

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7055191号

(P7055191)

(45)発行日 令和4年4月15日(2022.4.15)

(24)登録日 令和4年4月7日(2022.4.7)

(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 A
G 0 6 F	12/0866(2016.01)	G 0 6 F	12/0866	1 0 0
G 0 6 F	12/0868(2016.01)	G 0 6 F	12/0868	1 0 0
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 3 0 A

請求項の数 19 (全26頁)

(21)出願番号 特願2020-503906(P2020-503906)
 (86)(22)出願日 平成30年7月19日(2018.7.19)
 (65)公表番号 特表2020-528624(P2020-528624 A)
 (43)公表日 令和2年9月24日(2020.9.24)
 (86)国際出願番号 PCT/IB2018/055378
 (87)国際公開番号 WO2019/021124
 (87)国際公開日 平成31年1月31日(2019.1.31)
 審査請求日 令和2年12月22日(2020.12.22)
 (31)優先権主張番号 15/662,194
 (32)優先日 平成29年7月27日(2017.7.27)
 (33)優先権主張国・地域又は機関 米国(US)

(73)特許権者 390009531
 インターナショナル・ビジネス・マシー
 ンズ・コーポレーション
 INTERNATIONAL BUSI
 NESS MACHINES CORPO
 RATION
 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, A
 rmonk, New York 105
 04, United States of
 America
 (74)代理人 100108501
 弁理士 上野 剛史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するためのコンピュータ・プログラム、システム、および方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ホストから、キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するためのコンピュータ・プログラムであって、
 トラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付けるトラック・フォーマット・テーブルを維持することであって、前記トラック・フォーマット・メタデータの各々がトラック内のデータのレイアウトを指示する、前記維持することと、
 トラックを前記ストレージから前記キャッシュにステージすることと、
 前記キャッシュ内にステージされた前記トラックのためのトラック・フォーマット・メタデータを処理することと、
 前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記キャッシュにステージされた前記トラックの前記トラック・フォーマット・メタデータと一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するかどうかを判定することと、
 前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記一致するトラック・フォーマット・メタデータを有することに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから、前記キャッシュ内にステージされた前記トラックの前記トラック・フォーマット・メタデータと一致する前記トラック・フォーマット・テーブル内の前記トラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・コードを決定することと、
 前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するときには、前記決定されたトラック・フォーマット・コードを含む前記キ

キャッシュに追加される前記トラックのためのキャッシュ制御ブロックを生成することと、を含む動作をコンピュータに実行させるコンピュータ・プログラム。

【請求項 2】

前記動作が、

前記ホストに接続した第 1 のチャンネル上で前記ホストからターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信することと、

前記ターゲット・トラックが前記キャッシュ内にあるかどうかを判定することと、

前記ターゲット・トラックが前記キャッシュ内にあると判定したことに応じて、前記ターゲット・トラックのための前記キャッシュ制御ブロックが前記トラック・フォーマット・

テーブルからの有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを判定することと、

前記ターゲット・トラックが前記キャッシュ内にないと判定するか、または前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含まないと判定したことに応じて、

前記読み取りまたは書き込み要求を失敗させることであって、前記読み取りまたは書き込み要求を前記失敗させることが、前記ホストに、前記ホストに接続した第 2 のチャンネル上で前記読み取りまたは書き込み要求を前記ターゲット・トラックへ再送信させる、前記失敗させることと、

をさらに含む、請求項 1 に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 3】

前記第 1 のチャンネルが、前記第 2 のチャンネルよりも高速な、前記読み取りまたは書き込み要求の処理をもたらす、請求項 2 に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 4】

前記動作が、前記ターゲット・トラックが前記キャッシュ内にないときに前記ターゲット・トラックのための前記読み取りまたは書き込み要求を失敗させた後に、前記ホストに接続した第 2 のチャンネル上で前記ターゲット・トラックへの前記読み取りまたは書き込み

要求を受信することをさらに含み、前記第 2 のチャンネル上で前記読み取りまたは書き込み要求を受信したことに応じて、前記ターゲット・トラックを前記キャッシュ内に前記ス

テージすること、前記トラック・フォーマット・メタデータを前記処理すること、前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するかどうかを前記判定すること、前記トラック・フォーマット・コードを前記決定

すること、および前記キャッシュ制御ブロックを前記生成することの前記動作のうちの少なくとも 1 つが遂行される、請求項 2 に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 5】

前記動作が、

無効なトラック・フォーマット・コードを含む前記キャッシュ制御ブロックを有する前記ターゲット・トラックのために前記ホストに接続した前記第 2 のチャンネル上で前記ターゲット・トラックへの前記読み取りまたは書き込み要求を受信することと、

前記ターゲット・トラックのための前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを有しないときに前記第 2 のチャンネル上で前記読み取りまたは書き込み

要求を受信したことに応じて、

前記第 2 のチャンネル上で受信された前記読み取りまたは書き込み要求を処理するために、前記ターゲット・トラックのためのトラック・フォーマット・メタデータを読み取るこ

と、ならびに

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記読み取られたトラック・フォーマット・メタデータと一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するかどうかを判定すること、

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記一致するトラック・フォーマット・メタデータを有することに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから、前記一致する

トラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・コードを決定すること、ならびに

前記決定されたトラック・フォーマット・コードを有効なトラック・フォーマット・コー

10

20

30

40

50

ドとして前記ターゲット・トラックのための前記キャッシュ制御ブロック内に含めること、
を遂行することと、
をさらに含む、請求項 2 に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 6】

前記トラック・フォーマット・テーブル内の前記トラック・フォーマット・メタデータが、
トラック内のレコード数、ブロック・サイズ、前記トラック内のブロック数、前記レコードの各々のデータ長、および単位としてアトミックに読み取られるか、もしくは書き込まれるデータ量を指示する制御インターバル・サイズのうちの少なくとも 1 つを指示し、
前記トラック・フォーマット・コードが、前記トラック・フォーマット・メタデータよりも少数のビットを有し、前記キャッシュ制御ブロックが、前記トラック・フォーマット・メタデータを記憶するために十分な利用可能空間を有しない、請求項 1 に記載のコンピュータ・プログラム。

10

【請求項 7】

前記キャッシュ制御ブロックが、前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを指示する有効フラグを含み、前記有効フラグが、前記トラック・フォーマット・コードを前記キャッシュ制御ブロックに追加する際に有効に設定され、前記動作が、

前記キャッシュ内のトラックを更新するための書き込みを受信することであって、トラック・フォーマット・コードを含む、更新するべき前記トラックのためのキャッシュ制御ブロックが前記キャッシュ内に存在する、前記受信することと、

20

前記トラックに対する前記更新がトラック・フォーマットを変更するかどうかを判定することと、

前記トラックに対する前記更新が前記トラック・フォーマットを変更すると判定したことに応じて、前記有効フラグを、無効を指示するように設定することと、

をさらに含む、請求項 1 に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 8】

前記動作が、前記トラックに対する前記更新が前記トラック・フォーマットを変更しないと判定したことに応じて、前記キャッシュ制御ブロック内の前記トラック・フォーマット・コードを使用し、前記トラック・フォーマット・テーブルから、前記キャッシュ内の前記トラックを更新するために使用するべき前記トラック・フォーマット・メタデータを決定することをさらに含む、請求項 7 に記載のコンピュータ・プログラム。

30

【請求項 9】

前記キャッシュ制御ブロックが、前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを指示する有効フラグを含み、前記動作が、

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記一致するトラック・フォーマット・メタデータを有しないことに応じて、前記有効フラグを無効に設定することをさらに含む、請求項 1 に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 10】

前記キャッシュ制御ブロックが、前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを指示する有効フラグを含み、前記動作が、

40

有効フラグが、前記キャッシュ制御ブロック内に有効なトラック・フォーマット・コードが存在しないことを指示するように設定される際に、前記トラックが無効にされたこと、前記トラックのフォーマットが不正規であること、および前記トラックのデータ長がキャッシングのためにサポートされていないことのうちの 1 つを指示する、前記キャッシュ制御ブロック内の無効理由ビットを設定することをさらに含む、請求項 1 に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 11】

ホストから、キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するためのコンピュータ・プログラムであって、

トラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付けるト

50

トラック・フォーマット・テーブルを維持することであって、前記トラック・フォーマット・メタデータの各々がトラック内のデータのレイアウトを指示する、前記維持することと、前記キャッシュ内のトラックのためのキャッシュ制御ブロックを維持することであって、前記キャッシュ制御ブロックのうちの少なくとも1つのキャッシュ制御ブロックが、前記トラックのための前記トラック・フォーマット・メタデータを指示する前記トラック・フォーマット・テーブル内の前記トラック・フォーマット・コードのうちの1つを含む、前記維持することと、

前記ホストから前記キャッシュ内のターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信するステップと、

前記ターゲット・トラックのための前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを判定することと、

前記キャッシュ制御ブロックが前記有効なトラック・フォーマット・コードを含むと判定したことに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから前記有効なトラック・フォーマット・コードのための前記トラック・フォーマット・メタデータを決定することと、前記決定されたトラック・フォーマット・メタデータを使用し、前記キャッシュ内の前記ターゲット・トラックへの前記読み取りまたは書き込み要求を処理することと、を含む動作をコンピュータに実行させるコンピュータ・プログラム。

【請求項12】

前記受信するステップが、前記ホストに接続した第1のチャンネルおよび第2のチャンネルのうちの一方の上で前記ホストからの読み取りまたは書き込み要求を受信することを含み、前記動作が、

前記読み取りまたは書き込み要求が前記第1のチャンネル上で受信された時に、前記キャッシュ制御ブロックが前記有効なトラック・フォーマット・コードを含まないと判定したことに応じて、前記読み取りまたは書き込み要求を失敗させることをさらに含む、請求項11に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項13】

前記動作が、

前記ターゲット・トラックのための前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含まないと判定したことに応じて、前記ストレージから前記ターゲット・トラックのためのトラック・メタデータを読み取ることと、

前記ターゲット・トラックのための前記読み取られたトラック・メタデータからトラック・フォーマット・メタデータを決定することと、

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記決定されたトラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを判定することと、

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記決定されたトラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・コードを含むと判定したことに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから決定された前記トラック・フォーマット・コードを前記キャッシュ制御ブロック内に含めることと、

をさらに含む、請求項12に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項14】

ホストから、キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するためのコンピュータ・プログラムであって、

トラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付けるトラック・フォーマット・テーブルを維持することであって、前記トラック・フォーマット・メタデータの各々がトラック内のデータのレイアウトを指示する、前記維持することと、前記ホストに接続した第1のチャンネルおよび第2のチャンネルのうちの一方の上で前記ホストから前記キャッシュ内のターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信することと、

前記ターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロックが前記トラック・フォーマット・テーブル内の有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを判定すること

10

20

30

40

50

と、

前記読み取りまたは書き込み要求が前記第 1 のチャンネル上で受信された時に、前記キャッシュ制御ブロックが前記有効なトラック・フォーマット・コードを含まないと判定したことに応じて、前記読み取りまたは書き込み要求を失敗させることと、

前記キャッシュ制御ブロックが前記有効なトラック・フォーマット・コードを含むと判定したことに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから前記有効なトラック・フォーマット・コードのための前記トラック・フォーマット・メタデータを決定することと、前記決定されたトラック・フォーマット・メタデータを使用し、前記キャッシュ内の前記ターゲット・トラックへの前記読み取りまたは書き込み要求を処理することと、を含む動作をコンピュータに実行させるコンピュータ・プログラム。

10

【請求項 15】

前記動作が、

前記読み取りまたは書き込み要求が前記第 2 のチャンネル上で受信された時に、前記ターゲット・トラックのための前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含まないと判定したことに応じて、前記ストレージから前記ターゲット・トラックのためのトラック・メタデータを読み取ることと、

前記ターゲット・トラックのための前記読み取られたトラック・メタデータからトラック・フォーマット・メタデータを決定することと、

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記決定されたトラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを判定することと、

20

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記決定されたトラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・コードを含むと判定したことに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから決定された前記トラック・フォーマット・コードを前記キャッシュ制御ブロック内に含めることと、

をさらに含む、請求項 14 に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項 16】

ホストから、キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するためのシステムであって、

プロセッサと、

前記ストレージからのトラックをキャッシュするためのキャッシュと、

30

動作を遂行するために実行可能である、内部に組み込まれたコンピュータ可読プログラムコードを有するコンピュータ可読記憶媒体と、を備え、前記動作が、

トラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付けるトラック・フォーマット・テーブルを維持することであって、前記トラック・フォーマット・メタデータの各々がトラック内のデータのレイアウトを指示する、前記維持することと、トラックを前記ストレージから前記キャッシュにステージすることと、

前記キャッシュ内にステージされた前記トラックのためのトラック・フォーマット・メタデータを処理することと、

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記キャッシュにステージされた前記トラックの前記トラック・フォーマット・メタデータと一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するかどうかを判定することと、

40

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記一致するトラック・フォーマット・メタデータを有することに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから、前記キャッシュ内にステージされた前記トラックの前記トラック・フォーマット・メタデータと一致する前記トラック・フォーマット・テーブル内の前記トラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・コードを決定することと、

前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するときには、前記決定されたトラック・フォーマット・コードを含む前記キャッシュに追加される前記トラックのためのキャッシュ制御ブロックを生成することと、を含むシステム。

50

【請求項 17】

ホストから、キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するための方法であって、
トラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付けるトラック・フォーマット・テーブルを維持することであって、前記トラック・フォーマット・メタデータの各々がトラック内のデータのレイアウトを指示する、前記維持することと、
トラックを前記ストレージから前記キャッシュにステージすることと、
前記キャッシュ内にステージされた前記トラックのためのトラック・フォーマット・メタデータを処理することと、
前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記キャッシュにステージされた前記トラックの前記トラック・フォーマット・メタデータと一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するかどうかを判定することと、
前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記一致するトラック・フォーマット・メタデータを有することに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから、前記キャッシュ内にステージされた前記トラックの前記トラック・フォーマット・メタデータと一致する前記トラック・フォーマット・テーブル内の前記トラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・コードを決定することと、
前記トラック・フォーマット・テーブルが、前記一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するときには、前記決定されたトラック・フォーマット・コードを含む前記キャッシュに追加される前記トラックのためのキャッシュ制御ブロックを生成することと、
を含む方法。

10

20

【請求項 18】

ホストから、キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するための方法であって、前記方法が、
トラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付けるトラック・フォーマット・テーブルを維持することであって、前記トラック・フォーマット・メタデータの各々がトラック内のデータのレイアウトを指示する、前記維持することと、
前記キャッシュ内のトラックのためのキャッシュ制御ブロックを維持することであって、
前記キャッシュ制御ブロックのうちの少なくとも1つのキャッシュ制御ブロックが、前記トラックのための前記トラック・フォーマット・メタデータを指示する前記トラック・フォーマット・テーブル内の前記トラック・フォーマット・コードのうちの1つを含む、前記維持することと、
前記ホストから前記キャッシュ内のターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信することと、
前記ターゲット・トラックのための前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを判定することと、
前記キャッシュ制御ブロックが前記有効なトラック・フォーマット・コードを含むと判定したことに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから前記有効なトラック・フォーマット・コードのための前記トラック・フォーマット・メタデータを決定することと、
前記決定されたトラック・フォーマット・メタデータを使用し、前記キャッシュ内の前記ターゲット・トラックへの前記読み取りまたは書き込み要求を処理することと、
を含む方法。

30

40

【請求項 19】

ホストから、キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するためのシステムであって、前記システムが、
プロセッサと、
前記ストレージからのトラックをキャッシュするためのキャッシュと、
動作を遂行するために実行可能である、内部に組み込まれたコンピュータ可読プログラムコードを有するコンピュータ可読記憶媒体と、を備え、前記動作が、
トラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付けるト

50

トラック・フォーマット・テーブルを維持することであって、前記トラック・フォーマット・メタデータの各々がトラック内のデータのレイアウトを指示する、前記維持することと、前記キャッシュ内のトラックのためのキャッシュ制御ブロックを維持することであって、前記キャッシュ制御ブロックのうちの少なくとも1つのキャッシュ制御ブロックが、前記トラックのための前記トラック・フォーマット・メタデータを指示する前記トラック・フォーマット・テーブル内の前記トラック・フォーマット・コードのうちの1つを含む、前記維持することと、

前記ホストから前記キャッシュ内のターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信することと、

前記ターゲット・トラックのための前記キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを判定することと、

前記キャッシュ制御ブロックが前記有効なトラック・フォーマット・コードを含むと判定したことに応じて、前記トラック・フォーマット・テーブルから前記有効なトラック・フォーマット・コードのための前記トラック・フォーマット・メタデータを決定することと、前記決定されたトラック・フォーマット・メタデータを使用し、前記キャッシュ内の前記ターゲット・トラックへの前記読み取りまたは書き込み要求を処理することと、を含むシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、キャッシュ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を処理するために、キャッシュ内のトラックのためのキャッシュ制御ブロック内のトラック・フォーマット・コードを使用するためのコンピュータ・プログラム製品、システム、および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ストレージ環境内では、ホスト・システムが、ネットワーク・アダプタを通じてネットワーク・チャンネルを介して、読み取り/書き込み要求を、接続された記憶システムへ通信し得る。データが記憶システムのキャッシュ内にある、すなわち、読み取りヒットの場合には、このとき、データはホスト・システムへ直ちに返され得る。これは、要求されたデータをホストI/O要求へ返す際の遅延を低減する。しかし、要求されたデータが記憶システムのキャッシュ内にない場合には、このとき、記憶システムが、返すべき要求されたデータをストレージから取り出すことを必要とする間に、大幅な待ち時間が認識され得る。さらに、ホスト読み取り要求を実行するスレッドまたはタスクは、ホスト・システムがさらなるI/O要求を処理することを可能にするために、コンテキスト切り替えを行われ、非アクティブ化されなければならなくなり得る。データが読み取り要求へ返されると、次に、タスクは再アクティブ化されなければならず、読み取り要求のための返されたデータの処理を可能にするために、タスクのためのデータがレジスタおよびプロセッサ・キャッシュに返されなければならない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

当技術分野においては、キャッシュへのホスト読み取り/書き込み要求を処理するための改善された技法が必要とされている。本発明は、ホストから、キャッシュ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を処理するために、キャッシュ内のトラックのためのキャッシュ制御ブロック内のトラック・フォーマット・コードを使用するためのコンピュータ・プログラム製品、システム、および方法が提供される。

【課題を解決するための手段】

【0004】

第1の実施形態では、トラック・フォーマット・テーブルがトラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付け、トラック・フォーマット・メタ

10

20

30

40

50

データの各々はトラック内のデータのレイアウトを指示する。トラックをストレージからキャッシュ内にステージし、キャッシュ内にステージされたトラックのためのトラック・フォーマット・メタデータを処理する。トラック・フォーマット・テーブルが、キャッシュにステージされたトラックのトラック・フォーマット・メタデータと一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するかどうかに関する判定を行う。トラック・フォーマット・テーブルが、一致するトラック・フォーマット・メタデータを有することに応じて、トラック・フォーマット・テーブル内のトラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・テーブルからのトラック・フォーマット・コードが、キャッシュ内にステージされたトラックのトラック・フォーマット・メタデータと一致するかどうかに関する判定を行う。トラック・フォーマット・テーブルが、一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するときには、決定されたトラック・フォーマット・コードを含むキャッシュに追加されるトラックのためのキャッシュ制御ブロックを生成する。

10

【 0 0 0 5 】

第 1 の実施形態によれば、キャッシュ内のトラックを処理する際に、トラック・フォーマット・テーブル内のトラック・フォーマット・コードのためのトラック・フォーマット・メタデータを探索することによってトラック・レイアウトおよびフォーマットを決定するべく使用するためのトラック・フォーマット・コードが、キャッシュ内のトラックのためのキャッシュ制御ブロックに追加される。これは、トラックのためのトラック・メタデータをストレージから読み取り、処理することを必要としない、キャッシュ内のトラックのためのトラック・フォーマット・メタデータへの高速なアクセスをもたらす。トラック・フォーマット・メタデータを決定するためにトラック・メタデータを読み取ることが読み取り / 書き込み処理待ち時間のかなりの割合を占めるため、トラック・フォーマット・メタデータへのこの高速なアクセスは、読み取りおよび書き込み要求を処理するための待ち時間を大幅に低減する。

20

【 0 0 0 6 】

第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態は、ホストに接続した第 1 のチャンネル上でホストからターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信することを追加的に含み得る。ターゲット・トラックがキャッシュ内にあるかどうかに関する判定を行う。ターゲット・トラックがキャッシュ内にあると判定したことに応じて、ターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロックがトラック・フォーマット・テーブルからの有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかに関する判定を行う。ターゲット・トラックがキャッシュ内にないと判定するか、またはキャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含まないと判定したことに応じて、読み取りまたは書き込み要求を失敗させる。読み取りまたは書き込み要求を失敗させることは、ホストに、ホストに接続した第 2 のチャンネル上でターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を再送信させる。

30

【 0 0 0 7 】

第 2 の実施形態によれば、要求がバス・インターフェース上で送信され、読み取り / 書き込み要求のためのホスト・スレッドが、応答を待っている間に要求上でスピンしている場合など、読み取りまたは書き込み要求が、高速な応答時間を必要とするチャンネル上で受信された場合には、キャッシュ内のトラックのための有効なトラック・フォーマット・コードが存在しない場合には、要求を失敗させる。有効なトラック・フォーマット・コードが存在しない場合には、このとき、トラック・フォーマットを決定するためにトラック・メタデータにアクセスしなければならないため、応答は高速アクセス・チャンネルのための時間必要条件を満足することができなくなる。しかし、有効なトラック・フォーマット・コードが存在する場合には、このとき、キャッシュ制御ブロック内のトラック・フォーマット・コードを使用してトラック・フォーマット・テーブルからトラック・フォーマット・メタデータを決定するための待ち時間はほとんどないことになるため、要求は高速チャンネルのためのタイミング必要条件以内に応答され得る。

40

【 0 0 0 8 】

50

第3の実施形態では、第2の実施形態は、第2のチャンネルよりも高速な、読み取りまたは書き込み要求の処理をもたらす第1のチャンネルを追加的に含み得る。

【0009】

第3の実施形態によれば、トラック・フォーマット・テーブルは、トラックのためのトラック・フォーマット・メタデータを決定するべく使用するためのトラック・フォーマット・コードを提供することによって、高速チャンネルのための高速処理を可能にする。

【0010】

第4の実施形態では、第2の実施形態は、ターゲット・トラックがキャッシュ内にないときにターゲット・トラックのための読み取りまたは書き込み要求を失敗させた後に、ホストに接続された第2のチャンネル上でターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信することを追加的に含み得る。第2のチャンネル上で読み取りまたは書き込み要求を受信したことに応じて、ターゲット・トラックをキャッシュ内にステージすること、トラック・フォーマット・メタデータを処理すること、トラック・フォーマット・テーブルが、一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するかどうかを判定すること、トラック・フォーマット・コードを決定すること、およびキャッシュ制御ブロックを生成することの動作のうちの少なくとも1つが遂行される。

【0011】

第4の実施形態によれば、キャッシュ制御ブロック内にターゲット・トラックのための有効なトラック・フォーマット・コードが存在しないため、高速チャンネル上の要求が失敗させられた場合には、次に、要求はより低速の第2のチャンネル上で再送信される。第2のチャンネル上では要求応答のためにより長い時間が予想されるため、I/O要求を管理するホスト・スレッドはコンテキスト切り替えを行ったであろう。このような場合には、要求がより低速のチャンネル上で受信されると、次に、ターゲット・トラックのための有効なトラック・フォーマット・コードが存在しなければ、要求は処理されることになる。これは、ターゲット・トラックをキャッシュ内にステージすること、およびトラック・メタデータを読み取り、トラック・フォーマット・メタデータを決定することのうちの少なくとも1つを必要とすることになる。トラック・フォーマット・メタデータは、トラックに向けた将来の要求のための待ち時間を低減するべくキャッシュ制御ブロック内に含めるためのトラック・フォーマット・コードを決定するために使用され得る。

【0012】

第5の実施形態では、第2の実施形態は、無効なトラック・フォーマット・コードを含むキャッシュ制御ブロックを有するターゲット・トラックのための読み取りまたは書き込み要求を失敗させた後に、ホストに接続された第2のチャンネル上でターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信することを追加的に含み得る。ターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを有しないとき、第2のチャンネル上で読み取りまたは書き込み要求を受信したことに応じて、ターゲット・トラックが第2のチャンネル上で受信された読み取りまたは書き込み要求を処理するために、トラック・フォーマット・メタデータを読み取る。トラック・フォーマット・テーブルが、読み取られたトラック・フォーマット・メタデータと一致するトラック・フォーマット・メタデータを有するかどうかに関する判定を行う。トラック・フォーマット・テーブルが、一致するトラック・フォーマット・メタデータを有することに応じて、トラック・フォーマット・テーブルから、一致するトラック・フォーマット・メタデータのためのトラック・フォーマット・コードの決定を行う。決定されたトラック・フォーマット・コードを有効なトラック・フォーマット・コードとしてターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロック内に含める。

【0013】

第5の実施形態によれば、より高速な第1のチャンネル上における要求を失敗させた後に、ターゲット・トラックのための要求がより低速の第2のチャンネル上で受信されると、次に、トラック・フォーマット・メタデータを読み取り、トラック・フォーマット・コードを決定し、将来の要求のためにトラック・メタデータをストレージから読み取ることを

10

20

30

40

50

必要とすることなく、トラック・フォーマット・メタデータを直ちに決定することができるように、ターゲット・トラックへの将来の要求のために第2のチャンネル上における読み取り/書き込み要求の高速処理を可能にするためにキャッシュ制御ブロック内に含める。

【0014】

第6の実施形態では、第1の実施形態は、キャッシュ制御ブロックが、キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかを指示する有効フラグを含むことを追加的に含み得る。有効フラグは、トラック・フォーマット・コードをキャッシュ制御ブロックに追加する際に有効に設定される。トラック・フォーマット・コードを含む、更新するべきトラックのためのキャッシュ制御ブロックがキャッシュ内に存在する時に、キャッシュ内のトラックを更新するための書き込みを受信する。トラックに対する更新がトラック・フォーマットを変更するかどうかに関する判定を行う。トラックに対する更新がトラック・フォーマットを変更すると判定したことに応じて、有効フラグを、無効を指示するように設定する。

10

【0015】

第6の実施形態によれば、キャッシュ制御ブロック内のトラック・フォーマット・コードが有効であるかどうかを指示するための有効なトラック・フォーマット・コードが使用される。このフラグは、トラック・フォーマットが書き込み動作によって変更されると、無効に設定される。なぜなら、このような状況では、キャッシュ制御ブロック内のトラック・フォーマット・コードは、更新によって変更された、トラックのトラック・フォーマットをもはや正確に表現しないからである。有効なトラック・フォーマット・コードは、キャッシュ制御ブロックが、読み取りまたは書き込み要求を処理するために使用することができる有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかについての高速な判定を可能にする情報を提供する。

20

【0016】

第7の実施形態では、ホストから、キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するためのコンピュータ・プログラム製品、システムおよび方法が提供される。トラック・フォーマット・テーブルがトラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付け、トラック・フォーマット・メタデータの各々はトラック内のデータのレイアウトを指示する。キャッシュ内のトラックのためのキャッシュ制御ブロックにおいて、キャッシュ制御ブロックのうちの少なくとも1つのキャッシュ制御ブロックが、トラックのためのトラック・フォーマット・メタデータを指示するトラック・フォーマット・テーブル内のトラック・フォーマット・コードのうちの1つを含む。キャッシュ内でホストからターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信する。ターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかに関する判定を行う。キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むと判定したことに応じて、トラック・フォーマット・テーブルから有効なトラック・フォーマット・コードのためのトラック・フォーマット・メタデータを決定する。決定されたトラック・フォーマット・メタデータを使用し、キャッシュ内のターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を処理する。

30

40

【0017】

第7の実施形態によれば、ターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むときには、次に、トラック・メタデータをストレージから読み取ることを必要とすることなく、ターゲット・トラックのためのトラック・フォーマット・メタデータをトラック・フォーマット・テーブルから直ちに決定することができる。トラック・フォーマット・テーブルのこの使用は、ターゲット・トラックへの読み取りおよび書き込み要求の処理における待ち時間を大幅に低減する。

【0018】

第8の実施形態では、ホストから、キャッシュ内にキャッシュされたストレージ内のトラックへの読み取りおよび書き込み要求を管理するためのコンピュータ・プログラム製品、

50

システムおよび方法が提供される。トラック・フォーマット・テーブルがトラック・フォーマット・コードをトラック・フォーマット・メタデータに関連付け、トラック・フォーマット・メタデータの各々はトラック内のデータのレイアウトを指示する。ホストに接続した第1のチャンネルおよび第2のチャンネルのうちの一方の上でホストからキャッシュ内のターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を受信する。ターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロックがトラック・フォーマット・テーブル内の有効なトラック・フォーマット・コードを含むかどうかに関する判定を行う。読み取りまたは書き込み要求が第1のチャンネル上で受信された時に、キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含まないと判定したことに応じて、読み取りまたは書き込み要求を失敗させる。キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含むと判定したことに応じて、トラック・フォーマット・テーブルから有効なトラック・フォーマット・コードのためのトラック・フォーマット・メタデータを決定する。決定されたトラック・フォーマット・メタデータを使用し、キャッシュ内のターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を処理する。

【0019】

第8の実施形態によれば、読み取り／書き込み要求が、高速処理を必要とするチャンネル上で受信された場合には、次に、ターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロックがトラック・フォーマット・コードを含まない場合には、トラック・メタデータを読み取ることを必要とすることによって生じる待ち時間が、第1のチャンネル上の要求を要求時間以内に完了させないことになるため、要求を失敗させる。しかし、キャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを含む場合には、次に、トラック・フォーマット・メタデータをトラック・フォーマット・テーブルから決定することができるときには、第1のチャンネルのための要求時間以内に応答を返すことができるため、第1のチャンネル上における要求を処理することができる。

【0020】

次に、添付の図面を参照して本発明の諸実施形態を例としてのみ説明する。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】ストレージ環境の一実施形態を示す図である。

【図2】トラック・フォーマット・テーブル項目の一実施形態を示す図である。

【図3】キャッシュ制御ブロックの一実施形態を示す図である。

【図4】キャッシュ内のトラックの最低使用頻度（Least Recently Used、LRU）リストの一実施形態を示す図である。

【図5】バス・インターフェースなどの、第1のチャンネル上で受信された読み取り／書き込み要求を処理するための動作の一実施形態を示す図である。

【図6】ネットワークなどの、第2のチャンネル上で受信された読み取り／書き込み要求を処理するための動作の一実施形態を示す図である。

【図7】トラック・メタデータを閉じ、閉じられたトラック・メタデータのキャッシュ内のトラックのためのトラック・フォーマット・コードを決定するための動作の一実施形態を示す図である。

【図8】記載される諸実施形態に用いられるコンピュータ・アーキテクチャの一実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

ストレージ環境において、ホスト・システムは、最初に、Peripheral Component Interconnect Express (R) (PCIe (R)) インターフェースなどの、バス・インターフェースなどの、高速チャンネルを介して、読み取り／書き込み要求を、接続された記憶システムへ通信し得る。閾値時間以内に完了することを期待された高速チャンネルを介した読み取り／書き込み要求のために、ホスト・システムは、要求が完了するのを待ちつつ、読み取り／書き込み要求のためのアプリケーショ

ン・スレッドをスピン・ループ内に保持する。これによって、スレッドを非アクティブ化し、読み取り／書き込み要求への応答が受信された時の割り込みに応じてスレッドを再アクティブ化する、コンテキスト・スワップに関連付けられたプロセッサ時間が節約される。高速チャンネル上で送信された読み取り／書き込み要求のためのデータがキャッシュ内にはない場合には、次に、記憶システムは読み取り／書き込み要求を失敗させ得、ホスト・システムは、ホスト・アダプタを経由してストレージ・エリア・ネットワークを介して同じ読み取り／書き込み要求を通信し得るが、これは、バス、例えば、P C I e (R) インターフェースを介してI / O要求を処理するよりも低速である。第2のチャンネルを介して読み取り／書き込み要求を通信することは、ホスト・システムが、読み取り／書き込み要求が完了するのを待っている間に、読み取り／書き込み要求に対処するタスクから別のタスクへのコンテキスト切り替えを遂行することを必要とする。コンテキスト切り替えは、タスクを実行しているプロセッサが、全てのレジスタならびにL 1およびL 2キャッシュを新しいタスクのためにクリアし、次に、新しいタスクを完了すると、コンテキスト切り替えを行われたタスクを再アクティブ化し、読み取り／書き込み要求が完了するのを待っている間にコンテキスト切り替えを行われたタスクのために状態データをレジスタならびにL 1およびL 2キャッシュに返すことを必要とするため、コストがかかる。

10

【0023】

特定の読み取り／書き込み動作は、閾値時間以内に完了されることを必要とし、さもなければ、それらは失敗させられる。記憶システムは、トラックへの要求を処理するためにトラック・メタデータにアクセスしなければならないことになる。トラック・メタデータは、トラックへの読み取りおよび書き込みを遂行するために必要であるトラック内のデータのフォーマットおよびレコードのレイアウトに関する情報を提供する。しかし、ストレージからのトラック・メタデータの読み取りは、読み取り／書き込み要求の処理における待ち時間のかなりの部分を含む。説明される諸実施形態は、トラック・フォーマット・コードをキャッシュ内のトラックのためのキャッシュ制御ブロック内に含めることによって、キャッシュ動作待ち時間を低減するキャッシュ技術の改善をもたらす。このトラック・フォーマット・コードは、トラック・メタデータをストレージから読み取ることを必要としない、トラック・フォーマット・テーブルからトラック・フォーマットへの高速アクセスのために使用され得る。トラック・レイアウトを決定するためにトラック・メタデータをストレージ内のメタデータ・トラックから読み取る必要をなくすことによって、説明される諸実施形態は、トラック・フォーマット・コードを共通トラック・フォーマットのためのトラック・フォーマット情報に関連付ける、トラック・フォーマット・テーブルからのトラックのためのトラック・レイアウト情報にアクセスすることによって、閾値時間以内に完了されなければならない第1のチャンネル上における読み取り／書き込み要求が完了される可能性を高める。

20

30

【0024】

説明される諸実施形態によれば、要求が閾値時間以内に完了されることを必要とするチャンネル上におけるターゲット・トラックへの読み取り／書き込み要求は、ターゲット・トラックのためのトラック・フォーマット・コードがターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロック内にある場合に処理される。トラック・フォーマット・テーブルからのトラック・フォーマット・メタデータにアクセスするためにトラック・フォーマット・コードを使用することは、トラック・フォーマット・メタデータへのアクセスの待ち時間を低減し、読み取り／書き込み要求が時間閾値以内に完了することを可能にする。これは、ホスト・スレッドが、バス・インターフェース上で送信された読み取り／書き込み要求のための読み取り／書き込み要求タスク上でスピンしている時間を許容可能時間閾値以内にとどめる。しかし、ターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロックが有効なトラック・フォーマット・コードを有しない場合には、次に、トラック・フォーマット・メタデータがストレージから取り出されなければならないとすれば、読み取り／書き込み要求が閾値時間以内に完了することができる見込みがないため、第1のチャンネル上における読み取り／書き込み要求は失敗させられる。第1のチャンネル上における読み取り／書き

40

50

込み要求を失敗させることは、ホストに、読み取り / 書き込み要求を第 2 のチャンネル上で再び送らせる。第 2 のチャンネル上における書き込み要求の処理は、読み取り / 書き込み要求を処理し、トラック・フォーマット・コードをターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロックに追加することを可能にするために、トラック・メタデータをストレージから読み込む。

【 0 0 2 5 】

図 1 は、ホスト 1 0 0 が、ディスク・エンクロージャ 1 0 6 内の記憶デバイス 1 0 4 内に構成されたボリューム内のトラックにアクセスするための読み取りおよび書き込み要求を記憶システム 1 0 2 へ向けるストレージ環境の一実施形態を示す。ホスト 1 0 0 は、1 つまたは複数のプロセッサ・デバイスのプロセッサ複合体 1 0 8、ならびにプロセッサ複合体 1 0 8 によって実行されるオペレーティング・システム 1 1 1 を含むメモリ 1 1 0 を含む。ホスト・オペレーティング・システム 1 1 1 は、記憶デバイス 1 0 4 内に構成されたトラックへの読み取りおよび書き込み要求を生成する。ホスト 1 0 0 は、2 つの異なるチャンネル上で読み取りおよび書き込み要求を通信するためのハードウェアを含む。第 1 のチャンネルは、バス 1 1 2 と、プロセッサ複合体 1 0 8、メモリ・システム 1 1 0 を含む、バス 1 1 2 上の 1 つまたは複数のデバイスを接続するためのバス・スイッチ 1 1 4 と、外部バス・インターフェース・ケーブル 1 1 8 を通じてバス・インターフェースを記憶システム 1 0 2 へ拡張するためのバス・ホスト・アダプタ 1 1 6 とを含む、Peripheral Component Interconnect Express (R) (PCIe (R)) などの、バス・インターフェースである。Ethernet (R) 技術などを用いた、イーサネット (R) を通じた PCIe (R) を可能にするための、分散 PCIe (R) スイッチなどの、PCIe (R) ライザー・ケーブル (extender cable) またはコンポーネントを含む、バス・インターフェースを拡張するための追加のバス・インターフェース技術が利用されてもよい。ホスト 1 0 0 および記憶システム 1 0 2 を接続するための第 2 のチャンネルは、ホスト 1 0 0 および記憶システム 1 0 2 が追加的に通信する別個のネットワーク 1 2 2 に接続した、バス 1 1 2 に接続された、ネットワーク・ホスト・アダプタ 1 2 0 を使用する。バス・インターフェースを通じた第 1 のチャンネルは、ネットワーク・ホスト・アダプタ 1 2 0 を通じたネットワーク 1 2 2 のインターフェースよりも高速なアクセス・チャンネルを含み得る。

【 0 0 2 6 】

記憶システム 1 0 2 は、バス 1 2 4 a、1 2 4 b と、バス 1 2 4 a、1 2 4 b 上のエンドポイント・デバイスに接続するためのバス・スイッチ 1 2 6 と、第 1 のチャンネルを介したホスト 1 0 0 へのバス・インターフェースを介した通信を可能にするべく外部バス・インターフェース・ケーブル 1 1 8 に接続するためのバス・ホスト・アダプタ 1 2 8 とを含む、バス・インターフェースを含む。記憶システム 1 0 2 は、バス・ホスト・アダプタ 1 2 8、記憶デバイス 1 0 4 に接続するための 1 つまたは複数のデバイス・アダプタ 1 3 2、ならびにネットワーク 1 2 2 およびホスト・システムに接続するための 1 つまたは複数のネットワーク・ホスト・アダプタ 1 3 4 を有する入力 / 出力ベイ 1 3 0 を含む。

【 0 0 2 7 】

記憶システム 1 0 2 は、1 つまたは複数のプロセッサ・デバイスのプロセッサ複合体 1 3 6 と、接続されたホスト 1 0 0 によってアクセスされるトラックをキャッシュするためのキャッシュ 1 4 0 を有するメモリ 1 3 8 とを含む。メモリ 1 3 8 はキャッシュ・マネージャ 1 4 2 およびストレージ・マネージャ 1 4 4 を含む。ストレージ・マネージャ 1 4 4 は、ストレージ 1 0 4 内のトラックのためのホスト 1 0 0 および記憶システム 1 0 2 におけるプロセスからのアクセス要求を管理する。デバイス 1 3 6、1 3 8、1 2 8、1 3 2、および 1 3 4 は、バス・レーン 1 2 4 a、1 2 4 b およびバス・スイッチ 1 2 6 において実施されたバス・インターフェースを介して接続する。

【 0 0 2 8 】

キャッシュ・マネージャ 1 4 2 は、アクセスされたトラックを、トラックへの将来の読み取りアクセスのためにキャッシュ 1 4 0 内に維持し、アクセスされたトラックが、ストレ

10

20

30

40

50

ージ 1 0 4 から取り出さなければならない代わりに、より高速なアクセスのキャッシュ 1 4 0 から返されることを可能にする。さらに、キャッシュ 1 4 0 内のトラックは書き込みによって更新され得る。トラックは、ボリューム、論理デバイス等などの、トラックのより大きな集団の一部である、トラック、論理ブロック・アドレス (Logical Block Address、LBA) 等などの、ストレージ 1 0 4 内に構成される任意のデータ単位を含み得る。

【 0 0 2 9 】

キャッシュ・マネージャ 1 4 2 は、キャッシュ 1 4 0 内の読み取り (変更されない) および書き込み (変更される) トラックを管理するためのキャッシュ管理情報 1 4 6 をメモリ 1 3 8 内に維持する。キャッシュ管理情報 1 4 6 は、トラック内のデータのレイアウトおよびフォーマットの詳細を提供する共通トラック・フォーマット記述子のためのトラック・フォーマット・コードを有するトラック・フォーマット・テーブル 2 0 0、キャッシュ 1 4 0 内のトラックのインデックスを制御ブロック・ディレクトリ 3 0 0 内のキャッシュ制御ブロックに提供するトラック・インデックス 1 4 8、ならびにキャッシュ 1 4 0 内のトラックのための最低使用頻度 (LRU) リスト 4 0 0 を含み得る。制御ブロック・ディレクトリ 3 0 0 はキャッシュ制御ブロックを含み、キャッシュ 1 4 0 内のトラックごとに、キャッシュ 1 4 0 内のトラックに関するメタデータを提供する 1 つのキャッシュ制御ブロックが存在する。トラック・インデックス 1 4 8 はトラックを、キャッシュ 1 4 0 内のトラックに関する情報を提供するキャッシュ制御ブロックに関連付ける。キャッシュ LRU リスト 4 0 0 がフルになっているか、または閾値レベルに達したと判定すると、ストレージ 1 0 4 からキャッシュ 1 4 0 内にステージするべきさらなるトラックのための場所をあけるべく、トラックが LRU リスト 4 0 0 からデモートされる。

【 0 0 3 0 】

特定の諸実施形態では、記憶デバイス 1 0 4 内のトラックにアクセスするために第 1 および第 2 のチャンネルを介して記憶システム 1 0 2 に接続する複数のホスト 1 0 0 が存在し得る。このような場合には、記憶システム 1 0 2 は、各々の接続されたホスト 1 0 0 のバス・インターフェース 1 1 8 に接続するための少なくとも 1 つのバス・ホスト・アダプタ 1 2 8、およびホスト 1 0 0 上のネットワーク・ホスト・アダプタ 1 2 0 に接続するための 1 つまたは複数のネットワーク・ホスト・アダプタ 1 3 4 を有するであろう。

【 0 0 3 1 】

一実施形態では、バス・インターフェース 1 1 2、1 1 4、1 1 6、1 1 8、1 2 4 a、1 2 4 b、1 2 6、および 1 2 8 は、Peripheral Component Interconnect Express (R) (PCIe (R)) バス・インターフェース技術を含み得る。代替的な諸実施形態では、バス・インターフェース 1 1 2、1 1 4、1 1 6、1 1 8、1 2 4 a、1 2 4 b、1 2 6、および 1 2 8 は、PCIe (R) 以外の好適なバス・インターフェース技術を利用し得る。バス・ホスト・アダプタ 1 1 6 および 1 2 8 は、PCIe (R) ケーブル 1 1 8 に接続するためのインターフェースを提供する PCIe (R) ホスト・アダプタを含み得る。ネットワーク 1 2 2 は、ストレージ・エリア・ネットワーク (SAN)、ローカル・エリア・ネットワーク (LAN)、ワイド・エリア・ネットワーク (WAN)、インターネット、イントラネット等を含み得、ネットワーク・ホスト・アダプタ 1 2 0、1 3 4 は、ホスト 1 0 0 と記憶システム 1 0 2 との間のネットワーク 1 2 2 の接続を提供する。

【 0 0 3 2 】

記憶システム 1 0 2 は、インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション (R) (IBM (R)) DS 8 0 0 0 (R) および DS 8 8 8 0 記憶システム、あるいは他のベンダからの記憶コントローラおよび記憶システムなどの、記憶システムを含み得る。(IBM および DS 8 0 0 0 は、全世界におけるインターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション (R) の商標である)。ホスト・オペレーティング・システム 1 1 1 は、インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション (R) (「IBM (R)」) からの Z システムズ・オペレーティング・システム (Z Systems Operating System、Z / OS (R))、または当技術分野において知られている他のオペレーテ

10

20

30

40

50

ィング・システムなどのオペレーティング・システムを含み得る。(Z / O S は、全世界における I B M (R) の登録商標である)。

【 0 0 3 3 】

ディスク・エンクロージャ 1 0 6 内の記憶デバイス 1 0 4 は、磁気ハードディスク・ドライブ、ソリッド・ステート電子機器で構成されたソリッド・ステート記憶デバイス (S S D)、E E P R O M (電氣的消去可能プログラマブル・リード・オンリー・メモリ)、フラッシュ・メモリ、フラッシュ・ディスク、ランダム・アクセス・メモリ (R A M) ドライブ、ストレージ・クラス・メモリ (storage-class memory、S C M) 等、相変化メモリ (PhaseChange Memory、P C M)、抵抗変化型メモリ (resistive random access memory、R R A M (R))、スピン・トランスファ・トルク・メモリ (spin transfer torque memory、S T T - R A M)、導電性ブリッジ R A M (conductive bridging R A M、C B R A M)、磁気ハードディスク・ドライブ、光ディスク、テープ等などの、異なる種類またはクラスの記憶デバイスを含み得る。記憶空間内のボリュームは、単純ディスク束 (Just a Bunch of Disk、J B O D)、直接アクセス記憶装置 (Direct Access Storage Device、D A S D)、独立ディスク冗長アレイ (Redundant Array of Independent Disks、R A I D) のアレイ、仮想化デバイス等などの、デバイスのアレイからさらに構成され得る。さらに、ディスク・エンクロージャ 1 0 6 内の記憶デバイス 1 0 4 は、異なるベンダからの異種の記憶デバイス、および第 2 の種類の記憶デバイス、例えば、S S D よりも低速のデータ転送速度を有する、第 1 の種類の記憶デバイス、例えば、ハードディスク・ドライブなどの、異なる種類の記憶デバイスを含み得る。

【 0 0 3 4 】

図 2 は、トラック・フォーマット・コード 2 0 2 およびトラック・フォーマット・メタデータ 2 0 4 を含む、トラック・フォーマット・テーブル 2 0 0 内のトラック・フォーマット・テーブル項目 2 0 0 i の一実施形態を示す。特定の諸実施形態、カウント・キー・データ (Count Key Data、C K D) トラックの諸実施形態では、トラック・フォーマット・メタデータ 2 0 4 は、トラック内のレコード数、ブロック・サイズ、トラック内のブロック数、レコードの各々のデータ長、および単位としてアトミックに読み取られるか、もしくは書き込まれるデータ量を指示する制御インターバル・サイズ、制御インターバル内のブロック数、および制御インターバルが 2 つのトラックに及ぶかどうか、ならびに他の情報を指示するトラック・フォーマット記述子 (track format descriptor、T F D) を含み得る。トラック・フォーマット・コード 2 0 2 は、トラック・フォーマット・テーブル 2 0 0 内のインデックス項目 2 0 0 i のインデックス値を含み得る。例えば、3 2 個のトラック・フォーマット・テーブル項目 2 0 0 i が存在する場合には、このとき、トラック・フォーマット・コード 2 0 2 は、3 2 個の項目 2 0 0 i の異なる可能な番号を参照するために 5 ビットを含み得る。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、限定するものではないが、キャッシュ制御ブロック 3 0 0 i のインデックス値などの、キャッシュ制御ブロック識別子 3 0 2、ストレージ 1 0 4 内のトラックのトラック I D 3 0 4、キャッシュ制御ブロック 3 0 0 i が指示されたキャッシュ L R U リスト 3 0 6、トラックが指示された L R U リスト項目 3 0 8、トラックがキャッシュ 1 4 0 に追加され、L R U リスト 3 0 6 上に指示された時間を指示するキャッシュ・タイムスタンプ 3 1 0、トラックが変更されたかどうかを指示するダーティ・フラグなどの、キャッシュ 1 4 0 内に記憶されたトラックのために通例維持される追加のトラック・メタデータ 3 1 2、キャッシュ制御ブロック 3 0 0 i によって表現されるトラック 3 0 4 内のデータのレイアウトを記述するトラック・フォーマット・メタデータ 2 0 4 のトラック・フォーマット・コード 2 0 2 のうちの 1 つを含むトラック・フォーマット・コード 3 1 4、トラック・フォーマット・コード 3 1 4 が有効であるのか、それとも無効であるのかを指示するトラック・フォーマット・コード有効フラグ 3 1 6、およびトラック・フォーマット・コード有効フラグ 3 1 6 において指示されるとおり、トラック・フォーマット・コード有効フラグ 3 1 6 のコードが無効である理由を指示する無効理由 3 1 8 を含む、キャッシュ 1 4 0

内のトラックのうちの1つのためのキャッシュ制御ブロック300iの一実施形態を示す。

【0036】

図4は、キャッシュ140に一番最近追加されたか、またはキャッシュ140内で一番最近アクセスされたトラックを識別する最高使用頻度（most recently used、MRU）端部402、ならびに最低使用頻度（LRU）端部404であって、LRU端部404において識別されたトラックが、キャッシュ140からデモートするために選択される、最低使用頻度（LRU）端部404を有するものなどの、LRUリスト400iの一実施形態を示す。MRU端部402およびLRU端部404は、そのリスト400内で指示されたトラックのための、それぞれ、一番最近追加されたトラック、およびキャッシュ140内に最も長くあるトラックの、トラックのためのトラック識別子アドレスまたはキャッシュ制御ブロック・インデックスなどの、トラック識別子を指し示す。

10

【0037】

図5は、バス・ホスト・アダプタ128を経由したPCIe（R）バス・インターフェースなどの、第1の高速チャンネル上で受信されたターゲット・トラックへの読み取り/書き込み要求を処理するために、キャッシュ・マネージャ142およびストレージ・マネージャ144によって遂行される動作の一実施形態を示す。（ブロック500において）バス・ホスト・アダプタ128において読み取り/書き込み要求を受信すると、（ブロック502において）ターゲット・トラックがキャッシュ140内にない場合には、次に、ストレージ・マネージャ144は、（ブロック504において）読み取り/書き込み要求に対する失敗を第1のチャンネルまたはバス・ホスト・アダプタ128上でホスト100へ返す。これにより、ホスト100は、第2のチャンネルまたはネットワーク・ホスト・アダプタ120、134上で読み取り/書き込み要求を再試行する。ターゲット・トラックがキャッシュ140内にない場合には、次に、ターゲット・トラックおよびトラック・メタデータがキャッシュ140内にステージされる必要があり、これは、ホスト・プロセッサが読み取り/書き込み要求のスレッド上でスピンしている、第1のチャンネル上における読み取り/書き込みのための時間閾値を超える可能性が高いため、失敗が返される。（ブロック502において）ターゲット・トラックがキャッシュ140内にあり、受信された要求が書き込みであり、（ブロック508において）書き込みがトラック・フォーマットを変更する場合には、このとき、キャッシュ・マネージャ142は（ブロック510において）トラック・フォーマット・コード有効フラグ316を無効に設定し、（ブロック512において）キャッシュ140内のトラックがトラック・フォーマット変更として無効にされたとの無効理由318を指示する。トラック・メタデータを、トラック・フォーマットの変更に伴って更新するためにストレージ104から読み取る必要があるため、次に、ストレージ・マネージャ144は（ブロック504において）失敗をホスト100へ返す。

20

30

【0038】

（ブロック506において）読み取り/書き込み要求が読み取りである場合、または（ブロック508において）要求が、トラック・フォーマットを変更しない書き込みである場合には、次に、キャッシュ・マネージャ142は、（ブロック514において）トラック・フォーマット・コード有効フラグ316が有効に設定されているかどうかを判定する。そうである場合には、次に、キャッシュ・マネージャ142は、（ブロック516において）キャッシュ制御ブロック300i内のトラック・フォーマット・コード314に対応するトラック・フォーマット・テーブル200内のトラック・フォーマット・メタデータ204を決定する。キャッシュ・マネージャ142は、（ブロック518において）決定されたトラック・フォーマット・メタデータ204内で指示されたトラック・フォーマット・レイアウトを使用し、キャッシュ140内のターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を処理する。要求が書き込みである場合には、キャッシュ制御ブロック300i内のダーティ・フラグ312が、トラックが変更されたことを指示するように設定されてもよい。（ブロック514において）トラック・フォーマット・コード有効フラグ316が無効である、つまり、トラック・フォーマット・コード314を通じて利用可能

40

50

なトラック・フォーマット情報へ高速にアクセスできない場合には、トラック・フォーマット・テーブル 200 を使用することができず、トラック・メタデータをストレージ 104 から読み取る必要があり、これにより、第 1 のチャンネル上における高速な読み取り / 書き込みにとって過度に大きな待ち時間が生じることになるため、次に、ストレージ・マネージャ 144 は (ブロック 504 において) 失敗をバス・インターフェース上でバス・ホスト・アダプタ 128 へ返す。

【 0039 】

図 5 の動作の実施形態によれば、バス・インターフェースまたは第 1 のチャンネルを介した高速書き込みの最中には、トラック・フォーマット・メタデータがトラック・フォーマット・テーブル 200 を通じて待ち時間を伴わずにアクセスされ得る場合には、トラック・メタデータをストレージ 104 から読み取ることを必要とすることなく、トラック・フォーマット・コード 314 を通じてトラック・メタデータをトラック・フォーマット・テーブル 200 から直接取得することができるため、トランザクションを非常に迅速に処理することができるときに、次に、読み取り / 書き込み要求は、続行することを可能にされる。しかし、キャッシュ制御ブロック 300i が、トラック・フォーマット・メタデータの低待ち時間のアクセスを可能にするための有効なトラック・フォーマット・コード 314 を有しない場合には、トランザクションが高速時間閾値以内に完了しない可能性が高いため、次に、読み取り / 書き込み要求は失敗させられる。この決定は、ホスト・プロセッサが、読み取り / 書き込み要求が完了するのを待ちながら、読み取り / 書き込み要求に対処するスレッド上でスピンしている最中の他のタスクの処理におけるホスト遅延を回避するために重要である。トラック・メタデータにトラック・フォーマット・テーブル 200 からアクセスすることができる場合には、このとき、ホスト・プロセッサがスレッドを過度に長い間保持し、このため、他の I / O 要求がキューに入れられ、遅延させられるのを回避するために必要とされる時間以内に読み取り / 書き込みがバス・インターフェース・チャンネル上で完了することができる可能性が高い。トラック・メタデータにトラック・フォーマット・テーブル 200 からアクセスすることができず、ストレージ 104 から読み取る必要がある場合には、このとき、ホスト・プロセッサが読み取り / 書き込み要求のためのスレッド上でスピンするための時間閾値以内に読み取り / 書き込み要求が完了することになる可能性は低く、失敗が返される。トラック・メタデータをトラック・フォーマット・テーブル 200 から取得することができないときに失敗を返すと、読み取り / 書き込み要求タスクに対応しているホスト・スレッドは非アクティブ化され、ホスト・プロセッサは他のタスクの処理にコンテキスト切り替えを行ってもよく、次に、読み取り / 書き込み要求は、コンテキスト切り替えの間に第 2 のネットワーク・チャンネル上で再試行される。

【 0040 】

図 6 は、ネットワーク・ホスト・アダプタ 134 上のネットワーク 122 などの、第 2 のチャンネル上で受信されたターゲット・トラックへの読み取り / 書き込み要求を処理するために、キャッシュ・マネージャ 142 およびストレージ・マネージャ 144 によって遂行される動作の一実施形態を示す。(ブロック 600 において) 読み取り / 書き込み要求を受信すると、(ブロック 602 において) ターゲット・トラックがキャッシュ 140 内にはない場合には、次に、キャッシュ・マネージャ 142 は (ブロック 604 において) トラックをストレージ 104 からキャッシュ 140 にステージし、(ブロック 606 において) ターゲット・トラックのためのトラック・メタデータをストレージ 104 から読み取り、トラック・フォーマット、例えば、ブロックのサイズ、制御インターバル、トラック上のレコードのレイアウト等を決定する。(ブロック 608 において) 読み取り / 書き込み要求が書き込みであり、(ブロック 610 において) 書き込みがトラック・フォーマットを変更する場合には、次に、キャッシュ・マネージャ 142 は、(ブロック 612 において) トラック・メタデータを、変更されたトラック・フォーマットを指示するように更新し、(ブロック 614 において) トラック・フォーマット・コード有効フラグ 316 を無効に設定する。トラック・メタデータ 312 は、(ブロック 616 において) トラック

10

20

30

40

50

が変更されたか、またはダーティであることを指示するようにさらに更新される。(ブロック608において)要求が読み取りであるか、またはブロック616からのものである場合には、キャッシュ・マネージャ142は、(ブロック618において)トラック・フォーマット・メタデータ内で指示されたトラック・フォーマット・レイアウトを使用し、キャッシュ140内のターゲット・トラックへの読み取りまたは書き込み要求を処理する。

【0041】

(ブロック602において)ターゲット・トラックがキャッシュ140内にあり、(ブロック630において)トラック・フォーマット・コード有効フラグ316が有効に設定されている場合には、次に、キャッシュ・マネージャ142は、(ブロック632において)ターゲット・トラックのためのキャッシュ制御ブロック300i内のトラック・フォーマット・コード314に対応するトラック・フォーマット・テーブル200内のトラック・フォーマット・メタデータ204を決定する。ブロック632から、制御はブロック608へ進み、読み取り/書き込み要求を処理する。(ブロック630において)トラック・フォーマット・コード有効フラグ316が無効に設定されている場合には、次に、制御はブロック606へ進み、トラックのためのメタデータをストレージ104から読み取り、トラック・フォーマット・レイアウトを決定する。

【0042】

図6の実施形態によれば、読み取り/書き込み要求が、ネットワーク122を介するなど、第2のより低速のチャンネル上で受信されると、この場合には、ホスト・オペレーティング・システム111が、読み取り/書き込み要求に対処するスレッドのためのコンテキスト切り替えを遂行しており、キャッシュ・マネージャ142は、トラック・メタデータをストレージ104から読み取り、トラック・レイアウトを決定して要求を処理し得る。この時間の間は、読み取り/書き込み要求が完了を返すまで、読み取り/書き込み要求に対処するホスト・スレッドがコンテキスト切り替えを行われ、アクティブでないため、さらなるホスト要求のホスト処理は遅延されない。

【0043】

図7は、変更された場合にはトラック・メタデータをストレージ104にデステージすることを含む、キャッシュ140内のトラックのためのトラック・メタデータを閉じる際にキャッシュ・マネージャ142によって遂行される動作の一実施形態を示す。(ブロック700において)キャッシュ140内のトラックのためのトラック・メタデータを閉じると、キャッシュ・マネージャ142は(ブロック702において)トラック・メタデータを処理し、トラック内のデータのトラック・フォーマットまたはレイアウトを決定する。(ブロック704において)決定されたトラック・フォーマットが不正規である場合に起こり得るが、トラック・フォーマット・テーブル200が、トラック・メタデータから決定されたトラック・フォーマットと一致するトラック・フォーマット・メタデータ204を有しない場合には、次に、トラック・フォーマット・コード有効フラグ316を(ブロック706において)無効に設定し、無効理由318を、トラック・フォーマットがサポートされていないことを指示するように設定する。このような状況では、不正規のフォーマットを有するトラックへの読み取り/書き込み要求は、ネットワーク・ホスト・アダプタ134を経由して第2のチャンネルを通じて受信されたときにのみ処理される。

【0044】

(ブロック704において)トラック・フォーマット・テーブルが、トラック・メタデータから決定されたトラック・フォーマットと一致するトラック・フォーマット・メタデータ204を有する場合には、次に、キャッシュ・マネージャ142は、トラック・フォーマット・テーブル200内の決定されたトラック・フォーマット・メタデータ204のためのトラック・フォーマット・コード202を決定し、トラック・フォーマット・コード202をキャッシュ制御ブロック300i内のフィールド314内に含める。トラック・フォーマット・コード有効フラグ316を(ブロック716において)有効に設定する。ブロック708または716から、制御はブロック718へ進み、トラック・メタデータを、変更された場合には、メモリ138からデステージし、または変更されていない場合

10

20

30

40

50

には、破棄する。

【 0 0 4 5 】

図 7 の動作によれば、トラック・フォーマット情報は、キャッシュ制御ブロック 3 0 0 i 内において、トラック・フォーマット・テーブル 2 0 0 内のトラック・レイアウトを記述するトラック・フォーマット・メタデータ 2 0 4 をインデックスするための限られたビット数を有するトラック・フォーマット・コード 2 0 2 によって指示され得る。この場合、トラック・メタデータ自体はキャッシュ制御ブロック 3 0 0 i に収まらないであろう。将来の読み取り / 書き込みアクセスに対して、有効なトラック・フォーマット・コード 3 1 4 が提供されている場合には、次に、キャッシュ・マネージャ 1 4 2 はそのコード 3 1 4 を使用し、トラック・メタデータをストレージ 1 0 4 から読み取り、処理してトラック・フォーマットを決定することを必要とすることなく、トラック・フォーマット・メタデータ 2 0 4 をトラック・フォーマット・テーブル 2 0 0 から低待ち時間で取得し得る。

10

【 0 0 4 6 】

本発明は、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として実施され得る。コンピュータ・プログラム製品は、プロセッサに本発明の諸態様を実施させるためのコンピュータ可読プログラム命令を有するコンピュータ可読記憶媒体（または媒体群）を含み得る。

【 0 0 4 7 】

コンピュータ可読記憶媒体は、命令実行デバイスによる使用のための命令を保持および記憶することが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、限定するものではないが、電子記憶デバイス、磁気記憶デバイス、光記憶デバイス、電磁記憶デバイス、半導体記憶デバイス、または上述のものの任意の好適な組み合わせであり得る。コンピュータ可読記憶媒体のより具体的な例の非網羅的なリストは、以下のもの：ポータブル・コンピュータ・ディスク、ハードディスク、ランダム・アクセス・メモリ（RAM）、リード・オンリー・メモリ（ROM）、消去可能プログラマブル・リード・オンリー・メモリ（EPROMもしくはフラッシュ・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・リード・オンリー・メモリ（CD-ROM）、デジタル多用途ディスク（DVD）、メモリ・スティック、フロッピー・ディスク、穿孔カード、または命令が記録された溝内の隆起構造などの、機械的に符号化されたデバイス、ならびに上述のものの任意の好適な組み合わせを含む。コンピュータ可読記憶媒体は、本明細書で使用する時、電波または他の自由伝搬する電磁波、導波路または他の伝送媒体を通して伝搬する電磁波（例えば、光ファイバ・ケーブルを通過する光パルス）、あるいは電線を通して伝送される電気信号などの、一過性信号自体であると解釈されるべきでない。

20

30

【 0 0 4 8 】

本明細書において説明される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それぞれのコンピューティング / 処理デバイスに、あるいはネットワーク、例えば、インターネット、ローカル・エリア・ネットワーク、ワイド・エリア・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経由して外部コンピュータまたは外部記憶デバイスにダウンロードすることができる。ネットワークは、銅伝送ケーブル、光伝送ファイバ、無線伝送、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、またはエッジ・サーバ、あるいはその組み合わせを含み得る。各コンピューティング / 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・インターフェースがネットワークからコンピュータ可読プログラム命令を受信し、コンピュータ可読プログラム命令をそれぞれのコンピューティング / 処理デバイス内のコンピュータ可読記憶媒体における記憶のために転送する。

40

【 0 0 4 9 】

本発明の動作を実施するためのコンピュータ可読プログラム命令は、アセンブラ命令、命令セット・アーキテクチャ（instruction-set-architecture、ISA）命令、機械命令、機械依存命令、マイクロコード、ファームウェア命令、状態設定データ、あるいはJava

50

a (R)、S m a l l t a l k (R)、C + +、もしくは同様のものなどの、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もしくは同様のプログラミング言語などの、従来の手続き型プログラミング言語を含む、1つ以上のプログラミング言語の任意の組み合わせで書かれた、ソース・コードまたはオブジェクト・コードのいずれかであり得る。コンピュータ可読プログラム命令は完全にユーザのコンピュータ上で実行するか、一部ユーザのコンピュータ上で実行するか、独立型ソフトウェア・パッケージとして実行するか、一部ユーザのコンピュータ上で、且つ一部リモート・コンピュータ上で実行するか、または完全にリモート・コンピュータもしくはサーバ上で実行し得る。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 (L A N) またはワイド・エリア・ネットワーク (W A N) を含む、任意の種類のネットワークを通じてユーザのコンピュータに接続され得るか、あるいは外部コンピュータへの接続が (例えば、インターネット・サービス・プロバイダを利用してインターネットを通じて) 行われてもよい。実施形態によっては、例えば、プログラマブル論理回路機構、フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ (F P G A)、またはプログラマブル論理アレイ (P L A) を含む電子回路機構が、本発明の諸態様を遂行するために、コンピュータ可読プログラム命令の状態情報を利用して電子回路機構を個別化することによって、コンピュータ可読プログラム命令を実行し得る。

10

【 0 0 5 0 】

本発明の諸態様は、本明細書において、本発明の諸実施形態に係る方法、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ている。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内のブロックの組み合わせは、コンピュータ可読プログラム命令によって実施され得ることが理解されるであろう。

20

【 0 0 5 1 】

これらのコンピュータ可読プログラム命令は、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、または機械を作り出すための他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサに提供され得、それにより、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサを介して実行する命令は、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またはブロック群において指定された機能 / 行為を実施するための手段を生み出す。これらのコンピュータ可読プログラム命令はまた、内部に記憶された命令を有する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もしくはブロック群内で指定された機能 / 行為の諸態様を実施する命令を含む製造品を構成するように、コンピュータ、プログラム可能データ処理装置、または他のデバイスあるいはその組み合わせを特定の仕方で機能するように仕向けることができるコンピュータ可読記憶媒体内に記憶され得る。

30

【 0 0 5 2 】

コンピュータ可読プログラム命令はまた、コンピュータ、他のプログラム可能装置、または他のデバイス上で実行する命令が、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またはブロック群において指定された機能 / 行為を実施するように、コンピュータ、他のプログラム可能データ処理装置、または他のデバイス上にロードされ、一連の動作ステップを、コンピュータ、他のプログラム可能装置または他のデバイス上で遂行させ、コンピュータ実施プロセスを作り出し得る。

40

【 0 0 5 3 】

図面におけるフローチャートおよびブロック図は、本発明の様々な実施形態に係るシステム、方法、およびコンピュータ・プログラム製品の可能な諸実装形態のアーキテクチャ、機能性、および動作を示す。この点に関して、フローチャートまたはブロック図における各ブロックは、指定された論理機能 (単数または複数) を実施するための1つまたは複数の実行可能命令を含む、命令のモジュール、セグメント、または部分を表し得る。いくつかの代替的実装形態では、ブロック内に記された機能は、図面に記された順序に従わずに

50

生じてよい。例えば、連続して示された２つのブロックは、実際には、実質的に同時に実行されてもよく、またはブロックは、時として、含まれる機能性に依存して、逆の順序で実行されてもよい。また、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おけるブロックの組み合わせは、指定された機能もしくは行為を遂行するか、あるいは専用ハードウェアおよび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施され得ることに留意されたい。

【 0 0 5 4 】

ホスト 1 0 0 および記憶システム 1 0 2 を含む、図 1 の計算コンポーネントは、図 8 に示されるコンピュータ・システム 8 0 2 などの、１つまたは複数のコンピュータ・システム内に実装され得る。コンピュータ・システム / サーバ 8 0 2 は、プログラム・モジュールなどのコンピュータ・システム実行可能命令がコンピュータ・システムによって実行されるという一般的状況で説明されてもよい。概して、プログラム・モジュールは、特定のタスクを遂行するか、または特定の抽象データ型を実装する、ルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、論理、データ構造などを含み得る。コンピュータ・システム / サーバ 8 0 2 は、タスクが、通信ネットワークを通じてリンクされたりリモート処理デバイスによって遂行される分散クラウド・コンピューティング環境内で実施されてもよい。分散クラウド・コンピューティング環境内において、プログラム・モジュールは、メモリ記憶デバイスを含むローカルおよびリモート・コンピュータ・システム記憶媒体の両方の内部に配置されてもよい。

【 0 0 5 5 】

図 8 に示されるように、コンピュータ・システム / サーバ 8 0 2 は汎用コンピューティング・デバイスの形態で示されている。コンピュータ・システム / サーバ 8 0 2 のコンポーネントは、限定するものではないが、１つまたは複数のプロセッサもしくは処理ユニット 8 0 4、システム / メモリ 8 0 6、およびシステム / メモリ 8 0 6 を含む様々なシステム・コンポーネントをプロセッサ 8 0 4 に結合するバス 8 0 8 を含み得る。バス 8 0 8 は、メモリ・バスまたはメモリ・コントローラ、周辺バス、アクセラレイティッド・グラフィックス・ポート、ならびに種々のバス・アーキテクチャのうちの任意のものをを用いるプロセッサまたはローカル・バスを含む、いくつかの種類のバス構造のうちの任意のものの中の１つまたは複数を表す。限定ではなく、例として、このようなアーキテクチャとしては、業界標準アーキテクチャ (Industry Standard Architecture、I S A) バス、マイクロ・チャンネル・アーキテクチャ (Micro Channel Architecture、M C A) バス、拡張 I S A (Enhanced ISA、E I S A) バス、ビデオ・エレクトロニクス規格協会 (Video Electronics Standards Association、V E S A) ローカル・バス、および周辺装置相互接続 (Peripheral Component Interconnects、P C I) バスが挙げられる。

【 0 0 5 6 】

コンピュータ・システム / サーバ 8 0 2 は通例、種々のコンピュータ・システム可読媒体を含む。このような媒体は、コンピュータ・システム / サーバ 8 0 2 によってアクセス可能である任意の利用可能な媒体であり得、それは、揮発性および不揮発性媒体、着脱式および非着脱式媒体の両方を含む。

【 0 0 5 7 】

システム / メモリ 8 0 6 は、ランダム・アクセス・メモリ (R A M) 8 1 0 またはキャッシュ・メモリ 8 1 2 あるいはその両方などの、揮発性メモリの形態のコンピュータ・システム可読媒体を含むことができる。コンピュータ・システム / サーバ 8 0 2 は、他の取り外し可能 / 非取り外し可能な、揮発性 / 不揮発性コンピュータ・システム記憶媒体をさらに含み得る。単なる一例として、記憶システム 8 1 3 は、非取り外し可能な不揮発性磁気媒体 (図示されておらず、通例、「ハード・ドライブ」と呼ばれる) からの読み取り、およびそれへの書き込みのために設けることができる。図示されていないが、取り外し可能な不揮発性磁気ディスク (例えば、「フロッピー・ディスク」) からの読み取り、およびそれへの書き込みのための磁気ディスク・ドライブ、ならびに C D - R O M、D V D - R

OM、または他の光媒体などの取り外し可能な不揮発性光ディスクからの読み取り、およびそれへの書き込みのための光ディスク・ドライブを設けることができる。このような場合には、1つまたは複数のデータ媒体インターフェースによって各々をバス808に接続することができる。以下においてさらに図示され、説明されるように、メモリ806は、本発明の諸実施形態の機能を実施するように構成されたプログラム・モジュールのセット（例えば、少なくとも1つ）を有する少なくとも1つのプログラム製品を含み得る。

【0058】

プログラム・モジュール816のセット（少なくとも1つ）を有するプログラム/ユーティリティ814が、限定ではなく、例として、オペレーティング・システム、1つまたは複数のアプリケーション・プログラム、他のプログラム・モジュール、およびプログラム・データと同様に、メモリ806内に記憶されてもよい。オペレーティング・システム、1つまたは複数のアプリケーション・プログラム、他のプログラム・モジュール、およびプログラム・データ、あるいはこれらの何らかの組み合わせの各々は、ネットワーキング環境の一実装形態を含み得る。コンピュータ802のコンポーネントは、本明細書において説明されるとおりの本発明の諸実施形態の機能または方法論あるいはその両方を一般的に実施するプログラム・モジュール816として実装され得る。図1のシステムは1つまたは複数のコンピュータ・システム802内に実装され得る。それらが複数のコンピュータ・システム802内に実装される場合には、このとき、コンピュータ・システムはネットワークを介して通信してもよい。

【0059】

コンピュータ・システム/サーバ802はまた、キーボード、ポインティング・デバイス、ディスプレイ820等などの1つまたは複数の外部デバイス818、ユーザがコンピュータ・システム/サーバ802と対話することを可能にする1つまたは複数のデバイス、またはコンピュータ・システム/サーバ802が1つまたは複数の他のコンピューティング・デバイスと通信することを可能にする任意のデバイス（例えば、ネットワーク・カード、モデム等）、あるいはその組み合わせと通信し得る。このような通信は入力/出力（I/O）インターフェース822を介して行うことができる。それでもなお、コンピュータ・システム/サーバ802は、ネットワーク・アダプタ824を介して、ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）、一般のワイド・エリア・ネットワーク（WAN）、または公衆ネットワーク（例えば、インターネット）、あるいはこの組み合わせなどの1つまたは複数のネットワークと通信することができる。図示のように、ネットワーク・アダプタ824はバス808を介してコンピュータ・システム/サーバ802の他のコンポーネントと通信する。図示されていないが、他のハードウェアまたはソフトウェア・コンポーネントあるいはこの両方をコンピュータ・システム/サーバ802と併せて用いることができるであろうことを理解されたい。例としては、限定するものではないが、マイクロコード、デバイス・ドライバ、冗長処理ユニット、外部ディスク・ドライブ・アレイ、RAIDシステム、テープ・ドライブ、およびデータ・アーカイブ記憶システム等が挙げられる。

【0060】

用語「一実施形態（an embodiment）」、「実施形態（embodiment）」、「諸実施形態（embodiments）」、「実施形態（the embodiment）」、「諸実施形態（the embodiments）」、「1つまたは複数の実施形態（one or more embodiments）」、「いくつかの実施形態（some embodiments）」、および「一実施形態（one embodiment）」は、別途明示的に定めのない限り、「本発明（単数または複数）の1つまたは複数の（ただし、全てではない）実施形態」を意味する。

【0061】

用語「含む（including）」、「備える（comprising）」、「有する（having）」およびこれらの変形は、別途明示的に定めのない限り、「限定するものではないが、～を含む（including but not limited to）」を意味する。

【0062】

項目の列挙された一覧は、別途明示的に定めのない限り、項目のうちのいずれかまたは全てが相互排他的なものであることを含意しない。

【 0 0 6 3 】

用語「a」、「an」および「the」は、別途明示的に定めのない限り、「1つまたは複数の(one or more)」を意味する。

【 0 0 6 4 】

互いに通信するデバイスは、別途明示的に定めのない限り、互いに連続的に通信する必要はない。加えて、互いに通信するデバイスは、直接、または1つまたは複数の媒介を通して間接的に通信してもよい。

【 0 0 6 5 】

互いに通信するいくつかのコンポーネントを有する実施形態の説明は、全てのこのようなコンポーネントが必要とされることを含意しない。逆に、種々の任意選択的なコンポーネントが、本発明の多種多様の可能な実施形態を例示するために説明される。

【 0 0 6 6 】

単一のデバイスまたは物品が本明細書において説明されるときには、1つを超えるデバイス/物品が(それらが協働するか否かにかかわらず)単一のデバイス/物品の代わりに用いられ得ることが容易に理解されるであろう。同様に、1つを超えるデバイスまたは物品が(それらが協働するか否かにかかわらず)本明細書において説明される場合、単一のデバイス/物品が1つを超えるデバイスまたは物品の代わりに用いられ得るか、あるいは異なる数のデバイス/物品が、示された数のデバイスまたはプログラムの代わりに用いられ得ることが容易に理解されるであろう。デバイスの機能性または特徴あるいはその両方は、このような機能性/特徴を有するように明示的に説明されていない1つまたは複数の他のデバイスによって代替的に具体化されてもよい。それゆえ、本発明の他の諸実施形態はデバイス自体を含まなくてもよい。

【 0 0 6 7 】

本発明の様々な実施形態の上述の説明は例示および説明の目的のために提示された。それは、網羅的であることを意図されておらず、または本発明を、開示された厳密な形に限定することも意図されていない。多くの変更および変形が上述の教示に鑑みて可能である。本発明の範囲は、この詳細な説明によって限定されるのではなく、むしろ、本明細書に添付の請求項によって限定されることが意図されている。上述の明細書、例、およびデータは、本発明の構成物の製造および使用の完全な説明を提供する。本発明の思想および範囲から逸脱することなく本発明の多くの実施形態を作り出すことができるため、本発明は本明細書における請求項に、添付後に存する。

10

20

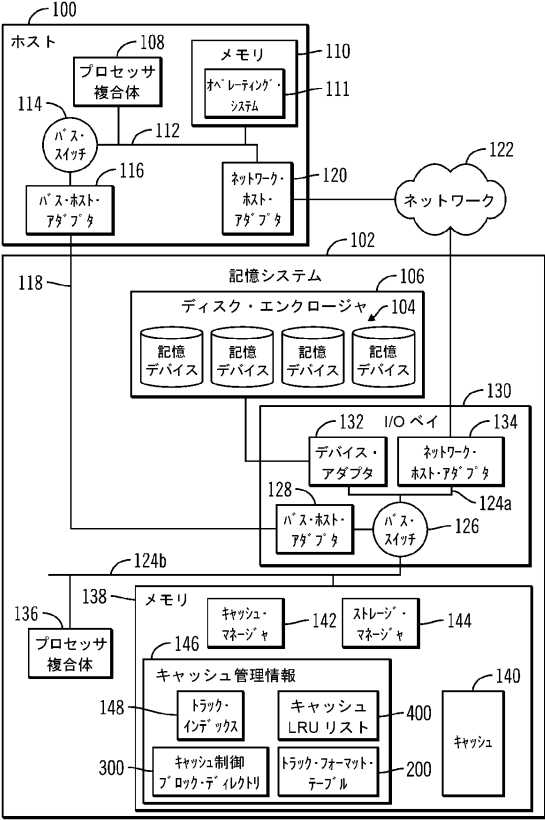
30

40

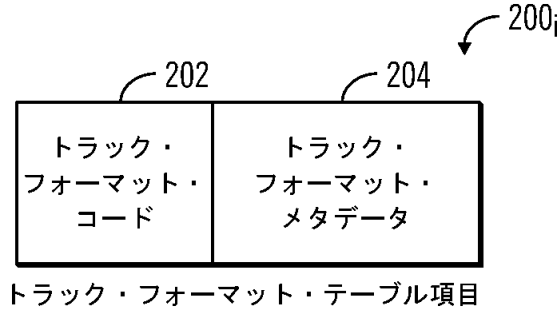
50

【図面】

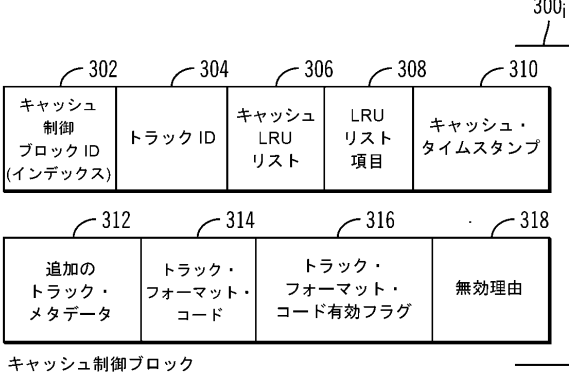
【図 1】



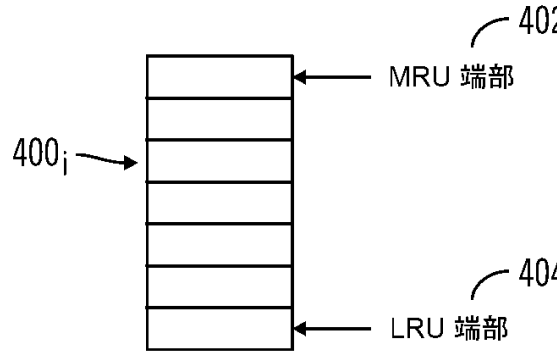
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

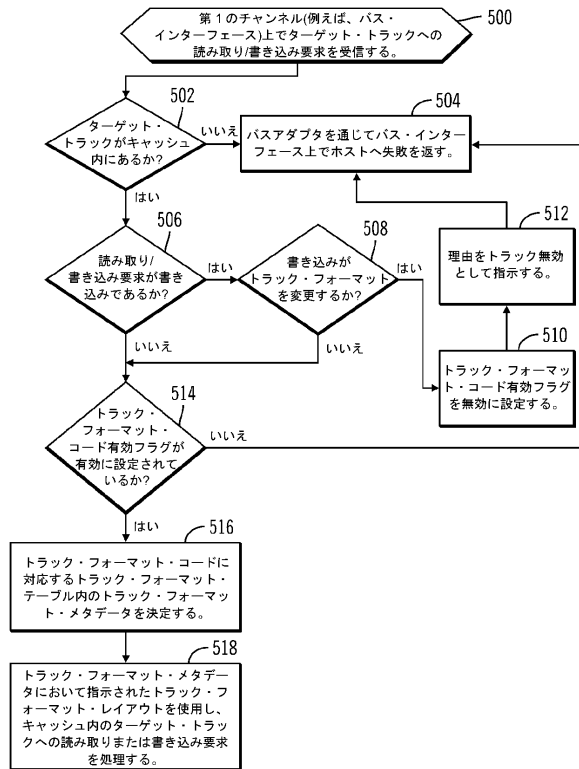
20

30

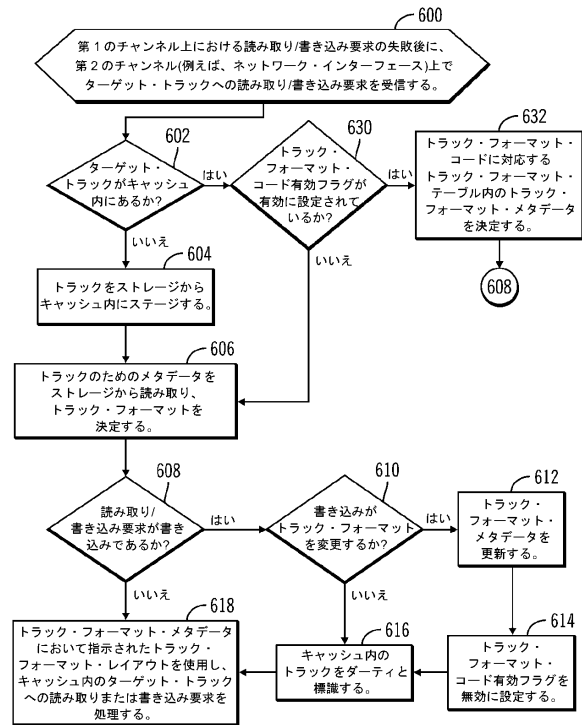
40

50

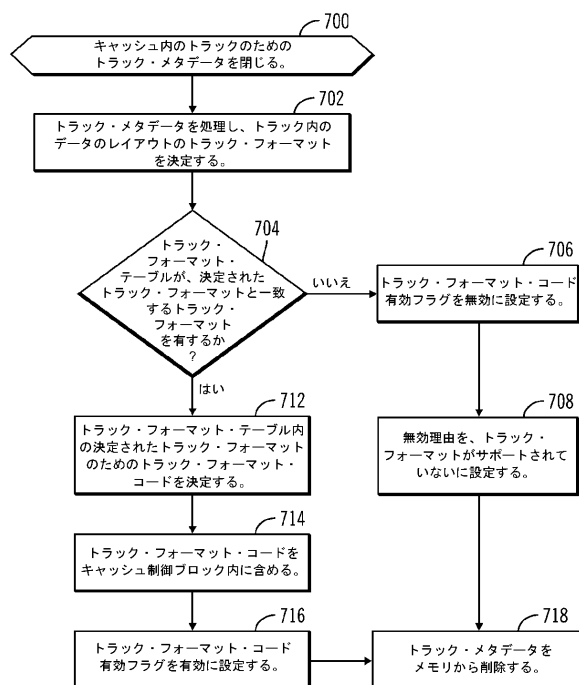
【図 5】



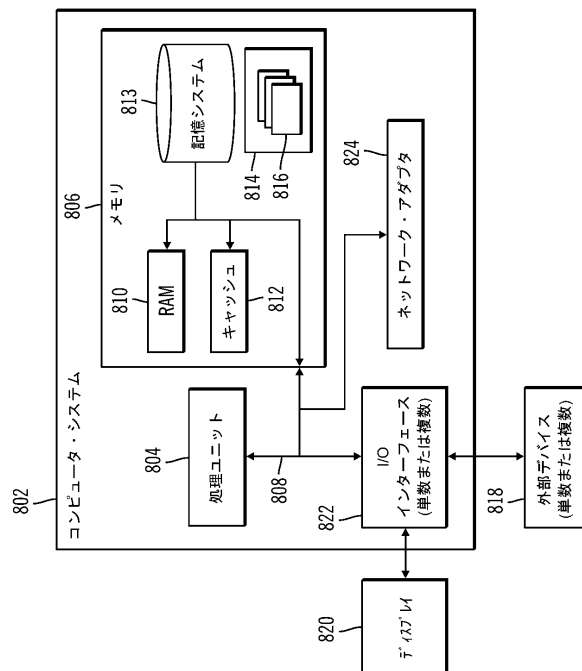
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 100112690
弁理士 太佐 種一
- (72)発明者 グプタ、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 アンダーソン、カイル
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 アシュ、ケヴィン、ジョン
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 カロス、マシュー、ジョセフ
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 ビーターソン、ベス、アン
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 松平 英
- (56)参考文献 特開平 0 8 - 2 2 1 2 1 0 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 5 4 8 9 5 (J P , A)
米国特許第 0 6 0 2 9 2 2 9 (U S , A)
特開 2 0 0 6 - 2 5 2 2 3 9 (J P , A)
米国特許第 0 6 4 3 8 6 6 1 (U S , B 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 F 3 / 0 6
G 0 6 F 1 2 / 0 8 6 6
G 0 6 F 1 2 / 0 8 6 8
G 0 6 F 1 3 / 1 0
G 0 6 F 1 3 / 1 4