

(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12月6日(06.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/164671 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 12/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/062412
- (22) 国際出願日: 2011年5月30日(30.05.2011)
- (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(米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6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): 佐藤 琢紀 (SATO, Takanori) [JP/JP]; 〒2448555 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町5030番地 株式会社日立製作所 ソフトウェア事業部内 Kanagawa (JP). 草間 隆人 (KUSAMA, Takato) [JP/JP]; 〒2448555 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町5030番地 株式会社日立製作所 ソフトウェア事業部内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ウィルフォート国際特許事務所 (WILLFORT INTERNATIONAL); 〒1010052

東京都千代田区神田小川町三丁目3番地 神田小川町トーセイビル117階 Tokyo (JP).

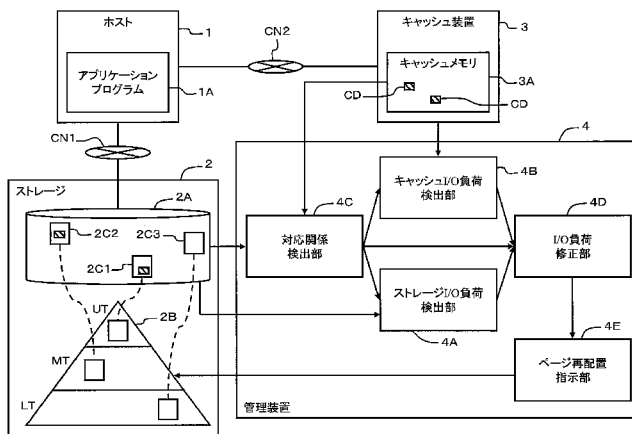
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: COMPUTER SYSTEM MANAGEMENT DEVICE AND MANAGEMENT METHOD

(54) 発明の名称: 計算機システムの管理装置及び管理方法

[図1]



- 1 Host
- 1A Application program
- 2 Storage
- 3 Cache device
- 3A Cache memory
- 4 Management device
- 4A Storage I/O load detector
- 4B Cache I/O load detector
- 4C Correspondence relationship detector
- 4D I/O load correction unit
- 4E Page rearrangement instruction unit

(57) Abstract: In the present invention, when a host computer jointly uses a storage device and a cache device, the actual data usage frequency is measured, and the position of the data in the storage device is controlled. A portion of the data used by an application program (1A) is stored in a storage device (2) and a cache device (3). A management device (4) detects (4A) the I/O load of a page, and furthermore detects (4B) the I/O load of the cache data. The management device (4) determines (4C) the correspondence relationship between the page and the cache data and adds the I/O load of the cache data to the I/O load of the page.

(57) 要約: ホストコンピュータがストレージ装置とキャッシュ装置を併用する場合に、データの実際の利用頻度を計測し、そのデータのストレージ装置内での位置を制御する。アプリケーションプログラム1Aにより使用されるデータの一部は、ストレージ装置2とキャッシュ装置3とに記憶される。管理装置4は、ページのI/O負荷を検出し(4A)、さらに、キャッシュデータのI/O負荷を検出する(4B)。管理装置4は、ページとキャッシュデータの対応関係を判定し(4C)、ページのI/O負荷にキャッシュデータのI/O負荷を加算する。

明 細 書

発明の名称： 計算機システムの管理装置及び管理方法

技術分野

[0001] 本発明は、計算機システムの管理装置及び管理方法に関する。

背景技術

[0002] 階層ストレージ技術では、ストレージ装置の有する複数種類の記憶装置を性能別の階層に区分する。階層ストレージ技術では、論理ボリュームのデータの格納先を、そのデータに対する I/O (Input/Output) 負荷に基づいて、適切な階層に変更させる。階層の変更は、手動または自動で行うことができる。階層ストレージ技術を利用すれば、データに対して、そのデータに必要な性能の記憶装置を、必要な分だけ割り当てることができる。従って、ストレージ装置の利用効率を向上させることができる。

[0003] 特許文献 1 では、1 ファイルに含まれるデータ毎に I/O 負荷を計測し、1 ファイル単位で、データの格納先を変更できる階層ストレージ技術を開示している。

[0004] 特許文献 2 では、ページと呼ばれる仮想的な記憶領域に含まれるデータ毎に I/O 負荷を計測し、1 ページ単位で、データの格納先を変更できる階層ストレージ技術を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特開 2010-257094 号公報

特許文献 2：特開 2010-108341 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 近年では、アプリケーションプログラムの稼働するホストコンピュータが、ストレージ装置とは別に用意されたキャッシュ装置を利用する場合がある。例えば、ユーザ端末への高い応答速度が重要視されるアプリケーションプ

ログラムの場合、I/O性能の高いキャッシュ装置を設けることがある。そのアプリケーションプログラムの稼働するホストコンピュータは、頻繁に使用するデータをストレージ装置及びキャッシュ装置の両方に保存する。ホストコンピュータ上のアプリケーションプログラムは、そのデータをキャッシュ装置から読み出すことで、そのデータをストレージ装置から読み出すよりも、読出し時間を短縮することができる。

[0007] キャッシュ装置を有する計算機システムにおいて、階層ストレージ技術を適用すると、以下に述べるような課題が発生する。

[0008] 或るページに含まれるデータがキャッシュ装置にも保存された場合、ホストコンピュータのアプリケーションプログラムは、そのデータをキャッシュ装置から読み出す。従って、キャッシュされたデータを含むページに対するI/O負荷は、ストレージ装置から読み出されるデータを含むページに比べて、低く計測される可能性が高い。ストレージ装置は、キャッシュ装置からデータが読み出されていることを知らないためである。

[0009] キャッシュ装置へ保存されたデータを含むページは、そのI/O負荷が低いとストレージ装置で評価されるため、本来配置されるべき階層よりも性能の低い階層に配置される可能性が高くなる。読出しの頻度が高いという理由から、キャッシュ装置にデータが保存されるにもかかわらず、ストレージ装置内では、そのデータを含むページを低性能の階層に配置させる。

[0010] 一方、キャッシュ装置は、キャッシュ容量が枯渇した場合に、保存されているデータの一部を消去させる。これをキャッシュアウト処理と呼ぶ。キャッシュアウト処理を実行することで、空いているキャッシュ容量を増やすことができる。

[0011] キャッシュ装置に保存されているデータを含むページが下位階層に割り当てられている状況において、そのデータについてのキャッシュアウトが実行された場合を検討する。この場合、ホストコンピュータ上のアプリケーションプログラムは、そのデータをストレージ装置から読み出す必要がある。しかし、そのデータは、ストレージ装置内の下位階層に割り当てられているた

め、データの読出しに時間がかかる。そのデータが上位階層に再配置されるまで、または、そのデータが再びキャッシュ装置に保存されるまで、そのデータの読出し性能が低下する。従って、アプリケーションプログラムを利用するユーザ端末への応答性能が低下し、顧客満足度が低下する。

[0012] さらに、ホストコンピュータ上のアプリケーションプログラムが、キャッシュアウトされたデータを更新しようとする場合、下位階層に割り当てられたページに対する書き込み処理を行う必要がある。従って、そのデータの書き込み性能も低下する。

[0013] 本発明は、上記の課題に鑑みてなされたもので、その目的は、ホストコンピュータがストレージ装置とキャッシュ装置の両方を使用している場合において、データの使用状況をできるだけ正確に計測することのできる、計算機システムの管理装置及び管理方法を提供することにある。本発明の他の目的は、論理ボリューム内の記憶領域に記憶されたデータとキャッシュ装置に記憶されたデータとをできるだけ正確に対応付け、データの使用状況に基づいて、そのデータの格納先を制御できるようにした計算機システムの管理装置及び管理方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の一つの観点に係る計算機システムを管理する管理装置は、ホストコンピュータに論理ボリュームを提供するストレージ装置と、ホストコンピュータにより使用されるキャッシュ装置とを含む計算機システムを管理する管理装置であって、キャッシュ装置には、論理ボリューム内の所定サイズの記憶領域に記憶されるデータの一部がキャッシュデータとして記憶されており、管理装置は、マイクロプロセッサと、マイクロプロセッサにより使用される所定のコンピュータプログラムを記憶する記憶装置と、ホストコンピュータ及びストレージ装置と通信するための通信インターフェース回路とを備え、マイクロプロセッサは、所定のコンピュータプログラムを実行することで、ホストコンピュータによる、論理ボリューム内の記憶領域のデータへの第1アクセス要求を検出し、ホストコンピュータによる、キャッシュ装置内

のキャッシュデータへの第2アクセス要求を検出し、論理ボリューム内の記憶領域のデータとキャッシュ装置のキャッシュデータとの対応関係を検出し、第1アクセス要求と第2アクセス要求とに基づいて、記憶領域のデータへの合計アクセス要求を算出する。

[0015] マイクロプロセッサは、合計アクセス要求に基づいて、ストレージ装置に所定の指示を送信してもよい。

[0016] 所定の指示は、合計アクセス要求に基づいて記憶領域のデータを再配置させるための指示であり、ストレージ装置は、所定の指示に従って、記憶領域のデータを所定階層の物理的記憶領域に配置させてもよい。

[0017] 第1アクセス要求には、記憶領域のデータについての読出し要求及び書き込み要求の両方が含まれており、第2アクセス要求には、キャッシュデータについての読出し要求が含まれており、合計アクセス要求には、記憶領域のデータについての読出し要求と記憶領域に対応するキャッシュデータについての読出し要求とを合計した合計読出し要求と、記憶領域に記憶されたデータについての書き込み要求とが含まれていてもよい。

[0018] 所定サイズと、キャッシュデータのサイズとは異なっており、マイクロプロセッサは、ホストコンピュータがキャッシュ装置内のキャッシュデータを更新する第1タイミングと、ホストコンピュータが論理ボリューム内の記憶領域のデータを更新する第2タイミングとに基づいて、記憶領域のデータとキャッシュデータとの対応関係を検出してもよい。

[0019] マイクロプロセッサは、第2タイミングが、前回の第1タイミングから最新の第1タイミングまでの所定時間内に存在する場合に、第2タイミングで更新される記憶領域のデータと最新の第1タイミングで更新されるキャッシュデータとが対応関係にあると判定してもよい。

[0020] ホストコンピュータによるキャッシュデータの更新履歴を管理するキャッシュ更新履歴管理情報と、ホストコンピュータによる記憶領域の更新履歴を管理する記憶領域更新履歴管理情報とが記憶装置に格納されており、マイクロプロセッサは、キャッシュ更新履歴管理情報と記憶領域更新履歴管理情報

とに基づいて、最新の第1タイミングでキャッシュデータを更新するホストコンピュータと第2タイミングで記憶領域内のデータを更新するホストコンピュータとが同一であることを確認した場合に、第2タイミングで更新される記憶領域内のデータと最新の第1タイミングで更新されるキャッシュデータとが対応関係にあると判定してもよい。

[0021] 論理ボリューム内の記憶領域のデータとキャッシュ装置のキャッシュデータとの対応関係を管理する対応関係管理情報が記憶装置に記憶されており、対応関係管理情報には、各対応関係毎にその信頼性を示す情報が含まれており、マイクロプロセッサは、記憶領域のデータとキャッシュデータとの対応関係が複数存在する場合、信頼性を示す情報に基づいて、いずれか一つの対応関係を選択してもよい。

[0022] 本発明は、計算機システムを管理するためのコンピュータプログラム、または、計算機システムとして、捉えることもできる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、実施形態の概要を示す説明図である。

[図2]図2は、計算機システムの全体構成を示す。

[図3]図3は、管理サーバの構成を示す。

[図4]図4は、ストレージ装置の構成を示す。

[図5]図5は、キャッシュ装置の構成を示す。

[図6]図6は、管理サーバが使用するリポジトリとテーブルの構成を示す。

[図7]図7は、キャッシュ読み出しログテーブルを示す。

[図8]図8は、キャッシュ書き込みログテーブルを示す。

[図9]図9は、ページ読み出しログテーブルを示す。

[図10]図10は、ページ書き込みログテーブルを示す。

[図11]図11は、ホストコンピュータと論理ボリュームとの対応関係を示すホスト-論理ボリュームマッピングテーブルの構成である。

[図12]キャッシュデータとページとの対応関係を示すキャッシュ-ページマッピングテーブルの構成である。

[図13]図13は、ページ実効負荷ログテーブルを示す。

[図14]図14は、装置ログを取得する処理を示すフローチャートである。

[図15]図15は、キャッシュとページとのマッピング処理を示すフローチャートである。

[図16]図16は、キャッシュページマッピング処理のうち、キャッシュページマップを検索する処理の詳細を示すフローチャートである。

[図17]図17は、キャッシュページマッピング処理のうち、キャッシュページマップを作成または追加する処理の詳細を示すフローチャートである。

[図18]図18は、キャッシュデータの更新タイミングとページの更新タイミングの関係を示す模式図であり、(a)はページを更新した後でキャッシュデータを更新する場合を示し、(b)はキャッシュデータを更新した後でページを更新する場合を示す。

[図19]図19は、キャッシュページマッピング処理のうち、前回のキャッシュ書き込み時刻を取得する処理の詳細を示すフローチャートである。

[図20]図20は、キャッシュページマッピング処理のうち、論理ボリュームIDを取得する処理の詳細を示すフローチャートである。

[図21]図21は、ページ実効負荷を算出する処理のフローチャートである。

[図22]図22は、ページ実効負荷算出処理のうち、ページ書き込み回数を加算する処理の詳細を示すフローチャートである。

[図23]図23は、ページ実効負荷算出処理のうち、ページ読み出し回数を加算する処理の詳細を示すフローチャートである。

[図24]図24は、ページ実効負荷算出処理のうち、キャッシュ読み出し回数を加算する処理の詳細を示すフローチャートである。

[図25]図25は、ページを再配置させるための指示を発行する処理のフローチャートである。

[図26]図26は、キャッシュ装置の設定画面を示す。

[図27]図27は、ホストコンピュータと論理ボリュームとをマッピングする

ための設定画面を示す。

[図28]図28は、第2実施例に係り、マッピング情報リポジトリの構成を示す説明図である。

[図29]図29は、キャッシュページマッピング統計テーブルを示す。

[図30]図30は、キャッシュページマッピング処理のフローチャートである。

[図31]図31は、キャッシュページマッピング処理のうち、キャッシュページマップを作成または追加する処理のフローチャートである。

[図32]図32は、キャッシュページマッピング処理のうち、統計によるページキャッシュマッピング処理のフローチャートを示す。

[図33]第3実施例に係り、キャッシュページマッピング処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。ただし、本実施形態は本発明を実現するための一例に過ぎず、本発明の技術的範囲を限定するものではないことに注意すべきである。

[0025] 本明細書では、実施形態において使用される情報を、「aaaテーブル」という表現で説明しているが、これに限らず、例えば、「aaaリスト」、「aaaデータベース」、「aaaキュー」等の他の表現を用いてもよい。本実施形態で用いられる情報が、データ構造に依存しないことを示すために、「aaa情報」と呼ぶこともある。

[0026] 本実施形態で使用される情報の内容を説明する際に、「識別情報」、「識別子」、「名」、「名前」、「ID」という表現を用いることがあるが、これらは互いに置換が可能である。

[0027] さらに、本実施形態の処理動作の説明では、「コンピュータプログラム」または「モジュール」を動作主体（主語）として説明することがある。プログラムまたはモジュールは、マイクロプロセッサによって実行される。プログラムまたはモジュールは、定められた処理を、メモリ及び通信ポート（通

信制御装置)を用いながら実行する。従って、プロセッサを動作主体(主語)として読み替えても良い。さらに、管理サーバ等の計算機等が行う処理として読み替えてもよい。なお、コンピュータプログラムの一部または全ては、専用ハードウェアによって実現されてもよい。コンピュータプログラムは、プログラム配布サーバまたは記憶メディアによって計算機にインストールされてもよい。

[0028] 図1は、実施形態の全体概要を示す。図1に示すように、計算機システムは、少なくとも一つのホストコンピュータ(以下、ホスト)1と、少なくとも一つのストレージ装置2と、少なくとも一つのキャッシュ装置3と、少なくとも一つの管理装置4とを含む。

[0029] ホスト1とストレージ装置2は、例えば、FC__SAN(Fibre Channel Storage Area Network)またはIP__SAN(Internet Protocol SAN)のような通信ネットワークCN1を介して双方向通信可能に接続される。ホスト1とキャッシュ装置3とは、例えば、LAN(Local Area Network)またはインターネットのような通信ネットワークCN2を介して双方向通信可能に接続される。管理装置4は、少なくとも、ストレージ装置2及びキャッシュ装置3とLANのような通信ネットワークを介して接続される。さらに、管理装置4とホスト1とをLAN等で接続してもよい。

[0030] ホストコンピュータ1では、アプリケーションプログラム1Aが稼働する。アプリケーションプログラム1Aとしては、例えば、通信販売システム、動画配信システム、音楽配信システム、顧客管理システム等を挙げることができる。

[0031] ストレージ装置2は、例えば、少なくとも一つの論理ボリューム2Aと、複数の記憶装置2Bとを備える。ストレージ装置2は、図示せぬコントローラも備えるが、図1では省略されている。

[0032] 複数の記憶装置2Bとしては、例えば、ハードディスクデバイス、半導体メモリデバイス、光ディスクデバイス、光磁気ディスクデバイス、磁気テープデバイス、フレキシブルディスクデバイス等のデータを読み書き可能な種

々のデバイスを利用可能である。

[0033] ハードディスクデバイスを用いる場合、例えば、FC (Fibre Channel) ディスク、SCSI (Small Computer System Interface) ディスク、SATA ディスク、ATA (AT Attachment) ディスク、SAS (Serial Attached SCSI) ディスク等を用いることができる。また、例えば、フラッシュメモリ、FeRAM (Ferroelectric Random Access Memory)、MRAM (Magnetoresistive Random Access Memory)、相変化メモリ (0vonic Unified Memory)、RRAM (Resistance RAM) 等の種々の記憶装置を用いることもできる。さらに、例えば、フラッシュメモリデバイスとハードディスクドライブのように、種類の異なる記憶装置を混在させる構成でもよい。

[0034] 複数の記憶装置2Bは、その応答性能によって、複数の階層に区分される。図1では、例えば、3つの階層を示す。上位階層UTは、比較的高性能の記憶装置から構成される階層である。中位階層MTは、比較的中性能の記憶装置から構成される階層である。下位階層LTは、比較的低性能の記憶装置から構成される階層である。

[0035] 各階層に属する複数の記憶装置によって、RAID (Redundant Arrays of Inexpensive Disks) グループが生成され、そのRAIDグループの有する物理的記憶領域に、ページ単位でデータが格納される。

[0036] 論理ボリューム2Aは、「所定サイズの記憶領域」としてのページ単位で、データを管理する。ページ2Cのサイズは、例えば、MB級であり、後述のキャッシュデータCDのサイズ (例えば、数百～数KB) よりも大きい。論理ボリューム2Aのアドレス空間は、ページ単位で区切られて管理される。各ページ2Cのデータは、I/O負荷に応じて、各階層UT、MT、LTのうち適切と判断される階層の記憶装置2Bに記憶される。

[0037] 上位階層UTの応答性能は高いため、上位階層UTの記憶装置には、アクセス頻度の高いページ2C1のデータが記憶される。下位階層LTの応答性能は低いため、下位階層LTの記憶装置には、アクセス頻度の低いページ2

C 3 のデータが記憶される。中位階層 M T には、上位階層 U T に配置されるデータのアクセス頻度と下位階層 L T に配置されるデータのアクセス頻度との中間のアクセス頻度のページ 2 C 2 のデータが配置される。アクセス頻度とは、I/O 負荷である。

[0038] キャッシュ装置 3 は、例えば、サーバコンピュータにキャッシュ管理ソフトウェアを搭載することにより構成される。キャッシュ装置 3 は、ホスト 1 から渡されたデータ C D をキャッシュメモリ 3 A 上に保持する。上述の通り、キャッシュデータ C D のサイズは、ページサイズよりも小さい。従って、ページ 2 C 内のデータの一部が、キャッシュデータ C D としてキャッシュメモリ 3 A に保存される。

[0039] キャッシュメモリ 3 A の空き容量が所定値以下になった場合、キャッシュ装置 3 は、所定の基準で選択されるキャッシュデータ C D を消去させる。所定の基準で選択されるキャッシュデータとしては、例えば、最新のアクセス時刻が最も古いキャッシュデータ、所定期間内のアクセス頻度が最も少ないキャッシュデータ等を挙げることができる。

[0040] 管理装置 4 は、例えば、サーバコンピュータに管理ソフトウェアを搭載することにより構成される。管理装置 4 は、例えば、ストレージ I/O 負荷検出部 4 A と、キャッシュ I/O 負荷検出部 4 B と、対応関係検出部 4 C と、I/O 負荷修正部 4 D と、ページ再配置指示部 4 E とを備える。

[0041] ストレージ I/O 負荷検出部 4 A は、ホスト 1 によるページ 2 C のデータへの読出し要求及び書き込み要求を検出する。ストレージ I/O 負荷検出部 4 A は、例えば、第 1 アクセス要求検出部と表現してもよい。

[0042] キャッシュ I/O 負荷検出部 4 B は、ホスト 1 によるキャッシュデータの読出し要求及び書き込み要求を検出する。キャッシュ I/O 負荷検出部 4 B は、第 2 アクセス要求検出部と表現してもよい。I/O 負荷とは、読出し要求及び書き込み要求の数である。

[0043] 対応関係検出部 4 C は、ページ 2 C のデータとキャッシュデータ C D の対応関係を検出する。対応関係検出部 4 C は、キャッシュ装置 3 内のキャッシ

キャッシュデータCDが、どのページ2Cに含まれているデータと対応しているかを判断し、その判断結果を記憶する。

[0044] I/O負荷修正部4Dは、ストレージI/O負荷検出部4Aで検出されるページ2CへのI/O負荷に、そのページ2C内のデータに対応するキャッシュデータCDへのI/O負荷を加算して、そのページ2Cのデータのより正確なI/O負荷を算出する。I/O負荷修正部4Dは、例えば、合計アクセス要求算出部と表現してもよい。

[0045] ホスト1は、アプリケーションプログラム1Aで頻繁に使用するデータを、キャッシュ装置3のキャッシュメモリ3Aにも記憶させる。アプリケーションプログラム1Aは、図外のユーザ端末に高速に応答すべく、ストレージ装置2とキャッシュ装置3の両方に保持されているデータについては、キャッシュ装置3から読み出す。更新する場合は、ストレージ装置2のページ2CのデータとキャッシュデータCDの両方を更新する。

[0046] 従って、データの更新回数は、ページ2CのデータとキャッシュデータCDとで変わらない。しかし、データの読出し回数は、キャッシュデータCDの方が多く、キャッシュデータCDに対応するデータを含むページ2Cの読出し回数は少なくなる。I/O負荷修正部4Dは、データ読出し回数の不均衡による誤差を解消すべく、ページ2Cのデータを読み出す回数に、そのデータに対応するキャッシュデータCDの読出し回数を加算することにより、読出し要求の数を修正する。

[0047] ページ再配置指示部4Eは、修正されたI/O負荷に基づいて、ページ2Cの再配置を行うようにストレージ装置2に指示する。ページ再配置指示部4Eは、データ再配置指示部と表現してもよい。ページ再配置指示部4Eからストレージ装置2への指示には、再配置対象のページ2Cを特定する情報と、再配置対象のページについて修正されたI/O負荷を示す情報とが含まれる。

[0048] ストレージ装置2は、ページ再配置指示部4Eからの指示を受領すると、その指示に従って、ページ2Cの配置先の階層を変更する。I/O負荷の少

ないページ 2 C は、現在属している階層よりも性能の低い階層に配置される。 I / O 負荷の多いページ 2 C は、現在属している階層よりも性能の高い階層に配置される。

[0049] このように構成される本実施形態では、ホスト 1 がストレージ装置 2 及びキャッシュ装置 3 の両方を使用する計算機システムにおいて、ストレージ装置 2 内のページ 2 C に記憶されたデータに関する I / O 負荷を正しく評価することができる。従って、本実施形態では、その正しい評価に基づいて、ストレージ装置 2 内でページを適切な階層に配置させることができる。

[0050] この結果、キャッシュデータ C D がキャッシュ装置 3 から消去された場合でも、その消去されたキャッシュデータ C D に対応するデータは、実際の I / O 負荷に基づいて、ストレージ装置 2 内の適切な階層に記憶されている。従って、ホスト 1 は、キャッシュデータ C D がキャッシュ装置 3 から消去された場合でも、ストレージ装置 2 から比較的速やかに目的のデータを読み出すことができる。

[0051] このように、本実施形態では、ホスト 1 がストレージ装置 2 及びキャッシュ装置 3 の両方を使用する場合において、データの使用状況を正しく評価して、そのデータに応じた階層に記憶させることができる。このため、本実施形態では、キャッシュデータ C D が消去された場合でも、ホスト 1 のアプリケーションプログラム 1 A は、応答性能をあまり低下させずに、図外のユーザ端末にサービスを提供することができる。

[0052] さらに、本実施形態では、管理装置 4 が、キャッシュデータ C D とページ 2 C のデータとの対応関係を判断して、ページ 2 C のデータの実際の使用状況を測定するため、ストレージ装置 2 とキャッシュ装置 3 とが互いに相手方を意識する必要はない。つまり、ストレージ装置 2 及びキャッシュ装置 3 の制御プログラムを変更せずに、ページ 2 C のデータの使用状況を正しく評価でき、その評価に基づいてページ 2 C を適切な階層に配置することができる。さらに、ホスト 1 のアプリケーションプログラム 1 A も、今まで通りの構成でよい。

実施例 1

- [0053] 図2～図27を参照して第1実施例を説明する。先に、本実施例と図1との対応関係を説明する。ホスト1はホスト10に、ストレージ装置2はストレージ装置20に、キャッシュ装置3はキャッシュ装置30に、管理装置4は管理サーバ40に、対応する。通信ネットワークCN1は通信ネットワークCN10に、通信ネットワークCN2は通信ネットワークCN20に、対応する。論理ボリューム2Aは図2の論理ボリューム210に、ページ2Cは図2のページ211に、記憶装置2Bは図2の記憶装置250A, 250B, 250Cに、対応する。上位階層UTは図2の上位階層251Aに、中位階層MTは図2の中位階層251Bに、下位階層LTは図2の下位階層251Cに、対応する。キャッシュデータCDは図5のキャッシュデータ331に対応する。
- [0054] 本実施例では、アプリケーションプログラム11を運用するホスト10が、ストレージ装置20の外部に設けられるキャッシュ装置30を利用している計算機システムにおいて、ストレージ装置20内のディスク階層251A、ディスク階層251B、ディスク階層251Cの使用状況を最適化するための管理サーバ40について説明する。
- [0055] 図2は、システムの全体構成を示した図である。計算機システムは、例えば、複数のホスト10と、少なくとも一つのストレージ装置20と、少なくとも一つのキャッシュ装置30と、少なくとも一つの管理サーバ40とを備える。
- [0056] ホスト10は、SAN CN10を介して、ストレージ装置20と接続される。ホスト10とキャッシュ装置30及びストレージ装置20は、LAN CN20を介して、管理サーバ40と接続される。なお、図示は省略するが、ホスト10は、インターネットまたはLANのような通信ネットワークを介して、複数のユーザ端末に接続される。
- [0057] ホスト10は、その内部でアプリケーションプログラム11を実行させている。例えば、アプリケーションプログラム11がオンラインショッピング

アプリケーション等である場合、販売する商品のデータ、及び、購買者のユーザアカウントデータ等の情報を、永続化する必要がある。情報（データ）を永続化するとは、情報（データ）を長期間にわたって保持することを意味する。ホスト10は、そのような永続化する必要のあるデータを、ストレージ装置20に書き込む。ホスト10は、必要に応じて、ストレージ装置20からデータを読み出す。

[0058] ホスト10は、データの格納先として、ストレージ装置20だけでなく、キャッシュ装置30も利用する。例えば、アプリケーションプログラム11がオンラインショッピングアプリケーションであり、扱う商品のうち、ある特定の商品の人気が高くなるような場合、その商品のデータは頻繁に参照されることになる。

[0059] そのような人気の高い商品に関するデータは、頻繁に参照されるため、高速に読み出せることが望ましい。そこで、アプリケーションプログラム11の開発者は、高速な読み出しが必要となるであろうデータを事前に予測する。開発者は、高速な読み出しが必要になると予測されたデータがストレージ装置20及びキャッシュ装置30の両方に書き込まれるように、アプリケーションプログラム11を事前に設計することができる。キャッシュ装置30は、データを高速に読み出すことができるため、アプリケーションプログラム11の応答性能の低下を抑制できる。

[0060] 図3は、管理サーバ40の詳細な構成を示した図である。管理サーバ40は、例えば、通信装置41と、マイクロプロセッサ42と、ディスプレイ43と、キーボード44と、マウス45と、主記憶装置46と、二次記憶装置47とを備える。

[0061] 管理サーバ40は、通信装置41を介して、ホスト10とキャッシュ装置30及びストレージ装置20と双方向通信することができる。CPU42は、主記憶装置46に記憶されたオペレーティングシステム（不図示）と、各プログラムP40, P41, P42, P43, P44を用いて、後述の各処理を実行する。

- [0062] 装置ログ取得部P40は、ストレージ装置20及びキャッシュ装置30からアクセスログを取得するためのコンピュータプログラムである。装置ログ取得部P40は、後述の装置ログリポジトリT40と共に、図1に示すストレージI/O検出部4A及びキャッシュI/O検出部4Bを実現する。
- [0063] マッピング部P41は、ホスト1と論理ボリューム210との対応関係、及び、ページとキャッシュの対応関係を管理するためのコンピュータプログラムである。ホスト1と論理ボリューム210との対応関係は、システム管理者により手動で設定される。ページとキャッシュの対応関係は、自動的に作成される。その作成方法は後述する。マッピング部P41は、後述のマッピング情報リポジトリT41と共に、図1の対応関係検出部4Cを実現する。
- [0064] ページ実効負荷算出部P42は、ページ211のデータに対する実際のI/O負荷を算出するためのコンピュータプログラムである。ページ実効負荷算出部P42は、各論理ボリューム210の各ページ毎に、ページへの書き込み回数と、そのページからの読出し回数と、そのページに含まれるデータに対応するキャッシュデータ331の読出し回数とに基づいて、そのページに対して実際に生じたであろうはずのI/O負荷を算出する。ページ実効負荷算出部P42は、後述のページ実効負荷リポジトリT42と共に、図1のI/O負荷修正部4Dを実現する。
- [0065] 設定画面処理部P44は、ディスプレイ43に表示させる設定画面を作成したり、ユーザから設定画面に入力された情報を受領するためのコンピュータプログラムである。なお、本実施例では、管理サーバ40に、ディスプレイ43及びキーボード44等のユーザインターフェース手段を設ける構成を示すが、これに代えて、管理端末を管理サーバ40に接続する構成でもよい。管理端末は、例えば、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末、携帯電話のように構成することができる。ユーザは、管理端末に設けられるディスプレイ及びキーボード等を介して、管理サーバ40に指示したり、情報を表示させたりすることができる。なお、音声入力装置を設けて、ユーザが音声で

管理サーバ40に指示できるように構成してもよい。

[0066] 二次記憶装置47には、装置ログリポジトリ40と、マッピング情報リポジトリ41と、ページ実効負荷リポジトリ42とが記憶される。装置ログリポジトリ40は、装置ログ取得部P40で使用するデータを保存する。マッピング情報リポジトリ41は、キャッシュページマッピング部P41で使用するデータを保存する。ページ実効負荷リポジトリ42は、ページ実効負荷算出部P42の使用するデータを保存する。

[0067] 図4は、ストレージ装置20の詳細な構成を示した図である。図4において実線で示したものは物理的な実体である。図4において破線で示したものは、論理的な存在であるか、または、物理的な実体を集約する概念である。

[0068] ストレージ装置20は、例えば、ポート21と、CPU22と、通信装置23と、主記憶装置24と、二次記憶装置25とを備える。

[0069] ストレージ装置20は、ポート21を介してSAN CN10と接続される。ストレージ装置20は、SAN CN10を介してホスト1からのコマンドを受領し、そのコマンドの処理結果をSAN CN10を介してホスト1に送信する。

[0070] ストレージ装置20は、通信装置23を介してLAN CN20に接続される。ストレージ装置20は、LAN CN20を介して管理サーバ40との間で双方向通信を行うことができる。

[0071] CPU22は、主記憶装置24に保存された、階層管理機能P20と論理ボリューム提供機能P21とを実行する。各機能の詳細は後述する。

[0072] 二次記憶装置25は、記憶装置として、複数のディスク装置250A, 250B, 250Cを備える。各ディスク装置250A, 250B, 250Cは、その応答性能に応じて階層化されている。応答性能とは、データの書き込み速度及び読出し速度である。

[0073] 例えば、上位のディスク階層251Aは、高速な応答性能を有する二次記憶装置であるSSD 250Aから構成される。中位のディスク階層Bは、SSD 250Aよりも応答性能が低い、コストの安いSASディスク2

50Bから構成される。下位のディスク階層251Cは、最も応答性能が低い、最も安価であるSATAディスク250Cから構成される。

[0074] 特に区別しない場合、ディスク装置250A、250B、250Cをディスク装置250と呼ぶ。なお、ディスク装置250は、記録媒体がディスク状である必要はなく、記録媒体の形状は問わない。特に区別しない場合、ディスク階層251A、251B、251Cをディスク階層251と呼ぶ。

[0075] 論理ボリューム提供機能P21は、ディスク装置群の持つ物理的記憶容量を集約した、仮想的な記憶容量資源であるボリュームプール200を提供する。論理ボリューム提供機能P21は、ボリュームプール200の持つ物理的記憶容量資源を所定サイズだけ切り出して、論理的なディスク装置である論理ボリューム210を作成する。作成された論理ボリュームには、通信ポート21を介してホスト10に割り当てられる。つまり、ボリュームプール200は、各ディスク装置250から構成されるRAIDグループ（パーティグループ）である。

[0076] ホスト10は、前述のような永続化の必要のあるデータを論理ボリューム210に書き込み、必要に応じてそのデータを読み出す。論理ボリューム210は、複数のページ211から構成される。ページ211は、仮想的な記憶領域である。

[0077] 論理ボリューム提供機能P21は、論理ボリューム210へのデータ書き込み要求に応じて、ホスト1から受領したライトデータを、複数のページ211のうちの所定のページに書き込む。ライトコマンド（書き込み要求）に含まれる書込先アドレスに応じたページが、所定のページとなる。

[0078] 論理ボリューム提供機能P21は、論理ボリューム210に対するデータ読み出し要求に応じて、指定されたデータを所定のページ211から読み出し、要求元であるホスト1にデータを返す。所定のページとは、リードコマンド（読み出し要求）に含まれる読み出し先アドレスに対応するページである。

[0079] 論理ボリューム提供機能P21は、読み出し要求及び書き込み要求を処理する時点で、読み出し／書き込みログD20を更新する。読み出し／書き込

みログD20には、例えば、要求の対象であるページを特定するための情報と、読み出し要求であるか書き込み要求であるかを区別する情報と、要求を正しく処理できたか否かを示す情報と、要求を受理した時刻を示す情報等を、含めることができる。

[0080] ページ211は、論理ボリューム210内に設けられる論理的な記憶領域であり、データを実際に記憶するための物理的な記憶領域は、各ディスク階層251A、251B、251Cのいずれかに属する、物理的ディスク装置250内に存在する。つまり、ページ211に対してデータの書き込み操作または読み出し操作を行った場合、論理的にはページ211がデータを保持するかのように見える。しかし、実際には、データはディスク階層251A、251B、251Cのいずれかに属する物理的ディスク装置250が保持することになる。

[0081] 階層管理機能P20は、ページ211を、ディスク階層251A、251B、251Cのうちいずれかひとつのディスク階層に割り当てる。ページ211が論理的に保持するデータは、物理的には、階層管理機能P20がそのページに対して割り当てたディスク階層251に属するディスク装置250が保持する。

[0082] 階層管理機能P20は、各ページ211に対する読み込み回数及び書き込み回数（以下、I/O負荷）を計測する。階層管理機能P20は、定期的に、各ページ211を、そのI/O負荷に応じて、ディスク階層251A、251B、251Cのいずれかに割り当て直す。このように、ページ211のデータ格納先を、階層間で変更することを、ページの再配置と呼ぶ。

[0083] 階層管理機能P20は、論理ボリューム210内の各ページ211のうち、I/O負荷の高いページ211をディスク階層251Aへと割り当て直す。階層管理機能P20は、中程度のI/O負荷であるページ211をディスク階層251Bに割り当て直し、I/O負荷の低いページ211をディスク階層251Cへと割り当て直す。

[0084] 図5は、キャッシュ装置30の詳細な構成を示した図である。キャッシュ

装置30は、例えば、通信装置31と、CPU32と、主記憶装置33と、二次記憶装置34とを、備える。

- [0085] キャッシュ装置30は、通信装置31を介してLAN CN20に接続されており、これによりホストコンピュータ10及び管理サーバ40と双方向通信する。
- [0086] CPU32は、主記憶装置33に保存されたキャッシュ管理機能P30を実行する。キャッシュ装置30は、主記憶装置33内にキャッシュ記憶部330を備える。キャッシュ記憶部330には、ホスト10から受信するデータ331が保存される。キャッシュ記憶部330内のキャッシュデータ331については、ディスク装置250よりも高速に、データの読出し及び書き込みを行うことができる。
- [0087] キャッシュ管理機能P30は、ホスト10からの書き込み要求に応じて、キャッシュデータ331を作成し、キャッシュ記憶部330に保存する。キャッシュ管理機能P30は、ホスト10からの読み出し要求に応じて、キャッシュデータ331をホスト10へ送信する。
- [0088] キャッシュ管理機能P30は、書き込み要求または読み出し要求を処理した時点で、読み出し／書き込みログD30を更新する。読み出し／書き込みログD30には、例えば、要求の対象であるキャッシュデータ331を特定する情報と、読み出し要求であるか書き込み要求であるかを区別する情報と、要求を正しく処理できたか否かを示す情報と、要求を受理した時刻を示す情報等とが、含まれる。
- [0089] ホスト10は、キャッシュ装置30と論理ボリューム210の両方に同一内容のデータを書き込む。キャッシュ装置30は、論理ボリューム210内の或るページ211に書き込まれているデータと同一内容のキャッシュデータ331を保持する。
- [0090] 通常の場合、キャッシュデータ331のサイズは、ページ211のサイズよりも小さいため、一つのページ211の保持する全てのデータをキャッシュ装置30に保持させる場合は、そのキャッシュ対象のデータを複数のキャ

ッシュデータ331として、キャッシュ記憶部330に記憶させる。但し、ページ211の全データをキャッシュ装置30に保持させる必要はない。ページ211内のデータのうち必要なデータのみをキャッシュ装置30に保持させればよい。

[0091] キャッシュ管理機能P30は、キャッシュ記憶部330に記憶されているキャッシュデータ331を管理する。例えば、キャッシュ管理機能P30は、キャッシュ記憶部330の総容量と、現在保存されている各キャッシュデータ331の合計容量とを比較し、キャッシュ記憶部330の空き容量を算出する。キャッシュ管理機能P30は、所定の契機で、所定の条件を満たすキャッシュデータ331を消去する。キャッシュデータ331を定期的にまたは不定期に消去することを、キャッシュアウトと呼ぶ。

[0092] 所定の契機としては、例えば、新たなキャッシュの作成要求があった場合、または、システム管理者により設定された所定時間が経過した場合等を挙げることができる。所定の条件の例としては、キャッシュ記憶部330の空き容量が所定値まで低下した場合、または、キャッシュ記憶部330の使用容量が所定の閾値に達した場合、一定時間以上アクセスされていないキャッシュデータが発見された場合等がある。

[0093] ホスト10上のアプリケーションプログラム11は、高速に読み出す必要のある所定データを、ストレージ装置20及びキャッシュ装置30の双方に書き込む。アプリケーションプログラム11は、上述のキャッシュアウトが発生するまでの間、所定データをキャッシュ装置30から読み出す。アプリケーションプログラム11は、ストレージ装置20内の論理ボリューム210を使用しない。従って、キャッシュアウトが実行されるまでの間、所定データを含むページ211に対する読み出し要求は発生しない。

[0094] このため、ストレージ装置20の階層管理機能P20は、所定データを含むページ211に対する書き込み要求の回数のみを、I/O負荷として計測することとなる。従って、キャッシュ装置30を利用しなかった場合に比べて、所定ページのI/O負荷は過小に計測される。

- [0095] 所定データを含むページ211のI/O負荷は、キャッシュ装置30へ保存されなかった通常のデータを含むページ211に対するI/O負荷と比べると、低い値となる可能性が高い。従って、階層管理機能P20は、所定データを含むページ211を、過小に計測されたI/O負荷に応じて、より性能の低い下位ディスク階層に割り当てる。
- [0096] 所定データを含むページ211が下位のディスク階層に配置された状態で、キャッシュアウトが発生した場合、アプリケーションプログラム11は、所定データを下位ディスク階層から読み出す必要がある。所定データの読み出しに要する時間が長くなるため、アプリケーションプログラム11の実行性能が低下する。
- [0097] さらに、アプリケーションプログラム11が所定データを更新する場合、低性能の下位ディスク階層にアクセスして所定データを更新する必要がある。所定データの更新に要する時間が長くなるため、アプリケーションプログラム11の実行性能が低下する。
- [0098] 所定データは、アプリケーションプログラム11が頻繁に参照するため、アプリケーションプログラム11の実行性能は頻繁に低下することになる。このような頻繁な性能低下は、アプリケーションプログラム11の利用者に対する応答性能を低下させる。
- [0099] 例えば、アプリケーションプログラム11がオンラインショッピングアプリケーションの場合、サービス応答性能の低下は、商取引の機会損失を招く。アプリケーションプログラム11の運営者にとって、サービス応答時間が長くなることは、機会損失等の観点から、好ましくない。そこで、本実施形態では、キャッシュ装置30にも保存されている所定データについて、そのI/O負荷を正しく計測することにより、所定データを含むページ211の配置先が適切なディスク階層となるように制御する。
- [0100] 図6は、管理サーバ40に記憶されている、装置ログリポジトリT40とマッピング情報リポジトリT41及びページ実効負荷リポジトリT42のテーブル構造を示す。

- [0101] 装置ログリポジトリ T 4 0 は、例えば、キャッシュ読み出しログテーブル T 4 0 1 と、キャッシュ書き込みログテーブル T 4 0 2 と、ページ読み出しログテーブル T 4 0 3 と、ページ書き込みログテーブル T 4 0 4 とを保存する。各テーブルの詳細は後述する。
- [0102] マッピング情報リポジトリ T 4 1 は、例えば、ホスト-論理ボリュームマッピングテーブル T 4 1 1 と、キャッシュ-ページマッピングテーブル T 4 1 2 とを保存する。各テーブルの詳細は後述する。
- [0103] ページ実効負荷リポジトリ T 4 2 は、ページ実効負荷テーブル T 4 2 1 を保存する。ページ実効負荷テーブル T 4 2 1 の詳細は後述する。
- [0104] 図 7 は、キャッシュ読み出しログテーブル T 4 0 1 のカラム構造を示した図である。キャッシュ読み出しログテーブル T 4 0 1 は、例えば、ホスト名カラム C 4 0 1 0 と、キャッシュ ID カラム C 4 0 1 1 と、読み出し時刻カラム C 4 0 1 2 とを備える。
- [0105] ホスト名カラム C 4 0 1 0 には、各ホスト 1 0 を識別するための情報が記憶される。キャッシュ ID カラム C 4 0 1 1 には、ホスト 1 0 により読み出されたキャッシュデータ 3 1 1 を識別するための情報が記憶される。キャッシュ ID は、少なくとも計算機システム内で一意に定まる情報として生成される。キャッシュ ID は、例えば、GUID (Globally Unique Identifier) のような技術を用いて生成できる。または、キャッシュデータ 3 3 1 から得られるハッシュ値を、キャッシュ ID として用いてもよい。
- [0106] 読み出し時刻カラム C 4 0 1 2 には、ホスト 1 0 がキャッシュデータ 3 1 1 を読み出した日時が記憶される。キャッシュ読み出しログテーブル T 4 0 1 のレコードを参照することで、どのホスト 1 0 が、キャッシュ装置 3 0 内のどのキャッシュデータ 3 1 1 を何時読み出したかを調べることができる。
- [0107] 図 8 は、キャッシュ書き込みログテーブル T 4 0 2 のカラム構造を示した図である。キャッシュ書き込みログテーブル T 4 0 2 は、例えば、ホスト名カラム C 4 0 2 0 と、キャッシュ ID カラム C 4 0 2 1 と、書き込み時刻カラム C 4 0 2 2 とを備える。ホスト名カラム C 4 0 2 0 は、ホスト 1 0 を識

別するための情報を記憶する。キャッシュIDカラムC4021は、ホスト10により書き込まれたキャッシュデータ311を識別するための情報を記憶する。書き込み時刻カラムC4022は、ホスト10によりキャッシュデータ311が書き込まれた日時を記憶する。キャッシュ書き込みログテーブルT402のレコードを参照することで、どのホストが、キャッシュ装置30内のどのキャッシュデータ311を何時書き込んだかを調べることができる。

[0108] 図9は、ページ読み出しログテーブルT403のカラム構造を示す。ページ読み出しログテーブルT403は、例えば、ページIDカラムC4030と、読み出し時刻カラムC4031とを備える。ページIDカラムC4030は、ページ211を識別するための情報を記憶する。読み出し時刻カラムC4031は、ページ211が読み出された日時を記憶する。ページ読み出しログテーブルT403のレコードを参照することで、ストレージ装置20内のどのページ211が何時読み出されたかを調べることができる。

[0109] 図10は、ページ書き込みログテーブルT404のカラム構造を示す。ページ書き込みログテーブルT404は、例えば、論理ボリュームIDカラムC4040と、ページIDカラムC4041と、書き込み時刻カラムC4042とを備える。論理ボリュームIDカラムC4040は、論理ボリューム210を識別するための情報を記憶する。図中では、論理ボリュームをボリュームと略記している。ページIDカラムC4041は、論理ボリューム210内のページ211を識別するための情報を記憶する。書き込み時刻カラムC4042は、ページ211にデータが書き込まれた日時を記憶する。ページ書き込みログテーブルT404のレコードを参照することで、どの論理ボリューム210内のどのページ211に対して何時データが書き込まれたかを調べることができる。

[0110] 図11は、ホストー論理ボリュームマッピングテーブルT411のカラム構造を示した図である。ホストー論理ボリュームマッピングテーブルT411は、例えば、ホスト名カラムC4110と、論理ボリュームIDカラムC

4 1 1 1 とを備える。ホスト名カラム C 4 1 1 0 は、ホスト 1 0 を識別するための情報を記憶する。論理ボリューム ID カラム C 4 1 1 1 は、ホスト 1 0 により使用されている論理ボリューム 2 1 0 を識別するための情報が記憶される。ホスト-論理ボリュームマッピングテーブル T 4 1 1 のレコードを参照することで、どのホスト 1 0 がどの論理ボリューム 2 1 0 を使用しているかを調べることができる。

[0111] 図 1 2 は、キャッシュページマッピングテーブル T 4 1 2 のカラム構造を示した図である。キャッシュページマッピングテーブル T 4 1 2 は、例えば、キャッシュ ID カラム C 4 1 2 0 と、ページ ID カラム C 4 1 2 1 とを備える。キャッシュ ID カラム C 4 1 2 0 は、キャッシュデータ 3 1 1 を識別するための情報を記憶する。ページ ID カラム C 4 1 2 1 は、ページ 2 1 1 を識別するための情報を記憶する。キャッシュページマッピングテーブル T 4 1 2 のレコードを参照することで、キャッシュ装置 3 0 内のキャッシュデータ 3 1 1 と同一内容のデータが、ストレージ装置 2 0 内のどのページ 2 1 1 に保存されているかを調べることができる。つまり、テーブル T 4 1 2 は、キャッシュデータ 3 1 1 とページ 2 1 1 との対応関係を管理する。

[0112] 図 1 3 は、ページ実効負荷テーブル T 4 2 1 のカラム構造を示した図である。ページ実効負荷テーブル T 4 2 1 は、例えば、ページ ID カラム C 4 2 1 0 と、実効総 I/O 数カラム C 4 2 1 1 とを備える。ページ ID カラム C 4 2 1 0 は、ページ 2 1 1 を識別するための情報を記憶する。実効総 I/O 数カラム C 4 2 1 1 は、ページ 2 1 1 に実際にアクセスした回数（読み出し回数と書き込み回数の和）を記憶する。

[0113] ページ実効負荷テーブル T 4 2 1 のレコードを参照することで、ページ 2 1 1 に対する I/O 数と、そのページ 2 1 1 と同一内容のデータを保持するキャッシュデータ 3 1 1 に対する I/O 数とを足し合わせた値である、実効総 I/O 数を調べることができる。つまり、テーブル T 4 2 1 は、キャッシュ装置 3 0 から読み出されている回数を考慮した、ページの総 I/O 回数を管理する。

- [0114] 図14は、管理サーバ40の装置ログ取得部P40による処理手順を示したフローチャートである。以下、ステップを「S」と略記する場合がある。
- [0115] S10とS11の組、S12とS13の組、S14とS15の組、及びS16とS17の組の時間的前後関係については、順番を入れ替えることができる。例えば、S16及びS17の組を最初に実行し、次にS14とS15の組を実行し、次に、S12とS13の組を実行し、最後にS10とS11の組を実行してもよい。
- [0116] 装置ログ取得部P40は、管理サーバ40がストレージ装置20内のディスク装置群の使用状況を最適化する上で必要な情報を、ストレージ装置20及びキャッシュ記憶部330から取得する。つまり、装置ログ取得部P40は、管理サーバ40からストレージ装置20に、ページ再配置のための適切な指示が出せるように、必要な情報を収集する。図14に示す装置ログ取得部P40の処理手順は、定期的に行われてもよいし、ユーザより指定される任意の契機で実行指示を受け付けてもよい。
- [0117] 装置ログ取得部P40は、ストレージ装置20内の読み出し／書き込みログD20を解析し、各ページ211の読み出し要求に関する情報を取得する(S10)。続いて、装置ログ取得部P40は、S10にて取得した情報を、ページ読み出しログテーブルT403に格納する(S11)。
- [0118] 装置ログ取得部P40は、ストレージ装置20内の読み出し／書き込みログD20を解析し、各ページ211の書き込み要求についての情報を取得する(S12)。続いて、装置ログ取得部P40は、S12において取得した情報を、ページ書き込みログテーブルT404に格納する(S13)。
- [0119] 装置ログ取得部P40は、キャッシュ記憶部330内の読み出し／書き込みログD30を解析し、キャッシュデータ331の読み出し要求に関する情報を取得する(S14)。続いて、装置ログ取得部P40は、S14で取得した情報を、キャッシュ読み出しログテーブルT401に格納する(S15)。
- [0120] 装置ログ取得部P40は、キャッシュ記憶部330内の読み出し／書き込

みログD30を解析し、キャッシュデータ331の書き込み要求に関する情報を取得する(S16)。続いて、装置ログ取得部P40は、S16において取得した情報を、キャッシュ書き込みログテーブルT402に格納する(S17)。

[0121] 本実施例では、装置ログ取得部P40は、ストレージ装置20及びキャッシュ装置30が出力するログD20及びD30から必要な情報を取得している。これに代えて、ストレージ装置20及びキャッシュ装置30に、情報を管理サーバ40に送信するための専用ソフトウェアを設ける構成でもよい。それら専用ソフトウェアは、読み出し／書き込みログD20及び読み出し／書き込みログD30の持つ情報に相当する情報を自動的に取得して、管理サーバ40に送信する。

[0122] 図15は、管理サーバ40のキャッシュページマッピング部P41の処理手順を示したフローチャートである。キャッシュページマッピング部P41は、キャッシュ記憶部330に保存されたキャッシュデータ331と同一のデータが、ストレージ装置20内のどのページ211に保存されているかを特定する。キャッシュページマッピング部P41によるキャッシュページマッピング処理は、装置ログ取得処理部P40による装置ログ取得処理の後に実行される。

[0123] キャッシュページマッピング部P41は、キャッシュ書き込みログテーブルT402の各レコードについて、S21、S22、S23を実行する(S20)。

[0124] キャッシュページマッピング部P41は、キャッシュ書き込みログテーブルT402のレコードに記載のキャッシュデータ331が、既にいずれかのページ211とマッピングされているか検索する(S21)。つまり、キャッシュページマッピング部P41は、図8に示すキャッシュ書き込みログテーブルT402のカラムC4021に記憶されているキャッシュIDを検索キーとして、図12に示すキャッシュページマッピングテーブルT412のカラムC4120を検索する。

- [0125] キャッシュページマッピング部P41は、対象キャッシュデータ331に関するレコードが、キャッシュページマッピングテーブルT412に存在するか否かを判定する(S22)。即ち、キャッシュページマッピング部P41は、キャッシュ書き込みログテーブルT402のレコードに記載のキャッシュデータ(対象キャッシュデータ)が、キャッシュページマッピングテーブルT412に登録されているか否かを判定する。
- [0126] 対象キャッシュデータ331がいずれかのページ211にマッピングされている場合(S22: YES)、本処理は終了する。これに対し、対象キャッシュデータ331がいずれのページ211にもマッピングされていない場合(S22: NO)、キャッシュページマッピング部P41は、キャッシュデータ331とページ211とのマッピングを新たに作成して保存するための処理を実行する(S23)。
- [0127] 図16は、図15中にS21で示すキャッシュページマップ検索処理の詳細な処理手順を示すフローチャートである。
- [0128] キャッシュページマッピング部P41は、キャッシュページマッピングテーブルT412の各レコードについて、S31及びS32を実行する(S30)。
- [0129] キャッシュページマッピング部P41は、対象キャッシュデータ(キャッシュ書き込みログテーブルT402に登録されたキャッシュデータ)が、キャッシュページマッピングテーブルT412に登録されているか否かを判定する(S31)。
- [0130] 対象キャッシュデータがキャッシュページマッピングテーブルT412に登録されている場合(S31: YES)、対象キャッシュデータが登録されているレコードは、呼出元である図15の処理に返信される(S32)。
- [0131] 対象キャッシュデータがキャッシュページマッピングテーブルT412に登録されていない場合(S31: NO)、次のレコードに移る。
- [0132] 図17は、図15中にS23で示すキャッシュページマップ作成及び追加処理の詳細な処理手順を示すフローチャートである。

- [0133] キャッシュページマップ作成及び追加処理では、キャッシュデータとページとの対応関係を示すマップを作成する。ここで、図18(a)を参照する。図18(a)は、キャッシュデータ331の更新タイミング T_{c1} 、 T_{c2} と、ページ211の更新タイミング T_p とに基づいて、キャッシュデータ331とページ211との対応関係を特定する方法を示す。図18(a)では、アプリケーションプログラム11は、先にページ211内のデータを更新し、次にキャッシュデータ331を更新する場合を前提としている。
- [0134] 本処理では、処理対象のキャッシュデータ（以下、対象キャッシュデータ）に関して、最新の書き込み時刻 T_{c2} と、前回の書き込み時刻 T_{c1} とを検出する。さらに、本処理では、対象キャッシュデータの最新書き込み時刻 T_{c2} と前回の書き込み時刻 T_{c1} の間の所定時間 T_{c12} 内に更新されたページを検出し、そのページの更新時刻（書き込み時刻） T_p を検出する。本処理では、対象キャッシュデータを更新したホスト10と、ページを更新したホスト10とが同一であることを確認した場合、所定時間 T_{c12} 内に更新されたページを、対象キャッシュデータに対応付けて新たなマップを作成し、そのマップをキャッシュページマッピングテーブル T_{412} に保存する。
- [0135] アプリケーションプログラム11は、ページ211のデータを先に更新した後、速やかにキャッシュデータ331を更新すると考えられる。
- [0136] ほぼ全てのアプリケーションプログラム11は、キャッシュデータ331の更新の際、データの一貫性を担保するために、キャッシュとページとの双方に対しほぼ同時に書き込みを行うためである。また、一般的には、まず最初にページ211に書き込み、その次にキャッシュデータ311にページ211に書き込んだ内容と同一内容を書き込むと考えられる。
- [0137] 従って、ページ211の書き込み時刻 T_p と、そのページ211に対応するキャッシュデータ311の書き込み時刻 T_{c2} との時間差 d_{T1} は、比較的短いと考えられる。しかし、その時間差 d_{T1} は、例えば、通信ネットワーク $CN10$ 、 $CN20$ の状況、ホスト10の負荷状況、ストレージ装置2

0及びキャッシュ装置30の負荷状況等の原因により種々変動し、一定ではないと考えられる。

[0138] そこで、本実施例では、最新のキャッシュ書き込み時刻Tc2から前回のキャッシュ書き込み時刻Tc1までの所定時間Tc12を、対応関係を探索するための期間として利用する。本実施例では、所定時間Tc12内に更新されたページ211であって、かつ、キャッシュデータ331の更新元と同一のホスト10により構成されたページ211を、対象キャッシュデータ331に対応するページであると判定する。

[0139] 図17に戻る。キャッシュページマッピング部P41は、対象キャッシュデータ331についての前回の書き込み時刻Tc1を取得する(S40)。キャッシュページマッピング部P41は、対象キャッシュデータ331について、最新の書き込み時刻Tc2よりも前の書き込み時刻Tc1を取得できたか否かを判定する(S41)。

[0140] 対象キャッシュデータ331の前回の書き込み時刻Tc1を取得できなかった場合(S41:NO)、本処理は終了する。例えば、キャッシュ装置30に初めて書き込まれたデータの場合、前回の書き込みは存在しない。また、前回の書き込み時刻Tc1が随分昔である場合、その書き込みログがログD30から消えている可能性もある。その場合も、前回の書き込み時刻Tc2を取得することはできない。

[0141] 対象キャッシュデータ331の前回の書き込み時刻Tc1を取得できた場合(S41:YES)、キャッシュページマッピング部P41は、対象キャッシュデータ331に書き込んだホスト10が使用している論理ボリュームのIDを検索する(S42)。

[0142] ページ書き込みログテーブルT404の各レコードについて、S44、S45、S46がそれぞれ実行される。

[0143] キャッシュページマッピング部P41は、ページ211への書き込み時刻Tpが、対象キャッシュデータ331の最新書き込み時刻Tc2から前回の書き込み時刻Tc1までの所定時間Tc12内に有るか否かを判定する(

S 4 4) 。

[0144] ページ 2 1 1 の書き込み時刻 T_p が所定時間 T_{c12} 内に存在しない場合 (S 4 4 : N O) 、次のレコードに移る。ページ 2 1 1 の書き込み時刻 T_p が所定時間 T_{c12} 内に存在する場合 (S 4 4 : Y E S) 、キャッシュページマッピング部 P 4 1 は、ページ 2 1 1 の属する論理ボリュームの I D と、S 4 2 で検索されたボリューム I D とが一致するか否かを判定する (S 4 5) 。

[0145] S 4 5 では、対象キャッシュデータ 3 3 1 を更新したホスト 1 0 の使用する論理ボリュームと、ホスト 1 0 により更新されたページ 2 1 1 の属する論理ボリュームとが同一であるか否かを判定する。つまり、キャッシュページマッピング部 P 4 1 は、対象キャッシュデータ 3 3 1 の書き込み元であるホスト 1 0 とページ 2 1 1 の書き込み元であるホスト 1 0 とが同一であるか否かを判定する。

[0146] 対象キャッシュデータ 3 3 1 を更新したホスト 1 0 の使用する論理ボリュームの I D と、ホスト 1 0 により更新されたページ 2 1 1 の属する論理ボリュームの I D とが不一致の場合 (S 4 5 : N O) 、次のレコードに移る。

[0147] 対象キャッシュデータ 3 3 1 を更新したホスト 1 0 の使用する論理ボリュームの I D と、ホスト 1 0 により更新されたページ 2 1 1 の属する論理ボリュームの I D とが一致する場合 (S 4 5 : Y E S) 、キャッシュページマッピング部 P 4 1 は、キャッシュページマッピングテーブル T 4 1 2 に新たなレコードを追加する (S 4 6) 。

[0148] キャッシュページマッピング部 P 4 1 は、対象キャッシュデータ 3 3 1 と、対象キャッシュデータ 3 3 1 と同一のホスト 1 0 により更新されたページ 2 2 1 との組を、キャッシュページマッピングテーブル T 4 1 2 に登録する。

[0149] このように、同一のホスト 1 0 によって所定時間 T_{c12} 内にページ 2 1 1 及びキャッシュデータ 3 3 1 が更新された場合、更新タイミングに基づいて、ページ 2 1 1 とキャッシュデータ 3 3 1 とを対応付けることができる。

- [0150] なお、図18(b)に示すように、アプリケーションプログラム11が先にキャッシュデータ331を更新し、次にページ211内のデータを更新する場合も考えられる。その場合に、ページ211とキャッシュデータ331とを対応付ける方法は、後述の実施例で述べる。
- [0151] 図19は、図17中にS40で示す前回のキャッシュ書き込み時刻を取得する処理のフローチャートである。キャッシュ書き込みログテーブルT402の各レコードについて、S51、S52、S53、S54、S55が実行される。以下、処理対象となるレコード（キャッシュ書き込みログテーブルT402のレコード）を、対象レコードと呼ぶ。
- [0152] キャッシュページマッピング部P41は、検索対象のキャッシュデータ331のキャッシュIDが対象レコードに記録されているキャッシュIDと等しいか否かを判定する(S51)。検索対象のキャッシュデータ331のキャッシュIDが対象レコード内のキャッシュIDと不一致の場合(S51:NO)、次のレコードに移る。
- [0153] 検索対象のキャッシュデータ331のキャッシュIDが対象レコード内のキャッシュIDと一致する場合(S51:YES)、キャッシュページマッピング部P41は、対象レコードの書き込み時刻が、検索対象のキャッシュデータ331の書き込み時刻よりも前であるか否かを判定する(S52)。
- [0154] 対象レコードの書き込み時刻が検索対象のキャッシュデータ331の書き込み時刻(Tc2)よりも前に発生していない場合(S52:NO)、次のレコードに移る。
- [0155] 対象レコードの書き込み時刻が検索対象のキャッシュデータ331の書き込み時刻(Tc2)よりも前に発生している場合(S52:YES)、キャッシュページマッピング部P41は、前回のキャッシュ書き込み時刻の候補が既に一つ以上発見されているか否かを判定する(S53)。候補が未だ一つも見つからない場合(S53:NO)、S54をスキップしてS55に移り、対象レコード内の書き込み時刻を前回のキャッシュ書き込み時刻

の候補として保存する。

- [0156] 前回のキャッシュ書き込み時刻の候補が発見されている場合（S 5 3 : Y E S）、キャッシュページマッピング部 P 4 1 は、対象レコード内の書き込み時刻の方が、先に発見されている書き込み時刻よりも後であるか否かを判定する（S 5 4）。つまり、本実施例では、前回のキャッシュ書き込み時刻が複数検出される場合は、より新しい方の書き込み時刻を採用する。
- [0157] 対象レコード内の書き込み時刻の方が、先に発見されている書き込み時刻よりも後であると判定された場合（S 5 4 : Y E S）、キャッシュページマッピング部 P 4 1 は、対象レコード内の書き込み時刻を、前回のキャッシュ書き込み時刻の候補として記憶する（S 5 5）。
- [0158] 対象レコード内の書き込み時刻の方が、先に発見されている書き込み時刻よりも後ではない場合（S 5 4 : N O）、S 5 5 をスキップし、次のレコードに移る。
- [0159] キャッシュ書き込みログテーブル T 4 0 2 の全てのレコードについて処理すると、本処理は終了し、図 1 7 の処理に戻る。
- [0160] 図 2 0 は、図 1 7 中に S 4 2 として示す論理ボリューム I D 検索処理のフローチャートである。キャッシュページマッピング部 P 4 1 は、ホスト論理ボリュームマッピングテーブル T 4 1 1 の各レコードについて、S 6 1 及び S 6 2 を実行する（S 6 0）。ホスト論理ボリュームマッピングテーブル T 4 1 1 の各レコードのうち、処理対象のレコードを対象レコードと呼ぶ。
- [0161] キャッシュページマッピング部 P 4 1 は、対象レコードのホスト名（C 4 1 1 0）と対象キャッシュデータに対応するホスト名とが一致するか否かを判定する（S 6 1）。対象キャッシュデータに対応するホスト名とは、キャッシュ書き込みログテーブル T 4 0 2 のホスト名カラム C 4 0 2 0 に記載のホスト名のうち、対象キャッシュデータに対応するレコードに記載されたホスト名である。
- [0162] 両方のホスト名が一致しない場合（S 6 1 : N O）、次のレコードに移る

。これに対し、両方のホスト名が一致する場合（S 6 1 : Y E S）、キャッシュページマッピング部 P 4 1 は、対象レコード内の論理ボリューム I D の値を検索結果とし（S 6 2）、図 1 7 の処理に戻る。

[0163] 図 2 1 は、管理サーバ 4 0 のページ実効負荷算出部 P 4 2 の処理手順を示すフローチャートである。S 7 1、S 7 2、S 7 3 の各ステップは、必ずしもこの順序で実行されなくともよい。

[0164] ページ実効負荷算出処理は、キャッシュページマッピング処理（図 1 5）の後に、実行される。ページ実効負荷算出部 P 4 2 は、装置ログ取得部 P 4 0 の取得した情報と、キャッシュページマッピング処理部 P 4 1 の生成したマッピングとから、各ページに対して、ページ再配置の基準とすべき実効負荷を算出する。

[0165] ページ実効負荷算出部 P 4 2 は、前回のページ再配置で用いた、ページ実効負荷テーブル T 4 2 1 の内容を初期化する（S 7 0）。

[0166] ページ実効負荷算出部 P 4 2 は、ページ 2 1 1 への書き込み回数を加算する処理を実行する（S 7 1）。ページ書き込み回数を加算する処理では、前回のページ再配置時刻から現在時刻までに生じた、ストレージ装置 2 0 内の各ページ 2 1 1 に対する書き込み要求の回数を合算し、ページ実効負荷テーブル T 4 2 1 に保存する。ここで、ページ再配置時刻とは、ページ再配置指示処理を前回実行した時刻を意味する。

[0167] ページ実効負荷算出部 P 4 2 は、前回のページ再配置時刻から現在時刻までに生じた、ストレージ装置 2 0 内の各ページ 2 1 1 に対する読み出し要求の回数を合算し、ページ実効負荷テーブル T 4 2 1 を更新する（S 7 2）。

[0168] ページ実効負荷算出部 P 4 2、前回のページ再配置時刻から現時点までに生じた、ページに対応するキャッシュ装置 3 0 内の各キャッシュデータ 3 3 1 に対する読み出し要求回数を合算し、ページ実効負荷テーブル T 4 2 1 を更新する（S 7 3）。

[0169] 図 2 2 は、図 2 1 中に S 7 1 で示されるページ書き込み回数加算処理のフローチャートである。

- [0170] ページ実効負荷算出部P42は、S81、S82、S83を、ページ書き込みログテーブルT404の各レコードについて実行する(S80)。ページ書き込みログテーブルT404の各レコードのうち処理対象のレコードを、対象レコードと呼ぶ。
- [0171] ページ実効負荷算出部P42は、対象レコードに含まれるページIDが、ページ実効負荷テーブルT421に既に登録されているか否かを判定する(S81)。
- [0172] 対象レコード内のページIDがページ実効負荷テーブルT421に登録されていない場合(S81:NO)、ページ実効負荷算出部P42は、対象レコード内のページIDを含む新レコードを作成し、その新レコードをページ実効負荷テーブルT421に追加する(S82)。なお、新レコード内の実行総I/O数(C4211)の初期値には、0が設定される。
- [0173] 対象レコード内のページIDがページ実効負荷テーブルT421に登録されている場合(S81:YES)、ページ実効負荷算出部P42は、S82をスキップする。
- [0174] ページ実効負荷算出部P42は、対象レコード内のページIDと同一のページIDを有する、ページ実効負荷テーブルT421のレコードにおいて、実効総I/O数の値を1つ増加させる(S83)。
- [0175] 本実施例では、上述の通り、ページ実効負荷テーブルT421のレコードを逐次追加している。これに代えて、ページ実効負荷テーブルT421の全レコードについて実効総I/O数を更新した後で、テーブルT421に新レコードを追加してもよい。
- [0176] 図23は、図21中にS72で示されるページ読み出し回数加算処理S72のフローチャートである。
- [0177] ページ実効負荷算出部P42は、S91、S92、S93を、ページ読み出しログテーブルT403の各レコードについて実行する(S90)。以下、テーブルT403の各レコードのうち処理対象のレコードを、対象レコードと呼ぶ。

- [0178] ページ実効負荷算出部P42は、対象レコードに含まれるページIDが、ページ実効負荷テーブルT421に既に登録されているか否かを判定する（S91）。
- [0179] 対象レコード内のページIDがページ実効負荷テーブルT421に登録されていない場合（S91：NO）、ページ実効負荷算出部P42は、対象レコード内のページIDを含む新レコードを作成し、その新レコードをページ実効負荷テーブルT421に追加する（S92）。なお、新レコード内の実行総I/O数（C4211）の初期値には、0が設定される。
- [0180] 対象レコード内のページIDがページ実効負荷テーブルT421に登録されている場合（S91：YES）、ページ実効負荷算出部P42は、S92をスキップする。
- [0181] ページ実効負荷算出部P42は、対象レコード内のページIDと同一のページIDを有する、ページ実効負荷テーブルT421のレコードにおいて、実効総I/O数の値を1つ増加させる（S83）。
- [0182] 上記と同様に、ページ実効負荷テーブルT421の全レコードについて実効総I/O数を更新した後で、テーブルT421に新レコードを追加してもよい。
- [0183] 図24は、図21中にS73で示されるページ書き込み回数加算処理S73のフローチャートである。
- [0184] ページ実効負荷算出部P42は、後述のS101、S102、S103、S104を、キャッシュページマッピングテーブルT412の各レコードについて、実行する（S100）。以下、キャッシュページマッピングテーブルT412の各レコードのうち処理対象のレコードを、対象レコードと呼ぶ。
- [0185] ページ実効負荷算出部P42は、対象レコードのキャッシュIDで特定されるキャッシュデータ331がキャッシュ装置30から読み出された回数を算出する（S101）。ページ実効負荷算出部P42は、対象レコード内のキャッシュIDがキャッシュ読み出しログテーブルT401において何回登

場しているかを調べることで、キャッシュデータが読み出された回数を算出できる。

[0186] ページ実効負荷算出部P42は、対象レコード内のページIDと同一のページIDを有するレコードが、ページ実効負荷テーブルT421に既に存在するか否か判定する(S102)。

[0187] 対象レコード内のページIDと同一のページIDを有するレコードが、ページ実効負荷テーブルT421に存在しない場合(S102:NO)、ページ実効負荷算出部P42は、新レコードを作成し、それをテーブルT421に追加する(S103)。新レコードは、対象レコード内のページIDと同一のページIDを有する。新レコードの実効総I/O数カラムには、初期値として0が設定される。

[0188] ページ実効負荷算出部P42は、対象レコード内のページIDと同一のページIDを有する、ページ実効負荷テーブルT421のレコードについて、実効総I/O数C4211の値にS101で算出された値を加算する(S104)。

[0189] 上記と同様に、ページ実効負荷テーブルT421の全レコードについて実効総I/O数を更新した後で、テーブルT421に新レコードを追加してもよい。

[0190] 図25は、管理サーバ40のページ再配置指示部P43の処理手順を示すフローチャートである。

[0191] ページ再配置指示部P43は、ページ実効負荷テーブルT421の各レコードについて、後述のS111を実行する(S110)。テーブルT421の各レコードのうち処理対象のレコードを、対象レコードと呼ぶ。

[0192] ページ再配置指示部P43は、対象レコードに示されるページ211を、その実効総I/O数の値に基づいて再配置するよう、ストレージ装置20の階層管理機能P20に指示する。

[0193] 図26は、管理サーバ40がディスプレイ43上に表示する、キャッシュ装置設定画面G10の画面例である。設定画面G10は、キャッシュ装置3

0を管理サーバ40で管理するための情報を設定する画面である。キャッシュ装置設定画面G10は、例えば、装置種別入力欄GP11と、IPアドレス入力欄GP12と、ログ取得間隔入力欄GP13を備える。

[0194] 装置種別入力欄GP11は、管理サーバ40による管理対象のキャッシュ装置30の種別を入力または選択するため欄である。IPアドレス入力欄GP12は、キャッシュ装置30のIPアドレスを入力するための欄である。ログ取得間隔入力欄GP13は、装置ログ取得処理を実行させる時間間隔を入力するための欄である。なお、キャッシュ装置の種類が予め設定されているような場合、装置種別入力欄GP11は廃止できる。

[0195] 図27は、管理サーバ40がディスプレイ43上に表示する、ホスト-論理ボリュームマッピング設定画面G20の画面例である。設定画面G20は、ホスト10により使用される論理ボリューム210を設定するための画面である。

[0196] ホスト-論理ボリュームマッピング設定画面G20は、例えば、ホスト名入力欄GP21と、IPアドレス入力欄GP22と、論理ボリュームID入力欄GP23とを備えることができる。ホスト名入力欄GP21は、ホスト10を特定するためのホスト名を入力する欄である。IPアドレス入力欄GP22は、ホスト10のIPアドレスを入力する欄である。論理ボリュームID入力欄GP23は、ホスト10の使用する論理ボリュームのボリュームIDの値を入力する欄である。

[0197] 本実施例は、上述のように構成されるため、以下の効果を奏する。本実施例では、ホスト10がストレージ装置20及びキャッシュ装置30の両方を使用する計算機システムにおいて、ページ211のデータの使用状況を正しく評価することができる。

[0198] 本実施例では、キャッシュ装置30からデータが読み出される場合でも、そのデータの実際のI/O数に応じて、そのデータを含むページを適切なディスク階層251に配置させることができる。

[0199] 従って、本実施形態では、キャッシュデータ331がキャッシュ装置30

から消去された場合でも、アプリケーションプログラム 11 は、目的とするデータをストレージ装置 20 内から比較的速やかに読み出すことができる。このため、キャッシュデータ 331 がキャッシュ装置 30 から消去された場合でも、アプリケーションプログラム 11 の処理性能が低下するのを抑制できる。

[0200] 本実施例では、管理サーバ 40 が、ストレージ装置 20 でのデータ利用状況（I/O ログ D20）とキャッシュ装置 30 でのデータ利用状況（I/O ログ D30）とを取得し、各ページ 211 の実際の使用状況（実効総 I/O 数）を計測する。従って、ストレージ装置 20 及びキャッシュ装置 30 は、互いに相手を意識する必要が無く、その構成をあまり変更する必要がない。

実施例 2

[0201] 図 28 - 図 32 を参照して第 2 実施例を説明する。本実施例を含む以下の各実施例は、第 1 実施例の変形例に相当する。従って、以下の各実施例では、第 1 実施例との相違を中心に説明する。本実施例では、ページ 211 とキャッシュデータ 331 の対応関係の判定精度を高めている。

[0202] 第 1 実施例のキャッシュページマッピング部 P41 は、キャッシュデータ 331 とページ 211 の対応関係の判定を間違える可能性がある。ストレージ装置 20 とキャッシュ装置 30 とは、SAN CN10 と LAN CN20 という異なる通信ネットワークに属している。従って、例えば、各通信ネットワークの負荷状況によっては、ページの書き込み時刻 T_p 及びキャッシュデータの書き込み時刻 T_c が変動し、本来の前後関係とは逆の結果を示す場合があり得る。この結果、ページ 211 の更新後にキャッシュデータ 331 が更新されたにもかかわらず、キャッシュデータ 331 の更新の方がページの更新よりも先に行われたかのようにログに記録される可能性がある。

[0203] そこで、本実施例では、キャッシュ装置 30 内のキャッシュデータ 331 と、ストレージ装置 20 内のページ 211 との対応関係を、過去の統計情報に基づいて推定する。これにより、本実施例では、通信遅延等による変動の影響を抑制し、対応関係の推定精度を高める。

- [0204] 図28は、マッピング情報リポジトリT41Aの構成図である。本実施例のマッピング情報リポジトリT41Aは、第1実施例で述べたマッピング情報リポジトリT41の構成に加えて、キャッシュページマッピング統計テーブルT413を備える。キャッシュページマッピング統計テーブルT413は、後述の通り、ページ211とキャッシュデータ331の対応関係の過去の推定結果を全て保存している。キャッシュページマッピング統計テーブルT413は、対応関係を推定するための判断基準として使用される。
- [0205] 図29は、キャッシュページマッピング統計テーブルT413の構成を示す。キャッシュページマッピング統計テーブルT413は、上述の通り、キャッシュデータ331とページ211との対応関係の統計データを管理する。
- [0206] キャッシュページマッピング統計テーブルT413は、例えば、キャッシュIDカラムC4130と、ページIDカラムC4131と、マッピング回数カラムC4132とを備える。キャッシュIDカラムC4130は、キャッシュデータ331を識別するためのキャッシュIDを記憶する。ページIDカラムC4131は、ページ211を識別するためのページIDを記憶する。マッピング回数カラムC4132は、カラムC4130で特定されるキャッシュデータ331とカラムC4131で特定されるページ211とが、判定された回数を記憶する。なお、マッピング回数の値は、例えば、管理サーバ40の電源投入時等にリセットしてもよいし、リセットせずに保持してもよい。
- [0207] 図30は、本実施例のキャッシュページマッピング処理のフローチャートである。本処理は、図15に示す処理に比べて、S21及びS22が廃止されている。本実施例では、キャッシュデータとページの対応関係の判定結果を全て統計情報としてテーブルT413に記録するため、第1実施例のように重複した対応関係を排除する必要はない。従って、図30では、S21及びS22が除かれている。なお、本実施例では、第1実施例に比べて、キャッシュページマップ作成及び追加処理が改善されているため、改善され

た処理に符号S 2 3 Aが与えられている。

- [0208] 図3 1は、本実施例によるキャッシュページマップ作成及び追加処理S 2 3 Aのフローチャートである。本フローチャートは、図1 7に示すフローチャートに比べて、S 4 6がS 4 7に置き換えられている点で相違する。S 4 7では、過去の推定結果（判定結果）の統計に基づいて、今回のページキャッシュマップを推定する。
- [0209] 図3 2は、図3 1中にS 4 7で示されている、統計によるページキャッシュマッピング処理S 4 7のフローチャートである。図3 1のS 4 0～S 4 5によって、ページとキャッシュデータの対応関係を示すマップ候補が決定している。
- [0210] キャッシュページマッピング部P 4 1は、キャッシュページマッピング統計テーブルT 4 1 3に、今回推定されたマップ候補（対象マップ候補）が含まれているか否かを判定する（S 1 2 0）。
- [0211] キャッシュページマッピング統計テーブルT 4 1 3に、対象マップ候補が含まれていない場合（S 1 2 0：NO）、キャッシュページマッピング部P 4 1は、新レコードを作成し、キャッシュページマッピング統計テーブルT 4 1 3に追加する（S 1 2 1）。新レコードには、対象マップ候補に関するキャッシュID及びページIDが含まれる。新レコードのマッピング回数カラムC 4 1 3 2には、初期値として0が設定される。
- [0212] キャッシュページマッピング部P 4 1は、キャッシュページマッピング統計テーブルT 4 1 3の、対象マップ候補に関するレコードについて、マッピング回数カラムC 4 1 3 2の値に1を加算する（S 1 2 2）。キャッシュページマッピング統計テーブルT 4 1 3に対象マップ候補が登録済の場合（S 1 2 0：YES）、S 1 2 1はスキップされてS 1 2 2に移る。
- [0213] キャッシュページマッピング部P 4 1は、キャッシュページマッピング統計テーブルT 4 1 3を参照して、対象マップ候補のキャッシュIDに対応付けられたことのあるページ2 1 1のうち、マッピング回数の最も多いページを検出する（S 1 2 3）。キャッシュページマッピング部P 4 1は、

マッピング回数の最も多いページのレコードを、キャッシュページマッピングテーブルT 4 1 2に登録する (S 1 2 3)。

[0214] 即ち、キャッシュページマッピング部P 4 1は、キャッシュページマッピング統計テーブルT 4 1 3において、対象マップ候補のキャッシュIDと同じキャッシュIDを有するレコードの中から、マッピング回数カラムC 4 1 3 2の値が最大であるレコードを検出する。そして、キャッシュページマッピング部P 4 1は、所定のキャッシュIDについて最大のマッピング回数を有するレコードを、判定結果として、キャッシュページマッピングテーブルT 4 1 1に保存する。

[0215] 本実施例では、上述のように、過去の判定結果に基づいて、キャッシュデータ3 3 1とページ2 1 1の対応関係を判定することができる。従って、本実施例では、キャッシュデータ3 3 1とページ2 1 1の対応関係をより正確に判定することができ、この結果、ページ2 1 1をより適切なディスク階層に配置させることができる。

実施例 3

[0216] 図3 3を参照して第3実施例を説明する。本実施例では、アプリケーションプログラム1 1が先にキャッシュデータ3 3 1を更新し、次にページ2 1 1のデータを更新する場合において、キャッシュデータとページを対応付ける方法を説明する。本実施例では、第1実施例を前提として説明するが、これに代えて、本実施例と第3実施例とを組み合わせることもできる。

[0217] 図1 8 (b)に示すように、本実施例では、アプリケーションプログラム1 1がデータを更新する場合、キャッシュデータ3 3 1を時刻T cで更新した後で、ページ2 1 1のデータを時刻T p 2で更新する。キャッシュデータ3 3 1の書き込みからページ2 1 1の書き込みまでの時間遅れをd T 2とする。

[0218] キャッシュページマッピング部P 4 1は、最新のページ書き込み時刻T p 2から前回のページ書き込み時刻T p 1までの所定時間T p 1 2を探索期間とする。キャッシュページマッピング部P 4 1は、探索期間T p 1 2内

で、ページ211を更新したホストと同一ホストによるキャッシュデータ331の書き込みがあった場合、そのキャッシュデータ331とページ211とを対応付ける。

- [0219] そこで、図33に示す本実施例のキャッシュページマッピング処理では、キャッシュページマッピング部P41は、対象ページ211についての前回の書き込み時刻Tp1を取得する(S40A)。キャッシュページマッピング部P41は、対象ページ211についての前回の書き込み時刻Tp1を取得できたか否かを判定する(S41A)。
- [0220] 前回の書き込み時刻Tp1を取得できなかった場合(S41A:NO)、本処理は終了する。前回の書き込み時刻Tp1を取得できた場合(S41A:YES)、キャッシュページマッピング部P41は、対象ページ211に書き込んだホスト10が使用している論理ボリュームのIDを検索する(S42)。
- [0221] キャッシュ書き込みログテーブルT402の各レコードについて、S44A、S45、S46がそれぞれ実行される。
- [0222] キャッシュページマッピング部P41は、キャッシュデータ331への書き込み時刻Tcが、対象ページ211の最新書き込み時刻Tp2から前回の書き込み時刻Tp1までの所定時間Tp12内に有るか否かを判定する(S44A)。
- [0223] キャッシュデータ331の書き込み時刻Tcが所定時間Tp12内に存在しない場合(S44A:NO)、次のレコードに移る。キャッシュデータ331の書き込み時刻Tcが所定時間Tp12内に存在する場合(S44A:YES)、キャッシュページマッピング部P41は、キャッシュデータ331を更新したホスト10により使用される論理ボリュームのIDと、S42で検索されたボリュームIDとが一致するか否かを判定する(S45)。
- [0224] 両方のボリュームIDが一致する場合(S45:YES)、キャッシュページマッピング部P41は、キャッシュページマッピングテーブルT412に新たなレコードを追加する(S46)。

[0225] このように構成される本実施例も第1実施例と同様の効果を奏する。さらに、本実施例では、キャッシュデータ331が先に更新され、ページ211が後から更新される場合にも適用できる。アプリケーションプログラム11は、頻繁に使用するキャッシュデータ331を先に更新できるため、ユーザ端末からの要求に速やかに応答できる。

[0226] なお、本発明は上述した各実施例に限定されない。当業者であれば、本発明の範囲内で種々の追加または変更等を行うことができる。

[0227] 本発明は、例えば、以下のようにコンピュータプログラムまたは計算機システムとして表現することもできる。

「観点1. コンピュータを、ホストコンピュータに論理ボリュームを提供するストレージ装置と前記ホストコンピュータにより使用されるキャッシュ装置とを含む計算機システムを管理するための管理装置として機能させるためのコンピュータプログラムであって、

前記キャッシュ装置には、前記論理ボリューム内の所定サイズの記憶領域に記憶されるデータの一部がキャッシュデータとして記憶されており、

前記コンピュータを、

前記ホストコンピュータによる、前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータへの第1アクセス要求を検出させ、

前記ホストコンピュータによる、前記キャッシュ装置内の前記キャッシュデータへの第2アクセス要求を検出させ、

前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータと前記キャッシュ装置の前記キャッシュデータとの対応関係を検出させ、

前記第1アクセス要求と前記第2アクセス要求とに基づいて、前記記憶領域のデータへの合計アクセス要求を算出させる、
コンピュータプログラム。

観点2. ホストコンピュータと、前記ホストコンピュータに論理ボリュームを提供するストレージ装置と、前記ホストコンピュータにより使用されるキャッシュ装置と、前記ホストコンピュータと前記ストレージ装置及び前記

キャッシュ装置に接続される管理装置とを含む計算機システムであって、

前記キャッシュ装置には、前記論理ボリューム内の所定サイズの記憶領域に記憶されるデータの一部がキャッシュデータとして記憶されており、

前記管理装置は、マイクロプロセッサと、前記マイクロプロセッサにより使用される所定のコンピュータプログラムを記憶する記憶装置と、前記ホストコンピュータ及び前記ストレージ装置と通信するための通信インターフェース回路とを備え、

前記マイクロプロセッサは、前記所定のコンピュータプログラムを実行することで、

前記ホストコンピュータによる、前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータへの第1アクセス要求を検出し、

前記ホストコンピュータによる、前記キャッシュ装置内の前記キャッシュデータへの第2アクセス要求を検出し、

前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータと前記キャッシュ装置の前記キャッシュデータとの対応関係を検出し、

前記第1アクセス要求と前記第2アクセス要求とに基づいて、前記記憶領域のデータへの合計アクセス要求を算出する、

計算機システム。」

符号の説明

[0228] 1, 10 : ホストコンピュータ、 2, 20 : ストレージ装置、 3, 30 :
キャッシュ装置、 4 : 管理装置、 40 : 管理サーバ

請求の範囲

- [請求項1] ホストコンピュータに論理ボリュームを提供するストレージ装置と、前記ホストコンピュータにより使用されるキャッシュ装置とを含む計算機システムを管理する管理装置であって、
- 前記キャッシュ装置には、前記論理ボリューム内の所定サイズの記憶領域に記憶されるデータの一部がキャッシュデータとして記憶されており、
- 前記管理装置は、マイクロプロセッサと、前記マイクロプロセッサにより使用される所定のコンピュータプログラムを記憶する記憶装置と、前記ホストコンピュータ及び前記ストレージ装置と通信するための通信インターフェース回路とを備え、
- 前記マイクロプロセッサは、前記所定のコンピュータプログラムを実行することで、
- 前記ホストコンピュータによる、前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータへの第1アクセス要求を検出し、
- 前記ホストコンピュータによる、前記キャッシュ装置内の前記キャッシュデータへの第2アクセス要求を検出し、
- 前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータと前記キャッシュ装置の前記キャッシュデータとの対応関係を検出し、
- 前記第1アクセス要求と前記第2アクセス要求とに基づいて、前記記憶領域のデータへの合計アクセス要求を算出する、
- 計算機システムの管理装置。
- [請求項2] 前記マイクロプロセッサは、前記合計アクセス要求に基づいて、前記ストレージ装置に所定の指示を送信する、
- 請求項1に記載の計算機システムの管理装置。
- [請求項3] 前記所定の指示は、前記合計アクセス要求に基づいて前記記憶領域のデータを再配置させるための指示であり、
- 前記ストレージ装置は、前記所定の指示に従って、前記記憶領域の

データを所定階層の物理的記憶領域に配置させる、
請求項 2 に記載の計算機システムの管理装置。

[請求項4] 前記第 1 アクセス要求には、前記記憶領域のデータについての読出し要求及び書き込み要求の両方が含まれており、

前記第 2 アクセス要求には、前記キャッシュデータについての読出し要求が含まれており、

前記合計アクセス要求には、前記記憶領域のデータについての前記読出し要求と前記記憶領域に対応する前記キャッシュデータについての前記読出し要求とを合計した合計読出し要求と、前記記憶領域に記憶されたデータについての前記書き込み要求とが含まれている、
請求項 3 に記載の計算機システムの管理装置。

[請求項5] 前記所定サイズと、前記キャッシュデータのサイズとは異なっており、

前記マイクロプロセッサは、

前記ホストコンピュータが前記キャッシュ装置内の前記キャッシュデータを更新する第 1 タイミングと、前記ホストコンピュータが前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータを更新する第 2 タイミングとに基づいて、前記記憶領域のデータと前記キャッシュデータとの対応関係を検出する、

請求項 4 に記載の計算機システムの管理装置。

[請求項6] 前記マイクロプロセッサは、

前記第 2 タイミングが、前回の前記第 1 タイミングから最新の前記第 1 タイミングまでの所定時間内に存在する場合に、前記第 2 タイミングで更新される前記記憶領域のデータと前記最新の第 1 タイミングで更新される前記キャッシュデータとが対応関係にあると判定する、

請求項 5 に記載の計算機システムの管理装置。

[請求項7] 前記ホストコンピュータによる前記キャッシュデータの更新履歴を

管理するキャッシュ更新履歴管理情報と、前記ホストコンピュータによる前記記憶領域の更新履歴を管理する記憶領域更新履歴管理情報とが前記記憶装置に格納されており、

前記マイクロプロセッサは、前記キャッシュ更新履歴管理情報と前記記憶領域更新履歴管理情報とに基づいて、前記最新の第1タイミングで前記キャッシュデータを更新する前記ホストコンピュータと前記第2タイミングで前記記憶領域内のデータを更新する前記ホストコンピュータとが同一であることを確認した場合に、前記第2タイミングで更新される前記記憶領域内のデータと前記最新の第1タイミングで更新される前記キャッシュデータとが対応関係にあると判定する、請求項6に記載の計算機システムの管理装置。

[請求項8]

前記ストレージ装置には、前記第1アクセス要求の履歴を管理する第1アクセス要求履歴情報が記憶されており、

前記キャッシュ装置には、前記第2アクセス要求の履歴を管理する第2アクセス要求履歴情報が記憶されており、

前記記憶領域更新履歴管理情報は、前記管理装置が前記ストレージ装置から取得する前記第1アクセス要求履歴情報に基づいて作成され、

前記キャッシュ更新履歴管理情報は、前記管理装置が前記キャッシュ装置から取得する前記第2アクセス要求履歴情報に基づいて作成される、

請求項7に記載の計算機システムの管理装置。

[請求項9]

前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータと前記キャッシュ装置の前記キャッシュデータとの対応関係を管理する対応関係管理情報が前記記憶装置に記憶されており、

前記対応関係管理情報には、各対応関係毎にその信頼性を示す情報が含まれており、

前記マイクロプロセッサは、前記記憶領域のデータと前記キャッシ

データとの対応関係が複数存在する場合、前記信頼性を示す情報に基づいて、いずれか一つの対応関係を選択する、

請求項 1 ～請求項 7 のいずれに記載の計算機システムの管理装置。

[請求項10] 前記信頼性を示す情報は、前記記憶領域のデータと前記キャッシュデータとが対応すると判定された回数である、
請求項 9 に記載の計算機システムの管理装置。

[請求項11] ホストコンピュータに論理ボリュームを提供するストレージ装置と、前記ホストコンピュータにより使用されるキャッシュ装置とを含む計算機システムを管理装置により管理するための方法であって、

前記管理装置は、

前記ホストコンピュータによる、前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータへの第 1 アクセス要求を検出し、

前記ホストコンピュータによる、前記キャッシュ装置内の前記キャッシュデータへの第 2 アクセス要求を検出し、

前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータと前記キャッシュ装置の前記キャッシュデータとの対応関係を検出し、

前記第 1 アクセス要求と前記第 2 アクセス要求とに基づいて、前記記憶領域のデータへの合計アクセス要求を算出する、
計算機システムの管理方法。

[請求項12] 前記合計アクセス要求に基づいて前記記憶領域のデータを再配置させるための所定の指示を、前記ストレージ装置に送信する、
請求項 1 1 に記載の計算機システムの管理方法。

[請求項13] 前記所定サイズと、前記キャッシュデータのサイズとは異なっており、

前記ホストコンピュータが前記キャッシュ装置内の前記キャッシュデータを更新する第 1 タイミングと、前記ホストコンピュータが前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータを更新する第 2 タイミングとに基づいて、前記記憶領域のデータと前記キャッシュデータとの対

応関係を検出する、

請求項 1 2 に記載の計算機システムの管理方法。

[請求項14]

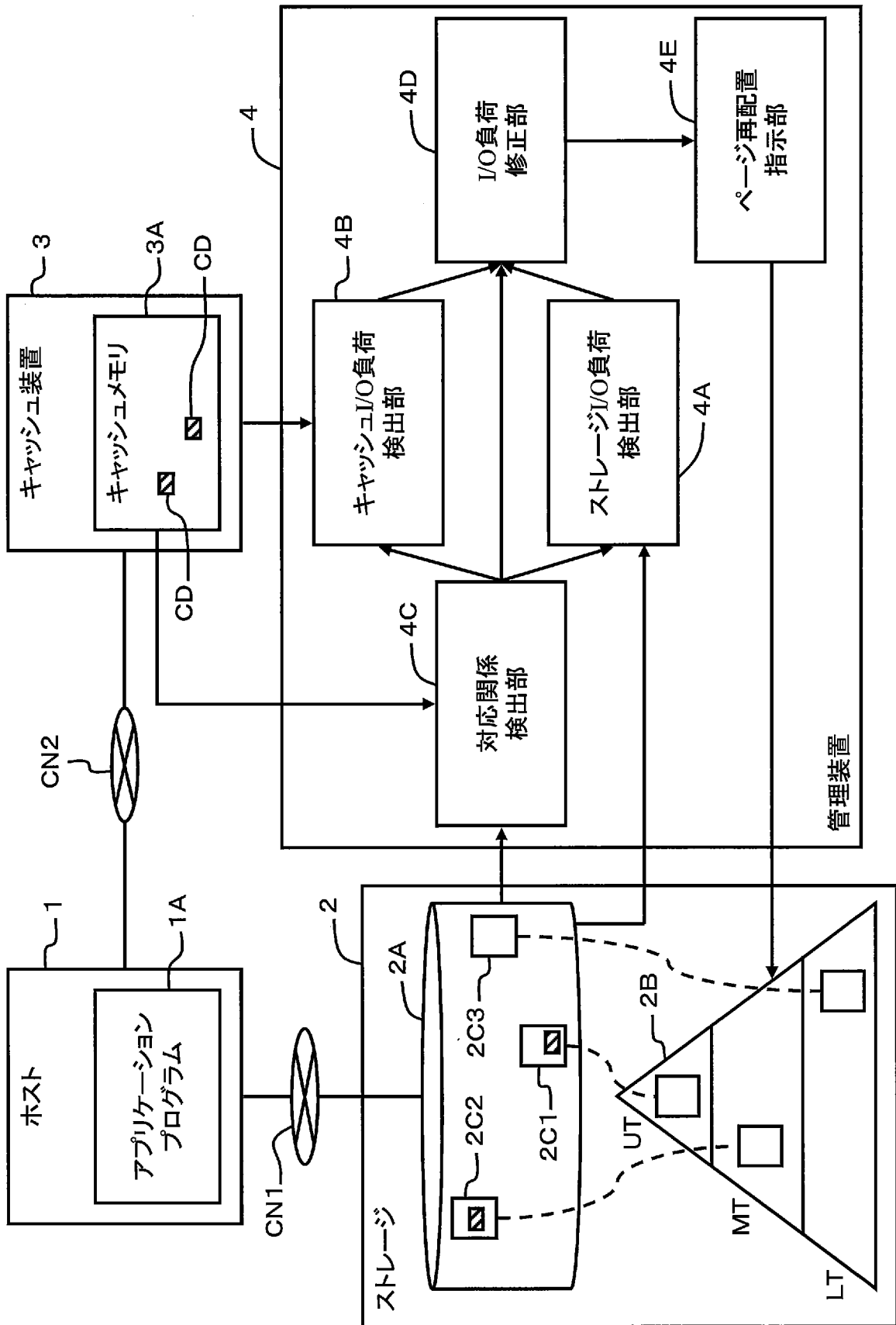
前記論理ボリューム内の前記記憶領域のデータと前記キャッシュ装置の前記キャッシュデータとの対応関係を管理する対応関係管理情報が記憶されており、

前記対応関係管理情報には、各対応関係毎にその信頼性を示す情報が含まれており、

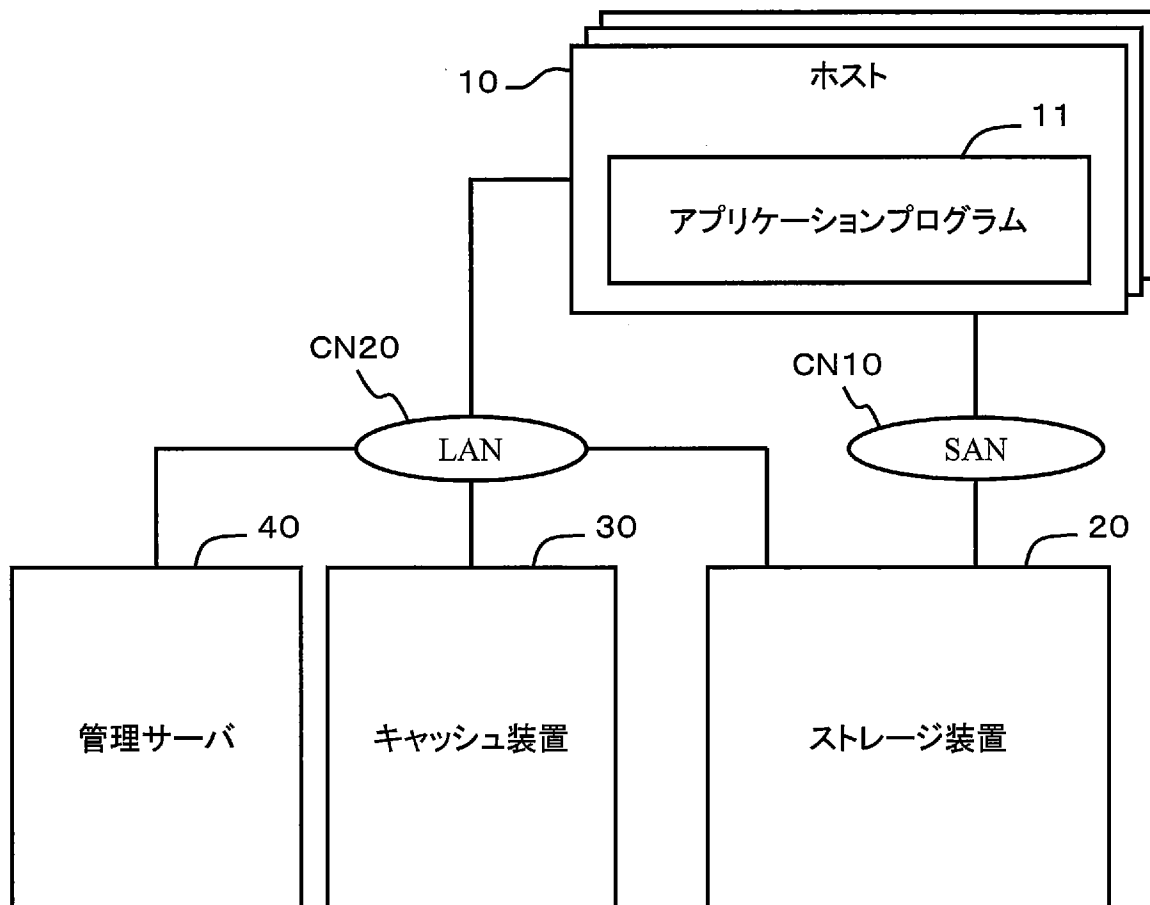
前記記憶領域のデータと前記キャッシュデータとの対応関係が複数存在する場合、前記信頼性を示す情報に基づいて、いずれか一つの対応関係を選択する、

請求項 1 3 に記載の計算機システムの管理方法。

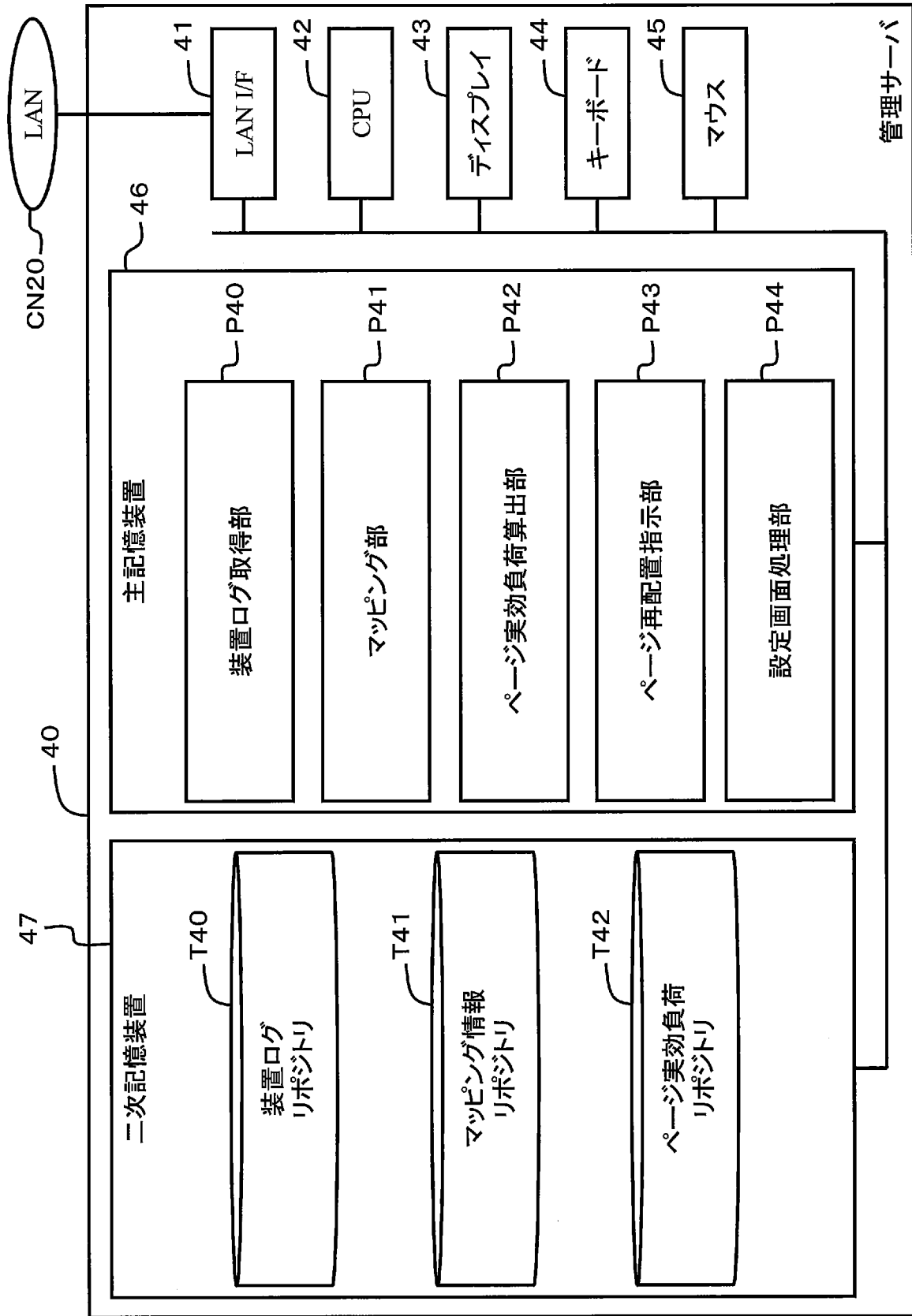
[図1]



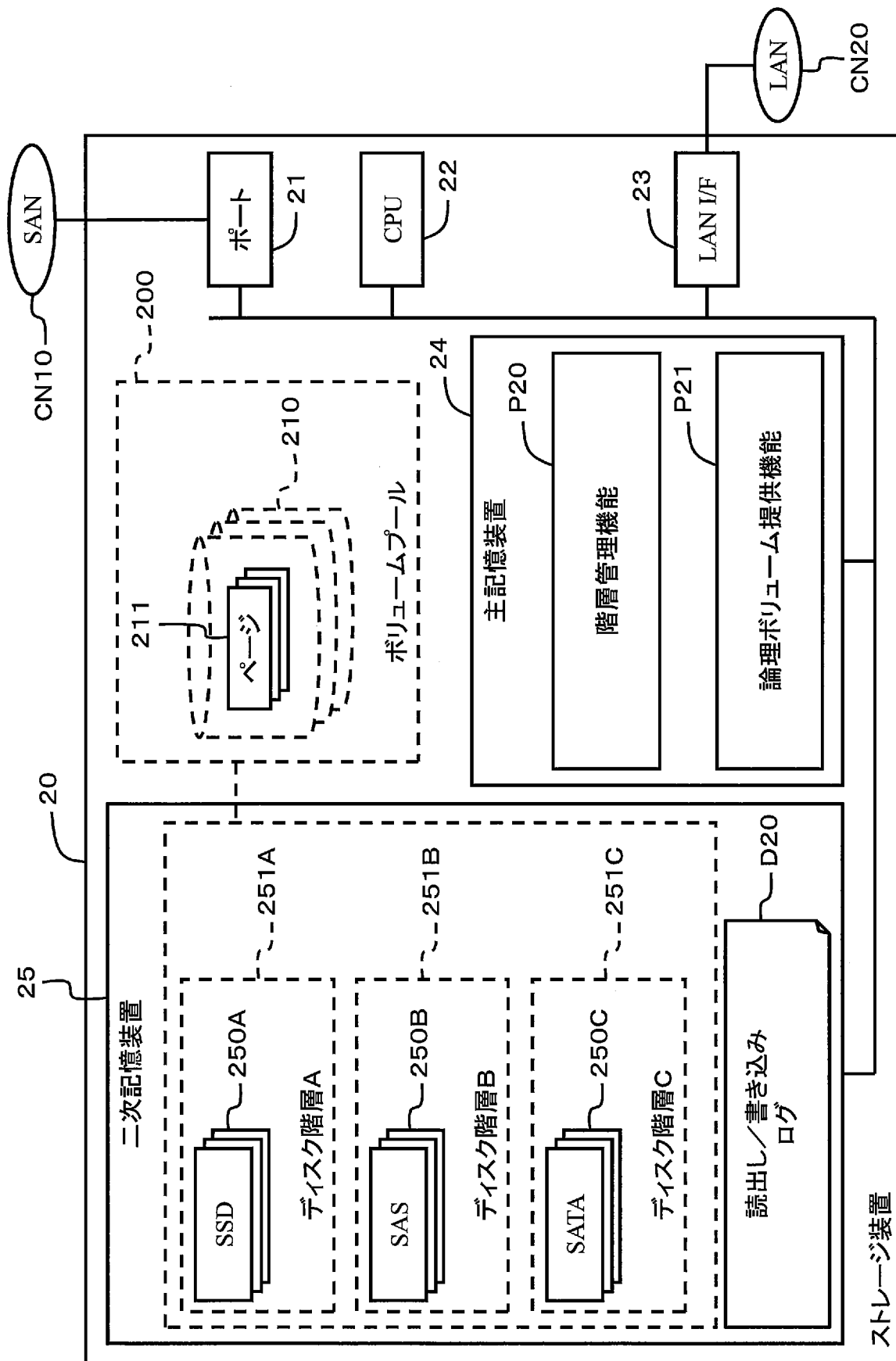
[図2]



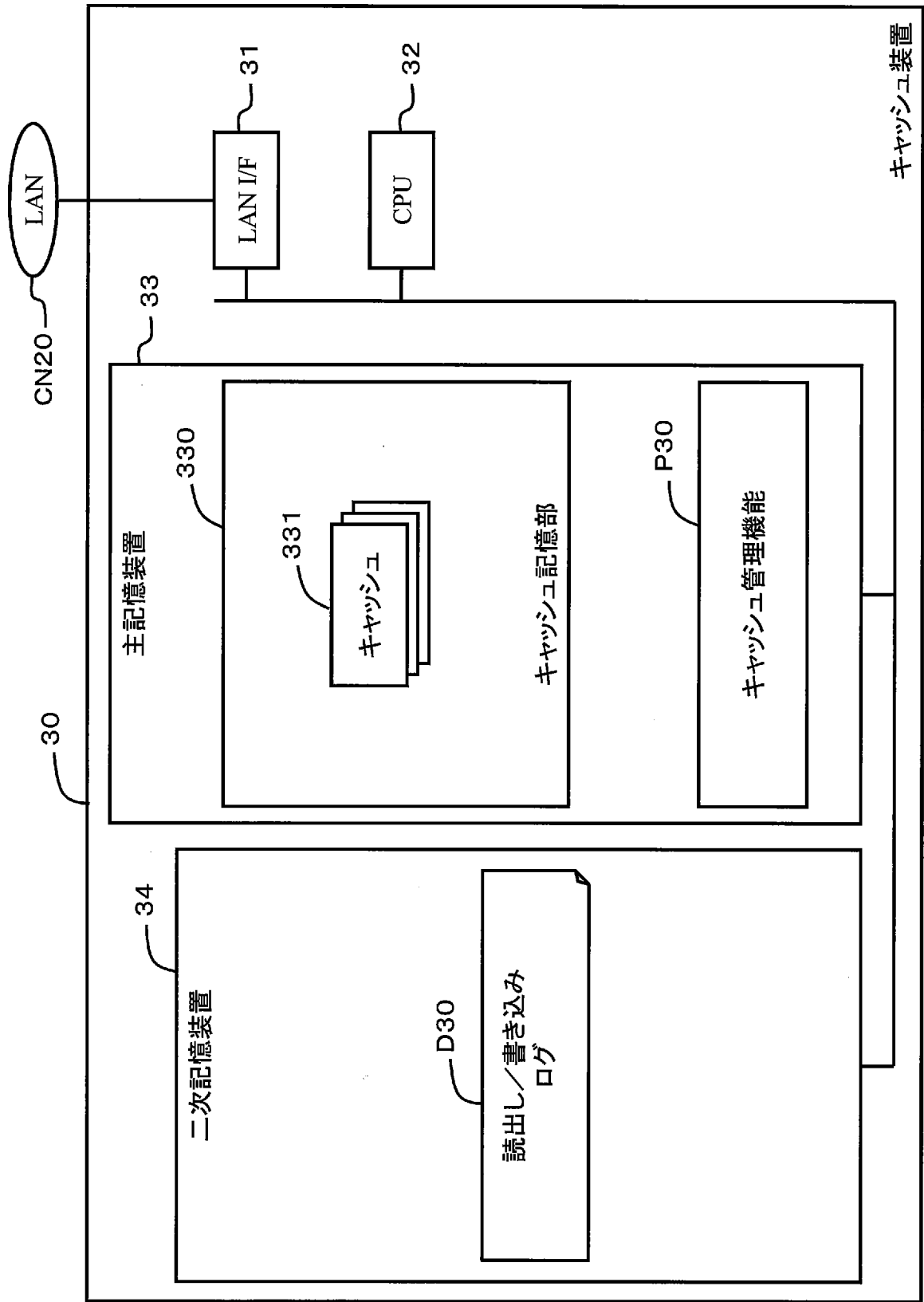
[図3]



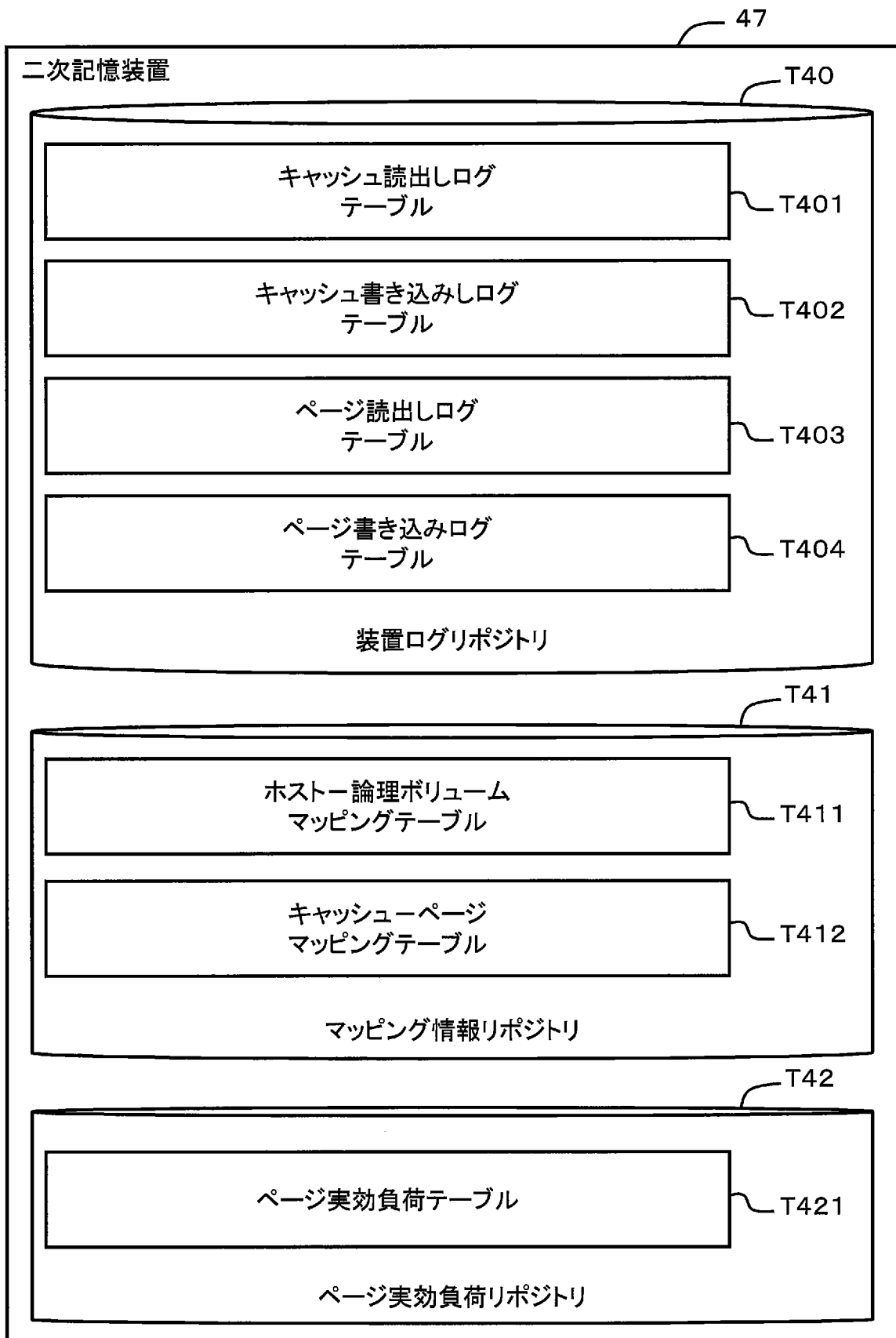
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

キャッシュ読出しログテーブル T401		
C4010 }	C4011 }	C4012 }
ホスト名	キャッシュID	読出し時刻
ホストHA	キャッシュCA	2011/02/03 14:56:31.567
ホストHA	キャッシュCB	2011/02/03 14:56:32.821
ホストHB	キャッシュCC	2011/02/03 14:56:32.924
ホストHC	キャッシュCD	2011/02/03 14:56:33.532
...

[図8]

キャッシュ書き込みログテーブル T402		
C4020 }	C4021 }	C4022 }
ホスト名	キャッシュID	書き込み時刻
ホストHA	キャッシュCA	2011/02/03 14:56:25.362
ホストHA	キャッシュCB	2011/02/03 14:56:35.324
ホストHB	キャッシュCC	2011/02/03 14:56:36.241
ホストHA	キャッシュCA	2011/02/03 14:56:39.246
ホストHA	キャッシュCB	2011/02/03 14:56:40.123
ホストHB	キャッシュCC	2011/02/03 14:56:40.255
...

[図9]

ページ読出しログテーブル T403	
C4030	C4031
ページID	読出し時刻
ページPD	2011/02/03 14:56:31.231
ページPD	2011/02/03 14:56:32.124
ページPD	2011/02/03 14:56:32.534
ページPD	2011/02/03 14:56:33.664
...	...

[図10]

ページ書き込みログテーブル T404		
C4040	C4041	C4042
ボリュームID	ページID	書き込み時刻
00:00:01	ページPA	2011/02/03 14:56:39.012
00:00:02	ページPB	2011/02/03 14:56:39.924
00:00:03	ページPC	2011/02/03 14:56:40.132
00:00:04	ページPD	2011/02/03 14:56:41.246
...

[図11]

ホスト-論理ボリュームマッピングテーブル T411	
C4110	C4111
ホスト名	論理ボリュームID
ホストHA	00:00:01
ホストHA	00:00:02
ホストHB	00:00:03
ホストHC	00:00:04
...	...

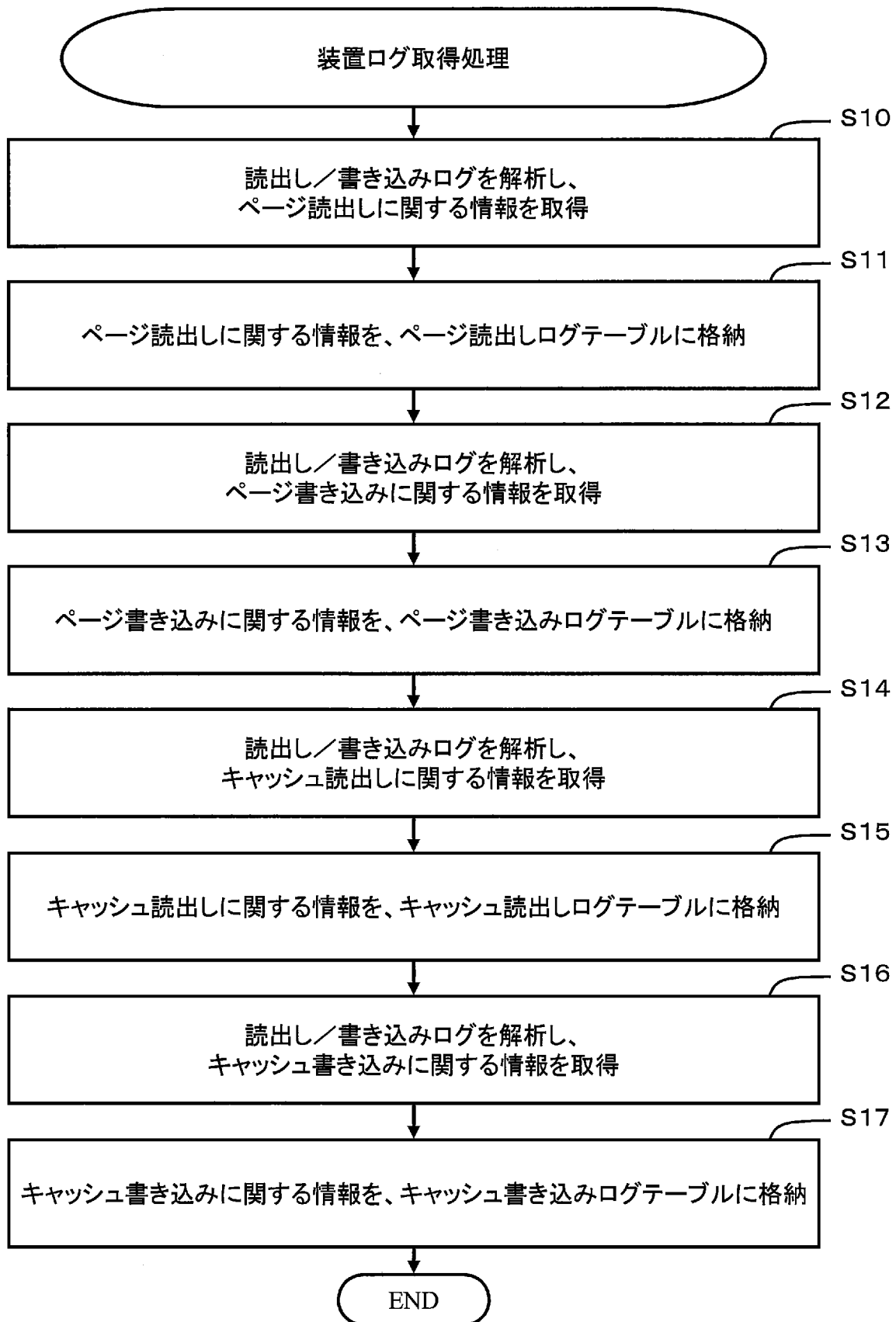
[図12]

キャッシュ-ページマッピングテーブル T412	
C4120	C4121
キャッシュID	ページID
キャッシュCA	ページPA
キャッシュCB	ページPB
キャッシュCC	ページPC
...	...

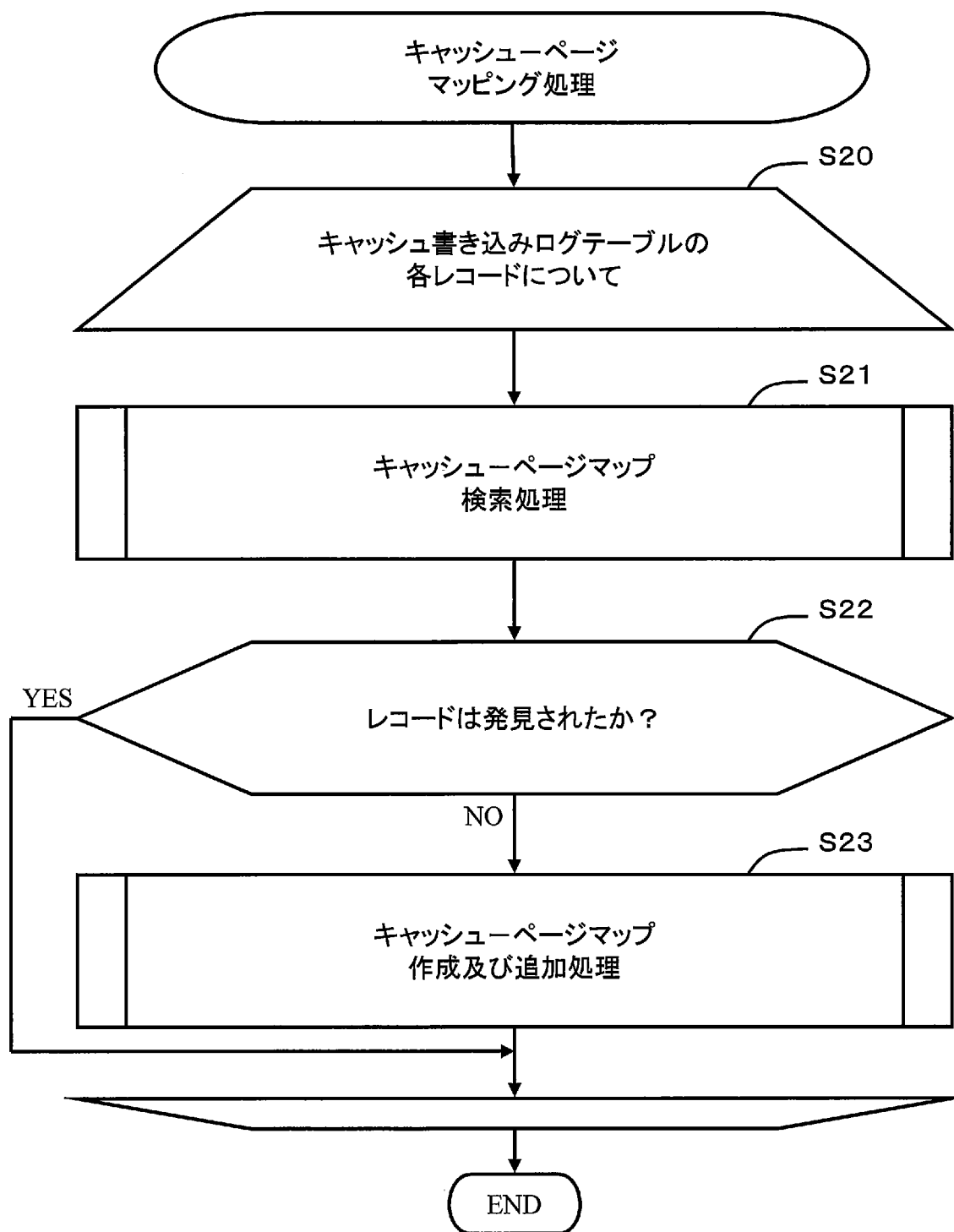
[図13]

ページ実効負荷テーブル T421	
C4210	C4211
ページID	実効総I/O数
ページPA	6788
ページPB	4546
ページPC	3243
ページPD	125
...	...

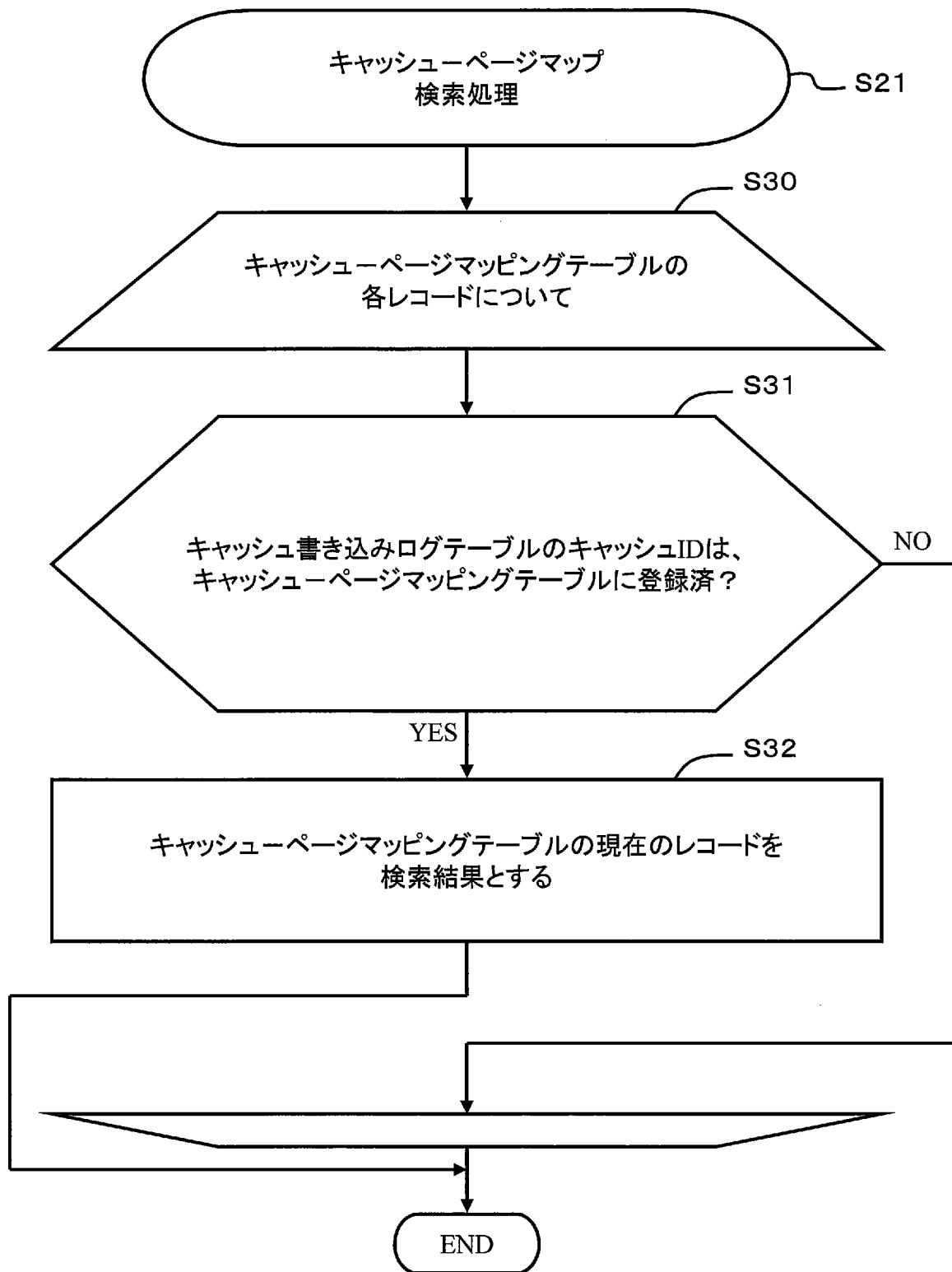
[図14]



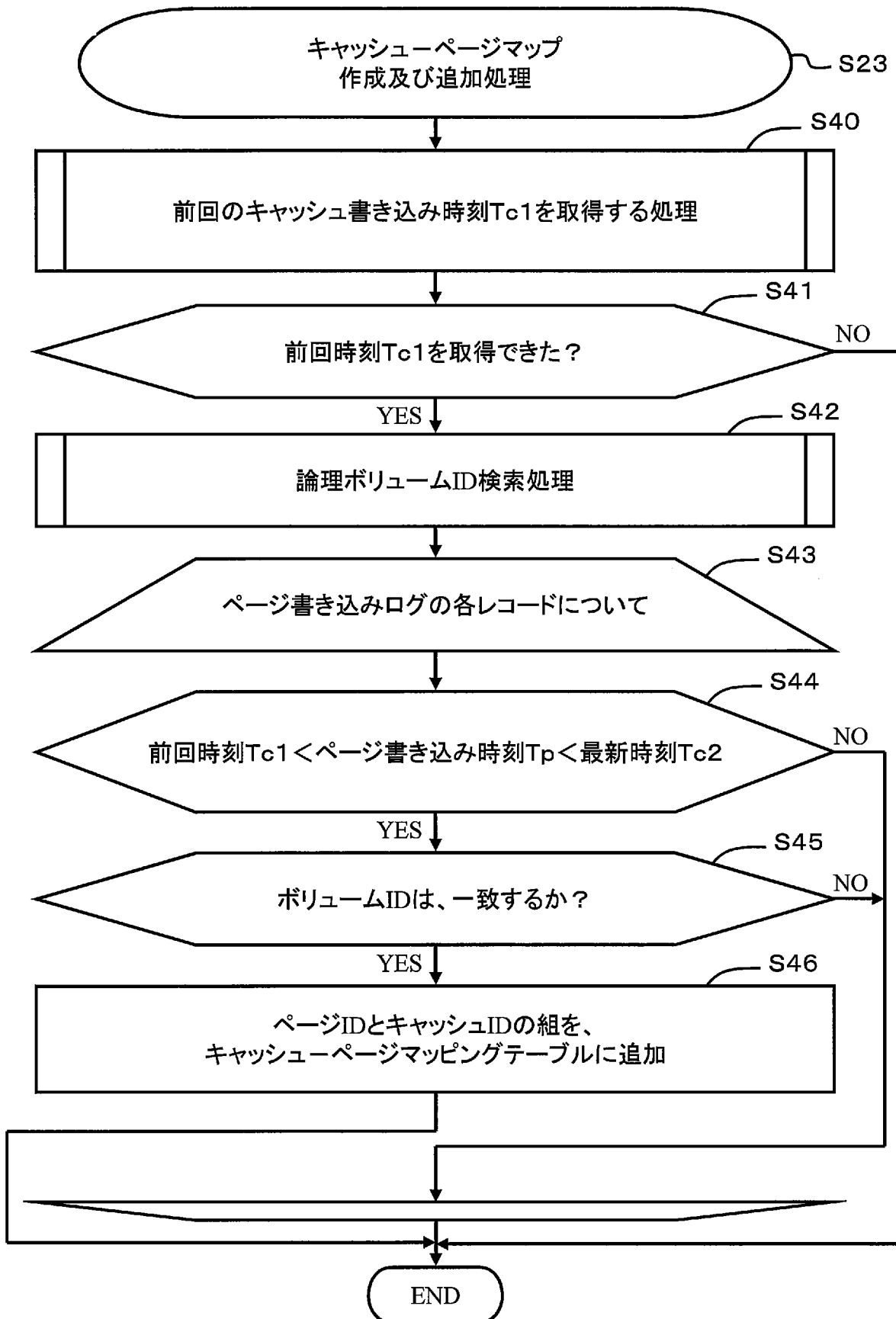
[図15]



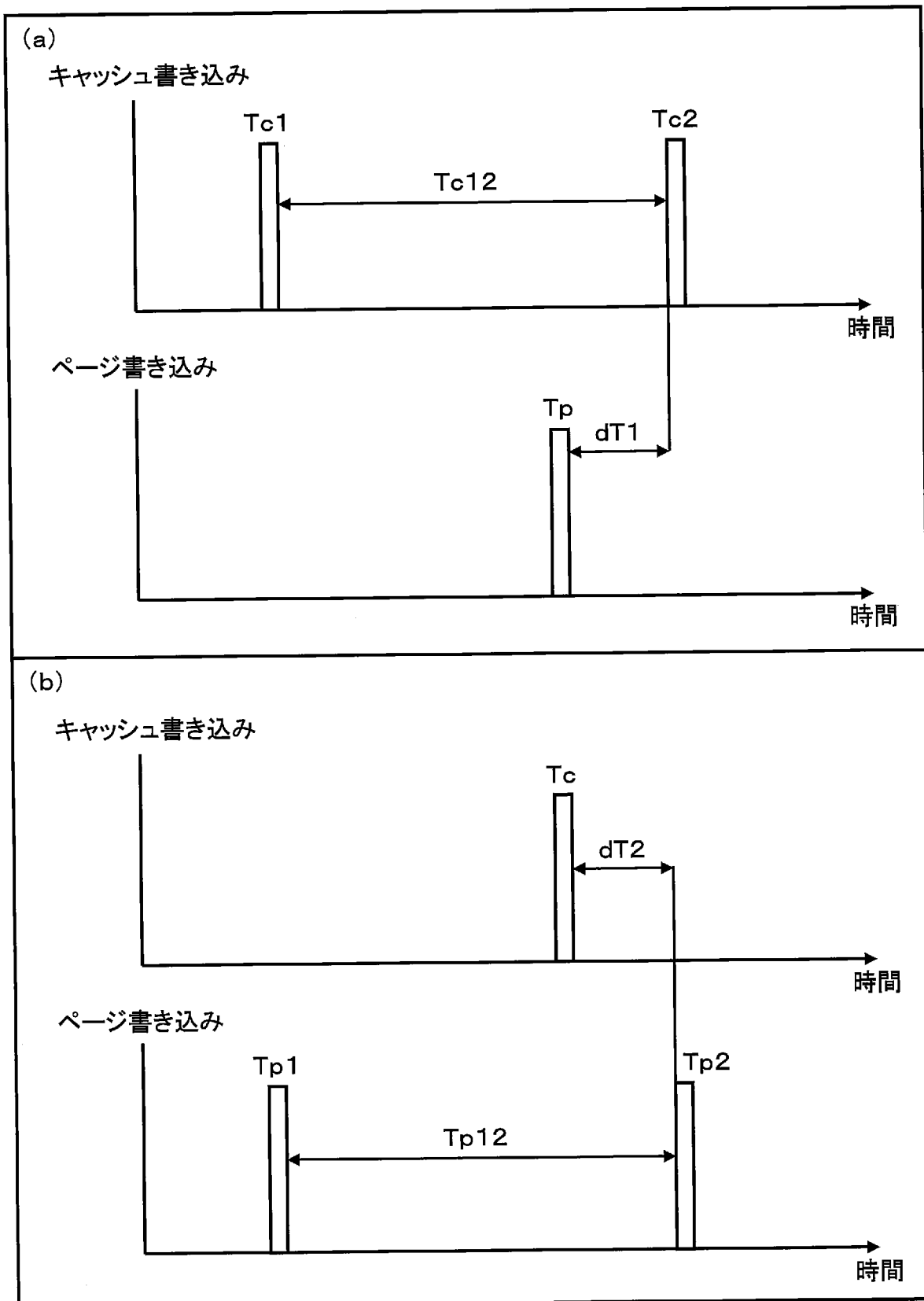
[図16]



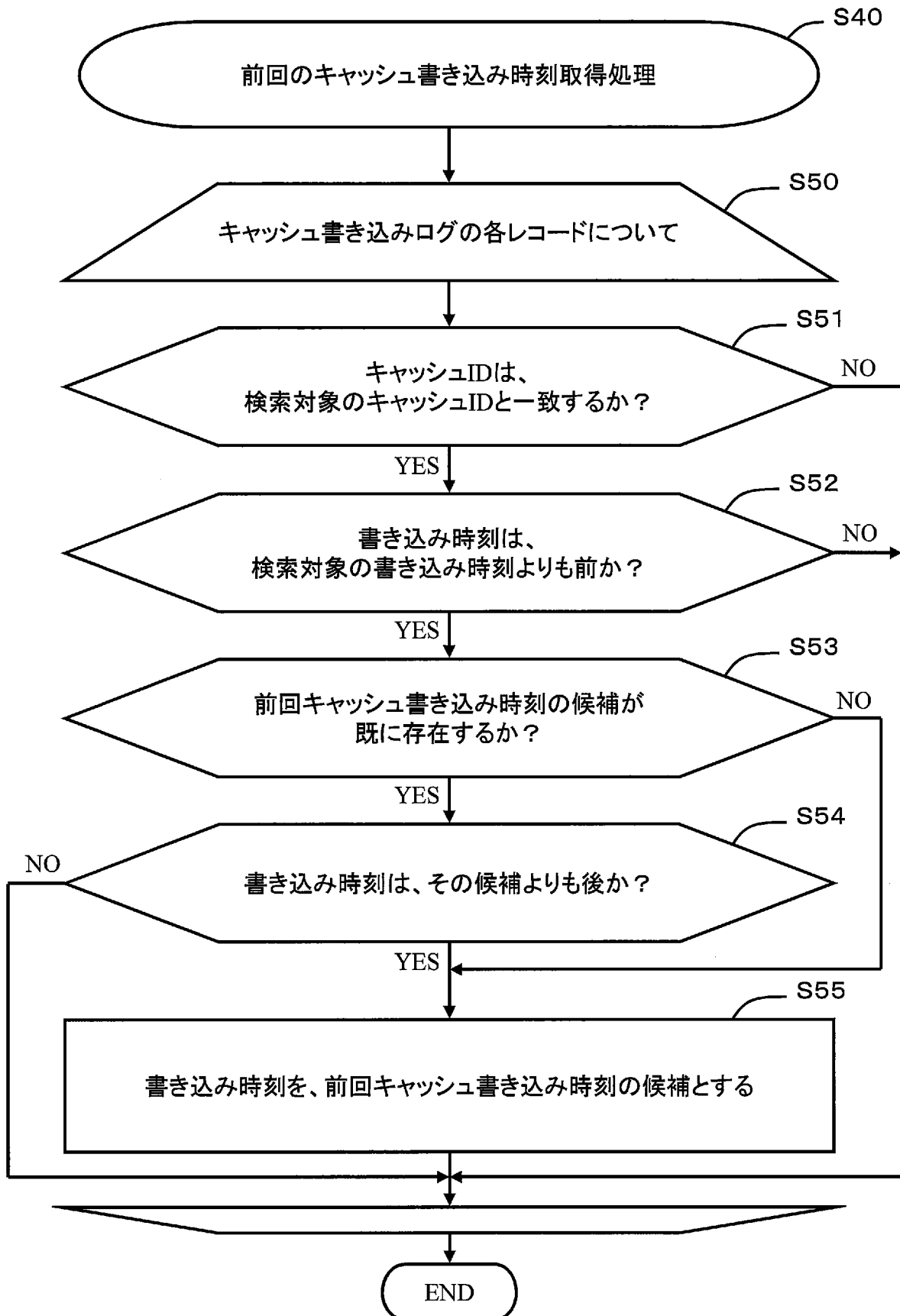
[図17]



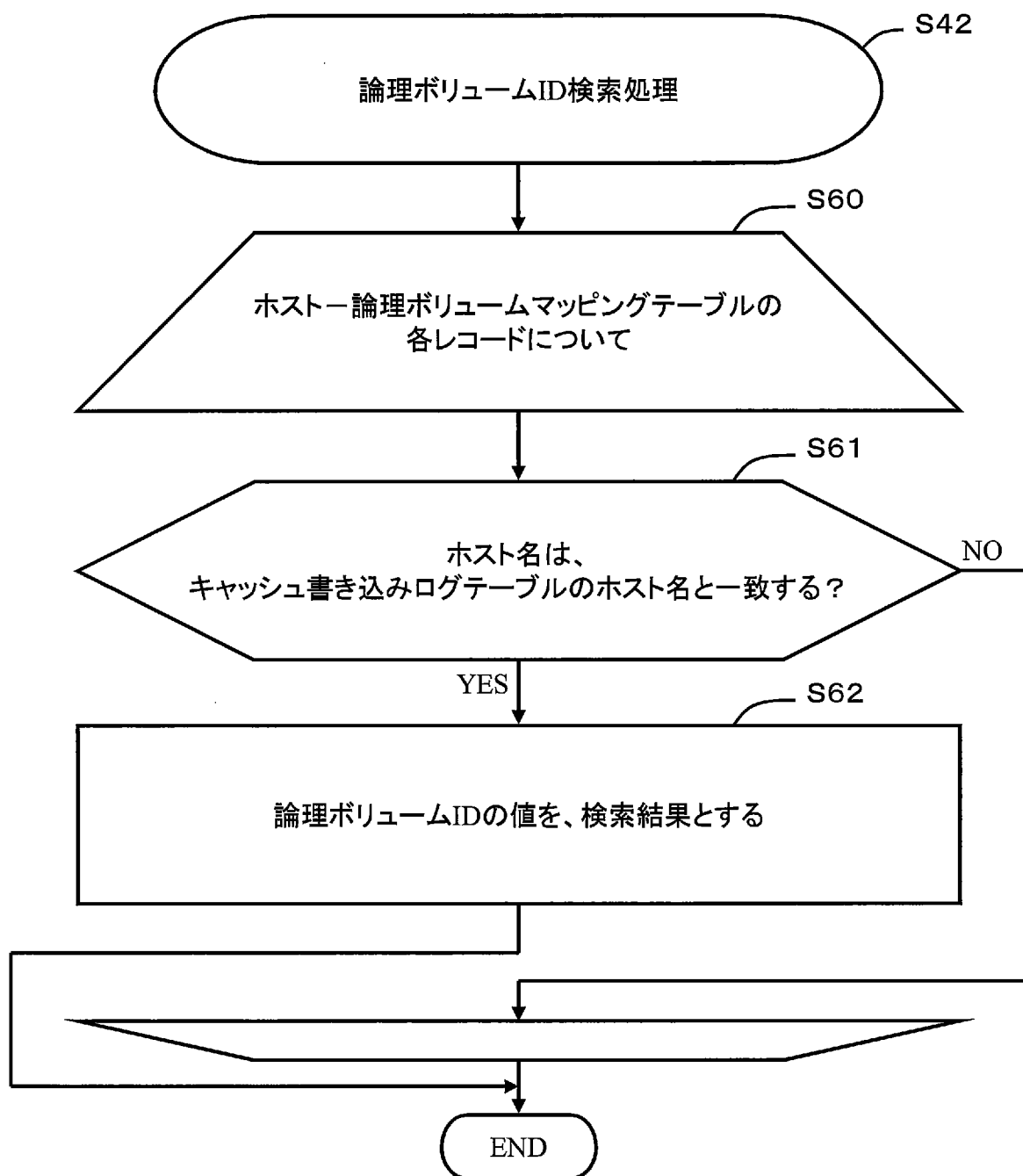
[図18]



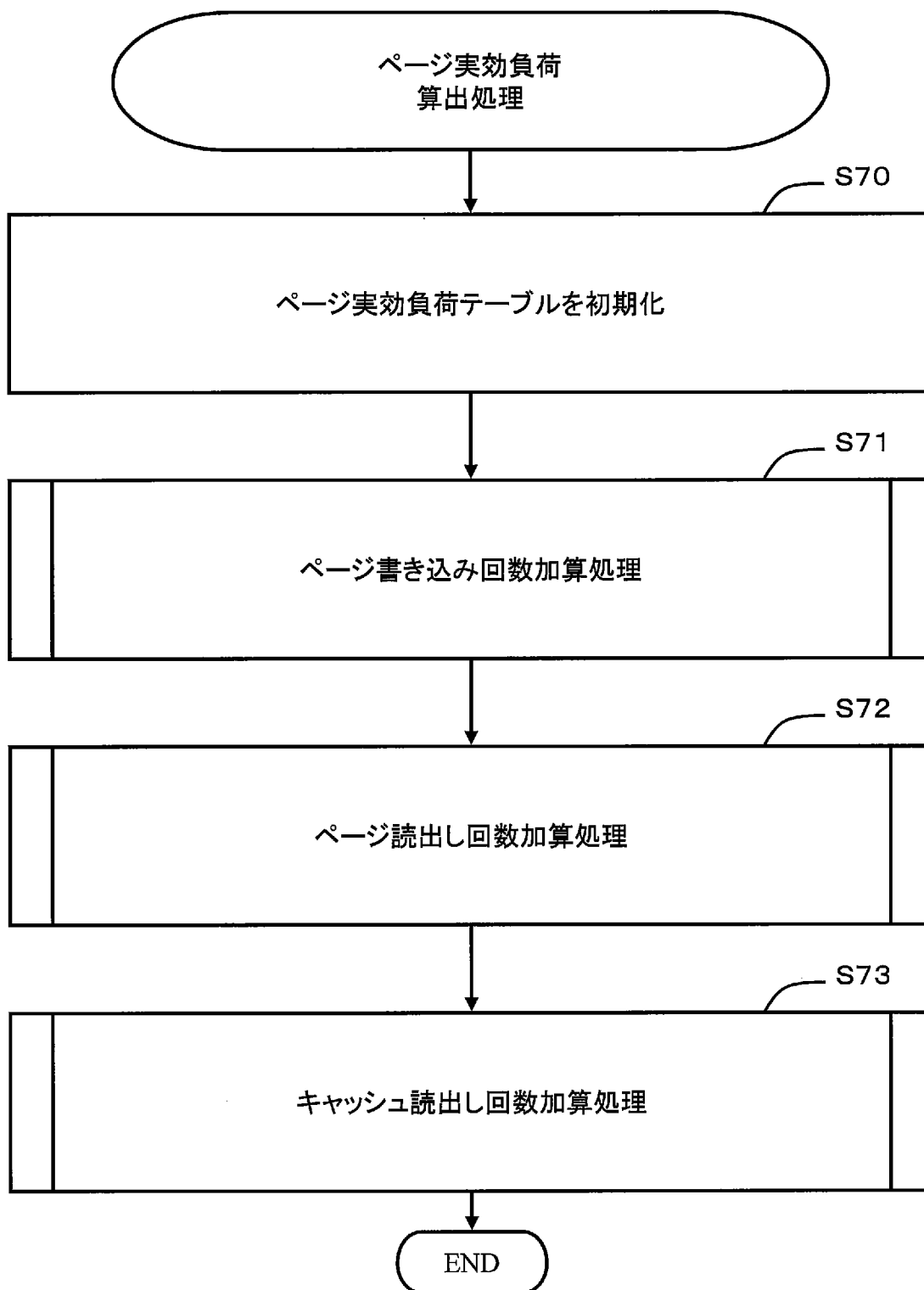
[図19]



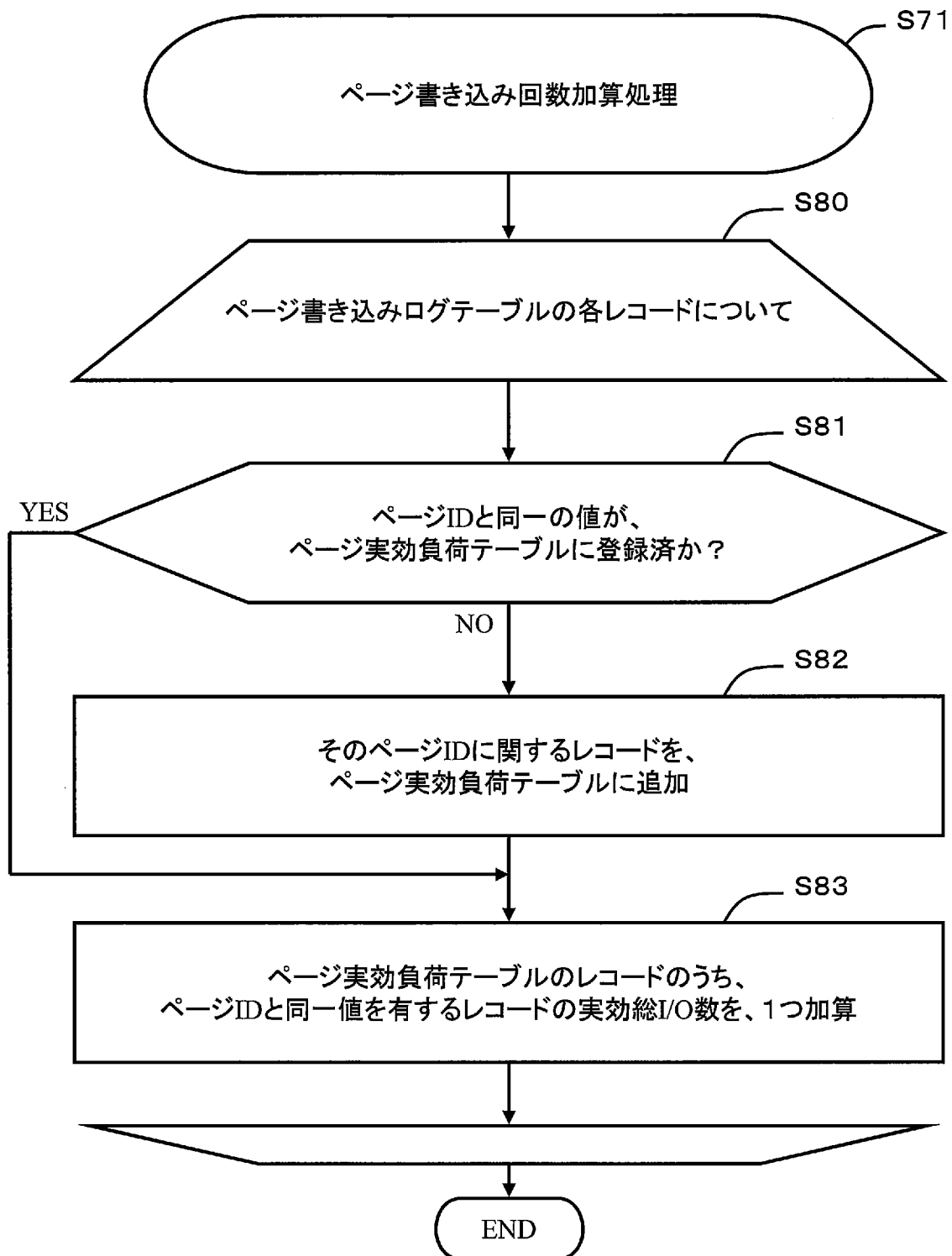
[図20]



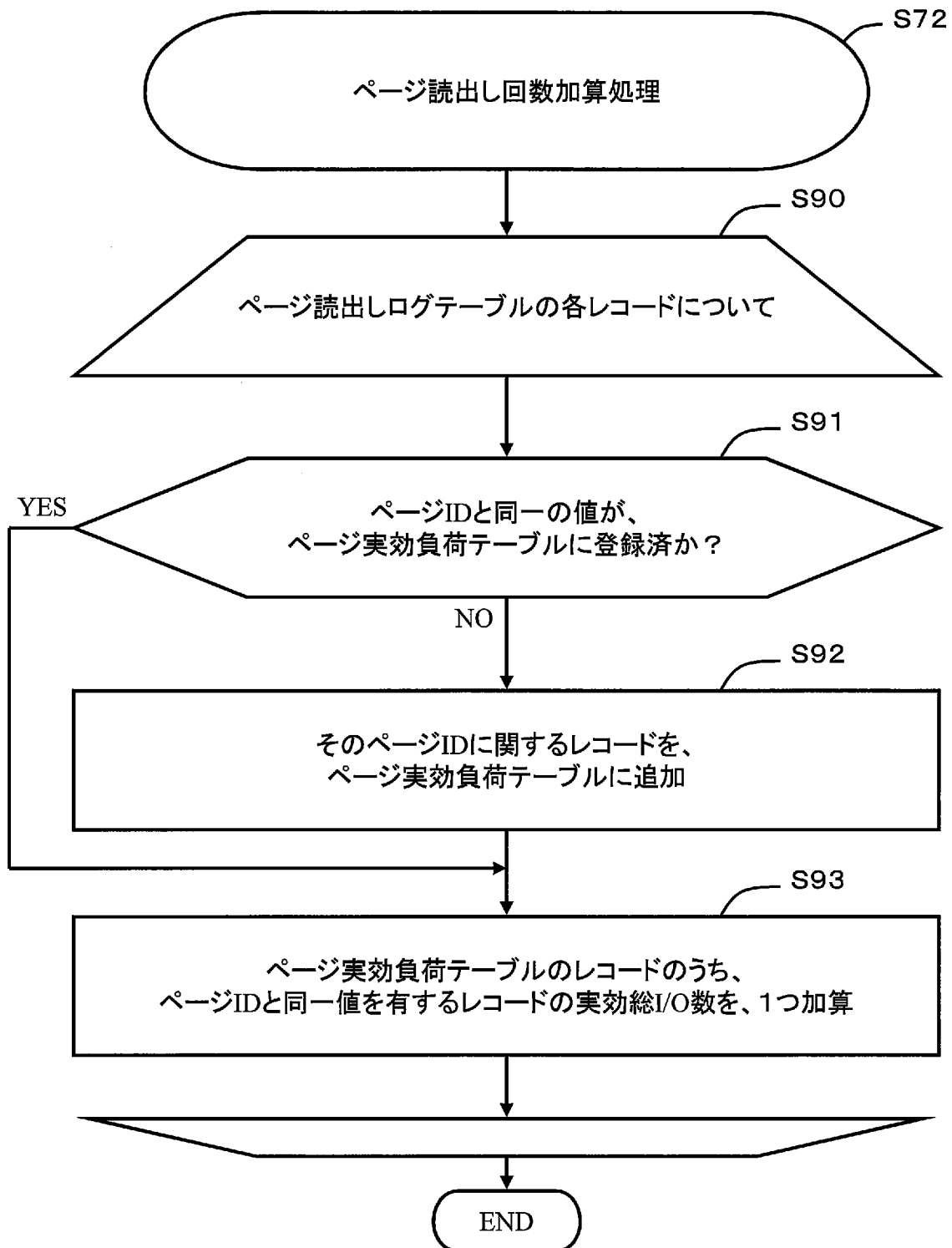
[図21]



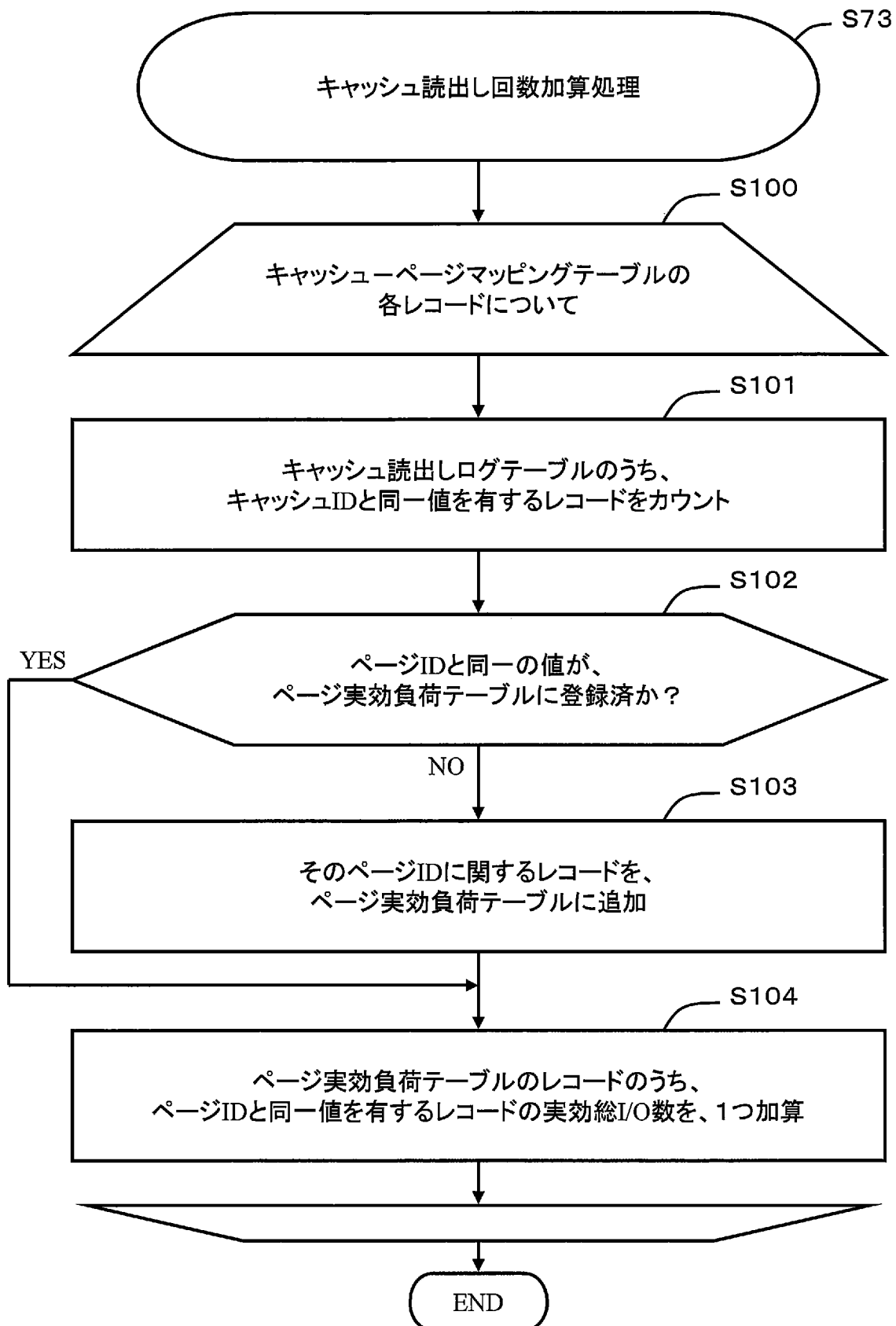
[図22]



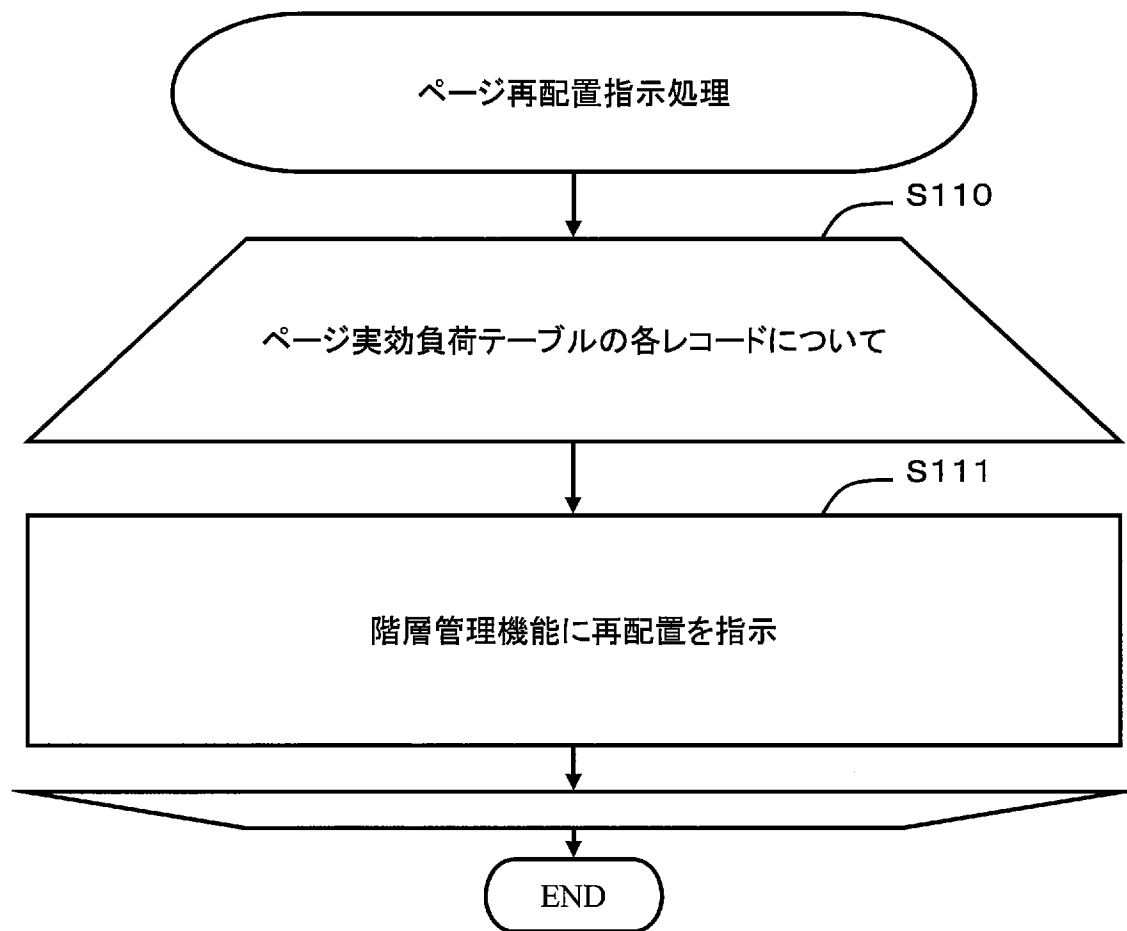
[図23]



[図24]



[図25]



[図26]

G10

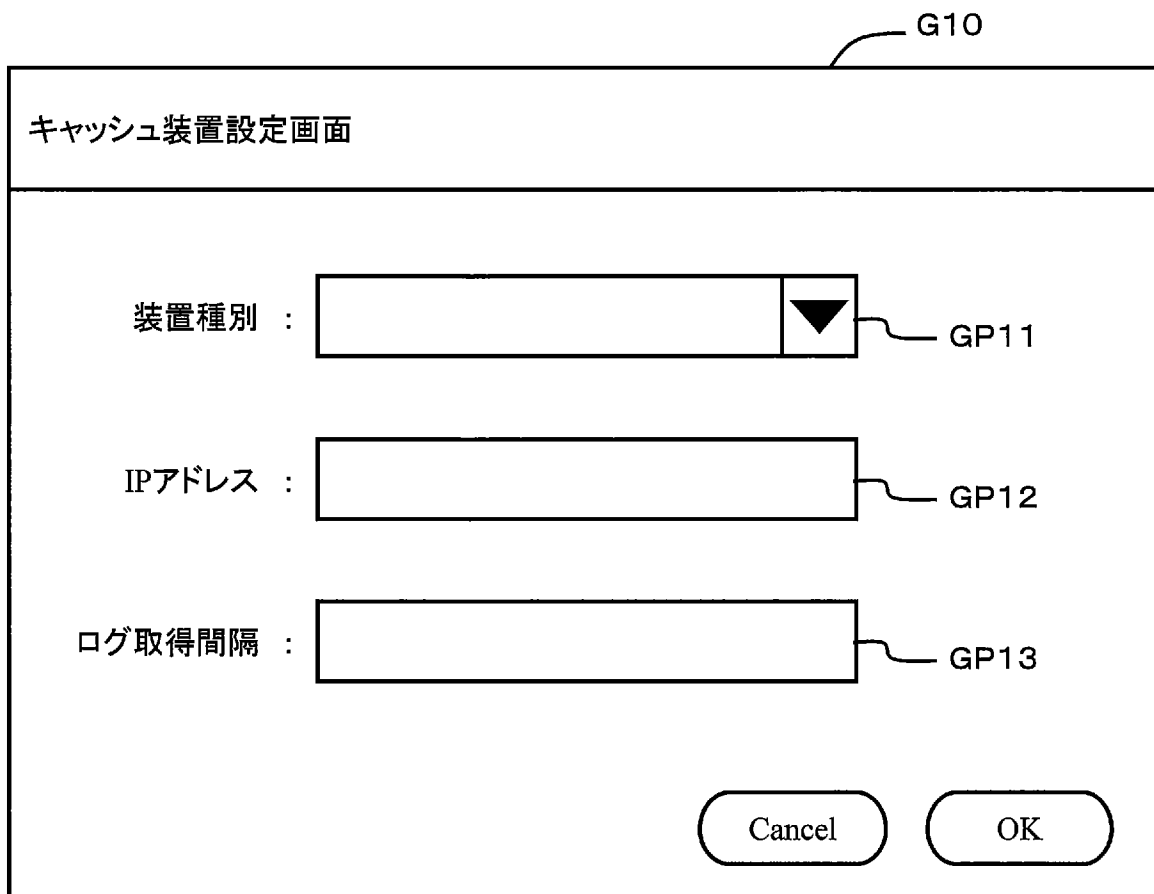
キャッシュ装置設定画面

装置種別 : ▼ GP11

IPアドレス : GP12

ログ取得間隔 : GP13

Cancel OK



[図27]

Host Logical Volume Mapping Setting Screen (G20)

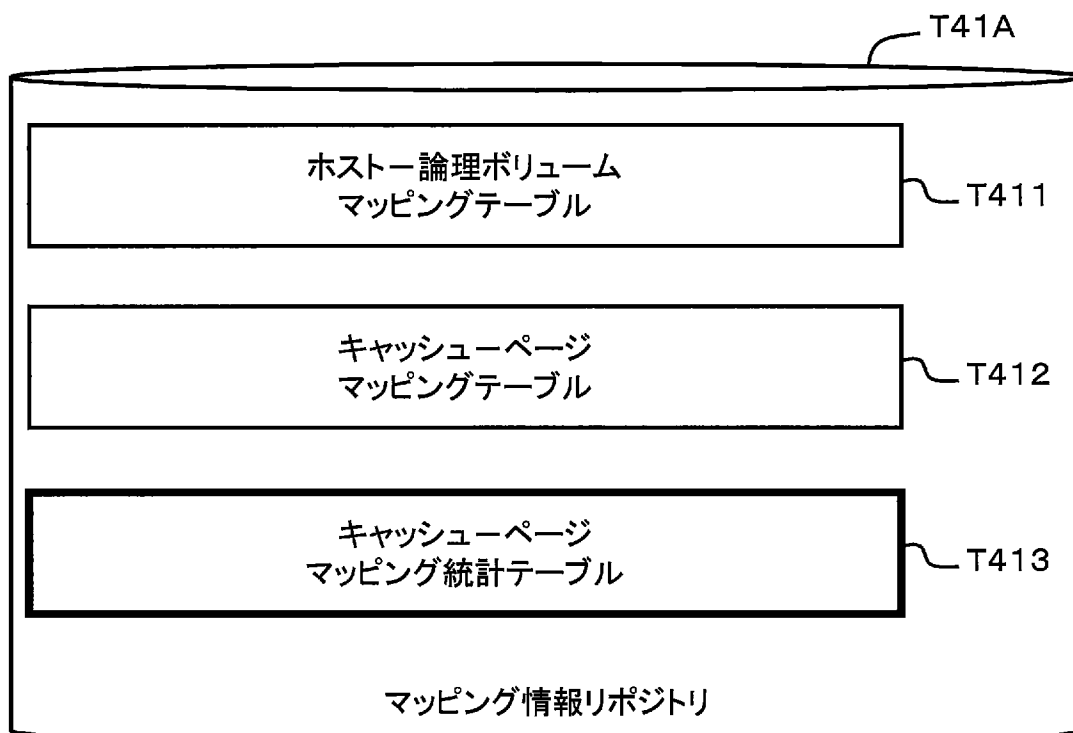
Host Name : (GP21)

IP Address : (GP22)

Logical Volume ID : (GP23)

Cancel OK

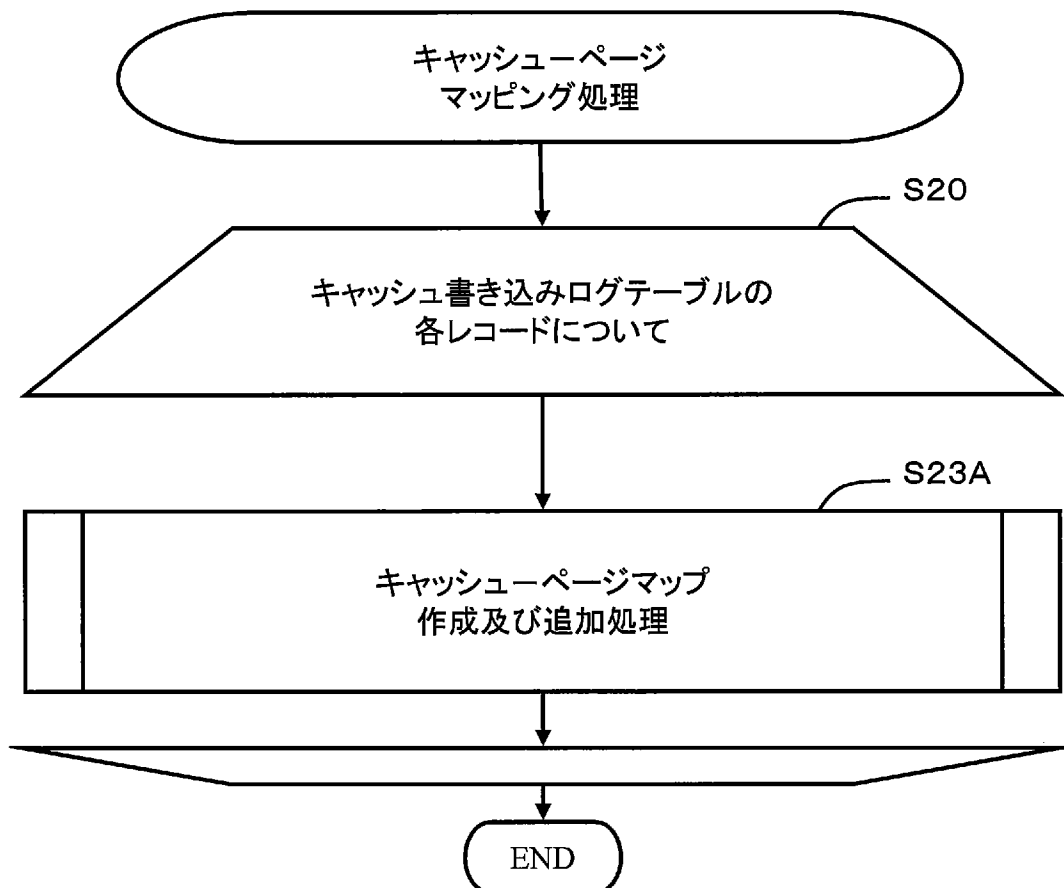
[図28]



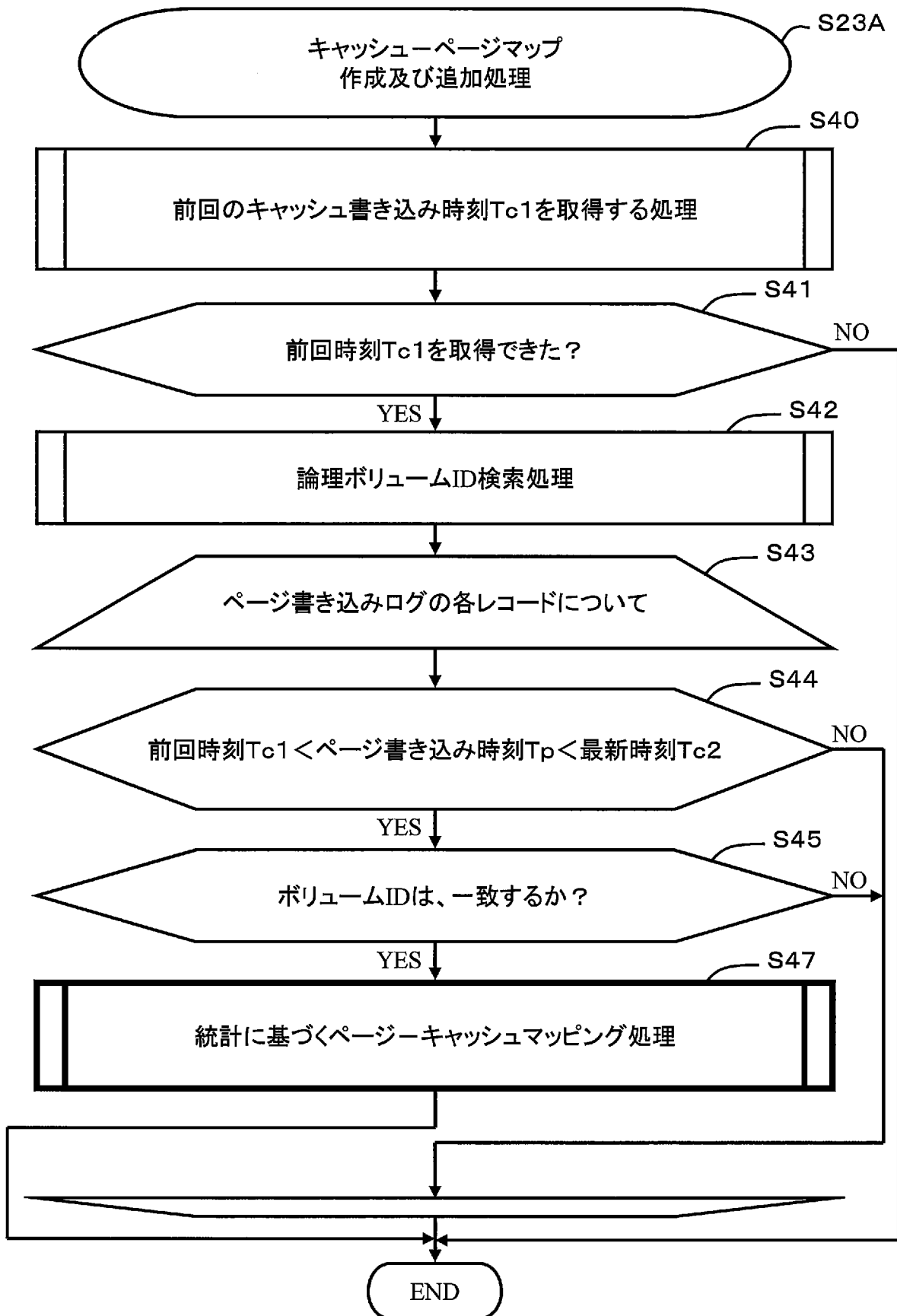
[図29]

キャッシュページマッピング統計テーブル T413		
C4130	C4131	C4132
キャッシュID	ページID	マッピング回数
キャッシュCA	ページPA	3
キャッシュCB	ページPB	13
キャッシュCC	ページPC	50
...

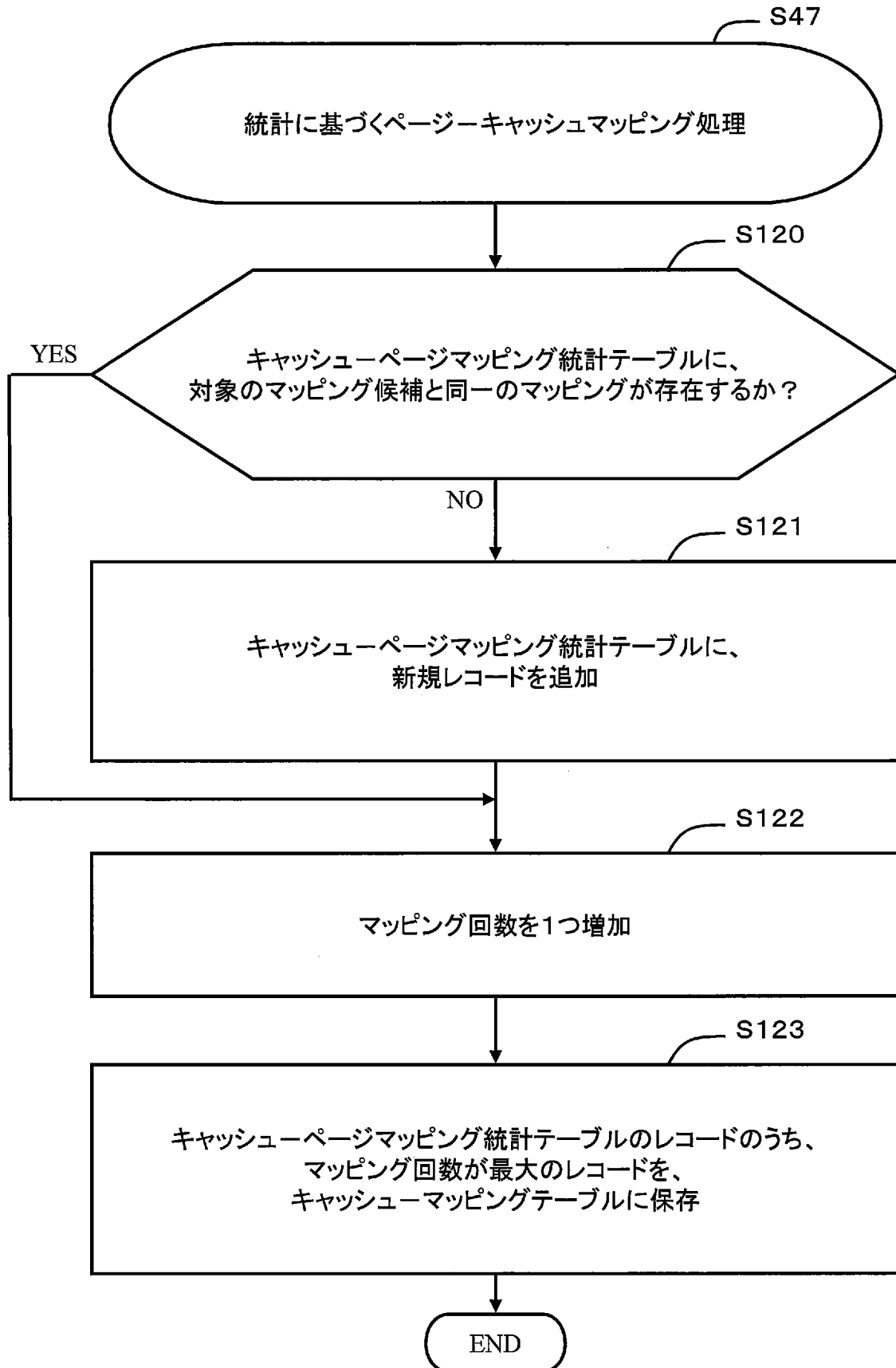
[図30]



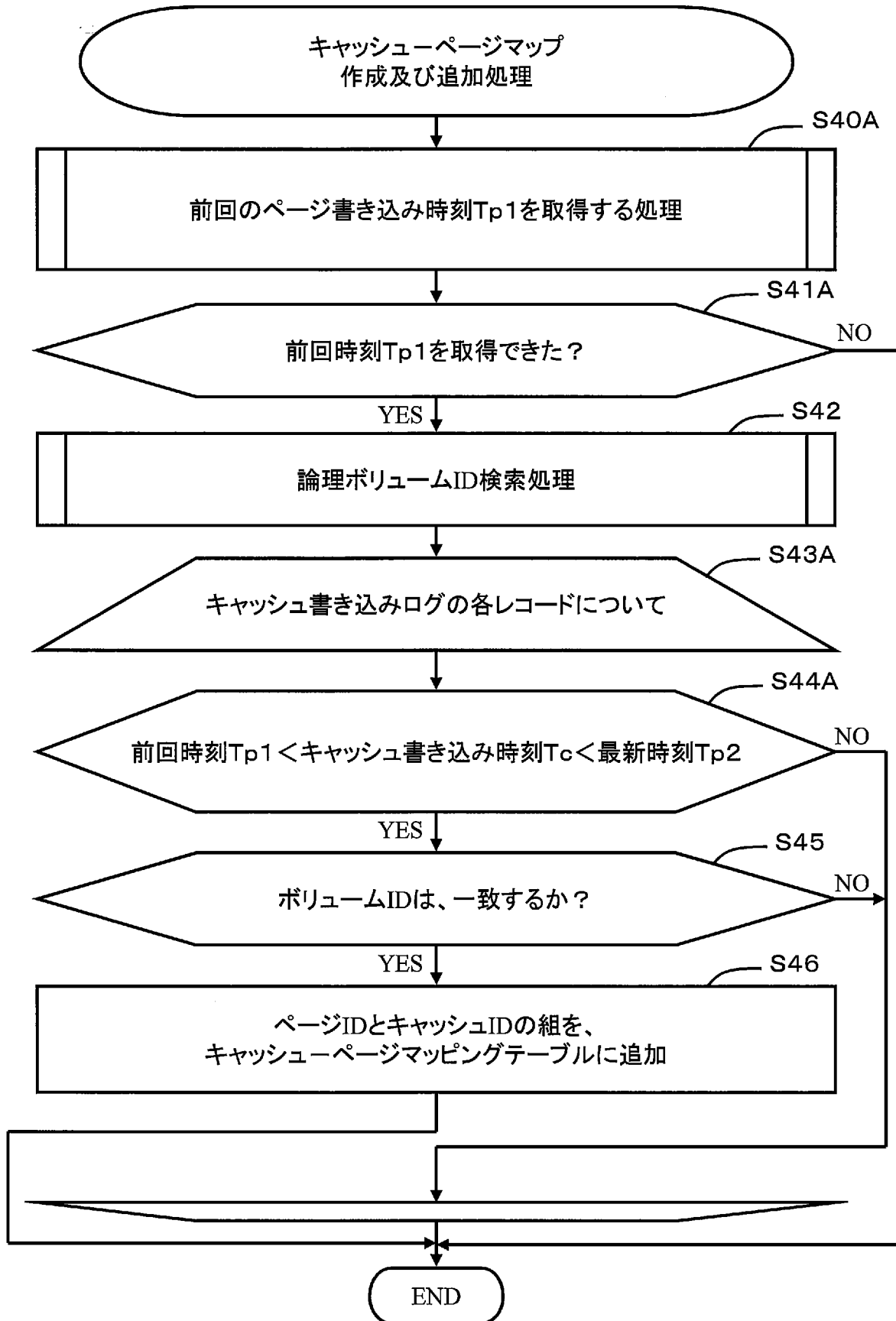
[図31]



[図32]



[図33]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/062412

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G06F12/00</i> (2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>G06F3/06, G06F12/00</i></p> <p>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 1996-2011 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus (JDreamII)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2006-301892 A (Sony Corp.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0014] to [0029], [0037] to [0048] & US 2006/0242112 A1 & CN 1855100 A</td> <td>1-4, 11-12 5-10, 13-14</td> </tr> <tr> <td>Y A</td> <td>JP 2006-39942 A (NEC Software Tohoku, Ltd.), 09 February 2006 (09.02.2006), paragraphs [0015] to [0026]; fig. 1 to 2, 5 (Family: none)</td> <td>1-4, 11-12 5-10, 13-14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2000-10740 A (Hitachi, Ltd.), 14 January 2000 (14.01.2000), entire text; all drawings (Family: none)</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y A	JP 2006-301892 A (Sony Corp.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0014] to [0029], [0037] to [0048] & US 2006/0242112 A1 & CN 1855100 A	1-4, 11-12 5-10, 13-14	Y A	JP 2006-39942 A (NEC Software Tohoku, Ltd.), 09 February 2006 (09.02.2006), paragraphs [0015] to [0026]; fig. 1 to 2, 5 (Family: none)	1-4, 11-12 5-10, 13-14	A	JP 2000-10740 A (Hitachi, Ltd.), 14 January 2000 (14.01.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y A	JP 2006-301892 A (Sony Corp.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0014] to [0029], [0037] to [0048] & US 2006/0242112 A1 & CN 1855100 A	1-4, 11-12 5-10, 13-14												
Y A	JP 2006-39942 A (NEC Software Tohoku, Ltd.), 09 February 2006 (09.02.2006), paragraphs [0015] to [0026]; fig. 1 to 2, 5 (Family: none)	1-4, 11-12 5-10, 13-14												
A	JP 2000-10740 A (Hitachi, Ltd.), 14 January 2000 (14.01.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-14												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>										
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search 16 June, 2011 (16.06.11)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 28 June, 2011 (28.06.11)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/062412

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-9829 A (Fujitsu Ltd.), 17 January 2008 (17.01.2008), entire text; all drawings & US 2008/0005501 A1	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06F12/00(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. G06F3/06, G06F12/00		
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 1971-2011年 日本国実用新案登録公報 1996-2011年 日本国登録実用新案公報 1994-2011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) JSTPlus(JDreamII)		
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
Y A	JP 2006-301892 A (ソニー株式会社) 2006.11.02, [0014]-[0029], [0037]-[0048] & US 2006/0242112 A1 & CN 1855100 A	1-4, 11-12 5-10, 13-14
Y A	JP 2006-39942 A (NECソフトウェア東北株式会社) 2006.02.09, [0015]-[0026], 第1-2図, 第5図 (ファミリーなし)	1-4, 11-12 5-10, 13-14
A	JP 2000-10740 A (株式会社日立製作所) 2000.01.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
<input checked="" 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 16.06.2011	国際調査報告の発送日 28.06.2011	
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) 北村 学 電話番号 03-3581-1101 内線 3599	5M 4535

C (続き) . 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 2008-9829 A (富士通株式会社) 2008.01.17, 全文, 全図 & US 2008/0005501 A1	1-14