

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5784482号
(P5784482)

(45) 発行日 平成27年9月24日 (2015. 9. 24)

(24) 登録日 平成27年7月31日 (2015. 7. 31)

(51) Int. Cl.		F I	
G 0 6 F	9/46	(2006. 01)	G 0 6 F 9/46 3 5 0
G 0 6 F	13/10	(2006. 01)	G 0 6 F 13/10 3 4 0 A
G 0 6 F	13/14	(2006. 01)	G 0 6 F 13/14 3 2 0 A

請求項の数 6 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2011-288106 (P2011-288106)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成23年12月28日 (2011. 12. 28)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2013-137650 (P2013-137650A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成25年7月11日 (2013. 7. 11)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成26年2月5日 (2014. 2. 5)		弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100159651
			弁理士 高倉 成男
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100109830
			弁理士 福原 淑弘
		(74) 代理人	100075672
			弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置および通信制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ハイパーバイザ上で第1の仮想マシンおよび第2の仮想マシンを実行する情報処理装置であって、

前記第1の仮想マシンは、

前記第2の仮想マシンで使用するポートの数を要求し、前記第2の仮想マシンに割り当てられる複数の第1のポート番号を前記第2の仮想マシンに通知する仮想マシン管理エージェントと、

前記仮想マシン管理エージェントにより要求されるポートの数に応じて、前記第2の仮想マシンで使用する複数の前記第1のポート番号を割り当てる第1のオペレーティングシステムと、

第1のMACアドレスを示す送信元MACアドレスを含むMACヘッダ、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル値と宛先IPアドレスとを含むIPヘッダ、および前記第1のポート番号以外のポート番号を示す送信元ポート番号と宛先ポート番号とを含むTCP/UDPヘッダを含む送信パケットを送信する第1の送信手段とを具備し、

前記第2の仮想マシンは、

前記仮想マシン管理エージェントにより通知された前記第1のポート番号に、パケットの送信元ポート番号を制限する第2のオペレーティングシステムと、

前記第1のMACアドレスを示す送信元MACアドレスを含むMACヘッダ、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル値と宛先IPアドレスとを含むIPヘッダ、およ

10

20

び前記第1のポート番号を示す送信元ポート番号を含むTCP/UDPヘッダを含む送信パケットを送信する第2の送信手段と、

前記第1の送信手段あるいは前記第2の送信手段により前記送信パケットが送信された場合に、前記送信パケットをネットワークに送信し、かつ前記第1のMACアドレスを示す宛先MACアドレスを含むMACヘッダ、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル値と宛先IPアドレスとを含むIPヘッダ、および宛先ポート番号を含むTCP/UDPヘッダを含む受信パケットを、前記ネットワークを介して受信した場合に、前記受信パケット内の宛先ポート番号が示すポート番号に応じて、前記受信パケットを前記第1の仮想マシンまたは前記第2の仮想マシンに振り分ける振分手段とを具備する情報処理装置。

10

【請求項2】

前記ネットワークと通信を行い、前記第1のMACアドレスを示すMACアドレスが割り当てられているネットワークコントローラを更に具備する請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項3】

前記振分手段は、

前記第1の送信手段または前記第2の送信手段から送信された前記送信パケットに含まれる送信元ポート番号を示すポート番号と、前記送信パケットに含まれるプロトコル値を示す第1のプロトコル値とを含むエントリを送受信情報テーブルに登録する登録手段と、

前記受信パケットに含まれる宛先ポート番号と一致する送信元ポート番号と、前記受信パケットに含まれる前記プロトコル値と一致する第1のプロトコル値とを含むエントリが前記送受信情報テーブル内にあるかを判定する判定手段と、

20

前記エントリがあると判定した場合、前記エントリに含まれる前記送信元ポート番号に対応する、前記第1のオペレーティングシステムまたは前記第2のオペレーティングシステムに前記受信パケットを送信する第3の送信手段とを具備する請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項4】

前記登録手段は、前記エントリ内に時間を示す時間情報を格納し、

前記時間情報が示す時間を一定時間毎に減算し、この減算により時間が0になった場合に、前記エントリを前記送受信情報テーブルから削除する削除手段を更に具備する請求項3に記載の情報処理装置。

30

【請求項5】

前記振分手段は、前記プロトコル値がアドレス解決プロトコルを示す場合、全ポートに前記受信パケットを送信する請求項1に記載の情報処理装置。

【請求項6】

ハイパーバイザ上で第1の仮想マシンおよび第2の仮想マシンを実行する情報処理装置の通信制御方法であって、

前記第1の仮想マシンによって、仮想マシン管理エージェントとして前記第2の仮想マシンで使用するポートの数を要求し、

前記第1の仮想マシンによって、前記仮想マシン管理エージェントにより要求されるポートの数に応じて、前記第1の仮想マシン内の第1のオペレーティングシステムによって前記第2の仮想マシンで使用する複数の第1のポート番号を割り当て、

40

前記第1の仮想マシンによって、前記第2の仮想マシンに割り当てられる複数の前記第1のポート番号を前記第2の仮想マシンに通知し、

前記第1の仮想マシンによって、第1のMACアドレスを示す送信元MACアドレスを含むMACヘッダ、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル値と宛先IPアドレスとを含むIPヘッダ、および前記第1のポート番号以外のポート番号を示す送信元ポート番号と宛先ポート番号とを含むTCP/UDPヘッダを含む第1送信パケットを送信し、

前記第2の仮想マシンによって、前記第2の仮想マシン内の第2のオペレーティングシ

50

システムによって前記仮想マシン管理エージェントにより通知された前記第1のポート番号に、パケットの送信元ポート番号を制限し、

前記第2の仮想マシンによって、前記第1のMACアドレスを示す送信元MACアドレスを含むMACヘッダ、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル値と宛先IPアドレスとを含むIPヘッダ、および前記第1のポート番号を示す送信元ポート番号を含むTCP/UDPヘッダを含む第2送信パケットを送信し、

前記第1送信パケットあるいは前記第2送信パケットが送信された場合に、前記第2の仮想マシンによって、前記送信パケットをネットワークに送信し、

前記第2の仮想マシンによって、前記第1のMACアドレスを示す宛先MACアドレスを含むMACヘッダ、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル値と宛先IPアドレスとを含むIPヘッダ、および宛先ポート番号を含むTCP/UDPヘッダを含む受信パケットを前記ネットワークを介して受信した場合に、前記受信パケット内の宛先ポート番号が示すポート番号に応じて、前記受信パケットを前記第1の仮想マシンまたは前記第2の仮想マシンに振り分ける通信制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、複数の仮想マシンを実行する情報処理装置および通信制御方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

従来の複数の仮想マシンを実行するコンピュータは、各仮想マシン毎の仮想LAN-I/Fにそれぞれ異なるMACアドレスを割り当て、そのI/F同士を仮想ブリッジまたは仮想スイッチで仮想的に接続し、その間で、送受信のMACアドレスで送受信先のI/Fを振り分ける。1つの物理LAN-I/Fから受信したパケットは、そのパケットの宛先MACアドレスがブロードキャストの場合には、すべての仮想マシンのLAN-I/Fに受信し、ユニキャストの場合には、同じMACアドレスを持つ仮想マシンのLAN-I/Fに受信させるようにしていた。

【0003】

MACアドレスをすべて異なるようにセットするため、予め指定されたMACアドレスを設定しておくか、動的に生成する場合には、指定された範囲から選択して採るようにしていた。そのため、各仮想マシンのMACアドレスで一意に決まったIPアドレスもそれぞれ異なることになり、クライアントPCを仮想化する場合、複数のMACアドレスと複数のIPアドレスが必要であった。そのため、クライアントPCが多く存在するとIPアドレスが不足する。

30

【0004】

MACアドレスを複数持ち、代表のIPアドレスを1つで共有し、内部でローカルなIPアドレスを割り当てて使用する、アドレス変換方式の場合には、アドレス変換に対応できないプロトコルなどがあり、使用できるネットワークプロトコルに制限が発生していた。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-299791号公報

【特許文献2】特開2009-211640号公報

【特許文献3】特開2008-225655号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

コンピュータ（情報処理装置）で複数の仮想マシンを実行する場合、コンピュータで利用されるMACアドレスとIPアドレスの数を抑制することが望まれている。

50

【0007】

本発明の目的は、複数の仮想マシンを実行する場合、使用されるMACアドレスとIPアドレスの数を抑制することが可能な情報処理装置および通信制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

実施形態によれば、情報処理装置は、ハイパーバイザ上で第1の仮想マシンおよび第2の仮想マシンを実行する。前記第1の仮想マシンは、前記第2の仮想マシンで使用するポートの数を要求し、前記第2の仮想マシンに割り当てられる複数の第1のポート番号を前記第2の仮想マシンに通知する仮想マシン管理エージェントと、前記仮想マシン管理エージェントにより要求されるポートの数に応じて、前記第2の仮想マシンで使用する複数の前記第1のポート番号を割り当てる第1のオペレーティングシステムと、第1のMACアドレスを示す送信元MACアドレスを含むMACヘッダ、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル値と宛先IPアドレスとを含むIPヘッダ、および前記第1のポート番号以外のポート番号を示す送信元ポート番号と宛先ポート番号とを含むTCP/UDPヘッダを含む送信パケットを送信する第1の送信手段とを具備する。前記第2の仮想マシンは、前記仮想マシン管理エージェントにより通知された前記第1のポート番号に、パケットの送信元ポート番号を制限する第2のオペレーティングシステムと、前記第1のMACアドレスを示す送信元MACアドレスを含むMACヘッダ、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル値と宛先IPアドレスとを含むIPヘッダ、および前記第1のポート番号を示す送信元ポート番号を含むTCP/UDPヘッダを含む送信パケットを送信する第2の送信手段と、前記第1の送信手段あるいは前記第2の送信手段により前記送信パケットが送信された場合に、前記送信パケットをネットワークに送信し、かつ前記第1のMACアドレスを示す宛先MACアドレスを含むMACヘッダ、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル値と宛先IPアドレスとを含むIPヘッダ、および宛先ポート番号を含むTCP/UDPヘッダを含む受信パケットを、前記ネットワークを介して受信した場合に、前記受信パケット内の宛先ポート番号が示すポート番号に応じて、前記受信パケットを前記第1の仮想マシンまたは前記第2の仮想マシンに振り分ける振分手段とを具備する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態のシステム構成の一例を示すブロック図。

【図2】クライアントコンピュータのソフトウェア構成の一例を示すブロック図。

【図3】仮想ディスクの構成の一例を示すブロック図。

【図4】仮想マシンマネージャの状態遷移の一例を示す図

【図5】セットアップモード時のクライアントコンピュータの構成および動作の説明に用いる図。

【図6】ログイン前のクライアントコンピュータの構成および動作の説明に用いる図。

【図7】ユーザのログイン時のクライアントコンピュータの構成および動作の説明に用いる図。

【図8】ログインユーザの切り替え時のクライアントコンピュータの構成および動作の説明に用いる図。

【図9】システム全体の動作を説明するためのシーケンス図。

【図10】システム全体の動作を説明するためのシーケンス図。

【図11】システム全体の動作を説明するためのシーケンス図。

【図12】システム全体の動作を説明するためのシーケンス図。

【図13】管理エージェントの動作の一例を示すフローチャート。

【図14】メモリ内のデータの差分データの作成の説明に用いる図。

【図15】クライアントコンピュータ内でのパケットデータの流れの一例を示す図。

【図16】ネットワーク内に流れるパケットの構造の一例を示す図。

【図 17】ポートスイッチの構成の一例を示す図。

【図 18】ポートスイッチが管理するテーブルの構造の一例を示す図。

【図 19】パケット送信時のポートスイッチの動作の一例を示すフローチャート。

【図 20】パケット受信時のポートスイッチの動作の一例を示すフローチャート。

【図 21】クライアントコンピュータ内のパケットデータの送受信時の処理の一例を示すシーケンス図。

【図 22】クライアントコンピュータ内のパケットデータの送受信時の処理の一例を示すシーケンス図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

10

図 1 は、システム構成を示すブロック図である。

【0011】

システムは、クライアントコンピュータ（クライアント PC）100、管理サーバ 201、配信サーバ 202、Network Attached Storage（NAS）220 等から構成されている。

【0012】

管理サーバ 201 および配信サーバ 202 に、システムプール 210 が接続されている。システムプール 210 内には、ゲスト仮想マシンのディスクイメージファイルが保存されている。ディスクイメージファイルは、配信サーバ 202 を経由して、クライアントコンピュータに転送される。管理サーバ 201 は、各クライアントに対応するディスクイメージファイルの管理、設定を行う。

20

【0013】

クライアントコンピュータ 100 内では、ハイパーバイザ（仮想化ソフトウェア）101 によってハードウェアが仮想化され、ハイパーバイザ 101 上で複数の仮想マシンが動作する。このシステムでは、ゲスト仮想マシン（デスクトップ OS、アプリ）と仮想マシン制御ドメインの仮想マシン制御用の OS が同時実行する。

【0014】

クライアントコンピュータ 100 内のストレージ（HDD または SSD）131 内には、配信サーバ 202 から配信されたディスクイメージファイルが格納される。LAN コントローラ 132 に接続されたネットワークには、ファイルサーバ（NAS）220 が接続される。ファイルサーバ（NAS）220 には、各ユーザが更新したアプリケーションのデータ、設定値が保存される。

30

【0015】

また、NAS 220 内には、SYS-USER-A ファイル 221A、SYS-USER-B ファイル 221B、MEM-USER-A ファイル 222A、MEM-USER-B ファイル 222B が格納されている。SYS-USER-A ファイル 221A および MEM-USER-A ファイル 222A は、ゲスト仮想マシン 120 のユーザ A の使用環境を再現するためのファイルである。また、SYS-USER-B ファイル 221B および MEM-USER-B ファイル 222B は、ゲスト仮想マシン 120 のユーザ B の使用環境を再現するためのファイルである。使用するユーザに応じて、SYS-USER-A ファイル 221A および MEM-USER-A ファイル 222A、または SYS-USER-B ファイル 221B および MEM-USER-B ファイル 222B がクライアントコンピュータ 100 に転送される。

40

【0016】

I/O デバイスの仮想化にはいくつかの手法があるが、本装置では、パススルー・モデルを用いて、I/O デバイスを仮想化する。パススルー・モデルでは、仮想マシンモニタが I/O デバイスを直接仮想マシンに割り当てることができる。例えば、仮想マシンごとに専用の SCSI カードやネットワーク・カードなどを用意し、それらを 1 つずつ仮想マシンに割り当てる。また、デバイスマネージャは、PCI デバイスの初期化制御を行う。

【0017】

50

次に、図 2 を参照して、クライアントコンピュータ 100 のソフトウェア構成を説明する。

【0018】

ハイパーバイザ 101 上で、仮想マシン制御ドメイン 110 およびゲスト仮想マシン 120 が動作する。

【0019】

ハイパーバイザ 101 は、CPU 231 のリソースを調停し、スケジューラ 105 によるスケジューリングに従って、CPU 231 のリソースを仮想 CPU として、各ドメイン（仮想マシン制御ドメインおよびゲスト仮想マシン）に配分する。メモリ 102 のリソースは、ハイパーバイザ 101 内で動作するメモリマネージャ 104 によって、各ドメインの OS に割り当てられる。ディスクコントローラ 236 と LAN コントローラ 132 を除いた GPU (Graphics Processing Unit) 233、USB コントローラ (USB Cont.) 234 や Audio、USB、IEEE 1394 などのデバイスの場合、ゲスト仮想マシン 120 内のゲスト OS 121 は、ドライバ 124、125 等によって、デバイスの I/O に直接アクセスできる（パススルー方式）。ディスクコントローラ 236 と LAN コントローラ 132 の場合、ゲスト仮想マシン内のゲスト OS 121 は、フロントエンド仮想ドライバ 126 経由で、仮想マシン制御ドメイン 110 のバックエンドドライバ 112 にアクセスする（サービス VM 方式）。バックエンドドライバ 112 は、制御ドメイン OS 111 のアクセスとゲスト OS 121 のアクセスとの調停をとって、ディスクコントローラ 236 および LAN コントローラ 132 にアクセスする。この時、ゲスト OS 121 から見えるディスクは 1 つであるが、ゲスト OS は複数の仮想ディスクファイルで構成された仮想ディスクをディスクとして利用する（図 3）。

【0020】

図 3 は、仮想ディスクの構成の一例を示すブロック図である。例えば、図 3 に示すように、仮想ディスクは、マスター（原本）になる基本仮想ディスクファイル 301 と、基本仮想ディスクファイル 301 が示すデータに対する変更箇所及び変更されたデータを示す差分情報を格納するシステム差分仮想ディスクファイル 302、ユーザ差分仮想ディスクファイル 303 とから構成される。本実施形態では、差分仮想ディスクファイルが使用される。例えば、ユーザ差分仮想ディスクファイル 303 に、書き込みデータが格納される。

【0021】

ゲスト OS 121 上で動作するゲスト仮想マシン管理エージェントプログラム（以下、管理エージェントと記す）123 が、ゲスト仮想マシン 120 の状態を監視する。

【0022】

管理エージェント 123 は、ハイパーバイザ 101 内で動作する I/O マネージャ 103 経由で制御ドメイン 110 内の仮想マシンマネージャ（VM マネージャ）118 と通信する。仮想マシンマネージャ 118 は、ハイパーバイザ 101 のコントロール I/F を使用して、ゲスト仮想マシン 120 の起動、終了、スリープ復帰などの指示を行うことができる。制御ドメイン 110 の仮想 ACPI 117 は、ゲスト OS 121 からの電源コントロール（ACPI）に対して、直接クライアントコンピュータ 100 の ACPI を制御しない。仮想 ACPI 117 は、ゲスト仮想マシン 120 のドメイン内のみの電源制御となるように動作する。例えば、ゲスト OS 121 をスリープした場合、ゲスト OS 121 上でのみスリープ状態となり、ハイパーバイザ 101、制御ドメイン OS 111 は通常の状態で作動する。

【0023】

このクライアントコンピュータ 100 では、いくつかのモード（状態）がある。以下に、クライアントコンピュータ 100 のモードについて説明する。

【0024】

1. 配信イメージ受信モード：配信サーバ 202 から基本仮想ディスクファイル 301 および差分仮想ディスクファイル 302、303 を受信して、基本仮想ディスクファイル 3

10

20

30

40

50

01および差分仮想ディスクファイル302, 303をクライアントコンピュータ100のストレージ131に保存するモード。

【0025】

2. セットアップモード：ストレージ131に保存したディスクイメージファイルをゲストOS121として起動し、ユーザがログイン可能な状態までのセットアップ（ドライバのインストール、設定）を行う。

【0026】

3. 運用モード：ユーザがゲストOS121にログインして実行している状態。

【0027】

4. ユーザ切り替えモード：ユーザのアカウントが変わり、仮想マシンを切り替えている状態。

【0028】

5. ゲストOS保存モード：ゲストOS121の環境が使用していたメモリ（RAM）の内容をNAS220に保存する状態。

【0029】

図4を参照して、上述したモードの遷移を説明する。

仮想マシンマネージャ118は、開始すると初期状態（INIT）となる。ここで、非運用モードの通知を受けると、待機状態となる（WAIT）。待機時、仮想マシンマネージャ118は、管理サーバ201へモード確認要求を送信する。送信してからT1時間経過するまでに、管理サーバ201からの応答が無ければ、仮想マシンマネージャ118は、再度管理サーバ201へのモード確認要求を送信する。

【0030】

モード確認要求に応じて管理サーバ201から配信受信モードであることが指示されれば、「配信受信モード」に移行する。そして、仮想マシンマネージャ118は、イメージ送信開始要求を配信サーバに送信する。仮想マシンマネージャ118は、配信サーバからデータを受信すると、ストレージ131にイメージファイルを格納する。必要があれば、仮想マシンマネージャ118は、次のイメージファイルをストレージに格納するためのデータの送信要求を、配信サーバに対して送信する。配信サーバから送信完了が通知されたら、仮想マシンマネージャ118は、イメージファイルをハイパーバイザ101に登録する。そして、仮想マシンマネージャ118は、配信受信モードの終了を管理サーバ201に通知し、待機状態（WAIT）となる。管理サーバ201は、セットアップモードに移行するよう指示する。

【0031】

管理サーバ201からセットアップモードの通知を受信した場合、「セットアップモード」に移行する。仮想マシンマネージャ118は、セットアップモード開始通知を管理サーバ201に送信する。仮想マシンマネージャ118は、ハイパーバイザ101にゲスト仮想マシンの起動要求を発行する。

【0032】

セットアップモードの場合、仮想マシンマネージャ118は、T2時間毎にゲストOSのセットアップ状態を確認する。ゲストOSのセットアップ状態が、セットアップの終了を確認したら、仮想マシンマネージャ118は、管理サーバ201にセットアップの終了を通知し、システムをシャットダウンする。

【0033】

図5を参照して、セットアップモード時の処理について説明する。配信サーバ202から基本仮想ディスクファイル301を各クライアントコンピュータ100に配布する。同じ基本仮想ディスクファイル（SYS-COM）301が、各クライアントコンピュータ100のストレージ131に保存される。

【0034】

各クライアントコンピュータ100は、配信イメージの受信後、セットアップモードとなる。各クライアントコンピュータ100は、ストレージ131から基本仮想ディスクフ

10

20

30

40

50

ファイル (SYS-COM) 301 を読み出して仮想マシンを起動する。この時、仮想ディスク 127 には、配信された基本仮想ディスクファイル 301 のほかに、さらに 1 段の空のシステム差分仮想ディスクファイル (SYS-DIFF) 302 をストレージ 131 内に作成して、差分仮想ディスクファイル (SYS-DIFF) 302 が仮想ディスク 127 に組み込まれる。これによりゲスト仮想マシンからの仮想ディスク 127 への書き込みは、すべてその空のシステム差分仮想ディスクファイル (SYS-DIFF) 302 に対して行われる。

【0035】

ゲスト OS 121 が起動すると、最初のクライアントコンピュータ 100 上での起動であるため、ドライバのインストール、ネットワーク等の設定が行われる。また、各クライアント個別 ID (マシン名等) の設定も行われる。システム差分仮想ディスクファイル (SYS-DIFF) 302 は、各クライアント毎に用意される。各システム差分仮想ディスクファイル (SYS-DIFF) 302 には、対応するクライアントで用いられるデータが格納されることになる。

【0036】

セットアップが終了すると、ゲスト仮想マシン管理エージェント 123 が、セットアップの終了を認識する。ゲスト仮想マシン管理エージェント 123 は、セットアップが終了した旨を、仮想マシン制御ドメイン 110 の仮想マシンマネージャ 118 に通知する。そして、ゲスト仮想マシン管理エージェント 123 は、ゲスト OS 121 に対してスリープ要求を発行する。

【0037】

ゲスト OS 121 は、ACPI に準拠した OSPM (OS Directed Power Management) モジュールを有している。ゲスト OS 121 が、ゲスト仮想マシン管理エージェント 123 からスリープ (S3 : Suspend to RAM) の要求を受けると、ゲスト OS 121 内の OSPM モジュールが、物理レイヤ 230 の各種デバイスをそれらデバイスに対応するデバイスドライバによって D3 状態 (停止状態) にする。

【0038】

OSPM モジュールは、すべてのデバイスが停止になったことを確認すると、ゲスト仮想マシン 120 の仮想 BIOS に対して、システムを S3 (スリープ) に移行するよう I/O を出力する。例えば、特定の I/O アドレスに対してアクセスを行うことによって (例えばこの特定の I/O アドレスに対する出力命令を発行することによって)、OSPM モジュールは、仮想 BIOS に S3 (スリープ) 状態へ移行するように指示する。

【0039】

仮想環境の場合、この I/O (例えば、特定の I/O アドレスに対してアクセス) は、ハイパーバイザ 101 の I/O マネージャ 103 によって捕捉される。I/O マネージャ 103 は、補足した I/O を制御ドメイン OS 111 上の I/O エミュレータ 116 に渡す。渡された I/O が ACPI の I/O アドレスであるので、I/O エミュレータ 116 は、渡された I/O を仮想 ACPI の処理に通知する。そこで、仮想マシンマネージャ 118 (VM Manager) は、ゲスト仮想マシンが S3 (スリープ) 状態に移行したことを認識し、ゲスト OS が使用していた (ゲスト仮想マシンに割り当てられていた) メモリ (RAM) 202A のデータを保存するように、ゲストメモリコントローラ (GuestMemCntl) 119 に対して指示する。

【0040】

ゲストメモリコントローラ 119 は、ゲスト OS 121 が使用していたメモリ (RAM) 202A をページ (4 KB) またはスーパーページ (2 MB) 単位に抜き出し、ストレージ 131 内にイメージファイル (MEM-COM) 411 として保存する。保存後、仮想マシンマネージャ 118 は、ハイパーバイザ 101 に対して、ゲスト仮想マシン 120 の終了を指示し、システムをシャットダウンさせ、セットアップは終了する。この時、管理サーバ 201 にはセットアップモードの完了を通知、運用モードにセットする。

【0041】

ユーザが、仮想化環境がセットアップ済みのクライアントコンピュータ100の電源を投入し起動した後（INIT）、セットされたモードが運用モードであれば、仮想マシンマネージャ118は、「運用モード」になる。

【0042】

図6を用いて、運用モードについて、説明する。運用モードでは、クライアントコンピュータ100はハイパーバイザ101の起動、制御ドメインOS111の起動を行う。そして、図6に示すように、制御ドメインOS111上で仮想マシンマネージャ118が起動し、配信された基本仮想ディスクファイル（SYS-COM）301とセットアップ時に保存したシステム差分仮想ディスクファイル（SYS-DIFF）302とを仮想ディスク127としてハイパーバイザに割り当てる。そして、仮想マシンマネージャ118は、さらにデータが格納されていない仮想ディスクファイル（SYS-USER-NULL）を仮想ディスク127に設定する。

10

【0043】

仮想マシンマネージャ118は、ゲスト仮想マシンを起動するためにゲストドメインの生成をハイパーバイザ101に指示する。そして、仮想マシンマネージャ118は、ゲストメモリコントローラ（GuestMemCntl）119に対して、ゲスト仮想マシン120に割り当てられるゲストメモリ（RAM）に、セットアップ時に保存されたMEM-COMファイル411に基づいて、データをリストアするように指示する。ハイパーバイザ101は、MEM-COMファイル411の保存時と同じアドレスにデータをマッピングして、ゲストOSからメモリ内のデータを使用できるように、メモリの記憶領域をゲスト仮想マシンにゲストメモリ（RAM）202Aとして割り当てる。ゲストメモリコントローラ119は、割り当てたメモリの記憶領域にMEM-COMファイル411に基づいてデータをリストアする。リストア完了後、仮想マシンマネージャ118は、S0（通電動作）状態への復帰をゲスト仮想マシンに指示する。

20

【0044】

これにより、ゲストOS121は、セットアップモードの最後の状態に戻り、画面上にはログイン入力画面が表示される。

【0045】

ユーザは、自分のアカウントIDとパスワードを入力してログインしようとする。ゲストOS121は、このログイン時に入力されたIDとパスワードを元に指定された認証を行い、認証がとれたならば、ログオン処理に入る。

30

【0046】

ゲスト仮想マシン120のゲスト仮想マシン管理エージェント123は、このログオンイベントを受信し、ユーザIDを仮想マシンマネージャ118に送信し、直ちにS3（スリープ）状態に入るようゲストOS121に指示する。ゲストOS121は、セットアップ時と同じ様に各デバイスをD3（停止）状態にし、S3（スリープ）状態に移行するようI/Oを出力する。

【0047】

運用モード時に、管理エージェント123からログアウトまたは環境の保存イベントを示す情報を受信すると、仮想マシンマネージャ118は、保存モードになる。保存モードでは、クライアントコンピュータ100がS3（スリープ）状態に移行すると、ゲスト仮想マシンに割り当てられているメモリの記憶領域のデータを、仮想マシン制御ドメイン110に割り当てられているストレージ131の記憶領域に保存する。仮想マシンマネージャ118は、MEM-COMファイル411とメモリ202内のデータとの差分を抽出し、変更位置および変更データを示す差分情報を生成する。仮想マシンマネージャ118は、生成された差分情報をNAS220に保存する。

40

【0048】

仮想マシンマネージャ118は、NAS220からSYS-USER-Aファイル221Aを取得し、SYS-USER-Aファイル221Aに含まれる差分情報と仮想ディスクファイル（SYS-USER-NULL）403に含まれる差分情報とを比較する。そ

50

して、SYS-USER-Aファイル221Aの作成時から変更された新たな変更位置および変更データを示すデータを含むように、SYS-USER-Aファイル221Aを更新する。そして、仮想マシンマネージャ118は、仮想ディスクファイル(SYS-USER-NULL)403の中身を空にする。そして、仮想マシンマネージャ118は、S3状態からS0(通電動作)状態への復帰をゲスト仮想マシンに指示する。そして、仮想マシンマネージャ118は「運用モード」に戻る。

【0049】

図7を参照して、保存モード時の動作を説明する。

ログイン中に、保存の指示またはログアウトの指示を検出すると、ゲスト仮想マシン管理エージェント123はそれらの指示を検出し、ゲストドメインをS3(スリープ)状態にする。そして、図7に示すように、S3(スリープ)状態になったところで、仮想マシンマネージャ118は、現在のRAMの内容(MEM-USER-Aファイル202B)とセットアップ時の内容(MEM-COMファイル411)とを比較し、ページあるいはスーパーページ単位で差分をとる。仮想マシンマネージャ118は、変更位置および変更データを示す差分情報をMEM-USER-Aファイル222AとしてNAS220に保存し、NAS220内のMEM-USER-Aファイル222Aを更新する。MEM-USER-Bファイル222Bも同様に保存されたものである。

【0050】

仮想マシンマネージャ118は、仮想ディスクファイルを構成するSYS-USER-NULLファイル403をSYS-USER-Aファイル221AとしてNAS220に格納し、NAS220内のSYS-USER-Aファイル221Aを更新する。

【0051】

SYS-USER-Aファイル221AおよびMEM-USER-Aファイル222Aが更新された後、仮想マシンマネージャ118は、先ほどのユーザID情報から、そのユーザの差分ディスクファイル(SYS-USER-B)と差分メモリデータファイル(MEM-USER-B)を、ネットワーク上のNAS220から取得できるよう設定する。

【0052】

管理エージェント123からログインイベントを受信したら、仮想マシンマネージャ118は運用モードからユーザ切替モードになる。クライアントコンピュータ100がS3(スリープ)状態に移行すると、仮想マシンマネージャ118は、配信サーバ202から基本仮想ディスクファイル301、システム差分仮想ディスクファイル302、および基本メモリイメージファイル411を受信し、NASからログインするユーザに対応する差分メモリイメージファイルおよびユーザ差分仮想ディスクファイルを受信する。そして、仮想マシンマネージャ118は、メモリ202の記憶領域にデータをリストアし、イメージファイルをクライアントコンピュータ100のストレージ131に格納する。そして、仮想マシンマネージャ118は、S3状態からS0(通電動作)状態への復帰をゲスト仮想マシン120に指示する。そして、仮想マシンマネージャ118は「運用モード」に戻る。

【0053】

図8を参照して、「ユーザ切替モード」時の処理を説明する。以下では、ユーザBの使用環境を再現する場合について説明する。

仮想マシンマネージャ118は、MEM-USER-Bファイル222Bと、クライアントコンピュータ100にあるMEM-COMファイル411とを結合したデータを生成する。ゲストメモリコントローラ119は、生成されたデータをゲスト仮想マシン120に割り当てられたメモリ202Cに配置(リストア)する。また、SYS-USER-NULLファイル403としてSYS-USER-Bファイル221Bが用いられる。リストア終了後、仮想マシンマネージャ118は、ハイパーバイザ101にドメインのS0(復帰)を指示して、ゲストOSを復帰させる。

【0054】

ログイン中に画面が変わって、ユーザBのデスクトップ環境が表示された後、ユーザB

10

20

30

40

50

は、作業を開始できる。

【0055】

コンピュータが運用モードで起動してからのユーザの切替の動作を、図9～図12のシーケンス図を参照して説明する。

【0056】

図9において、クライアントコンピュータ100の電源がオンされると、ハイパーバイザ101が実行される。ハイパーバイザ101は、VM制御ドメインOS111を起動する(1.1)。制御ドメインOS111は、仮想マシンマネージャ118を起動する。仮想マシンマネージャ118は、ゲストメモリコントローラ119を起動する(1.1.1)。仮想マシンマネージャ118は、基本仮想ディスクファイル301およびシステム差分仮想ディスクファイル302をストレージ131から参照し、基本仮想ディスクファイル301およびシステム差分仮想ディスクファイル302から構成される仮想ディスクを制御ドメインOS111に設定する(1.1.1.2)。仮想マシンマネージャ118は、ハイパーバイザ101に仮想マシンを実行するためのドメインの生成を指示する(1.1.1.3)。ハイパーバイザ101は、ドメインを生成する(1.1.1.3.1)。

【0057】

仮想マシンマネージャ118は、I/Oエミュレータ116を起動する(1.1.1.4)。仮想マシンマネージャ118は、ゲストメモリコントローラ119にメモリ202に共通データのリストアを指示する。ゲストメモリコントローラ119は、ハイパーバイザ101が管理する、メモリ202の物理アドレスと仮想マシンで管理される仮想メモリの論理アドレスとの変換テーブルの論理アドレスに対して、MEM-COMファイル411の保存時と同じ論理アドレスをマッピングする(1.1.1.5.1)。ゲストメモリコントローラ119は、MEM-COMファイル411に基づいて、メモリ202にデータを格納する(1.1.1.5.2)。

【0058】

仮想マシンマネージャ118は、ハイパーバイザ101にS0状態への復帰を指示する(1.1.1.6)。ハイパーバイザ101は、ゲストOS121に対してS0状態への復帰を指示する(1.1.1.6.1)。ゲストOS121は、S0状態への復帰処理を開始する(1.1.1.6.1.1)。管理エージェント123は、ゲストOSがS3状態に復帰したら、仮想マシンマネージャ118に復帰処理が完了したことを通知する(1.1.1.6.1.1.1)。ゲストOS121は、ストレージ131にアクセスする場合、VM制御ドメインOS111上のバックエンドドライバ112にアクセス要求を発行する(1.1.1.6.1.1.2)。ここまでの説明した処理によって、コンピュータは、図6に示す状態になる。

【0059】

図10において、オペレータがログインすると(2)、ゲストOS121がユーザ認証を行う(2.1)ゲストOS121は、ログインイベントを受信した旨を管理エージェント123に通知する(2.1.1)。管理エージェント123は、ゲストOS121にS3状態への移行を要求する(3)。ゲストOS121のOSPMは、パススルーしている各種I/OデバイスとI/Oエミュレータ116に対して、デバイスのD3状態への移行を指示する(3.1)。

【0060】

ゲストOS121のOSPMは、全てのデバイスが停止状態になったことを確認すると、仮想BIOSに対して、システムをS3状態に移行するようI/Oを出力する。ゲストOS121からのI/Oへの出力は、I/Oエミュレータ116によって捕捉される(3.2)。I/Oエミュレータ116は、ハイパーバイザ101に対して、ゲストOS121が稼働しているドメインをS3状態に移行するように指示する(3.2.1)。

【0061】

仮想マシンマネージャ118は、ドメインの状態を取得する(4)。ドメインがS3状態に移行したら、仮想マシンマネージャ118は、ゲストOSが稼働していた仮想マシン

10

20

30

40

50

に割り当てられていたメモリの記憶領域に格納されていたデータの保存をゲストメモリコントローラに指示する（５）。先に図７を参照して説明したように、ゲストメモリコントローラは、仮想マシンに割り当てられていたメモリの記憶領域に格納されていたデータと、MEM-COMファイル４１１が示すデータとの差分を抽出する（５．１）。抽出された差分データと、差分データの格納位置とを示す差分情報を例えばNAS220に格納する（５．２）。

【００６２】

仮想マシンマネージャ１１８は、ドメインの終了をハイパーバイザ１０１に指示する（６）。ハイパーバイザ１０１は、ドメインを終了させる（６．１）。仮想マシンマネージャ１１８は、I/Oエミュレータ１１６を終了させる（７）。 10

【００６３】

図１１において、仮想マシンマネージャ１１８は、MEM-COMファイル４１１およびログインユーザに対応するMEM-USERファイルを用いてメモリ内のデータのリストアを行うようにゲストメモリコントローラに指示する（８）。

【００６４】

仮想マシンマネージャ１１８は、ハイパーバイザ１０１に仮想マシンを実行するためのドメインの生成を指示する（９）。ハイパーバイザ１０１は、ドメインを生成する（９．１）。

【００６５】

先に図８を用いて説明したように、仮想マシンマネージャ１１８は、基本仮想ディスクファイル３０１、システム差分仮想ディスクファイル（SYS-DIFF）３０２、およびユーザ差分仮想ディスクファイル（SYS-USERファイル）３０３に基づいてゲスト仮想マシンを実行するための仮想ディスクをハイパーバイザに設定し、ゲスト仮想マシンを起動させる（１０）。仮想マシンマネージャ１１８は、I/Oエミュレータ１１６を起動する（１１）。 20

【００６６】

ゲストメモリコントローラ１１９は、MEM-COMファイル４１１とログインユーザに対応するMEM-USERファイルとの読み出し要求をVM制御ドメインOS111に発行する（８．１）。ゲストメモリコントローラは、ハイパーバイザ１０１が管理する、メモリの物理アドレスと仮想マシンで管理される仮想メモリの論理アドレスとの変換テーブルの論理アドレスに対して、MEM-COMファイルの保存時と同じ論理アドレスをマッピングする（８．２）。ゲストメモリコントローラは、MEM-COMファイル４１１およびMEM-USERファイルに基づいて、メモリ２０２にデータを格納する（８．３）。 30

【００６７】

仮想マシンマネージャ１１８は、ハイパーバイザ１０１にオペレーティングシステムのS0状態への復帰を指示する（１２）。ハイパーバイザ１０１は、ゲストOS121に対してS0状態への復帰を指示する（１２．１）。ゲストOS121は、S0状態への復帰処理を開始する（１２．１．１）。管理エージェント１２３は、ゲストOS121がS3状態に復帰したら、仮想マシンマネージャ１１８に復帰処理が完了したことを通知する（１２．１．１．１）。 40

【００６８】

図１２において、S0状態に復帰すると、オペレータが操作を開始する（１３）。ゲストOSは、ストレージにアクセスする場合、VM制御ドメインOS111上のバックエンドドライバにアクセス要求を発行する（１３．１）。

【００６９】

オペレータがログアウトの操作を行うと（１４）、ゲストOS121がログアウトイベントを管理エージェント１２３に送信する。管理エージェント１２３は、ログアウトイベントを受信した旨を仮想マシンマネージャ１１８に通知する。

【００７０】

管理エージェント123は、ゲストOSにS3状態への移行を要求する(15)。ゲストOSは、I/Oエミュレータ116に対して、デバイスのD3状態への移行を指示する(15.1)。

【0071】

ゲストOS121は、全てのデバイスが停止状態になったことを確認すると、仮想BIOSに対して、システムをS3状態に移行するようI/Oを出力する。ゲストOSからのI/Oへの出力は、I/Oエミュレータ116によって補足される(15.2)。I/Oエミュレータ116は、ハイパーバイザ101に対して、ゲストOSが稼働しているドメイン(ゲスト仮想マシン)をS3状態に移行するように指示する(15.2.1)。

【0072】

仮想マシンマネージャ118は、ドメインの状態を取得する(16)。ドメインがS3状態に移行したら、仮想マシンマネージャ118は、ゲストOS121が稼働していた仮想マシンに割り当てられていたメモリの記憶領域に格納されていたデータの保存をゲストメモリコントローラに指示する(17)。ゲストメモリコントローラ119は、仮想マシンに割り当てられていたメモリの記憶領域に格納されていたデータと、MEM-COMファイルが示すデータとの差分を抽出する(17.1)。抽出された差分データに基づいて、MEM-USERファイルを更新する(17.2)。

【0073】

仮想マシンマネージャ118は、ハイパーバイザ101にドメインの終了を指示する(18)。ハイパーバイザ101は、仮想マシンマネージャ118からの指示に応じて、ドメインを終了する(18.1)。そして、仮想マシンマネージャ118は、I/Oエミュレータ116を終了する(19)。

【0074】

次に、図13のフローチャートを参照して運用モード時の管理エージェント123の動作を説明する。

【0075】

管理エージェント123は、ゲストOSからのイベントを待っている(ステップB901)。イベントを受信したら、管理エージェント123は、ログインイベントであるかを判定する(ステップB902)。ログインイベントであると判定した場合(ステップB902のYes)、管理エージェント123は、ログインイベントを受信した旨を仮想マシンマネージャ118に通知する(ステップB905)。ログインイベントでは無いと判定した場合(ステップB902のNo)、管理エージェント123は、ログアウトイベントであるかを判定する(ステップB903)。ログアウトイベントであると判定した場合(ステップB903のYes)、管理エージェント123は、ログアウトイベントを受信した旨を仮想マシンマネージャ118に通知する(ステップB906)。ログアウトイベントでは無いと判定した場合(ステップB903のNo)、管理エージェント123は、デスクトップ環境の保存指示イベントであるかを判定する(ステップB904)。デスクトップ環境の保存指示イベントであると判定した場合(ステップB904のYes)、管理エージェント123は、デスクトップ環境の保存指示イベントを受信した旨を仮想マシンマネージャ118に通知する(ステップB907)。ステップB905、B906、B907の後、管理エージェント123は、オペレーティングシステムのOSPMにS3状態への移行を要求する(ステップB908)。オペレーティングシステムは、各デバイスをD3状態に移行させ、ACPIのI/OにS3状態を設定する(ステップB909)。

【0076】

図14は、メモリの差分データの作成を説明するための図である。ゲスト仮想マシンが1つ(制御ドメインOS111は除く)である場合には、ゲスト仮想マシンの使用するメモリ領域は、セットアップ時と同等になる。ハイパーバイザ101には、分断されたメモリ領域のブロックのマッピング情報(物理アドレスとサイズ)を有する。マッピング情報は、ユーザログイン後の状態もセットアップ時と同じであるため、差分をとることができる。通常、ゲストOSが固定で使用するメモリの記憶領域とアプリケーションが動的に使

10

20

30

40

50

用するメモリ記憶領域とがある。固定で使用する記憶領域は内容の変化がないことが多い。したがって、それらの領域のセットアップ時の差分を取ることによって、保存するメモリ量が減少する。

【0077】

このコンピュータによれば、ゲスト仮想マシン内で動作するゲストOSにログアウトが要求された場合に、ゲストOSに通常状態からスリープ状態への移行を要求し、ゲストOSがスリープ状態に移行した場合に、ゲストOSが使用するメモリの記憶領域内のデータを示すメモリイメージファイルを作成し、ゲスト仮想マシンの起動が要求された場合に、メモリイメージファイルの作成時の仮想マシンに割り当てられていた記憶装置の記憶領域内のデータを示すディスクイメージファイルをハイパーバイザに設定し、メモリイメージファイルに基づいて、仮想マシンに割り当てられたメモリの第2の記憶領域に第1の記憶領域に格納されていたデータを復元し、第2の記憶領域にデータが復元された場合、オペレーティングシステムをスリープ状態から通常状態へ復帰させることをハイパーバイザに要求することで、ゲスト仮想マシンの起動時やログインユーザの切り替え時に、ゲスト仮想マシンが使用できるようになるまでに待つ時間を短縮することが可能になります。

10

【0078】

ところで、上述した図2のゲストOS上で動作する管理エージェント123は、ゲスト仮想マシン120の状態を監視する。管理エージェント123は、ハイパーバイザ101のI/Oマネージャ経由で制御ドメイン内の仮想マシンマネージャと通信ができるようになっている。この管理エージェント123は、起動時に、ゲストOS121に対して予め指定された数の通信ポートの開放（オープン）を要求する。管理エージェント123は、要求に応じてゲストOS121から割り当てられたポートのポート番号を、制御ドメインOS111上で動作する仮想マシンマネージャ118に通知する。仮想マシンマネージャ118は、制御ドメインOS111に通知されたポート番号を送信元ポート番号として使用するよう要求する。制御ドメインOS111は、要求に応じて送信元ポート番号の制限を行う。

20

【0079】

図15は、クライアントコンピュータ内でのパケットデータの流れを示している。制御ドメイン110のネットワークドライバ113が、LANコントローラ235で受信したパケットを受信処理する。受信したパケットは制御ドメインOS111内のポートスイッチ1001に送られる。ポートスイッチ1001は、パケットがゲスト仮想マシン120の受信パケットであるかを判定する。ゲスト仮想マシン120の受信パケットであると判定した場合、パケットが、バックエンドドライバ112およびハイパーバイザ101を経由して、ゲスト仮想マシン120内のフロントエンド仮想ドライバ126に送信される。フロントエンド仮想ドライバ126が受信したパケットは、ゲストOS121によって処理され、データがゲスト仮想マシン内のアプリケーションに渡される。

30

【0080】

逆に、ゲスト仮想マシン120から送信されたパケットは、ゲスト仮想マシン120内のフロントエンド仮想ドライバ126およびハイパーバイザ101を経由して、制御ドメインOS111のバックエンドドライバ112に渡される。そして、パケットは、制御ドメインOS111のポートスイッチ1001を経由して実際のネットワークのデバイスに送信される。

40

【0081】

図16は、ネットワーク内に流れるパケットの構造を示す。このパケットは、LANで使用されているIEEE802.3のMACヘッダとTCP/IPプロトコルで規定され、トランスポート層のプロトコルがTCP/UDPの場合のものである。パケットは、MACヘッダ1110、IPヘッダ1120、TCP/UDPヘッダ1130、データ1140等を含む。

【0082】

MACヘッダ1110は、送信元MACアドレス1111、および宛先MACアドレス

50

1112等を含む。IPヘッダ1120は、トランスポート層のプロトコルを示すプロトコル番号1121、送信元IPアドレス1122、および宛先IPアドレス1113等を含む。TCP/UDPヘッダ1130は、送信元ポート番号1131、宛先ポート番号11132を含む。

【0083】

次に、図17を参照して、ポートスイッチ1001の構成を説明する。ポートスイッチ1001は、送信パケット解析部1201、テーブル検索/登録部1202、送信処理部1203、受信処理部1204、受信パケット解析部1205、テーブル検索/ポート判定部1206、受信通知/パケットデータ引渡部1207、およびタイマ部1208等を有する。

10

【0084】

制御ドメイン110およびゲスト仮想マシン120は、それぞれ仮想のLAN-I/Fとして制御ドメインOS-I/F1211、ゲストOS-I/F1212を有する。それぞれのLAN-I/F1211、1212からの送信パケットは、送信パケット解析部1201に送られる。

【0085】

また、ポートスイッチ1001は、テーブル1209を管理する。図18を参照して、テーブル1209の構造を説明する。I/F番号には、仮想マシンのLAN-I/F番号が入力される(0以上の整数)。ポート番号には、パケット送信時には送信元ポート番号(SP)が入力される。パケット受信時には宛先ポート番号(DP)と送信元ポート番号(SP)とが一致するかが確認される。プロトコル番号は、パケット送信時のプロトコル番号が入力される。パケット受信時には、受信のプロトコル番号と一致する、パケット送信時のプロトコル番号があるか検索される。

20

【0086】

タイマ部1208により各エントリ毎の生存時間が一定時間ごとに減算され、0になった時点でそのエントリは無効、削除される。生存時間の初期値として“-1”にしたエントリは、タイマ部1208による減算はされず、無効とはならず残る。これは、予めそのポート番号を宛先ポート番号(DP)として持つパケットを受信するためである。通常はクライアント側から通信を開始することで、各エントリは登録されるが、通信の起動がクライアント外からである場合には、ポートスイッチ1001で制御ドメインOS側に受信することができないため、予め生存時間を-1としたエントリをセットし、そのエントリは必ず残るようにする。これにより、通信の起動がクライアント外からである場合でも正常に通信できるようになる。

30

【0087】

送信パケット解析部1201は、パケットがTCP/IPパケットであるかを判定する。パケットがTCP/IPパケットであれば、テーブル検索/登録部1202は、プロトコル番号、送信元ポート番号(SP)、および宛先ポート番号(DP)を取り出す。テーブル検索/登録部1202は、取り出されたプロトコル番号および送信元ポート番号(SP)と一致するエントリをテーブル1209から検索する。TCP/IPパケット以外であれば、パケット解析部は、テーブル1209内のエントリを検索せずに、パケットを送信処理部1203に渡す。

40

【0088】

取り出されたプロトコル番号および送信元ポート番号(SP)と一致するエントリがなければ、テーブル検索/登録部1202は、プロトコル番号と送信元ポート番号(SP)、受信した仮想LAN-I/F番号を新規のエントリに登録する。テーブル1209内に既にエントリがあれば、テーブル検索/登録部1202は、そのエントリの生存時間をデフォルト値に再設定して、パケットを送信処理部1203に渡す。送信処理部1203は送信処理を実行し、パケットをLANコントローラ235に送信する。LANコントローラ235は、LANポート(LAN-PHY)1221に接続されたネットワーク上に存在するデバイスにデータを送信する。

50

【0089】

次に、データの受信について説明する。ネットワークケーブルが接続されるLANポート（LAN-PHY）1221に接続されたネットワーク上に存在するデバイスから送信されたデータをLANコントローラ235が受信する。LANコントローラ235は、受信したパケットを受信処理部1204に渡す。受信処理部1204は、データ内からパケットを取り出す。受信パケット解析部1205は、取り出されたパケットがTCP/IPパケットであれば、プロトコル番号、送信元ポート番号（SP）、および宛先ポート番号（DP）を取り出す。テーブル検索／ポート判定部1206は、テーブル1209から取り出されたプロトコル番号および宛先ポート番号（DP）と一致するエントリを検索する。テーブル1209内に一致するエントリがあれば、テーブル検索／ポート判定部1206は、
10 受信通知／パケットデータ引渡部1207にそのエントリのポート番号のLAN-I/Fに対して受信通知を行うように指示する。一致するエントリがなければ、受信通知／パケットデータ引渡部1207にゲスト仮想マシンのLAN-I/Fに対して受信通知とパケットデータの引渡しを行うように指示する。受信したパケットがTCP/IP以外であるならば、受信通知／パケットデータ引渡部1207によってゲスト仮想マシンのゲストOS-I/F1212に受信させる。特にARP（Address Resolution Protocol、アドレス解決プロトコル）パケット（IPアドレスとMACアドレスの対応付けを行うプロトコル）ならば受信通知／パケットデータ引渡部1207によって全ポートに受信させる。これにより、適切なポート番号によって、MACアドレス、IPアドレスが同じLAN-I/Fであっても適切な仮想マシンのLAN-I/Fに受信できるようになる。
20

【0090】

タイマ部1208は、テーブル1209の各エントリの生存時間を一定間隔おきに減算し、0になった時点でそのエントリを削除する。

【0091】

図19のフローチャートを参照して、パケット送信時のポートスイッチ1001の動作を説明する。

送信パケット解析部1201は、送信されるパケットが、TCP/IPパケットであるかを判定する（ステップB1401）。TCP/IPパケットであると判定した場合（ステップB1401のYes）、テーブル検索／登録部1202は、パケットからプロトコル番号、送信元ポート番号（SP）、および宛先ポート番号（DP）を取り出す（ステップB1402）。テーブル検索／登録部1202は、送信要求元の仮想LAN-I/F番号、プロトコル番号、送信元ポート番号（SP）を有するエントリがテーブル1209内に登録されているかを判定する（ステップB1403）。
30

【0092】

登録されていると判定した場合（ステップB1403のYes）、登録されているエントリ内の生存時間をデフォルト値に設定する（ステップB1404）。

【0093】

登録されていないと判定した場合（ステップB1403のNo）、テーブル検索／登録部1202が、送信要求元の仮想LAN-I/F番号、プロトコル番号、送信元ポート番号（SP）、生存時間を有するエントリをテーブル1209に設定する（ステップB1406）。
40

【0094】

TCP/IPパケットではないと判定された場合（ステップB1401のNo）、およびステップB1404、B1405の後、送信処理部1203が、LANコントローラに対して、パケットの送信を要求する（ステップB1405）。

【0095】

次に、図20を参照して、パケット受信時のポートスイッチ1001の動作を説明する。

受信パケット解析部1205は、受信したパケットがARPパケットであるかを判定する（ステップB1501）。ARPパケットであると判定した場合（ステップB1501
50

のYes)、受信通知／パケットデータ引渡部1207が全ポートにパケットを渡す(ステップB1508)。ARPパケットではないと判定した場合(ステップB1501のNo)、受信パケット解析部1205は、パケットが、TCP／IPパケットであるかを判定する(ステップB1502)。TCP／IPパケットではないと判定した場合(ステップB1502のNo)、受信通知／パケットデータ引渡部1207がゲストOS-I／F1212にパケットを引き渡す(ステップB1509)。

【0096】

TCP／IPパケットであると判定した場合(ステップB1503のYes)、テーブル検索／ポート判定部1206は、パケットからプロトコル番号、送信元ポート番号(SP)、および宛先ポート番号(DP)を取り出す(ステップB1503)。テーブル検索／登録部1202は、プロトコル番号、宛先ポート番号(DP)を有するエントリがテーブル1209内を検索する(ステップB1504)。

10

【0097】

検索の結果、登録されているエントリがない場合(ステップB1505のNo)、受信通知／パケットデータ引渡部1207は、パケットをゲストOS-I／F1212に渡す(ステップB1510)。登録されているエントリがあった場合(ステップB1505のYes)、テーブル検索／ポート判定部1206は、登録済みのエントリの生存時間をデフォルト値に再設定する(ステップB1506)。受信通知／パケットデータ引渡部1207は、ポート番号に対応する送信元I／Fにパケットを渡す(ステップB1507)。

【0098】

20

図21、図22のシーケンス図を参照して、クライアントコンピュータ内のパケットデータの送受信時の処理を説明する。

【0099】

まず、ゲストOS121が起動すると、管理エージェント123も起動する。他の仮想マシンが使用するポート番号を自ゲストマシン内の他の通信アプリケーションやサービスが使用しないよう、管理エージェント123は、設定された数の複数のポートのオープンにゲストOSに対して要求し、ゲストOS121からポート番号を割り当ててもらう(1～3)。このオープンしたポートはこのゲストOS121および管理エージェント123からは使用せず、ゲストOS121はポートをオープンするのみとする。そうすることで、このゲストOS121上の通信アプリケーションやサービスが使用することはできなくなる。

30

【0100】

管理エージェント123は、仮想マシンマネージャ118にゲストOS121から割り当てられたポートのポート番号を通知する(4)。仮想マシンマネージャ118は、通知されたポート番号を送信元ポート番号として使用するよう要求する(4.1)。仮想マシンマネージャ118は、ポートの開放を要求する(5)。仮想マシンマネージャ118は、データを送信する場合、制御ドメインOS111にデータを送信する旨を通知し(6)、仮想マシンマネージャ118は制御ドメインOS111にデータを送信する(7)。制御ドメインOS111は、ポートスイッチ1001にパケットを送信する(7.1)。ポートスイッチ1001は、テーブル1209にパケットの送信に用いられたポートの番号を登録する(7.1.1)。ポートスイッチ1001は、LANコントローラ235にパケットの送信を要求する(7.1.2)。LANコントローラ235は、パケットを送信する(7.1.2.1)。

40

【0101】

LANコントローラ235がパケットを受信した場合(8)、LANコントローラ235は、パケットをポートスイッチ1001に渡す(8.1)。ポートスイッチ1001は、テーブル1209からパケットに含まれるプロトコル番号、宛先ポート番号(DP)を有するエントリを検索する(8.1.1)。パケットに含まれるプロトコル番号および宛先ポート番号(DP)を有するエントリがテーブル1209内にあり、エントリに含まれるポート番号が制御ドメインOS-I／F1211に対応していれば(8.1.1.1)

50

、ポートスイッチ1001は、パケットを制御ドメインOS111に送る（8. 1. 1. 2）。制御ドメインOS111は、仮想マシンマネージャにパケットを渡す（9）。

【0102】

LANコントローラ235がパケットを受信した場合（10）、LANコントローラ235は、パケットをポートスイッチ1001に渡す（10. 1）。ポートスイッチ1001は、テーブル1209からパケットに含まれるプロトコル番号、宛先ポート番号（DP）を有するエントリを検索する（10. 1. 1）。パケットに含まれるプロトコル番号および宛先ポート番号（DP）を有するエントリがテーブル1209内にあり、エントリに含まれるポート番号がゲストOS-I/F1212に対応している、あるいはプロトコル番号および宛先ポート番号（DP）を有するエントリがテーブル1209内にない場合（10. 1. 1. 1）、ポートスイッチ1001は、パケットをゲストOS121に送る（10. 1. 1. 2）。 10

【0103】

制御ドメインOS111がパケットの返信があった場合（11）、ポートスイッチ1001は、送信要求元の仮想LAN-I/F番号、プロトコル番号、送信元ポート番号（SP）、生存時間を有するエントリをテーブル1209に設定する（11. 1）。そして、ポートスイッチ1001は、LANコントローラ235にパケットの送信を要求する（11. 2）。LANコントローラは、パケットを送信する（11. 2. 1）。

【0104】

以上説明した、通信方法によれば、ゲストOS121から管理エージェント123に割り当てられた複数のポート番号を、制御ドメイン110の仮想マシンマネージャ118に通知し、制御ドメインOS111の使用可能なポート番号の範囲を、管理エージェント123から通知された範囲の番号に設定する。これにより、制御ドメインOS111上の通信サービスは、このポート番号の範囲のなかで使用されることとなる。これにより、ゲスト仮想マシン120と制御ドメイン110とのポート番号の衝突はなくなる。後は、各マシンから通信が起動され、そのパケットを前述のポートスイッチ1001によって、受信パケットを適切な仮想マシンのLAN-I/Fに受信させることで、同じMACアドレス、同じIPアドレスを持つLAN-I/Fが存在しても通信が可能となる。 20

【0105】

管理エージェント123のポート予約と、ポートスイッチ1001により、仮想マシン毎に異なるMACアドレスを割り当てる必要がなくグローバルMACアドレスを1つ割り当て、それに割り当てられる使用IPアドレスも1つになる。 30

【0106】

また、セキュリティのためにMACアドレスフィルタリングを行っているネットワーク環境においても、クライアントPCのMACアドレスの許可のみで、使用できるようになった。

【0107】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。 40

【符号の説明】

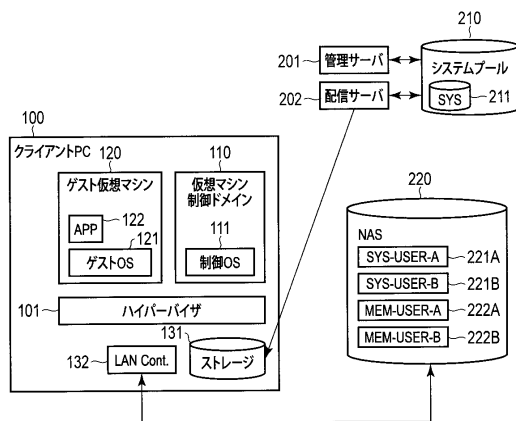
【0108】

100…クライアントコンピュータ、101…ハイパーバイザ、102…メモリ、110…仮想マシン制御ドメイン、111…制御ドメインOS、112…バックエンドドライバ、113…ネットワークドライバ、118…仮想マシンマネージャ、120…ゲスト仮想マシン、121…ゲストOS、123…ゲスト仮想マシン管理エージェントプログラム、235…LANコントローラ、1001…ポートスイッチ、1201…送信パケット解 50

析部、1202…登録部、1203…送信処理部、1204…受信処理部、1205…受信パケット解析部、1206…ポート判定部、1207…パケットデータ引渡部、1208…タイマ部。

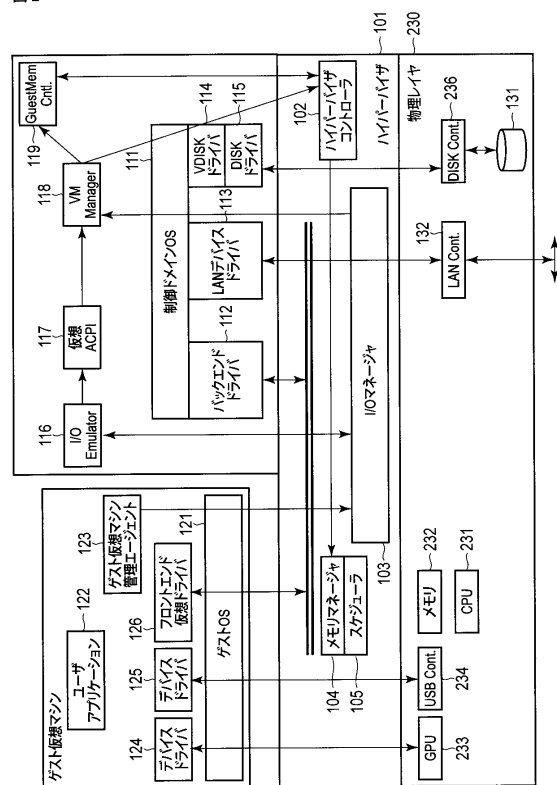
【図1】

図1

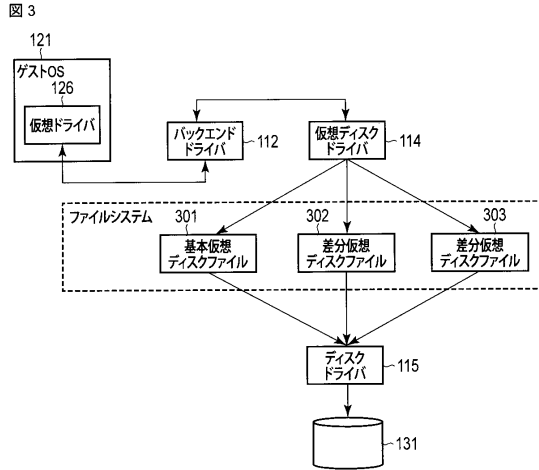


【図2】

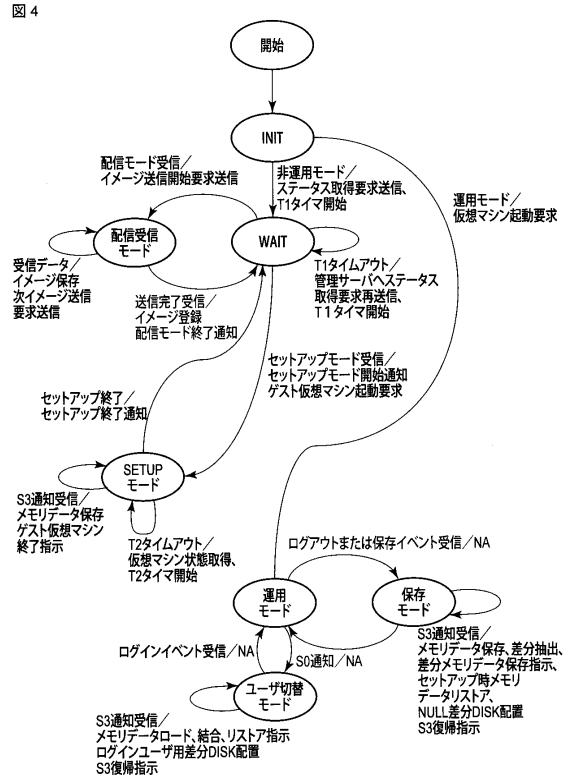
図2



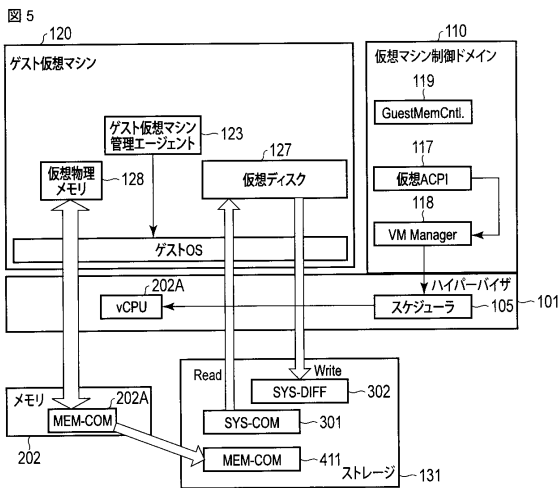
【図 3】



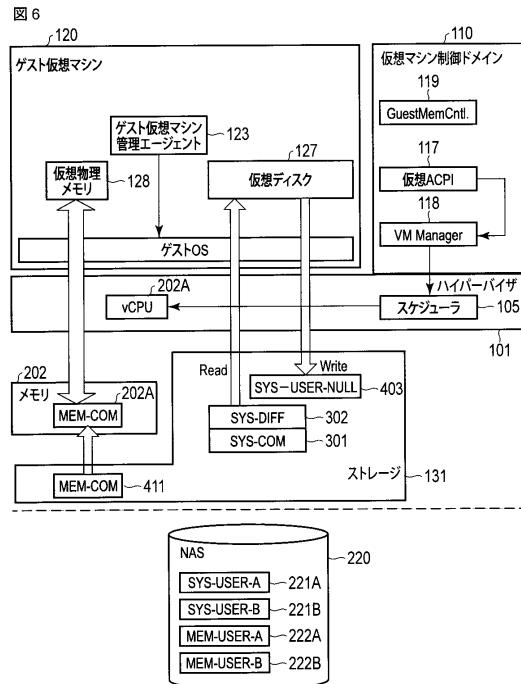
【図 4】



【図 5】

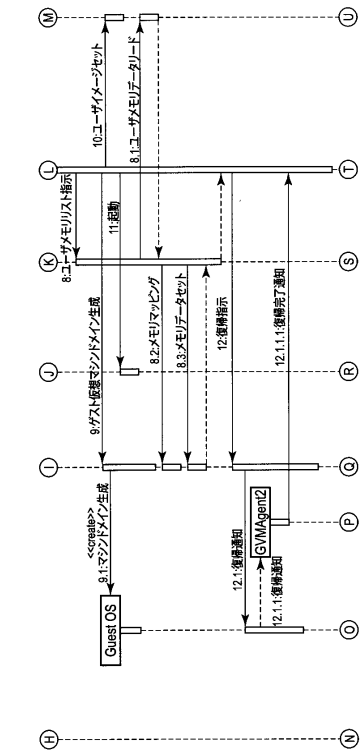


【図 6】



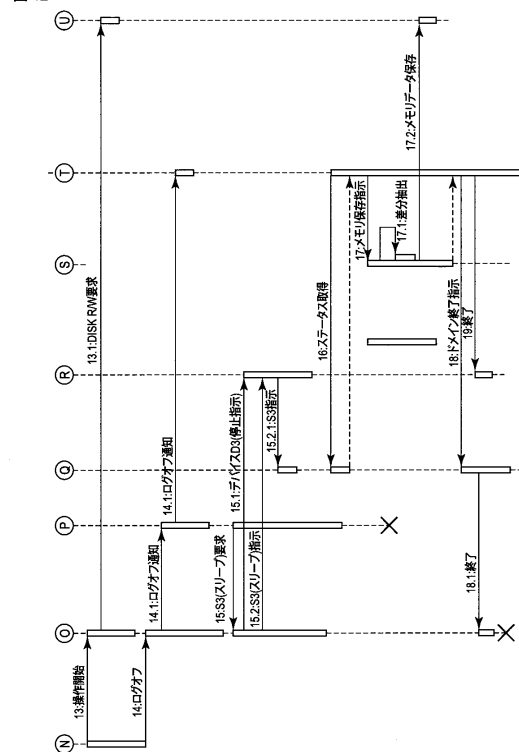
【図 1 1】

图 11



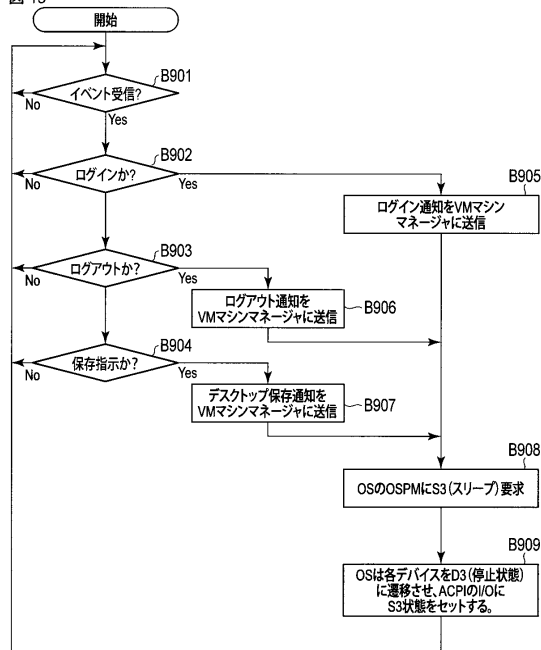
【図 1 2】

图 12



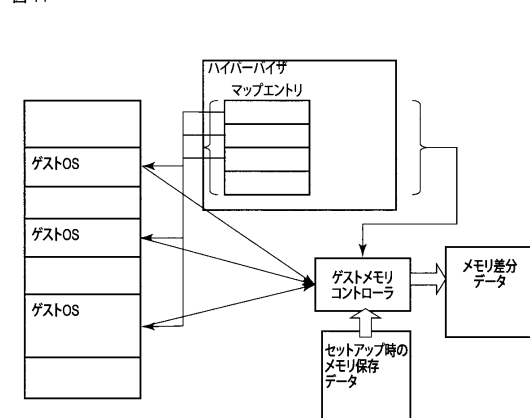
【図 1 3】

图 13

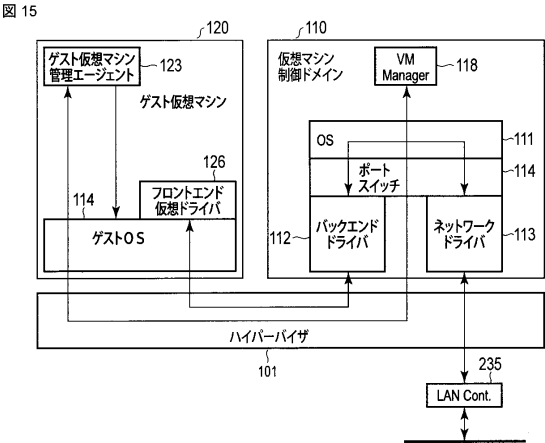


【図 14】

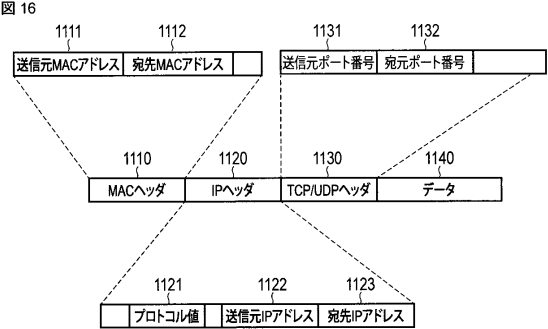
图 14



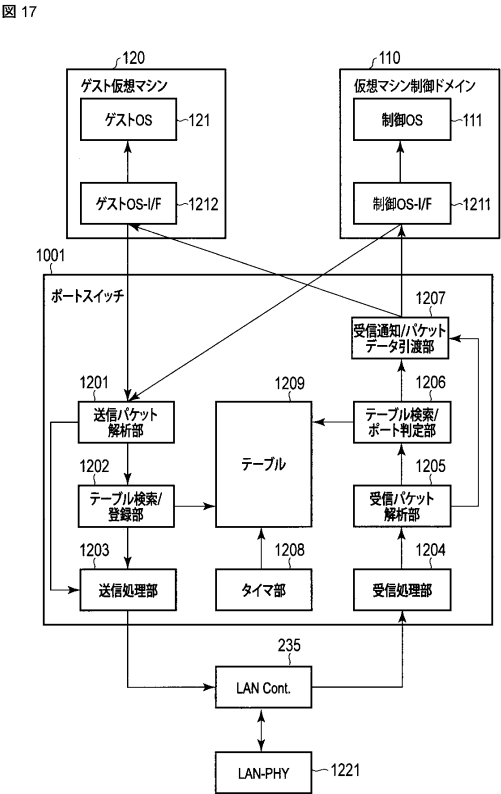
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



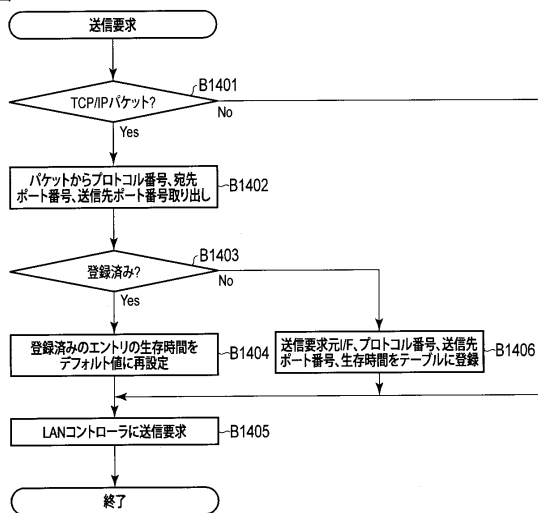
【図 1 8】

図 18

I/F番号	ポート番号	プロトコル番号	生存時間(秒)
0(制御OS)	100	17	600
0	101	17	580
1(ゲストOS)	100	6	10
0	22	6	-1

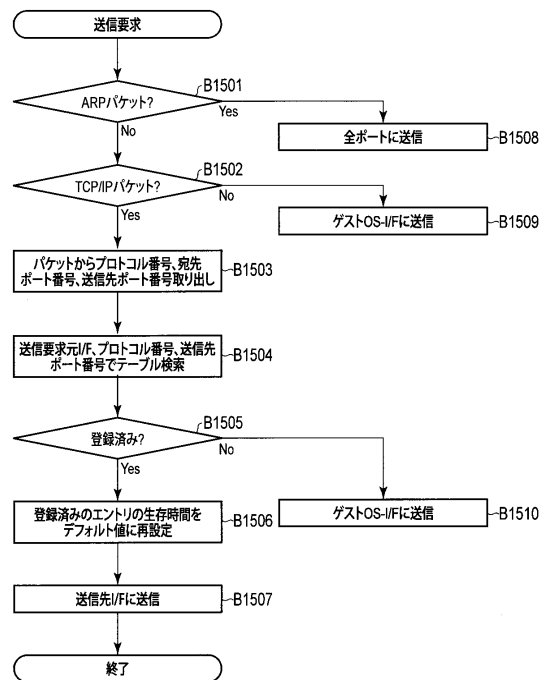
【図 19】

図 19



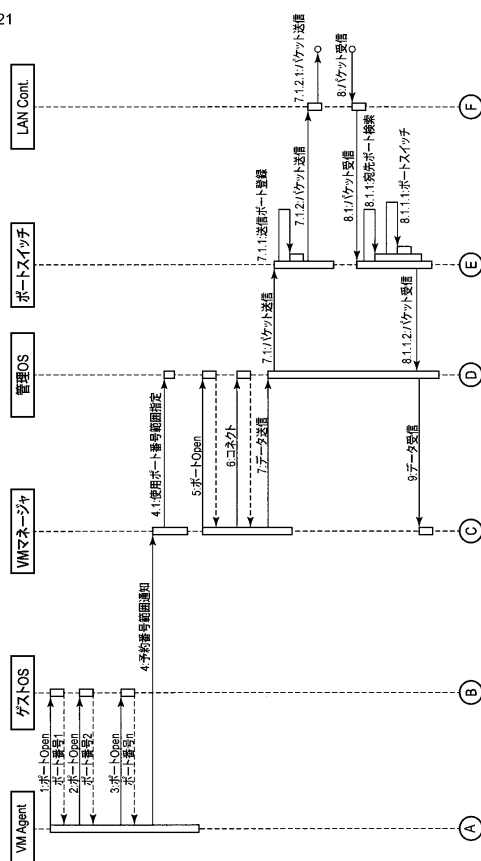
【図 20】

図 20



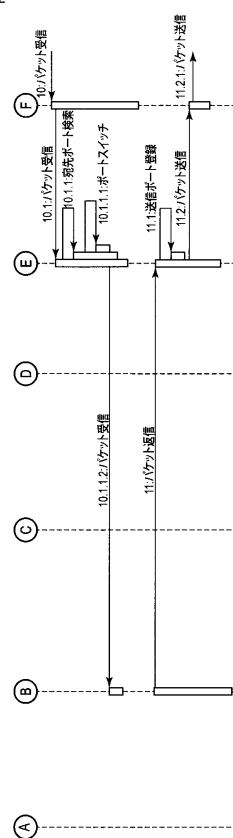
【図 21】

図 21



【図 22】

図 22



フロントページの続き

- (74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
- (74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
- (74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
- (74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 中嶋 宏
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 井上 宏一

- (56)参考文献 特表2007-500381 (JP, A)
特開2010-45451 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 9/46 - 9/54
G06F 13/10
G06F 13/14