**キャッシュ転送のためのシステム、方法および装置**

要約書

仮想マシンのキャッシュは、仮想マシンホストとの間の転送中にキャッシュのワーキングセットを維持することを提供します。仮想マシンの転送に応答して、仮想マシンの以前のホストがキャッシュ内に導入されたキャッシュ・メタデータとデータの両方を含むことができる仮想マシンのキャッシュ・データを保持するように構成されています。キャッシュデータは、ネットワーク（または他の通信機構）を介して宛先ホストに転送することができます。宛先ホストは、それによってキャッシュの動作状態を再構築する転送キャッシュデータと仮想マシンのキャッシュに移入します。

関連出願の相互参照

このアプリケーションは、一部継続米国特許出願への優先権を主張しています。仮想マシンの2012年7月3日に出願されたキャッシュ、およびそのための「システム、方法題する米国特許第13/541659、および装置は、本明細書に援用されます。

技術分野

本明細書で説明する実施形態は、キャッシュ温暖化、特に、コンピューティング環境におけるデータ入力/出力（I / O）操作の管理に関連すると。

図面の簡単な説明

この開示は、本明細書に開示された実施形態のより具体的な説明を提供する添付の図面を参照します。本開示は、しかしながら、図に示されている特定の実施形態に限定されるものではありません。本開示の教示は、利用及び/又は他の実施形態に適合及び/又は変更が本開示の範囲から逸脱することなく、開示された実施形態に対してなされ得ることができます。

図1A 仮想化環境において、データをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示す。

図1B 仮想化環境において、データをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示す。

図2 キャッシュ記憶装置の一の実施形態を示す。

図3 キャッシュタグのデータ構造の一実施形態を示す。

図4 キャッシュ管理システムの一の実施形態を示す。

図5 仮想化環境でデータをキャッシュするための方法の一の実施形態のフロー図です。

図6 仮想化環境でデータをキャッシュするための方法の別の実施形態のフロー図です。

図7 仮想化環境でデータをキャッシュするための方法の別の実施形態のフロー図です。

図8（a） 仮想キャッシュリソースマッピングの実施形態を示す。

図8B モニタリング・メタデータの実施形態を示す。

図9（a） 仮想化環境において、データをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示す。

図9（b） 仮想化環境において、データをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示す。

図9C 仮想化環境において、データをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示す。

図9D 仮想化環境において、データをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示す。

図10 仮想化環境でデータをキャッシュするための方法の別の実施形態を示す。

図11A 仮想化環境において、データをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示す。

図11B 仮想化環境において、データをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示す。

図12A キャッシュ状態を転送するための方法の一の実施形態のフロー図です。

図12B キャッシュ状態を転送するための方法の別の実施形態のフロー図です。

図13 仮想化環境でデータをキャッシュするための方法の別の実施形態のフロー図です。

図14 仮想化環境でデータをキャッシュするための方法の別の実施形態のフロー図です。

図15仮想化環境でデータをキャッシュするための方法の別の実施形態のフロー図です。

図16 仮想化環境でデータをキャッシュするための方法の別の実施形態のフロー図です。

詳細な説明

キャッシュ・ストレージを使用して効率的なI / Oのためのシステム、装置、および方法は、本明細書に開示されています。キャッシュ・ストレージは、ブロックが配向してもしなくてもよいようなフラッシュメモリデバイスやRAM（ランダムアクセスメモリ）などの種々のメモリデバイスを含むことができます。本明細書に記載のシステムおよび方法は、フラッシュメモリ、RAMまたは他のタイプのメモリを区別し、さらに本明細書に記載の様々な実施形態を利用する将来的に開発されたメモリの新しいタイプを想定していません。説明されるシステムおよび方法に関係なく、任意の図に示され、または本明細書に記載のメモリデバイスの特定のタイプのメモリデバイスの任意のタイプを利用することができます。本明細書に記載の特定のシステム及び方法は、一般により、仮想化環境におけるI / O動作の経営に「I / Oハイパーバイザ」と呼ぶことができます。

本明細書で説明されるシステム及び方法は、コンピューティング環境におけるデータ入力/出力（I / O）操作の管理に関する。本明細書に開示された特定の実施例は、仮想化環境に関連しているが、本開示はこの点で限定されるものではなく、非仮想化、「ベアメタル」コンピューティング環境を含む環境を、任意のタイプのコンピューティングに適用することができます。特定の実装において、説明されるシステム及び方法は、動的仮想化環境での複数の仮想マシン間で、そのようなキャッシュ・リソースなどのリソースを割り当てるため、仮想化環境におけるI / O動作を傍受します。データI / O操作のこの管理は、仮想マシンのパフォーマンスが向上し、プライマリストレージシステムが扱うI / O操作の数を減少させます。また、I / Oオペレーションの管理は、仮想環境内の他のコンポーネントに透明であり、既存のアプリケーションソフトウェアまたは既存のデータ・ストレージ・システムを変更することなく実現することができます。従って、現在存在するオペレーティング・システムは、より良いホストに常駐する仮想マシンの動作を最適化しながら、それらを破壊する仮想オペレーティングシステムの基本的な動作特性と協力していないであろう、本明細書に記載の実施形態の動作を忘れであろう。

図1Aホストなど、仮想化環境でデータをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示す図**202**仮想化カーネルを含む**210**とユーザスペース**203**。ユーザ空間**203は**、複数の仮想マシンを含むことができる**208**「ゲスト・オペレーティング・システム」とのそれぞれが含んでいてもよい、A-Nおよび/またはその他の仮想化されたコンピューティングリソース。であるがイチジク。1A仮想化環境の一の実施形態は、本開示はこの点に限定されるものではなく、「ベアメタル」システムとして動作することができる示しています。本明細書で使用する場合、「ベアメタル」システムのような、仮想化層またはハイパーバイザなしでデバイスのハードウェア（例えば、計算上で直接実行されるオペレーティング・システム（例えば、Windows（登録商標）、Unix（登録商標）やLinuxなど）を意味します仮想化カーネル**210**）。ベアメタル上で実行されるオペレーティング・システムは、と呼ぶことができる「ベース・オペレーティング・システム。」ベアメタル・コンピューティング・デバイス、オペレーティングシステム、および/またはアプリケーションを、従って、仮想化カーネル内で動作しなくてもよい**210**。本明細書で使用する場合、「仮想システム」または「仮想マシンは、」仮想化カーネル内で動作するコンピューティングデバイス、オペレーティングシステム、および/またはアプリケーションを指す（例えば、仮想化カーネル**210**）。用語「仮想マシン」と「ゲストOS」（ゲスト・オペレーティング・システム）は、本明細書中で交換可能に使用されています。

各仮想マシン**208** A-Nは、異なるゲスト・オペレーティング・システムを実装するように構成されてもよいです。ホスト**202は、**複数の仮想マシンホストできる1つまたは複数のコンピューティングデバイス含んでもよい**208** A-Nおよび仮想マシンとそのアプリケーションに関連付けられた機能によって実行されるアプリケーションをサポートします。ホスト**202は**、例えば、1つ又は複数のプロセッサを含むことができる**204**、記憶装置**205**、永続的記憶装置**206**、通信装置**207**（例えば、**110**ようにインターフェイス、ネットワークインターフェイス、ヒューマン・マシン・インターフェイス、など）、および。であるがイチジク。1A3台の仮想マシンを示す図**208** A-Nが、本開示は、この点に限定されるものではありません。仮想化環境は、ホストの任意の数含むことができる**202**仮想マシンの任意の数を含む**208** A-Nを。

仮想化カーネル**210は、**仮想マシンの動作を管理するように構成されてもよい**208**ホスト上で動作するA-N **202**ならびにホストによって提供される他のコンポーネントとサービス**202**。例えば、仮想化カーネル**210は、**プライマリストレージシステムに関連する様々なI / O動作処理するように構成されてもよい**212**または他のI / Oデバイス。プライマリストレージシステム**212は、**複数の仮想マシン間で共有することができる**208** A-Nと、複数のホストによって共有されてもよいです。プライマリストレージシステム**212は**、1つまたは複数のストレージアレイ（例えば、RAID、JBOD、等）のような複数のディスクドライブまたは他の記憶デバイスを含んでもよいです。

ホスト**202は、**さらに、仮想マシンのキャッシュ含み得る**213**仮想マシンにキャッシングサービスを提供するように構成されてもよい、**208** A-Nは、ホストコンピューティング装置上に配備**202**。仮想マシンのキャッシュ**213は、**キャッシュプロビジョニングモジュール含むことができる**214**及びキャッシュストレージ**216**。キャッシュ記憶装置**216は、**固体メモリデバイス、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）デバイス、揮発性メモリ、バッテリバックアップRAM等：制限され、1つまたは複数のストレージデバイスを備えるなど、ないかもしれませんが。本明細書で使用する場合、「ソリッドステートメモリデバイスは、」繰り返し消去と再プログラム可能な不揮発性、持続性メモリを指します。したがって、ソリッドステートメモリデバイスは、ソリッドステートストレージデバイスおよび/またはソリッドステートストレージドライブ（SSD）（例えば、フラッシュ記憶装置）を含んでもよいです。キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**キャッシュ・ストレージのプロビジョニングリソースに構成されてもよい**216**仮想マシンに**208**仮想マシンに動的にプロビジョニングキャッシュ・リソースおよび/またはI / O操作（「IOPS」）を含むことができるA-N、**208** A-N。キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**キャッシュ記憶の共有リソースを提供するように構成されてもよい**216**、複数の仮想マシン間の**208** A-N。キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**さらに、キャッシュ・ストレージ内に格納されたデータの保護および/または固定するように構成されてもよい**216を**複数の仮想マシンを防止するために、**208**同一のキャッシュデータにアクセスA-Nを。例えば、いくつかの実施形態では、キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**に関連して以下に説明するように、マップモジュールを介して（仮想マシン識別子とキャッシュされたデータを関連付けるように構成されています。図8（a））、キャッシュ・ストレージ内のデータへのアクセスを制御するために使用することができる**216**。キャッシュプロビジョニングモジュールの動作に関するさらなる詳細**214**とキャッシュストレージ**216は、**以下に開示します。

仮想マシン**208** A-Nは、Iを含んでいてもよい/ Oドライバ**218**とキャッシュ管理システム（CMS）**220**。I / Oドライバ**218は、**関連する仮想マシンのI / O操作インターセプトするように構成されてもよい**208** A-N、およびCMSへのI / O操作を指示するために**220**の処理のために。選択されたI / O操作は、仮想マシンのキャッシュ使用してサービスを提供することができる**213**。

いくつかの実施形態では、およびに示すように 図1A、仮想マシンの一つ以上**208** A-Nは、それぞれのI / Oドライバを含むことができる**218**。I / Oドライバ**218は**、したがって、仮想マシンのI / O操作のソースに「近接」であってもよく**208**、例えば、I / Oドライバ（A-N **218は**、仮想化カーネルにアクセスする必要がない**210**および/またはまたは仮想マシンに関連する情報にアクセスするために仮想マシンの境界を横断**208** A-N I / O操作）。

いくつかの実施形態では、I / Oドライバ**218を**含んでもよく、および/または「デバイスドライバ」（例えば、仮想マシンの各ゲストOSのデバイスドライバとして実装さ**208** A-N）。I / Oドライバ**218は、**オペレーティング・システムおよびデバイス固有のコンポーネントの一部を形成する一般的な構成要素を含んでもよいです。I / Oのドライバ**218は、**（例えば、仮想マシンのI / O「パス」であってもよく、ゲスト・オペレーティング・システムによって発行されたI / Oアプリケーション・プログラミング・インタフェース（API）を活用して**208** A-N）。したがって、いくつかの実施形態では、I / Oのドライバ**218は**、仮想マシンのI / Oスタック内の標準のデバイスドライバ上に動作するように構成された「フィルタドライバ」を含むことができる**208** A-Nを。

いくつかの実施形態では、仮想マシン**208** A-Nは、ホスト間で転送および/または再配置されるように構成されてもよい**202**。本明細書に開示されたシステム、装置、および方法は、ホストとの間で「キャッシュ動作状態を」転送を提供することができる**202**。このようなキャッシュ許可情報（例えば、キャッシュタグとして、キャッシュメタデータ：本明細書で使用する場合、「キャッシュ動作状態」または「キャッシュ状態」が挙げられるキャッシュの現在の作業状態を指すが、これらに限定されない**221**）ようにアクセスメトリクス、および; キャッシュデータ（例えば、キャッシュ・ストレージの内容**216**）。などが挙げられます。キャッシュの動作状態を転送することは、従って、キャッシュメタデータ及び/又はキャッシュ・データを転送含むことができます。

仮想化カーネル**210**（または他の仮想化層）は、ホストのローカルリソースリファレンス仮想マシン防止するように構成されてもよい**202を**転送されるから、そのようなローカルディスク記憶装置などを。したがって、仮想マシン**208** A-Nは、仮想マシンのキャッシュにアクセスするように構成することができる**213を**仮想マシンのキャッシュかのように**213は**、共有ストレージ・リソースおよび/または仮想マシン妨げないようにした**208**のホスト間で転送されるのA-Nを**202**。

 仮想マシンの一つ以上**208** A-Nは、CMS含み得る**220**仮想マシンにプロビジョニングされたキャッシュ・リソースを管理するように構成することができる、**208** A-Nを。CMS **220は**、キャッシュタグとして、キャッシュメタデータを維持するように構成されてもよい**221**仮想マシンのキャッシュ内に導入されたデータを表すために**213**。キャッシュタグ**221は**、仮想マシンのメモリリソース内に維持することができる**208** A-N、キャッシュタグように、**221は**ホスト間で仮想マシンに転送される（**208** A-N）。他の実施形態では、及びに示すようにイチジク。図1（b）、CMS **220**および/またはキャッシュタグ**221は、**仮想化カーネル内に維持することができる**210**（仮想マシン・キャッシュ内の例えば、**213**）。

 [0039]

キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**仮想マシンに動的にプロビジョニングキャッシュリソースに構成されてもよい**208** A-N。特定の仮想マシン（例えば、仮想マシン1に関連付けられたキャッシュ割当情報**208** A）は、対応する仮想マシンCMSに伝達することができる**220**（I / Oドライバを介して**218**及び/又は他の通信メカニズムを使用して）。I / Oドライバの動作に関するさらなる詳細**218**及びキャッシュプロビジョニングモジュール**214は、**以下に提供されます。

 [0040]

いくつかの実施形態では、CMS **220は**、キャッシュ・プロビジョニングモジュールからキャッシュストレージを要求するように構成されている**214**。リクエストは、CMSに応答して送信することができる**220**初期化動作（例えば、キャッシュ「ウォームアップ」）。本明細書で使用する場合、キャッシュの初期化は、CMS調製する1つまたは複数の操作を指し**220を**操作するため。CMS **220は**、仮想マシンに応答して、1つ以上の初期化動作を実行するように構成されてもよい**208** A-Nを再起動、電源が投入され、異なるホストに転送**202**（VMotionの™動作において、例えば）、等が挙げられます。

 [0041]

キャッシュの初期化動作は、仮想マシンのキャッシュとのハンドシェイク・プロトコルを含むことができる**213**の仮想マシンを識別する含んでいてもよい、**208**、ANを仮想マシンに仮想マシン識別子（VMID）を割り当てる**208** AN、仮想マシンにキャッシュ・ストレージを割り当てる**208** AN 、 等々。ハンドシェイクプロトコルおよび/またはキャッシュの初期化は、さらに、キャッシュプロビジョニングモジュール含んでもよい**214**仮想マシンに割り当てるキャッシュ記憶容量を**208**上記のように、A-N。仮想マシンのキャッシュ**213は、**仮想マシンを識別し、リスト、または他のデータ構造を維持することができる**208**ホストにデプロイA-N **202**。仮想マシン**208** A-Nは、VMIDまたは他の識別子（複数可）によって識別することができます。仮想マシンのキャッシュ**213は、**転送された仮想マシンを識別することができる**208**仮想マシンのVMIDに少なくとも部分的に基づいて、A-Nを**208** A-N。例えば、仮想マシンのキャッシュ**213は、**仮想マシンと判断してもよい**208** ANは、別のホストから転送された**202** VMIDがデプロイされた仮想マシンのリストに表示されないに応答して、仮想マシンと判断してもよい**208** ANはに移しましたホスト**202** VMIDのホスト識別子（および/または仮想マシンによって維持別のホスト識別子に基づいて、**208** A-N）を。

 [0042]

あるいは、またはそれに加えて、仮想マシンのキャッシュ**213は、**能動的に転送する仮想マシンを識別するように構成することができる**208** A-Nを。例えば、仮想マシンのキャッシュ**213は、**周期的に仮想マシンを照会するように構成することができる**208**上述のように、仮想マシンかどうかを決定するために使用されてもよい、VMID及び/又は現在のホストIDのためのA-N **208**から転送されましたリモートホスト**202**。別の例では、CMS **220**仮想マシン**208は、**定期的に、仮想マシンのキャッシュ問い合わせるように構成されてもよい**213**仮想マシンの前に（上述のように）ハンドシェーク・プロトコルを開始することができる、**208は、**任意のI / O要求を行います。

 [0043]

いくつかの実施形態では、キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**仮想マシン間のマッピングを維持するように構成されている**208** A-Nおよび仮想マシンに割り当てられたそれぞれのキャッシュ記憶場所**208** A-N（例えば、に示されているようイチジク。図8（a））。マッピングは、仮想マシンのキャッシュデータ保護するために使用することができる**208**（仮想マシンへのアクセス制限することにより、例えば、ANを**208** ANは、キャッシュされたデータにマッピングされたが）、および/または1つ以上のキャッシュデータを保持および/または転送を提供するために仮想マシン**208** A-Nは、ホストから転送された**202**本明細書に開示されるように、他のリモート・ホストに。

 [0044]

CMS **220は、**キャッシュタグ含むことができるキャッシュ・メタデータ、維持するように構成されてもよい**221を**仮想マシンに割り当てられているキャッシュ・ストレージに応じて**208** A-Nを。本明細書で使用する場合、「キャッシュタグは」識別子とキャッシュリソースとの間の会合を指す（例えば、キャッシュ・ストレージ内のページ又は他のキャッシュ記憶場所**216**）。したがって、キャッシュタグ**221は、**特定の仮想マシンに割り当てられているキャッシュ・リソース表すことができる**208**キャッシュ・プロビジョニングモジュールによってA-N **214**。本明細書で使用される場合、キャッシュタグの「識別子」**221は、**仮想マシンによって使用される識別子を指す**208**れている（又はされる）キャッシュ・ストレージに格納されたデータを参照するためにA-N **216**。（例えば、プライマリストレージシステム上のアドレスとして、等、例えば、メモリアドレス、物理ストレージアドレス、論理ブロックアドレス、アドレス：キャッシュタグ識別子が挙げられるが、これらに限定されない**212**、例えば（名）ファイル名、ディレクトリ名、ボリューム名、等）、論理識別子、参照、等。

 [0045]

キャッシュタグ**221は、**各仮想マシン内に格納されてもよい**208** A-N（例えば、仮想マシンに割り当てられた揮発性メモリで**208**ホストによってA-N **202**）。いくつかの実施形態では、キャッシュタグ**221は**、仮想マシンのキャッシュデータの「ワーキングセット」を表してもよい**208** A-Nを。本明細書で使用される場合、キャッシュタグの「ワーキングセット」**221は、**それが入院及び/又はキャッシュ・ストレージに保持されていることをキャッシュのセットを指す**216** CMSによって**220**は、とりわけ、を介して1つまたは複数のキャッシュポリシーの適用をこのようなキャッシュ入学ポリシー、キャッシュの保持および/または立ち退きポリシー（たとえば、キャッシュ高齢化メタデータ、キャッシュように、メタデータ、最低使用頻度（LRU）、「辛さ」を盗む、および/または「冷たさ」と）、キャッシュプロファイリング情報など、ファイルベースおよび/またはアプリケーションレベルの知識など。したがって、キャッシュタグのワーキングセット**221は、**仮想マシンの最適なI / O性能を提供するキャッシュデータのセット表すこと**208**、特定の動作条件の下でA-Nを。

 [0046]

いくつかの実施形態では、CMS **220は**、キャッシュタグ持続含み得るキャッシュの「スナップショット」保存するように構成することができる**221**このような一次記憶システムなどの不揮発性記憶媒体において、**212**、永続的キャッシュ記憶装置（例えば、キャッシュストレージ**216**）、など。本明細書で使用する場合、「スナップショット」は、特定の時間に、キャッシュの「ワーキングセット」を意味します。スナップショットは、CMSのキャッシュメタデータの全部または一部含んでいてもよい**220を**キャッシュ・タグを含む、**221**および/または他の関連のキャッシュ、アクセス指標としてメタデータ、など。いくつかの実施形態では、スナップショットは、さらに、キャッシュ・ストレージ内の「ピン止め」データを含むことができる**216**一つ以上のキャッシュ・タグによって参照されるデータを発生することがあり、**221**キャッシュ・ストレージ内に保持される**216**。代替的に、スナップショットは、データ識別子（例えば、キャッシュ・タグ）を参照することができる、基礎となるデータを除去及び/又はキャッシュ記憶から排除することを可能にすることができる**216**。CMS **220は、**永続ストレージからのスナップショットをロードするために、キャッシュタグ移入するためにスナップショットを使用するように構成することができる**221**。スナップショットおよび/またはコンフィギュレーションおよび/またはユーザの好みに応じて（例えば、キャッシュがウォームアップ）初期化動作の一部としてロードされてもよいです。例えば、CMS **220は、**特定のアプリケーション（複数可）および/またはサービス（単数または複数）のために最適化された異なるスナップショットをロードするように構成することができます。スナップショットをロードすると、さらにキャッシュプロビジョニングモジュールから要求キャッシュ・ストレージを含むことができる**214**上記のように、。いくつかの実施形態では、キャッシュ管理サービス**220は、**仮想マシンの場合、スナップショットのサブセットをロードすることができる**208** A-Nは、完全なスナップショットのために十分なキャッシュ・スペースを割り当てることができません。

 [0047]

CMS **220は、**さらに、キャッシュタグ保持するように構成されてもよい**221**再配置および/または仮想マシン転送に応答を**208**別のホストへのA-Nを**202**（以下に説明するように、VMotionの™動作において、例えば、）。キャッシュタグ保持**221は**キャッシュタグ維持含むことができる**221を**、仮想マシンのメモリに**208** A-Nおよび/またはキャッシュタグ無効化しない**221**。キャッシュタグ保持**221は**さらに、キャッシュプロビジョニングモジュールからキャッシュ記憶を要求含んでもよい**214**宛先ホストの**202**保持キャッシュタグに応じて、**221**キャッシュタグの追加および/または削除を選択、および/または**221を**割り当てられることに応答してより多くのまたは新しいホスト上で以下のキャッシュ・ストレージ**202**。いくつかの実施形態では、CMS **220は、**キャッシュタグ保持してもよい**221を**キャッシュタグによって参照されるキャッシュデータがあるという事実にもかかわらず、**221**キャッシュ・ストレージ内に存在しない**216**新しいホスト。以下に説明するように、仮想マシンのキャッシュ**213は、**キャッシュ・ストレージ取り込むように構成されてもよい**216**以前のホストからキャッシュデータとを**202**仮想マシン**208**（ネットワーク転送を介して、例えば）A-N、および/または共有、プライマリストレージから**212**システム。

 [0048]

イチジク。図1（b）仮想化環境でデータをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示します。の中にイチジク。図1（b）実施形態では、CMS **220は**、仮想化カーネル内に実装されている**210**（仮想マシンの外に、例えば、**208** A-N）。仮想マシン**208** A-Nは、独立したCMS含まない「標準仮想マシン」であってもよい**220**キャッシュ機能以外、または他のキャッシュ固有のモジュール、構成要素、および/または構成は、（標準化された仮想マシンの一部及び/又はゲストとして提供しますオペレーティング·システム）。仮想マシン**208**通常のI / O動作を介してA-Nができ、したがって、アクセス・キャッシュ・リソースは、仮想化カーネルを介して行わ**210**（CMSの使用によって、例えば、**220**仮想化カーネル内で動作**210**）。

 [0049]

仮想マシンのキャッシュ**213は、**仮想マシンのキャッシュ・サービスを提供するように構成されてもよい**208**仮想マシンのAN **208**キャッシュタグ維持含み得るAN、**221**仮想マシンの**208**仮想マシンのデータ認め、AN **208**キャッシュにANをストレージ**216**、仮想マシンのI / O要求をサービスする**208**キャッシュストレージからA-N **216の**ように、と。キャッシュマネージャ**220は、**キャッシュタグを維持するように構成されてもよい**221**仮想マシンの各々について**208**仮想マシンに割り当てられたキャッシュ・リソースに応じて、A-Nを**208**キャッシュプロビジョナによってA-N **214**。代替的に、仮想マシンのキャッシュ**213は、**キャッシュタグの異なる複数組備えてもよい**221**（及び/又はCMSの別のインスタンス**220を**各仮想マシンに対して）**208** A-N。

 [0050]

仮想マシンのI / O要求**208** A-Nは、ストレージスタック内で処理されてもよい**211**。記憶スタック**211は、**ホストオペレーティングシステムおよび/または仮想化カーネルのI / Oフレームワーク含むことができる**210**。記憶スタック**211は**、ファイルシステムドライバ、ボリューム・ドライバ、ディスクドライバ、等のようなストレージサービスは、展開されたストレージ・アーキテクチャを定義することができます。ストレージサービスは、発行および/またはストレージスタックの様々な層内のI / O要求を消費することで相互運用するように構成することができる**211**。

 [0051]

I / Oドライバ**218**仮想マシンのキャッシュB **213は**記憶スタック内のI / O要求を監視するように構成されてもよい**211**と仮想マシンのI / O要求を識別するために、**208** A-Nを。I / O要求は、プライマリストレージシステムに向けることができる**212**、または仮想化環境内の他のI / Oデバイス及び/又はシステム**201**。いくつかの実施形態では、I / Oドライバ**218** Bは、フィルタドライバ含む**219**のMicrosoft WindowsオペレーティングシステムのI / O要求パケット（IRP）を監視するように構成されたBを。本開示は、しかしながら、この点に関して限定されるものではなく、任意のオペレーティングシステム（例えば、Unix（登録商標）、LINUX、OSX®、ソラリス、等）の任意の適切なI / Oフレームワークにも適用することができます。フィルタドライバ**219** Bは、ストレージスタックのSCSIおよび/またはディスク層におけるI / O要求を監視するように構成されてもよい**211**。

 [0052]

仮想マシンのキャッシュ**213は、**仮想マシンにキャッシュ・ストレージをプロビジョニング含むことができ、選択的にI / O要求を処理するように構成することができる**208**キャッシュプロビジョナを用いてAN **214**キャッシュタグを維持し、**220**仮想マシンのための**208**の使用によりANをCMS **220は**、選択的にキャッシュストレージにI / O要求のデータを認め**216**、および/またはキャッシュストレージからのI / O要求の整備**216**。

 [0053]

いくつかの実施形態では、仮想マシンの1つ以上は、**208** A-Nは、特定のユーザまたはユーザグループに関連付けられたデスクトップ環境として、仮想デスクトップを含んでもよいです。1人または複数のユーザ端末または他のシステム又は装置を介して、デスクトップ環境にアクセスすることができます。仮想デスクトップ環境のこのタイプは、一般的に仮想デスクトップインフラストラクチャ（「VDI」）と呼ばれています。このように、単一のホスト**202は**、多くの個々のデスクトップ・コンピューティング・システムを置き換えることができます。あるいは、またはさらに、仮想マシンのうちの1つ以上は、**208** A-Nは、1つ以上のサーバー・サイド・アプリケーションを提供することができます。したがって、単一のホスト**202は、**個々のソフトウェアやアプリケーションサーバーの数を置き換えることができます。

 [0054]

上記に開示したように、キャッシュ・ストレージ**216は、**例えばソリッドステートストレージデバイスおよび/またはその一部のような不揮発性ストレージリソースを含むことができます。キャッシュ記憶装置**216は、**複数のチャンクに分割されてもよい**302**。本明細書で使用する「チャンク」は、キャッシュ記憶容量の任意のサイズの部分を指します。キャッシュ・ストレージ**216は、**チャンクの任意の数に分割されてもよい**302**の任意のサイズを有します。各キャッシュ・チャンク**302は、**複数のページ含むことができる**304を**、1つ以上のストレージユニット（例えば、セクタ）を含むことができるそれぞれが。特定の実施形態では、各チャンク**302は、**記憶容量の256メガバイト（MB単位）を含んでもよいです。この実施形態では、チャンクの数**302は、**キャッシュ記憶の使用可能な記憶容量によって決定されてもよい**216**。例えば、1 TB（テラバイト）キャッシュ・ストレージ**216** 256 MBのチャンクに分割**302は** 4192個のチャンクを含んでいます。に示すように、イチジク。2各チャンク**302は、**複数のキャッシュページに分割される**304**。

 [0055]

キャッシュ記憶装置**216は、**複数の仮想マシン間で共有することができる**208**ホスト上で動作するA-N **202**。キャッシュ・チャンク**302は、**割り当てまたは割り当てられた仮想マシンの特定の1つにすることができる**208**に基づいて、A-Nは、とりわけ、仮想マシンのキャッシュ・ニーズ**208**ようにA-N、キャッシュ資源の可用性、および。チャンクの数**302**の特定の仮想マシンに割り当てられた**208** A-Nは、仮想マシン（複数可）のキャッシュ・ニーズとして経時的に変化してもよい**208** A-Nの変化。チャンクの数**302**の特定の仮想マシンに割り当てられた**208** A-Nは、その仮想マシンのキャッシュ容量を決定することができる**208** A-Nを。2つの256 MBのチャンクは、特定の仮想マシンに割り当てられている場合、その仮想マシンのキャッシュ容量は512メガバイトです。チャンクの割り当て**302**特定の仮想マシンに**208** A-Nは、キャッシュ・プロビジョニングモジュールによって管理されてもよい**214**。

 [0056]

キャッシュタグ**221は、**キャッシュページへの仮想マシンのI / Oアドレスのマッピングストレージに使用されている**304**キャッシュストレージに（例えば、物理アドレス）**216**。キャッシュタグ**221は**、仮想マシンに割り当てられた記憶装置に関連付けられたデータをキャッシュすることができる**208** A-Nを。キャッシュタグ**221は**、従って、キャッシュタグに識別子との間の変換を実行するために使用することができる**221**（例えば、プライマリストレージシステム上のブロックのアドレス**212**）と、キャッシュアドレス。いくつかの実施形態では、キャッシュタグ**221は、** RAMまたは他のメモリに直線的に編成することができます。これは、キャッシュタグのアドレス可能**221は、**物理キャッシュ・ページを検索するために使用される**304の**物理キャッシュ・ページと1対応理由：各キャッシュタグは、線形1有しアルゴリズム仮定**304**。あるいは、またはそれに加えて、キャッシュ・タグ**221は**、そのようなハッシュテーブル、インデックス、ツリーなどの、他のデータ構造に編成することができます。

 [0057]

に示すように、 イチジク。1A、キャッシュタグ**221**の特定の仮想マシンに関連付けられ**208** A-Nは、その仮想マシン内に格納されてもよい**208** A-N（例えば、仮想マシンのメモリ空間における**208** A-N）。キャッシュタグ**221は**、特定のキャッシュページへのストレージI / Oアドレスを関連付けたメタデータ含まれている**304**キャッシュストレージで**216**。特定の実施形態では、各キャッシュタグ**221は、**特定のページに関連付けられている**304**キャッシュ記憶に**216**。

 [0058]

に戻って イチジク。2、いくつかの実施形態では、キャッシュ記憶は「シン・プロビジョニング」アプローチを使用して割り当てられます。シン・プロビジョニング・アプローチを使用することができる場合、仮想マシン**208** A-Nは、固定サイズのストレージリソースで動作するように構成され、および/またはストレージリソースの報告されたサイズの変更は、仮想マシン内のエラー条件（S）を作成もたらす**208** A-N。本実施形態では、各仮想マシン**208** A-Nは、キャッシュ・チャンクの特定の番号が割り当てられる**302**。しかし、全体のキャッシュ容量は、仮想マシンの各々に「公開」されている**208**（仮想ディスクまたは他のI / Oインターフェースを介して）A-N。合計キャッシュサイズは2 TBである場合、例えば、各仮想マシン**208** A-Nは、それが全体の2 TBへのアクセスを有することを報告しています。キャッシュ・チャンクの実際の割り当て**302は**、しかしながら、仮想マシンの現在のニーズに基づいて、（例えば、256メガバイト512 MB）かなり小さくてもよい**208** A-N。割り当てられたキャッシュ・チャンク**302は、**キャッシュ・ストレージ内で利用可能なキャッシュ・アドレスの特定の範囲に対応する**216**。キャッシュプロビジョニングモジュール**214は、**動的に変化するI / O状態に応じてこれらのキャッシュ・チャンクの割り当てを変更します。かかわらず、キャッシュ・チャンクの数の**302が**実際に特定の仮想マシンに割り当てられた**208** AN、キャッシュストレージインタフェースは、内のエラー状態を発生させることなく、動的キャッシュ・再配置を可能にすることができる定数、固定サイズ（例えば、2 TB）を有するように見えることが仮想マシン**208** A-N。

 [0059]

キャッシュ記憶装置**216は、**複数のページをサポートすることができるサイズ**302**の要件及び/又は異なる仮想マシンの好みに応じて適合させることができる、**208** A-Nおよび/またはその上で動作するアプリケーションを。例えば、いくつかのアプリケーションは、32KデータI / O操作を実行するように構成することができます。データの32Kを処理するのに必要なデータI / O操作の数を最小限にするために、例えば16Kまたは32Kのように、大容量のキャッシュ・ページ・サイズを使用することが望ましい場合があります。キャッシュページサイズは4Kであり、アプリケーションが32KのデータI / O操作を行った場合、8キャッシュ・ページの読み取りまたはデータの32Kを書くためにアクセスしなければなりません。2つだけI / O操作は、データの32Kを処理するために必要とされるような16Kのキャッシュページサイズを使用する方が効率的かもしれません。このように、より大きなキャッシュページサイズは、I / O操作とシステムリソース上の対応する負担を軽減します。

 [0060]

より大きなキャッシュ・ページ・サイズを使用して、キャッシュタグの数減少**221を**、それによりメモリのオーバーヘッドを低減します。例えば、4Kキャッシュページを持つ1件のテラバイトのキャッシュに、256Mキャッシュタグ**221は、**単一のキャッシュタグを提供するために必要な**221の**各キャッシュ・ページのために。16Kキャッシュ・ページを使用して、同じシステムでは、64Mキャッシュタグ**221が**必要とされています。このように、より大きなキャッシュページサイズは、キャッシュタグの数減らし**221**及びキャッシュタグ格納するのに必要なメモリリソース**221を**。

 [0061]

より大きなキャッシュページサイズはI / O操作を削減し、キャッシュタグの数減らすことができますが**221を**、特定の状況で、より大きなキャッシュページサイズが活用されていないキャッシュリソースをもたらす可能性があります。システムは32Kキャッシュ・ページ・サイズとアプリケーションが4KのI / O操作を実行使用している場合、例えば、32Kページのごく一部は、（ページの28Kが必要とされない）が使用されます。この状況は大幅な未使用のキャッシュリソースになります。したがって、本明細書で説明されるシステム及び方法は、I / Oリソースとキャッシュストレージリソースなどのシステムリソースの利用率を向上させるために、複数のキャッシュページサイズをサポートします。

 [0062]

異なるアプリケーションは異なるデータ保持特性を持っています。アプリケーションは「まばらなアドレス空間」または「密なアドレス空間」を有するとして特徴付けることができます。スパースアドレス空間は、データの異なるグループ間の大きなギャップを持つ散乱データを持っている傾向があります。対照的に、密なアドレス空間は、データの異なるグループ間のより少ない（またはより小さな）ギャップを有するよりコンパクトなデータを有する傾向があります。特定の仮想環境用のキャッシュページサイズを選択するとき、仮想環境で実行中のアプリケーションに関連付けられたデータ保持特性（例えば、スパースまたは密なアドレス空間）を考慮することが重要です。まばらなアドレス空間は、グループがまばらに配置されて連続したデータのグループを含むことができる例外が存在する場合があります。このような場合、1はアドレス空間がまばらであるにも関わらず、大きなページを使用することができます。

 [0063]

特定の実施形態では、アプリケーションのI / O操作は、従来のシステム、装置、及び本明細書に開示する方法を実施するために分析することができます。この分析の前には、システムは、一般的なアプリケーションデータに基づいて「調整」することができます。システム及び方法が実装された後、システムの動的な性質は、アプリケーションの動作の変化に基づいて、キャッシュ・ページ・サイズ、キャッシュの割り当て、システムリソース、および他のパラメータの調整を可能にします。

 [0064]

特定の実装では、キャッシュは、各セクションが異なるキャッシュ・ページ・サイズをサポートするように、複数のセクションに分割されています。アプリケーションI / Oワークロードは変わる可能性があるため、一つのアプリケーションのための特定のキャッシュ・ページ・サイズは、別のアプリケーションのためのより効率的な場合があります。異なるキャッシュページサイズを使用する際の一つの目的は、キャッシュページ境界を越えるI / O要求の数を最小限にすることです。例えば、キャッシュは4Kキャッシュページをサポートする2つのうち4節、16Kのキャッシュ・ページをサポートするもの、および32Kのキャッシュページをサポートするものに分けることができます。キャッシュページ**304**これらの異なるセクションでは、異なる仮想マシンに割り当てられる**208** A-Nおよび/または、例えば、アプリケーションのデータ保存特性に基づくアプリケーション。

 [0065]

一の実施形態では、異なるハッシュテーブルは、それぞれ異なるキャッシュ・ページ・サイズのために使用されます。各ハッシュテーブルは、ハッシュ関数に提供されたアドレスに基づいてテーブル内の特定のハッシュ・スロットを識別する独自の関連付けられたハッシュ関数を有しています。例えば4Kハッシュテーブルと16Kハッシュテーブルのような複数のハッシュテーブルを使用する場合、システムおよび方法は、各ハッシュテーブルのルックアップ動作を行います。4Kアドレスが16Kのハッシュテーブルに16Kエントリ内に含まれる可能性があるため、両方のハッシュテーブルのルックアップを実行する必要があります。検索プロセスを強化するために、本明細書に記載されるシステムおよび方法は、異なるキャッシュページサイズに関連付けられたキャッシュヒットの割合に基づいて、1つまたは複数のアルゴリズムを適用し、異なるハッシュテーブル、およびその他の要因に関連した成功率が異なるの間で、ルックアップを重み付けしますテーブルをハッシュすることにより、検索効率を向上させます。

 [0066]

特定の実装では、このアルゴリズムは、キャッシュ内のデータを検索するためのキャッシュページサイズと異なるハッシュテーブルに関連付けられた成功率に関連付けられたキャッシュヒットの割合の両方を使用しています。他の実施形態では、システムおよび方法は、最小のキャッシュ・ページ・サイズに関連付けられている単一のハッシュテーブルなど4Kを使用し、さらに仮想マシンの特徴提示**208**複数の異なるページ・サイズを使用して、A-Nを。キャッシュは複数のキャッシュページサイズをサポートしていますが、ハッシュテーブルには、専用の4Kページ・サイズを使用しています。このアプローチは異なるキャッシュ・ページサイズに関連する複数のハッシュテーブルにルックアップを実行する必要がなくなります。この方式では16Kのページには、I / Oは、単一のハッシュテーブルとキャッシュタグのグループの4つのハッシュテーブルのルックアップを必要とする**221** 1として管理されています。

 [0067]

上記に開示したように、CMS **220は、**仮想マシンにプロビジョニングされたキャッシュ・リソースを管理するように構成することができる**208**キャッシュ・タグを使用して、A-N **221**。各キャッシュタグ**221は、**各キャッシュ・ストレージ・リソース（例えば、チャンク、ページ表すことができる**304**、セクタ、など）。イチジク。3キャッシュタグの一の実施形態示す**221**データ構造**321**。キャッシュタグのデータ構造を含むフィールドのサイズ**321**のような、動的であってもよいが、キャッシュタグデータ構造のサイズ**321は**動的であってもよいです。

 [0068]

キャッシュ・タグ・データ構造**321**キャッシュタグにリンクするように構成された次キャッシュタグインデックスフィールド含んでもよい**221を**、ハッシュテーブルまたは他のリレーショナルデータ構造です。上記に開示したように、キャッシュ・タグ・データ構造**321は、**特定のキャッシュ・タグように、連続したメモリに記憶するように構成することができる**221は**、メモリ内のオフセットに基づいて（ルックアップ）が同定されてもよいです。したがって、いくつかの実施形態では、次のキャッシュタグのインデックスフィールドのサイズは固定されていてもよいです。次キャッシュタグインデックスは、現在のキャッシュタグにリンクされている次のキャッシュタグを見つけるために、メモリ・アドレスに変換することができます。

 [0069]

キャッシュタグ**221は、**識別子データを参照するために、仮想マシンによって使用される（例えば、ストレージI / Oアドレス、論理識別子、LBA等）とのデータの物理アドレスとの変換および/またはマッピングを含んでいてもよいですキャッシュストレージ**216**。上記に開示したように、いくつかの実施形態では、キャッシュタグ**221は、**物理キャッシュ・ページと1対応：リニア1持つように構成されている**304**。したがって、キャッシュタグデータ構造のオフセット及び/又はメモリロケーション**321は、**対応する物理キャッシュページの物理アドレス及び/又は場所に対応することができる**304**。あるいは、いくつかの実施形態では、キャッシュ・タグ・データ構造**321は、**物理キャッシュ・ページを示すように構成された物理アドレスフィールド含んでもよい**304**キャッシュタグに関連付けられている**221**。

 [0070]

キャッシュ・タグ・データ構造**321は**、さらに、キャッシュタグの現在の状態を識別するように構成されたstateフィールド含んでいてもよい**221**。データ構造の時計の針のフィールド**321は、**キャッシュタグのアクセス特性を含むことができる**221**。いくつかの実施形態では時計の針のフィールドは、キャッシュタグの最終アクセス時刻を示し**221**（例えば、キャッシュタグので、時計の針または時間間隔の数**221は、**アクセスされました）。チェックサムフィールドは、データの整合性を確保するために使用することができます。チェックサムフィールドは、キャッシュタグに対応するキャッシュデータのチェックサムを含んでいてもよい**221**。チェックサムフィールドのサイズは、キャッシュ・ページのサイズに基づいて変化し得る**304**と、ユーザが所望の整合性のレベル（例えば、ユーザは、チェックサムフィールドのサイズを大きくすることにより、チェックサムのための整合性のより高いレベルを得ることができます） 。特定の実施形態では、チェックサムは、各キャッシュページに対して計算される**304**。チェックサムを計算する場合、システムは、唯一の有効な単位マップ（例えば、有効なデータセクタ）に基づいて、有効なデータに演算を行います。

 [0071]

キャッシュ・タグ・データ構造**321は**また、キャッシュページの部分を識別することができる有効な単位マップフィールド、含むことができる**304は**、有効なキャッシュデータを含んでいます。例えば、キャッシュページ**304は、**複数のセクタを含んでもよく、そして有効な単位は、セクタが有効なキャッシュデータを含み、どのデータを無効及び/又は非キャッシュに対応するかを示すことができます。有効なユニットマップは、特定のキャッシュページに関連付けられているすべてのユニットの状態を特定する**304**有効でない単位でのデータへのアクセスを防ぐために。

 [0072]

いくつかの実施形態では、キャッシュ・タグ・データ構造**321は、**さらに、仮想マシンを識別するように構成することができるVMIDフィールド、備えることができる**208** A-Nがキャッシュタグに**221を**割り当てられています。代替的に、キャッシュタグの所有権**221は** VMIDフィールドなしに決定することができます。に示すようにイチジク。1A、キャッシュ・タグ・データ構造**321は、** CMSによって維持されてもよい**220**の特定の仮想マシンのメモリ空間内**208** A-N。に言及イチジク。図1（b）、CMS **220は、**キャッシュタグを維持するように構成されてもよい**221**の異なる仮想マシンの**208**の異なるデータ構造（例えば、異なるセットまたはキャッシュタグデータ構造のグループにA-Nを**321**キャッシュタグデータ構造の範囲および/またはグループに関連付けることができる）**321を**特定の仮想マシンと**208** A-N等が挙げられます。

 [0073]

キャッシュタグ**221は**（キャッシュタグデータ構造のキャッシュタグの状態フィールドによって示されるように、異なる複数の状態のいずれかであってもよい**321**含んでいてもよい）、これらに限定されないが、自由状態、無効状態、有効な状態、読み取り保留状態、書き込み保留状態、および枯渇状態。キャッシュタグ**221は**、キャッシュタグことを示す自由状態に初期化されてもよい**221が**現在使用されていません。キャッシュタグ**221**キャッシュ書き込み及び/又はキャッシュ読み取り更新動作（読み出しミス等によるキャッシュへの書き込み）に応答して、ペンディング状態の書き込みに自由状態から遷移します。キャッシュタグ**221**キャッシュ書き込みが完了したことに応答して有効な状態に遷移します。キャッシュタグ**221は、**次の書き込みに応答して書き込み保留状態に戻す、および/または操作を変更することができます。キャッシュタグ**221個**のキャッシュタグのデータ、及びリードの完了に応答して有効状態に戻りを読み取るための要求に応答して、読み出し保留状態に遷移します。キャッシュタグ**221は、**キャッシュタグながら書き込み動作を実行しようとすることに応答して無効状態に遷移することができる**221は、**保留中または保留状態の書き込み、読み出しです。キャッシュタグ**221個**の書き込みや読み込み、更新を完了に応じて自由な状態に無効な状態からの遷移。読み取りまたは書き込み操作の失敗に応答して、枯渇状態にキャッシュタグ遷移（読み取りから例えば、保留中または保留状態の書き込み）。

 [0074]

いくつかの実施形態では、キャッシュタグ**221は**、さらに、固定状態インジケータを含んでもよいです。キャッシュタグ**221**固定されたキャッシュ・ストレージから削除されることから保護することができる**216**別の仮想マシンに割り当てられ、**208** A-N等が挙げられます。キャッシュタグをピン留め**221は**、キャッシュアドレスの範囲をロックするために使用することができます。特定の状況では、読み出し動作に関連するデータの部分がキャッシュ記憶に利用可能である**216**が、部分は、部分的なキャッシュ・ヒットが得られ、（有効かどうか）は利用できません。CMS **220は、**プライマリストレージシステムからデータのすべてを取得するかどうかを決定することができる**212**またはキャッシュから部分とプライマリストレージシステムから残りの検索**212**プライマリストレージシステムに複数のI / Oを含んでいてもよい、**212**。

 [0075]

特定の実施形態では、CMS **220は、**プライマリストレージシステムに転送されたI / O要求の数を最小限にするために部分的キャッシュミス管理するように構成されている**212**。部分的なキャッシュ・ミスI / O要求を管理することに加えて、CMS **220は、** I / O要求のI / O特性に基づいてプライマリストレージへのI / Oの断片化の量を軽減します。（また、I / O分割として知られている）I / Oのフラグメンテーションは、キャッシュページ境界と交差するか、プライマリストレージ上に存在するキャッシュデータに存在するデータの間で分割されるI / O要求を指します。I / O特性は、I / Oは、I / O要求を、キャッシュ・ページ・サイズのI / O要求のサイズの関係、等のサイズ連続しているかどうかを含むことができます。効果的に部分的なキャッシュヒットとI / O要求の断片化を管理するには、CMS **220は、**非連続アドレス範囲のためのI / O要求を合体して、および/またはキャッシュまたは主記憶装置のいずれかに追加のI / O要求を生成します。

 [0076]

上述のように、CMS **220は、**キャッシュタグのグループスナップショットように構成されてもよい**221**のキャッシュタグ記憶含んでいてもよい、**221**（例えば、キャッシュ・タグ・データ構造**321**）永続ストレージにします。キャッシュタグ**221は、**仮想マシンの場合、永続記憶装置から検索されてもよい**208** A-Nが「ウォームアップ」（例えば、リブート、パワーサイクル、等）。キャッシュタグに関連付けられたキャッシュデータ**221は、**キャッシュ・ストレージ内に固定されていてもよい**216**、そのようなものとして、直ちに利用可能であってもよいです。代替的に、キャッシュ記憶装置**216は、**プライマリストレージシステムから読み込まれてもよい**212**それによってワーキングセットを再作成するために、（または他のデータソース）。以下にさらに詳細に記載されるように、キャッシュタグのワーキングセット**221を**保持することができる仮想マシン場合**208** A-Nは、別のホストに転送される**202**。

 [0077]

イチジク。4CMSの一の実施例の構成図である**220**。CMS **220は**、仮想マシン内で動作するように構成することができる**208**および/または仮想マシンのキャッシュ内のA-N **213**（仮想化カーネル内、例えば、**210**ホストの**202**）。CMS **220は、**アドレス空間変換を含む、一つ以上のモジュールを含むことができる**402**、キャッシュタグマネージャ**404**、クロック掃引モジュール**406**、盗む候補モジュール**408**、キャッシュページ管理モジュール**410**、有効部マップモジュール**412**、ページサイズ管理モジュール**414**、インタフェースモジュール**416**、キャッシュタグリテンションモジュール**417**、およびキャッシュタグスナップショットモジュール**419**。

 [0078]

いくつかの実施形態では、アドレス空間のトランスレータ**402は、**仮想マシンのキャッシュタグ識別子相関するように構成された**208**キャッシュ記憶場所（例えば、キャッシュアドレス、キャッシュ・ページなど）とを。実施形態ではこれにCMS **220は**、仮想マシン内に実装されている**208**に示すように（A-Nイチジク。1A）、論理アドレスおよび/またはデータ（の識別子を含むことができるキャッシュタグ識別子、例えば、プライマリストレージシステム内のデータのアドレス**212**）。実施形態ではこれにCMS **220は、**仮想化カーネル内に実装される**210**で示されているように（イチジク。図1（b））、キャッシュタグ識別子は、ストレージスタック内で識別されるデータおよび/または記憶アドレスに対応するブロックアドレス含んでいてもよい**211**の仮想化カーネルの**210**。

 [0079]

キャッシュタグマネージャ**404は、**キャッシュタグ管理するように構成されてもよい**221は** 1つまたは複数の仮想マシンに割り当てられた**208**キャッシュ・ストレージの仮想マシン識別子（例えば、論理識別子、アドレスなど）とデータとの間の維持の関連付けを含むことができるA-Nを、**216**。キャッシュタグマネージャ**404は、**動的に追加及び/又はキャッシュ・タグを除去するように構成されてもよい**221**キャッシュ・プロビジョニングモジュールによって行われた割り当ての変更に応答して**214**。いくつかの実施形態では、キャッシュタグマネージャ**404は、**キャッシュタグ管理するように構成されている**221**の異なる複数の仮想マシンの**208** A-Nを。キャッシュタグの異なるセット**221は、**（例えば、別々のデータ構造内に及び/又はキャッシュ・タグの異なるセットで別々に維持することができる**221**及び/又は単一のデータ構造で）。

 [0080]

クロック掃引モジュール**406は、**決定し、および/または、とりわけ、1つ以上のクロックハンドスイープタイマー、等を使用してキャッシュエージングメタデータを維持するように構成されてもよいです。盗む候補モジュール**408は、**クロックスイープメタデータ、または他のキャッシュポリシー（例えば、最も最近使用された、古さ、連続性、等）、等に基づいて、追出しの候補であるキャッシュデータ及び/又はキャッシュ・タグを識別するように構成されてもよいです。

 [0081]

キャッシュページ管理モジュール**410は、**キャッシュ・リソース（例えば、キャッシュ・ページ・データ）と関連する動作を管理するように構成することができます。有効部マップモジュール**412は、**キャッシュ・ストレージに格納された有効データを識別するように構成することができる**216**及び/又はプライマリストレージシステム**212**。ページサイズ管理モジュール**414は、**本明細書に記載されるように、キャッシュのパフォーマンスを向上させるために、様々なページサイズ分析および調整動作を実行するように構成することができます。インターフェースモジュール**416は**、他のコンポーネント、装置、及び/又はシステムは、CMSとの対話を可能にする1つまたは複数のインターフェースを提供するように構成されてもよい**220**含んでいてもよい、が、これらに限定されない：数および/またはキャッシュの範囲を変更しますタグ**221は、**仮想マシンに割り当てられた**208**照会および/またはCMSの1つ以上の構成パラメータ設定、A-N **220を**キャッシュタグアクセス、**221**（例えば、スナップショット、チェックポイント、または他の操作のため）、などが挙げられます。

 [0082]

キャッシュタグ保持モジュール**417は、**キャッシュタグを保持するように構成されてもよい**221**仮想マシン**208**仮想マシン転送に応答して、A-Nを**208**別のホストにA-Nを。上述したように、キャッシュタグ**221は、**特定の仮想マシンのキャッシュの「ワーキングセット」を表してもよい**208**一の以上のキャッシュ・アドミッション及び/又は立ち退きポリシー（例えば、クロックスイープの使用により開発することができるANをモジュール**406**及び/又は候補モジュール盗む**408**仮想マシンのI / O特性に応じて、など）、**208**、および/または仮想マシン上で動作するアプリケーション**208** A-N。キャッシュタグ保持部**417が**保持モジュールと連携して動作してもよい**1128**以下に開示されるA、。

 [0083]

に示すように、 イチジク。1A、CMS **220は、**仮想マシン内で動作するように構成することができる**208** A-N（各仮想マシン**208** A-Nは、別個のCMS含むことができる**220**）。このような実施形態では、キャッシュタグ**221**の仮想マシン**208** A-Nは、仮想マシンのローカルメモリ空間内に維持することができる**208** A-N。したがって、キャッシュタグ**221**仮想マシン**208** A-Nは、自動的に仮想マシンに転送することができる**208**仮想マシンの場合A-N **208** A-Nは、ホスト間で移行される**202**。キャッシュタグ保持モジュール**417は、**キャッシュタグ保持するように構成されてもよい**221を**、仮想マシンのメモリ空間内**208**仮想マシンの後、A-N **208** A-Nは、（VMotionの™動作または同様のVM移行動作中に、例えば）に転送されてきました。キャッシュタグ**221は、**キャッシュタグれる基礎となるキャッシュデータという事実にもかかわらず保持されてもよい**221は**参照をキャッシュ記憶に利用できないかもしれ**216**宛先ホストの**202**。以下でさらに詳細に開示されているように、仮想マシンのキャッシュ**213は、**キャッシュ・ストレージ取り込むように構成されてもよい**216を**宛先ホストに**202** CMSように、**220は**キャッシュタグのワーキングセットを使用し続けることができる**221**（および/またはそのサブセットを）。

 [0084]

に示すように、 イチジク。図1（b）、いくつかの実施形態では、CMS **220は**、仮想化カーネル内で動作するように構成されてもよい**210**、及び複数の仮想マシン間で共有することができる**208** A-N。このような実施形態では、キャッシュタグ**221** A-Nは、仮想マシンのメモリ空間の外部に格納されてもよい**208** A-N。したがって、キャッシュタグ**221**仮想マシン**208** A-Nは自動的に仮想マシンに転送されなくてもよい**208**仮想マシンの一部としてA-N **208** A-Nメモリイメージ。キャッシュタグ保持モジュール**417は、**キャッシュタグを保持するように構成されてもよい**221を**仮想マシン**208** CMS内AN **220**（仮想化カーネル内、例えば**210**ホストの**202**仮想マシンの後、または他の格納場所）**208** ANでありますホストから転送された**202**。

 [0085]

場合、仮想マシン**208** A-Nは、ホストから転送され**202**、仮想マシンのデータ**208**キャッシュ・ストレージに格納されているA-N **216**（保持モジュールによって、例えば、**1128**以下にさらに詳細に開示されているA、）。データは、仮想マシンのデータを含むことができる保持キャッシュデータを含むことができる**208**キャッシュ・ストレージに格納されているA-N **216**仮想マシンのキャッシュ**213**（および、キャッシュタグ**221**仮想マシン**208** A-N参照）を。データはまた、キャッシュタグとして、キャッシュメタデータを含むことができる**221**仮想マシンの**208**ようにA-Nを、そして。保持されたキャッシュデータをホスト間で転送されてもよい**202**（及び/又はプライマリストレージシステムから**212**、または他のデータソース）。キャッシュデータは、種々の保持キャッシュタグのキャッシュデータとして「オンデマンド」キャッシュをポピュレート含み得るデマンドページングモデルを介して転送されてもよい**221は**転送仮想マシンによって要求された**208** A-N。あるいは、またはそれに加えて、キャッシュデータをプリフェッチ及び/又はキャッシュ・タグ・データに対する要求のキャッシュデータ独立を転送含んでいてもよい「バルク転送」動作で転送することができます。いくつかの実施形態では、データは、選択クロックスイープモジュールのキャッシュエージングメタデータに、少なくとも部分的に基づくものとすることができるキャッシュ転送ポリシーに基づいてプリフェッチすることができる**406**及び/又は盗む候補モジュール**408**及び/又は他のキャッシュポリシーメタデータ（例えば、辛さ、寒さ、最近最もなど、使用されます）。

 [0086]

このようなキャッシュタグのような他のキャッシュデータ、**221**仮想マシン**208** A-Nは、ホスト間で転送されてもよい**202**。いくつかの実施形態では、CMS **220は、**キャッシュタグ転送モジュール備え**418**キャッシュタグに要求するように構成されている**221**仮想マシン**208**仮想マシンに応じてA-Nを**208**ホストに転送されるA-N **202**リモートホストから**202**。あるいは、またはそれに加えて、キャッシュ・タグ・転送モジュール**418は、**キャッシュタグ押すように構成されてもよい**221**仮想マシン**208**、リモート・ホストへのA-Nを**202**仮想マシンに応答して**208** A-Nは、リモートホストに転送される**202**。キャッシュタグ**221は、**ホスト間で転送されてもよい**202**（仮想マシンにキャッシュ記憶容量のプロビジョニングに応答して、例えば、デマンドページングによって、一つ又はバルク転送の複数に**208**新しいホストにA-N **202**、等）。

 [0087]

キャッシュタグスナップショットモジュール**419は**、仮想マシンのキャッシュのワーキングセットの1つまたは複数の「スナップショット」を維持するように構成されてもよい**208** A-N（例えば、キャッシュタグ**221**の特定の仮想マシンの**208** A-N）。上述したように、スナップショットは、キャッシュタグのセットを意味する**221**特定の時間におよび/または関連メタデータ。スナップショットモジュール**419は、**キャッシュタグのスナップショットを格納するように構成されてもよい**221を**永続ストレージ媒体上および/またはCMSに格納されたスナップショットをロードする**220**。

 [0088]

イチジク。5方法の一の実施形態の流れ図である**500**仮想化環境において、データをキャッシュするため。方法の工程の一つ以上の**500**本明細書に記載され、及び/又は他の方法及び/又はプロセスは、記憶媒体に記憶されたコンピュータ可読命令として具現化することができます。命令は、コンピューティングデバイスは、方法の工程の一つ以上の実行させるように構成されてもよい**500**。

 [0089]

ステップ**510は**仮想マシン内のデータ読み出し動作を実行するための要求検出含み得る**208** A-Nを。ステップ**510は、** I / Oドライバ内の要求検出含み得る**218**および/またはフィルタドライバ**219**仮想マシン内で動作**208**に示すように、（A-Nをイチジク。1A）。あるいは、またはさらに、ステップ**510は、** I / Oドライバ内の要求を検出することを含むことができる**918**および/またはフィルタドライバ**919は、**仮想化カーネル内で動作**210**に示すように（イチジク。図1（b））。ステップ**510は**、さらに、CMSへの要求通信含み得る**220**上に開示されたように、仮想マシン内で動作するように構成することができる、**208** A-Nまたは仮想化カーネル内で**210**。

 [0090]

ステップ**520は、**読み出し動作のデータがキャッシュストレージに利用可能であるかどうかを決定含むことができる**216**。いくつかの実施形態において、ステップ**520は、**キャッシュタグ識別含む**221**（キャッシュタグの識別、例えば、リード要求に対応する**221**の読み出し要求に関連付けられた識別子またはアドレスに一致する識別子を有します）。キャッシュタグの場合**221が**利用可能であり、キャッシュタグ（有効な状態で、例えば）有効で読み取り可能である、フローはステップで継続することができる**530**。そうでない場合、フローはステップで継続することができる**532**。

 [0091]

ステップ**530は、**キャッシュ記憶からのリード要求のデータ取得含むことができる**216**。ステップ**530は**、したがって、CMSによって読み出し要求保守含むことができる**220**。ステップ**530は**さらに、時計の針のデータ、アクセス・メトリックなどの、キャッシュメタデータを更新含んでいてもよいです。データを取得することは、キャッシュ・ストレージ内のデータの物理アドレスを決定すること含むことができる**216**キャッシュタグ用いて**221**ステップで識別**520**。ステップ**530は、**以下にさらに詳細に記載されるようにさらにマップモジュールを使用することにより、マッピングを含む及び/又は物理アドレス情報を変換してもよいです。

 [0092]

ステップ**532は、**（プライマリストレージシステムから、例えば一次記憶装置からキャッシュデータを検索含むことができる**212**）。ステップ**532は**さらに、データがキャッシュ内に導入されるべきであるかどうかを決定含んでもよいです。この決意は、キャッシュの可用性、アドミッションポリシー、立ち退きポリシー等に基づいてもよいです。CMS **220は、**データを認めることはI / Oのパフォーマンスを向上させるだろうと、そうならば、キャッシュストレージにデータを認めるかどうかを判断することができる**216**。一つ以上のキャッシュ・タグ割り当て含むことができるデータを入れる**221**、キャッシュ記憶にデータを記憶**216**、及び/又は割り当てられたキャッシュタグの使用によるデータの識別子とデータの物理的な格納場所を関連付ける**221**。

 [0093]

CMS **220は、**開発および/またはとりわけファイルシステムモデルを使用してキャッシュのワーキングセットを維持することができます。上述したように、キャッシュのワーキングセットは、キャッシュタグのセットとして実施されてもよい**221** CMSによって維持**220**。キャッシュ記憶装置**216は**、高速読み取り操作を提供することができる1以上のソリッドステート・ストレージ・デバイスを含むが、比較的低速な書き込みおよび/または消去動作があります。最初にキャッシュのワーキングセットを開発する際にこれらの遅い書き込み操作は、大幅な遅延が発生することができます。また、キャッシュ・ストレージを含むソリッドステートストレージデバイス**216は、**限られた寿命（書き込み/消去サイクルの制限された数）を有することができます。ソリッドステートストレージデバイスの「書き込み寿命」に達した後、デバイスの部分が使用できなくなります。これらの特性は、CMSで考慮することができる**220**キャッシュ入学および/または立ち退き意思決定に。

 [0094]

イチジク。6方法の別の実施形態示す流れ図である**600を**仮想化環境でデータをキャッシュするためには。ステップ**610は、**読出要求を検出することを含み得ます。上述したように、ステップ**610は、** I / Oドライバの使用によるリード要求を検出することを含むことができる**218**および/またはフィルタドライバ**219**仮想マシン内で動作する**208** A-Nおよび/またはI / Oドライバを使用することによって**918**及び/又はフィルタドライバ**919**仮想化カーネル内で動作**210**及び/又はホストの基本オペレーティング・システム**202**。ステップ**620は、** CMSかどうかを決定含み得る**220は**キャッシュタグ含む**221**上記のように、読み出し要求に関連します。有効なキャッシュタグ場合**221が** CMSに存在しない**220**、フローは工程に続けることができる**632**および**640**、プライマリストレージシステムから要求のデータを取得することを含むことがあり、**212**ステップ**632**と選択ステップでキャッシュにデータを入れる**640**、上記のように。キャッシュタグ場合**221は**ステップで識別され**620**、フローはステップ続け**634**識別されたキャッシュタグの使用により、データの物理キャッシュ・アドレスを決定すること含むことができる、**221**。ステップ**636は、**キャッシュ・ストレージ内で決定された物理的記憶場所にデータを取り出す含むことができる**216**。

 [0095]

イチジク。7方法の別の実施形態の流れ図である**700**仮想化環境において、データをキャッシュするため。ステップ**712は、**仮想マシンがデータの書き込み要求を検出することを含む**208** A-Nを。ステップの要求**712は、** I / Oドライバを使用することによって検出することができる**218**および/またはフィルタ**219を**仮想マシン内で動作する**208** A-Nまたは仮想化カーネル内で**210**。書き込み要求は、ストレージI / Oアドレス（例えば、プライマリストレージシステムのアドレスおよび/または識別子に向けることができる**212**）。本明細書で説明するように、ストレージI / Oアドレスがキャッシュタグ用いて物理アドレスに変換される**221** CMSの**220**。

 [0096]

ステップ**722は、**書き込み要求がキャッシュタグ識別含み得るキャッシュ内のデータに関連するかどうかを決定含み得る**221**ストレージI / Oアドレス（または他の識別子）に関連します。キャッシュタグ場合**221は**ステップで識別され**722**、フローはステップを継続**750**キャッシュ・ストレージ内のデータの物理アドレスを決定含んでいてもよい、**216**、とりわけ、識別されたキャッシュタグの使用**221**。ステップ**752は、**識別された物理的な記憶位置（S）への書き込み要求の書き込みデータを含んでもよいです。ステップ**752は**さらに、プライマリストレージシステムにデータを書き込むこと含むことができる**212**（ライトスルー動作中）。いくつかの実施形態では、データがキャッシュ・ストレージに書き込まれ、**216**とプライマリストレージシステム**212**「ライトスルー」動作で同時に。プライマリストレージシステムにデータを書き込む**212は**、仮想化層の可能ストレージサービス含むことができる**210**（及び/又はホスト**202を**、プライマリストレージシステムにデータを書き込むために）**212**。ステップ**754は、**プライマリストレージシステムにデータを書き込むことに応答して、書き込み要求の完了を認め含むことができる**212**。

 [0097]

上記に開示したように、キャッシュは、データの書き込み及び/又はプライマリストレージシステムの両方で修飾されたライトスルー・キャッシュ・モードにキャッシュされてもよい**212**とキャッシュ・ストレージ**216**。書き込み完了がプライマリストレージシステムへの書き込み動作の後に受け付けられる**212**かかわらず、キャッシュ記憶に対応する書き込み動作かどうか、終了する**216が**完了しました。特定の実施形態では、キャッシュ書き込み操作は、キューに入れられ、キャッシュ速度が許すように完成させることができます。このように、キャッシュストレージ**216**遅い書き込み速度を持つ（または保留中の書き込み操作のキュー）は、全体的なI / Oパフォーマンスが低下することはありません。キャッシュタグ**221**不完全またはキューに入れられた書き込み操作に関連付けられているとして識別される「保留」（上記に開示したように、例えば、「保留中の書き込み」状態に設定されます）。書き込み操作が完了した後、キャッシュタグに関連する**221**有効な状態に遷移します。いくつかの実施形態では、キャッシュタグのデータを読み取ろうとする**221** I / Oに関連した保留中のメモリバッファから、または一次記憶装置から要求されたデータの検索を引き起こし、キャッシュミスに「保留」状態の結果でありますシステム**212**は、上述したように。

 [0098]

ライトスルー・キャッシュ・モードは、本明細書に記載されているが、本開示はこの点に関して限定されるものではなく、を含む任意の適切なキャッシュ・モードで動作するように適合させることができるが、これらに限定されない：ライトバック・キャッシュ・モード、リードスルー、ライトビハインド、リフレッシュ先、など。本明細書に開示された実施形態は、さらに/ 696126号61米国仮特許出願に開示されているように2012年8月31日出願され、「書き込み禁止」キャッシュモードでキャッシュデータに設定され、権利ができる、「システム、方法、及び本明細書中に参考として援用される適応永続性」のためのインターフェース。

 [0099]

に戻って イチジク。1A、いくつかの実施形態では、CMS **220は、**仮想マシン内で動作するように構成されている**208** A-N、およびキャッシュタグ**221**および/または他のキャッシュメタデータは、それぞれの仮想マシンのメモリ空間内に維持される**208** A-N。キャッシュタグ記憶**221**関連付けられた仮想マシン内の（および他のキャッシュメタデータ）**208** A-Nは、仮想マシン可能に**208** A-Nが容易データは、仮想マシンのキャッシュで利用可能であるかどうかを決定するために**213を**例えば（異なるシステムまたはプロセスにアクセスすることなく、仮想化カーネルへのアクセス**210**）。このような実施形態では、CMS **220は、**ローカルに格納されたキャッシュタグ用いたキャッシュ操作を管理することができる**221** I / O操作の速度および効率を高めることができます。また、仮想マシン**208** A-Nは、典型的には、キャッシュ管理決定を行うためのより良い位置にあってもよいなどの他、外部プロセス及び/又はシステム、及び、よりアクセス特性に関する利用可能なより詳細な情報を有しています。例えば、仮想マシン**208** A-Nは、そのような用途向け及び/又はキャッシュタグの有効なワーキング・セットの開発に使用することができるファイル・レベルの知識などのI / O要求に関連するコンテキスト情報にアクセス有していてもよい**221**。仮想マシンの外部にある他のシステム**208**（仮想化カーネル内で動作する、例えば、A-N **210**）のみ低レベルI / O情報にアクセスすることができます。したがって、キャッシュタグを有する**221**仮想マシンにローカルに格納された**208** A-Nは、キャッシュおよび/またはI / Oパフォーマンスを向上させることができます。

 [0100]

いくつかの実施形態では、に示されているように イチジク。図1（b）、複数の仮想マシンを**208** A-Nは、CMS共有することができる**220**仮想マシンのキャッシュメタデータを維持することができる、**208** A-Nの仮想化カーネル内**210**ユーザ空間内および/またはホストオペレーティングシステム（例えば、**230**、犬小屋スペース等）。CMS **220は、**仮想マシンによって実行されるI / O操作に関連するコンテキスト情報が限られているかもしれ**208** A-Nと、いくつかの実施形態では、CMS **220**のみ用途向けとは対照および/またはファイル・レベルの知識として、物理ストレージアドレス及び/又は他の一般的な格納アドレス情報にアクセスすることができます。の実施イチジク。図1（b）しかし、仮想マシンのカスタマイズをすることなく展開することができる**208**（仮想マシン内で特殊なキャッシュコンポーネントを配置することなく、例えば、A-N **208**例えばCMSとしてA-N、**220**）。

 [0101]

上記に開示したように、キャッシュプロビジョナ**214は、**仮想マシンに提供するキャッシュ・ストレージリソースに構成されてもよい**208** A-N。キャッシュ規定**214は**、動的に再プロビジョニングおよび/またはユーザの好み、設定、および/または仮想マシンのI / O要求に応じてキャッシュ・リソースを再割り当てするように構成することができる**208** A-N。仮想マシン**208** A-Nが起因して経時的に変化することができる異なるI / O要件、とりわけ、動作条件、使用特性及び/又はパターン、アプリケーションの動作などの変化を有していてもよいです。仮想マシンに利用可能なキャッシュリソース**208** ANは変更になる場合があり、同様に起因して、とりわけ、仮想マシン**208** ANはにおよび/またはホストから移行された**202**、仮想マシン**208**来て、オンラインで、仮想マシン**208** ANはなってきて、非アクティブ（例えば、など、一時停止、シャットダウン）、など。キャッシュプロビジョナ**214は**、従って、特定の仮想マシンのI / O要求に応答して、キャッシュ・リソースの割り当てを調整するように構成されてもよい**208** A-Nおよび/またはI / O特性および/またはホスト上のI / O負荷**202**（他の仮想マシンに**208**ホスト上で実行されているA-N、他のプロセス及び/又はサービス**202**など）。

 [0102]

キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**仮想マシンおよび仮想マシン（例えば、キャッシュ・チャンクに割り当てられたキャッシュ・リソースの間のマッピングを維持するように構成されてもよい**302**及び/又はページ**304**）。に言及イチジク。図8（a）、いくつかの実施形態では、キャッシュ・プロビジョニングモジュール**214は、**仮想マシンに「仮想キャッシュ・ストレージ・リソースを」割り当てるように構成されてもよい**208** A-N。本明細書で使用する場合、「仮想キャッシュリソースは、」キャッシュ・ストレージ内の物理的な記憶資源に、間接的な論理、または仮想基準を意味する**216**ような特定のキャッシュ・チャンクとして、**302**および/またはページ**304**。仮想キャッシュリソースは、マップモジュールによって実際の物理的なキャッシュ記憶場所にマッピングすることができる**217**キャッシュ・ストレージ内で動的に割り当てられた仮想キャッシュメモリリソース（例えば、仮想キャッシュアドレス）および物理的記憶場所との間のマッピング及び/又は関連付けを含むことができる、**216**。マップモジュール**217は**、キャッシュ・プロビジョニング可能に**214を**仮想マシンに仮想キャッシュ資源の連続する範囲を割り当てる**208**基礎となる物理ストレージリソースがキャッシュ・ストレージの物理アドレス空間内で不連続であるという事実にもかかわらず、A-N **216**。

 [0103]

の中に イチジク。図8（a）実施形態は、仮想キャッシュ・ストレージ**804は、**仮想計算機1に割り当てられている**208** A（VM-1）。仮想キャッシュ・ストレージ**804は、**キャッシュアドレスまたは識別子の連続した範囲を含むことができます。に示すようにイチジク。図8（a）、仮想キャッシュ・ストレージ**804は、**キャッシュ・チャンクの連続した範囲備え**302** VM-1を含む、0、VM-1 1、VM-1 2 VM-1を介して、N。実際にVM-1に割り当てられた物理キャッシュ・ストレージリソース**208** Aは連続でなくてもよい、および/または他の仮想マシンに割り当てられているキャッシュ・リソースとインターリーブされてもよい**208** B-N。に示すように、イチジク。図8（a）、実際の物理的なキャッシュ・チャンク**302** VM-1に割り当てられた**208** Aは、チャンクの不連続セットVM-1を含む0、VM-1 1、VM-1 2、VM-1 Nの物理アドレス空間内で**806**キャッシュ・ストレージの**216**。仮想キャッシュ・ストレージの仮想アドレス空間**804は、**基礎となる物理アドレス空間とは無関係であってもよい**806**キャッシュ・ストレージの**216**。チャンク**302**の物理アドレス空間内の**806は、**不連続および/またはチャンクと交互であってもよい**302**の他の仮想マシンに割り当てられた**208** B-N。であるがイチジク。図8（a）キャッシュ・チャンク、物理的順序における異なる場所の一部を示し**302** VM-1に割り当てられた**208** Aは、物理キャッシュ・リソースの可用性（例えば、利用可能なチャンクに応じて、ランダムな順序で配置することができる**302**）。

 [0104]

マップモジュール**217は、**仮想キャッシュリソース（例えば、仮想キャッシュメモリアドレス）にマッピングするように構成することができる**804を**物理アドレス空間内の物理キャッシュリソースに**806**キャッシュ記憶の**216**。いくつかの実施形態では、マップモジュール**217は、**仮想マシンに割り当てられた仮想キャッシュメモリアドレスの間のマッピングの「多対多」のインデックス含むことができる**208** A-Nおよびキャッシュ・ストレージ内の物理キャッシュアドレス**216**。

 [0105]

マップモジュール**217は、**キャッシュ・ストレージ内のデータを保護するために利用されてもよい**216**。いくつかの実施形態では、仮想マシンのキャッシュ**213は、**キャッシュ・ストレージ内のデータへのアクセスを制限することができる**216**の特定の仮想マシンに**208** A-Nおよび/または読み取りの前に書き込み条件を防止することができます。キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**物理キャッシュ・チャンクへのアクセスを制限するように構成することができる**302を**仮想マシンに**208**れるチャンクするA-N **302が**割り当てられます。例えば、VM-1標識されたキャッシュ・チャンク0が唯一の仮想マシンにアクセスすることができる**208**に基づいて、とりわけ、VM-1との間のマッピング**208** AとキャッシュチャンクVM-1 0マップモジュール**217**。また、マップモジュールの間接アドレッシング**217は、**仮想マシン防止することができる**208**を直接参照及び/又は物理キャッシュ・チャンクアドレッシングからA-Nを**302**他の仮想マシンに割り当てられた**208** A-Nを。

 [0106]

マップモジュール**217は、**対応する仮想マシンのVMID用いて仮想キャッシュ・ストレージをマッピングするように構成されてもよい**208** A-Nを。仮想マシンの際に、**208** ANは、ホスト間で転送され**202**、マップモジュールによって維持されるアソシエーション**217は**、仮想マシンのデータを参照するために有効なままであり得る**208** AN（例えば、対応する仮想マシンの保持キャッシュデータ**208** ANであってもよいです）VMIDの使用によって識別され、アクセス。したがって、いくつかの実施形態では、マップモジュール**217は**、仮想マシンのキャッシュデータの物理的なキャッシュ・アドレスを決定するように構成されてもよい**208**仮想マシンのVMID用いA-N **208** A-Nを。

 [0107]

図。図9（a）仮想化環境でデータをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示します。に図。図9（a）、仮想マシンキャッシュの特定のモジュール**213は、**記載された実施形態の詳細を曖昧にすることを避けるために省略されています。キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**キャッシュ・ストレージ内で動的にプロビジョニングキャッシュリソースに構成されてもよい**216**。したがって、仮想マシンに割り当てられたキャッシュリソースの量**208** A-Nは、時間とともに変化してもよいです。仮想マシン**208** A-Nは、しかしながら、一定の、固定サイズのストレージリソースと、より効率的に動作することができます。仮想マシンのキャッシュ**213は**、従って、一定の、固定された大きさを有するように見える仮想ストレージリソースとして動的にプロビジョニングされたキャッシュ・リソースを表すように構成されてもよいです。いくつかの実施形態では、仮想マシンのキャッシュ**213は、**仮想論理ユニット番号（VLUN）ドライバ含むことができる**215**固定サイズの、連続した仮想ストレージリソースとして動的に割り当てられたキャッシュ・リソースを表すように構成されています。VLUNドライバ**215は**、対応するVLUNディスクを表すために使用されてもよい**235**仮想マシン内で**208** A-Nを。VLUNディスク**235**仮想マシン**208** A-Nに関わらず、キャッシュプロビジョナ製動的キャッシュ・リソース割り当ての、一定の固定された大きさを有するように見えることができる**214**。

 [0108]

の中に 図。図9（a）実施形態では、キャッシュ・ストレージ**216は、**ストレージ容量の2テラバイト（2 TB）を含むことができます。キャッシュプロビジョナ**214は、**仮想マシンに4ギガバイト（4 GB）を割り当てることができる**208** A-N。上記に開示したように、他の仮想マシン**208**ホスト上のB-N **202は、**仮想マシンのI / O要求に従って、キャッシュ資源の異なる量を割り当てることができる**208** B-N及び/又はキャッシュ・リソースの可用性。VLUNドライバ**215**とVLUNディスク**235は、**キャッシュ装置の全体容量表すように構成されてもよい**216を**仮想マシンに**208** A.ザVLUNディスク**235は、**仮想マシン内で一定の大きさのままでいるように見えるかもしれ**208**、A（例えば、2 TB ）仮想マシン間に割り当てられた実際のキャッシュ容量を動的に変更にもかかわらず、**208** A-N。また、上述したように、物理的なキャッシュリソース**224**仮想マシンに割り当てられた**208** Aは、キャッシュ・ストレージの物理アドレス空間内で不連続であってもよい**216**。マップモジュールによって実施変換層**217は**、しかしながら、仮想マシンに割り当てられたキャッシュリソース提示することができる**208**の仮想キャッシュ・アドレスの連続範囲としてAを。

 [0109]

CMS **220**仮想マシン**208** Aは、I / Oドライバ含むことができる**218**仮想マシンの間のデータ転送を管理するように構成された、**208** Aおよび種々の記憶装置（例えば、プライマリストレージシステム**212**）。I / Oドライバ**218は、**他のオペレーティングシステム及び/又は動作環境での使用に適合Windowsドライバ、または他のストレージドライバを含んでもよいです。CMS **220は**、さらに、I / Oフィルタ含んでもよい**219**監視および/または一次記憶装置に向けサービスI / O要求するように構成された**212**。I /プライマリストレージシステムに向けO要求**212は、**プライマリストレージシステムに直接サービスを提供してもよい**212**（非キャッシュ）または仮想マシンのキャッシュ用いてサービスすることができる**213を**上記のように、。

 [0110]

I / Oフィルタ**219は、**物理および仮想のエンティティ（例えば、プライマリストレージシステム間のデータ転送を管理するように構成されたSCSIフィルターを備えることができる**212**、VLUNディスク**235**、及び/又は仮想マシンのキャッシュ**213**）。仮想マシン内で**208** A、I / Oフィルタ**219は** VLUNディスク識別するように構成され**235**、そしてとりわけ、によって実装容量の変化を管理するために、キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214**（および/またはVLUNドライバ**215**）。上記に開示したように、VLUNディスク**235は、**仮想マシン内で動的に割り当てられたキャッシュ・リソースを表すように構成された仮想ディスクであってもよい**208**定数、固定サイズのストレージリソースとしてA。VLUNディスク**235は、**仮想マシンに割り当てられた実際の物理的なキャッシュ容量よりも大きく、固定記憶容量報告するように構成されてもよい**208** Aを、例えばそのキャッシュプロビジョナ**214**缶動的プロビジョニング・キャッシュ・ストレージへの/仮想マシンから**208** A（スルーVLUNディスク**235**悪影響を仮想マシンに影響を及ぼすことなく）**208**あるいはA.は、I / Oフィルタ**219は** VLUNディスクの実際の物理的な容量管理するように構成されてもよい**235**他のアプリケーションおよび/またはオペレーティング・システムから隠されてもよいです、仮想マシンホスト**208**いくつかの実施形態ではA.、VLUNディスク**235は、**仮想マシンに提示される**208**読み取り専用ストレージリソースとしてA。その結果、仮想マシンのゲストオペレーティングシステム**208** Aは、VLUNディスクにデータを書き込もうとするから、他のアプリケーションを防ぎ**235**。

 [0111]

キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**仮想マシンに割り当てられた実際の物理的なキャッシュストレージ報告することができる**208**通信リンクを介してA **924**。通信リンク**924は、** VLUNドライバ間のI / Oデータトラフィックとは別個に動作することができる**215**及びI / Oフィルタ**219**（SCSI I / Oフィルタ）。したがって、非同期メッセージはVLUNドライバ間で送信されることができるアウトオブバンド**215**およびI / Oフィルタ**219** CMS通知するために**220を**仮想マシンに割り当てられた実際のキャッシュ・スペースに対する変更の**208** Aおよび/または他の構成を伝えますおよび/またはキャッシュメタデータ。I / Oドライバ**218は、** CMSに割り当て情報を報告することができる**220**キャッシュタグの数を決定する割当情報を使用することができる、**221**仮想マシンが利用可能な**208**キャッシュプロビジョニングモジュールAの**214は**、通信経路を使用することができる**924**に動的再プロビジョニングおよび/または仮想マシン間でキャッシュリソースを再配分**208** A-N（例えば、仮想マシン知らせる**208**キャッシュリソース割り当ての変更のA-N）を。

 [0112]

イチジク。10方法の別の実施形態の流れ図である**1000年**仮想化環境において、データをキャッシュするため。具体的には、方法**1000は、**動的に1つまたは複数の仮想マシンにキャッシュリソースをプロビジョニングするための方法の一の実施形態示す**208** A-Nを。

 [0113]

ステップ**1010は**、キャッシュ・プロビジョニングモジュール含んでもよい**214を**仮想マシンに指示**208**（例えば、動的に増加または減少）それに割り当てられたキャッシュ記憶空間を変更することをA。ステップ**1010は**、キャッシュ・プロビジョニング・モジュールに応答して実行されてもよい**214**仮想マシンから追加のキャッシュ・リソースのための要求を受信する**208** A（例えば、通信リンクを介して**924**）、異なる仮想マシン間のキャッシュ・リソースをバランス**208**、AN仮想ことを決定機械**208** Aは、追加のまたは少ないキャッシュリソースを必要とし、かつ/または他のキャッシュ割り当てポリシー。

 [0114]

ステップ**1020は、**仮想マシン間のI / Oトラフィックの停止含むことができ、キャッシュI / O操作を失速含むことができる**208** Aと仮想マシンのキャッシュ**213を**。ステップ**1020は、** VLUNドライバ含むことができる**215は** CMSにメッセージを発行する**220**（通信リンクを介して**924**キャッシュ割り当てが変更されている間、キャッシュに関連するI / Oデータトラフィックの送信を停止します）。いくつかの実施形態において、ステップ**1020は、** CMS失速含む**220**仮想マシン上で動作するアプリケーションことができ、**208** Aは、独立して、仮想マシンのキャッシュのI / O操作を実行し続けること**213**（例えば、プライマリストレージシステムと直接動作**212**および/をまたは他のストレージリソース）。CMS **220は、**キャッシュタグ無効化するように構成することができる**221を** CMS中に発生する操作の書き込みに応答して**220を**ストールされます。ステップ**1020は、**さらに、仮想マシンのキャッシュに向け、未処理のI / O要求を洗い流す含むことができる**213**（例えば、仮想マシンのキャッシュにしてから、未処理のI / Oデータトラフィックを待っているキャッシュ動作を停止する前に**213**完了すること）、および/または通知しますキャッシュプロビジョニングモジュール**214**キャッシュトラフィックが停止されています。

 [0115]

ステップ**1030は、**仮想マシンに割り当てられたキャッシュリソース変更含んでもよい**208**（VLUNドライバによってA **215**および/またはマッピングモジュール**217**）。ステップ**1030は、**仮想マシンに追加の物理キャッシュ記憶領域を割り当てる含み得る**208**キャッシュ装置にA **216**（マップモジュールを使用して仮想キャッシュアドレス及び/又はリソース識別子に対応する物理キャッシュ・リソースを関連付ける、**217**との間の関連を除去します）仮想マシン**208** Aと物理キャッシュリソース（例えば、キャッシュの割り当てが減少されている場合）、というように。ステップ**1030は**、さらに、CMS指示含み得る**220**仮想マシンに割り当てられているキャッシュ・リソースの指標を提供含むことができるキャッシュのサイズが変更されたこと、**208** Aを、リソースの識別子（例えば、1つまたは複数の組仮想キャッシュアドレス、アドレス範囲（複数可）、など）、など。

 [0116]

ステップ**1040は、** CMSのキャッシュメタデータ更新を含むことができる**220**ステップの変更に応じて、**1030**。ステップ**1040は、**キャッシュタグ修正含み得る**221** CMSの**220**ステップの変更に応じて、**1030**。ステップ**1040は**、追加のキャッシュ・タグ割り当て含んでもよい**221を**仮想マシンに応答して**208**である割り当てられた追加のキャッシュ・リソース。及び/又はキャッシュ・タグを除去**221を**仮想マシンに対応して**208**、より少ないキャッシュ・リソースを割り当てられます。上述したように、追加のキャッシュ・タグ**221は**、仮想マシンの仮想キャッシュメモリアドレス空間内で連続して割り当てられることができる**208**（マップモジュールによって実施変換層を用いてA **217**）。したがって、追加のキャッシュタグ**221は、**キャッシュタグの既存の、連続した範囲に添付されてもよい**221**それによって、仮想マシンのワーキングセット既存の保存、**208**サイズ変更操作中にA。キャッシュタグは、残りのキャッシュタグのワーキングセット可能にし得る、連続した範囲で除去することができる**221が**保持されます。

 [0117]

ステップ**1050は、**ステップの修正（単数または複数）ことを示す含み得るキャッシュI / O操作、再開含むことができる**1030**及び/又は**1040は、**（通信リンクを介して完了している**924**）、及びCMS指示**220を**キャッシュI / O操作を再開すると。ステップ**1050は**、従って、選択的仮想マシンキャッシュ使用I / O操作をサービスすることを含むことができる**213を**本明細書に記載されるように、。

 [0118]

図。図9（b）仮想化環境でデータをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示します。CMS **920**の図。図9（b）実施形態は、複数の仮想マシンのキャッシュ・オペレーションを管理するように構成されている**208** A-N。仮想マシン**208** A-Nは、標準的な仮想マシンであってもよい**208**別々 CMS含まないA-N **220**または他のキャッシュ固有のモジュールおよび/または構成を（キャッシュ機能以外は、標準化された仮想マシン及び/又はゲスト・オペレーティング・システムの一部として提供します） 。I /仮想マシンによって実行されるOオペレーション**208** A-Nは、ストレージスタック内のサービスされてもよい**211**の仮想化カーネル（または他のストレージ・インフラストラクチャ）**210**及び/又はホスト**202**。仮想マシンのキャッシュ**213は、** I / Oドライバ含むことができる**918**及び/又はI / Oフィルタ**919** I / O要求および/または仮想マシンの動作を識別するように構成された**208**の記憶スタック内のA-N **211**。仮想マシンのキャッシュ**213は、**上述したように、選択的にI / O要求を処理するように構成することができます。

 [0119]

仮想マシンのキャッシュ**213は、** CMS含み得る**920**仮想マシンのキャッシュ動作を管理するように構成されている**208** A-Nを。の中に図。図9（b）実施形態では、CMS **920は、**キャッシュタグの別個のセット管理**221**仮想マシンのそれぞれについて、A-Nを**208** A-N。キャッシュタグの各セットは、**221** A-Nは、仮想マシンに割り当てられたキャッシュリソースに対応することができる**208**キャッシュ・ストレージ内のA-N **216**。キャッシュタグ**221** A-Nは、したがって、仮想マシンのストレージ識別子間のマッピングおよび/または関連表すことができる**208** A-Nと対応するキャッシュリソース及び/又はキャッシュ・ストレージ内のキャッシュデータ**216**。

 [0120]

仮想マシンのキャッシュ**213は、**さらに、キャッシュプロビジョニングモジュール含んでもよい**214は**仮想マシンに動的にプロビジョニングキャッシュリソースに構成された**208**上記のように、A-N。キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、** CMSにキャッシュ割当情報を報告するように構成されてもよい**920**キャッシュ・タグを修正することができる、**221**仮想マシンのAN **208**、例えば、キャッシュタグを追加および/または除去（従ってANを**221**キャッシュに応じてAN仮想マシンに割り当てられた容量**208**上記のように、A-N）。マップモジュール**217は、**キャッシュタグのキャッシュ仮想アドレスマップするように構成されてもよい**221**キャッシュ・ストレージ内の物理キャッシュリソースにA-Nを**216**（例えば、特定のキャッシュ・チャンク**302**及び/又はページ**304**）。マップモジュールによって実施変換層**217は、**キャッシュタグ可能に**221** A-Nは、基礎となる物理的な割り当てという事実にもかかわらず、連続する仮想アドレス空間内で動作するように**224** Aは、キャッシュ・ストレージ内で非連続的であってもよい**216**。あるいは、いくつかの実施形態では、マッピングモジュール**217は**省略されてもよいし、CMS **920は、**直接キャッシュ・ストレージ内の物理キャッシュアドレスを管理するように構成されてもよい**216**。

 [0121]

キャッシュリソース割り当ての変更は、仮想マシンに透過的に発生する可能性があり**208** A-N。動的キャッシュの割り当てを変更すると、キャッシュプロビジョニングモジュール含んでもよい**214は** CMS通知**920**仮想マシンの新しいキャッシュ割り当ての**208** AN、およびCMS **920は**、キャッシュタグを更新**221** /新しいキャッシュ割当てに従ってAN（例えば、追加、およびまたはキャッシュタグ除去**221** A-N）を。いくつかの実施形態では、CMS **920は、**動的再配置が行われている間、仮想マシンのI / O操作可能に備えることができる、キャッシュ動作を停止することができる**208** I / Oドライバによって識別A-N **918は**、仮想化カーネルのストレージインフラストラクチャによってサービスされます**210**（例えば、ストレージ・スタック内の**211**）。再配置が完了した後、キャッシュタグ**221** A-Nを再配置に応じて更新され、CMS **920は、**上述したように、選択的にサービスするI / O動作を再開することができます。

 [0122]

イチジク。9C仮想化環境でデータをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示します。の中にイチジク。9C実施形態では、仮想マシン**208** B-Nは、（標準的な仮想マシンであってもよいのよう図。1. 1B及び/又は**9** B）。したがって、仮想マシンのキャッシュ**213は、** I / Oドライバ含むことができる**918**および/またはフィルタ**919を**監視および/または選択的に、仮想マシンのI / O要求をサービスするように構成され**208**、キャッシュ・ストレージ内のB-N **216**。仮想マシンのキャッシュ**213は、**特定の仮想マシンのI / O要求を無視するように構成されてもよい**208**仮想マシンのデータように、B-N、**208** B-Nは、キャッシュ記憶用いてサービスされていない**216**。

 [0123]

仮想マシン**208** Aは、しかし、異なる動作を行うことがあります。仮想マシンのキャッシュ**213は、** VLUNドライバ含むことができる**215** Aは、読み取り専用、固定サイズVLUNディスクとして動的に割り当てられたキャッシュ・リソースを表すように構成された**235**仮想マシン内でA **208**に関連して上述したように、A図。図1Aおよび図9。仮想マシン**208** Aは、独立したCMS含むことができる**220を**、仮想マシンのキャッシュ動作を管理するように構成された**208**含んでいてもよい、本明細書に記載されるようにAを、これらに限定されないが、仮想マシン内のI / O操作を監視**208**することによって（A I / Oドライバ、および/または使用は、フィルタ**218**維持）Aをキャッシュタグ**221** A、及び/又は選択的に、仮想マシンのキャッシュへのI / O要求導く**213を**通信リンクを介して**924**及び/又はI / Oドライバ**218**。

 [0124]

キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**仮想マシン間のキャッシュの割り当てを維持するように構成することができる**208**本明細書に記載されるように、A-Nを。マップモジュールによって維持変換層**217は、**仮想マシンに割り当てられた仮想キャッシュメモリアドレスとの間のマッピングを含むことができる**208** ANと物理キャッシュ・リソース**224**かかわらず、CMSかどうか、ANを**220**仮想マシン**208** ANは、例えば（仮想マシン内で動作します、内**208** A）またはCMS **920は**、仮想化カーネル内で動作する**210**。であるがイチジク。9C単一の仮想マシン描写**208は**別個の内部CMSで動作する**220** A、開示は、この点に限定されるものではなく、「標準」の仮想マシンの任意のハイブリッド組み合わせ含むことができる**208** BN（キャッシュ固有のモジュールおよび/または構成せず）を、および仮想マシンの任意の数**208**を含む別個のキャッシュ固有のコンポーネント。いくつかの実施形態では、I / O操作仮想マシンの**208** Aは、CMSの両方の使用サービスされる**220は**、仮想マシン内で動作する**208** AおよびCMS **920は**、仮想化カーネル内で動作する**210**。CMS **220** Aは、CMS使用してI / O要求の特定の範囲及び/又はタイプにサービスを提供するように構成することができる**220** CMSによってサービスされる他の範囲及び/又はI / Oの種類に対し、Aを**920**（例えば、によって監視I / Oドライバ**918**および/またはフィルタ**919**、およびCMS使用してサービス**920を**上記のように、）。

 [0125]

I / Oドライバ**918**および/またはフィルタ**919は、**仮想マシンのI / O要求を区別するように構成することができる**208**のI / O要求からB-N **208**の仮想化カーネル問い合わせることによって、VMIDに基づいて、A **210**、等。I /仮想マシンのO要求**208** Aは、ストレージスタック内の監視**部211は、**仮想マシンのキャッシュ操作ので、無視することができる**208** Aは、CMSによって処理されている**220** Aと仮想マシンのキャッシュに通信される**213** VLUNディスクを介して**235** A（及び/又は通信リンク**924**）。

 [0126]

図。9D仮想化環境でデータをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示します。同様にイチジク。9C実施形態では、仮想マシン**208** Aは、CMS含み得る**220** Aは、内部キャッシュ動作を管理するように構成される。CMS **220** Aは、キャッシュタグを含むことができる**221** A、I / Oドライバ、および/またはフィルタ**218**、およびVLUNディスク**235**上記のように、A。

 [0127]

標準的な仮想マシンのキャッシュ動作**208** B-Nは、一つ以上のCMSesによって管理されてもよい**920**仮想化層内で動作するB-N **210**。代替的に、仮想マシンのキャッシュ**213は、**単一のCMS含むことができる**920を**仮想マシンのキャッシュ動作を管理する**208**上記のように、B-N。

 [0128]

キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は、**動的仮想マシン間のキャッシュ・リソースを割り当てるように構成されてもよい**208** A-N。動的キャッシュ・リソースは、それぞれ、固定サイズVLUNディスクによって表されてもよい**235** A-N。VLUNディスク**235** AはVLUNドライバに対応することができる**215** Aは、VLUNディスク**235** BはVLUNドライバに対応することができる**215** B、VLUNディスク**235** Nは、VLUNドライバに対応することができる**235** Nなど。であるがイチジク。9C別VLUNドライバを示す図**215** A-N、いくつかの実施形態では、VLUNディスク**235** A-Nは、単一の、統合VLUNドライバによってバックアップすることができます。VLUNドライバ**215** A-Nは、それぞれの仮想マシンに割り当てられた実際の物理キャッシュ・リソースを示すように構成されてもよいです。また、VLUNドライバ**215** A-Nは、キャッシュリソース割り当ての変更に関する最新情報を発行することができます。VLUNドライバ**215** Aは、仮想マシンにキャッシュ割当の変更を示すように構成されてもよい**208**通信リンクを介してA **924**（及び/又は方法に従って**1000年**のイチジク。10）。VLUNドライバ**215** B-Nは、CMSへの割り当ての変更を示すことができる**920**仮想マシンのキャッシュ内に、直接B-Nを**213**。マッピングモジュール**217は、** VLUNディスクを介して表される仮想キャッシュ・ストレージ・リソースとの間のマッピングを維持するように構成されてもよい**235** AN及びキャッシュ・ストレージの物理的なキャッシュリソース**216**（例えば、物理キャッシュ・チャンク**302**及び/又はページ**304**の割当て内**224**の仮想のANマシン**208** A-N）。

 [0129]

上記に開示したように、仮想マシンのキャッシュ**213は、**キャッシュ・ストレージ内に格納されたデータを固定するように構成されてもよい**216**。仮想マシンのキャッシュ**213は、**マップモジュールの変換層を使用することにより、キャッシュデータを固定することができる**213**。仮想マシンので、**208** A-Nは、キャッシュ・ストレージにキャッシュデータの実際の物理アドレスを備えていない**216**などの、仮想マシンのキャッシュを介してキャッシュデータを参照する必要があり、および**213**（およびキャッシュ・プロビジョニングおよび/またはマッピングモジュール**214**および**217**）、仮想マシン**208** A-Nは、直接、他の仮想マシンのデータを参照することができないかもしれ**208** A-Nを。キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214は**、異なる仮想マシンに異なる、互換性のない仮想キャッシュメモリアドレスを割り当てるように構成されてもよい**208**、異なる、非連続アドレス範囲及び/又はアドレス空間内の仮想キャッシュアドレスとしてA-N、。異なる、互換性のない範囲の使用は、仮想マシン防止することができる**208**の他の仮想マシンの仮想的及び/又は物理的なキャッシュリソース参照誤って（または故意）からA-Nを**208** A-Nを。

 [0130]

固定データは、動的キャッシュ・リソースのプロビジョニング中に発生する可能性のある読み取り前の書き込み条件を防止含んでもよいです。例えば、最初の仮想マシン**208** Aは、キャッシュ・チャンク内の機密データをキャッシュすることができる**302**動的に別の仮想マシンに再割り当てされる**208** B.キャッシュ仮想マシン**213は**、仮想マシンを防止するように構成されてもよい**208** Bチャンクからデータを読むこと**302**仮想マシンによって書かれていなかった**208**いくつかの実施形態では、Bは、キャッシュプロビジョナ**213は、**キャッシュ・チャンク消去するように構成することができる**302を**チャンクを再割り当てすることに応答して**302**の異なる仮想マシンに**208** AN（または仮想の間の関連付けを削除します機械**208** A-Nおよびキャッシュチャンク**302**）。消去は、しかしながら、キャッシュ記憶の特性により効率的ではないかもしれない**216**。ソリッドステートストレージを消去する（読み取りおよび/または書き込み動作よりも100から1000倍長い）、及び記憶媒体の摩耗を増加させることができる他のストレージ動作よりも時間がかかることがあります。したがって、仮想マシンキャッシュ**213は、**他の方法で読み取り前の書き込み状態を防止するように構成することができます。いくつかの実施形態では、例えば、仮想マシンのキャッシュ**213は、**再割り当てのチャンクトリミングするように構成することができる**302**（例えば、論理チャンクに保存されたデータ無効化**302**）。キャッシュ・チャンク**302**消去および/または前に再割り当てすることが無効にされると呼ぶことができる「未使用チャンク」対照的に、チャンク**302**別の仮想マシンを含むデータ**208** AN（と消去されなかったか、整えは）と呼ばれます読み取り前の書き込みセキュリティの危険を防ぐために監視することができる「使用」または「ダーティチャンク、」。

 [0131]

に言及 イチジク。8B、仮想マシンのキャッシュ**213は、**キャッシュ・チャンクに関する監視状態のメタデータを維持するように構成されてもよい**302**。監視状態のメタデータ**320は、**パワーサイクルイベントの後の使用のために持続することができます。監視状態のメタデータ**320は、**ビットマスクを含んでもよいです。いくつかの実施形態では、使用されるチャンクのそれぞれ4kbのサブ部分**302は、**対応する書き込みがあったかどうかを決定するために監視されます。モニタリング・メタデータ**320が**使用されるか、または汚れたチャンク再割り当てに応答して生成することができる**302を**仮想マシン間**208** A-N。再配置後、チャンクの各サブ部分**302は、**使用チャンクことを保証するために、読み出し動作の前に試験することができる**302は、**仮想マシンによって書き込まれた**208** A-Nは、読み出しを実行しよう。

 [0132]

の中に イチジク。8B実施形態では、チャンク**302** Aが再割り当てされます。チャンクのサブ部分**302** Aを参照Mで表される1を m個のを通してN。書き込み動作の指示は、監視メタデータにおける「1」により反射されてもよい**320**。仮想マシンのキャッシュ**213が**書き込まれていないサブ部分で読み取り操作を防ぐように構成することができる（例えば、「1」でマークされていません）。

 [0133]

上記に開示したように、仮想マシン**208** A-Nは、ホスト間で転送されてもよい**202**パワーダウン及び/または仮想マシンリセットせずに、**208** A-Nを。そのような転送動作を簡略化することができる場合、仮想マシン**208**ホスト間で共有されているA-N参照リソース**202**仮想マシンので、**208** A-Nは、新しいホストに転送するとき、同じリソースにアクセスすることができるであろう**202**。しかし、仮想マシン**208**の「ローカル」リソース（特定のホスト上でのみ利用可能な、例えば、リソース）を参照A-Nは、転送されるのを防止することができます。

 [0134]

の中に イチジク。1A実施形態では、CMS **220は、**仮想マシンのキャッシュにアクセスするように構成することができる**213の**「仮想ディスク」を通じて（例えば、VLUNディスク**235**）が仮想化カーネル**210**「共有デバイス」（および/または阻止しないデバイスとして扱います仮想マシン**208**ホスト間で転送されてからA-N **202**）。仮想ディスクは、ホストでサポートされている「仮想マシンのディスクフォーマット」（VMDK）に設けられてもよい**202**および/または仮想化カーネル**210**。に関連して上述したように図。図9（a）、I / Oドライバ**218は、** I / Oフィルタ含んでもよい**219**仮想マシンのI / O操作監視するように構成されている**208**以下で説明する仮想ディスク（例えば、VLUNディスクに向けAN、切片I / O操作を）、および仮想マシンのキャッシュにI / O操作（および他の関連データ）を転送する**213**。I / Oフィルタ**219は、**「上」、仮想マシンのストレージスタック内のSCSIおよび/またはVSCSIレベル動作することができる**208** A-N。I / Oフィルタ**219は、** CMSとの間を通過するI / O要求（および応答）を提供することができる**220**の仮想マシン**208** A-Nおよび仮想マシンのキャッシュ**213**。I / Oフィルタは、さらに、構成、コマンド、および/または制御データ（例えば、仮想マシンのキャッシュとのハンドシェイクプロトコルを実行するような他のデータ通信を提供することができる**213**）。仮想ディスクはVLUNディスクとして表されてもよい**235**ホストのVMDKフォーマットに従って実装**202**および/または仮想化カーネル**210**。仮想ディスクは仮想ディスクストレージに使用されていないため、（例えば、数メガバイト）を比較的小さくすることができるが、仮想マシン間の通信のための導管として**208**と仮想マシンのキャッシュ**213**の仮想化カーネルで**210**。

 [0135]

仮想マシン**208** A-Nは、他の方法で共有ストレージをエミュレートするように構成することができます。例えば、いくつかの実施形態では、仮想マシン**208** A-Nは、複数のホストを横切って1つまたは複数の「共有」VLUNディスクを複製するように構成することができる**202**ホストに、VLUNディスクが共有デバイスであるように見えるよう、こと、。例えば、VLUNディスクは同じシリアル番号または他の識別子を共有することができます。ホスト**202**および/または仮想化カーネル**210は**、従って、共有デバイスとしてVLUNディスクを扱うことができ、仮想マシン許可**208** A-Nは、ホストから/へ転送する**202**。「共有」ディスクの小さな数は、例えば、仮想マシンが参照に制限することができる限られた記憶リファレンス（枯渇防ぐことができる、作成する必要があるため、上述VDMKアプローチは、しかしながら、このアプローチに勝る利点を提供することができる**256**の記憶装置を）。

 [0136]

いくつかの実施形態では、仮想マシン**208** A-Nは、共有ストレージをエミュレートするために必要とされなくてもよいです。例えば、仮想マシン**208**のA-N図。図1B及び図9B（同様に、仮想マシン**208**のB-N図。9C、9D）直接VLUNディスク参照しなくてもよい**235**及び/又はホストに対してローカルな任意の他のリソース**202**。

 [0137]

に戻って イチジク。1A、共有ストレージは、I / Oフィルタを使用することによってエミュレートすることができる**219**仮想マシン内で動作する**208** A-N。I / Oフィルタ**219は、**特定の仮想マシンディスクに向けI / O操作（のVMDK）を監視するように構成することができます。仮想化カーネル**210は、**共有ストレージとしてのVMDKを扱うこと。従って、任意の仮想マシン**208** VMDKにマップA-N（例えば、VMotionの™操作で）転送されるために利用可能であってもよいです。

 [0138]

CMS **220は**、キャッシュタグ維持するように構成されてもよい**221**最適を表すことができる、そのようなキャッシュ・アドミッションポリシー、キャッシュ保持及び/又は立ち退きポリシーのような1つ以上のキャッシュポリシーのアプリケーションごとのキャッシュのワーキングセット（例えば、キャッシュエージングメタデータは、キャッシュは、メタデータ、LRU、「辛」および/または「冷たさ」など）、キャッシュプロファイリング情報、ファイル-および/またはアプリケーションレベルの知識などを盗みます。したがって、ワーキングセットは、仮想マシンの最適なI / O性能を提供するキャッシュデータのセット表すこと**208**、特定の動作条件の下でA-Nを。ワーキングセットは、開発および/または改善するためにかなりの時間がかかることがあります。CMS **220は、**キャッシュタグを保持するように構成されてもよい**221**仮想マシン**208**、再配置転送、および/または仮想マシンの移行に応答して、A-Nを**208**別のホストにA-Nを**202**（VMotionの™動作において、例えば、）。キャッシュタグ保持**221は**キャッシュタグ維持含むことができる**221を**、仮想マシンのメモリに**208** A-Nおよび/またはキャッシュタグ無効化しない**221を**再配置中に。あるいは、またはそれに加えて、キャッシュ・タグ保持**221は**、キャッシュ・タグを保持含むことができる**221** CMS仮想マシンを**220**仮想化カーネル内で動作**210**に関連して上に開示されているように、例えば、（図。図1（b）、および**9** B- **9**キャッシュタグのスナップショットを生成するステップを含むことができるD）、**221**、格納キャッシュタグ**221を**ホストのメモリ内**202**のキャッシュタグ、転写及び/又は押圧**202を**別のホストに**202**、等。

 [0139]

キャッシュタグ保持**221は**さらに、キャッシュ・プロビジョニングモジュールからキャッシュ記憶を要求含んでもよい**214**新しいホストの**202**キャッシュタグの追加および/または削除および/または選択的に**221を**宛先ホストにキャッシュ・ストレージの異なる量を割り当てされることに応答して**202**。いくつかの実施形態では、CMS **220**仮想マシン内で動作する**208** A-Nは、キャッシュタグ保持してもよい**221を**キャッシュタグによって参照されるキャッシュデータがあるという事実にもかかわらず、**221**キャッシュ・ストレージ内に存在しない**216**宛先ホストの**202**仮想マシンの**208** A-N。仮想マシンのキャッシュ**213は、**キャッシュ・ストレージ取り込むように構成されてもよい**216**以前のホストからキャッシュデータとを**202**仮想マシン**208**（ネットワーク転送を介して、例えば）A-Nおよび/または一次記憶システムから**212**（または他の記憶資源）。仮想マシンのメモリ空間の外部に格納され、特定のそのようなライトスルーキャッシュデータとしてしかしながら、キャッシュデータ、、、書き込み決してキャッシュデータ、及び/又はキャッシュ・メタデータ**208は、** A-Nは、以前のホストから利用可能であってもよい**202**。

 [0140]

イチジク。11A仮想化環境でのキャッシングのためのシステムおよび装置の実施形態のブロック図である**1100**。仮想コンピューティング環境**1100は**、複数のホスト含む**202**それぞれの仮想化カーネル含み得る各々がA-N、**210を** 1つまたは複数の仮想マシンのサポート**208**。ホストの一つ以上**202** A-Nは、さらに、それぞれの仮想マシンのキャッシュ含み得る**213**キャッシュ・プロビジョニング・モジュールを含む、A-Nを**214**とキャッシュ・ストレージ**216**。であるがイチジク。11A3つのホストシステム描写**202** A-Nが、本開示はこの点に関して限定されるものではなく、ホストの任意の数含むことができる**202** A-Nを。

 [0141]

上記に開示したように、各仮想マシン**208は、**それぞれのVMIDを割り当てることができます。仮想マシン場合VMIDを割り当てることができる**208は**ホスト上でインスタンス化された**202**（初期化および/またはハンドシェイクプロトコル中、EG）A-N。VMIDは、プロセス識別子、スレッド識別子、または任意の他の適切な識別子を含んでもよいです。いくつかの実施形態では、VMIDは、一意の仮想マシン識別することができる**208を**特定のホスト上で**202** A-Nおよび/またはホストのグループ内の内**202** A-N。例えば、ホストが**202** ANは、クラスタと、同じ名前空間内で動作することができ、各仮想マシンのVMID **208は、**仮想マシン間（一意のクラスタの名前空間内で一意とすることができる**208**ホストにデプロイ**202** ANにクラスタ）。いくつかの実施形態では、VMIDは、メディアアクセス制御（MAC）アドレス、ネットワークアドレス、識別名、等、ホスト識別子を含むことができます。VMIDは、仮想化カーネルによって割り当てられた識別子含み得る**210**、ハイパーバイザ、ホスト**202** A-N、など。したがって、いくつかの実施形態では、VMIDは、一意の仮想マシン識別することができる**208を**特定の名前空間に、ホスト識別することができる**202**仮想マシンその上にA-N **208は**、現在展開されている（または以前に展開された）を。あるいは、またはさらに、各仮想マシン**208は、**現在のホスト識別子と以前のホスト識別子を維持するように構成されてもよいです。

 [0142]

いくつかの実施形態では、仮想マシンの一つ以上**208** A-Nは、再配置及び/又はホストとの間で転送されることが可能であってもよい**202** A-N。例えば、仮想マシン**208** Xは、ホストから移行することができる**202**ホストに**202**（のVMotion™または同様の操作で、例えば）B。本明細書に開示されたシステム、装置、および方法は、仮想マシンのキャッシュ状態移行を提供することができる**208**ホストからXを**202**ホストに**202**仮想マシンのキャッシュ状態移行B. **208** Xは、キャッシュメタデータを移行含んでいてもよい（例えば、キャッシュタグ**221** X [A]）ホストに**202** B、仮想マシンのデータ移行**208**キャッシュ・ストレージ内に導入されたX **216**ホスト上のA **202** A（キャッシュデータ**224**、X [A]）と以下のように。したがって、仮想マシン転送**208**ホストからXを**202** Aをホストするために**202** Bは、仮想マシンのキャッシュ状態保持含み得る**208**仮想マシンに応答してXを**208** Xホストから転送される**202** A及び/又はキャッシュの部分を転送します宛先ホストに状態**202** B.を保持および/または仮想マシンのキャッシュ状態を転送する**208** Xは、キャッシュメタデータを保持及び/又は移送含むことができる（キャッシュタグ**221** X [A]）及び/又はキャッシュデータ**224** X [A]仮想マシンの**208** X.

 [0143]

の中に イチジク。11A実施形態では、仮想マシン**208** Xは、CMS含む**220**本明細書に開示されているように、Xを、選択的に、仮想マシンのI / O操作サービスするように構成することができる**208**仮想マシンのキャッシュを用いてXを**213**ホストのA **202** / Aとまたはキャッシュ・リソースに応じて動的に仮想マシンに割り当てられた**208**のホストでX **202** A（例えば、キャッシュ・ストレージ**224** X [A]）。CMS **220** Xは、I / Oドライバを含む、および/またはフィルタリングすることができる**218**仮想マシン内でI / O操作を監視するように構成することができるX、**208** Xおよび/またはCMSとの間の通信リンク（図示せず）を提供**220** Xを仮想マシンのキャッシュ**213**。CMS **220** Xは、（キャッシュ・タグを含むキャッシュメタデータを維持するように構成されてもよい**221**仮想マシンに割り当てられたキャッシュリソースに応じて、X [A]）を**208**キャッシュプロビジョニングモジュールによってX **214**に示されるようにA.イチジク。11A、キャッシュタグ**221** X [A]は、仮想マシン内に維持することができる**208**（例えば、仮想マシンのローカルメモリ空間内のX **208** Xを）。

 [0144]

キャッシュタグ**221** Xは[A]のキャッシュ・データに対応することができる**224** X [A]のキャッシュ・ストレージの物理的な記憶位置に記憶されている**216** A（例えば、キャッシュ・チャンク**302**及び/又はページ**304**）。キャッシュデータ**224** X [A]は、キャッシュタグの識別子に関連付けることができる**221** X [A]及び/または仮想マシンのVMID **208**マップモジュールによってX **217**上に開示されたように、。

 [0145]

仮想マシン**208** Xは、ホストから転送されてもよい**202**ホストに**202**仮想マシン転送B. **208** Xは、仮想マシンの現在の動作状態転送含んでもよい**208**仮想マシンの現在のメモリイメージまたは状態を含むXを**208** X（例えば、スタック、ヒープ、仮想メモリの内容など）。したがって、中イチジク。11A実施形態では、キャッシュタグ**221** X [A]は自動的にホストに転送することができる**202**仮想マシンとB **208** Xは、（示さ**221**ホスト上でX [B]を**202** B）。キャッシュタグ転送**221** X [A]ホストに**202**キャッシュ・タグを組み込む含むことができるBを**221**仮想マシンに割り当てられたキャッシュリソースに応じて、X [B]を**208** Xホスト上で**202**の追加および/または削除含むことができ、Bキャッシュタグの部分**221**ホスト上のX [B] **202** B、上に開示されたように。

 [0146]

上記に開示したように、仮想マシンのキャッシュ状態を転送する**208** Xは、さらに、キャッシュ・データを転送含むことができる**224**のキャッシュタグれる[A] Xを**221** X [B]参照します。キャッシュデータの転送**224** X [A]は、キャッシュデータを保持含むことができる**224**ホスト上のX [A] **202**仮想マシンに応じてAが**208が** X転送されそこ。保持されたキャッシュデータの一部を要求する**224** X [A]ホストから**202**。及び/又はキャッシュデータの部分転送**224**ホストとの間のX [A] **202** Aおよび**202** Bを

 [0147]

いくつかの実施形態では、参照 イチジク。11A、仮想マシンのキャッシュ**213**ホストにB **202** Bは、仮想マシンのキャッシュ状態の部分を転送するように構成されてもよい**208**仮想マシンという決定に応答してXを**208** Xがホストに転送された**202**の別のホストからB **202** A仮想マシンのキャッシュ**213** Bは、転送された仮想マシンを識別するように構成することができる**208** Xおよび/または仮想マシンと判断**208** Xがホストに転送される**202**仮想マシンの前にB **208** Xは、その上に到達します。いくつかの実施形態では、仮想マシンのキャッシュ**213** Bは、仮想マシンことを識別する**208** Xがホストに移し、**202**仮想マシンからのキャッシュ要求の受信に応答してB **208** VLUNドライバを介して、例えば、（Xが**215**及び/又は通信リンク**924**）。ホストに転送された後、**202** B、CMS **220** Xは、I / O動作が仮想マシン内でI / Oを監視含むことができる、使用してサービスしようとし続けることができる**208**、とりわけ使用X（I / Oドライバ**218** X）および/または仮想マシンのキャッシュに選択されたI / O要求を方向付ける**213** VLUNディスクを介してBが**235の**、しかし、キャッシュ・リソースおよび/またはキャッシュデータを参照することができるX.要求**224**キャッシュ・ストレージ内でX [A] **216** Aホスト**202**のホスト上に存在しないA **202の** B.要求がさらに転送さ仮想マシンのVMID含み得る**208** Xを

 [0148]

仮想マシンキャッシュ**213**ホストにおけるB **202** Bは、仮想マシンと判断してもよい**208** Xがホストに移し、**202** CMSからのキャッシュ要求の受信に応答してB **220**仮想マシンのX **208** X。仮想マシンのキャッシュ**213** Bには、キャッシュ・スペースを決定しないことができる仮想マシンに割り当てられている**208** X設けVMIDを含む、キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214** Bは、キャッシュ・ストレージに割り当てられていない**224**仮想マシンのX [B]を**208**そうX、及びに。いくつかの実施形態では、仮想マシンのキャッシュ**213** Bは、仮想マシンと判断してもよい**208** Xがホストに移し、**208** VMIDのホスト識別子に基づいて、B。ホスト識別子は、ホスト参照することができる**202**新しくパワーオン状態の仮想マシンのホスト識別子に対し、Aを**208**ホスト上の**202** Bは、ホストのホスト識別子を含むことができる**202** Bを（またはブランクであってもよいです）。あるいは、またはそれに加えて、仮想マシン**208** Xは、ホスト参照することができる別のホスト識別子を含むことができる**202** Aを、仮想マシンのキャッシュとハンドシェイク・プロトコルでアクセスすることができる**213** B.

 [0149]

いくつかの実施形態では、仮想マシンのキャッシュ**213** Bは、仮想マシンが通知されてもよい**208** Xがホストに移行されている**202**通知が以前ホストによって生成されてもよいB. **202** A、仮想マシンのキャッシュ**202** A、仮想化カーネル**210** Aまたは**210** B、管理プロセスまたはエンティティ、等。通知は、仮想マシンのVMID含むことができる**208** X、仮想マシンのキャッシュ要件**208**ようにXを、と。

 [0150]

転送仮想マシンの識別に応答して、**208** Xを、仮想マシンのキャッシュ**213** Bは、ハンドシェーク・プロトコルを開始することができます。ハンドシェイクプロトコルは、仮想マシンにキャッシュ・ストレージリソースを割り当てる含み得る**208** X（例えば、キャッシュ領域**224**キャッシュプロビジョニングモジュールによってX [B]）、**214** B.仮想マシンに割り当てるキャッシュ・ストレージの量**208** Xに基づくことができます仮想マシンに割り当てられたキャッシュ・ストレージのサイズに**208**ホストにX **202** A（キャッシュ・ストレージ**224** X [A]）、仮想マシンのワーキングセットのサイズ**208** X（例えば、キャッシュタグの数**221** X [B]）、その上で利用可能なキャッシュリソース、および。キャッシュプロビジョニングモジュール**214** Bは、十分なキャッシュ・ストレージを割り当てることを試みることができる**224**保持キャッシュのタグをサポートするために、X [B]を**221** [A] Xを。十分なキャッシュ・ストレージを割り当てることができない場合、CMS **220** Xは保持キャッシュタグ変更するように構成されてもよい**221**新しいキャッシュ・ストレージの割り当てに応じて、X [B]を**224** X [B]。過剰キャッシュリソースが利用可能である場合は、CMS **220** Xは保持キャッシュタグに新しいタグを追加するように構成することができる**221** X [B]。割り当ては、仮想ディスクを介して通信することができる**235** X及び/又はI / Oドライバ**218**上記のように、X（例えば、SCSIフィルタドライバ）。

 [0151]

仮想マシンのキャッシュ状態転送**208** Xは、キャッシュ・ストレージ内に格納されたキャッシュデータの転送部分含んでいてもよい**216**ホストの**202** A（キャッシュデータ**224**ホストにX [A]）を**202**、いくつかの実施形態において、Bを仮想マシンのキャッシュ**213** Aは、保持モジュール備えることができる**1128**のキャッシュデータを保持するように構成されてもよいAを、**224** X [A]仮想マシン**208** Xは、仮想マシンの後に**208** Xは、ホストから転送され**202**、キャッシュデータA. **224** X [A]は、保存期間のために保持することができ、および/または仮想マシンのキャッシュまで、**213** Aが保持キャッシュデータと判断しない**224**はもはや必要とされているX [A]。保持モジュール**1128は、** Aは、キャッシュデータを保持するかどうかを決定することができる**224** Xを[A]（及び/又はキャッシュデータの保存期間を決定する）を含む種々の保持ポリシーの考慮事項に基づいて、これらに限定されないが、キャッシュ・ストレージの可用性**216** A、キャッシュ・ストレージの可用性**216** B、保持されたキャッシュデータの相対的な重要度**224** X [A]（他の仮想マシンのキャッシュ要件と比較して**208**）、キャッシュデータかどうかを**224** X [A]は、プライマリストレージシステムに利用可能である**212**（又は他のバッキングストア）、キャッシュ・モード及び/又はキャッシュデータの永続性レベル**224** X [A]、など。例えば、ライト決してキャッシュモード（書き込まスルーされていないプライマリストレージシステムにキャッシュデータに格納されたキャッシュデータ**212**）のみ元の仮想マシンのキャッシュで利用可能であってもよい**213**キャッシュ保持モジュールA. **1128** A月書き込み決してキャッシュデータを新しいホストに転送されるまで、ライトは決してキャッシュデータの保持を優先するように構成され**202**例えば、ライトスルーおよび/またはライトバックキャッシュを（別のキャッシュモードで保存されたキャッシュデータ、対照的にB.このデータは、プライマリストレージシステムから利用可能になるので、モード）は、低い保持優先度を有することができる**212**。いくつかの実施形態では、保持ポリシーは、転送しきい値を含みます。保持キャッシュデータ**224** X [A]は、保持キャッシュデータの閾値量まで保持することができる**224** [A] Xは、転送されています。あるいは、またはさらに、保持キャッシュデータ**224**、それがホストに転送されるようにX [A]が除去されてもよい**202** B（例えば、ホストへ転送部**202** Bは、直ちにキャッシュ記憶から除去することができる**216**ホストの**202** A）。

 [0152]

上記に開示したように、CMS **220**仮想マシンのX **208** Xは、キャッシュメタデータ（キャッシュタグ保持するように構成されてもよい**221**ホストでX [B] **202**キャッシュ記憶するという事実にもかかわらず、B）を**216** Bはキャッシュを含みませんデータは、キャッシュタグ**221** Xは、[B]参照します。仮想マシンが**208** Xが割り当てられたキャッシュ資源であるかもしれない**224**ホストでX [B] **202** B、新たに割り当てられたリソースは、キャッシュ・データが取り込まれなくてもよい**224** X [A]仮想マシンの**208** X.さらに記載のように詳細は、本明細書において、仮想マシンのキャッシュ**213** Bは、キャッシュ・ストレージを取り込むように構成されてもよい**224**キャッシュデータとX [B] **224**キャッシュ記憶から転送されたX [A] **216** A及び/又は一次記憶システムから**212**再構成するために、仮想マシンのワーキングセット**208**ホストでX **202** B.

 [0153]

仮想マシンのキャッシュ**213** Bは、キャッシュ・転送モジュール備えることができる**1130**アクセス・キャッシュ・データを構成することができるB、**224**仮想マシンの[A] Xを**208**前ホストでX **202** A.キャッシュ転送モジュール**1130** Bが構成されていてもよいです以前のホストを識別するために**202** VMIDの使用（例えば、仮想マシンによって維持以前ホスト識別子にアクセスすることによってAを**208** X）を、仮想マシン問い合わせることによって**208**、Xを仮想化カーネル照会**210** B（または他のエンティティ）、または以下のように。キャッシュ転送モジュール**1130** Bは保持キャッシュデータのホスト識別子および/またはホストアドレス情報要求部を使用することができる**224** X [A]ホストから**202**のネットワークを介してA **105**。いくつかの実施形態では、キャッシュ転送モジュール**1130は** Bを決定および/またはホストのネットワークアドレス及び/又はネットワーク識別子（ネットワーク名または参照）を導出するように構成された**202**のホスト識別子からAを。

 [0154]

仮想マシンのキャッシュ**213** Aは、キャッシュ・転送モジュール備えることができる**1130**選択的に保持キャッシュデータへのアクセスを提供するように構成されているA **224** Xは[A]仮想マシン**208**いくつかの実施形態において、Xは、キャッシュ転送モジュール**1130は** Aをするように構成され保持されたキャッシュデータをセキュア**224** Xを[A]。例えば、キャッシュ転送モジュール**1130** Aは、要求側エンティティ（例えば、仮想マシンのキャッシュすることを検証するように構成されてもよい**213** B）が保持されたキャッシュデータにアクセスすることを許可されて**224**、その仮想マシンを検証含むことができ、X [A]を**208** Xは、ホストにデプロイされた**202** B及び/又は保持するキャッシュデータの要求することを確認する**224** X [A]は、仮想マシンによって認可されている**208** X（又は他の認可実体）。例えば、キャッシュ転送モジュール**1130** Aは、転送仮想マシンに関連付けられた信用証明書要求できる**208**例えばVMIDとしてX、等。あるいは、またはそれに加えて、キャッシュ・転送モジュール**1130** Aは、転送仮想マシンによって生成された署名検証含むことができ、暗号化検証を実施することができる**208** X、等。

 [0155]

キャッシュデータ**224** X [A]は、ホスト間で転送されてもよい**202** A及び**202**を含む様々なメカニズムを使用してBが、これらに限定されない：プッシュ転送、デマンドページング転送、プリフェッチ転送、バルク転送、等。

 [0156]

プッシュ転送はキャッシュ転送モジュールを備えることができる**1130** Aプッシュキャッシュデータ**224** X [A]仮想マシン**208**ホストにX **202** Bキャッシュデータの要求を受信することなく**224** X [A]（例えば、ホストの前に**202** Bは、キャッシュデータを要求する**224** X [A]）。転送モジュールキャッシュ**1130** Aは、キャッシュデータをプッシュするように構成されてもよい**224**仮想マシンのXが[A] **208**仮想マシンという決定に応答してX **208** Xがホストに転送される**202の** B.キャッシュデータ**224** X [ A]新しいホストにプッシュされてもよい**202**転送が完了する前に、転送が実際に起こる前に、および/または仮想マシンの前にBを**208** Xが新しいホストのハンドシェークプロトコル開始**202** B.キャッシュデータを押す**224** Xを[A]仮想マシンのキャッシュに通知するために役立つことができる**213**仮想マシンB **208** Bはこれに転送されています。これに応答して、仮想マシンキャッシュ**213** Bは、先制キャッシュ・リソースを割り当てることができる**224**仮想マシンのX [B]を**208** X及び/又はキャッシュデータをキャッシュに移入開始**224** X [A]は、ホストから押し出さ**202** A.

 [0157]

デマンドページング転送が保持キャッシュデータ転送含んでもよい**224**仮想マシンによって生成されたI / O要求に応答してX [A]を**208**ホストにデプロイした後にX **202** B（例えば、オンデマンド）。転送され、キャッシュデータ**224** X [A]は、I / O要求を処理するために使用することができます。また、転送キャッシュデータ**224** Xは[A]のキャッシュ・ストレージ内に導入されてもよい**216**新しいホストのB **202** B.あるいは、転送キャッシュデータ**224** Xは[A]後で入院（またはしないでもよいです全て）、ホストのキャッシュポリシー及び/又はキャッシュ・リソース割り当てに応じて、**202** B.

 [0158]

プリフェッチ転送は、キャッシュデータを転送含むことができる**224** X [A]（例えば、近接等により）プリフェッチ・キャッシュポリシーに従って。量および/またはキャッシュデータの範囲**224** [A] Xがホストからプリフェッチする**202** Aにより決定することができる、とりわけ、CMSのキャッシュメタデータ**220** X（例えば、キャッシュエージングメタデータ、「辛」など）。したがって、いくつかの実施形態において、キャッシュ転送モジュール**1130** Bは、CMS照会するように構成することができる**220**のキャッシュデータを識別するために、Xを**224**プリフェッチ動作をX [A]プリフェッチのために（もしあれば）及び/又は優先順位付け。

 [0159]

バルク転送は、キャッシュデータを転送含むことができる**224**のバルクにおけるX [A]、仮想マシンのI / O操作の独立**208** X.、バルク転送が全体キャッシュ記憶をポピュレート含むことができる**224**の仮想マシンに割り当てられたX [B] **208** Xホストで**202**あるいはB.、バルク転送は、キャッシュ・ストレージのサブセットポピュレート含み得る**224** Xを上述のように、[B]は、仮想マシンCMSのキャッシュメタデータに基づいて選択することができる**220** X及び/又は決定仮想マシンに割り当てられたキャッシュ資源の違いによって**208**ホストでX **202** A及び**202** Bの

 [0160]

キャッシュ転送モジュール**1130** Bは、さらに、キャッシュ・モード及び/又はキャッシュデータの状態に応じて、キャッシュ転送（例えば、プリフェッチ及び/又はバルク転送）を優先するように構成されてもよい**224** X [A]。例えば、ライト決してキャッシュモードまたはライトバックキャッシュモードでキャッシュされている（まだ一次記憶装置にバックアップされていない）データは、以前のホストから利用可能である**202** A、そのようなものとして、データを優先してもよいですそれは別の源（例えば、プライマリストレージシステムから利用可能である**212**）。したがって、キャッシュ転送モジュール**1130** Bは、キャッシュデータのプリフェッチ及び/又はバルク転送特定の部分に構成されてもよい**224** X [A]はなく、オンデマンドページングなどを待ってより。

 [0161]

キャッシュストレージモジュール**1131** Bを選択的キャッシュデータを受け入れるように構成されてもよい**224**キャッシュにX [A] **224** X [B]。キャッシュ記憶モジュール**1131** Bは、さらに、キャッシュデータを取り込むように構成されてもよい**224**そのようなプライマリストレージシステムなどの他のソースからX [B] **212**、他のホスト**202** N、など。キャッシュ記憶モジュール**1131** Bは、キャッシュ・データを関連付けるように構成されてもよい**224**保持キャッシュタグの識別子とX [B]を**221**保持キャッシュタグで参照するように、X [B] **221** X [B]が有効あたりままマッピングは、マップモジュールによって実装**217**上記のように、。

 [0162]

キャッシュデータの要求に応答して、**224** X [A]仮想マシンの**208** X、キャッシュ転送モジュール**1130** Aは、とりわけ使用要求されたキャッシュデータを識別するように構成されてもよい、転写仮想マシンのVMID **208** X（によりますマップモジュールの使用**217**）。キャッシュ転送モジュール**1130** Aは、要求されたキャッシュデータを転送することができる**224**キャッシュ転送モジュールにX [A]（使用可能な場合）**1130**、ネットワークを介してB **105**。

 [0163]

キャッシュ転送モジュール**1130** Bは、キャッシュデータを取り込むように構成されてもよい**224**そのようなプライマリストレージシステムなどの様々な他のソースからX [B] **212**、または他の共有ストレージリソースを。キャッシュ転送モジュール**1130** Bは、ネットワークポリシー、帯域幅ポリシー、ホストリソースポリシー、プライマリストレージリソースポリシー、などを含むことができるさまざまなポリシーの考慮事項（例えば、キャッシュ転送ポリシー）に基づいて、キャッシュデータのソースを選択することができます。 。例えば、ネットワークという決定に応答して、**105を**非常に混雑している、キャッシュ転送モジュール**1130** Bは、転送（バルク転送を延期）及び/又は別のソースから、キャッシュ・データを転送するデータ量を低減するように構成されてもよいですネットワークの独立した**105**。同様に、キャッシュ・転送モジュール**1130** Bは、ホストに要求指示することができる**202**（プライマリストレージシステムとは対照的に、Aを**212**プライマリストレージシステムと判断することに応答して）**212が**高負荷であり且つ/又は利用可能な帯域幅が限られています。データの特定のタイプは、しかし、唯一のホストから利用可能であってもよい**202**。例えばA.、まだ書かスルーされていないプライマリストレージシステムに決して書き込まないおよび/またはライトバック・キャッシュ・データ**212は**、のみ利用可能であってもよいですホストから**202** A.キャッシュ転送モジュール**1130** Bは、データを識別するために、データ損失の可能性を低減するために、このようなデータ転送を優先するように構成することができます。

 [0164]

保持されたキャッシュデータ**224** X [A]は、他の仮想マシンで使用することができないキャッシュリソース表すことができる**208**ホスト上で動作するA-N **202**このようA.、キャッシュ維持モジュール**1128** Aは、選択的に保持キャッシュのデータを削除するように構成されてもよいです**224**それはもはや必要および/または保持ポリシーに従ってれるX [A]。保持ポリシーは、上述した保持ポリシー因子に基づいて決定されてもよいです。いくつかの実施形態では、キャッシュ・転送モジュール**1130** Bはホストに通知するように構成されている**202を**ホストに転送されたキャッシュデータ**202**、キャッシュ保持部となるよう他のソースからB **1128** Aは、対応する保持キャッシュデータ削除することができ**224** Xを[A]キャッシュ記憶から**216**キャッシュ転送モジュールA. **1130** Bは、さらに、ホストに通知するように構成することができる**202**キャッシュデータ内の他の条件の**224** [A] Xは、もはやそのような場合のように、保持される必要がありますデータ（例えば、整え）削除、上書き、改変、及び/又はキャッシュ記憶から追い出される**216** Bホストで**202**、ホストに転送されると、例えばB. **202** B、仮想マシン**208** Xは、記憶を行うことができますキャッシュデータに対応するデータを削除するか、またはトリムする操作**224** [A] Xがホストに保持**202**に応答してA.を、キャッシュ転送モジュール**1130** Bはホストに通知しないことができる**202**に対応するキャッシュデータことAを**224**もはやする必要がX [A]キャッシュ・ストレージ内に保持さ**216** A.

 [0165]

上記に開示したように、いくつかの実施形態において、キャッシュ転送モジュール**1130** Aは、「プッシュ」キャッシュデータに構成されてもよい**224** X [A]ホストに**202件の** B.プッシュキャッシュデータが保持され、キャッシュデータ転送含むことができる**224**にX [A]をキャッシュ転送モジュール**1130** B（及び/又はキャッシュ記憶モジュール**1131** B）要求受信せず（キャッシュデータの要求とは無関係に**224** X [A]）。キャッシュ転送モジュール**1130** Aは、新しいホストのホスト識別子を決定することができる**202** Bユーザー設定スルー。検証処理は、上述しました; キャッシュ転送モジュールによってアクティブポーリング**1130** A。転送仮想マシンによって実装コールバック**208** X。など。いくつかの実施形態では、仮想マシンのキャッシュ**213**ホストのB **202** Bは、仮想マシンことを識別することができる**208** Xは、ホストから転送された**202**ホストからプッシュ・キャッシュ・データを受信することに応答してA **202**上記のように、A。キャッシュ転送モジュール**1130** Aは、データの損失を防ぐために、そのような書き込みは決してキャッシュデータとして、選択的に優先度の高いキャッシュデータをプッシュするように構成することができます。

 [0166]

イチジク。11B仮想化環境でデータをキャッシュするためのシステムおよび装置の実施形態を示します。の中にイチジク。11B実施形態では、仮想マシン**208** Xは、CMS含まない標準的な仮想マシンで**220** Xおよび/または他のキャッシュ固有のモジュール、構成要素、および/または構成を。仮想マシンのキャッシュ動作**208**ホスト上のX **202** Aは、従って、CMSによって管理されてもよい**220**仮想化カーネル内で動作する**210** CMS A. **220** Aは、仮想マシンのI / O要求を監視するように構成されてもよい**208** X仮想化カーネルの記憶スタック内の**210** I / Oドライバを用いてA（及び/又はホスト・オペレーティング・システム）および/またはフィルタ**218を**、選択的キャッシュ記憶から特定のI / O要求サービスに**216** Aを、として前述。

 [0167]

上記に開示したように、仮想マシンのキャッシュ**213** Aは、仮想マシンのデータを保持及び/又は転送キャッシュするように構成されてもよい**208** Xの仮想マシンに対応して**208** X別のホストに移行して**202**に示されるようにB.イチジク。11B、キャッシュタグは**221** X [A]仮想マシンの**208** Xは、仮想マシンのメモリ空間の外部に格納されてもよい**208**によりX.、キャッシュタグ**208** Xは自動的に仮想マシンに転送されなくてもよい**208**にXホスト**202** Bと、キャッシュタグ**221** X [A]は、メモリイメージの一部ではない、および/または仮想マシンの「動作状態」**208**（例えば、仮想マシンのメモリ空間に格納されていないX **208** X）。従って、保持および/または仮想マシンのキャッシュ状態を転送する**208** Xは、保持及び/又はキャッシュ・タグを転送含むことができる**221** CMSによって維持[A] Xを**220**仮想化カーネル内でA **210**および/またはキャッシュデータ**224** X [A]仮想マシンの**208**キャッシュ・ストレージ内のX **216** A.

 [0168]

上記に開示したように、仮想マシンのキャッシュ**213** Aは、保持モジュール備えることができる**1128**のキャッシュデータを保持するように構成されているAを**224** X [A]仮想マシン**208**の仮想マシンに応じて、Xは、ホストから転送される**202** A.ザキャッシュ保持モジュール**1128** Aは、さらに、キャッシュ・タグを保持するように構成されてもよい**221**仮想マシンのX [A] **208** X.キャッシュタグ**221**上に開示されたようにX [A]は、以降に保持することができる、キャッシュタグ**221** X [ 】自動的に仮想マシンに転送されなくてもよい**208**ホストにX **202個の** B.キャッシュタグ**221** A] [X CMSのメモリに保持されてもよい**220**の仮想化カーネルの不揮発性メモリ内のA（例えば、**210** A及び/またはホスト**202**）Aを。あるいは、またはそれに加えて、仮想マシンのキャッシュ**213** Aは、キャッシュタグのスナップショットを作成するように構成されてもよい**221** Xは、[A]は、キャッシュタグを記憶含むことができる**221**、キャッシュ記憶装置として永続ストレージにX [A]、**216** A及び/又はプライマリストレージシステム**212**。いくつかの実施形態では、キャッシュタグ**221** X [A]は、キャッシュタグ保持モジュールを使用することによって保持することができる**417** CMSの**220**上記のように、A。

 [0169]

仮想マシンキャッシュ**213** Bは、仮想マシンの到着を検出するように構成されてもよい**208** Xホストで**202**仮想マシンのキャッシュB. **213** Bは、I / Oドライバ含むおよび/またはフィルタリングすることができる**218** I / O要求を監視するように構成されたBを仮想マシン**208**ホストにデプロイ**202** B.仮想マシンのキャッシュ**213**に転送する仮想マシンを識別することができるB **208**仮想マシンからのI / O要求の検出に応答して、Xを**208** X.ザI / O要求を含むことができるが仮想マシンのVMID **208** X及び/又はVMIDが由来し得る情報を含んでもよいです。仮想マシンのキャッシュ**213** Bは、転送された仮想マシンを識別することができる**208**上記のように、VMIDを用いてXを。あるいは、またはそれに加えて、仮想マシンのキャッシュ**213** Bは、転送され、仮想マシン識別することができる**208**の仮想化カーネルを用いてXを**210** B（例えば、クエリ、プッシュ通知、等を介して）、及び/又はホスト**202** A （または他のエンティティ）は、上述したように。例えば、仮想マシンのキャッシュ**208** Aは、ホストに通知するように構成されてもよい**202**仮想マシンB **208** Xは、仮想マシンのデータプッシュ含むことができ、それに転送される**208**ホストにXを**202** B（例えば、キャッシュ・データを**224**、キャッシュタグとしてX [A]及び/又はキャッシュ・メタデータ、**221** X [A]）。

 [0170]

転送仮想マシンの識別に応答して、**208** Xを、仮想マシンキャッシュ**213** Bは、仮想マシンに提供するキャッシュ・ストレージリソースに構成されてもよい**208**（キャッシュ・プロビジョニング・モジュールを使用することによってXの**214**、B）は、上記に開示したように、かもしれません動的キャッシュ・ストレージ・スペースを割り当てることを含む**224**仮想マシンのX [B] **208**またXを、キャッシュ記憶モジュール**1131** Bは、キャッシュタグを取り込むように構成されてもよい**221**保持キャッシュタグとX [B] **221**（[A] Xをおよび/またはそのサブセット）、キャッシュ記憶を移入**224** X [B]キャッシュデータと**224** A [X]は、ホストから取得した**202** A（キャッシュ転送モジュールを介して**1130年**に開示されたように、そうでA）、または他のデータソース、および上記。保持されたキャッシュタグ**221** X [B]及び/又はキャッシュデータ**224**プッシュ転送、要求転送、プリフェッチ、及び/又はバルク転送：X [A]は、一つ以上のを使用して転送されてもよいです。

 [0171]

キャッシュ転送モジュール**1130** Bは、ホストからキャッシュメタデータを取得するように構成されてもよい**202**保持キャッシュタグを含むA、**221** X [A]。保持されたキャッシュタグ**221** X [A]は、ホスト間で転送されてもよい**202** A及び**202**（例えば、プッシュ、需要によって、プリフェッチ、及び/又はバルク転送）上記のようにB。保持されたキャッシュタグの転送**221** X [A]は、キャッシュタグことに、起因し、特に他の転送動作よりも優先されてもよい**221**のみのホスト上で利用可能であるX [A] **202**、いくつかの実施形態ではA.キャッシュタグは**221** [A] Xは、他のキャッシュ・データの前に転送され、**224** [A] Xが転送されます。キャッシュタグ**221** X [A]は、キャッシュ・プロビジョニングモジュール可能にするために最初に転送されてもよい**214**どれだけキャッシュ記憶知ってBが**224**仮想マシンに割り当てるX [B] **208**のサイズおよび/または数に基づいて、X（例えば、キャッシュタグの**221** X [A]）及び/又はキャッシュ記憶モジュールを提供する**1131** Bキャッシュ格納情報（例えば、識別子（複数可）に転送キャッシュデータと**224** X [A]は、キャッシュ・ストレージに関連付けられなければならない**224** X [B]）。

 [0172]

明確にするために、本開示は、別採用、ものの 図。図11仮想マシンの転送記述するために**208** X内部CMS含む**220** Xと標準仮想マシン**208** Xを、開示は、この点に限定されるものではありません。本明細書に開示された実施形態は、仮想マシンの両方のタイプ移送するように適合され得る**208**に示されているように、ハイブリッド構成（例えば図。9Cおよび9D).

 [0173]

イチジク。12方法の一の実施形態の流れ図である**1200年**キャッシュ状態を転送します。ステップ**1210は、**転送を識別する含んでもよいです。ステップ**1210は**、仮想マシンと判断含み得る**208**、Xがある（又はされる）が転送され、移行、および/またはホストから移転**202**ステップの決意A. **1210は、**ホストからの移行操作の指示を受信含んでいてもよいです**202** A、仮想化カーネル**210** A、宛先ホスト**202** B、または他のエンティティ（例えば、管理プロセス）。指示は、仮想マシンに応答して受信されてもよい**208** X解放リソースおよび/または他の移行操作のために準備されます。指示信号、コールバック、メッセージ、または他の適切な機構を含むことができます。

 [0174]

ステップ**1220は、**転送を識別することに応答してキャッシュ状態を保持含んでもよいです。キャッシュ状態が挙げられるが、これらに限定されない：キャッシュメタデータ、キャッシュデータ、などが挙げられます。従って、ステップ**1220は**、キャッシュタグ保持含み得る**221** X [A]仮想マシン**208** X及び/又は保持するキャッシュデータ**224** Xは[A]仮想マシン**208** X.キャッシュタグ保持**221** Xは[A]に保持含んでいてもよいがキャッシュタグ**221**仮想マシンのメモリ空間におけるX [A] **208** X（に関連して上記に開示されているようにイチジク。11A）及び/又はキャッシュ・タグを保持**221** CMS内X [A] **220**仮想マシンと判断した後、X **208** Xがホストにもはやである**202** A（及び/又は決定保持キャッシュタグことを**221** X [B]ん宛先ホストに有効なキャッシュデータ及び/又はキャッシュ・リソースに対応してい**202**）B。あるいは、またはさらに、ステップ**1220は、**キャッシュ・タグを保持含むことができる**221**仮想マシンX [A] **208**ホストでX **202** CMS内のA（例えば、**220**ホストのA **202**に関連して上記に開示されているようにAイチジク。11B）。ステップ**1220は**、さらに、キャッシュタグのスナップショットを作成含むことができる**221** X [A]、記憶媒体、等にスナップショットを永続します。

 [0175]

ステップ**1230は、**保持キャッシュデータの少なくとも一部を転送含むことができます。ステップ**1230は**、キャッシュ・タグを転送含むことができる**221** X [A]及び/又はキャッシュデータ**224** X [A]ホストから**202**のホストへのA **202** B.ステップ**1230は**、キャッシュタグの転送を含むことができる**221** Xは[A]ホストに保持さ**202**（保持モジュールによって**1128** A）。代替的に、キャッシュタグ**221** X [B]は、仮想マシンで転送されている可能性が**221**に示されているように（Xイチジク。11A）。キャッシュタグ**221** X [A]は、他の保持キャッシュデータの前に転送されてもよい**224** [A] X。ステップ**1230は**、さらに、保持キャッシュデータを転送含むことができる**224** Xは[A]ホストから**202** A.を保持キャッシュデータの転送**224**転送をプリフェッチ、プッシュ転送、オンデマンド転送、バルク：X [A]一つ以上を含んでいてもよいです上記に開示したように転送する、等。

 [0176]

イチジク。12B方法の別の実施形態の流れ図である**1201年**キャッシュ状態を転送します。ステップ**1210**および**1220は、**上記に開示したように、転送を識別し、キャッシュデータを保持含んでもよいです。

 [0177]

ステップ**1240は、**キャッシュメタデータの転送を含むことができます。いくつかの実施形態では、キャッシュメタデータは、仮想マシン内に維持されている**208**に示すように（Xをイチジク。11A）。従って、ステップ**1240は**、仮想マシンに転送含んでもよい**208**宛先ホストにXを**202** B.ステップ**1240は**、さらに、キャッシュ・タグを保持含むことができる**221** CMS内X [A]を**220**仮想マシンという決定に応答してX **208** Xになっています保持されたキャッシュタグ転送及び/又はそれを決定する**221**ホストにX [B]を**202**宛先ホスト上のリソースおよび/またはキャッシュデータをキャッシュに対応していないB **202**いくつかの実施形態では、B、およびに示すようにイチジク。11Bステップ**1240は**、キャッシュタグ転送含んでもよい**221** Xは[A]ホストに保持**202**宛先ホストにA **202**保持キャッシュタグの転送Bを**221** X [A]保持キャッシュタグを要求含んでもよい**221**によって（X [A]をキャッシュ転送モジュール**1130**ホスト上で動作するB **202** B）。あるいは、またはそれに加えて、キャッシュ・タグを転送する**221** Xは保持キャッシュタグを押す含んでもよい**221**ホストからXを**202**ホストに**202**（キャッシュトランスファーモジュールによってB **1130**ホスト上で動作する**202** A）。

 [0178]

ステップ**1242は、**転送され、キャッシュメタデータを組み込んで備えることができます。ステップ**1242は**、従って、キャッシュタグ組み込ん含み得る**221** Xは[A]ホストから転送された**202**の宛先ホストにA **202** B（キャッシュタグ**221** X [B]）。ステップ**1242は**、キャッシュ・リソースを割り当てること含むことができる**224**仮想マシンにX [B]を**208**宛先ホストにX **202** Bに、及び/又は転送キャッシュタグ修正**221**キャッシュリソース割り当てに応じて、X [B]を。転送キャッシュのタグを変更する**221**キャッシュ・タグを添加することを含んでもよいX [B] **221**キャッシュ・タグを除去し、X [B]を**221** X [B]、等。ステップ**1242は、**更に、アクセス・メトリックなどの他のキャッシュメタデータを組み込む含んでもよいです。上記開示されているようにキャッシュメタデータは、キャッシュ入学および/または立ち退きの決定を行うために使用することができます。

 [0179]

ステップ**1250は、**保持キャッシュデータを転送含むことができる**224** X [A]ホストからの**202**宛先ホストに**202**上に開示されたように、B。キャッシュデータを転送する**224**ステップでX [A] **1250は、**転送され、キャッシュメタデータの後に発生する可能性があり**1242**ステップで組み込まれている**1242**（例えば、キャッシュ記憶した後**224** Xは、[B]仮想マシンに割り当てられている**208** Xおよび/または関連しますキャッシュタグと**221** X [B]）。ステップ**1250は、**キャッシュデータ認める選択的に含むことができる**224** Xは[A]ホストから転送され**202**、キャッシュ・ストレージにAを**216**ホストのB **202** B、キャッシュ・データを関連付ける**224**仮想マシンとX [B]を**208** X（及び/又は組み込まれたキャッシュタグ**221** X [B]）など。

 [0180]

イチジク。13方法の別の実施形態の流れ図である**1300**仮想化環境において、データをキャッシュするため。ステップ**1310は**、キャッシュ・プロビジョニングモジュール含んでもよい**214**仮想マシンにキャッシュ・ストレージを割り当てるB **208**ホスト上のX **208**仮想マシンに応じてBが**208** Xホストへの移行**202**の別のホストからB **202** A.ホスト**202** Bをしてもよいです通信ホストに結合され**202**、ネットワークによってA **105**または他の通信インフラストラクチャ。上述したように、キャッシュ・プロビジョニング・モジュール**214** Bは、転送された仮想マシンを識別することができる**208** CMSからI / O要求を受信したことに応答してXを**220**仮想マシンのX **208**と同様に、または他のクエリを（イチジク。11A）、仮想計算機のI / O要求の検出に応答して**208**のように（Xをイチジク。11B）、ホストからの通知に応じて、**202** A（または他のエンティティ）は、キャッシュデータを受信**224** X [A]及び/又はキャッシュ・タグ**221** X [A]、等。転送仮想マシンを識別すること**208** Xは、さらに、アクセスおよび/または仮想マシンのVMID導出含み得る**208**上記のように、Xを。ステップ**1310は、**さらに転送仮想マシン区別含むことができる**208**の初期電源投入時からXおよび/または仮想マシンのVMIDに基づいて条件を再起動**208** X、ホスト識別子、等。

 [0181]

ステップ**1310は**キャッシュ・ストレージを割り当てる動的に含むことができる**224**仮想マシンにX [B]を**208** X.ステップ**1310は**、さらに、動的に割り当てられたキャッシュ記憶を表す含むことができる**224**固定サイズVLUNディスクを介してX [B]を**235**（VLUNの使用によってドライバ**215**）、本明細書に開示されます。

 [0182]

ステップ**1320は**キャッシュ転送モジュール含んでいてもよい**1130**ホストのB **202**前ホスト識別B **202**に転送する仮想マシンの**208** X.ステップ**1320は**、仮想マシンのVMIDのホスト識別子にアクセス含むことができる**208**移し照会、Xを仮想マシン**208** X、ホストからの通知を受信する**202**前ホストからプッシュ・キャッシュ・データを受信し、A（または他のエンティティ）**202** A、等。ステップ**1320は、**ネットワークアドレス、修飾名、またはホスト可能にするように構成された他の識別子を決定含んでもよい**202**ホストと通信するためにB **202**、ネットワークを介してA **105**。

 [0183]

ステップ**1330は、**キャッシュ記憶の少なくとも一部移入含むことができる**224**の仮想マシンに割り当てられたX [B] **208**保持キャッシュデータとX **224**、ホストから取得したX [A] **202**上記のように、Aを。キャッシュデータ**224** Xは、[A]前のホストでのみ利用可能であるライト決してキャッシュ・コンフィギュレーションに格納されたキャッシュデータに対応することができる**202**。ステップ**1330は**保持キャッシュデータ要求含んでもよい**224** Xは[A]、ホストことを検証する**202**保持キャッシュデータにアクセスするためにBが許可される**224** X [A]、キャッシュデータを受信**224** X [A]のプッシュ動作で、または以下のように。キャッシュデータをキャッシュ転送モジュールのキャッシュ転送ポリシーに従って、要求された転送、及び/又は押し込むことができる**1130** B及び/又はキャッシュ・転送モジュール**1130**上述したように、A。いくつかの実施形態において、ステップ**1330**はさらに、割り当てられたキャッシュ・ストレージを取り込む**224**一次記憶装置からアクセスされるデータとX [B] **212**（または他のソース）。ステップ**1330は**、さらに、ホスト通知含み得る**202**保持キャッシュデータの部分のA **224**もはやホストに保持する必要がX [A] **202** A.を

 [0184]

いくつかの実施形態では、ステップ**1330**ホストからキャッシュメタデータを要求することをさらに含む**202**保持キャッシュタグを含むA、**221** X [A]を。キャッシュタグ**221** X [A]は、要求及び/又は他の保持されたキャッシュデータを転送する前に、要求された及び/又は転送することができる**224** [A] Xを。いくつかの実施形態では、保持キャッシュタグ**221** X [A]は、キャッシュ・ストレージを割り当てる前に、必要および/または転送される**224**仮想マシンのX [B]を**208**ステップでX **1320**。サイズおよび/または保持されたキャッシュタグの数**221** X [A]は、キャッシュ・ストレージの量を通知することができる**224**仮想マシンに割り当てられる必要があるX [B] **208** Xを

 [0185]

イチジク。14方法の別の実施形態の流れ図である**1400**仮想化環境において、データをキャッシュするため。ステップ**1410は**、キャッシュデータを保持含むことができる**224** X [A]仮想マシンの**208**キャッシュ・ストレージ内のX **216**応じてAの仮想マシンとの判断に**208** Xは、転写移行、および/またはホストから再配置されている**202** A.ザキャッシュデータ**224** X [A]は、キャッシュ保持部によって保持されてもよい**1128**上述したように、保持ポリシーに従って、A。いくつかの実施形態では、ステップ**1410は**、ライト決しての優先順位付け保持を含んでもよく、および/またはライトバックのプライマリストレージで利用できない場合がありますキャッシュデータ、**242を**（例えば、唯一の仮想マシンのキャッシュ内利用できる**213**前のホストのA **202** A）。

 [0186]

いくつかの実施形態において、ステップ**1410は**、さらに、仮想マシンのキャッシュメタデータを保持含む**208**、キャッシュタグとしてXを、**221** X [A]仮想マシン**208** X.ザがキャッシュタグ保持**221** Xは[A]動作の外部に格納されてもよいです仮想マシンの状態（例えば、メモリ空間）**208**いくつかの実施形態において、Xは、保持されたキャッシュタグ**221** X [A]は、CMSによって維持されている**220**の仮想化カーネル内で動作する**210**ホストのA **202**キャッシュを保持A.タグ**221** X [A]のキャッシュ・タグを保持含むことができる**221** X [A]ホストのメモリに**202**保持キャッシュ・タグを、A格納**221**キャッシュタグのスナップショット作成永続ストレージにX [A]、**221** Xを[A ]、など。

 [0187]

ステップ**1420は、**保持キャッシュデータのキャッシュアドレスを決定することを含んでもよい**224** X [A]のキャッシュデータに対する要求に応答して。キャッシュアドレスは、転送仮想マシンのVMIDに基づくことができる**208**保持キャッシュデータの要求と併せて受信することができるX、**221** X [A]。データのキャッシュアドレスがマップモジュールによって決定されてもよい**217**キャッシュ・リソースを関連付けるように構成されてもよい（例えば、キャッシュ・チャンク**302**）仮想マシンで**208** A-Nは、どのリソースが割り当てられています。

 [0188]

ステップ**1430は、**保持されたキャッシュデータを提供含むことができる**224**上記のように、[A] Xを。ステップ**1430は、**保持されたキャッシュデータのための要求に応答含んでもよい**224**キャッシュ転送モジュールからX [A] **1130**ホストのB **202**保持キャッシュデータプッシュB、**224** X [A]ホストに**202** B、など。ステップ**1430は**、さらに、保持キャッシュタグを転送することを含むことができる**221** X [A]ホストに**202** B.ザは、キャッシュタグを保持し**221** Xは[A]ホストにプッシュされてもよい**202** B及び/又はの要求に応答して提供されてもよいですキャッシュタグを保持**221**上に開示されたように、[A] Xを。

 [0189]

イチジク。15方法の別の実施形態の流れ図である**1500**仮想化環境において、データをキャッシュするため。ステップ**1510は**、キャッシュ・タグを保持含むことができる**221**仮想マシン内でX **220**仮想マシンという決定にX応答を**208**、Xが転送される移行、および/またはホストから移転**202**ホストに**202**に示されているように（Bイチジク。11A).

 [0190]

ステップ**1520は、** I / O要求をフィルタリングおよび/またはCMSに選択されたI / O要求を向ける含み得る**220**保持キャッシュタグに応じてB **221** X.ステップ**1520は**一つ以上のキャッシュタグのデータ要求含んでもよい**221**ないしたXをまだキャッシュストレージに転送さ**224** X [B]仮想マシンに割り当てられた**208**ホスト上のX **202**このような要求に応答してB.、仮想マシンのキャッシュ**213**の仮想マシンを識別することができるB **208**に転送仮想マシンとしてXを（例えば、初期ブートアップまたはパワーオンとは対照的に）、キャッシュ・ストレージを割り当てる**224**仮想マシンのX [B] **208** X、以前のホストを決定する**202**仮想マシン**208**からのX、及び/又は転送キャッシュデータを以前のホスト**202**（キャッシュトランスファーモジュールを用いてA **1130** B）。

 [0191]

ステップ**1530は、**保持キャッシュタグの要求データを含んでもよい**221**上記のように、Xを。アクセスを要求すると、キャッシュデータのオンデマンド転送を行う含み得る**224** X [A]ホストから**202**仮想マシンのキャッシュに**213**新しいホストのB **202** B、プリフェッチ、キャッシュデータ**224** X [A]、および/または上記のように、またはバルク転送、。

 [0192]

イチジク。16方法の別の実施形態の流れ図である**1600**仮想化環境において、データをキャッシュするため。ステップ**1610は**、キャッシュ・タグを保持含むことができる**221** X [A]仮想マシン**220**の仮想マシンに転送するX応答**208**ホストからXを**202**ホストに**202**に示されているように（Bイチジク。11B）。ステップ**1610は**、キャッシュ・タグを保持含むことができる**221** X [A]ホストのメモリ内に**202**（仮想化カーネル内で、例えばA **210**キャッシュ・タグを持続、A）**221** X [A]、キャッシュタグのスナップショットの作成**221** Xを上述したように[A]、等。

 [0193]

ステップ**1620は**ホストに保持されたキャッシュタグの転送を含むことができる**202** B.ステップ**1620**保持キャッシュタグを押す含んでもよい**221** X [A]ホストに**202**リクエストのBは独立。ステップ**1620は**、さらに、ホストからキャッシュタグに対する要求受信含み得る**202**要求がキャッシュ転送モジュールによって生成されてもよいB. **1130**ホストのB **202** Bを、仮想マシンの識別子を含む**208**のXを（VMID仮想マシン**208** X）。ステップ**1620は、**ホストことを確認すること含むことができる**202** Bは、仮想マシンのキャッシュ・タグへのアクセスを許可され**208**、（例えば、VMID）クレデンシャルを認証含んでいてもよいXを、要求および/または署名、等を検証します。

 [0194]

特徴、利点、または同様の言語に本明細書を通して参照を実現することができる特徴及び利点の全ては、任意の単一の実施形態に含まれることを意味するものではありません。むしろ、特徴及び利点を参照する言語は、実施形態に関連して説明された特定の特徴、利点、又は特性が少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味すると理解されます。したがって、本明細書全体を通して特徴および利点、および同様の言語の議論は、必ずしも、同じ実施形態を参照しないことができます。

 [0195]

本明細書に開示された実施形態は、マイクロプロセッサのような、コンピュータプロセッサによって実行される機能の数を含むことができます。マイクロプロセッサは、実施形態の特定のタスクを定義するマシン読み取り可能なソフトウェアコードを実行することにより、開示された実施形態によれば、特定のタスクを実行するように構成された特殊または専用マイクロプロセッサであってもよいです。マイクロプロセッサはまた、動作及び様々な実施形態による、データの送信に関連する直接メモリアクセスモジュール、メモリ格納装置、インターネット関連ハードウェア、および他のデバイスのような他のデバイスと通信するように構成されてもよいです。ソフトウェアコードは、Java、C ++、XML（拡張マークアップ言語）と、様々な実施形態に関連した機能動作を実行するために必要なデバイスの動作に関連する関数を定義するために使用することができる他の言語のようなソフトウェアのフォーマットを使用して構成されていてもよいです。コードは、その多くが当業者に知られており、異なる形式およびスタイルで書くことができます。異なるコードフォーマット、コード構成、スタイルおよびソフトウェアプログラムおよび開示された実施形態に従った、マイクロプロセッサの動作を規定するコードを構成する他の手段の形態。

 [0196]

おそらくは異なる、ラップトップまたはデスクトップコンピュータのようなデバイスの種類、プロセッサまたは処理ロジックを有するハンドヘルドデバイス、およびコンピュータサーバまたは本明細書に開示された実施形態を利用する他のデバイス内に、情報を記憶及び検索するためのメモリデバイスの異なるタイプが存在します一つ以上の開示された実施形態の機能を実行します。キャッシュメモリ装置は、頻繁に格納および取り出される情報に対する便利な格納位置として中央処理装置による使用のために、コンピュータに含まれています。同様に、持続性メモリはまた、頻繁に頻繁に中央処理装置によって取得された情報を維持するために、コンピュータで使用され、それは、多くの場合、キャッシュメモリとは異なり、永続メモリ内で変更されません。メインメモリはまた、通常、中央処理装置によって実行されたとき、様々な実施形態に従った機能を実行するように構成されたデータおよびソフトウェアアプリケーションのような情報のより大量を格納および取得のために含まれています。これらのメモリデバイスは、格納するために中央処理装置によってアクセスすることができるランダムアクセスメモリ（RAM）、スタティック・ランダム・アクセス・メモリ（SRAM）、ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ（DRAM）、フラッシュメモリ、および他のメモリ記憶デバイスとして構成することができます情報を取得します。データ記憶および検索動作の間、これらのメモリデバイスは、異なる電荷、異なる磁気極性などの異なる状態を有するように変換されます。したがって、システムおよび方法は、これらのメモリデバイスの物理的な変換を可能に本明細書に開示され構成されています。従って、本明細書に開示された実施形態は、新規かつ有用なシステムと、一つ以上の実施形態では、異なる状態に記憶装置を変換することができる方法に関する。本開示は、メモリデバイス、またはそれぞれ、格納およびこれらのメモリデバイスへとから情報を取得するための任意の一般的に使用されるプロトコルのいかなる特定のタイプに限定されるものではありません。

 [0197]

本明細書で説明されるシステム及び方法の実施形態は、データ入力/出力操作の管理を容易にします。加えて、いくつかの実施形態では、1つの以上の従来のデータ管理システム及び方法、または従来の仮想化システムと併せて使用することができます。例えば、一の実施形態では、既存のデータ管理システムの改良として使用することができます。

 [0198]

本明細書に示されたコンポーネントおよびモジュールが示されており、特定の構成に記載されているが、構成要素及びモジュールの配置は異なる方法でデータを処理するように変更されてもよいです。他の実施形態では、1つの以上の追加のコンポーネントまたはモジュールは、記載されたシステムに添加することができる、および1つまたは複数のコンポーネントまたはモジュールが記載されたシステムから除去することができます。代替の実施形態は、単一のコンポーネントまたはモジュールに説明コンポーネントまたはモジュールの2つ以上を組み合わせてもよいです。