

(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
2014年2月27日(27.02.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/030249 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/071409
- (22) 国際出願日: 2012年8月24日(24.08.2012)
- (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): 福本 恵亮 (FUKUMOTO, Keisuke) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 I Tプラットフォーム事業本部内 Kanagawa (JP). 内山 靖文 (UCHIYAMA, Yasufumi) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所 I Tプラットフォーム事業本部内 Kanagawa (JP). 柘植 陽一郎 (TSUGE, Yoichiro) [JP/JP]; 〒2440817 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製

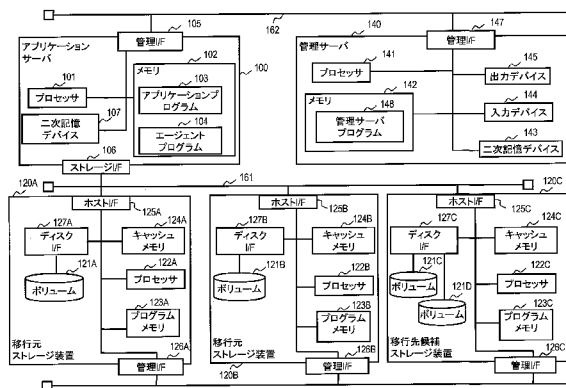
作所 I Tプラットフォーム事業本部内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 藤井 正弘 (FUJII, Masahiro); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番4号アーバン虎ノ門ビル 後藤特許事務所 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, 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

[続葉有]

(54) Title: VERIFICATION SYSTEM AND VERIFICATION METHOD FOR I/O PERFORMANCE OF VOLUME

(54) 発明の名称: ボリュームのI/O性能の検証システム及び検証方法



- 100 Application server
- 101, 122A, 122B, 122C, 141 Processor
- 102, 142 Memory
- 103 Application program
- 104 Agent program
- 105, 126A, 126B, 126C, 147 Management interface
- 106 Storage interface
- 107, 143 Secondary storage device
- 120A, 120B Migration-source storage device
- 120C Migration-destination candidate storage device
- 121A, 121B, 121C, 121D Volume
- 123A, 123B, 123C Program memory
- 124A, 124B, 124C Cache memory
- 125A, 125B, 125C Host interface
- 127A, 127B, 127C Disk interface
- 140 Management server
- 144 Input device
- 145 Output device
- 148 Management server program

(57) Abstract: One aspect of the present invention is a verification method which verifies I/O performance of a volume of a first storage device in a verification-object storage device. The present verification method acquires an I/O history for a predefined period for a first migration-source volume in a first storage device. First information is acquired which indicates at least in-volume addresses of cache data for the first migration-source volume at the start time of the predefined period. The first information is referenced, cache data for addresses within a migration destination volume corresponding to at least a portion of the in-volume addresses of the cache data for the first migration-source volume are identified, and cache data for a first verification-object volume for the verification-object storage device are determined. In accordance with the I/O history of the predefined period, a verification-use I/O request for the first verification-object volume is issued, and I/O performance for the first verification-object volume is measured.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/030249 A1

(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))

本発明の一態様は第 1 ストレージ装置のボリュームの I/O 性能を、被検証ストレージ装置で検証する、検証方法である。本検証方法は、第 1 ストレージ装置での第 1 移動元ボリュームに対する、予め定められた期間の I/O 履歴を取得する。予め定められた期間の開始時における前記第 1 移動元ボリュームのキャッシュデータの、ボリューム内アドレスを少なくとも示す、第 1 情報を取得する。第 1 情報を参照して、第 1 移動元ボリュームの前記キャッシュデータの少なくとも一部のボリューム内アドレスと対応する移動先ボリューム内アドレスのキャッシュデータを特定し、被検証ストレージ装置の第 1 被検証ボリュームのキャッシュデータと決定する。予め定められた期間の I/O 履歴に従って、第 1 被検証ボリュームに対して検証用 I/O 要求を発行して、第 1 被検証ボリュームの I/O 性能を測定する。

明 細 書

発明の名称：

ボリュームの I/O 性能の検証システム及び検証方法

技術分野

[0001] 本発明は、ボリュームの I/O 性能の検証システム及び検証方法に関する。

背景技術

[0002] 企業では、コスト削減のために、ボリューム（ストレージ装置）の移行、集約が進められている。ボリューム（ストレージ装置）の移行、集約においては、移行先、集約先のストレージ装置が、実際の運用で、移行元で要求されている性能を満たすことができることが重要である。

[0003] アプリケーションからボリュームの一部（ページ）への IOPS（Input Output Per Second）を元に、アクセス頻度が高いページを I/O 性能の高いドライブへ、アクセス頻度が低いページは I/O 性能が低いドライブへ自動的に割り当てることで、ストレージ装置のコストを低減しつつ、アプリケーションに対するストレージ装置の I/O 性能を向上する技術がある（例えば、特許文献 1 を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2009-223442 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献 1 の技術により、要求性能が高い（アクセス頻度が高い）ページが I/O 性能の高いドライブに割り当てられることが期待できるが、その割り当てによりアプリケーションの要求性能（応答性能）をストレージ装置が満たすことを保証することはできない。したがって、ボリューム（ストレージ装置）の移行、集約において、移行先、集約先のストレージ装置の高

精度な性能検証を行うことができる技術が望まれる。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様は、第1ストレージ装置のボリュームのI/O性能を被検証ストレージ装置で検証する、検証システムであって、記憶デバイスと、プロセッサと、を含む。前記記憶デバイスは、前記第1ストレージ装置での第1移動元ボリュームに対する、予め定められた期間のI/O履歴と、前記予め定められた期間の開始時における前記第1移動元ボリュームのキャッシュデータの、ボリューム内アドレスを含む、第1情報と、を保持する。前記プロセッサは、前記第1情報を参照して、前記開始時における前記第1移動元ボリュームの前記キャッシュデータの少なくとも一部のボリューム内アドレスと対応する移動先ボリューム内アドレスのキャッシュデータを特定し、前記被検証ストレージ装置の第1被検証ボリュームのキャッシュデータと決定する。前記プロセッサは、前記第1被検証ボリュームに対する検証用I/O要求を、前記予め定められた期間のI/O履歴に従って発行する。

発明の効果

[0007] 本発明の一態様によれば、ボリュームの移動先が、移動されるボリュームに対して要求されている性能を満たすことができるかを、高精度に検証することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施形態における計算機システムの構成例を模式的に示す図である。
[図2]本実施形態における管理サーバの構成例を模式的に示す図である。
[図3]本実施形態におけるアプリケーションサーバの構成例を模式的に示す図である。
[図4]本実施形態におけるストレージ装置の構成例を模式的に示す図である。
[図5]本実施形態において、移行先の性能を検証するための管理サーバプログラムの全体フローを示すフローチャートである。
[図6]本実施形態において、I/O情報取得設定のための画像例を模式的に示す図である。

[図7]本実施形態において、再現 I / O ・ I / O 再現先選択のための画像例を模式的に示す図である。

[図8]本実施形態において、I / O 再現結果を示す画像例を模式的に示す図である。

[図9]本実施形態において、情報取得設定ステップの例を示すフローチャートである。

[図10]本実施形態において、移行元ボリューム登録テーブルの構成例を模式的に示す図である。

[図11]本実施形態において、情報取得設定管理テーブルの構成例を模式的に示す図である。

[図12]本実施形態において、再現情報取得ステップの例を示すフローチャートである。

[図13]本実施形態において、キャッシュ情報記録テーブルの構成例を模式的に示す図である。

[図14]本実施形態において、I / O 情報記録テーブルの構成例を模式的に示す図である。

[図15]本実施形態において、I / O 情報保存期間記録テーブルの構成例を模式的に示す図である。

[図16]本実施形態において、I / O 情報 (I / O 履歴) の取得方法を説明する概念図である。

[図17]本実施形態において、再現方法設定ステップの例を示すフローチャートである。

[図18]本実施形態において、再現実行テーブルの構成例を模式的に示す図である。

[図19]本実施形態において、再現実行ステップの例を示すフローチャートである。

[図20]本実施形態において、I / O 応答時間記録テーブルの構成例を模式的に示す図である。

[図21]本実施形態において、移行先ストレージ装置におけるキャッシュの再現方法を説明する概念図である。

[図22]本実施形態において、再現結果表示ステップの例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

[0009] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。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。説明の明確化のため、必要に応じて重複説明は省略されている。

[0010] 本実施形態のシステムは、アプリケーションプログラム（アプリケーションとも呼ぶ）から移行元ボリュームへのI/O（Input/Output）履歴を記録し、被検証ボリュームに対して、記録したI/O履歴を再現する。その再現したI/Oに対する被検証ボリュームの応答性能を計測することで、被検証ボリュームが要求性能を満たすかどうかを高い精度で検証可能にする。

[0011] 本実施形態は、検証開始時に、移行元ボリュームのキャッシュ状態を再現する。これにより、より正確な検証を実現する。また、検証の際に再現するI/O履歴の期間を限定することで、検証を短時間で効率的に行うことができる。被検証ストレージ装置で再現するキャッシュ状態及びI/O履歴は、必ずしも再現元のキャッシュ状態及びI/O履歴と完全に同一ではない。例えば、I/O履歴におけるライトデータ、キャッシュにおけるキャッシュデータの値は異なってもよい。後述するように、複数ボリュームの検証においては、移行元ボリュームのそれぞれのキャッシュ状態の一部のみが再現される。

[0012] 図1は、本実施形態のコンピュータシステムの構成例を模式的に示している。本コンピュータシステムは、アプリケーションサーバ100と、アプリケーションサーバ100がアクセスする移行元ストレージ装置120A、120B及び移行先候補ストレージ装置120Cと、アプリケーションサーバ100及びス

ストレージ装置120A~120Cを管理する管理サーバ140を含む。システムにおける計算機（サーバ）及びストレージ装置の数は、設計に依存する。

[0013] アプリケーションサーバ100及びストレージ装置120A~120Cは、データネットワーク161により接続されている。データネットワーク161は、データ通信用ネットワークであって、例えば、SAN（Storage Area Network）である。データネットワーク161は、データ通信用のネットワークであればSAN以外のネットワークでもよく、例えばIPネットワークでもよい。

[0014] アプリケーションサーバ100、ストレージ装置120A~120C及び管理サーバ140は、管理ネットワーク162で接続されている。管理ネットワーク162は、例えば、IPネットワークである。管理ネットワーク162は、管理データ通信用のネットワークであればIPネットワーク以外のネットワークでもよく、例えばSANでもよい。データネットワーク161及び管理ネットワーク162は、同一のネットワークであってもよい。

[0015] 図1の構成例において、ストレージ装置120A、120Bは、ボリューム121A、121Bを、アプリケーションサーバ100のアプリケーションプログラム103に提供する。本例は、ストレージ装置120Cにおけるボリューム121C、121DへのI/O性能（アクセス性能）を検証する。ボリューム121C、121Dは、それぞれ、ボリューム121A、121Bに対応し、同じ容量又はそれより大きい容量を有する。検証方法の詳細は後述する。

[0016] 以下の説明において、被検証ストレージ装置120Cは、アプリケーションプログラム103がアクセスするボリューム121A、121B（ボリュームのデータ）の、実際の移行先候補であるが、移行先候補の性能を検証するためのどのような構成のストレージ装置でもよい。例えば、被検証ストレージ装置120Cは、他の移行先候補ストレージ装置と同一構成のストレージ装置や、I/O性能検証のための専用ストレージ装置でもよい。

- [0017] ストレージ装置120Aは、プロセッサ122A、プログラムメモリ123A、キャッシュメモリ124A、ホストインタフェース(I/F)125A、管理I/F126A及びディスクI/F127Aを有する。ストレージ装置120Bは、プロセッサ122B、プログラムメモリ123B、キャッシュメモリ124B、ホストI/F125B、管理I/F126B及びディスクI/F127Bを有する。
- [0018] ストレージ装置120Cは、プロセッサ122C、プログラムメモリ123C、キャッシュメモリ124C、ホストI/F125C、管理I/F126C及びディスクI/F127Cを有する。ストレージ装置120A~120Cの構成の詳細は後述する。
- [0019] 図2は、管理サーバ140の構成を模式的に示す図である。管理サーバ140は、アプリケーションサーバ100、ストレージ装置120A~120Cを管理する管理システムである。また、本例において、管理サーバ140は、ストレージ装置120Cの性能を検証する検証システムに含まれる。以下に説明する例では、検証システムは、管理サーバ140及びアプリケーションサーバ100を含むが、検証のためのアプリケーションサーバ100の機能を管理サーバ140が有していてもよい。
- [0020] 管理システム及び検証システムは、1以上の計算機を含むことができ、複数の計算機の一つは表示用計算機であってもよく、処理の高速化や高信頼化のために、複数の計算機が同等の処理を行ってもよい。
- [0021] 管理サーバ140は、プロセッサ141、主記憶デバイスであるメモリ142、不揮発性の二次記憶デバイス143、入力デバイス144、出力デバイス145、管理I/F147を有し、それらはバスを介して通信可能に接続されている。出力デバイス145は、例えば液晶表示デバイスであり、入力デバイス144は、例えばキーボード及びマウスからなる。管理者は、出力デバイス145において必要な情報を取得し、入力デバイス144により必要な情報を入力できる。
- [0022] 管理I/F147は、管理ネットワーク162に接続するネットワーク・

インターフェースである。管理 I/F 147 は、管理ネットワーク 162 を介して、ストレージ装置 120A~120C 又はアプリケーションサーバ 100 とデータ及び制御命令を送受信する。

[0023] プロセッサ 141 は、メモリ 142 に格納されたプログラムに従って動作する。二次記憶デバイス 143 に格納されたプログラム及びデータがメモリ 142 にロードされる。二次記憶デバイス 143 は、外部ネットワークを介して接続されていてもよい。図 2 において、メモリ 142 は、管理サーバプログラム 148 を格納している。管理サーバプログラム 148 は、ストレージ装置 120C の性能を検証するための処理を実行する。

[0024] 図 2 の例において、管理サーバプログラム 148 は、複数のプログラムを含む。それらは、情報取得設定プログラム 481、再現方法設定プログラム 482、再現結果表示プログラム 483、再現情報取得プログラム 484、再現実行プログラム 485 である。これらプログラムは、プログラムデータ 486 を使用する。これらプログラムの処理の詳細及びプログラムデータ 486 の内容は後述する。

[0025] 図 3 は、アプリケーションサーバ 100 の構成を模式的に示す図である。アプリケーションサーバ 100 は、プロセッサ 101、主記憶デバイスであるメモリ 102、管理 I/F 105、ストレージ I/F 106、不揮発性の二次記憶デバイス 107 を有し、それらはバスを介して通信可能に接続されている。プロセッサ 101 は、メモリ 102 に格納されたプログラムに従って動作する。二次記憶デバイス 107 に格納されているプログラム及びデータが、メモリ 102 にロードされる。

[0026] ストレージ I/F 106 は、データネットワーク 161 に接続するネットワーク・インターフェースである。ストレージ I/F 106 は、データネットワーク 161 を介してストレージ装置 120A~120C とデータ及び制御命令（I/O 要求含む）を送受信する。I/O 要求は、リード要求及びライト要求を含む。

[0027] 管理 I/F 105 は、管理ネットワーク 162 に接続するネットワーク・

インターフェースである。管理 I/F 105 は、管理ネットワーク 162 を介してストレージ装置 120A~120C、管理サーバ 140 と、データ及び制御命令を送受信することができる。

[0028] メモリ 102 は、アプリケーションプログラム 103 及びエージェントプログラム 104 を格納する。アプリケーションプログラム 103 は、データボリューム 121A、121B へデータの読み書きを行い、業務を遂行する。エージェントプログラム 104 は、ストレージ装置 120C の性能検証のため、管理サーバ 140 から指示された I/O 要求をストレージ装置 120C に発行する。エージェントプログラム 104 は、アプリケーションプログラム 103 とは異なる計算機、例えば管理サーバ 140 に実装されていてもよい。なお、アプリケーションサーバ 100 のプラットフォームはオープンシステム又はメインフレームである。

[0029] 図 4 は、ストレージ装置 120A~120C の構成を模式的に示す図である。本例において、ストレージ装置 120A~120C は、図 4 に示す構成を含む。以下において、ストレージ装置 120 は、ストレージ装置 120A~120C の任意の一つを示す。ストレージ装置 120 は、ディスクドライブ（例えばハードディスクドライブ又はソリッドステイトドライブ）群及びストレージコントローラを備える。ディスクドライブ群は 1 又は複数のボリューム 121 を提供し、アプリケーションサーバ 100 に書き込み要求されたデータを格納する。ストレージコントローラは、ストレージ装置 120 の処理を制御する。

[0030] ストレージコントローラは、プロセッサ 122、記憶デバイスであるプログラムメモリ 123、キャッシュメモリ 124、ホスト I/F 125、管理 I/F 126 及びディスク I/F 127 を有する。ホスト I/F 125 は、ストレージコントローラをデータネットワーク 161 に接続するネットワーク・インターフェースである。ホスト I/F 125 は、データネットワーク 161 を介して、アプリケーションサーバ 100 とデータ及び制御命令（I/O 要求を含む）を送受信する。

- [0031] 管理 I / F 1 2 6 は、ストレージコントローラを管理ネットワーク 1 6 2 に接続するネットワーク・インターフェースである。管理 I / F 1 2 6 は、管理ネットワーク 1 6 2 を介して、管理サーバ 1 4 0 及びアプリケーションサーバ 1 0 0 とデータ及び制御命令を送受信する。ディスク I / F 1 2 7 は、ストレージコントローラをディスクドライブ群に接続するインタフェースである。
- [0032] プロセッサ 1 2 2 は、プログラムメモリ 1 2 3 に格納されているプログラムを実行する。図 4 において、プログラムメモリ 1 2 3 は、キャッシュ情報管理プログラム 2 3 1 及び I / O 情報出力プログラム 2 3 2 を格納している。これらプログラムの処理は後述する。図 4 は、本実施例による検証に関連するプログラムのみを示すが、プログラムメモリ 1 2 3 は、ストレージ装置 1 2 0 のホスト I / O 処理、キャッシュ制御、コピー制御のような通常機能に必要なプログラムを格納しており、プロセッサ 1 2 2 は、それらプログラムに従って必要な機能を実現する。
- [0033] プログラムはプロセッサによって実行されることで、定められた処理を記憶デバイス及びインタフェースを用いて行う。従って、本実施形態においてプログラムを主語とする説明は、プロセッサを主語とした説明でもよい。若しくは、プログラムが実行する処理は、そのプログラムが動作する装置及びシステムが行う処理である。
- [0034] プロセッサは、プログラムに従って動作することによって、所定の機能を実現する機能部として動作する。さらに、プロセッサは、各プログラムが実行する複数の処理のそれぞれを実現する機能部としても動作する。プロセッサを含む装置及びシステムは、これらの機能部を含む装置及びシステムである。プロセッサを構成するチップ数は限定されない。
- [0035] 本実施形態において、システム（装置）が使用する情報は、データ構造に依存せずどのようなデータ構造で表現されていてもよい。例えば、テーブル、リスト、データベース又はキューから適切に選択したデータ構造体が、情報を格納することができる。システムが使用する情報は、記憶デバイスにお

ける記憶領域に格納される。さらに、各情報の内容を説明する際に、識別情報、識別子、名、ID、番号等の表現を用いるが、特に言及のない限り、これらについてはお互いに置換が可能である。

[0036] 以下において、ストレージ装置120Cに移行したボリュームのI/O性能を検証する方法を説明する。図5は、本実施形態における、ストレージ装置120Cの性能を検証のための、管理サーバプログラム148による処理の全体フローを示すフローチャートである。

[0037] 図5のフローチャートの情報取得設定ステップS101において、管理者（ユーザ）は、検証のためのI/O履歴（情報）の取得について設定を行う。本例は、アプリケーションサーバ100から移行元ボリューム121A、121BへのI/O要求の履歴を記録し、その履歴に基づき決定された一連のI/O要求を検証対象のストレージ装置120Cに発行する。ステップS101は、検証に利用することができるI/O履歴（情報）を取得するための条件を定義する。

[0038] 図6は、情報取得設定（S101）のためのGUI画像例600を示す。管理サーバ140の出力デバイス145は、図6に示す画像600をユーザに提示する。管理者は、GUI画像600において、入力デバイス144を使用して必要な情報を入力（設定）することができる。図6において、逆三角形は、プルダウンメニューを示す。これは、他のGUI画像において同様である。

[0039] 情報取得設定画像600において、管理者は、移行のための検証を行うアプリケーションのボリュームを選択する。図6において、アプリケーションセクション601は、I/O履歴を取得するアプリケーションを示す。管理者は、アプリケーションセクション601において、1又は複数のアプリケーションを選択することができる。

[0040] 図6の例において、アプリケーションAPP1（アプリケーションプログラム103）が選択されている。管理者は、アプリケーションセクション601において「+」ボタン及び不図示の「-」ボタンを選択することで、選

択するアプリケーションの数を増減させることができる。

[0041] 対象ボリューム一覧セクション602は、選択されたアプリケーションが使用するボリュームの一覧を示す。図6の例において、ストレージ装置STG1(120A)とストレージ装置STG2(120B)のボリュームVOL1(121A)、VOL2(121B)が表示されている。複数のアプリケーションが選択されている場合、それらの全てのボリュームが表示される。

[0042] 本例では、選択されたアプリケーションに提供されている全てのボリュームが、I/O履歴を取得する対象ボリュームであるが、管理者が、選択したアプリケーションの全ボリュームから、I/O履歴を取得する対象ボリュームをさらに選択できるようにしてもよい。管理サーバプログラム148は、アプリケーションを選択させず、ボリュームを選択させてもよい。

[0043] 管理者は、さらに、情報取得設定画像600において、入力デバイス144を使用して、情報取得周期セクション603、情報取得総期間セクション604、そして閾値セクション605におけるそれぞれの値を設定する。設定は、アプリケーション毎に行うことができる又は全てのアプリケーションに共通である。ボリューム毎に異なる設定が可能でもよい。

[0044] 情報取得周期セクション603は、I/O履歴(情報)を取得する周期を規定する。図6の例において、1日の周期が設定されている。管理者は、時間、日、月等の単位で、任意長の周期を設定することができる。情報取得総期間セクション604は、I/O履歴を取得する総期間(1又は複数周期で構成される)を規定する。

[0045] 図6の例において、「2012/5/1/12:00~2012/5/4/12:00」の3日間の情報取得総期間が設定されている。管理者は、時間、日、月等の単位で、任意長の取得総期間及び周期を設定することができる。図6が例示する設定において、選択されたボリュームのそれぞれに対する、指定された取得総期間において3周期のI/O履歴が取得される。

[0046] 閾値セクション605は、検証に利用される各周期(各取得期間)のI/O

O履歴が満たすべきI/O性能条件（I/O負荷条件）を規定する。図6の例において、応答時間の上限とIOPS（Input Output Per Second）の上限が設定されている。応答時間は、例えば、ストレージ装置120A又は120Bが要求を受信してからその完了を要求元に返すまでの時間である。IOPSは、例えば、一つのボリュームに対するライト要求とリード要求の単位時間内の合計数である。

[0047] 一例において、ある周期内のI/O履歴がいずれかの条件項目を満たす場合、その周期のI/O履歴は検証に利用可能である。規定されている全ての条件項目を満たす周期のI/O履歴のみが利用可能であってもよい。

[0048] 図6の例において、応答時間の上限は100msであり、IOPSの上限は1000である。周期内のI/O履歴のいずれかのエントリが上記二つの条件項目の少なくとも一方を満たす場合、つまり、周期内のいずれかのI/Oの応答時間が100ms以上又は周期内のいずれか時間のIOPSが1000以上である場合、その周期のI/O履歴は、ストレージ装置120Cの検証に利用される候補に該当する。閾値より小さい値を示すI/O履歴を、検証用に採用してもよい。

[0049] 図6の例は、利用するI/O履歴の閾値として、応答時間の上限とIOPSの上限とを規定するが、本システムは、他の条件項目を利用することができる。例えば、周期内での平均応答時間、周期内平均IOPSを利用することができる。システムは、ストレージ装置のCPU使用率やディスクI/Fの使用率等を利用してよい。管理者は、閾値セクション605における「+」、「-」ボタンを選択することで、閾値項目（条件項目）を増減することができる。

[0050] このように、特定のI/O性能条件（I/O負荷条件）を満たす期間のI/O履歴のみを取得することで、検証に適切なI/O履歴を効率的に取得することができる。さらに、ユーザに取得条件を指定できるようにすることで、ユーザの要求する検証を適切に行うことができる。上記例は、取得総期間内における周期を定義するが、複数取得期間のそれぞれの開始日時と終了日

時を設定できるようにしてもよい。

[0051] 図5に戻って、次のステップS102は、再現情報取得ステップである。再現情報取得ステップS102は、ストレージ装置120A、120Bにおいて、ストレージ装置120Cにおけるボリューム121C、121DのI/O性能の検証に利用する情報（再現する情報）を取得する。取得される情報は、I/O履歴及びキャッシュデータについての情報である。このステップS102の詳細は後述する。

[0052] 次のステップS103は、再現方法設定ステップである。このステップS103は、ストレージ装置120Cの検証において再現されるI/Oを設定する。管理者は、このステップS103において、検証のためのI/Oの再現方法を指定することができる。図7は、管理者による再現I/O及び再現先選択のためのGUI画像例700を示している。管理サーバ140の出力デバイス145は、GUI画像700を管理者に提示する。管理者は、再現I/O・再現先選択画像700において、入力デバイス144を使用して必要な情報を入力（設定）することができる。

[0053] 再現I/O・再現先選択画像700は、保存I/O情報セクション701及びI/O再現先セクション702を含む。保存I/O情報セクション701は、ストレージ装置120A、120Bにおいて取得され、保存された周期（取得期間）のI/O履歴のリストを表示する。上述のように、情報取得設定ステップS101で定義されたI/O性能条件（I/O負荷条件）を満たす周期のI/O履歴が取得され、保存I/O情報セクション701は、定義された条件を満たす周期のI/O履歴の情報を表示する。図の例において、条件を満たす全てのエントリが表示される。

[0054] 保存I/O情報セクション701において、各エントリは、アプリケーションの識別子を格納するフィールド、ストレージ装置の識別子を格納するフィールド、ボリュームの識別子を格納するフィールド、取得期間を示す数値を格納するフィールド、取得期間における平均応答時間を示す値を格納するフィールド、そして、取得期間における最大応答時間を示すフィールドを有

する。保存 I/O 情報セクション 701 は、この例と異なる情報を表示してよい。例えば、IOPS の情報を表示してもよいし、応答時間についての情報を表示しなくてもよい。

[0055] 管理者は、保存 I/O 情報セクション 701 から、ストレージ装置 STG 3 (120C) の検証において使用する I/O 履歴 (エントリ) を選択する。管理者は、一つのボリュームに対しては、一つのエントリのみを選択する。図 7 の例において、二つのボリューム VOL 1 (121A)、VOL 2 (121B) のそれぞれのエントリが選択されている。これらのエントリの I/O 履歴取得期間は異なる。後述するように、ストレージ装置 STG 3 (120C) の検証は、異なる取得期間の I/O 要求を、同一期間内に発行する。

[0056] このように、管理者は、異なる取得期間の I/O 履歴を選択することができる。これにより、厳しい条件での検証を行うことができる。管理サーバ 140 は、同一取得期間のエントリのみを選択できるようにしてもよい。

[0057] I/O 再現先セクション 702 は、検証を行う (検証のための移行元ボリュームの I/O を再現する) ストレージ装置及びボリュームを指定する。管理者は、I/O 再現先セクション 702 が表示するリストから、検証を行うストレージ装置 (被検証ストレージ装置) 及びボリューム (被検証ボリューム) を選択する。さらに、管理者は、移行元ボリュームと、被検証ボリュームとを対応づける。

[0058] 本例において、ストレージ装置 STG 3 (120C) が再現先ストレージ装置 (被検証ストレージ装置) として選択されている。さらに、そのボリューム VOL 3 (121C) 及び VOL 4 (121D) が再現先ボリューム (被検証ボリューム) として選択され、それぞれ、ボリューム VOL 1 (121A) 及び VOL 2 (121B) と対応付けられている。

[0059] 再現先ボリューム (例えば、ボリューム VOL 3) の容量は、再現元ボリューム (例えば、ボリューム VOL 1) の容量と一致する又はそれよりも大きい。再現先ボリュームは、再現元ボリュームと同一データ (取得周期開始

時のデータ)を格納してもよいし、格納していなくともよい。このように、再現先ボリュームと再現元ボリュームとは完全に同一でなくてよい。設定ボタン703が選択されると、入力された設定が確定される。

[0060] 図5に戻って、次のステップS104は、再現実行ステップである。このステップS104は、再現先ストレージ装置120Cにおいて、選択されたI/O履歴に対応するキャッシュ状態及び選択されたI/O履歴をシミュレートし、ストレージ装置120Cの性能を検証する。その詳細は後述する。

[0061] 次のステップS105は、再現結果表示ステップである。このステップS105は、ストレージ装置120Cの検証結果を表示する。これにより、管理者は検証結果を確認し、必要な情報を得ることができる。図8は、検証結果を表示するI/O再現結果画像の例800を示している。I/O再現結果画像800は、再現キャッシュ状態セクション801とI/O再現結果一覧セクション802を有する。

[0062] 再現キャッシュ状態セクション801は、検証においてアプリケーション(ボリューム)に割り当てられたキャッシュの容量(再現キャッシュ容量)を示す。後述するように、本例は、ストレージ装置STG3(120C)の検証開始時において、キャッシュメモリ124Cに、予めキャッシュデータを用意する。本例は、移行元ボリュームのI/O履歴取得期間開始時のキャッシュデータに応じて、被検証ボリュームの検証開始時のキャッシュデータを決定する。これにより、より高精度の検証を実現する。

[0063] 再現キャッシュ状態セクション801は、移行元ストレージ装置STG1(120A)、STG2(120B)においてアプリケーションAPP1(VOL1、VOL2)に割り当てられていたキャッシュ容量及び移行先(検証対象)のストレージ装置STG3(120C)において割り当てられた(再現された)キャッシュ容量を示している。

[0064] 本例において、ストレージ装置STG1(120A)~STG3(120C)は、キャッシュメモリ(キャッシュ容量)を含むリソースを、複数のリソースグループに分割する機能を有する。リソースグループは、テナント、

アプリケーション又はボリューム等に専有的に割り当てられる。図8の例において、ストレージ装置STG1(120A)～STG3(120C)は、それぞれ、その全キャッシュ容量のうちの4GBのキャッシュ領域をAPP1のみに割り当てている。

[0065] 図8の例において、ストレージ装置STG3(120C)において4GBのキャッシュ領域(キャッシュ容量)が、アプリケーションAPP1(VOL3、VOL4)に割り当てられている。検証中、アプリケーションAPP1(VOL3、VOL4)のみが4GBのキャッシュ領域を利用することができる。

[0066] 一方、ストレージ装置STG1(120A)において4GBのキャッシュ領域(キャッシュ容量)が、アプリケーションAPP1(VOL3)に割り当てられ、ストレージ装置STG2(120B)において4GBのキャッシュ領域(キャッシュ容量)が、アプリケーションAPP1(VOL2)に割り当てられている。

[0067] ストレージ装置STG3(120C)の割り当てキャッシュ容量が、移行元ストレージ装置STG1(120A)、STG2(120B)の割り当てキャッシュ総容量より小さい。そのため、ストレージ装置STG1(120A)、STG2(120B)における、I/O履歴取得期間開始時のキャッシュメモリの全ての情報(状態)を、検証開始時にストレージ装置STG3(120C)のキャッシュメモリに反映することはできない。

[0068] そのため、移行元ストレージ装置STG1(120A)、STG2(120B)においてアプリケーションAPP1(VOL1、VOL2)に割り当てられているキャッシュ領域の一部領域の状態(一部のキャッシュデータ)のみが、検証開始時においてストレージ装置STG3(120C)において再現されている。

[0069] 図8の例では、ストレージ装置STG1(120A)の1GBのキャッシュデータ及びストレージ装置STG2(120B)の3GBのキャッシュデータが、検証開始時においてストレージ装置STG3(120C)のキャッ

シユメモリに格納されている。

[0070] なお、移行元ストレージ装置STG1(120A)、STG2(120B)が保持するアプリケーションAPP1(VOL1、VOL2)のそれぞれのキャッシュデータの量は、上記割り当てキャッシュ容量と一致又はそれより小さい。また、ストレージ装置STG3(120C)で検証開始時に再現されるキャッシュ状態の各アドレスのキャッシュデータは、移行元ストレージ装置STG1(120A)、STG2(120B)のキャッシュデータと同一でも同一でなくともよい。つまり、キャッシュ間において、キャッシュデータのアドレス(アドレスはデータ長も同時示す)が一致していればよい。

[0071] 管理サーバ140は、検証においてアプリケーションAPP1(VOL3、VOL4)に割り当てるキャッシュ容量(図8における「再現キャッシュ容量」)を自動的に決定する。決定方法の詳細は後述する。

[0072] ストレージ装置120A~120Cが、リソース分割機能を有していない場合、複数のアプリケーションが同一キャッシュメモリを使用する。その構成において、例えば、移行元ストレージセクション811におけるストレージ装置STG1、STG2の「キャッシュ容量」は、選択されているアプリケーション(ボリューム)のキャッシュデータがキャッシュメモリにおいて占有している容量である。選択されているI/O履歴取得周期の開始時における、各ボリュームのキャッシュデータ量が、これに相当する。

[0073] 移行元ストレージセクション811における「再現キャッシュ容量」は、例えば、選択されているボリュームのキャッシュデータのうち、検証開始時に、検証対象のストレージ装置STG3(120C)のキャッシュ領域に反映されるキャッシュデータの量である。

[0074] 図8において、I/O再現結果一覧セクション802は、検証で利用される移行元ボリュームのI/O履歴及び移行先ボリュームでの検証結果の情報を提示する。具体的には、I/O再現結果一覧セクション802は、検証対象のアプリケーションの識別子を格納するカラム821、検証におけるボリ

ュームの移行元又は移行先の種別を示すカラム 8 2 2、ボリュームが属するストレージ装置の識別子を格納するカラム 8 2 3、ボリュームの識別子を格納するカラム 8 2 4 を有する。

[0075] I/O再現結果一覧セクション 8 0 2 は、さらに、検証に利用された移行元ボリュームの I/O履歴の取得期間を示すカラム 8 2 5、移行元ボリュームの I/O履歴取得期間における平均応答時間又は移行先ボリュームの検証結果における平均応答時間を示すカラム 8 2 6、移行元ボリュームの I/O履歴取得期間における最大応答時間又は移行先ボリュームの検証結果における最大応答時間を示すカラム 8 2 7 を有する。平均応答時間カラム 8 2 6、最大応答時間カラム 8 2 7 の矢印は、上向きが性能向上・下向きが性能低下を示す。

[0076] 管理者は、移行元ボリュームのエントリを参照することで、検証された移行ボリュームの情報を確認することができ、移行先ボリュームのエントリを参照することで、検証結果を知ることができる。なお、上記図 6～図 8 が示す画像は一例であって、管理サーバ 1 4 0 は、これら画像が示す情報の一部のみを表示し、又はこれら画像が示す情報と異なる情報を示すことができる。

[0077] 以下において、図 5 に示すフローチャートの各ステップの詳細を説明する。以下においては、利用する（保存する）I/O履歴を規定する I/O性能条件の閾値として、応答時間の上限値のみが指定されているとする。

[0078] 図 9 は、情報取得設定ステップ S 1 0 1 の例を示すフローチャートである。情報取得設定プログラム 4 8 1 は、このフローを実行する。まず、情報取得設定プログラム 4 8 1 は、管理サーバ 1 4 0 の出力デバイス 1 4 5 に、I/O情報取得設定画像 6 0 0（図 6）を出力する（S 2 0 1）。

[0079] 情報取得設定プログラム 4 8 1 は、I/O情報取得設定画像 6 0 0 の「設定」ボタンが押下されたか判定する（S 2 0 2）。「設定」ボタンが押下されていない場合（S 2 0 2：NO）、情報取得設定プログラム 4 8 1 は、ステップ S 2 0 2 を繰り返す。「設定」ボタンが押下されている場合（S 2 0

2 : YES)、情報取得設定プログラム481は、I/O情報取得設定画像600のアプリケーションセクション601において、アプリケーションが選択されているか判定する(S203)。

[0080] アプリケーションが選択されていない場合(S203:NO)、情報取得設定プログラム481は、ステップS202に戻る。アプリケーションが選択されている場合(S203:YES)、情報取得設定プログラム481は、選択されたアプリケーションのボリュームを移行元ボリューム登録テーブル910に登録する。

[0081] 図10は、移行元ボリューム登録テーブル910の構成例を示す図である。移行元ボリューム登録テーブル910は、管理サーバプログラム148のプログラムデータ486に含まれている。移行元ボリューム登録テーブル910は、アプリケーションカラム911、ストレージ装置カラム912、ボリュームカラム913を有する。

[0082] アプリケーションカラム911は、選択されているアプリケーションの識別子を格納する。ストレージ装置カラム912は、アプリケーションが使用するボリュームを提供するストレージ装置の識別子を格納する。ボリュームカラム913は、アプリケーションが使用するボリュームの識別子を格納する。アプリケーションが使用するボリュームの情報は、管理サーバ140に予め登録されている。管理サーバ140は、この情報を入力デバイス144(管理者)又はストレージ装置120A、120Bから取得することができる。

[0083] 図9に戻って、次に、情報取得設定プログラム481は、I/O情報取得設定画像600の情報取得周期セクション603、情報取得総期間セクション604において値が設定されているか判定する(S205)。判定結果が肯定的である場合(S205:YES)、情報取得設定プログラム481は、設定値を情報取得設定管理テーブル920に登録する(S206)。

[0084] ステップS205の判定結果が否定的である場合(S205:NO)、情報取得設定プログラム481は、デフォルト値を情報取得設定管理テーブル

920に登録する。本例は、情報取得周期を1日、情報取得総期間を現在時刻から1日間と、情報取得設定管理テーブル920に登録する(S207)

。

[0085] 情報取得設定プログラム481は、さらに、I/O情報取得設定画像600の閾値セクション605において、一つ以上の閾値が設定されているか判定する(S208)。判定結果が肯定的である場合(S208: YES)、情報取得設定プログラム481は、設定値を情報取得設定管理テーブル920に登録する(S209)。

[0086] ステップS205の判定結果が否定的である場合(S205: NO)、情報取得設定プログラム481は、デフォルト種別のデフォルト値を情報取得設定管理テーブル920に登録する(S210)。本例は、性能閾値が応答時間(上限)100msであると、情報取得設定管理テーブル920に登録する。

[0087] 図11は、情報取得設定管理テーブル920の構成例を示す。上述のように、情報取得設定管理テーブル920は、検証に利用するI/O履歴の条件を示す情報を格納する。本例において、情報取得設定管理テーブル920は、アプリケーションカラム921、取得周期カラム922、取得期間カラム923、閾値種別カラム924、閾値カラム925を有する。一つのエンタリは、検証に利用するI/O履歴が満たすべき一つの条件項目(閾値)を示す。

[0088] アプリケーションカラム921は選択されているアプリケーションの識別子を格納し、取得周期カラム922は、I/O情報取得設定画像600において設定された情報取得周期の値又はデフォルト値を格納する。取得期間カラム923は、I/O情報取得設定画像600において設定された情報取得総期間の値又はデフォルト値を格納する。閾値種別カラム924、閾値カラム925は、それぞれ、I/O情報取得設定画像600において設定された値又はデフォルト値を格納する。

[0089] 次に、図12を参照して、再現情報取得ステップS102を説明する。図

12は、再現情報取得ステップS102の例を示すフローチャートである。再現情報取得プログラム484は、指定されている各移行元ボリュームについて、このフローを実行する。

[0090] まず、再現情報取得プログラム484は、移行元ボリュームVOL1(121A)又はVOL2(121B)のI/O履歴取得期間の開始時のキャッシュデータについての情報をストレージ装置STG1(120A)又はSTG2(120B)から取得し、キャッシュ情報記録テーブル930に登録する(S301)。例えば、再現情報取得プログラム484は、I/O履歴の取得期間の開始時に、ストレージ装置STG1(120A)、STG2(120B)に対して、管理ネットワーク162を介して、ボリュームを指定してキャッシュ情報を要求する。

[0091] ストレージ装置STG1(120A)、STG2(120B)のそれぞれにおいて、キャッシュ情報管理プログラム231は、受信した要求に応答して、キャッシュメモリ124A、124Bを参照し、指定ボリュームのキャッシュデータ及びボリューム内アドレスを、優先度と共に、管理ネットワーク162を介して管理サーバ140に送信する。

[0092] キャッシュ情報管理プログラム231は、キャッシュメモリ124A、124Bそれぞれの履歴を保持し、管理サーバ140からの要求に応じて、指定された時刻のキャッシュ領域の内容を優先度と共に送信してもよい。

[0093] 図13は、キャッシュ情報記録テーブル930の構成例を示す。キャッシュ情報記録テーブル930は、取得日時カラム931、ストレージ装置カラム932、ボリュームカラム933、論理アドレスカラム934、データカラム935、優先度カラム936を有する。

[0094] 各エントリは、一つの連続領域内のキャッシュデータを示す。取得日時カラム931は、再現情報取得プログラム484がキャッシュ情報を取得した日時を示す値を格納する。各フィールドの値は、I/O履歴の取得期間の開始日時である。ストレージ装置カラム932は、各キャッシュデータが属するストレージ装置の識別子を格納し、ボリュームカラム933は、各キャッ

シュデータが属するボリュームの識別子を格納する。本例において、ストレージ装置及びボリュームの識別子は、システム内で一意である。ボリューム識別子は、ストレージ装置内でのみ一意でもよい。

[0095] 論理アドレスカラム 934 は、各キャッシュデータが格納されているボリューム内の論理アドレス（ボリューム内アドレス）を格納する。本例において、開始論理アドレスと終了論理アドレスの組により、キャッシュデータのアドレス（データ長の情報を含む）が示されている。データカラム 935 は、キャッシュデータを格納する。キャッシュデータは格納されていなくともよい。

[0096] 優先度カラム 936 は、キャッシュデータの優先度の値を格納する。優先度は、キャッシュデータがキャッシュ領域に維持される優先度を示す。優先度が低いキャッシュデータから更新される。図 13 の例においては、優先度カラム 936 の値がより小さいエントリが、より高い優先度レベルを有する。つまり、優先度カラムの値が大きい（優先度レベルが低い）キャッシュデータから更新される（捨てられる）。

[0097] 優先度は、ストレージ装置におけるキャッシュアルゴリズムにより決定される。例えば、LRU (Least Recently Used) アルゴリズムが利用されている場合、キャッシュ情報管理プログラム 231 又はキャッシュ情報管理プログラム 231 は、キャッシュデータのアクセス時刻から各エントリの優先度の値を決定する。

[0098] 図 12 に戻って、再現情報取得プログラム 484 は、移行元ボリューム VOL1 (121A) 又は VOL2 (121B) の I/O 情報 (I/O 履歴) をストレージ装置 STG1 (120A) 又は STG2 (120B) から、管理ネットワーク 162 を介して定期的を取得し、I/O 情報記録テーブル 940 に登録する (S302)。ストレージ装置 120A、120B のそれぞれの I/O 情報出力プログラム 232 は、実行されているストレージ装置における I/O 履歴を保存し、管理サーバ 140 からの要求に応答して、指定されたボリュームの I/O 情報 (I/O 履歴) を管理サーバ 140 に送信す

る。同様の情報をアプリケーションサーバ100のエージェントプログラム104から取得してもよい。

[0099] 図14は、I/O情報記録テーブル940の構成例を示している。I/O情報記録テーブル940は、日時カラム941、コマンドカラム942、ストレージ装置カラム943、ボリュームカラム944、論理アドレスカラム945、データカラム946、応答時間カラム947を有する。各エントリは、アプリケーションサーバ100からのI/O要求を示す。

[0100] 日時カラム941はストレージ装置120がI/O要求を受信した日時を示し、コマンドカラム942はI/O要求のコマンド種別（リード又はライト）を示し、ストレージ装置カラム943はI/O要求を受信したストレージ装置の識別子を示し、ボリュームカラム944はI/O要求のアクセス先ボリュームの識別子を示す。

[0101] 論理アドレスカラム945はI/O要求のアクセス先論理アドレス（ボリューム内アドレス）を示す。アクセス先アドレスは、開始論理アドレスと終了論理アドレスの組で表されている。データカラム946はI/O要求がライト要求である場合のライトデータを示し、応答時間カラム947はI/O要求に対する応答時間を示す。ライトデータは、取得、登録しなくともよい。

[0102] I/O情報出力プログラム232は、ストレージ装置120が受け取ったコマンドを解析し、その受信日時、コマンド種別、アクセス先ボリューム、アクセス先論理アドレス、ライトデータ及び応答時間を取得することができる。

[0103] 図12に戻って、再現情報取得プログラム484は、再現情報（I/O履歴）取得開始から情報取得周期として設定された時間が経過したか判定する（S303）。判定結果が否定的である場合（S303：NO）、再現情報取得プログラム484は、ステップS302に戻る。

[0104] 判定結果が肯定的である場合（S303：YES）、再現情報取得プログラム484は、再現情報取得開始から現在までにI/O情報記録テーブル9

40に登録したいいずれかのI/O（エントリ）の応答時間（周期における応答時間の最大値）が、予め設定されている閾値（本例において100ms）を超えているか判定する（S304）。

[0105] 判定結果が否定的である場合（S304：NO）、再現情報取得プログラム484は、I/O情報記録テーブル940から、再現情報取得開始から現在までに登録したI/O情報（当該周期で取得されたエントリ）を削除する（S305）。さらに、再現情報取得プログラム484は、キャッシュ情報記録テーブル930から、当該周期開始時のキャッシュ情報を削除する（S306）。これにより不要なデータによるリソースの専有を避けることができる。

[0106] 判定結果が否定的である場合（S304：YES）、再現情報取得プログラム484は、当該周期においてI/O情報を記録した期間と、性能閾値を超えた性能情報をI/O情報保存期間記録テーブル950に登録する（S307）。

[0107] その後、再現情報取得プログラム484は、設定されている情報取得総期間が終了しているか判定し（S308）、情報取得総期間が終了している場合（S308：YES）は終了し、情報取得総期間が終了していない場合（S308：NO）、ステップS301に戻る。

[0108] なお、いずれの取得期間もI/O性能条件（閾値条件）を満たさない場合、再現情報取得プログラム484は、例えば、最後の周期のI/O情報を保存する。上記例は、情報取得総期間において、I/O性能条件を満たす全ての取得期間のI/O情報を保存する。これに代えて、再現情報取得プログラム484は、各指定ボリュームについて、最初に性能閾値条件を満たした周期のI/O情報のみを保存してもよい。

[0109] つまり、各指定ボリュームについて、保存されるI/O情報は、一つの周期のみである。この例においては、図12のフローにおいてステップS308が省略され、フローは、ステップS306の後に、ステップS301に戻る。

[0110] 図15は、I/O情報保存期間記録テーブル950の構成例を示す。I/O情報保存期間記録テーブル950は、検証に利用できるI/O履歴の情報を格納する。I/O情報保存期間記録テーブル950は、ストレージ装置カラム951、ボリュームカラム952、期間カラム953、I/O数カラム954、閾値を超えた性能情報カラム955を有する。各エントリは、保存されたI/O履歴の一つの取得期間を示し、具体的には、検証に利用することができる、一つの周期（保存期間）の一つのボリュームに対するI/O履歴を示す。

[0111] ストレージ装置カラム951及びボリュームカラム952は、各エントリのI/O履歴のI/O要求のアクセス先ストレージ装置及びボリュームの識別子を示す。期間カラム953は、I/O履歴を取得した期間（周期）を示す。I/O数カラム954は、当該期間における全I/O数の値を格納する。閾値を超えた性能情報カラム955は、当該期間において設定された閾値を超えた応答時間の値を格納する。例えば、最大応答時間の値が格納される。

[0112] 図16は、I/O情報の保存を説明する概念図である。図16は、「5/1:12:00~5/4:12:00」の期間において、VOL1、VOL2に対する、1日周期のI/O履歴のI/O応答性能を表したグラフを示す。VOL1のI/O履歴において、5/1と5/3に応答速度がしきい値を超えている。そのため、5/1と5/3のI/O情報が保存される。VOL2のI/O履歴において、5/1に応答速度が閾値を超えている。そのため、5/1のI/O履歴が保存される。

[0113] 管理者は、これら保存したI/O情報について、時間軸を重視して、VOL1とVOL2の5/1のI/O履歴を同時に再現し、性能の検証を行っても良い。または、I/Oの負荷を重視して、VOL1の5/3のI/O履歴（平均応答速度が高い）と、VOL2の5/1のI/O履歴を同時に再現して、性能の検証を行っても良い。

[0114] 次に、図17を参照して、再現方法設定ステップS103を説明する。再

現方法設定ステップS 1 0 3は、管理者による入力に応じて、検証で使用するI/O履歴及びI/O再現先のボリュームを決定する。図17は、再現方法設定ステップS 1 0 3の例を示すフローチャートである。再現方法設定プログラム482は、このフローを実行する。まず、再現方法設定プログラム482は、I/O情報保存期間記録テーブル950から全エントリを取得する(S 4 0 1)。

[0115] さらに、再現方法設定プログラム482は、検証対象のストレージ装置のボリュームからI/O再現先となる移行先ボリュームの候補の識別子を取得する(S 4 0 2)。例えば、検証対象のストレージ装置は、予め入力デバイス144により管理者に指定されており、本例ではストレージ装置STG3(120C)のみが指定されている。

[0116] 例えば、再現方法設定プログラム482は、検証対象のストレージ装置STG3(120C)から、検証に使用できる全てのボリュームの情報を取得し、そのボリュームの中から、予め定められた検証条件を満たすボリュームを選択する。例えば、条件は、管理者により指定され、移行先ボリューム候補の容量が、移行元ボリュームの容量以上であること、性能が移行元ボリュームの性能以上であること等を含むことができる。

[0117] 次に、再現方法設定プログラム482は、再現I/O・再現先選択画像700を生成して、管理サーバ140の出力デバイス145に出力する(S 4 0 3)。再現I/O・再現先選択画像700は、保存I/O情報セクション701において、ステップS 4 0 1で取得された情報を表示し、I/O再現先セクション702において、ステップS 4 0 2で取得された情報を表示する。

[0118] 再現方法設定プログラム482は、再現I/O・再現先選択画像700の「設定」ボタン703押下されたか判定する(S 4 0 4)。判定結果が否定的である場合(S 4 0 4 : NO)、再現方法設定プログラム482は、ステップS 4 0 4に戻る。

[0119] 判定結果が肯定的である場合(S 4 0 4 : YES)、再現方法設定プログ

ラム482は、保存I/O情報セクション701から全てのボリューム（本例においてVOL1及びVOL2）のエントリが選択されているか判定する（S405）。判定結果が否定的である場合（S405:NO）、再現方法設定プログラム482は、ステップS404に戻る。

[0120] 判定結果が肯定的である場合（S405:YES）、再現方法設定プログラム482は、保存I/O情報セクション701で選択された全てのエントリ（本例において2エントリ）に対し、I/O再現先セクション702からI/O再現先選択されているか判定する（S406）。判定結果が否定的である場合（S406:NO）、再現方法設定プログラム482は、ステップS404に戻る。

[0121] 判定結果が肯定的である場合（S406:YES）、再現方法設定プログラム482は、再現するI/O履歴とI/O再現先の情報を再現実行テーブル960に登録する（S407）。

[0122] 上記例は、I/O性能条件を満たす全てのボリュームの全ての期間のI/O履歴を取得して、保存I/O情報セクション701において表示するが、選択した一部の期間のI/O履歴のみを取得、表示してもよい。

[0123] 例えば、再現方法設定プログラム482は、移行元ボリュームのそれぞれについて、I/O性能が最も厳しい期間、例えば、最大応答時間が最も大きい期間のI/O履歴のみを取得、表示してもよい。上述のように、最初に性能閾値条件を満たした期間のI/O履歴のみを保存する場合、保存I/O情報セクション701は、各移行元ボリュームに対して一つの期間のI/O履歴の情報のみを表示する。

[0124] 図18は、再現実行テーブル960の構成例を示す。ストレージ装置STG3（120C）の検証のためのシミュレーションは、再現実行テーブル960に従って行われる。再現実行テーブル960は、再現元ストレージ装置カラム961、再現元ボリュームカラム962、取得期間カラム963、再現先ストレージ装置カラム964、再現先ボリュームカラム965を有する。エントリは、移行元ボリュームのシミュレーション方法を示す。

- [0125] 再現元ストレージ装置カラム961、再現元ボリュームカラム962は、それぞれ、移行元ボリュームが属するストレージ装置の識別子及び移行元ボリュームの識別子を示す。取得期間カラム963は、検証のためのシミュレーションで利用されるI/O履歴の取得期間を示す。再現先ストレージ装置カラム964及び再現先ボリュームカラム965は、それぞれ、シミュレーションが実行されるストレージ装置及びボリュームの識別子を示す。
- [0126] 次に、図19を参照して、再現実行ステップS104を説明する。再現実行ステップS104は、再現実行テーブル960に従って、再現先ストレージ装置での検証のためのシミュレーションを行う。具体的には、移行元ボリュームのキャッシュ状態及びI/O履歴をシミュレートする。図19は、再現実行ステップS104の例を示すフローチャートである。再現実行プログラム485は、このフローを実行する（一部エージェントプログラム104のステップを含む）。
- [0127] 再現実行プログラム485は、検証を行うストレージ装置STG3（120C）において、検証に利用するI/O履歴に応じたキャッシュ状態を再現し、その後、選択したI/O履歴に従った一連のI/O要求をアプリケーションサーバ100により、検証対象のストレージ装置STG3（120C）に順次発行する。検証用I/O要求は、管理サーバ140から発行してもよい。
- [0128] まず、再現実行プログラム485は、再現実行テーブル960から、I/O再現先の対象となる一つの未選択ストレージ装置を選択する（S501）。図18に示す本例では、選択可能なストレージ装置は、ストレージ装置STG3（120C）のみであるが、複数のストレージ装置で検証を行う場合、それらのうちのの一つが選択される。
- [0129] 次に、再現実行プログラム485は、I/O情報保存期間記録テーブル950を参照して、選択したストレージ装置のI/O再現先ボリュームに割り当てられているエントリ（1エントリは1取得期間のI/O履歴）のI/O数を取得し、それらの合計I/O数を算出する（S502）。本例において

、再現先ボリュームVOL 3に割り当てられているI/O数は10000であり、再現先ボリュームVOL 4に割り当てられているI/O数は30000である。それらの合計数は40000である。

[0130] 次に、再現実行プログラム485は、一つの未選択I/O再現先ボリュームを選択し、それに割り当てられているI/O情報保存期間テーブルのエントリを選択する(S503)。再現実行プログラム485は、以下の計算式により、選択したI/O再現先ボリュームのため再現する(被検証ボリュームに割り当てる)キャッシュ容量を求める(S504)。

[0131] (選択したストレージ装置でのキャッシュ容量) * (選択したエントリのI/O数) / (合計I/O数)

図8に示す例において、ストレージ装置STG3(120C)の検証でアプリケーションAPP1(ボリュームVOL 3、VOL 4)に割り当てられるキャッシュ容量は4GBである。従って、再現先ボリュームVOL 3に割り当てるキャッシュ容量は、 $4\text{GB} * 10000 / 40000 = 1\text{GB}$ であり、再現先ボリュームVOL 4に割り当てるキャッシュ容量は、 $4\text{GB} * 30000 / 40000 = 3\text{GB}$ である。

[0132] 次に、再現実行プログラム485は、再現する容量に達するまで、選択したエントリに対応するキャッシュデータを、優先度の高いデータからキャッシュ情報記録テーブル930から取得し、I/O再現先ストレージ装置に入力する(S505)。

[0133] 次に、再現実行プログラム485は、選択したI/O再現先ストレージ装置における全てのI/O再現先ボリュームを選択したか判定する(S506)。判定結果が否定的である場合(S506:NO)、再現実行プログラム485は、ステップS503に戻る。

[0134] 判定結果が肯定的である場合(S506:YES)、再現実行プログラム485は、I/O再現先の全てのストレージ装置を選択したか判定する(S507)。判定結果が否定的である場合(S507:NO)、再現実行プログラム485は、ステップS501に戻る。

- [0135] 判定結果が肯定的である場合（S507：YES）、再現実行プログラム485は、再現実行テーブル960からエントリを取得し、その期間のI/O履歴（I/O情報）を、I/O情報記録テーブル940から取得する（S508）。さらに、再現実行プログラム485は、I/O再現先のボリュームへ、取得したI/O履歴に従ったI/O要求を発行する要求を、アプリケーションサーバ100のエージェントプログラム104に発行する（S509）。
- [0136] エージェントプログラム104は、管理サーバ140から受け取ったI/O要求を、I/O再現先のストレージ装置（ボリューム）へ発行する（S510）。エージェントプログラム104は、複数の被検証ボリュームへの一連のI/O要求を同一期間内に発行する。本例において、順次発行される検証用I/O要求の、種別、アクセス先アドレス（データ長含む）、発行順序及び発行間隔は、移行元のI/O履歴と一致する。検証用ライト要求のライトデータは、移行元のI/O履歴におけるライトデータと同一でなくともよい。
- [0137] 検証用I/O要求間のアクセス先アドレスが移行元I/O履歴におけるI/O要求間のアクセス先アドレスと一致していなくともよい。検証用I/O要求間のアクセス先アドレスの関係が移行元I/O履歴におけるI/O要求間のアクセス先アドレスの関係と一致する。例えば、各検証用I/O要求のアクセス先アドレスが、一定値だけ、移行元I/O履歴におけるI/O要求のアクセス先アドレスからシフトしていてもよい。
- [0138] 再現実行プログラム485は、再現先ボリュームへ発行したI/O要求の応答時間を、I/O応答時間記録テーブル970に登録する（S511）。ストレージ装置STG（120C）において、I/O情報出力プログラム232は、検証時のI/O履歴を保存し、再現実行プログラム485からの要求に応答して、指定されたボリュームのI/O履歴（I/O情報）を再現実行プログラム485に送信する。同様の処理を、エージェントプログラム104が実行してもよい。

- [0139] 送信される I/O 履歴は、各 I/O 要求に対する応答時間の値を含む。再現実行プログラム 485 は、受信した I/O 履歴から取得した各 I/O 要求に対する応答時間の情報を、I/O 応答時間記録テーブル 970 に登録する。
- [0140] 図 20 は、I/O 応答時間記録テーブル 970 の構成例を示す。I/O 応答時間記録テーブル 970 は、検証における各ボリュームへの各 I/O 要求の応答時間の値を格納する。I/O 応答時間記録テーブル 970 は、ストレージ装置カラム 971、ボリュームカラム 972、時刻カラム 973、応答時間カラム 974 を有する。
- [0141] ストレージ装置カラム 971 及びボリュームカラム 972 は、それぞれ、I/O 要求の発行先ストレージ装置及びボリュームの識別子を示す。時刻カラム 973 及び応答時間カラム 974 は、それぞれ、I/O 要求の発行時刻及びその I/O 要求への応答時間を示す。
- [0142] 図 21 は、再現先ストレージ装置におけるキャッシュ状態の再現方法を説明するための模式図である。ストレージ装置 120A のボリューム 121A には 3000 I/O 要求が、ストレージ装置 120B のボリューム 121B には、2000 I/O 要求が発行されている。キャッシュメモリ 124A~124C の容量は、全て 5 である。
- [0143] ストレージ装置 120A のキャッシュメモリ 124A には、データ A1、データ A2、データ A3、データ A4、データ A5 が含まれている。データ A1 の優先度が最も高く、その後、データ A2、データ A3、データ A4 が続き、データ A5 の優先度が最も低い。
- [0144] ストレージ装置 120B のキャッシュメモリ 124B には、データ B1、データ B2、データ B3、データ B4、データ B5 が含まれている。データ B1 の優先度が最も高く、その後、データ B2、データ B3、データ B4 が続き、データ B5 の優先度が最も低い。
- [0145] この場合、ストレージ装置 120C のキャッシュメモリ 124C は、全てのキャッシュのデータを格納することができないため、ストレージ装置 12

0 A、1 2 0 Bの I O数の比である、3 : 2の比でストレージ装置 1 2 0 Cには A 1、A 2、A 3と B 1、B 2を格納する。

[0146] 上述のように、被検証ストレージ装置において、検証開始時に用意される被検証ボリュームのキャッシュデータの値は、移行元ボリュームの取得期間開始時のキャッシュデータの値と同一でなくてもよい。用意されるキャッシュデータのボリューム内アドレスは、移行元ボリュームのキャッシュデータのボリューム内アドレスと対応する。一例において両ボリューム内アドレスは一致するが、I/O要求におけるアクセス先アドレスと同様に、これらは異なってもよい。被検証ストレージ装置でのキャッシュデータのボリューム内アドレスは、検証用I/O要求におけるアクセス先アドレスに合わせて決められる。

[0147] 上記例は、キャッシュデータを実際に被検証ストレージ装置 S T G 3 (1 2 0 C) のキャッシュ領域に格納するが、再現実行プログラム 4 8 5 は、被検証ストレージ装置 S T G 3 (1 2 0 C) のキャッシュ管理テーブルの内容のみを変更してもよい。

[0148] 被検証ストレージ装置 S T G 3 (1 2 0 C) で用意するキャッシュデータの値が、移行元ストレージ装置におけるキャッシュデータの値と一致しない場合、キャッシュ情報記録テーブル 9 3 0 は、データカラム 9 3 5 を有していなくともよい。

[0149] 上記例は、検証に使用する移行元ボリューム (V O L 1、V O L 2) の 1 取得期間の I / O履歴の I / O数比に基づいて、再現先ボリューム (V O L 3、V O L 4) に割り当てるキャッシュ容量を決定する。これにより、複数ボリュームが共通キャッシュ領域を利用する被検証ストレージ装置で、より正確な検証を行うことができる。管理サーバ 1 4 0 は、他のルールに従って V O L 3、V O L 4 のキャッシュ容量比を決定することができる。

[0150] 例えば、管理サーバ 1 4 0 は、V O L 1、V O L 2 の全キャッシュデータから、取得日時が新しいデータから 4 G B のデータを選択する。若しくは、管理サーバ 1 4 0 は、V O L 1、V O L 2 の容量比と一致するように、検証

開始時のVOL 3、VOL 4のキャッシュ容量比を決定する。

- [0151] 若しくは、管理サーバ140は、VOL 1、VOL 2に割り当てられている容量比と一致するように、検証開始時のVOL 3、VOL 4のキャッシュ容量比を決定する。再現キャッシュ容量は、ユーザ指定可能であってもよい。管理サーバ140は、管理者が入力デバイス144により指定したキャッシュ容量を検証対象のボリューム（アプリケーション）に割り当てる。
- [0152] 次に、図22を参照して、再現結果表示ステップS105を説明する。再現結果表示ステップS105は、検証結果（シミュレーション結果）を示す再現結果画像を作成し、出力する。図21は、再現結果表示ステップS105の例を示すフローチャートである。再現結果表示プログラム483は、このフローを実行する。
- [0153] 再現結果表示プログラム483は、移動元ボリューム（VOL 1、VOL 2）の情報と、I/O情報記録テーブル940から、再現した期間のI/O履歴の応答時間の値を取得し、平均値と最大値を計算する（S601）。再現結果表示プログラム483は、移動先ボリューム候補（VOL 3、VOL 4）の情報として、I/O応答時間記録テーブル970から再現したI/Oの応答時間を取得し、平均値と最大値を計算する（S602）。再現結果表示プログラム483は、再現結果表示画像800を作成し、管理サーバ140の出力デバイス145に再現結果表示画像800を出力する（S603）。
- [0154] 再現結果表示プログラム483は、再現結果表示画像の「OK」ボタンが押下されたか判定する（S604）。判定結果が否定的である場合（S604：NO）、再現結果表示プログラム483は、ステップS604を繰り返す。判定結果が肯定的である場合（S604：YES）、再現結果表示プログラム483は、フローを終了する。
- [0155] 本実施形態によれば、ボリュームの移行において、現在のアプリケーションのアクセス特性を元に被検証ボリュームの応答性能を検証することで、移行予定のボリュームが移行先で要求性能を満たせるか移行前に正確に確認す

ることができる。

[0156] 本発明は、新システムへのボリュームの移行のみならず、任意の他のストレージ装置へのボリュームの移動が可能か否かの検証、システムの性能測定、アプリケーションの負荷測定等にも適用することができ、システムの性能測定の場合には移動元のI/O履歴に関する情報を基準となる特定の負荷やI/Oパターンを示す履歴情報とすることにより移動先のハードウェア性能を含むシステム性能を測定することが可能となり、アプリケーションの負荷測定の場合には移動先のシステムを特定の構成やハードウェアとすることにより、特定システムを基準とした移動元の負荷を測定することが可能となる。

[0157] 以上、本発明を添付の図面を参照して詳細に説明したが、本発明はこのような具体的構成に限定されるものではなく、添付した請求の範囲の趣旨内における様々な変更及び同等の構成を含むものである。例えば、プログラムの一部又は全部は、専用ハードウェアによって実現されてもよい。プログラムは、プログラム配布サーバや、非一時的計算機読み取り可能媒体によって計算機にインストールすることができ、計算機の不揮発性記憶デバイスに格納することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 第1ストレージ装置のボリュームのI/O性能を被検証ストレージ装置で検証する、検証システムであって、
- 記憶デバイスと、
 - プロセッサと、を含み、
 - 前記記憶デバイスは、
 - 前記第1ストレージ装置での第1移動元ボリュームに対する、予め定められた期間のI/O履歴と、
 - 前記予め定められた期間の開始時における前記第1移動元ボリュームのキャッシュデータのボリューム内アドレスを含む、第1情報と、
 - を保持し、
 - 前記プロセッサは、
 - 前記第1情報を参照して、前記開始時における前記第1移動元ボリュームの前記キャッシュデータの少なくとも一部のボリューム内アドレスと対応する移動先ボリューム内アドレスのキャッシュデータを特定し、前記被検証ストレージ装置の第1被検証ボリュームのキャッシュデータと決定し、
 - 前記第1被検証ボリュームに対する検証用I/O要求を、前記予め定められた期間のI/O履歴に従って発行する、検証システム。
- [請求項2] 請求項1に記載の検証システムであって、
- 前記記憶デバイスは、
 - 前記第1移動元ボリュームを含む複数移動元ボリュームのそれぞれに対する、1期間のI/O履歴と、
 - 前記複数移動元ボリュームのそれぞれの前記1期間の開始時における、前記複数移動元ボリュームのそれぞれのキャッシュデータのボリューム内アドレスを含むキャッシュ情報と、を保持し、
 - 前記プロセッサは、
 - 前記複数移動元ボリュームのそれぞれに対応する複数被検証ボリューム

ームの、それぞれに割り当てるキャッシュ容量を決定し、

前記決定したキャッシュ容量と前記キャッシュ情報とに基づいて、前記複数移動元ボリュームのそれぞれの前記キャッシュデータのうち、前記複数被検証ボリュームの検証開始時に使用するキャッシュデータのボリューム内アドレスを決定し、

前記複数被検証ボリュームのそれぞれに対して検証用 I/O 要求を、前記複数移動元ボリュームのそれぞれの前記 1 期間の I/O 履歴に従って発行する、検証システム。

[請求項3]

請求項 2 に記載の検証システムであって、

前記複数移動元ボリュームのそれぞれに対する前記 1 期間の I/O 履歴は、予め設定されている I/O 負荷条件を満たす、検証システム。

[請求項4]

請求項 3 に記載の検証システムであって、

前記プロセッサは、

前記複数被検証ボリュームに割り当てられるキャッシュ総容量と、前記複数移動元ボリュームの前記 1 期間における I/O 数の比と、に基づいて、前記複数被検証ボリュームのそれぞれに割り当てるキャッシュ容量を決定する、検証システム。

[請求項5]

請求項 3 に記載の検証システムであって、

前記複数移動元ボリュームの前記 1 期間の I/O 履歴は、異なる期間の I/O 履歴を含む、検証システム。

[請求項6]

請求項 2 に記載の検証システムであって、

前記キャッシュ情報は、それぞれのキャッシュデータの優先度を示す情報を含み、

前記プロセッサは、前記複数移動元ボリュームのそれぞれの前記キャッシュデータのうち、前記複数被検証ボリュームの検証開始時に使用するキャッシュデータのボリューム内アドレスを、前記優先度に従って決定する、検証システム。

- [請求項7] 請求項1に記載の検証システムであって、
前記プロセッサは、前記検証用I/O要求に対する前記第1被検証ボリュームのI/O性能の結果を取得して出力デバイスに出力する、検証システム。
- [請求項8] 第1ストレージ装置のボリュームのI/O性能を、被検証ストレージ装置で検証する、検証方法であって、
前記第1ストレージ装置での第1移動元ボリュームに対する、予め定められた期間のI/O履歴を取得し、
前記予め定められた期間の開始時における前記第1移動元ボリュームのキャッシュデータの、ボリューム内アドレスを少なくとも示す、第1情報を取得し、
前記第1情報を参照して、前記第1移動元ボリュームの前記キャッシュデータの少なくとも一部のボリューム内アドレスと対応する移動先ボリューム内アドレスのキャッシュデータを特定し、前記被検証ストレージ装置の第1被検証ボリュームのキャッシュデータと決定し、
前記予め定められた期間のI/O履歴に従って、前記第1被検証ボリュームに対して検証用I/O要求を発行して、前記第1被検証ボリュームのI/O性能を測定する、検証方法。
- [請求項9] 請求項8に記載の検証方法であって、
前記第1移動元ボリュームを含む複数移動元ボリュームのそれぞれに対する、1期間のI/O履歴を取得し、
前記複数移動元ボリュームのそれぞれの前記1期間の開始時における、前記複数移動元ボリュームのそれぞれのキャッシュデータのボリューム内アドレスを少なくとも示すキャッシュ情報を取得し、
前記複数移動元ボリュームのそれぞれに対応する複数被検証ボリュームの、それぞれに割り当てるキャッシュ容量を決定し、
前記決定したキャッシュ容量と前記キャッシュ情報とに基づいて、前記複数移動元ボリュームのそれぞれの前記キャッシュデータのうち

、前記複数被検証ボリュームの検証開始時に使用するキャッシュデータのボリューム内アドレスを決定し、

前記複数被検証ボリュームのそれぞれに対する検証用 I/O 要求を、前記複数移動元ボリュームのそれぞれに対する前記 1 期間の I/O 履歴に従って発行する、検証方法。

[請求項10]

請求項 8 に記載の検証方法であって、

前記複数移動元ボリュームのそれぞれに対する前記 1 期間の I/O 履歴は、予め設定されている I/O 負荷条件を満たす、検証方法。

[請求項11]

請求項 10 に記載の検証方法であって、

前記複数被検証ボリュームに割り当てられるキャッシュ総容量と、前記複数移動元ボリュームの前記 1 期間における I/O 数の比と、に基づいて、前記複数被検証ボリュームのそれぞれに割り当てるキャッシュ容量を決定する、検証方法。

[請求項12]

請求項 10 に記載の検証方法であって、

前記複数移動元ボリュームのそれぞれに対する前記 1 期間の I/O 履歴は、異なる期間の I/O 履歴を含む、検証方法。

[請求項13]

請求項 9 に記載の検証方法であって、

前記キャッシュ情報は、それぞれのキャッシュデータの優先度を示す情報を含み、

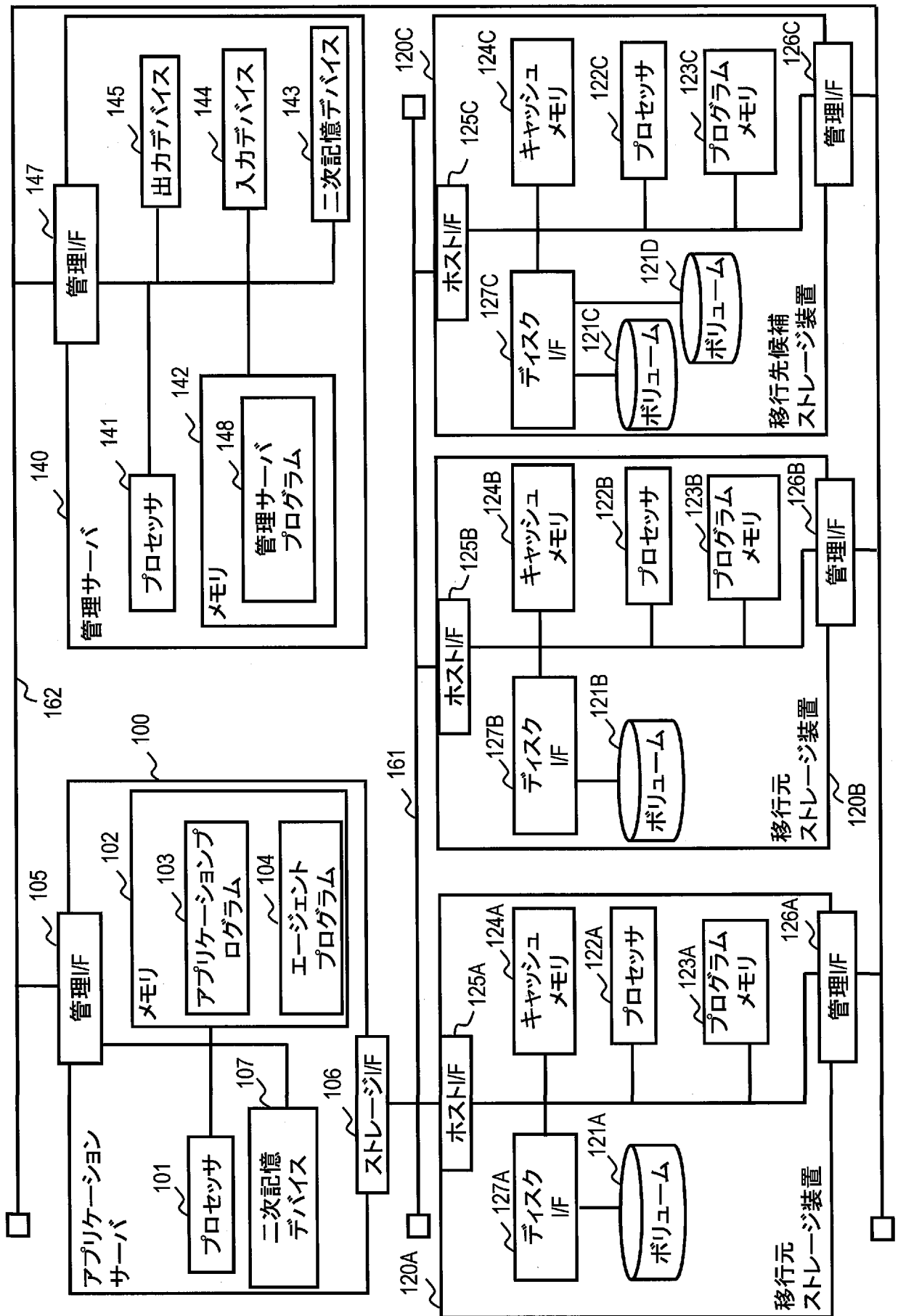
前記複数移動元ボリュームのそれぞれの前記キャッシュデータのうち、前記複数被検証ボリュームの検証で使用するキャッシュデータのボリューム内アドレスを、前記優先度に従って決定する、検証方法。

[請求項14]

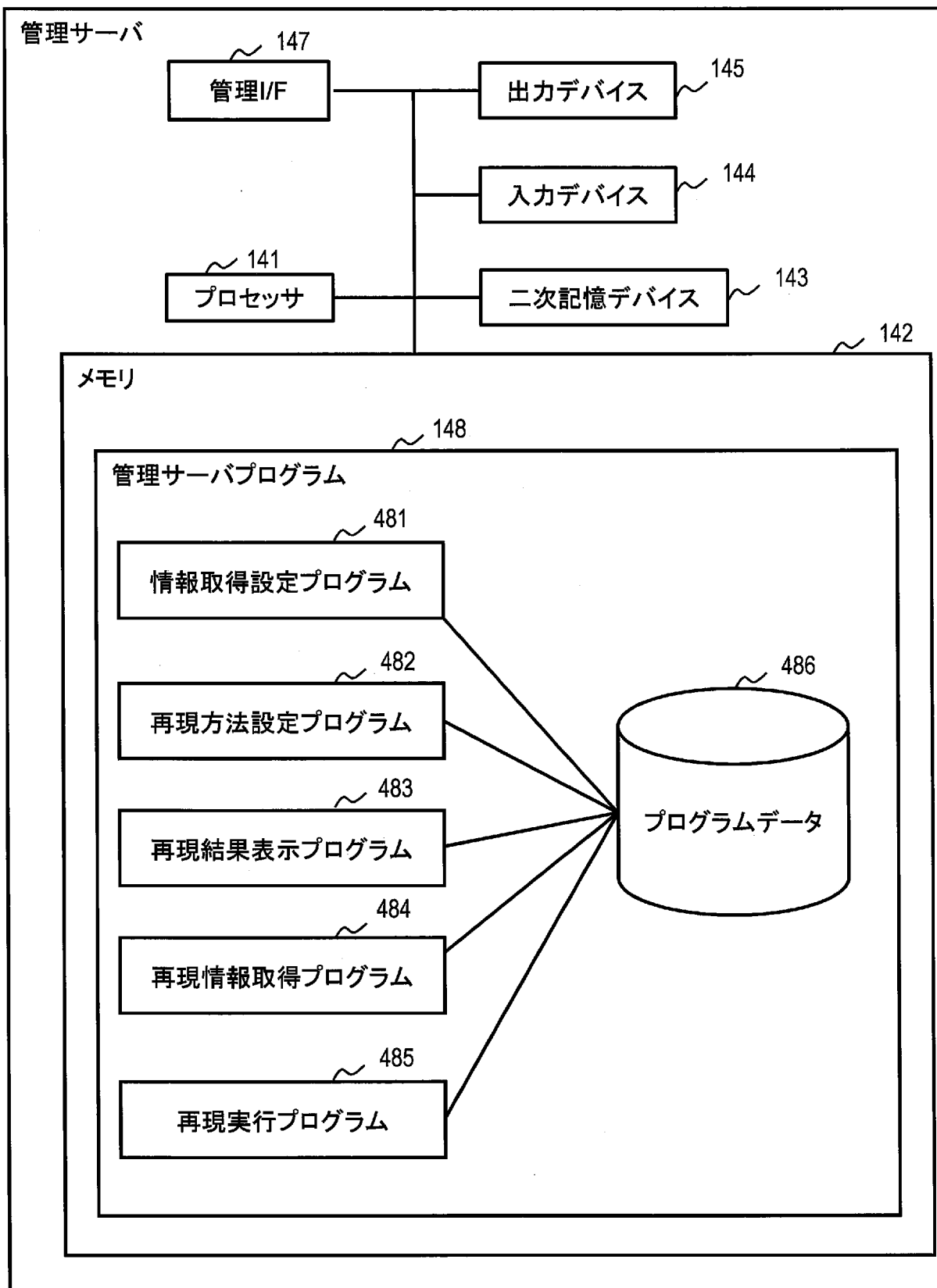
請求項 8 に記載の検証方法であって、

前記検証用 I/O 要求に対する前記第 1 被検証ボリュームの I/O 性能の結果を取得して出力デバイスで提示する、検証方法。

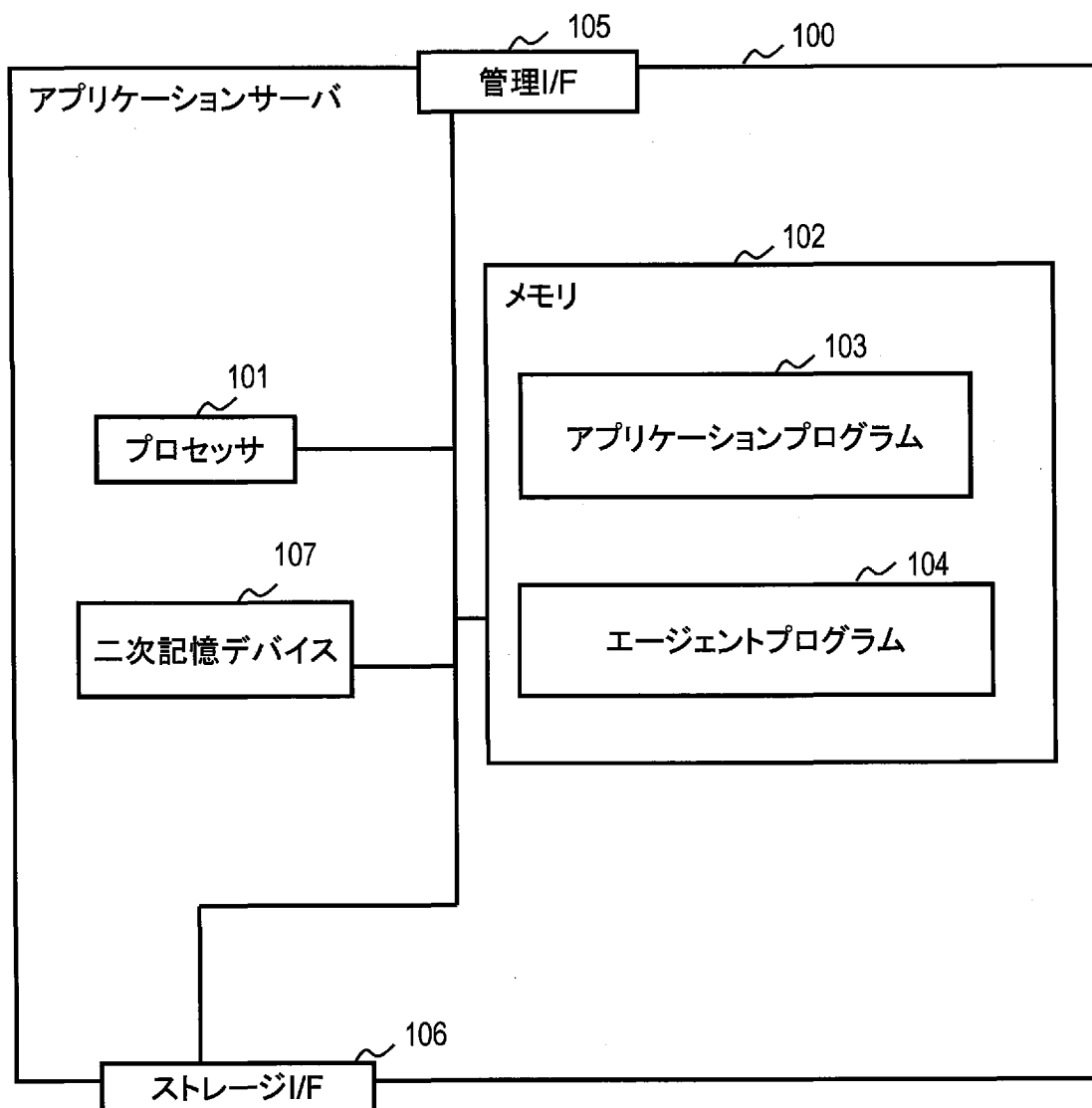
[図1]



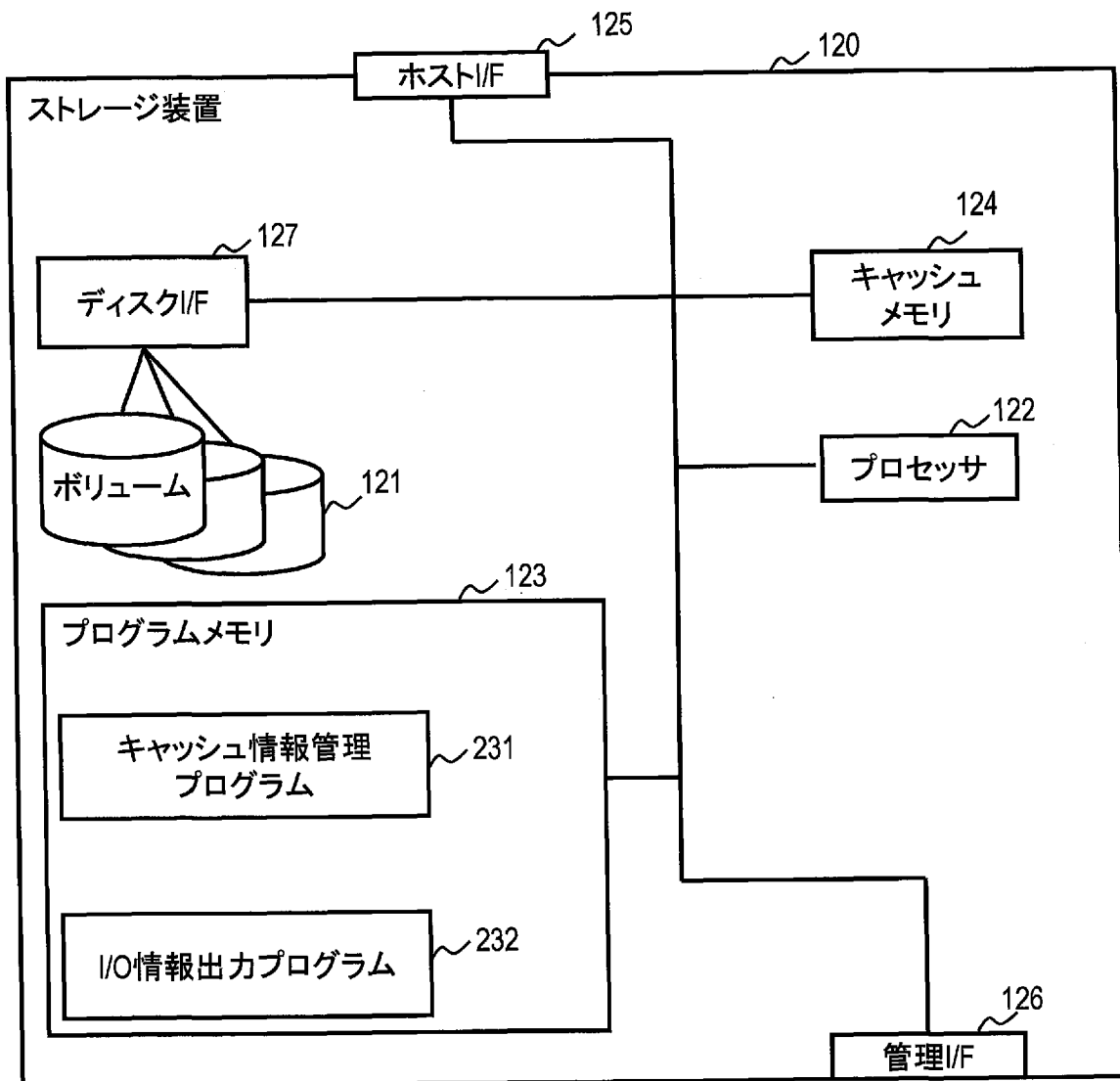
[図2]



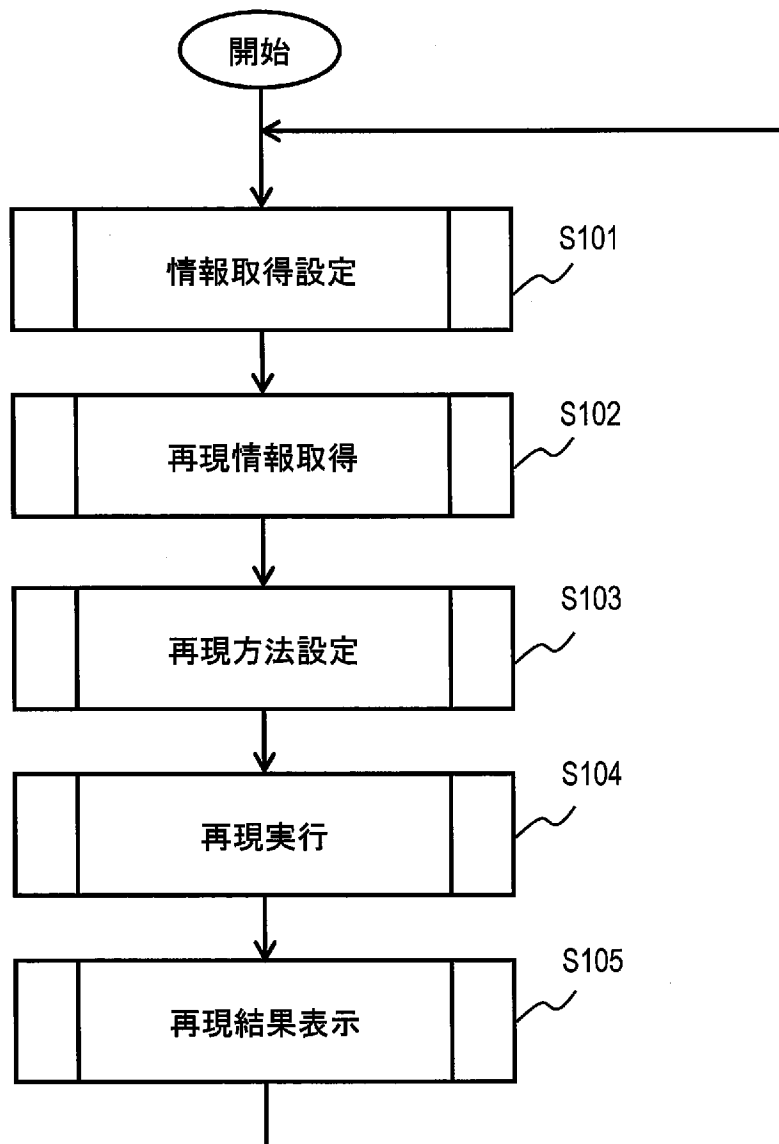
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

I/O情報取得設定

APP1

▼

+

対象ボリューム一覧

#	アプリケーション	ストレージ装置	ボリューム
1	APP1	STG1	VOL1
2	APP1	STG2	VOL2

情報取得周期

1

日

▼

情報取得総期間

2012/5/1

12:00

~

2012/5/4

12:00

閾値

応答時間 (上限)	▼	100	ms	-	-
IOPS (上限)	▼	1000	IOPS	-	+

設定

600

601

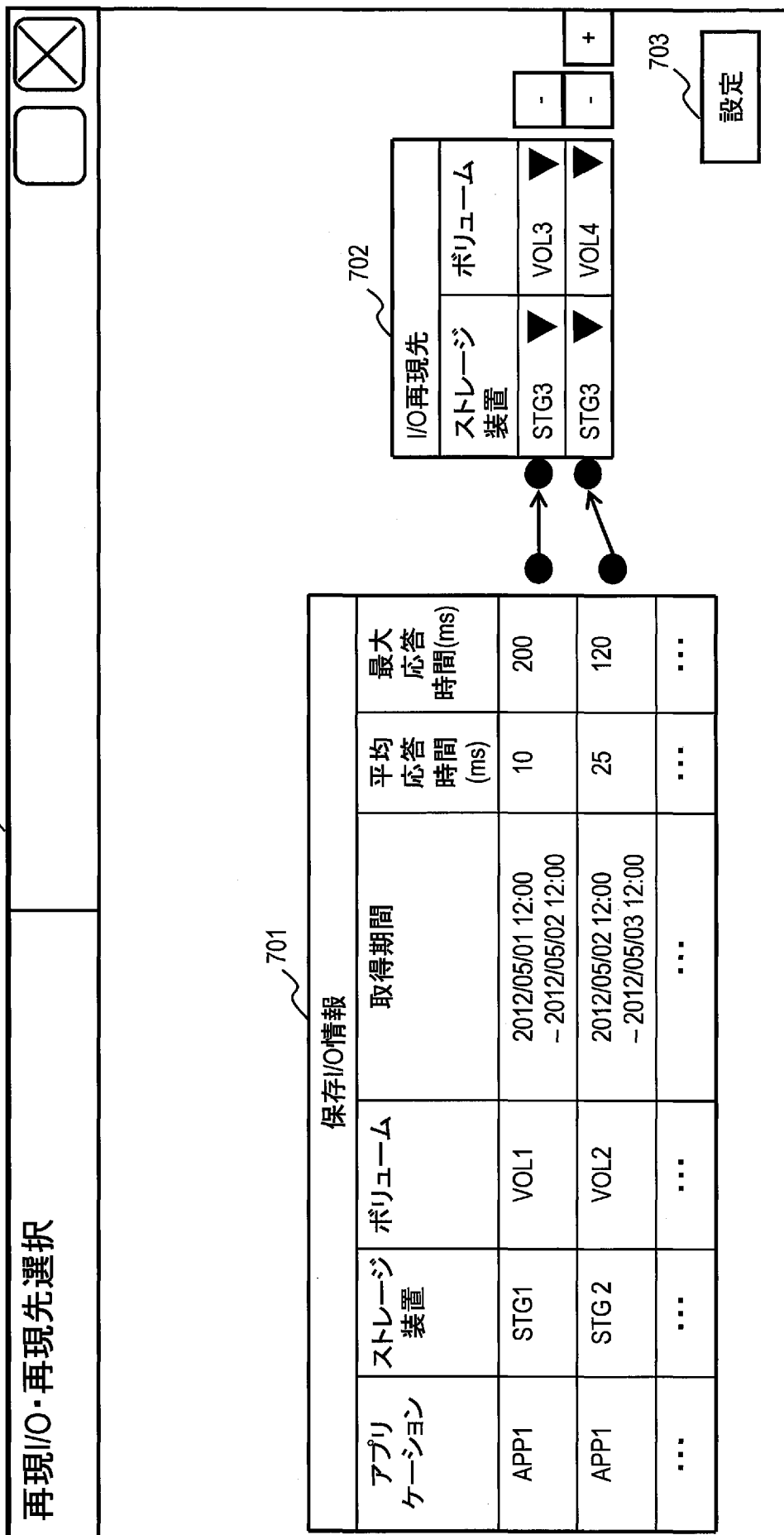
602

603

604

605

[図7]



[図8]

800

I/O再現結果

再現キャッシュ状態 801

移行元ストレージ		再現キャッシュ容量	
ストレージ装置	キャッシュ容量	再現キャッシュ容量	再現キャッシュ容量
STG1	4GB	1GB	3GB
STG2	4GB		

移行先ストレージ

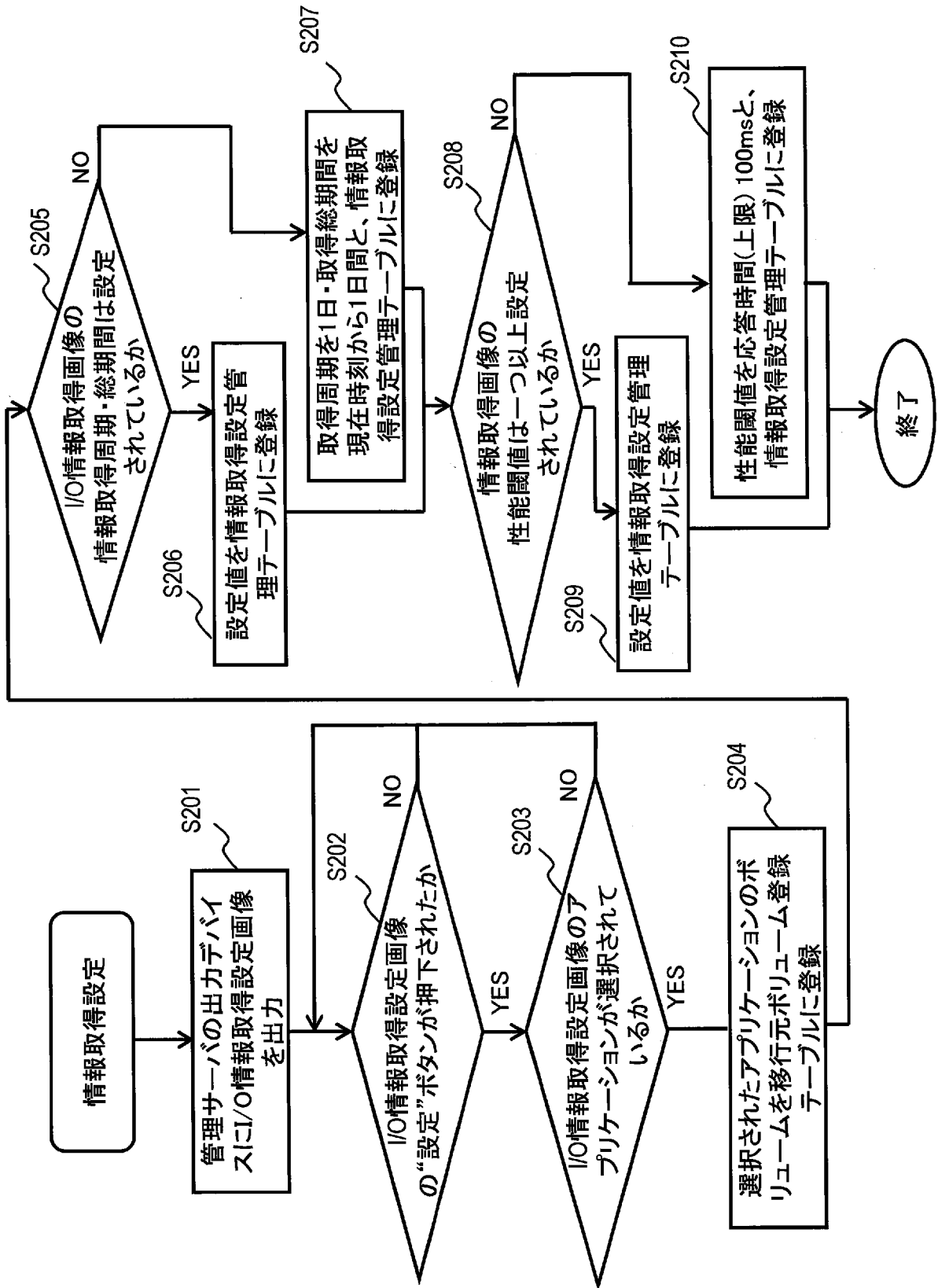
ストレージ装置	キャッシュ容量
STG3	4GB

I/O再現結果一覧

アプリ ケーション	種別	ストレージ 装置	ボリューム	再現I/O取得期間	平均応答時間(ms)	最大応答時間 (ms)
AP1	移行元	STG1	VOL1	2012/05/01 12:00 - 2012/05/02 12:00	10	200
	移行先	STG3	VOL3	-	8	30
	移行元	STG2	VOL2	2012/05/02 12:00 - 2012/05/03 12:00	25	120
	移行先	STG3	VOL4	-	10	40

OK

[図9]



[図10]

910

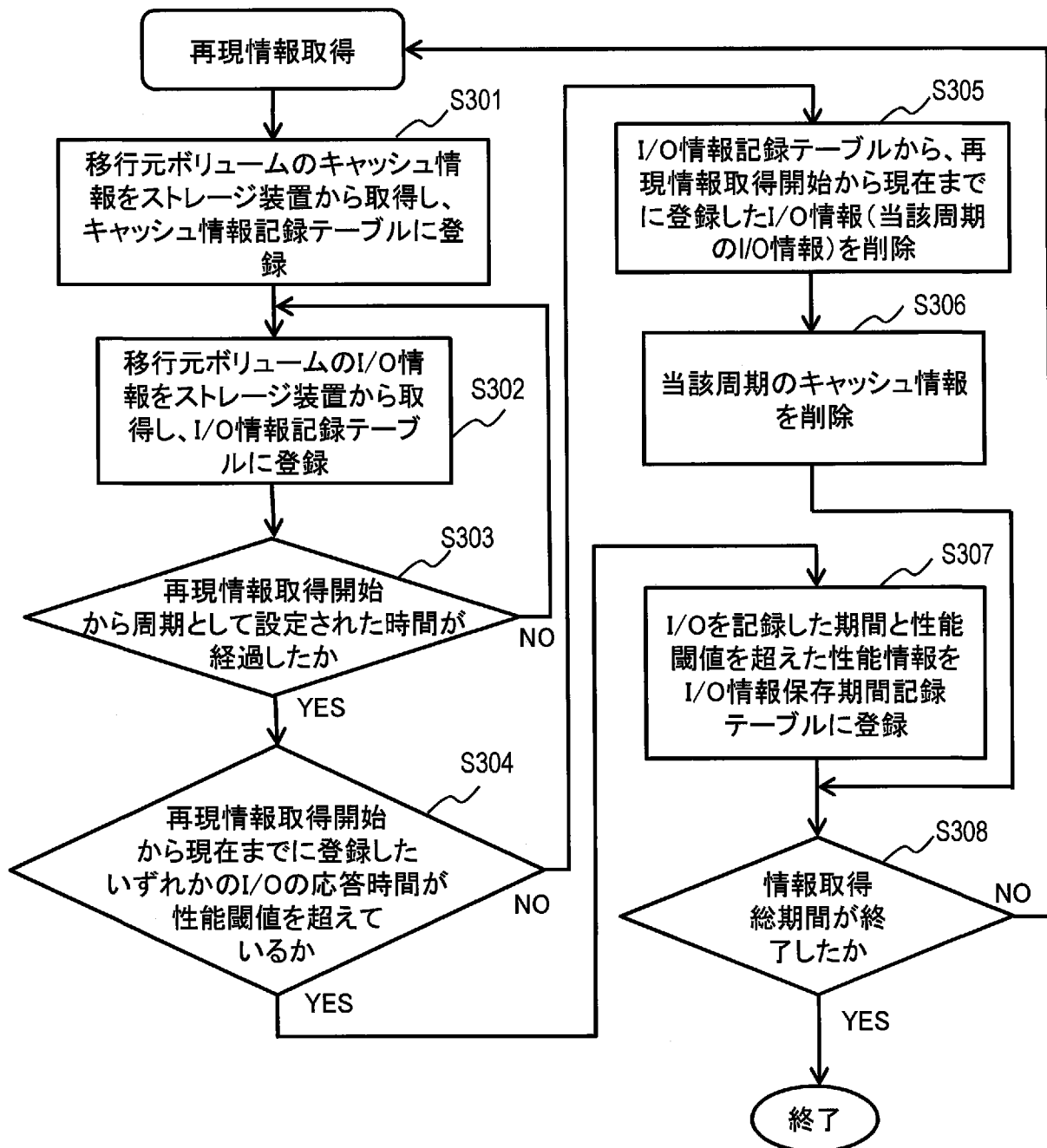
移行元ボリューム登録テーブル		
911 アプリケーション	912 ストレージ装置	913 ボリューム
AP1	1	1
AP1	2	2

[図11]

920

921 アプリケーション	922 取得周期	923 取得総期間	924 閾値種別	925 閾値
AP1	1日	2012/05/01 12:00 - 2012/05/04 12:00	応答時間(上限)	100
AP1	1日	2012/05/01 12:00 - 2012/05/04 12:00	IOPS(上限)	1000

[図12]



[図13]

930
キャッシュ情報記録テーブル

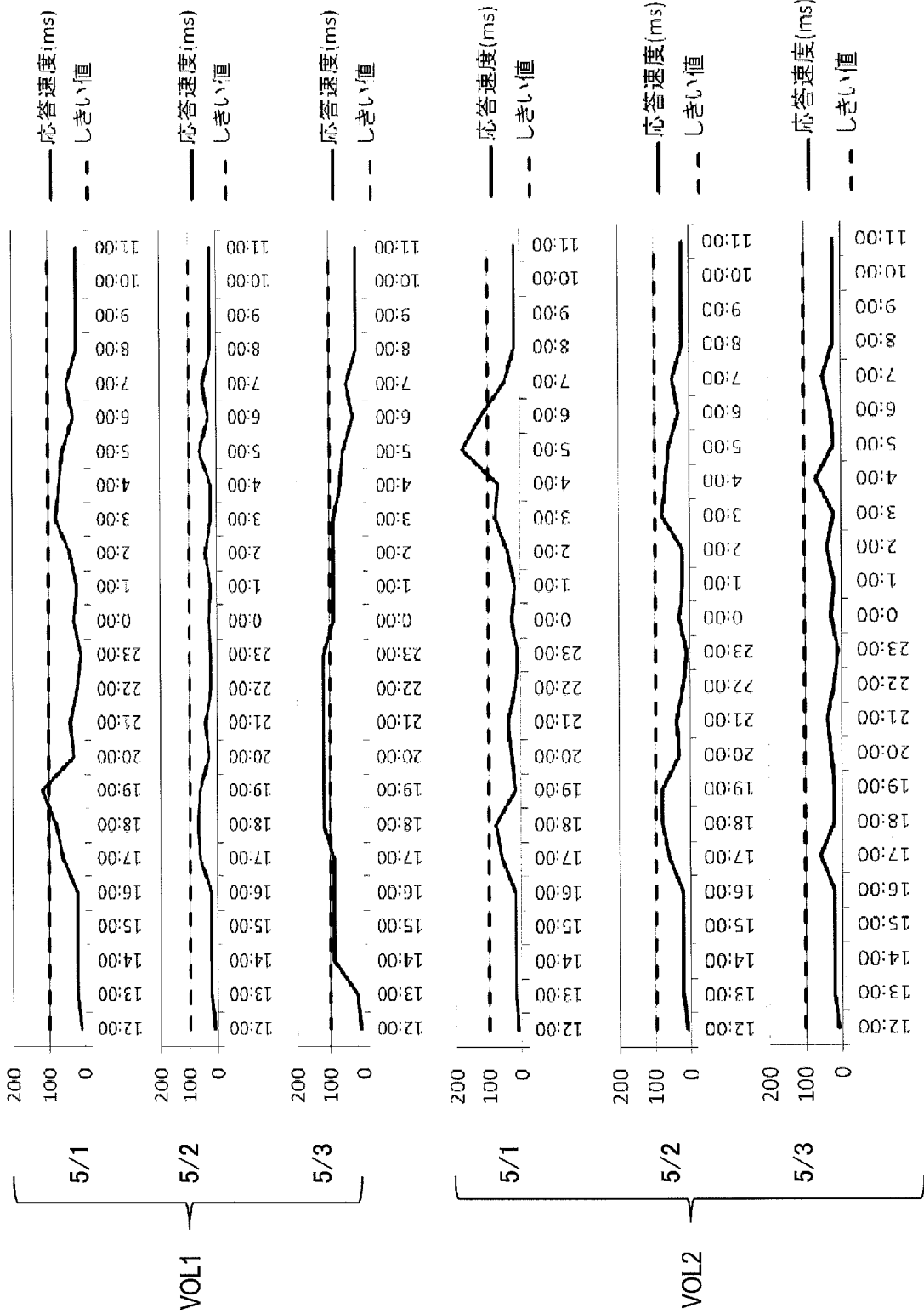
931 取得日時	932 ストレージ	933 ボリューム	934 論理アドレス	935 データ	936 優先度
5/1 12:00:00:00	1	1	0000-0001	FFFF	1
5/1 12:00:00:00	1	1	0001-0002	0000	2
5/2 12:00:00:00	2	2	0010-0011	FFFF	1
5/2 12:00:00:00	2	2	0020-0021	0000	2
...

[図15]

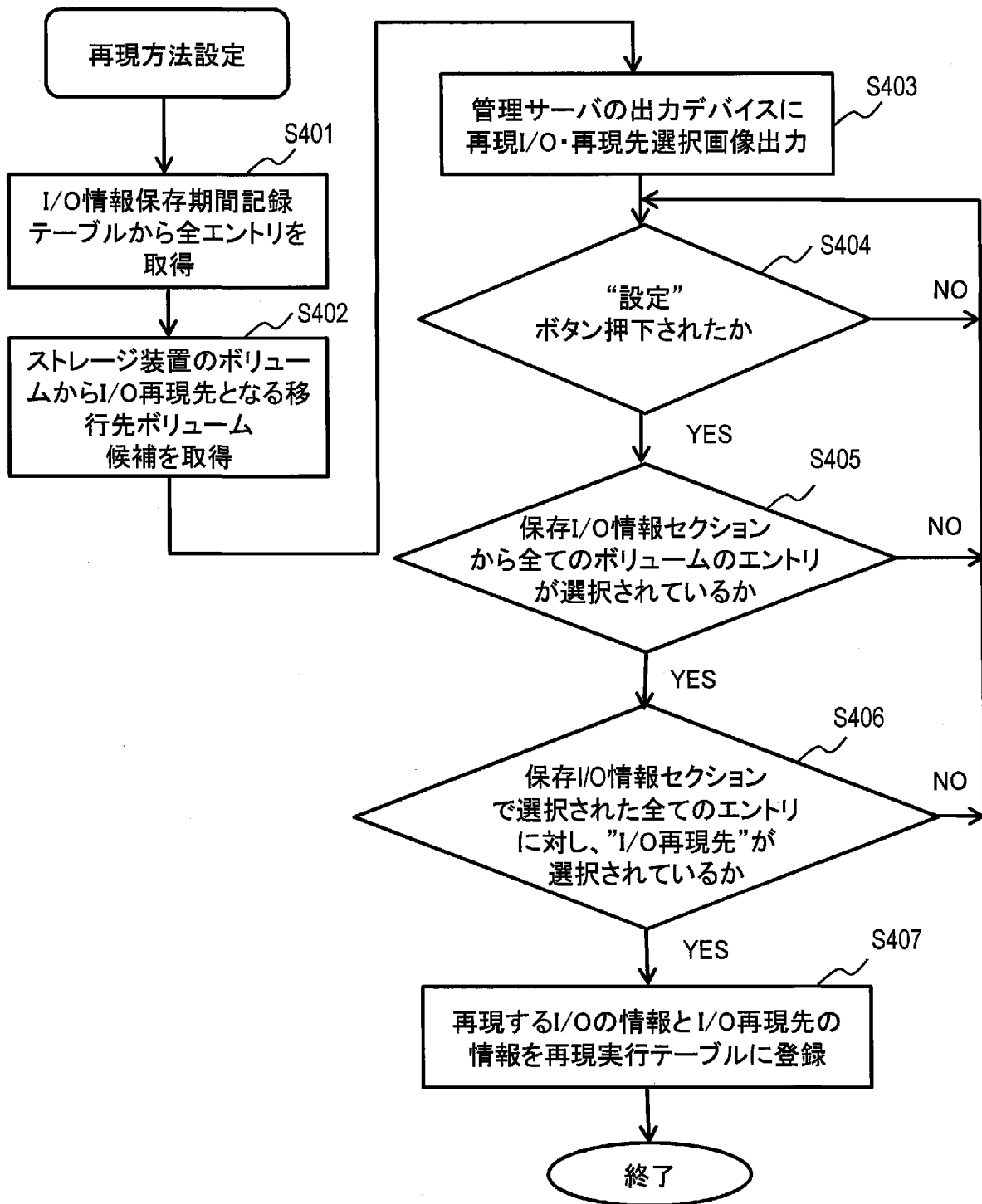
I/O情報保存期間記録テーブル 950

ストレージ装置 951	ボリューム 952	期間 953	I/O数 954	閾値を超えた性能情報 955
1	1	5/1 12:00- 5/2 11:59	10000	応答時間:200ms
2	2	5/2 12:00- 5/3 11:59	30000	応答時間:120ms
...

[図16]



[図17]

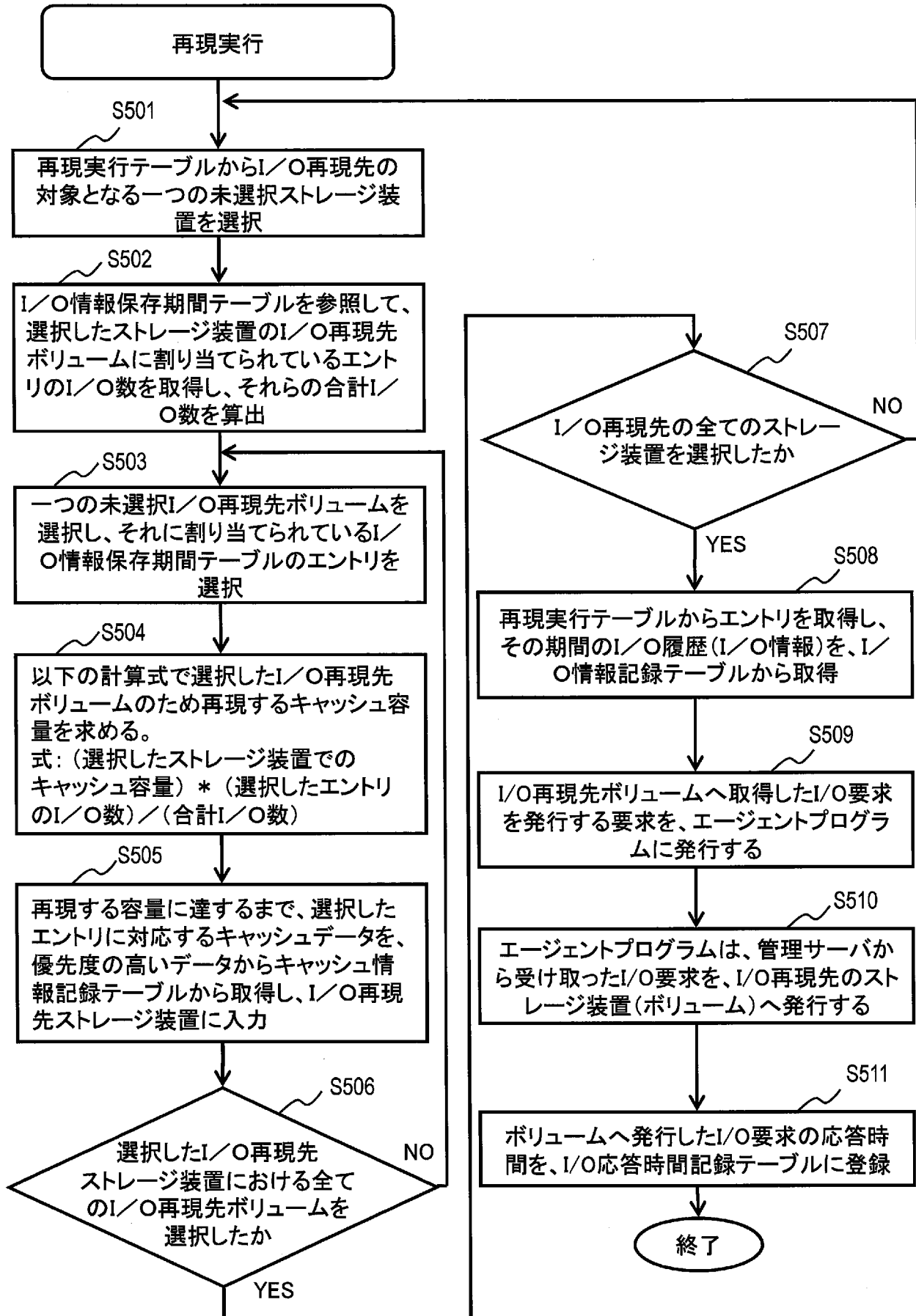


[図18]

960

再現実行テーブル				
961 再現元 ストレージ装置	962 再現元 ボリューム	963 取得期間	964 再現先 ストレージ装置	965 再現先 ボリューム
1	1	5/1 12:00 - 5/2 11:59	3	3
2	2	5/2 12:00 - 5/3 11:59	3	4

[図19]

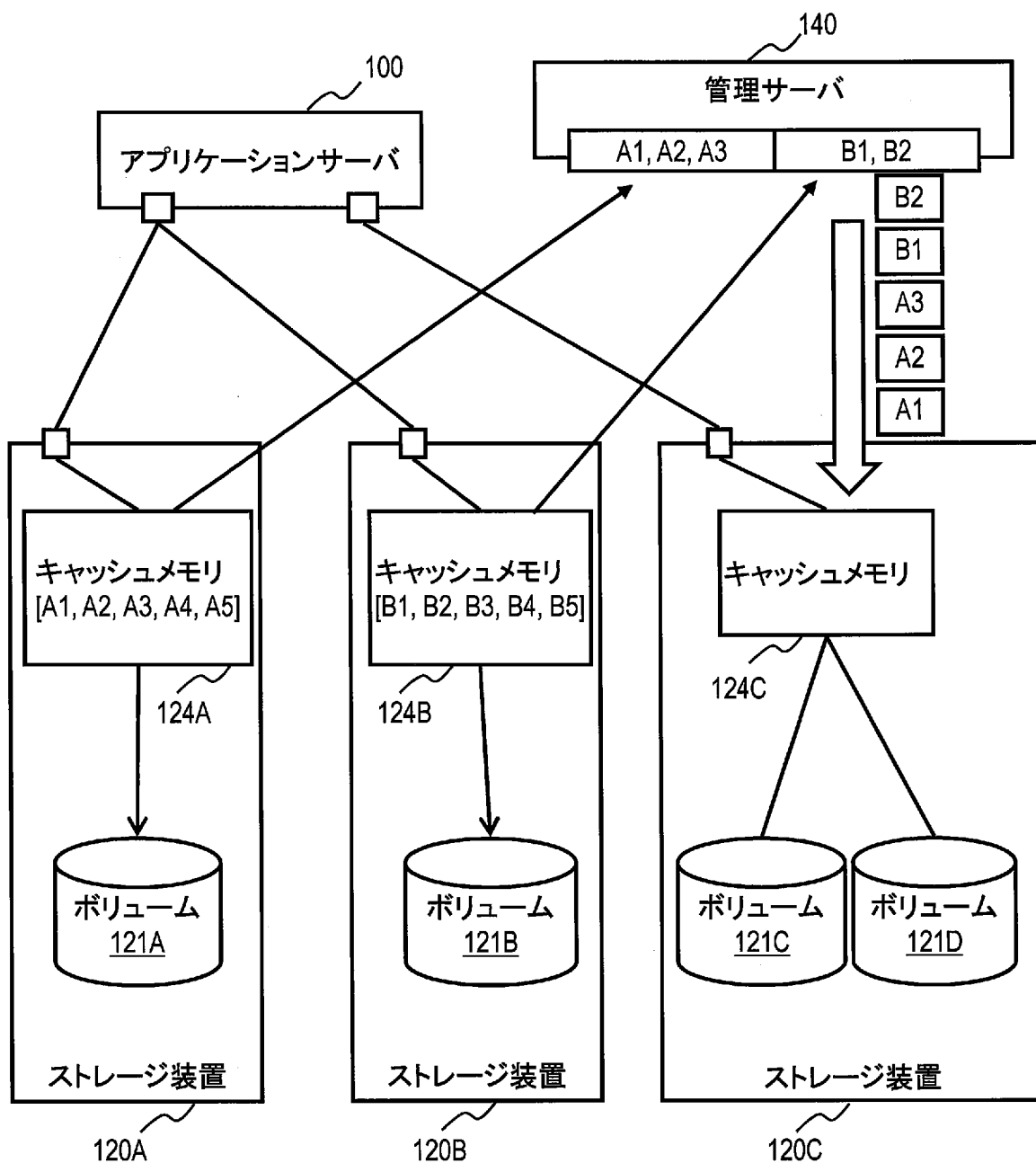


[図20]

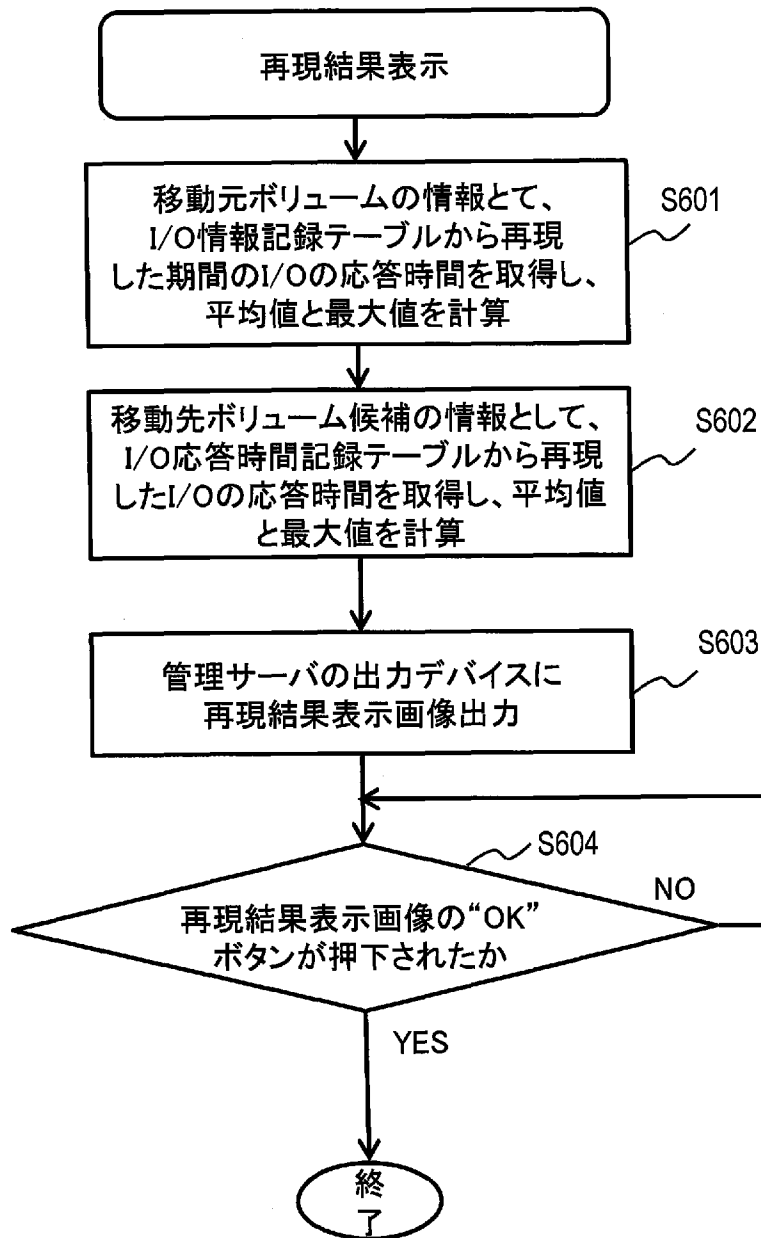
970

I/O応答時間記録テーブル			
971 ストレージ装置	972 ボリューム	973 時刻	974 応答時間(ms)
3	3	12:00:01	1
3	3	12:00:02	10
3	4	12:00:05	8
3	4	12:00:07	50

[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/071409

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/06(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)

G06F3/06

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-097526 A (Hitachi, Ltd.), 30 April 2010 (30.04.2010), paragraphs [0054] to [0092]; fig. 1B & US 2010/0100604 A1	1-14
A	JP 04-326142 A (Hitachi, Ltd.), 16 November 1992 (16.11.1992), paragraphs [0032] to [0057]; fig. 1 (Family: none)	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 November, 2012 (12.11.12)

Date of mailing of the international search report
20 November, 2012 (20.11.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06F3/06(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		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の 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 2010-097526 A (株式会社日立製作所) 2010.04.30, 段落【0054】-【0092】,図1B & US 2010/0100604 A1	1-14
A	JP 04-326142 A (株式会社日立製作所) 1992.11.16, 段落【0032】-【0057】,図1 (ファミリーなし)	1-14
<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 12.11.2012	国際調査報告の発送日 20.11.2012	
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) 田上 隆一 電話番号 03-3581-1101 内線 3568	5 T 4176