

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7210554号
(P7210554)

(45)発行日 令和5年1月23日(2023.1.23)

(24)登録日 令和5年1月13日(2023.1.13)

(51)国際特許分類

G 0 6 F	3/06 (2006.01)	F I	G 0 6 F	3/06	3 0 1 K
G 0 6 F	13/10 (2006.01)		G 0 6 F	13/10	3 4 0 A
G 0 6 F	13/14 (2006.01)		G 0 6 F	13/14	3 2 0 H
			G 0 6 F	3/06	3 0 1 F
			G 0 6 F	3/06	3 0 1 Z

請求項の数 7 (全20頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-513689(P2020-513689)
 (86)(22)出願日 平成30年9月6日(2018.9.6)
 (65)公表番号 特表2020-533678(P2020-533678)
 A)
 (43)公表日 令和2年11月19日(2020.11.19)
 (86)国際出願番号 PCT/IB2018/056795
 (87)国際公開番号 WO2019/053565
 (87)国際公開日 平成31年3月21日(2019.3.21)
 審査請求日 令和3年2月22日(2021.2.22)
 (31)優先権主張番号 15/704,648
 (32)優先日 平成29年9月14日(2017.9.14)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)

(73)特許権者 3900009531
 インターナショナル・ビジネス・マシンズ・コーポレーション
 INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
 アメリカ合衆国 10504 ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
 New Orchard Road, Armonk, New York 10504, United States of America
 (74)代理人 100112690
 弁理士 太佐 種一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 クラウド・ストレージをランクとして使用するストレージ・システム

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

クラウド・ストレージを仮想ローカルR A I Dアレイとして利用するためのコンピュータ実装方法であって、前記方法が、

クラウド・インターフェイスを介して1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上のストレージ空間を、仮想ローカル・アドレスに割り当てること、

前記1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスがローカル・ストレージから成るローカルR A I Dアレイとして見えるように、前記仮想ローカル・アドレスを複数の論理ボリュームで構成される仮想ローカルR A I Dアレイに割り当てるこ^とあって、前記複数の論理ボリュームは同じサイズのパーティションをグループ化して形成されるものであり、

前記仮想ローカルR A I Dアレイに対するローカル・データ・アクセス要求を、前記クラウド・インターフェイス用に構成されたクラウド・データ・アクセス要求に変換すること、

前記クラウド・インターフェイスを介して前記クラウド・データ・アクセス要求を前記1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに伝達することとを含んでいる、コンピュータ実装方法。

【請求項2】

サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値未満の品質のサービスを示しており、かつ、仮想ローカルR A I Dアレイの現在の入出力データ速度が

第2の事前に定義されたしきい値を下回っている場合、前記クラウド・データ・アクセス要求でアクセスされるデータが圧縮可能であるということの決定に応答して、第1のサービス・レベルを前記クラウド・データ・アクセス要求に割り当てるなどをさらに含んでいる、請求項1に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項3】

サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値未満の品質のサービスを示しており、かつ、仮想ローカルRAIDアレイの現在の入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を下回っている場合、前記クラウド・データ・アクセス要求でアクセスされるデータが圧縮不可能であるということの決定に応答して、前記第1のサービス・レベルよりもデータのスループットが大きい第2のサービス・レベルを前記クラウド・データ・アクセス要求に割り当てるなどをさらに含んでいる、請求項2に記載のコンピュータ実装方法。10

【請求項4】

サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値を上回る品質のサービスを示しているか、または、仮想ローカルRAIDアレイの現在の入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を上回っているということの決定に応答して、前記第1及び第2のサービス・レベルよりもデータのスループットが大きい第3のサービス・レベルを前記クラウド・データ・アクセス要求に割り当てるなどをさらに含んでいる、請求項3に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項5】

ホスト・デバイスに通信によって結合するように構成されたポートを含んでいるホスト・アダプタと、20

プロセッサおよびメモリを備えているストレージ・コントローラであって、前記ホスト・アダプタに通信によって結合されている、前記ストレージ・コントローラと、

プロセッサおよびメモリを備えているデバイス・アダプタであって、前記ストレージ・コントローラに通信によって結合されている、前記デバイス・アダプタとを備えている、ストレージ・システムであって、

前記デバイス・アダプタが、ローカル・ストレージに通信によって結合された複数のポートと、ネットワークを介して複数のクラウド・ストレージ・デバイスに通信によって結合された少なくとも1つのネットワーク・ポートとをさらに含んでおり、30

前記デバイス・アダプタおよび前記ストレージ・コントローラのうちの1つが、

前記1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上のストレージ空間を、仮想ローカル・アドレスに割り当てるなど、

前記1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスがローカル・ストレージから成るローカルRAIDアレイとして見えるように、前記仮想ローカル・アドレスを複数の論理ボリュームで構成される仮想ローカルRAIDアレイに割り当てるなどであって、前記複数の論理ボリュームは同じサイズのパーティションをグループ化して形成されるものであり、

前記仮想ローカルRAIDアレイに対するローカル・データ・アクセス要求を、前記クラウド・ストレージ・デバイスにアクセスするためのアプリケーション・プログラミング・インターフェイス(API)の要件に従って構成されたクラウド・データ・アクセス要求に変換することとを実行するように構成された変換モジュールを実装するようにさらに構成されている、ストレージ・システム。40

【請求項6】

プロセッサに、

クラウド・インターフェイスを介して1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上のストレージ空間を、仮想ローカル・アドレスに割り当てるなど、

前記1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスがローカル・ストレージから成るローカルRAIDアレイとして見えるように、前記仮想ローカル・アドレスを複数の論理ボリュームで構成される仮想ローカルRAIDアレイに割り当てるなどであって、前記

10

20

30

40

50

複数の論理ボリュームは同じサイズのパーティションをグループ化して形成されるもので
あり、

前記仮想ローカル R A I D アレイに対するローカル・データ・アクセス要求を、前記クラウド・インターフェイス用に構成されたクラウド・データ・アクセス要求に変換すること。

前記クラウド・インターフェイスを介して前記クラウド・データ・アクセス要求を前記 1 つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに伝達することとを実行させるためのコンピュータ・プログラム。

【請求項 7】

ネットワークを介してクラウド・ストレージ・デバイスに通信によって結合するように構成されたネットワーク・アダプタと、

データを格納するように構成されたストレージ媒体と、

前記ネットワーク・アダプタおよび前記ストレージ媒体に通信によって結合されたプロセッサと、を備えているコンピューティング・デバイスであって、前記プロセッサが、

前記クラウド・ストレージ・デバイスに関連付けられたアプリケーション・プログラミング・インターフェイス (A P I) を介して前記クラウド・ストレージ・デバイス上のストレージ空間を、仮想ローカル・アドレスに割り当てるのこと、

前記 1 つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスがローカル・ストレージから成るローカル R A I D アレイとして見えるように、前記仮想ローカル・アドレスを複数の論理ボリュームで構成される仮想ローカル R A I D アレイに割り当てるこ¹⁰とあって、前記複数の論理ボリュームは同じサイズのパーティションをグループ化して形成されるもので
あり、

前記仮想ローカル R A I D アレイに対するデータ・アクセス要求を、前記クラウド・ストレージ・デバイスに関連付けられた前記 A P I 用に構成されたクラウド・データ・アクセス要求に変換することと、

前記クラウド・データ・アクセス要求を、前記クラウド・ストレージ・デバイスに関連付けられた前記 A P I を介して前記クラウド・ストレージ・デバイスに伝達することとを実行するように構成されている、コンピューティング・デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0 0 0 1】

クラウド・ストレージをランクとして使用するストレージ・システムを実現するためのコンピュータ実装方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

ストレージ・エリア・ネットワーク (S A N : storage area networks) などのストレージ・ネットワークは、さまざまなタイプのデータ・ストレージ・システムをさまざまなタイプのサーバ (本明細書では「ホスト・システム」とも呼ばれる) と相互接続するために使用される。一部のサーバは、データ・ストレージ媒体、ストレージ・コントローラ、メモリ、および付随する電力システム、冷却システムなどの、さまざまなハードウェアを含む。

40

【0 0 0 3】

ストレージ・コントローラは、読み取り要求および書き込み要求に応答して、データ・ストレージ媒体およびメモリへのアクセスを制御する。ストレージ・コントローラは、R A I D (redundant array of independent disks : 新磁気ディスク制御機構) 、 J B O D (just a bunch of disks : 単純ディスク束) 、ならびにその他の冗長性およびセキュリティ・レベルなどのデータ・ストレージ・デバイスに従って、データを管理することができる。一例として、 D S 8 0 0 0 シリーズなどの I B M (R) E S S (Enterprise Storage Server) は、コンピュータの実体、キャッシュ、不揮発性ストレージなどの冗長なクラスタを含む。

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

クラウド・ストレージをランクとして使用するストレージ・システムを提供する。

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本開示の態様は、クラウド・ストレージをランクとして利用するためのコンピュータ実装方法、コンピュータ・プログラム製品、コンピューティング・デバイス、およびシステムを含んでよい。例示的な方法は、クラウド・インターフェイスを介して1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上のストレージ空間を割り当てるごとと、割り当てられたストレージ空間を対応する仮想ローカル・アドレスにマッピングすることと、仮想ローカル・アドレスをグループ化して、1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上の割り当てられたストレージ空間から1つまたは複数の仮想ローカル・ランクを作成することと、1つまたは複数の仮想ローカル・ランクに対するローカル・データ・アクセス要求を、クラウド・インターフェイス用に構成されたクラウド・データ・アクセス要求に変換することと、クラウド・インターフェイスを介してそれらのクラウド・データ・アクセス要求を1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに伝達することとを含む。

10

【0006】

上記の概要は、本開示の各実施形態例もすべての実装も説明するよう意図されていない。

【0007】

各図面が、実施形態例のみを表しており、したがって、範囲の制限と見なされるべきではないということを理解して、添付の図面を使用することによって、追加の特殊性および詳細と共に、実施形態例が説明される。

20

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【図1】例示的なネットワーク環境の一実施形態を示す上位のブロック図である。

【図2】例示的なストレージ・システムの一実施形態を示す上位のブロック図である。

【図3】例示的なデバイス・アダプタの一実施形態のブロック図である。

【図4】ストレージ・コントローラ用のランクとしてクラウド・ストレージを使用する例示的な方法の一実施形態を示すフローチャートである。

30

【発明を実施するための形態】**【0009】**

慣行に従って、説明されるさまざまな特徴は一定の縮尺で描かれておらず、実施形態例に関連する特定の特徴を強調するように描かれている。

【0010】

以下の詳細な説明では、本明細書の一部を形成する添付の図面に対する参照が行われ、その参照において、特定の例示的な実施形態が、例として示される。ただし、他の実施形態が利用されてよく、論理的変更、機械的変更、および電気的変更が行われてよいということが、理解されるべきである。さらに、図面および本明細書において提示される方法は、個別のステップが実行される順序を制限すると解釈されるべきではない。したがって、以下の詳細な説明は、限定する意味で受け取られるべきではない。

40

【0011】

本明細書において使用されるとき、「少なくとも1つ」、「1つまたは複数」、および「~または~あるいはその組み合わせ」という語句は、動作中の結合および分離の両方である無制限の表現である。例えば、「A、B、およびCのうちの少なくとも1つ」、「A、B、またはCのうちの少なくとも1つ」、「A、B、およびCのうちの1つまたは複数」、「A、B、またはCのうちの1つまたは複数」、および「A、B、またはC、あるいはその組み合わせ」という表現の各々は、A単独、B単独、C単独、AおよびBの組み合わせ、AおよびCの組み合わせ、BおよびCの組み合わせ、またはA、B、およびCの組み合わせを意味する。さらに、「1つ(a)」または「1つ(an)」の実体という用語は

50

、その実態のうちの 1 つまたは複数のこととを指す。そのため、「1つ(a)」(または「1つ(an)」)、「1つまたは複数」、および「少なくとも1つ」という用語は、本明細書では交換可能なように使用され得る。「備えている」、「含んでいる」、および「有している」という用語が交換可能なように使用され得るということにも注意するべきである。

「自動的」およびその変形の用語は、本明細書において使用されるとき、プロセスまたは動作が実行されるときに、具体的な人間の入力なしで実行される、任意のプロセスまたは動作のことを指す。人間の入力は、そのような入力が、プロセスまたは動作の実行方法または実行のタイミングを指示または制御する場合に、具体的であると見なされる。人間の入力を使用するプロセスは、その入力が、プロセスの実行方法または実行のタイミングを指示することも制御することも行わない場合、まだ自動的であると見なされる。

10

【0012】

「決定する」、「算出する」、および「計算する」という用語、ならびにその変形は、本明細書において使用されるとき、交換可能なように使用され、任意の種類の方法、プロセス、数学演算、または手法を含む。以下では、「通信する」または「通信によって結合される」は、無線または有線に関わらず、任意の電気接続を意味するものとし、2つ以上のシステム、コンポーネント、モジュール、デバイスなどが、任意のプロトコルまたは形式を使用してデータ、信号、またはその他の情報を交換できるようにする。さらに、通信によって結合された2つのコンポーネントは、互いに直接結合される必要はなく、他の中間のコンポーネントまたはデバイスを介して一緒に結合されてもよい。

【0013】

図1は、例示的なネットワーク・アーキテクチャ100の一実施形態を示す上位のプロック図である。ネットワーク・アーキテクチャ100は、制限ではなく、単に例として提示されている。実際、本明細書で開示されるシステムおよび方法は、図1に示されているネットワーク・アーキテクチャ100に加えて、多種多様な異なるネットワーク・アーキテクチャに適用可能であってよい。

20

【0014】

図に示されているように、ネットワーク・アーキテクチャ100は、1つまたは複数のクライアントまたはクライアント・コンピュータ102-1...102-N(Nはクライアント・コンピュータの総数)、および1つまたは複数のホスト106-1...106-M(Mはホスト(本明細書では、「サーバ・コンピュータ」106、「ホスト・システム」106、または「ホスト・デバイス」106とも呼ばれる)の総数)を含む。図1には5つのクライアント102が示されているが、他の実施形態では、その他の数のクライアント102が使用され得るということが、理解されるべきである。例えば、一部の実施形態では、1つのクライアント102のみが実装される。他の実施形態では、5つより多いクライアント102または少ないクライアント102が使用される。同様に、図1には4つのホスト106が示されているが、任意の適切な数のホスト106が使用され得るということが、理解されるべきである。例えば、一部の実施形態では、1つのホスト106のみが使用される。他の実施形態では、4つより多いストレージ・ホスト106または少ないストレージ・ホスト106が使用され得る。

30

【0015】

クライアント・コンピュータ102の各々は、デスクトップ・コンピュータ、ポータブル・コンピュータ、ラップトップまたはノートブック・コンピュータ、ネットブック、タブレット・コンピュータ、ポケット・コンピュータ、スマートフォン、あるいは任意のその他の適切な種類の電子デバイスとして実装され得る。同様に、ホスト106の各々は、任意の適切なホスト・コンピュータまたはサーバを使用して実装され得る。そのようなサーバは、IBM System z(R)およびIBM System i(R)サーバに加えて、UNIX(R)サーバ、Microsoft Windows(R)サーバ、およびLinuxプラットフォームを含むことができるが、これらに限定されない。

40

【0016】

クライアント・コンピュータ102は、ネットワーク104を介して、ホスト106に

50

通信によって結合される。ネットワーク 104 の例としては、ローカル・エリア・ネットワーク (LAN : local-area-network)、広域ネットワーク (WAN : wide-area-network)、インターネット、インターネットなどなどが挙げられる。一般に、クライアント・コンピュータ 102 は、通信セッションを開始し、一方、サーバ・コンピュータ 106 は、クライアント・コンピュータ 102 からの要求を待つ。特定の実施形態では、コンピュータ 102 またはサーバ 106 あるいはその両方は、1つまたは複数の内部または外部の直接取り付けられたストレージ・システム 112 (例えば、ハード・ディスク・ドライブ、半導体ドライブ、テープ・ドライブなどのアレイ) に、接続されてよい。これらのコンピュータ 102、106、および直接取り付けられたストレージ・システム 112 は、ATA、SATA、SCSI、SAS、ファイバ・チャネルなどのプロトコルを使用して通信してよい。

10

【0017】

ネットワーク・アーキテクチャ 100 は、特定の実施形態では、ストレージ・エリア・ネットワーク (SAN : storage-area-network) 108 または LAN 108 (例えば、ネットワークに取り付けられたストレージを使用する場合) など、サーバ 106 の背後にストレージ・ネットワーク 108 を含んでよい。図 1 に示された例では、ネットワーク 108 は、サーバ 106 を1つまたは複数のストレージ・サブシステム 110 に接続する。説明の目的で、1つのストレージ・サブシステム 110 のみが示されているが、他の実施形態では2つ以上のストレージ・サブシステム 110 が使用され得るということが、理解されるべきである。ストレージ・サブシステム 110 は、ストレージ・デバイスのアレイ 116 への接続を管理する。ストレージ・デバイスのアレイ 116 は、ハード・ディスク・ドライブまたは半導体ドライブあるいはその両方のアレイを含むことができる。加えて、図 1 に示されている例では、下で詳細に説明されているように、ストレージ・サブシステム 110 が、クラウド・ストレージに接続し、クラウド・ストレージがローカル・ストレージ・アレイのように見えるように、クラウド・ストレージからストレージ・アレイを作成するように構成される。

20

【0018】

ストレージ・サブシステム 110 にアクセスするために、ホスト・システム 106 は、ホスト 106 上の1つまたは複数のポートからストレージ・サブシステム 110 上の1つまたは複数のポートへの物理的接続を経由して通信してよい。接続は、スイッチ、ファブリック、直接接続などを介してよい。特定の実施形態では、サーバ 106 およびストレージ・サブシステム 110 は、ファイバ・チャネル (FC : Fibre Channel) または iSCSI などのネットワーク規格を使用して通信してよい。

30

【0019】

図 2 は、ストレージ・システム 200 の一実施形態の上位のブロック図である。ストレージ・システム 200 は、ストレージ・ドライブ (例えば、ハード・ディスク・ドライブまたは半導体ドライブあるいはその両方) の1つまたは複数のアレイを含んでいる。図に示されているように、ストレージ・システム 200 は、ストレージ・サブシステム 210 と、複数のスイッチ 220 と、ハード・ディスク・ドライブまたは半導体ドライブ (フラッシュメモリベースのドライブなど) あるいはその両方などの複数のストレージ・ドライブ 216 とを含んでいる。ストレージ・サブシステム 210 は、1つまたは複数のホスト (例えば、オープン・システムまたはメインフレーム・サーバあるいはその両方) が、複数のストレージ・ドライブ 216 内のデータにアクセスできるようにしてよい。

40

【0020】

一部の実施形態では、ストレージ・サブシステム 210 は、1つまたは複数のストレージ・コントローラ 222 を含んでいる。図 2 に示されている例では、ストレージ・サブシステムは、ストレージ・コントローラ 222a およびストレージ・コントローラ 222b を含んでいる。説明の目的で、本明細書では2つのストレージ・コントローラ 222のみが示されているが、他の実施形態では3つ以上のストレージ・コントローラが使用され得るということが、理解されるべきである。図 2 のストレージ・サブシステム 210 は、ス

50

トレージ・サブシステム 210 をホスト・デバイスおよびストレージ・ドライブ 204 にそれぞれ接続するために、ホスト・アダプタ 224a、224b、およびデバイス・アダプタ 226a、226b も含んでいる。複数のストレージ・コントローラ 222a、222b は、データが接続されたホストで使用可能であることを保証するのに役立つ冗長性を実現する。したがって、1つのストレージ・コントローラ（例えば、ストレージ・コントローラ 222a）が故障した場合、他のストレージ・コントローラ（例えば、222b）が故障したストレージ・コントローラの I/O 負荷を受け取り、ホストとストレージ・ドライブ 204 の間で I/O を継続できることを保証することができる。このプロセスは、「フェイルオーバー」と呼ばれることがある。

【0021】

各ストレージ・コントローラ 222 は、1つまたは複数のプロセッサ 228 およびメモリ 230 をそれぞれ含むことができる。メモリ 230 は、揮発性メモリ（例えば、RAM）および不揮発性メモリ（例えば、ROM、EPROM、EEPROM、フラッシュ・メモリなど）を含むことができる。揮発性メモリおよび不揮発性メモリは、プロセッサ 228 上で実行され、ストレージ・ドライブ 204 内のデータにアクセスするために使用される、ソフトウェア・モジュールを格納することができる。ストレージ・コントローラ 222 は、これらのソフトウェア・モジュールのうちの少なくとも1つのインスタンスをホストすることができる。これらのソフトウェア・モジュールは、ストレージ・ドライブ 204 内の論理ボリュームに対するすべての読み取り要求および書き込み要求を管理することができる。

【0022】

具体的には、各ストレージ・コントローラ 222 は、各デバイス・アダプタ 226 を介して、ストレージ・ドライブ 204 に通信によって結合される。各デバイス・アダプタ 226 は、ストレージ・ドライブ 216 への入出力（I/O：Input/Output）アクセスを管理するように構成される。例えば、デバイス・アダプタ 226 は、ストレージ・ドライブ 216 を論理的に構成し、データを格納するストレージ・ドライブ 216 上の位置を決定する。ストレージ・ドライブ 216（ディスク・ドライブ・モジュール（DDM：disk drive modules）とも呼ばれる）は、異なる性能特性を有するさまざまな種類のドライブのグループを含むことができる。例えば、ストレージ・ドライブ 216 は、（相対的に）遅い「ニアライン」ディスク（例えば、毎分 7,200 回転（RPM：revolutions per minute）の回転速度）、SAS ディスク・ドライブ（例えば、10k または 15k RPM）、および相対的に速い半導体ドライブ（SSD：solid state drives）の組み合わせを含むことができる。

【0023】

デバイス・アダプタ 226 は、スイッチ 220 を介してストレージ・ドライブ 216 に結合される。スイッチ 220 の各々は、光ファイバ接続を介してストレージ・ドライブ 216 をデバイス・アダプタに結合するファイバ・スイッチであることができる。デバイス・アダプタ 226 は、ストレージ・ドライブ 216 をアレイ・サイト 234 に論理的にグループ化する。説明の目的で、ストレージ・ドライブ 216 から成る単一のアレイ・サイト 234 が図 2 に示されている。しかし、他の実施形態では、ストレージ・ドライブ 216 から成る2つ以上のアレイ・サイトが含まれ得るということが、理解されるべきである。アレイ・サイト 234 は、新磁気ディスク制御機構（RAID）アレイ 234 として構成され得る。任意の種類の RAID アレイ（例えば、RAID 0、RAID 5、RAID 10 など）が使用され得るということが、理解されるべきである。各 RAID アレイは、ランクとも呼ばれる。各ランクは、範囲と呼ばれる、複数の同じサイズのパーティションに分割される。各範囲のサイズは、実装に応じて変化することができる。例えば、各範囲のサイズは、少なくとも部分的に、範囲のストレージ・タイプによって決まることができる。範囲のストレージ・タイプ（例えば、固定長ブロック（FB：Fixed Block）またはカウント・キー・データ（CKD：count key data））は、ストレージ・サブシステムに結合されたホストの種類（例えば、オープンシステム・ホストまたはメインフレーム・

10

20

30

40

50

サーバ)によって決まる。その後、これらの範囲は、論理ボリュームを構成するためにグループ化される。

【0024】

ストレージ・サブシステム 210 は、フルディスク暗号化、不揮発性ストレージ (NVS : non-volatile storage) アルゴリズム (例えば、しきい値化、ステージ、デステージ)、ストレージ・プール・ストライピング (範囲の循環)、動的ボリューム拡張、動的データ再配置、インテリジェントな書き込みキャッシング、および適応型マルチストリーム・プリフェッチ (adaptive multi-stream prefetching) などの、ただしこれらに限定されない、さまざまな管理機能を可能にすることができる。図 2 に示されたアーキテクチャに類似するアーキテクチャを有するストレージ・システム 210 の 1 つの例は、IBM DS 8000 (TM) シリーズ・エンタープライズ・ストレージ・システムである。DS 8000 (TM) は、継続的動作をサポートするように設計されたディスク・ストレージおよび半導体ストレージを提供する、高性能、大容量のストレージ・サブシステムである。それでも、本明細書で開示された実施形態は、IBM DS 8000 (TM) シリーズ・エンタープライズ・ストレージ・システムに限定されず、システムに関連付けられた製造業者、製品名、またはコンポーネントもしくはコンポーネント名に関わらず、任意の同等の、または類似するストレージ・システムまたはストレージ・システムのグループにおいて実装され得る。したがって、IBM DS 8000 (TM) は、単に例として提示されており、限定するよう意図されていない。

10

【0025】

さらに、図 2 に示された実施形態では、デバイス・アダプタ 226 の各々が、イーサネット (R)・ポートなどの各ネットワーク・ポート 232 を含んでおり、このポートが、インターネットなどのネットワークを介して、デバイス・アダプタ 226 をクラウド・ストレージ・デバイス 214 に通信によって結合する。図 2 に示されている例では、各デバイス・アダプタ 226 は、各変換モジュール 232 をさらに含んでおり、変換モジュール 232 は、クラウド・ストレージ・デバイス 214 が、ストレージ・コントローラ 222 にはローカル RAID アレイまたはローカル・ランクのように見えるように、クラウド・ストレージ・デバイス 214 を仮想 RAID アレイに割り当ててグループ化するように構成される。このようにして、ローカル・ランク (RAID アレイ 243 など) に使用できるストレージ・コントローラ 222 の機能が、クラウドのランク 214 にも使用できる。

20

【0026】

図 3 および 4 に関して下で詳細に説明されているように、変換モジュール 232 は、ストレージ・コントローラ・コマンドまたは I/O アクセスあるいはその両方と、クラウド・インターフェイス・コマンド (cloud interface commands) または I/O アクセスあるいはその両方との間で変換するように構成される。この例では、変換モジュール 232 がデバイス・アダプタ 226 に含まれているが、他の実施形態では、クラウド変換モジュール 232 がストレージ・コントローラ 222 に含まれ得るということに、注意するべきである。具体的には、一部の実施形態では、各ストレージ・コントローラ 222 は、各デバイス・アダプタ 226 へのコマンドの変換を実行する各変換モジュールを含む。

30

【0027】

したがって、本明細書に記載された実施形態は、従来のクラウド・ストレージ・システムを超える優位性を可能にする。例えば、従来のクラウド・ストレージ・システムは、通常、リモートのアーカイブ、バックアップ、および取得などの、比較的簡単な機能を可能にする。しかし、そのような従来のシステムは、クラウドに格納されたデータに対して、前述した管理機能 (例えば、しきい値化、ステージ、およびデステージなどの NVS アルゴリズム) などの高度な管理機能を実行できない。したがって、下でさらに詳細に説明される変換モジュール 232 を使用することによって、本明細書に記載された実施形態は、クラウド・ストレージ・デバイスに格納されたデータに対する、従来のクラウド・ストレージ・システムに使用できない高度な管理機能の実行を可能にする。具体的には、変換モジュール 232 を使用することによって、ストレージ・コントローラ 222 およびデバイ

40

50

ス・アダプタ 226 は、仮想 R A I D アレイが、リモート・ストレージではなく、デバイス・アダプタ 226 に結合されたローカル・ドライブであるかのように、クラウド・ストレージから成る仮想 R A I D アレイまたはランクにアクセスして利用することができる。このようにして、前述した管理機能などの、ローカル・ドライブに使用できる管理機能と同じ管理機能を、それらの管理機能の実装に関連付けられた基礎になるコードまたはハードウェアあるいはその両方を変更することなく、リモートのクラウド・ストレージに使用することができる。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、デバイス・アダプタ 226 などのデバイス・アダプタまたはストレージ・コントローラ 222 などのストレージ・コントローラとして実装できる、例示的なコンピューティング・デバイス 300 の一実施形態のブロック図である。説明の目的で、コンピューティング・デバイス 300 は、本明細書ではデバイス・アダプタに関して説明される。図 3 に示された例では、デバイス・アダプタ 300 は、メモリ 325、ストレージ 335、相互接続（例えば、バス）340、1つまたは複数のプロセッサ 305（本明細書では C P U 305 ともに呼ばれる）、I / O デバイス・インターフェイス 350、およびネットワーク・アダプタまたはポート 315 を含んでいる。

10

【 0 0 2 9 】

各 C P U 305 は、メモリ 325 またはストレージ 335 あるいはその両方に格納されたプログラミング命令を取得して実行する。相互接続 340 は、プログラミング命令などのデータを、C P U 305、I / O デバイス・インターフェイス 350、ストレージ 335、ネットワーク・アダプタ 315、およびメモリ 325 の間で移動するために使用される。相互接続 340 は、1つまたは複数のバスを使用して実装され得る。さまざまな実施形態では、C P U 305 は、単一の C P U、複数の C P U、または複数のプロセッシング・コアを含んでいる単一の C P U ができる。一部の実施形態では、プロセッサ 305 は、デジタル信号プロセッサ（D S P : digital signal processor）ができる。メモリ 325 は、一般に、ランダム・アクセス・メモリ（例えば、静态随机存取内存）、ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ（D R A M : dynamic random access memory）、またはフラッシュ）を表すために含められている。ストレージ 335 は、一般に、ハード・ディスク・ドライブ、半導体デバイス（S S D : solid state device）、取り外し可能メモリ・カード、光ストレージ、またはフラッシュ・メモリ・デバイスなどの、不揮発性メモリを表すために含められている。

20

【 0 0 3 0 】

一部の実施形態では、メモリ 325 は、クラウド変換命令 301 を格納し、ストレージ 335 は、マップ・テーブル 307 を格納する。しかし、さまざまな実施形態では、クラウド変換命令 301 およびマップ・テーブル 307 が、部分的にメモリ 325 に格納され、かつ部分的にストレージ 335 に格納されるか、あるいは全体的にメモリ 325 に格納されるか、または全体的にストレージ 335 に格納される。

30

【 0 0 3 1 】

クラウド変換命令 301 は、C P U 305 によって実行された場合、C P U 305 に、マップ・テーブル 307 を利用して、図 2 に関する前述された変換モジュールを実装させる。クラウド変換命令 301 およびマップ・テーブル 307 は、デバイス・アダプタ 300 に格納され、デバイス・アダプタ 300 によって実行 / 利用されるように示されているが、他の実施形態では、クラウド変換命令 301 およびマップ・テーブル 307 が、図 2 に示されているストレージ・コントローラ 222 a またはストレージ・コントローラ 222 b あるいはその両方などのストレージ・コントローラに格納され、それらのストレージ・コントローラによって実行 / 利用され得るということに、注意するべきである。クラウド変換命令 301 は、C P U 305 に、図 2 に示されたクラウド・ストレージ・デバイス 214 などの、クラウド・ストレージ・デバイス上の空間を割り当てさせる。この空間は、静的に割り当てられるか、または必要性が生じたときに要求に応じて割り当て得る。

40

50

例えば、この空間は、先驗的に、または実行時に割り当てられ得る。さらに、クラウド・ストレージのランクは、異なるストレージ容量で作成され得る。

【0032】

クラウド変換命令301は、CPU305に、割り当てられたストレージを1つまたは複数の仮想ランクにグループ化することと、クラウド・ストレージ・デバイスと1つまたは複数の仮想ランクとの間のマッピングをマップ・テーブル307に格納することとをさらに実行させる。具体的には、クラウド変換命令301は、CPU305にマップ・テーブル307を生成させ、マップ・テーブル307は、割り当てられたストレージ空間を対応する仮想ローカル・アドレスにマッピングし、仮想ローカル・アドレスをグループ化して1つまたは複数の仮想ローカル・ランクまたはRAIDアレイを作成する。このようにして、クラウド・ストレージの仮想ランクは、I/Oデバイス・インターフェイス350を介してデバイス・アダプタ300に通信によって結合されたストレージ・コントローラに直接取り付けられたローカル・ランクのように見える。また、I/Oデバイス・インターフェイス350は、デバイス・アダプタ300を、半導体ドライブおよびニアライン・ドライブ（例えば、前述されたストレージ・ドライブ216）などの、ストレージ・デバイスのローカル・ランクに、通信によって結合する。例えば、I/Oデバイス・インターフェイス350は、光ファイバ・ポートを含むことができる。

10

【0033】

I/Oアクセス（例えば、読み取り要求または書き込み要求）が受信されたときに、クラウド変換命令301が、CPU305に、要求がクラウド・ストレージの仮想ランクに格納されたデータに向けられているかどうかを判定させる。要求がクラウド・ストレージの仮想ランクに格納されたデータに向けられている場合、クラウド変換命令301が、クラウド・インターフェイスを介してクラウド・ストレージ・デバイスに送信するために、I/Oアクセスを変換する。例えば、クラウド変換命令301は、クラウド・ストレージ・デバイスにアクセスするためにクラウド・インターフェイスによって使用されるコマンド、書式、デバイスのアドレスなどを使用して、I/Oアクセスを変換できる。本明細書において使用されるとき、I/Oアクセス、読み取り／書き込みアクセス、およびデータ・アクセスという用語は、交換可能なように使用され得る。クラウド・インターフェイスの例としては、IBM(R) Cloud Managerまたはthe Amazon(R) Simple Storage Service(Amazon S3)インターフェイスが挙げられるが、これらに限定されない。したがって、前述したように、クラウド変換命令301は、他のローカル・ストレージ・デバイスと同様に、クラウド・ストレージをストレージ・コントローラで透過的に使用できるようにする。

20

【0034】

加えて、一部の実施形態では、デバイス・アダプタ300は、複数のレベルのストレージのサービスおよびクラウド・ストレージの仮想ランクとの接続を可能にすることができる。例えば、一部のそのような実施形態では、3つのレベルのサービスが存在する。しかし、複数のレベルのサービスを提供する他の実施形態では、2つまたは4つ以上のレベルのサービスが提供され得る。この例では、3つのレベルのサービスが利用され、サービスのレベルの選択は、データの圧縮率、仮想ローカル・ランクの各入出力データ速度、およびサービス・レベル・アグリーメントに基づく。例えば、サービス・レベル・アグリーメントが低品質のサービスを示しており、仮想ローカル・ランクのI/Oデータ速度がしきい値を下回っており、アクセスされているデータが圧縮可能である場合、第1のレベルのサービスが選択される。低品質のサービスは、サービスの事前に定義されたしきい値レベルを下回る、任意の品質のサービスであることができる。第1のレベルのサービスは、この例の3つの選択肢のうちの最低レベルのサービスである。例えば、第1のレベルのサービスは、他の2つのレベルのサービスより大きい待ち時間および小さいスループットを含むことができる。サービス・レベル・アグリーメントが低品質のサービスを示しており、仮想ローカル・ランクのI/Oデータ速度がしきい値を下回っており、データが圧縮不可能である場合、第2のレベルのサービスが選択される。第2のレベルのサービスは、第1

30

40

50

のレベルのサービスより大きいスループットまたはより小さい待ち時間あるいはその両方を含む。最後または第3のレベルのサービスは、他のすべてのデータに使用される（例えば、S L Aが、事前に定義されたしきい値を超えるサービスのレベルを示しているか、またはI / Oデータ速度がしきい値を超えてるか、あるいはその両方である）。第3のレベルのサービスは、第1および第2の両方のレベルのサービスより大きいスループットまたはより小さい待ち時間あるいはその両方を含む。異なるレベルのサービスを提供することによって、デバイス・アダプタ326は、クラウド・ストレージの仮想ランクを活用して、クラウド・ストレージおよびアクセスに対する顧客の必要性を満たすことにおいて、より大きい柔軟性を提供することができる。例示的な第1、第2、および第3のレベルが、待ち時間およびスループットにおいて異なっていると説明されているが、サービスのレベルを区別するために他の要因が使用され得るということに、注意するべきである。例えば、一部の実施形態では、3つのレベルのサービスは、同じ待ち時間およびスループットを有しているが、費用および冗長性のレベルにおいて異なる。

【0035】

図4は、ランクとしてクラウド・ストレージを使用する方法400の一実施形態を示すフロー チャートである。方法400は、デバイス・アダプタ226などのデバイス・アダプタまたはストレージ・コントローラ222などのストレージ・コントローラによって実施され得る。例えば、方法400は、クラウド変換命令301などの命令を実行する、コンピューティング・デバイス300内のCPU305などのCPUによって、実施され得る。例示的な方法400における動作の順序が、例示的目的で提供されているということ、および他の実施形態では、この方法が異なる順序で実行され得るということが、理解され得るべきである。同様に、他の実施形態では、一部の動作が省略されるか、または追加の動作が含まれ得るということが、理解され得るべきである。

【0036】

ブロック402で、クラウド・インターフェイスを介して1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上のストレージ空間が割り当てられる。クラウド・インターフェイスは、クラウド・ストレージ・デバイスへのアクセスを可能にするように構成されたインターフェイスである。例えば、クラウド・インターフェイスは、アプリケーション・プログラミング・インターフェイス(API: application programming interface)として実装され得る。上では、例示的なクラウド・インターフェイスが説明された。クラウド・ストレージを割り当てるとは、クラウド・インターフェイスを介して、指定された量のストレージを要求することを含むことができる。このストレージ空間は、必要とされる前に静的に要求されるか、またはストレージ空間が必要とされるときに動的に要求され得る。さらに、本明細書において使用されるとき、クラウド・ストレージ・デバイスは、ローカル・エリア・ネットワークまたは直接通信リンクとは対照的に、インターネットなどの広域ネットワークを介してアクセスされるストレージ・デバイスである。

【0037】

ブロック404で、割り当てられたストレージ空間は、対応する仮想ローカル・アドレスにマッピングされる。例えば、一部の実施形態では、デバイス・アダプタまたはストレージ・コントローラは、割り当てられたストレージ空間を対応する仮想ローカル・アドレスに割り当てる。本明細書において使用されるとき、仮想ローカル・アドレスは、ローカル接続を介してデバイス・アダプタに結合されたストレージ・デバイスのアドレスのように見えるメモリ・アドレスである。ローカル接続とは、インターネットなどの広域ネットワークまたはリモート・ネットワークを経由しない接続のことを指す。

【0038】

ブロック406で、1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上の割り当てられたストレージ空間に対応する仮想ローカル・アドレスが、グループ化または構成されて、1つまたは複数の仮想ローカル・ランク（例えば、RAIDアレイ）を作成する。すなわち、仮想ローカル・アドレスは、ストレージ・デバイスのローカルRAIDアレイとしてデバイス・アダプタに直接接続されているように見えるように配置される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 9 】

ブロック408で、1つまたは複数の仮想ローカル・ランクに対するローカル・データ・アクセス要求が、クラウド・インターフェイスに従って構成された（例えば、クラウド・インターフェイスのAPIの要件に従って構成された）クラウド・データ・アクセス要求に変換される。本明細書において使用されるとき、ローカル・データ・アクセス要求は、仮想ローカル・アドレスを使用し、デバイス・アダプタに直接結合されたローカルRAIDアレイにアクセスするためのデバイス・アダプタの要件に従って書式設定された、要求である。同様に、クラウド・データ・アクセス要求は、クラウド・インターフェイスの要件に従って、クラウド・ストレージ・デバイスのアドレスを使用して構成された、データ・アクセス要求である。これらのデータ・アクセス要求は、読み取り要求および書き込み要求に加えて、しきい値化、データ暗号化などのさまざまな管理機能を含むことができる。

10

【 0 0 4 0 】

ブロック410で、変換されたクラウド・データ・アクセス要求が、クラウド・インターフェイスおよびデバイス・アダプタのネットワーク・ポートを介して1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに伝達される。したがって、前述したように、方法400は、ローカル接続を介してデバイス・アダプタに結合されたローカルRAIDアレイの場合と同じ機能をクラウド・ストレージで使用可能にして、ストレージ・サブシステムがクラウド・ストレージを使用できるようにする。

20

【 0 0 4 1 】

本発明は、任意の可能な統合の技術的詳細レベルで、システム、方法、またはコンピュータ・プログラム製品、あるいはその組み合わせであってよい。コンピュータ・プログラム製品は、プロセッサに本発明の態様を実行させるためのコンピュータ可読プログラム命令を含んでいるコンピュータ可読記憶媒体を含んでよい。

30

【 0 0 4 2 】

コンピュータ可読記憶媒体は、命令実行デバイスによって使用するための命令を保持および格納できる有形のデバイスであることができる。コンピュータ可読記憶媒体は、例えば、電子ストレージ・デバイス、磁気ストレージ・デバイス、光ストレージ・デバイス、電磁ストレージ・デバイス、半導体ストレージ・デバイス、またはこれらの任意の適切な組み合わせであってよいが、これらに限定されない。コンピュータ可読記憶媒体のさらに具体的な例の非網羅的リストは、ポータブル・フロッピー（R）・ディスク、ハード・ディスク、ランダム・アクセス・メモリ（RAM：random access memory）、読み取り専用メモリ（ROM：read-only memory）、消去可能プログラマブル読み取り専用メモリ（E PROM：erasable programmable read-only memoryまたはフラッシュ・メモリ）、スタティック・ランダム・アクセス・メモリ（SRAM）、ポータブル・コンパクト・ディスク読み取り専用メモリ（CD-ROM：compact disc read-only memory）、デジタル多用途ディスク（DVD：digital versatile disk）、メモリ・スティック、フロッピー（R）・ディスク、パンチカードまたは命令が記録されている溝の中の隆起構造などの機械的にエンコードされるデバイス、およびこれらの任意の適切な組み合わせを含む。本明細書において使用されるとき、コンピュータ可読記憶媒体は、それ自体が、電波またはその他の自由に伝搬する電磁波、導波管またはその他の送信媒体を伝搬する電磁波（例えば、光ファイバ・ケーブルを通過する光パルス）、あるいはワイヤを介して送信される電気信号などの一過性の信号であると解釈されるべきではない。

40

【 0 0 4 3 】

本明細書に記載されたコンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータ可読記憶媒体から各コンピューティング・デバイス/処理デバイスへ、またはネットワーク（例えば、インターネット、ローカル・エリア・ネットワーク、広域ネットワーク、または無線ネットワーク、あるいはその組み合わせ）を介して外部コンピュータまたは外部ストレージ・デバイスへダウンロードされ得る。このネットワークは、銅伝送ケーブル、光伝送ファイバ、無線送信、ルータ、ファイアウォール、スイッチ、ゲートウェイ・コンピュータ、ま

50

たはエッジ・サーバ、あるいはその組み合わせを備えてよい。各コンピューティング・デバイス／処理デバイス内のネットワーク・アダプタ・カードまたはネットワーク・インターフェイスは、コンピュータ可読プログラム命令をネットワークから受信し、それらのコンピュータ可読プログラム命令を各コンピューティング・デバイス／処理デバイス内のコンピュータ可読記憶媒体に格納するために転送する。

【0044】

本発明の動作を実行するためのコンピュータ可読プログラム命令は、アセンブラー命令、命令セット・アーキテクチャ (ISA : instruction-set-architecture) 命令、マシン命令、マシン依存命令、マイクロコード、ファームウェア命令、状態設定データ、集積回路のための構成データ、あるいは、Smalltalk (R)、C++などのオブジェクト指向プログラミング言語、および「C」プログラミング言語または同様のプログラミング言語などの手続き型プログラミング言語を含む1つまたは複数のプログラミング言語の任意の組み合わせで記述されたソース・コードまたはオブジェクト・コードであってよい。コンピュータ可読プログラム命令は、ユーザのコンピュータ上で全体的に実行すること、ユーザのコンピュータ上でスタンドアロン・ソフトウェア・パッケージとして部分的に実行すること、ユーザのコンピュータ上およびリモート・コンピュータ上でそれぞれ部分的に実行すること、あるいはリモート・コンピュータ上またはサーバ上で全体的に実行することができる。後者のシナリオでは、リモート・コンピュータは、ローカル・エリア・ネットワーク (LAN : local area network) または広域ネットワーク (WAN : wide area network) を含む任意の種類のネットワークを介してユーザのコンピュータに接続されてよく、または接続は、(例えば、インターネット・サービス・プロバイダを使用してインターネットを介して) 外部コンピュータに対して行われてよい。一部の実施形態では、本発明の態様を実行するために、例えばプログラマブル論理回路、フィールドプログラマブル・ゲート・アレイ (FPGA : field-programmable gate arrays)、またはプログラマブル・ロジック・アレイ (PLA : programmable logic arrays) を含む電子回路は、コンピュータ可読プログラム命令の状態情報を利用することによって、電子回路をカスタマイズするためのコンピュータ可読プログラム命令を実行してよい。

【0045】

本発明の態様は、本明細書において、本発明の実施形態に従って、方法、装置 (システム)、およびコンピュータ・プログラム製品のフローチャート図またはブロック図あるいはその両方を参照して説明される。フローチャート図またはブロック図あるいはその両方の各ブロック、ならびにフローチャート図またはブロック図あるいはその両方に含まれるブロックの組み合わせが、コンピュータ可読プログラム命令によって実装され得るということが理解されるであろう。

【0046】

これらのコンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータまたはその他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサを介して実行される命令が、フローチャートまたはブロック図あるいはその両方のブロックに指定される機能／動作を実施する手段を作り出すべく、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、または他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサに提供されてマシンを作り出すものであってよい。これらのコンピュータ可読プログラム命令は、命令が格納されたコンピュータ可読記憶媒体がフローチャートまたはブロック図あるいはその両方のブロックに指定される機能／動作の態様を実施する命令を含んでいる製品を備えるように、コンピュータ可読記憶媒体に格納され、コンピュータ、プログラム可能なデータ処理装置、または他のデバイス、あるいはその組み合わせに特定の方式で機能するように指示できるものであってもよい。

【0047】

コンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータ上、その他のプログラム可能な装置上、またはその他のデバイス上で実行される命令が、フローチャートまたはブロック図あるいはその両方のブロックに指定される機能／動作を実施するように、コンピュータ、その他のプログラム可能なデータ処理装置、または他のデバイスに読み込まれてもよく

10

20

30

40

50

、それによって、一連の動作可能なステップを、コンピュータ上、その他のプログラム可能な装置上、またはコンピュータ実装プロセスを生成するその他のデバイス上で実行させる。

【0048】

図内のフローチャートおよびブロック図は、本発明のさまざまな実施形態に従って、システム、方法、およびコンピュータ・プログラム製品の可能な実装のアーキテクチャ、機能、および動作を示す。これに関連して、フローチャートまたはブロック図内の各ブロックは、規定された論理機能を実装するための1つまたは複数の実行可能な命令を備える、命令のモジュール、セグメント、または部分を表してよい。一部の代替の実装では、ブロックに示された機能は、図に示された順序とは異なる順序で発生してよい。例えば、連続して示された2つのブロックは、実際には、含まれている機能に応じて、実質的に同時に実行されるか、または場合によっては逆の順序で実行されてよい。ブロック図またはフローチャート図あるいはその両方の各ブロック、ならびにブロック図またはフローチャート図あるいはその両方に含まれるブロックの組み合わせは、規定された機能または動作を実行するか、または専用ハードウェアとコンピュータ命令の組み合わせを実行する専用ハードウェアベースのシステムによって実装され得るということにも注意する。10

実施形態例

【0049】

実施例1は、クラウド・ストレージをランクとして利用するためのコンピュータ実装方法を含む。この方法は、クラウド・インターフェイスを介して1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上のストレージ空間を割り当てるごとに、割り当てられたストレージ空間を対応する仮想ローカル・アドレスにマッピングすることと、仮想ローカル・アドレスをグループ化して、1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上の割り当てられたストレージ空間から1つまたは複数の仮想ローカル・ランクを作成することと、1つまたは複数の仮想ローカル・ランクに対するローカル・データ・アクセス要求を、クラウド・インターフェイス用に構成されたクラウド・データ・アクセス要求に変換することと、クラウド・インターフェイスを介してそれらのクラウド・データ・アクセス要求を1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに伝達することを含む。20

【0050】

実施例2は、実施例1の方法を含み、クラウド・データ・アクセス要求を伝達することが、第1のサービス・レベル、第2のサービス・レベル、または第3のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるごとにさらに含む。第1のサービス・レベルは、第2のサービス・レベルおよび第3のサービス・レベルより大きい待ち時間および小さいスループットを有し、第2のサービス・レベルは、第3のサービス・レベルより大きい待ち時間および小さいスループットを有する。30

【0051】

実施例3は、実施例2の方法を含み、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値未満の品質のサービスを示しており、入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を下回っており、データ・アクセス要求に関連付けられたデータが圧縮可能であるということの決定に応答して、第1のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるごとに含む。40

【0052】

実施例4は、実施例2～3のいずれかの方法を含み、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値未満の品質のサービスを示しており、入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を下回っており、データ・アクセス要求に関連付けられたデータが圧縮不可能であるということの決定に応答して、第2のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるごとに含む。

【0053】

実施例5は、実施例2～4のいずれかの方法を含み、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値を上回る品質のサービスを示しているか、または

入出力データ速度が第 2 の事前に定義されたしきい値を上回っているということの決定に応答して、第 3 のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるこことをさらに含む。

【 0 0 5 4 】

実施例 6 は、実施例 1 ~ 5 のいずれかの方法を含み、仮想ローカル・アドレスをグループ化して 1 つまたは複数の仮想ローカル・ランクを作成することが、仮想ローカル・アドレスをグループ化して複数の仮想ローカル・ランクを作成することを含み、複数の仮想ローカル・ランクの各々が異なるサイズを有する。

【 0 0 5 5 】

実施例 7 は、ストレージ・システムを含む。ストレージ・システムは、ホスト・アダプタを 1 つまたは複数のホスト・デバイスに通信によって結合するように構成された 1 つまたは複数のポートを含んでいるホスト・アダプタと、プロセッサおよびメモリを備えているストレージ・コントローラであって、ホスト・アダプタに通信によって結合されている、ストレージ・コントローラと、プロセッサおよびメモリを備えているデバイス・アダプタであって、ストレージ・コントローラに通信によって結合されている、デバイス・アダプタとを備える。デバイス・アダプタは、複数のローカル・ストレージ・ドライブに通信によって結合された複数のポートと、ネットワークを介して複数のクラウド・ストレージ・デバイスに通信によって結合された少なくとも 1 つのネットワーク・ポートとをさらに含む。デバイス・アダプタおよびストレージ・コントローラのうちの 1 つが、変換モジュールを実装するようにさらに構成される。変換モジュールは、クラウド・ストレージ・デバイスのうちの 1 つまたは複数でストレージ空間を割り当てることと、割り当てられたストレージ空間を対応する仮想ローカル・アドレスに割り当てることと、割り当てられたストレージ空間を 1 つまたは複数の仮想ローカル新磁気ディスク制御機構（R A I D）アレイに構成することと、1 つまたは複数の仮想ローカル R A I D アレイに対するローカル・データ・アクセス要求を、複数のクラウド・ストレージ・デバイスにアクセスするためのアプリケーション・プログラミング・インターフェイス（A P I）の要件に従って構成されたクラウド・データ・アクセス要求に変換することとを実行するように構成される。

【 0 0 5 6 】

実施例 8 は、実施例 7 のストレージ・システムを含み、変換モジュールが、第 1 のサービス・レベル、第 2 のサービス・レベル、または第 3 のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさら構成される。第 1 のサービス・レベルは、第 2 のサービス・レベルおよび第 3 のサービス・レベルより大きい待ち時間および小さいスループットを有し、第 2 のサービス・レベルは、第 3 のサービス・レベルより大きい待ち時間および小さいスループットを有する。

【 0 0 5 7 】

実施例 9 は、実施例 8 のストレージ・システムを含み、変換モジュールが、サービス・レベル・アグリーメントが、第 1 の事前に定義されたしきい値未満の品質のサービスを示しており、入出力データ速度が第 2 の事前に定義されたしきい値を下回っており、データ・アクセス要求に関連付けられたデータが圧縮可能であるということの決定に応答して、第 1 のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさら構成される。

【 0 0 5 8 】

実施例 10 は、実施例 8 ~ 9 のいずれかのストレージ・システムを含み、変換モジュールが、サービス・レベル・アグリーメントが、第 1 の事前に定義されたしきい値未満の品質のサービスを示しており、入出力データ速度が第 2 の事前に定義されたしきい値を下回っており、データ・アクセス要求に関連付けられたデータが圧縮不可能であるということの決定に応答して、第 2 のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさら構成される。

【 0 0 5 9 】

実施例 11 は、実施例 8 ~ 1 0 のいずれかのストレージ・システムを含み、変換モジュ

10

20

30

40

50

ールが、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値を上回る品質のサービスを示しているか、または入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を上回っているということの決定に応答して、第3のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさら構成される。

【0060】

実施例12は、実施例7～11のいずれかのストレージ・システムを含み、変換モジュールが、割り当てられたストレージ空間を複数の仮想ローカルRAIDアレイに構成するようにさらに構成され、複数の仮想ローカルRAIDアレイの各々が異なるサイズを有する。

【0061】

実施例13は、実施例7～12のいずれかのストレージ・システムを含み、デバイス・アダプタのネットワーク・ポートがイーサネット(R)・ポートである。

【0062】

実施例14は、コンピュータ可読プログラムが格納されているコンピュータ可読記憶媒体を備えているコンピュータ・プログラム製品を含む。このコンピュータ可読プログラムは、プロセッサによって実行された場合に、プロセッサに、クラウド・インターフェイスを介して1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上のストレージ空間を割り当てるごとと、割り当てられたストレージ空間を対応する仮想ローカル・アドレスにマッピングすることと、仮想ローカル・アドレスをグループ化して、1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上の割り当てられたストレージ空間から1つまたは複数の仮想ローカル新磁気ディスク制御機構(RAID)アレイを作成することと、1つまたは複数の仮想ローカルRAIDアレイに対するローカル・データ・アクセス要求を、クラウド・インターフェイス用に構成されたクラウド・データ・アクセス要求に変換することと、クラウド・インターフェイスを介してそれらのクラウド・データ・アクセス要求を1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに伝達することとを実行させる。

【0063】

実施例15は、実施例14のコンピュータ・プログラム製品を含み、コンピュータ可読プログラムが、プロセッサに、第1のサービス・レベル、第2のサービス・レベル、または第3のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさらに構成される。第1のサービス・レベルは、第2のサービス・レベルおよび第3のサービス・レベルより大きい待ち時間および小さいスループットを有し、第2のサービス・レベルは、第3のサービス・レベルより大きい待ち時間および小さいスループットを有する。

【0064】

実施例16は、実施例15のコンピュータ・プログラム製品を含み、コンピュータ可読プログラムが、プロセッサに、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値未満の品質のサービスを示しており、入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を下回っており、データ・アクセス要求に関連付けられたデータが圧縮可能であるということの決定に応答して、第1のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさらに構成される。

【0065】

実施例17は、実施例15～16のいずれかのコンピュータ・プログラム製品を含み、コンピュータ可読プログラムが、プロセッサに、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値未満の品質のサービスを示しており、入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を下回っており、データ・アクセス要求に関連付けられたデータが圧縮不可能であるということの決定に応答して、第2のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさらに構成される。

【0066】

実施例18は、実施例15～17のいずれかのコンピュータ・プログラム製品を含み、コンピュータ可読プログラムが、プロセッサに、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値を上回る品質のサービスを示しているか、または入出力

10

20

30

40

50

データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を上回っているということの決定に応答して、第3のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさら構成される。

【0067】

実施例19は、実施例14～18のいずれかのコンピュータ・プログラム製品を含み、コンピュータ可読プログラムが、プロセッサに、仮想ローカル・アドレスをグループ化して、複数の仮想ローカルRAIDアレイを作成するようにさらに構成され、複数の仮想ローカルRAIDアレイの各々が異なるサイズを有する。

【0068】

実施例20は、実施例14～19のいずれかのコンピュータ・プログラム製品を含み、コンピュータ可読プログラムが、プロセッサに、クラウド・インターフェイスのアプリケーション・プログラミング・インターフェイス(API)の要件に従って、1つまたは複数の仮想ローカルRAIDアレイに対するローカル・データ・アクセス要求をクラウド・データ・アクセス要求に変換するようにさらに構成される。

10

【0069】

実施例21は、コンピューティング・デバイスを含む。コンピューティング・デバイスは、ネットワークを介してコンピューティング・デバイスを1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに通信によって結合するように構成されたネットワーク・アダプタと、データを格納するように構成されたストレージ媒体と、ネットワーク・アダプタおよびストレージ媒体に通信によって結合されたプロセッサとを備える。このプロセッサは、1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに関連付けられたアプリケーション・プログラミング・インターフェイス(API)を介して1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上のストレージ空間を割り当てることと、割り当てられたストレージ空間を対応する仮想ローカル・アドレスにマッピングするマップ・テーブルを生成して仮想ローカル・アドレスをグループ化し、1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイス上の割り当てられたストレージ空間から1つまたは複数の仮想ローカル・ランクを作成することであって、このマップ・テーブルがストレージ媒体に格納されている、作成することと、1つまたは複数の仮想ローカル・ランクに対するデータ・アクセス要求を、1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに関連付けられたAPI用に構成されたクラウド・データ・アクセス要求に変換することと、1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに関連付けられたAPIを介してそれらのクラウド・データ・アクセス要求を1つまたは複数のクラウド・ストレージ・デバイスに伝達することとを実行するように構成される。

20

【0070】

実施例22は、実施例21のコンピューティング・デバイスを含み、プロセッサが、少なくとも部分的に、クラウド・データ・アクセス要求に関連付けられたデータの圧縮率、1つまたは複数の仮想ローカル・ランクに関連付けられた入出力データ速度、およびサービス・レベル・アグリーメントに基づいて、第1のサービス・レベル、第2のサービス・レベル、または第3のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさらに構成される。

30

【0071】

実施例23は、実施例22のコンピューティング・デバイスを含み、プロセッサが、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値未満の品質のサービスを示しており、入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を下回っており、データ・アクセス要求に関連付けられたデータが圧縮可能であるということの決定に応答して、第1のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさらに構成される。

40

【0072】

実施例24は、実施例22～23のいずれかのコンピューティング・デバイスを含み、プロセッサが、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値

50

未満の品質のサービスを示しており、入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を下回っており、データ・アクセス要求に関連付けられたデータが圧縮不可能であるということの決定に応答して、第2のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさら構成される。

【0073】

実施例25は、実施例22～24のいずれかのコンピューティング・デバイスを含み、プロセッサが、サービス・レベル・アグリーメントが、第1の事前に定義されたしきい値を上回る品質のサービスを示しているか、または入出力データ速度が第2の事前に定義されたしきい値を上回っているということの決定に応答して、第3のサービス・レベルをクラウド・データ・アクセス要求に割り当てるようさら構成される。

10

【0074】

本明細書では、特定の実施形態が示され、説明されたが、同じ目的を達成するように計算された任意の配置が、示された特定の実施形態の代わりに使用されてよいということが、当業者によって理解されるであろう。したがって、本発明が特許請求の範囲およびそれと同等のもののみによって制限されるということが、明白に意図される。

20

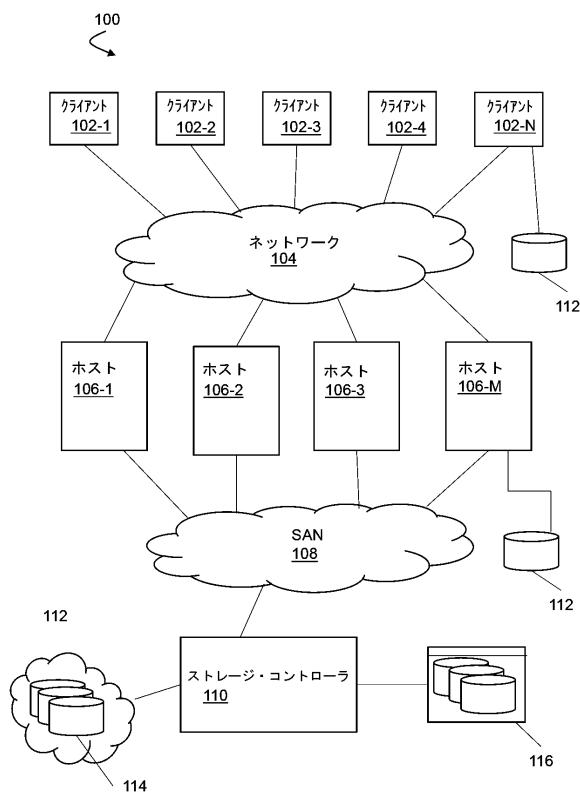
30

40

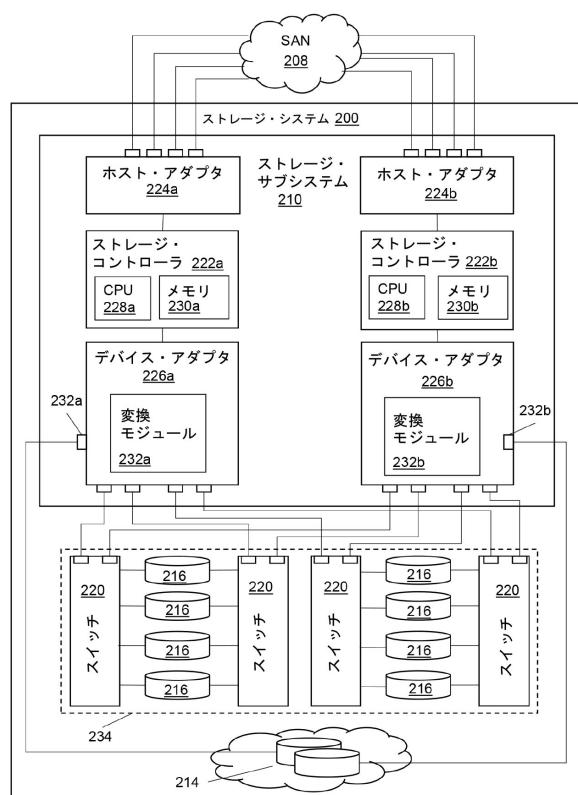
50

【図面】

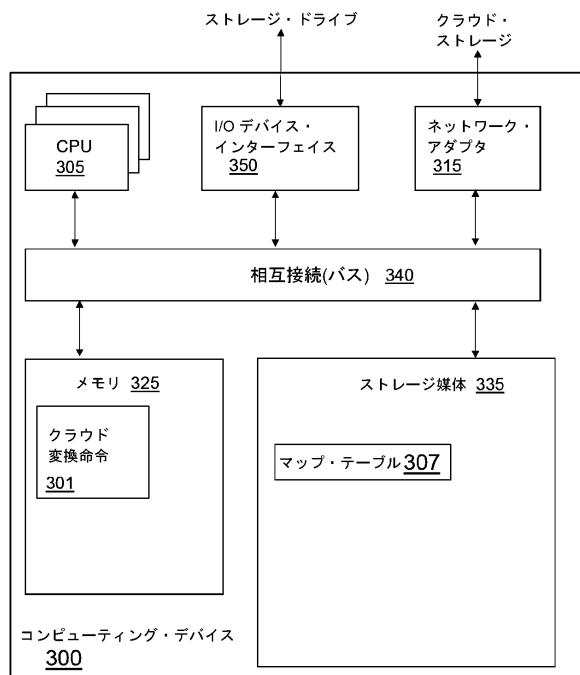
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I
G 0 6 F 3/06 5 4 0

(72)発明者 ゲプタ、ローケーシュ

アメリカ合衆国 8 5 7 4 4 - 0 0 0 2 アリゾナ州ツーソン サウス・リタ・ロード 9 0 0 0

(72)発明者 ボーリック、マシュー

アメリカ合衆国 8 5 7 4 4 - 0 0 0 2 アリゾナ州ツーソン サウス・リタ・ロード 9 0 0 0

審査官 田名網 忠雄

(56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 1 1 4 6 2 4 (J P , A)

特表 2 0 1 5 - 5 0 1 4 9 4 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 6 3 7 3 1 (U S , A 1)

特開 2 0 1 5 - 1 9 1 3 2 4 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 6 F 3 / 0 6 - 3 / 0 8

G 0 6 F 1 3 / 1 0 - 1 3 / 1 4