

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7318799号  
(P7318799)

(45)発行日 令和5年8月1日(2023.8.1)

(24)登録日 令和5年7月24日(2023.7.24)

(51)国際特許分類 F I  
G 0 6 F 13/10 (2006.01) G 0 6 F 13/10 3 3 0 C

請求項の数 8 (全27頁)

(21)出願番号	特願2022-507122(P2022-507122)	(73)特許権者	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(86)(22)出願日	令和2年3月12日(2020.3.12)	(74)代理人	110002147 弁理士法人酒井国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/010865	(72)発明者	峯崎 純太郎 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(87)国際公開番号	WO2021/181614	(72)発明者	竹田 憲一郎 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(87)国際公開日	令和3年9月16日(2021.9.16)	審査官	松平 英
審査請求日	令和4年4月21日(2022.4.21)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理装置、操作制御方法および操作制御プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

情報処理装置において、

前記情報処理装置の拡張スロットに搭載される拡張カードへの操作が要求された場合に、前記拡張カードの割当先である第1の仮想マシンに対して、疑似的に前記拡張カードが抜去されたことを通知する第1通知部と、

前記疑似的に前記拡張カードが抜去されたことが通知された場合に、前記拡張カードの割当先を前記第1の仮想マシンから、設定専用である第2の仮想マシンに切り替える第1切替部と、

前記拡張カードへの操作が終了した場合に、前記拡張カードの割当先を前記第2の仮想マシンから前記第1の仮想マシンに切り替える第2切替部と、

前記第1の仮想マシンに対して、操作終了後の前記拡張カードが挿入されたことを通知する第2通知部と

を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項2】

前記拡張カードへの操作として、前記第2の仮想マシンを介して前記拡張カードの設定変更の内容を受け付けた場合に、受け付けられた前記設定変更の内容にしたがって、前記拡張カードの設定を変更する操作実行部をさらに有し、

前記第2切替部は、前記拡張カードへの設定変更が終了した場合に、前記拡張カードの割当先を前記第2の仮想マシンから前記第1の仮想マシンに切り替え、

10

20

前記第 2 通知部は、前記第 1 の仮想マシンに対して、設定変更された前記拡張カードが挿入されたことを通知することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

前記第 1 の仮想マシンで実行されるオペレーティングシステムから、前記第 1 の仮想マシン内で実行される疑似的な拡張スロットの電源切断を監視する監視部と、

前記疑似的な拡張スロットの電源切断が検出された後、前記拡張カードへの操作として、前記第 2 の仮想マシンを介して前記拡張カードの交換を受け付けた場合に、交換前の前記拡張カードの設定情報を取得して所定の記憶部に格納し、電源が切断された前記拡張スロットに新たに挿入された交換後の拡張カードに、前記設定情報を設定する操作実行部と、

前記拡張スロットからの割り込み、またはハードウェアレジスタのポーリングにより、前記交換後の拡張カードの挿入が検知されると、前記拡張スロットの電源を投入するスロット操作部とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記拡張カードへの操作が要求されて、前記拡張カードの割当先が変更された後に、停止中の前記第 2 の仮想マシンを稼働させる稼働制御部を有し、

前記操作実行部は、稼働された前記第 2 の仮想マシンを用いた仮想シリアルコンソールを介して、前記拡張カードへの操作内容を受け付け、

前記稼働制御部は、前記拡張カードへの操作が終了した場合に、稼働中の前記第 2 の仮想マシンを停止することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記情報処理装置の拡張スロットに搭載される前記拡張カードへの操作が要求された場合に、前記拡張スロットのハードウェアリセットを実行するリセット部をさらに有し、

前記第 1 切替部は、前記拡張スロットのハードウェアリセット後に、前記拡張カードの割当先の切替を実行し、

前記リセット部は、前記拡張カードへの操作が終了した場合に、前記拡張スロットのハードウェアリセットを実行して、前記拡張カードへの操作内容を反映することを特徴とする請求項 4 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記第 1 通知部は、前記第 1 の仮想マシンが仮想環境で使用する仮想拡張スロットから、P C I e (Peripheral Component Interconnect Express) の H o t - P l u g 操作により、前記拡張カードが抜去されたようにデバイスエミュレーションすることで、前記第 1 の仮想マシンに対して、疑似的に前記拡張カードが抜去されたことを通知し、

前記第 1 切替部は、前記疑似的に前記拡張カードが抜去されたことが通知された後に、前記拡張カードからの P C I バススルーを前記第 1 の仮想マシンから前記第 2 の仮想マシンに切り替え、

前記第 2 切替部は、前記拡張カードへの操作内容が反映された場合に、前記拡張カードからの P C I バススルーを前記第 2 の仮想マシンから前記第 1 の仮想マシンに切り替え、

前記第 2 通知部は、前記第 2 の仮想マシンから前記拡張カードへのアクセスが可能となった後に、P C I e 規格に則った割り込みをエミュレートすることで、操作が終了した前記拡張カードの挿入を、前記第 1 の仮想マシンの通知することを特徴とする請求項 5 に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

情報処理装置が、

前記情報処理装置の拡張スロットに搭載される拡張カードへの操作が要求された場合に、前記拡張カードの割当先である第 1 の仮想マシンに対して、疑似的に前記拡張カードが抜去されたことを通知し、

前記疑似的に前記拡張カードが抜去されたことが通知された場合に、前記拡張カードの割当先を前記第 1 の仮想マシンから、設定専用である第 2 の仮想マシンに切り替え、

前記拡張カードへの操作が終了した場合に、前記拡張カードの割当先を前記第 2 の仮想マシンから前記第 1 の仮想マシンに切り替え、

10

20

30

40

50

前記第 1 の仮想マシンに対して、操作終了後の前記拡張カードが挿入されたことを通知する、

処理を実行することを特徴とする操作制御方法。

【請求項 8】

情報処理装置に、

前記情報処理装置の拡張スロットに搭載される拡張カードへの操作が要求された場合に、前記拡張カードの割当先である第 1 の仮想マシンに対して、疑似的に前記拡張カードが抜去されたことを通知し、

前記疑似的に前記拡張カードが抜去されたことが通知された場合に、前記拡張カードの割当先を前記第 1 の仮想マシンから、設定専用である第 2 の仮想マシンに切り替え、

前記拡張カードへの操作が終了した場合に、前記拡張カードの割当先を前記第 2 の仮想マシンから前記第 1 の仮想マシンに切り替え、

前記第 1 の仮想マシンに対して、操作終了後の前記拡張カードが挿入されたことを通知する、

処理を実行させることを特徴とする操作制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、操作制御方法および操作制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

様々なサーバシステムで利用される情報処理装置には、中央演算処理装置（CPU：Central Processing Unit）、一次記憶領域であるメモリ、情報処理装置の初期化プログラムが格納された不揮発メモリなどが搭載される。また、サーバシステムの利用用途に応じた周辺装置を接続可能とするために、情報処理装置は拡張スロットを有することが一般的である。拡張スロットに搭載した拡張カードを介して、オペレーティングシステム（OS：Operating System）、データを格納するストレージ装置、外部ネットワークなどへの接続が可能となる。ここで、情報処理装置で最も一般的に利用される拡張スロットおよび拡張カードの規格としては、PCI Express（以降では「PCIe」と記載する場合がある）が知られている。

【0003】

一般的なサーバシステムにおいて情報処理装置の電源が投入されると、情報処理装置の初期化プログラムであるBIOS（Basic Input/Output System）やUEFI（Unified Extensible Firmware Interface）などが実行される。BIOS等は、CPUやメモリ、拡張スロット、拡張カードなど、情報処理装置に搭載されたハードウェアへ必要なハードウェアリソースを割り当てて初期化した後、ストレージに搭載されたOSのブートローダをメモリへロードして実行する。ここで、拡張カードのハードウェア初期化には、拡張カードのROM（Read Only Memory）に格納されたプログラムデータが利用されることもある。OSのブートローダに処理が渡った後は、情報処理装置上でOSと付随するアプリケーションが起動し、システムが稼働する。システム稼働中はOSのデバイスドライバが拡張カードの操作を担う。

【0004】

また、拡張カードへは、サーバシステムの構成に応じてユーザが固有の設定をすることがある。例えば、ネットワークアダプタの場合は、接続先ネットワークのIP（Internet Protocol）アドレスや接続速度、ファイバチャネルカードの場合は、接続先のストレージ・エリア・ネットワークの情報、ホスト・バス・アダプタの場合は、接続するストレージやRAID（Redundant Arrays of Inexpensive Disks）の設定ができる。

【0005】

このような拡張カードの設定には、大きく分けてBIOSから設定する方式、OSの標準機能から設定する方式、私有設定ソフトから設定する方式が利用される。また、PCIeには拡

10

20

30

40

50

張カードの活性抜去、活性挿入へ対応するために、PCIe Hot - Plug (以降では「PHP」と記載する場合がある) というオプション機能が仕様で規定されている。PHPを利用することで、システムを稼働させたまま拡張カードを交換することが可能となる。

【0006】

近年、PCIe規格の高速化やサーバシステムの用途が多様化していることなどに伴い、拡張カードの機能が複雑化している。例えば、コンバインド・ネットワーク・アダプタ (以降は「CNA」と記載する場合がある) という形式の拡張カードは、拡張カードの設定を変更することでネットワークポートの動作モードをNIC (Network Interface Card) やiSCSI (Internet Small Computer System Interface)、FCoE (Fibre Channel over Ethernet) などへ変更できる特徴を有する。このような設定はCNA独自のものであることから、OSの標準機能からの変更はサポートされておらず、動作モードを変更するためにはBIOSあるいは私有設定ソフトを用いて設定変更が行われる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2004 - 252591号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、CNAの動作モード変更には、設定方式、および、設定反映や設定認識に起因して、システムの停止が要求されることがある。

20

【0009】

一般的に、動作モードの変更を拡張カードのネットワークポートへ反映するためには、拡張カードのハードウェアリセットが要求される。また、動作モードの変更を反映すると、拡張カードのネットワークポートが別種のデバイスに変化する。このため、OSは、動作モード変更反映後の拡張カードを正常に動作させるために、拡張カードに割り当てるハードウェアリソースや、利用するデバイスドライバを適切なものへと変更する必要がある。しかしながら、OSは、搭載中の拡張カードが動的に別種のデバイスに変化することを想定していないので、自動的にハードウェアリソースやデバイスドライバが変更されることはなく、動作モード変更後の拡張カードが不適切な状態で操作されてしまう可能性がある。

30

【0010】

そして、CNAの動作モードは、CNA独自のものであるため、変更にはBIOSあるいは私有設定ソフトから設定することになる。ここで、システムで利用しているOSに対してカードベンダが私有設定ソフトを提供していない場合、BIOSからの設定を利用することになるが、この場合、一度システムをシャットダウンし、BIOSを起動することになるので、システムの停止が発生する。

【0011】

なお、動作モード変更時のシステム停止は、CNAに限らない。拡張カード固有の設定変更には私有設定ソフトを使用し、設定の反映にハードウェアリセットが要求され、設定反映後にハードウェアリソースの割り当て変更や利用するデバイスドライバの再設定が必要な拡張カードに共通の問題である。

40

【0012】

一つの側面では、システム停止を行わずに拡張カードの設定を変更することができる情報処理装置、操作制御方法および操作制御プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

第1の案では、情報処理装置は、前記情報処理装置の拡張スロットに搭載される拡張カードへの操作が要求された場合に、前記拡張カードの割当先である第1の仮想マシンに対

50

して、疑似的に前記拡張カードが抜去されたことを通知する第1通知部を有する。情報処理装置は、前記疑似的に前記拡張カードが抜去されたことが通知された場合に、前記拡張カードの割当先を前記第1の仮想マシンから、設定専用である第2の仮想マシンに切り替える第1切替部を有する。情報処理装置は、前記拡張カードへの操作が終了した場合に、前記拡張カードの割当先を前記第2の仮想マシンから前記第1の仮想マシンに切り替える第2切替部を有する。情報処理装置は、前記第1の仮想マシンに対して、操作終了後の前記拡張カードが挿入されたことを通知する第2通知部を有する。

【発明の効果】

【0014】

一実施形態によれば、システム停止を行わずに拡張カードの設定を変更することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、実施例1にかかるサーバシステム1を説明する図である。

【図2】図2は、BIOSからの拡張カードの設定を説明する図である。

【図3】図3は、OSからの拡張カードの設定を説明する図である。

【図4】図4は、私有設定ソフトからの拡張カードの設定を説明する図である。

【図5】図5は、PHP活性化交換を説明する図である。

【図6】図6は、PHP活性化交換を説明する図である。

【図7】図7は、実施例1にかかる情報処理装置の機能を説明するブロック図である。

20

【図8】図8は、実施例1にかかる拡張カードの動作モードの変更手順1を説明する図である。

【図9】図9は、実施例1にかかる拡張カードの動作モードの変更手順2を説明する図である。

【図10】図10は、実施例1にかかる拡張カードの動作モードの変更手順3を説明する図である。

【図11】図11は、実施例1にかかる拡張カードの動作モードの変更手順4を説明する図である。

【図12】図12は、実施例1にかかる拡張カードの動作モードの変更手順5を説明する図である。

30

【図13】図13は、実施例1にかかる拡張カードの動作モードの変更処理の流れを示すフローチャートである。

【図14】図14は、実施例2にかかる情報処理装置の機能を説明するブロック図である。

【図15】図15は、実施例2にかかる拡張カードの活性化交換の手順1を説明する図である。

【図16】図16は、実施例2にかかる拡張カードの活性化交換の手順2を説明する図である。

【図17】図17は、実施例2にかかる拡張カードの活性化交換の手順3を説明する図である。

【図18】図18は、実施例2にかかる拡張カードの活性化交換の手順4を説明する図である。

40

【図19】図19は、実施例2にかかる拡張カードの活性化交換の手順5を説明する図である。

【図20】図20は、実施例2にかかる拡張カードの活性化交換の手順6を説明する図である。

【図21】図21は、実施例2にかかる拡張カードの活性化交換の手順7を説明する図である。

【図22】図22は、実施例2にかかる拡張カードの活性化交換の手順8を説明する図である。

【図23】図23は、実施例2にかかる活性化交換時に動作モードを変更する手順を説明す

50

る図である。

【図 2 4】図 2 4 は、実施例 2 にかかる拡張カードの活性交換処理の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下に、本発明にかかる情報処理装置、操作制御方法および操作制御プログラムの実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、各実施例は、矛盾のない範囲内で適宜組み合わせることができる。

【実施例 1】

【0017】

[全体構成]

図 1 は、実施例 1 にかかるサーバシステム 1 を説明する図である。図 1 に示すように、サーバシステム 1 は、システムが稼働する情報処理装置 10 と、情報処理装置 10 の管理を担う管理コントローラ 5 で構成される。通常、情報処理装置 10 内では同時に一つのオペレーティングシステム (OS : Operating System) しか稼働できないが、情報処理装置 10 の仮想化は、この制約を解消して、同時に複数個の OS を稼働できるようにする技術である。

【0018】

図 1 に示すように、情報処理装置 10 の仮想化では、プロセッサ 19 やメモリ 15、拡張スロット 11 a、拡張スロット 11 b、拡張カード 12 a、拡張カード 12 b などの物理資源を論理的に分割することにより、仮想的な情報処理装置 (以降、仮想マシン (VM : Virtual Machine) と記載する場合がある) を情報処理装置 10 内に複数個構築する。各仮想マシン上で OS を稼働することで、情報処理装置 10 内に複数個の OS を動かすことができる。

【0019】

具体的には、図 1 に示すように、情報処理装置 10 のプロセッサ 19 の仮想化実行部 19 a が、ハイパーバイザや VMM (Virtual Machine Monitor) などに代表される仮想マシンモニタに該当する仮想化処理部 18 をメモリ 15 内に展開することで、メモリ 15 内では、情報処理装置 10 内の物理資源や仮想マシンを管理する仮想化処理部 18 が動作する。仮想化処理部 18 は、物理資源を論理的に分割し、仮想マシン 16 に対して仮想的なハードウェアである仮想ハードウェア 16 b を見せ、仮想マシン 17 に対しても仮想ハードウェア 17 b を見せる。仮想マシン 16 上の OS 16 a や仮想マシン 17 上の OS 17 a は、各仮想ハードウェアをあたかも物理ハードウェアであるかのように認識し、システムを稼働する。なお、仮想的なハードウェアの見せ方は、仮想マシンをどのように利用するかなどに応じて複数個存在する。

【0020】

ここでははじめに、PCIe の拡張カードを対象に PCI Pass-through (以降では、単に「PCIパススルー」と記載する場合がある) を説明する。PCIパススルーは、仮想マシン上の OS から拡張カードへのアクセス、あるいは拡張カードから仮想マシン上へのアクセスをほぼそのまま通す手法である。PCIパススルーを利用することで、仮想マシン上の OS は拡張カードを仮想化しない環境と同等に利用できる。

【0021】

例えば、仮想マシン 16 の OS 16 a は、PCIパススルーを用いることで、仮想ハードウェア 16 b から拡張スロット 11 a に挿入される拡張カード 12 a を利用して、ストレージ 13 へアクセスする。また、仮想マシン 17 の OS 17 a は、PCIパススルーを用いることで、仮想ハードウェア 17 a から拡張スロット 11 b に挿入される拡張カード 12 b を利用して、インターネットなどの外部ネットワーク N へ接続する。

【0022】

なお、他の仮想的なハードウェアの見せ方としては、仮想化処理部 18 でハードウェアの挙動を模倣するデバイスエミュレーションという手法が知られている。デバイスエミュ

10

20

30

40

50

レーション形式を利用することで、情報処理装置 10 に搭載されていないハードウェアを仮想マシンに見せることや、一つしか搭載されていないハードウェアを複数の仮想マシンに見せることができる。

#### 【0023】

##### [ 拡張カードの設定 ]

次に、情報処理装置 10 が有する拡張カード 12 a、12 b の設定手法について説明する。拡張カードの設定には、大きく分けて BIOS から設定する方式、OS の標準機能から設定する方式、私有設定ソフトから設定する方式が利用されており、ここでは各設定方法について説明する。

#### 【0024】

##### ( BIOS からの設定 )

図 2 は、BIOS 14 a からの拡張カードの設定を説明する図である。一例として、図 2 に示す情報処理装置 10 の ROM 14 に記憶される BIOS 14 a を用いて、拡張カード 12 a の設定を変更する例を説明する。

#### 【0025】

PCIe の拡張カード 12 a の内部には、EFI ( Extensible Firmware Interface ) ドライバと呼ばれるプログラムデータが格納されている。図 2 に示すように、このプログラムデータは、BIOS 14 a からロードされ、拡張カード 12 a の初期化や設定変更に利用される。BIOS 14 a は、自身の設定メニューの中に拡張カード 12 a の設定変更メニューを表示し、ユーザはこのメニューを介して拡張カード 12 a の設定を行う。ここで、拡張カード 12 a の設定変更メニューは、UEFI ( Unified Extensible Firmware Interface ) 仕様に準拠した形で提供されているので、一般的に BIOS 14 a からの設定変更は拡張カード 12 a やサーバシステムのベンダーに依存しない形で利用ができる。また、拡張カード 12 a の開発元 ( 以降、「カードベンダ」と記載する場合がある ) が開発したプログラムデータを利用するため、対象の拡張カード 12 a が持つ設定をすべて変更することができる。

#### 【0026】

本方式は、設定に必要な EFI ドライバが拡張カード 12 a 内部に格納されているので、外部から特別なソフトウェアを入手すること無しに対象の拡張カードが持つ設定をすべて変更できる利点がある。一方で、BIOS 14 a からの EFI ドライバのロードが必要であるので、BIOS 14 a が動作していない OS 稼働中には本方式を利用することができないことが欠点である。なお、OS 稼働中から BIOS 14 a が提供するシステム管理モード ( SMM : システムマネジメントモード ) や電源管理サービス ( ACPI : Advanced Configuration and Power Interface ) が呼び出される事があるが、これらから EFI ドライバをロードすることは出来ない。

#### 【0027】

##### ( OS からの設定 )

図 3 は、OS 10 a からの拡張カードの設定を説明する図である。具体的には、図 3 に示す情報処理装置 10 の OS 10 a を用いて、拡張カード 12 a の設定を変更する例を説明する。

#### 【0028】

例えば、IP ( Internet Protocol ) アドレスの設定など、一般的な設定に対しては、OS 10 a が標準機能として設定インタフェースを提供している。ユーザは OS 10 a 上の標準コマンドや標準ソフトウェアを使用して当該設定を行う。図 3 に示すように、設定は拡張カード 12 a のデバイスドライバを経由してカードへ反映される。本方式は、ソフトウェアのインストールなしに設定変更できる利点はあるものの、変更できない設定があるという欠点を有する。

#### 【0029】

##### ( 私有設定ソフトからの設定 )

図 4 は、私有設定ソフトからの拡張カードの設定を説明する図である。具体的には、図

10

20

30

40

50

4 に示す情報処理装置 1 0 の OS 1 0 a が、カードベンダ 2 0 0 の設定ソフトを用いて、拡張カード 1 2 a の設定を変更する例を説明する。

#### 【 0 0 3 0 】

拡張カード 1 2 a が独自の機能を搭載している場合、OS 1 0 a の標準機能から当該設定を変更することはできない。これは、拡張カード 1 2 a 独自の機能に対して OS 1 0 a の標準機能の対応が追従できていない、あるいは機能に対応した拡張カード 1 2 a が限定的であるために OS 1 0 a の標準機能が対応を計画していないことなどが要因である。OS 1 0 a が標準機能として設定インタフェースを提供していない設定を OS 1 0 a 上から設定する場合は、カードベンダ 2 0 0 が独自に提供する設定ソフト（私有設定ソフト）を利用する必要がある。

10

#### 【 0 0 3 1 】

図 4 に示すように、ユーザはカードベンダ 2 0 0 が提供する私有設定ソフトを入手してインストールし、私有設定ソフトを使用して当該設定を行う。本方式は、設定対象の拡張カード 1 2 a が持つ設定をすべて変更できる利点はあるが、私有設定ソフトを入手・インストールしないとイケないことや、そもそも利用している OS 1 0 a に対してカードベンダ 2 0 0 が私有設定ソフトを提供していない可能性があるという欠点がある。

#### 【 0 0 3 2 】

##### [ PHPによる拡張カードの交換 ]

近年では、システムを稼働させたまま拡張カードを交換することができる PHP が利用されている。図 5 と図 6 は、PHP 活性化交換を説明する図である。図 5 に示すように、PHP に対応したサーバシステム 1 においては、情報処理装置 1 0 が持つ拡張スロットの一部、あるいは全部が PHP に対応している。また、OS 1 0 a は、一般的なデバイスドライバ 1 0 c に加えて、PHP 操作を管理するための PHP ドライバ 1 0 b を有する。

20

#### 【 0 0 3 3 】

ここで、PHP による活性化交換を具体的に説明する。図 5 に示すように、ユーザからの OS 1 0 a 上の操作により、PHP ドライバ 1 0 b を経由して拡張スロット 1 1 b の電源が切断される（図 5 の S 1）。続いて、拡張スロット 1 1 b の電源切断後、ユーザは拡張スロット 1 1 b 配下の拡張カード 1 2 b を抜去する（図 5 の S 2）。

#### 【 0 0 3 4 】

その後、図 6 に示すように、ユーザは新たな拡張カード 1 2 c を拡張スロット 1 1 b へ挿入する（図 6 の S 3）。そして、OS 1 0 a は、拡張スロット 1 1 b からの割り込み、あるいはハードウェアレジスタのポーリングにより拡張カード 1 2 c の挿入を検知し、PHP ドライバ 1 0 b を経由して拡張スロット 1 1 b の電源を投入する（図 6 の S 4）。

30

#### 【 0 0 3 5 】

さらに、拡張スロット 1 1 b の電源投入後は、OS 1 0 a が PHP ドライバ 1 0 b やデバイスドライバ 1 0 c を利用してハードウェアリソースの割り当てや拡張カード 1 2 c の初期化を行い、利用可能な状態へ設定する。拡張カード 1 2 c によっては、拡張カード 1 2 c に接続されるストレージやネットワークなどの設定情報を、活性化交換後にユーザが復元する作業が必要な場合もある。

#### 【 0 0 3 6 】

なお、OS 1 0 a 上の操作による拡張スロット 1 1 b の電源が切断される前に拡張カード 1 2 b が抜去された場合でも、PHP の Surprise Hot - Remove 機能により活性化交換可能である。PHP には、拡張カードの物理的な挿抜を伴うため、挿抜に対応した物理機構をサーバシステム 1 に設ける必要がある。また、抜去可否をユーザに知らせるための LED ( Light Emitting Diode ) インジケータも追加する。そのため、PHP に対応したサーバシステムの製造コストは、対応していないサーバシステムと比較して増加する傾向にある。

40

#### 【 0 0 3 7 】

##### [ CNA の動作モードの変更 ]

次に、近年使用されることが多い CNA 形式の拡張カードの動作変更について説明する。CNA の動作モードは、CNA 独自のものであるため、変更には BIOS あるいは私有設定ソ

50



フトからの設定が必要である。ここで、システムで利用しているOSに対してカードベンダが私有設定ソフトを提供していない場合、BIOSからの設定を利用しなければならない。

#### 【0038】

このため、CNAの動作モードの変更を反映するためには拡張カードのハードウェアリセットが必要である。また、動作モードの変更反映後の拡張カードをOSが正しく動作させるためには、ハードウェアリソースの割り当て変更や利用するデバイスドライバの再設定が必要である。拡張カードのハードウェアリセットは、例えば対象の拡張カードを搭載した拡張スロットに対し、スロットベンダが独自に搭載したハードウェアレジスタを操作することで実施可能である。また、拡張スロットがPHPに対応しているのであれば、電源を切断および電源投入することでもハードウェアリセットすることができる。

10

#### 【0039】

しかしながら、独自のハードウェアレジスタを意識した処理や、PHPに対応した拡張スロットを前提とした処理をカードベンダが私有設定ソフトへ実装することは現実的ではない。私有設定ソフトで動作モードを変更後、ユーザの操作によりハードウェアリセットを実行することができる可能性はあるが、ユーザに対してサーバシステム固有のハードウェアレジスタ操作を意識して貰う必要があり、ユーザの負担が増える。

#### 【0040】

また、動作モードの変更反映後のハードウェアリソースの割り当て変更や利用するデバイスドライバの再設定に関しては、PHPで動作モード変更後の拡張カードを抜去および挿入することでOSのPHPドライバに実施させることが可能である。しかしながら、この手法はサーバシステムの拡張スロットをPHPに対応したものにすることが必要であり、製造コストの増加に繋がってしまう。また、拡張カードの物理的な抜去および挿入をユーザにして貰う必要があり、ユーザの負担が増える。

20

#### 【0041】

##### [問題点]

上述したように、CNAに限らず、拡張カード固有の設定変更には私有設定ソフトを使用し、設定の反映にハードウェアリセットが要求され、設定反映後にハードウェアリソースの割り当て変更や利用するデバイスドライバの再設定が必要な拡張カードに共通の問題である。図1に示したサーバシステム1に搭載された複数の拡張カードのうち、上記に該当する各々の拡張カードの設定変更にはシステムの停止が要求されることは、システムの運用継続性低下につながる。特に、大規模なサーバシステムの場合、搭載するプロセッサやメモリ、拡張カードの量の多さに起因し、システムの再起動に数十分と長い時間を要することもある。そこで、実施例1にかかるサーバシステム1では、OSに依らず、システム停止なしに拡張カードの設定変更を行う技術を説明する。

30

#### 【0042】

##### [機能構成]

次に、実施例1にかかるサーバシステム1の機能構成について説明する。図7は、実施例1にかかる情報処理装置10の機能を説明するブロック図である。

#### 【0043】

なお、管理コントローラ5は、サーバシステム1や情報処理装置10などの管理に利用されるコンピュータ等であり、例えばベースボードマネジメントコントローラ(BMC: Baseboard Management Controller)などである。例えば、管理コントローラ5は、ユーザがサーバを管理、操作、設定するために利用されるユーザインタフェースを有する。本実施例においては、拡張カードの設定変更をこのユーザインタフェースから指示し、仮想化処理部30(仮想マシンモニタ)へ通知する。

40

#### 【0044】

図7に示すように、実施例1にかかる情報処理装置10は、ハードウェア20と、図1のプロセッサ19の仮想化実行部19aなどにより実行される仮想化処理部30とを有する。また、情報処理装置10は、仮想化処理部30により仮想マシン40と設定専用仮想

50

マシン 50 とが実行されるが、数などは一例であり、任意の数の仮想マシンを実行することができる。

【0045】

ハードウェア 20 は、情報処理装置 10 の物理資源である拡張スロット 21 と拡張カード 22 とを有する。拡張スロット 21 は、拡張カード 22 を搭載する接続端子である。この拡張スロット 21 は、仮想化処理部 30 から直接あるいは間接的（管理コントローラ 5 経由など）に操作可能なりセット機能を有するものとするが、PHP 対応である必要はない。なお、拡張スロット 21 には拡張カード 22 をハードウェアリセットするための一般的なリセット機能部 21 a が搭載されている。

【0046】

また、拡張カード 22 は、実施例 1 において設定変更の対象となる拡張カードである。この拡張カード 22 は、上述した EFI ドライバ 22 a と、不揮発領域に設けられた、動作情報などが定義（設定）される設定情報 22 b とを有する。

【0047】

仮想化処理部 30 により実行される仮想マシンの一例として、実施例 1 では、システムを運用するために OS を稼働させる仮想マシン 40 と、拡張カード 22 の設定変更を BIOS 上で行う設定専用仮想マシン 50 とが稼働する。

【0048】

仮想マシン 40 は、仮想拡張スロット 41 と OS 42 とを有する。仮想拡張スロット 41 は、仮想化処理部 30 により仮想マシン 40 に提供される拡張スロットである。OS 42 は、ハードウェアを利用するためのデバイスドライバ 42 a と、PHP 機能に準拠した PHP ドライバ 42 b とを実行する。

【0049】

設定専用仮想マシン 50 は、仮想拡張スロット 51 と設定メニュー実行部 52 とを有する。仮想拡張スロット 51 は、仮想化処理部 30 により設定専用仮想マシン 50 に提供される拡張スロットである。設定メニュー実行部 52 は、拡張カード 22 の設定変更用のメニューをユーザに提供する。なお、設定専用仮想マシン 50 は、必要に応じて、仮想化処理部 30 により稼働される。

【0050】

上記各仮想マシンは、システム運用中は各仮想マシンへ拡張カード 22 を PCI バススルーさせることによって、物理環境と同等に拡張カード 22 を利用できる。また、仮想マシン 40 内の仮想拡張スロット 41 は、デバイスエミュレーションにより PHP に対応しているものとして OS 42 に見せる。仮想拡張スロット 41 を PHP に対応しているように見せることで、設定変更時に一時的に拡張カード 22 を設定専用仮想マシン 50 へ割り当てることが可能となる。また、設定変更後に仮想マシン 40 上の OS 42 でハードウェアリソースの割り当て変更や利用するデバイスドライバ 42 a の再設定が実施される。

【0051】

仮想化処理部 30 は、仮想マシン 40 や設定専用仮想マシン 50 を実行する。この仮想化処理部 30 は、要求受付部 31、挿抜通知部 32、リセット部 33、割当変更部 34、仮想マシン操作部 35、設定メニュー操作部 36 を有する。

【0052】

要求受付部 31 は、仮想化処理部 30 の外部から操作モードの変更要求を受け付ける処理部である。実施例 1 では、要求受付部 31 が管理コントローラ 5 から要求を受け付ける例で説明するが、これに限定されるものではなく、例えば仮想マシン 40 内の OS 42 からの操作をトラップすることで要求を受け付けることも可能である。

【0053】

挿抜通知部 32 は、仮想マシン 40 に割り当てられた仮想拡張スロット 41 のレジスタを PCIe 仕様 に 則 っ て エミュレーション する こと で、論理的に拡張カード 22 の挿抜が発生したことを仮想マシン 40 上の OS 42 に通知する処理部である。

【0054】

10

20

30

40

50

リセット部 33 は、拡張スロット 21 が有するリセット機能部 21a を操作することで、拡張カード 22 をハードウェアリセットする処理部である。なお、リセット機能部 21a は、スロットベンダーが独自に搭載したハードウェアレジスタを操作する、あるいは PHP に対応した拡張スロットであれば電源切断および電源投入することで実現できる。当該ハードウェアレジスタが仮想化処理部 30（仮想マシンモニタ）から直接操作できない場合は、管理コントローラ 5 を経由して間接的に操作することもできる。

#### 【0055】

割当変更部 34 は、指定の拡張カード 22 の割当先をある仮想マシンから別の仮想マシンへと変更する処理部である。例えば、割当変更部 34 は、公知のチップセットを利用したサーバプラットフォームの場合、公知の仮想化支援機能を利用し、拡張カード 22 へのレジスタアクセス元、拡張カード 22 からの DMA (Direct Memory Access) や割り込み先などの仮想マシンを変更することで実現可能である。

10

#### 【0056】

仮想マシン操作部 35 は、情報処理装置 10 内で仮想マシンの起動停止を制御する処理部である。例えば、仮想マシン操作部 35 は、拡張カード 22 の設定変更を行う場合に、停止中である設定専用仮想マシン 50 を稼働させ、拡張カード 22 の設定変更が終了すると、稼働中である設定専用仮想マシン 50 の稼働を終了させる。

#### 【0057】

設定メニュー操作部 36 は、設定専用仮想マシン 50 上の設定メニューを仮想化処理部 30 から操作するための処理部である。拡張カードの設定変更メニューは、シリアルコンソールへ出力可能であるため、例えば、仮想化処理部 30 が設定専用仮想マシン 50 のシリアルデバイスをエミュレーションすることで本機能を実現することが可能である。

20

#### 【0058】

##### [動作モード変更の具体例]

次に、図 8 から図 12 を用いて、図 7 に示した拡張カード 22 の動作モード変更（設定変更）の具体的な処理を説明する。ここでは、システムを運用するために OS 42 を稼働させる仮想マシン 40 と、実施例を実現するにあたり拡張カード 22 の設定変更を BIOS 上で行う設定専用仮想マシン 50 とを利用する。

#### 【0059】

実施例 1 において、仮想マシン 40 には拡張カード 22 が PCI パススルーで割り当てられている。また、拡張カード 22 が搭載されている拡張スロット 21 は、仮想化処理部 30（仮想マシンモニタ）のデバイスエミュレーションにより PHP に対応しているものとして OS 42 に見せる。仮想マシン 40 内の OS 42 は PHP に対応しているものとする。設定専用仮想マシン 50 は、拡張カード 22 を BIOS 設定メニューにより設定する機能である設定メニュー実行部 52 を有する。設定専用仮想マシン 50 は、通常時は稼働しておらず、設定を変更する期間中のみ利用されるテンポラリな仮想マシンである。

30

#### 【0060】

##### (手順 1)

図 8 は、実施例 1 にかかる拡張カードの動作モードの変更手順 1 を説明する図である。図 8 に示すように、ユーザは、管理コントローラ 5 のユーザインタフェースを用いて、動作モードの変更要求を送信し、仮想化処理部 30 の要求受付部 31 は、この動作モード変更要求を受信する（図 8 の（1）参照）。

40

#### 【0061】

なお、動作モード変更要求には、変更対象の拡張カードの情報および変更の内容が含まれる。例えば、情報の例としては、「{slot: 7, id: 0x072010DF, mode: iSCSI}」などである。ここで、「slot」は拡張スロット 21 の ID、「id」は、拡張カード 22 の識別子（PCIe の VID / DID など）である。「0x072010DF」は、CNA カードの例であり、「mode」は、動作モードの変更先などである。

#### 【0062】

なお、動作モードの変更要求は、管理コントローラ 5 のユーザインタフェース経由で発

50

行する必要は必ずしもはない。例えば、仮想マシン 4 0 上の OS 4 2 からハイパーバイザーコールを用いる方法や、仮想マシン 4 0 上の OS 4 2 からの特定のレジスタアクセスを仮想化処理部 3 0 がトラップする方法、仮想化処理部 3 0 が提供するユーザインタフェースを用いる方法なども考えられる。

#### 【 0 0 6 3 】

続いて、動作モード変更の要求が受信されると、挿抜通知部 3 2 は、仮想マシン 4 0 に割り当てられた仮想拡張スロット 4 1 に対して、擬似的に対象の拡張カード 2 2 が抜去されたことを通知する（図 8 の（ 2 ）参照）。このとき、仮想化処理部 3 0 は、仮想マシン 4 0 と変更対象の拡張カード 2 2 との PCI パススルーを解除する。なお、カードの抜去は、PCIe 規格に則り、Slot Status レジスタと Hot - Plug Event 割り込みをエミュレーションすることで通知可能である。

10

#### 【 0 0 6 4 】

その後、仮想マシン 4 0 において、拡張カード 2 2 の抜去を検知した OS 4 2 は、OS 標準の PHP ドライバ 4 2 b の Surprise Hot - Remove ハンドラ機能により拡張カード 2 2 の情報を削除する（図 8 の（ 3 ）参照）。

#### 【 0 0 6 5 】

この手順 1 により、仮想化処理部 3 0 は、ユーザから送信される拡張カード 2 2 の設定変更指示を受け、仮想マシン 4 0 の仮想拡張スロット 4 1 から PHP 操作で対象の拡張カード 2 2 が抜去されたようにデバイスエミュレーションするので、この時点で仮想マシン 4 0 上の OS 4 2 から拡張カード 2 2 へのアクセスは無くなる。

20

#### 【 0 0 6 6 】

（手順 2）

図 9 は、実施例 1 にかかる拡張カードの動作モードの変更手順 2 を説明する図である。図 9 に示すように、仮想化処理部 3 0 のリセット部 3 3 は、拡張スロット 2 1 のリセット機能部 2 1 a を用い、設定変更の対象である拡張カード 2 2 に対して、ハードウェアリセットを実行する（図 9 の（ 4 ）参照）。ここで、リセット部 3 3 は、拡張スロット 2 1 が PHP に対応している場合は、拡張スロット 2 1 の電源切断および電源投入をリセット機能として利用しても構わない。また、リセット部 3 3 は、PHP に対応していない場合は、拡張スロット 2 1 に独自に設けられているリセット機能を仮想化処理部 3 0、あるいは管理コントローラ 5 が呼び出すことによりリセットすることもできる。

30

#### 【 0 0 6 7 】

続いて、割当変更部 3 4 は、設定変更の対象である拡張カード 2 2 を、拡張カード 2 2 の設定を担う、一時的に立ち上げられた設定専用仮想マシン 5 0 へ PCI パススルーを設定する（図 9 の（ 5 ）参照）。

#### 【 0 0 6 8 】

その後、仮想マシン操作部 3 5 は、設定専用仮想マシン 5 0 の電源を投入し、その後、設定専用仮想マシン 5 0 上で BIOS を設定メニューまで立ち上げる（図 9 の（ 6 ）参照）。なお、設定変更の対象である拡張カード 2 2 を PCI パススルーして BIOS が立ち上げられているため、この時点で EFI ドライバ 2 2 a のロードや拡張カード 2 2 の初期化、設定変更メニューの表示準備ができています。

40

#### 【 0 0 6 9 】

この手順 2 により、仮想化処理部 3 0 は、カード割り当て変更を実行して、対象の拡張カード 2 2 を設定専用仮想マシン 5 0 へ PCI パススルーを実行するので、設定専用仮想マシン 5 0 から拡張カード 2 2 の設定変更が可能な状態となる。

#### 【 0 0 7 0 】

（手順 3）

図 1 0 は、実施例 1 にかかる拡張カードの動作モードの変更手順 3 を説明する図である。図 1 0 に示すように、仮想化処理部 3 0 は、設定専用仮想マシン 5 0 上の設定メニュー実行部 5 2 により提供される設定メニューを用いて、動作モードの変更要求に応じた内容に拡張カード 2 2 の設定情報 2 2 b を変更し、拡張カード 2 2 の設定変更を行う（図 1 0

50

の(7)参照)。

【0071】

例えば、設定変更のための操作は、例えば次の方法により仮想化処理部30から実施可能である。具体的には、仮想化処理部30内でシリアルコンソールの挙動を模倣することで、設定専用仮想マシン50へ仮想シリアルコンソールを割り当てる。設定専用仮想マシン50上のBIOSから仮想シリアルコンソールへ出力される設定メニューの文字列情報を、デバイスエミュレーション実施元の仮想化処理部30が捕捉することで表示されているメニューの内容を設定メニュー実行部52へ伝えることができる。さらに、仮想化処理部30上の設定メニュー実行部52が仮想シリアルコンソールへのキーボード入力を模倣することで、メニューを操作できる。

10

【0072】

なお、BIOS設定メニューは、UEFI仕様に準拠した形で提供されているので、設定メニュー実行部52は一定の操作形式で拡張カードの設定を変更することができる。例えば、前述の動作モード変更要求「{slot:7, id:0x072010DF, mode:iSCSI}」に対して、設定メニュー実行部52は、BIOS設定メニュー内から、CNAカードの動作モード変更メニュー項目である「Personality」という文字列を探索した後、設定値を「iSCSI」へ変更する。

【0073】

この手順3により、仮想化処理部30は、仮想シリアルコンソールを介し、設定専用仮想マシン50上のBIOS設定メニューを操作することで、変更対象である拡張カード22の設定を変更する。

20

【0074】

(手順4)

図11は、実施例1にかかる拡張カードの動作モードの変更手順4を説明する図である。図11に示すように、仮想化処理部30の仮想マシン操作部35は、拡張カード22の設定変更完了後、設定専用仮想マシン50の電源をオフにする(図11の(8)参照)。

【0075】

続いて、仮想化処理部30のリセット部33は、拡張スロット21のリセット機能部21aを用いて、設定変更の対象である拡張カード22をハードウェアリセットすることで拡張カード22の設定変更を反映する(図11の(9)参照)。

30

【0076】

この手順4により、仮想化処理部30は、拡張カード22の設定変更終了後に、ハードウェアリセットを実行し、対象の拡張カード22のPCIパススルーを仮想マシン40へ戻すことができる。

【0077】

(手順5)

図12は、実施例1にかかる拡張カードの動作モードの変更手順5を説明する図である。図12に示すように、仮想化処理部30の割当変更部34は、設定変更の対象である拡張カード22を、元の仮想マシン40へPCIパススルーを接続する(図12の(10)参照)。

40

【0078】

続いて、挿抜通知部32は、仮想マシン40の仮想拡張スロット41を経由してOS42に、対象の拡張カード22が挿入されたことを通知する(図12の(11)参照)。なお、挿抜通知部32は、拡張カード22の挿入を、PCIe規格に則りSlot StatusレジスタとHot-Plug Event割り込みをエミュレーションすることで通知する。

【0079】

その後、仮想マシン40上のOS42のPHPドライバ42bは、仮想拡張スロット41の電源を投入後、対象の拡張カード22を利用可能な状態に設定する(図12の(12)参照)。

【0080】

50

この手順 5 により、仮想拡張スロット 4 1 に対して対象の拡張カード 2 2 が挿入されたようにデバイスエミュレーションすることにより、仮想マシン 4 0 上の OS 4 2 の PHP ドライバ 4 2 b によるハードウェアリソースや利用するデバイスドライバ 4 2 a の再設定が実施される。以上により、私有設定ソフトを使用することなく、システムの停止なしに拡張カードの設定を変更することができる。

【 0 0 8 1 】

[ 処理の流れ ]

図 1 3 は、実施例 1 にかかる拡張カードの動作モードの変更処理の流れを示すフローチャートである。図 1 3 に示すように、仮想化処理部 3 0 は、拡張カード 2 2 の設定情報 2 2 b の変更要求を受信すると ( S 1 0 1 : Y e s )、稼働中の仮想マシン 4 0 に、疑似的に拡張カード 2 2 が抜去されたことを通知する ( S 1 0 2 )。

10

【 0 0 8 2 】

続いて、稼働中の仮想マシン 4 0 は、拡張カード 2 2 の情報を削除し ( S 1 0 3 )、仮想化処理部 3 0 は、物理マシンである情報処理装置 1 0 において設定変更対象の拡張カード 2 2 のハードウェアリセットを実行する ( S 1 0 4 )。

【 0 0 8 3 】

そして、仮想化処理部 3 0 は、拡張カード 2 2 から設定専用仮想マシン 5 0 への PCI パススルーを実行し ( S 1 0 5 )、設定専用仮想マシン 5 0 を稼働させる ( S 1 0 6 )。その後、仮想化処理部 3 0 は、設定専用仮想マシン 5 0 から提供される設定メニューを表示する ( S 1 0 7 )。

20

【 0 0 8 4 】

続いて、仮想化処理部 3 0 は、設定メニューを介して設定変更内容を受け付け ( S 1 0 8 )、設定終了を受け付けるまで ( S 1 0 9 : N o )、S 1 0 8 を実行する。ここで、仮想化処理部 3 0 は、設定終了を受け付けると ( S 1 0 9 : Y e s )、設定専用仮想マシン 5 0 の稼働を終了する ( S 1 1 0 )。

【 0 0 8 5 】

続いて、仮想化処理部 3 0 は、拡張カード 2 2 の設定情報 2 2 b に、設定変更を反映し ( S 1 1 1 )、拡張カード 2 2 から元の仮想マシン 4 0 への PCI パススルーを実行する ( S 1 1 2 )。

【 0 0 8 6 】

30

その後、仮想化処理部 3 0 は、元の仮想マシン 4 0 に、変更後の拡張カード 2 2 の挿入を通知し ( S 1 1 3 )、元の仮想マシンである仮想マシン 4 0 は、挿入された拡張カード 2 2 が利用できるように利用設定を実行する ( S 1 1 4 )。

【 0 0 8 7 】

[ 効果 ]

上述したように、情報処理装置 1 0 は、OS に依らず、システム停止なしに拡張カード 2 2 の設定変更を実行できる。また、情報処理装置 1 0 は、設定方式に起因する問題については、BIOS からの設定を利用しているので、システムで利用している OS に依存せず拡張カード 2 2 の設定変更が可能である。また、情報処理装置 1 0 は、設定反映に起因する問題については、仮想化処理部 3 0 (仮想マシンモニタ) のリセット部 3 3 が拡張カード 2 2 をハードウェアリセットするため、カードベンダやユーザがサーバシステム固有の操作を意識する必要はない。

40

【 0 0 8 8 】

また、情報処理装置 1 0 は、設定反映後の動作に起因する問題については、OS の PHP ドライバにハードウェアリソースの割り当て変更や利用するデバイスドライバの再設定を実施させることで解決できる。さらに、情報処理装置 1 0 において実際の拡張スロット 2 1 は PHP 対応である必要はなく拡張カード 2 2 の物理的な抜去や挿入が発生しないので、製造コストの増加やユーザ負担の増加にはつながらない。また、設定専用仮想マシン 5 0 は、仮想マシン 4 0 とは独立して動作するので、拡張カード 2 2 の設定変更中も仮想マシン 4 0 上の OS 4 2 は別のプロセスを実行できる。

50

## 【実施例 2】

## 【0089】

ところで、拡張カードの機能が複雑化し設定項目が増えたことにより、拡張カードの活性交換後のユーザによる復元作業が煩雑化する事象が発生する。上述したように、拡張カードによっては、拡張カードに接続されるストレージやネットワークなどの設定情報を、活性交換後にユーザが復元する作業が必要な場合がある。この場合、ユーザは拡張カードの設定を活性交換前に書きとめ、活性交換後に再設定していくなどの復元作業を行うことが要求される。拡張カードの設定項目が増えるにつれてこの作業の手間は増え、また、作業ミスが発生する懸念も高まる。

## 【0090】

この問題に対しては、OS上で設定をバックアップおよびリストアするソフトウェアを利用して復元作業を自動化する対処が考えられる。しかしながら、拡張カードの設定に私有設定ソフトを利用する場合、私有設定ソフトのユーザインタフェースはカードベンダの実装に依存するため自動化は容易ではない。

## 【0091】

さらに、前述のCNAは動作モードに応じて別種のデバイスに変化し、その設定項目も変わる。拡張カードの活性交換後に復元作業を行うためには、CNAの動作モードを活性交換前のものに合わせる必要があるが、動作モードの変更には上述したとおりシステムの再起動が要求される。この場合、復元作業にシステムの停止を伴うため、システム稼働中の拡張カード活性交換という目的が達成できない。

## 【0092】

そこで、実施例 2 では、拡張カード活性交換後の設定復元を、システムの停止なしにサーバシステム 1 側で実施できる例を説明する。

## 【0093】

## [機能構成]

図 1 4 は、実施例 2 にかかる情報処理装置 1 0 の機能を説明するブロック図である。実施例 1 と同様、仮想化技術を利用して説明する。図 1 4 に示すように、実施例 1 と異なる点は、ハードウェア 2 0 には、設定保存領域 2 3 が設けられており、仮想化処理部 3 0 は、監視部 3 7 と拡張スロット操作部 3 8 と PHP 監視部 3 9 を有し、仮想マシン 4 0 の仮想拡張スロット 4 1 が PHP に対応している点である。また、ハードウェア 2 0 の拡張スロット 2 1 も PHP に対応している。

## 【0094】

具体的には、ハードウェア 2 0 の設定保存領域 2 3 は、仮想化処理部 3 0 が拡張カード 2 2 の設定を保存する領域である。この設定保存領域 2 3 には、活性交換前の拡張カード 2 2 の種別情報や、保存した設定の一覧などが格納される。なお、設定保存領域 2 3 は、仮想化処理部 3 0 内に設けることもできる。

## 【0095】

仮想化処理部 3 0 の監視部 3 7 は、仮想マシン 4 0 の OS 4 2 から、PHP に対応した仮想拡張スロット 4 1 へのアクセスを監視する処理部である。拡張スロット操作部 3 8 は、PHP に必要なレジスタ操作を仮想化処理部 3 0 から拡張スロット 2 1 に対して行う処理部である。PHP 監視部 3 9 は、拡張スロット 2 1 のレジスタや拡張スロット 2 1 からの割り込みを監視することで、拡張カード 2 2 の活性挿抜を検知する処理部である。

## 【0096】

## [拡張カード交換の具体例]

次に、図 1 5 から図 2 3 を用いて、図 1 4 に示した拡張カード 2 2 を新たな拡張カード 1 0 0 に交換した後、交換前の同じ設定を拡張カード 1 0 0 に設定する具体的な処理を説明する。ここでは、実施例 1 と同様、システムを運用するために OS 4 2 を稼働させる仮想マシン 4 0 と、実施例を実現するにあたり拡張カード 2 2 の設定変更を BIOS 上で行う設定専用仮想マシン 5 0 とを利用する。

## 【0097】

10

20

30

40

50

(手順1)

図15は、実施例2にかかる拡張カードの活性交換の手順1を説明する図である。図15に示すように、仮想マシン40上のOS42上の操作により、PHPドライバ42bを経由して仮想拡張スロット41の電源が切断される(図15の(1)参照)。

【0098】

そして、仮想化処理部30の監視部37は、仮想マシン40のOS42から仮想拡張スロット41へのアクセスを監視することでPHPの試みを検知する(図15の(2)参照)。例えば、PCIe仕様に規定されているSlot Control Register上のPower Indicator Control(LED)への操作を監視することで、OS42からのPHPの試みを検知できる。なお、この段階では、OS42からのLED操作を拡張スロット21へは反映しない。これは、拡張カード22の設定情報取得が完了するまで、ユーザによる拡張カード22の抜去をさせたくないためである。

10

【0099】

続いて、仮想化処理部30の挿抜通知部32は、仮想マシン40に割り当てられた仮想拡張スロット41に対して、擬似的に対象の拡張カード22が抜去されたことを通知する(図14の(3)参照)。このとき、仮想化処理部30は、対象の拡張カード22とのPCIパススルーを解除する。

【0100】

(手順2)

図16は、実施例2にかかる拡張カードの活性交換の手順2を説明する図である。図16に示すように、仮想化処理部30のリセット部33は、拡張スロット21の電源切断および電源投入により、交換対象である拡張カード22のハードウェアリセットを実行する(図16の(4)参照)。

20

【0101】

続いて、仮想化処理部30は、交換対象である拡張カード22を、設定専用仮想マシン50へPCIパススルーにより接続する(図16の(5)参照)。そして、仮想化処理部30の仮想マシン操作部35は、設定専用仮想マシンの電源を投入し、その後、設定専用仮想マシン50上でBIOSを設定メニューまで立ち上げる(図16の(6)参照)。

【0102】

(手順3)

図17は、実施例2にかかる拡張カードの活性交換の手順3を説明する図である。図17に示すように、仮想化処理部30の設定メニュー操作部36は、設定専用仮想マシン50上の設定メニュー実行部52により提供される設定メニューを用いて、交換対象の拡張カード22の設定情報22bを取得する(図17の(7)参照)。

30

【0103】

続いて、仮想化処理部30の設定メニュー操作部36は、取得した設定情報22bを、設定保存領域23へ格納する。例えば、設定情報の一例としては、「{slot:7, id:0x072010DF, settings: {item1:setting1, item2:setting2, submenuA: {itemA-1:settingA-1, itemA-2:settingA-2}, item3:setting3}}」などのように、拡張カード22の識別情報と設定の内容を保存する形式などを採用することができる。

40

【0104】

(手順4)

図18は、実施例2にかかる拡張カードの活性交換の手順4を説明する図である。図18に示すように、仮想化処理部30の仮想マシン操作部35は、拡張カード22の設定情報22bの保存完了後、設定専用仮想マシン50の電源をオフに変更する(図18の(9)参照)。

【0105】

続いて、拡張スロット操作部38は、拡張スロット21の電源を切断し、交換対象の拡張カード22の挿抜が可能な状態にする(図18の(10)参照)。ここで、拡張スロット操作部38は、PCIe仕様準拠のレジスタアクセスにより、拡張スロット21のLED操作

50



を実行することで、ユーザに対して活性挿抜可能となったことを通知する。

【0106】

その後、ユーザは、対象の拡張カード22を拡張スロット21から抜去し、同種の拡張カード100を拡張スロット21に挿入し、拡張カードの交換を行う(図18の(11)参照)。

【0107】

(手順5)

図19は、実施例2にかかる拡張カードの活性交換の手順5を説明する図である。図19に示すように、仮想化処理部30のPHP監視部39は、拡張スロット21からの割り込み、あるいはハードウェアレジスタのポーリングにより拡張カード100の挿入を検知する(図19の(12)参照)。続いて、拡張スロット操作部38は、拡張カードの挿入を検知すると、拡張スロット21の電源を投入する(図19の(13)参照)。

10

【0108】

(手順6)

図20は、実施例2にかかる拡張カードの活性交換の手順6を説明する図である。図20に示すように、仮想化処理部30の仮想マシン操作部35は、拡張カード100から設定専用仮想マシン50へのPCIパススルーを実行し、設定専用仮想マシン50上でBIOSを設定メニューまで立ち上げる(図20の(14)参照)。

【0109】

続いて、設定メニュー操作部36は、設定専用仮想マシン50の設定メニュー実行部52から提供される設定メニューを用いて、設定保存領域23から、交換前の拡張カード22の設定情報を読み出す(図20の(15)参照)。

20

【0110】

このとき、仮想化処理部30は、交換前後の拡張カードが同種のカードかを確認することで設定の復元が可能かを判断する。例えば、CNAの動作モードのように、設定を変更することで同種のカードに変更可能と判断された場合は、後述する動作モード変更手順を実施後に、手順6の(16)を実施する。また、仮想化処理部30は、同種のカードでないために、設定の復元が不可と判断された場合は、手順6の(16)はスキップする。スキップされた場合は一般的な拡張カード交換と同様に、活性交換後のユーザによる再設定が必要となる。

30

【0111】

その後、仮想化処理部30の設定メニュー操作部36は、読み出した設定情報を基に、設定専用仮想マシン50上の設定メニューを操作することで、交換前の拡張カード22の設定情報22bを、交換後の拡張カード100の設定情報100bに復元する(図20の(16)参照)。

【0112】

(手順7)

図21は、実施例2にかかる拡張カードの活性交換の手順7を説明する図である。図21に示すように、仮想化処理部30の仮想マシン操作部35は、拡張カード100の設定復元完了後、設定専用仮想マシン50の電源をオフに変更する(図21の(17)参照)。

40

【0113】

続いて、仮想化処理部30のリセット部33は、拡張スロット21の電源切断および電源投入を実行して、拡張カード100のハードウェアリセットを実行し、拡張カード100の設定復元を反映する(図21の(18)参照)。

【0114】

(手順8)

図22は、実施例2にかかる拡張カードの活性交換の手順8を説明する図である。図22に示すように、仮想化処理部30の割当変更部34は、PCIパススルーの割当てを、対象の拡張カード100から元の仮想マシン40へ変更する(図22の(19)参照)。

【0115】

50

そして、挿抜通知部 3 2 は、仮想拡張スロット 4 1 を経由して OS 4 2 に対象の拡張カード 1 0 0 が挿入されたことを通知する（図 2 2 の（2 0）参照）。続いて、仮想マシン 4 0 上の OS 4 2 の PHP ドライバ 4 2 b は、仮想拡張スロット 4 1 の電源を投入した後、拡張カード 1 0 0 を利用可能な状態に設定する（図 2 2 の（2 1）参照）。

【0 1 1 6】

なお、図 2 0 の手順 6 の（1 5）の実行時に、動作モードの変更が必要と判断された場合は、図 2 3 に示す手順で、拡張カード 1 0 0 の動作モードを変更する。図 2 3 は、実施例 2 にかかる活性交換時に動作モードを変更する手順を説明する図である。

【0 1 1 7】

図 2 3 に示すように、仮想化処理部 3 0 の設定メニュー操作部 3 6 は、設定専用仮想マシン 5 0 上の設定メニューを操作することで、交換前の拡張カード 2 2 と同種の動作モードとなるよう拡張カード 1 0 0 の設定変更を行う（図 2 3 の（1 5 - 1）参照）。

10

【0 1 1 8】

続いて、仮想化処理部 3 0 の仮想マシン操作部 3 5 は、拡張カード 1 0 0 の設定変更完了後、設定専用仮想マシン 5 0 の電源オフを実行する（図 2 3 の（1 5 - 2）参照）。そして、リセット部 3 3 は、拡張スロット 2 1 の電源切断および電源投入を実行して、対象の拡張カード 1 0 0 のハードウェアリセットを実行することで、拡張カード 1 0 0 の設定変更を反映する（図 2 3 の（1 5 - 3）参照）。その後、仮想マシン操作部 3 5 は、設定専用仮想マシン 5 0 の電源を投入して、設定専用仮想マシン 5 0 上で BIOS を設定メニューまで立ち上げる（図 2 3 の（1 5 - 4）参照）。その後は、実施例 1 と同様、設定メニューを用いた設定変更が実行される。

20

【0 1 1 9】

以上により、拡張カード活性交換後の設定復元を、システムの停止なし、かつユーザの手動設定なしに実施できる。

【0 1 2 0】

[ 処理の流れ ]

図 2 4 は、実施例 2 にかかる拡張カード 2 2 の活性交換処理の流れを示すフローチャートである。図 2 4 に示すように、仮想化処理部 3 0 は、仮想マシン 4 0 の OS 4 2 から仮想拡張スロット 4 1 への PHP の実行を監視する（S 2 0 1）。そして、仮想化処理部 3 0 は、稼働中の仮想マシン 4 0 に疑似的に拡張カード 2 2 が抜去されたことを通知する（S 2 0 2）。

30

【0 1 2 1】

その後、仮想化処理部 3 0 は、物理マシンである情報処理装置 1 0 において交換対象の拡張カード 2 2 のハードウェアリセットを実行する（S 2 0 3）。そして、仮想化処理部 3 0 は、拡張カード 2 2 から設定専用仮想マシン 5 0 へ PCI パススルーを実行し（S 2 0 4）、設定専用仮想マシン 5 0 を稼働させる（S 2 0 5）。

【0 1 2 2】

その後、仮想化処理部 3 0 は、設定専用仮想マシン 5 0 から提供される設定メニューを用いて、交換対象の拡張カード 2 2 の設定情報 2 2 b を取得して、設定保存領域 2 3 に保存する（S 2 0 6）。設定情報 2 2 b の保存後、仮想化処理部 3 0 は、拡張スロット 2 1 の電源オフを実行する（S 2 0 7）。

40

【0 1 2 3】

続いて、ユーザにより、対象の拡張カード 2 2 が抜去され、交換後の拡張カード（交換カード）1 0 0 が挿入され（S 2 0 8）、仮想化処理部 3 0 は、交換後の拡張カード 1 0 0 の挿入を検知する（S 2 0 9）。

【0 1 2 4】

そして、仮想化処理部 3 0 は、拡張スロット 2 1 の電源を投入し（S 2 1 0）、設定専用仮想マシン 5 0 から提供される設定メニューを表示し（S 2 1 1）、交換前の設定情報 2 2 b を設定保存領域 2 3 から読み出す（S 2 1 2）。

【0 1 2 5】

50

続いて、仮想化処理部 30 は、交換前の設定情報 22 b を交換後の拡張カード 100 の設定情報 100 b として記憶させることで、交換前の設定を復元する (S 213)。復元が完了すると、仮想化処理部 30 は、設定専用仮想マシン 50 の稼働を終了する (S 214)。

【0126】

その後、仮想化処理部 30 は、拡張スロット 21 の電源切断および電源投入を実行して、拡張カード 100 の設定変更を反映する (S 215)。続いて、仮想化処理部 30 は、拡張カード 100 からの PCI パススルーを元の仮想マシン 40 に変更する (S 216)。

【0127】

そして、仮想化処理部 30 は、交換前の拡張カード 22 を使用していた元の仮想マシン 40 に拡張カード 100 の挿入を通知し (S 217)、仮想マシン 40 の PHP ドライバ 42 b は、拡張カード 100 を利用可能な状態に設定する (S 218)。

【0128】

[効果]

上述したように、仮想化により複数の OS を実行するサーバシステム 1 において、仮想マシン 40 上での PCIe Hot-Plug の前後で、仮想化処理部 30 が一時的に拡張カード 22 を設定専用仮想マシン 50 に割り当てる。設定専用仮想マシン 50 上で BIOS の拡張カードの設定メニューを起動し、仮想化処理部 30 が当該メニューを操作することによって、拡張カード 22 のベンダーが私有設定ソフトを提供していない OS 上でも、システム停止なしに拡張カードの設定変更ができるとともに、拡張カードの活性交換後の設定復元を、システムの停止なしにサーバシステム 1 側で自動実施することができる。これにより、システムの可用性向上が期待できる。また、これまで保守要員が手で実施していたカード交換前後に設定を書きとめ復元する作業の省略が期待できる。

【実施例 3】

【0129】

さて、これまで本発明の実施例について説明したが、本発明は上述した実施例以外にも、種々の異なる形態にて実施されてよいものである。

【0130】

[数値等]

上記実施例で用いた仮想マシン、拡張カードなどの数や設定の形式等は、あくまで一例であり、任意に変更することができる。

【0131】

[システム]

上記文書中や図面中で示した処理手順、制御手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。

【0132】

また、図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散や統合の具体的形態は図示のものに限られない。つまり、その全部または一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的または物理的に分散・統合して構成することができる。

【0133】

なお、挿抜通知部 32 は、第 1 通知部と第 2 通知部とに対応し、割当変更部 34 は、第 1 切替部と第 2 切替部とに対応する。設定メニュー操作部 36 は、操作実行部に対応し、拡張スロット操作部 38 は、スロット操作部に対応する。仮想マシン操作部 35 は、稼働制御部に対応し、リセット部 33 は、リセット部に対応する。また、第 1 の仮想マシンは、仮想マシン 40 に対応し、第 2 の仮想マシンは、設定専用仮想マシン 50 に対応する。

【0134】

さらに、各装置にて行なわれる各処理機能は、その全部または任意の一部が、CPU および当該 CPU にて解析実行されるプログラムにて実現され、あるいは、ワイヤードロジックによるハードウェアとして実現され得る。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 3 5 】

また、情報処理装置 1 0 は、プログラムを読み出して実行することで設定変更方法を実行する情報処理装置として動作する。また、情報処理装置 1 0 は、媒体読取装置によって記録媒体から上記プログラムを読み出し、読み出された上記プログラムを実行することで上記した実施例と同様の機能を実現することもできる。なお、この他の実施例でいうプログラムは、情報処理装置 1 0 によって実行されることに限定されるものではない。例えば、他のコンピュータまたはサーバがプログラムを実行する場合や、これらが協働してプログラムを実行するような場合にも、本発明を同様に適用することができる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 1 3 6 】

- 1 0 情報処理装置
- 2 0 ハードウェア
- 2 1 拡張スロット
- 2 1 a リセット機能部
- 2 2 拡張カード
- 2 2 a EFIドライバ
- 2 2 b 設定情報
- 3 0 仮想化処理部
- 3 1 要求受付部
- 3 2 挿抜通知部
- 3 3 リセット部
- 3 4 割当変更部
- 3 5 仮想マシン操作部
- 3 6 設定メニュー操作部
- 4 0 仮想マシン
- 4 1 仮想拡張スロット
- 4 2 OS
- 4 2 a デバイスドライバ
- 4 2 b PHPドライバ
- 5 0 設定専用仮想マシン
- 5 1 仮想拡張スロット
- 5 2 設定メニュー実行部

10

20

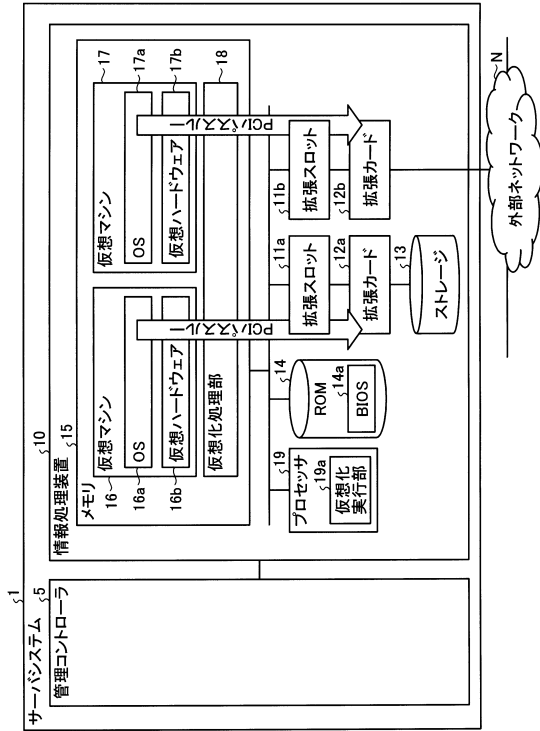
30

40

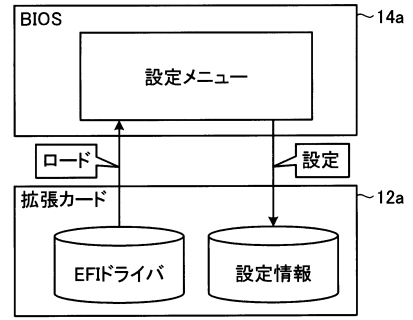
50

【図面】

【図 1】



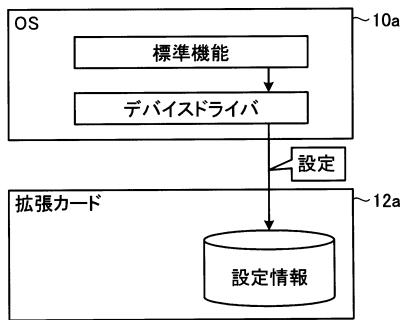
【図 2】



10

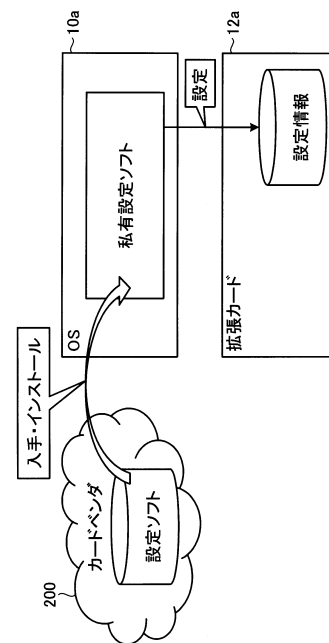
20

【図 3】



30

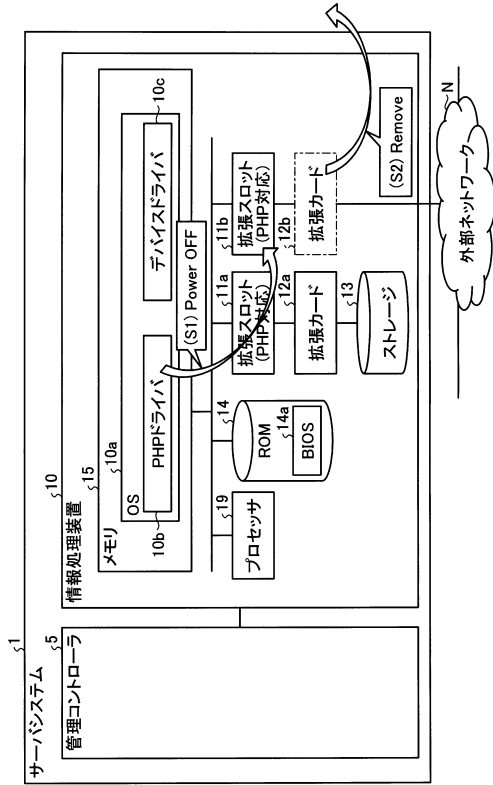
【図 4】



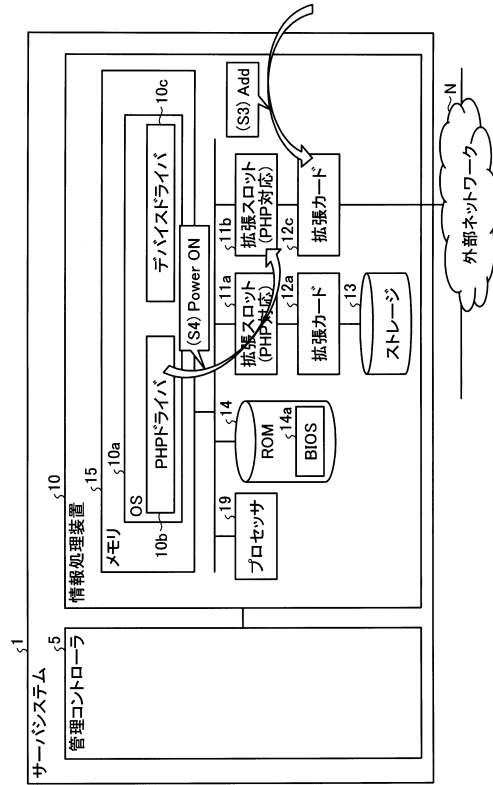
40

50

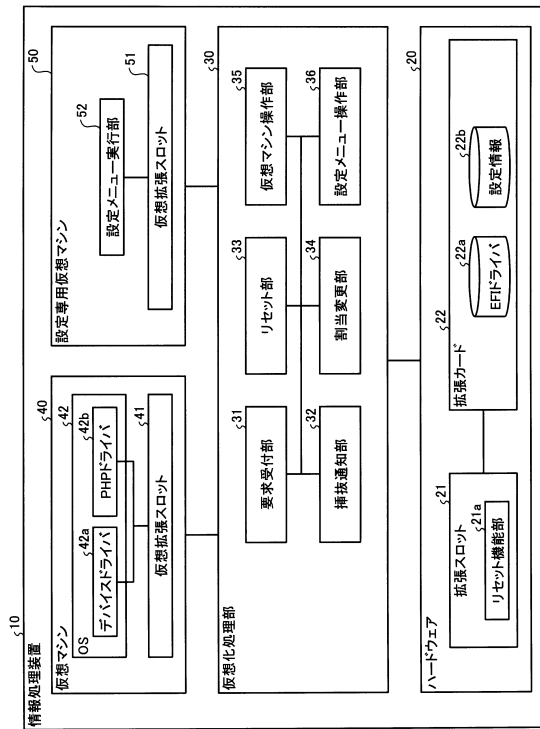
【図 5】



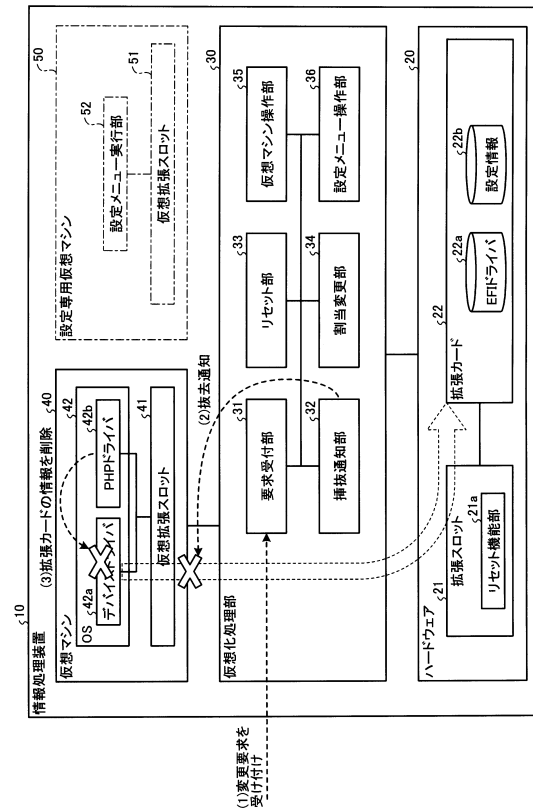
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

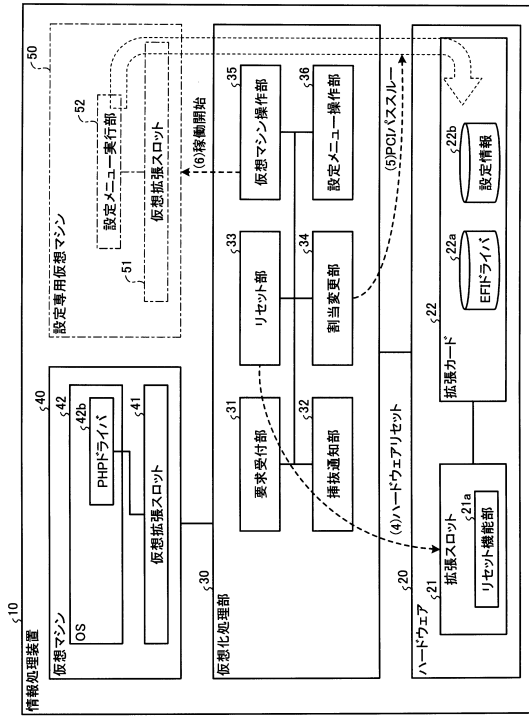
20

30

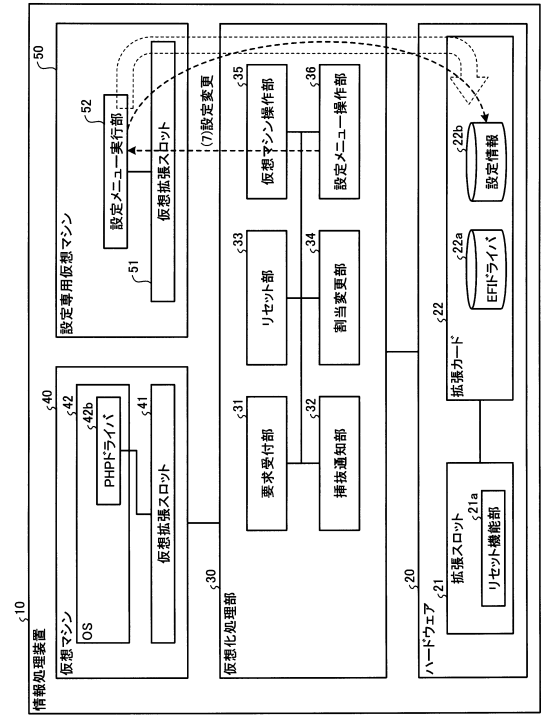
40

50

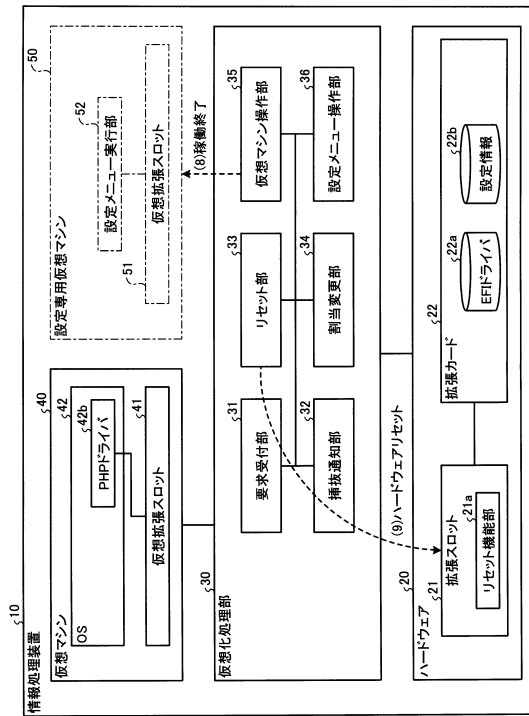
【図 9】



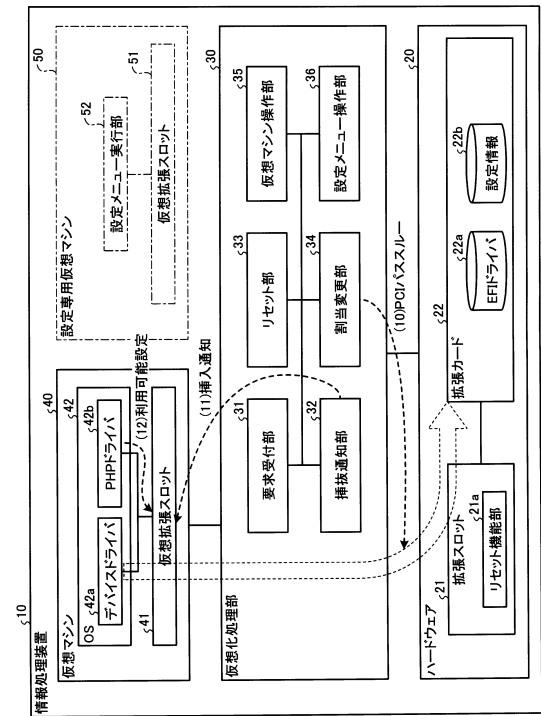
【図 10】



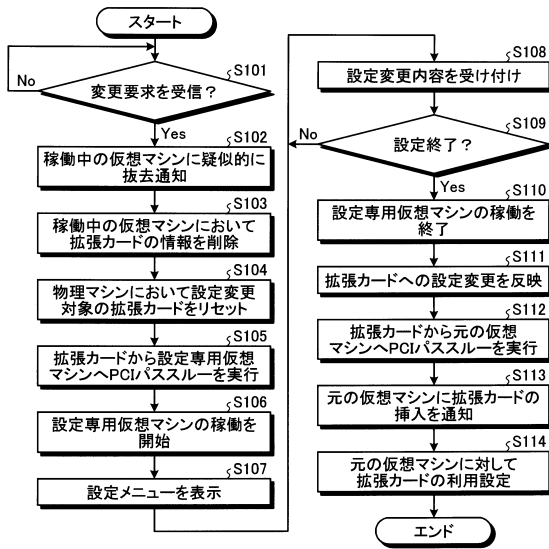
【図 11】



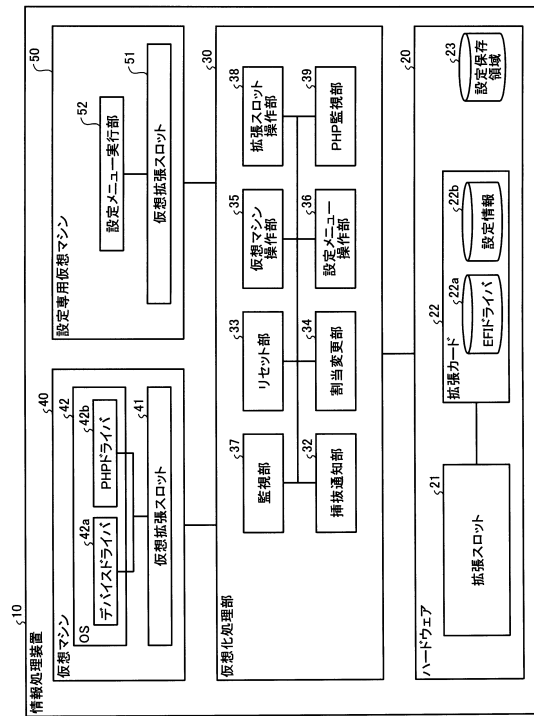
【図 12】



【図 1 3】



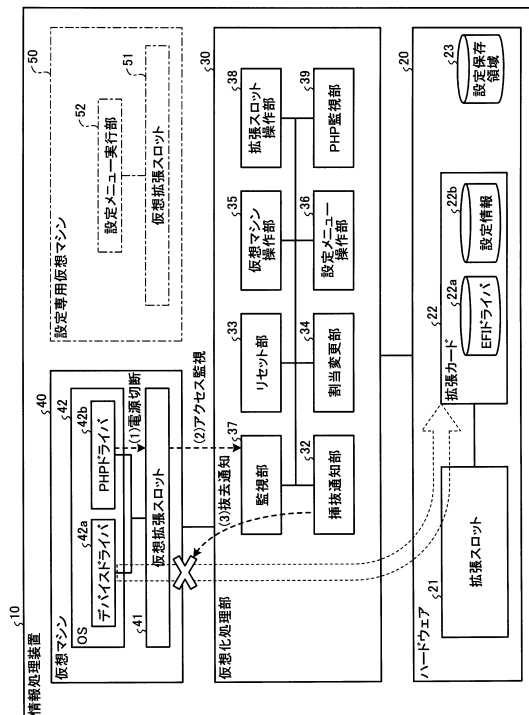
【図 1 4】



10

20

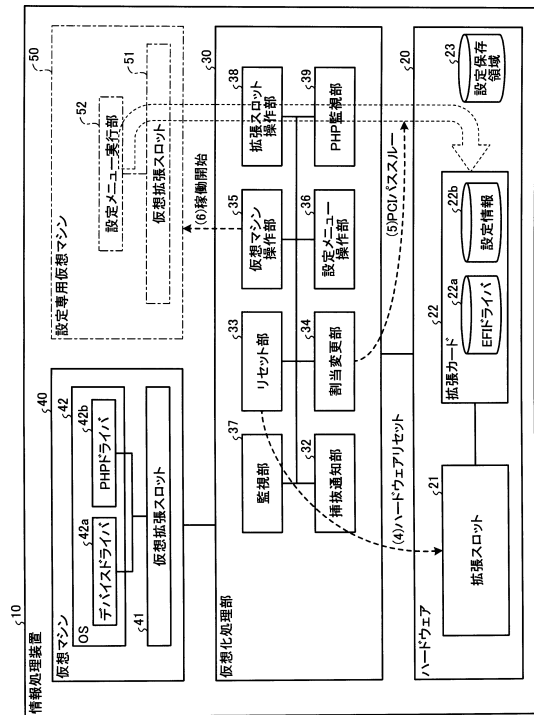
【図 1 5】



30

40

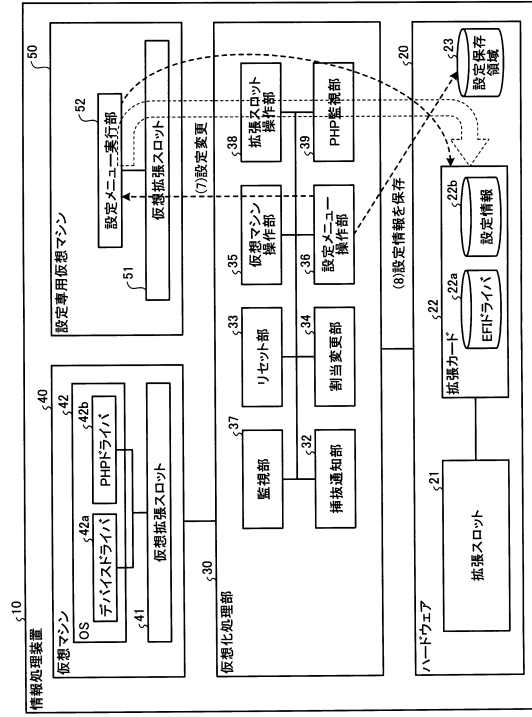
【図 1 6】



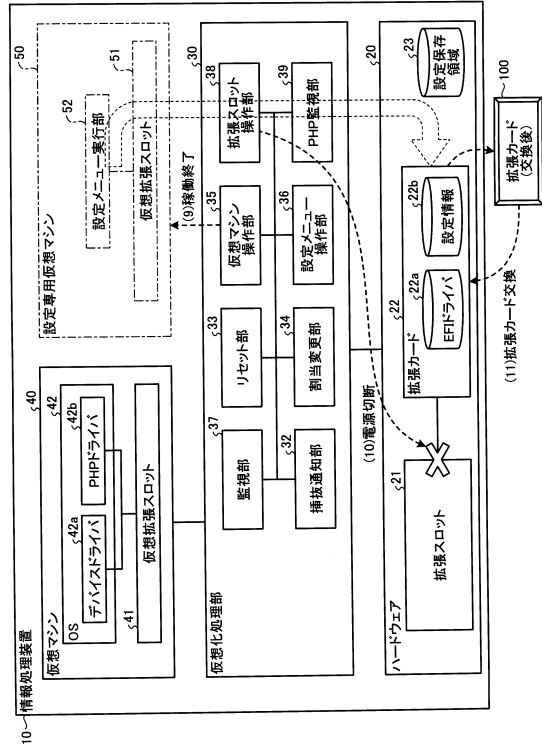
50



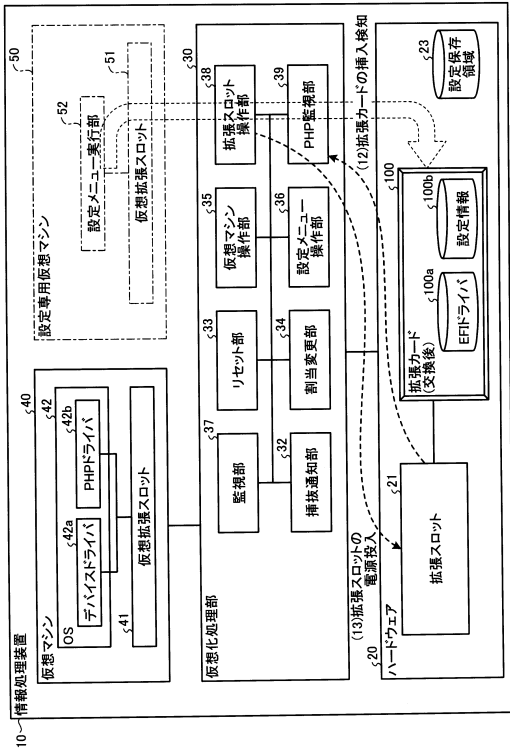
【図 17】



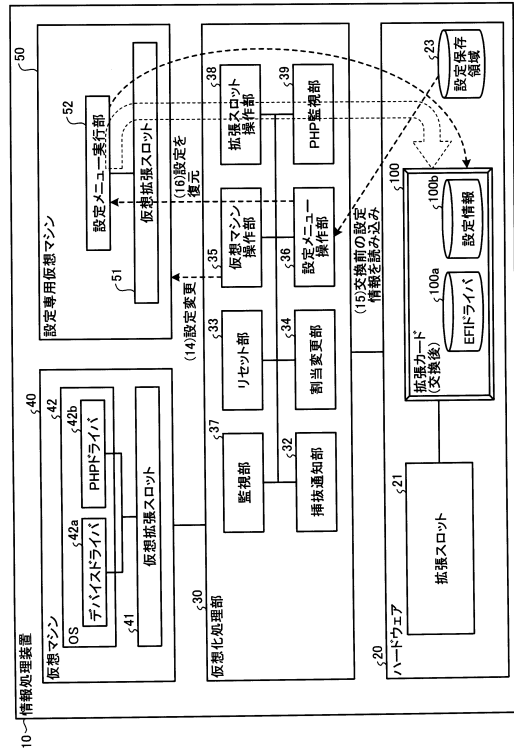
【図 18】



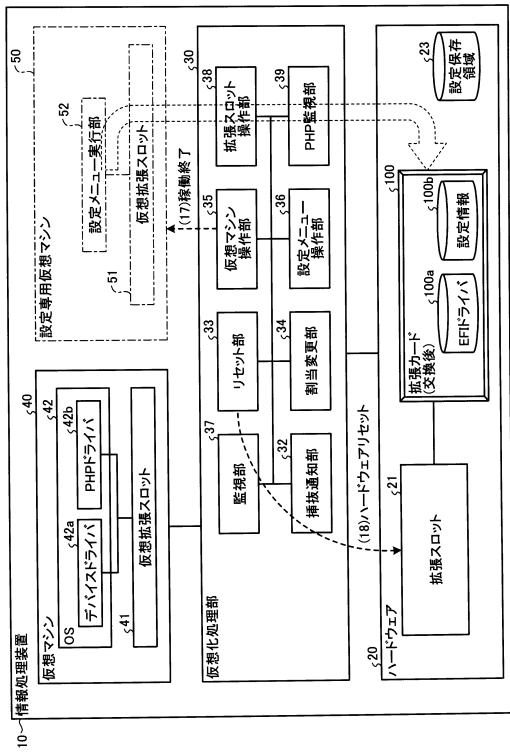
【図 19】



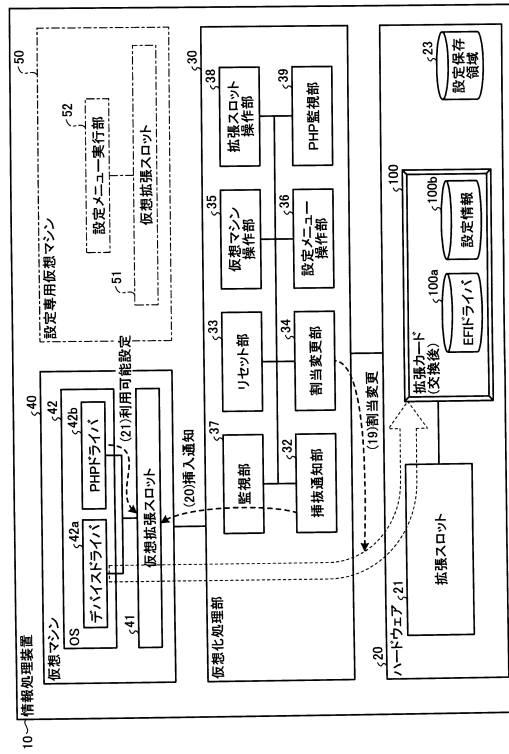
【図 20】



【図 2 1】



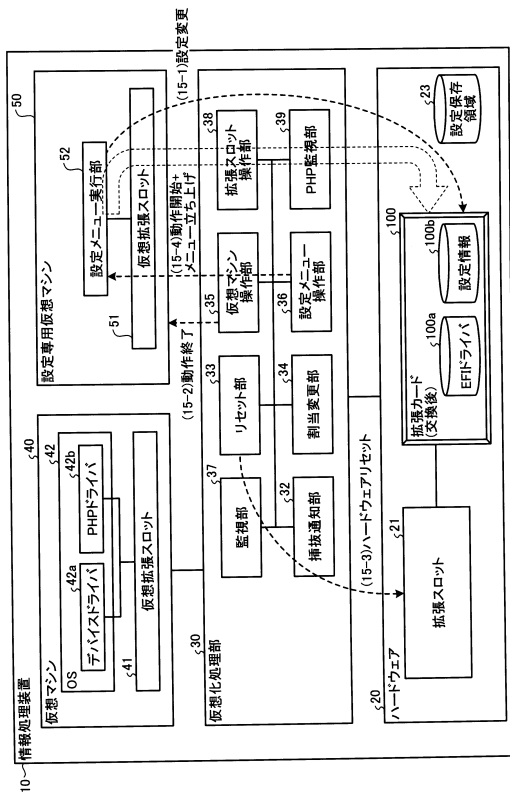
【図 2 2】



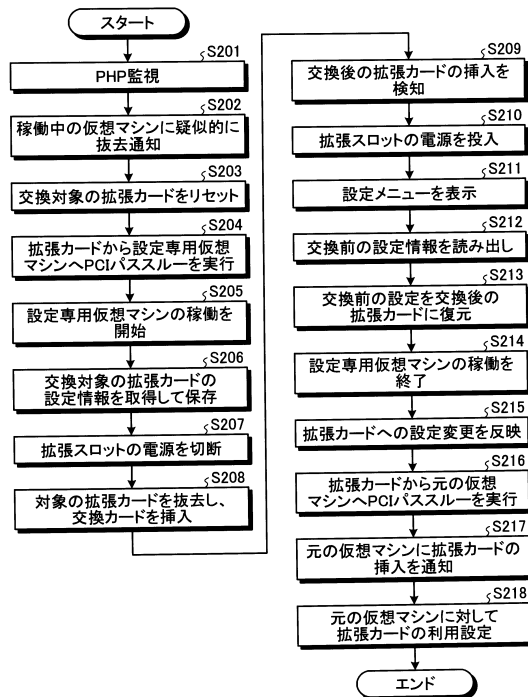
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】



30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 1 3 9 4 1 7 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 0 / 0 0 7 7 5 7 ( W O , A 1 )  
高田 真吾 Shingo TAKADA 他, U S B トークン認証を用いた O S の安全な起動制御 Secure OS Boot Control using USB Token Authenticatio, 第 7 0 回 (平成 2 0 年) 全国大会講演  
論文集 ( 3 ) ネットワーク セキュリティ, 日本, 社団法人情報処理学会 Information Pro  
cessing Socie, 2008年03月13日, p . 3-99 ~ 3-100  
トロマー ピーター PIITAA TOROMAA, 第 2 回: J a v a 対応次世代カードの活用法, J  
a v a W O R L D, 日本, 株式会社 I D G コミュニケーションズ, 1998年05月01日, 第  
2 卷 第 5 号, p . 1 4 1 ~ 1 4 5
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)  
G 0 6 F 9 / 4 5 5 - 9 / 5 4  
1 3 / 1 0 - 1 3 / 1 4  
1 3 / 2 0 - 1 3 / 4 2