

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-86424

(P2010-86424A)

(43) 公開日 平成22年4月15日(2010.4.15)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)		
G 0 6 F	3/06	(2006.01)	G 0 6 F	3/06	3 0 1 Z	5 B 0 6 5
G 0 6 F	12/00	(2006.01)	G 0 6 F	3/06	5 4 0	5 B 0 8 2
			G 0 6 F	12/00	5 0 1 B	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2008-256780 (P2008-256780)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成20年10月1日 (2008. 10. 1)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	110000176
			一色国際特許業務法人
		(72) 発明者	村山 耕一
			神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地
			株式会社日立製作所システム開発研究所
			内
		(72) 発明者	浅野 正靖
			神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地
			株式会社日立製作所システム開発研究所
			内
		Fターム(参考)	5B065 BA01 CA30 ZA01
			5B082 CA13

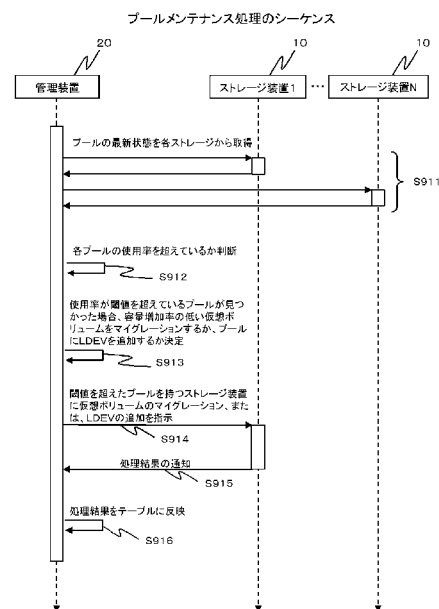
(54) 【発明の名称】 ストレージ装置の管理装置

(57) 【要約】

【課題】動的に論理ボリュームの記憶領域の拡張や縮小が行われるシステムにおいて、記憶領域の管理負担を軽減し記憶資源の有効利用を図る。

【解決手段】ホスト装置30に割り当てた仮想ボリューム1442の記憶容量を動的に変更可能なストレージ装置10と、通信可能に接続される管理装置20とを含む情報処理システム1において、管理装置20が、あるストレージプール143の使用量が、当該ストレージプール143について設定されている閾値を超えると、容量増加率の低い方から順に選択される所定数の仮想ボリューム1442を、当該ストレージプール143とは異なる他のストレージプール143を作成元とするようにマイグレーションさせる指示をストレージ装置10に送信するようにする。その際、管理装置20は、例えば記憶資源の属性が共通するストレージプール143をマイグレーション先とする。

【選択図】図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のストレージプールのうちのいずれかの前記ストレージプールを作成元として仮想ボリュームを提供するストレージ装置と通信可能に接続される、前記ストレージ装置の管理装置であって、

ある前記ストレージプールの使用量が、当該ストレージプールについて設定されている閾値を超えると、容量増加率の低い方から順に選択される所定数の前記仮想ボリュームを、当該ストレージプールとは異なる他の前記ストレージプールを作成元とするようにマイグレーションさせる指示を前記ストレージ装置に送信するストレージ管理部を備えることを特徴とするストレージ装置の管理装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

前記ストレージ管理部は、所定の条件を満たした前記ストレージプールを、前記他のストレージプールとすること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

前記条件が、前記マイグレーションの対象となる前記仮想ボリュームの作成元の前記ストレージプールの記憶資源の属性が共通しているという条件であること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載のストレージ装置であって、

前記記憶資源が物理ディスクであり、前記属性は、物理ディスクが有するインタフェースの種別、前記物理ディスクによって構成されている R A I D のレベル、前記物理ディスクの記憶容量、前記物理ディスクの性能、前記物理ディスクの型番のうち、少なくともいずれかであること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

前記条件が、前記マイグレーションの実施後に、その使用量が予め設定されている閾値を超えないという条件であること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

30

【請求項 6】

請求項 2 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

前記条件が、前記マイグレーションの対象となる前記仮想ボリュームに要求される S L O (SLO:Service Level Objective) を満たしているという条件であること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

【請求項 7】

請求項 2 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

前記ストレージ管理部は、前記条件を満たす前記他のストレージプールが存在しない場合に、前記条件を満たすストレージプールを新たに作成し、作成した新たな前記ストレージプールを前記他のストレージプールとすること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

40

【請求項 8】

請求項 7 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

前記ストレージ管理部は、前記条件を満たすために必要とされる最低限の記憶資源のみを用いて前記新たなストレージプールを作成すること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

【請求項 9】

請求項 7 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

50

前記ストレージ管理部は、前記マイグレーションの対象となる前記仮想ボリュームの容量増加率に基づいて決定される数又は容量の記憶資源のみを用いて、前記新たなストレージプールを作成すること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

前記ストレージ管理部は、前記ストレージ装置において前記ストレージプールについて課されている制約の範囲内である場合に、前記指示を前記ストレージ装置に送信すること
を特徴とするストレージ装置の管理装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

前記制約は、前記ストレージプールの一つが構成要素とすることが可能な記憶資源の最大数又は最大容量であること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

【請求項 12】

請求項 10 に記載のストレージ装置の管理装置であって、

前記制約は、前記ストレージ装置が保有可能な前記ストレージプールの数であることを特徴とするストレージ装置の管理装置。

【請求項 13】

複数のストレージプールのうちのいずれかの前記ストレージプールを作成元として仮想ボリュームを提供するストレージ装置と通信可能に接続される、前記ストレージ装置の管理装置であって、

ある前記ストレージプールの使用量が、当該ストレージプールについて設定されている閾値を超えると、容量増加率の低い方から順に選択される所定数の前記仮想ボリュームを、当該ストレージプールとは異なる他の前記ストレージプールを作成元とするようにマイグレーションさせる指示を前記ストレージ装置に送信するストレージ管理部を備え、

前記ストレージ管理部は、

前記マイグレーションの対象となる前記仮想ボリュームの作成元の前記ストレージプールの記憶資源の属性が共通する記憶資源からなり、前記マイグレーションの実施後にその使用量が予め設定されている閾値を超えないという条件を満たすストレージプールを前記他の前記ストレージプールとし、

前記条件を満たす前記他のストレージプールが存在しない場合に、前記条件を満たすストレージプールを新たに作成し、作成した新たな前記ストレージプールを前記他の前記ストレージプールとし、

前記ストレージ装置において前記ストレージプールについて課されている制約の範囲内である場合に、前記指示を前記ストレージ装置に送信すること

を特徴とするストレージ装置の管理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ストレージ装置の管理装置に関し、とくにストレージプールに基づく仮想ボリュームを提供する記憶装置システムにおいて、記憶資源の有効利用を図るための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、記憶装置システムにおいて、ボリューム提供装置が、ホスト計算機から論理ボリュームへの I/O 要求を受け付け、I/O 要求のアクセス対象の論理ブロックアドレスを読み取り、I/O 要求がアクセスした論理ブロックアドレスの記憶領域が論理ボリュームに存在しない場合、未使用のディスク記憶装置から記憶領域を割り当て、動的に論理ボリュームの記憶領域を拡張することが記載されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

またボリューム提供装置が、ホスト計算機から論理ボリュームの縮小要求を受け付け、縮小要求の対象となる論理ブロックアドレスを読み取り、縮小要求が指定した論理ブロックアドレスの記憶領域を縮小することが記載されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 0 1 5 9 1 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

ところで、上記のように動的に論理ボリュームの記憶領域の拡張や縮小が行われるシステムにおいて、記憶資源の有効利用を図ろうとする場合には、例えばユーザはホスト計算機に割り当てられている動的に記憶領域の拡張や縮小が可能な論理ボリューム（以下、仮想ボリューム）の生成元であるストレージプールの現容量や容量の増加率などの利用状況を頻繁に監視し、必要に応じてストレージプールの拡張・縮小や仮想ボリュームの生成元のストレージプールを変更するなど、ホスト計算機に割り当てられている仮想ボリュームの記憶領域の構成変更を実施することになる。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、このような監視や構成変更は煩雑な作業を要し、ユーザに多大な負担が生じる。また構成変更に際しては、システムの仕様や運用上の制約などを考慮する必要もあるため、システム規模が大きくなる程、その管理負担や管理コストが増大することとなる。

【 0 0 0 6 】

本発明は、このような背景に鑑みてなされたもので、動的に論理ボリュームの記憶領域の拡張や縮小が行われるシステムにおいて、仮想ボリュームを構成する記憶資源の有効利用及び効率的な管理を実現するためのストレージ装置の管理装置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】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成する為の、本発明の一つは、

複数のストレージプールのうちのいずれかの前記ストレージプールを作成元として仮想ボリュームを提供するストレージ装置と通信可能に接続される、前記ストレージ装置の管理装置であって、

ある前記ストレージプールの使用量が、当該ストレージプールについて設定されている閾値を超えると、容量増加率の低い方から順に選択される所定数の前記仮想ボリュームを、当該ストレージプールとは異なる他の前記ストレージプールを作成元とするようにマイグレーションさせる指示を前記ストレージ装置に送信するストレージ管理部を備え、

前記ストレージ管理部は、

前記マイグレーションの対象となる前記仮想ボリュームの作成元の前記ストレージプールの記憶資源の属性が共通する記憶資源からなり、前記マイグレーションの実施後にその使用量が予め設定されている閾値を超えないという条件を満たすストレージプールを前記他の前記ストレージプールとし、

前記条件を満たす前記他のストレージプールが存在しない場合に、前記条件を満たすストレージプールを新たに作成し、作成した新たな前記ストレージプールを前記他の前記ストレージプールとし、

前記ストレージ装置において前記ストレージプールについて課されている制約の範囲内である場合に、前記指示を前記ストレージ装置に送信することとする。

【 0 0 0 8 】

その他、本願が開示する課題、及びその解決方法は、発明を実施するための最良の形態の欄、及び図面により明らかにされる。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、動的に論理ボリュームの記憶領域の拡張や縮小が行われるシステムにおいて、記憶資源の有効利用及び効率的な管理を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図面を参照しつつ実施形態について説明する。図1に実施形態として説明する情報処理システム1の概略的な構成を示している。この情報処理システム1は、ストレージ装置10、管理装置20、ホスト装置30、及び管理クライアント装置40を含んで構成されている。これらの装置はいずれもLAN (Local Area Network) 等の通信ネットワーク50を介して通信可能に接続されている。またホスト装置30とストレージ装置10は、SAN (Storage Area Network) 等のストレージネットワーク51を介してストレージ装置10と接続されている。

10

【0011】

尚、図1には2台のストレージ装置10、1台の管理装置20、2台のホスト装置30、1台の管理クライアント装置40を示しているが、各装置の数はこれに限られない。ストレージネットワーク51における通信は、例えばファイバチャネル (Fibre Channel) 、iSCSI (internet Small Computer System Interface) 等の通信プロトコルに従って行われる。

【0012】

図2Aにストレージ装置10のハードウェアを示している。同図に示すように、ストレージ装置10は、ディスクコントローラ11、キャッシュメモリ12、ストレージネットワーク51に接続するための通信インタフェース13、ディスク装置14、通信ネットワーク50に接続するための通信インタフェース15、を備えている。

20

【0013】

このうちディスクコントローラ11は、CPU111、メモリ112を備え、ストレージ装置10の機能を実現するための処理を実行する。キャッシュメモリ12には、例えばディスク装置14に書き込まれるデータ、ディスク装置14から読み出されたデータが格納される。ディスク装置14は、一台以上のハードディスクドライブ141 (物理ディスク) を備える。

【0014】

ディスク装置14は、RAID (Redundant Arrays of Inexpensive (or Independent) Disks) の方式 (RAID0 ~ RAID6) で制御されていることもある。各ハードディスクドライブ141は、属性 (例えば、記憶容量、インタフェース種別 (SATA (Serial AT Attachment))、(FC (Fibre Channel))、SAS (Serial Attached SCSI))、性能 (回転数、転送レート、平均シーク時間、平均回転待ち時間等)) を有する。尚、ストレージ装置10の記憶媒体は、ハードディスクドライブ141に限られない。例えば、半導体記憶装置 (SSD (Solid State Drive) 等) であってもよい。

30

【0015】

尚、ストレージ装置10は、筐体の異なる複数のハードウェアで構成されていてもよい。またこの場合、機種 of 異なるハードウェアやベンダー of 異なるハードウェアが混在していてもよい。ストレージ装置10の具体例として、ホスト装置30と通信するチャネル制御部、ハードディスクドライブに対してアクセスを行うディスク制御部、チャネル制御部とディスク制御部との間のデータの受け渡し等に利用されるキャッシュメモリ、装置の各部を通信可能に接続するスイッチ等通信機構、を備えて構成されるディスクアレイ装置がある。

40

【0016】

図1に示した管理装置20、ホスト装置30、及び管理クライアント装置40はいずれもコンピュータ (情報処理装置) である。図2Bにこれらの装置として用いられるコンピュータのハードウェアの一例を示している。同図に示すコンピュータ300は、CPU301、揮発性又は不揮発性の記憶デバイス (例えばRAM (Random Access Memory) やROM (Read Only Memory)) であるメモリ302、補助記憶装置303 (例えばハードデ

50

ISK)、ユーザの操作入力を受け付ける入力装置304(例えばキーボードやマウス)、出力装置305(例えば液晶モニター)、他の装置との間の通信を実現する通信インタフェース306(例えばNIC(Network Interface Card又はHBA(Host Bus Adapter))を備えている。

【0017】

尚、管理装置20、ホスト装置30、及び管理クライアント装置40は、夫々が複数のコンピュータ300によって構成されていてもよい。管理装置20は、ストレージ装置10と一体であってもよい。管理装置20及び管理クライアント装置40は、何れか一方が双方の機能を有していてもよい。

【0018】

ホスト装置30は、ストレージ装置10によって提供される論理ボリュームをデータの記憶領域として利用する。ホスト装置30は、ユーザにサービスを提供するデータベース管理システム(DBMS(Database Management System))、バックアッププログラムなどを実行し、これにより各種の機能(サービス)を実現する。ホスト装置30は、これらの機能が使用するデータをストレージ装置10に対して書き込み、又はストレージ装置10から読み出す。

【0019】

図3Aに管理装置20の機能、及び管理装置20によって管理されるデータを示している。尚、同図に示した各機能は、管理装置20のCPU301がメモリ102に読み出されているプログラムを実行することによって、又は管理装置20のハードウェアによって実現される。尚、上記機能の実現に際しては、管理装置20において動作するオペレーティングシステムやデバイスドライバ等の他のソフトウェアによって実現される機能が関与することもある。

【0020】

同図において、ストレージ管理部200は、管理クライアント装置40からの要求に従い、後述するストレージ装置10の機能であるストレージ制御部101を介してストレージ装置10を管理する。同図に示すように、ストレージ管理部200は、ボリューム管理部201、プール管理部202、プール監視部203の各機能を含む。

【0021】

ボリューム管理部201は、論理ボリュームの作成、削除、ホスト装置30への論理ボリュームの割り当て、論理ボリューム(後述する通常ボリューム1441又は仮想ボリューム1442)のマイグレーション(同一のプール143内、異なるプール143間のマイグレーション)、同一ストレージ装置10内の論理ボリュームのレプリケーション、ストレージ装置10間での論理ボリュームのレプリケーションなど、論理ボリュームに関する種々の管理機能を提供する。またボリューム管理部201は、後述するボリューム管理テーブル21を管理する。

【0022】

プール管理部202は、管理クライアント装置40からの要求に従い、後述するストレージプール(以下、プール143と称する。)の管理を行う。例えばプール管理部202は、管理クライアント装置40からの要求に従い、プール143の作成要求、又はプール143の削除要求をストレージ装置10に送信する。尚、プール143の作成又は削除要求には、作成又は削除しようとするプール143を特定する情報(識別子)が付帯する。またプール管理部202は、後述する仮想ボリューム1442の管理を行う。例えばプール管理部202は、管理クライアント装置40からの要求に応じて、仮想ボリューム1442の作成、又は削除要求、仮想ボリューム1442のホスト装置30への割り当て要求、又は割り当て解除要求をストレージ装置10に送信する。これらの要求には要求の対象となる仮想ボリューム1442や仮想ボリューム1442が所属するプール143を特定する情報(識別子)が付帯する。またプール管理部202は、後述するプール管理テーブル22を管理する。

【0023】

10

20

30

40

50

プール監視部 203 は、プール 143 の記憶容量や使用率の監視、管理クライアント装置 40 へのアラート通知を実行する。プール監視部 203 は、管理装置 20 上で各ストレージ装置 10 のプール 143 の状態を監視してその結果をプール利用履歴管理テーブル 23 に反映する。

【0024】

管理クライアント装置 40 は、ストレージ管理部 200 の実行結果をユーザに提示するための GUI (Graphical User Interface) や CLI (Command Line Interface) を備えている。管理クライアント装置 40 は、ユーザから受け付けた入力指示に応じて管理装置 20 に処理を要求する。

【0025】

ストレージ装置 10 は、管理装置 20 からの要求に応じて特定のプール 143 を作成元として仮想ボリューム 1442 を構成する。またストレージ装置 10 は、管理装置 20 からの要求に応じてホスト装置 30 に仮想ボリューム 1442 を割り当てる。尚、仮想ボリューム 1442 には、ホスト装置 30 が仮想ボリューム 1442 にアクセスする際にアクセス先の仮想ボリューム 1442 を特定するための情報 (識別子) が付与される。またストレージ装置 10 は、仮想ボリューム 1442 のうち、後述する LDEV 142 (LDEV: Logical Device) が割り当てられていないアドレスに対する書き込みが発生すると、そのアドレスについて新たに LDEV 142 の一部の記憶領域を割り当てる。

【0026】

図 3B にストレージ装置 10 の機能を示している。ストレージ制御部 101 は、ストレージ装置 10 の CPU 111 が、メモリ 112 に読み出されているプログラムを実行することによって、又はストレージ装置 10 が備えるハードウェアによって実現される。尚、上記機能の実現に際しては、ストレージ装置 10 において動作するオペレーティングシステムやデバイスドライバ等の他のソフトウェアによって実現される機能が関与する場合もある。

【0027】

ストレージ制御部 101 は、管理装置 20 からの要求に従い、論理ボリュームの作成、削除、ホスト装置 30 への論理ボリュームの割り当て、プール 143 の作成、削除、仮想ボリューム 1442 の作成、削除、仮想ボリューム 1442 のホスト装置 30 への割り当て又は割り当て解除、論理ボリュームのマイグレーション、ストレージ装置 10 内又はストレージ装置 10 間での論理ボリュームのレプリケーションなどを実行する。またストレージ制御部 101 は、管理装置 20、ホスト装置 30、管理クライアント装置 40、又はユーザによって設定された、後述する各種の閾値を管理する。

【0028】

図 3C にストレージ装置 10 からホスト装置 30 への記憶領域の供給形態を示している。同図に示すように、ストレージ装置 10 のディスク装置 14 によって 1 つ以上のハードディスクドライブ 141 の記憶領域を用いて構成される論理的な記憶領域 (記憶資源) である LDEV 142 が提供される。各 LDEV 142 は、RAID のレベル、LDEV 142 を構成しているハードディスクドライブ 141 のインタフェースの種別や型番等、各 LDEV 142 の構成、性能、信頼性などの LDEV 142 の仕様に関する情報である属性を有している。

【0029】

ストレージ装置 10 は、一つ以上の LDEV 142 の記憶領域を用いて構成される論理的な記憶領域である論理ボリューム 144 をホスト装置 30 に提供する。論理ボリューム 144 に対してデータの書き込みがあると、当該論理ボリューム 144 を構成している LDEV 142 を構成しているディスク装置 14 にデータが書き込まれる。

【0030】

ここで論理ボリューム 144 には通常ボリューム 1441 と仮想ボリューム 1442 とがある。前者の通常ボリューム 1441 は、当該通常ボリューム 1441 の記憶領域を提供している LDEV 142 が固定している論理ボリューム 144 である。一方、後者の仮

10

20

30

40

50

想ボリューム 1442 は、当該仮想ボリューム 1442 の記憶領域を提供している LDEV 142 が固定していない論理ボリューム 144 である。仮想ボリューム 1442 の記憶容量や属性は、仮想ボリューム 1442 の利用状況やニーズに応じて運用中に変更することができる。仮想ボリューム 1442 の記憶領域は、一つ以上の LDEV 142 によって構成される複数のプール 143 によって提供される。このように、ストレージ装置 10 がホスト装置 30 に対して仮想ボリューム 1442 を単位として記憶領域を提供することで、夫々の利用状況に応じて適切にホスト装置 30 に記憶資源を割り当てることができ、記憶資源を有効に利用することができる。またストレージ装置 10 が機種やベンダーの異なる複数のハードウェアで構成されている場合には、異機種間、マルチベンダー間でのデータ移行やレプリケーションが可能となる。

10

【0031】

< テーブル説明 >

図 4 に管理装置 20 が管理するボリューム管理テーブル 21 の一例を示している。ボリューム管理テーブル 21 には、LDEV 142 及び仮想ボリューム 1442 に関する情報が登録される。ボリューム管理テーブル 21 は、ボリューム ID 211、装置 ID 212、ボリューム種別 213、記憶容量 214、プール ID 215、割り当て先 216、プール利用 217 の各項目からなる複数のレコードを有する。

【0032】

ボリューム ID 211 には、LDEV 142 又は仮想ボリューム 1442 を特定する識別子（ボリューム ID）が設定され、そのレコードが LDEV 142 についてのレコードである場合は LDEV 142 の識別子（LDEV-ID）が、仮想ボリューム 1442 についてのレコードである場合は仮想ボリューム 1442 の識別子（仮想ボリューム ID）が設定される。

20

【0033】

装置 ID 212 には、LDEV 142 又は仮想ボリューム 1442 を提供しているストレージ装置 10 の識別子（ストレージ ID）が設定される。ストレージ ID としては、例えば、ユーザが登録した識別名、ストレージ装置 10 の型番と型名、及びストレージ装置 10 に付与されている IP アドレスを組み合わせたものなどが用いられる。

【0034】

ボリューム種別 213 は、RAID レベル 215 及びディスク種別 2132 を含む。このうち RAID レベル 2131 にはその LDEV 142 又は仮想ボリューム 1442 を構成している物理ディスクの RAID レベルが設定され、LDEV 142 の場合は LDEV 142 の RAID レベルが、仮想ボリューム 1442 の場合はその仮想ボリューム 1442 の作成元のプール 143 を構成している LDEV 142 の RAID レベルが設定される。

30

【0035】

ある仮想ボリューム 1442 の作成元のプール 143 が、RAID グループが異なる複数の LDEV 142 によって構成されている場合、ボリューム種別 2131 にはプール 143 を構成している全ての LDEV 142 の RAID レベルが設定される。例えばプール 143 が RAID 5 の LDEV 142 と RAID 1 の LDEV 142 とによって構成されている場合、そのプール 143 が作成元である仮想ボリューム 1442 の RAID レベル 2131 には "RAID 5" と "RAID 1" が設定される。

40

【0036】

ディスク種別 2132 は、その LDEV 142 又は仮想ボリューム 1442 の記憶領域を提供しているハードディスクドライブ 141 の種別が設定される。即ち、LDEV 142 の場合はその LDEV 142 を構成しているハードディスクドライブ 141 の種別が設定され、仮想ボリューム 1442 の場合はその仮想ボリューム 1442 の作成元であるプール 143 を構成している LDEV 142 を構成しているハードディスクドライブ 141 の種別が設定される。

【0037】

50

ある仮想ボリューム 1442 の作成元のプール 143 が、RAID グループが異なる複数の LDEV 142 によって構成されている場合、ディスク種別 2131 にはプール 143 を構成している全ての LDEV 142 の RAID レベルが設定される。例えばプール 143 が、種別が "FC" のハードディスクドライブ 141 を用いて構成される LDEV 142 と、種別が "SATA" のハードディスクドライブ 141 を用いて構成される LDEV 142 とで構成されている場合、そのプール 143 が作成元である仮想ボリューム 1442 のディスク種別 2131 には "FC" と "SATA" が設定される。

【0038】

尚、図 4 にはディスク装置の記憶媒体がハードディスクドライブ 141 である場合を示しているが、記憶媒体が半導体記憶装置 (SSD) である場合には、ディスク種別 2131 には例えば "SSD" が設定される。また同図ではボリューム種別 213 の内容として RAID レベル 2131、及びディスク種別 2132 を示しているが、例えば、ハードディスクドライブ 141 の回転数やハードディスクドライブ 141 の信頼性などの記憶媒体の性能や信頼性に関する項目をボリューム種別 213 に含めてもよい。

【0039】

記憶容量 214 には、LDEV 142 又は仮想ボリューム 1442 の記憶容量が設定される。LDEV 142 の場合、その LDEV 142 の記憶容量が設定される。仮想ボリューム 1442 の場合、その仮想ボリューム 1442 にプール 143 から割り当てられている現在の記憶容量が設定される。

【0040】

プール ID 215 にはそのレコードが仮想ボリューム 1442 のレコードである場合にその仮想ボリューム 1442 が所属するプール 143 の識別子 (プール ID) が設定される。尚、そのレコードが LDEV 142 のレコードである場合はプール ID 215 に例えば "n/a" が設定される。

【0041】

割り当て先 216 には、その LDEV 142 又は仮想ボリューム 1442 の割り当て先を示す情報が設定される。例えばある LDEV 142 が通常ボリューム 1441 として用いられ、その通常ボリューム 1441 がホスト装置 30 に割り当てられている場合、その割り当て先のホスト装置 30 の識別子 (ホスト ID) が設定される。またある LDEV 142 がプール 143 として利用されている場合には、その LDEV 142 を利用しているプール 143 のプール ID が割り当て先 216 に設定される。ある LDEV 142 がホスト装置 30 又はプール 143 のいずれにも割り当てられていない場合には、割り当て先 216 に "n/a" が設定される。

【0042】

例えばボリューム ID 211 が "00:01" である LDEV 142 が、通常ボリューム 1441 として、ホスト ID が "Host 1" のホスト装置 30 に割り当てられている場合、割り当て先 216 には "Host 1" が設定される。またボリューム ID 211 が "01:01" である LDEV 142 が、プール ID が "Pool 1" のプール 143 に割り当てられている場合、割り当て先 216 には "Pool 1" が設定される。

【0043】

プール利用 217 には、そのレコードが LDEV 142 のレコードである場合に、その LDEV 142 がプール 143 として利用可能か否かを示す情報が設定される。その LDEV 142 がプール 143 として利用可能な場合はプール利用 217 に "T" が、プール 143 として利用不可能な場合は "F" が設定される。"F" が設定される場合の例として、その LDEV 143 を提供しているストレージ装置 10 がそもそも仮想ボリューム 1442 を提供するために必要な機能を備えていない場合、通常ボリューム 1441 としてホスト装置 30 に既に割り当てられている場合、そのレコードが仮想ボリューム 1442 のレコードである場合等がある。

【0044】

ボリューム管理部 201 は、ディスク装置 14 のディスク 141 によって RAID グル

10

20

30

40

50

ープが構成されて L D E V 1 4 2 が作成されると、その L D E V 1 4 2 に対応するレコードをボリューム管理テーブル 2 1 に登録する。ボリューム管理部 2 0 1 は、仮想ボリューム 1 4 4 2 が作成されると、その仮想ボリューム 1 4 4 2 に対応するレコードをボリューム管理テーブル 2 1 に登録する。ボリューム管理部 2 0 1 は、L D E V 1 4 2 又は仮想ボリューム 1 4 4 2 が削除されると、該当のレコードをボリューム管理テーブル 2 1 から削除する。

【 0 0 4 5 】

図 5 に管理装置 2 0 が管理するプール管理テーブル 2 2 の一例を示している。プール管理テーブル 2 2 にはストレージ装置 1 0 によって提供されるプール 1 4 3 に関する情報が管理される。同図に示すように、プール管理テーブル 2 2 は、プール I D 2 2 1、装置 I D 2 2 2、ボリューム I D - 装置 I D 2 2 3、プール種別 2 2 4、最大容量 2 2 5、使用量 2 2 6、使用率 2 2 7、及びアラート閾値 2 2 8 の各項目からなる複数のレコードを有する。

10

【 0 0 4 6 】

プール I D 2 2 1 には、プール 1 4 3 を一意に特定するための識別子 (プール I D) が設定される。プール I D は、例えばプール 1 4 3 の作成時に管理装置 2 0 が自動的に採番する。

装置 I D 2 2 2 には、プール 1 4 3 を提供しているストレージ装置 1 0 の識別子 (ストレージ I D) が設定される。

20

【 0 0 4 7 】

ボリューム I D - 装置 I D には、プール 1 4 3 を構成している L D E V 1 4 2 の I D (L D E V - I D) とその L D E V 1 4 2 が属するストレージ装置 1 0 の I D を連結した値が設定される。これは、複数ストレージ装置間で同じ L D E V - I D がある可能性があるため、それを識別するためである。

【 0 0 4 8 】

プール種別 2 2 4 には、プール 1 4 3 を構成している L D E V 1 4 2 の種別が設定される。プール 1 4 3 を構成している L D E V 1 4 2 が一種類の場合は、L D E V 1 4 2 の種別が記号 “ - ” で連結されて設定される。例えばプール 1 4 3 を構成している L D E V 1 4 2 が “ R A I D 5 ”、“ F C ” である場合には “ R A I D 5 - F C ” が設定される。

30

【 0 0 4 9 】

プール 1 4 3 を構成している L D E V 1 4 2 の種類が複数である場合は、各 L D E V 1 4 2 の種類が全て設定される。例えばそのプール 1 4 3 が、種別が “ R A I D 5 ”、“ F C ” の L D E V 1 4 2 と “ R A I D 1 ”、“ S A T A ” の L D E V 1 4 2 とで構成されている場合には、“ R A I D 5 - F C / R A I D 1 - S A T A ” のように設定される。

【 0 0 5 0 】

最大容量 2 2 5 には、そのプール 1 4 3 から作成可能な仮想ボリューム 1 4 4 2 の最大の記憶容量が設定される。そのプール 1 4 3 が複数の L D E V 1 4 2 で構成されている場合、そのプール 1 4 3 を構成している各 L D E V 1 4 2 の記憶容量の総和が設定される。

【 0 0 5 1 】

使用量 2 2 6 (割り当て済量) には、そのプール 1 4 3 を構成している L D E V 1 4 2 のうち、データが既に入力されている記憶領域の容量の総和が設定される。

40

使用率 2 2 7 (割り当て済率) には、そのプール 1 4 3 の最大の記憶容量に対する、現在の使用量の割合が設定され、使用量 / 最大記憶容量 × 1 0 0 (%) として求まる値が設定される。

【 0 0 5 2 】

アラート閾値 2 2 8 には、そのプール 1 4 3 の使用率が高くなり、仮想ボリューム 1 4 4 2 の容量拡張ができなくなる危険性が高まったか否かを判断する際に参照される閾値が設定される。管理装置 2 0 は、使用率 2 2 6 の値とこの閾値とを比較することによりユーザや管理クライアント装置 4 0 へのアラートの通知を行う。これによりプール 1 4 3 の容量拡張、仮想ボリューム 1 4 4 2 のマイグレーションなどが自動的に、もしくは手動によ

50

り行われる。

【 0 0 5 3 】

尚、図 5 でアラート閾値 2 2 8 を 9 0 % に設定しているが、閾値を設定するためのユーザインタフェースを設けてユーザが閾値を設定できるようにしてもよい。またアラートを段階的に発生させるべく、段階に応じた複数の閾値を設定できるようにしてもよい。また図 5 では閾値をプール 1 4 3 毎に設定しているが、必ずしもプール 1 4 3 単位で設定しなくてもよく、複数のプール 1 4 3 毎に設定する等、ユーザが任意の単位で設定できるようにしてもよい。

【 0 0 5 4 】

プール管理部 2 0 2 は、ストレージ装置 1 0 にプール 1 4 3 が作成されるとプール管理テーブル 2 2 に新たにレコードを登録し、プール 1 4 3 が削除される該当のレコードをプール管理テーブル 2 2 から削除する。またプール管理部 2 0 2 は、あるプール 1 4 3 についてそれを構成する L D E V 1 4 2 が追加されるとボリューム管理テーブル 2 1 を参照し、そのプール 1 4 3 のボリューム I D - 装置 I D 2 2 3 に追加された L D E V 1 4 2 に関する情報を設定し、最大記憶容量 2 2 5 に追加された L D E V 1 4 2 の記憶容量を加算し、使用率 2 2 6 に再計算した値を設定し直す。また追加された L D E V 1 4 2 のボリューム種別 2 1 3 が当該プール 1 4 3 のプール種別 2 2 4 が含まれていない場合には、プール種別 2 2 4 に追加された L D E V 1 4 2 のボリューム種別 2 1 3 を追加する。また逆にプール 1 4 3 から L D E V 1 4 2 が削除された場合、プール管理部 2 0 2 は、追加された場合とは逆の処理を行ってプール管理テーブル 2 2 を正しく更新する。

【 0 0 5 5 】

図 6 に管理装置 2 0 が管理するプール利用履歴管理テーブル 2 3 の一例を示している。尚、このプール利用履歴管理テーブル 2 3 には " P o o l 1 " に関する情報のみ示しているが、管理装置 2 0 はプール管理テーブル 2 2 に登録されているプール 1 4 3 ごとのプール利用履歴管理テーブル 2 3 を管理している。

【 0 0 5 6 】

プール利用履歴管理テーブル 2 3 には、ストレージ管理部 2 0 0 が管理している各ストレージ装置 1 0 が提供しているプール 1 4 3 の利用履歴が管理される。同図に示すように、プール利用履歴管理テーブル 2 3 は、そのプール 1 4 3 を構成している各 L D E V 1 4 2 の使用量 2 3 1、当該プール 1 4 3 の使用量 2 3 2、当該プール 1 4 3 の最大記憶容量 2 3 3 の夫々について、所定の期間内の各時点における記憶容量（容量履歴 2 3 4）が記録されている。また同図に示すように、そのプール 1 4 3 を構成している各 L D E V 1 4 2 の使用量 2 3 1 とプール 1 4 3 の使用量 2 3 2 については、所定の期間における記憶容量の増加率 2 3 5 もあわせて記録される。同図に示すプール利用履歴管理テーブル 2 3 の場合、1 日ごとに過去一ヶ月分のデータが登録されているが、別の頻度、別の期間であってもよい。

【 0 0 5 7 】

プール監視部 2 0 3 は、ストレージ管理部 2 0 0 が管理しているストレージ装置 1 0 が提供しているプール 1 4 3 の状態を監視し、プール 1 4 3 の最新状態をプール利用履歴管理テーブル 2 3 に反映する。尚、必要に応じて所定の期間より前のデータの削除もあわせて実施される。またプール監視部 2 0 3 は、プール管理テーブル 2 2 を参照し、プール 1 4 3 の使用量が閾値を超えると、プール管理部 2 0 2 を呼び出し、プール 1 4 3 の自動拡張を行う。また、プール監視部 2 0 3 は、ボリューム管理部 2 0 1 を呼び出して、仮想ボリューム 1 4 4 2 のマイグレーションを実施する。

【 0 0 5 8 】

= 処理説明 =

以下、情報処理システム 1 において行われる処理について説明する。

【 0 0 5 9 】

< 仮想ボリュームの作成 >

図 7 は仮想ボリューム 1 4 4 2 の作成に関する処理を説明するフローチャートである。

尚、以下の説明において符号の前に付している文字「S」はステップの略字である。

仮想ボリューム1442を作成したい場合、ユーザは管理クライアント装置40を操作して仮想ボリューム1442の作成指示を行う。これにより管理クライアント装置40から管理装置20に仮想ボリューム1442の作成要求が送信される。尚、送信される作成要求には、作成しようとする仮想ボリューム1442の、RAIDレベル、HDDの種別・回転速度等の条件（以下、指定条件と称する。）が付帯する。

【0060】

管理装置20のボリューム管理部201は、管理クライアント装置40から仮想ボリューム1442の作成要求を受信する（S711）と、プール管理テーブル22から当該作成要求に付帯する指定条件を満たすLDEV142を用いて構成されているプール143を10
検索する（S712）。指定条件を満たすプール143が存在した場合（S712a）、ボリューム管理部201はそのうちの一つを選択してプール143を提供しているストレージ装置10に仮想ボリューム1442の作成を要求する（S713）。ストレージ装置10のストレージ制御部101は、上記作成要求を受信するとこれに応じてストレージ装置10が仮想ボリューム1442を作成し、作成完了後は管理装置20に完了通知を送信する。

【0061】

ボリューム管理部201は、ストレージ装置10から完了通知を受信すると、作成した仮想ボリューム1442に対応するレコードをボリューム管理テーブル21に登録する。例えば装置IDが“Storage1”であるストレージ装置10が提供しているプー
ルIDが“Pool1”であるプール143を作成元として、ボリュームIDが“V:00:01”である仮想ボリューム1442を作成すると、ボリューム管理部201は、ボリュームID211を“V:00:01”、装置ID212を“Storage1”、RAID
レベル2131を“RAID5”、ディスク種別2132を“FC”、記憶容量214を“0GB”、プールID215を“Pool1”、割り当て先216を“n/a”、プール利用T217を“F”としたレコードをボリューム管理テーブル21に登録する。尚、RAID
レベル2131の内容は、例えばプール管理テーブル22の作成元のプール143のレコードのプール種別224から取得する。その後はS718に進む。20

【0062】

一方、S712において、指定条件を満たしたプール143が見つからなかった場合には（S712b）、ボリューム管理部201は、指定条件を満たし、かつ、割り当て先216に“n/a”が設定され、かつ、プール利用217に“T”が設定されているLDEV142をボリューム管理テーブル21から検索する（S714）。30

【0063】

指定条件を満たすLDEV142が見つかった場合（S714a）、ボリューム管理部201は、見つかったLDEV142の中からLDEV142の一つを選択し、選択したLDEV142を用いて新たなプール143を作成する（S715）。そして作成した新たなプール143に対応するレコードをプール管理テーブル22に登録する。

【0064】

例えばプール143の作成に用いたLDEV142のボリュームIDが“03:01”、記憶容量が“2GB”、装置IDが“Storage3”、新規に付与されたプールIDが“3”である場合、ボリューム管理部201は、プールID221を“Pool3”、装置ID222を“Storage3”、ボリュームID-装置ID223を“03:01-Storage3”、プール種別224を“RAID5-FC”（作成元のLDEV142の種別から）、最大記憶容量225を“2GB”、使用量226を“0GB”、使用率227を“0%”、アラート閾値228を“90%”としたレコードをプール管理テーブル22に新たに登録する。尚、プール種別224の内容は、ボリューム管理テーブル21の、プール143の作成に用いたLDEV142のボリューム種別213から取得する。40

【0065】

10

20

30

40

50

以上のようにして新たにプール 1 4 3 を作成すると、次にボリューム管理部 2 0 1 は、ストレージ装置 1 0 に新たなプール 1 4 3 を作成元とする新たな仮想ボリューム 1 4 4 2 の作成要求を送信する (S 7 1 6)。ストレージ装置 1 0 は、作成要求を受信するとこれに応じて仮想ボリューム 1 4 4 2 を作成する。ボリューム管理部 2 0 1 はストレージ装置 1 0 から完了通知を受信すると、作成した仮想ボリューム 1 4 4 2 に対応するレコードをボリューム管理テーブル 2 1 に登録する。

【 0 0 6 6 】

仮想ボリューム 1 4 4 2 の作成後は、ボリューム管理部 2 0 1 は、仮想ボリューム 1 4 4 2 の作成に成功した旨を管理クライアント装置 4 0 に通知し (S 7 1 8)、処理が終了する。

10

【 0 0 6 7 】

尚、 S 7 1 4 において指定条件を満たす L D E V 1 4 2 が見つからなかった場合には (S 7 1 4 b)、ボリューム管理部 2 0 1 は、指定条件を満たす仮想ボリューム 1 4 4 2 を作成できなかったことを管理クライアント装置 4 0 に通知し (S 7 1 7)、処理が終了する。

【 0 0 6 8 】

以上によれば、ユーザが指定した条件を満たす仮想ボリューム 1 4 4 2 を作成することができる。また仮想ボリューム 1 4 4 2 の作成に伴い、必要な場合はプール 1 4 3 を自動的に作成することができる。

20

【 0 0 6 9 】

< 仮想ボリュームの削除 >

図 8 は、仮想ボリューム 1 4 4 2 の削除に関する処理を説明するフローチャートである。仮想ボリューム 1 4 4 2 を削除したい場合、ユーザは管理クライアント装置 4 0 を操作して仮想ボリューム 1 4 4 2 の削除するための指示を行う。これにより管理クライアント装置 4 0 から管理装置 2 0 に仮想ボリューム 1 4 4 2 の削除要求が送信される。尚、送信される削除要求には、削除しようとする仮想ボリューム 1 4 4 2 を指定する情報 (仮想ボリューム I D) が付帯する。

【 0 0 7 0 】

管理装置 2 0 のボリューム管理部 2 0 1 は、管理クライアント装置 4 0 から仮想ボリューム 1 4 4 2 の削除要求を受信すると (S 8 1 1)、ボリューム管理テーブル 2 1 を参照して当該削除要求に指定されている仮想ボリューム 1 4 4 2 を提供しているストレージ装置 1 0 を特定し、特定したストレージ装置 1 0 に当該削除要求に指定されている仮想ボリューム 1 4 4 2 の削除要求を送信する。

30

【 0 0 7 1 】

ストレージ装置 1 0 は、削除要求を受信すると該当の仮想ボリューム 1 4 4 2 を削除し、削除が完了した旨の通知を管理装置 2 0 に送信する。ボリューム管理部 2 0 1 は、完了通知を受信すると、指定された仮想ボリューム 1 4 4 2 のレコードをボリューム管理テーブル 2 1 から削除する (S 8 1 2)。

【 0 0 7 2 】

次にボリューム管理部 2 0 1 は、ボリューム管理テーブル 2 1 を参照し、削除した仮想ボリューム 1 4 4 2 の作成元のプール 1 4 3 (以下、プール A と称する。) に所属している仮想ボリューム 1 4 4 2 が存在するか否かを判断する (S 8 1 3)。プール A に所属している仮想ボリューム 1 4 4 2 が一つ以上存在する場合には (S 8 1 3 a)、 S 8 1 5 に進む。プール A に所属している仮想ボリューム 1 4 4 2 が一つも存在しない場合 (S 8 1 3 b)、ボリューム管理部 2 0 1 は、プール A が所属しているストレージ装置 1 0 にプール A の削除要求を送信し、当該削除指示についての仮想ボリューム 1 4 4 2 の削除完了通知を受信すると、プール管理テーブル 2 2 からプール A のレコードを削除する (S 8 1 4)。

40

【 0 0 7 3 】

S 8 1 5 において、ボリューム管理部 2 0 1 は、仮想ボリューム 1 4 4 2 の削除に成功

50

したことを管理クライアント装置 40 に通知する。

【0074】

以上によれば、ユーザは特定の仮想ボリューム 1442 を削除することができる。また仮想ボリューム 1442 が削除される場合に、どの仮想ボリューム 1442 の作成元としても利用されていないプール 143 が自動的に削除される。

【0075】

< 使用量増加に伴うプールのメンテナンス処理 >

次に使用量の増加に伴うプール 143 のメンテナンス処理について説明する。図 9 に使用量増加に伴うプール 143 のメンテナンス処理の概要を説明するシーケンス図を示している。同図に示すように、管理装置 20 のプール監視部 203 は、管理対象のストレージ装置 10 が管理している各プール 143 の情報と各プール 143 によって作成されている仮想ボリューム 1442 の利用状況（使用量、使用率）を所定のタイミングで（定期的又は不定期等の予め設定されたタイミングで）ストレージ装置 10 から取得する（S911）。そして管理装置 20 は、取得した情報に基づき各プール 143 の使用率がプール管理テーブル 22 に設定されている夫々の閾値 228 を超えているか否かを判断する（S912）。

【0076】

プール監視部 203 によって使用率が閾値を超えているプール 143 が見つかった場合、管理装置 20 のプール管理部 202 は、そのプール 143 が作成元になっている所定の仮想ボリューム 1442 を、当該プール 143 よりも容量増加率の低い他のプール 143 にマイグレーションするか、もしくは、当該プール 143 に未割り当ての LDEV 142 を追加するか、これらいずれの方法により当該プール 143 の記憶容量を確保するか（使用率が閾値を超えないようにするか）を決定する（S913）。尚、前者のマイグレーションする方法を選択する場合には、閾値を超えている当該プール 143 と属性が共通し、未使用領域が十分に大きな他のプール 143（予め設定された閾値以上の未使用領域を有するプール 143）が存在することが前提である。またプール管理部 202 は、プール利用履歴管理テーブル 23 を参照して容量増加率を把握するものとする。一方、当該プール 143 に LDEV 142 を追加する方法を選択する場合には、追加後に当該プール 143 の属性変更が生じることがなく、かつ、通常ボリューム 1441 やストレージプール 143 の記憶領域として割り当てられていない LDEV 142 が存在していることが前提となる。

【0077】

プール管理部 202 は、当該プール 143 の記憶容量を確保するための方法を決定すると、決定した方法の実施をストレージ装置 10 に指示する。ストレージ装置 10 は、上記指示に応じて記憶容量を確保するための処理を実施する（S914）。処理の終了後、ストレージ装置 10 は管理装置 20 に処理結果を通知する（S915）。処理結果を受信した管理装置 20 のプール管理部 202 は、受信した処理結果をプール管理テーブル 22 に反映する（S916）。

【0078】

尚、S913 でプール 143 の記憶容量を確保する方法としてマイグレーションが選択される場合には、容量増加率の高い仮想ボリューム 1442 の容量拡張が可能になるように、容量増加率の高い仮想ボリューム 1442 の作成元のプール 143 の未使用記憶領域が自動的に増加するので、従来のように、プール 143 の使用量が閾値を超えた場合に行われていた操作が省略され、ユーザの運用負担が軽減されることとなる。

【0079】

図 10 はプール 143 のメンテナンス処理に際し管理装置 20 によって行われる処理の詳細を説明したフローチャートである。

【0080】

管理装置 20 のプール監視部 203 は、プール管理テーブル 22 に登録されているプール 143 のうち、あるプール 143（プール A とする）の使用率が閾値を超えたことを検

10

20

30

40

50

知すると (S 1 0 1 1)、プール A を構成している L D E V 1 4 2 と同じ種類の L D E V 1 4 2 を用いて構成されているプール 1 4 3、つまりプール A のプール種別 2 2 4 と一致又は包含するという条件を満たす別のプール 1 4 3 (プール B とする) を、プール管理テーブル 2 2 から検索する (S 1 0 1 2)。

【 0 0 8 1 】

尚、「あるプール 1 4 3 を構成する L D E V 1 4 2 と同じ種類の L D E V 1 4 2 で構成されるプール 1 4 3」とは、あるプール 1 4 3 を構成している L D E V 1 4 2 の種類が一つである場合、例えばプール 1 4 3 を構成している全ての L D E V 1 4 2 が、「 F C 」かつ「 R A I D 5 」である場合には、その種類と同一属性を持つ L D E V 1 4 2 のみを含むプール 1 4 3 を指す。またあるプール 1 4 3 を構成している L D E V 1 4 2 の種類が複数存在する場合には、それらの種類以外の L D E V 1 4 2 を含まないプール 1 4 3 のことを指す。具体的には、例えばプール A に含まれる L D E V 1 4 2 が「 F C 」かつ「 R A I D 5 」、又は、「 S A T A 」かつ「 R A I D 5 」の 2 パターンであるならば「 F C 」かつ「 R A I D 5 」の L D E V のみで構成されるプール 1 4 3、又は「 S A T A 」かつ「 R A I D 5 」のみで構成されるプール 1 4 3、又はその両者の L D E V 1 4 2 のみで構成されるプール 1 4 3 が該当することになる。

【 0 0 8 2 】

上記条件を満たす別のプール B が見つかった場合 (S 1 0 1 2 a)、プール監視部 2 0 3 は、プール A が作成元である仮想ボリューム 1 4 4 2 のうち、容量増加率の低い方から順に選択した所定数の仮想ボリューム 1 4 4 2 (ここでは所定数を 1 とし、仮想ボリューム A が選択されるものとする) を、プール B へのマイグレーションの対象として選択する (S 1 0 1 3)。

【 0 0 8 3 】

プール監視部 2 0 3 は、仮想ボリューム A をプール B にマイグレーション (移動) した際、プール B の使用量が閾値を超えるか否か確認する (S 1 0 1 4)。その結果、プール B の使用量が閾値を超えない場合には (S 1 0 1 4 a)、プール監視部 2 0 3 は仮想ボリューム A をプール B にマイグレーションする (S 1 0 1 5)。つまりプール B の使用量が閾値を超えないことが確認された場合にのみ、マイグレーションが行われることになる。尚、マイグレーションの実施後、プール監視部 2 0 3 は、プール管理テーブル 2 2 における、マイグレーション対象の仮想ボリューム 1 4 4 2 に関する情報をマイグレーション後の状態に変更する。

【 0 0 8 4 】

S 1 0 1 2 又は S 1 0 1 4 において、上記条件を満たす別のプール B が見つからなかった場合 (S 1 0 1 2 b、S 1 0 1 4 b)、プール監視部 2 0 3 はプール A を構成している L D E V 1 4 2 と同じ種類の未使用の L D E V 1 4 2 をボリューム管理テーブル 2 1 から検索する (S 1 0 1 7)。このときプール A の構成要素の L D E V 1 4 2 にボリューム種別の異なるものが含まれている場合、例えば「 F C 」かつ「 R A I D 5 」の L D E V 1 4 2 と「 S A T A 」かつ「 R A I D 5 」の L D E V 1 4 2 が含まれる場合には、いずれかの条件を満たす L D E V 1 4 2 が検索される。

【 0 0 8 5 】

同一条件の空き L D E V 1 4 2 が見つかった場合 (S 1 0 1 7 a)、プール監視部 2 0 3 は、プール A に見つかった L D E V 1 4 2 を追加する旨の指示をストレージ装置 1 0 に送信する。ストレージ装置 1 0 からその完了通知を受信すると、プール監視部 2 0 3 はプール管理テーブル 2 2 を更新する (S 1 0 1 8)。L D E V 1 4 2 が見つからなかった場合 (S 1 0 1 7 b)、プール監視部 2 0 3 はプール 1 4 3 の容量不足に関する警告をログ等に出力する (S 1 0 1 9)。

【 0 0 8 6 】

プール監視部 2 0 3 は、仮想ボリューム B がマイグレーションできたか、又はプール A の記憶容量が拡張できた場合にはその結果をログ等に出力する (S 1 0 2 0)。

【 0 0 8 7 】

以上の処理を行ってもプール 1 4 3 の使用率が閾値より小さくならない場合には、プール 1 4 3 の使用率が閾値より小さくなるまで、以上の処理が繰り返し実行され、仮想ボリューム 1 4 4 2 のマイグレーション又はプール 1 4 3 の自動拡張が繰り返し行われることとなる。また自動拡張することができなくなった場合にはプール 1 4 3 の容量不足に関する警告が通知されることとなる。

【 0 0 8 8 】

ところで、例えばシステムの運用上、仮想ボリューム 1 4 4 2 が業務単位などでグルーピングされており、システム運用上、仮想ボリューム 1 4 4 2 のマイグレーションをグループ単位で実施する方が好ましい場合には、グルーピングの単位を崩さないようにマイグレーションを実施するようにしてもよい。

【 0 0 8 9 】

またストレージ管理部 2 0 0 がマイグレーション先となるプール 1 4 3 を決定する際、マイグレーションの対象となる仮想ボリューム 1 4 4 2 に要求されている S L O (S L O : Service Level Objective) を満たしているか否かを確認し、S L O を満たしているプール 1 4 3 をマイグレーション先のプール 1 4 3 として優先的に選択するようにしてもよい。

【 0 0 9 0 】

またマイグレーションする仮想ボリュームを決定する際、各仮想ボリュームのマイグレーション時間の予測値が事前に算出可能ならば、プール 1 4 3 の使用率が閾値以下になるまで容量増加率の低い仮想ボリュームをマイグレーションするのに要する時間と、容量増加率の高い仮想ボリュームをマイグレーションするのに要する時間を比較し、マイグレーション時間が短い仮想ボリュームを選択するようにマイグレーション対象を決定する処理を追加しても良い。

【 0 0 9 1 】

< プールの制約を考慮する場合 >

ところで、ストレージ装置 1 0 が提供するプール 1 4 3 には、一つのプール 1 4 3 の構成要素とすることができる L D E V 1 4 2 の最大数や最大容量等の制約が存在する場合がある。このため、管理装置 2 0 がストレージ装置 1 0 にプール 1 4 3 のメンテナンスやマイグレーションの実行要求を行った場合に、上記制約によってストレージ装置 1 0 が管理装置 2 0 にエラーを返すこととなる。以下ではこのような制約を考慮した場合におけるプール 1 4 3 のメンテナンス処理の方法について説明する。

【 0 0 9 2 】

図 1 1 は上記メンテナンス処理のために管理装置 2 0 が管理するテーブルであり、プール 1 4 3 の制約が管理されるテーブル (以下、プール制約管理テーブル 2 4 と称する) である。プール制約管理テーブル 2 4 には、各ストレージ装置 1 0 が提供している各プール 1 4 3 に関する制約が管理されている。同図に示すように、プール制約管理テーブル 2 4 は、装置 I D 2 4 1、プール 1 4 3 の最大容量 2 4 2、プール 1 4 3 の最大ボリューム数 2 4 3、一つのストレージ装置 1 0 が保有可能なプール 1 4 3 の最大数 2 4 4 の項目からなる複数のレコードを有している。

【 0 0 9 3 】

装置 I D 2 4 1 には、プール 1 4 3 を提供しているストレージ装置 1 0 のストレージ I D が設定される。1 プールあたりのプール最大容量 2 4 2 には、一つのプールに追加可能な L D E V 1 4 2 の合計容量の最大値が設定される。1 プールあたりの最大ボリューム数 2 4 3 には、一つのプール 1 4 3 に追加可能な L D E V 1 4 2 の個数の最大値が設定される。1 装置あたりの最大プール数 2 4 4 には、そのストレージ装置 1 0 が保有可能なプール 1 4 3 の最大数が設定される。

【 0 0 9 4 】

図 1 2 は、プール 1 4 3 の制約を考慮した、管理装置 2 0 によって行われるプール 1 4 3 のメンテナンス処理を説明するフローチャートである。

【 0 0 9 5 】

管理装置 2 0 のプール監視部 2 0 3 は、プール管理テーブル 2 2 に登録されているプー

10

20

30

40

50

ル 1 4 3 のうち、使用率 2 2 7 がアラート閾値 2 2 8 を超えたプール 1 4 3 (プール D とする) を検知すると (S 1 2 1 1)、プール利用履歴管理テーブル 2 3 から、プール D を作成元とする仮想ボリューム 1 4 4 2 のうち、容量増加率の低い方から順に選択した所定数の仮想ボリューム 1 4 4 2 (ここでは所定数を 1 とし、仮想ボリューム D が選択されるものとする) を、マイグレーション候補として選択する (S 1 2 1 2)。

【 0 0 9 6 】

プール監視部 2 0 3 は、プール管理テーブル 2 2 を参照し、プール D のプール種別を満たすプール種別 2 2 4 を持つプール 1 4 3 の一覧 (プールリスト A とする) を取得する。そしてプール管理テーブル 2 2 から、プール D の装置 I D (装置 D とする) を取得し、プール制約管理テーブル 2 4 を参照し、装置 D の 1 プール 1 4 3 当たりの最大容量 2 4 2 と 1 プール 1 4 3 当たりの最大ボリューム数 2 4 3 を取得して、仮想ボリューム D を追加可能なプール 1 4 3 をプールリスト A から検索する (検索結果をプールリスト B とする)。そしてプール監視部 2 0 3 は、プールリスト B から、仮想ボリューム D をマイグレーションしても当該プール 1 4 3 の閾値を超えないプール 1 4 3 (プール E とする) を検索する。

10

【 0 0 9 7 】

条件を満たすプール 1 4 3 (プール E) が見つかった場合 (S 1 2 1 3 a)、プール監視部 2 0 3 は、ボリューム管理部 2 0 1 を呼び出して仮想ボリューム D をプール E にマイグレーションし (S 1 2 1 4)、実行結果をログに出力する (S 1 2 2 0)。条件を満たすプール E が見つからなかった場合、プール D に容量追加が可能かプール制約管理テーブル 2 4 を参照して確認する (S 1 2 1 5)。追加できない場合は (S 1 2 1 5 b)、プール 1 4 3 の容量が不足し閾値を超えたことをログ等に出力する (S 1 2 1 8)。追加できる場合 (S 1 2 1 5 a)、プール D のプール種別を満たす未割り当ての L D E V 1 4 2 をボリューム管理テーブル 2 1 から検索する (S 1 2 1 6)。

20

【 0 0 9 8 】

L D E V 1 4 2 が見つからなかった場合 (S 1 2 1 6 b)、現在のプール種別を維持したまま追加可能な L D E V 1 4 2 がないことを示すログを出力する (S 1 2 1 8)。L D E V 1 4 2 が見つかった場合 (S 1 2 1 6 a)、プール管理部 2 0 2 を呼び出し、見つかった L D E V 1 4 2 から L D E V 1 4 2 を一つ選んでプール D に追加した後 (S 1 2 1 7)、実行結果をログに出力する (S 1 2 2 0)。

30

【 0 0 9 9 】

以上によれば、管理装置 2 0 において、プール 1 4 3 の制約を考慮した形でストレージ装置 1 0 にプール 1 4 3 のメンテナンスやマイグレーションの指示を行うことができる。これによれば、ストレージ装置 1 0 からエラーの返答を受信する前に、管理装置 2 0 において適切な判断をすることができる。

【 0 1 0 0 】

< 未使用領域の大きいプールのサイズ縮小 >

図 1 3 は、管理装置 2 0 によって行われる、未使用領域の大きいプール 1 4 3 の記憶領域を縮小する処理を説明するフローチャートである。この処理では、管理装置 2 0 が未使用領域の大きい (未使用領域が所定の閾値以上である) プール 1 4 3 を検知した場合、そのプール 1 4 3 から、データがまだ格納されていない L D E V 1 4 2 を削除する。また L D E V 1 4 2 を削除してもまだそのプール 1 4 3 の未使用領域が大きい場合に、未使用領域の大きなプール 1 4 3 のデータを記憶する新たなプール 1 4 3 を作成し、かつ、古いプール 1 4 3 を削除する。L D E V 1 4 2 に仮想ボリューム 1 4 4 2 のデータが既に格納されている場合には、プール 1 4 3 の未使用領域が大きい場合でも L D E V 1 4 2 を削除できない場合があるが、この場合はプール 1 4 3 の再作成が行われる。

40

【 0 1 0 1 】

尚、未使用領域の大きいプール 1 4 3 が生じる理由としては、仮想ボリューム 1 4 4 2 の記憶容量が過去に一時的に増えたためにプール 1 4 3 が拡張されたが、その後、記憶容量が減った場合、仮想ボリューム 1 4 4 2 に管理されていたデータが他のストレージ装置

50

10にレプリケーションされ、レプリケーションされたデータを管理していた仮想ボリューム1442がプール143から削除された場合などがある。

【0102】

以下、図13とともに説明する。管理装置20のプール監視部203は、プール管理テーブル22のあるプール143（プールCとする）の使用率227がアラート閾値228以下になったことを検知すると（S1311）、プールCを構成しているLDEV142のうち、当該プールCの構成要素から外すことが可能（削除可能）なLDEV142を選出し、選出したLDEV142をプールCの構成要素から外す（削除する）旨の指示をストレージ装置10のストレージ制御部101に送信する（S1312）。

【0103】

尚、上記選出における、LDEV142をプールBから削除可能か否かの判定は、管理装置20側で判断してもよいし、ストレージ装置10側で判断するようにしてもよい。このときの判断の基準は、例えばそのLDEV142に仮想ボリューム1442のデータが記録されているか否かである。

【0104】

ストレージ装置10で削除可能なLDEV142の削除が終了すると、プール監視部203は、再度プールCの使用率を確認する（S1313）。確認した結果、使用率227がアラート閾値228以下である場合（S1313b）、プール監視部203は処理を終了する（S1318）。

【0105】

一方、削除可能なLDEV142をプール143から削除した後もプールCの使用率227がアラート閾値228を超えている場合（S1313a）、プール監視部203は、プールCに含まれるLDEV142と同じ種類の未使用のLDEV142を、ボリューム管理テーブル21から検索する。そして検索された未使用のLDEV142の合計容量が、プールCの使用量226以上であることを各ストレージ装置10単位に確認する（S1314）。尚、本実施形態では、複数のストレージ装置10を跨いで一つのプール143を作成することができないことを前提としているため、ストレージ装置10ごとに記憶容量を確認する。

【0106】

LDEV142の合計容量がプールCの使用量以上である場合（S1314a）、プール監視部203は、プールCの使用量以上で最小の記憶容量となるように、即ちマイグレーションの対象となる仮想ボリューム1442に要求される条件を満たすのに必要最低限の数の未使用のLDEV142を選択し、新規プール（プールDとする）を作成する（S1315）。例えば1つのLDEV142の記憶容量が10GBである場合、プールCの使用量が1GBであれば未使用のLDEV142を一つだけ選択し、プールCの使用量が15GBであれば未使用のLDEV142を2つ選択する。

【0107】

尚、他の方法として、プール監視部203が、マイグレーションの対象となる仮想ボリューム1442の容量増加率に基づいて決定される分の記憶資源（LDEV142）のみを用いて、新たなプール143を作成するようにしてもよい。例えば予め設定した所定時間以内にプール143の使用量が閾値を超えることが見込まれる場合には、所定時間以後に必要とされる分の記憶資源のみを割り当てるようにする。

【0108】

以上のようにすることで、不必要に記憶資源が消費されてしまうのを防ぐことができ、未使用の記憶資源を確保することができる。

【0109】

新規プール143の作成が終了すると、プールCを作成元とする全仮想ボリューム1442をプールDにマイグレーションし（S1316）、マイグレーション完了後にプールCを削除する（S1317）。尚、プール監視部203は、プールDの追加、及びプールCの削除の結果をプール管理テーブル22に反映する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 0 】

S 1 3 1 4 において、L D E V 1 4 2 の合計容量がプール C の使用量よりも小さい場合には (S 1 3 1 4 b) 、仮想ボリューム 1 4 4 2 のマイグレーションが実施できないためそのまま処理を終了する (S 1 3 1 8) 。

【 0 1 1 1 】

ところで、以上の処理では、仮想ボリューム 1 4 4 2 のマイグレーション先として、マイグレーション元と同じ種類の L D E V 1 4 2 で構成されるプール 1 4 3 を作成してマイグレーションを実施しているが、仮想ボリューム 1 4 4 2 を任意の他の論理ボリュームに一時的にマイグレーションしておき、元のプール 1 4 3 を再作成し、再作成したプール 1 4 3 にマイグレーションするようにしてもよい。このようにすればマイグレーション元と同じ種類の L D E V 1 4 2 が存在しない場合でも、プール 1 4 3 のサイズを縮小することができる。

10

【 0 1 1 2 】

以上によれば、種々の原因により未使用領域が大きくなってしまったプール 1 4 3 の記憶容量が自動的に縮小されるため、ストレージ装置 1 0 に空き記憶領域を確保することができる。従って記憶資源の再利用が容易になり、記憶資源を有効に利用することができる。

【 0 1 1 3 】

また以上に説明した実施形態の総括として、ユーザは、仮想ボリューム 1 4 4 2 の作成元のプール 1 4 3 の利用状況やプール 1 4 3 の構成などを直接管理することなく、仮想ボリューム 1 4 4 2 を運用することができる。また仮想ボリューム 1 4 4 2 に掛かる管理の煩雑さを低減することができる。

20

【 0 1 1 4 】

以上、本発明の好適な実施例を説明したが、これらは本発明の説明のための例示であって、本発明の範囲を実施例にのみ限定する趣旨ではない。本発明は、他の種々の形態でも実施することが可能である。例えば以上の説明では、論理的な記憶領域の最小単位を L D E V としているが、記憶領域の最小単位はこれに限られない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 1 5 】

【 図 1 】 情報処理システム 1 の概略的な構成を示す図である。

30

【 図 2 A 】 ストレージ装置 1 0 のハードウェアを示す図である。

【 図 2 B 】 管理装置 2 0 、ホスト装置 3 0 、及び管理クライアント装置 4 0 のハードウェアの一例を示す図である。

【 図 3 A 】 管理装置 2 0 の機能、及び管理装置 2 0 によって管理されるデータを示す図である。

【 図 3 B 】 ストレージ装置 1 0 の機能を示す図である。

【 図 3 C 】 ストレージ装置 1 0 からホスト装置 3 0 への記憶領域の供給形態を説明する図である。

【 図 4 】 ボリューム管理テーブル 2 1 の一例を示す説明図。

【 図 5 】 プール管理テーブル 2 2 の一例を示す図である。

40

【 図 6 】 プール利用履歴管理テーブル 2 3 の一例を示す図である。

【 図 7 】 仮想ボリューム 1 4 4 2 の作成に関する処理を説明するフローチャートである。

【 図 8 】 仮想ボリューム 1 4 4 2 の削除に関する処理を説明するフローチャートである。

【 図 9 】 使用量増加に伴うプールのメンテナンス処理のシーケンスを説明するシーケンス図である。

【 図 1 0 】 図 9 に示したプールのメンテナンス処理における管理装置 2 0 の処理の詳細を説明するフローチャートである。

【 図 1 1 】 プール制約管理テーブル 2 4 の一例を示す図である。

【 図 1 2 】 プールの制約を考慮した、プールのメンテナンス処理を説明するフローチャートである。

50

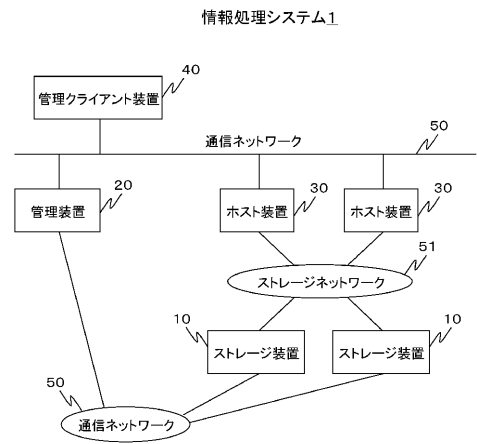
【図 1 3】未使用領域の大きいプール 1 4 3 の記憶領域を縮小する処理を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

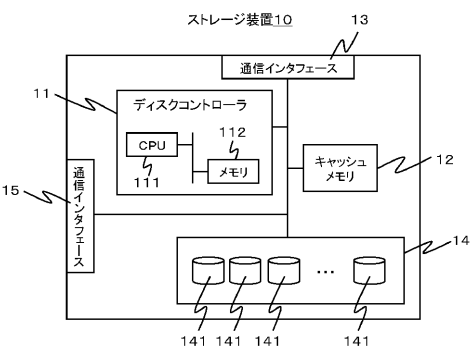
【 0 1 1 6 】

1	情報処理システム	
1 0	ストレージ装置	
1 0 1	ストレージ制御部	
1 1	ディスクコントローラ	
1 2	キャッシュメモリ	
1 3	通信インタフェース	10
1 4	ディスク装置	
1 4 1	ハードディスクドライブ	
1 4 2	L D E V	
1 4 3	ストレージプール	
1 4 4	ボリューム	
1 4 4 1	通常ボリューム	
1 4 4 2	仮想ボリューム	
1 5	通信インタフェース	
2 0	管理装置	
2 0 0	ストレージ管理部	20
2 0 1	ボリューム管理部	
2 0 2	プール管理部	
2 0 3	プール監視部	
2 1	ボリューム管理テーブル	
2 2	プール管理テーブル	
2 3	プール利用履歴管理テーブル	
2 4	プール制約管理テーブル	
3 0	ホスト装置	
4 0	管理クライアント装置	
5 0	通信ネットワーク	30
5 1	ストレージネットワーク	

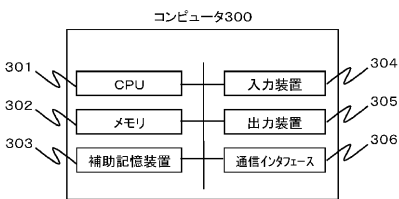
【 図 1 】



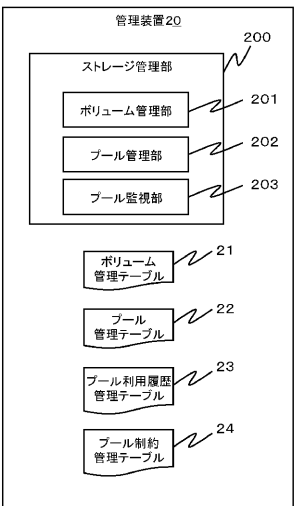
【 図 2 A 】



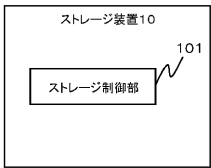
【 図 2 B 】



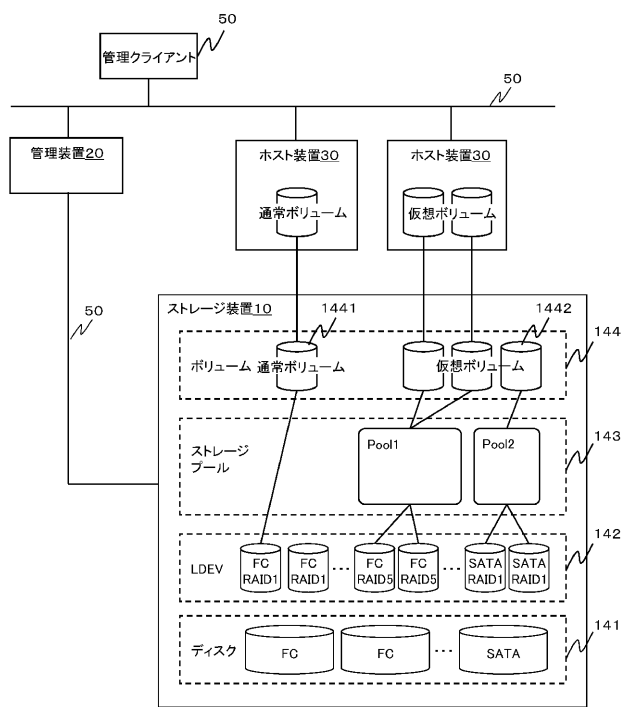
【 図 3 A 】



【 図 3 B 】



【図 3 C】



【図 4】

ボリューム管理テーブル21

ボリューム ID	装置 ID	ボリューム種別		容量	プール ID	割り当て先	プール利用
		RAID レベル	ディスク 種別				
00:01	Storage1	RAID1	FC	10GB	n/a	Host1	F
00:02	Storage1	RAID1	FC	10GB	n/a	Host1	F
01:01	Storage1	RAID5	FC	100GB	n/a	Pool1	T
01:02	Storage1	RAID5	FC	100GB	n/a	Pool1	T
01:03	Storage1	RAID5	FC	100GB	n/a	Pool3	T
02:01	Storage1	RAID1	SATA	25GB	n/a	Pool2	T
02:02	Storage1	RAID1	SATA	25GB	n/a	Pool2	T
02:03	Storage1	RAID1	SATA	25GB	n/a	Pool3	T
03:01	Storage1	RAID1	FC	10GB	n/a	n/a	T
03:02	Storage1	RAID1	FC	10GB	n/a	n/a	T
V:00:01	Storage1	RAID5	FC	100GB	Pool1	Host2	F
V:00:02	Storage1	RAID5	FC	50GB	Pool1	Host2	F
V:00:03	Storage1	RAID1	SATA	20GB	Pool2	Host3	F
V:00:04	Storage1	RAID1	SATA	0GB	Pool2	n/a	F
V:00:05	Storage1	RAID5/RAID1 混在	FC/SATA 混在	0GB	Pool3	n/a	F
...							
11:01	Storage2	RAID5	FC	10GB	n/a	n/a	F
...							

【図 5】

プール管理テーブル22

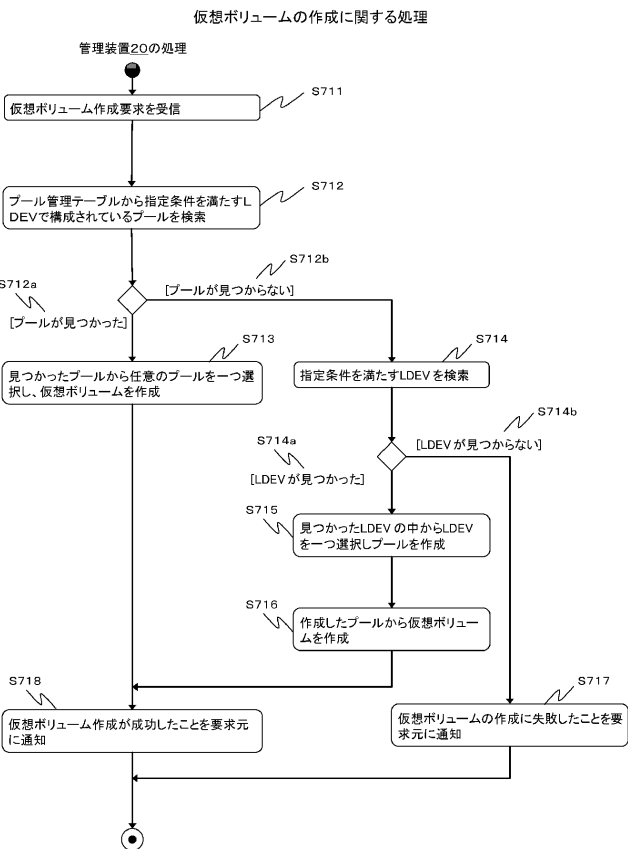
プール ID	装置 ID	ボリュームID-装置ID	プール種別	最大容量	使用量	使用率	アラート 閾値
Pool1	Storage1	01:01-Storage1 01:02-Storage1	RAID5-FC	200GB	150GB	75%	90%
Pool2	Storage1	02:01-Storage1 02:02-Storage1	RAID1-SATA	50GB	10GB	20%	90%
Pool3	Storage1	01:03-Storage1 02:03-Storage1	RAID5-FC/ RAID1-SATA	125GB	0GB	0%	90%
...	...						

【図 6】

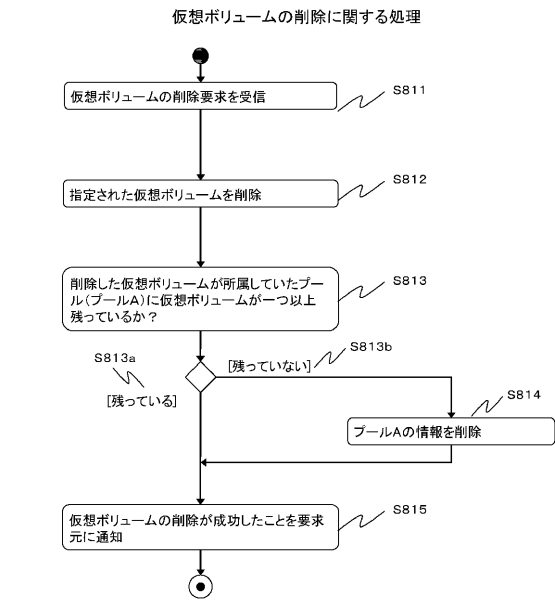
プール利用履歴管理テーブル23

項目	容量履歴					容量増加率	
	3/31	4/1	4/2	...	最新		
Pool1 ボリューム使用量	V:00:01-Storage1	95GB	100GB	101GB	...	115GB	20GB/月
Pool1 ボリューム使用量	V:00:02-Storage1	49GB	50GB	50.1GB	...	51.5GB	2.5GB/月
Pool1 使用量		144GB	150GB	151.1GB	...	166.5GB	22.5GB/月
Pool1 最大容量		200GB	200GB	200GB	...	200GB	n/a

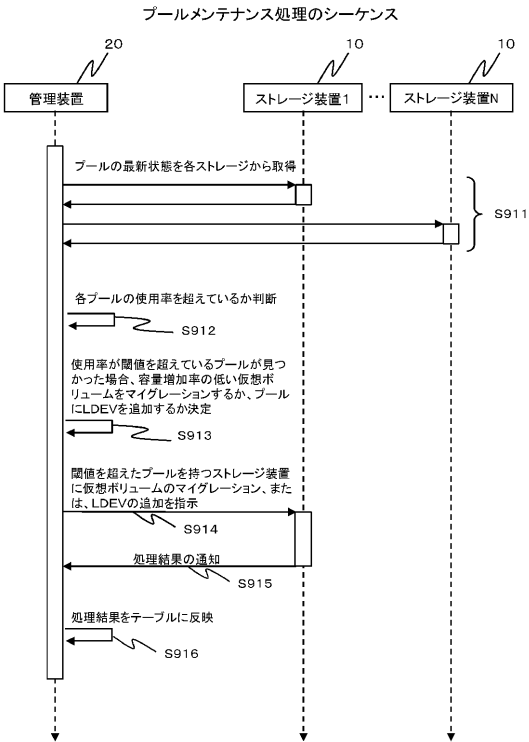
【図 7】



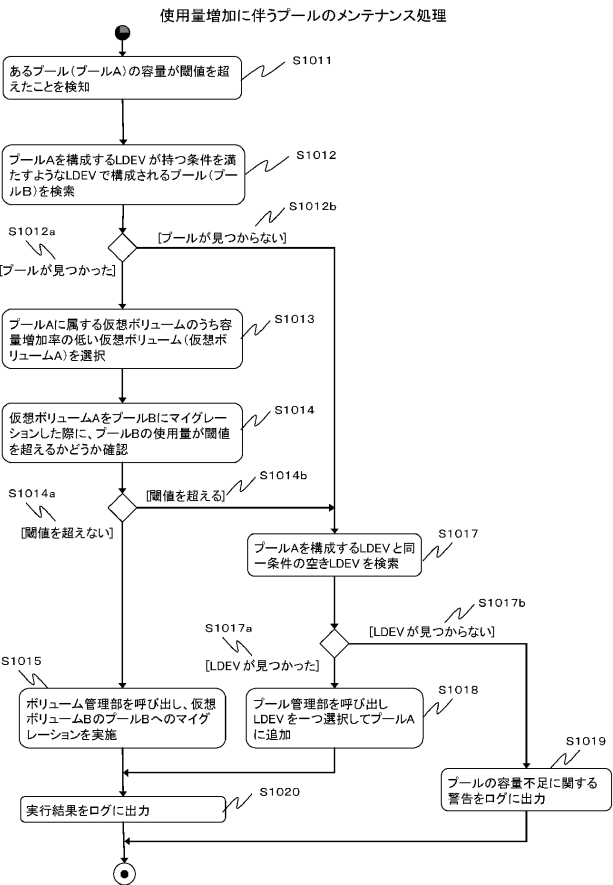
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

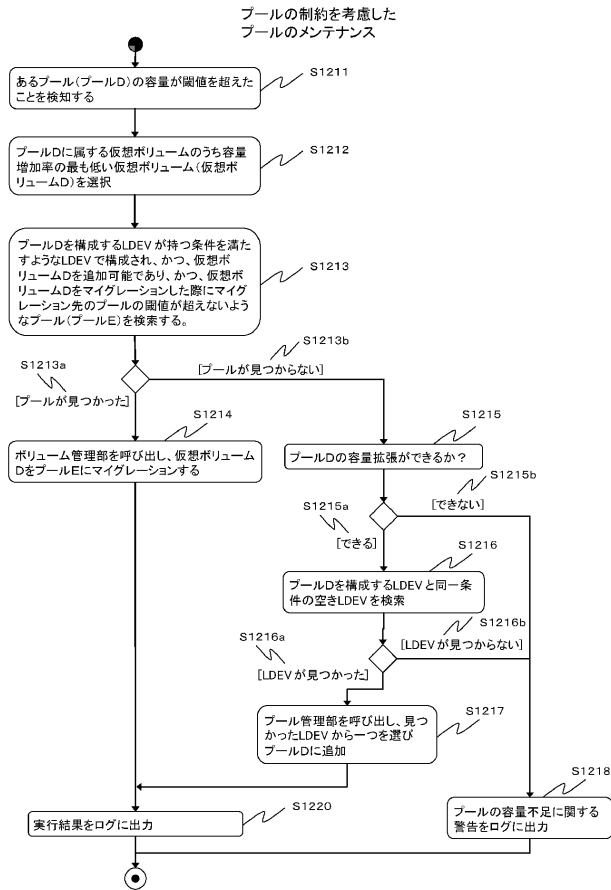


【 図 1 1 】

プール制約管理テーブル24

装置ID	1プール当たりの プール最大容量	1プール当たりの 最大ボリューム数	1装置当たりの 最大プール数
Storage1	200TB	1024	256
Storage2	200TB	256	64
Storage3	n/a	n/a	n/a
...			

【図 12】



【図 13】

未使用領域の大きいプールのサイズを縮小する処理

