

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7100253号
(P7100253)

(45)発行日 令和4年7月13日(2022.7.13)

(24)登録日 令和4年7月5日(2022.7.5)

(51)国際特許分類	F I			
G 0 6 F 3/06 (2006.01)	G 0 6 F	3/06	3 0 2 J	
	G 0 6 F	3/06	3 0 1 Z	
	G 0 6 F	3/06	3 0 2 A	
	G 0 6 F	3/06	3 0 3 E	
	G 0 6 F	3/06	3 0 3 Z	
請求項の数 5 (全29頁)				

(21)出願番号	特願2018-146604(P2018-146604)	(73)特許権者	000005223
(22)出願日	平成30年8月3日(2018.8.3)		富士通株式会社
(65)公開番号	特開2020-21396(P2020-21396A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43)公開日	令和2年2月6日(2020.2.6)	(74)代理人	110002918
審査請求日	令和3年5月13日(2021.5.13)		特許業務法人扶桑国際特許事務所
		(72)発明者	大和 貴明
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
		(72)発明者	榎原 勝男
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
		(72)発明者	木下 徹哉
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ストレージ制御装置およびストレージ制御プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の可搬型記録媒体を用いた記憶装置に記憶された複数のデータを、キャッシュ装置を介して利用できるように制御するストレージ制御装置において、
管理情報を記憶する記憶部と、制御部とを有し、
前記制御部は、
前記複数のデータのうち、複数の時間帯のうち同一の時間帯に利用が要求され、かつ、連続する識別番号を有する2以上のデータを、同一のグループに属するデータとして前記管理情報に登録し、
前記管理情報に登録された前記グループのうち、前記複数の時間帯のうち第1の時間帯に利用が要求されたデータを含む第1のグループと、前記複数の時間帯のうち前記第1の時間帯に隣接する第2の時間帯に利用が要求されたデータを含む第2のグループとの組み合わせの中から、前記第1のグループに含まれるデータの識別番号と前記第2のグループに含まれるデータの識別番号とが連番になるような前記第1のグループと前記第2のグループとが抽出された場合に、抽出された前記第1のグループと抽出された前記第2のグループとを統合し、
前記管理情報に登録された同一の前記グループに属するデータを、前記複数の可搬型記録媒体のうち同一の可搬型記録媒体にまとめて格納し、
前記管理情報に登録された前記グループのうちのグループに属する一のデータの利用が要求されたとき、前記一のグループに属するすべてのデータを、前記複数の可搬型記録媒

体のうち前記一のグループに対応する可搬型記録媒体から前記キャッシュ装置に読み込み、前記一のデータの利用要求に応答する、ストレージ制御装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記一のグループに属する、前記一のデータ以外の他のデータの利用が要求されたとき、前記他のデータが前記キャッシュ装置に存在する場合には、前記他のデータを前記一のグループに対応する可搬型記録媒体から前記キャッシュ装置に読み込む処理の実行をスキップして、前記他のデータの利用要求に応答する、請求項 1 記載のストレージ制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記複数のデータのうち前記キャッシュ装置に記憶されたデータをオフキャッシュにする際、前記グループを単位としてオフキャッシュの対象とするデータを選択する、請求項 1 または 2 記載のストレージ制御装置。

【請求項 4】

前記制御部は、データが前記キャッシュ装置に記憶されている前記グループの中から、最後にデータの利用が要求されてからの経過時間が最も短い前記グループのデータを、オフキャッシュの対象として選択する、請求項 3 記載のストレージ制御装置。

【請求項 5】

複数の可搬型記録媒体を用いた記憶装置に記憶された複数のデータを、キャッシュ装置を介して利用できるように制御するためのストレージ制御プログラムにおいて、コンピュータに、
前記複数のデータのうち、複数の時間帯のうち同一の時間帯に利用が要求され、かつ、連続する識別番号を有する 2 以上のデータを、同一のグループに属するデータとして管理情報に登録し、

前記管理情報に登録された前記グループのうち、前記複数の時間帯のうち第 1 の時間帯に利用が要求されたデータを含む第 1 のグループと、前記複数の時間帯のうち前記第 1 の時間帯に隣接する第 2 の時間帯に利用が要求されたデータを含む第 2 のグループとの組み合わせの中から、前記第 1 のグループに含まれるデータの識別番号と前記第 2 のグループに含まれるデータの識別番号とが連番になるような前記第 1 のグループと前記第 2 のグループとが抽出された場合に、抽出された前記第 1 のグループと抽出された前記第 2 のグループとを統合し、

前記管理情報に登録された同一の前記グループに属するデータを、前記複数の可搬型記録媒体のうち同一の可搬型記録媒体にまとめて格納し、

前記管理情報に登録された前記グループのうちのグループに属する一のデータの利用が要求されたとき、前記一のグループに属するすべてのデータを、前記複数の可搬型記録媒体のうち前記一のグループに対応する可搬型記録媒体から前記キャッシュ装置に読み込み、前記一のデータの利用要求に応答する、処理を実行させるストレージ制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ストレージ制御装置およびストレージ制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

可搬型記録媒体を用いて実現される大容量の記憶領域を、キャッシュ装置を介して利用できるように制御するストレージ装置が知られている。例えば、可搬型記録媒体として磁気テープを用いた上記ストレージ装置は、「仮想テープ装置」と呼ばれる場合がある。また、可搬型記録媒体に対するデータの読み書きを行うドライブ装置や、ドライブ装置に対す

10

20

30

40

50

る可搬型記録媒体のマウント、アンマウント、可搬型記録媒体の搬送を行うロボットなどを含む装置は、例えば「ライブラリ装置」と呼ばれる。このようなライブラリ装置と上記ストレージ装置とを用いたシステムは、例えば「仮想ライブラリシステム」と呼ばれる。

【0003】

上記のようなストレージ装置は、例えば、ホスト装置から論理ボリュームの利用要求を受け付ける。利用要求は、例えば、仮想ドライブに対する論理ボリュームのマウント要求という形式で受け付けられる。ストレージ装置は、利用が要求された論理ボリュームのデータがキャッシュ装置に存在しない場合、そのデータが記憶された可搬型記録媒体をドライブ装置にマウントし、その可搬型記録媒体からそのデータを読み出してキャッシュ装置に格納するように制御する。データの格納が完了すると、ホスト装置は、キャッシュ装置に格納された論理ボリュームのデータに対してアクセス可能になる。

10

【0004】

ここで、ストレージ装置の関連技術として、次のような提案がある。例えば、第1の記録媒体に維持された複数の仮想ボリュームにより1以上の仮想ボリューム集合体を形成し、最長未使用時間の仮想ボリュームを含む仮想ボリューム集合体を1つまたは複数の第2の記録媒体に書き込む仮想テープサーバが提案されている。また、一定期間にマウントが要求された論理ボリュームをグループ化し、1つのグループに属する各論理ボリュームについての一次ストレージの記憶装置を、割り当て先が一次ストレージの記憶装置の間で分散するようにいずれかの記憶装置に割り当てるストレージ装置が提案されている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2011-222043号公報

特開2016-66142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、一般的に、可搬型記録媒体からのデータの読み込みには、固定型の記録媒体と比較して長い時間がかかる。上記ストレージ装置では、キャッシュ装置を用いることで、可搬型記録媒体からのデータの読み込み回数を減少させ、データの利用が要求されてからの応答性能を向上させている。しかし、キャッシュ装置の容量には限度がある。そのため、例えば、短時間に多数のデータの利用が集中的に要求された場合には、キャッシュミスになる可能性が高まる。このとき、ストレージ装置は、キャッシュミスしたデータを可搬型記録媒体から読み込まなければならない、その分だけ利用要求に対する応答性能が低下してしまうという問題がある。

30

【0007】

1つの側面では、本発明は、多数のデータの利用が集中的に要求された際の応答性能を向上させることが可能なストレージ制御装置およびストレージ制御プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0008】

1つの案では、複数の可搬型記録媒体を用いた記憶装置に記憶された複数のデータを、キャッシュ装置を介して利用できるように制御するストレージ制御装置が提供される。このストレージ制御装置は、記憶部と制御部を有する。記憶部は、管理情報を記憶する。制御部は、複数のデータのうち、所定の時間帯に利用が要求された2以上のデータを、同一のグループに属するデータとして管理情報に登録し、管理情報に登録された同一のグループに属するデータを、複数の可搬型記録媒体のうち同一の可搬型記録媒体にまとめて格納し、管理情報に登録されたグループのうち一のグループに属する一のデータの利用が要求されたとき、一のグループに属するすべてのデータを、複数の可搬型記録媒体のうち一のグループに対応する可搬型記録媒体からキャッシュ装置に読み込み、一のデータの利用要求

50

に応答する。

【０００９】

また、１つの案では、上記のストレージ制御装置と同様の処理をコンピュータに実行させるストレージ制御プログラムが提供される。

【発明の効果】

【００１０】

１つの側面では、多数のデータの利用が集中的に要求された際の応答性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】第１の実施の形態に係るストレージシステムの構成例および処理例を示す図である。

【図２】第２の実施の形態に係るストレージシステムの構成例を示す図である。

【図３】仮想ライブラリ制御サーバのハードウェア構成例を示す図である。

【図４】論理ボリュームに対するアクセス処理の基本的な手順を示すシーケンス図である。

【図５】リコール実行待ちが発生する場合の比較例を示すシーケンス図（その１）である。

【図６】リコール実行待ちが発生する場合の比較例を示すシーケンス図（その２）である。

【図７】仮想ライブラリ制御サーバが備える処理機能の構成例を示すブロック図である。

【図８】ＬＶマウント検知テーブルの構成例を示す図である。

【図９】ＬＶ抽出テーブルの構成例を示す図である。

【図１０】ＬＶグループ管理テーブルの構成例を示す図である。

【図１１】論理ボリュームのマウント要求状況の例を示す図である。

【図１２】ＬＶグループに含まれる論理ボリュームのマイグレーションについて説明するための図である。

【図１３】ＬＶグループに含まれる論理ボリュームのリコールについて説明するための図である。

【図１４】ＬＶグループの生成処理を示すフローチャートの例（その１）である。

【図１５】ＬＶグループの生成処理を示すフローチャートの例（その２）である。

【図１６】アンマウント処理を示すフローチャートの例である。

【図１７】オフキャッシュ処理を示すフローチャートの例である。

【図１８】マウント処理を示すフローチャートの例である。

【図１９】複数の論理ボリュームのマウントが要求された場合の処理例を示すシーケンス図（その１）である。

【図２０】複数の論理ボリュームのマウントが要求された場合の処理例を示すシーケンス図（その２）である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

〔第１の実施の形態〕

図１は、第１の実施の形態に係るストレージシステムの構成例および処理例を示す図である。図１に示すストレージシステムは、ストレージ制御装置１０、キャッシュ装置２０、記憶装置３０およびホスト装置４０を含む。

【００１３】

ストレージ制御装置１０は、記憶装置３０に含まれる可搬型記録媒体Ｍ１，Ｍ２，Ｍ３，・・・に記憶された複数のデータを、キャッシュ装置２０を介して利用できるように制御する。図１の例では、複数のデータをホスト装置４０が利用できるように制御される。

【００１４】

キャッシュ装置２０は、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、ＳＳＤ（Solid State Drive）などの固定型の記録媒体によって実現される。キャッシュ装置２０は、可搬型記録媒体Ｍ１，Ｍ２，Ｍ３，・・・に記憶された複数のデータにアクセスする際のキャッシュ領域とし

10

20

30

40

50

て利用される。

【0015】

記憶装置30は、前述の可搬型記録媒体M1、M2、M3、・・・を含む。記憶装置30は、例えば、1台以上の図示しないドライブ装置を備え、ドライブ装置に可搬型記録媒体をマウントすることで、マウントされた可搬型記録媒体に対するデータの書き込みや、その可搬型記録媒体からのデータの読み出しを実行する。

【0016】

ホスト装置40は、可搬型記録媒体M1、M2、M3、・・・に記憶された複数のデータを利用して、各種の処理を実行する。例えば、これらの複数のデータのそれぞれが論理ボリュームである場合、ホスト装置40は、仮想ドライブに対する論理ボリュームのマウントをストレージ制御装置10に要求することで、その論理ボリュームのデータの利用を要求する。

【0017】

以下、ストレージ制御装置10の詳細について説明する。ストレージ制御装置10は、記憶部11と制御部12を有する。

記憶部11は、例えば、RAM(Random Access Memory)などのストレージ制御装置10が備える図示しない記憶装置の記憶領域によって実現される。記憶部11には、管理情報11aが記憶される。管理情報11aには、グループを識別するためのグループ番号と、グループに含まれるデータを識別するためのデータ番号とが対応付けて記録されている。

【0018】

制御部12は、例えば、ストレージ制御装置10が備える図示しないプロセッサとして実現される。制御部12は、可搬型記録媒体M1、M2、M3、・・・に記憶された複数のデータのうち、所定の時間帯にホスト装置40から利用が要求された2以上のデータを、同一のグループに属するデータとして管理情報11aに登録する。図1の例では、ある時間帯に利用が要求されたデータD1～D3が、同一のグループG1に属するデータとして管理情報11aに登録される。また、別の時間帯に利用が要求されたデータD4、D5が、同一のグループG2に属するデータとして管理情報11aに登録される。

【0019】

また、制御部12は、管理情報11aに登録された同一のグループに属するデータを、可搬型記録媒体M1、M2、M3、・・・のうち同一の可搬型記録媒体にまとめて格納する。図1の例では、グループG1に属するデータD1～D3が同一の可搬型記録媒体M1に格納され、グループG2に属するデータD4、D5が同一の可搬型記録媒体M2に格納される。

【0020】

さらに、制御部12は、管理情報11aに登録されたグループの1つに属するデータの1つの利用がホスト装置40から要求されたとき、次のような処理を実行する。なお、ここでは例として、グループG1に属するデータD1の利用が要求されたとする。また、利用の要求時点で、データD1～D3はキャッシュ装置20に記憶されていないものとする。

【0021】

制御部12は、管理情報11aを参照して、利用が要求されたデータD1がグループG1に属すると判定する。すると、制御部12は、グループG1に対応する可搬型記録媒体M1から、利用が要求されたデータD1だけでなく、グループG1に属する残りのすべてのデータD2、D3もキャッシュ装置20に読み込む。制御部12は、これらの読み込みが完了すると、データD1の利用要求に対する応答を示す情報をホスト装置40に送信する。

【0022】

このような処理により、多数のデータの利用が集中的に要求された際の応答性能を向上させることができる。すなわち、同一グループに含まれる複数のデータは、近い時刻に利用が要求される可能性が高い。そのため、上記のようにグループ単位でデータをキャッシュ装置20に読み込むことで、グループ内の1つのデータの利用が要求された後の近い時刻

10

20

30

40

50

に、同じグループ内の他のデータの利用が要求されたとき、そのデータがオンキャッシュである可能性が高まる。したがって、多数のデータの利用が集中的に要求された場合のキャッシュヒット率を高めることができ、その結果として、データの利用要求に対する応答性能を向上させることができる。

【0023】

具体的な例として、図1に示したように、データD1の利用要求に応じてグループG1に属するデータD1～D3がキャッシュ装置20に読み込まれたとする。この場合、その後の短時間でホスト装置40からデータD2、D3の利用が要求される可能性が高い。予測通りに短時間でデータD2、D3の利用が要求されたとき、データD2、D3はいずれもキャッシュ装置20に読み込み済みであるので、制御部12は、これらを可搬型記録媒体M1からあらためて読み込む必要はない。したがって、データD2、D3の利用が要求されてから短時間でホスト装置40に応答できるようになる。

【0024】

〔第2の実施の形態〕

次に、第2の実施の形態として、可搬型記録媒体として磁気テープを用いたストレージシステムについて説明する。

【0025】

図2は、第2の実施の形態に係るストレージシステムの構成例を示す図である。図2に示すストレージシステムは、仮想テープ装置100、テープライブラリ200およびホスト装置300を含む。

【0026】

仮想テープ装置100には、ディスクアレイ110が搭載されている。仮想テープ装置100は、テープライブラリ200をバックエンドのライブラリ装置、ディスクアレイ110をキャッシュ装置とした階層型の仮想ライブラリシステムを実現するための制御を行う。仮想ライブラリシステムとは、テープライブラリ200によって実現される大容量の記憶領域に対して、ホスト装置300がディスクアレイ110を通じて仮想的にアクセスできるようにしたものである。

【0027】

より具体的には、仮想テープ装置100は、ホスト装置300に対して有限台数の仮想ドライブを提供する。仮想ドライブは、後述するテープライブラリ200の物理ドライブ（Physical Drive：PD）231～234を仮想化したものである。仮想ドライブは、ホスト装置300に対して、テープライブラリ200内の実際の物理ドライブ231～234の台数より多い数だけ認識させることができる。

【0028】

ホスト装置300からマウントが要求された論理ボリューム（Logical Volume：LV）を仮想テープ装置100が仮想ドライブにマウントすることで、ホスト装置300はその論理ボリュームのデータを利用可能になる。また、仮想テープ装置100は、マウントが要求された論理ボリュームがディスクアレイ110にキャッシュされていない場合、その論理ボリュームのデータをテープライブラリ200内の物理ボリューム（Physical Volume：PV）からディスクアレイ110に読み込む。以後、仮想テープ装置100は、ホスト装置300からの読み書きの要求に基づき、ディスクアレイ110上における論理ボリュームに対して読み書きを行う。

【0029】

テープライブラリ200は、図1の記憶装置30の一例である。テープライブラリ200は、仮想ライブラリシステムにおけるバックエンドの記憶領域を実現する記憶装置である。物理ボリュームは、このようなバックエンドの記憶領域を実現するための可搬型の記録媒体である。本実施の形態では、物理ボリュームとして磁気テープが用いられる。磁気テープは、例えば、テープカートリッジに収容された状態で利用される。なお、物理ボリュームとしては、光ディスク、光磁気ディスクなどの他の種類の可搬型の記録媒体を利用することもできる。

10

20

30

40

50

【0030】

テープライブラリ200は、収納スロット210、ロボット220および物理ドライブ231～234を備える。収納スロット210には、物理ボリューム（磁気テープ）が複数収納されている。ロボット220は、仮想テープ装置100による制御の下で、収納スロット210と物理ドライブ231～234との間で物理ボリュームを搬送する。物理ドライブ231～234にはそれぞれ、ロボット220によって搬送された物理ボリュームが1つつつマウントされる。物理ドライブ231～234はそれぞれ、仮想テープ装置100による制御の下で、マウントされた物理ボリューム（磁気テープ）に対するデータの書き込みや、物理ボリュームからのデータの読み出しを行うテープドライブである。

【0031】

なお、テープライブラリ200に搭載される物理ドライブの数は、図2の例のように4台に限定されるものではない。

ホスト装置300は、図1のホスト装置40の一例である。ホスト装置300は、例えば、各種の業務のための処理を実行するサーバ装置である。ホスト装置300は、仮想テープ装置100に対してアクセスを要求することで、仮想ドライブにマウントされた論理ボリュームにアクセスする。

【0032】

次に、仮想テープ装置100の内部構成について、さらに説明する。仮想テープ装置100は、ディスクアレイ110に加えて、チャンネル制御サーバ120、仮想ライブラリ制御サーバ130、ドライブ制御サーバ140およびロボット制御サーバ150を備える。ディスクアレイ110は、図1のキャッシュ装置20の一例であり、仮想ライブラリ制御サーバ130は、図1のストレージ制御装置10の一例である。

【0033】

ディスクアレイ110は、仮想ライブラリシステムにおけるキャッシュ装置の記憶領域を実現する記録媒体として、複数のHDDを備える。ディスクアレイ110は、例えば、搭載された複数のHDDに対するアクセスをRAID（Redundant Arrays of Independent Disks）によって制御する。なお、ディスクアレイ110は、このような記録媒体の少なくとも一部として、SSDなどの他の種類の不揮発性記憶装置を備えていてもよい。

【0034】

チャンネル制御サーバ120は、ホスト装置300、ディスクアレイ110および仮想ライブラリ制御サーバ130に接続されている。チャンネル制御サーバ120は、仮想ドライブの機能を実現する。チャンネル制御サーバ120は、仮想ドライブにマウントされた論理ボリュームに対するホスト装置300からのアクセス要求を受信し、ディスクアレイ110上の論理ボリュームに対するアクセスを制御する。

【0035】

仮想ライブラリ制御サーバ130は、ホスト装置300、ディスクアレイ110、チャンネル制御サーバ120、ドライブ制御サーバ140およびロボット制御サーバ150に接続されている。仮想ライブラリ制御サーバ130は、仮想ライブラリシステムにおけるボリューム管理を行う。

【0036】

例えば、仮想ライブラリ制御サーバ130は、ホスト装置300からの要求に応じて、論理ドライブに対する論理ボリュームのマウントや、論理ドライブからの論理ボリュームのアンマウントを制御する。また、仮想ライブラリ制御サーバ130は、ロボット制御サーバ150に対し、物理ドライブ231～234に対する物理ボリュームのマウントや、物理ドライブ231～234からの物理ボリュームのアンマウントを指示する。さらに、仮想ライブラリ制御サーバ130は、ドライブ制御サーバ140に対し、物理ボリュームからディスクアレイ110への論理ボリュームのデータの読み出しや、ディスクアレイ110から物理ボリュームへの論理ボリュームのデータの書き込みを指示する。

【0037】

ドライブ制御サーバ140は、ディスクアレイ110、仮想ライブラリ制御サーバ130

10

20

30

40

50

およびテープライブラリ 200 の物理ドライブ 231～234 に接続されている。ドライブ制御サーバ 140 は、仮想ライブラリ制御サーバ 130 からの指示に応じて、物理ドライブ 231～234 にマウントされた物理ボリュームとの間のデータの読み書きを制御する。例えば、ドライブ制御サーバ 140 は、物理ボリュームからディスクアレイ 110 への論理ボリュームのデータの読み出しや、ディスクアレイ 110 から物理ボリュームへの論理ボリュームのデータの書き込みを制御する。

【0038】

ロボット制御サーバ 150 は、ディスクアレイ 110、仮想ライブラリ制御サーバ 130 およびテープライブラリ 200 のロボット 220 に接続されている。ロボット制御サーバ 150 は、仮想ライブラリ制御サーバ 130 からの指示に応じて、ロボット 220 に対し、物理ドライブ 231～234 への物理ボリュームのマウントや、物理ドライブ 231～234 からの物理ボリュームのアンマウントを指示する。

【0039】

図 3 は、仮想ライブラリ制御サーバのハードウェア構成例を示す図である。仮想ライブラリ制御サーバ 130 は、プロセッサ 130a、RAM 130b、SSD 130c および通信インタフェース 130d を備える。

【0040】

プロセッサ 130a は、仮想ライブラリ制御サーバ 130 全体を統括的に制御する。プロセッサ 130a は、CPU (Central Processing Unit)、MPU (Micro Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、または PLD (Programmable Logic Device) である。また、プロセッサ 130a は、CPU、MPU、DSP、ASIC、PLD のうちの 2 以上の要素の組み合わせであってもよい。なお、プロセッサ 130a は、図 1 の制御部 12 の一例である。

【0041】

RAM 130b は、仮想ライブラリ制御サーバ 130 の主記憶装置として使用される。RAM 130b には、プロセッサ 130a に実行させる OS (Operating System) プログラムやアプリケーションプログラムの少なくとも一部が一時的に格納される。また、RAM 130b には、プロセッサ 130a による処理に必要な各種データが格納される。

【0042】

SSD 130c は、仮想ライブラリ制御サーバ 130 の補助記憶装置として使用される。SSD 130c には、OS プログラム、アプリケーションプログラム、および各種データが格納される。なお、補助記憶装置としては、HDD などの他の種類の不揮発性記憶装置を使用することもできる。

【0043】

なお、RAM 130b または SSD 130c は、図 1 の記憶部 11 の一例である。通信インタフェース 130d は、ネットワーク 160 を介して、ホスト装置 300、ディスクアレイ 110、チャネル制御サーバ 120、ドライブ制御サーバ 140 およびロボット制御サーバ 150 と通信する。ネットワーク 160 は、例えば、LAN (Local Area Network) である。

【0044】

なお、チャネル制御サーバ 120、ドライブ制御サーバ 140 およびロボット制御サーバ 150 も、仮想ライブラリ制御サーバ 130 と同様のハードウェア構成によって実現可能である。ただし、チャネル制御サーバ 120 は、例えば、仮想ライブラリ制御サーバ 130 との間で LAN を介して通信する通信インタフェースと、ホスト装置 300 およびディスクアレイ 110 との間でファイバチャネル (FC) ネットワークを介して通信する通信インタフェースとを備えてもよい。また、ドライブ制御サーバ 140 およびロボット制御サーバ 150 は、例えば、仮想ライブラリ制御サーバ 130 との間で LAN を介して通信する通信インタフェースと、ディスクアレイ 110 およびテープライブラリ 200 との間でファイバチャネル (FC) ネットワークを介して通信する通信インタフェースとを備え

10

20

30

40

50

てもよい。

【0045】

次に、図4は、論理ボリュームに対するアクセス処理の基本的な手順を示すシーケンス図である。この図4を用いて、ホスト装置300からの論理ボリュームに対するアクセス処理の基本的な手順について説明する。

【0046】

前述のように、ホスト装置300は、複数の仮想ドライブを認識している。ホスト装置300は、仮想ライブラリ制御サーバ130に対して、アクセス対象の論理ボリュームを仮想ドライブの1つにマウントするように要求する。ここでは、論理ボリュームLV-Aのマウントが要求されたとする（ステップS11）。

【0047】

ここで、仮想ライブラリ制御サーバ130は、論理ボリュームLV-Aがディスクアレイ110に存在する場合、すなわちオンキャッシュ状態である場合には、論理ボリュームLV-Aを仮想ドライブにマウントするようにチャンネル制御サーバ120に要求する。

【0048】

一方、図4では、論理ボリュームLV-Aがディスクアレイ110に存在しなかった、すなわちオフキャッシュ状態であったとする。この場合、仮想ライブラリ制御サーバ130は、論理ボリュームLV-Aのデータが格納されている物理ボリュームを物理ドライブにマウントするように、ロボット制御サーバ150に要求する。図4では、物理ボリュームPV-Aを物理ドライブ231にマウントするように要求されたとする（ステップS12）。

【0049】

ロボット制御サーバ150は、テープライブラリ200のロボット220に対して、物理ボリュームPV-Aを物理ドライブ231にマウントするように要求する。ロボット220は、物理ボリュームPV-Aを収納スロット210から物理ドライブ231に搬送してマウントする（ステップS13）。マウントが完了すると、ロボット220からロボット制御サーバ150にマウント完了通知が送信され（ステップS14）、ロボット制御サーバ150から仮想ライブラリ制御サーバ130にマウント完了通知が送信される（ステップS15）。

【0050】

マウント完了通知を受信した仮想ライブラリ制御サーバ130は、物理ドライブ231にマウントされた物理ボリュームPV-Aから論理ボリュームLV-Aをディスクアレイ110に読み込むように、ドライブ制御サーバ140に要求する（ステップS16）。ドライブ制御サーバ140は、物理ボリュームPV-Aから論理ボリュームLV-Aを読み出すように物理ドライブ231に要求する。物理ドライブ231は、物理ボリュームPV-Aから論理ボリュームLV-Aのデータを読み出し、ドライブ制御サーバ140に送信する。ドライブ制御サーバ140は、送信された論理ボリュームLV-Aのデータをディスクアレイ110に格納する（ステップS17）。このように、論理ドライブに対するマウント要求に応じて論理ボリュームのデータを物理ボリュームからディスクアレイ110に読み込む処理を、「リコール」と呼ぶ。

【0051】

ディスクアレイ110への論理ボリュームLV-Aのデータの読み込みが完了すると、ドライブ制御サーバ140は、読み込み完了通知を仮想ライブラリ制御サーバ130に送信する（ステップS18）。仮想ライブラリ制御サーバ130は、論理ボリュームLV-Aを論理ドライブにマウントするようにチャンネル制御サーバ120に要求し、チャンネル制御サーバ120は、論理ボリュームLV-Aを仮想ドライブにマウントする。マウントが完了すると、仮想ライブラリ制御サーバ130は、マウント完了通知をホスト装置300に送信する（ステップS19）。

【0052】

以上の処理により、ホスト装置300は、論理ボリュームLV-Aにアクセス可能になる

10

20

30

40

50

。例えば、ホスト装置 300 は、論理ボリューム L V - A からのデータの読み出し要求をチャンネル制御サーバ 120 に送信する。すると、チャンネル制御サーバ 120 は、読み出しが要求されたデータをディスクアレイ 110 から読み出し、ホスト装置 300 に送信する。また、ホスト装置 300 は、論理ボリューム L V - A に対するデータの書き込み要求および書き込みデータを、チャンネル制御サーバ 120 に送信する。すると、チャンネル制御サーバ 120 は、書き込みデータをディスクアレイ 110 上の論理ボリューム L V - A に書き込み、ホスト装置 300 に書き込み完了通知を送信する。

【0053】

また、図示しないが、ホスト装置 300 はその後、仮想ライブラリ制御サーバ 130 に対して、論理ボリューム L V - A を仮想ドライブからアンマウントするように要求する。仮想ライブラリ制御サーバ 130 は、論理ボリューム L V - A のアンマウントをチャンネル制御サーバ 120 に要求し、チャンネル制御サーバ 120 は、論理ボリューム L V - A を仮想ドライブからアンマウントする。これにより、ホスト装置 300 は論理ボリューム L V - A を認識しなくなる。

【0054】

仮想ライブラリ制御サーバ 130 は、アンマウントされた論理ボリューム L V - A のデータを、ディスクアレイ 110 に格納されたままにする。これにより、同じ論理ボリューム L V - A を仮想ドライブにマウントするように再度要求されたとき、論理ボリューム L V - A のデータを物理ボリュームから読み出すことなく、マウント処理が短時間で実行される。

【0055】

また、仮想ライブラリ制御サーバ 130 は、ディスクアレイ 110 上の論理ボリューム L V - A にダーティデータが含まれる場合、ドライブ制御サーバ 140 およびロボット制御サーバ 150 を制御して、論理ボリューム L V - A のデータを物理ボリュームにも書き込む。このように、ディスクアレイ 110 上の論理ボリュームのデータを物理ボリュームに書き込む処理を、「マイグレーション」と呼ぶ。マイグレーションは、論理ボリュームのアンマウントが要求されたタイミング、またはそれ以後の任意のタイミングで実行される。

【0056】

さらに、仮想ライブラリ制御サーバ 130 は、ディスクアレイ 110 の空き領域が足りなくなると、ディスクアレイ 110 から論理ボリュームのデータを追い出す処理を実行する。仮想ライブラリ制御サーバ 130 は、基本的には、ディスクアレイ 110 にデータが格納されたマイグレーション済みの論理ボリュームの中から、LRU (Least Recently Used) 方式によって追い出し対象の論理ボリュームを選択する。ディスクアレイ 110 から論理ボリュームのデータが追い出される（消去される）ことで、この論理ボリュームはオフキャッシュ状態となる。

【0057】

ところで、図 4 で説明したように、マウントが要求された論理ボリュームがオフキャッシュ状態の場合、その論理ボリュームのリコールが実行される。ここで、オフキャッシュ状態の論理ボリュームのマウントが要求されたときに、すべての物理ドライブが使用中の場合には、空きの物理ドライブが発生するまで、その論理ボリュームのリコールの実行を開始できない状態が発生する。以下、このような状態を「リコール実行待ち」の状態と記載する。リコール実行待ちが発生すると、その分だけマウントを要求したホスト装置 300 が論理ボリュームにアクセスできるようになるまでの時間が長くなってしまう。また、図 2 に示した構成例のように複数の物理ドライブが搭載されている場合でも、物理ドライブの台数を超える数の論理ボリュームのマウントが短い期間内に要求されると、リコール実行待ちが発生しやすくなってしまう。

【0058】

図 5、図 6 は、リコール実行待ちが発生する場合の比較例を示すシーケンス図である。この図 5、図 6 では、説明を簡単にするために、2 台の物理ドライブ 231, 232 のみが使用されるものとする。そして、ほぼ同じ時刻に 3 つの論理ボリューム L V - A, L V -

10

20

30

40

50

B, LV-Cのマウントが要求され(ステップS21a, S21b, S21c)、これらがすべてオフキャッシュ状態であったとする。なお、論理ボリュームLV-A, LV-B, LV-Cは、それぞれ物理ボリュームPV-A, PV-B, PV-Cに格納されているとする。

【0059】

この場合、論理ボリュームLV-A, LV-B, LV-Cのリコールが必要となる。しかし、2台の物理ドライブ231, 232のみ使用可能なので、仮想ライブラリ制御サーバ130はまず、論理ボリュームLV-Aのリコール(ステップS22a~S28a)と論理ボリュームLV-Bのリコール(ステップS22b~S28b)とを並行して実行する。

【0060】

すなわち、物理ドライブ231に対する物理ボリュームPV-Aのマウントが、仮想ライブラリ制御サーバ130からロボット制御サーバ150を介してロボット220に要求される(ステップS22a, S23a)。ロボット220によって物理ドライブ231に対して物理ボリュームPV-Aがマウントされると、マウント完了がロボット制御サーバ150を介して仮想ライブラリ制御サーバ130に通知される(ステップS24a, S25a)。

【0061】

続いて、仮想ライブラリ制御サーバ130からの読み込み要求(ステップS26a)に応じて、論理ボリュームLV-Aのデータが物理ボリュームPV-Aからドライブ制御サーバ140を介してディスクアレイ110に読み込まれる(ステップS27a)。仮想ライブラリ制御サーバ130は、読み込み完了通知を受信すると(ステップS28a)、仮想ドライブに論理ボリュームLV-Aをマウントするようにチャネル制御サーバ120に要求する。マウントが完了すると、仮想ライブラリ制御サーバ130は、マウント完了通知をホスト装置300に送信する(ステップS29a)。

【0062】

また、以上の処理と並行して、物理ドライブ232に対する物理ボリュームPV-Bのマウントが、仮想ライブラリ制御サーバ130からロボット制御サーバ150を介してロボット220に要求される(ステップS22b, S23b)。ロボット220によって物理ドライブ232に対して物理ボリュームPV-Bがマウントされると、マウント完了がロボット制御サーバ150を介して仮想ライブラリ制御サーバ130に通知される(ステップS24b, S25b)。

【0063】

続いて、仮想ライブラリ制御サーバ130からの読み込み要求(ステップS26b)に応じて、論理ボリュームLV-Bのデータが物理ボリュームPV-Bからドライブ制御サーバ140を介してディスクアレイ110に読み込まれる(ステップS27b)。仮想ライブラリ制御サーバ130は、読み込み完了通知を受信すると(ステップS28b)、仮想ドライブに論理ボリュームLV-Bをマウントするようにチャネル制御サーバ120に要求する。マウントが完了すると、仮想ライブラリ制御サーバ130は、マウント完了通知をホスト装置300に送信する(ステップS29b)。

【0064】

また、ステップS28a, S28bのいずれかが完了するまで、論理ボリュームLV-Cのリコールは実行待ち状態となる。そして、例えばステップS28aが先に完了したとすると、仮想ライブラリ制御サーバ130は、物理ドライブ231から物理ボリュームPV-Aをアンマウントするようにロボット制御サーバ150に要求する(ステップS30)。ロボット制御サーバ150は、物理ドライブ231からの物理ボリュームPV-Aのアンマウントを要求すると(ステップS31)、ロボット220はこの要求に応じて、物理ドライブ231から物理ボリュームPV-Aをアンマウントする。アンマウントが完了すると、アンマウント完了がロボット220からロボット制御サーバ150を介して仮想ライブラリ制御サーバ130に通知される(ステップS32, S33)。

【0065】

これにより物理ドライブ 231 が空き状態になり、この物理ドライブ 231 を使用して論理ボリューム L V - C のリコールを実行可能になる。すなわち、物理ドライブ 231 に対する物理ボリューム P V - C のマウントが、仮想ライブラリ制御サーバ 130 からロボット制御サーバ 150 を介してロボット 220 に要求される（ステップ S 34、S 35）。ロボット 220 によって物理ドライブ 231 に対して物理ボリューム P V - B がマウントされると、マウント完了がロボット制御サーバ 150 を介して仮想ライブラリ制御サーバ 130 に通知される（ステップ S 36、S 37）。

【0066】

続いて、仮想ライブラリ制御サーバ 130 からの読み込み要求（ステップ S 38）に応じて、論理ボリューム L V - C のデータが物理ボリューム P V - C からドライブ制御サーバ 140 を介してディスクアレイ 110 に読み込まれる（ステップ S 39）。仮想ライブラリ制御サーバ 130 は、読み込み完了通知を受信すると（ステップ S 40）、仮想ドライブに論理ボリューム L V - C をマウントするようにチャネル制御サーバ 120 に要求する。マウントが完了すると、仮想ライブラリ制御サーバ 130 は、マウント完了通知をホスト装置 300 に送信する（ステップ S 41）。

【0067】

このように、物理ドライブ 231、232 のいずれかが空き状態になるまで、論理ボリューム L V - C のリコールの実行を開始できないリコール実行待ちが発生する。このため、ホスト装置 300 が論理ボリューム L V - C のマウントを要求してから論理ボリューム L V - C にアクセスできるようになるまで長い時間がかかってしまうという問題がある。

【0068】

このような問題に対し、本実施の形態の仮想テープ装置 100 は、論理ボリュームのマウント要求の履歴からマウント要求の発生傾向を解析する。仮想テープ装置 100 は、その解析結果に基づいて、近い時刻にマウントが要求される可能性が高い複数の論理ボリュームをグループ化し、それらを同一の物理ボリュームに格納する。そして、仮想テープ装置 100 は、あるグループに含まれる論理ボリュームのマウントが要求されたとき、そのグループに含まれるすべての論理ボリュームを同一物理ボリュームから一度にリコールする。これにより、近い時刻にマウントが要求された複数の論理ボリュームについて、リコールの実行が 1 回だけで済む確率を高める。その結果、論理ボリュームのマウントが要求されたときにリコール実行待ちが発生する確率を低減し、論理ボリュームのマウント要求に対する応答性能を向上させる。

【0069】

図 7 は、仮想ライブラリ制御サーバが備える処理機能の構成例を示すブロック図である。仮想ライブラリ制御サーバ 130 は、記憶部 131、L V 管理部 132 および L V グループ生成部 133 を備える。

【0070】

記憶部 131 は、例えば、RAM 130 b、SSD 130 c などの仮想ライブラリ制御サーバ 130 が備える記憶装置の記憶領域によって実現される。記憶部 131 には、ボリューム管理テーブル 131 a、L V マウント検知テーブル 131 b、L V 抽出テーブル 131 c および L V グループ管理テーブル 131 d が記憶される。

【0071】

ボリューム管理テーブル 131 a には、データがディスクアレイ 110 に格納されている各論理ボリュームに関する情報が登録される。例えば、ボリューム管理テーブル 131 a には、各論理ボリュームが論理ドライブにマウントされているか否かを示すマウントフラグや、各論理ボリュームにダーティデータが含まれているか否かを示すダーティフラグなどが登録される。

【0072】

L V マウント検知テーブル 131 b には、所定期間（本実施の形態では例として 24 時間）における仮想ドライブへの論理ボリュームのマウント要求の履歴が記録される。

L V 抽出テーブル 131 c には、時間帯（本実施の形態では例として 1 時間）ごとにマウ

10

20

30

40

50

ントが要求された論理ボリュームが記録される。このLV抽出テーブル131cには、LVグループ生成部133により、LVマウント検知テーブル131bに基づいて抽出された情報が記録される。

【0073】

LVグループ管理テーブル131dには、LVグループ生成部133により、LVマウント検知テーブル131bおよびLV抽出テーブル131cに基づいて生成されたLVグループに関する情報が記録される。例えば、LVグループ管理テーブル131dには、各LVグループに含まれる論理ボリュームの識別情報や、各グループに対応付けられた物理ボリュームの識別情報が記録される。

【0074】

LV管理部132およびLVグループ生成部133の処理は、例えば、プロセッサ130aが所定のプログラムを実行することで実現される。

LV管理部132は、ホスト装置300から仮想ドライブへの論理ボリュームのマウントや、仮想ドライブからの論理ボリュームのアンマウントの要求を受信し、要求に応じた処理の実行を制御する。例えば、LV管理部132は、ホスト装置300から論理ボリュームのマウント要求を受信すると、ボリューム管理テーブル131aに基づいてその論理ボリュームがオンキャッシュ状態か否かを判定する。オンキャッシュ状態の場合、LV管理部132は、チャンネル制御サーバ120にその論理ボリュームを仮想ドライブにマウントさせて、ホスト装置300に应答する。

【0075】

一方、オフキャッシュ状態の場合、LV管理部132は、その論理ボリュームのリコールの実行を制御する。このとき、LV管理部132は、LVグループ管理テーブル131dに基づき、その論理ボリュームがLVグループに含まれる場合には、そのLVグループに含まれるすべての論理ボリュームのデータを、対応する同一の物理ボリュームからリコールさせる。リコールが完了すると、LV管理部132は、チャンネル制御サーバ120にその論理ボリュームを仮想ドライブにマウントさせて、ホスト装置300に应答する。

【0076】

また、LV管理部132は、ホスト装置300から論理ボリュームのアンマウント要求を受信すると、チャンネル制御サーバ120にその論理ボリュームを仮想ドライブからアンマウントさせて、ホスト装置300に应答する。その後、LV管理部132は、その論理ボリュームがLVグループに含まれる場合には、そのLVグループに対応付けられた1つの物理ボリュームに対してマイグレーションが行われるように制御する。これにより、LV管理部132は、同じLVグループに含まれるすべての論理ボリュームのデータが同一の物理ボリュームに格納されるように制御する。

【0077】

LVグループ生成部133は、24時間における論理ボリュームのマウント要求の履歴をLVマウント検知テーブル131bに記録する。LVグループ生成部133は、1時間の時間帯ごとに、その時間帯にマウントが要求された論理グループをLVマウント検知テーブル131bから抽出して、LV抽出テーブル131cに記録する。LVグループ生成部133は、LVマウント検知テーブル131bおよびLV抽出テーブル131cに基づいてLVグループを生成して、そのLVグループに含まれる論理ボリュームをLVグループ管理テーブル131dに記録する。また、LVグループ生成部133は、LVグループに対応する物理ボリュームをLVグループ管理テーブル131dに記録する。

【0078】

図8は、LVマウント検知テーブルの構成例を示す図である。LVマウント検知テーブル131bには、24時間における論理ボリュームのマウント要求の履歴が記録される。具体的には、LVマウント検知テーブル131bには、ホスト装置300からの論理ボリュームのマウント要求が検知されるたびに、マウントが要求された論理ボリュームを示すLV名と、マウントが要求された時刻を示すマウント要求時刻とが記録される。マウント要求時刻としては、時、分の値が記録される。

10

20

30

40

50

【0079】

図9は、LV抽出テーブルの構成例を示す図である。LV抽出テーブル131cには、1時間の時間帯ごとのレコードが24時間分設けられる。各レコードには、LVマウント検知テーブル131bから、対応する時間帯にマウントが要求された論理ボリュームを示すLV名が記録される。例えば図9では、1時からの1時間の時間帯に論理ボリュームLV0001, LV0002のマウントが要求されたことが記録されている。

【0080】

なお、これ以後、X時0分からX時59分までの1時間の時間帯のことを「X時台」と記載する場合がある。例えば、1時0分から1時59分までの1時間の時間帯を「1時台」と記載する場合がある。

【0081】

図10は、LVグループ管理テーブルの構成例を示す図である。LVグループ管理テーブル131dには、LVグループを示すLVグループ名ごとに、そのLVグループに含まれる論理ボリュームを示すLV名と、そのLVグループに対応付けられた1つの物理ボリュームを示すPV名とが対応付けて記録される。

【0082】

次に、図11は、論理ボリュームのマウント要求状況の例を示す図である。この図11を用いて、LVグループの生成方法について説明する。

図11に示す黒丸は、対応する1時間の時間帯において、対応する論理ボリュームのマウントが要求されたことを示す。例えば、1時台には論理ボリュームLV0002, LV0009のマウントが要求され、2時台には、論理ボリュームLV0007, LV0012, LV0013のマウントが要求されたことが示されている。

【0083】

ここで、ホスト装置300では、業務用のアプリケーションプログラムが実行されるものとする。業務では、1日の中の時間帯や、曜日、月次、年次に応じた定型的な作業が行われることが多い。そのため、業務用のアプリケーションプログラムによれば、個人用のものとは異なり、決められた時刻から時刻までの連続した期間においては、同じような処理が実行されることが多い。したがって、ホスト装置300からの論理ボリュームに対するアクセスについても、決められた時刻から時刻までの連続した期間において同じ論理ボリュームにアクセスされることが多いと推定される。

【0084】

また、ある決められた時刻から時刻までの連続期間において同じ複数の論理ボリュームにアクセスされる場合には、管理を容易化するために、それらの複数の論理ボリュームに対して連番の識別番号(LV名)が設定されることが多い。

【0085】

以上の観点から、本実施の形態の仮想テープ装置100は、「連続する期間内にマウントが要求された、連番のLV名を有する複数の論理ボリューム」を、同一のLVグループにグループ化する。そして、仮想テープ装置100は、後の図12、図13で説明するように、マイグレーションおよびリコールの処理をLVグループ単位で実行する。すなわち、仮想テープ装置100は、同一のLVグループに含まれる論理ボリュームのデータを同一の物理ボリュームに格納する。また、仮想テープ装置100は、同一のLVグループに含まれる論理ボリュームのデータを、対応する1つの物理ボリュームからディスクアレイ110に対して一度に読み込む。このような処理により、物理ドライブに対する物理ボリュームのマウント、および物理ドライブからの物理ボリュームのアンマウントの実行回数を低減できる。

【0086】

図11の例では、1時台から3時台までの連続した期間において、連続したLV名を有する論理ボリュームLV0002~LV0013のマウントが要求されている。そのため、論理ボリュームLV0002~LV0013は、1つのLVグループGP0001にグループ化される。また、7時台から10時台までの連続した期間において、連続したLV名

10

20

30

40

50

を有する論理ボリュームLV0017～LV0025のマウントが要求されている。そのため、論理ボリュームLV0017～LV0025は、1つのLVグループGP0002にグループ化される。

【0087】

なお、LVグループの生成条件の他の1つとして、1つのLVグループに含まれる論理ボリュームの上限数は、論理ボリュームがマウントされる仮想ドライブの台数とされる。これは、この台数を超える論理ボリュームのマウントが短期間に要求されることがあり得ないからである。

【0088】

図12は、LVグループに含まれる論理ボリュームのマイグレーションについて説明するための図である。同一のLVグループに含まれる論理ボリュームのデータは、マイグレーションの際に同一の物理ボリュームに格納される。図12の例では、LVグループGP0001に含まれる論理ボリュームLV0002～LV0013のデータは、1つの物理ボリュームPV0001に格納される。また、LVグループGP0002に含まれる論理ボリュームLV0017～LV0025のデータは、1つの物理ボリュームPV0002に格納される。

10

【0089】

図13は、LVグループに含まれる論理ボリュームのリコールについて説明するための図である。LVグループに含まれる1つの論理ボリュームのマウントが要求されると、そのLVグループに含まれるすべての論理ボリュームのデータが、対応する1つの物理ボリュームから一度にリコールされる。

20

【0090】

例えば、図13に示すように、1時台に論理ボリュームLV0009のマウントが要求されたとき、LVグループGP0001に含まれる論理ボリュームLV0002～LV0013のデータが、物理ボリュームPV0001からディスクアレイ110に読み込まれる。また、例えば、7時台に論理ボリュームLV0023のマウントが要求されたとき、LVグループGP0002に含まれる論理ボリュームLV0017～LV0025のデータが、物理ボリュームPV0002からディスクアレイ110に読み込まれる。

【0091】

LVグループGP0001に含まれる論理ボリュームLV0002～LV0013は、1時台から3時台までの短い期間に集中的にマウントが要求される可能性が高い。そのため、この期間にLVグループGP0001に含まれる論理ボリュームLV0009以外の他の論理ボリュームのマウントが要求された場合に、これらの論理ボリュームがオンキャッシュ状態であり、リコールが実行されない確率が高まる。これにより、LVグループGP0001に含まれる各論理ボリュームのマウント要求に対し、リコールが1回しか実行されず、リコールに伴う物理ボリュームのマウントおよびアンマウントも1回しか実行されない確率が高くなる。

30

【0092】

同様に、LVグループGP0002に含まれる論理ボリュームLV0017～LV0025についても、7時台から10時台までの短い期間に集中的にマウントが要求される可能性が高い。そのため、この期間にLVグループGP0002に含まれる論理ボリュームLV0023以外の他の論理ボリュームのマウントが要求された場合に、これらの論理ボリュームがオンキャッシュ状態である（キャッシュヒットする）確率が高まる。これは、この期間にLVグループGP0002に含まれる論理ボリュームLV0023以外の他の論理ボリュームのマウントが要求された場合に、物理ドライブの使用が必要となるリコールが実行されない確率が高まることを意味する。したがって、LVグループGP0002に含まれる各論理ボリュームのマウント要求に対し、リコールが1回しか実行されず、リコールに伴う物理ボリュームのマウントおよびアンマウントも1回しか実行されない確率が高くなる。

40

【0093】

50

このように、各LVグループに含まれる複数の論理ボリュームのマウント要求に対し、リコールが1回しか実行されない確率が高くなる。これによって、仮想テープ装置100の全体においてリコールの実行回数が減少し、リコールに伴う物理ボリュームのマウントおよびアンマウントの実行回数、すなわち物理ドライブの使用回数も減少する。その結果、ホスト装置300から論理ボリュームのマウントが要求されたときに、物理ドライブの空きがなくてリコールを開始できないリコール実行待ちが発生する確率を低減できる。したがって、全体として、論理ボリュームのマウント要求に対する応答性能を向上させることができる。

【0094】

また、LVグループとしてグループ化された論理ボリュームについて、マウントが要求された際のキャッシュヒット率が高まるので、マウント要求に対する応答性能を向上させることができる、ということもできる。

【0095】

次に、仮想テープ装置100の処理についてフローチャートを用いて説明する。

まず、図14、図15は、LVグループの生成処理を示すフローチャートの例である。

【ステップS111】 仮想ライブラリ制御サーバ130のLVグループ生成部133は、変数LVGR__VALUE, START__TIMEを設定する。変数LVGR__VALUEは、1つのLVグループに含めることが可能な論理ボリュームの上限数を示す。変数LVGR__VALUEとしては、仮想ドライブの台数が設定される。変数START__TIMEは、論理ボリュームのマウント要求の発生状況（マウント要求の履歴）を収集する期間の開始日時を示し、年、月、日、時、分の値が記録される。変数START__TIMEとしては、現在の日時が設定される。

【0096】

【ステップS112】 LVグループ生成部133は、LVマウント検知テーブル131b、LV抽出テーブル131cおよびLVグループ管理テーブル131dに登録された情報をクリアする。

【0097】

【ステップS113】 LVグループ生成部133は、ホスト装置300からの仮想ドライブに対する論理ボリュームのマウント要求を、LV管理部132が受信したかを監視する。LVグループ生成部133は、一定時間内にマウント要求の受信を検知した場合、ステップS114の処理を実行し、一定時間内にマウント要求の受信を検知できなかった場合、ステップS115の処理を実行する。

【0098】

【ステップS114】 LVグループ生成部133は、LVマウント検知テーブル131bにレコードを追加する。LVグループ生成部133は、マウントが要求された論理ボリュームのLV名と、マウントが要求された時刻とを、追加したレコードに記録する。

【0099】

【ステップS115】 LVグループ生成部133は、現在の時刻を取得し、変数START__TIMEが示す時刻から24時間が経過したかを判定する。LVグループ生成部133は、24時間が経過していない場合、処理をステップS113に進め、マウント要求の受信を監視する。一方、変数START__TIMEが示す時刻から24時間が経過したと判定された場合、直近の24時間分のマウント要求の履歴がLVマウント検知テーブル131bに記録された状態となる。この場合、LVグループ生成部113は、図15のステップS121の処理を実行する。

【0100】

以下、図15を用いて説明を続ける。

【ステップS121】 LVグループ生成部133は、変数HOURには、変数START__TIMEの「時」の値を設定する。

【0101】

【ステップS122】 LVグループ生成部133は、LVマウント検知テーブル131b

10

20

30

40

50

から、変数H O U Rが示す時間に対応する時間帯においてマウント要求が検知された論理ボリュームを抽出する。例えば、変数H O U Rが1の場合、1時台にマウントが要求された論理ボリュームが抽出される。L Vグループ生成部133は、抽出された論理ボリュームのL V名を、L V抽出テーブル131cにおける該時間帯のレコードに記録する。

【0102】

【ステップS123】L Vグループ生成部133は、ステップS122で抽出された論理ボリュームの中に、L V名が連番となる論理ボリュームのグループがあるかを判定する。L Vグループ生成部133は、該当する論理ボリュームのグループがある場合、ステップS124の処理を実行し、該当する論理ボリュームのグループがない場合、ステップS125の処理を実行する。

【0103】

【ステップS124】L Vグループ生成部133は、ステップS122で抽出された論理ボリュームのうち、L V名が連番となる論理ボリュームのグループを、L Vグループに設定する。ただし、L Vグループに含められる論理ボリュームの数は、変数L V G R _ V A L U Eの値以下とされる。L Vグループ生成部133は、L Vグループ管理テーブル131dにレコードを追加し、L Vグループに設定された各論理ボリュームのL V名を追加したレコードに記録する。

【0104】

【ステップS125】L Vグループ生成部133は、変数H O U Rの値をインクリメントする。

【ステップS126】L Vグループ生成部133は、変数H O U Rの値と変数S T A R T _ T I M Eの「時」の値とが一致するかを判定する。L Vグループ生成部133は、これらの値が一致しない場合、処理をステップS122に進める。この場合、次の時間帯にマウント要求が検知された論理ボリュームについて、ステップS122～S124の処理が実行される。一方、L Vグループ生成部133は、上記の値が一致した場合、24時間分の全時間帯について処理が終了したと判断し、ステップS127の処理を実行する。

【0105】

【ステップS127】この時点で、L Vグループ管理テーブル131dには、1時間の時間帯ごとにマウントが要求された連番のL V名を有する複数の論理ボリュームを含むL Vグループが、記録された状態となる。すなわち、生成された各L Vグループには、1つの時間帯が対応付けられている状態となる。次に、L Vグループ生成部133は、生成された各L Vグループに対応する時間帯と、これに隣接する時間帯とを含む連続する期間において、L V名が連番となる論理ボリュームおよびL Vグループをマージ（統合）して、1つのグループにまとめる。このマージ処理は、L V抽出テーブル131cとL Vグループ管理テーブル131dとを参照することで実行される。L Vグループ生成部133は、マージによって一体化されたL Vグループを示すレコードが記録されるように、L Vグループ管理テーブル131dを更新する。

【0106】

ここで、図11に示したL VグループG P 0 0 0 1を例に挙げて、マージ処理の例を説明する。ステップS127の実行開始時点では、2時台にマウントが要求された論理ボリュームL V 0 0 1 2、L V 0 0 1 3を含むL Vグループと、3時台にマウントが要求された論理ボリュームL V 0 0 0 3～L V 0 0 1 1を含むL Vグループとが生成された状態となる。ここで、前者をL VグループG P - Aとし、後者をL VグループG P - Bとする。

【0107】

ステップS127では、まず、L VグループG P - Aに対応付けられた2時台に隣接する1時台および3時台から、L VグループG P - Aに含まれる論理ボリュームに対して連番となるL V名を有する論理ボリュームまたはL Vグループが抽出される。ここでは、L VグループG P - Bが抽出され、L VグループG P - A、G P - Bがマージされて、論理ボリュームL V 0 0 0 3～L V 0 0 1 3を含むL VグループG P - Cが生成される。

【0108】

10

20

30

40

50

なお、このマージでは、LVグループGP-A, GP-Bの例のように、一方のLVグループに含まれる各論理ボリュームのLV名の最後尾と、他方のLVグループに含まれる各論理ボリュームのLV名の先頭とが連続する場合に、これらのLVグループがマージされる。これに加えて、一方のLVグループに含まれる論理ボリュームのLV名の一部と、他方のLVグループに含まれる論理ボリュームのLV名の一部とが重複する場合にも、これらのLVグループがマージされる。

【0109】

次に、LVグループGP-Cに対応する2時台および3時台と、これらに隣接する1時台および4時台を含む1時台から4時台の期間から、LVグループGP-Cに含まれる論理ボリュームに対して連番となるLV名を有する論理ボリュームまたはLVグループが抽出される。ここでは、1時台から論理ボリュームLV0002が抽出され、この論理ボリュームLV0002がLVグループGP-Cに編入される。すなわち、LVグループGP-Cは、論理ボリュームLV0002～LV0013を含むように拡張される。

10

【0110】

次に、拡張されたLVグループGP-Cに対応する1時台から3時台の期間と、これに隣接する0時台および4時台を含む0時台から4時台の期間から、LVグループGP-Cに含まれる論理ボリュームに対して連番となるLV名を有する論理ボリュームまたはLVグループが抽出される。ここでは、該当する論理ボリュームおよびLVグループが抽出されないため、LVグループGP-CがLVグループGP0001として確定される。

【0111】

20

【ステップS128】LVグループ生成部133は、変数START_TIMEが示す日時から6ヶ月が経過したかを判定する。6ヶ月が経過するまでの間、LVグループ生成部133は待ち状態となり、この期間では上記のステップS127までの処理によって生成されたLVグループを用いて、LV管理部132の処理が実行される。そして、6ヶ月が経過すると、LVグループ生成部133はステップS129の処理を実行する。なお、このステップS128で使用される経過時間の閾値は、6ヶ月に限定されるものではなく、任意の値を設定可能である。

【0112】

【ステップS129】LVグループ生成部133は、変数START_TIMEの値を、現在の日時によって更新する。その後、LVグループ生成部133は、処理を図14のステップS112に進め、LVグループを生成し直す。

30

【0113】

図16は、アンマウント処理を示すフローチャートの例である。

【ステップS131】LV管理部132が仮想ドライブからの論理ボリュームのアンマウント要求をホスト装置300から受信すると、ステップS132の処理が実行される。

【0114】

【ステップS132】LV管理部132は、チャンネル制御サーバ120に対して、該当論理ボリュームを仮想ドライブからアンマウントするように要求する。チャンネル制御サーバ120によるアンマウントが完了すると、LV管理部132は、ホスト装置300に対してアンマウントの完了通知を送信する。

40

【0115】

【ステップS133】LV管理部132は、LVグループ管理テーブル131dを参照し、アンマウントされた論理ボリュームがいずれかのLVグループに含まれるかを判定する。LV管理部132は、論理ボリュームがいずれかのLVグループに含まれる場合、ステップS134の処理を実行し、いずれのLVグループにも含まれない場合、ステップS137の処理を実行する。

【0116】

なお、このステップS133の処理は、ステップS132の実行後に即座に実行されなくてもよい。

【ステップS134】LV管理部132は、LVグループ管理テーブル131dのレコー

50

ドのうち、アンマウントされた論理ボリュームが含まれるLVグループのレコードを参照する。LV管理部132は、このレコードにLVグループに対応する物理ボリュームのPV名が設定されているかを判定する。LV管理部132は、物理ボリュームのPV名が設定済みの場合、ステップS136の処理を実行し、物理ボリュームのPV名が未設定の場合、ステップS135の処理を実行する。

【0117】

【ステップS135】LV管理部132は、未使用の物理ボリュームの中から1つを選択し、選択した物理ボリュームのPV名をステップS134で参照したレコードに記録する。これにより、LVグループに対して1つの物理ボリュームが設定される。

【0118】

【ステップS136】LV管理部132は、アンマウントされた論理ボリュームを物理ボリュームにマイグレーションする処理の実行を制御する。このとき、マイグレーション先の物理ボリュームは、論理ボリュームが含まれるLVグループに対応付けて設定された物理ボリュームとなる。

【0119】

LV管理部132は、物理ドライブ231～234の中から空きの物理ドライブを選択し、選択した物理ドライブに上記の物理ボリュームをマウントするようにロボット制御サーバ150に要求する。この要求により、ロボット220によって該当物理ドライブに対して該当物理ボリュームがマウントされる。ただし、該当物理ドライブがすでにいずれかの物理ドライブにマウントされている場合には、上記処理は省略される。同一のLVグループに含まれる論理ボリュームは、同時期に仮想ドライブからのアンマウントが要求される可能性も高いので、ステップS136において物理ボリュームのマウント処理が省略される可能性も高い。この場合、ステップS136での処理時間が短縮される。

【0120】

続いて、LV管理部132は、該当論理ボリュームのデータをディスクアレイ110から読み出して該当物理ボリュームに書き込むように、ドライブ制御サーバ140に要求する。この要求により、該当論理ボリュームのデータが該当物理ボリュームに格納される。このようなマイグレーションが完了すると、処理はステップS131に進められる。

【0121】

以上のステップS136の処理により、同一のLVグループに含まれる論理ボリュームのデータが、そのLVグループに対応付けられた同一の物理ボリュームに格納される。

【ステップS137】LV管理部132は、アンマウントされた論理ボリュームを物理ボリュームにマイグレーションする処理の実行を制御する。このとき、マイグレーション先の物理ボリュームは、未使用の物理ボリュームの中から任意に選択される。このようなマイグレーションが完了すると、処理はステップS131に進められる。

【0122】

なお、ステップS136、S137では、アンマウントされた論理ボリュームのデータはディスクアレイ110に残され、この論理ボリュームはオンキャッシュ状態のままになる。

【0123】

図17は、オフキャッシュ処理を示すフローチャートの例である。

【ステップS141】LV管理部132は、ディスクアレイ110のキャッシュ領域の空き容量が所定量を下回ったかを判定する。LV管理部132は、空き容量が所定量以上の場合、一定時間後にステップS141の処理を再実行する。一方、LV管理部132は、空き容量が所定量を下回った場合、ステップS142の処理を実行する。

【0124】

【ステップS142】LV管理部132は、LVグループ管理テーブル131dに1以上のLVグループが登録されているかを判定する。LV管理部132は、1以上のLVグループが登録済みの場合、ステップS143の処理を実行し、LVグループが1つも登録されていない場合、ステップS144の処理を実行する。

【0125】

【ステップ S 1 4 3】 L V 管理部 1 3 2 は、オンキャッシュ状態の L V グループ（すなわち、すべての論理ボリュームのデータがディスクアレイ 1 1 0 に存在する L V グループ）の中から、アンマウント状態かつマイグレーション済みの L V グループを抽出する。L V 管理部 1 3 2 は、抽出した L V グループの中から、過去における現在の時刻に最も近い時刻にマウントが要求された L V グループを選択し、選択した L V グループに含まれるすべての論理ボリュームをオフキャッシュ状態にする。すなわち、L V 管理部 1 3 2 は、該当論理ボリュームのデータをディスクアレイ 1 1 0 から削除する。この後、処理はステップ S 1 4 1 に進められる。

【 0 1 2 6 】

ここで、L V グループとしてグループ化された複数の論理ボリュームは、比較的短い期間内に集中的に使用される（マウントが要求される）可能性が高い。このため、論理ボリューム単位ではなく、ステップ S 1 4 3 の処理のように L V グループ単位でオフキャッシュ処理を実行する方が、ディスクアレイ 1 1 0 のキャッシュ領域を有効に利用できる。

10

【 0 1 2 7 】

また、L V グループとしてグループ化された複数の論理ボリュームは、周期的に使用される（マウントが要求される）可能性が高い。このため、例えば、L R U 論理にしたがって最後にマウントが要求されてから最も時間が経過している L V グループをオフキャッシュ処理の対象とした場合、その後の比較的短い時間で、この L V グループ内の論理ボリュームのマウントが要求される可能性が高い。一方、最後にマウントが要求されてからの時間が最も短い L V グループは、これ以降しばらくは使用されない（マウントが要求されない）可能性が高いと考えられる。

20

【 0 1 2 8 】

このため、後者の L V グループに含まれる全論理ボリュームのデータを優先的にオフキャッシュ状態にすることで、この L V グループの各論理ボリュームがオンキャッシュ状態になっている時間を可能な限り短くすることができる。これにより、キャッシュ領域や物理ドライブ 2 3 1 ~ 2 3 4 を他の論理ボリュームのために有効利用できるようになる。

【 0 1 2 9 】

【ステップ S 1 4 4】 L V 管理部 1 3 2 は、オンキャッシュ状態かつマイグレーション済みの論理ボリュームの中から、L R U 論理にしたがってオフキャッシュ対象の論理ボリュームを選択する。L V 管理部 1 3 2 は、選択した論理ボリュームのデータをオフキャッシュ状態にする。すなわち、L V 管理部 1 3 2 は、該当論理ボリュームのデータをディスクアレイ 1 1 0 から削除する。この後、処理はステップ S 1 4 1 に進められる。

30

【 0 1 3 0 】

図 1 8 は、マウント処理を示すフローチャートの例である。

【ステップ S 1 5 1】 L V 管理部 1 3 2 が仮想ドライブに対する論理ボリュームのマウント要求をホスト装置 3 0 0 から受信すると、ステップ S 1 5 2 の処理が実行される。

【 0 1 3 1 】

【ステップ S 1 5 2】 L V 管理部 1 3 2 は、マウントが要求された論理ボリュームがオンキャッシュ状態かを判定する。L V 管理部 1 3 2 は、論理ボリュームがオンキャッシュ状態の場合、ステップ S 1 5 7 の処理を実行し、オフキャッシュ状態の場合、ステップ S 1 5 3 の処理を実行する。

40

【 0 1 3 2 】

【ステップ S 1 5 3】 L V 管理部 1 3 2 は、L V グループ管理テーブル 1 3 1 d を参照して、マウントが要求された論理ボリュームがいずれかの L V グループに含まれるかを判定する。L V 管理部 1 3 2 は、論理ボリュームがいずれかの L V グループに含まれる場合、ステップ S 1 5 4 の処理を実行し、いずれの L V グループにも含まれない場合、ステップ S 1 5 5 の処理を実行する。

【 0 1 3 3 】

【ステップ S 1 5 4】 L V 管理部 1 3 2 は、L V グループ管理テーブル 1 3 1 d に基づき、マウントが要求された論理ボリュームを含む L V グループを特定し、その L V グループ

50

に含まれるすべての論理ボリュームを特定する。L V 管理部 1 3 2 は、特定したすべての論理ボリュームのデータをリコールする処理の実行を制御する。

【0 1 3 4】

L V 管理部 1 3 2 は、L V グループ管理テーブル 1 3 1 d に基づいて、特定した L V グループに対応付けられた物理ボリュームを特定する。L V 管理部 1 3 2 は、物理ドライブ 2 3 1 ~ 2 3 4 の中から空きの物理ドライブを選択し、選択した物理ドライブに上記の物理ボリュームをマウントするようにロボット制御サーバ 1 5 0 に要求する。この要求により、ロボット 2 2 0 によって該当物理ドライブに対して該当物理ボリュームがマウントされる。続いて、L V 管理部 1 3 2 は、該当 L V グループに含まれるすべての論理ボリュームのデータをマウントされた物理ボリュームから読み出してディスクアレイ 1 1 0 に書き込むように、ドライブ制御サーバ 1 4 0 に要求する。この要求により、該当物理ボリュームから上記のすべての論理ボリュームのデータがディスクアレイ 1 1 0 に読み込まれる。

10

【0 1 3 5】

【ステップ S 1 5 5】 L V 管理部 1 3 2 は、マウントが要求された論理ボリュームのデータをリコールする処理の実行を制御する。すなわち、L V 管理部 1 3 2 は、マウントが要求された論理ボリュームのデータが格納された物理ボリュームを特定する。L V 管理部 1 3 2 は、物理ドライブ 2 3 1 ~ 2 3 4 の中から空きの物理ドライブを選択し、選択した物理ドライブに特定した物理ボリュームをマウントするようにロボット制御サーバ 1 5 0 に要求する。この要求により、ロボット 2 2 0 によって該当物理ドライブに対して該当物理ボリュームがマウントされる。続いて、L V 管理部 1 3 2 は、該当論理ボリュームのデータをマウントされた物理ボリュームから読み出してディスクアレイ 1 1 0 に書き込むように、ドライブ制御サーバ 1 4 0 に要求する。この要求により、該当物理ボリュームから該当論理ボリュームのデータのみがディスクアレイ 1 1 0 に読み込まれる。

20

【0 1 3 6】

【ステップ S 1 5 6】 L V 管理部 1 3 2 は、ステップ S 1 5 4 またはステップ S 1 5 5 のリコール処理が完了するまで、待ち状態となる。そして、リコール処理が完了すると、L V 管理部 1 3 2 は、ステップ S 1 5 7 の処理を実行する。

【0 1 3 7】

【ステップ S 1 5 7】 L V 管理部 1 3 2 は、チャンネル制御サーバ 1 2 0 に対して、マウントが要求された論理ボリュームを仮想ドライブに対してマウントするように要求する。チャンネル制御サーバ 1 2 0 によるマウントが完了すると、L V 管理部 1 3 2 は、ホスト装置 3 0 0 に対してマウントの完了通知を送信する。そして、処理がステップ S 1 5 1 に進められる。

30

【0 1 3 8】

なお、ステップ S 1 5 4 の処理が実行された場合、L V グループ内のすべての論理ボリュームがオンキャッシュ状態となる。ステップ S 1 5 7 では、これらのうち、マウントが要求された論理ボリュームのみが仮想ドライブにマウントされた状態となるが、残りの論理ボリュームはいずれも、仮想ドライブに対するアンマウント状態として管理される。

【0 1 3 9】

次に、図 1 9、図 2 0 は、複数の論理ボリュームのマウントが要求された場合の処理例を示すシーケンス図である。図 1 9、図 2 0 では、図 5、図 6 と同様に、説明を簡単にするために、2 台の物理ドライブ 2 3 1、2 3 2 のみが使用されるものとする。

40

【0 1 4 0】

また、図 1 9、図 2 0 では、図 5、図 6 と同様に、ほぼ同じ時刻に 3 つの論理ボリューム L V - A、L V - B、L V - C のマウントが要求されたとする（ステップ S 5 1 a、S 5 1 b、S 5 1 c）。また、論理ボリューム L V - A、L V - B、L V - C のそれぞれは、マウントが要求された時点ではオフキャッシュ状態であったとする。さらに、図 5、図 6 の場合とは異なり、論理ボリューム L V - A、L V - C が同一の L V グループに含まれており、それらのデータが物理ボリューム P V - A に格納されているとする。一方、論理ボリューム L V - B のデータについては、図 5、図 6 と同様に物理ボリューム P V - B に格

50

納されているとする。

【0141】

仮想ライブラリ制御サーバ130は、まず、論理ボリュームLV-Aのマウント処理と、論理ボリュームLV-Cのマウント処理とを並行して実行する。論理ボリュームLV-Aのマウント処理では、仮想ライブラリ制御サーバ130は、論理ボリュームLV-AがLVグループに含まれると判定する。さらに、仮想ライブラリ制御サーバ130は、そのLVグループには論理ボリュームLV-Cも含まれていると判定する（ステップS52）。すると、仮想ライブラリ制御サーバ130は、論理ボリュームLV-Aのリコール（ステップS53a～S59a）に続けて、論理ボリュームLV-Cのリコール（ステップS57c～S59c）を実行する。

10

【0142】

論理ボリュームLV-Aのリコール（ステップS53a～S59a）の処理内容は、図5のステップS22a～S28aと同様なので、ここでは説明を省略する。また、論理ボリュームLV-Cのリコール（ステップS57c～S59c）では、物理ドライブ231にマウント済みの物理ボリュームPV-Aから、論理ボリュームLV-Cのデータがディスクアレイ110に読み込まれる。

【0143】

以上のリコールが完了すると、仮想ライブラリ制御サーバ130は、仮想ドライブに論理ボリュームLV-Aをマウントするようにチャンネル制御サーバ120に要求する。マウントが完了すると、仮想ライブラリ制御サーバ130は、マウント完了通知をホスト装置300に送信する（ステップS60a）。これにより、論理ボリュームLV-Aのマウント処理が完了する。

20

【0144】

一方、論理ボリュームLV-Bのマウント処理（ステップS53b～S60b）の処理内容は、図5のステップS22b～S29bと同様なので、ここでは説明を省略する。また、仮想ライブラリ制御サーバ130は、論理ボリュームLV-Aのマウント処理に続けて、論理ボリュームLV-Cのマウント処理を実行する。この処理では、仮想ライブラリ制御サーバ130は、論理ボリュームLV-Cがオンキャッシュ状態であると判定し（ステップS61）、仮想ドライブに論理ボリュームLV-Cをマウントするようにチャンネル制御サーバ120に要求する。マウントが完了すると、仮想ライブラリ制御サーバ130は、マウント完了通知をホスト装置300に送信する（ステップS60c）。これにより、論理ボリュームLV-Cのマウント処理が完了する。

30

【0145】

このように、図19、図20の処理によれば、図5、図6の処理とは異なり、論理ボリュームLV-Cのマウントの際にリコール実行待ちが発生しない。したがって、論理ボリュームLV-Cのマウントが要求されてからの応答時間を短縮できる。

【0146】

なお、上記の各実施の形態に示した装置（例えば、ストレージ制御装置10、チャンネル制御サーバ120、仮想ライブラリ制御サーバ130、ドライブ制御サーバ140、ロボット制御サーバ150）の処理機能は、コンピュータによって実現することができる。その場合、各装置が有すべき機能の処理内容を記述したプログラムが提供され、そのプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、磁気記憶装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリなどがある。磁気記憶装置には、ハードディスク装置（HDD）、磁気テープなどがある。光ディスクには、CD（Compact Disc）、DVD（Digital Versatile Disc）、ブルーレイディスク（Blu-ray Disc：BD、登録商標）などがある。光磁気記録媒体には、MO（Magneto-Optical disk）などがある。

40

【0147】

プログラムを流通させる場合には、例えば、そのプログラムが記録されたDVD、CDな

50

どの可搬型記録媒体が販売される。また、プログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することもできる。

【0148】

プログラムを実行するコンピュータは、例えば、可搬型記録媒体に記録されたプログラムまたはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、自己の記憶装置に格納する。そして、コンピュータは、自己の記憶装置からプログラムを読み取り、プログラムにしたがった処理を実行する。なお、コンピュータは、可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムにしたがった処理を実行することもできる。また、コンピュータは、ネットワークを介して接続されたサーバコンピュータからプログラムが転送されるごとに、逐次、受け取ったプログラムにしたがった処理を実行することもできる。

10

【符号の説明】

【0149】

10 ストレージ制御装置

11 記憶部

11a 管理情報

12 制御部

20 キャッシュ装置

30 記憶装置

40 ホスト装置

D1～D4 データ

G1, G2 グループ

M1～M3 可搬型記録媒体

20

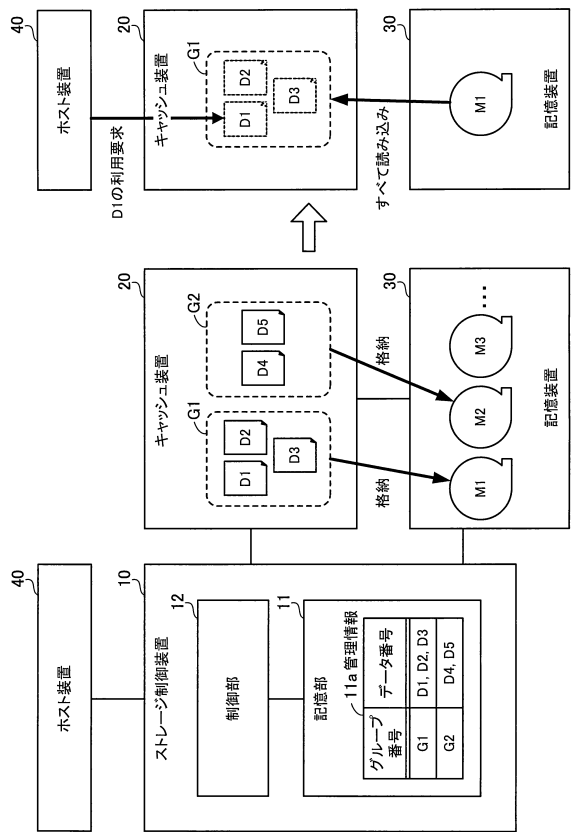
30

40

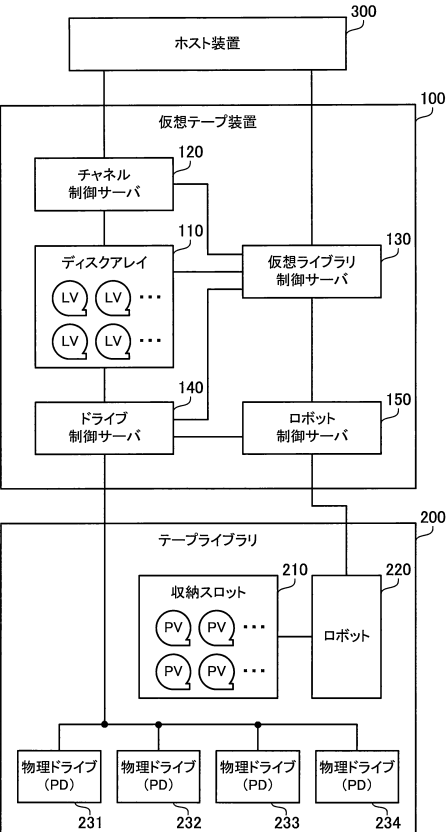
50

【図面】

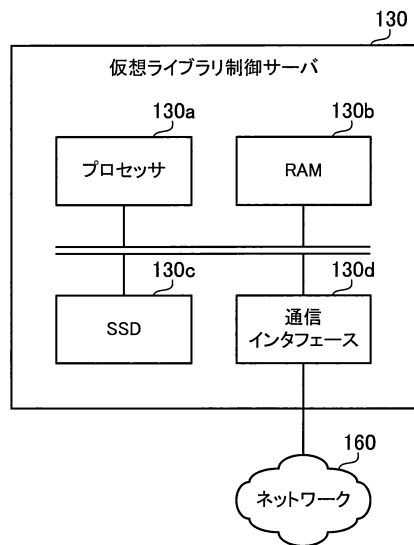
【図 1】



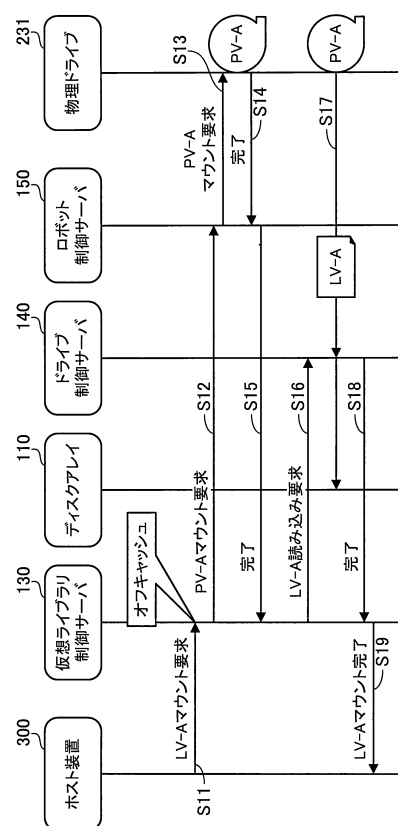
【図 2】



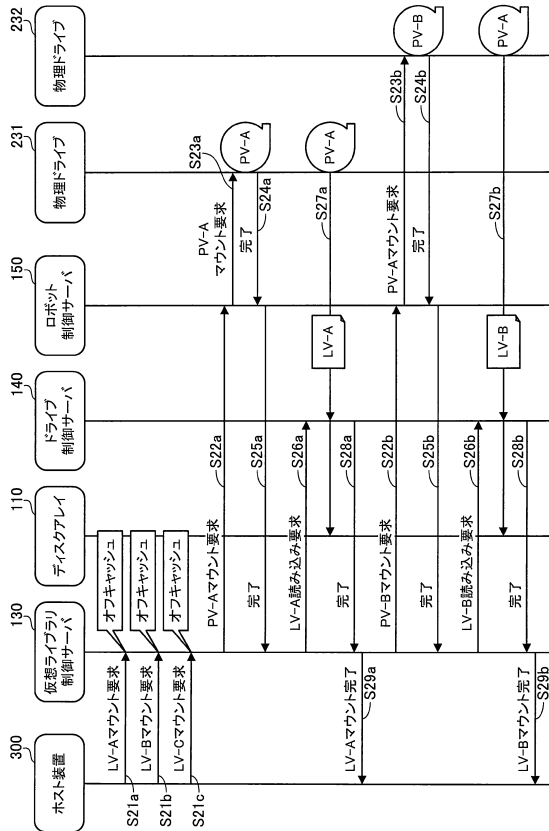
【図 3】



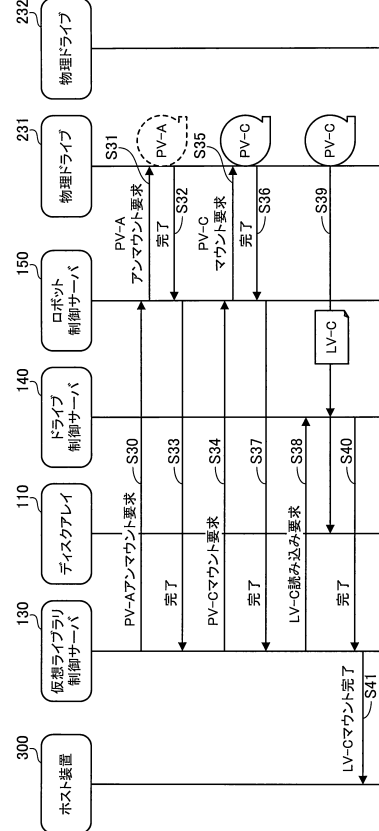
【図 4】



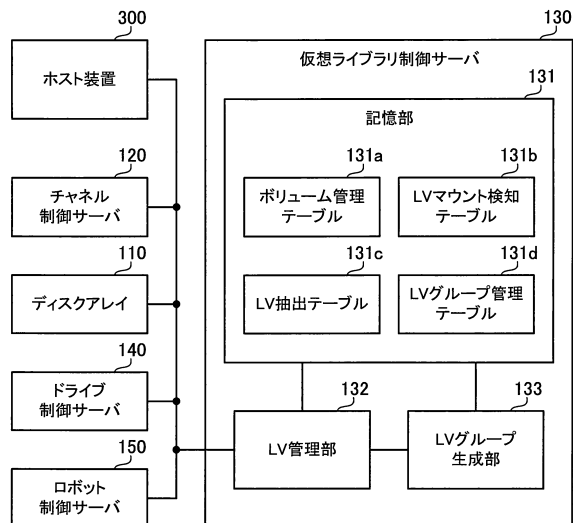
【図 5】



【図 6】



【圖 7】



【図 8】

131b LVマウント検知テーブル

LV名	マウント要求時刻
LV0001	01:00
LV0002	01:01
LV0028	03:50
LV0027	04:05
LV0039	06:40
LV0038	07:00
LV0010	07:20
...	...

【図 9】

131c LV抽出テーブル

時間帯	LV名
0時台	
1時台	LV0001, LV0002
2時台	
3時台	LV0028
4時台	LV0027
5時台	
6時台	LV0039
7時台	LV0038, LV0010
...	...

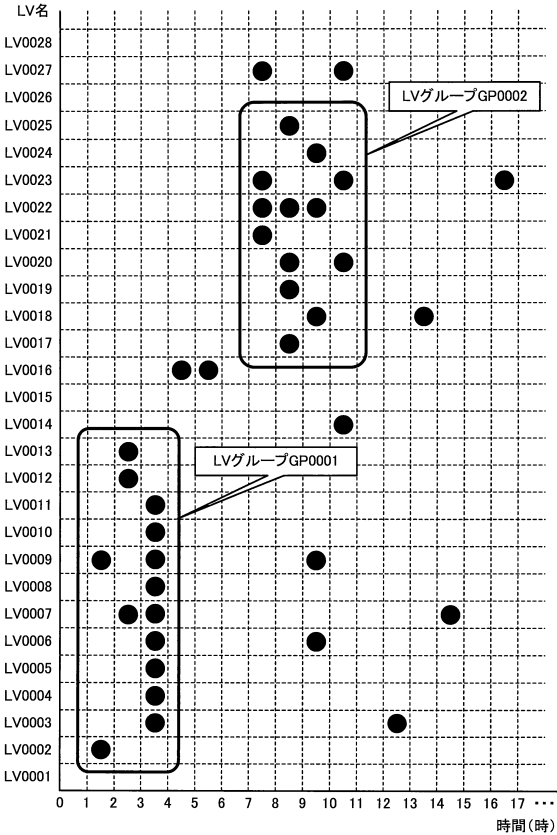
【図 10】

131d LVグループ管理テーブル

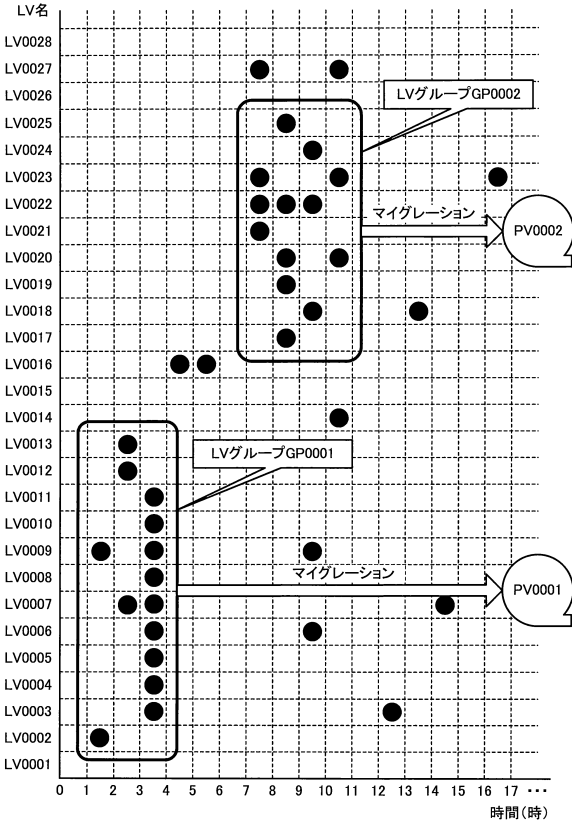
LVグループ名	LV名	PV名
GP0001	LV0001, LV0002	PV0001
GP0002	LV0028, LV0029	PV0002
GP0003	LV0038, LV0039	PV0003
...	...	...

10

【図 11】



【図 12】



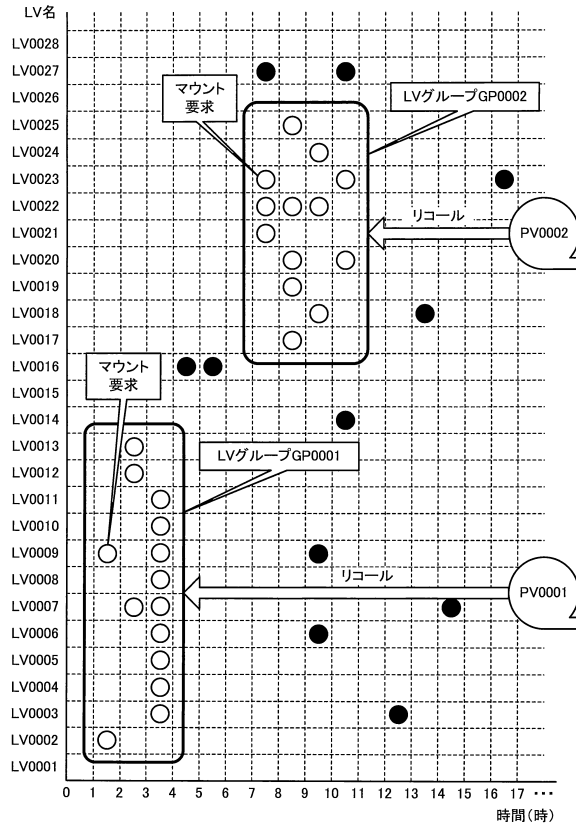
20

30

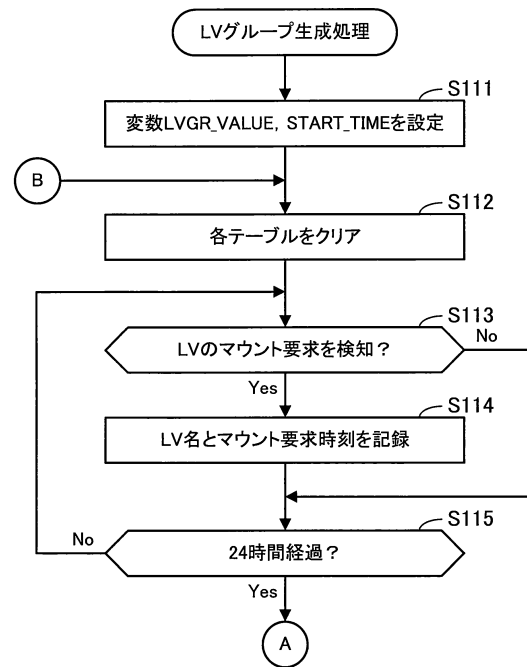
40

50

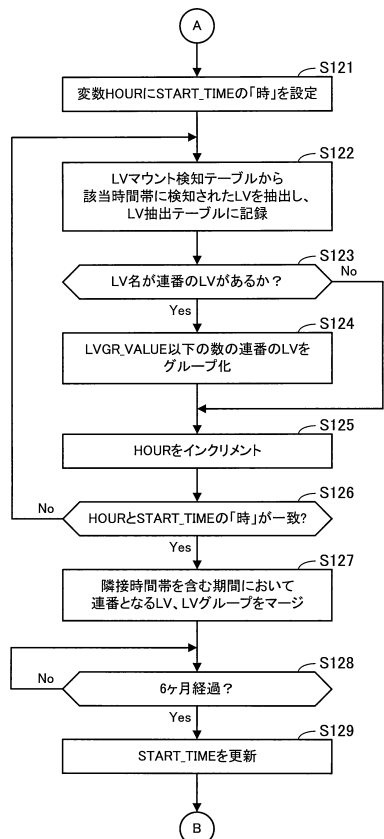
【図 13】



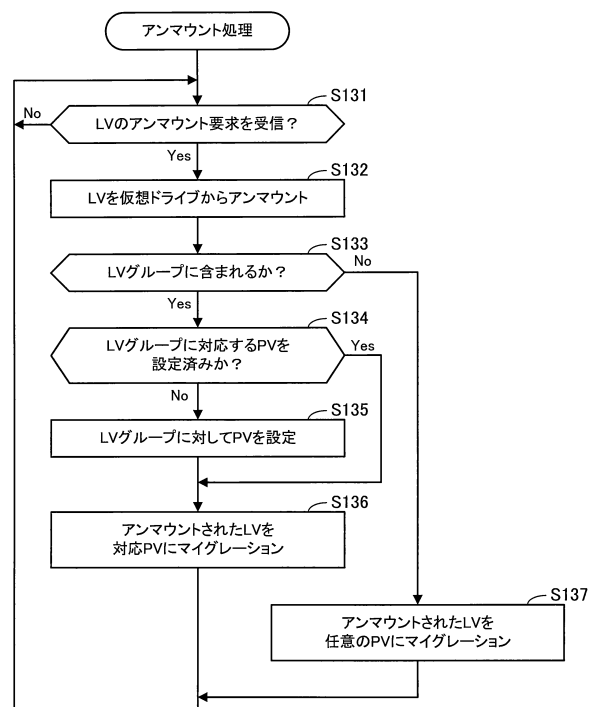
【図 14】



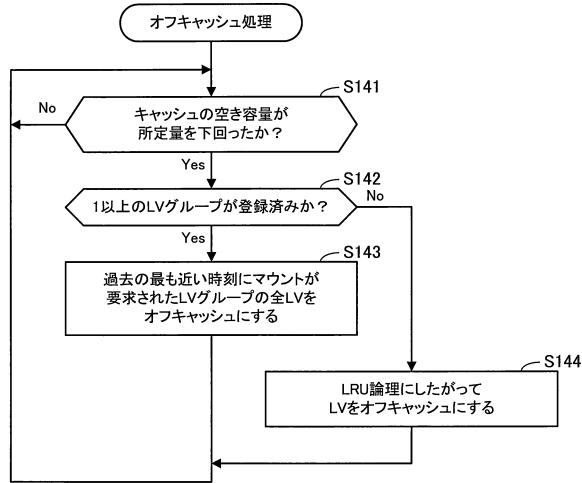
【図 15】



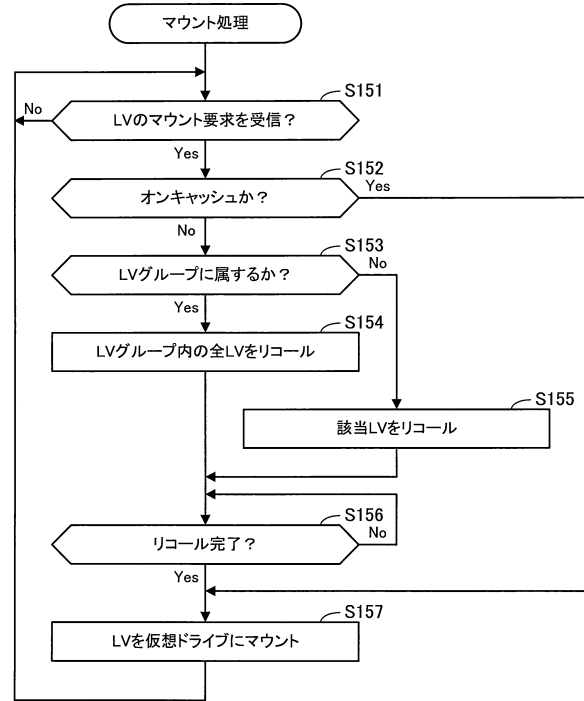
【図 16】



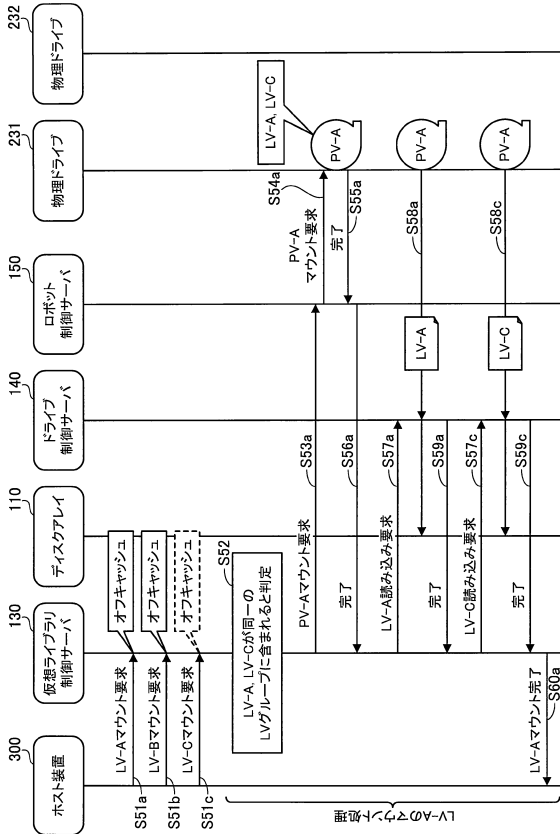
【図 17】



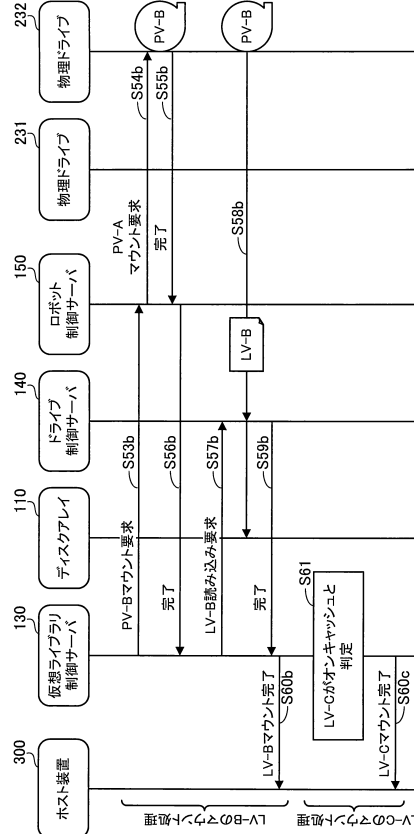
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
(72)発明者 栗原 拓弥
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
(72)発明者 平島 伸幸
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
(72)発明者 臼田 陽介
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
(72)発明者 平林 直樹
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 株式会社富士通コンピュータテクノロジーズ内
審査官 局 成矢
(56)参考文献 特開2015-125597 (JP, A)
特開2016-066142 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0085472 (US, A1)
特開2015-130078 (JP, A)
特開2011-222043 (JP, A)
特開2013-161256 (JP, A)
米国特許出願公開第2013/0205082 (US, A1)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G06F 3/06
G06F 12/00