

(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2月9日(09.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/017493 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/004982
- (22) 国際出願日: 2010年8月6日(06.08.2010)
- (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): 斎藤秀雄(SAITO, Hideo) [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 システム開発研究所内 Kanagawa (JP). 江口賢哲(EGUCHI, Yoshiaki) [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 システム開発研究所内 Kanagawa

(JP). 山本政行(YAMAMOTO, Masayuki) [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 システム開発研究所内 Kanagawa (JP). 山本彰(YAMAMOTO, Akira) [JP/JP]; 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所 研究開発本部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 大賀真司, 外(OHGA, Shinji et al.); 〒1050022 東京都港区海岸1-2-20 汐留ビルディング3階サンネクスト国際特許事務所 Tokyo (JP).

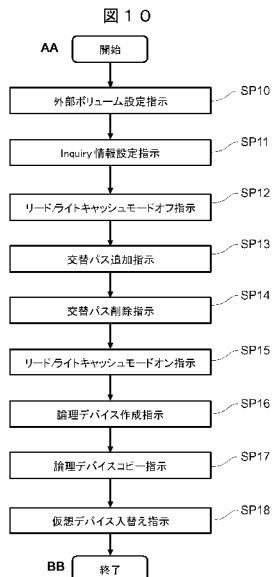
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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,

[続葉有]

(54) Title: COMPUTER SYSTEM AND DATA MIGRATION METHOD

(54) 発明の名称: 計算機システム及びデータ移行方法

[図10]



SP10 Set external volume instruction
SP11 Set inquiry data instruction
SP12 Read/write cache mode off instruction
SP13 Add alternate path instruction
SP14 Delete alternate path instruction
SP15 Read/write cache mode on instruction
SP16 Create logical device instruction
SP17 Copy logical device instruction
SP18 Substitute virtual device instruction
AA Start
BB End

(57) Abstract: Provided are a computer system and a data migration method that can substitute storage devices while avoiding stopping data transmission and reception between a host computer and the storage devices, without relying on the configuration of existing storage devices, etc. Within the computer system comprising the host computer and first and second storage devices: the second storage device virtualizes first logical units within the first storage device and provides same to the host computer as second logical units, collects configuration data for each first logical unit, and sets each collected configuration data to the associated second logical units; the host computer adds paths to the second logical units and deletes paths to the first logical units; and the second storage device copies data stored in the first logical units to a memory area provided by a second memory device and associates said memory area to the second logical units.

(57) 要約: 既存のストレージ装置等の構成に依存することなく、ホスト計算機及びストレージ装置間のデータ授受の停止を回避しながらストレージ装置の入れ替え作業を行い得る計算機システム及びデータ移行方法を提案する。ホスト計算機と、第1及び第2のストレージ装置とを有する計算機システムにおいて、第2のストレージ装置が、第1のストレージ装置内の第1の論理ユニットを仮想化して第2の論理ユニットとしてホスト計算機に提供すると共に、各第1の論理ユニットの構成情報を収集し、収集した各構成情報を対応する第2の論理ユニットに設定し、ホスト計算機が、第2の論理ユニットへのパスを追加すると共に、第1の論理ユニットへのパスを削除し、第2のストレージ装置が、第1の論理ユニットに格納されたデータを第2の記憶装置が提供する記憶領域にコピーし、当該記憶領域を第2の論理ユニットと対応付けるようにした。



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, 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))

明 細 書

発明の名称： 計算機システム及びデータ移行方法

技術分野

[0001] 本発明は計算機システム及びデータ移行方法に関し、特にストレージ装置間の入替え時におけるデータ移行に適用して好適なものである。

背景技術

[0002] 従来、大規模なデータを取り扱う計算機システムでは、ホスト装置とは別個に設けられた大容量のストレージ装置を用いてデータを管理している。

[0003] かかる計算機システムにおいて、既存のストレージ装置を新たなストレージ装置に入れ替える場合、既存のストレージ装置に保存されているデータを継続して利用するために、当該ストレージ装置に保存されているデータを新たなストレージ装置に移行させる必要があるが、この際、ホスト計算機及びストレージ装置間のデータの授受を止めることなくデータ移行を行い得ることが望まれる。また、既存のストレージ装置及び新たなストレージ装置間でデータ移行を行う際に、既存のストレージ装置や、ホスト計算機及びネットワークなどの既設の装置に特殊な機能が要求されない方法が望ましい。

[0004] この場合において、例えば、下記特許文献 1 には、既存のストレージ装置において、論理ユニットを外部ボリュームとして設定した後、交替パスプログラムを用いてホスト計算機のアクセス先を新たなストレージ装置に移行し、その後、新たなストレージ装置において、コピー機能を用いて既存のストレージ装置が有する論理ユニットに格納されるデータを、当該新たなストレージ装置が有する論理ユニットにコピーすることによりデータを移行させる技術が開示されている。そして、この特許文献 1 に開示されたデータ移行方法によれば、既存のストレージ装置やネットワークの特殊な機能を利用することなく、ホスト計算機及びストレージ装置間のデータの授受を止めずに、データをストレージ装置間で移行することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2004-220450号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、かかる特許文献1に開示されたデータ移行方法では、データの整合性を保つために、ホスト計算機に実装された交替パスプログラムが既存のストレージ装置へのパスと新たなストレージ装置へのパスを排他的に利用することとなる。しかしながら、ホスト計算機に実装されたオペレーティングシステムの種類によっては、交替パスプログラムがパスを排他的に利用できない場合があり、このような場合には、特許文献1に開示されたデータ移行方法を利用できない問題があった。

[0007] 一方、ホスト計算機に実装された交替パスプログラムの排他機能に依存しない他のデータ移行方法によると、既存のストレージ装置のデータ及び新たなストレージ装置のデータが並列にアクセスされる可能性がある。そのような状況でデータの整合性を保つ方法として、既存のストレージ装置及び新たなストレージ装置が互いにリモートコピーを行う方法もあるが、結果的に、既存のストレージ装置の特殊な機能を利用することとなり、既存のストレージ装置の特殊な機能に依存しないデータ移行方法はなかった。

[0008] 本発明は以上の点を考慮してなされたもので、データの授受を止めずに、既設の装置の特殊な機能を利用することなくストレージ装置間のデータ移行を行い得る計算機システム及びデータ移行方法を提案しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0009] かかる課題を解決するため本発明においては、計算機システムにおいて、ホスト計算機と、1又は複数の第1の記憶装置を有し、前記第1の記憶装置の記憶領域を第1の論理ユニットとして前記ホスト計算機に提供する第1のストレージ装置と、1又は複数の第2の記憶装置を有する第2のストレージ

装置とを設け、前記第2のストレージ装置は、前記第1のストレージ装置内の前記第1の論理ユニットをそれぞれ仮想化して第2の論理ユニットとして前記ホスト計算機に提供すると共に、前記第1のストレージ装置から各前記第1の論理ユニットの構成情報を収集し、収集した各前記第1の論理ユニットの構成情報をそれぞれ対応する前記第2の論理ユニットに設定し、前記ホスト計算機は、前記第2の論理ユニットへのパスを交替パスの対象に追加すると共に、前記第1の論理ユニットへのパスを交替パスの対象から削除し、前記第2のストレージ装置は、前記第1のストレージ装置の前記第1の論理ユニットに格納されたデータを前記第2の記憶装置が提供する記憶領域にコピーし、当該記憶領域を前記第2の論理ユニットと対応付けるようにした。

[0010] また本発明は、ホスト計算機と、1又は複数の第1の記憶装置を有し、前記第1の記憶装置の記憶領域を第1の論理ユニットとして前記ホスト計算機に提供する第1のストレージ装置と、1又は複数の第2の記憶装置を有する第2のストレージ装置とを有する計算機システムにおいて第1のストレージ装置から第2のストレージ装置にデータを移行するデータ移行方法において、前記第2のストレージ装置が、前記第1のストレージ装置内の前記第1の論理ユニットをそれぞれ仮想化して第2の論理ユニットとして前記ホスト計算機に提供すると共に、前記第1のストレージ装置から各前記第1の論理ユニットの構成情報を収集し、収集した各前記第1の論理ユニットの構成情報をそれぞれ対応する前記第2の論理ユニットに設定する第1のステップと、前記ホスト計算機が、前記第2の論理ユニットへのパスを交替パスの対象に追加すると共に、前記第1の論理ユニットへのパスを交替パスの対象から削除し、前記第2のストレージ装置が、前記第1のストレージ装置の前記第1の論理ユニットに格納されたデータを前記第2の記憶装置が提供する記憶領域にコピーし、当該記憶領域を前記第2の論理ユニットと対応付ける第2のステップとを設けるようにした。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、既設の装置の特殊な機能を利用することなく、データの

授受を止めずに、ストレージ装置間のデータ移行を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第1及び第2の実施の形態による計算機システムの全体構成を示すブロック図である。

[図2]ホスト計算機のメモリにおけるデータ構成を概念的に示す概念図である。

[図3]管理計算機のメモリにおけるデータ構成を概念的に示す概念図である。

[図4]移行元ストレージ装置における記憶領域の階層構造の説明に供する概念図である。

[図5]移行元ストレージ装置のメモリにおけるデータ構成を概念的に示す概念図である。

[図6]移行先ストレージ装置における記憶領域の階層構造の説明に供する概念図である。

[図7]移行先ストレージ装置のメモリにおけるデータ構成を概念的に示す概念図である。

[図8]アクセス先移行処理の説明に供する概念図である。

[図9]データコピー処理の説明に供する概念図である。

[図10]データ移行制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図11]外部ボリューム設定処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図12]Inquiry情報設定処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図13]キャッシュモードオフ処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図14]交替パス追加処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図15]交替パス削除処理の処理手順を示すフローチャート図である。

[図16]キャッシュモードオン設定処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図17]論理デバイス作成処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図18]論理デバイスコピー処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図19]仮想デバイス入替え処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図20] リード処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図21] ライト処理の処理手順を示すフローチャートである。

[図22] 第2の実施の形態によるパス管理エントリの説明に供する概念図である。

[図23] 第2の実施の形態によるデータ移行制御処理の処理手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

[0013] 以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

(1) 第1の実施の形態

(1-1) 計算機システムの構成

図1において、1は全体として本実施の形態による計算機システムを示す。本計算機システム1は、ホスト計算機2、管理計算機3、2台のストレージ装置4A、4B、SAN (Storage Area Network) 5及びLAN (Local Area Network) 6を備えて構成される。そしてホスト計算機2は、SAN (Storage Area Network) 5を介して各ストレージ装置4A、4Bとそれぞれ接続され、管理計算機3は、LAN (Local Area Network) 6を介してホスト計算機2及び各ストレージ装置4A、4Bとそれぞれ接続されている。

[0014] ホスト計算機2は、CPU10、メモリ11、記憶装置12、入力装置13、表示装置14、複数のポート15及びインタフェース制御部16を備えて構成される。CPU10は、ホスト計算機2全体の動作制御を司るプロセッサであり、記憶装置12に格納された各種プログラムをメモリ11に読み出して実行する。メモリ11は、ホスト計算機2の起動時にCPU10により記憶装置12から読み出された各種プログラムを記憶するために用いられるほか、CPU10のワークメモリとしても用いられる。

[0015] 記憶装置12は、例えば、ハードディスク装置又はSSD (Solid State Drive) から構成され、各種プログラムや制御データを記憶保持するために用いられる。入力装置13は、例えば、キーボードスイッチやポインティングデバイス、マイクロフォンなどから構成され、表示装置14は、例えば液晶

ディスプレイなどから構成される。各ポート 15 は、ホスト計算機 2 を S A N 5 に接続するためのアダプタであり、インタフェース制御部 16 は、ホスト計算機 2 を L A N 6 に接続するためのアダプタである。

[0016] 管理計算機 3 は、ホスト計算機 2 及び各ストレージ装置 4 A, 4 B を管理するためのコンピュータ装置であり、C P U 20、メモリ 21、記憶装置 22、入力装置 23、表示装置 24 及びインタフェース制御部 25 を備えて構成される。C P U 20 は、管理計算機 3 全体の動作制御を司るプロセッサであり、記憶装置 22 に格納された各種プログラムをメモリ 21 に読み出して実行する。メモリ 21 は、管理計算機 3 の起動時に C P U 20 により記憶装置 22 から読み出された各種プログラムを記憶するために用いられるほか、C P U 20 のワークメモリとしても用いられる。

[0017] 記憶装置 22 は、例えばハードディスク装置又は S S D から構成され、各種プログラムや制御データを記憶保持するために用いられる。入力装置 23 は、例えば、キーボードスイッチやポインティングデバイス、マイクロフォンなどから構成され、表示装置 24 は、例えば液晶ディスプレイなどから構成される。インタフェース制御部 25 は、管理計算機 3 を L A N 6 に接続するためのアダプタである。

[0018] ストレージ装置 4 A, 4 B は、複数の記憶装置 30 A, 30 B と、記憶装置 30 A, 30 B に対するデータの入出力を制御するコントロール部 31 A, 31 B とから構成される。

[0019] 記憶装置 30 A, 30 B は、例えば S C S I (Small Computer System Interface) ディスク等の高価なディスクや、S A T A (Serial AT Attachment) ディスクや光ディスク等の安価なディスクなどから構成される。複数の記憶装置 30 A, 30 B により 1 つの R A I D (Redundant Array of Inexpensive Disks) グループが構成され、1 又は複数の R A I D グループが提供する物理的な記憶領域上に、1 又は複数の論理ユニットが設定される。そしてホスト計算機 2 からのデータは、この論理ユニット内に所定大きさのブロックを単位として格納される。

- [0020] コントロール部 3 1 は、CPU 4 0 A、4 0 B、メモリ 4 1 A、4 1 B、キャッシュメモリ 4 2 A、4 2 B、複数のホスト側ポート 4 3 A、4 3 B、複数の記憶装置側ポート 4 4 A、4 4 B 及びインタフェース制御部 4 5 A、4 5 B を備えて構成される。CPU 4 0 A、4 0 B は、ストレージ装置 4 A、4 B 全体の動作制御を司るプロセッサであり、記憶装置 3 0 A、3 0 B に格納された各種プログラムをメモリ 4 1 A、4 1 B に読み出して実行する。メモリ 4 1 A、4 1 B は、ストレージ装置 4 A、4 B の起動時に CPU 4 0 A、4 0 B により特定の記憶装置 3 0 A、3 0 B から読み出された各種プログラムを記憶するために用いられるほか、CPU 4 0 A、4 0 B のワークメモリとしても用いられる。
- [0021] キャッシュメモリ 4 2 A、4 2 B は、半導体メモリから構成され、主としてホスト計算機 2 と記憶装置 3 0 A、3 0 B の間で授受されるデータを一時的に格納するために用いられる。ホスト側ポート 4 3 A、4 3 B は、ストレージ装置 4 A、4 B を SAN 5 に接続するためのアダプタであり、記憶装置側ポート 4 4 A、4 4 B は、記憶装置 3 0 A、3 0 B に対するアダプタである。またインタフェース制御部 4 5 A、4 5 B は、ストレージ装置 4 A、4 B を LAN 6 に接続するためのアダプタである。
- [0022] なお、本実施の形態の場合、2 台のストレージ装置 4 A、4 B のうちの一方は、現在使用している既存のストレージ装置（以下、これを移行元ストレージ装置 4 A と呼ぶ）であり、他方は、移行元ストレージ装置 4 A に代えて導入される新たなストレージ装置（以下、これを移行先ストレージ装置 4 B と呼ぶ）である。従って、本計算機システム 1 の場合、後述の方法により移行元ストレージ装置 4 A に格納されたデータが移行先ストレージ装置 4 B に移行され、その後、移行元ストレージ装置 4 A が撤去されることとなる。
- [0023] また本実施の形態の場合、移行先ストレージ装置 4 B には、外部ストレージ装置（ここでは移行元ストレージ装置 4 A）内の論理ユニットを仮想化してホスト計算機 2 に提供する、いわゆる外部接続機能が搭載されている。
- [0024] そして移行先ストレージ装置 4 B は、仮想化した移行元ストレージ装置 4

A内の論理ユニットに対するリード要求を受信した場合、当該リード要求を移行元ストレージ装置4Aに転送することにより、要求されたデータを移行元ストレージ装置4Aから読み出し、読み出したデータをホスト計算機2に転送する。また移行先ストレージ装置4Bは、かかる論理ユニットを対象とするライト要求を受信した場合、当該ライト要求及びライト対象のデータを移行元ストレージ装置4Aに転送することにより、当該データをその論理ボリューム内の対応するアドレス位置に書き込ませる。

[0025] 図2は、ホスト計算機2のメモリ11におけるデータ構成を示す。この図2からも明らかなように、ホスト計算機2のメモリ11には、パス管理テーブル50、交替パスプログラム51及び複数のアプリケーションプログラム52が格納される。

[0026] パス管理テーブル50は、ホスト計算機2が記憶領域として認識している論理ボリュームに接続されたパスを管理するためのテーブルであり、個々の論理ボリュームにそれぞれ対応させて設けられた1以上のパス管理エントリ53から構成される。

[0027] パス管理エントリ53には、対応する論理ボリュームの識別情報である論理ボリューム番号54と、後述のようにその論理ボリュームと接続されている各パスの識別情報であるパス番号55とが登録される。従って、パスが冗長構成により複数設定された場合、パス管理エントリ53には複数のパス番号が登録されることになる。なお、パス管理テーブル50によって管理されるパスは、異なるストレージ装置の論理ユニットへのパスでも良い。ただし、それらの論理ユニットは、SCSI規格で定められたInquiry要求による問合せに対して、同じ応答を返す必要がある。これは、インタフェースの異なるストレージ装置では、インタフェースコマンドに対して整合性がとれずアクセスが拒否されてしまうといった問題が起きるおそれがあるからである。

[0028] 交替パスプログラム51は、パス管理テーブル50に登録された各種情報に基づいて、移行元ストレージ装置4A又は移行先ストレージ装置4Bに入出力要求を発行するプログラムである。この交替パスプログラム51により

、移行元ストレージ装置 4 A 又は移行先ストレージ装置 4 B の論理ユニットをアプリケーションプログラム 5 2 に提供することができる。

[0029] なお交替パスプログラム 5 1 は、移行元ストレージ装置 4 A 又は移行先ストレージ装置 4 B に入出力要求を発行する際、パス管理テーブル 5 0 を参照して、対応する論理ボリュームに対応付けられた複数のパスの中から 1 つ以上のパスを選択し、選択したパスを介して移行元ストレージ装置 4 A 又は移行先ストレージ装置 4 B に対して入出力要求を発行する。

[0030] アプリケーションプログラム 5 2 は、ユーザの業務に応じた処理を実行するプログラムであり、自己に割り当てられた論理ボリュームを介して、移行元ストレージ装置 4 A 又は移行先ストレージ装置 4 B 内の当該論理ボリュームと対応付けられた（その論理ボリュームとパスを介して接続された）論理ユニットに必要なデータを読み書きする。

[0031] 図 3 は、管理計算機 3 のメモリ 2 1 におけるデータ構成を示す。この図 3 から明らかなように、管理計算機 3 のメモリ 2 1 には、論理ユニット移行指示プログラム 6 0 が格納される。論理ユニット移行指示プログラム 6 0 は、移行元ストレージ装置 4 A 及び移行先ストレージ装置 4 B 間のデータ移行を制御するプログラムであり、移行元ストレージ装置 4 A 及び移行先ストレージ装置 4 B 間のデータ移行時にホスト計算機 2、移行元ストレージ装置 4 A 及び移行先ストレージ装置 4 B に対して必要な指示を与える。

[0032] 図 4 は、移行元ストレージ装置 4 A における記憶領域の階層構造を示す。移行元ストレージ装置 4 A は、記憶装置 3 0 A が提供する記憶領域を論理ユニット（以下、これを移行元論理ユニットと呼ぶ）7 2 A としてホスト計算機 2 に提供する。この場合、記憶装置 3 0 A 及び移行元論理ユニット 7 2 A 間には、記憶装置 3 0 A 及び移行元論理ユニット 7 2 A を対応付けるための複数の中間記憶階層が設けられる。中間記憶階層には、例えば仮想デバイス 7 0 A 及び論理デバイス 7 1 A を含めることができる。

[0033] 仮想デバイス 7 0 A は、下位記憶階層である記憶装置 3 0 A と、上位記憶階層である論理デバイス 7 1 A とを接続する中間記憶階層である。仮想デバ

イス70Aは、RAIDグループを構成する各記憶装置30Aが提供する記憶領域上に定義される。論理デバイス71Aは、下位記憶階層である仮想デバイス70Aと、上位記憶階層である移行元論理ユニット72Aとを接続する中間記憶階層であり、1若しくは複数の仮想デバイス70Aの記憶領域の全部若しくは一部を集合してなる記憶領域、又は仮想デバイス70Aの記憶領域の一部を抜き出してなる記憶領域である。

[0034] 図5は、移行元ストレージ装置4Aのメモリ41Aにおけるデータ構成を示す。この図5からも明らかなように、移行元ストレージ装置4Aのメモリ41Aには、記憶階層管理プログラム84と、論理ユニット管理テーブル80、論理デバイス管理テーブル81及び仮想デバイス管理テーブル82とが格納される。また、移行元ストレージ装置4Aのメモリ41Aには、当該移行元ストレージ装置4A内のキャッシュメモリ42Aに一時的に格納されたデータを管理するためのキャッシュディレクトリ83も格納される。

[0035] 記憶階層管理プログラム84は、移行元ストレージ装置4Aにおける下位記憶装置及び上位記憶装置間の対応関係を管理するためのプログラムであり、論理ユニット管理テーブル80、論理デバイス管理テーブル81及び仮想デバイス管理テーブル82に格納された各種情報に基づいて後述する各種処理を実行する。

[0036] 論理ユニット管理テーブル80は、記憶階層管理プログラム84が移行元ストレージ装置4A内に設定された移行元論理ユニット72Aを管理するために利用するテーブルであり、個々の移行元論理ユニット72Aにそれぞれ対応させて設けられた1つ以上の論理ユニット管理エントリ85から構成される。

[0037] 論理ユニット管理エントリ85には、対応する移行元論理ユニット72Aの識別情報であるLUN (Logical Unit Number) 86と、その移行元論理ユニット72Aを構成する論理デバイス71A (図4)の識別情報である論理デバイス番号87と、その移行元論理ユニット72Aの実装状態及び準備状態などの構成情報を含むInquiry情報88とが登録される。Inquiry情報88

には、移行元論理ユニット 7 2 A の実装状態及び準備状態などの情報に加えて、例えば、ベンダ識別子及び製品識別子などの情報をも含ませることができる。

[0038] 論理デバイス管理テーブル 8 1 は、移行元ストレージ装置 4 A 内に設定された論理デバイス 7 1 A を管理するためのテーブルであり、移行元ストレージ装置 4 A 内の個々の論理デバイス 7 1 A にそれぞれ対応させて設けられた 1 つ以上の論理デバイス管理エントリ 9 0 から構成される。論理デバイス管理エントリ 9 0 には、対応する論理デバイス 7 1 A の論理デバイス番号 9 1 と、その論理デバイス 7 1 A を構成する仮想デバイス 7 0 A (図 4) の識別情報である仮想デバイス番号 9 2 とが登録される。

[0039] 仮想デバイス管理テーブル 8 2 は、移行元ストレージ装置 4 A 内に設定された仮想デバイス 7 0 A を管理するためのテーブルであり、移行元ストレージ装置 4 A 内の個々の仮想デバイス 7 0 A にそれぞれ対応させて設けられた 1 つ以上の仮想デバイス管理エントリ 9 3 から構成される。仮想デバイス管理エントリ 9 3 には、対応する仮想デバイス 7 0 A の仮想デバイス番号と、その仮想デバイス 7 0 A に記憶領域を提供する各記憶装置 3 0 A の識別情報である記憶装置番号 9 5 とが登録される。

[0040] キャッシュディレクトリ 8 3 は、キャッシュメモリ 4 2 A (図 1) に一時的に格納されているデータを管理するための情報であり、キャッシュメモリ 4 2 A に格納された個々のデータにそれぞれ対応させて設けられた 1 つ以上のディレクトリエントリ 9 6 から構成される。ディレクトリエントリ 9 6 には、キャッシュメモリ 4 2 A に格納されている対応するデータのキャッシュアドレス 9 7 と、データ識別情報 9 8 とが登録される。キャッシュアドレス 9 7 は、キャッシュメモリ 4 2 A における対応するデータが格納されている記憶領域の先頭アドレスを表す。またデータ識別情報 9 8 は、かかるデータの識別情報であり、例えば、L U N と L B A (Logical Block Address) の組合せより生成される。

[0041] 図 6 は、移行先ストレージ装置 4 B における記憶領域の階層構造を示す。

移行先ストレージ装置 4 B は、上述のように外部接続機能を有し、記憶装置 3 0 A が提供する記憶領域又は外部接続された移行元ストレージ装置 4 A 内の移行元論理ユニット 7 2 A を自ストレージ装置内の論理ユニット（以下、これを移行先論理ユニットと呼ぶ）7 2 B としてホスト計算機 2 に提供する。この場合、記憶装置 3 0 B 又は移行元論理ユニット 7 2 A と、移行先論理ユニット 7 2 B との間には、記憶装置 3 0 B 又は移行元論理ユニット 7 2 A と、移行先論理ユニット 7 2 B とを対応付けるための複数の中間記憶階層が設けられる。中間記憶階層には、例えば仮想デバイス 7 0 B 及び論理デバイス 7 1 B を含めることができるが、これら仮想デバイス 7 0 B 及び論理デバイス 7 1 B は必ずしも必須ではなく、仮想デバイス 7 0 B 及び論理デバイス 7 1 B の一方又は両方を省略しても良い。

[0042] 仮想デバイス 7 0 B は、下位記憶階層である記憶装置 3 0 B 又は移行元論理ユニット 7 2 A と、上位記憶階層である論理デバイス 7 1 B とを接続する中間記憶階層である。下位記憶階層が記憶装置 3 0 B である場合は、R A I D グループを構成する各記憶装置 3 0 B が提供する記憶領域上に仮想デバイス 7 0 B が定義される。一方、下位記憶階層が移行元論理ユニット 7 2 A である場合は、仮想デバイス 7 0 B は、ホスト計算機 2 からのリード要求又はライト要求を移行元ストレージ装置 4 A に転送して、移行元ストレージ装置 4 A に対してデータの読み書きを行うことにより、移行元論理ユニット 7 2 A をあたかも移行先ストレージ装置 4 B 内の論理ユニット（移行先論理ユニット 7 2 B）であるかのごとく仮想化する。

[0043] 論理デバイス 7 1 B は、下位記憶階層である仮想デバイス 7 0 B と、上位記憶階層である移行先論理ユニット 7 2 B とを接続する中間記憶階層であり、1 又は複数の仮想デバイス 7 0 B の記憶領域の全部又は一部を集合してなる記憶領域、又は仮想デバイス 7 0 B の記憶領域の一部を抜き出してなる記憶領域から構成される。

[0044] 図 7 は、移行先ストレージ装置 4 B のメモリ 4 1 B におけるデータ構成を示す。この図 7 から明らかなように、移行先ストレージ装置 4 B のメモリ

４１Ｂには、記憶階層管理プログラム１０５及び論理デバイスコピープログラム１０６と、論理ユニット管理テーブル１００、論理デバイス管理テーブル１０１、仮想デバイス管理テーブル１０２及び論理デバイスコピー管理テーブル１０３とが格納される。また、移行先ストレージ装置４Ｂのメモリ４１Ｂには、当該移行先ストレージ装置４Ｂ内のキャッシュメモリ４２Ｂ（図１）に一時的に格納されたデータを管理するためのキャッシュディレクトリ１０４も格納される。

[0045] 記憶階層管理プログラム１０５は、移行先ストレージ装置４Ｂにおける下位記憶装置と上位記憶装置間のつながりを管理するためのプログラムであり、図５について上述した移行元ストレージ装置４Ａの記憶階層管理プログラム８４と同様の機能を有する。また論理デバイスコピープログラム１０６は、移行元ストレージ装置４Ａから移行先ストレージ装置４Ｂへのデータ移行を制御するためのプログラムである。移行先ストレージ装置４Ｂは、この論理デバイスコピープログラム１０６に基づいて、移行元ストレージ装置４Ａの論理デバイス７１Ａに格納されているデータを移行先ストレージ装置４Ｂ内の対応する論理デバイス７１Ｂにコピーする。

[0046] 論理ユニット管理テーブル１００は、記憶階層管理プログラム１０５が移行先ストレージ装置４Ｂ内に設定された移行先論理ユニット７２Ｂを管理するために利用するテーブルである。この論理ユニット管理テーブル１００は、図５について上述した移行元ストレージ装置４Ａの論理ユニット管理テーブル８０と同様の構成を有するものであるため、ここでの説明は省略する。

[0047] 論理デバイス管理テーブル１０１は、移行先ストレージ装置４Ｂ内に設定された論理デバイス７１Ｂを管理するためのテーブルであり、個々の論理デバイス７１Ｂにそれぞれ対応させて設けられた１つ以上の論理デバイス管理エントリ１１１から構成される。論理デバイス管理エントリ１１１には、対応する論理デバイス７１Ｂの論理デバイス番号１１２と、その論理デバイス７１Ｂを構成する仮想デバイス７０Ｂの仮想デバイス番号１１３とが登録される。また論理デバイス管理エントリ１１１には、対応する論理デバイス７

１Ｂを対象とするリードキャッシュモードフラグ１１４及びライトキャッシュモードフラグ１１５も登録される。

[0048] リードキャッシュモードフラグ１１４は、対応する論理デバイス７１Ｂにリードキャッシュモードが設定されているか否かを表すフラグであり、ライトキャッシュモードフラグ１１５は、対応する論理デバイスにライトキャッシュモードが設定されているか否かを表すフラグである。リードキャッシュモードフラグ１１４及びライトキャッシュモードフラグ１１５は、いずれも「オン」又は「オフ」の値をとる。

[0049] リードキャッシュモードフラグ１１４が「オン」である場合は、リードキャッシュモードが「オン」に設定されていることを表す。この場合、ホスト計算機２からのリード要求を処理する際にリードデータがキャッシュメモリ４２Ｂにおいて一時的に保存される。またリードキャッシュモードフラグ１１４が「オフ」である場合は、リードキャッシュモードが「オフ」に設定されていることを表す。この場合、リードデータのキャッシュメモリ４２Ｂにおける一時的な保存は行われない。

[0050] 同様に、ライトキャッシュモードフラグ１１５が「オン」である場合は、ライトキャッシュモードが「オン」に設定されていることを表す。この場合、ホスト計算機２からのライト要求を処理する際にライトデータがキャッシュメモリ４２Ａにおいて一時的に保存される。またライトキャッシュモードフラグ１１５が「オフ」である場合は、ライトキャッシュモードが「オフ」に設定されていることを表す。この場合、ライトデータのキャッシュメモリ４２Ｂにおける一時的な保存は行われない。

[0051] 仮想デバイス管理テーブル１０２は、移行元ストレージ装置４Ａ内の仮想デバイス７０Ｂを管理するためのテーブルであり、移行元ストレージ装置４Ａ内の個々の仮想デバイス７０Ｂにそれぞれ対応させて設けられた１つ以上の仮想デバイス管理エントリ１１６から構成される。仮想デバイス管理エントリ１１６には、対応する仮想デバイス７０Ｂの仮想デバイス番号１１７と、その仮想デバイス７０Ｂと対応付けられた下位記憶装置の識別情報である

下位記憶階層識別情報 118 とが登録される。この場合において、仮想デバイス 70B と対応付けられた下位記憶装置が記憶装置 30B であるときには、下位記憶階層識別情報 118 として、その記憶装置 30B の識別情報が登録され、当該下位記憶装置が移行元論理ユニット 72A である場合には、下位記憶階層識別情報 118 として、その移行元論理ユニット 72A のネットワークアドレス（ファイバチャネルアドレス）及び LUN が登録される。

[0052] 論理デバイスコピー管理テーブル 103 は、論理デバイスコピープログラム 106 が、移行元ストレージ装置 4A 及び移行先ストレージ装置 4B 間のデータコピー（データ移行）の進捗状態を管理するためのテーブルであり、論理デバイス 71B に格納された各データにそれぞれ対応させて設けられた 1 つ以上の論理デバイスコピー管理エントリ 119 から構成される。

[0053] 論理デバイスコピー管理エントリ 119 には、対応するデータの識別情報 120 と、そのデータの更新状態を表す更新状態情報 121 とが登録される。

[0054] キャッシュディレクトリ 104 は、キャッシュメモリ 42B に一時的に保存されているデータを管理するための情報である。このキャッシュディレクトリ 104 は、図 5 について上述した移行元ストレージ装置 4A のキャッシュディレクトリ 83 と同様の構成を有するものであるため、ここでの説明は省略する。

（１－２）本計算機システムにおけるデータ移行処理

（１－２－１）本計算機システムにおけるデータ移行処理の概要

次に、かかる計算機システム 1 において、移行元ストレージ装置 4A を移行先ストレージ装置 4B に入れ替える際に実行される、移行元ストレージ装置 4A に格納されているデータを移行先ストレージ装置 4B に移行させるデータ移行処理の概要について説明する。

[0055] 本実施の形態によるデータ移行処理は、ホスト計算機 2 のアクセス先を移行元ストレージ装置 4A 内の移行元論理ユニット 72A から移行先ストレージ装置 4B 内の移行先論理ユニット 72B に移行させるアクセス先移行処理

と、移行元ストレージ装置 4 A の移行元論理ユニット 7 2 A に格納されているデータを移行先ストレージ装置 4 B の対応する移行先論理ユニット 7 2 B にコピーするデータコピー処理との 2 つのステップからなる。

[0056] 図 8 は、かかるアクセス先移行処理の流れを概念的に示す。このアクセス先移行処理は、管理計算機 3 から移行先ストレージ装置 4 B 及びホスト計算機 2 にそれぞれ与えられる指示に従って、移行先ストレージ装置 4 B 及びホスト計算機 2 がそれぞれ必要な処理を実行することにより行われる。

[0057] 實際上、移行先ストレージ装置 4 B は、管理計算機 3 から与えられる指示に従って、まず、ホスト計算機 2 の論理ボリューム VOL の対応先を移行元論理ユニット 7 2 A から移行先論理ユニット 7 2 B に切り替えるための準備を行う。具体的には、移行先ストレージ装置 4 B は、移行元論理ユニット 7 2 A を、外部ボリュームとして移行先論理ユニット 7 2 B にマッピングする（S P 1）。この処理により、移行元論理ユニット 7 2 A が移行先論理ユニット 7 2 B として仮想化され、ホスト計算機 2 が移行先ストレージ装置 4 B を介して移行元論理ユニット 7 2 A にデータを読み書きできるようになる。

[0058] 次に、移行先ストレージ装置 4 B は、移行元ストレージ装置 4 A に対して Inquiry 要求を発行することにより、かかる移行元論理ユニットの Inquiry 情報を取得し、取得した Inquiry 情報を、その移行元論理ユニット 7 2 A をマッピングしている移行先論理ユニット 7 2 B の Inquiry 情報として設定する（S P 2）。

[0059] このステップ S P 2 の処理によって、その後、後述のようにホスト計算機 2 が論理ボリューム VOL に関連するパスとして移行先論理ユニット 7 2 B へのパス P T 2 を追加したときに、移行元論理ユニット 7 2 A へのパス P T 1 と、移行先論理ユニット 7 2 B へのパス P T 2 とを、同じ論理ボリューム VOL の交替パスとしてホスト計算機 2 に認識させることが可能となる。

[0060] また、移行元論理ユニット 7 2 A の Inquiry 情報を移行先論理ユニット 7 2 B の Inquiry 情報に設定することによって、その後、後述のようにホスト計算機 2 が論理ボリューム VOL から移行元論理ユニット 7 2 A へのパス P T 1

を削除した場合に、かかる論理ボリュームVOLに対するリード要求及びライト要求がすべて移行先ストレージ装置4Bに送信され、このリード要求及びライト要求に対するリード処理及びライト処理が移行先ストレージ装置4Bにより実行されるようになる。この際、ホスト計算機2は、依然としてリード要求及びライト要求を移行元ストレージ装置4Aに発行していると認識するため、ホスト計算機2におけるデータ入出力処理が停止することはない。

[0061] この後、管理計算機3は、ホスト計算機2に対して、論理ボリュームVOLの交替パスに移行先論理ユニット72BへのパスPT2を追加し、論理ボリュームVOLの交替パスから移行元論理ユニット72AへのパスPT1を削除するよう指示を与える。この処理によって、データの授受を止めることなく、論理ボリュームVOLに関連付けられている論理ユニットを移行元論理ユニット72Aから移行先論理ユニット72Bに移行することができる。

[0062] 以上までの処理により、ホスト計算機2のアクセス先を移行元論理ユニット72Aから移行先論理ユニット72Bに切り替えることができる。しかしながら、このままでは、ホスト計算機2において論理ボリュームVOLから移行先論理ユニット72BへのパスPT2を追加した後、論理ボリュームVOLから移行元論理ユニット72AまでのパスPT1を削除するまでの間にホスト計算機2からのリード要求やライト要求が移行先ストレージ装置4Bに対して与えられた場合に、移行元ストレージ装置4A及び移行先ストレージ装置4B間におけるデータの整合性が保てない。

[0063] これは、移行先ストレージ装置4Bにおいて、論理デバイス71Bに対応付けられた論理デバイス71Bのリードキャッシュモード及びライトキャッシュモードが「オン」に設定されていると、ホスト計算機2からのリード要求又はライト要求に対して、移行先ストレージ装置4Bが、キャッシュメモリ42Bに保存されている古いデータで応答してしまう可能性があるからである。

[0064] すなわち、ホスト計算機2が論理ボリュームVOLから論理ユニットへの

パスとして移行先論理ユニット 7 2 B へのパス P T 2 を追加した場合、ホスト計算機 2 は、移行元論理ユニット 7 2 A へのパス P T 1 及び移行先論理ユニット 7 2 B へのパス P T 2 のいずれか一方を利用して、論理ボリューム V O L と対応付けられた移行元論理ユニット 7 2 A を対象とするリード要求及びライト要求を発行することになる。

[0065] このため、例えばホスト計算機 2 が、移行元論理ユニット 7 2 A へのパス P T 1 を介して移行元論理ユニット 7 2 A に格納されているデータを更新した後、移行先論理ユニット 7 2 B へのパス P T 2 を介して移行先ストレージ装置 4 B にそのデータのリード要求を発行した場合において、移行先ストレージ装置 4 B 内の対応する論理デバイス 7 1 B のリードキャッシュモードが「オン」に設定されており、かつ、移行先ストレージ装置 4 B のキャッシュメモリ 4 2 B にそのデータの更新前のデータが存在している場合には、かかる更新前のデータが移行先ストレージ装置 4 B のキャッシュメモリ 4 2 B から読み出されてホスト計算機 2 に送信されてしまうことになる。

[0066] また、移行先ストレージ装置 4 B 内の対応する論理デバイス 7 1 B のライトキャッシュモードが「オン」に設定されており、さらにホスト計算機 2 が移行先論理ユニット 7 2 B へのパス P T 2 を介して移行先ストレージ装置 4 B にライト要求及びライトデータを送信した場合、ライトデータは移行先ストレージ装置 4 B のキャッシュメモリ 4 2 B に格納され、その後、移行元ストレージ装置 4 A に転送される。このためかかるライトデータが移行先ストレージ装置 4 B から移行元ストレージ装置 4 A に転送されるまでの間にホスト計算機 2 から移行元論理ユニット 7 2 A へのパス P T 1 を介して移行元ストレージ装置 4 A に対してそのデータのリード要求が送信された場合に、更新前のデータが移行元ストレージ装置 4 A から読み出されてホスト計算機 2 に送信されてしまうことになる。

[0067] そこで、本計算機システム 1 の場合、管理計算機 3 は、論理ボリューム V O L の交替パスとして移行先論理ユニット 7 2 B へのパス P T 2 を追加するようホスト計算機 2 に指示を与える前に、対応する論理デバイス 7 1 B のリ

ードキャッシュモード及びライトキャッシュモードを共に「オフ」に設定するよう移行先ストレージ装置 4 B に指示を与える。これによって、移行元ストレージ装置 4 A 及び移行先ストレージ装置 4 B 間におけるデータの整合性を担保することができる。

[0068] 一方、図 9 は、データ移行処理のうちのデータコピー処理の流れを概念的に示している。このデータコピー処理は、管理計算機 3 から移行先ストレージ装置 4 B に与えられる指示に従って移行先ストレージ装置 4 B が必要な処理を実行することにより行われる。

[0069] 實際上、移行先ストレージ装置 4 B は、管理計算機 3 からの指示に従って、記憶装置 3 0 B を対応付けた新たな仮想デバイス 7 0 B X を作成すると共に、当該新たな仮想デバイス 7 0 B X を対応付けた新たな論理デバイス 7 1 B X を作成する。

[0070] 次いで、移行先ストレージ装置 4 B は、論理デバイス 7 1 B から新たな論理デバイス 7 1 B X へのデータコピーを行い、この後、仮想デバイス 7 0 B と新たな仮想デバイス 7 0 B X とを入れ替えることによって、移行先論理ユニット 7 2 B と記憶装置 3 0 B とを対応付ける。

[0071] 以上までの処理により、移行元ストレージ装置 4 A の論理デバイス 7 1 A に格納されているデータが移行先ストレージ装置 4 B の記憶装置 3 0 B に移行され、この後、かかるデータの読み書きが移行先論理ユニット 7 2 B、新たな論理デバイス 7 1 B X 及び新たな仮想デバイス 7 0 B X を介して移行先ストレージ装置 4 B の記憶装置 3 0 B に対して行われることとなる。

(1-2-2) 各プログラムの具体的な処理

次に、図 1 0 から図 2 1 を参照して、本実施の形態によるデータ移行処理に関する各種処理の処理内容をより詳細に説明する。なお、以下においては、各種処理の処理主体を「プログラム」として説明するが、実際上は、その「プログラム」に基づいてホスト計算機 2、管理計算機 3、移行元ストレージ装置 4 A 又は移行先ストレージ装置 4 B の CPU 1 0, 2 0, 4 0 A, 4 0 B がその処理を実行することは言うまでもない。

(1-2-2-1) データ移行制御処理

図10は、上述した本実施の形態によるデータ移行処理に関連して管理計算機3のメモリ21に格納されている論理ユニット移行指示プログラム60(図3)により実行されるデータ移行制御処理の処理手順を示す。

[0072] 論理ユニット移行指示プログラム60は、管理計算機3の入力装置23を介してシステム管理者により移行元ストレージ装置4Aから移行先ストレージ装置4Bへのデータ移行の実行を指示されるとこの図10に示すデータ移行制御処理を開始し、まず、移行先ストレージ装置4Bに対して、システム管理者により指定された1又は複数の移行元論理ユニット72Aを、それぞれシステム管理者によりそれぞれ指定された異なる移行先論理ユニット72Bに外部ボリュームとしてマッピングするよう指示(以下、これを外部ボリューム設定指示と呼ぶ)を与える(SP10)。

[0073] かくして、移行先ストレージ装置4Bは、この外部ボリューム設定指示に従って、システム管理者により指定された各移行元論理ユニット72Aを、それぞれシステム管理者によりそれぞれ指定された移行先論理ユニット72Bに外部ボリュームとしてマッピングする外部ボリューム設定処理を実行する。また移行先ストレージ装置4Bは、この外部ボリューム設定処理が完了すると、外部ボリューム設定処理完了通知を管理計算機3に送信する。

[0074] 管理計算機3の論理ユニット移行指示プログラム60は、かかる外部ボリューム設定処理完了通知を受信すると、移行先ストレージ装置4Bに対して、各移行元論理ユニット72AのInquiry情報をそれぞれ対応する移行先論理ユニット72BのInquiry情報として設定するよう指示(以下、これをInquiry情報設定指示と呼ぶ)を与える(SP11)。

[0075] かくして移行先ストレージ装置4Bは、このInquiry情報設定指示に従って、各移行元論理ユニット72AのInquiry情報を対応する移行先論理ユニット72BのInquiry情報として設定するInquiry情報設定処理を実行する。また移行先ストレージ装置4Bは、このInquiry情報設定処理が完了すると、Inquiry情報設定処理完了通知を管理計算機3に送信する。

- [0076] そして管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 60 は、かかる Inquiry 情報設定処理完了通知を受信すると、移行先ストレージ装置 4 B に対して、各移行先論理ユニット 72 B のリードキャッシュモード及びライトキャッシュモードを共に「オフ」にそれぞれ設定するよう指示（以下、これをキャッシュモードオフ指示と呼ぶ）を与える（SP12）。
- [0077] かくして移行先ストレージ装置 4 B は、このキャッシュモードオフ指示に従って、各移行先論理ユニット 72 B のリードキャッシュモード及びライトキャッシュモードを共にオフにそれぞれ設定するキャッシュモードオフ処理を実行する。また移行先ストレージ装置 4 B は、このキャッシュモードオフ処理が完了すると、キャッシュモードオフ処理完了通知を管理計算機 3 に送信する。
- [0078] 管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 60 は、かかるキャッシュモードオフ処理完了通知を受信すると、ホスト計算機 2 に対して、各移行先論理ユニット 72 B へのパス PT2（図 8）をそれぞれ対応する論理ボリューム VOL の交替パスとして追加するよう指示（以下、これを交替パス追加指示と呼ぶ）を与える（SP13）。
- [0079] かくしてホスト計算機 2 は、この交替パス追加指示に従って、各移行先論理ユニット 72 B へのパス PT2 をそれぞれ対応する論理ボリューム VOL の交替パスとして追加する交替パス追加処理を実行する。またホスト計算機 2 は、この交替パス追加処理が完了すると、交替パス追加処理完了通知を管理計算機 3 に送信する。
- [0080] 以上のような交替パスの追加が完了すると、ホスト計算機 2 の交替パスプログラム 51 は、論理ボリューム VOL へのリード要求及びライト要求を移行元論理ユニット 72 A だけでなく、対応する移行先論理ユニット 72 B に対しても発行できるようになる。具体的には、交替パスプログラム 51 は、論理ボリューム VOL と対応付けられているパス管理エントリ 53（図 2）に含まれる複数のパス番号の中から 1 つのパス番号をランダムに選択し、選択したパス番号のパス PT1 又はパス PT2 を用いてリード要求及びライト

要求を発行するようになる。

- [0081] このとき、各移行先論理ユニット 7 2 B とそれぞれ対応付けられている各論理デバイス 7 1 B のリードキャッシュモード及びライトキャッシュモードが共にオフになっているため、移行元ストレージ装置 4 A の論理デバイス 7 1 A と、移行先ストレージ装置 4 B の論理デバイス 7 1 B との間のデータの整合性は保たれる。
- [0082] 一方、管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 6 0 は、かかる交替パス追加処理完了通知を受信すると、ホスト計算機 2 に対して、論理ボリューム V O L の交替パスの中から移行元論理ユニット 7 2 A へのパス P T 1 (図 8) を削除するよう指示 (以下、これを交替パス削除指示と呼ぶ) を与える (S P 1 4)。
- [0083] かくしてホスト計算機 2 は、この交替パス削除指示に従って、移行元論理ユニット 7 2 A へのパス P T 1 を論理ボリューム V O L の交替パスから削除する交替パス削除処理を実行する。またホスト計算機 2 は、この交替パス削除処理が完了すると、交替パス削除処理完了通知を管理計算機 3 に送信する。
- [0084] そして管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 6 0 は、交換パス削除処理完了通知を受信すると、移行先ストレージ装置 4 B に対して、その移行先論理ユニット 7 2 B と対応付けられた論理デバイス 7 1 B のリードキャッシュモード及びライトキャッシュモードを共に「オン」に設定するよう指示 (以下、これをキャッシュモードオン指示と呼ぶ) を与える (S P 1 5)。
- [0085] かくして移行先ストレージ装置 4 B は、このキャッシュモードオン指示に従って、移行先論理ユニット 7 2 B と対応付けられた各論理デバイス 7 1 B のリードキャッシュモード及びライトキャッシュモードを共に「オン」に設定するキャッシュモードオン処理を実行する。また移行先ストレージ装置 4 B は、このキャッシュモードオン処理が完了すると、キャッシュモードオン処理完了通知を管理計算機 3 に送信する。

- [0086] 管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 60 は、キャッシュモードオン処理完了通知を受信すると、移行先ストレージ装置に 4 B 対して、上述のようにリードキャッシュモード及びライトキャッシュモードを共に「オン」に設定した各論理デバイス 71 B にそれぞれ対応させて新たな論理デバイス 71 B X (図 9) を作成するよう指示 (以下、これを論理デバイス作成指示と呼ぶ) を与える (S P 16)。
- [0087] かくして移行先ストレージ装置 4 B は、この論理デバイス作成指示に従って、必要数の新たな論理デバイス 71 B X を作成する論理デバイス作成処理を実行する。また移行先ストレージ装置 4 B は、この論理デバイス作成処理が完了すると、論理デバイス作成処理完了通知を管理計算機 3 に送信する。
- [0088] そして管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 60 は、論理デバイス作成処理完了通知を受信すると、移行先ストレージ装置 4 B に対して、移行先論理ユニット 72 B にそれぞれ対応付けられた論理デバイス 71 B に格納されているデータを、それぞれステップ S P 16 の論理デバイス作成指示により移行先ストレージ装置 4 B 内に作成された対応する新たな論理デバイス 71 B X にコピーするよう指示 (以下、これを論理デバイスコピー指示と呼ぶ) を与える (S P 17)。
- [0089] かくして移行先ストレージ装置 4 B は、論理デバイスコピー指示に従って、移行元ストレージ装置 4 A 内の各論理デバイス 71 B にそれぞれ格納されているデータを、対応する新たな論理デバイス 71 B X にそれぞれコピーする論理デバイスコピー処理を実行する。また移行先ストレージ装置 4 B は、この論理デバイスコピー処理が完了すると、論理デバイスコピー処理完了通知を管理計算機 3 に送信する。
- [0090] また管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 60 は、論理デバイスコピー処理完了通知を受信すると、移行先ストレージ装置 4 B に対して、新たな論理デバイス 71 B X にそれぞれ対応付けられた新たな仮想デバイス 70 B X を、それぞれ対応する移行先論理ユニット 72 B に対応付けられた対応する仮想デバイス 70 B とを入れ替えるよう指示 (以下、これを仮想デ

バイス入替え指示と呼ぶ)を与える(S P 1 8)。

[0091] かくして移行先ストレージ装置 4 Bは、仮想デバイス入替え指示に従って、移行先ストレージ装置 4 Bに対して、移行先論理ユニット 7 2 Bに対応付けられた仮想デバイス 7 0 Bと、対応する新たな仮想デバイス 7 0 B Xとを入れ替える仮想デバイス入替え処理を実行する。また移行先ストレージ装置 4 Bは、この仮想デバイス入替え処理が完了すると、仮想デバイス入替え処理完了通知を管理計算機 3に送信する。

[0092] そして管理計算機 3の論理ユニット移行指示プログラム 6 0は、この仮想デバイス入替え処理完了通知を受信すると、この一連のデータ移行制御処理を終了する。

(1 - 2 - 2 - 2) 外部ボリューム設定処理

図 1 1 は、かかるデータ移行制御処理(図 1 0)のステップ S P 1 0において管理計算機 3の論理ユニット移行指示プログラム 6 0から送信された外部ボリューム設定指示を受信した移行先ストレージ装置 4 Bの記憶階層管理プログラム 1 0 5により実行される上述の外部ボリューム設定処理の処理手順を示す。

[0093] 記憶階層管理プログラム 1 0 5は、外部ボリューム設定指示を受信すると、この図 1 1に示す外部ボリューム設定処理を開始し、まず、仮想デバイス管理テーブル 1 0 2に必要な数の仮想デバイス管理エントリ 1 1 6を追加することにより必要数の新たな仮想デバイス 7 0 Bを作成する(S P 2 0)。この際、記憶階層管理プログラム 1 0 5は、これら仮想デバイス 7 0 Bの仮想デバイス番号 1 1 7としてそれぞれ未使用の異なる仮想デバイス番号をこれらの仮想デバイス管理エントリ 1 1 6にそれぞれ登録すると共に、当該仮想デバイス 7 0 Bの下位記憶階層識別情報 1 1 8として対応する移行元論理ユニット 7 2 Aのファイバチャネルアドレス及び L U Nをこれらの仮想デバイス管理エントリ 1 1 6に登録する。

[0094] 続いて、記憶階層管理プログラム 1 0 5は、論理デバイス管理テーブル 1 0 1に必要な数の論理デバイス管理エントリ 1 1 1を追加することにより必要

数の新たな論理デバイス 7 1 B を作成する (S P 2 1) 。この際、記憶階層管理プログラム 1 0 5 は、これら論理デバイス 7 1 B の論理デバイス番号 1 1 2 として未使用の論理デバイス番号をその論理デバイス管理エントリ 1 1 1 に登録すると共に、仮想デバイス番号 1 1 3 として、ステップ S P 2 0 において仮想デバイス管理テーブル 1 0 2 に追加した対応する仮想デバイス管理エントリ 1 1 6 に登録されている仮想デバイス番号 1 1 7 をその論理デバイス管理エントリ 1 1 1 に登録する。

[0095] 次いで、記憶階層管理プログラム 1 0 5 は、論理ユニット管理テーブル 1 0 0 に必要数の論理ユニット管理エントリ 1 0 7 を追加することにより、必要数の新たな移行先論理ユニット 7 2 B を作成する (S P 2 2) 。この際、記憶階層管理プログラム 1 0 5 は、新たに作成する移行先論理ユニット 7 2 B の L U N 1 0 8 として、未使用の L U N を論理ユニット管理エントリ 1 0 7 に登録すると共に、論理デバイス番号 1 0 9 として、ステップ S P 2 1 において論理デバイス管理テーブル 1 0 1 に追加した対応する論理デバイス管理エントリ 1 1 1 に登録されている論理デバイス番号 1 1 2 を対応する論理ユニット管理エントリ 1 0 7 に登録する。

[0096] さらに記憶階層管理プログラム 1 0 5 は、管理計算機 3 に外部ボリューム設定処理完了通知を送信し (S P 2 3) 、この後、この外部ボリューム設定処理を終了する。

(1 - 2 - 2 - 3) Inquiry 情報設定処理

他方、図 1 2 は、データ移行制御処理 (図 1 0) のステップ S P 1 1 において管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 6 0 から送信された Inquiry 情報設定指示を受信した移行先ストレージ装置 4 B の記憶階層管理プログラム 1 0 5 により実行される Inquiry 情報設定処理の処理手順を示す。

[0097] 記憶階層管理プログラム 1 0 5 は、Inquiry 情報設定指示を受信すると、この図 1 2 に示す Inquiry 情報設定処理を開始し、まず、各移行元論理ユニット 7 2 A の Inquiry 情報の転送要求である Inquiry 要求を移行元ストレージ装置 4 A に送信する (S P 3 0) 。

[0098] そして、記憶階層管理プログラム 105 は、かかる Inquiry 要求に応じて移行先ストレージ装置 4B から転送される各移行元論理ユニット 72A の Inquiry 情報を受信すると (SP31)、受信した Inquiry 情報を、対応する移行先論理ユニット 72B の Inquiry 情報として設定する (SP32)。具体的に、記憶階層管理プログラム 105 は、受信した移行元論理ユニット 72A の Inquiry 情報を、論理ユニット管理テーブル 100 (図 7) における対応する移行先論理ユニット 72B の論理ユニット管理エントリ 107 に当該移行先論理ユニット 72B の Inquiry 情報 110 として登録する。

[0099] 次に、記憶階層管理プログラム 105 は、管理計算機 3 に Inquiry 情報設定処理完了通知を送信し (SP33)、この後、この Inquiry 情報設定処理を終了する。

(1-2-2-4) キャッシュモードオフ処理

図 13 は、データ移行制御処理 (図 10) のステップ SP12 において管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 60 から送信されたキャッシュモードオフ指示を受信した移行先ストレージ装置 4B の記憶階層管理プログラム 105 により実行されるキャッシュモードオフ処理の処理手順を示す。

[0100] 記憶階層管理プログラム 105 は、キャッシュモードオフ指示を受信すると、この図 13 に示すキャッシュモードオフ処理を開始し、まず、キャッシュモードオフ指示において指定された各移行先論理ユニット 72B にそれぞれ対応する各論理デバイス 71B のリードキャッシュモードをそれぞれ「オフ」に設定する (SP40)。具体的に、記憶階層管理プログラム 105 は、論理デバイス管理テーブル 101 (図 7) を構成する論理デバイス管理エントリ 111 のうち、キャッシュモードオフ指示において指定された各移行先論理ユニット 72B にそれぞれ対応する各論理デバイス 71B の論理デバイス管理エントリ 111 のリードキャッシュモードフラグ 114 をそれぞれ「オフ」にする。

[0101] 続いて、記憶階層管理プログラム 105 は、かかる各移行先論理ユニット

72Bにそれぞれ対応する各論理デバイス71Bのライトキャッシュモードをそれぞれ「オフ」に設定する（SP41）。具体的に、記憶階層管理プログラム105は、かかる論理デバイス管理エントリ111のライトキャッシュモードフラグ115をそれぞれオフにする。

[0102] 次いで、記憶階層管理プログラム105は、管理計算機3にキャッシュモードオフ処理完了通知を送信し（SP42）、この後、このキャッシュモードオフ処理を終了する。

（1-2-2-5）交替パス追加処理

図14は、データ移行制御処理（図10）のステップSP13において管理計算機3の論理ユニット移行指示プログラム60から送信された交替パス追加指示を受信したホスト計算機2の交替パスプログラム51（図2）により実行される交替パス追加処理の処理手順を示す。

[0103] 交替パスプログラム51は、交替パス追加指示を受信すると、この図14に示す交替パス追加処理を開始し、まず、移行先ストレージ装置4Bに対して、当該移行先ストレージ装置4Bがホスト計算機2に提供している移行先論理ユニット72Bの一覧（以下、これを移行先論理ユニット一覧と呼ぶ）を要求するディスカバリ要求を送信する（SP50）。

[0104] そして交替パスプログラム51は、かかるディスカバリ要求に応じて移行先ストレージ装置4Bから送信される移行先論理ユニット一覧を受信すると（SP51）、この移行先論理ユニット一覧に基づいて、各移行先論理ユニット72BへのパスSP2を、対応する論理ボリュームVOLの交替パスとして追加する（SP52）。具体的に、交替パスプログラム51は、パス管理テーブル50（図2）における各論理ボリュームVOLに対応するパス管理エントリ53（図2）に、それぞれ対応する移行先論理ユニット72BへのパスSP2のパス番号55（図2）を追加登録する。

[0105] 次いで、交替パスプログラム51は、管理計算機3に交替パス追加処理完了通知を送信し（SP53）、この後、この交替パス追加処理を終了する。

（1-2-2-6）交替パス削除処理

図 15 は、データ移行制御処理（図 10）のステップ SP 14 において管理計算機の 3 論理ユニット移行指示プログラム 60 から送信された交替パス削除指示を受信したホスト計算機 2 の交替パスプログラム 51 により実行される交替パス削除処理の処理手順を示す。

[0106] 交替パスプログラム 51 は、かかる交替パス削除指示を受信すると、論理ボリューム VOL と、移行元ストレージ装置 4 A 内の移行元論理ユニット 72 A との間を接続する各パス SP 1（図 8）をそれぞれその論理ボリューム VOL の交替パスから削除する（SP 60）。具体的に、交替パスプログラム 51 は、パス管理テーブル 50（図 2）におけるその論理ボリューム VOL に対応するパス管理エントリ 53（図 2）からそのパス SP 1 のパス番号 55（図 2）を削除する。

[0107] 次いで、交替パスプログラム 51 は、管理計算機 3 に交替パス削除処理完了通知を送信し（SP 61）、この後、この交替パス削除処理を終了する。

[0108] 以上の交替パス削除処理により、論理ボリューム VOL に接続されたパスは対応する移行先論理ユニット 72 B へのパス SP 2（図 8）だけとなるため、この後、交替パスプログラム 51 は、論理ボリューム VOL へのリード要求及びライト要求を、対応する移行先論理ユニット 72 B に対してのみ行うようになる。

11）。

（1-2-2-7）キャッシュモードオン処理

図 16 は、データ移行制御処理（図 10）のステップ SP 15 において管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 60 から送信されたキャッシュモードオン指示を受信した移行先ストレージ装置 4 B の記憶階層管理プログラム 105 により実行されるキャッシュモードオン処理の処理手順を示す。

[0109] 記憶階層管理プログラム 105 は、キャッシュモードオン指示を受信すると、この図 16 に示すキャッシュモードオン処理を開始し、まず、キャッシュモードオン指示において指定された各移行先論理ユニット 72 B のリード

キャッシュモードをそれぞれ「オン」に設定する（SP70）。具体的に、記憶階層管理プログラム105は、論理デバイス管理テーブル101（図7）を構成する論理デバイス管理エントリ111のうち、キャッシュモードオン指示において指定された各移行元論理ユニット72Bにそれぞれ対応する論理デバイス管理エントリ111のリードキャッシュモードフラグ114（図7）をそれぞれ「オン」に設定する。

[0110] 続いて、記憶階層管理プログラム105は、かかる各移行元論理ユニット72Bのライトキャッシュモードをそれぞれオンに設定する（SP71）。具体的に、記憶階層管理プログラム105は、上述の各論理デバイス管理エントリ111のライトキャッシュモードフラグ115（図7）をそれぞれ「オン」に設定する。

[0111] さらに記憶階層管理プログラム105は、管理計算機3にキャッシュモードオン処理完了通知を送信し、この後、このキャッシュモードオン処理を終了する（SP72）。

（1-2-2-8）論理デバイス作成処理

図17は、データ移行制御処理（図10）のステップSP16において管理計算機3の論理ユニット移行指示プログラム60から送信された論理デバイス作成指示を受信した移行先ストレージ装置4Bの記憶階層管理プログラム105により実行される論理デバイス作成処理の処理手順を示す。

[0112] 記憶階層管理プログラム105は、論理デバイス作成指示を受信すると、この図17に示す論理デバイス作成処理を開始し、まず、仮想デバイス管理テーブル102（図7）に必要数の仮想デバイス管理エントリ116を追加することによって、必要数の新たな仮想デバイス70BX（図9）を作成する（SP80）。この際、記憶階層管理プログラム105は、新たに作成した仮想デバイス70BXの仮想デバイス番号117（図7）として未使用の仮想デバイス番号を対応する仮想デバイス管理エントリ116に登録すると共に、下位記憶階層識別情報118として対応する記憶装置30Bの識別情報を登録する。

[0113] 続いて、記憶階層管理プログラム１０５は、論理デバイス管理テーブル１０１に必要な数の論理デバイス管理エントリ１１１を追加することにより、必要数の新たな論理デバイス７１ＢＸ（図９）を作成する（ＳＰ８１）。この際、記憶階層管理プログラム１０５は、新たに作成した論理デバイス７１ＢＸの論理デバイス番号１１２（図７）として未使用の論理デバイス番号を対応する論理デバイス管理エントリ１１１に登録すると共に、当該新たに作成した論理デバイス７１ＢＸに対応する仮想デバイス７０ＢＸの仮想デバイス番号１１３（図７）として、ステップＳＰ８０において仮想デバイス管理テーブル１０２に追加した対応する仮想デバイス管理エントリ１１６に登録されている仮想デバイス番号１１７をその論理デバイス管理エントリ１１１に登録する。

[0114] さらに記憶階層管理プログラム１０５は、管理計算機３に論理デバイス作成処理完了通知を送信し（ＳＰ８２）、この後、この論理デバイス作成処理を終了する。

（１－２－２－９）論理デバイスコピー処理

図１８は、データ移行制御処理（図１０）のステップＳＰ１７において管理計算機３の論理ユニット移行指示プログラム６０から送信された論理デバイスコピー指示を受信した移行先ストレージ装置４Ｂの論理デバイスコピープログラム１０６（図７）により実行される論理デバイスコピー処理の処理手順を示す。

[0115] 論理デバイスコピープログラム１０６は、論理デバイスコピー指示を受信すると、この図１８に示す論理デバイスコピー処理を開始し、まず、論理デバイスコピー指示において指定されたコピー対象の論理デバイス７１Ｂの中から１つの論理デバイス７１Ｂを選択する（ＳＰ９０）。

[0116] 続いて、論理デバイスコピープログラム１０６は、ステップＳＰ９０において選択した論理デバイス７１Ｂ内の１つの単位領域を選択する（ＳＰ９１）。なお、この単位領域は、論理デバイス７１Ｂに対するデータの書込み単位と同じ大きさを有する記憶領域である。

- [0117] 次いで、論理デバイスコピープログラム106は、ステップSP91において選択した単位領域が未更新であるか否か（未だデータが格納されていないか否か）を判断する（SP92）。
- [0118] そして論理デバイスコピープログラム106は、この判断において肯定結果を得るとステップSP94に進み、これに対して否定結果を得るとステップSP93に進んで、その論理デバイス71Bにおけるその単位領域に格納されているデータを、図17について上述した論理デバイス作成処理のステップSP81において作成した新たな論理デバイス71BXのうちの対応する論理デバイス71BXにコピーする（SP93）。具体的に、論理デバイスコピープログラム106は、外部接続機能を利用して、ステップSP90において選択した論理デバイス71Bのかかる単位領域に格納されているデータを、移行元ストレージ装置4A内の当該論理デバイス71Bにマッピングされた移行元論理ユニット72Aから読み出し、読み出したデータをその新たな論理デバイス71BXに格納する。
- [0119] 次いで、論理デバイスコピープログラム106は、ステップSP91において選択した論理デバイス71B内のすべての単位領域に対して同様の処理を実行し終えたか否かを判断する（SP94）。そして論理デバイスコピープログラム106は、この判断において否定結果を得ると、ステップSP91に戻り、この後、ステップSP91において選択する単位記憶領域を順次未処理の単位記憶領域に切り替えながら、ステップSP91～ステップSP94の処理を繰り返す。
- [0120] そして論理デバイスコピープログラム106は、やがてステップSP90において選択した論理デバイス71B内のすべての単位領域についてステップSP91～ステップSP94の処理を実行し終えることによりステップSP94において肯定結果を得ると、論理デバイスコピー指示において指定されたコピー対象のすべての論理デバイス71BについてステップSP91～ステップSP94の処理を実行し終えたか否かを判断する（SP95）。
- [0121] 論理デバイスコピープログラム106は、この判断において否定結果を得

るとステップSP90に戻り、この後、ステップSP90において選択する論理デバイス71Bを順次切り替えながら、同様の処理を繰り返す。

[0122] そして論理デバイスコピープログラム106は、論理デバイスコピー指示において指定されたコピー対象のすべての論理デバイス71BについてステップSP91～ステップSP94の処理を実行し終えることによりステップSP95において肯定結果を得ると、管理計算機3に論理デバイスコピー処理完了通知を送信し（SP96）、この後、この論理デバイスコピー処理を終了する。

[0123] なお、この論理デバイスコピー処理の際、既に論理デバイス71BXにコピーし終えたデータを対象とするライト要求がホスト計算機2から移行先ストレージ装置4Bに与えられたときに、移行先ストレージ装置4Bがライトデータを対応する論理デバイス71Bに書き込んでしまうと、このライトデータが移行元ストレージ装置4Aの対応する移行元論理ユニット72Aに書き込まれるため、論理デバイス71BXにコピーされたそのデータが古いデータとなってしまう。

[0124] そこで、移行先ストレージ装置4Bは、かかる論理デバイスコピー処理の最中に移行先論理ユニット72Bを対象とするライト要求が与えられた場合、ライトデータを論理デバイス71Bに書き込むと同時に、そのライトデータをコピー先の論理デバイス71BXにコピーする。移行先ストレージ装置4Bは、この更新コピーを、後述する仮想デバイス入替え処理が完了するまで続ける。

（1－2－2－10）仮想デバイス入替え処理

図19は、データ移行制御処理（図10）のステップSP18において管理計算機3の論理ユニット移行指示プログラム60から送信された仮想デバイス入替え指示を受信した移行先ストレージ装置4Bの記憶階層管理プログラム105により実行される仮想デバイス入替え処理の処理手順を示す。

[0125] 記憶階層管理プログラム105は、仮想デバイス入替え指示を受信すると、各移行先論理ユニット72Bにそれぞれ対応付けられている各仮想デバイ

ス 7 0 B と、図 1 7 について上述した論理デバイス作成処理のステップ S P 8 0 において新たに作成した仮想デバイス 7 0 B X のうちの対応する仮想デバイス 7 0 B X とを入れ替える（S P 1 0 0）。

[0126] 具体的に、記憶階層管理プログラム 1 0 5 は、論理デバイス管理テーブル 1 0 1（図 7）における対応する論理デバイス 7 1 B の論理デバイス管理エントリ 1 1 1（図 7）に登録されている仮想デバイス番号 1 1 3（図 7）と、論理デバイス作成処理（図 1 7）のステップ S P 8 1 において新たに作成した対応する論理デバイス 7 1 B X の論理デバイス管理エントリ 1 1 1 に登録されている仮想デバイス番号 1 1 3 とを入れ替える。この処理によって、論理デバイス 7 1 B の上位記憶層である移行元論理ユニット 7 2 A と、仮想デバイス 7 0 B X の下位記憶層である記憶装置 3 0 B とが対応付けられることになり、移行先ストレージ装置 4 B へのデータの移行が完了する。

[0127] 次に、記憶階層管理プログラム 1 0 5 は、管理計算機 3 に仮想デバイス入替え処理完了通知を送信し（1 0 1）、この後、この仮想デバイス入替え処理を終了する。

（1－3）移行先ストレージ装置による入出力処理

次に、移行先ストレージ装置 4 B におけるリード処理及びライト処理の処理内容について説明する。

（1－3－1）リード処理

図 2 0 は、移行先ストレージ装置 4 B がホスト計算機 2 からのリード要求を受信したときに実行するリード処理の処理手順を示す。

[0128] 移行先ストレージ装置 4 B は、ホスト計算機 2 からのリード要求を受信するとこのリード処理を開始し、まず、リード要求からリード先の移行先論理ユニット 7 2 B の L U N を抽出すると共に、論理ユニット管理テーブル 1 0 0（図 7）を参照して、抽出した L U N に対応する論理ユニット管理エントリ 1 0 7（図 7）を特定する（S P 1 1 0）。

[0129] 続いて、移行先ストレージ装置 4 B は、論理デバイス管理テーブル 1 0 1（図 7）を参照して、ステップ S P 1 1 0 において特定した論理ユニット管

理エントリ 107 に登録されている論理デバイス番号 109 (図 7) に対応する論理デバイス管理エントリ 111 (図 7) を特定する (SP 111)。

[0130] 次いで、移行先ストレージ装置 4B は、論理デバイス管理テーブル 101 を参照して、ステップ SP 111 において特定した論理デバイス管理エントリ 111 に登録されているリードキャッシュモードフラグ 114 (図 7) がオンに設定されているか否かを判断する (SP 112)。

[0131] 移行先ストレージ装置 4B は、この判断において否定結果を得るとステップ SP 115 に進み、これに対して肯定結果を得るとステップ SP 113 に進む。従って、例えば図 10 ~ 図 19 を参照して説明した上述のデータ移行処理において、移行先論理ユニット 72B と対応付けられた論理デバイス 71B のリードキャッシュモードが「オフ」に設定されてから、かかるリードキャッシュモードが「オン」に設定されるまでの間にその移行先論理ユニット 72B に対するリード要求を受信した場合には、処理がステップ SP 115 に進み、これ以外のタイミングでその移行先論理ユニット 72B に対するリード要求を受信した場合には、処理がステップ SP 113 に進むことになる。

[0132] そして移行先ストレージ装置 4B は、ステップ SP 112 の判断結果としてステップ SP 113 に進んだ場合、キャッシュディレクトリ 104 を参照して、リードデータに対応するディレクトリエントリ 122 がキャッシュディレクトリ 104 内に存在するか否かを判断する (SP 113)。

[0133] この判断において肯定結果を得ることは、リードデータがキャッシュメモリ 42B (図 1) 内に保存されていることを意味する。かくして、このとき移行先ストレージ装置 4B は、かかるデータをキャッシュメモリ 42B から読み出し、読み出したデータをリード要求の送信元のホスト計算機 2 に送信する (SP 118)。そして移行先ストレージ装置 4B は、この後、このリード処理を終了する。

[0134] これに対してステップ SP 113 の判断において否定結果を得ることは、リードデータがキャッシュメモリ 42B 内に保存されていないことを意味す

る。かくして、このとき移行先ストレージ装置 4 B は、キャッシュディレクトリ 1 0 4（図 7）内にそのデータに対応するディレクトリエントリ 1 2 2（図 7）を追加する（S P 1 1 4）。この際、移行先ストレージ装置 4 B は、キャッシュアドレス 1 2 3（図 7）として、キャッシュメモリ 4 2 B 内の未使用領域のアドレスを、追加するディレクトリエントリ 1 2 2 に登録すると共に、データ識別情報 1 2 4 として、リード要求に含まれるデータ識別情報を当該追加するディレクトリエントリ 1 2 2 に登録する。そして移行先ストレージ装置 4 B は、この後、ステップ S P 1 1 5 に進む。

[0135] また移行先ストレージ装置 4 B は、ステップ S P 1 1 5 に進むと、論理ユニット管理テーブル 1 0 0（図 7）を参照して、ステップ S P 1 1 1 において特定した論理デバイス管理エントリ 1 1 1 に登録されている仮想デバイス番号 1 1 3 から対応する仮想デバイス 7 0 B を特定し、その仮想デバイス 7 0 B に対応する仮想デバイス管理エントリ 1 1 6 に登録されている下位記憶階層識別情報 1 1 8（図 7）より、その仮想デバイス 7 0 B に対応付けられている下位記憶階層（記憶装置 3 0 B 又は移行元論理ユニット 7 2 A）を特定する。そして移行先ストレージ装置 4 B は、そのとき受信したリード要求をその下位記憶階層に転送する（S P 1 1 5）。

[0136] また移行先ストレージ装置 4 B は、かかるリード要求に応じて下位記憶階層から送信される応答（リードデータ）を受領すると（S P 1 1 6）、受領したリードデータをキャッシュメモリ 4 2 B に格納する（S P 1 1 7）。なお、ステップ S P 1 1 7 では、キャッシュメモリ 4 2 B をデータの一時的な格納場所として用いるだけであり、キャッシュディレクトリ 1 0 4（図 7）にこのリードデータに関するディレクトリエントリ 1 2 2 を追加することはない。

[0137] 次いで、移行先ストレージ装置 4 B は、ステップ S P 1 1 7 においてキャッシュメモリ 4 2 B に格納したデータを当該キャッシュメモリ 4 2 B から読み出し、読み出したデータをリード要求の送信元のホスト計算機 2 に送信する（S P 1 1 8）。そして移行先ストレージ装置 4 B は、この後、このリー

ド処理を終了する。

(1-3-2) ライト処理

図21は、移行先ストレージ装置4Bがホスト計算機2からのライト要求及びライトデータを受信したときに実行するライト処理の処理手順を示す。

[0138] 移行先ストレージ装置4Bは、ホスト計算機2からのライト要求及びライトデータを受信するとこの図21に示すライト処理を開始し、まず、ライト要求からライト先の移行先論理ユニット72BのLUNを抽出すると共に、論理ユニット管理テーブル100(図7)を参照して、抽出したLUNに対応する論理ユニット管理エントリを107(図7)特定する(SP120)。

[0139] 続いて、移行先ストレージ装置4Bは、論理デバイス管理テーブル101(図7)を参照して、ステップSP120において特定した論理ユニット管理エントリ107に登録されている論理デバイス番号109(図7)に対応する論理デバイス管理エントリ111(図7)を特定する(SP121)。

[0140] 次いで、移行先ストレージ装置4Bは、論理デバイス管理テーブル101を参照して、ステップSP121において特定した論理デバイス管理エントリ111に登録されているライトキャッシュモードフラグ115(図7)がオンに設定されているか否かを判断する(SP122)。

[0141] 移行先ストレージ装置4Bは、この判断において否定結果を得るとステップSP125に進み、これに対して肯定結果を得るとステップSP123に進む。従って、例えば図10～図19を参照して説明した上述のデータ移行処理において、移行先論理ユニット72Bと対応付けられた論理デバイス71Bのライトキャッシュモードが「オフ」に設定(図10のステップSP12及び図13参照)されてから、かかるライトキャッシュモードが「オン」に設定(図10のステップSP15及び図18参照)されるまでの間にその移行先論理ユニット72Bに対するライト要求を受信した場合には、処理がステップSP125に進み、これ以外のタイミングでその移行先論理ユニット72Bに対するライト要求を受信した場合には、処理がステップSP12

3に進むことになる。

[0142] そして移行先ストレージ装置4Bは、ステップSP122の判断結果としてステップSP123に進んだ場合、キャッシュディレクトリ104（図7）を参照して、ライトデータに対応するディレクトリエントリ122（図7）が存在するか否かを判断する（SP123）。

[0143] この判断において否定結果を得ることは、更新前のライトデータがキャッシュメモリ42B（図1）に保存されていないことを意味する。かくして、このとき移行先ストレージ装置4Bは、キャッシュディレクトリ104内にそのライトデータに対応するディレクトリエントリ122を追加する（SP124）。この際、移行先ストレージ装置4Bは、キャッシュアドレス123として、キャッシュメモリ42B内の未使用領域のアドレスを、追加するディレクトリエントリ122に登録すると共に、データ識別情報124として、ライト要求に含まれるデータ識別情報を、当該追加するディレクトリエントリ122に登録する。そして移行先ストレージ装置4Bは、この後、ステップSP125に進む。

[0144] これに対してステップSP123の判断において肯定結果を得ることは、更新前のライトデータがキャッシュメモリ42Bに保存されていることを意味する。かくして、このとき移行先ストレージ装置4Bは、かかるキャッシュメモリ42B内のライトデータを更新後のライトデータにより上書きする（SP125）。なお、ステップSP125では、キャッシュメモリ42Bをデータの一時的な格納場所として用いるだけであり、キャッシュディレクトリ104にこのライトデータに関するディレクトリエントリ122を追加することはない。

[0145] 続いて、移行先ストレージ装置4Bは、論理デバイス管理テーブル101（図7）を参照して、ステップSP121において特定した論理デバイス71Bの論理デバイス管理エントリ111（図7）に登録されているライトキャッシュモードフラグ115（図7）が「オン」に設定されているか否かを再度判断する（SP126）。

- [0146] そして移行先ストレージ装置 4 B は、このステップ S P 1 2 6 の判断において肯定結果を得ると、ライト要求の送信元のホスト計算機 2 に対してライト処理が完了した旨のライト応答を送信し（S P 1 2 9）、この後、このライト処理を終了する。
- [0147] これに対して移行先ストレージ装置 4 B は、ステップ S P 1 2 6 の判断において否定結果を得ると、論理ユニット管理テーブル 1 0 0 を参照して、ステップ S P 1 2 1 において特定した論理デバイス 7 1 B の論理デバイス管理エントリ 1 1 1 に登録されている仮想デバイス番号 1 1 3 から対応する仮想デバイス 7 0 B を特定し、仮想デバイス管理テーブル 1 0 2（図 7）におけるその仮想デバイス 7 0 B に対応する仮想デバイス管理エントリ 1 1 6（図 7）に登録されている下位記憶階層識別情報 1 1 8（図 7）より、その仮想デバイス 7 0 B に対応付けられている下位記憶階層（記憶装置 3 0 B 又は移行元論理ユニット 7 2 A）を特定する。そして移行先ストレージ装置 4 B は、そのとき受信したライト要求及びライトデータをその下位記憶階層に転送する（S P 1 2 7）。
- [0148] また移行先ストレージ装置 4 B は、かかるライト要求に応じて下位記憶階層から送信される応答（ライト完了通知）を受領すると（S P 1 2 8）、ライト要求の送信元のホスト計算機 2 に対してライト処理が完了した旨のライト応答を送信し（S P 1 2 9）、この後、このライト処理を終了する。

（１－４）本実施の形態の効果

以上のように本実施の形態による計算機システム 1 では、移行先ストレージ装置 4 B の移行先論理ユニット 7 2 B に移行元ストレージ装置 4 A の移行元論理ユニット 7 2 A をマッピングすると共に移行元論理ユニット 7 2 A の Inquiry 情報を移行先論理ユニット 7 2 B に設定する一方、ホスト計算機 2 において論理ボリューム V O L（図 8）から移行先論理ユニット 7 2 B へのパス P T 2（図 8）を追加すると共に、当該論理ボリューム V O L から移行元論理ユニット 7 2 A へのパス P T 1（図 8）を削除し、その後、移行元論理ユニット 7 2 A と対応付けられた論理デバイス 7 1 A と、移行先論理ユニッ

ト 7 2 B と対応付けられた論理デバイス 7 1 B との間でデータコピーを実行することにより、移行元ストレージ装置 4 A 及び移行先ストレージ装置 4 B 間におけるデータ移行を行う。

この場合、かかるデータ移行を実行するに際して、移行元ストレージ装置 4 A は特殊な機能を必要とせず、またホスト計算機 2 及びストレージ装置（移行元ストレージ装置 4 A 又は移行先ストレージ装置 4 B）間におけるデータの授受を停止させることなく、かかるデータ移行を行うことができる。かくするにつき、ストレージ装置の入れ替え作業を容易化させ得る計算機システムを実現できる。

（２）第２の実施の形態

図 1 において、130 は第 2 の実施の形態による計算機システムを示す。この計算機システム 130 は、データ移行処理の一部の処理内容が異なる点を除いて第 1 の実施の形態による計算機システム 1 と同様に構成されている。

[0149] 図 22 は、本実施の形態によるパス管理エントリ 140 の構成を示す。第 1 の実施の形態との関係で説明すると、図 2 について上述したように、第 1 の実施の形態のパス管理エントリ 53 には、ホスト計算機 2 内に設定された対応する論理ボリューム VOL（図 8）の論理ボリューム番号 54 と、その論理ボリューム VOL に接続されている各パス PT1, PT2（図 8）にそれぞれ付与されたパス番号 55 とが登録されるのに対し、本実施の形態によるパス管理エントリ 140 には、ホスト計算機 2 内に設定された対応する論理ボリューム VOL の論理ボリューム番号 141 と、その論理ボリューム VOL に接続されている各パスのパス情報 142 とが登録される。このパス情報 142 は、対応する論理ボリューム VOL に接続されている各パス PT1, PT2 のパス番号 143 と、これらパス PT1, PT2 のパス状態 144 とから構成される情報である。

[0150] パス状態 144 は、対応するパス PT1, PT2 の状態を表す情報であり、「Active」、「Standby」及び「Unavailable」のいずれかの値をとる。「A

ctive」は、対応するパスPT 1, PT 2の接続先の物理デバイスである記憶装置30Bが正常に移動し、かつその記憶装置30Bが論理デバイス71Bに割り当てられている状態であることを表す。また「Standby」は、かかる記憶装置30Bが正常に移動しているものの、当該記憶装置30Bが論理デバイス71Bに未割当てであることを表す。さらに「Unavailable」は、かかる記憶装置30Bに障害が発生しており、当該記憶装置30Bが論理デバイス71Bに割り当てられていないことを表す。

[0151] そしてホスト計算機2の交替パスプログラム131（図2）は、論理ボリュームVOLに対するリード要求又はライト要求を処理する際、パス管理テーブル132（図2）の対応するパス管理エントリ140を参照して、その論理ボリュームVOLの論理ボリューム番号141に対応付けられている複数のパス情報142の中から、パス状態144が「Active」であるものを1つ以上選択する。そして、交替パスプログラム131は、選択した1つ以上のパス情報142のパス番号143によって識別される1つ以上のパスPT 1, PT 2を用いてリード要求及びライト要求を移行元ストレージ装置4A又は移行先ストレージ装置4Bに送信する。

[0152] また、交替パスプログラム131は、パス状態144として「Active」が登録されているパスPT 1, PT 2に障害を検知した場合、そのパスPT 1, PT 2のパス状態144を「Unavailable」に変更する。

[0153] この場合において、交替パスプログラム131は、あるパス管理エントリ140に含まれるパス情報142の中にパス状態144が「Active」であるものが1つもなくなってしまった場合、そのパス管理エントリ140に含まれる複数のパス情報142の中から、パス状態144が「Standby」であるものを1つ以上特定し、特定したパス情報142のパス状態144を「Active」に変更する。

[0154] 以上のようなこのフェイルオーバー処理は、アプリケーションプログラム52（図2）に透過的であり、アプリケーションプログラム52から見ると、ストレージ装置（移行元ストレージ装置4A及び移行先ストレージ装置4B

）に対するリード要求やライト要求の発行が停止しない。

[0155] 図 23 は、本実施の形態において、第 2 の実施の形態による管理計算機 3 の論理ユニット移行指示プログラム 133（図 3）により実行されるデータ移行制御処理の処理手順を示す。本実施の形態によるデータ移行制御処理は、第 1 の実施の形態との関係で説明すると、論理ユニット移行指示プログラム 133 は、交替パス追加指示を発行した後に交替パス削除指示の代わりに Standby 指示を移行先ストレージ装置に送信し、この後、リードキャッシュオン指示及びライトキャッシュオン指示の代わりにリードキャッシュオン指示を移行先ストレージ装置に送信し、さらに論理デバイスコピー指示を発行してから仮想デバイス入替え指示を発行するまでの間に交替パス削除指示及びライトキャッシュオン指示を発行する点が第 1 の実施の形態によるデータ移行制御処理と相違する。

[0156] このように、移行元論理ユニットに対応する交替パス削除指示を移行先ストレージ装置内での論理デバイスのデータコピーが完了した後に発行することによって、データコピー処理の進行中に移行先論理ユニットに障害が生じたときに、ホスト計算機におけるデータの入出力を停止させることなく、直ちに移行元論理ユニットに対応するパスにパスを戻すことができるメリットがある。

[0157] また、移行元ストレージ装置内の仮想化された論理デバイスをコピーした後に移行先ストレージ装置内の対応する論理デバイスと対応付けられているライトキャッシュモードを「オン」にすることによって、移行先ストレージ装置内での移行元論理ユニットのコピーが終了するまで、移行元論理ユニットにも新しいデータが格納される。従って、移行元ストレージ装置から移行先ストレージ装置へのデータ移行が完了するまでの間に移行先ストレージ装置に障害が生じた場合に、移行元ストレージ装置にパスを戻してもデータの読み書きには影響がでないといったメリットがある。

[0158] 図 23 に戻って、本実施の形態によるデータ移行制御処理についてより詳細に説明する。論理ユニット移行指示プログラム 133 は、管理計算機 3 の

入力装置 23 を介してシステム管理者により移行元ストレージ装置 4 A から移行先ストレージ装置 4 B へのデータ移行の実行を指示されると、この図 23 に示すデータ移行制御処理を開始し、ステップ S P 130 ～ステップ S P 133 までを図 10 について上述した第 1 の実施の形態によるデータ移行制御処理のステップ S P 10 ～ステップ S P 13 と同様に処理する。

[0159] 続いて、論理ユニット移行指示プログラム 133 は、ホスト計算機 2 に対して、移行元論理ユニット 72 A に対応するパス P T 1 の状態を「Standby」（スタンバイ）状態に遷移させるよう指示（以下、これを Standby 指示と呼ぶ）を与える（S P 134）。

[0160] かくしてホスト計算機 2 は、この Standby 指示に従って、メモリ 11（図 1）に格納されているパス管理テーブル 132（図 2）上の対応するパス管理エントリ 140（図 22）内のそのパス P T 1 に対応するパス情報 142 について、パス状態 144 を「Standby」に変更する。また、ホスト計算機 2 は、移行元ストレージ装置 4 A に、S C S I 規格によって定められた Set Target Port Groups コマンドを送信することによって、その移行元論理ユニット 72 A と接続されているパス P T 1 を Standby 状態にしたことを移行元ストレージ装置 4 A に通知する。このような処理により、移行元論理ユニット 72 A に対応するパス P T 1 の状態が Standby 状態に遷移する。そして、ホスト計算機 2 は、この通知に対する移行元ストレージ装置 4 A からの応答を受信すると、パス状態更新処理完了通知を管理計算機 3 に送信する。

[0161] 以上のパス状態更新処理が完了すると、交替パスプログラム 131 は、論理ボリューム V O L に対するリード要求又はライト要求を処理する際、移行先論理ユニット 72 B に対応するパス P T 2 のみを用いるようになる。

[0162] ただし、第 1 の実施の形態と異なり、移行元論理ユニット 72 A に対応するパス P T 1 が論理ボリューム V O L の交替パスとして残っているので、交替パスプログラム 131 は、アプリケーションプログラム 52（図 2）のデータ入出力を停止させることなく、移行元論理ユニット 72 A に対応するパス P T 1 を用いる状態に戻ることができる。

- [0163] また、後述のステップSP138において管理計算機3から発行される交替パス削除指示に従ってホスト計算機2において論理ボリュームVOL及び移行元論理ユニット72A間を接続するパスPT1が削除されるまでは、交替パスプログラム131は、そのパスPT1を用いる状態に戻ることができる。交替パスプログラム131がかかるパスPT1を用いる状態に戻る状況としては、例えば、移行先論理ユニット72Bと接続されたパスPT2に障害が発生した場合や、システム管理者が移行元ストレージ装置4A及び移行先ストレージ装置4B間のデータ移行を中止する指示を管理計算機3等に入力した場合が考えられる。
- [0164] 一方、論理ユニット移行指示プログラム133は、パス状態更新処理完了通知を受信すると、移行先ストレージ装置4Bに対して、移行先論理ユニット72Bと対応付けられている論理デバイス71Bのリードキャッシュモードを「オン」に設定するよう指示（以下、これをリードキャッシュモードオン指示と呼ぶ）を与える（SP135）。
- [0165] かくして移行先ストレージ装置4Bは、このリードキャッシュモードオン指示に従って、論理デバイス管理テーブル101（図7）におけるかかる論理デバイス71Bに対応する論理デバイス管理エントリ111（図7）のリードキャッシュモードフラグを「オン」に変更するリードキャッシュモードオン処理を実行する。また移行先ストレージ装置4Bは、このリードキャッシュモードオン処理が完了すると、リードキャッシュモードオン処理完了通知を管理計算機3に通知する。
- [0166] このように本実施の形態においては、ステップSP135において、第1の実施の形態と異なり、対応する論理デバイス71Bのライトキャッシュモードを「オン」に設定しないので、移行元論理ユニット72Aには、移行先論理ユニット72Bと同じ最新のデータが格納されることになる。これにより交替パスプログラム131は、データの整合性を確保しながら、移行元論理ユニット72Aに接続されたパスPT1を用いる状態に戻ることができる。

- [0167] そして論理ユニット移行指示プログラム 133 は、リードキャッシュモードオン処理完了通知を受信すると、第 1 の実施の形態と同様に（図 10 のステップ SP16 及びステップ SP17 参照）、移行先ストレージ装置 4B に対して論理デバイス作成指示及びデータコピー指示を順次発行することにより、移行先ストレージ装置 4B 内に論理デバイス 71B を作成させ、かつ、移行元ストレージ装置 4A 内の対応する論理デバイス 71A に格納されているデータをその論理デバイス 71B にコピー（移行）させる。
- [0168] 続いて、論理ユニット移行指示プログラム 133 は、ホスト計算機 2 に対して、論理ボリューム VOL の交替パスの中から移行元論理ユニット 72A へのパス PT1（図 8）を削除するよう指示（交替パス削除指示）を与える（SP138）。かくしてホスト計算機 2 は、この交替パス削除指示に従って、移行元論理ユニット 72A へのパス PT1 を論理ボリューム VOL の交替パスから削除する交替パス削除処理を実行する。またホスト計算機 2 は、この交替パス削除処理が完了すると、交替パス削除処理完了通知を管理計算機 3 に送信する。
- [0169] また論理ユニット移行指示プログラム 133 は、交替パス削除処理完了通知を受信すると、移行先ストレージ装置 4B に対して、移行先論理ユニット 72B と対応付けられている論理デバイス 71B のライトキャッシュモードを「オン」に設定することを指示するライトキャッシュモードオン指示を与える（SP139）。
- [0170] 移行先ストレージ装置 4B は、このライトキャッシュモードオン指示を受信すると、かかる論理デバイス 71B と対応付けられているライトキャッシュモードを「オン」に設定するライトキャッシュモードオン設定処理を実行する。また移行先ストレージ装置は、このライトキャッシュモードオン設定処理を完了すると、ライトキャッシュモードオン設定処理完了通知を管理計算機 3 に送信する。
- [0171] そして論理ユニット移行指示プログラム 133 は、かかるライトキャッシュモードオン設定処理完了通知を受信すると、移行先ストレージ装置 4B に

対して、仮新たな論理デバイス 71B X にそれぞれ対応付けられた新たな仮想デバイス 70B X を、それぞれ対応する移行先論理ユニット 72B に対応付けられた対応する仮想デバイス 70B とを入れ替えるよう指示（仮想デバイス入替え指示）を与える（SP140）なお、この仮想デバイス入替え指示を受信した移行先ストレージ装置 4B の処理内容は、図 10 のステップ SP18 について上述した処理内容と同様であるため、ここでの説明は省略する。

[0172] 以上のように本実施の形態による計算機システム 130 によれば、第 1 の実施の形態による計算機システム 1 と同様に、ホスト計算機 2 及びストレージ装置（移行元ストレージ装置 4A 又は移行先ストレージ装置 4B）間のデータの授受を止めることなく、移行元ストレージ装置 4A から移行先ストレージ装置 4B へのデータ移行を行うことができる。

[0173] 加えて、本実施の形態による計算機システム 130 では、移行元ストレージ装置 4A 内の論理デバイス 71A に格納されたデータを移行先ストレージ装置 4B 内の当該論理デバイス 71A を仮想化した論理デバイス 71B にコピーした後に、移行先ストレージ装置 4B 内のその論理デバイス 71B のライトキャッシュモードを「オン」に設定するため、移行先ストレージ装置 4B 内での移行元論理ユニット 72A のコピーが終了するまで、移行元論理ユニット 72A にも新しいデータが格納され、さらにホスト計算機 2 が、移行先ストレージ装置 4B 内での論理デバイス 71B のデータコピーが完了した後に移行元論理ユニット 72A と接続されたパス PT1 を削除するため、データコピー処理の進行中に移行先論理ユニット 72B に障害が生じたときに、ホスト計算機 2 におけるデータの入出力を停止させることなく、直ちにパスを移行元論理ユニット 72A と接続されたパス PT1 に戻すことができる。

[0174] 従って、本実施の形態による計算機システム 130 によれば、移行元ストレージ装置 4A から移行先ストレージ装置 4B へのデータ移行が完了するまでの間に移行先ストレージ装置 4B に障害が生じた場合に、移行元ストレージ

ジ装置 4 A にパスを戻してもデータの読み書きには影響がでないという効果をも得ることができる。

(3) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、移行元論理ユニット 7 2 A 及び記憶装置 3 0 A 間、並びに、移行先論理ユニット 7 2 B 及び記憶装置 3 0 B 間をそれぞれ対応付ける中間記憶階層として、仮想デバイス 7 0 A, 7 0 B 及び論理デバイス 7 1 A, 7 1 B を設けるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これら仮想デバイス 7 0 A, 7 0 B 及び論理デバイス 7 1 A, 7 1 B は必ずしも必須ではなく、仮想デバイス 7 0 A 及び論理デバイス 7 1 A の一方又は両方を省略しても良い。

- [0175] また他の中間記憶階層を設けるようにしても良い。この場合、移行元論理ユニット 7 2 A に格納されたデータを移行先論理ユニット 7 2 B にコピーする際は、移行元論理ユニット 7 2 A 及び記憶装置 3 0 A 間に対応付ける 1 又は複数の第 1 の中間記憶階層に対応させて、記憶装置 3 0 B と対応付けた第 2 の中間記憶階層を当該第 2 のストレージ装置 4 B 内に作成し、移行元論理ユニット 7 2 A から第 1 及び第 2 の中間記憶階層を介して第 2 のストレージ装置 4 B の記憶装置 3 0 B にデータをコピーし、その後、第 1 の中間記憶階層と、第 2 の中間記憶階層との一部又は全部を入れ替えるようにすれば良い。

符号の説明

- [0176] 1, 1 3 0……計算機システム、2……ホスト計算機、3……管理計算機、4 A……移行元ストレージ装置、4 B……移行先ストレージ装置、1 0, 2 0, 4 0 A, 4 0 B……CPU、3 0 A, 3 0 B……記憶装置、4 2 A, 4 2 B……キャッシュメモリ、5 0……パス管理テーブル、5 1……交替パスプログラム、5 3, 1 4 2……パス管理エントリ、6 0, 1 3 3……論理ユニット移行指示プログラム、7 0 A, 7 0 B, 7 0 B X……仮想デバイス、7 1 A, 7 1 B, 7 1 B X……論理デバイス、7 2 A……移行元論理ユニット、7 2 B……移行先論理ユニット、1 0 5……記憶階層管理プログラム

、 1 0 6 ……論理デバイスコピープログラム、 1 4 4 ……パス状態。

請求の範囲

[請求項1]

計算機と、

第1の記憶装置が搭載され、前記第1の記憶装置の記憶領域を第1の論理ユニットとして前記計算機に提供する第1のストレージ装置と、

第2の記憶装置が搭載された第2のストレージ装置とを備え、

前記第2のストレージ装置は、前記第1のストレージ装置内の前記第1の論理ユニットをそれぞれ仮想化して第2の論理ユニットとして前記計算機に提供すると共に、前記第1のストレージ装置から各前記第1の論理ユニットの構成情報を収集し、収集した各前記第1の論理ユニットの構成情報をそれぞれ対応する前記第2の論理ユニットに設定し、

前記計算機は、前記第2の論理ユニットへのパスを交替パスの対象に追加すると共に、前記第1の論理ユニットへのパスを交替パスの対象から削除し、

前記第2のストレージ装置は、前記第1のストレージ装置の前記第1の論理ユニットに格納されたデータを前記第2の記憶装置が提供する記憶領域にコピーし、当該記憶領域を前記第2の論理ユニットと対応付ける

ことを特徴とする計算機システム。

[請求項2]

前記第2のストレージ装置は、

前記第2の論理ユニットに読み書きされるデータを一時的に保存するキャッシュメモリを備え、動作モードとして、計算機からのリード要求又はライト要求に応じて、リード対象又はライト対象のデータを前記キャッシュメモリから読み出し又は当該キャッシュメモリに書き込むキャッシュモードを有し、

前記第1のストレージ装置から収集した各前記第1の論理ユニット

の構成情報をそれぞれ対応する前記第2の論理ユニットに設定した後、前記リード要求及び前記ライト要求に対する前記キャッシュモードをオフに設定し、

前記計算機が前記第2の論理ユニットへのパスを追加すると共に、前記第1の論理ユニットへのパスを削除した後に、前記リード要求及び前記ライト要求に対する前記キャッシュモードをオンに設定することを特徴とする請求項1に記載の計算機システム。

[請求項3]

前記第2のストレージ装置には、前記第1の論理ユニットと前記第2の論理ユニットとを対応付ける第1の中間記憶階層が設けられ、

前記第2のストレージ装置は、

前記第1の論理ユニットに格納されたデータを前記第2の記憶装置が提供する記憶領域にコピーする際、

前記第1の中間記憶階層に対応させて、前記第2の記憶装置と対応付けた第2の中間記憶階層を作成し、

前記第1の論理ユニットから前記第1の中間記憶階層及び前記第2の中間記憶階層を介して前記第2の記憶装置にデータをコピーし、

前記第1の中間記憶階層と、前記第2の中間記憶階層との一部又は全部を入れ替える

ことを特徴とする請求項1に記載の計算機システム。

[請求項4]

前記第1及び第2のストレージ装置間におけるデータ移行を管理する管理計算機を備え、

前記第2のストレージ装置は、前記管理計算機の指示に従って、前記第1のストレージ装置内の前記第1の論理ユニットをそれぞれ仮想化して第2の論理ユニットとして前記計算機に提供すると共に、前記第1のストレージ装置から各前記第1の論理ユニットの構成情報を収集し、収集した各前記第1の論理ユニットの構成情報をそれぞれ対応する前記第2の論理ユニットに設定し、

前記計算機は、前記管理計算機の指示に従って、前記第2の論理ユ

ニットへのパスを交替パスの対象に追加すると共に、前記第 1 の論理ユニットへのパスを交替パスの対象から削除し、

前記第 2 のストレージ装置は、前記管理計算機の指示に従って、前記第 1 のストレージ装置の前記第 1 の論理ユニットに格納されたデータを前記第 2 の記憶装置が提供する記憶領域にコピーし、当該記憶領域を前記第 2 の論理ユニットと対応付ける

ことを特徴とする請求項 1 に記載の計算機システム。

[請求項 5]

前記第 2 のストレージ装置は、

前記キャッシュメモリの前記キャッシュモードがオフのとき、前記計算機からのリード要求に対して、前記第 1 のストレージ装置へのリード要求に変換し、前記第 1 のストレージ装置は当該リード要求を処理し、また、前記計算機からのライト要求に対して、第 2 のストレージ装置及び第 1 のストレージ装置にデータが格納され、

前記キャッシュメモリの前記キャッシュモードがオンのとき、前記計算機からのリード要求に対して、当該リード要求が前記第 1 のストレージ装置より前記第 2 のストレージ装置に移行されていないデータを対象にしているときは、前記第 1 のストレージ装置へのリード要求に変換し、前記第 1 のストレージ装置は当該リード要求を処理し、当該リード要求が前記第 2 のストレージ装置に格納されているデータを対象にしているときは、第 2 のストレージ装置が当該リード要求を処理し、また、前記計算機からのライト要求に対して、第 2 のストレージ装置にのみデータが格納される

ことを特徴とする請求項 1 に記載の計算機システム。

[請求項 6]

前記計算機は、

前記第 2 の論理ユニットへのパスを追加した後、前記第 1 の論理ユニットと接続されたパスの状態をスタンバイ状態に遷移させ、

前記第 1 及び第 2 のストレージ装置間におけるデータのコピーが完了した後に、前記第 1 の論理ユニットと接続された前記パスを削除す

る

ことを特徴とする請求項 1 に記載の計算機システム。

[請求項7]

前記計算機は、

前記第 2 の論理ユニットへのパスに障害が発生した場合に、前記第 1 の論理ユニットとスタンバイ状態で接続されたパスを、アクティブ状態に戻し、当該第 1 の論理ユニットへのパスを用いる状態に切り替える

ことを特徴とする請求項 1 に記載の計算機システム。

[請求項8]

計算機と、

第 1 の記憶装置が搭載され、前記第 1 の記憶装置の記憶領域を第 1 の論理ユニットとして前記計算機に提供する第 1 のストレージ装置と、第 2 の記憶装置が搭載された第 2 のストレージ装置とを有する計算機システムにおいて第 1 のストレージ装置から第 2 のストレージ装置にデータを移行するデータ移行方法において、

前記第 2 のストレージ装置が、前記第 1 のストレージ装置内の前記第 1 の論理ユニットをそれぞれ仮想化して第 2 の論理ユニットとして前記計算機に提供すると共に、前記第 1 のストレージ装置から各前記第 1 の論理ユニットの構成情報を収集し、収集した各前記第 1 の論理ユニットの構成情報をそれぞれ対応する前記第 2 の論理ユニットに設定する第 1 のステップと、

前記計算機が、前記第 2 の論理ユニットへのパスを交替パスの対象に追加すると共に、前記第 1 の論理ユニットへのパスを交替パスの対象から削除し、前記第 2 のストレージ装置が、前記第 1 のストレージ装置の前記第 1 の論理ユニットに格納されたデータを前記第 2 の記憶装置が提供する記憶領域にコピーし、当該記憶領域を前記第 2 の論理ユニットと対応付ける第 2 のステップと

を備えることを特徴とするデータ移行方法。

[請求項9]

前記第 2 のストレージ装置は、

前記第2の論理ユニットに読み書きされるデータを一時的に保存するキャッシュメモリを備え、動作モードとして、計算機からのリード要求又はライト要求に応じて、リード対象又はライト対象のデータを前記キャッシュメモリから読み出し又は当該キャッシュメモリに書き込むキャッシュモードを有し、

前記第1のステップにおいて、前記第2のストレージ装置は、前記第1のストレージ装置から収集した各前記第1の論理ユニットの構成情報をそれぞれ対応する前記第2の論理ユニットに設定した後、前記リード要求及び前記ライト要求に対する前記キャッシュモードをオフに設定し、

前記第2のステップにおいて、前記第2のストレージ装置は、前記計算機が前記第2の論理ユニットへのパスを追加すると共に、前記第1の論理ユニットへのパスを削除した後に、前記リード要求及び前記ライト要求に対する前記キャッシュモードをオンに設定する

ことを特徴とする請求項8に記載のデータ移行方法。

[請求項10]

前記第2のストレージ装置には、前記第1の論理ユニットと前記第2の論理ユニットとを対応付ける前記第1の中間記憶階層が設けられ、

前記第2のステップにおいて、

前記第2のストレージ装置は、

前記第1の論理ユニットに格納されたデータを前記第2の記憶装置が提供する記憶領域にコピーする際、

前記第1の中間記憶階層に対応させて、前記第2の記憶装置と対応付けた第2の中間記憶階層を作成し、

前記第1の論理ユニットから前記第1の中間記憶階層及び前記第2の中間記憶階層を介して前記第2の記憶装置にデータをコピーし、

前記第1の中間記憶階層と、前記第2の中間記憶階層との一部又は全部を入れ替える

ことを特徴とする請求項 8 に記載のデータ移行方法。

[請求項11]

前記第 1 及び第 2 のストレージ装置間におけるデータ移行を管理する管理計算機を備え、

前記第 1 のステップにおいて、前記第 2 のストレージ装置は、前記管理計算機の指示に従って、前記第 1 のストレージ装置内の前記第 1 の論理ユニットをそれぞれ仮想化して第 2 の論理ユニットとして前記計算機に提供すると共に、前記第 1 のストレージ装置から各前記第 1 の論理ユニットの構成情報を収集し、収集した各前記第 1 の論理ユニットの構成情報をそれぞれ対応する前記第 2 の論理ユニットに設定し、

前記第 2 のステップにおいて、前記計算機は、前記管理計算機の指示に従って、前記第 2 の論理ユニットへのパスを交替パスの対象に追加すると共に、前記第 1 の論理ユニットへのパスを交替パスの対象から削除し、前記第 2 のストレージ装置は、前記管理計算機の指示に従って、前記第 1 のストレージ装置の前記第 1 の論理ユニットに格納されたデータを前記第 2 の記憶装置が提供する記憶領域にコピーし、当該記憶領域を前記第 2 の論理ユニットと対応付ける

ことを特徴とする請求項 8 に記載のデータ移行方法。

[請求項12]

前記第 2 のストレージ装置は、

前記第 1 のステップにおいて、

前記キャッシュメモリの前記キャッシュモードがオフのとき、前記計算機からのリード要求に対して、前記第 1 のストレージ装置へのリード要求に変換し、前記第 1 のストレージ装置は当該リード要求を処理し、また、前記計算機からのライト要求に対して、第 2 のストレージ装置及び第 1 のストレージ装置にデータが格納され、

前記第 2 のステップにおいて、

前記キャッシュメモリの前記キャッシュモードがオンのとき、前記計算機からのリード要求に対して、当該リード要求が前記第 1 のスト

レージ装置より前記第2のストレージ装置に移行されていないデータを対象にしているときは、前記第1のストレージ装置へのリード要求に変換し、前記第1のストレージ装置は当該リード要求を処理し、当該リード要求が前記第2のストレージ装置に格納されているデータを対象にしているときは、第2のストレージ装置が当該リード要求を処理し、また、前記計算機からのライト要求に対して、第2のストレージ装置にのみデータが格納される

ことを特徴とする請求項8に記載のデータ移行方法。

[請求項13]

前記第2のステップにおいて、前記計算機は、
前記第2の論理ユニットへのパスを追加した後、前記第1の論理ユニットと接続されたパスの状態をスタンバイ状態に遷移させ、

前記第1及び第2のストレージ装置間におけるデータのコピーが完了した後に、前記第1の論理ユニットと接続された前記パスを削除する

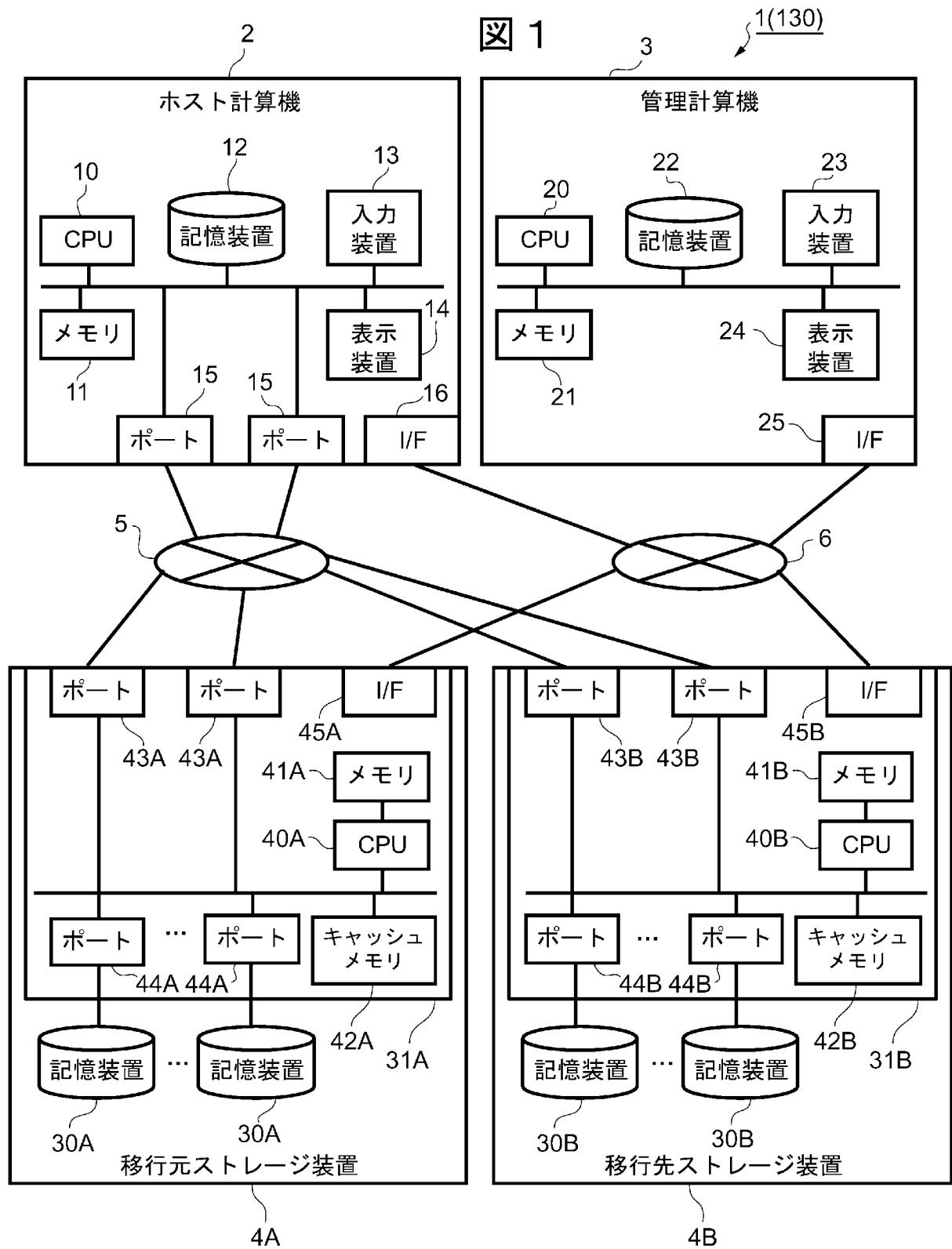
ことを特徴とする請求項8に記載のデータ移行方法。

[請求項14]

前記第2のステップにおいて、前記計算機は、
前記第2の論理ユニットへのパスに障害が発生した場合に、前記第1の論理ユニットとスタンバイ状態で接続されたパスを、アクティブ状態に戻し、当該第1の論理ユニットへのパスを用いる状態に切り替える

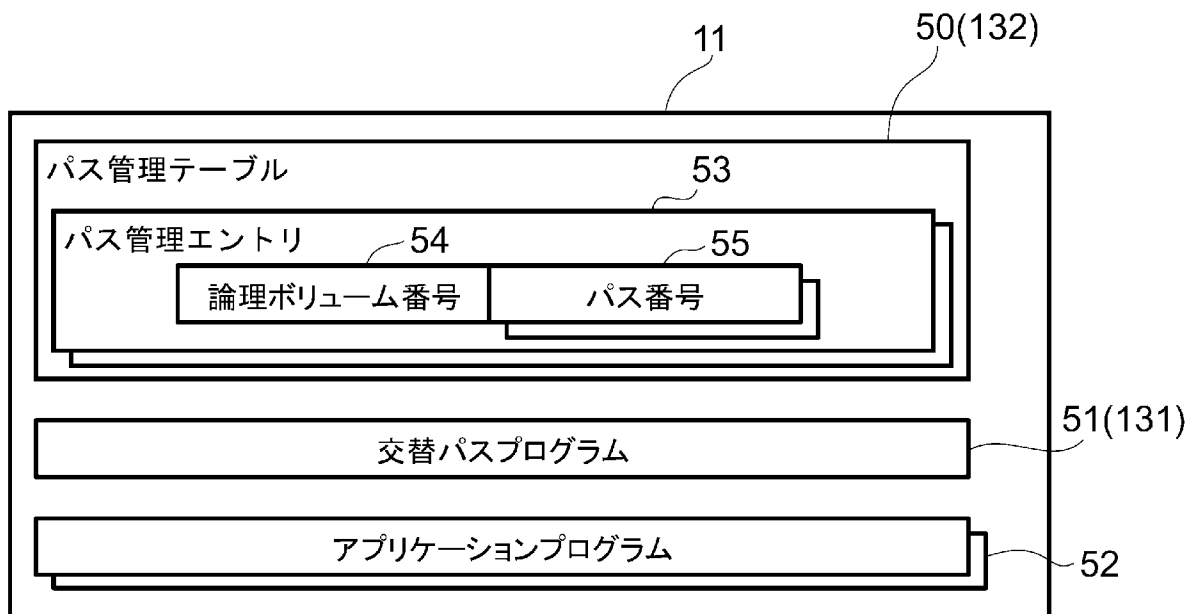
ことを特徴とする請求項8に記載のデータ移行方法。

[図1]



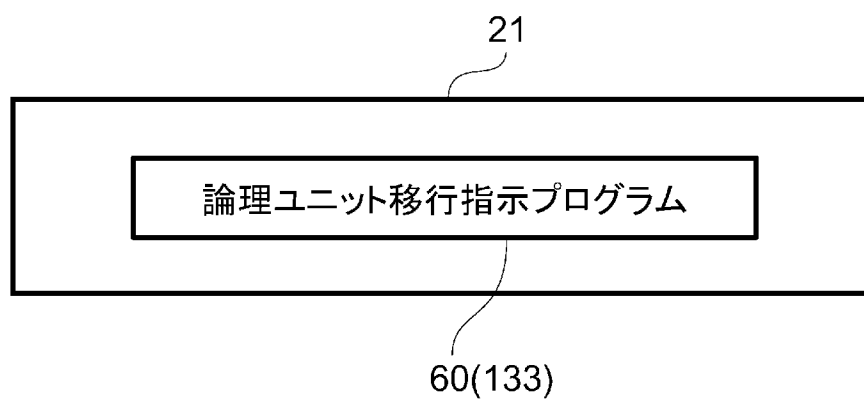
[図2]

図 2



[図3]

図 3



[図4]

図 4

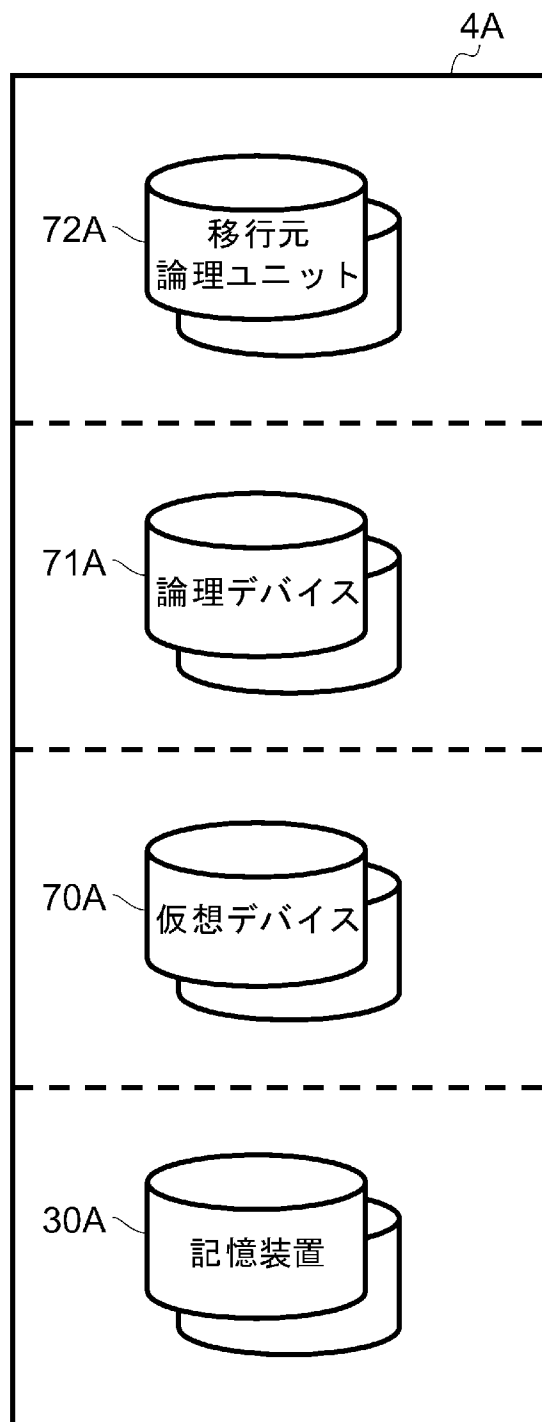
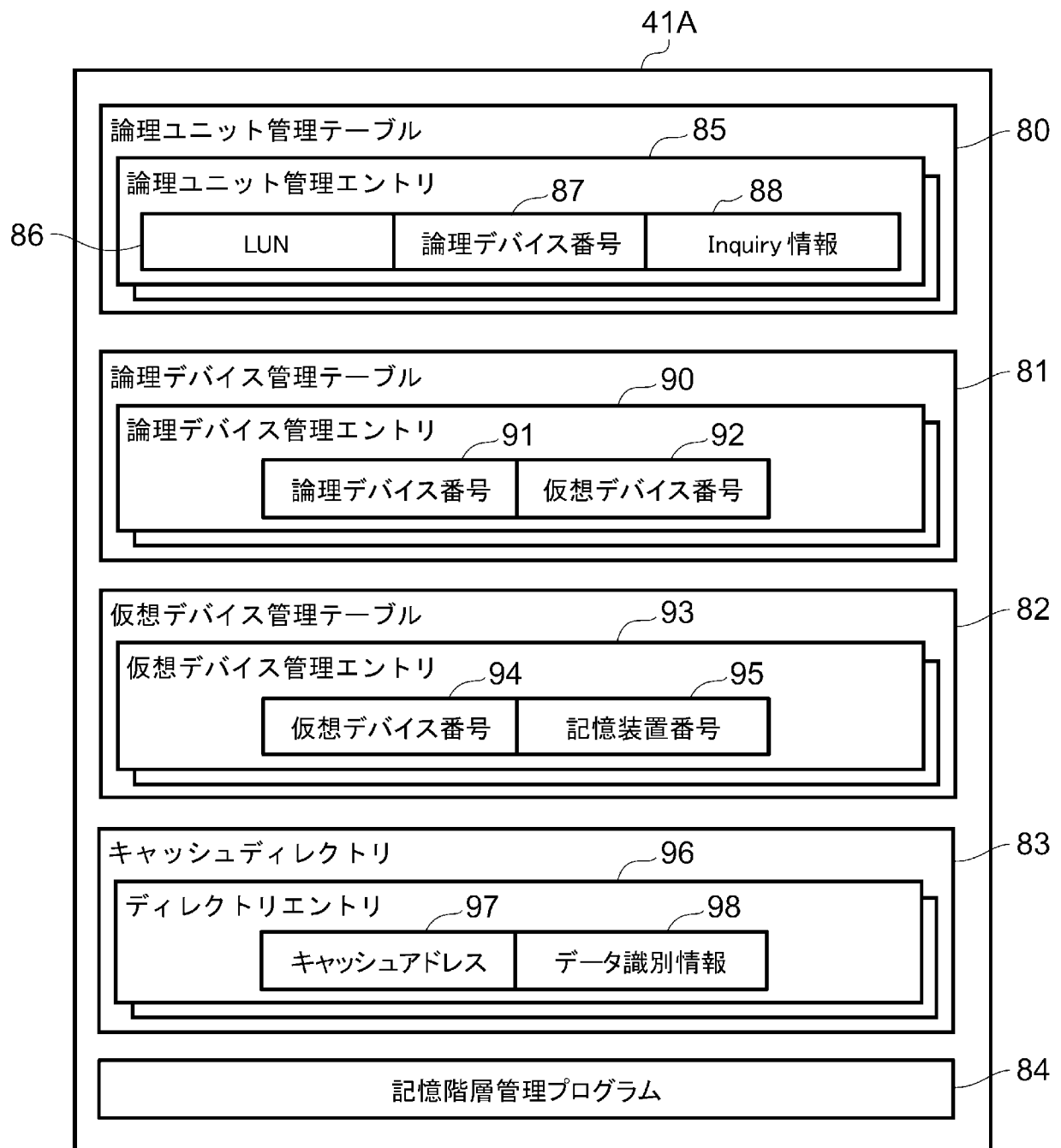
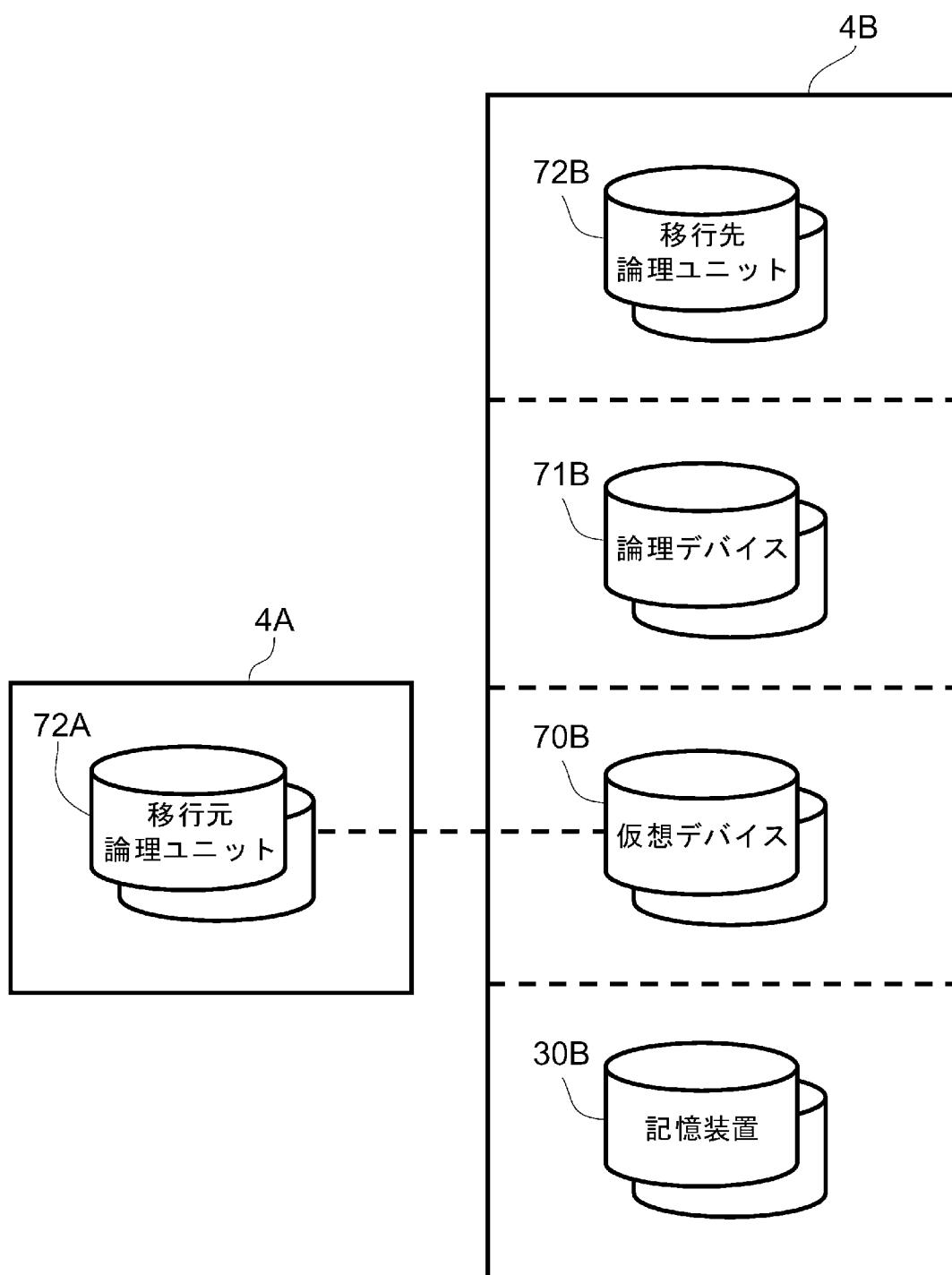


図 5

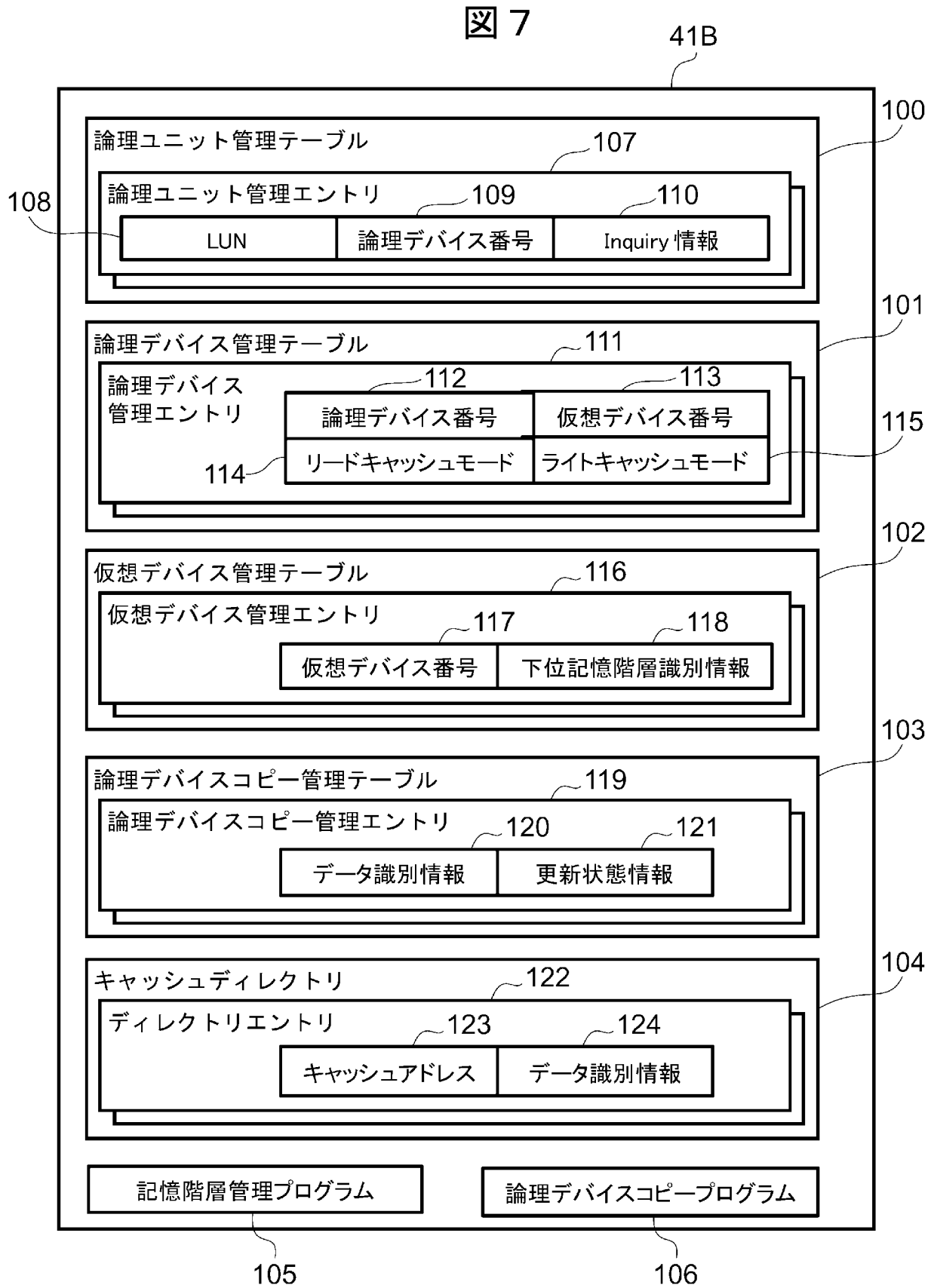


[図6]

図 6

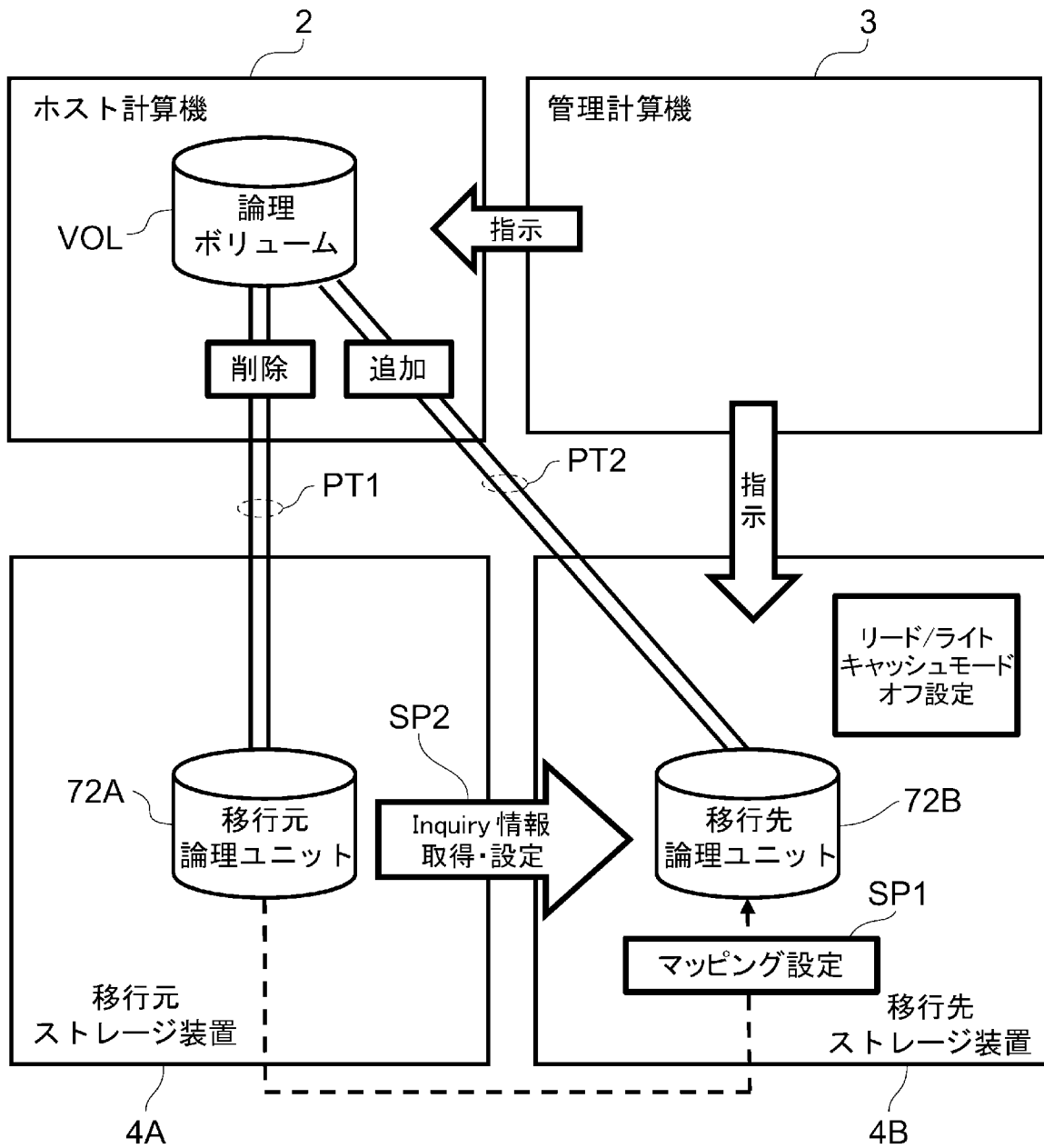


[図7]



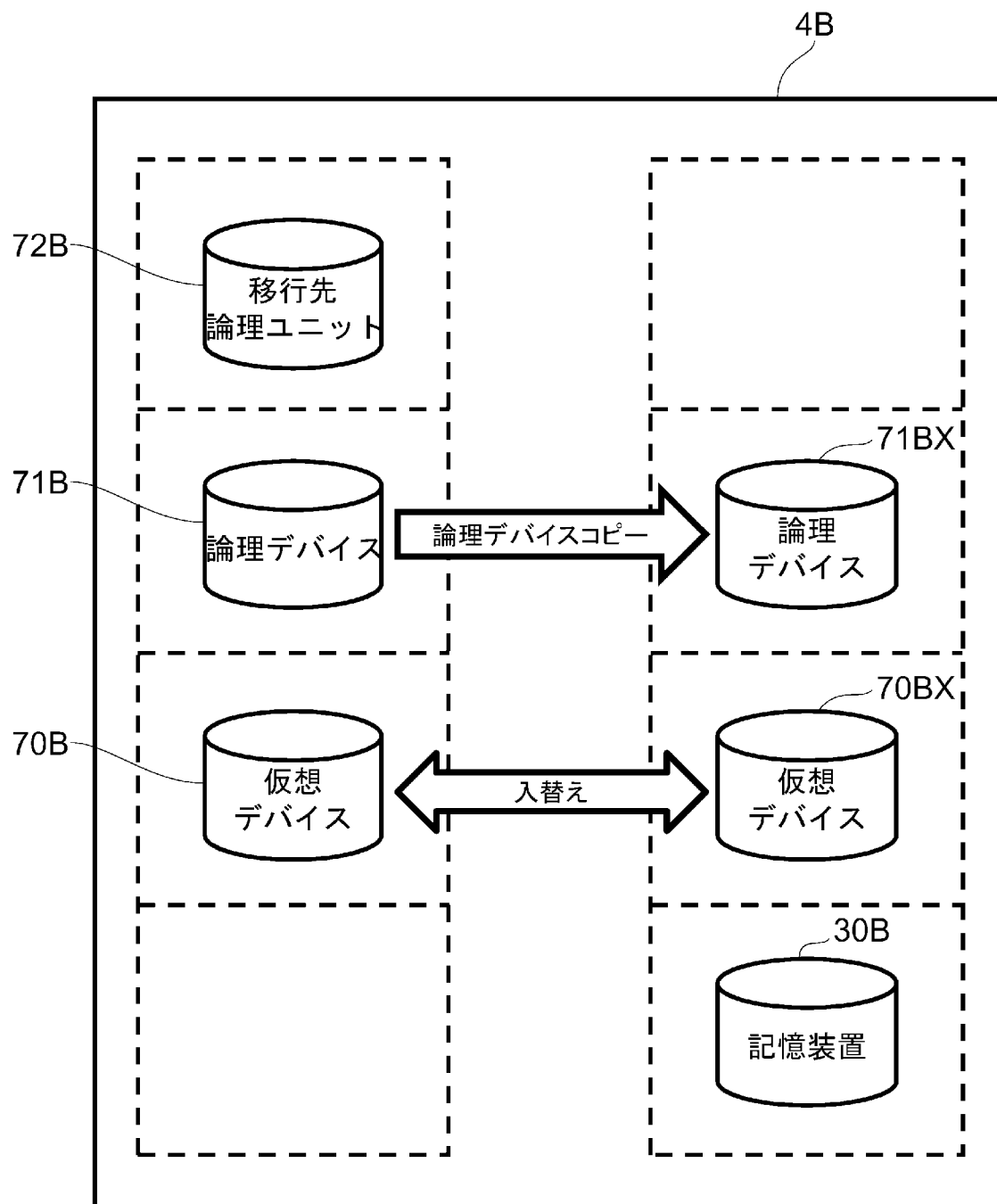
[図8]

図 8



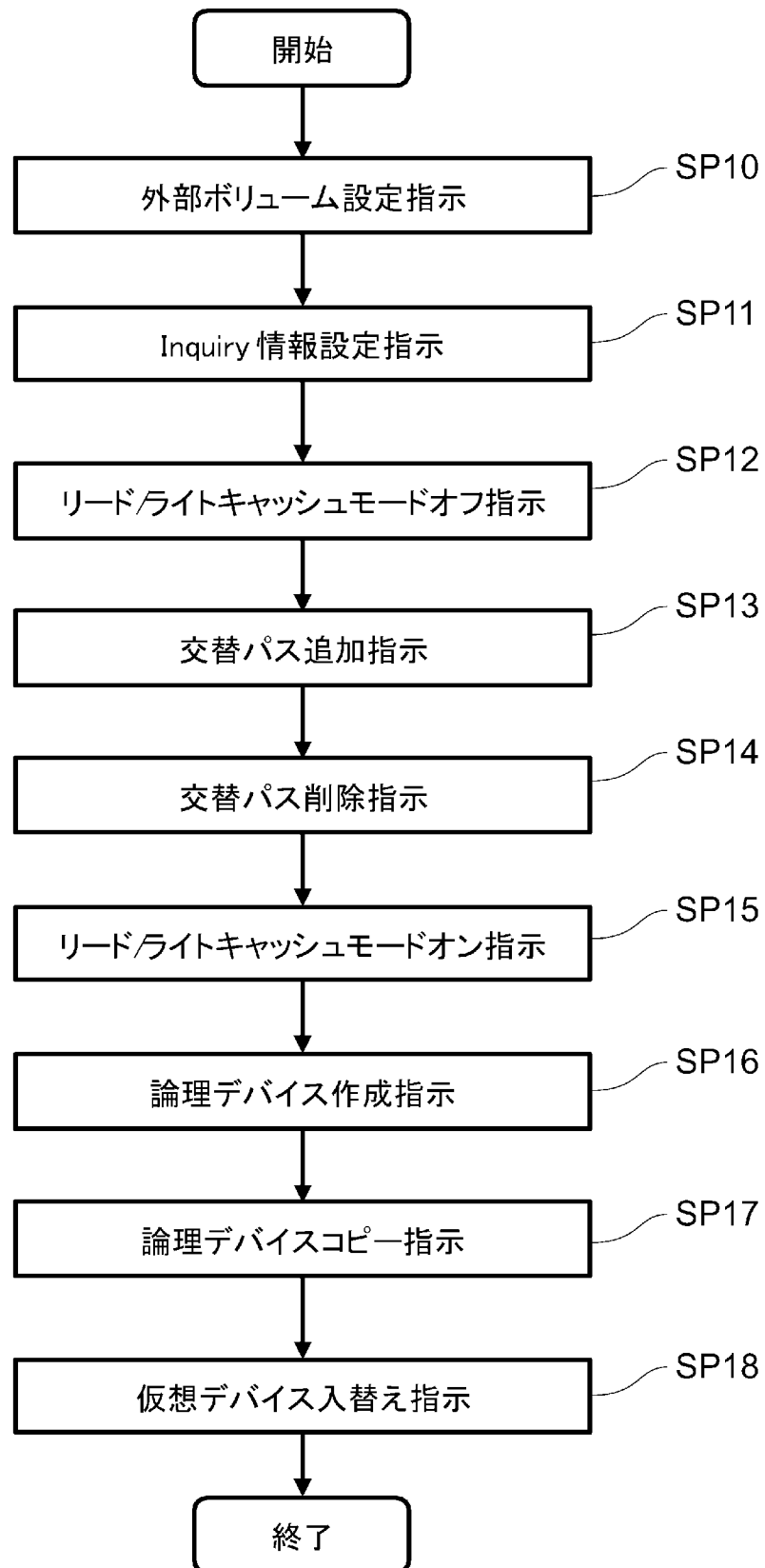
[図9]

図 9



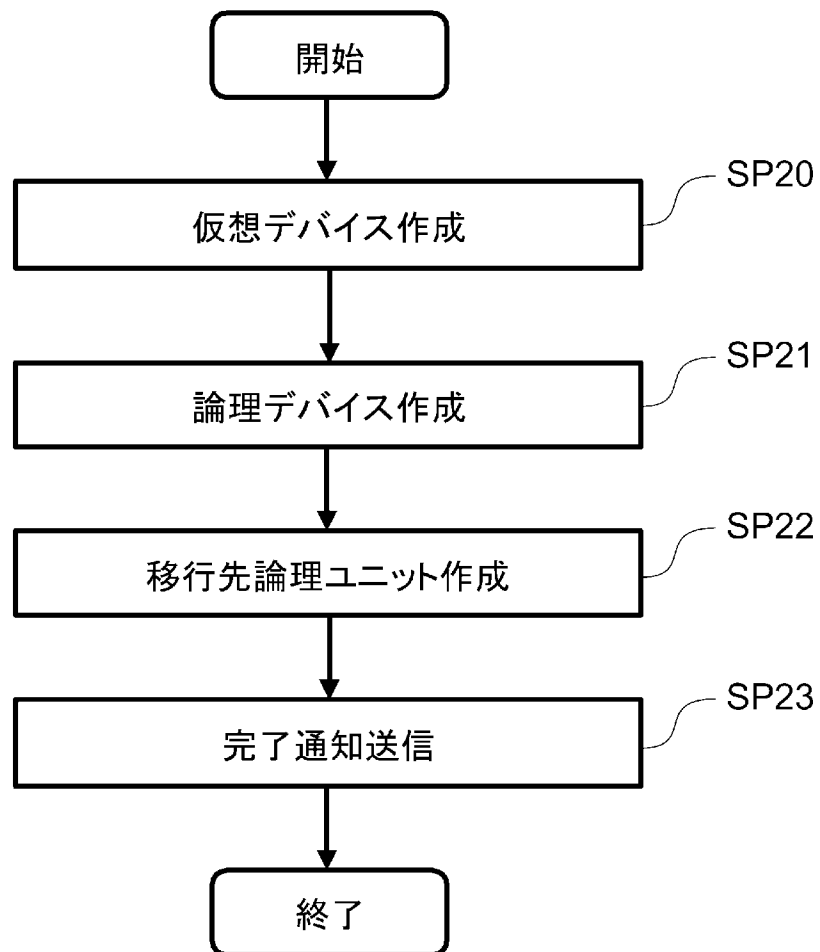
[図10]

図 10



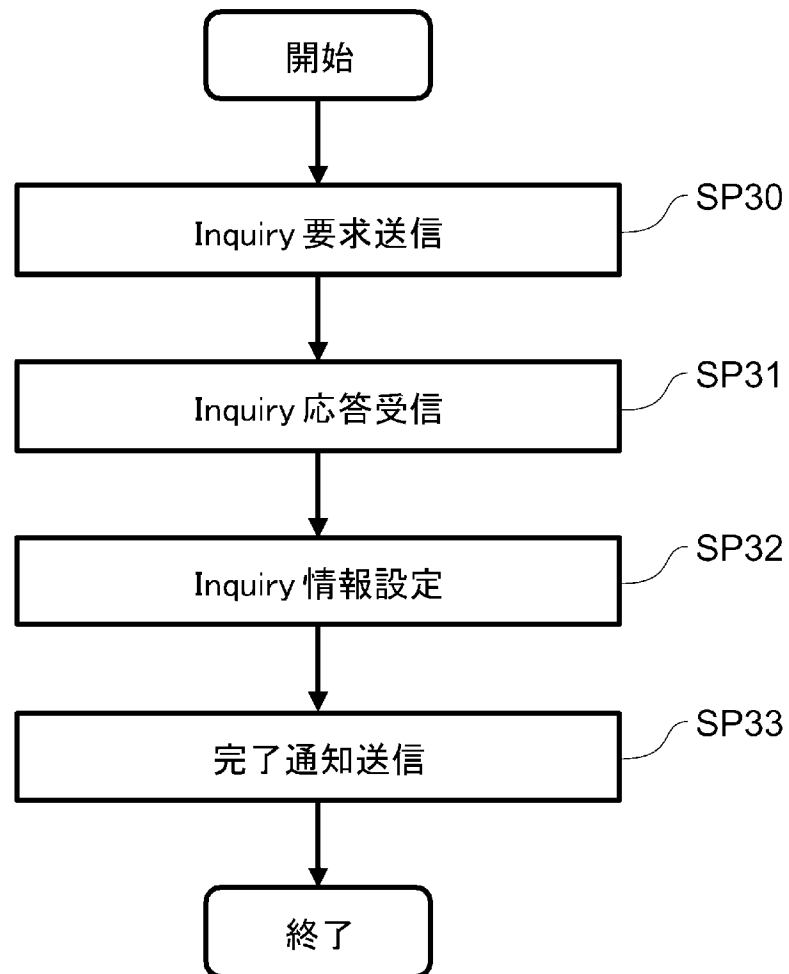
[図11]

図 1 1



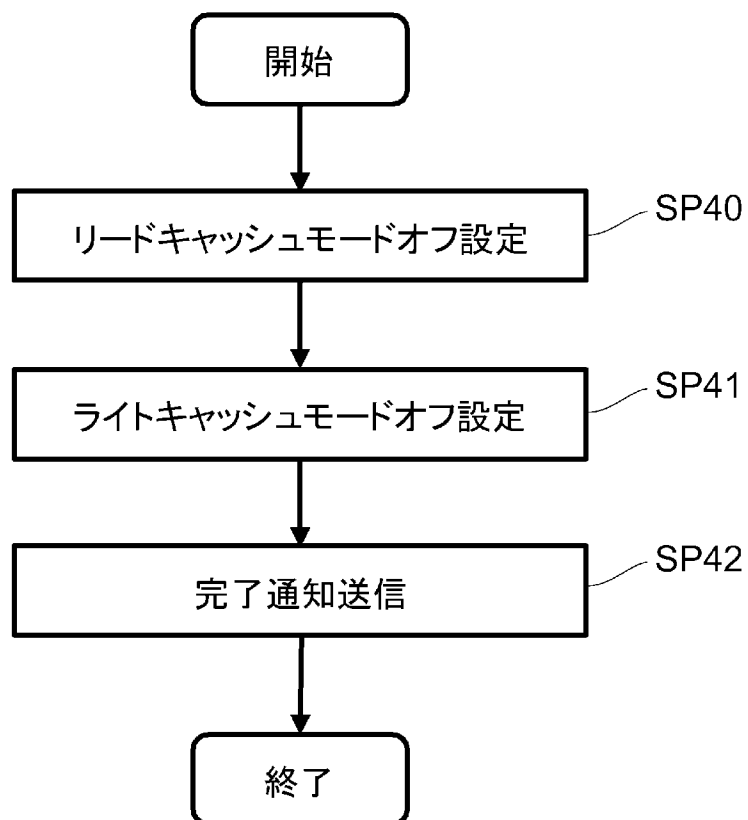
[図12]

図 1 2



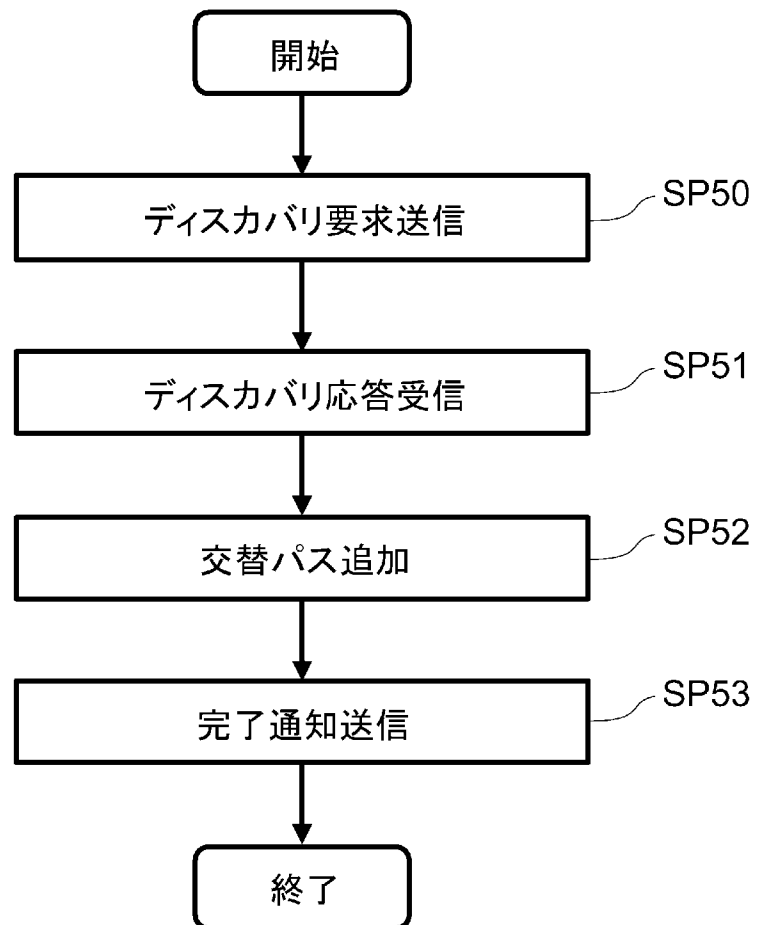
[図13]

図 1 3



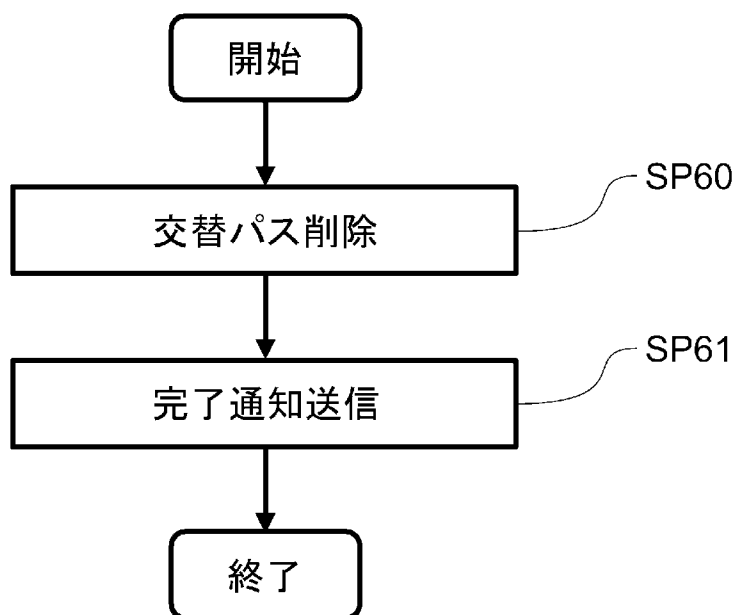
[図14]

図 1 4



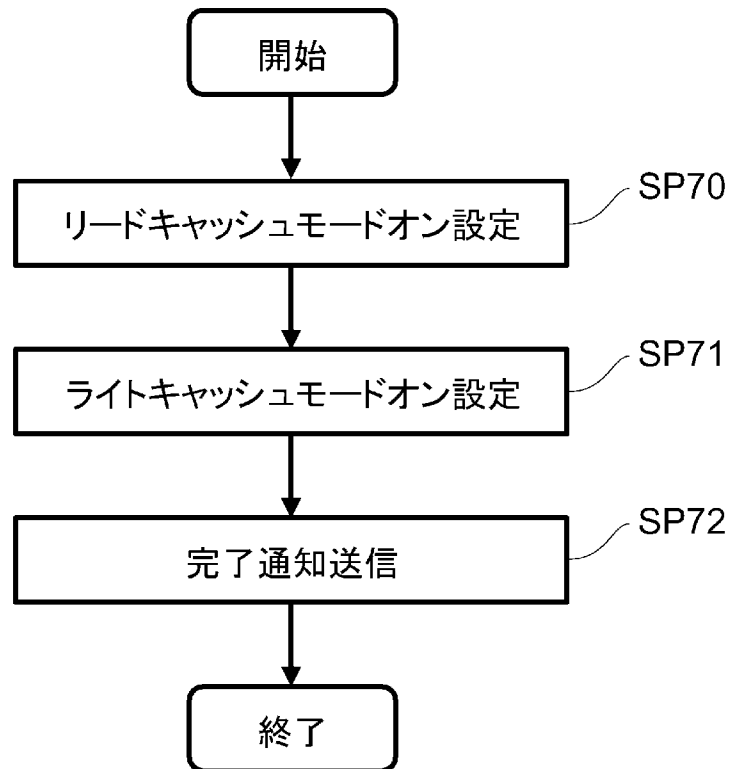
[図15]

図 1 5



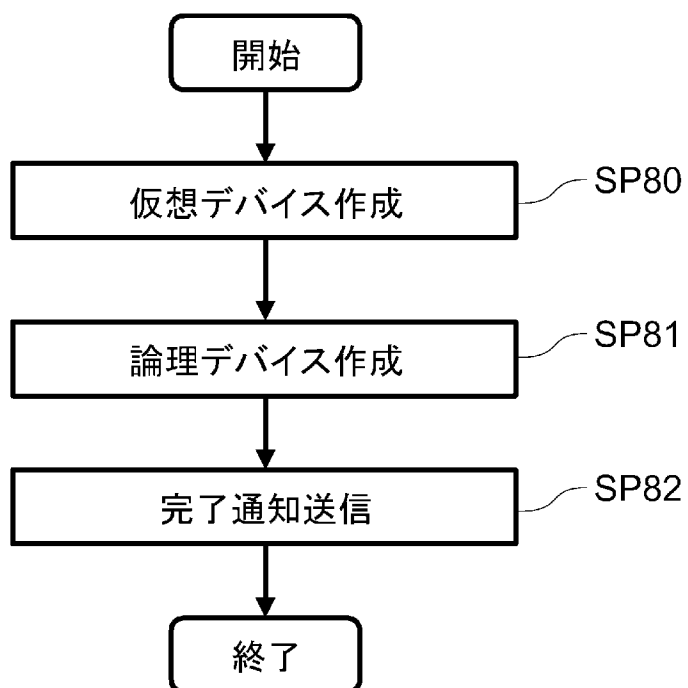
[図16]

図 1 6



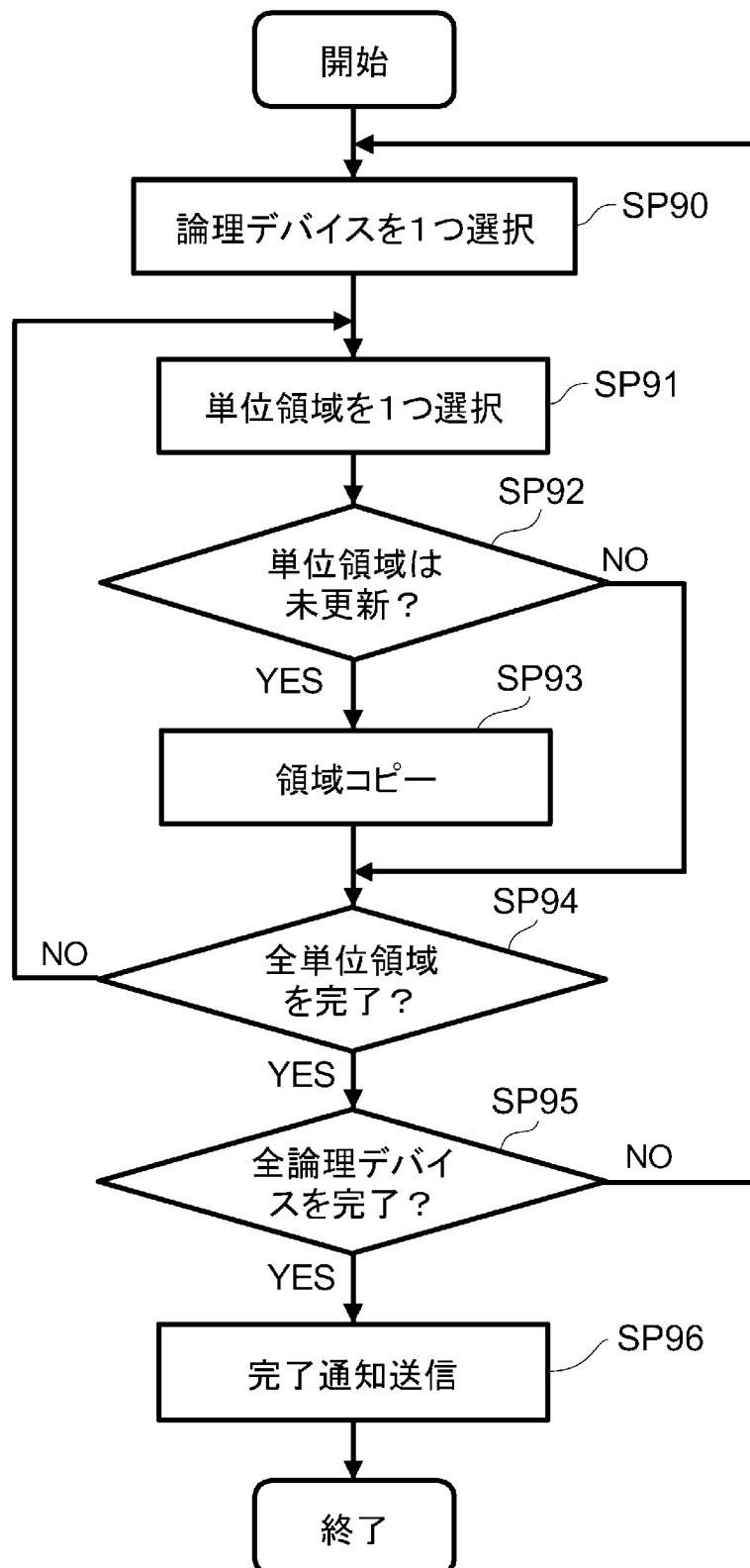
[図17]

図 17



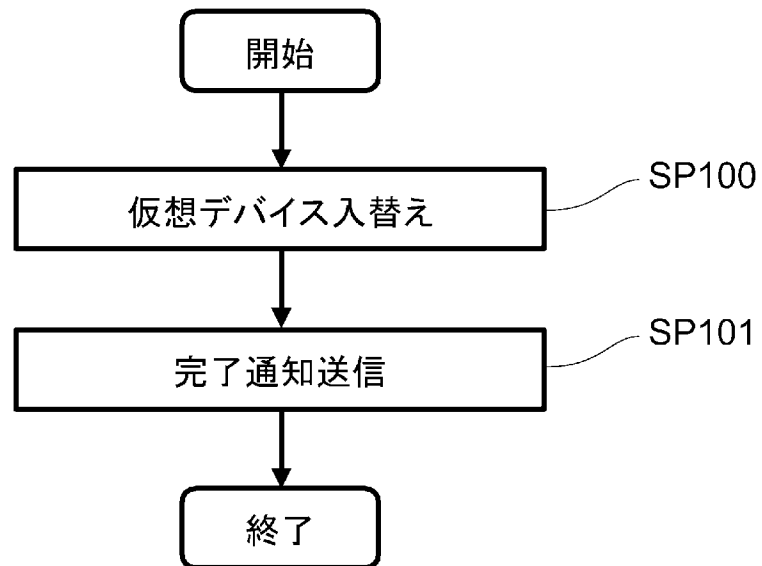
[図18]

図 18

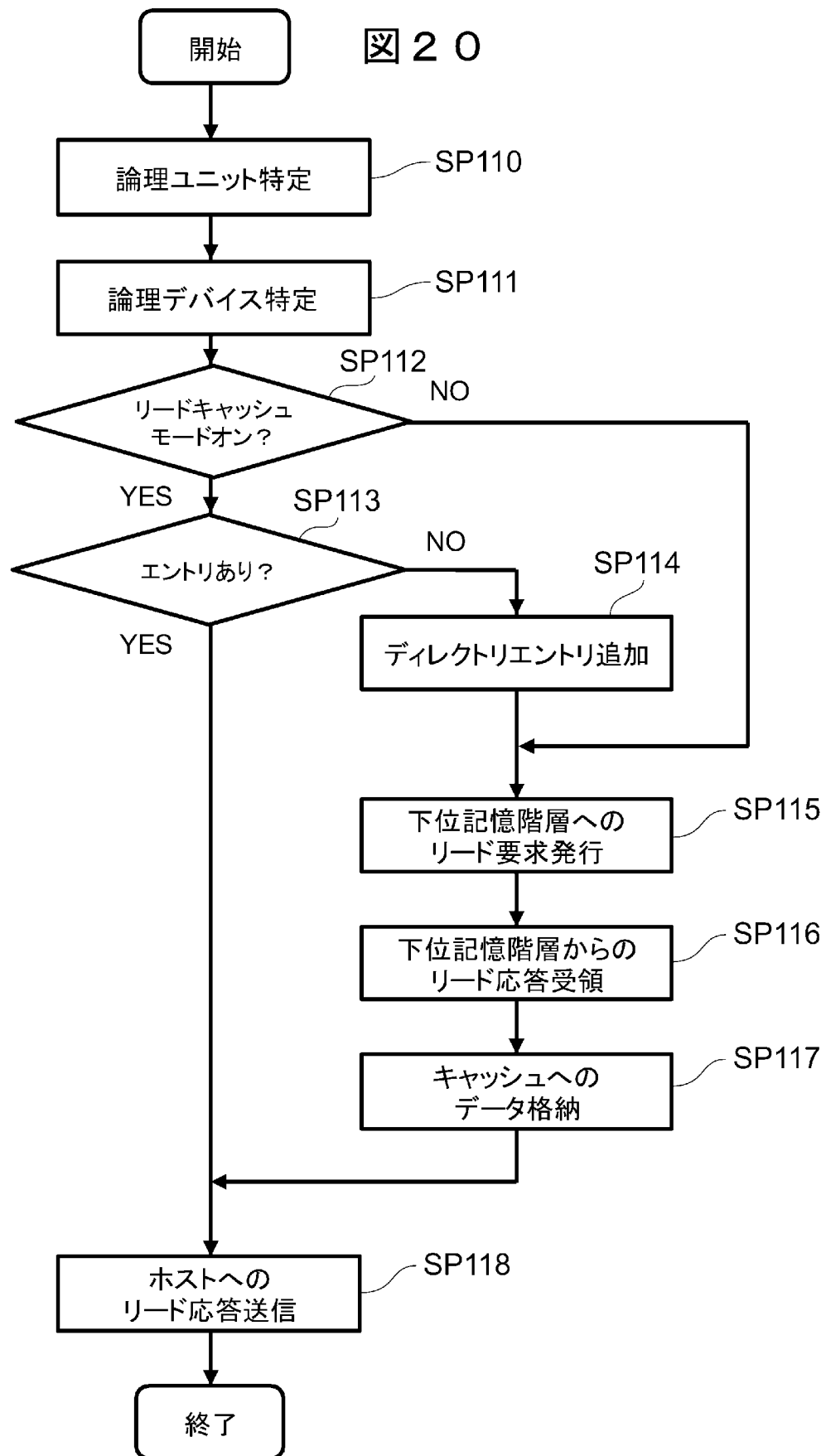


[図19]

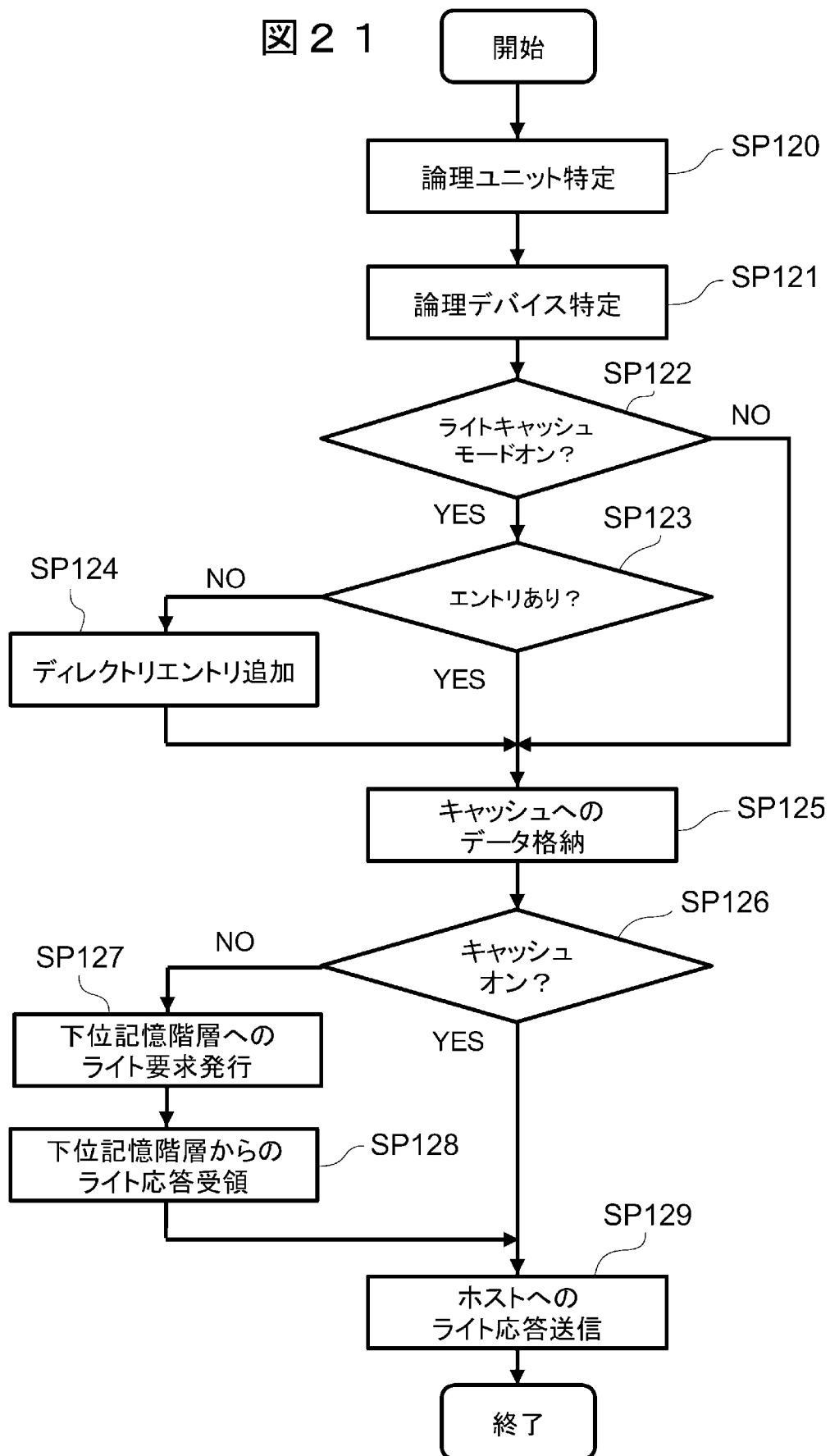
図 19



[図20]

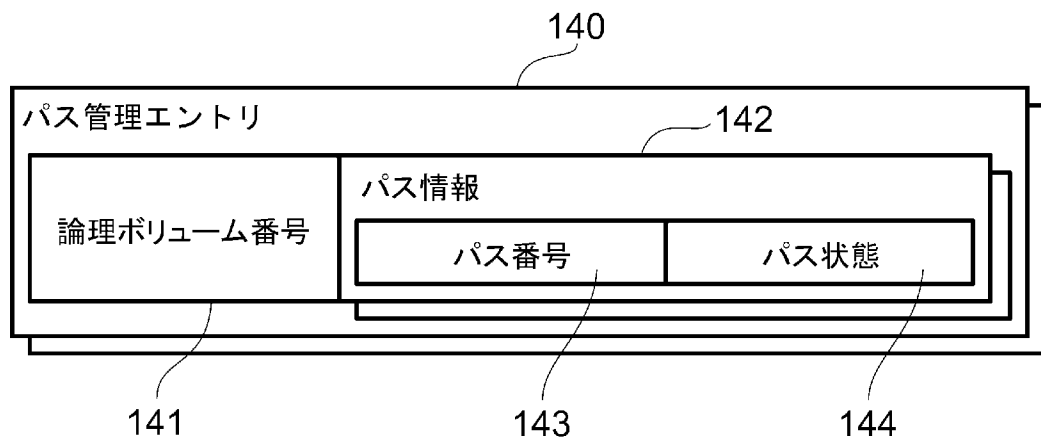


[図21]



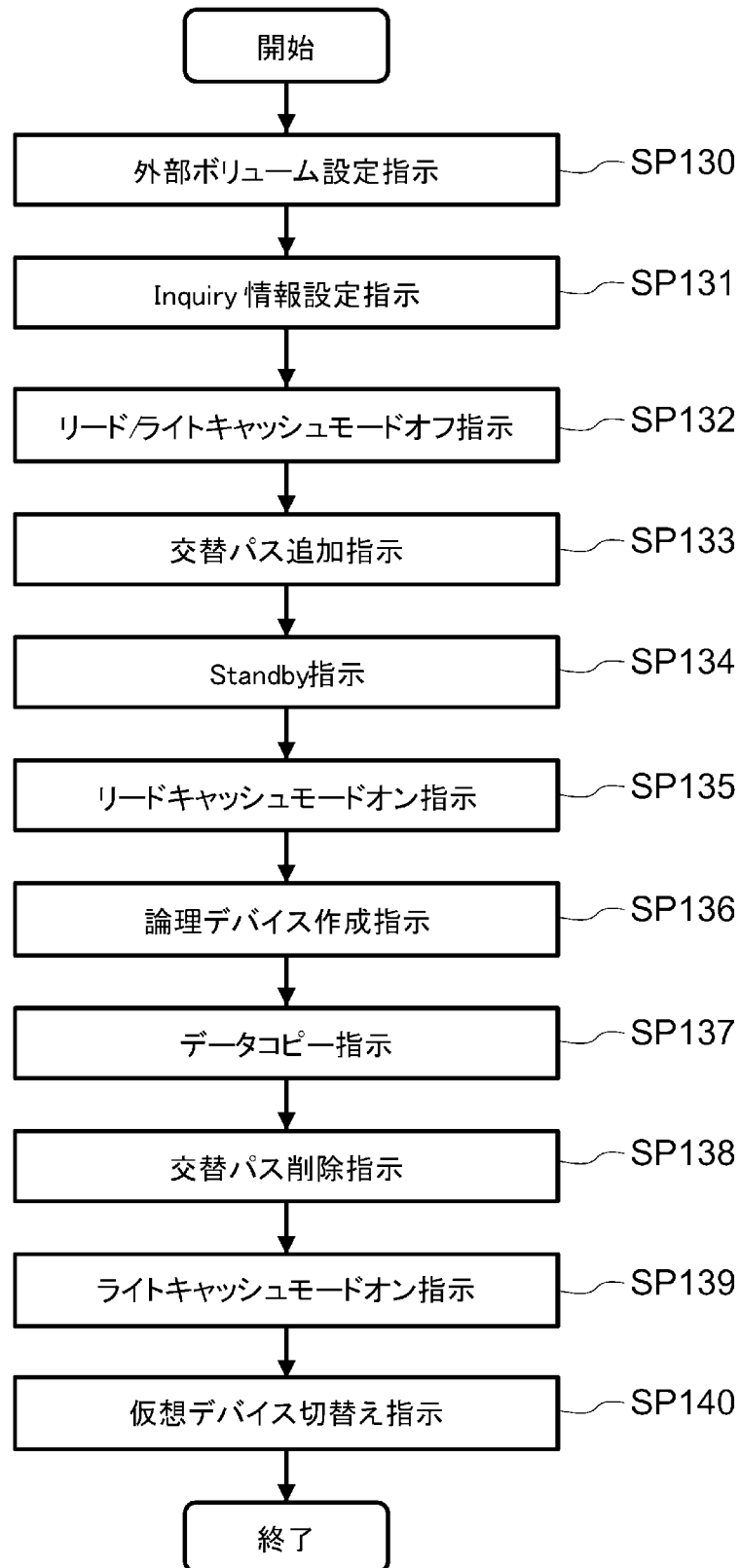
[図22]

図 2 2



[図23]

図 2 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/004982

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2008-176627 A (Hitachi, Ltd.), 31 July 2008 (31.07.2008), paragraphs [0034] to [0134] & US 2008/0177947 A1 & EP 1947563 A2	1-4, 8-11 5-7, 12-14
Y	JP 2007-18455 A (Hitachi, Ltd.), 25 January 2007 (25.01.2007), paragraphs [0102] to [0122] & US 2007/0011423 A1	5, 12
Y	JP 2007-310495 A (Hitachi, Ltd.), 29 November 2007 (29.11.2007), paragraphs [0198] to [0227] & US 2007/0271434 A1 & US 2009/0055586 A1 & EP 1857918 A2 & CN 101075177 A	6-7, 13-14



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
20 August, 2010 (20.08.10)

Date of mailing of the international search report
31 August, 2010 (31.08.10)

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（I P C））

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（I P C））

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	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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
X Y	J P 2 0 0 8 - 1 7 6 6 2 7 A (株式会社日立製作所) 2 0 0 8 . 0 7 . 3 1 , 段落【0034】 - 【0134】 & US 2 0 0 8 / 0 1 7 7 9 4 7 A 1 & EP 1 9 4 7 5 6 3 A 2	1-4, 8-11 5-7, 12-14
Y	J P 2 0 0 7 - 1 8 4 5 5 A (株式会社日立製作所) 2 0 0 7 . 0 1 . 2 5 , 段落【0102】 - 【0122】 & US 2 0 0 7 / 0 0 1 1 4 2 3 A 1	5, 12

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の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

20.08.2010

国際調査報告の発送日

31.08.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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

5 I

4 1 7 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3565

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
Y	J P 2007-310495 A (株式会社日立製作所) 2007. 11. 29, 段落【0198】－【0227】 & US 2007/0271434 A1 & US 2009/0055586 A1 & EP 1857918 A2 & CN 101075177 A	6-7, 13-14