

(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 2016/121879 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 9/50 (2006.01) G06F 9/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052514
- (22) 国際出願日: 2016 年 1 月 28 日(28.01.2016)
- (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 2015-015972 2015 年 1 月 29 日(29.01.2015) 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: 大平 麻代(OOHIRA, Mayo); 〒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). 極楽寺 淳一(GOKURAKUJI, Junichi); 〒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). 吉川 直哉(YOSHIKAWA, Naoya); 〒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). 壬生 亮太(MIBU, Ryota); 〒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). 竹森 茂人(TAKEMORI, Shigeto); 〒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). 篠澤 博一(SHINOZAWA, Hirokazu); 〒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). 菊池 芳紀(KIKUCHI, Yoshiki); 〒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). 簀下 直哉(YABUSHITA, Naoya); 〒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). 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). 江頭 一廣(EGASHIRA, Kazuhiro); 〒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,

[続葉有]

(54) Title: VIRTUALIZATION CONTROL APPARATUS, ARRANGEMENT DESTINATION SELECTING METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 仮想化制御装置、配置先選択方法及びプログラム

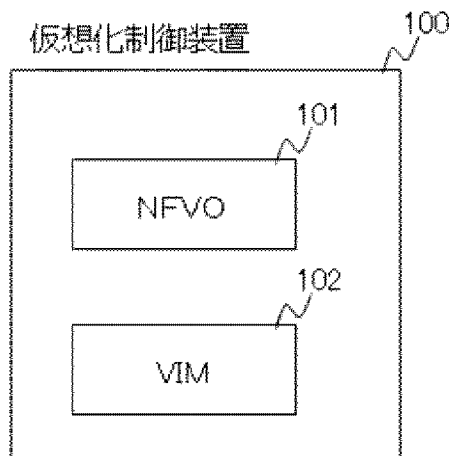


FIG. 1:
100 Virtualization control apparatus

(57) Abstract: Provided is a virtualization control apparatus with which a user can flexibly set a policy at the time of selecting an arrangement destination of a VM or VNF, etc. This virtualization control apparatus is provided with an NFVO and a VIM. The NFVO implements a network service on a Network Function Virtualization Infrastructure (NFVI), which provides an execution base for a Virtual Network Function (VNF) that is executed and virtualized by software operating on a virtual machine. The VIM performs resource management and control of the NFVI. In addition, at least any one of the NFVO and VIM in the virtualization control apparatus selects an arrangement destination of an element (e.g., VM, etc.) on the basis of selection information (e.g., configuration information, selection policy, etc.) pertaining to the arrangement destination of the element of the virtual network.

(57) 要約: VMやVNF等の配置先を選択する際のポリシーをユーザが柔軟に設定可能な仮想化制御装置を提供する。仮想化制御装置は、NFVOと、VIMと、を備える。NFVO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仮想されたネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) の実行基盤を提供するNFVI (Network Function Virtualization Infrastructure) 上にて、ネットワークサービスを実現する。VIMは、NFVIのリソース管理と制御を行う。また、仮想化制御装置における、少なくともNFVO及びVIMのいずれか一方は、仮想ネットワークの構成要素 (例えば、VM等) の配置先に関する選択情報 (例えば、後述する構成情報、選択ポリシー等) に基づいて、構成要素の配置先を選択する。



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.

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 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).

- (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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：仮想化制御装置、配置先選択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２０１５－０１５９７２号（２０１５年１月２９日出願）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、ネットワークの仮想化に関する仮想化制御装置、配置先選択方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] サーバのコンピューティング、ストレージやネットワーク機能等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）によりソフトウェア的に実現するNFV（Network Functions Virtualization）等が知られている。例えばMANO（Management & Orchestration）アーキテクチャに基づき実現される。図１９は、非特許文献１の第23頁のFigure 5.1（The NFV-MANO architectural framework with reference points）から引用した図である。

[0003] 図１９を参照すると、VNF（Virtualized Network Function）は、サーバ上の仮想マシン（VM）で動作するアプリケーション等に対応し、ネットワーク機能をソフトウェア的に実現する。VNFとして、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。図１９の例では、例えばVNFごとにEM（Element Manager：要素管理）という管理機能が設けられる。

[0004] VNFの実行基盤をなすNFVI（Network Function 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等の仮想化ハードウェア資源として柔軟に扱えるようにした基盤である。

[0005] NFV MANO (Management & Orchestration) は、NFV-Orchestrator (NFV0)、VNF-Manager (VNFM)、Virtualized Infrastructure Manager (VIM) を備えている。

[0006] NFV-Orchestrator (NFV0) は、NFVIリソースのオーケストレーション、及びNS (Network Service) のライフサイクル管理 (NSインスタンスのInstantiation、Scaling、Termination、Update等) を行う。また、NSカタログ (NSD/VLD/VNFFGD)、及びVNFカタログ (VNFD/VMイメージ/マニフェストファイル等) の管理を行い、NFVインスタンスのリポジトリ、NFVIリソースのリポジトリを持つ。

[0007] VNF-Manager (VNFM) は、VNFのライフサイクル管理 (instantiation、update、query、scaling、termination等) およびイベント通知を行う。

[0008] 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、NFVの実行基盤であるNFVIの障害監視、リソース情報の監視等)。

[0009] 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。

[0010] NSカタログ (NS catalog) は、ネットワークサービス (NS) のリポジトリを表している。NSカタログ (NS catalog) は、ネットワークサービス (NS) デプロイメントテンプレート (Network Service Descriptor (NSD)、Virtual Link Descriptor (VLD)、VNF Forwarding Graph Descriptor (VNFFGD)) の生成と管理の支援を行う。デプロイメントは、例えば要求仕様等にした

がってカスタマイズし実際の使用環境に配備することをいう。

- [0011] VNFカタログ (VNF catalog) は、VNFパッケージのリポジトリを表している。VNFカタログは、VNF Descriptor (VNFD)、ソフトウェアイメージ、マニフェストファイル等のVNFパッケージの生成と管理の支援を行う。
- [0012] NFVインスタンスリポジトリ (NFV instance Repository) は、全VNF、全ネットワークサービス (NS) のインスタンス情報を保持する。VNFインスタンス、NSインスタンスはそれぞれVNF、NSレコードに記述される。これらのレコードは各インスタンスのライフサイクルで、VNFライフサイクル管理操作、NSライフサイクル管理操作の実行結果を反映するように更新される。
- [0013] NFVIリソースリポジトリ (NFVI Resources Repository) は、オペレータの infrastructure domain を超えてVIMにより抽出された、利用可能な (available) /予約された (reserved) /割り付けられた (allocated) リソースの情報を保持する。
- [0014] 図 19 において、参照ポイントOs-Ma-nfvoは、OSS (Operation Service Systems) /BSS(Business Service Systems)とNFV0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。
- [0015] 参照ポイントVnfm-Viは、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。
- [0016] 参照ポイントVe-Vnfm-emは、EMと、VNFM間でVNFインスタンシエーション、VNFインスタンス検索、更新、終了、スケールアウト／イン、スケールアップ／ダウン、EMからVNFMへの構成、イベントの転送、VNFMからVNFへのVNFの構成、イベントの通知等に用いられる。
- [0017] 参照ポイントVe-Vnfm-Vnfは、VNFと、VNFM間でVNFインスタンシエーション、VNFインスタンス検索、更新、終了、スケールアウト／イン、スケールアップ／ダウン、VNFからVNFMへの構成、イベントの転送、VNFMからVNFへのVNFの構成、イベントの通知等に用いられる。
- [0018] 参照ポイントNf-Viは、コンピューティング／ストレージ資源の指示とともに

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等に用いられる。

[0019] 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。

[0020] 参照ポイントNfvo-Vnfmは、VNF-Manager (VNFM) によるリソース関連要求（認証、予約(reservation)、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。

[0021] 参照ポイントNfvo-ViはNFV0からのリソース予約、割り当て要求と仮想化リソースの構成と状態情報の交換に用いられる（詳細は非特許文献1参照）。

[0022] 図20は、非特許文献1の第40頁のFigure6.2 (Information elements in different context)を引用したものである。インスタンスエーション入力パラメータが入力される。

[0023] 図20において、ネットワークサービスディスクリプタ (Network Service Descriptor : NSD) は、ネットワークサービス (NS) の一部をなす部品を記述する他のディスクリプタを参照するネットワークサービスディプロイメントテンプレートである。

[0024] VNFディスクリプタ (VNF Descriptor : VNFD) は、ディプロイメントとオペレーション上の挙動の要求の観点からVNFを記述するディプロイメントテンプレートである。

[0025] VNFDは、VNFのインスタンスエーション（具現化、インスタンス化）とVNFインスタンスのライフサイクル管理においてVNFMにより主に用いられる。VNFDは、NFV0によって、ネットワークサービス、NFVI上の仮想化リソースの管理とオーケストレーション（コンピュータシステム/ミドルウェア/サービスの配備/設定/管理の自動化）に用いられる。NFVI内のVNFCインスタンス、又は、VNFインスタンスと、他のネットワーク機能への端点間の仮想リンク構築のために、NFV0で利用されるコネクティビティ・インターフェース・KPI (Key

Performance Indicators) 要件を含む。

[0026] VNF Forwarding Graph Descriptor (VNFFGD) は、ネットワークサービスのトポロジ、あるいは一部を、VNF、PNF、それらを接続するVirtual Linkを参照することで、記述したディプロイメントテンプレートである。

[0027] 仮想リンクディスクリプタ (Virtual Link Descriptor) は、NFVIで利用可能なVNF間、PNF間、NSの端点 (endpoints) 間のリンクに必要なリソース要求を記述したディプロイメントテンプレートである。

[0028] 物理ネットワークファンクションディスクリプタ (Physical Network Function Descriptor : PNFD) は、アタッチした物理ネットワーク機能への、仮想リンクのコネクティビティ (接続性)、インターフェース、KPI要件を記述する。NSに物理デバイスが組み入れられるときに必要とされ、ネットワーク増設を容易にする。

[0029] NSD、VNFFGD、VLDは、NSカタログに含まれ、VNFDは、VNFパッケージとして、VNFカタログに含まれる。

[0030] OSS/BSSやVNFMからNFV0に対してNS、またはVNFのインスタンシエーション操作を実行する。インスタンシエーション操作の結果、新たに生成されたインスタンスを表すレコードが生成される。例えば、各ディスクリプタで与えられる情報、コンポーネントインスタンスに関連した追加のランタイム情報をもとに生成される各レコードは、ネットワークサービス (NS) のインスタンス状態をモデル化するためのデータを提供する。

[0031] 生成されるインスタンスレコードの種類として、例えば、

- ・ Network Service Record (NSR)、
- ・ VNFFG Record (VNFFGR)、
- ・ Virtual Link Record (VLR)、
- ・ VNF (Virtualized Network Function) Record (VNFR)、
- ・ PNF (Physical Network Function) Record (PNFR)

がある。

[0032] NSR、VNFR、VNFFGR、VLR情報要素はNS、VNF、VNFFG、VLのインスタンスの

状態のモデル化に必要なデータアイテム集合を提供する。

- [0033] PNFレコードはNSの部分をなし前から存在するPNFに関連したインスタンスを表し、PNF情報のランタイム属性（NFV0へのコネクティビティ）を含む。
- [0034] VNFとVNFC（VNF Components）とVDU（Virtualization Deployment Unit）の関係の一例について、図21を参照して説明する。図21には、S-GW(Serv ing gateway)を仮想化したVNFにおいて、各論理インターフェース毎にVNFCを設定した例が模式的に例示されている。VDUは、VNFの一部又は全体のディプロイメントとオペレーション挙動の記述をサポートする情報モデルで用いられる構成体である。なお、VNFの実行基盤を提供するVNFIは、ハイパーバイザ等の仮想化レイヤ上で仮想化された仮想コンピューティング、仮想ストレージ、仮想ネットワークからなる。仮想化レイヤ上の仮想マシン（仮想CPU（Central Processing Unit）、仮想メモリ、仮想ストレージ、ゲストOS（Operating System））を備え、ゲストOS上でアプリケーションが実行される。仮想化レイヤの下Compute、Storage、Networkは、CPU、ストレージ、ネットワーク・インターフェースコントローラ（Network Interface Controller：NIC）等のハードウェア資源を模式的に表している。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。
- [0035] 図21において、SGWをVNFとした場合において、各論理インターフェース毎にVNFCを設定し、C-Planeに関する論理インターフェースS11、Gxc、S5/S8-Cをまとめて一つのVDU（VM）として定義し、U-Planeに関する論理インターフェースS1U、S5/S8-U、S12をまとめて一つのVDU（VM）として定義している。S5/S8-CにおけるCはコントロールプレーン（Control Plane）を表している。S1U、S5/S8-UにおけるUはユーザプレーン（User-Plane）を表している。
- [0036] なお、S11は、EPCにおいて、MMEとSGW間のコントロールプレーン・インターフェース、S5/S8はSGWとPGW間のユーザプレーン・インターフェース、S1Uは、eNodeB（evolved NodeB）とコアネットワークの間のインターフェース、GxcはSGXとPolicy and Charging Rules Function（PCRF）の間のインターフェース、S11は、MMEとS-GW間のインターフェース、S12はUTRAN（Univers

al Terrestrial Radio Access Network) とS-GW間のインターフェースである。
。

[0037] 以下の表1、2にNFVの各要素の概要を一覧でまとめる。

[0038] [表1]

機能エンティティ	説明
OSS/BSS	オペレーション/ビジネスサポートを統合的に行う。 OSS/BSSの下位レイヤには、複数のEMS、Orchestratorが配置される。
Orchestrator	• 複数のVIMを跨いでのオーケストレーション • NS (Network Service) デプロイメントテンプレートとVNFパッケージの管理 • NSインスタンス化、NS lifecycleの管理 • VNFMインスタンス化の管理 • VNFMの調整に伴うVNFインスタンス化の管理 • VNFMからのNFVIリソースリクエストの承認・許可 • Lifecycleを通しNSインスタンスの統合・可視性の管理 • NFVインスタンスRepositoryを用いたNSインスタンス-VNFインスタンスの関係の管理 • NSインスタンスのトポロジ管理 • NSインスタンスの自動管理
VNF-Manager	VNFのライフサイクル管理※およびイベント通知の管理を行う。 ※Instantiation、Auto-Scale、Auto-Healing、Update など
Virtualized Infrastructure Manager(VIM)	以下の様なNFV基盤のリソース管理と制御を行う。 • computing、storage、networkのリソース管理 • 要求に応じたリソースの割り当て • NFV基盤の障害状態の監視 • NFV基盤のリソース情報の監視

[0039]

[表2]

機能エンティティ	説明
Service VNF and Infrastructure Description	Network Service, VNFをデプロイするため必要となる情報のテンプレートを定義する。 • NSD: 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 • VLD: 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 • VNFGD: 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 • VNFD: 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 • PNFD: 物理的なネットワーク機能とのコネクティビティ・外部IF・VLのKPI要件を記述
NS Catalogue	• NSのリポジトリ • NSデプロイメントテンプレート(NSD,VLD,VNFGD)の管理
VNF Catalogue	• VNFのリポジトリを記述 • VNFパッケージ(VNFD,ソフトウェアイメージ,マニフェストファイルなど)の管理
NFV Instances Repository	• 全VNF、全NSのインスタンス情報を持つ • 各インスタンス情報はRecordに記述 • 各Recordはインスタンスのlifecycleにより更新
NFVI Resources Repository	• 抽象化のためにavailable/reserved/allocatedなNFVIリソース(OperatorのInfrastructure Domainを超えて、VIMにより抽象化されたNFVIリソース)の情報を持つ
VNF	仮想化された、Network Functionのことであり、EPCアプリケーションが搭載されたVMのことを指す (例:MME、SGW、PGWなど) また、VNFで構成される
EMS	VNFのFCAPSの管理を行う。 (FCAPS: Fault, Configuration, Accounting, Performance and Security)
NFVI	VNFが実行されるリソース基盤。Computing、storage、networkから構成される。 ハイパーバイザにより物理リソースは抽象化され、抽象化されたリソースは、VIMが管理、制御しVNFに提供する。

先行技術文献

非特許文献

- [0040] 非特許文献1: ETSI GS NFV-MAN 001 V1.1.1 (2014-12) Network Functions Virtualisation (NFV); Management and Orchestration (2015年1月19日検索) <http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/NFV-MAN/001_099/001/01.01.0

1_60/gs_NFV-MAN001v010101p.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0041] NFVにおいては、種々のネットワーク機能がPM (Physical Machine ; 物理マシン、汎用サーバ) 上で実現される。換言するならば、1台のPM上で性格の異なる種々のネットワーク機能が実現される。従って、VM間の依存関係やそのパフォーマンスを意識し、VMやVNF、VNFcの配置先を決めることが要望される。例えば、複数のVMのうち1つのVMを運用系とし、他の1つのVMを待機系とする、冗長構成を採用することがある。この場合、運用系のVMと待機系のVMを同じPMに構築したとすると、ネットワークを冗長化した意義が薄れる可能性がある。例えば、当該PMへの電源供給が遮断される等の障害が発生した場合、待機系のVMを起動することができない。

[0042] 以上のように、NFVが適用されたネットワークにてサービスを提供するユーザやPMが配置されたデータセンタ等の管理者は、VM等の配置先（例えば、VIMやその配下にあるPM）を柔軟に決定したいという要望がある。しかしながら、NFV-MANOの標準仕様に関する非特許文献1等には、VIMやPMの配置先に関する選択方法、選択要件が定められていない。従って、場合によっては、ネットワークサービスを提供するユーザやデータセンタの管理者が希望するのとは異なるVIMのPMが、VM等の配置先として選択されることが生じうる。

[0043] 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、VMやVNF等の配置先を選択する際のポリシーをユーザが柔軟に設定可能な仮想化制御装置、配置先選択方法及び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

[0044] 本発明の第1の視点によれば、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仮想されたネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) の実行基盤を提供するNFVI (Network Function Virtualization Inf

rastructure) 上にて、ネットワークサービスを実現する NFVO (NFV-Orchestrator) と、前記 NFVI のリソース管理と制御を行う VIM (Virtualized Infrastructure Manager) と、を備え、少なくとも前記 NFVO 及び VIM のいずれか一方は、仮想ネットワークの構成要素の配置先に関する選択情報に基づいて、前記構成要素の配置先を選択する、仮想化制御装置が提供される。

[0045] 本発明の第2の視点によれば、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仮想されたネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) の実行基盤を提供する NFVI (Network Function Virtualization Infrastructure) 上にて、ネットワークサービスが実現される仮想ネットワークの構成要素の配置先に関する選択情報を参照するステップと、前記選択情報に基づいて、前記構成要素の配置先を選択するステップと、を含む、配置先選択方法が提供される。

[0046] 本発明の第3の視点によれば、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仮想されたネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) の実行基盤を提供する NFVI (Network Function Virtualization Infrastructure) 上にて、ネットワークサービスを実現する NFVO (NFV-Orchestrator) と、前記 NFVI のリソース管理と制御を行う VIM (Virtualized Infrastructure Manager) と、を備える仮想化制御装置を制御するコンピュータに実行させるプログラムであって、仮想ネットワークの構成要素の配置先に関する選択情報を参照する処理と、前記選択情報に基づいて、前記構成要素の配置先を選択する処理と、を前記コンピュータに実行させるプログラムが提供される。

なお、このプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記録することができる。記憶媒体は、半導体メモリ、ハードディスク、磁気記録媒体、光記録媒体等の非トランジェント (non-transient) なものとすることができる。本発明は、コンピュータプログラム製品として具現することも可能である。

発明の効果

[0047] 本発明の各視点によれば、VMやVNF等の配置先を選択する際のポリシーをユーザが柔軟に設定可能な仮想化制御装置、配置先選択方法及びプログラムが、提供される。

図面の簡単な説明

[0048] [図1]一実施形態の概要を説明するための図である。

[図2]第1の実施形態に係るシステム構成の一例を示す図である。

[図3]第1の実施形態に係るPMの構成の一例を示す図である。

[図4]第1の実施形態に係る仮想化制御装置の構成の一例を示す図である。

[図5]第1の実施形態に係るNFVOの内部構成の一例を示す図である。

[図6]第1の実施形態に係る構成情報データベースの一例を示す図である。

[図7]第1の実施形態に係る第1選択ポリシーデータベースの一例を示す図である。

[図8]第1の実施形態に係る第1選択ポリシーデータベースの一例を示す図である。

[図9]第1の実施形態に係る第1選択ポリシーデータベースの一例を示す図である。

[図10]第1の実施形態に係る第1選択ポリシーデータベースの一例を示す図である。

[図11]第1の実施形態に係る第2選択ポリシーデータベースの一例を示す図である。

[図12]第1の実施形態に係るVNFインスタンスデータベースの一例を示す図である。

[図13]第1の実施形態に係るVIMの内部構成の一例を示す図である。

[図14]第1の実施形態に係るネットワークシステムの動作の一例を示すシーケンス図である。

[図15]第1の適用例を説明するための図である。

[図16]第2の適用例を説明するための図である。

[図17] E M (Element Management) による V N F インスタンスレーション手順を説明するための図である（非特許文献 1 の Fig. B. 10 を引用）。

[図18] N F V O による V N F インスタンスレーション手順を説明するための図である（非特許文献 1 の Fig. B. 11 を引用）。

[図19] N F V アーキテクチャの NFV-M A N 0 を説明する図である（非特許文献 1 の Fig. 5. 1 を引用）。

[図20] 非特許文献 1 によるテンプレートとインスタンスレコードを説明する図である（非特許文献 1 の Fig. 6. 2 を引用）。

[図21] V N F と V N F C と V D U の関係を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0049] 初めに、一実施形態の概要について説明する。なお、この概要に付記した図面参照符号は、理解を助けるための一例として各要素に便宜上付記したものであり、この概要の記載はなんらの限定を意図するものではない。

[0050] 一実施形態に係る仮想化制御装置 1 0 0 は、N F V O 1 0 1 と、V I M 1 0 2 と、を備える。N F V O 1 0 1 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仮想されたネットワーク機能（Virtual Network Function: V N F）の実行基盤を提供する N F V I （Network Function Virtualization Infrastructure）上にて、V N F、V I M、N F V I リソースの管理・オーケストレーションを行いネットワーク機能を実現する。V I M 1 0 2 は、N F V I のリソース管理と制御を行う。また、仮想化制御装置 1 0 0 における、少なくとも N F V O 1 0 1 及び V I M 1 0 2 のいずれか一方は、仮想ネットワークの構成要素（例えば、V M 等）の配置先に関する選択情報（例えば、後述する構成情報、選択ポリシー等）に基づいて、構成要素の配置先を選択する。

[0051] 仮想化制御装置 1 0 0 による仮想ネットワークシステムのユーザ（例えば、サービス管理者、インフラ管理者等）は、それぞれの立場から優先したい事項を上記配置先に関する選択情報に反映し、当該情報を仮想化制御装置 1 0 0 に設定する。仮想化制御装置 1 0 0 は、当該選択情報に基づいて、V M

等の配置先を選択することで、VM等の配置先を選択する際のポリシーをユーザが柔軟に設定可能なシステム環境を提供できる。

[0052] 以下に具体的な実施の形態について、図面を参照してさらに詳しく説明する。なお、各実施形態において同一構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0053] [第1の実施形態]

図2は、第1の実施形態に係るシステム構成の一例を示す図である。図2に示すシステムは、端末10と、仮想化制御装置20と、複数のPM (Physical Machine) からなるリソースプール30-1~30-3を含んで構成される。リソースプール30-1はPM31-1~31-l (lは正の整数、以下同じ) を含み、リソースプール30-2はPM31-l+1~31-m (mは正の整数、以下同じ) を含み、リソースプール30-3はPM31-m+1~31-n (nは正の整数、以下同じ) を含む。なお、PM31-1~31-nを区別する特段の理由がない場合には、単に「PM31」と表記する。

[0054] 端末10は、ユーザ（サービス管理者等）が使用する端末であり、例えばVMの管理、設定、保守等が端末10を介して行われる。端末10は、仮想化制御装置20と通信する。

[0055] 仮想化制御装置20を、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。仮想化制御装置20は、PM31上のVMの監視、制御を行う。仮想化制御装置20は、例えば、PM31のハイパーバイザ等の仮想化レイヤと通信し、VMの構成 (configuration) や状態 (state) 情報の交換、VMに割り付けられる仮想CPU等仮想化ハードウェア資源の構成や状態情報の交換を行い、VMの配置、制御、端末10との通信を行う。

[0056] 仮想化制御装置20は、PM31を管理する単位としてリソースプール30を設定する。例えば、1つのリソースプール30は、データセンタ等に配置された複数のPMから構成される。なお、図2には、仮想化制御装置20

が制御の対象とする３つのリソースプールが示されているが、リソースプールの数を限定する趣旨ではない。

[0057] <PM (Physical Machine) >

図３は、PM 31の構成の一例を示す図である。図３を参照すると、PM 31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 (Hard Disk Drive)、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32を備える。PM 31は、さらに、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33と、仮想CPU (vCPU) 等、仮想化レイヤ33でハードウェア資源32を仮想化した仮想ハードウェア資源34と、VM 35と、を備える。VM 35は、ゲストOS 36上でアプリケーション（不図示）を実行し、例えばネットワーク機能 (Network Function: NF) の仮想化 (NFV) を実現する。

[0058] 仮想化制御装置20には、PM 31のハードウェアスペック（例えば、CPUコア数等）が、サーバスペック情報として登録されている。仮想化制御装置20は、当該サーバスペック情報等に基づいて、PM 31へのVM 35の配置及びゲストOS 36上のアプリケーション制御等を行う。

[0059] <仮想化制御装置>

図４は、仮想化制御装置20の構成の一例を示す図である。図４を参照すると、仮想化制御装置20は、NFVO 21と、VNFM 22と、VIM 23-1～23-3と、を含む。なお、VIM 23-1～23-3を区別する特段の理由がない場合には、単に「VIM 23」と表記する。

[0060] NFVO 21は、VNFとその実行基盤をなすNFVI (Network Function Virtualization Infrastructure) のオーケストレーションと管理を行う。なお、VNFの実行基盤をなすNFVIとは、例えば、PM 31のハードウェア資源32に含まれるコンピューティング、ストレージ、ネットワーク機能等を、仮想化レイヤ33により仮想化した仮想ハードウェア資源34として柔軟に扱えるようにした基盤である。

- [0061] VNF M22は、VNFのライフサイクル管理（設置、更新、検索、スケールリング、終了等）及びイベント通知を行う。例えば、VNF M22は、PM31の仮想化レイヤ33を介してPM31上にVM35を配置する。
- [0062] VIM23は、NFVIのリソース管理と制御を行う。具体的には、VIM23は、PM31のハードウェア資源32に含まれるコンピューティング、ストレージ、ネットワーク機能等のリソースを管理（要求に応じたリソース予約、割り当て、リソース情報の監視等）を行う。
- [0063] VIM23-1～23-3のそれぞれは、リソースプール30-1～30-3のそれぞれを構成するPM31からなるNFVIのリソース管理と制御を行う。
- [0064] なお、図4に示す構成は例示であって、仮想化制御装置（MANO）の構成を限定する趣旨ではない。例えば、VNF MとVIMは、多対多の関係を有することができる。例えば、VIM23-1～23-3に共通するVNF M22を設けるのではなく、VIM23-1～23-3のそれぞれに対応させてVNF Mを設けてもよい。あるいは、1つのVIMに対して複数のVNF Mを接続する構成であってもよいし、1つのVNF Mに複数のVIMを接続する構成であってもよい。
- [0065] 図5は、NFVO21の内部構成の一例を示す図である。図5を参照すると、NFVO21は、構成情報登録部201と、第1選択ポリシー登録部202と、第2選択ポリシー登録部203と、リソース管理部204と、VIM&PM選択部205と、各種データベースと、端末10との通信を制御する通信制御部221と、を含む。NFVO21に含まれる各種データベースには、構成情報データベース（DB ; Data Base）211と、第1選択ポリシーデータベース212と、第2選択ポリシーデータベース213と、NFVIリソースデータベース214と、VNFインスタンスデータベース215と、を含む。
- [0066] ユーザ（例えば、ネットワークシステムのシステム管理者）は、端末10を用いて、仮想化制御装置（MANO）20にNFVが適用されたネットワ

ークに関する構成情報を入力する。構成情報登録部 201 は、当該構成情報を、通信制御部 221 を介して取得し、取得した構成情報を構成情報データベース 211 に登録する手段である。

[0067] また、ユーザ（例えば、ネットワークサービスのサービス管理者）は、NFVが適用されたネットワークの構成要素を配置する際の配置先選択に関するポリシーを、端末 10 を用いて仮想化制御装置 20 に設定する。なお、以下の説明において、サービス管理者が入力するポリシーを、第 1 選択ポリシーと表記する。

[0068] サービス管理者が入力する第 1 選択ポリシーに従って配置先が決定されるネットワークの構成要素には、ネットワークサービス（NS）、VM、VNF、VNFc、VDU等が含まれる。即ち、サービス管理者は、NFVが適用されたネットワークの構成要素を任意の単位にて、その配置先を選択するポリシーを設定することができる。

[0069] 第 1 選択ポリシー登録部 202 は、サービス管理者が設定する第 1 選択ポリシーを、通信制御部 221 を介して取得し、当該取得した第 1 選択ポリシーを第 1 選択ポリシーデータベース 212 に登録する。

[0070] ユーザ（例えば、各リソースプール 30 をなすデータセンタの管理者；以下、インフラ管理者と表記）は、VIMやPMの配置先選択に関し、VM等をどのように選択するかに関するポリシーを、端末 10 を用いて仮想化制御装置 20 に設定する。具体的には、インフラ管理者は、NFVが適用されたネットワークにVNFやVNFcが追加等される場合に、特定のVIMに集中させてVM等を配置させたいのか、あるいは、VIMを分散してVM等を配置したいのか、を定めるポリシーを設定する。また、インフラ管理者は、PMに関しても、特定のPMにVM等を集中配置したいのか、あるいは、PMを分散してVM等を配置したいのか、をポリシーにより定める。なお、以下の説明において、インフラ管理者が入力するポリシーを、第 2 選択ポリシーと表記する。

[0071] 第 2 選択ポリシー登録部 203 は、インフラ管理者が設定する第 2 選択ポリ

シを、通信制御部 221 を介して取得し、当該取得した第 2 選択ポリシを第 2 選択ポリシデータベース 213 に登録する。

[0072] なお、ユーザ（サービス管理者、インフラ管理者等）は、任意のタイミングにて、第 1 選択ポリシ、第 2 選択ポリシを、仮想化制御装置（MANO）20 に設定可能である。即ち、サービス管理者やインフラ管理者は、任意のタイミングにて、第 1 選択ポリシ、第 2 選択ポリシの内容を変更できる。

[0073] また、サービス管理者やインフラ管理者は、どのようなフォーマットを用いて第 1 選択ポリシ、第 2 選択ポリシを仮想化制御装置 20 に入力してもよい。例えば、サービス管理者等は、NSD（Network Service Descriptor）、VNFD（VNF Descriptor）、VDUD（VDU Descriptor）等、NSや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に定義することで、第 1 選択ポリシ、第 2 選択ポリシを仮想化制御装置 20 に設定できる。あるいは、サービス管理者等は、第 1 選択ポリシ、第 2 選択ポリシの内容を記述したファイルを仮想化制御装置 20 に入力してもよいし、コマンドを用いてこれらの選択ポリシの内容を仮想化制御装置 20 に入力してもよい。

[0074] リソース管理部 204 は、NFVI のリソース情報を管理する。具体的には、リソース管理部 204 は、VIM23 に対し、各NFVI のリソース情報の提供を要求する。VIM23 が提供するリソース情報には、PM31 のID（サーバグループID）や、各PM31 に割り当てられたゾーンに関する情報、PM31 のハードウェアスペック（例えば、CPUクロック数、メモリ容量、物理NIC数等）や、各VIMにて構築されているVMの数、PM31 における使用可能なネットワーク帯域情報等が含まれる。リソース管理部 204 は、上記に例示した各種情報（NFVI リソース情報と表記する）をVIM23 から取得し、当該取得したNFVI リソース情報を、NFVI リソースデータベース 214 に登録する。

[0075] VIM&PM選択部 205 は、構成情報、第 1 選択ポリシ、第 2 選択ポリシのうち少なくとも 1 つに基づいて、VM等の配置先（VIM、PM、PM

群)を選択する手段である。具体的には、VIM&PM選択部205は、端末10を介したシステムの起動要求、VNFのインスタンシエーション(Instantiation)、VNFのヒーリング(Healing)、VNFのスケーリング(Scaling)等の要求が発生し、VNF等の配置先を決定する必要がある場合に、上記構成情報や選択ポリシー等を参照する。VIM&PM選択部205は、当該参照した情報(構成情報、選択ポリシー)に基づいて、VM等の配置先となるPM31が属するリソースプール30を選択する。なお、以降の説明において、VM等の配置先となるPM31が属するリソースプール30に関する選択を、VIM23の選択と表記する。

[0076] さらに、VIM&PM選択部205は、選択したVIM23に対し、VM等の配置先となるPM31の選択を依頼する。具体的には、VIM&PM選択部205は、VIM23によるPM選択に必要な情報(後述するPM選択ポリシー、NFVリソース情報等)を、VIM23に提供しつつ、VM等の配置先となるPMの選択を依頼する。

[0077] 以上のように、VIM&PM選択部205は、選択ポリシー等に基づいてVM等の配置先となるVIMを選択する選択手段(VIM選択部251)と、選択ポリシー等をVIM23に提供することでVM等の配置先となるPMの選択をVIM23に依頼する依頼手段(PM選択依頼部252)と、を含むことになる。なお、VIM&PM選択部205は、VNF等の配置先を選択する際、構成情報や選択ポリシーだけではなく、必要に応じて、NFVリソース情報やVNFインスタンス情報を参照する。

[0078] 次に、NFVO21に含まれる各種データベースについて説明する。

[0079] [構成情報データベース]

上述のように、構成情報データベース211は、NFVが適用されたネットワークに関する構成情報を記憶する手段である。図6は、構成情報データベース211の一例を示す図である。図6を参照すると、構成情報データベース211には、例えば、2種類の情報が記憶される。

[0080] 第1の情報は、VIM配下のPMとPNF(Physical Network Function)

間の接続構成に関する情報である。例えば、図6（a）の1段目は、VIM-1配下のPMには、PNF-1が接続されていることを示している。従って、例えば、VNF-1をPNF-1に接続するという設定を実現する際、図6（a）の情報を参照すれば、PNF-1はVIM-1配下のPMと接続されていることが認識されるので、VNF-1の配置先候補としてVIM-1が選択可能であることが分る。

[0081] 第2の情報は、VIM配下のPM間の接続構成に関する情報である。例えば、図6（b）の1段目は、VIM-1配下のPMとVIM-2配下のPMが接続されていることを示している。例えば、VNF-3の配置先としてVIM-2配下のPMに接続されたVIMにするという設定を実現する際、図6（b）を参照することで、VIM-2配下のPMに接続されているPMを含むVIMは、VIM-1及びVIM-3であると認識されるため、VIM-1及びVIM-3が、VNF-3の配置先候補となる。

[0082] なお、図6では、配置先が決定されるネットワークの構成要素としてVNFを例示したが、他の要素（例えば、VNFc、VDU等）に関する構成情報が構成情報データベース211に登録されていてもよい。

[0083] [第1選択ポリシデータベース]

第1選択ポリシデータベース212は、第1選択ポリシを記憶する。サービス管理者が設定する第1選択ポリシは、サービス管理者がどのような項目を重視（優先）して、VM等の配置先を選択したいかによって、種々の内容が考えられる。具体的には、配置先のリソースを優先するポリシ（リソース優先選択ポリシ）、各PMにて確保できるネットワーク帯域を優先するポリシ（ネットワーク帯域優先選択ポリシ）、構成要素の依存関係を優先するポリシ（依存関係優先選択ポリシ）、同一のVIMに配置されることを優先するポリシ（VIM一致優先選択ポリシ）等が挙げられる。

[0084] 図7は、第1選択ポリシデータベース212の一例を示す図である。図7に示す第1選択ポリシは、リソース優先選択ポリシの一例である。図7を参照すると、第1選択ポリシとして、VM等の配置先としてのVIMを選択す

る際のポリシー（VIM選択ポリシー）と、VM等の配置先としてのPMを選択する際のポリシー（PM選択ポリシー）と、が含まれる。例えば、図7の1段目は、NS-1の配置先となるVIMを選択する際には、VIMに構築されているVM数を優先（構築されているVMが少ないVIMを優先）することを示す。また、同図の1段目は、NS-1の配置先となるPMを選択する際には、PM31に構築されているVM数を優先することを示す。なお、第1選択ポリシーには、VIM選択ポリシーとPM選択ポリシーの両方を登録しても良いし、いずれか一方だけを登録してもよい（図7の2段目、4段目等参照）。

[0085] 図8は、第1選択ポリシーデータベース212の一例を示す図である。図8に示す第1選択ポリシーは、ネットワーク帯域優先選択ポリシーの一例である。図8を参照すると、PM選択ポリシーとして、VDUやVNFの配置先となるPMを選択する際にネットワーク帯域を優先することが示されている。例えば、図8の1段目には、VDU-1を配置する際には、ネットワーク帯域として1Gbps以上の空きがあるPMが選択されることが示されている。

[0086] 図9は、第1選択ポリシーデータベース212の一例を示す図である。図9に示す第1選択ポリシーは、依存関係優先選択ポリシーの一例である。依存関係優先選択ポリシーは、他の構成要素が配置されている場所に依じて、配置先を決定するポリシーである。即ち、他の構成要素の配置先に依存して、VM等の配置先を決定するためのポリシーが依存関係優先選択ポリシーである。例えば、図9の1段目、2段目を参照すると、VNF-1及びVNF-2のVIM選択ポリシーには、配置先VIMのIDとして、VIM__ID1が設定されている。当該設定は、同じIDを持つVIMには、VNFを配置しないように解釈される。即ち、VNF-2が既にVIM-1に配置されていれば、VNF-1の配置先はVIM-1とは異なるVIMが候補となる。このように、VNF-1の配置先は、VNF-2の配置場所に依存して選択される。また、依存関係優先選択ポリシーは、PMの配置先を選択する際にも適用できる。例えば、図9の5段目、7段目を参照すると、VNF-1とVNF-3のPM__IDが一致するため、VNF-1とVNF-3は同じPM31に配置され

ないことが示されている。あるいは、PM選択ポリシーにゾーンのID (Zone__ID) を設定することで、同じゾーンに属するPMを配置先としないことが設定できる。図9の9段目、11段目を参照すると、VNF-1とVNF-3は同じゾーンに属するPMには配置されない。あるいは、PM選択ポリシーに、PMやゾーンの優先度を設定することで、可能な限り同じPMやゾーンをVM等の配置先として選択することができる。例えば、図9の13段目～15段目を参照すると、VDU-2とVDU-3には同じZone__IDが設定されているため、これらは同じゾーンに属するPMに優先的に配置されることになる。

[0087] 図10は、第1選択ポリシーデータベース212の一例を示す図である。図10に示す第1選択ポリシーは、VIM一致優先選択ポリシーの一例である。VIM一致優先選択ポリシーは、既に存在しているVM等と同じVIMを、優先的に配置先として選択するポリシーである。例えば、VNFのヒーリング時において、ヒーリング対象のVMが構築されていたPMが属するVIMを優先的に選択する場合や、VNFのスケーリング時において、現VNFを構成するVMが構築されているPMが属するVIMを優先的に選択する場合に、VIM一致優先選択ポリシーが設定される。例えば、図10の1段目、2段目を参照すると、NS-1とNS-2のVIM選択ポリシーには、「同一VIM」が設定されている。従って、NS-1及びNS-2は、同一のVIMに優先的に配置される。あるいは、VIM選択ポリシーとPM選択ポリシーを組み合わせることで、同一のVIMに優先的に配置しつつ、異なるPMを配置先とすることもできる。例えば、図10の4段目、5段目を参照すると、VNF-1及びVNF-2のVIM選択ポリシーには、「同一VIM」が設定され、PM選択ポリシーには「異なるPM」が設定されている。この場合、VNF-1とVNF-2は同じVIMが配置先として選択されるが、PMに関しては、異なるPMが配置先として選択される。なお、PM選択ポリシーに「同じPM」が設定されれば、同一のVIM、同一のPMがそれぞれ配置先として優先的に選択されることになる。

[0088] 上記4つの第1選択ポリシーは例示であって、サービス管理者等が入力するポリシーを限定する趣旨ではない。第1選択ポリシーは、仮想化制御装置（MANO）20がVM等の配置先（VIM、PM、PM群）を選択する際、ユーザ（例えば、サービス管理者）が重視する（優先する）事項が反映されたものであれば、どのようなものであってもよい。なお、図7～図10には、サービス管理者が設定するポリシーとして、VIM選択ポリシーとPM選択ポリシーの2つを例示したが、いずれか1つの選択ポリシーが第1選択ポリシーとして設定されてもよい。また、理解の容易のため、以降の説明では、上記4つの第1選択ポリシーのうち1つの選択ポリシーが、第1選択ポリシーデータベース212に登録されているものとして説明するが、第1選択ポリシーの内容を限定する趣旨では無い。第1選択ポリシーは、実現可能な範囲において、複数の選択ポリシーの組み合わせであってもよい。例えば、VIM一致優先選択ポリシーと、ネットワーク帯域優先ポリシーと、を組み合わせ第1選択ポリシーとしてもよい。

[0089] [第2選択ポリシーデータベース]

第2選択ポリシーデータベース213は、第2選択ポリシーを記憶する。インフラ管理者が設定する第2選択ポリシーには、仮想化制御装置20によるVM等の配置先の選択に際し、インフラ管理者が重視する（優先する）項目が設定される。例えば、インフラ管理者は、同じVIMやPMにVM等を集中して配置する第2選択ポリシーを仮想化制御装置（MANO）20に設定することで、システムの電力削減を実現する。あるいは、インフラ管理者は、VM等を配置するVIMやPMを分散する第2選択ポリシーを仮想化制御装置20に設定することで、処理負荷の分散、均衡化を実現する。

[0090] 図11は、第2選択ポリシーデータベース213の一例を示す図である。第2選択ポリシーは、第1の選択ポリシーと同様に、VIM選択ポリシー（図11（a））とPM選択ポリシー（図11（b））とからなる。例えば、インフラ管理者は、VM等の配置先となるVIMを選択する際、同一のVIMに集中してVM等を配置するか、配置先のVIMを分散するか、といったポリシーを設

定する。図 1 1 (a) には、同一の V I M に V M 等が配置されるように V I M が選択されるポリシーが示されている。なお、V M 等の配置先となる V I M を分散させたいときは、図 1 1 (a) に示すポリシーに「分散」を設定する。また、図 1 1 (b) には、同一の V I M 内にて、V M 等を同じ P M に集中的に配置 (図 1 1 (b) の 1 段目) するか、V M 等を分散して配置 (同図の 2 段目) するかを定めるポリシーが示されている。

[0091] なお、図 1 1 には、インフラ管理者が設定するポリシーとして、V I M 選択ポリシーと P M 選択ポリシーの 2 つを例示したが、いずれか 1 つの選択ポリシーが第 2 選択ポリシーとして設定されてもよい。

[0092] なお、ユーザが仮想化制御装置 2 0 に設定できるポリシーとして、第 1 選択ポリシー、第 2 選択ポリシーを説明したが、ユーザが設定するポリシーの数を限定する趣旨ではない。第 1 及び第 2 選択ポリシーのいずれか一方の選択ポリシーが設定されてもよいし、3 以上の数の選択ポリシーが設定されてもよい。

[0093] N F V I リソースデータベース 2 1 4 は、上述のように、リソース管理部 2 0 4 が V I M 2 3 から取得した N F V I リソース情報を記憶する。N F V I リソースデータベース 2 1 4 が記憶する N F V I リソース情報は、V I M & P M 選択部 2 0 5 による配置先 (V I M、P M、P M 群) の選択時に参照される情報である。

[0094] V N F インスタンスデータベース 2 1 5 は、N F V I に構築される V N F のインスタンス情報を記憶する手段である。例えば、V N F インスタンス情報として、V M と収容先のリンク情報が、V N F インスタンスデータベース 2 1 5 に登録される。図 1 2 は、V N F インスタンスデータベース 2 1 5 の一例を示す図である。例えば、図 1 2 (a) を参照すると、V N F - 1 は、V I M - 1 に属する V D U - 1、V D U - 2 から構成されることが分る。あるいは、図 1 2 (b) を参照することで、V N F が配置されている P M を特定することができる。図 1 2 (b) の例では、V N F - 1 は P M - 1 に、V N F - 2 は P M - 2 にそれぞれ配置されていることが認識できる。つまり、V N F インスタンスデータベース 2 1 5 を参照することで、P M に関するリ

ンク情報が取得できる。VNFインスタンス情報は、主に、VIM一致優先選択ポリシーを用いてVM等の配置先（VIM、PM、PM群）を選択する際に参照される。例えば、図10の4段目、5段目を参照すると、VNF-1とVNF-2は同じVIMが配置先として選択されることが分る。VIM&PM選択部205は、VNFインスタンスデータベース215を参照することで、VNF-1の配置先を選択する際にはVNF-2が構築されているVIMを認識し、VNF-2の配置先を選択する際にはVNF-1が構築されているVIMを認識する。

[0095] 図13は、VIM23の内部構成の一例を示す図である。図13を参照すると、VIM23は、リソース収集部301と、PM選択部302と、PM31との通信を制御する通信制御部303と、を含んで構成される。

[0096] リソース収集部301は、NFVO21のリソース管理部204から各NFVIのリソース情報提供の要求を受けると、必要なリソース情報を収集する手段である。例えば、リソース収集部301は、PM31の仮想化レイヤ33と通信して、各PM31のハードウェアスペックを収集する。リソース収集部301が収集するPM31のハードウェアスペックは、例えば、CPUクロック数、物理コア数といったコンピューティングハードウェア、メモリ容量といったストレージハードウェア、物理NIC数といったネットワークハードウェアに関する情報が含まれる。あるいは、リソース収集部301は、NFVO21からの要求を受ける以前から必要なリソース情報を収集しておいてもよい。例えば、PMあたりの使用可能なネットワーク帯域に関する情報は予めシステム管理者等により入力された情報を用いてもよい。

[0097] PM選択部302は、NFVO21のVIM&PM選択部205から提供されるPM選択ポリシー及びNFVIリソース情報に基づいて、各VIMの支配下にあるPM31から、PM選択ポリシー及びNFVIリソース情報に適合するPMの予約を行う。PM選択部302は、NFVO21から提供されたPM選択ポリシー及びNFVIリソース情報に適合するPMの予約に成功した場合には、要求されたPMの予約が成功した旨をNFVO21のVIM&P

M選択部205に通知する。また、PM選択部302は、VIM&PM選択部205から、予約したPMを解除させる通知を受け付けた場合には、当該予約したPMの予約を解除する。

[0098] 次に、図14を参照しつつ、第1の実施形態に係るネットワークシステムの動作について説明する。図14は、第1の実施形態に係るネットワークシステムの動作の一例を示すシーケンス図である。

[0099] サービス管理者は、第1選択ポリシーを仮想化制御装置(MANO)20に設定する、又は既に設定されている第1選択ポリシーを変更する(ステップS101)。同様に、インフラ管理者は、第2選択ポリシーを仮想化制御装置20に設定する、又は既に設定されている第2選択ポリシーを変更する(ステップS101)。なお、サービス管理者等による選択ポリシーの設定、変更は、端末10を介してNFVO21に対して行われる。あるいは、OSSを用いて選択ポリシーの設定等が行われてもよい。

[0100] システム管理者は、構成情報を仮想化制御装置20に設定する、又は既に設定されている構成情報を変更する(ステップS102)。この場合にも、システム管理者による構成情報の設定、変更は、端末10を介してNFVO21に行われてもよいし、OSSを用いて設定等が行われてもよい。

[0101] 選択ポリシー(第1選択ポリシー、第2選択ポリシー)や構成情報の設定等は、ネットワークシステムの起動前に行われてもよいし、ネットワークが稼働中に行われてもよい。即ち、任意のタイミングにて選択ポリシー、構成情報は設定、変更可能である。

[0102] ネットワークが稼働中に、VNFのインスタンシエーション(Instantiation)、VNFのヒーリング(Healing)、VNFのスケーリング(Scaling)等の要求が発生する(ステップS103)。VNFM22は、当該要求の内容を確認(ステップS104)し、当該要求に応じた仮想リソースの割当要求をNFVO21に対して行う(ステップS105)。

[0103] 当該要求を受けたNFVO21は、構成情報と選択ポリシー(第1選択ポリシー、第2選択ポリシー)に基づき、VM等の配置先候補となるVIMを絞り込

む（ステップS106～S108）。

[0104] 具体的には、VIM&PM選択部205は、VNFD（VNF Descriptor）等の情報と、構成情報データベース211に登録された構成情報に基づき、VM等の配置先候補となるVIMを絞り込む（ステップS106）。例えば、VNF-1はPNF-1に接続されている必要があるとする。そこで、VNF-1のVIM配置先候補を選択する際には、VIM&PM選択部205は、図6（a）に示すVIM配下のPM-PNF接続構成を確認し、PNF-1が接続されているVIM-1をVIMの配置先候補の1つとして選択する。

[0105] また、VIM&PM選択部205は、NFVリソースデータベース214に登録されたNFVリソース情報と、第1選択ポリシーデータベース212に登録された第1選択ポリシー（VIM選択ポリシー）と、に基づいてVM等の配置先候補となるVIMを絞り込む（ステップS107）。例えば、図9の1段目を参照すると、VNF-1のVIM配置先候補を選択する際、VNF-1はVNF-2とは異なるVIMに配置される必要があるので、VIM&PM選択部205は、NFVリソース情報からVNF-2が配置されているVIMを特定し、当該特定したVIM以外のVIMをVNF-1の配置先候補として選択する。

[0106] さらに、VIM&PM選択部205は、NFVリソース情報と、第2選択ポリシーデータベース213に登録された第2選択ポリシー（VIM選択ポリシー）と、に基づいてVNF等の配置先候補となるVIMを絞り込む（ステップS108）。例えば、VIM&PM選択部205は、第2選択ポリシーデータベース213を参照し、当該データベースにVNF等を同一のVIMに集中して配置させるポリシーが設定されている（図11（a）参照）場合には、構成情報によるVIM配置先候補の絞り込み（ステップS106）と第1選択ポリシーによるVIM配置先候補の絞り込み（ステップS107）の結果残ったVIMの中から、可能な限りVNF等が集中するようにVIMの配置先候補を選択する。

- [0107] 図14を参照すると、NFVO21は、ステップS106～108のVIM配置先候補絞り込みの結果残ったVIMに対して、仮想リソースの予約要求を行う（ステップS109）。図14では、VIM23-1とVIM23-2が、上記絞り込みの結果残ったVIMの配置先候補として扱われている。なお、ステップS109では、VIM&PM選択部205は、VIMの配置先候補のVIMに対して、第1及び第2選択ポリシーのPM選択ポリシーと、当該PM選択ポリシーの適用に必要なNFVリソース情報を、仮想リソースの予約要求と共に渡す。
- [0108] 仮想リソース予約要求を受けたVIM（図14では、VIM23-1とVIM23-2）は、選択ポリシー（第1選択ポリシーのPM選択ポリシー、第2選択ポリシーのPM選択ポリシー）に基づき、VM等の配置先候補となるPM選択し、当該選択したPMのリソースを予約する（ステップS110、S111）。
- [0109] VIM23のPM選択部302は、NFVO21から提供される第1選択ポリシーのPM選択ポリシーと、NFVリソース情報と、に基づいて、VM等の配置先候補となるPMを選択する（ステップS110）。例えば、PM選択部302が、図9の5段目～7段目に示すPM選択ポリシーを取得し、VNF-1の配置先候補を選択する際には、VNF-3が構築されているPMとは異なるPMを選択し、VNF-1の配置先候補とする。
- [0110] VIM23のPM選択部302は、NFVO21から提供される第2選択ポリシーのPM選択ポリシーと、NFVリソース情報と、に基づいて、VM等の配置先候補となるPMを選択する（ステップS111）。例えば、PMの配置先候補を選択しようとするVIMがVIM-1として管理されていれば（図11（b）参照）、当該VIMは、上記ステップS110によるPMの配置先候補と適合し、且つ、1台のPMにVM等が集中するようにPMの配置先候補を選択する。その際、PM選択部302は、VM等の配置先として選択したPMの仮想リソースを予約する。
- [0111] NFVO21から仮想リソースの予約要求を受け付けたVIMは、仮想リ

ソースの予約要求に対する結果を応答する（ステップS 1 1 2）。具体的には、仮想リソースの予約要求に適合するリソースを有するPMの予約に成功したVIMのPM選択部302は、その旨（予約成功）をNFVO21に通知する。あるいは、適合するリソースを有するPMの予約に失敗したVIMのPM選択部302は、その旨（予約失敗）をNFVO21に通知する。

[0112] 次に、NFVO21は、仮想リソースの割当要求を行ったVNFM22に対して、当該割当要求に対する結果を応答する（ステップS 1 1 3）。具体的には、NFVO21は、要求された仮想リソースの割当（リソースの予約）が成功した場合には、仮想リソースの割当が可能なVIM及びPMに関する情報を伴った結果をVNFM22に対して応答する。あるいは、NFVO21は、要求された仮想リソースの割当に失敗した場合には、その旨をVNFM22に対して応答する。

[0113] また、仮想リソースの予約がなされたVIM、PMであって、実際にはVM等の配置先として選択されなかったVIM、PMは、リソースの予約が解除される（ステップS 1 1 4）。但し、仮想リソースを予約したVIMが存在しない場合等、ステップS 1 1 4に係るリソース予約の解除が不要の場合もある。

[0114] 図14に示すシーケンス図では、NFVO21は、VIM23に対して仮想リソース予約要求（ステップS 1 0 9）を行う前に、構成情報や選択ポリシーに基づいたVIMの絞り込み（ステップS 1 0 6～1 0 8）を行っている。しかし、図14及びその関連する説明は、これらの処理の実行順序を限定する趣旨ではない。例えば、NFVO21は、各VIM23に対して、PM選択ポリシーとPM選択に必要なNFVリソース情報を提供し、当該選択ポリシーに適合する仮想リソースの予約を要求し、その後、構成情報や選択ポリシーに基づくVIMの配置先を選択してもよい。

[0115] あるいは、第1選択ポリシーと第2選択ポリシーの内容が両立しない場合も考えられる。例えば、図14では、ステップS 1 0 7にて第1選択ポリシーによるVIMの絞り込みを行い、その後、第2選択ポリシーによるVIMの絞り込

みを行っているが、第1選択ポリシーを満たすVIMでは、第2選択ポリシーを満たすことができない場合もあり得る。このような場合には、NFVO21は、第1選択ポリシーによるVIM絞り込み結果を用いて、VIM23に対して仮想リソースの予約要求を行えばよい。同様のことは、VIM23におけるPM選択（PMの絞り込み）にも当てはまる。具体的には、ステップS110のPM選択は行えても、ステップS111のPM選択は不可能である場合もある。このような場合には、VIM23は、第1選択ポリシーによるPMの絞り込み結果を用いて、仮想リソースの予約を行えばよい。

[0116] また、図14では、第1選択ポリシーによる配置先（VIM、PM、PM群等）の選択（ステップS107、S110）の後に、第2選択ポリシーによる配置先の選択（ステップS108、S111）を行うシーケンスを示しているが、配置先の選択に用いる順序は逆であってもよい。つまり、第2選択ポリシーによる配置先の選択の後、第1選択ポリシーによる配置先の選択を行ってもよい。即ち、図14に示すシーケンス図では、複数の工程（処理）が順番に記載されているが、各実施形態で実行される工程の実行順序は、その記載の順番に制限されない。各実施形態では、例えば各処理を並行して実行する等、図示される工程の順番を内容的に支障のない範囲で変更することができる。

[0117] 次に、第1の実施形態に係るVIM、PMの配置先選択の適用例を具体的に説明する。

[0118] [適用例1]

図15は、第1の適用例を説明するための図である。図15を参照すると、TOR（Top Of Rack）スイッチ50-1にPM51-1～51-4が収容されている。また、TORスイッチ50-2にPM51-5～51-8が収容されている。また、PM51-1～51-8は、4つのグループ（Group；あるいは、ゾーン）に振り分けられている。具体的には、グループAには、電源系統Aから電源供給を受けるPM51-1、51-2、51-5、51-6が含まれる。グループBには、電源系統Bから電源供給を受けるPM5

1-3、51-4、51-7、51-8が含まれる。グループCには、T o Rスイッチ50-1に收容されているPM51-1~51-4が含まれる。グループDには、T o Rスイッチ50-2に收容されているPM51-5~51-8が含まれる。

[0119] 図15に示すネットワーク構成において、サービス管理者は、「(1) 同一クラスタ(ACT/SBY)のVMは、異なるPM且つ別電源系統に分散配置する」、「(2) ネットワーク帯域を考慮し、可能な限りT o Rスイッチを跨がないようにVMを配置する」という第1選択ポリシーを設定したとする。その結果、(1)により、例えば、ACT系(現用系)のVMの配置先としてグループAが、SBY(待機系)のVMの配置先としてグループBが、それぞれ選択される。さらに、(2)の条件により、優先度に従って、グループCが選択される。

[0120] また、図15に示すネットワーク構成において、インフラ管理者は、「配置先となるPMを出来るだけ分散させたい」という第2選択ポリシーを設定したとする。例えば、図15の例では、第2選択ポリシーに従うことで、配置先のPMが出来るだけ分散するよう、未だVMが配置されていない(あるいはVMの配置が少ない)PM51-2、PM51-4が選択される。

[0121] [適用例2]

図16は、第2の適用例を説明するための図である。図16を参照すると、T o Rスイッチ60-1にPM61-1~61-5が收容され、T o Rスイッチ60-2にPM61-6~61-10が收容されている。T o Rスイッチ60-1及び60-2は、AR(Access Router)62に接続されている。また、PM61あたりのネットワーク帯域量の最大値は10Gbpsとする(例えば、VNFDに必要なネットワーク帯域量が設定されている)。なお、図16に示すPM61-1~61-10は、2つのPMGに振り分けられており、T o Rスイッチ60-1に收容されたグループAに高い優先度が与えられている。

[0122] 図16に示すネットワーク構成において、サービス管理者は、「ユーザの

指定したネットワーク帯域量を確保するようにPMを選択し、且つ、同一のT o Rスイッチに收容されたPMに優先配置する」という第1選択ポリシーを設定したとする。その結果、新たにVMが配置される場合には、優先度の高いグループAに收容されたPM 61-1～61-5の中から、ネットワーク帯域量に余裕のあるPM 61-2が選択される。

[0123] 但し、サービス管理者が上記第1選択ポリシーを設定したとしても、その要求を満たせない場合も想定される。そこで、サービス管理者は、上記第1選択ポリシーの設定時に、「緊急時にはT o Rスイッチを跨いでPMを選択することもできる」という設定をしておく。その結果、仮に、優先度の高いグループAに收容されたPM 61-1～61-5の中に、配置しようとするVMが必要とするネットワーク帯域量を満たすPMが存在しない場合であっても、優先度の低いグループBに收容されたPM 61-6～61-10の中からVMの配置先が選択される。

[0124] 図17は、非特許文献1の第115頁のFigure B. 10を引用した図である。また、図18は、非特許文献1の第115頁のFigure B. 11を引用した図である。図17には、EM (Element Management) によるVNFインスタンスエーションが開示され、図18には、NFVOによるVNFインスタンスエーションのフローが開示されている。

[0125] 図17を参照すると、VNFM (VNF Manager) から、新たなVNFのインスタンスエーションの要求を受けたNFVO (NFV Orchestrator) は、利用可能な空きリソースをチェック (3. Check free resources are available) し、VIMに対してリソースの予約ができる (optionally reserve towards VIM) と記載されている。同様に、図18を参照すると、新たなVNFのインスタンスエーションの要求を受けたNFVO (NFV Orchestrator) は、利用可能な空きリソースをチェック (4. Check free resources are available) し、VIMに対してリソースの予約ができる (optionally reserve towards VIM) と記載されている。つまり、NFV-MANOの標準仕様に関する非特許文献1には、VNFの配置先を選択する際に空きリソースを確認すること

が記載されるだけであり、VNFの配置先をどのように選択するかに関する言及がない。そのため、VM等の配置先（VIM、PM、PM群等）は空きリソースに関する情報だけで決定され、場合によっては、問題が生じることがある。

[0126] 例えば、冗長構成を採用するVM同士は、異なるPMに配置することが望まれる。しかし、同じPMが選択され、サーバの故障時に現用系、待機系のいずれもが機能しないという事態が想定される。あるいは、冗長構成を採用するVM同士は、別系統の電源から電源供給を受けることが望まれる。しかし、同じ電源系統に現用系、待機系いずれのVMも配置され、電源が故障した際に現用系、待機系のいずれもが機能しないという事態が想定される。あるいは、通信量の多いVM同士は同じPMに配置することが望まれるが、両者が異なるPMに配置されると、パフォーマンスが低下する可能性がある。あるいは、通信量が多いVM同士は同じTORスイッチに収容することが望まれるが、TORスイッチを跨いでVMが配置され、スイッチ輻輳やパフォーマンスが低下する可能性がある。

[0127] 対して、第1の実施形態に係るネットワークシステムでは、種々のユーザ（システム管理者、サービス管理者、インフラ管理者等）が、それぞれの立場から優先したい事項（例えば、VNV間の依存関係やVM等のパフォーマンス）を、構成情報や選択ポリシーに反映することができる。即ち、第1の実施形態に係るネットワークシステムは、VM等の配置先（VIM、PM、PM群）を選択する際のポリシーをユーザが柔軟に設定可能なシステム環境を提供できる。

[0128] 上記の実施形態の一部又は全部は、以下のようにも記載され得るが、以下には限られない。

[0129] [形態1]

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仮想されたネットワーク機能（Virtual Network Function: VNF）の実行基盤を提供するNFVI（Network Function Virtualization Infrastructure）上にて、ネット

ワークサービスを実現するNFVO (NFV-Orchestrator) と、

前記NFVIのリソース管理と制御を行うVIM (Virtualized Infrastructure Manager) と、

を備え、

少なくとも前記NFVO及びVIMのいずれか一方は、仮想ネットワークの構成要素の配置先に関する選択情報に基づいて、前記構成要素の配置先を選択する、仮想化制御装置。

[形態2]

前記構成要素の配置先には、物理マシンの属するリソースプール、物理マシン及び複数の物理マシンからなる物理マシン群のうち少なくとも1つが含まれる形態1の仮想化制御装置。

[形態3]

前記選択情報には、前記構成要素の接続先に関する構成情報が含まれる、形態1又は2の仮想化制御装置。

[形態4]

前記選択情報には、

前記構成要素の配置先となるリソースプールの選択に関する第1のVIM選択ポリシーと、前記構成要素の配置先となる物理マシンの選択に関する第1のPM選択ポリシーと、からなる第1選択ポリシーが含まれる、形態2又は3の仮想化制御装置。

[形態5]

前記選択情報には、

前記構成要素が分散するようにリソースプールを選択するか又は前記構成要素が集中するようにリソースプールを選択するか、を定める第2のVIM選択ポリシーと、前記構成要素が分散するように物理マシンを選択するか又は前記構成要素が集中するように物理マシンを選択するか、を定める第2のPM選択ポリシーと、からなる第2選択ポリシーが、含まれる、形態2乃至4のいずれかーに記載の仮想化制御装置。

〔形態 6〕

前記 NFVO は、前記第 1 及び／又は第 2 の VIM 選択ポリシーに基づいて、前記構成要素の配置先となるリソースプールを選択し、

前記 VIM は、前記第 1 及び／又は第 2 の PM 選択ポリシーに基づいて、前記構成要素の配置先となる物理マシンを選択する、形態 5 の仮想化制御装置。

〔形態 7〕

前記 NFVO は、前記第 1 及び／又は第 2 の PM 選択ポリシーを前記 VIM に提供すると共に、前記 VIM に対して、前記構成要素の配置先となる物理マシンの選択を依頼する、形態 6 の仮想化制御装置。

〔形態 8〕

前記 VIM は、前記 NFVO からの依頼に応じて、前記第 1 及び／又は第 2 の PM 選択ポリシーに適合する物理マシンのリソースを予約する、形態 7 の仮想化制御装置。

〔形態 9〕

前記 NFVO は、複数の前記 VIM に対して、前記構成要素の配置先となる物理マシンの選択を依頼し、前記複数の VIM から物理マシンのリソース予約が成功した旨の通知を受けた場合には、前記リソースの予約が成功した複数の VIM から 1 つを選択し、前記選択した VIM 以外の VIM が予約したリソースの解除を行う、形態 8 の仮想化制御装置。

〔形態 10〕

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仮想されたネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) の実行基盤を提供する NFVI (Network Function Virtualization Infrastructure) 上にて、ネットワークサービスが実現される仮想ネットワークの構成要素の配置先に関する選択情報を参照するステップと、

前記選択情報に基づいて、前記構成要素の配置先を選択するステップと、を含む、配置先選択方法。

[形態 11]

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仮想されたネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) の実行基盤を提供する NFVI (Network Function Virtualization Infrastructure) 上にて、ネットワークサービスを実現する NFVO (NFV-Orchestrator) と、

前記 NFVI のリソース管理と制御を行う VIM (Virtualized Infrastructure Manager) と、

を備える仮想化制御装置を制御するコンピュータに実行させるプログラムであって、

仮想ネットワークの構成要素の配置先に関する選択情報を参照する処理と、

前記選択情報に基づいて、前記構成要素の配置先を選択する処理と、
を前記コンピュータに実行させるプログラム。

なお、形態 10 及び形態 11 は、形態 1 と同様に、形態 2 ～形態 9 に展開することが可能である。

[0130] なお、上記非特許文献の開示を、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。特に、本書に記載した数値範囲については、当該範囲内に含まれる任意の数値ないし小範囲が、別段の記載のない場合でも具体的に記載されているものと解釈されるべきである。

符号の説明

[0131] 10 端末

20、100 仮想化制御装置 (MANO)

21、101 NFVO

22 VNFM

23、23-1～23-3、102 VIM

30、30-1～30-3 リソースプール

31、31-1～31-n、51-1～51-8、61-1～61-10

PM (Physical Machine ; 物理マシン)

32 ハードウェア資源

33 仮想化レイヤ

34 仮想ハードウェア資源

35 VM (Virtual Machine ; 仮想マシン)

36 Guest OS

50-1、50-2、60-1、60-2 TORスイッチ

62 AR (Access Router)

201 構成情報登録部

202 第1選択ポリシー登録部

203 第2選択ポリシー登録部

204 リソース管理部

205 VIM & PM選択部

211 構成情報データベース (DB)

212 第1選択ポリシーデータベース

213 第2選択ポリシーデータベース

214 NFVIリソースデータベース

215 VNFインスタンスデータベース

221、303 通信制御部

251 VM選択部

252 PM選択依頼部

301 リソース収集部

302 PM選択部

請求の範囲

- [請求項1] 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仮想されたネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) の実行基盤を提供するNFVI (Network Function Virtualization Infrastructure) 上にて、ネットワークサービスを実現するNFVO (NFV-Orchestrator) と、
- 前記NFVIのリソース管理と制御を行うVIM (Virtualized Infrastructure Manager) と、
- を備え、
- 少なくとも前記NFVO及びVIMのいずれか一方は、仮想ネットワークの構成要素の配置先に関する選択情報に基づいて、前記構成要素の配置先を選択する、仮想化制御装置。
- [請求項2] 前記構成要素の配置先には、物理マシンの属するリソースプール、物理マシン及び複数の物理マシンからなる物理マシン群のうち少なくとも1つが含まれる請求項1の仮想化制御装置。
- [請求項3] 前記選択情報には、前記構成要素の接続先に関する構成情報が含まれる、請求項1又は2の仮想化制御装置。
- [請求項4] 前記選択情報には、
- 前記構成要素の配置先となるリソースプールの選択に関する第1のVIM選択ポリシーと、前記構成要素の配置先となる物理マシンの選択に関する第1のPM選択ポリシーと、からなる第1選択ポリシーが含まれる、請求項2又は3の仮想化制御装置。
- [請求項5] 前記選択情報には、
- 前記構成要素が分散するようにリソースプールを選択するか又は前記構成要素が集中するようにリソースプールを選択するか、を定める第2のVIM選択ポリシーと、前記構成要素が分散するように物理マシンを選択するか又は前記構成要素が集中するように物理マシンを選択するか、を定める第2のPM選択ポリシーと、からなる第2選択ポリシー

が、含まれる、請求項2乃至4のいずれか一項に記載の仮想化制御装置。

[請求項6] 前記NFVOは、前記第1及び／又は第2のVIM選択ポリシーに基づいて、前記構成要素の配置先となるリソースプールを選択し、

前記VIMは、前記第1及び／又は第2のPM選択ポリシーに基づいて、前記構成要素の配置先となる物理マシンを選択する、請求項5の仮想化制御装置。

[請求項7] 前記NFVOは、前記第1及び／又は第2のPM選択ポリシーを前記VIMに提供すると共に、前記VIMに対して、前記構成要素の配置先となる物理マシンの選択を依頼する、請求項6の仮想化制御装置。

[請求項8] 前記VIMは、前記NFVOからの依頼に応じて、前記第1及び／又は第2のPM選択ポリシーに適合する物理マシンのリソースを予約する、請求項7の仮想化制御装置。

[請求項9] 前記NFVOは、複数の前記VIMに対して、前記構成要素の配置先となる物理マシンの選択を依頼し、前記複数のVIMから物理マシンのリソース予約が成功した旨の通知を受けた場合には、前記リソースの予約が成功した複数のVIMから1つを選択し、前記選択したVIM以外のVIMが予約したリソースの解除を行う、請求項8の仮想化制御装置。

[請求項10] 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仮想されたネットワーク機能（Virtual Network Function: VNF）の実行基盤を提供するNFVI（Network Function Virtualization Infrastructure）上にて、ネットワークサービスが実現される仮想ネットワークの構成要素の配置先に関する選択情報を参照するステップと、

前記選択情報に基づいて、前記構成要素の配置先を選択するステップと、

を含む、配置先選択方法。

[請求項11] 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仮想された

ネットワーク機能 (Virtual Network Function: VNF) の実行基盤を提供する NFVI (Network Function Virtualization Infrastructure) 上にて、ネットワークサービスを実現する NFVO (NFV-Orchestrator) と、

前記 NFVI のリソース管理と制御を行う VIM (Virtualized Infrastructure Manager) と、

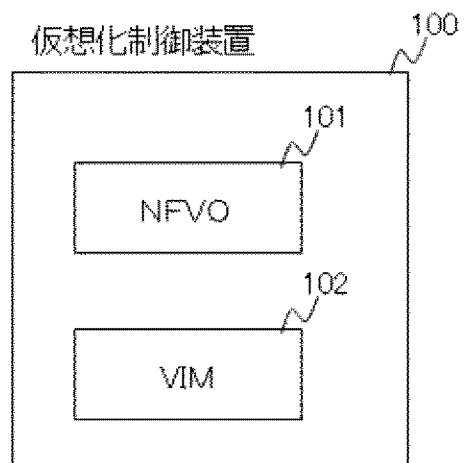
を備える仮想化制御装置を制御するコンピュータに実行させるプログラムであって、

仮想ネットワークの構成要素の配置先に関する選択情報を参照する処理と、

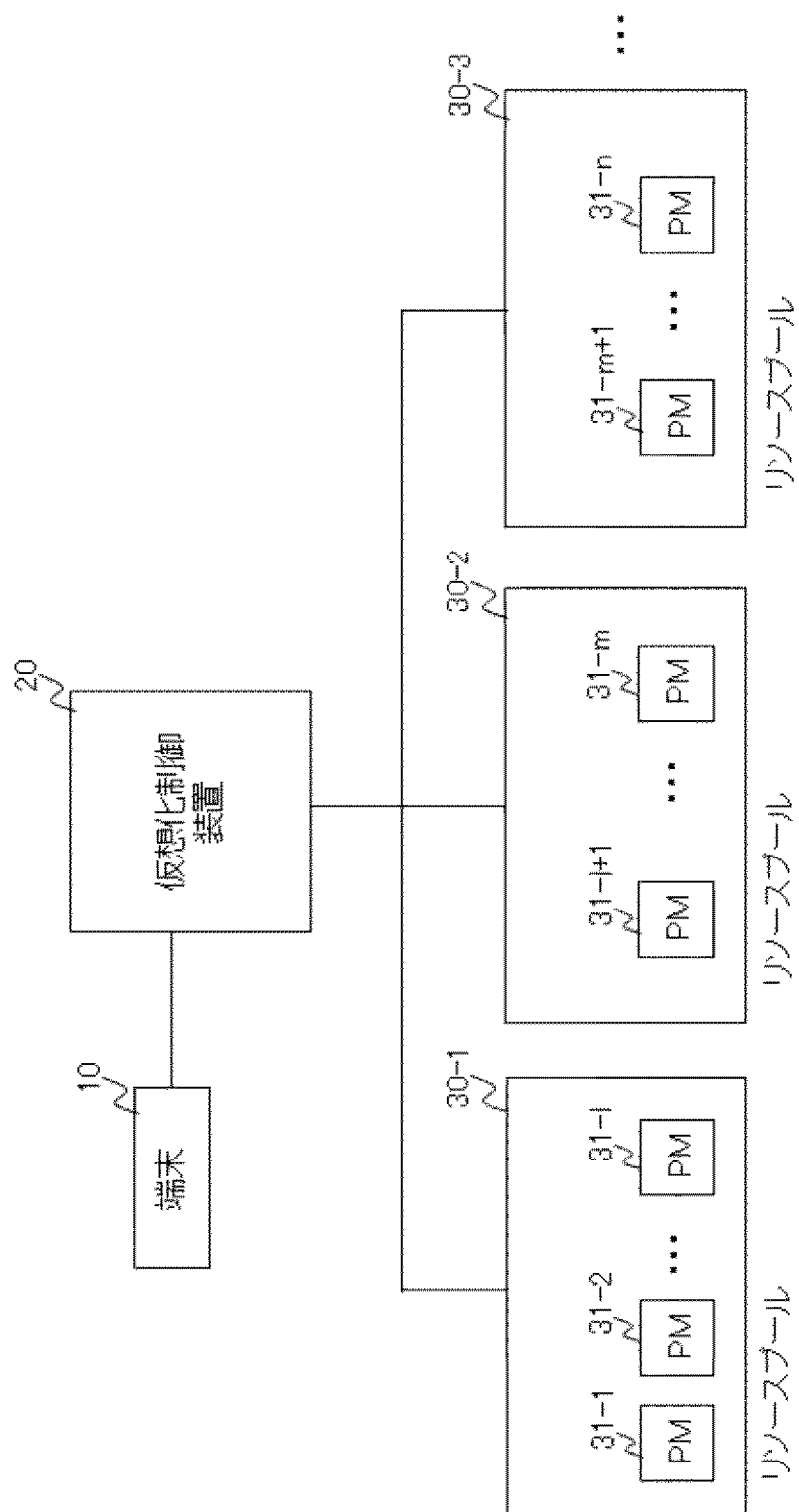
前記選択情報に基づいて、前記構成要素の配置先を選択する処理と、

を前記コンピュータに実行させるプログラム。

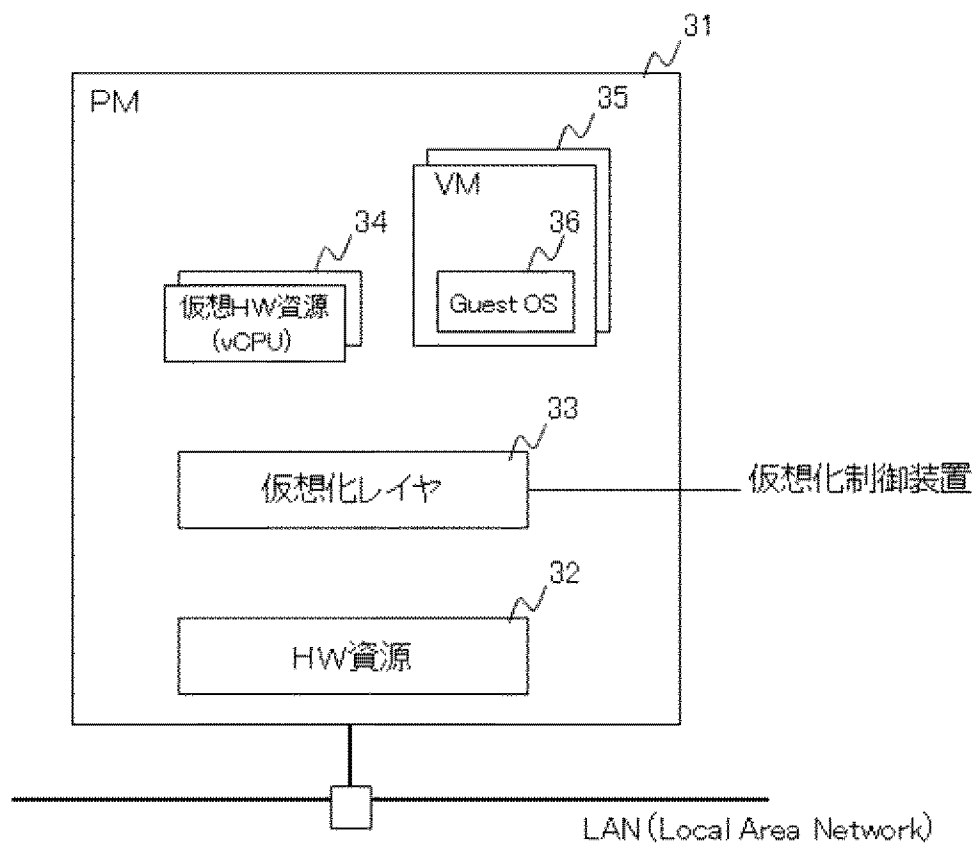
[図1]



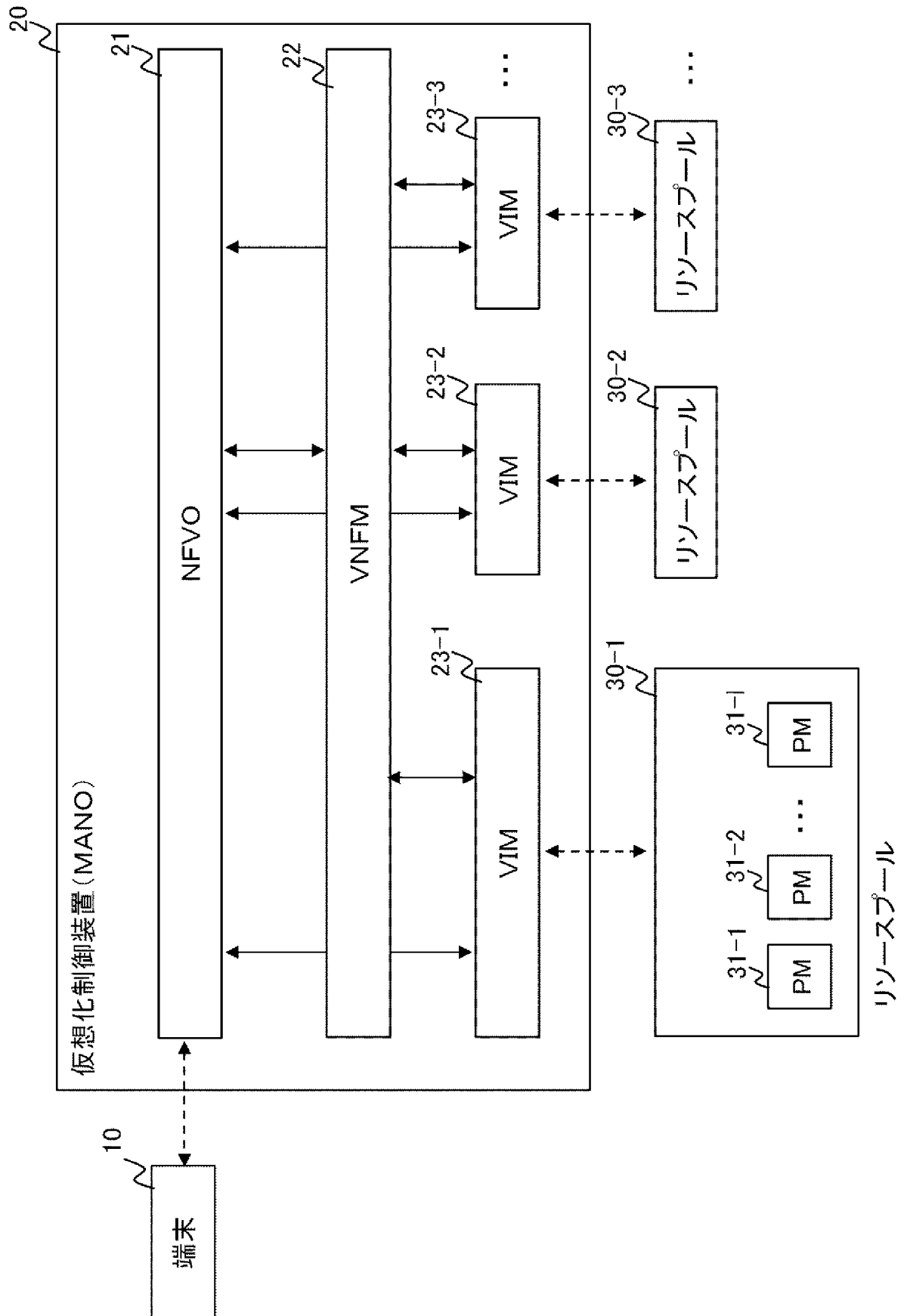
[図2]



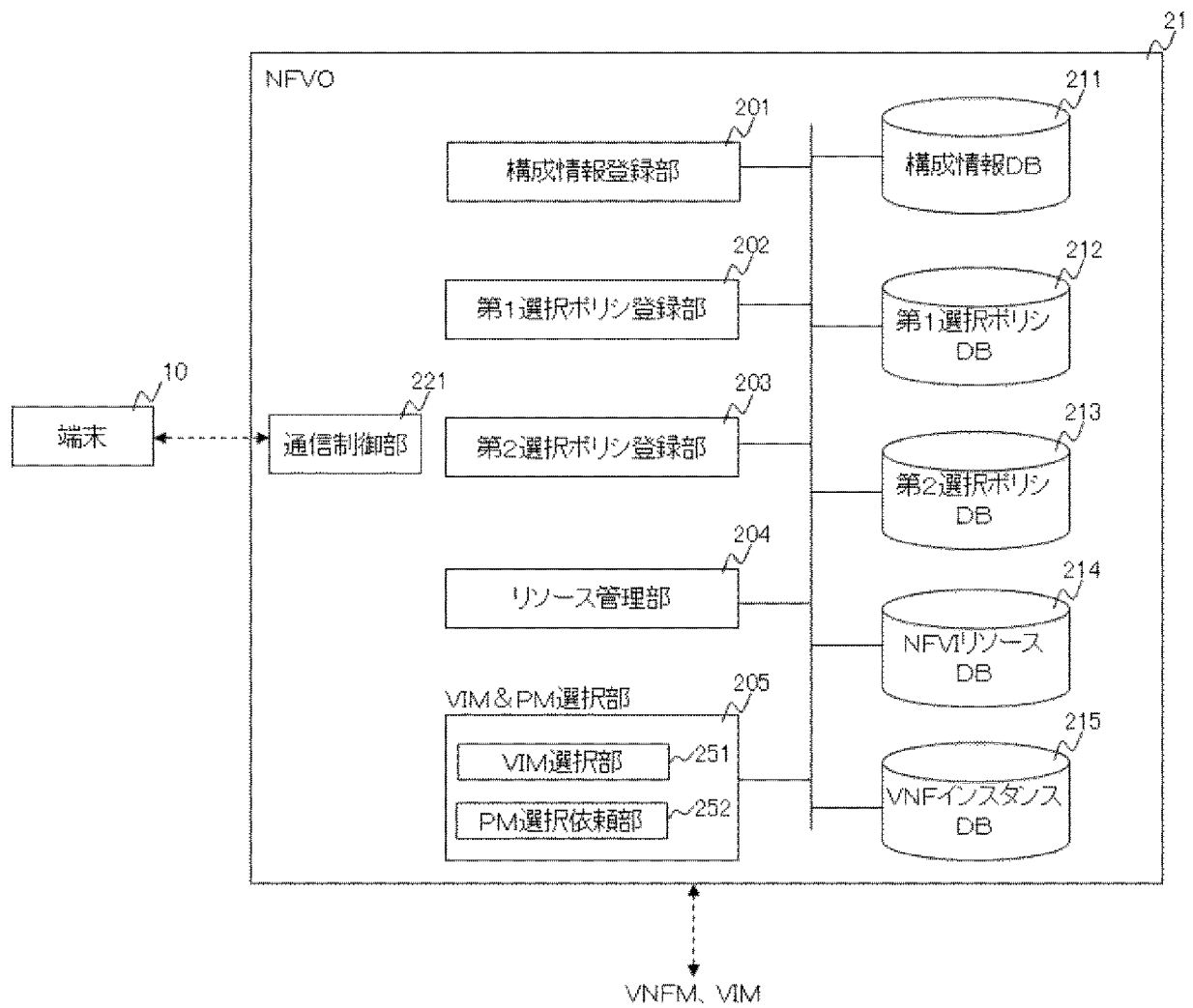
[図3]



[図4]



[図5]



[図6]

VIM配下のPM-PNF接続構成

(a)

VIM	PNF
VIM-1	PNF-1
VIM-1	PNF-2
⋮	⋮

VIM配下のPM-VIM配下のPM間接続構成

(b)

VIM	VIM
VIM-1	VIM-2
VIM-2	VIM-3
⋮	⋮

[図7]

第1選択ポリシー(リソース優先選択ポリシー)

対象	VIM選択ポリシー	PM選択ポリシー	←4段目
NS-1	VM数	VM数	
NS-2	VM数	—	
⋮	⋮	⋮	
VNF-A	—	CPU数	
VNF-B	—	VM数	
⋮	⋮	⋮	
VNFc-1	—	CPU数	
VNFc-2	—	VM数	
⋮	⋮	⋮	

[図8]

第1選択ポリシー(ネットワーク帯域優先ポリシー)

対象	VIM選択ポリシー	PM選択ポリシー
VDU-1	—	1 Gbps
VDU-2	—	4 Gbps
⋮	⋮	⋮
VNF-1	—	2 Gbps
VNF-2	—	3 Gbps
⋮	⋮	⋮

[図9]

第1選択ポリシー(依存関係優先選択ポリシー)

対象	VIM選択ポリシー	PM選択ポリシー	
VNF-1	VIM_ID1	—	
VNF-2	VIM_ID1	—	
VNF-3	VIM_ID2	—	
⋮	⋮	⋮	
VNF-1	—	PM_ID1	←5段目
VNF-2	—	PM_ID2	
VNF-3	—	PM_ID1	
⋮	⋮	⋮	
VNF-1	—	Zone_ID1	←9段目
VNF-2	—	Zone_ID2	
VNF-3	—	Zone_ID1	
⋮	⋮	⋮	
VDU-1	—	Zone_ID1, ID2, ID3	←13段目
VDU-2	—	Zone_ID2, ID1, ID3	
VDU-3	—	Zone_ID2, ID1, ID3	
⋮	⋮	⋮	

[図10]

第1選択ポリシー(VIM一致優先選択ポリシー)

対象	VIM選択ポリシー	PM選択ポリシー	
NS-1	同一VIM	—	
NS-2		—	
⋮	⋮	⋮	
VNF-1	同一VIM	異なるPM	←4段目
VNF-2			
⋮	⋮	⋮	

[図11]

第2選択ポリシー(VIM選択ポリシー)

(a)

対象	ポリシー
VIM	集中

第2選択ポリシー(PM選択ポリシー)

(b)

対象	ポリシー
VIM-1のPM	集中
VIM-2のPM	分散
⋮	⋮

[図12]

VNFインスタンス情報

(a)

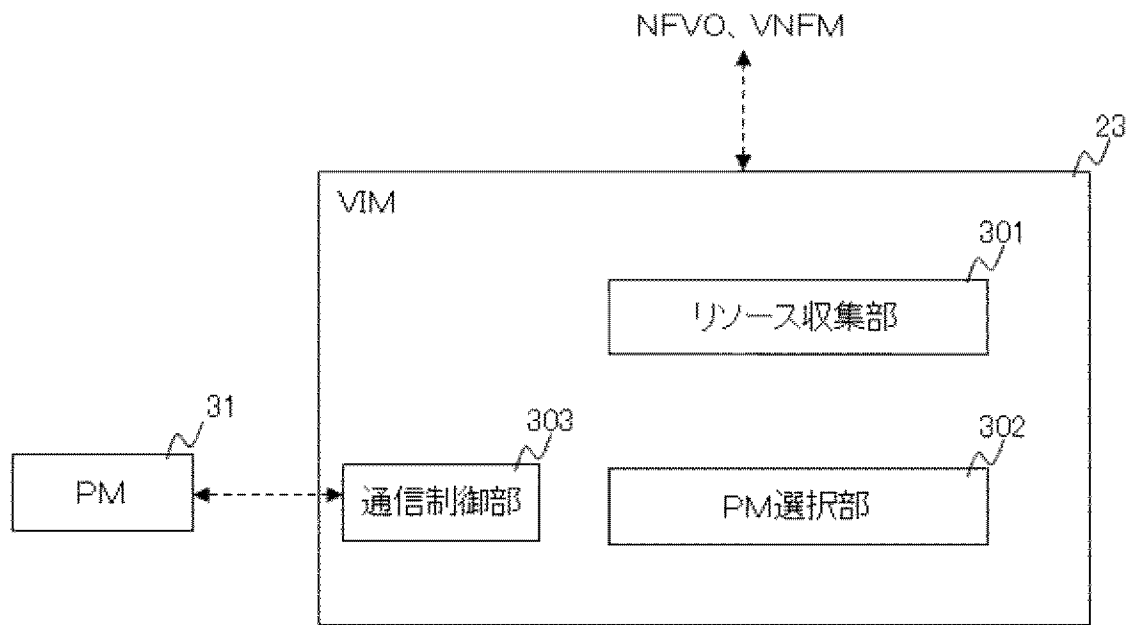
VNF名称	リンク情報
VNF-1	VDU-1、VIM-1
VNF-1	VDU-2、VIM-1
⋮	⋮

VNFインスタンス情報

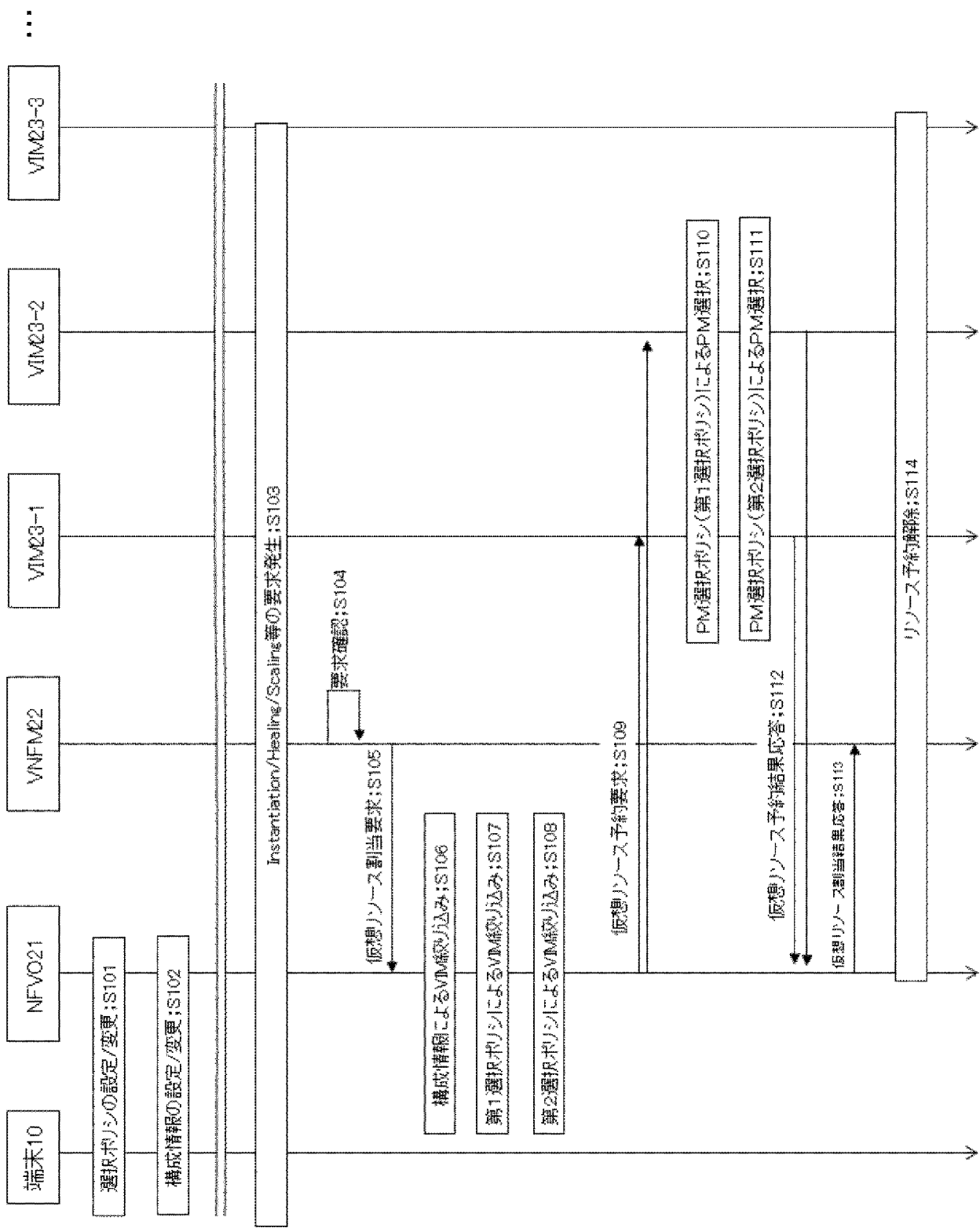
(b)

VNF名称	リンク情報
VNF-1	PM-1
VNF-2	PM-2
⋮	⋮

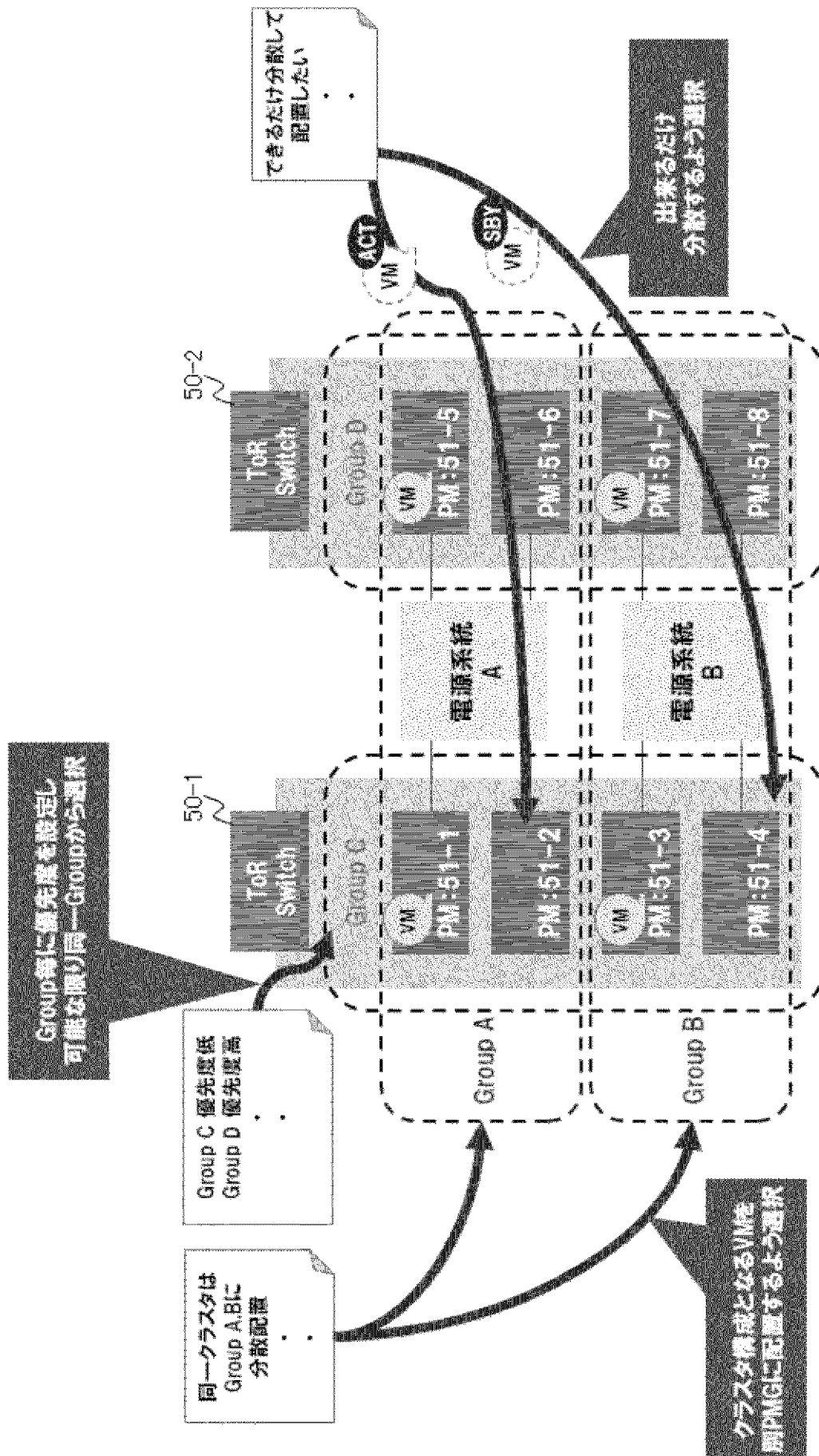
[図13]



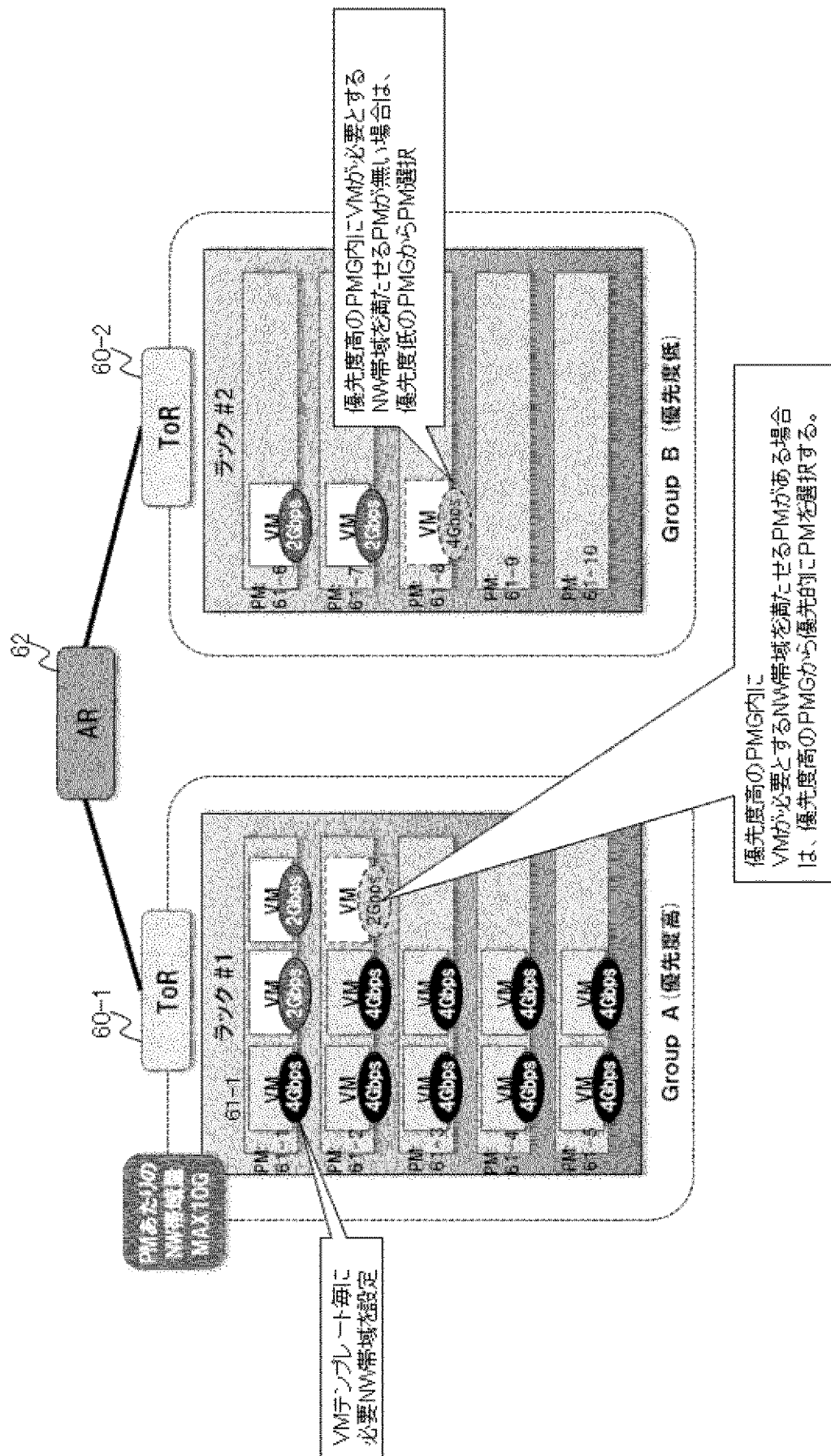
[図14]



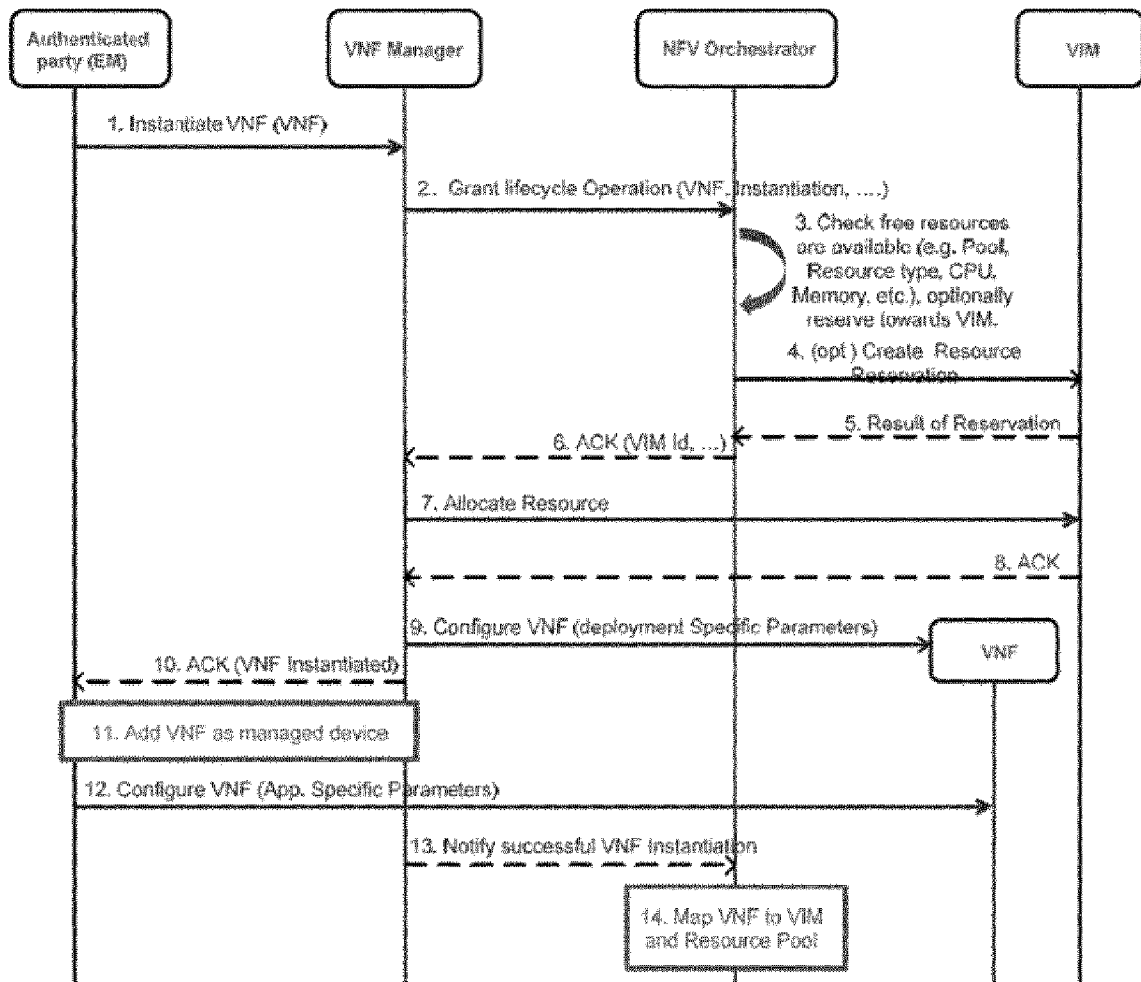
[図15]



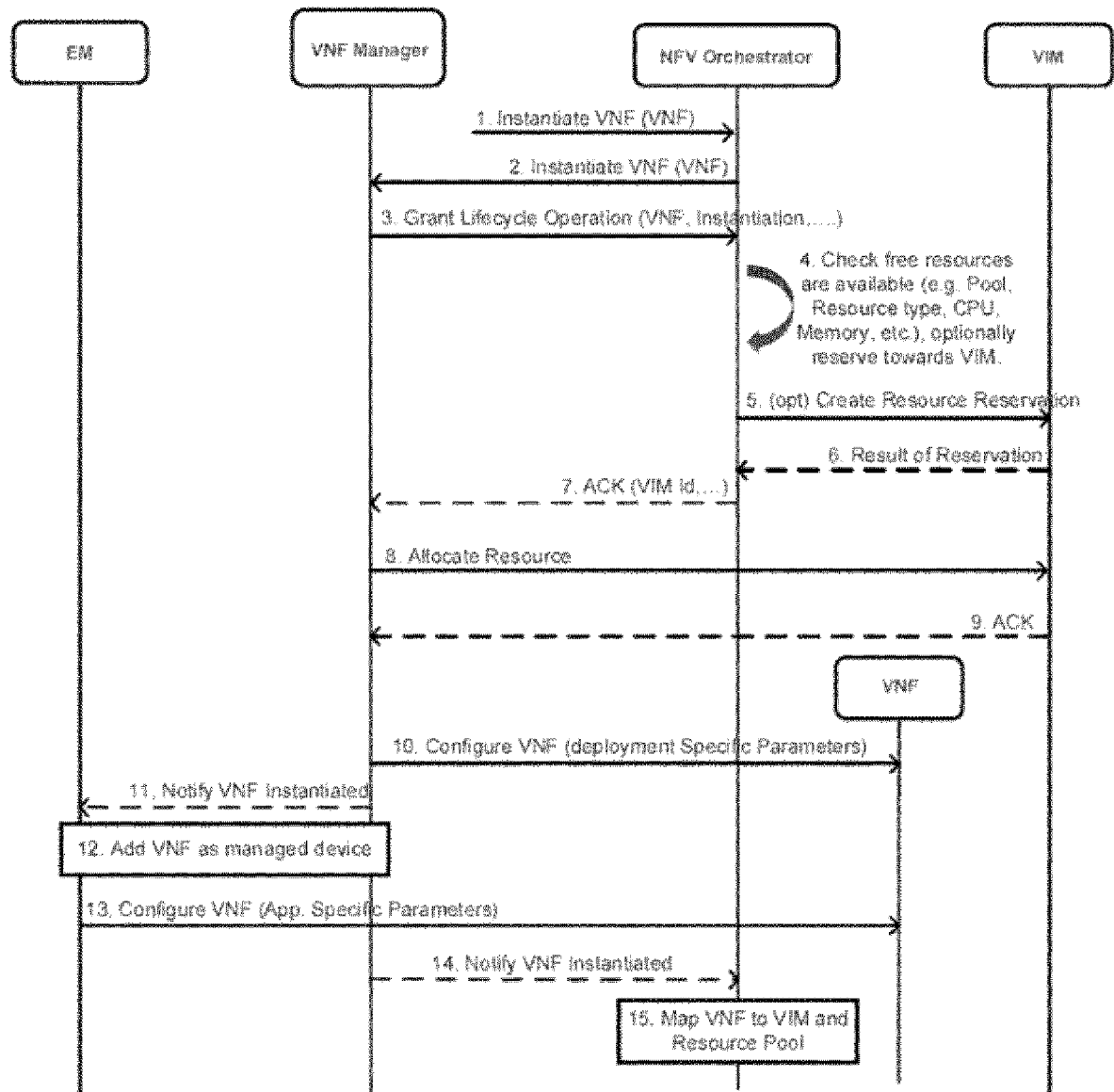
[図16]



[図17]



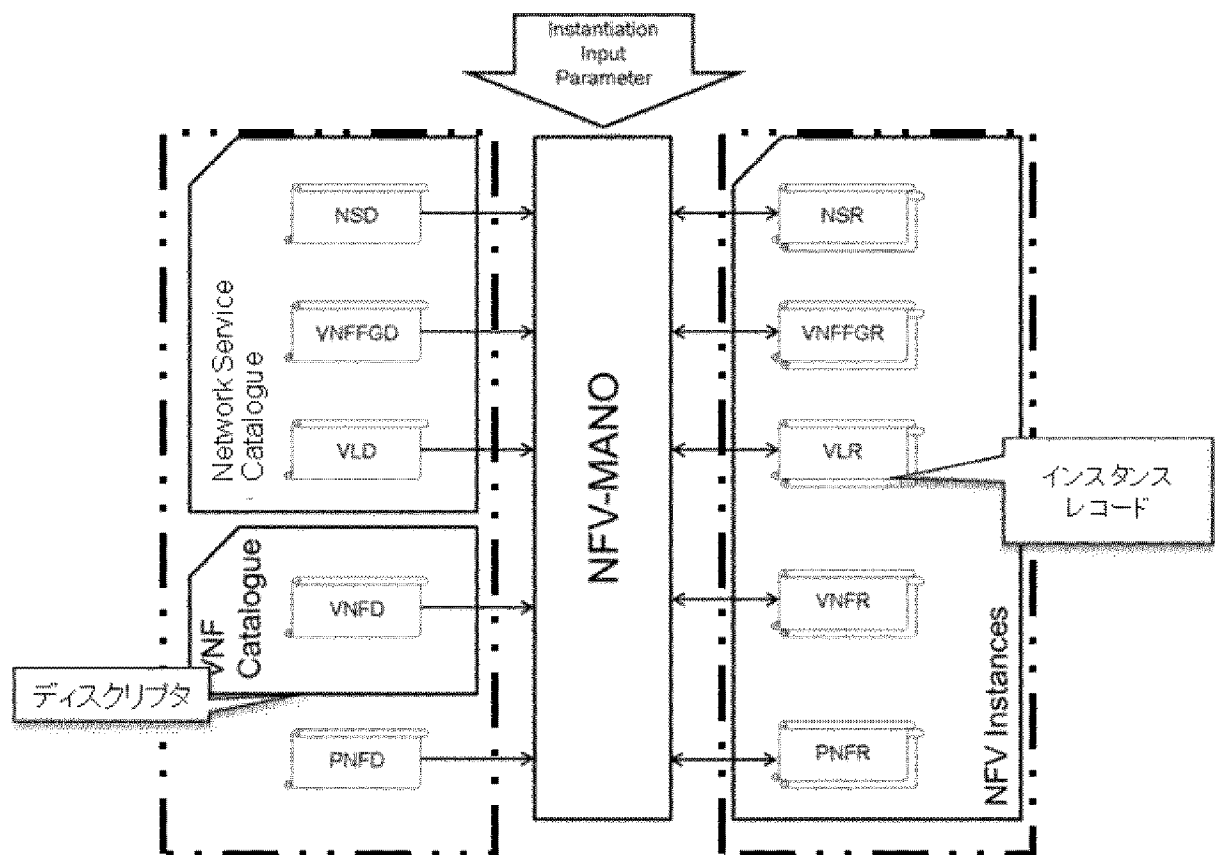
[図18]



The diagram illustrates the reference points in NFV-MANO. It shows the interactions between various components: OSS/BSS, NFV-Orchestrator (NFVO), NS Catalogue, VNF Catalogue, NFV Instances, NFVI Resources, EM, VNF, NFVI, VNF Manager (VNFM), and Virtualized Infrastructure Manager (VIM). The reference points are categorized into three types: Execution reference points (dashed line with circle), Other reference points (dashed line with cross), and Main NFV reference points (solid line with cross). The legend at the bottom clarifies these symbols.

Figure 5.1: The NFV-MANO architectural framework with reference points

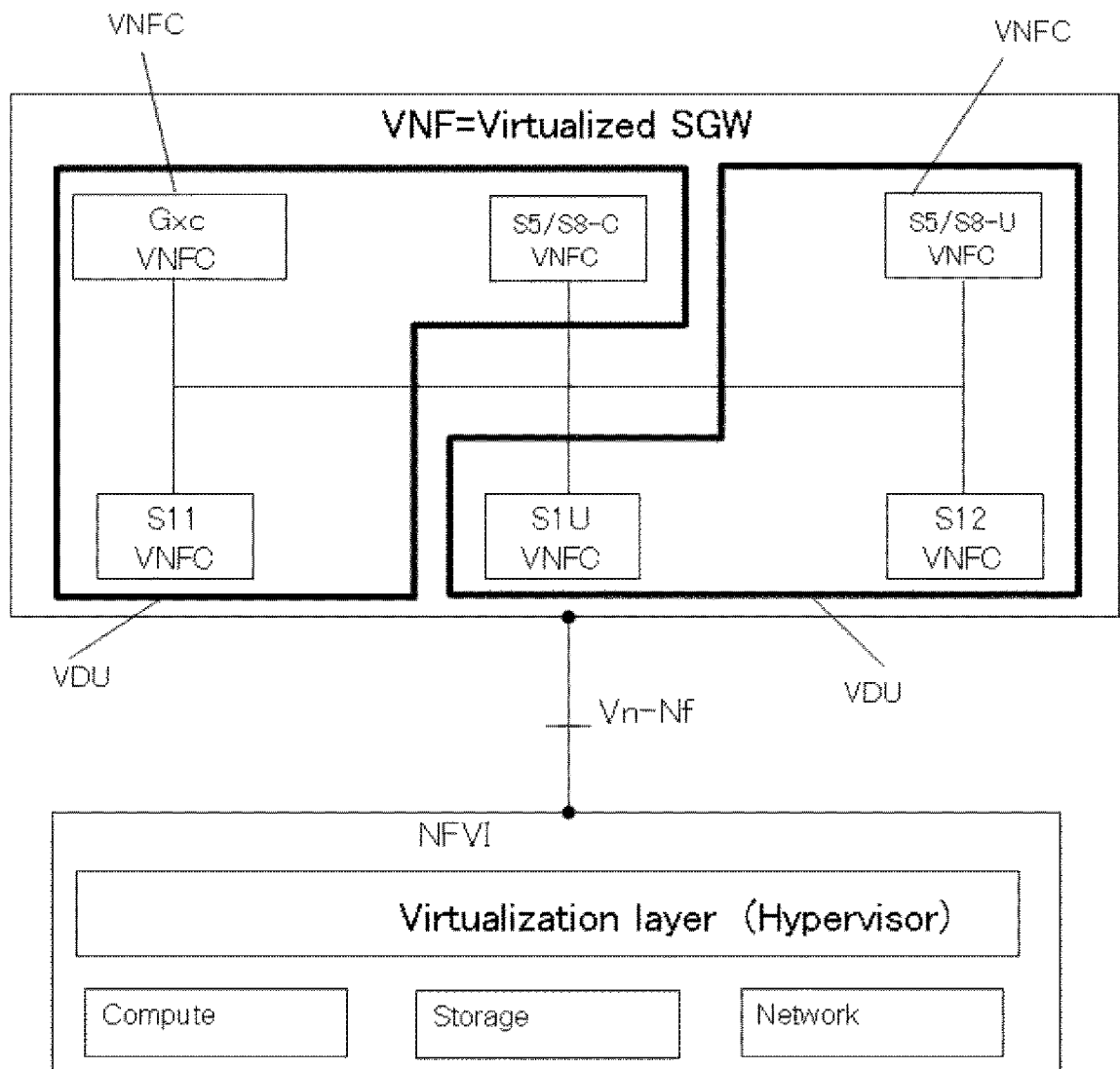
[図20]



Network Service Descriptor(NSD)
 Virtual Link Descriptor(VLD)
 VNF Forwarding Graph Descriptor(VNFFGD)
 VNF Descriptor (VNFD)
 Physical Network Function Descriptor(PNFD)

Network Service Record (NSR)
 VNFFG Record (VNFFGR)
 Virtual Link Record (VLR)
 VNF Record (VNFR)
 PNF Record (PNFR)

[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052514

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F9/50(2006.01)i, G06F9/46(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)

G06F9/50, G06F9/46

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.
Y	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, particularly, pages 29 to 31, 1. Introduction, 2. VNF allocation method	1-11
Y	Masaaki KOSUGI et al., "Availability analysis of NFV-based Mobile Network System", IEICE Technical Report, 19 January 2015 (19.01.2015), vol.114, no.417, pages 7 to 12, ISSN 0913-5685, particularly, pages 7 to 8, 1. Introduction	1-11

☒ 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
22 April 2016 (22.04.16)

Date of mailing of the international search report
10 May 2016 (10.05.16)

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/JP2016/052514

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-26699 A (KDDI Corp.), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraphs [0019] to [0034] & US 2010/0017517 A1 paragraphs [0021] to [0051]	2-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F9/50(2006.01)i, G06F9/46(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. G06F9/50, G06F9/46

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y	金子 雅志 ほか, 「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, pp.29-34, ISSN 0913-5685, 特に pp.29-31, 1. はじめに, 2. VNF配置方式	1-11
Y	小杉 正昭 ほか, 「NFV (Network Functions Virtualisation) に準拠した移動通信システムの可用性評価」, 電子情報通信学会技術研究報告, 2015.01.19, 第114巻, 第417号, pp.7-12, ISSN 0913-5685, 特に pp.7-8, 1. はじめに	1-11

☒ 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

22.04.2016

国際調査報告の発送日

10.05.2016

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100-8915

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）

井上 宏一

5 B

4177

電話番号 03-3581-1101 内線 3544

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	JP 2010-26699 A (KDD I 株式会社) 2010.02.04, 段落【0019】－【0034】 & US 2010/0017517 A1, 段落 [0021] － [0051]	2-9