新クロック数は以下の式で表すことができる。

$$\text{新クロック数} = \text{新表示時刻} / \text{仮想クロック周期}$$

[0133] そして、再現制御部 119 は、新表示時刻と新クロック数と状態識別子と旧状態値とを再現画面表示部 121 に入力する。

再現画面表示部 121 は、再現画面 200 のグラフィック表示 210 において、入力された対象識別子で識別される対象の状態を入力された旧状態値が示す状態に変化させる。また、再現画面表示部 121 は、グラフィック表示 210 に表示されている再現時刻を入力された新表示時刻に更新し、グラフィック表示 210 に表示されているクロック数を入力された新クロック数に更新する。

[0134] S277 において、再現制御部 119 は、新表示時刻を再現時計部 102 に入力する。

そして、再現時計部 102 は、再現時刻 109 を新表示時刻に更新する。

S277 の後、逆方向コマ送り処理 (S270) は終了する。

[0135] \*\*\*効果の説明\*\*\*

シミュレーション再現装置 100 は、一時停止指示に従って対象の状態の変化を一時停止し、逆方向コマ送り指示に従って対象の状態を時刻の逆順に 1 回変化させる。そのため、ユーザは、対象の状態の変化をさかのぼって確認することができる。そして、不具合が発生した場合に原因の特定が容易になる。

シミュレーション再現装置 100 は、順方向コマ送り指示及び逆方向コマ

送り指示に従って対象の状態を1回ずつ変化させる。そのため、ユーザは、対象の状態の変化を1つずつ確認することができる。

シミュレーション再現装置100は、逆方向再生指示に従って対象の状態を時刻の逆順に連続して変化させる。そのため、ユーザは、逆方向コマ送り指示を複数回行わなくても、1回の逆方向再生指示によって、時刻の逆順における対象の状態の変化を連続して確認することができる。

シミュレーション再現装置100は、上限周期設定指示に従って上限周期192を設定し、対象が状態を変化しないまま表示され続ける時間を上限周期192より短くする。そのため、対象の状態が長時間変化しないような場合、ユーザは、上限周期設定指示によって上限周期192を短くすることによって、確認作業に要する時間を短縮することができる。

シミュレーション再現装置100は、下限周期設定指示に従って下限周期193を設定し、対象が状態を変化しないまま表示され続ける時間を下限周期193より長くする。そのため、対象の状態が高速に変化するような場合、ユーザは、下限周期設定指示によって下限周期193を長くすることによって、確認の見落としを防止することができる。

シミュレーション再現装置100は、上限周期192と下限周期193とを両立して適用する。そのため、ユーザは、対象が状態を変化しないまま表示され続ける時間について、短縮と延長との両方の効果を得ることができる。

[0136] シミュレーション再現装置100は、逆方向再生または逆方向コマ送りの際に、発生時刻から微小な時間である補正時間さかのぼった時刻をグラフィック表示210に表示する。これにより、逆方向再生または逆方向コマ送りの際の確認作業において、ユーザの混乱を防ぐことができる。

例えば、対象の状態が第1の時刻に第1の状態から第2の状態に変化したものとする。ここで、逆方向再生が始まった際に、表示される時刻が第1の時刻のまま変わらず、対象の状態が第2の状態から第1の状態に戻ると、ユーザの混乱を招く可能性がある。一方、表示される時刻が第1の時刻から微

小な時間さかのぼった時刻に変われば、対象の状態が第2の状態から第1の状態に戻っても、ユーザの混乱を招くことはない。

[0137] 実施の形態2.

シミュレーションにおいて対象の状態を表すグラフィック表示が変化した際に発生した遅延時間を、対象の動作の再現時に考慮する形態について、図21から図23に基づいて説明する。但し、実施の形態1と重複する説明は省略する。

[0138] \*\*\*構成の説明\*\*\*

シミュレーション再現装置100の機能構成は、以下の点を除いて、実施の形態1と同じである。

トレースファイル191のトレースデータ191Dは、図21に示すように、遅延時間を含んでいる。

遅延時間は、シミュレーションにおいて対象の状態を表すグラフィック表示が変化した際に発生した時間である。

[0139] 待ち時間算出部115は、算出した待ち時間から新トレースデータに含まれる遅延時間を差し引いて待ち時間を修正する。

再現画面表示部121は、修正後の待ち時間が経過したときに対象の状態を変化させる。

再現時計部102は、修正後の待ち時間が経過したときに再現時刻109を新表示時刻に更新する。

[0140] \*\*\*動作の説明\*\*\*

シミュレーション再現装置100の動作は、以下の点を除いて、実施の形態1と同じである。

図8で説明したシミュレーション処理(S120)のS125は、以下のように実施の形態1と異なる。

S125において、シミュレーション部180は、シミュレーション画面表示部122にグラフィック表示の更新を指示したときに、更新完了時間の計測を開始する。

シミュレーション画面表示部122は、グラフィック表示の更新を完了したときに、更新完了通知を出力する。出力された更新完了通知はシミュレーション部180に入力される。

シミュレーション部180は、更新完了通知が入力されたときに、更新完了時間の計測を終了する。

更新完了時間は、グラフィック表示の更新に要した時間であり、以下の式で表すことができる。更新指示時刻はシミュレーション部180がシミュレーション画面表示部122にグラフィック表示の更新を指示した時刻である。更新完了時刻は更新完了通知がシミュレーション部180に入力された時刻である。

$$\text{更新完了時間} = \text{更新完了時刻} - \text{更新指示時刻}$$

[0141] そして、シミュレーション部180は、更新完了時間から規定時間を差し引いた時間を遅延時間として算出し、算出した遅延時間を記録したトレースデータ191Dに設定する。

遅延時間は以下の式で表すことができる。

$$\text{遅延時間} = \text{更新完了時間} - \text{規定時間}$$

[0142] 規定時間は予め決められた時間である。

規定時間の一例は、更新完了通知の伝達時間、または、更新完了通知の伝達時間に対象の応答時間を加えた時間である。

更新完了通知の伝達時間は、更新完了通知がシミュレーション画面表示部122から出力されてから、出力された更新完了通知がシミュレーション部180に入力されるまでの時間である。対象がLEDである場合、対象の応答時間は50から100ナノ秒程度である。

[0143] 図22に基づいて、表示間隔および待ち時間算出処理(S243)について説明する。

表示間隔および待ち時間算出処理(S243)は、実施の形態1で説明したS2431からS2437に加えて、S2438を備える。

S2438において、待ち時間算出部115は、読み出されたトレースデ

ータ 191D から遅延時間を取得する。

そして、待ち時間算出部 115 は、算出した待ち時間から取得した遅延時間を差し引いて待ち時間を修正する。

修正後の待ち時間は以下の式で表すことができる。

修正後の待ち時間 = 修正前の待ち時間 - 遅延時間

[0144] その後、時間待ち部 116 は、図 14 で説明した順方向再現処理 (S240) の S244 において、修正後の待ち時間が経過するまで待機する。

[0145] 図 23 に基づいて、表示間隔および待ち時間算出処理 (S253) について説明する。

表示間隔および待ち時間算出処理 (S253) は、実施の形態 1 で説明した S2531 から S2537 に加えて、S2538 を備える。

S2538 において、待ち時間算出部 115 は、読み出されたトレースデータ 191D から遅延時間を取得する。

そして、待ち時間算出部 115 は、算出した待ち時間から取得した遅延時間を差し引いて待ち時間を修正する。

修正後の待ち時間は以下の式で表すことができる。

修正後の待ち時間 = 修正前の待ち時間 - 遅延時間

[0146] その後、時間待ち部 116 は、図 16 で説明した逆方向再現処理 (S250) の S254 において、修正後の待ち時間が経過するまで待機する。

[0147] \*\*\*効果の説明\*\*\*

対象の状態の変化をグラフィック表示で再現する場合、グラフィック表示した対象の状態の変化が実際の対象の状態の変化よりも遅延する可能性がある。

そこで、シミュレーション再現装置 100 は、待ち時間から遅延時間を差し引いて待ち時間を修正する。これにより、実機の対象により近いグラフィック表示で、対象の状態の変化を再現することができる。

[0148] 各実施の形態は、好ましい形態の例示であり、本発明の技術的範囲を制限することを意図するものではない。各実施の形態は部分的に実施してもよい

し、他の形態と組み合わせて実施してもよい。

フローチャート等を用いて説明した処理手順は、シミュレーション再現方法およびシミュレーション再現プログラムの処理手順の一例である。

[0149] トレースファイル191は、ハードディスクに記憶される通常のファイルと、メモリに読み込まれるメモリマップドファイルとのいずれであってもよい。

ファイル参照ポインタをメモリアドレスに置き換えることによって、通常のメモリ空間でトレースファイル191を扱うことができる。

シミュレーション部180は、シミュレーション時に、発生時刻とサイクル数とのいずれか一方をトレースデータ191Dに設定してもよい。また、シミュレーション再現装置100は、トレースデータ191Dに設定された発生時刻（またはサイクル数）をサイクル数（または発生時刻）に変換する機構を備えてもよい。その機構は、特許文献1と同様に、速度比乗じた変換を行ってもよい。そして、その変換は、トレースデータ191Dが読み出された際に行われてもよい。

時間待ち部116は、ワンショットタイマを用いて待ち時間の経過を検出してもよいし、再現時刻109をポーリングすることによって待ち時間の経過を検出してもよい。

シミュレーション部180は、一般的なマイクロコンピュータシミュレータと同様に、第1の方式と第2の方式とのいずれの方式でシミュレーションを行ってもよい。第1の方式は、シミュレーションプログラムの命令を仮想マイクロコンピュータ向けの命令に変換し、変換後の命令を仮想マイクロコンピュータによって実行する方式である。第2の方式は、シミュレーションプログラムの命令をホストプロセッサの命令に変換し、変換後の命令をホストプロセッサによって実行する方式である。

シミュレーション再現装置100は、オペレーティングシステムが動作しているサーバ、ワークステーション、パーソナルコンピュータまたはその他コンピュータによってシミュレーションプログラムおよびシミュレーション

再現プログラムを実行することで実現される。

[0150] 図24に基づいて、シミュレーション再現装置100のハードウェア構成について説明する。

シミュレーション再現装置100は、プロセッサ801と、入力装置802と、ディスプレイ803と、記憶装置804と、メモリ805と、タイマ806とを備える。

シミュレーションプログラムおよびシミュレーション再現プログラムは、メモリ805に記憶されて、プロセッサ801によって実行される。

シミュレーション再現装置100で使用、生成または入出力されるデータは、メモリ805または記憶装置804に記憶される。記憶装置804の一例はハードディスクまたは不揮発性メモリである。

ユーザ指示は、キーボード、マウス、ポインティングデバイスまたはタッチパネルなどの入力装置802を用いて、シミュレーション再現装置100に入力される。

シミュレーション再現装置100の操作画面、シミュレーション画面および再現画面200はディスプレイ803に表示される。

受付部101は、プロセッサ801と、入力装置802とディスプレイ803とによって実現される。

再現時計部102は、プロセッサ801とメモリ805とタイマ806とによって実現される。

再現部110およびシミュレーション部180は、プロセッサ801とメモリ805とタイマ806とによって実現される。

表示部120は、プロセッサ801とメモリ805とディスプレイ803とによって実現される。

記憶部190は、メモリ805と記憶装置804とによって実現される。

## 符号の説明

[0151] 100 シミュレーション再現装置、101 受付部、102 再現時計部、109 再現時刻、110 再現部、111 初期化部、112 不可

方向判定部、113 トレースデータ読み出し部、114 表示間隔算出部、115 待ち時間算出部、116 時間待ち部、117 周期設定部、119 再現制御部、120 表示部、121 再現画面表示部、122 シミュレーション画面表示部、130 タイミング制御部、180 シミュレーション部、189 シミュレーション画面ファイル、190 記憶部、191 トレースファイル、191D トレースデータ、192 上限周期、193 下限周期、194 初期状態フラグ、195 操作不可情報、199 再現画面ファイル、200 再現画面、210 グラフィック表示、220 ボタンウィジェット、221 順方向再現ボタン、222 逆方向再現ボタン、223 順方向コマ送りボタン、224 逆方向コマ送りボタン、225 上限周期ボタン、226 下限周期ボタン、230 メッセージ領域、801 プロセッサ、802 入力装置、803 ディスプレイ、804 記憶装置、805 メモリ、806 タイマ。

## 請求の範囲

### [請求項1]

シミュレーションされた対象の動作をグラフィック表示で再現するシミュレーション再現装置において、

前記対象の動作をシミュレーションして得られたファイルであり、前記対象の状態の変化が発生した発生時刻と、状態が変化した後の状態を示す新状態値と、を含んだ1つ以上のトレースデータが記録されたファイルであるトレースファイルを記憶する記憶部と、

前記対象の動作を時刻順に再現させる順方向再現指示と、前記対象の動作を一時停止させる一時停止指示と、前記対象の状態を時刻の逆順に1回変化させる逆方向コマ送り指示と、を受け付ける受付部と、

前記順方向再現指示が受け付けられた場合、前記トレースファイルから前記発生時刻の時刻順に前記トレースデータを1つずつ読み出し、前記逆方向コマ送り指示が受け付けられた場合、前記トレースファイルから前記発生時刻の逆順に前記トレースデータを1つ読み出すトレースデータ読み出し部と、

今回読み出されたトレースデータである新トレースデータに含まれる発生時刻に対応する新表示時刻と、前回読み出されたトレースデータである旧トレースデータに含まれる発生時刻に対応する旧表示時刻とに基づいて、グラフィック表示を更新するタイミングを求めるタイミング制御部と、

求められたタイミングで、グラフィック表示された対象の状態を前記新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に変化させる表示部と

を備えるシミュレーション再現装置。

### [請求項2]

前記受付部は、前記対象の状態を時刻順に1回変化させる順方向コマ送り指示を受け付け、

前記トレースデータ読み出し部は、前記順方向コマ送り指示が受け付けられた場合、前記トレースファイルから前記発生時刻の時刻順に

前記トレースデータを1つ読み出す

請求項1に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項3] 前記受付部は、前記対象の動作を時刻の逆順に再現させる逆方向再現指示を受け付け、

前記トレースデータ読み出し部は、前記逆方向再現指示が受け付けられた場合、前記トレースファイルから前記発生時刻の逆順に前記トレースデータを1つずつ読み出す

請求項1に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項4] 前記新表示時刻と前記旧表示時刻との間隔が下限周期より短い場合、前記タイミングは前記旧表示時刻から前記下限周期ずれた時刻である

請求項1に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項5] 前記新表示時刻と前記旧表示時刻との間隔が上限周期より長い場合、前記タイミングは前記旧表示時刻から前記上限周期ずれた時刻である

請求項1に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項6] 前記トレースデータは、シミュレーションにおいて対象の状態を表すグラフィック表示が変化した際に発生した遅延時間を含み、

前記タイミング制御部は、前記新表示時刻と、前記旧表示時刻と、前記遅延時間とに基づいて、前記タイミングを求める

請求項1に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項7] グラフィック表示は、前記対象の動作がシミュレーションされた時間帯の時刻を再現した時刻である再現時刻を含み、

前記表示部は、前記逆方向コマ送り指示が受け付けられた場合、前記新トレースデータに含まれる発生時刻から補正時間さかのぼった時刻に前記再現時刻を更新する

請求項1に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項8] 前記受付部は、前記対象の動作を時刻の逆順に再現させる逆方向再

現指示を受け付け、

前記表示部は、前記逆方向再現指示が受け付けられた場合、前記新トレースデータに含まれる発生時刻から補正時間さかのぼった時刻に前記再現時刻を更新する

請求項 7 に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項9] 前記タイミング制御部は、前記対象の動作がシミュレーションされた時間帯の時刻を再現した時刻である再現時刻を示す時計として機能する再現時計部を備え、

前記再現時計部は、前記順方向再現指示が受け付けられた場合、前記再現時刻を時刻順に進め、

前記タイミング制御部は、前記新表示時刻と、前記旧表示時刻と、前記再現時刻とに基づいて、前記タイミングを求める

請求項 1 に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項10] 前記受付部は、前記対象の動作を時刻の逆順に再現させる逆方向再現指示を受け付け、

前記再現時計部は、前記逆方向再現指示が受け付けられた場合、前記再現時刻を逆順に進める

請求項 9 に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項11] 前記受付部は、前記対象の状態を時刻順に 1 回変化させる順方向コマ送り指示を受け付け、

前記再現時計部は、前記順方向コマ送り指示または前記逆方向コマ送り指示が受け付けられた場合、前記再現時刻を前記新表示時刻に更新する

請求項 9 に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項12] 前記タイミング制御部は、

前記対象の動作がシミュレーションされた時間帯の時刻を再現した時刻である再現時刻を示す時計として機能する再現時計部と、

前記新表示時刻と前記旧表示時刻との間隔である表示間隔を算出す

る表示間隔算出部と、

前記対象の状態を変化させるまでの待ち時間を算出する待ち時間算出部とを備え、

前記再現時計部は、前記順方向再現指示が受け付けられた場合、前記再現時刻を時刻順に進め、

前記表示間隔算出部は、前記順方向再現指示が受け付けられた場合、前記旧表示時刻から前記新トレースデータに含まれる発生時刻である前記新表示時刻までの間隔を前記表示間隔として算出し、

前記待ち時間算出部は、算出された表示間隔が上限周期より長い場合、前記再現時計部が示す再現時刻と、前記旧表示時刻から前記上限周期が経過するときの時刻との間隔を前記待ち時間として算出し、

前記表示部は、算出された待ち時間が経過したときを前記タイミングとして、前記対象の状態を変化させ、

前記再現時計部は、算出された待ち時間が経過したときに、前記再現時刻を前記新表示時刻に更新する

請求項 1 に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項13]

前記受付部は、前記対象の状態を時刻の逆順に 1 回変化させる逆方向コマ送り指示を受け付け、

前記トレースデータ読み出し部は、前記逆方向コマ送り指示が受け付けられた場合、前記発生時刻の逆順に前記トレースデータを 1 つ読み出し、

前記表示部は、前記再現時計部が示す再現時刻が読み出されたトレースデータに含まれる発生時刻になるまで待たずに、読み出されたトレースデータに含まれる新状態値が示す状態に前記対象の状態を変化させ、

前記再現時計部は、前記新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に前記対象の状態が変化するとき、前記再現時刻を前記新表示時刻に更新する

請求項 1 2 に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項14]

前記受付部は、前記対象の状態を時刻順に 1 回変化させる順方向コマ送り指示を受け付け、

前記トレースデータ読み出し部は、前記順方向コマ送り指示が受け付けられた場合、前記発生時刻の時刻順に前記トレースデータを 1 つ読み出し、

前記表示部は、前記再現時計部が示す再現時刻が読み出されたトレースデータに含まれる発生時刻になるまで待たずに、読み出されたトレースデータに含まれる新状態値が示す状態に前記対象の状態を変化させ、

前記再現時計部は、前記新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に前記対象の状態が変化するとき、前記再現時刻を前記新表示時刻に更新する

請求項 1 2 に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項15]

前記トレースデータは、状態が変化する前の状態を示す旧状態値を含み、

前記受付部は、前記対象の動作を時刻の逆順に再現させる逆方向再現指示を受け付け、

前記再現時計部は、前記逆方向再現指示が受け付けられた場合、前記再現時刻を逆順に進め、

前記トレースデータ読み出し部は、前記逆方向再現指示が受け付けられた場合、前記発生時刻の逆順に前記トレースデータを 1 つずつ読み出し、

前記表示間隔算出部は、前記逆方向再現指示が受け付けられた場合、前記新トレースデータに含まれる発生時刻から補正時間さかのぼった時刻である前記新表示時刻から前記旧表示時刻までの間隔を前記表示間隔として算出し、

前記待ち時間算出部は、算出された表示間隔が前記上限周期より長

い場合、前記再現時計部が示す再現時刻と、前記旧表示時刻から前記上限周期さかのぼった時刻との間隔を前記待ち時間として算出し、

前記表示部は、算出された待ち時間が経過したときに、前記新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に前記対象の状態を変化させ、

前記再現時計部は、算出された待ち時間が経過したときに、前記再現時刻を前記新表示時刻に更新する

請求項 1 2 に記載のシミュレーション再現装置。

[請求項16]

シミュレーションされた対象の動作をグラフィック表示で再現するシミュレーション再現方法において、

前記対象の動作をシミュレーションして得られたファイルであり、前記対象の状態の変化が発生した発生時刻と、状態が変化した後の状態を示す新状態値と、を含んだ1つ以上のトレースデータが記録されたファイルであるトレースファイルを記憶し、

前記対象の動作を時刻順に再現させる順方向再現指示と、前記対象の動作を一時停止させる一時停止指示と、前記対象の状態を時刻の逆順に1回変化させる逆方向コマ送り指示と、を受け付け、

前記順方向再現指示が受け付けられた場合、前記トレースファイルから前記発生時刻の時刻順に前記トレースデータを1つずつ読み出し、前記逆方向コマ送り指示が受け付けられた場合、前記トレースファイルから前記発生時刻の逆順に前記トレースデータを1つ読み出し、

今回読み出されたトレースデータである新トレースデータに含まれる発生時刻に対応する新表示時刻と、前回読み出されたトレースデータである旧トレースデータに含まれる発生時刻に対応する旧表示時刻とに基づいて、グラフィック表示を更新するタイミングを求め、

求められたタイミングで、グラフィック表示された対象の状態を前記新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に変化させるシミュレーション再現方法。

[請求項17] 対象の動作をシミュレーションして得られたファイルであり、前記対象の状態の変化が発生した発生時刻と、状態が変化した後の状態を示す新状態値と、を含んだ1つ以上のトレースデータが記録されたファイルであるトレースファイルを用いるシミュレーション再現プログラムであって、

前記対象の動作を時刻順に再現させる順方向再現指示と、前記対象の動作を一時停止させる一時停止指示と、前記対象の状態を時刻の逆順に1回変化させる逆方向コマ送り指示と、を受け付ける受付処理と、

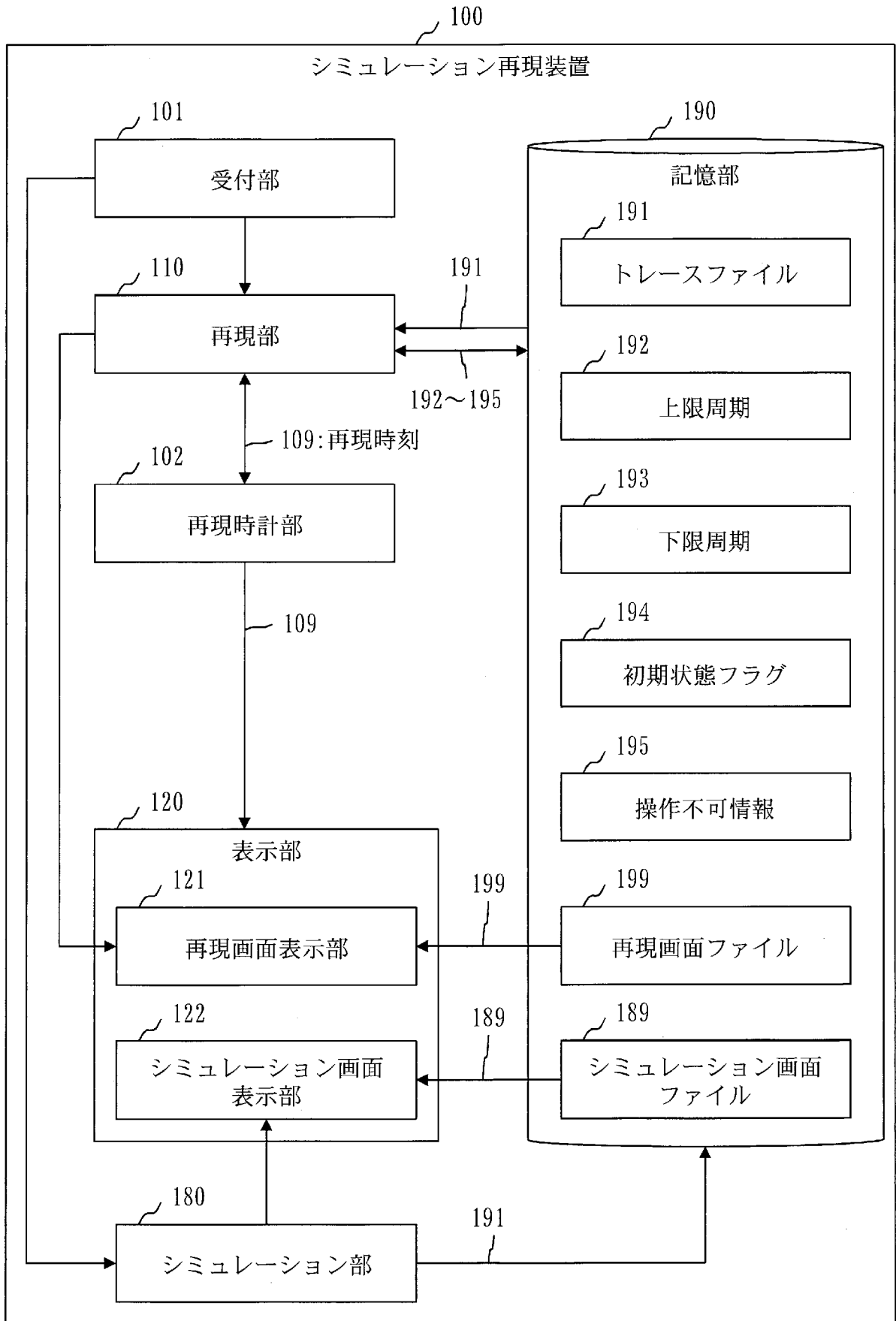
前記順方向再現指示が受け付けられた場合、前記トレースファイルから前記発生時刻の時刻順に前記トレースデータを1つずつ読み出し、前記逆方向コマ送り指示が受け付けられた場合、前記トレースファイルから前記発生時刻の逆順に前記トレースデータを1つ読み出すトレースデータ読み出し処理と、

今回読み出されたトレースデータである新トレースデータに含まれる発生時刻に対応する新表示時刻と、前回読み出されたトレースデータである旧トレースデータに含まれる発生時刻に対応する旧表示時刻とに基づいて、グラフィック表示を更新するタイミングを求めるタイミング制御処理と、

求められたタイミングで、グラフィック表示された対象の状態を前記新トレースデータに含まれる新状態値が示す状態に変化させる表示処理と

をコンピュータに実行させるためのシミュレーション再現プログラム。

[図1]



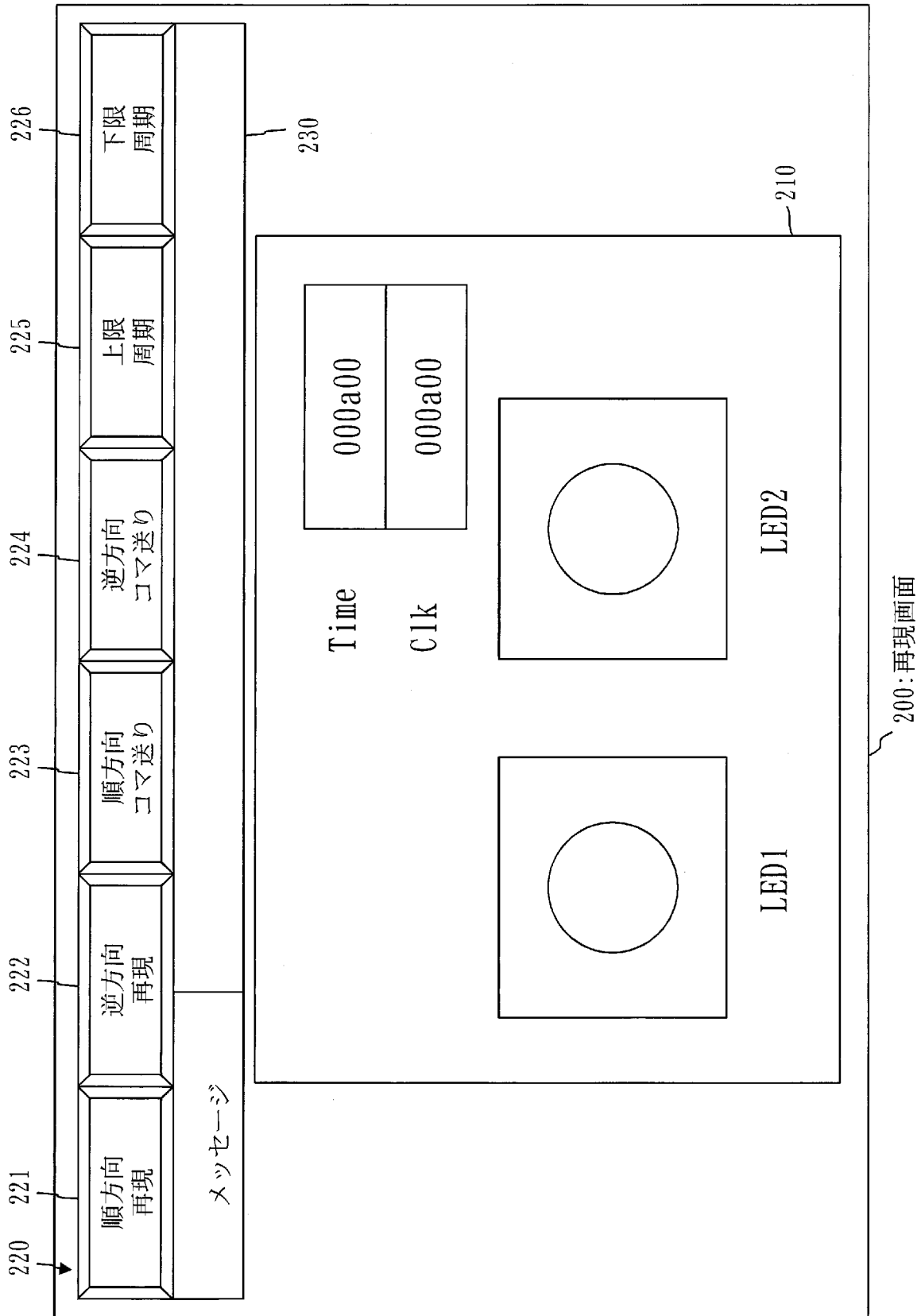
[図2]

191: トレースファイル  
↙

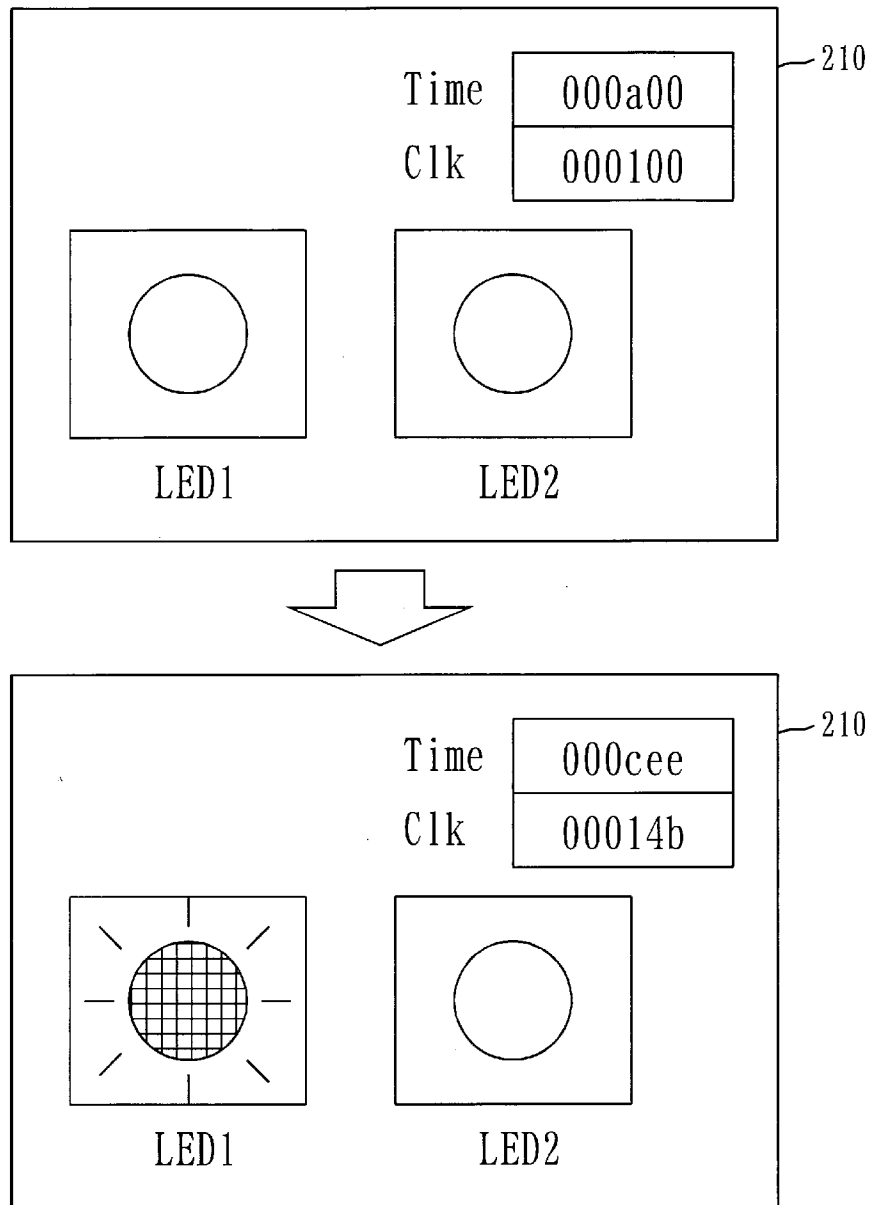
発生時刻	サイクル数	対象識別子	新状態値	旧状態値
00000a00	00000100	P_0_7	1	0
00000ba4	0000012a	IN3	0	1
00000cee	0000014b	LED1	1	0
00000da2	0000015d	DR3	1f	1e

← 191D

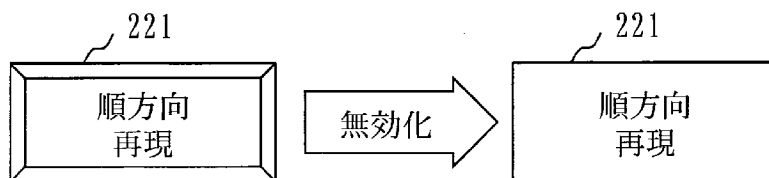
[図3]



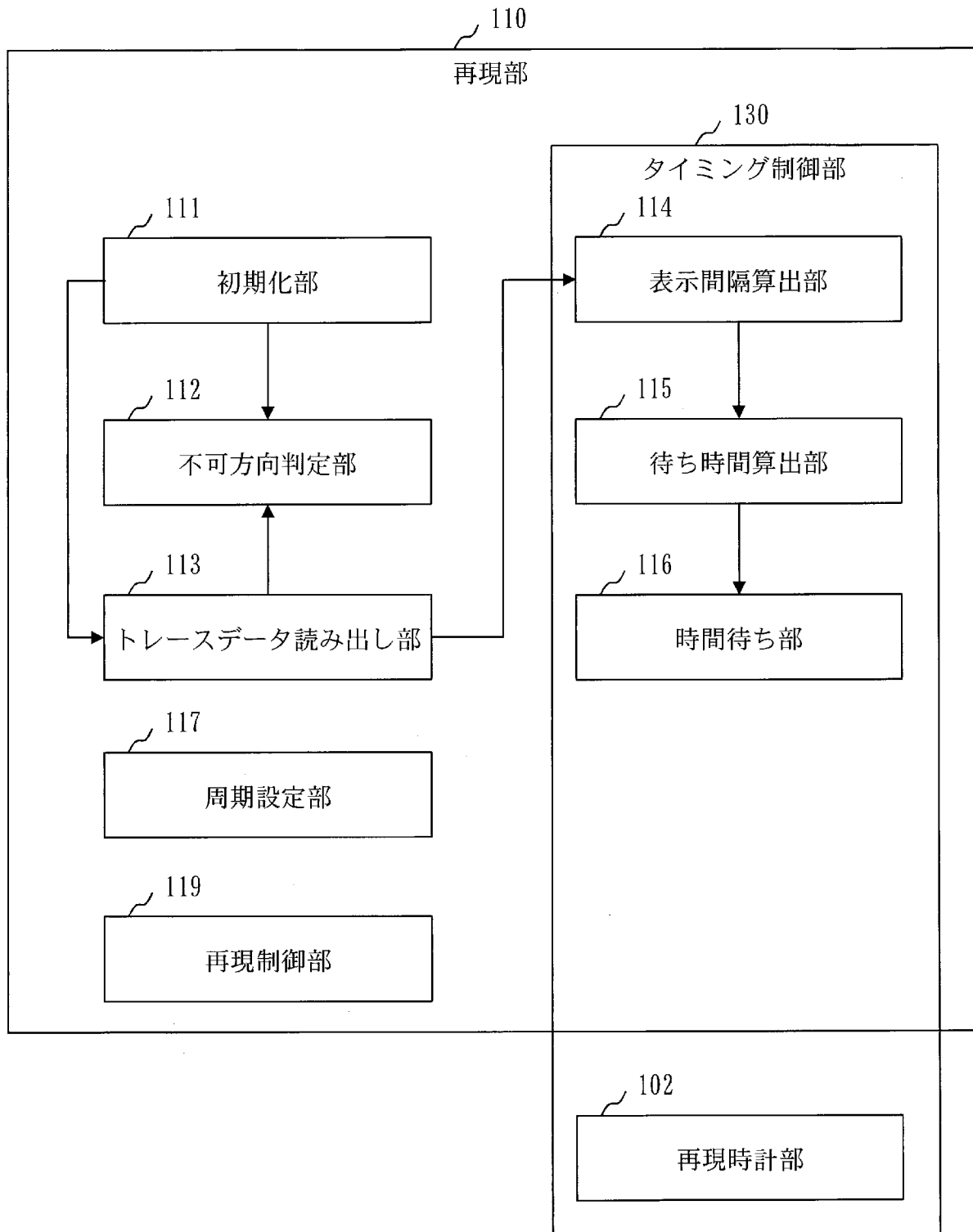
[図4]



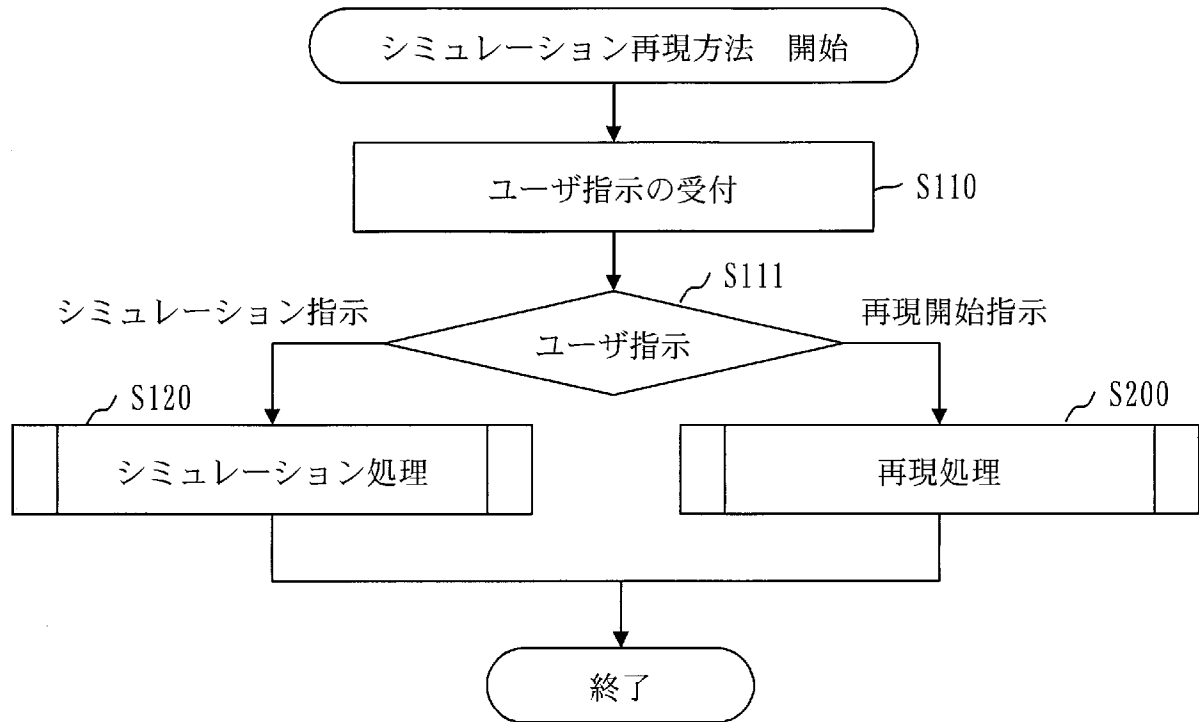
[図5]



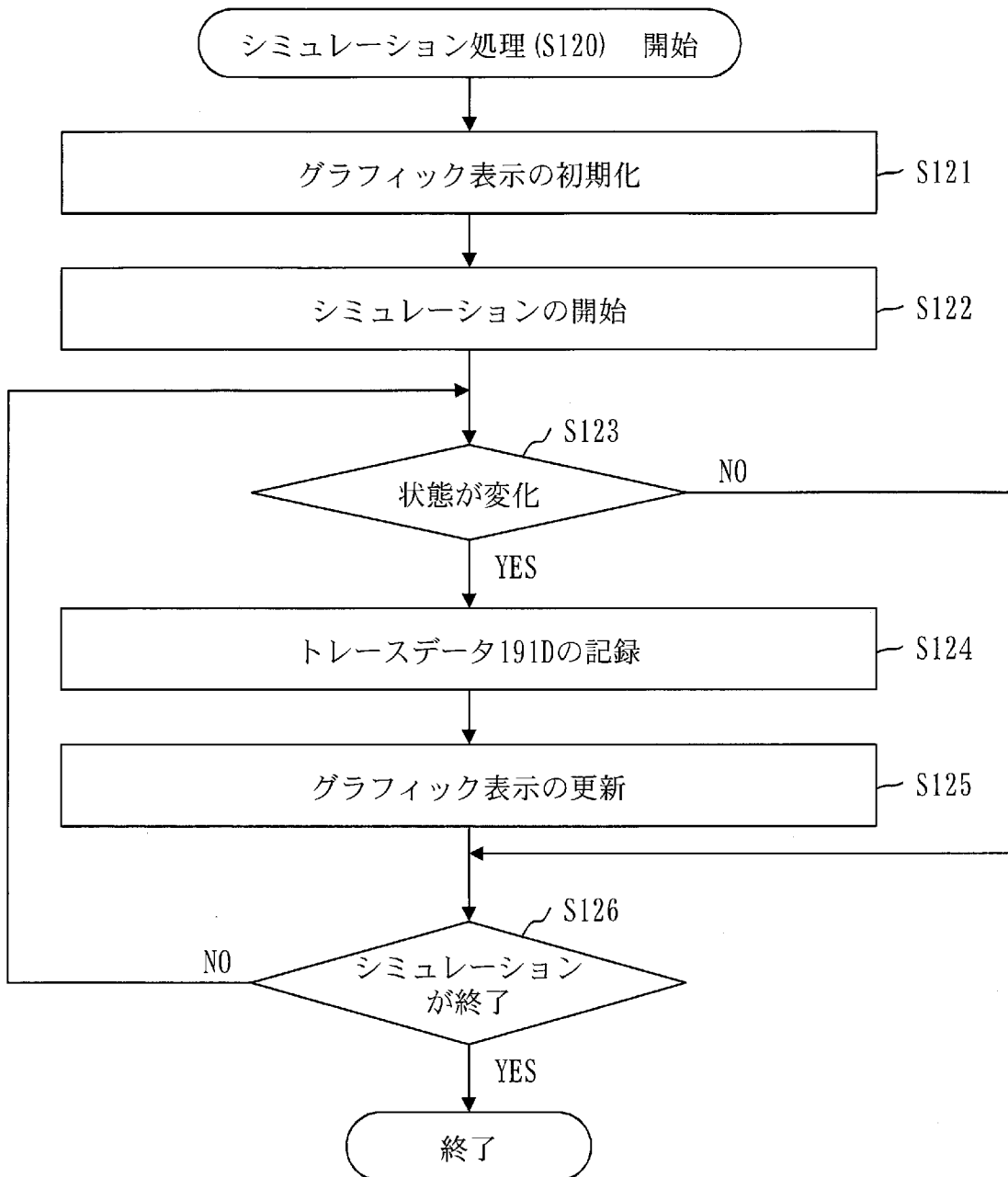
[図6]



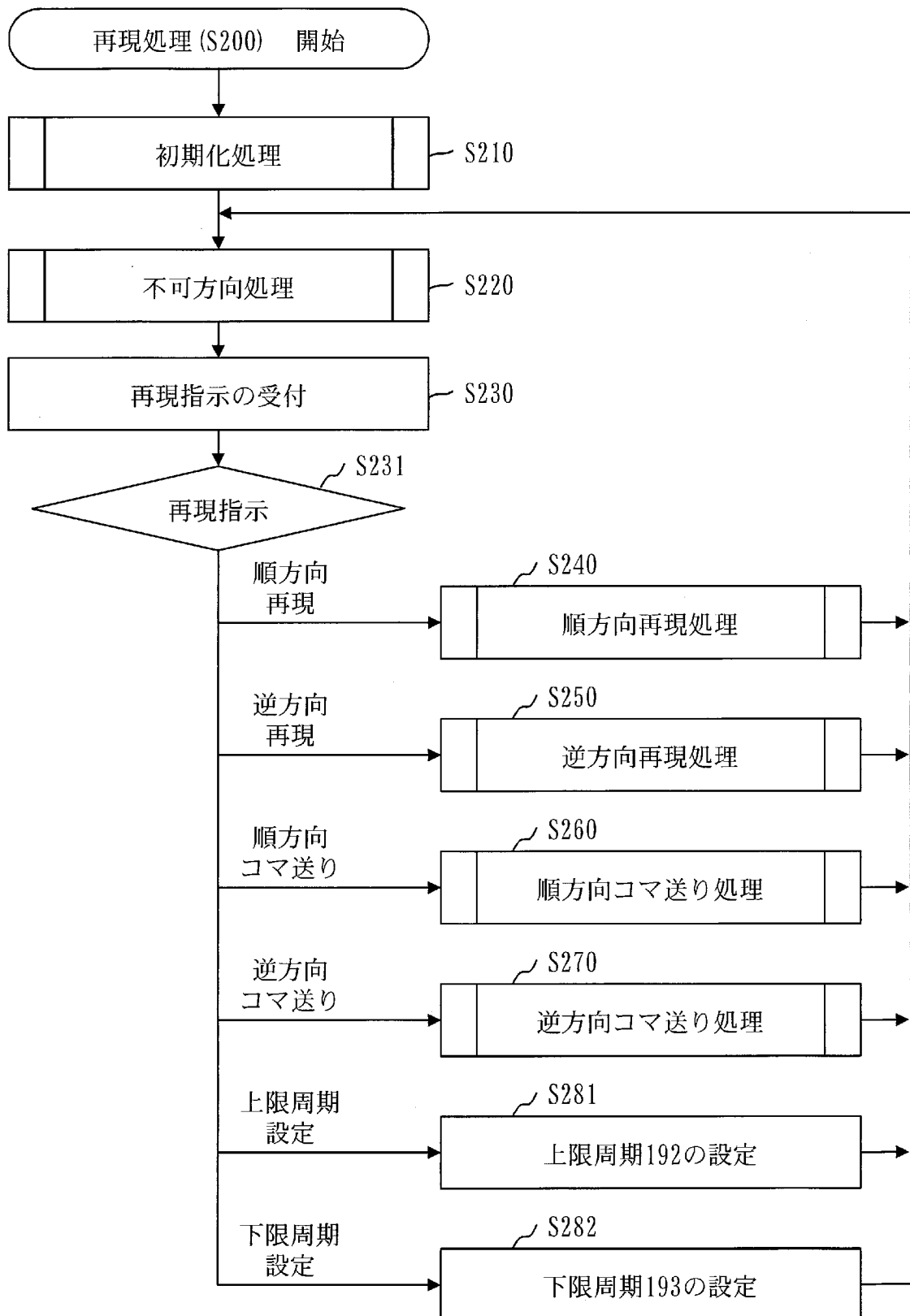
[図7]



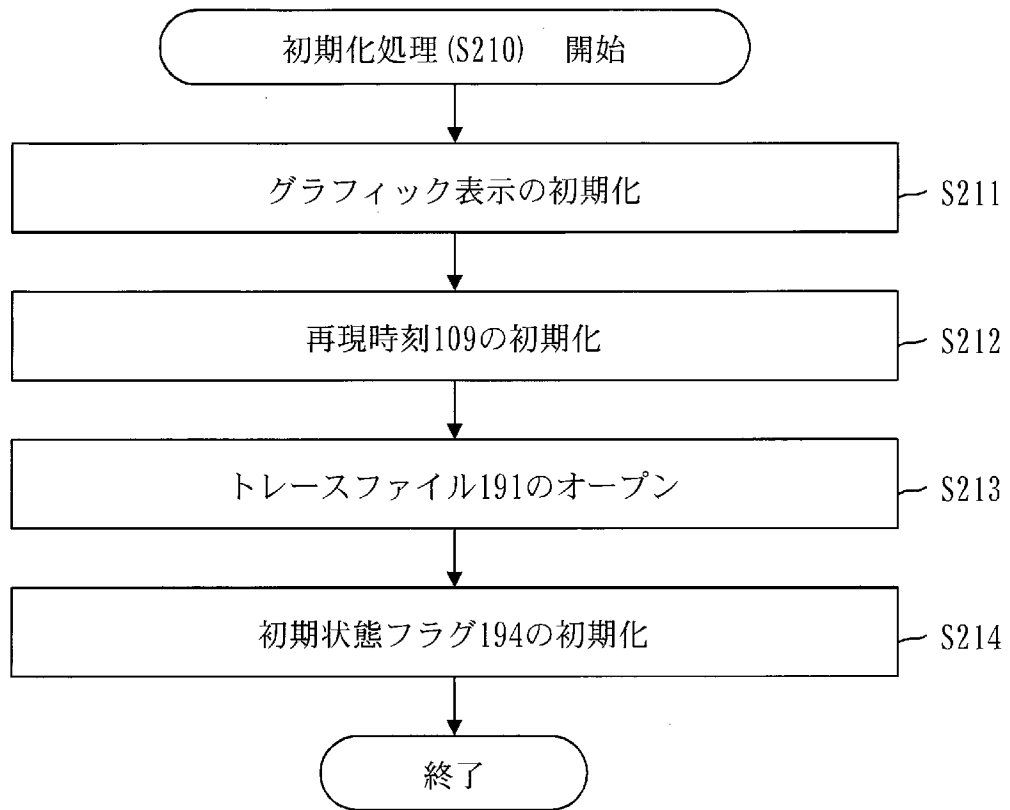
[図8]



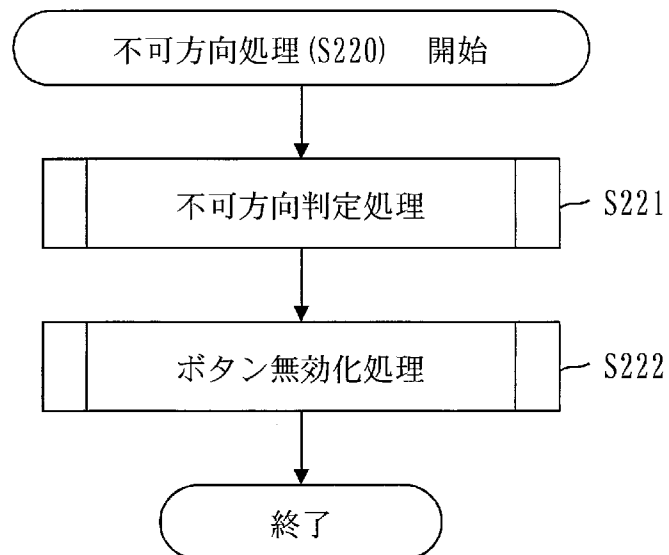
[図9]



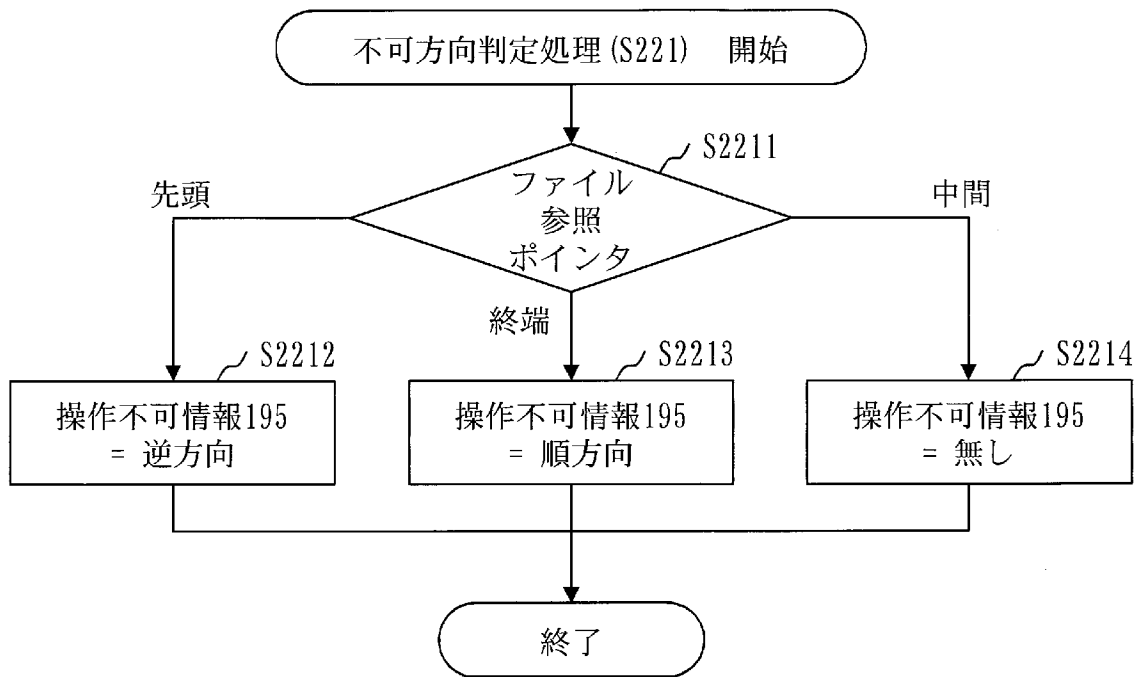
[図10]



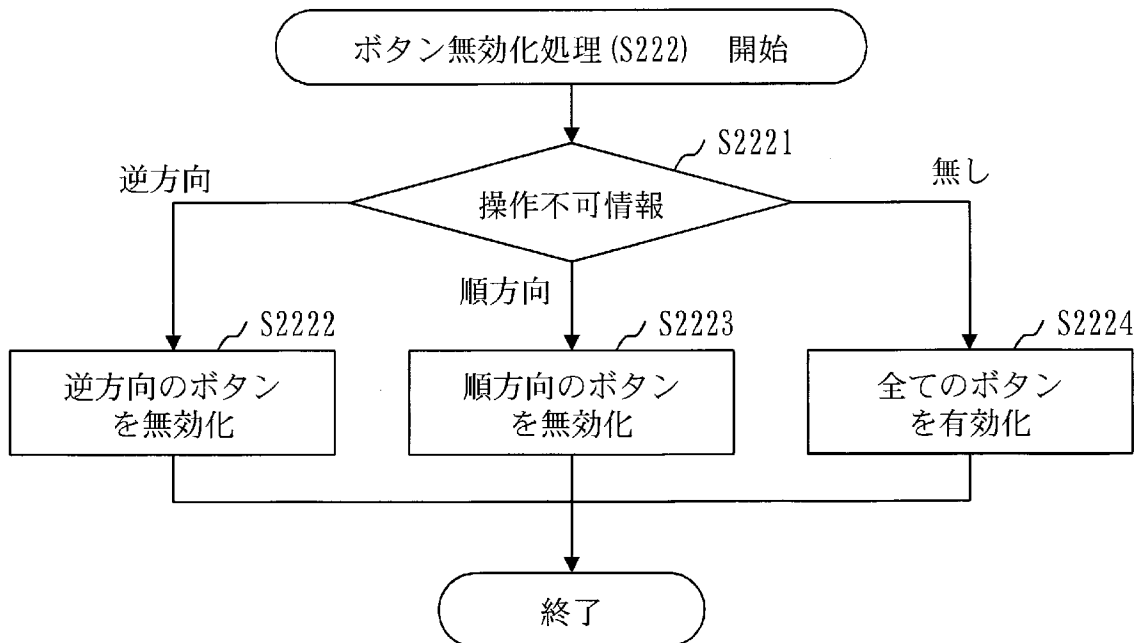
[図11]



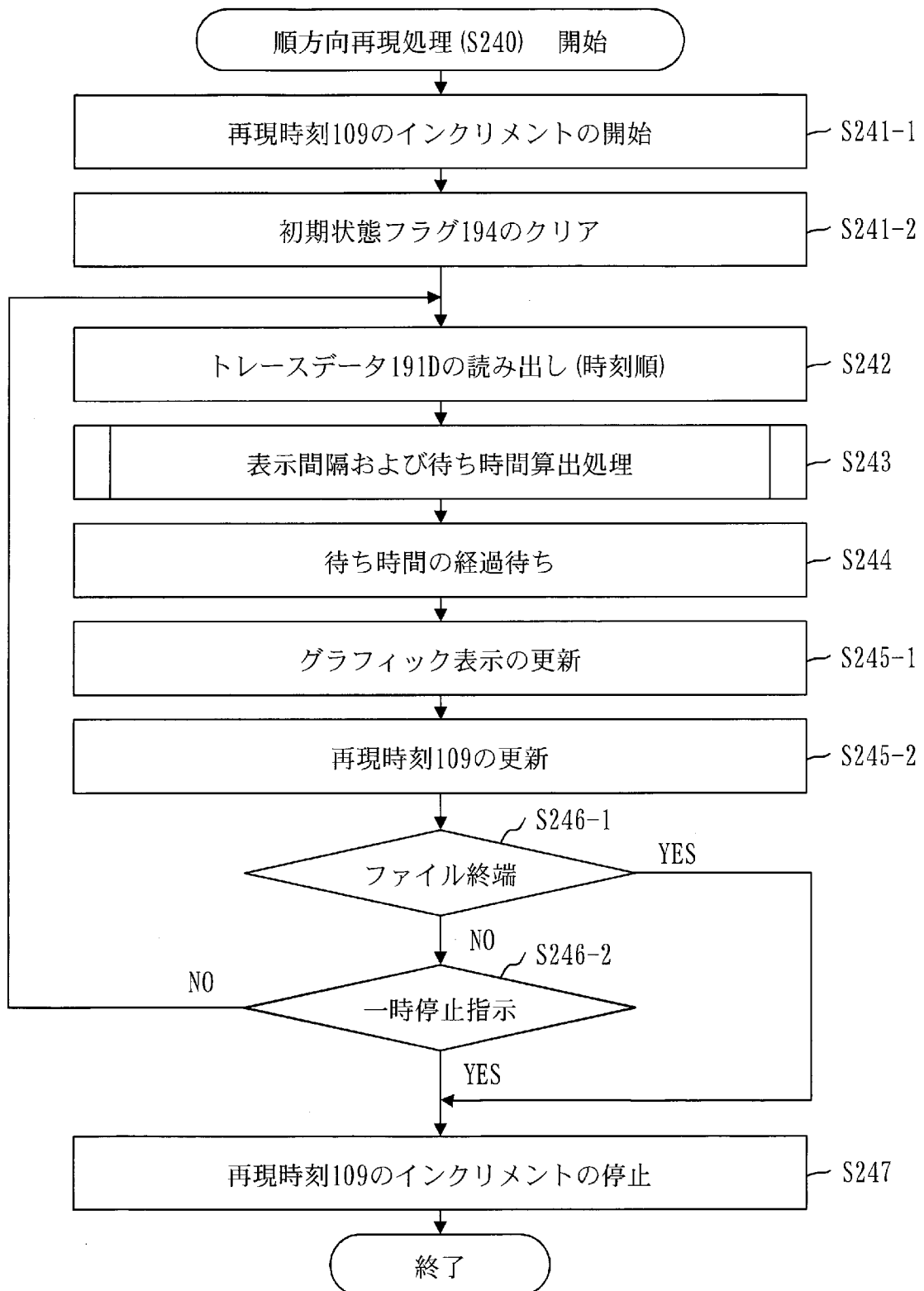
[図12]



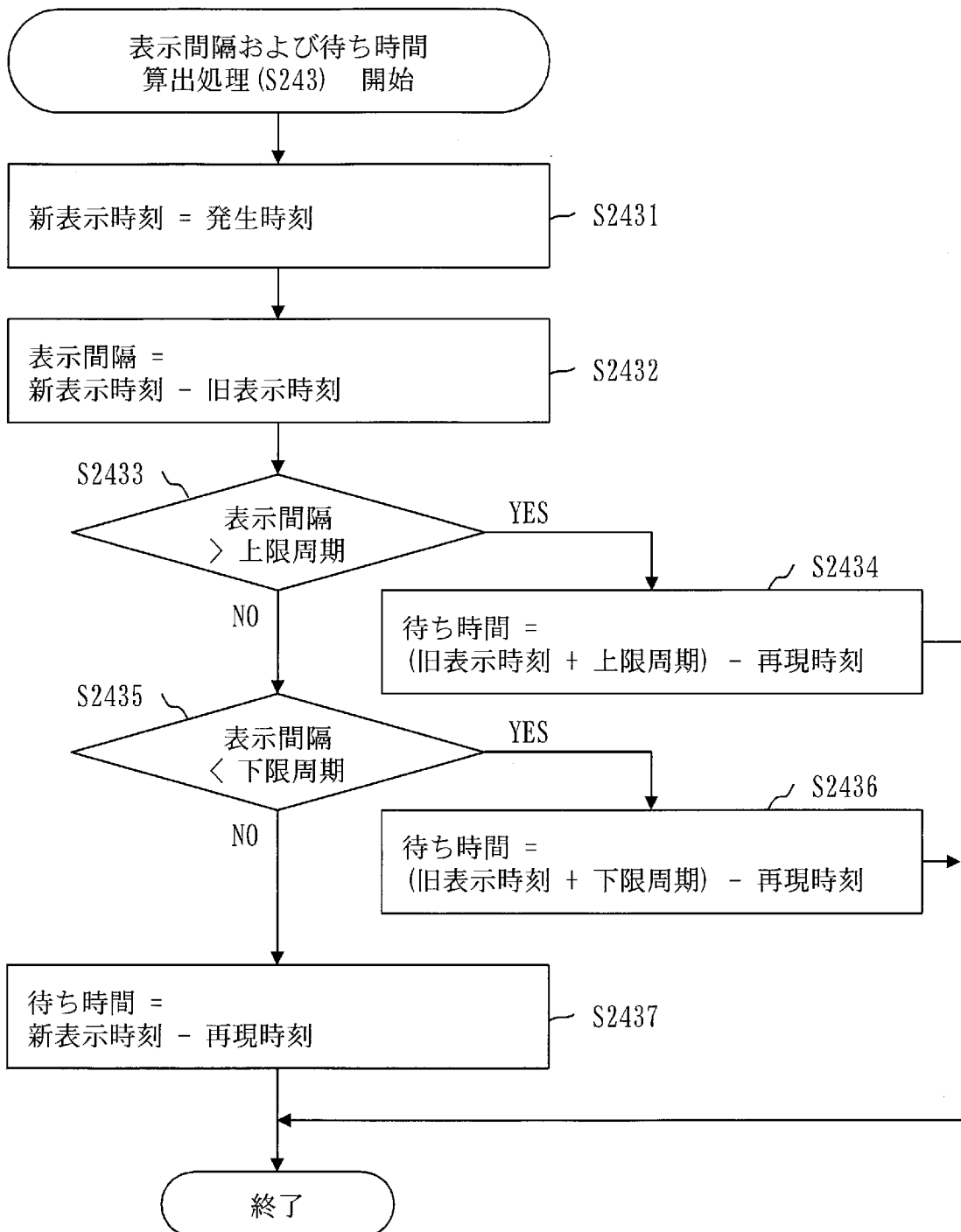
[図13]



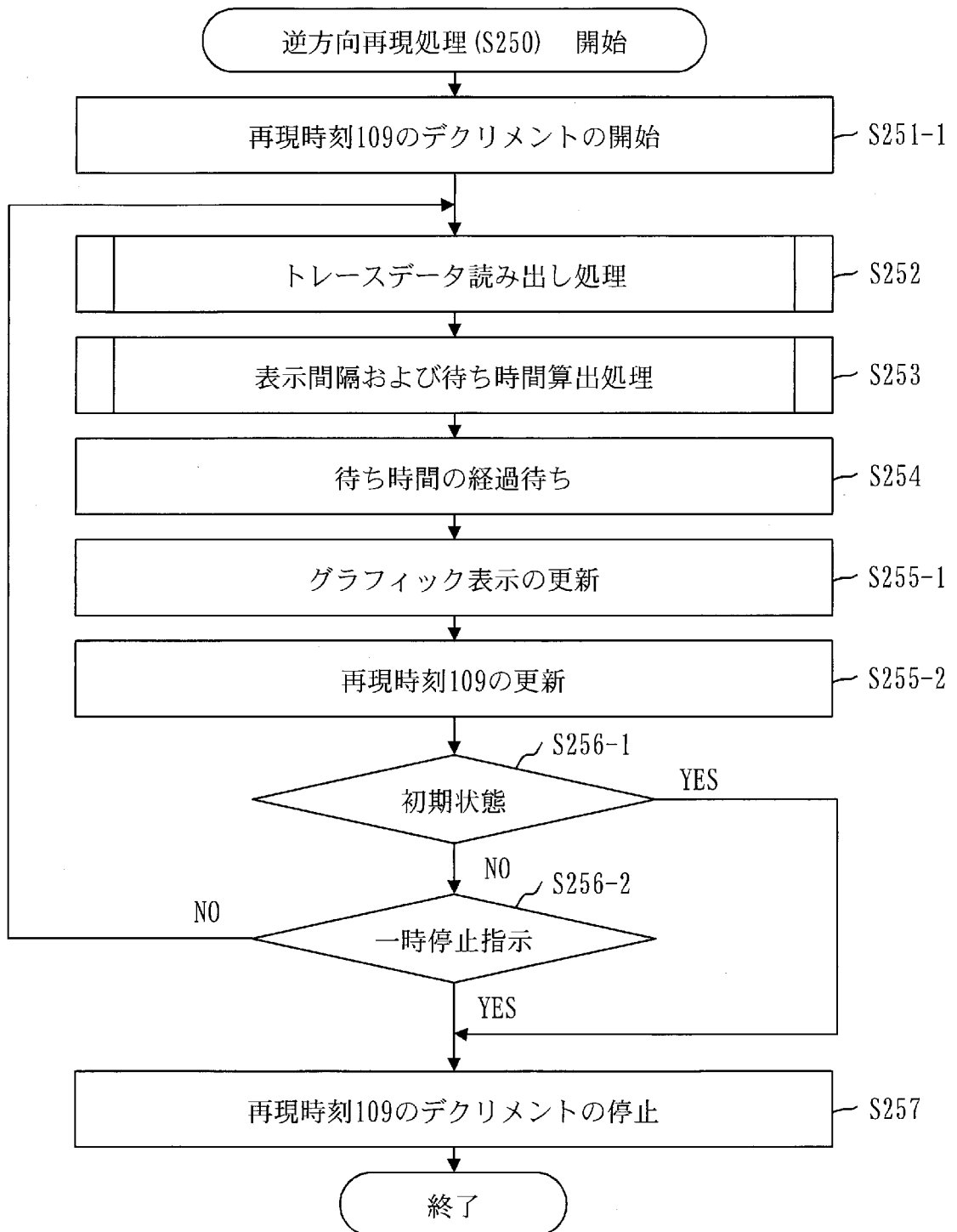
[図14]



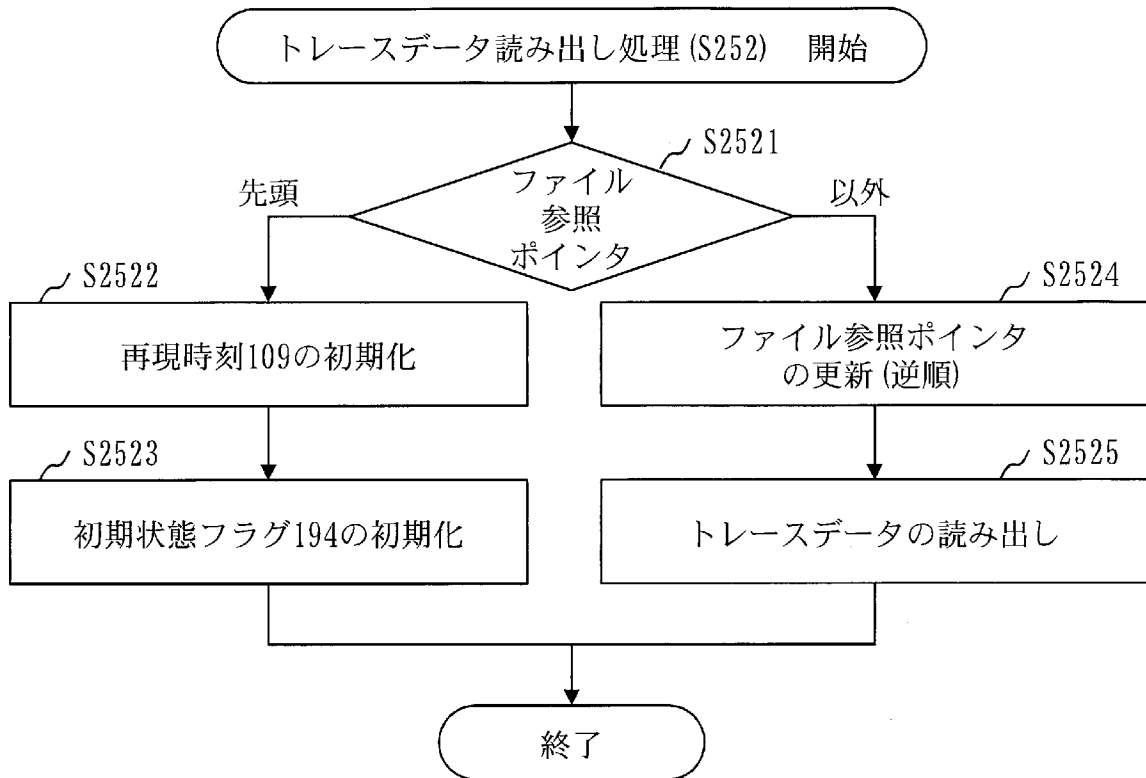
[図15]



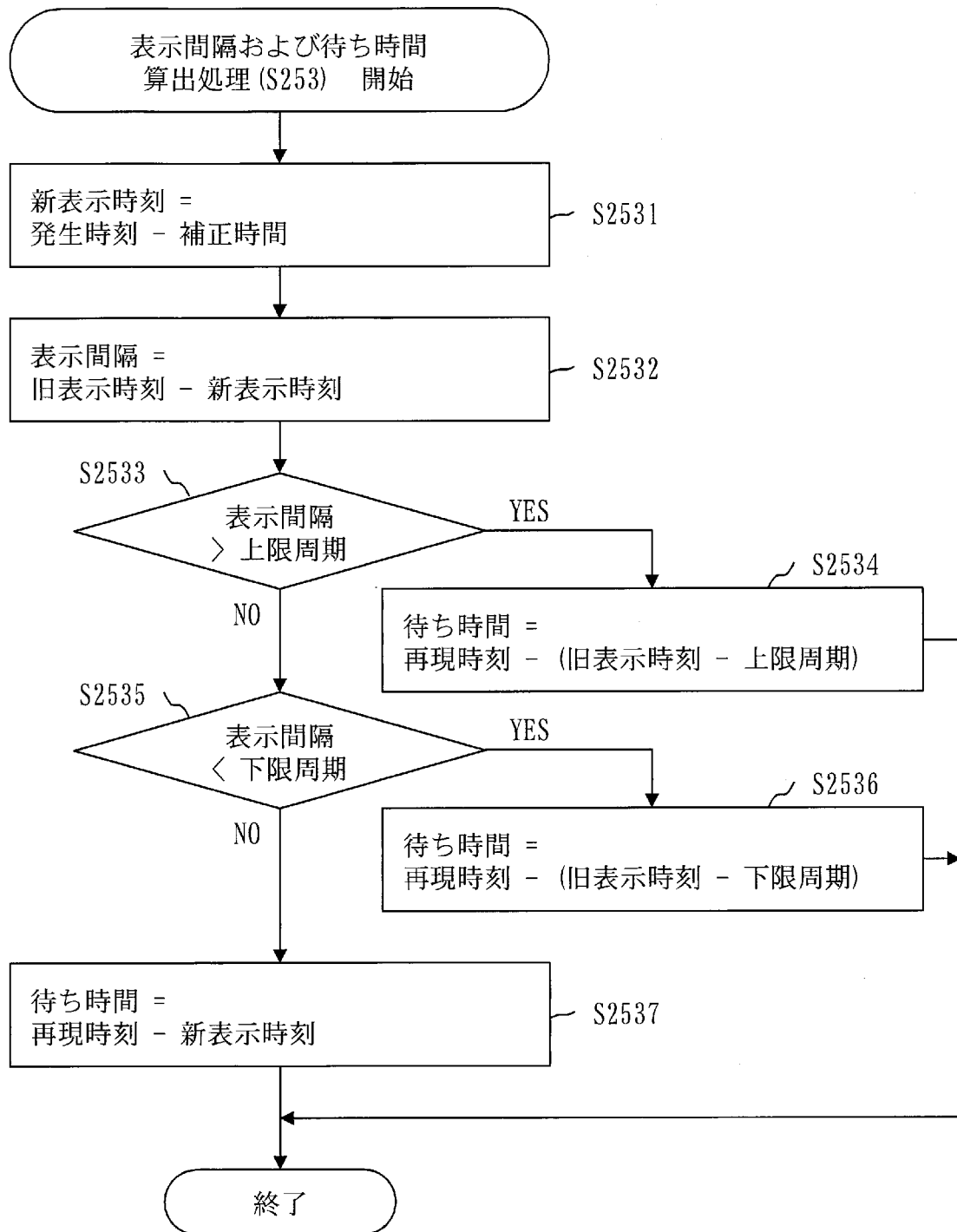
[図16]



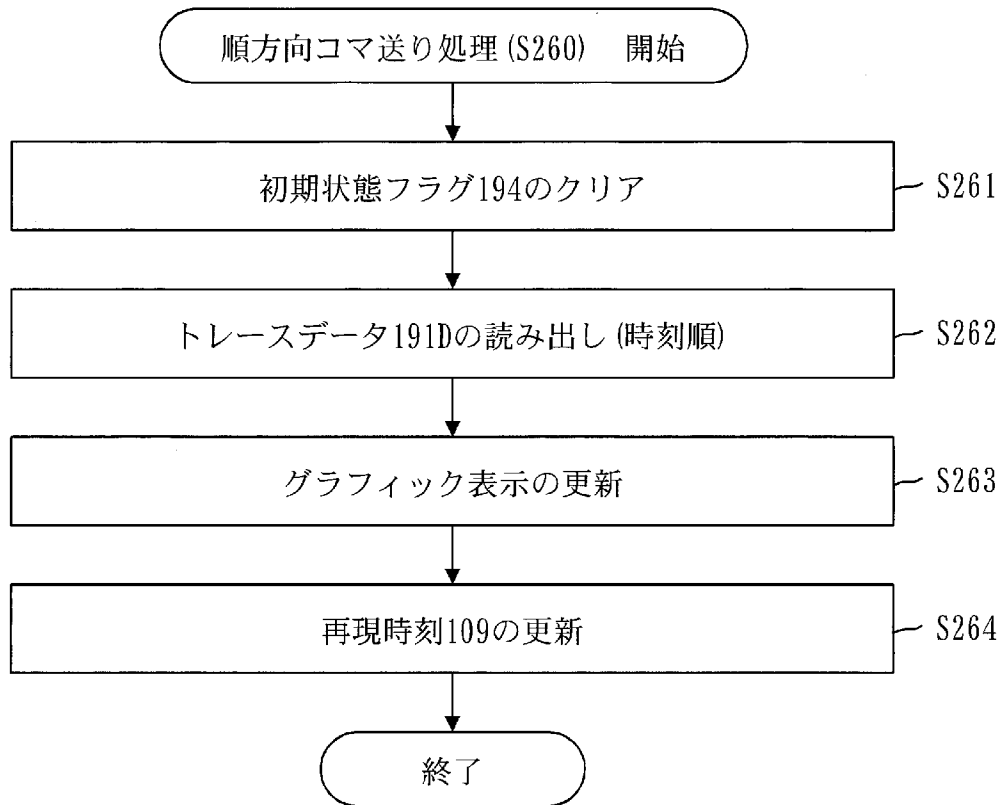
[図17]



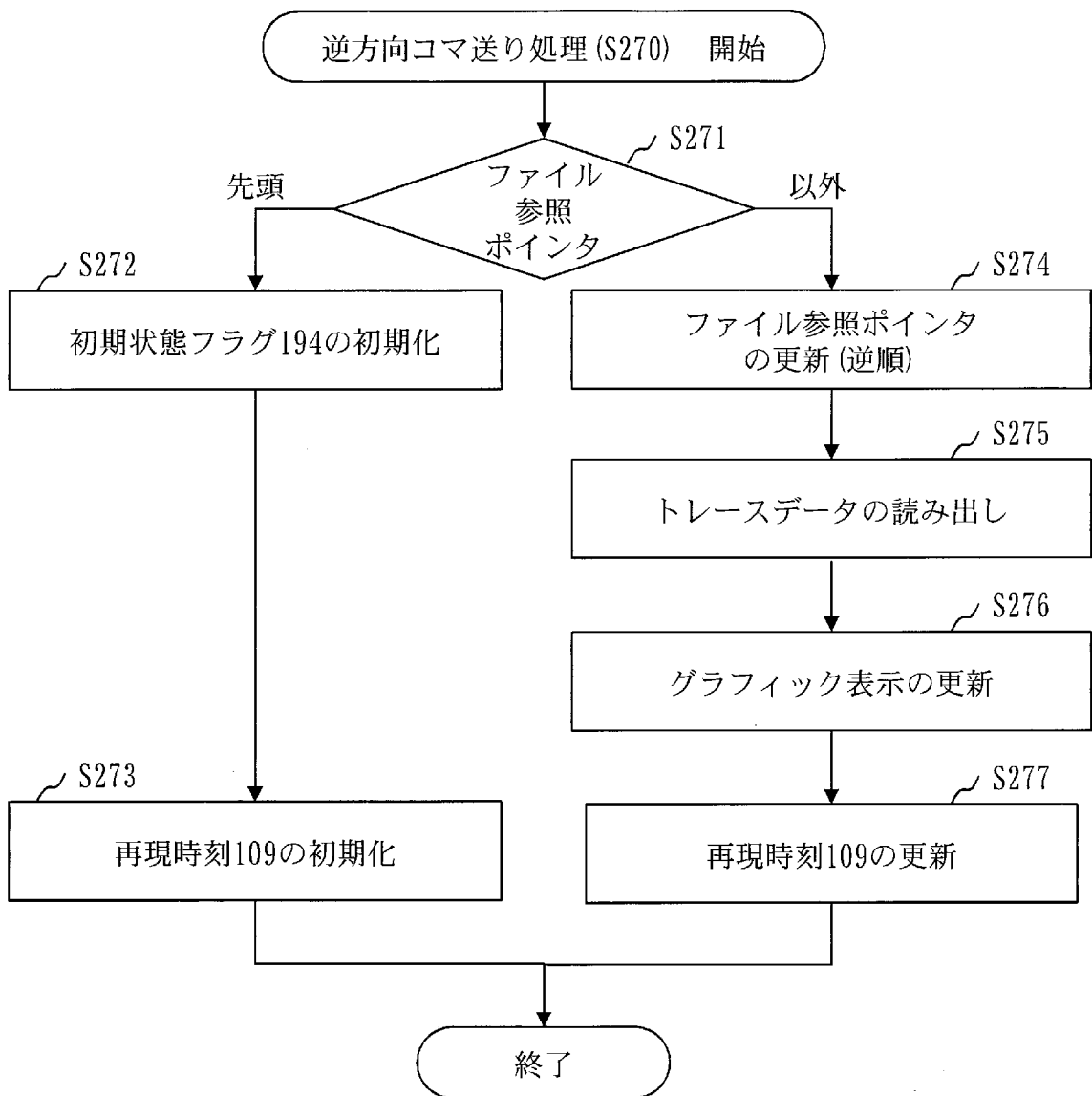
[図18]



[図19]



[図20]



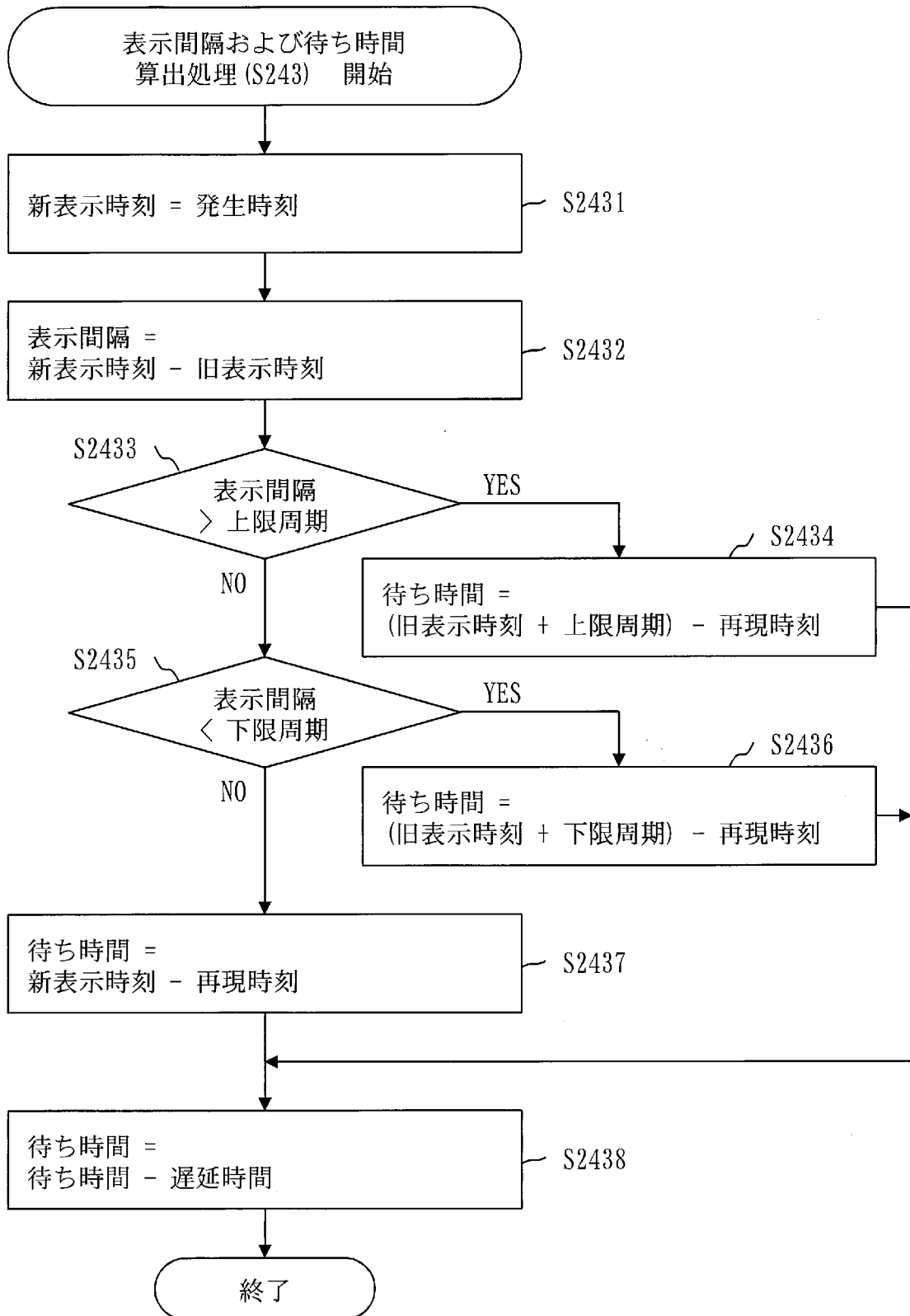
[図21]

191: トレースファイル

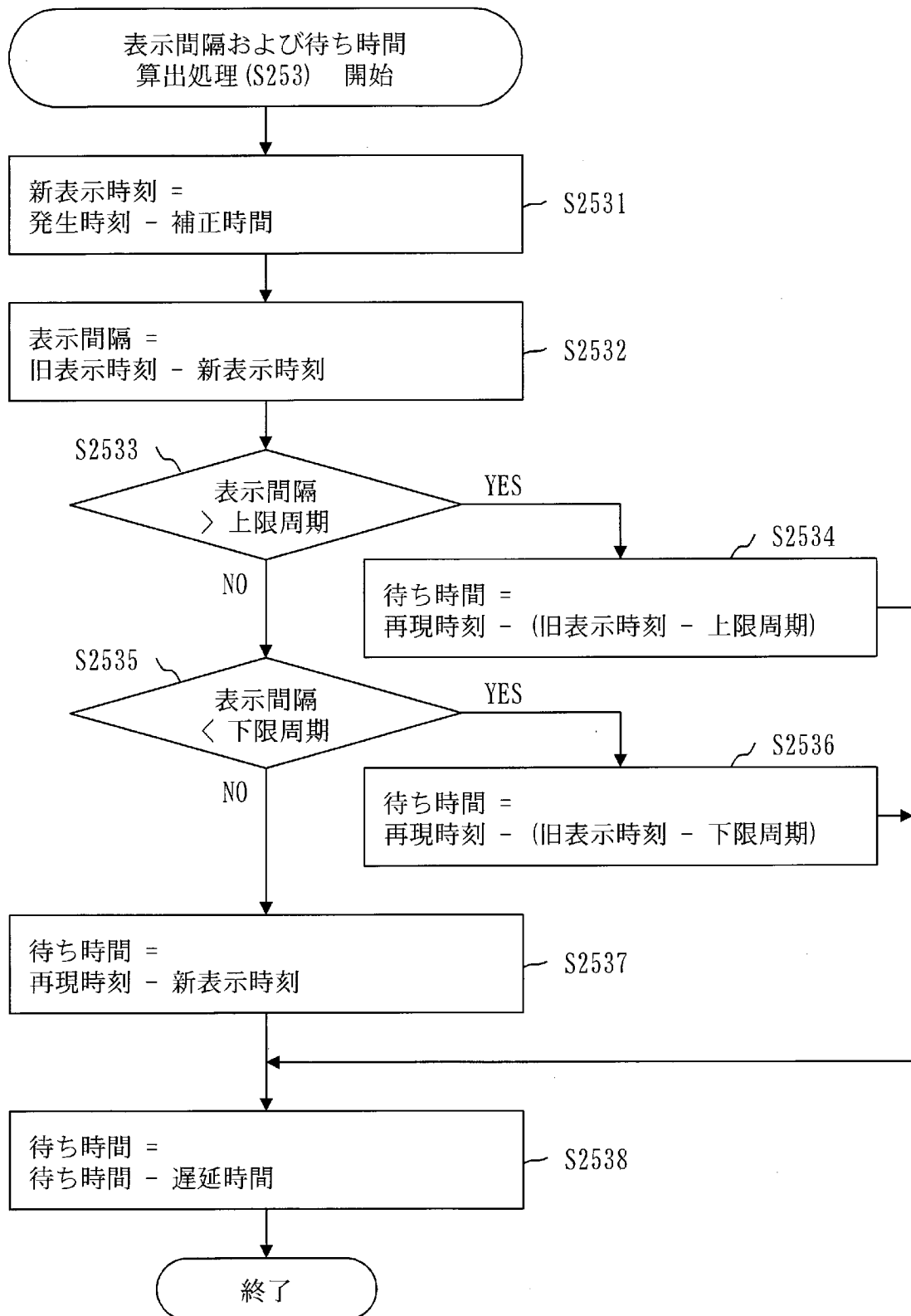
発生時刻	サイクル数	対象識別子	新状態値	旧状態値	遅延時間
00000a00	00000100	P_0_7	1	0	10
00000ba4	0000012a	IN3	0	1	20
00000cee	0000014b	LED1	1	0	15
00000da2	0000015d	DR3	1f	1e	7

191D

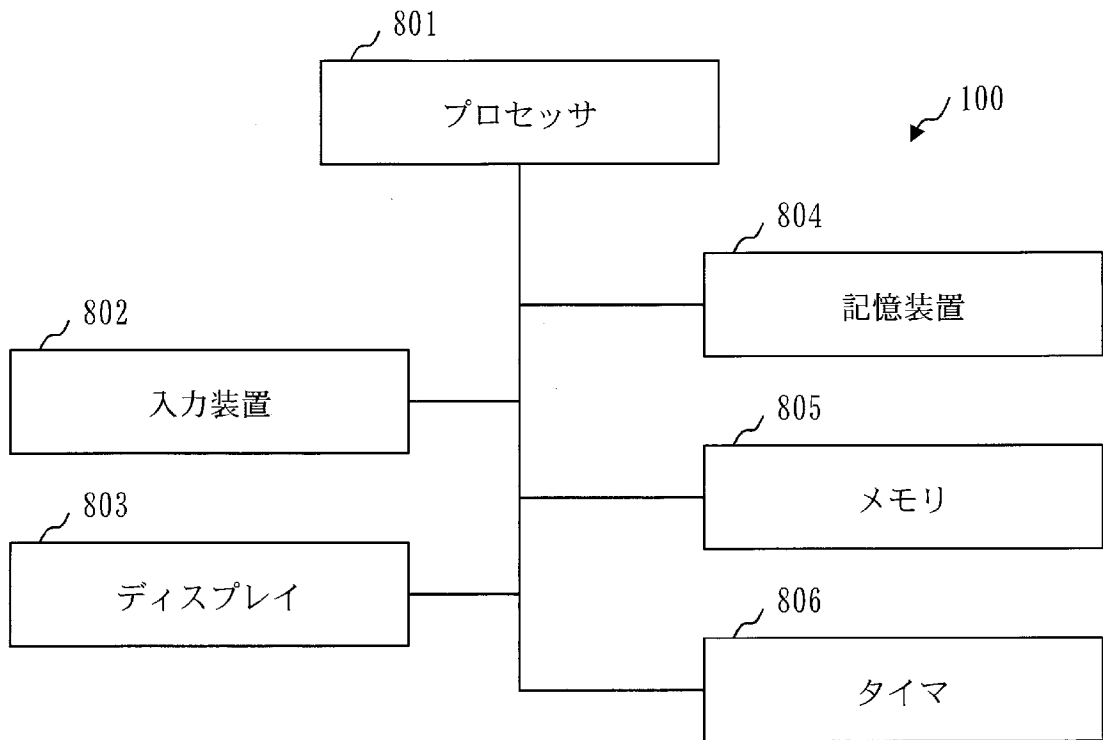
[図22]



[図23]



[図24]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/063470

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G06F11/28(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)  
G06F11/28

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 10-011118 A (Keyence Corp.), 16 January 1998 (16.01.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2007-334812 A (NEC Electronics Corp.), 27 December 2007 (27.12.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2010-009497 A (Digital Electronics Corp.), 14 January 2010 (14.01.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-17

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 22 July 2015 (22.07.15)	Date of mailing of the international search report 04 August 2015 (04.08.15)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06F11/28(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. G06F11/28		
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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 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 請求項の番号
A	JP 10-011118 A (株式会社キーエンス) 1998.01.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2007-334812 A (NECエレクトロニクス株式会社) 2007.12.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2010-009497 A (株式会社デジタル) 2010.01.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-17
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 22.07.2015	国際調査報告の発送日 04.08.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 多胡 滋 電話番号 03-3581-1101 内線 3545	5 B   3562