

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 8 月 4 日(04.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/121973 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 11/20 (2006.01) G06F 9/50 (2006.01)
G06F 9/46 (2006.01) G06F 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052803
- (22) 国際出願日: 2016 年 1 月 29 日(29.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-017718 2015 年 1 月 30 日(30.01.2015) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 吉村 裕貴(YOSHIMURA, Yuki); 〒
1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電
気株式会社内 Tokyo (JP). 宮田 忠明(MIYATA,
Tadaaki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 前佛 創(ZEM-
BUTSU, Hajime); 〒1088001 東京都港区芝五丁目
7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 庄司
拓也(SHOJI, Takuya); 〒1088001 東京都港区芝五

丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
萬ヶ谷 博規(MAGATANI, Hironori); 〒1088001 東
京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会
社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 加藤 朝道(KATO, Asamichi); 〒2220033
神奈川県横浜市港北区新横浜 3 丁目 2 0 番 1 2
号加藤内外特許事務所内 Kanagawa (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

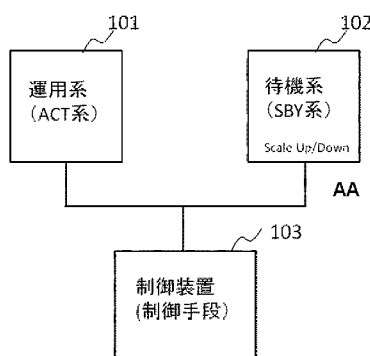
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: NODE SYSTEM, SERVER DEVICE, SCALING CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: ノードシステム、サーバ装置、スケールリング制御方法及びプログラム

[図1]



(57) Abstract: The present invention provides a node system that makes it possible to suppress delays in processing when scaling up and/or scaling down. The node system is provided with an active system that executes processing, a standby system that can be scaled up and/or scaled down, and a control device that controls system switching in which the standby system that has been scaled up or scaled down is designated as a new active system.

(57) 要約: 本発明は、スケールアップとスケールダウンの少なくとも一方において、処理の遅延を抑制可能とするシステムを提供する。処理を実行する運用系と、スケールアップ及びスケールダウンの少なくとも一方が可能な待機系と、前記スケールアップ又はスケールダウンした前記待機系を新たな運用系とする系切り替えを制御する制御装置とを備える。

FIG. 1:
101 Active system (ACT system)
102 Standby system (SBY system)
103 Control device (control means)
AA Scale up/down



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

ノードシステム、サーバ装置、スケールリング制御方法及びプログラム
技術分野

[0001] （関連出願についての記載）

本発明は、日本国特許出願：特願２０１５－０１７７１８号（２０１５年１月３０日出願）の優先権主張に基づくものであり、同出願の全記載内容は引用をもって本書に組み込み記載されているものとする。

本発明は、ネットワークを構成するノードシステム、サーバ装置、スケールリング制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] システムの信頼性向上のために複数台のサーバを組み合わせて冗長構成を実現したシステムが用いられる（例えば特許文献１参照）。このうち、二重化方式（システム）は、例えば同一構成のサーバ装置を２台備え、１台（アクティブ（active）サーバ（「運用系」のサーバ、あるいは「稼働系」のサーバともいう））が障害になった場合に、正常なサーバ装置（スタンバイ（standby）サーバ（「待機系」のサーバ、あるいは「予備系」のサーバともいう））に切り替え運用する方式である。また、 $N+1$ 冗長方式は、 N 台のサーバ装置（アクティブサーバ）に対して１台のサーバ装置を共通の予備装置（スタンバイサーバ）として設置する方式である。ホットスタンバイ方式では、アクティブサーバとスタンバイサーバの間で例えばデータを同期させておくことで、アクティブサーバに障害が発生したときに、スタンバイサーバがサービス（処理）を例えば瞬時に引き継ぐことができるようにしている。一方、所謂コールドスタンバイ方式では、スタンバイサーバを停止状態で待機させておき、アクティブサーバに障害が発生したときにスタンバイサーバを起動して業務や処理を切り換える。コールドスタンバイ方式は、アクティブサーバに障害が発生してから、スタンバイサーバの起動・

準備を行うため、システム停止時間やサービス継続の面で制限がある。なお、アクティブサーバの稼働時、スタンバイサーバは電源オン状態としOS（Operating System）を起動した状態で待機し（データベース内容を非同期にコピーする）、アクティブサーバに障害が発生した場合、ネットワークの切り替え等とともに業務アプリケーションなどのユーザプログラムを起動し、スタンバイサーバに処理を移行する方式をウォームスタンバイ（Warm Standby）方式ともいう。

[0003] 特許文献2には、以下のようなサーバシステムが開示されている。運用系として動作しているサーバのうち、更新用ソフトウェアが格納されたサーバは、当該サーバ以外のサーバへ前記更新用ソフトウェアを送信し、前記予備系として動作している全てのサーバに対して前記更新用ソフトウェアへの更新を指示する。一方、前記予備系として動作しているサーバは、前記更新が指示された場合、当該サーバ上で動作するソフトウェアを前記更新用ソフトウェアへ更新する。前記更新用ソフトウェアが格納されたサーバは、前記予備系として動作している全てのサーバにて前記更新が完了した後、前記サーバの組全ての運用系と予備系とを一斉に切り替える。

[0004] 特許文献3には、以下のようなシステムが開示されている。該システムは、性能の異なる仮想マシン上で稼働する第1および第2のデータベースを備え、外部からの指示に応じて、該システムが利用している仮想マシンを入れ替え、システムの性能をスケールアップ及びスケールダウンさせる。その際、前記システムは、前記データベースが備えるストリーム型レプリケーション機能を用いて前記データベースのデータ同期をとる。また、データ同期確立後に、SQL（Structured Query Language）文を転送する仮想マシンを他の仮想マシンに切り替える。このような構成により、ストリーム型レプリケーション機能を持つデータベースのスケールアップ（UP）／ダウン（DOWN）を、ストリーム型レプリケーション機能を活用し、Webサービスを止めることなく動的に、かつ低コストで実現している。

[0005] なお、サーバのコンピューティング、ストレージの仮想化のほか、さらに、ネットワーク機能を仮想化する技術として、サーバ上のハイパーバイザ（HyperVisor）等の仮想化レイヤ上に実装した仮想マシン（VM：Virtual Machine）で稼働するアプリケーション等によりソフトウェア的にネットワーク機能を実現するNFV（Network Functions Virtualization）等が知られている。専用機器（例えばLTE（Long Term Evolution）モバイル網のノード（例えばMME（Mobility Management Entity）、P-GW（Packet data network Gateway）、S-GW（Serving Gateway）等）に対して、NFVでは汎用サーバ上の仮想化技術で実現し機能をソフトウェア的に随時変更することができる（例えば非特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4479930号公報

特許文献2：特許第5011655号公報

特許文献3：特開2012-215937号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：ETSI GS NFV 002 V1.2.1 (2014-12) Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework 第13～18頁、2014年12月25日検索 インターネット<URL：http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV/001_099/002/01.02.01_60/gs_NFV002v010201p.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 以下、関連技術について分析する。

[0009] アプリケーション等の処理負荷に応じて、動的に、仮想マシン（VM）を増設させるスケールアップ（処理性能を上げる）、あるいは、仮想マシン（

VM)を減設させるスケールダウン(処理性能を下げる)技術が知られている(例えば特許文献3)。特許文献3には、データベースの負荷に応じて処理性能を変化させるにあたり、データ転送量やデータベースの入れ替え処理のコストの増大を抑制するための技術が開示されている。この技術は、IaaS(Infrastructure as a Service)などで提供される仮想マシンインスタンス上で動作するストリーム型レプリケーション機能を持つRDBMS(Relational Database Management System)に対しSQL問い合わせを中継するプロキシを用いてWebアプリケーションの停止を必要とせず、動的に、スケールアップ及びスケールダウンを実現する。

[0010] しかしながら、特許文献3に開示された技術では、処理負荷に応じてVMを増減することでスケールアップ、スケールダウンさせる際の、VMの増減処理や、プロセスの割り付けや引き継ぎに要する遅延等により、リソースの有効活用ができないという問題や、スケールダウン時のプロセス障害等の問題がある(本発明者らによる知見)。

[0011] 本発明は、上記課題に鑑みて創案されたものであって、その主たる目的は、スケールアップとスケールダウンの少なくとも一方において、処理の遅延を抑制可能なシステム、装置、方法、プログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の一つの側面によれば、処理を実行する運用系と、
スケーリング(スケールアップ及びスケールダウンの少なくとも一方)が可能な待機系と、

前記スケーリング(スケールアップ又はスケールダウン)した前記待機系を新たな運用系とする系切り替えを制御する制御手段と、を備えたシステムが提供される。

[0013] 本発明のさらに別の側面によれば、運用系と待機系を備えたシステムの前記待機系を少なくとも備え、前記待機系を事前にスケールアップ又はスケールダウンしておき、新たな運用系に切り替える手段を備えたサーバ装置が提

供される。

[0014] 本発明のさらに別の側面によれば、運用系と待機系からなる冗長系の前記待機系を少なくとも含み、前記待機系を事前にスケーリング（スケールアップ又はスケールダウン）した上で、新たな運用系に切り替える手段を備えたサーバ装置が提供される。

[0015] 本発明の別の側面によれば、処理を実行する運用系のスケールアップ又はスケールダウンにあたり、前記運用系の系切り替え先として用意された、スケールアップ又はスケールダウンした待機系を、新たな運用系に切り替える、スケールリング制御方法が提供される。

[0016] 本発明のさらに別の側面によれば、処理を実行する運用系のスケールアップ又はスケールダウンにあたり、前記運用系の系切り替え先として用意された、スケールアップ又はスケールダウンした待機系を、新たな運用系に切り替える処理をコンピュータに実行させるプログラムが提供される。さらに本発明によれば、上記プログラムを記録したコンピュータで読み出し可能な記憶媒体（半導体メモリや磁気／光記録媒体等のストレージ媒体：non-transitory computer readable recording medium）が提供される。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、スケールアップとスケールダウンの少なくとも一方のスケールリングにおいて、処理の遅延を抑制可能なシステム、装置、方法、プログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の概要を説明するための図である。

[図2]本発明の基本概念を説明するための図である。

[図3]本発明の基本概念を説明するための図である。

[図4]比較例を説明するための図である。

[図5]本発明の一実施形態のシステム構成の例を説明するための図である。

[図6]本発明の一実施形態の仮想化制御装置とサーバの構成例を説明するための図である。

[図7]本発明の一実施形態におけるスケールアップを説明するための図である。

[図8]本発明の一実施形態におけるスケールダウンを説明するための図である。

[図9]本発明の一実施形態における系の切り替え（スケールアップ時）の一例を説明するための図である。

[図10]本発明の一実施形態における系の切り替え（スケールダウン時）の一例を説明するための図である。

[図11]NFVを説明するための図である。

[図12]本発明をNFVシステムに適用した例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下では、はじめに、本発明の基本構成について説明したあと、その動作原理と比較例について説明し、つづいて実施形態について説明する。さらに、NFV（Network Functions Virtualization）への適用例について言及する。

[0020] <発明の基本構成>

図1を参照すると、本発明に係るシステムは、処理を実行する運用系101と、スケーリング（スケールアップ及びスケールダウンの少なくとも一方）が可能な待機系102と、前記スケーリング（スケールアップ又はスケールダウン）した待機系102を新たな運用系とする系切り替えを制御する制御装置（制御手段）103とを備える。

[0021] 制御装置103は、例えば、前記運用系101の処理負荷等（あるいは図示されない保守装置からの指示・設定等）に応じて、前記待機系102に対して、スケーリング（スケールアップ又はスケールダウン）を指示する。制御装置103は、前記スケーリング（スケールアップ又はスケールダウン）を完了した前記待機系102からのスケーリング（スケールアップ又はスケールダウン）完了通知を受け、前記スケーリング（スケールアップ又はスケールダウン）した前記待機系102を、新たな運用系とし、系切り替え前の

前記運用系１０１を新たな待機系とする系の切り替えを制御する構成としてもよい。

[0022] 制御装置１０３は、前記新たな待機系（もとの運用系、系切り替えにより新たに待機系となる）に対して、前記新たな運用系（系切り替え前に、スケールアップ又はスケールダウンした元の待機系）と同様にスケールアップ又はスケールダウンするように制御する構成としてもよい。

[0023] 制御装置１０３は、例えば、系切り替え前の前記運用系１０１の処理負荷の検知の結果、あるいは、例えば、保守装置からの設定や指示（例えばスケールアップ指示の入力）等に基づき、スケールアップが必要であると判断した場合、前記スケールアップした前記待機系１０２に対して運用系への系切り替えを指示する。系切り替えにより新たに待機系となる系１０１（もとの運用系１０１）は、新たに運用系となる系１０２（もとの待機系１０２）に対して、例えば処理制限を課すようにしてもよい。制御装置１０３は、新たに待機系となる系１０１から、スケールアップの完了通知を受けると、新たに運用系となる系１０２に課せられている処理制限を解除する構成としてもよい。

[0024] 制御装置１０３は、例えば、系切り替え前のもとの運用系１０１の処理に余裕があることを検知した結果、あるいは、保守装置からの設定や指示（例えばスケールダウン指示入力）に基づき、スケールダウンが必要であると判断した場合、系切り替え前のもとの前記運用系１０１に処理制限を課し、系切り替え前のもとの前記待機系１０２に対してスケールダウンの実行を指示する。制御装置１０３は、スケールダウンを完了した前記待機系１０２からのスケールダウン完了通知を受けると、系切り替えを実施し、新たな運用系とする。新たな運用系は、系切り替え前のもとの前記運用系１０１に課せられた処理制限をもとの前記運用系１０１から引き継ぐ。制御装置１０３は、新たな待機系１０１（もとの運用系１０１）に対してスケールダウンを指示し、新たな待機系１０１からスケールダウンの完了通知を受けると、系切り替えにより新たに運用系となった系１０２（もとの待機系１０２）に課せら

れている処理制限（もとの前記運用系 101 から引き継いだ処理制限）を解除する、ようにしてもよい。

[0025] 前記運用系と前記待機系の仮想マシン（VM）にそれぞれ割り当てられる仮想CPU（virtual Central Processing Unit: vCPU）等の仮想ハードウェア資源を増減制御することで、スケールアップとスケールダウンを行う構成としてもよい。この場合、スケールアップは仮想マシン（VM）に割り当てるサーバのCPUやメモリ等を増設して処理性能を上げる技術である。スケールダウンは仮想マシン（VM）に割り当てるサーバのCPUやメモリ等を減設して処理性能を下げる技術である。ここで、スケールアップ（スケールダウン）は、例えばサーバ等コンピュータ内のCPUやメモリ等をスペックアップ（スペックダウン）することでコンピュータ単体での処理性能を向上（低減）させる。スケールアウト（スケールイン）は、サーバ等コンピュータの台数を増加（減少）させることでシステムの処理性能を向上（低減）させる。サーバ上の仮想マシン（VM）を増設、減設することで仮想化システムの処理性能を向上（低減）させることは、仮想マシン（VM）に着目すると、スケールアウト（スケールイン）に該当するが、結果的に、サーバ単体の処理性能を向上（低減）させるものであることから、サーバのスケールアップ（スケールダウン）である（等価）といえる。

[0026] 制御装置 103 は、セッション処理（例えば呼処理等）を行う前記運用系 101 の処理の輻輳又は余裕に応じて、前記運用系の系切り替え先となる前記待機系 102 に対してスケールアップ又はスケールダウンを指示するようにしてもよい。

[0027] 仮想マシン（VM）上で稼働するアプリケーションがそれぞれ運用系と待機系である各仮想マシン（VM）は、それぞれ異なるサーバ上に実装する構成としてもよいし、あるいは、同一のサーバ上に実装する構成としてもよい。仮想マシン（VM）上で稼働するアプリケーションがそれぞれ運用系と待機系である各仮想マシン（VM）を同のサーバ上に実装する構成する場合、当該サーバの複数の仮想マシン（仮想マシン上で稼働するアプリケーション）

のうち、一つ又は複数の仮想マシン（仮想マシン上で稼働するアプリケーション）を運用系とし、他の一つ又は複数の仮想マシン（仮想マシン上で稼働するアプリケーション）を待機系とする構成としてもよい。サーバ（物理マシン）は、仮想マシン上の仮想ネットワーク機能（Virtual Network Function：VNF）と、前記VNFの実行基盤（仮想化基盤）をなすNFVI（Network Functions Virtualization Infrastructure）を備え、前記NFVIは、コンピューティング、ストレージ、ネットワーク機能の少なくとも一つのハードウェア資源を、ハイパーバイザ等の仮想化レイヤで仮想化した仮想化コンピューティング、仮想化ストレージ、仮想化ネットワークの少なくとも一つを含む（図7等の物理サーバに対応）。また、サーバは、サーバエージェントとしてオープンスタック（Open Stack）エージェントやその拡張部を含む構成としてもよい。なお、NFVへの適用において、運用系と待機系を、NFVI上の仮想デプロイメントユニット（VDU：Virtualization Deployment Unit）単位で構成してもよい。

[0028] ＜スケールアップの動作原理＞

図2を参照して、本発明によるスケールアップ処理動作を説明する。図2（A）、図2（B）は、系切り替え前の運用系（ACT系）のサーバ1と待機系（SBY系）のサーバ2上の仮想マシンにおける仮想CPU（virtual Central Processing Unit：vCPU）をそれぞれ模式的に示している。すなわち、運用系と待機系のサーバ1、2は、不図示のハイパーバイザ（Hypervisor：HV）を介して仮想化された仮想マシン（VM）を備え、仮想マシンには、少なくとも1個の仮想CPU（vCPU）を備えている。図2には、サーバ1、2のそれぞれにおいて、一つの仮想マシン（VM）に割り当てられた仮想CPU（vCPU）を示している（仮想CPUは、仮想マシンに割り当て可能な最大数まで割り当てが可能である）。各仮想CPU（vCPU）に1つのプロセス（pro

cess) が割り当てられている。仮想マシン (VM) 内で並列処理可能なスレッド数は仮想CPUの数に比例する。なお、図2では、簡単のため、一つの仮想CPU (vCPU) に一つのプロセス (process) が割り当てられているが、一つの仮想CPU (vCPU) に、複数のプロセスを割り当てるようにしてもよいことは勿論である。また図2では、簡単のため、サーバ上のハイパーバイザ、仮想マシン (VM)、ゲストOS (Operating System) 等は省略されている。また、図2では、系の切り替えを制御する制御装置 (図1の103) も省略されている。

[0029] 図2 (B) の待機系 (SBY) は、図2 (A) の処理 (例えばセッション処理) を実行している運用系 (ACT) と比較して、スケールアップされている (この場合では、仮想CPU (vCPU) が2つ増設 (ホットアド: Hot add) されている)。なお、ホットアド (Hot add) は、実行中のシステムに対し、CPUやメモリを動的に追加する機能である。例えば、ホットアド (Hot add) では、仮想マシン (VM) を停止せずにデバイス (この例では、vCPU) を追加し、仮想マシン (VM) に該追加したデバイス (vCPU) を認識させる。

[0030] 図2 (B) の待機系 (SBY) は、ホットスタンバイ方式として構成されるため、各仮想CPU (vCPU) にはプロセス (process) がすでに割り当てられており、図2 (A) の運用系 (ACT) との間で、データの同期がとられているものとする。図2 (B) の待機系 (SBY) は、セッション処理等には直接影響しないため、仮想マシン (VM) の立ち上げ (ゲストOSやプロセスの再起動) が可能である。なお、特に制限されないが、セッションの開始、終了等の管理は、SIP (Session Initiation Protocol) プロトコルや、J2EE (Java (登録商標) 2 Platform, Enterprise Edition) (サーバレット) におけるセッション管理機能 (HTTP (Hyper Text Transport Protocol) session) が用いられる。

[0031] 運用系と待機系がそれぞれ図2 (A)、図2 (B) の状態で、系切り替えを行うと、図2 (B) の待機系は、新たな運用系 (ACT) となり (図2 (

D))、図2(A)の運用系は新たな待機系(SBY)となる(図2(C))。図2(D)の新たな運用系(もとの待機系2)では、系切り替え前の運用系1(図2(A))の処理を引き継いで、処理性能のスケールアップが可能となる。なお、仮想マシンの動的なスケールアップとスケールダウンは、仮想CPU(vCPU)の数の増減のほか、CPUコア数、RAM(Random Access Memory)等のメモリ、ディスク(HDD(Hard Disk Drive))や、ネットワークインタフェースコントローラ(Network Interface Controller: NIC)等を増減設するようにしてもよい。すなわち、仮想CPU数(コア数)、仮想化メモリの記憶容量、仮想化ディスクの記憶領域(容量)、仮想NIC(Network Interface Controller)等の個数や帯域等の少なくとも一つの増減で対応するようにしてもよい。

[0032] <スケールダウンの動作原理>

次に、図3を参照して、本発明によるスケールダウンの動作原理を説明する。図3(A)、図3(B)は、系切り替え前の運用系(ACT系)のサーバ1と待機系(SBY系)のサーバ2上の仮想マシンにおける仮想CPU(vCPU)をそれぞれ模式的に示している。図3(B)の待機系(SBY)のサーバ2では、図3(A)の運用系(ACT)のサーバ1に対して、仮想CPU(vCPU)が2台削除されており、該削除された仮想CPU(vCPU)上に割り当てられたプロセスも、当該仮想CPU(vCPU)への割り付けが解除され、終了している。運用系と待機系が図3(A)、図3(B)の状態で、系切り替えを行うと、図3(B)の待機系は、新たな運用系となり(図3(D))、図3(A)の運用系は新たな待機系となる(図3(C))。図3(D)の新たな運用系(ACT)(もとの待機系2)では、系切り替え前の運用系1(図3(A))の処理を引き継いだまま、処理性能のスケールダウンが可能となる。なお、図3(C)の新たな待機系を、図3(D)の新たな運用系と同様に、スケールダウン(ホットデル: Hot del)する場合、プロセスの再開があっても、セッション処理(呼処理等)には影

響しないことから、特に問題は生じない。なお、ホットデル（Hot del）は、実行中のシステムに対し、CPUやメモリを動的に削除する機能である。この例では、仮想マシン（VM）を停止せずに、デバイス（例えばvCPU等）を削除する。

[0033] ＜比較例＞

図4（A）、図4（B）は、比較例（本発明を適用しない場合の例：ACT、SBY方式を用いない場合）における仮想マシンのスケールアップ、スケールダウンを説明する図である。

[0034] 図4（B）は、図4（A）のサーバ1Aに対して仮想CPU（vCPU）を増設（ホットアド：Hot add）してスケールアップしたサーバ1Bの仮想マシンを模式的に示す図である。図4（B）において、サーバ1Bは、仮想CPU（vCPU）を増設（Hot add）しただけであり、リソースの有効活用はできない。すなわち、増設した仮想CPU（vCPU）にプロセスが割り当てられ、プロセスが起動されるまで、増設した仮想CPU（vCPU）等は、サーバ1Bの処理能力の向上に貢献しない。

[0035] 一方、図4（D）は、図4（C）のサーバ1Cに対して仮想CPU（vCPU）を減設（ホットデル：Hot del）してスケールダウンしたサーバ1Dの仮想マシン（vCPU）を模式的に示す図である。サーバ1Cでは、6台の仮想CPUで処理を行っていたが、図4（D）のように、仮想CPU（vCPU）を2台減設するにあたり、仮想CPU（vCPU）にプロセスやスレッドが割り付いている状態でホットデル（Hot del）すると、当該仮想CPUに割り付けられていたプロセスに障害が発生する場合がある。このプロセス障害により、例えばサーバ1C上の仮想マシンにおいてそれまで行っていたセッションのサーバ1D上の仮想マシンへの引き継ぎ（維持）に失敗する場合がある。

[0036] このように、運用系と待機系の構成をとらない上記比較例では、仮想マシン（VM）のスケールアップにおいて、増設した仮想ハードウェア資源（仮想CPU等）が処理性能の向上に貢献するまでに遅延が生じ（仮想CPUへ

のプロセスの割り当て等に時間を要する)、リソースの効率的な利用を図ることができないという課題がある。また、上記比較例では、仮想マシン (VM) のスケールダウンにおいてプロセス障害の発生や、セッションの引き継ぎ (維持) に失敗する可能性があり、システムの安定性向上の阻害要因ともなり、サービス低下等にもつながる。なお、仮想CPU (vCPU) を増設、減設することで仮想マシンの処理性能を向上 (低減) させることは、仮想CPU (vCPU) に着目すると台数を増減させるスケールアウト (スケールイン) に該当するが、仮想マシン (VM) 単体の処理性能を向上 (低減) させるものであることから、仮想マシン (VM) のスケールアップ (スケールダウン) であるといえる。

[0037] <実施形態>

次に、本発明の例示的な実施形態について説明する。

[0038] <システム構成>

図5は、本実施形態のシステム構成例を例示する図である。図5を参照すると、サーバ (物理マシン (Physical Machine: PM)) 11上の仮想マシン (VM) 15上で稼働するアプリケーション (ソフトウェア) (Application: APL) 17は運用系 (ACT系) を構成している。より詳しくは、サーバ11は、コンピューティングハードウェア (例えばCPUコア) や、ストレージハードウェア (HDD、RAM (Random Access Memory) 等)、ネットワークハードウェア等のハードウェア (Hardware: HW) 資源13と、仮想化機能を構成するハイパーバイザ等の仮想化レイヤ12と、仮想CPU (vCPU) 等、仮想化レイヤ12でハードウェア資源13を仮想化した仮想ハードウェア資源14と、仮想マシン15を備え、仮想マシン15はゲストOS 16でアプリケーション17 (ACT系) が実行され、例えば仮想化ネットワーク機能 (Virtualization Network Function: VNF) をソフトウェア的に実現する。なお、図5では、仮想マシン15を複数備えた構成 (図5では2台) とされているが、仮想マシン15

の台数は図5の構成に制限されない。なお、図5では、単に説明の都合で、仮想CPU（vCPU）等、仮想化した仮想ハードウェア資源14、24は、仮想マシン15、25と並置した状態で仮想化レイヤ12、22上に配置されている。

[0039] サーバ（物理マシン）21上の仮想マシン（VM）25上で稼働するアプリケーション（ソフトウェア）（APL）27は待機系（SBY系）を構成しているものとする。サーバ21の基本構成は運用系サーバ11と同一である。ただし、待機系のサーバ21の仮想マシン25上のアプリケーション27が、現在の運用系をスケールアップした状態で待機する場合には、当該待機系側に割り当てる仮想CPU（vCPU）等の仮想ハードウェア資源を増設しておき、増設した仮想CPU（vCPU）にプロセスを割り付けておく（図2（B）参照）。また、待機系のサーバ21の仮想マシン25上のアプリケーション27が、現在の運用系をスケールダウンした状態で待機する場合には、減設対象の仮想マシンの仮想CPU（vCPU）へのプロセスの割り付けを解除した上で、減設対象の仮想CPU（vCPU）等の仮想ハードウェア資源を減設しておく。

[0040] EMS（Element Management System：要素管理システム）10は、保守管理システムであり、例えば仮想マシンの管理、設定、保守を行う。EMS10は、仮想化制御装置（「仮想化基盤」ともいう）20と通信する。

[0041] 仮想化制御装置20は、サーバ11、21上の仮想マシン15、25の監視、制御を行う。すなわち、仮想化制御装置20は、例えば、サーバ11、21のハイパーバイザ等の仮想化レイヤ12、22と通信し、仮想マシン（VM）の構成（configuration）や状態（state）情報の交換、仮想マシンに割り付けられる仮想CPU等、仮想化されたハードウェア資源の構成や状態情報の交換を行い、仮想マシンの配置、制御、系の切り替えを制御、EMS10との通信を行う。なお、サーバ11、21間は、例えばLAN（Local Area Network）等のネットワーク30等で接続されている。

る。

[0042] なお、それぞれ異なるIP (Internet Protocol) アドレスを有するサーバ11とサーバ21の仮想マシン上のアプリケーションがホットスタンバイ方式で系切り替えを行うとき、仮想マシン上のアプリケーションが新たに運用系となったサーバが、もと（系切り替え前）の運用系のアプリケーションをもつサーバのIPアドレスを引き継ぐ場合、例えば、エイリアスIPアドレスを引き継ぐようにしてもよい（サーバ11とサーバ21が同一のエイリアスIPアドレスを有する）。あるいは、サーバのLANアダプタを切り替えるようにしてもよい。あるいは系切り替え時に、IPアドレスを引き継がない方式であってもよい。

[0043] なお、図5の例では、運用系と待機系のアプリケーション（仮想マシン上のアプリケーション）17、27が互いに異なるサーバ（物理マシン）11、21で動作する構成としているが、同一のサーバとしてもよい。また、1つのサーバ（物理マシン）上の複数の仮想マシンでそれぞれ稼働する複数のアプリケーションの1つ又は複数の組み合わせを運用系とし、残りを待機系としてもよい。1つのサーバ（物理マシン）上の複数の仮想マシンでそれぞれ稼働する複数のアプリケーションをすべて運用系とし、他の1つのサーバ（物理マシン）上の複数の仮想マシンでそれぞれ稼働する複数のアプリケーションをすべて待機系としてもよい。なお、サーバ上の仮想マシン上で動作するアプリケーションが運用系の当該サーバを、簡単のため、「運用系のサーバ」ともいう。また、サーバ上の仮想マシン上で動作するアプリケーションが待機系の当該サーバを、簡単のため、「待機系のサーバ」ともいう。

[0044] <NFV reference architectural frameworkとの対応関係>

図11は、参考として、非特許文献1の7章、Figure 4を引用したものであり、NFV (Network Function Virtualization) ISG (Industry Specification Groups) が定義するNFV参照アーキテクチャ (NFV reference architectural framework) を示している。

- [0045] 図5を参照して説明した本実施形態のサーバ11、21を、NFV参照アーキテクチャに対応させた場合、以下ようになる。
- [0046] 図11において、VNF (Virtual Network Function) 1~3は、例えば図5の仮想マシン (VM) で動作するアプリケーション等に対応する。VNF 1~3は、ネットワーク機能 (例えばLTE (Long Term Evolution) ネットワークのコア網であるEPC (Evolved Packet Core) におけるMME (Mobility Management Entity) やS-GW (Serving Gateway)、P-GW (PDN Gateway) 等) をソフトウェア (仮想マシン) で実現するようにしてもよい。NFV ISGでは、それぞれのVNFごとにEMS (Element Management System) という管理機能が規定されている。
- [0047] また、図11のNFV参照アーキテクチャにおいて、VNFの実行基盤をなすNFVI (Network Functions Virtualization Infrastructure) は、コンピューティング、ストレージ、ネットワーク機能等、物理マシン (サーバ) のハードウェア資源 (図5の13、23) をハイパーバイザ等の仮想化レイヤ (図5の12、22) で仮想化した仮想化コンピューティング、仮想化ストレージ、仮想化ネットワーク等の仮想ハードウェア資源 (図5の14、24) として柔軟に扱えるようにした基盤である。
- [0048] さらに、図5の仮想化制御装置20を、図11のNFV参照アーキテクチャのNFV Management and Network Orchestration (MANO) に対応させることができる。図11において、NFV MANOは、NFVオーケストレータ (NFV-Orchestrator: NFVO)、VNFマネージャ (VNF-Manager: VNFM)、仮想化インフラストラクチャマネージャ (Virtualized Infrastructure Manager: VIM) を備えている。

[0049] NFV-Orchestrator (NFVO) は、NFVIとVNFのオーケストレーションと管理を行い、NFVI上でネットワークサービスを実現する (VNFへのリソース割り当て、VNFの管理 (オートヒーリング (auto healing)、オートスケーリング (auto scaling)、VNFのライフサイクル管理 (life cycle management) 等))。

[0050] VNF-Manager (VNFM) は、VNFのライフサイクル管理 (インスタンス化 (instantiation)、更新 (update)、検索 (query)、スケーリング (scaling)、ヒーリング (healing)、終了 (termination) 等) を行う。

[0051] Virtualized Infrastructure Manager (VIM) は、仮想化レイヤを介して、NFVIを制御する (コンピューティング、ストレージ、ネットワークのリソース管理、VNFの実行基盤であるNFVIの障害監視、リソース情報の監視等)。

[0052] Service, VNF and Infrastructure Descriptionは、ネットワークサービス (NS)、VNFの配置 (deployment) に必要な情報のテンプレート (デスク립タ) を定義する。

- ・ NSD (Network Service Descriptor) : NSのデプロイに必要な要件や制約条件を記述したテンプレートである。

- ・ VLD (Virtual Link Descriptor) : NSを構成するVNF、PNF間を接続する論理的なリンクのリソース要件を記述するテンプレートである。

- ・ VNFFGD (VNF Forwarding Graph Descriptor) : NSの論理的なトポロジや割り当てを記述したテンプレートである。

- ・ VNFD (VNF Descriptor) : VNFのデプロイに必要な要件や制約条件を記述したテンプレートである。

・ PNF D (Physical Network Function Descriptor) : 物理的なネットワーク機能とのコネクティビティ・外部インタフェース・仮想リンクのKPI (Key Performance Indicators) 要件を記述するテンプレートである。NSD、VNFFGD、VLDはNSカタログに含まれ、VNFDはVNFカタログに含まれる。

[0053] OSS (Operations Support Systems) は、例えば通信事業者（キャリア）がサービスを構築し、運営していくために必要なシステム（機器やソフトウェア、仕組みなど）を総称したものである。BSS (Business Support Systems) は、例えば通信事業者（キャリア）が利用料などの課金、請求、顧客対応などのために使う情報システム（機器やソフトウェア、仕組みなど）の総称である。

[0054] 図11において、Os-Maは、OSS (Operation Service Systems) / BSS (Business Service Systems) とNFV-MANO間の参照ポイントであり、ネットワークサービスのライフサイクル管理要求、VNFライフサイクル管理要求、NFV関連の状態情報の転送、ポリシー管理情報の交換等に用いられる。参照ポイントOr-VNFmは、VNF-Manager (VNFM) によるリソース関連要求（認証、予約、割り当て等）、VNFMへの構成情報の転送、VNFの状態情報の収集に用いられる。参照ポイントVi-VNFmは、NFVリソースの検索、割り当て／解放等、VNFMからのリソース割り当て要求、仮想化リソースの構成と状態情報の交換に用いられる。参照ポイントOr-Viは、NFVOからのNFVリソースの予約／解放、割り当て／解放／更新と、NFVソフトウェアイメージの追加／削除／更新等、仮想化リソースの構成情報と状態情報の交換に用いられる。

[0055] 参照ポイントVe-VNFmは、EMSとVNFM、VNFMとVNFM間でVNFライフサイクル管理要求、構成情報、状態情報の交換に用いられる。参照ポイントNf-Viは、コンピュータ／ストレージ資源の指示とと

もにVMの割り付け、VMリソース割り当ての更新、VMマイグレーション、VM終了、VM間の接続の生成・削除等リソース割り当て要求に対する仮想化リソースの割り付け、仮想化リソースの状態情報の転送、ハードウェア資源の構成と状態の情報の交換に用いられる。参照ポイントSeeMaは、NFV deployment template、NFV Infrastructureの情報モデルの検索等に用いられる。参照ポイントViHaは、仮想化レイヤとハードウェア資源をインタフェースしてVNFの実行環境を生成し、VNF管理のための状態情報を収集する。参照ポイントVn-NfはNFVIによってVNFに提供される実行環境を表している（詳細は非特許文献1）。

[0056] <サーバと仮想化制御装置の制御部の構成>

図6は、図5の仮想化制御装置20とサーバ11、21のスケールアップとスケールダウンに関する制御機能を模式的に示す図である。

[0057] <サーバ>

図6を参照すると、サーバ11は、処理負荷モニタ部111、系切り替え部112、処理制限制御部113、スケールアップ実行部114、スケールダウン実行部115、通信制御部116を備えている。このうち、処理負荷モニタ部111、系切り替え部112、処理制限制御部113は、例えば、図5の仮想マシン（VM）15で稼働するアプリケーションの処理で実現される。また、スケールアップ実行部114、スケールダウン実行部115は図5の仮想化レイヤ12（ハイパーバイザ）の処理で実現される。

[0058] 処理負荷モニタ部111は、仮想マシンの処理負荷をモニタし、処理輻輳、処理余裕を検出する。処理負荷モニタ部111は、処理輻輳、処理余裕を検出すると、通信制御部116の送信部（不図示）を介してEMS10に通知する。

[0059] 系切り替え部112は、系の切り替えを実行する。自サーバ11上の仮想マシン15で稼働するアプリケーション17が運用系の場合、系切り替え部112は、自サーバ11の当該アプリケーション17を待機系へ切り替え、

サーバ 21 のアプリケーション 27 に対して運用系に切り替えるように指示する。

[0060] 系切り替え部 112 は、自サーバ 11 上の仮想マシン 15 で稼働するアプリケーション 17 が待機系の場合、仮想マシン 25 上のアプリケーション 27 が運用系のサーバ 21 の系切り替え部からの指示に基づき、自サーバ 11 のアプリケーション 17 を運用系に切り替える。自サーバ 11 上の仮想マシン 15 で稼働するアプリケーション 17 を待機系から運用系へ切り替える場合、系切り替え部 112 は、仮想マシン 25 で稼働する運用系のアプリケーション 27 からの処理、実行環境等、各種設定の引き継ぎ等を制御する。

[0061] 処理制限制御部 113 は、自サーバ 11 上の仮想マシン 15 で稼働するアプリケーション 17 が運用系から待機系となる場合、待機系から新たに運用系となるアプリケーション 27 に対して処理制限を指示し、自サーバ 11 側でのスケールアップ完了後、新たに運用系となるアプリケーション 27 に対して処理制限の解除を指示する。

[0062] また、処理制限制御部 113 は、自サーバ 11 上の仮想マシン 15 で稼働するアプリケーション 17 が待機系から運用系へ切り替わる場合、仮想化制御装置 20 から通信制御部 116 を介して処理制限除要求を受けると、自サーバ 11 上のアプリケーション 17 に対する処理制限を解除する。

[0063] スケールアップ実行部 114 は、通信制御部 116（不図示の送信部）を介して仮想化制御装置 20 からスケールアップ要求を受けると、仮想マシンに割り当てる仮想ハードウェア資源（例えば仮想 CPU）（図 5 の 14）を増設する。また、スケールアップ実行部 114 は、増設した仮想 CPU へのプロセスの割り付けを制御する。スケールアップ実行部 114 は、スケールアップ完了後、通信制御部 116 を介して仮想化制御装置 20 にスケールアップ完了を通知する。

[0064] スケールダウン実行部 115 は、通信制御部 116 を介して仮想化制御装置 20 からスケールダウン要求を受けると、仮想マシンに割り当てられた仮想ハードウェア資源（例えば仮想 CPU）（図 5 の 14）を減設する。その

際、スケールダウン実行部 115 は、削除する仮想 CPU へのプロセスの割り付けを解除する。スケールダウン実行部 115 は、スケールダウン完了後、通信制御部 116 を介して仮想化制御装置 20 にスケールダウン完了を通知する。

[0065] サーバ 11 において、処理負荷モニタ部 111、系切り替え部 112、処理制限制御部 113 は、例えば、図 5 の仮想マシン (VM) 15 で稼働するアプリケーション (APL) 17 の処理で実現される。また、スケールアップ実行部 214、スケールダウン実行部 215 は、図 5 の仮想化レイヤ 12 (ハイパーバイザ (HV)) の処理で実現するようにしてもよい。あるいは、管理 OS (Operating System) といわれる OS が仮想マシン (VM) の一つとして動作し、デバイスドライバを管理 OS に備え、仮想マシンからハードウェアにアクセスする場合、管理 OS を経由して行われる方式の仮想化方式では、管理 OS の仮想マシン上に、上記各部を実装するようにしてもよい。

[0066] サーバ 21 はサーバ 11 と同一構成とされる。サーバ 21 において、処理負荷モニタ部 211、系切り替え部 212、処理制限制御部 213 は、例えば、図 5 の仮想マシン (VM) 25 で稼働するアプリケーション (APL) 27 の処理で実現される。また、スケールアップ実行部 214、スケールダウン実行部 215 は図 5 の仮想化レイヤ 22 (ハイパーバイザ (HV)) の処理で実現するようにしてもよい。なお、サーバ間の通信は、サーバ 11、21 の通信制御部 116、216 (の図示されない送信部、受信部) 間で行われるものとする。

[0067] サーバ 11、21 の通信制御部、仮想化レイヤ、VM 等は、サーバ 11、21 を構成する不図示のプロセッサ (CPU) で実行させるプログラムにより、それぞれの機能の一部又は全部を実現するようにしてもよい。この場合、サーバ 11、21 が内蔵する、又は、サーバ 11、21 が接続する、図示されないメモリ (半導体メモリや HDD 等) に記憶されたプログラムをプロセッサが主メモリに読み込みプログラム (命令) を実行することで、ソフト

ウェア的に又はソフトウェアとハードウェアと協調して、各機能が実現される。

[0068] <仮想化制御装置>

図6を参照すると、仮想化制御装置20は、シーケンス制御部201、スケールアップ制御部202、スケールダウン制御部203、系切り替え制御部204、EMS10との通信を制御する通信制御部205、サーバ11、21との通信を制御する通信制御部206を備えている。なお、図6では、通信制御部205、206を別々に備えているが、これらを一つの通信制御部としてもよいことは勿論である。

[0069] シーケンス制御部201は、スケールアップ制御部202、スケールダウン制御部203、系切り替え制御部204に対して活性化、および必要な情報の提供等の制御を行うことで、スケールアップ、スケールダウンの一連のシーケンス動作を制御する。

[0070] シーケンス制御部201は、サーバ11、21のうち運用系のサーバから仮想マシンの処理輻輳、又は、処理余裕の通知を通信制御部206を介して受信すると、スケールアップシーケンス、又はスケールダウンシーケンスを制御する。

[0071] スケールアップの場合、シーケンス制御部201は、スケールアップ制御部202を起動する。

[0072] スケールアップ制御部202は、スケールアップ対象のサーバ（のハイパーバイザ（HV））に対して、仮想CPUの増設等、スケールアップの指示を行う。なお、スケールアップ制御部202は仮想CPUの増設台数等の情報をサーバのスケールアップ部に指示するようにしてもよい。

[0073] シーケンス制御部201は、例えば運用系から待機系に切り替わったアプリケーションからのスケールアップ完了通知を通信制御部206を介して受けると、系切り替え制御部204を起動する。

[0074] 系切り替え制御部204は、通信制御部206を介して、仮想マシン上で稼働するアプリケーションが運用系のサーバ（の当該運用系のアプリケーション

ョン) に対して系切り替えを指示する。なお、仮想化制御装置 20 から、系切り替え指示を受けた運用系のアプリケーションは、待機系へ遷移し、さらに、仮想マシン上で稼働するアプリケーションが待機系のサーバ(の当該待機系のアプリケーション) に対して運用系への遷移を指示する。

[0075] シーケンス制御部 201 は、サーバのアプリケーションから系切り替え完了を受けると、スケールアップ完了通知を通信制御部 205 を介して EMS 10 に通知する。

[0076] スケールダウンの場合、シーケンス制御部 201 は、スケールダウン制御部 203 を起動する。

[0077] スケールダウン制御部 203 は、スケールダウン対象のサーバ(のハイパーバイザ(HV)) に対して、仮想 CPU の減設等、スケールダウンの指示を行う。なお、スケールダウン制御部 203 は仮想 CPU の減設台数等の情報を、サーバのスケールダウン部(ハイパーバイザ(HV)) に指示するようにしてもよい。

[0078] シーケンス制御部 201 は、仮想マシン上で稼働するアプリケーションが待機系のサーバからのスケールダウン完了通知を通信制御部 206 を介して受けると、系切り替え制御部 204 を起動する。

[0079] 系切り替え制御部 204 は、通信制御部 206 を介して、仮想マシン上で稼働するアプリケーションが運用系のサーバ(の当該の当該運用系のアプリケーション) に対して、系切り替えを指示する。なお、仮想化制御装置 20 から、系切り替え指示を受けた、運用系のアプリケーションは、待機系へ遷移し、さらに、切り替え前の(もとの) 待機系のアプリケーションに対して運用系への遷移を指示する。

[0080] シーケンス制御部 201 は、例えば、運用系から待機系に切り替わったアプリケーションからの系切り替え完了を受けると、スケールダウン完了通知を、通信制御部 205 を介して、EMS 10 に通知する。

[0081] 仮想化制御装置 20 の各部 201 ~ 206 の少なくとも一部は、仮想化制御装置 20 を構成する不図示のプロセッサ(CPU) で実行させるプログラ

ムにより、それぞれの機能の一部又は全部を実現するようにしてもよい。この場合、仮想化制御装置 20 が内蔵する、又は、仮想化制御装置 20 が接続する、図示されないメモリ（半導体メモリや HDD 等）に記憶されたプログラムをプロセッサが主メモリに読み込みプログラム（命令）を実行することで、ソフトウェア的に又はソフトウェアとハードウェアと協調して、各機能が実現される。

[0082] <スケールアップのシーケンス>

図 7 は、図 5、図 6 を参照して説明した実施形態のシステムにおいて、スケールアップに関するシーケンスの一例を模式的に示す図である。

[0083] 図 7 において、物理サーバ 11、21 は、図 5、図 6 のサーバ（物理マシン：PM）11、21 に対応する。なお、物理サーバ 11、21 は、サーバが物理マシン（PM）である点（サーバ 11、21 が異なる装置（ユニット））を明記するためのものであり、以下では、単に、サーバ 11、21 という。図 7 では、図 6 の仮想化レイヤ 12、22 をそれぞれハイパーバイザ（HV）12、22 で表している。”VM ACT”は、仮想マシン（VM）上の運用系（ACT）のアプリケーション、”VM SBY”は仮想マシン（VM）上の待機系（SBY）のアプリケーションをそれぞれ表している。アプリケーションは NFV の VDU（Virtualization Deployment Unit）等であってもよい。なお、”VM ACT”を運用系の VM、”VM SBY”を待機系の VM としてもよいことは勿論である。また、図 7 では、説明のため、代表的なシーケンスに番号（ステップ番号）を付加している。後に説明する図 8～図 10 についても同様である。

[0084] サーバ 11 の処理負荷モニタ部 111 において、仮想マシン上で稼働するアプリケーションの処理輻輳が検出される（S1）。

[0085] サーバ 11 の処理負荷モニタ部 111 は、輻輳検出を仮想化制御装置 20 に通知する（S2）。

[0086] 輻輳検出の通知を受信した仮想化制御装置 20 では、シーケンス制御部 2

01が、EMSに、サーバ11上のアプリケーションの輻輳を通知し、スケールアップの開始を通知する(S3)。

[0087] 仮想化制御装置20のシーケンス制御部201は、スケールアップ制御部202を起動し、スケールアップ制御部202は、仮想マシン25上で稼働するアプリケーション27が待機系(SBY)のサーバ21(ハイパーバイザ(HV))に対してスケールアップ(ホットアド: Hot add)を指示する(S4)。

[0088] スケールアップ指示を受けたサーバ21のスケールアップ実行部214(例えばハイパーバイザ(HV)に実装される)は、ホットアド(Hot add)を実行し(S5)、待機系(SBY)のアプリケーション27が稼働する仮想マシン25に割り当てる仮想CPU(vCPU)等を増設(vCPUを追加)し、さらに、該仮想CPU(vCPU)にプロセスの割り当てを行い、スケールアップ完了通知(Hot add完了通知)を仮想化制御装置20に送信する(S6)。

[0089] 仮想化制御装置20のシーケンス制御部201は、スケールアップ(ホットアド: Hot add)完了通知を受けると、系切り替え制御部204を起動し、系切り替え制御部204は、仮想マシン上で稼働するアプリケーションが運用系(AC T)であるサーバ11の系切り替え部112(例えばVM上のアプリケーション)に対して系切り替え指示を送信する(S7)。

[0090] 系切り替え指示に応答して、サーバ11とサーバ21間でアプリケーションの系の切り替えが行われる(S8)。仮想マシン15上で稼働するアプリケーション17が運用系(AC T)であるサーバ11の系切り替え部112は、当該アプリケーション17を待機系(SBY)とし、仮想マシン25上で稼働するアプリケーション27が待機系(SBY)であるサーバ21に対して、例えば運用系(AC T)への遷移を指示する。その結果、仮想マシン25上で稼働するアプリケーション27が待機系(SBY)であるサーバ21の系切り替え部212は、当該アプリケーション27を、運用系(AC T)に設定する(待機系から運用系に切り替える)。

[0091] アプリケーションの系切り替えにより、仮想マシン 15 上で稼働するアプリケーション 17 が運用系 (ACT) から待機系 (SBY) となったサーバ 11 (の当該アプリケーション 17) は、仮想化制御装置 20 に対して系切り替え完了を通知する (S9)。

[0092] 系切り替え完了の通知を受けた仮想化制御装置 20 のシーケンス制御部 201 は、EMS 10 に対してスケールアップの完了通知を送信する (S10)。

[0093] <スケールダウンのシーケンス>

図 8 は、図 5、図 6 を参照して説明した実施形態のシステムにおいて、スケールダウンに関するシーケンスの一例を模式的に示す図である。

[0094] 図 8 において、物理サーバ 11、21 は、図 5、図 6 のサーバ (物理マシン: PM) 11、21 に対応する。図 8 のハイパーバイザ (HV) 12、22 は、図 5、図 6 の仮想化レイヤ 12、22 に対応する。図 8 において、“VM ACT” は、仮想マシン (VM) 上の運用系 (ACT) のアプリケーション、“VM SBY” は仮想マシン (VM) 上の待機系 (SBY) のアプリケーションをそれぞれ表している。なお、“VM ACT” を運用系の VM、“VM SBY” を待機系の VM としてもよいことは勿論である。図 8 では、説明のため、代表的なシーケンスに番号 (ステップ番号) を付加している。

[0095] サーバ 11 の処理負荷モニタ部 111 において、仮想マシンの処理余裕が検出される (S21)。

[0096] サーバ 11 の処理負荷モニタ部 111 は、処理余裕によりスケールダウンが可能と判定し、仮想化制御装置 20 に通知する (S22)。

[0097] サーバ 11 からの通知を受けた仮想化制御装置 20 では、シーケンス制御部 201 が、EMS 10 に、サーバ 11 でのスケールダウンの開始を通知する (S23)。

[0098] 仮想化制御装置 20 のシーケンス制御部 201 は、スケールダウン制御部 203 を起動し、スケールダウン制御部 203 は、仮想マシン 25 上で稼働

するアプリケーション 27 が待機系 (S B Y) であるサーバ 21 (ハイパーバイザ (H V)) に対して、スケールダウン (ホットデル: H o t d e l) を指示する (S 24)。

[0099] スケールダウン指示を受けたサーバ 21 のスケールダウン実行部 215 (例えばハイパーバイザ (H V)) は、ホットデル (H o t d e l) を実行し (S 25)、待機系 (S B Y) のアプリケーション 27 が稼働する仮想マシン 25 に割り当てる仮想 CPU (v C P U) 等を減設し、プロセスの割り当てを解除しスケールダウン (ホットデル: H o t d e l) 完了通知を仮想化制御装置 20 に送信する (S 26)。

[0100] 仮想化制御装置 20 のシーケンス制御部 201 は、スケールダウン (ホットデル: H o t d e l) 完了通知を受けると、系切り替え制御部 204 を起動し、系切り替え制御部 204 は、サーバ 11 上の仮想マシン 15 上のアプリケーション 17 に対して系切り替え指示を送信する (S 27)。

[0101] サーバ 11 とサーバ 21 間でアプリケーションの系の切り替えが行われる (S 28)。仮想マシン 15 上のアプリケーション 17 が運用系 (A C T) であるサーバ 11 の系切り替え部 112 は、アプリケーション 17 を新たな待機系 (S B Y) とし、仮想マシン 25 上のアプリケーション 27 が待機系 (S B Y) であるサーバ 21 に対して、例えば運用系 (A C T) への遷移を指示する。その結果、サーバ 21 の系切り替え部 212 は、アプリケーション 27 を、運用系 (A C T) に設定する (待機系から運用系に切り替える)。

[0102] 系切り替えにより仮想マシン (V M) 15 上のアプリケーション 17 が待機系 (S B Y) となったサーバ 11 は、仮想化制御装置 20 に対して系切り替え完了を通知する (S 29)。

[0103] 系切り替え完了の通知を受けた仮想化制御装置 20 のシーケンス制御装置 201 は、E M S 10 に対してスケールダウンの完了通知を送信する (S 30)。

[0104] <系切り替え: スケールアップ>

図9は、図7の系切り替え実施（S8）のシーケンスの一例を詳細に説明する図である。

- [0105] 図9において、シーケンス（ステップ番号）S1～S7は、図7と同一である。なお、図7は、物理サーバ11での仮想マシンの輻輳検知の通知を受け、仮想化制御装置20から待機系（SBY）の物理サーバ21に対してスケールアップ（ホットアド：Hot add）要求を送信していたが、保守者（例えばEMS10）からの要求を契機に、仮想化制御装置20から待機系（SBY）の物理サーバ21に対してスケールアップ（ホットアド：Hot add）要求を送信するようにしてもよい。
- [0106] 仮想化制御装置20からの系切り替え指示を受けた、アプリケーション17が運用系（ACT）のサーバ11の系切り替え部112は、アプリケーション17を待機系（SBY）に設定する（S8-1）。なお、仮想化制御装置20は、サーバ11、21のハイパーバイザ（HV）と通信する。
- [0107] 仮想マシン（VM）15上のアプリケーション17が新たに待機系（SBY）となったサーバ11は、サーバ21の仮想マシン（VM）25上のアプリケーション27に、運用系（ACT）への遷移要求（ACT遷移要求）を送信する（S8-2）。なお、特に制限されないが、サーバ11は、アプリケーション17の運用系（ACT）から待機系（SBY）への系の切り替えにおいて、例えば、現在のアプリケーション17が、運用系（ACT）、待機系（SBY）のいずれであるかを示すフラグ情報を待機系（SBY）に設定する。さらに、サーバ11は、それまで運用系（ACT）として動作していたアプリケーション17の実行環境、設定パラメータ情報、データ等の引き継ぎ情報を、新たに運用系（ACT）となるアプリケーション27に引き継ぐための情報を、所定の記憶領域にセーブしておき、アプリケーション27が新たに運用系（ACT）となったサーバ21に転送するようにしてもよい。
- [0108] サーバ11のアプリケーション17からACT遷移要求を受信したサーバ21では、系切り替え部212が、運用系（ACT）に設定する（S8-3

）。

- [0109] 新たに運用系（ACT）となったサーバ21のアプリケーション27は、サーバ11にACT遷移完了の通知を送信する（S8-4）。
- [0110] サーバ11の仮想マシン15上のアプリケーション17は、サーバ21からACT遷移完了通知を受信すると、サーバ11においてアプリケーション17が待機系（SBY）への遷移が完了していること（SBY遷移完了）と、呼処理制限要求とをサーバ21に対して送信する（S8-5）。
- [0111] サーバ11から呼処理制限要求を受信すると、サーバ21の処理制限制御部213は、仮想マシンで行う呼処理を制限する（S8-6）。これは、待機系（SBY）のスケールアップと、運用系（ACT）のスケールアップの両方が完了するまで、増加分の呼処理は受け付けないように、系切り替え中の呼の処理量を制限するものである。
- [0112] サーバ21の処理制限制御部213で呼処理の制限の設定を完了すると、サーバ11に呼処理制限要求完了を通知する（S8-7）。
- [0113] 呼処理制限要求完了を受信したサーバ11（アプリケーション17が新たな待機系となる）では、系切り替え部112が、仮想化制御装置20に系切り替え完了を通知する（S8-8）。
- [0114] 仮想化制御装置20は、仮想マシン15上のアプリケーション17が待機系（SBY）のサーバ11（ハイパーバイザ（HV））に対してスケールアップ（ホットアド：Hot add）要求を送信する（S8-9）。ホットスタンバイ方式の二重化システムでは、例えば運用系（ACT）と待機系でデータのレプリケーションを実施している。このため、一方のサーバ21（新たに仮想マシン上のアプリケーションが運用系となったサーバ）だけスケールアップすると、スケールアップする前の装置との性能差により、処理に影響が出ないように、アプリケーション17が待機系（SBY）となったサーバ11（ハイパーバイザ（HV））に対してもスケールアップ（ホットアド：Hot add）を実施する。
- [0115] サーバ11のスケールアップ実行部114は、アプリケーション17が稼

働する仮想マシン（VM）15に割り当てる仮想CPUを増設（Hot add）する（S8-10）。その際、当該仮想マシンに割り当てる仮想メモリや仮想ストレージ、仮想ネットワークの帯域、仮想NICの設置数等を増加（増設）するようにしてもよいことは勿論である。

[0116] サーバ11のスケールアップ実行部114は、仮想化制御装置20に対してスケールアップ（ホットアド：Hot add）要完了通知を送信する（S8-11）。

[0117] 仮想化制御装置20は、サーバ21に対して呼処理制限解除要求を送信する（S8-12）。サーバ21の処理制限制御部213は、呼処理制限を解除する（S8-13）。新たな運用系（ACT）と新たな待機系（SBY）のスケールアップが完了したことで、新たな運用系において、スケールアップ（増設）分の呼処理の受付を許可する。サーバ21の処理制限制御部213は、呼処理制限解除完了通知を仮想化制御装置20に送信する（S8-14）。

[0118] 呼処理制限解除完了通知を受信した仮想化制御装置20は、スケールアップの完了通知をEMS10に送信する（S20）。

[0119] なお、図9の例では、仮想化制御装置20が、サーバ21（の仮想マシン上の運用系となったアプリケーション）に対して呼処理制限解除要求を送信している（S8-12）が、スケールアップ（Hot add）を完了したサーバ11が、サーバ21に対して呼処理制限解除要求を送信するようにしてもよい。この場合、呼処理制限を解除したサーバ21は、呼処理制限解除完了通知をサーバ11に送信し、呼処理制限解除完了通知を受信したサーバ11は、図7のS9に従い、系切り替え完了通知を仮想化制御装置20に送信し、系切り替え完了通知を受信した仮想化制御装置20がスケールアップ完了通知をEMS10に送信することになる。なお、図9では、新たな運用系（ACT）のサーバ上の仮想マシン（上で動作するアプリケーション）の処理制限として、呼処理（例えばVoIP（Voice over IP等）の呼処理）の制限とその解除を例に説明したが、新たな運用系（ACT）の

サーバ上の仮想マシン（上で動作するアプリケーション）における制限対象の処理として、呼処理以外の処理であってもよいことは勿論である。

[0120] <系切り替え：スケールダウン>

図10は、図8の系切り替え実施（S28）のシーケンスの一例を詳細に説明する図である。なお、図10において、ステップS24－S27、S30は、それぞれ図8のS24－S27、S30に対応する。

[0121] 図8では、サーバ11が処理余裕を検出してスケールダウンが可能であるという判定結果を仮想化制御装置20に送信し、仮想化制御装置20が、サーバ21にスケールダウンを指示しているが、図10の例では、図7のEMS10から、仮想化制御装置20に対してスケールダウン要求を指示している（S20A）。

[0122] スケールダウン要求を受信した仮想化制御装置20は、仮想マシン（VM）15上で稼働するアプリケーション17が運用系（ACT）のサーバ11に対して呼処理制限解除要求を送信する（S20B）。サーバ11の処理制限制御部113は、仮想マシン（VM）で処理する呼処理を制限する（S20C）。これは、スケールダウン後に呼処理がスケールダウン前の呼処理量を受けて輻輳しないように、予め呼処理制限（低減）する。

[0123] サーバ11は、呼処理制限完了通知を仮想化制御装置20に送信する（S20D）。

[0124] 仮想化制御装置20は、EMS10からのスケールダウン要求を契機に、仮想マシン（VM）上で稼働するアプリケーションが待機系（SBY）のサーバ21（ハイパーバイザ（HV））にスケールダウン（ホットデル：Hot del）を要求する（S24）。サーバ21のスケールダウン実行部215は、仮想マシン（VM）上で稼働するアプリケーションが待機系（SBY）の当該仮想マシンに割り当てる仮想CPU（vCPU）を減設する（S25）。その際、当該仮想マシンに割り当てる仮想メモリや仮想ストレージ、仮想ネットワークの帯域、仮想NICの設置数等を減少（減設）するようにしてもよいことは勿論である。また、仮想マシン（VM）上で稼働するアプリケ

ーションが待機系（S B Y）のサーバ21のスケールダウン実行部215は、仮想CPU（vCPU）の減設にあたり、当該仮想CPU（vCPU）へのプロセスの割り付けを解除した上で仮想CPU（vCPU）を減設する。

[0125] サーバ21は仮想化制御装置20にスケールダウン完了通知（ホットデル：H o t d e l 完了通知）を送信する（S 2 6）。

[0126] 仮想化制御装置20はサーバ11に系切り替えを指示する（S 2 7）。

[0127] 仮想化制御装置20からの系切り替え指示を受けたサーバ11の系切り替え部112は、自サーバ11の仮想マシン（VM）15上で稼働するアプリケーション17を待機系（S B Y）に設定する（S 2 8 - 1）。

[0128] サーバ11は、サーバ21に、仮想マシン（VM）25上で稼働するアプリケーション27の運用系（A C T）への遷移要求（A C T 遷移要求）を送信する（S 2 8 - 2）。

[0129] サーバ21の系切り替え部212は、自サーバ21の仮想マシン（VM）25上で稼働するアプリケーション27を運用系（A C T）に設定する（S 2 8 - 3）。なお、新たに運用系（A C T）となったサーバ21のアプリケーション27は、系切り替え前に運用系（A C T）であったサーバ11のアプリケーション17の動作環境、設定情報等を引き継ぐ。この例では、系切り替え前に、運用系（A C T）であって仮想マシン15上のアプリケーション17に対して仮想化制御装置20より要求された呼処理制限が、新たに運用系（A C T）となった仮想マシン上のアプリケーション27に引き継がれる。

[0130] 仮想マシン（VM）25上のアプリケーション27が新たに運用系（A C T）となったサーバ21は、サーバ11にA C T 遷移完了の通知を送信する（S 2 8 - 4）。

[0131] サーバ11は、A C T 遷移完了通知を受信すると、サーバ11の仮想マシン15上のアプリケーション17がスタンバイ系への遷移が完了したことをサーバ21に対して通知する（S 2 8 - 5）

[0132] サーバ11は、仮想化制御装置20に系切り替え完了を通知する（S 2 8

ー 6)。

- [0133] 仮想化制御装置 20 は、仮想マシン (VM) 15 上で稼働するアプリケーション 17 が待機系 (SBY) のサーバ 11 に対してスケールダウン (ホットデル: Hot del) 要求を送信する (S28-7)。ホットスタンバイ方式の二重化システムでは、例えば、運用系 (ACT) と待機系でデータのレプリケーションを実施している。このため、一方のサーバ (仮想マシン (VM) 上で稼働するアプリケーションが新たに運用系となったサーバ) の当該仮想マシンだけスケールダウンすると、スケールダウンする前の装置との性能差により、処理に影響が出ないように、仮想マシン (VM) 上で稼働するアプリケーションが待機系 (SBY) となったサーバの当該仮想マシンに対しても、スケールダウン (ホットデル: Hot del) を実施する。
- [0134] サーバ 11 のスケールダウン実行部 114 (例えばハイパーバイザ (HV) に実装される) は、仮想マシン (VM) 15 上で稼働するアプリケーション 17 が待機系 (SBY) となった当該仮想マシン 15 に割り当てる仮想 CPU を減設 (Hot del) する (S28-8)。その際、サーバ 11 のスケールダウン実行部 114 は、当該仮想 CPU に対するプロセスの割り付けを解除した上で、仮想 CPU を減設 (Hot del) する。
- [0135] サーバ 11 は、仮想化制御装置 20 に対してスケールダウン (ホットデル: Hot del) 要求通知を送信する (S28-9)。
- [0136] 仮想化制御装置 20 は、サーバ 21 に対して呼処理制限解除要求を送信する (S28-10)。サーバ 21 の処理制限制御部 213 は、呼処理制限を解除する (S28-11)。仮想マシン (VM) 上で稼働するアプリケーション (新たな運用系 (ACT) と新たな待機系 (SBY)) のスケールダウンが完了したことで、新たな運用系において、処理制限制御部 213 による呼処理制限を解除する。サーバ 21 は、呼処理制限解除完了通知を仮想化制御装置 20 に送信する (S28-12)。
- [0137] 呼処理制限解除完了通知を受信した仮想化制御装置 20 は、スケールダウン完了通知を EMS 10 に送信する (S30)。なお、図 10 の例では、仮

仮想化制御装置 20 が、サーバ 21 に対して呼処理制限解除要求を送信している (S28-10) が、サーバ 21 が、呼処理制限解除完了通知をサーバ 11 に送信し、サーバ 11 が、図 8 のシーケンス番号 9 に従い、系切り替え完了通知を仮想化制御装置 20 に送信し、系切り替え完了通知を受信した仮想化制御装置 20 がスケールダウン完了通知を EMS 10 に送信するようにしてもよい。

[0138] なお、図 10 では、系切り替え前の運用系と、新たな運用系のサーバ上の仮想マシン上で稼働するアプリケーションの処理制限として、呼処理（例えば VoIP (Voice over IP 等) の呼処理) の制限とその解除を例に説明したが、新たな運用系のサーバ上の仮想マシン上で稼働するアプリケーションにおける制限対象の処理として、呼処理以外の処理であってもよいことは勿論である。

[0139] 図 12 は、前述した本実施形態の二重化によるスケール制御を、NFV システムに適用した一例を示す図である。図 12 の例では、オープンスタック (Open Stack) と拡張部が、図 11 の VIM を構成している。また、VNF ライフサイクル管理と、構成情報管理、状態モニタ等を行うオーケストレータ II は、図 11 の VNFM を構成している。また、図 12 のオーケストレータ I は、アイデンティティマネージャ、グローバルリソースオーケストレータ、ローカルリソースオーケストレータ、O&M 統合マネージャ (O&M integrated manager)、テンプレート管理、サービスオーケストレータ等を備えている。オーケストレータ I (NVFO に対応) の詳細は省略する。なお、NVFO の構成、機能については、図 11 の関連説明のほか、詳細は非特許文献 1 等が適宜参照される。

[0140] オープンスタック (Open Stack) は、

- ・ Nova (VM ネットワークリソース制御等) / Glance (ゲスト OS 等のイメージ管理)、
- ・ Neutron (VM が利用する仮想ネットワークの制御、構成管理)、
- ・ Ceilometer (NFV I のリソース利用量等の計測、監視) を含

む。

[0141] Nova／Glanceは、例えばVMの起動／停止、VMマイグレーション、VMリソース情報の管理等の制御を行う。Neutronは、例えば仮想ネットワークの生成、仮想ネットワークのアタッチを制御する。Ceilometerは、VMのリソース使用状況の収集、通知ポリシーの管理（NFVOからの通知）、NFVOへの通知等の制御を行う。

[0142] 拡張部は、特に制限されないが、例えば、

- ・物理マシン（PM）の制御とリソース管理を行う物理マシン（PM）コントローラと、
- ・仮想マシン（VM）の配置性制御（PM選択等）を行う仮想マシン（VM）コントローラ、
- ・仮想マシンが利用する仮想ネットワークの障害監視、リソース管理等の管理制御を行うネットワーク（NW）コントローラ、
- ・サーバ上のNFVIのリソースの監視（例えば物理マシン（PM）、仮想マシン（VM）の障害情報収集、リソース使用状況の収集、通知ポリシー管理（NFVOからの指示）、NFVOへの通知）等を行うリソースモニタリングを含む。

[0143] 図12のサーバ11、21は、図5のサーバ11、21に対応している。サーバ11とサーバ21は、いずれも、オープンスタック（Open Stack）及び拡張部のエージェントを備えている。サーバ11とサーバ21において、HVはハイパーバイザ、VMは仮想マシン、HW／OSはハードウェア資源とOSを表している。サーバ11、21上のVNF（Virtual Network Function）は図5の仮想マシン上のアプリケーションに対応している。なお、VNFはVDU（Virtualization Deployment Unit）であってもよい。

[0144] 図5の仮想化制御装置20の機能（スケールアップ／ダウン制御、系切り替え制御等）は、例えば、図12のVIMに対応するオープンスタック（Open Stack）と拡張部におけるコントローラや、VNFMに対応す

るオーケストレータに実装することが可能である。なお、図12は、図5に対応させて、サーバを2重化した構成としているが、サーバ上の複数の仮想マシンで稼働する複数のアプリケーション（VNF、VDU）のうち、一つ又は複数のアプリケーション（VNF、VDU）を運用系とし、他の一つ又は複数のアプリケーション（VNF、VDU）を待機系とする構成としてもよいことは勿論である。あるいは、1又は複数のVMを運用系、1又は複数のVMを待機系とする構成としてもよい。

[0145] なお、上記の特許文献、非特許文献の各開示を、本書に引用をもって繰り込むものとする。本発明の全開示（請求の範囲を含む）の枠内において、さらにその基本的技術思想に基づいて、実施形態ないし実施例の変更・調整が可能である。また、本発明の請求の範囲の枠内において種々の開示要素（各請求項の各要素、各実施例の各要素、各図面の各要素等を含む）の多様な組み合わせ乃至選択が可能である。すなわち、本発明は、請求の範囲を含む全開示、技術的思想にしたがって当業者であればなし得るであろう各種変形、修正を含むことは勿論である。

符号の説明

- [0146] 1、1A、1B、1C、1D、2 サーバ
- 10 EMS
- 11、21 サーバ（物理マシン、物理サーバ）
- 12、22 仮想化レイヤ（ハイパーバイザ：HV）
- 13、23 ハードウェア資源
- 14、24 仮想ハードウェア資源
- 15、25 仮想マシン（VM）
- 16、26 ゲストOS
- 17、27 アプリケーション
- 20 仮想化制御装置
- 30 ネットワーク（通信手段）
- 101 運用系（系切り替え後の新たな待機系）

- 1 0 2 待機系（系切り替え後の新たな運用系）
- 1 0 3 制御装置（制御手段）
- 1 1 1、2 1 1 処理負荷モニタ部
- 1 1 2、2 1 2 系切り替え部
- 1 1 3、2 1 3 処理制限制御部
- 1 1 4、2 1 4 スケールアップ（ホットアド：Hotadd）実行部
- 1 1 5、2 1 5 スケールダウン（ホットデル：Hotdel）実行部
- 1 1 6、2 1 6 通信制御部
- 2 0 1 シーケンス制御部
- 2 0 2 スケールアップ制御部
- 2 0 3 スケールダウン制御部
- 2 0 4 系切り替え制御部
- 2 0 5、2 0 6 通信制御部

請求の範囲

- [請求項1] 処理を実行する運用系と、
 スケールアップ及びスケールダウンの少なくとも一方が可能な待機系と、
 前記スケールアップ又はスケールダウンした前記待機系を新たな運用系とする系切り替えを制御する制御手段と、
 を備えた、ことを特徴とするノードシステム。
- [請求項2] 前記運用系のスケールアップ又はスケールダウンにあたり、前記制御手段は、前記待機系に対してスケールアップ又はスケールダウンを指示し、
 前記スケールアップ又はスケールダウンを完了した前記待機系からの完了通知を受けると、前記制御手段は、前記スケールアップ又はスケールダウンした前記待機系を前記新たな運用系とし、系切り替え前の前記運用系を新たな待機系とする系切り替えの制御を行う、ことを特徴とする請求項1記載のノードシステム。
- [請求項3] 前記制御手段は、前記新たな待機系に対して、前記新たな運用系となった前記待機系と同様のスケールアップ又はスケールダウンを実行するように制御する、ことを特徴とする請求項2記載のノードシステム。
- [請求項4] 前記制御手段は、前記運用系のスケールアップが必要な場合、前記制御手段からのスケールアップの指示に応答して前記スケールアップを完了した前記待機系に対して、前記新たな運用系への系切り替えを指示し、
 系切り替え後、前記新たな待機系は前記新たな運用系に対して処理制限を課し、
 前記制御手段は、前記新たな待機系に対して、前記新たな運用系となった前記待機系と同様のスケールアップの実行を指示し、
 前記制御手段は、前記新たな待機系から前記スケールアップの完了

の通知を受けると、前記新たな運用系に課せられている処理制限を解除する、ことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のノードシステム。

[請求項5] 前記制御手段は、前記運用系のスケールダウンが必要な場合、前記運用系に処理制限を課した上で、前記待機系に対して、スケールダウンを指示し、

前記制御手段は、前記待機系から前記スケールダウンの完了通知を受けると、系切り替えを指示し、

前記系切り替え後、前記制御手段は、前記新たな待機系に対して、前記新たな運用系となった前記待機系と同様の前記スケールダウンを指示し、

前記制御手段は、前記新たな待機系から前記スケールダウンの完了通知を受けると、前記新たな運用系に課せられている処理制限を解除する、ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のノードシステム。

[請求項6] 前記運用系と前記待機系は、各系で稼働する仮想ハードウェア資源を増加することで、スケールアップを行い、前記仮想ハードウェア資源を減少することでスケールダウンを行う、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のノードシステム。

[請求項7] 前記制御手段は、前記運用系での処理負荷に応じて、前記運用系のスケールアップ又はスケールダウンの必要性を判断する、ことを特徴とする請求項 2 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のノードシステム。

[請求項8] 前記運用系と前記待機系とをそれぞれ異なるサーバ装置で構成するか、又は、前記運用系と前記待機系を同一のサーバ装置上に実装する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のノードシステム。

[請求項9] 前記サーバ装置は、

仮想マシン上で動作するソフトウェアによって実装された、仮想されたネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) と、

前記 VNF の実行基盤を提供する NFVI (Network Function Vir

tualization Infrastructure) と、

を備え、前記NFVIは、コンピューティング、ストレージ、ネットワーク機能の少なくとも一つのハードウェア資源を、仮想化レイヤで仮想化した仮想化コンピューティング、仮想化ストレージ、仮想化ネットワークの少なくとも一つを含む、ことを特徴とする請求項8に記載のノードシステム。

[請求項10] 運用系と待機系からなる冗長系の前記待機系を少なくとも含み、
事前にスケールアップ又はスケールダウンした前記待機系を、新たな運用系に切り替える切り替え部を備えた、ことを特徴とするサーバ装置。

[請求項11] 運用系と待機系からなる冗長系の前記運用系を少なくとも含み、
前記運用系を新たな待機系に切り替え、
事前にスケールアップ又はスケールダウンした前記待機系であって系切り替えにより新たな運用系となる前記待機系と同様のスケールアップ又はスケールダウンを、系切り替え後の前記新たな待機系に対して行う、ことを特徴とするサーバ装置。

[請求項12] 複数の仮想マシンの一部が、処理を実行する運用系を構成し、別の一部が、前記運用系の切り替え先となる待機系を構成し、
事前にスケールアップ又はスケールダウンした前記待機系を、新たな運用系に切り替える、ことを特徴とするサーバ装置。

[請求項13] 運用系のスケールアップ又はスケールダウンにあたり、事前にスケールアップ又はスケールダウンした待機系を新たな運用系とし、前記運用系を新たな待機系に切り替える、ことを特徴とするスケールリング制御方法。

[請求項14] 前記運用系のスケールアップ又はスケールダウンにあたり、まず、前記待機系をスケールアップ又はスケールダウンし、
前記スケールアップ又はスケールダウンした前記待機系を前記新たな運用系とし、もとの前記運用系を新たな待機系とする系の切り替え

を行う、ことを特徴とする請求項 1 3 記載のスケーリング制御方法。

[請求項15] 前記新たな待機系を、前記新たな運用系となった前記待機系と同様に、スケールアップ又はスケールダウンする、ことを特徴とする請求項 1 4 記載のスケーリング制御方法。

[請求項16] 前記運用系のスケールアップが必要な場合、前記スケールアップを完了している系切り替え前の前記待機系に対して、前記新たな運用系への系切り替えを行い、

系切り替え後、前記新たな運用系に対して処理制限を課した上で、前記新たな待機系に対して、前記新たな運用系となった前記待機系と同様のスケールアップを行い、

前記新たな待機系で前記スケールアップが完了すると、前記新たな運用系に課していた前記処理制限を解除する、ことを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 記載のスケーリング制御方法。

[請求項17] 前記運用系のスケールダウンが必要な場合、前記運用系に処理制限を課した上で、前記待機系をスケールダウンし、

前記待機系で前記スケールダウンが完了すると、系切り替えを行って、前記新たな運用系とし、

前記新たな待機系に対して、前記新たな運用系となった前記待機系と同様の前記スケールダウンを行い、

前記新たな待機系で前記スケールダウンが完了すると、前記新たな運用系の処理制限を解除する、ことを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 記載のスケーリング制御方法。

[請求項18] 前記運用系と前記待機系でそれぞれ稼働する仮想ハードウェア資源を増減することで、スケールアップとスケールダウンを行う、ことを特徴とする請求項 1 3 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載のスケーリング制御方法。

[請求項19] 前記運用系の処理負荷に応じてスケールアップ又はスケールダウンの必要性を判断し、前記運用系の前記待機系に対して、スケールアッ

プ又はスケールダウンを行う、ことを特徴とする請求項 13 乃至 17 のいずれか 1 項に記載のスケーリング制御方法。

[請求項20] 前記運用系と前記待機系とをそれぞれ異なるサーバ装置で構成するか、又は、前記運用系と前記待機系を同一のサーバ装置上に実装する、ことを特徴とする請求項 13 乃至 19 のいずれか 1 項に記載のスケーリング制御方法。

[請求項21] 前記サーバ装置は、
仮想マシン上で動作するソフトウェアによって実装された、仮想されたネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) と、
前記 VNF の実行基盤を提供する NFVI (Network Function Virtualization Infrastructure) と、
を備え、前記 NFVI は、コンピューティング、ストレージ、ネットワーク機能の少なくとも一つのハードウェア資源を、仮想化レイヤで仮想化した仮想化コンピューティング、仮想化ストレージ、仮想化ネットワークの少なくとも一つを含む、ことを特徴とする請求項 19 に記載のスケーリング制御方法。

[請求項22] 運用系のスケールアップ又はスケールダウンにあたり、事前にスケールアップ又はスケールダウンした待機系を、新たな運用系に切り替える処理を、コンピュータに実行させるプログラム。

[請求項23] 前記運用系のスケールアップ又はスケールダウンにあたり、前記待機系に対して、スケールアップ又はスケールダウンを指示し、
前記スケールアップ又はスケールダウンした前記待機系からの完了通知を受け、前記スケールアップ又はスケールダウンした前記待機系を前記新たな運用系とし、

もとの前記運用系を新たな待機系とする系の切り替えを制御する処理を、前記コンピュータに実行させる請求項 22 記載のプログラム。

[請求項24] 系切り替え後、前記新たな待機系に対して、前記新たな運用系となった前記待機系と同様のスケールアップ又はスケールダウンを行う処

理を、前記コンピュータに実行させる請求項 2 2 記載のプログラム。

[請求項25] 前記運用系のスケールアップが必要な場合、スケールアップの指示に
応答して前記スケールアップを完了した前記待機系に対して新たな
運用系への系切り替えを指示し、

前記新たな運用系に対して処理制限を課した前記新たな待機系に対して、
前記新たな運用系となった前記待機系と同様のスケールアップ
の実行を指示し、

前記新たな待機系から前記スケールアップの完了の通知を受けると
、前記新たな運用系での前記処理制限を解除する処理を、前記コンピ
ュータに実行させる請求項 2 3 又は 2 4 記載のプログラム。

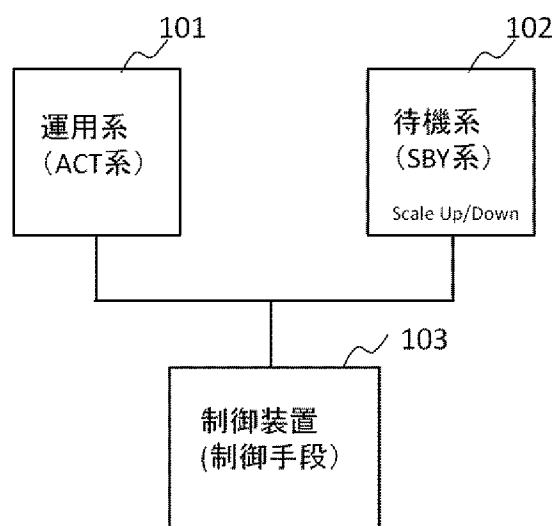
[請求項26] 系切り替え前の前記運用系のスケールダウンが必要な場合、系切り
替え前の前記運用系に処理制限を課した上で、系切り替え前の前記待
機系に対して、スケールダウンの実行を指示し、

系切り替え前の前記待機系から前記スケールダウンの完了通知を受
けると、系切り替えを指示し、

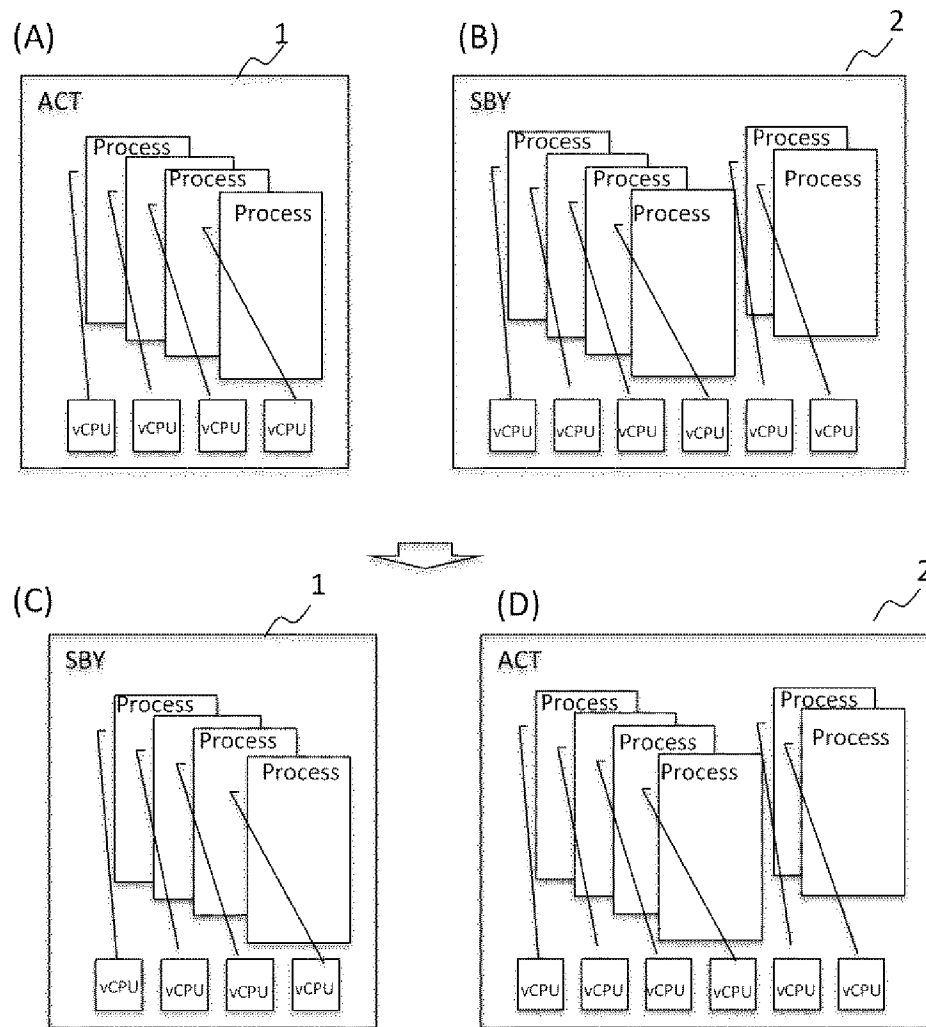
前記新たな待機系に対して、前記新たな運用系となった前記待機系
と同様の前記スケールダウンを指示し、

前記新たな待機系から前記スケールダウンが完了すると、前記新た
な運用系の処理制限を解除する処理を、前記コンピュータに実行させ
る請求項 2 3 又は 2 4 記載のプログラム。

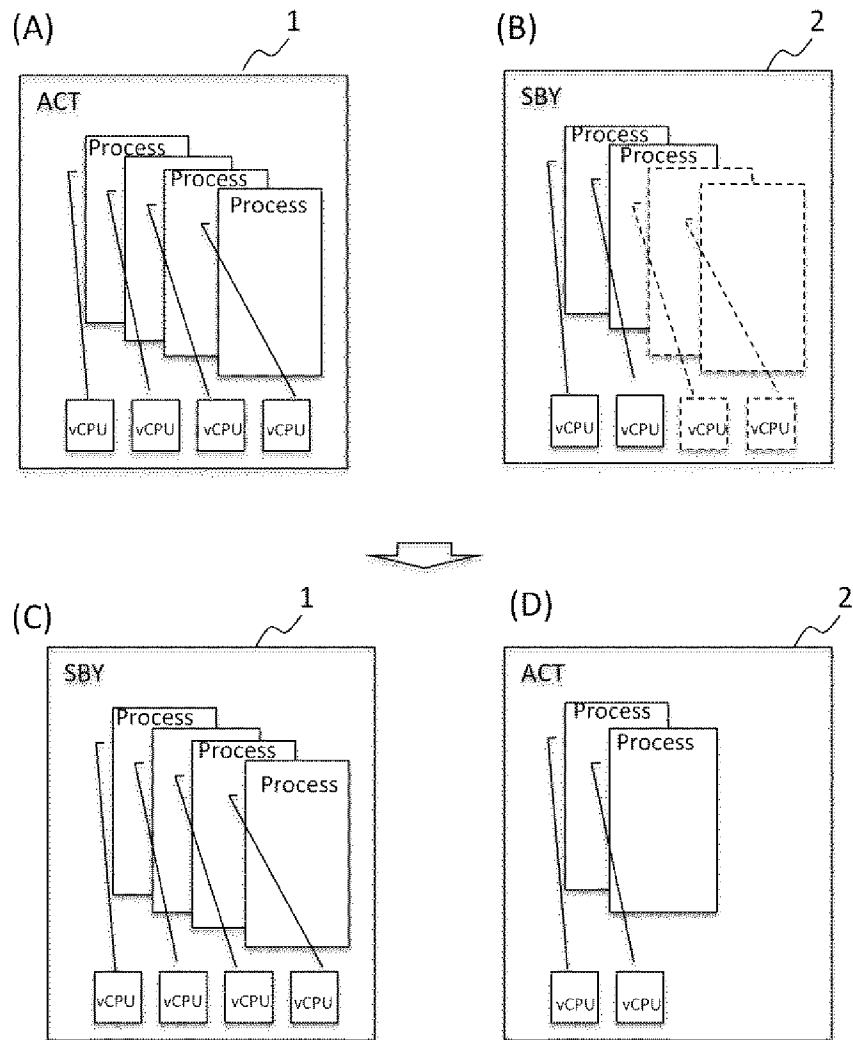
[図1]



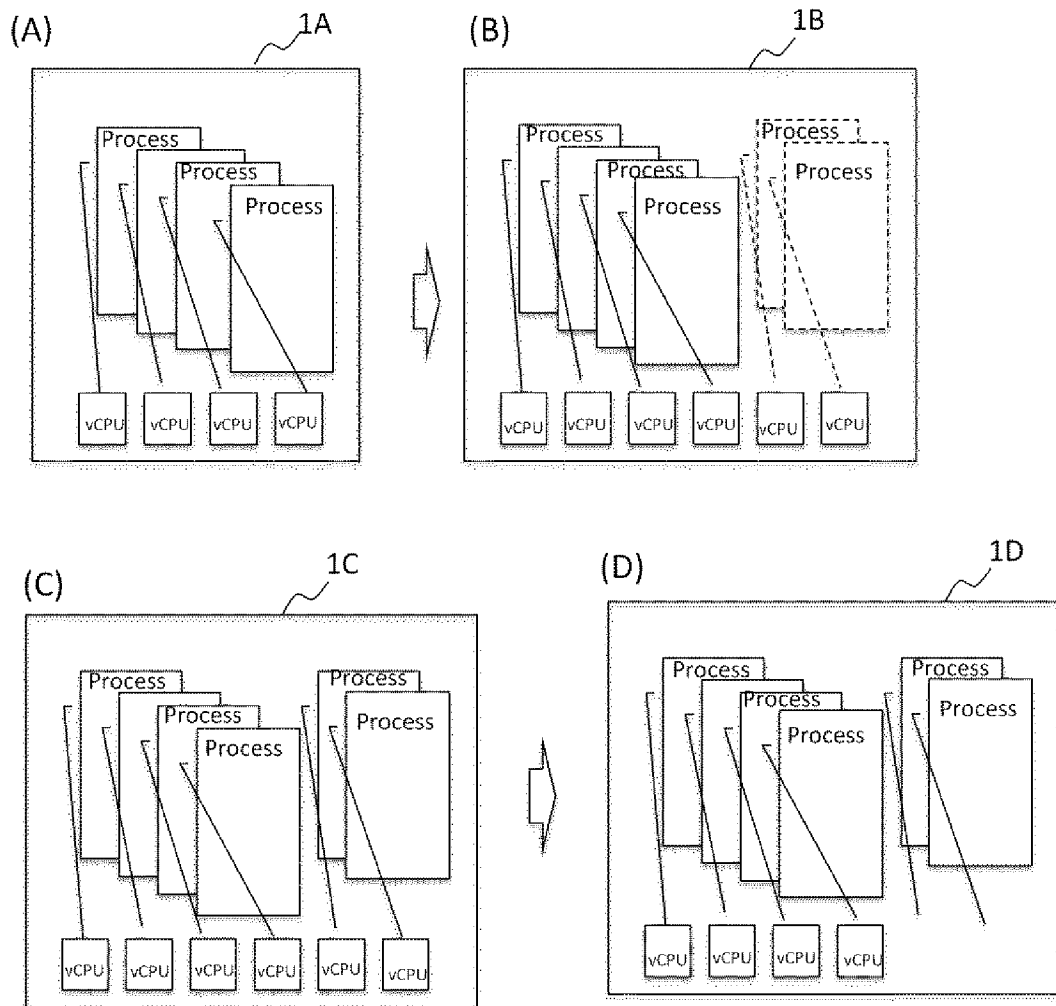
[図2]



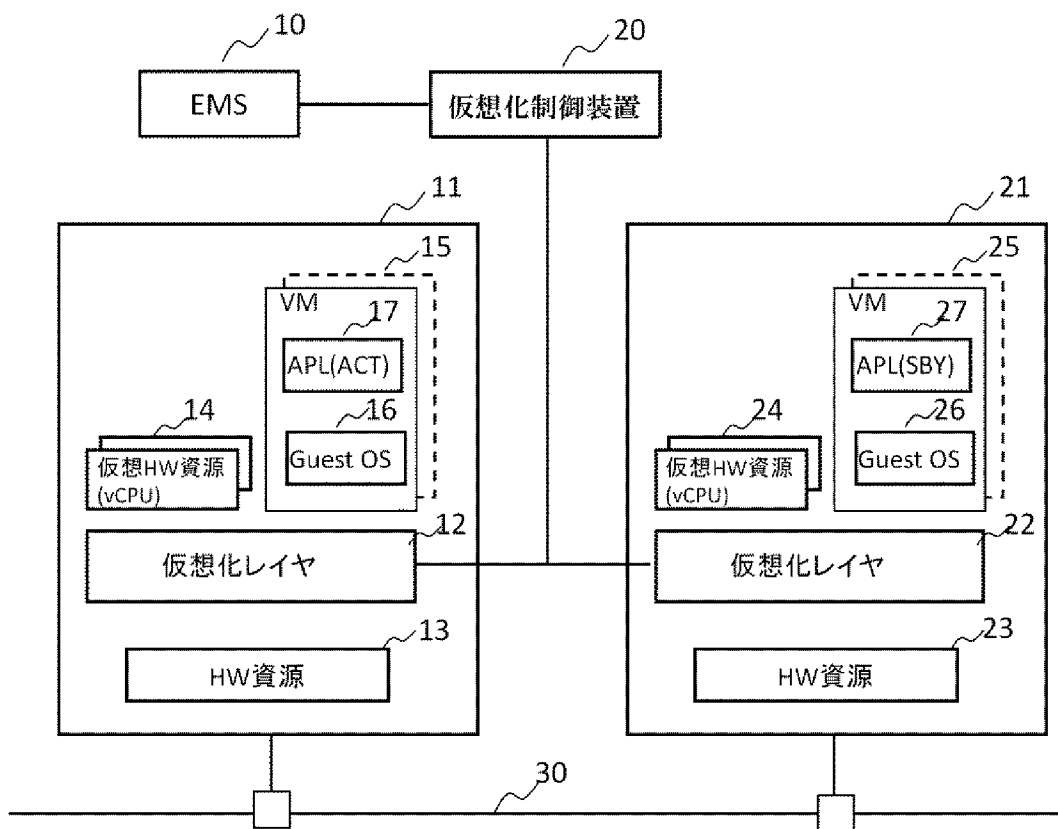
[図3]



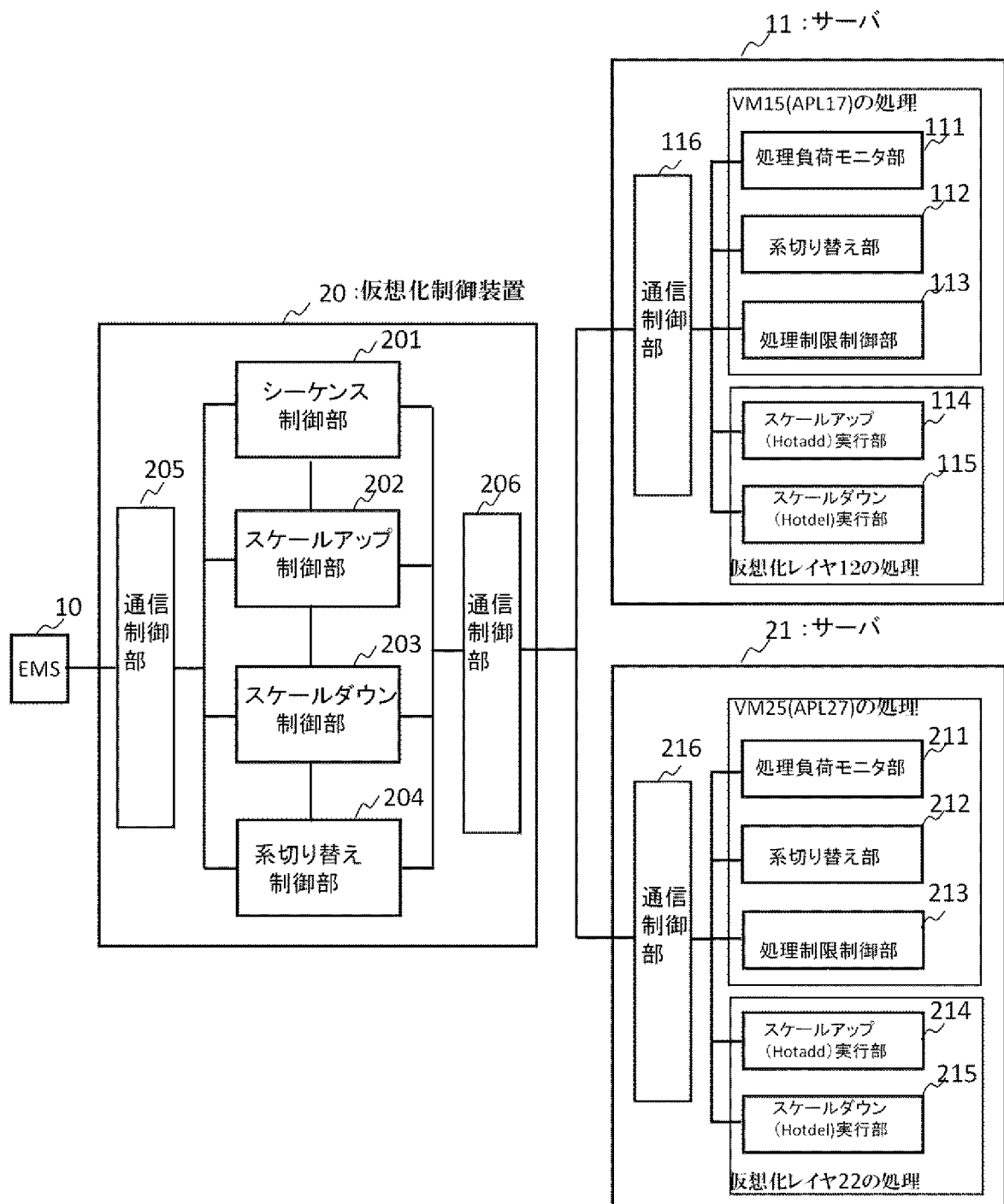
[図4]



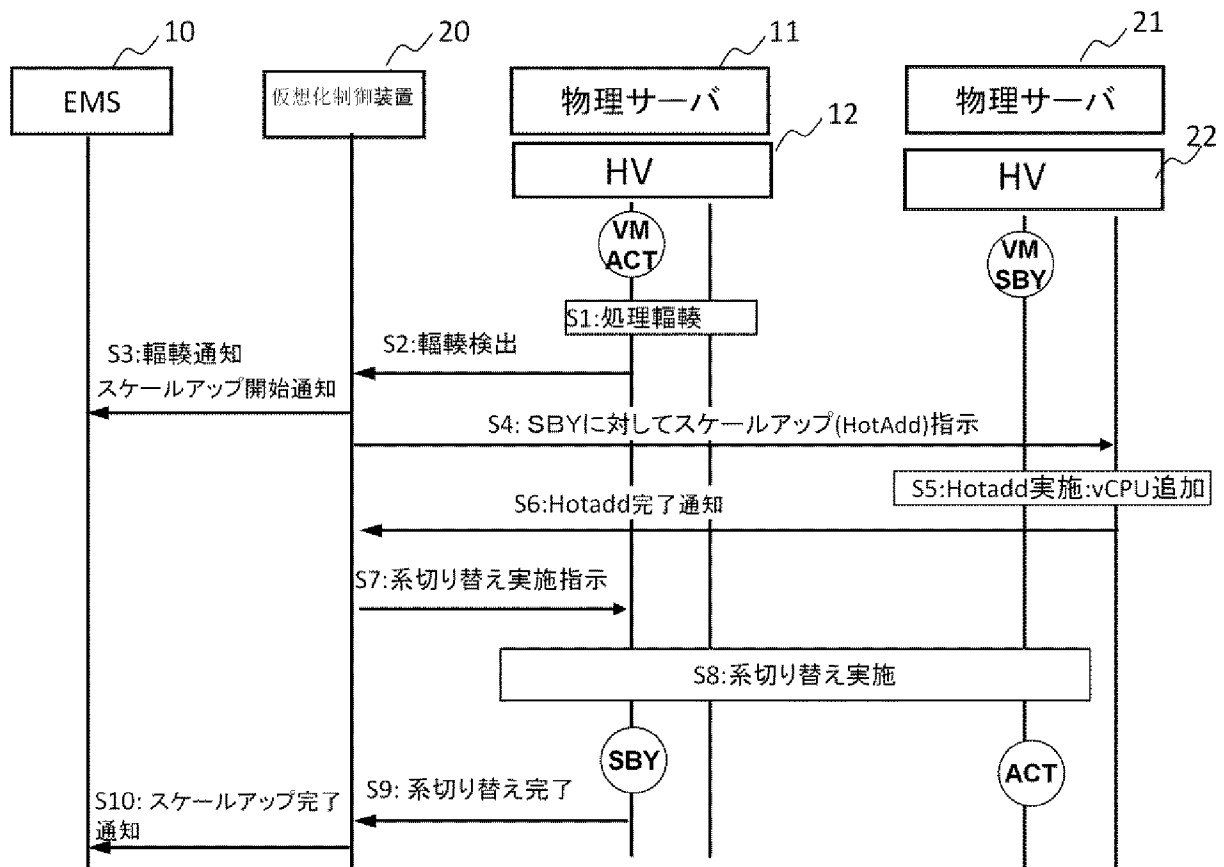
[図5]



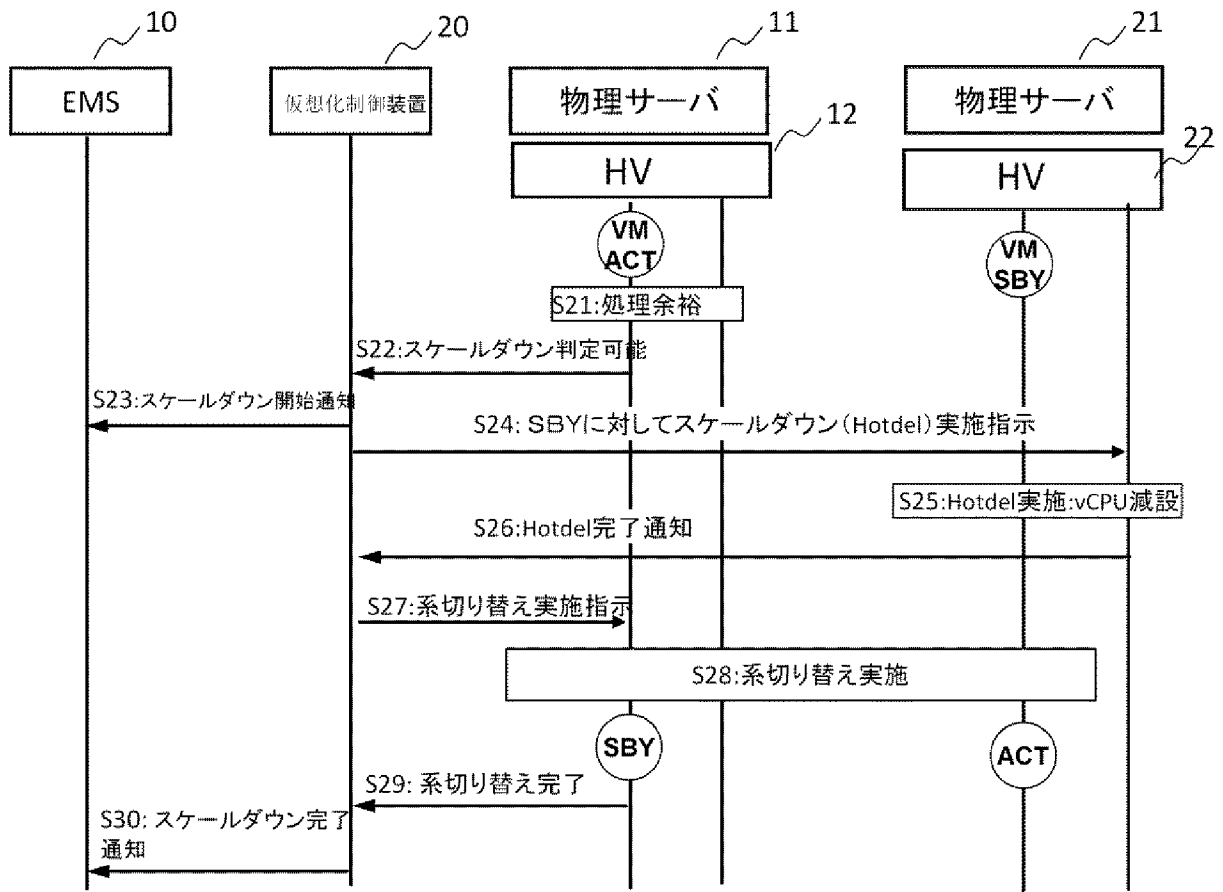
[図6]



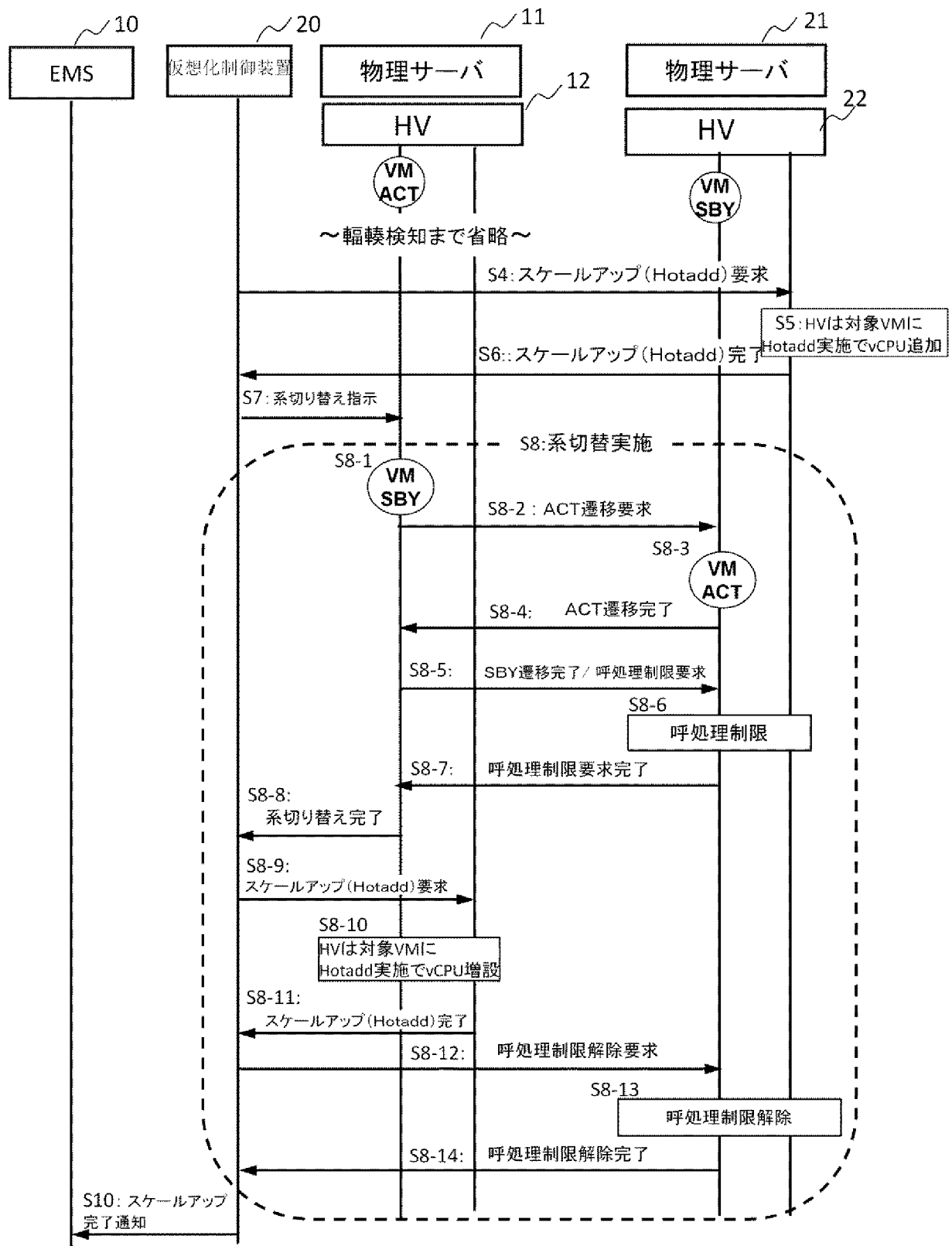
[図7]



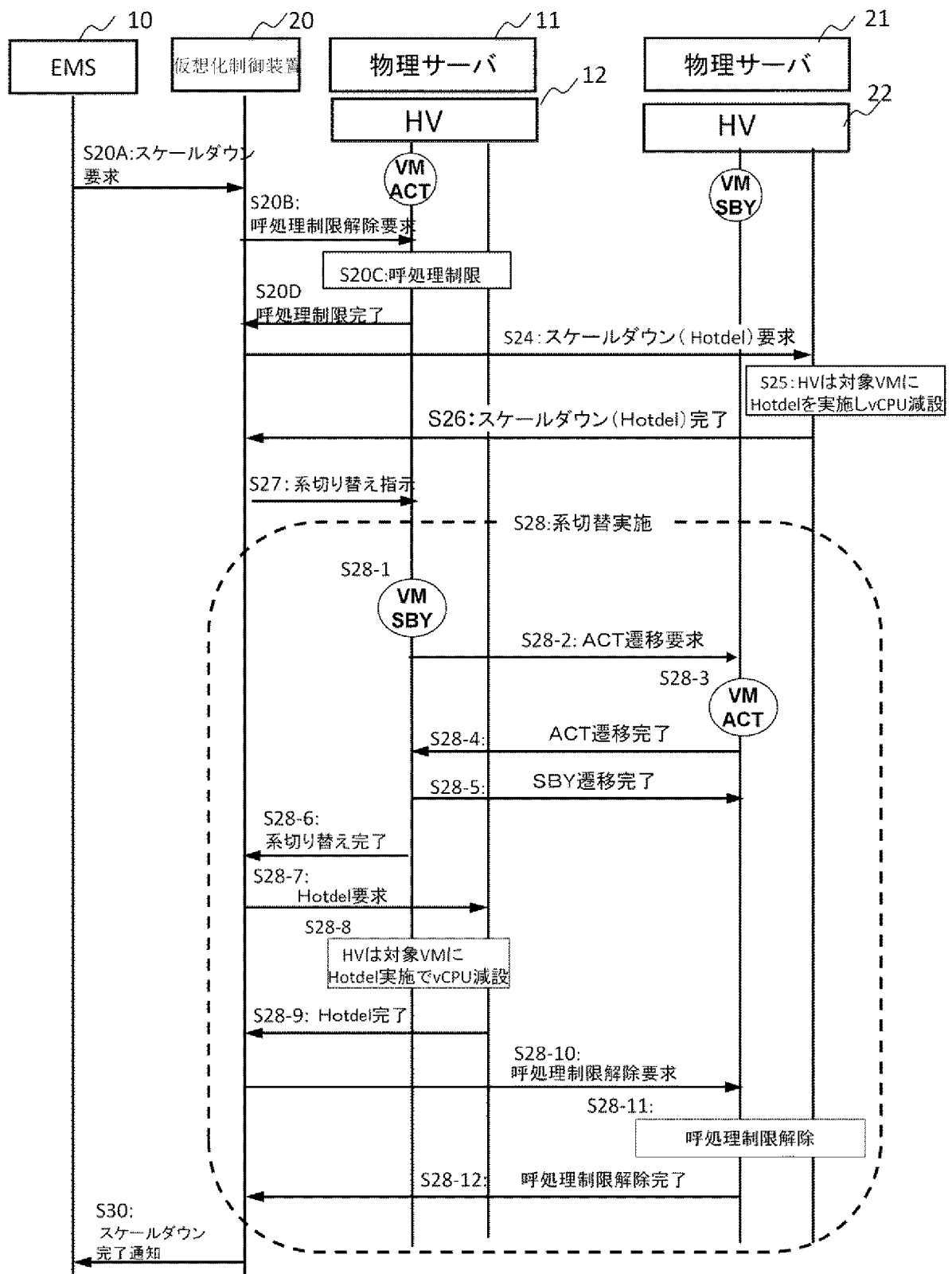
[図8]



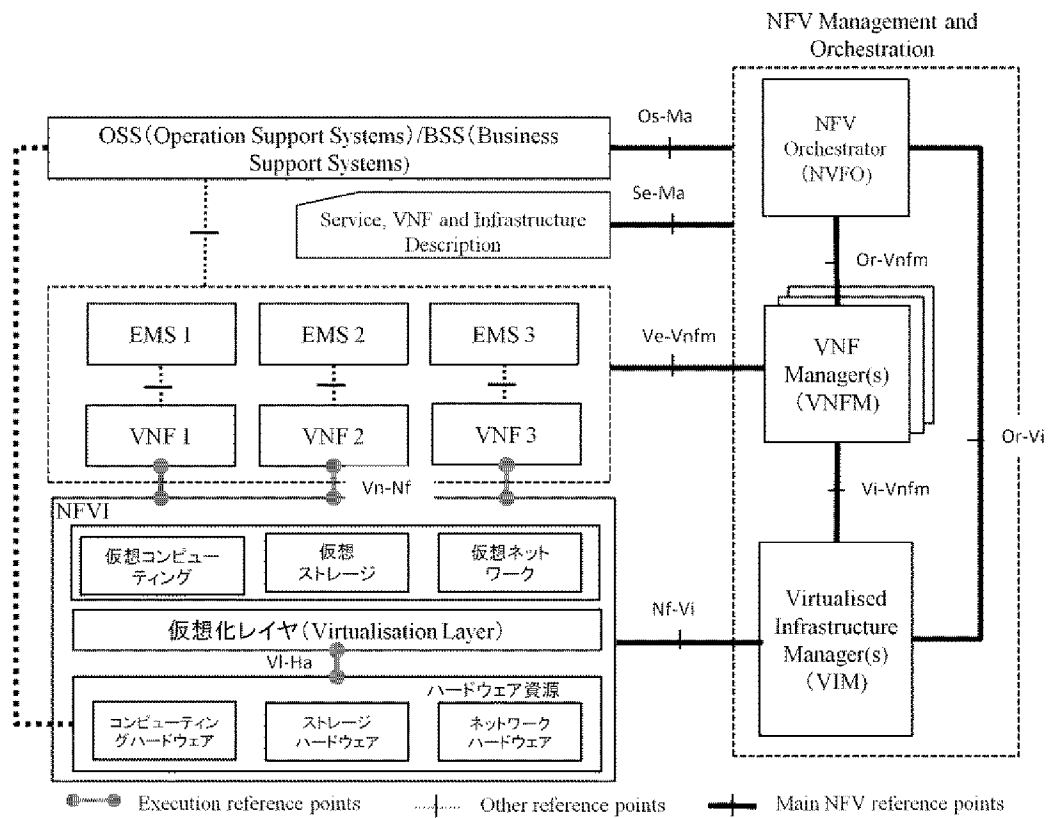
[図9]



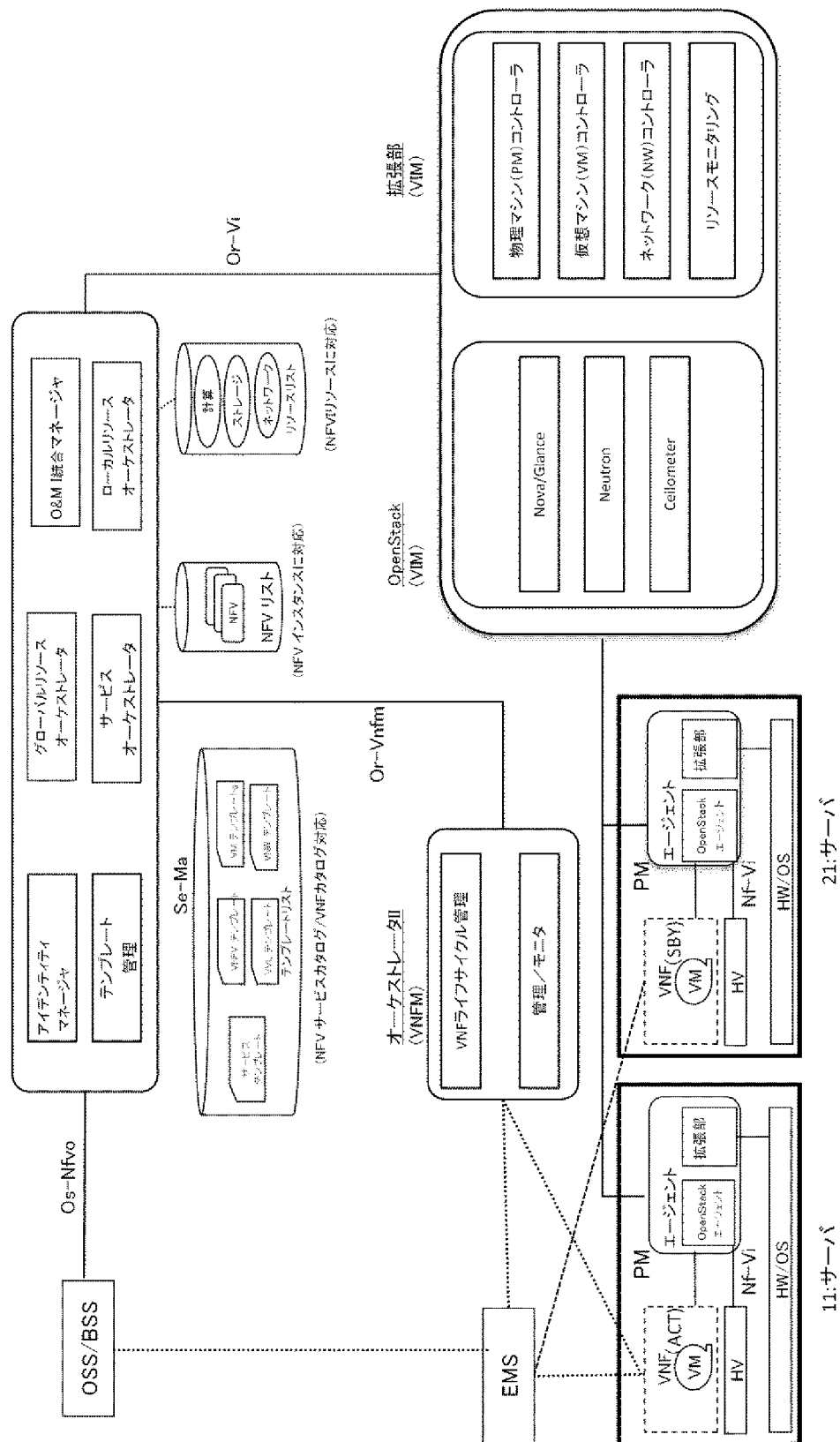
[図10]



[図11]



オーケストレーション
(NVFOに対応)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052803

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F11/20(2006.01)i, G06F9/46(2006.01)i, G06F9/50(2006.01)i, G06F13/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F11/20, G06F9/46, G06F9/50, G06F13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 5-268647 A (Fujitsu Ltd.), 15 October 1993 (15.10.1993), paragraphs [0019] to [0035]; fig. 1 to 2	1-3, 7, 10-11, 13-15, 19, 22, 24
Y	(Family: none)	6, 8-9, 12, 18, 20-21, 23
A		4-5, 16-17, 25-26
Y	WO 2010/023756 A1 (Fujitsu Ltd.), 04 March 2010 (04.03.2010), paragraphs [0061] to [0063]; fig. 1	6, 8-9, 12, 18, 20-21, 23
A	(Family: none)	1-5, 7, 10-11, 13-17, 19, 22, 24-26

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 April 2016 (13.04.16)

Date of mailing of the international search report
26 April 2016 (26.04.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052803

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Hikotoshi NAKAZATO et al., "Proposal of Virtual Machine Placement Management Method considering System Redundancy", IEICE Technical Report, 07 November 2013 (07.11.2013), vol.113, no.294, pages 63 to 68, ISSN 0913-5685	9, 21 1-8, 10-20, 22-26
A	JP 8-335922 A (Hitachi, Ltd.), 17 December 1996 (17.12.1996), paragraph [0110] & US 6088371 A	1-26
A	Masashi KANEKO et al., "A robust VNF allocation method in NFV", IEICE Technical Report, 15 January 2015 (15.01.2015), vol.114, no.400, pages 29 to 34, ISSN 0913-5685	1-26

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F11/20(2006.01)i, G06F9/46(2006.01)i, G06F9/50(2006.01)i, G06F13/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F11/20, G06F9/46, G06F9/50, G06F13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 5-268647 A（富士通株式会社）1993. 10. 15, 段落[0019]-[0035], 図 1-2（ファミリーなし）	1-3, 7, 10-11, 13-15, 19, 22, 24
Y		6, 8-9, 12, 18, 20-21, 23
A		4-5, 16-17, 25-26

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 3 . 0 4 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 4 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

三坂 敏夫

5 B

4 1 7 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 5

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2010/023756 A1 (富士通株式会社) 2010.03.04, 段落[0061]-[0063], 図1 (ファミリーなし)	6, 8-9, 12, 18, 20-21, 23
A		1-5, 7, 10-11, 13-17, 19, 22, 24-26
Y	中里 彦俊 他, 「システムの冗長性を考慮した仮想マシン配置管理 手法の提案」, 電子情報通信学会技術研究報告, 2013.11.07,	9, 21
A	第113巻 第294号, p.63-68, ISSN 0913-5685	1-8, 10-20, 22-26
A	JP 8-335922 A (株式会社日立製作所) 1996.12.17, 段落[0110] & US 6088371 A	1-26
A	金子 雅志 他, 「NFVにおけるロバストなVNF配置方式」, 電子情報通信学会技術研究報告, 2015.01.15, 第114巻 第400号, p.29-34, ISSN 0913-5685	1-26