

(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9月29日(29.09.2016)

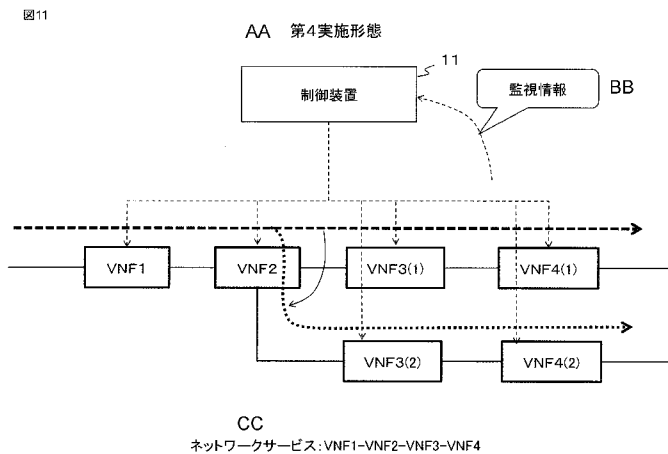


(10) 国際公開番号
WO 2016/152081 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/717 (2013.01) H04L 12/715 (2013.01)
H04L 12/70 (2013.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001433
 - (22) 国際出願日: 2016年3月14日(14.03.2016)
 - (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 2015-061747 2015年3月24日(24.03.2015) 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: 千葉 靖伸(CHIBA, Yasunobu); 〒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: 桂木 雄二(KATSURAGI, Yuji); 〒1700013
東京都豊島区東池袋3丁目21-18第一笠原
ビル603号室 Tokyo (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,
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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: NETWORK SYSTEM, NETWORK CONTROL METHOD, AND CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: ネットワークシステム、ネットワーク制御方法および制御装置

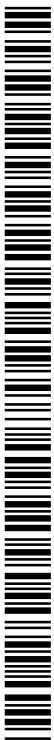


- 11 Control device
- AA 4th embodiment
- BB Monitoring information
- CC Network service

(57) Abstract: [Problem] To provide a network system capable of easily ensuring the quality of a network service and optimizing the throughput of the system overall, a network control method, and a control device. [Solution] A network control device (11) for controlling a network that has a multilayer configuration, setting a first layer path for providing a first layer with a virtual network function of one network service, monitoring whether or not the network service of the first layer satisfies a required service level, and changing the packet header settings so as to switch a first layer path at an endpoint of the network service according to the monitoring results. As a result, it is possible to change the resource of a second layer that is lower than the first layer.

(57) 要約: 【課題】ネットワークサービスの品質保証およびシステム全体のスループットの最適化を容易に達成できるネットワークシステム、ネットワーク制御方法および制御装置を提供することにある。【解決手段】ネットワーク制御装置(11)は、マルチレイヤ構成を有するネットワークを制御し、第一レイヤに一つのネットワークサービスの仮想ネットワーク機能を提供する第一レイヤパスを設定し、第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視し、監視結果に応じてネットワー

クサービスの端点で第一レイヤパスを切り替えるようにパケットヘッダの設定を変更する。これにより第一レイヤより下位の第二レイヤの資源が変化する。



WO 2016/152081 A1

明 細 書

発明の名称：

ネットワークシステム、ネットワーク制御方法および制御装置

技術分野

[0001] 本発明は仮想ネットワーク機能を含むネットワークシステムに係り、特にネットワークの制御方法および制御装置に関する。

背景技術

[0002] 現在の通信システムでは、B R A S (Broadband Remote Access Server)、N A T (Network Address Translation)、ルータ(Router)、ファイヤウォール(FW: Firewall)、D P I (Deep Packet Inspection)などの様々なネットワーク機能(Network Function: N F)を専用のハードウェア機器(アプライアンス)により実現している。このために、ネットワークオペレータは、新たなネットワークサービスを立ち上げる場合、新たな専用のハードウェア機器の導入を強いられ、機器の購入費用や設置スペース等の多大なコストを必要とする。このような状況に鑑み、近年、ハードウェア機器で実行されるネットワーク機能をソフトウェアにより仮想的に実行する技術(ネットワーク機能の仮想化: Network Function Virtualization)が検討されている(非特許文献1)。ネットワークサービスの仮想化の一例として、特許文献1に、通信ノード装置上に複数の仮想ルータを構築し、これらの仮想ルータの資源を通信品質に応じて動的に配分する方法が開示されている。

[0003] また、複数の仮想ネットワーク機能(Virtual Network Function: V N F)を組み合わせた通信経路に通信フローを伝送することにより種々のネットワークサービスを提供する技術も検討されている(たとえば、非特許文献2を参照)。

[0004] 図1に例示するように、ネットワーク機能の仮想化では、仮想ネットワーク機能V N Fの論理的つながり(フォワーディンググラフ: Forwarding Graph)によりネットワークサービスが構成され管理される。ここでは、オーバレ

インターネットに3つの仮想ネットワーク機能VNF # 1～VNF # 3からなるネットワークサービスが例示されている。

[0005] このフォワーディンググラフの仮想ネットワーク機能VNF # 1～VNF # 3は、アンダレイネットワーク（物理レイヤネットワーク）におけるパスにマッピングされる。たとえば、仮想ネットワーク機能VNF # 1～VNF # 3が物理サーバSV 1およびSV 2上のそれぞれの仮想マシンにより実現されるとすれば、物理スイッチA-物理スイッチB-物理サーバSV 1-物理スイッチB-物理サーバSV 2-物理スイッチCからなるパスが選択されるかもしれないし、別のパスが選択されるかもしれない。各ノードにおけるパス選択アルゴリズムは、たとえば非特許文献3および4等において検討されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2012-175418号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：Network Functions Virtualization – Update White Paper, October 15-17, 2013 at the “SDN and OpenFlow World Congress”, Frankfurt-Germany (http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Pater2.pdf)

[0008] 非特許文献2：ETSI GS NFV 001 v1.1.1 (2013-10) “Network Functions Virtualisation (NFV); Use Cases” (http://docbox.etsi.org/ISG/NFV/Open/Published/gs_NFV001v010101p%20-%20Use%20Cases.pdf)

非特許文献3：Network Working Group Request for Comments: 2991

非特許文献4：Network Working Group Request for Comments: 2992

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、フォワーディンググラフは論理構成を表現するものであり、それがどのように下位レイヤネットワークにマッピングされるかを管理す

るものではない。他方、サービス品質は下位レイヤの資源量、状態等に依存するために、下位レイヤを考慮することなしにネットワークサービスの品質保証を実現することは困難である。上述した特許文献および非特許文献では、VNFの配置およびVNF間のパスを管理し、下位ネットワークでどのようなパスが設定されるかについて関与していない。このようなフォワーディンググラフによる管理ではシステム全体のスループットを最適化することはできない。

[0010] そこで、本発明の目的は、ネットワークサービスの品質保証およびシステム全体のスループットの最適化を容易に達成できるネットワークシステム、ネットワーク制御方法および制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明によるネットワーク制御装置は、マルチレイヤ構成を有するネットワークを制御する装置であって、第一レイヤに一つのネットワークサービスの仮想ネットワーク機能を提供する第一レイヤパスを設定するパス設定手段と、前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視する監視手段と、前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記第一レイヤパスを切り替えるようにパケットヘッダの設定を変更する制御手段と、を有し、前記パケットヘッダの設定変更に応じて前記第一レイヤより下位の第二レイヤの資源が変化することを特徴とする。

本発明によるネットワーク制御方法は、マルチレイヤ構成を有するネットワークを制御する方法であって、パス設定手段が、第一レイヤに一つのネットワークサービスの仮想ネットワーク機能を提供する第一レイヤパスを設定し、監視手段が、前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視し、制御手段が、前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記第一レイヤパスを切り替えるようにパケットヘッダの設定を変更し、前記パケットヘッダの設定変更に応じて前記第一レイヤより下位の第二レイヤの資源が変化することを特徴と

する。

本発明によるネットワークシステムは、マルチレイヤ構成を有するネットワークと、前記ネットワークを制御する制御装置と、を有し、前記制御装置が、第一レイヤに一つのネットワークサービスの仮想ネットワーク機能を提供する第一レイヤパスを設定し、前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視し、前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記第一レイヤパスを切り替えるようにパケットヘッダの設定を変更し、前記パケットヘッダの設定変更に応じて前記第一レイヤより下位の第二レイヤの資源が変化することを特徴とする。

本発明によるプログラムは、マルチレイヤ構成を有するネットワークを制御する装置としてコンピュータを機能させるプログラムであって、第一レイヤに一つのネットワークサービスの仮想ネットワーク機能を提供する第一レイヤパスを設定する機能と、前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視する機能と、前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記第一レイヤパスを切り替えるようにパケットヘッダの設定を変更する機能と、を前記コンピュータに実現することを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、監視結果に応じて第一レイヤの資源を変更するようにパケットヘッダの設定を変更することによりネットワークサービスの品質保証およびシステム全体のスループットの最適化を容易に達成できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1はネットワーク機能の仮想化の一例を示す概略的ネットワーク図である。

[図2]図2は本発明の第1実施形態によるネットワークシステムの概略的動作を説明するための模式的なネットワーク図である。

[図3]図3は第1実施形態によるネットワークシステムで使用されるパケット

ヘッダの一例を示すフォーマット図である。

[図4]図4は第1実施形態による制御装置の概略的構成を示すブロック図である。

[図5]図5は第1実施形態におけるノードの概略的構成を示すブロック図である。

[図6]図6は第1実施形態におけるサーバの概略的構成を示すブロック図である。

[図7]図7は図2に示すネットワークシステムの動作例を示す模式的なネットワーク図である。

[図8]図8は本発明の第2実施形態によるネットワークシステムの動作例を示す模式的なネットワーク図である。

[図9]図9は本発明の第3実施形態によるネットワークシステムの一例を示す模式的なネットワーク図である。

[図10]図10は第3実施形態によるネットワークシステムの動作例を示す模式的なネットワーク図である。

[図11]図11は本発明の第4実施形態によるネットワークシステムにおける仮想レイヤの構成例を示す模式的なネットワーク図である。

[図12]図12は第4実施形態によるネットワークシステムの動作例を示す模式的なネットワーク図である。

[図13]図13は本発明の第5実施形態によるネットワークシステムの一例を示す模式的なネットワーク図である。

[図14]図14は本発明の第6実施形態によるネットワークシステムの一例を示す模式的なネットワーク図である。

[図15]図15は第6実施形態によるネットワークシステムの動作を示すシーケンス図である。

[図16]図16は本発明の第7実施形態によるネットワークシステムの一例を示す模式的なネットワーク図である。

[図17]図17は第7実施形態によるネットワークシステムにおける運用管理

装置の概略的構成を示すブロック図である。

[図18]図 1 8 は第 7 実施形態における運用管理装置によるネットワーク可視化の一例である表示画面を模式的に示す図である。

[図19]図 1 9 は第 7 実施形態における運用管理装置によるサービスチェーン可視化の一例である表示画面を模式的に示す図である。

[図20]図 2 0 は第 7 実施形態における運用管理装置によるサービスチェーン可視化の他の例である表示画面を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] <実施形態の概要>

本発明の実施形態によれば、オーバーレイネットワークの論理コンポーネントの設定を変更することでアンダレイネットワークの資源割当を間接的に変更する。たとえば、上位レイヤにおけるパケットのカプセル化あるいはラベル化の設定変更により、オーバーレイネットワークの論理コンポーネントにマッピングされる下位レイヤ資源の全部あるいは一部を変更することができ、これによりネットワークサービスの品質保証およびシステム全体のスループットの最適化が可能になる。以下、本発明の各実施形態について詳細に説明する。

[0015] 1. 第 1 実施形態

図 2 に例示するネットワークを用いて、本発明の第 1 実施形態について説明する。ここでは、オーバーレイネットワーク（上位レイヤネットワーク）におけるパケットヘッダ設定変更により、仮想ネットワーク機能 VNF 1～VNF 3 が提供される論理パスが形成され、これに応じて、図 2 に例示するようなアンダレイネットワーク（下位レイヤネットワーク）におけるパスが形成されるものとする。

[0016] 1. 1) システム

図 2 に示すように、本発明の第 1 実施形態によるネットワークシステムは制御装置 10 とネットワーク 20 とからなり、制御装置 10 はネットワーク 20 における仮想トンネル設定機能を有するノードあるいはサーバを制御す

る。ネットワーク20は、一例として、ネットワークサービスを構成する仮想ネットワーク機能VNF1が物理サーバSV1に、仮想ネットワーク機能VNF2およびVNF3が物理サーバSV2にそれぞれ配置されているものとする。本実施形態によれば、制御装置10は、各仮想トンネルvTのTEP(Tunnel End Point)でパケットヘッダ設定を変更することができる。

[0017] 図3に示すように、制御装置10によるパケットヘッダの設定変更は論理パスのために付加されたヘッダ(カプセル化)に対して行われる。TEPの設定変更であれば、送信先UDPポート番号、送信先IPアドレス、送信先MACアドレス、トンネル識別子等が設定変更される。たとえば、VXLAN(Virtual eXtensible LAN)の場合、送信先UDPポート番号、トンネルIDを変更することで、パケットヘッダのハッシュ値からノードN1のネクストホップ先の変更が可能となる。なお、TEPは仮想トンネルの端点であるからTEPの設定変更が有利であるが、TEPだけでなく、MPLS(Multi Protocol Label Switching)ラベルを書き換えることでネットワークサービスの同様の変更を行うこともできる。

[0018] <制御装置>

図4に例示するように、本実施形態による制御装置10は、ネットワーク20における上述したTEP機能等を有するノードおよびサーバを制御対象とし、オーバレイネットワーク設定部101、ノード管理部102、データベース103、ネットワークモニタ104、制御部105および図示されていない記録装置を有する。

[0019] オーバレイネットワーク設定部101は、データベース103を参照して、特定のネットワークサービスを構成するために必要な仮想ノードを繋ぐ論理パスの設定を行う。ノード管理部102はネットワークサービスを構成する各仮想ノードを管理する。データベース103は、論理コンポーネントに関するネットワークトポロジ情報と各論理コンポーネントの使用状態、要求条件等のパラメータ情報とを格納する。ネットワークモニタ104はネットワーク20の負荷状況等の監視を行う。

[0020] 制御部105は、ネットワークモニタ104により取得されたモニタ情報からデータベース103を構成するとともに、上述したオーバーレイネットワーク設定部101、ノード管理部102およびデータベース103を用いて、パケットに付加された仮想レイヤのヘッダ（カプセル化）に対する設定変更を含む動作を制御する。

[0021] なお、オーバーレイネットワーク設定部101、ノード管理部102、ネットワークモニタ104および制御部105と同じ機能は、CPU(Central Processing Unit)あるいはコンピュータ上で、図示しないメモリに格納されたプログラムを実行することにより実現することもできる。

[0022] <ノード>

図5に例示するように、ノードNは上述したTEP機能等を有するノードであり、制御装置10との通信を行うためのインターフェース201、経路情報データベース202、データ転送部203および制御部204を有する。ノードNは、ネットワークサービスに属するフローを識別するための条件と当該フローのパケットの転送先とを含むデータを制御装置10から受信し、経路情報データベース202に格納する。データ転送部203は、経路情報データベース202に格納された条件および転送先情報に従ってネットワークサービスに属するフローのパケットを識別し、対応する転送先（ノードあるいはサーバ）へ転送する。その際、上述したように論理パスのためのパケットヘッダの設定変更によりオーバーレイネットワークにおけるパケット転送先が変更され、アンダレイネットワークにおけるパスの変更が可能となる。

[0023] <サーバ>

図6に例示するように、サーバSVは、制御装置10との通信を行うためのインターフェース301と、制御部302と、ノードと接続したデータ転送部303と、仮想マシンモニタ（VMM）304と、仮想マシン（VM）305と、仮想ネットワーク機能（VNF）306と、を有する。データ転送部303は、仮想スイッチ（vSwitch）機能、TEP機能等を有し

、上述したようにカプセル化等のTEP機能はインターフェース301を通して制御装置10により制御される。また、VMM304はVM305を制御し、VM305上でVNF306が実行される。VM305の通信はデータ転送部303を通して行われる。

[0024] 1. 2) 動作

制御装置10は、ネットワーク監視情報により現在のネットワークサービスが要求サービスレベルを維持できなくなったことを検知すると、論理パスのために付加されたヘッダ（カプセル化）に対して送信先UDPポート番号、送信先IPアドレス、送信先MACアドレス、トンネル識別子等の設定変更を行う。これにより、図2に例示するように、オーバーレイネットワークに仮想ネットワーク機能VNF1～VNF3からなる論理パスがトンネルvTを通して形成される。

[0025] たとえば、制御装置10がオーバーレイネットワークにおけるパケットヘッダの設定を変更し、TEPでパケットヘッダが書き換えられると、アンダレイネットワークでは複数の可能な物理パスから一つが選択される。その際、オーバーレイネットワーク側からはアンダレイネットワークのパス選択を管理できない。図2に例示するアンダレイネットワークでは、スイッチSW1からサーバSV1およびSV2を通してSW6へ至る物理パスが選択されている。

[0026] 1. 3) 効果

上述したように、本発明の第1実施形態によれば、オーバーレイネットワークでの論理資源を変更することによりアンダレイネットワークの物理資源を変更することができ、ネットワークサービスの品質保証およびシステム全体のスループットの最適化を容易に実行可能となる。

[0027] <実施例>

上述したように、本実施形態によれば、TEP設定変更により、オーバーレイネットワークからは直接管理できないアンダレイネットワークにおけるパケットの転送先を間接的に変更することが可能となる。以下、図7に示す本

発明の一実施例の動作例について図面を参照しながら説明する。

[0028] 本実施例の動作例によれば、オーバーレイネットワークにおけるネットワークサービスの仮想ネットワーク機能VNF1～VNF3は、図2と同様に物理サーバSV1およびSV2により提供され、ネットワークサービスがマッピングされるアンダレイネットワークの経路だけが切り替えられる。

[0029] 図7に例示するように、制御装置10がTEP設定を変更することで、アンダレイネットワークにおいて物理スイッチSW5を経由した新たな経路を通り、元のネットワークサービスと同じ物理サーバSV1およびSV2による同じネットワークサービスVNF1～VNF3の提供が可能となる。

[0030] 制御装置10がTEP設定を変更する契機としては、ネットワークサービスが当初の要求サービスレベルを満たさなくなった場合が考えられる。この場合、上述したTEP設定変更により当該ネットワークサービスにマッピングされる物理的な経路を変更することで、その性能の改善の有無をチェックし、改善されなければ、さらにTEP設定を変更すればよい。

[0031] 2. 第2実施形態

本発明の第2実施形態によれば、論理レイヤにおける論理構成の一部を変更可能である。

[0032] 図8に示すように、オーバーレイネットワークは、図2に示すネットワークサービスに対応する仮想ネットワーク機能VNF1(1)～VNF3(1)と同じ仮想ネットワーク機能VNF1(2)～VNF3(2)が配置された冗長構成を有するものとする。また、アンダレイネットワークは、オーバーレイの仮想ネットワーク機能にそれぞれ対応して、仮想ネットワーク機能VNF1(1)が物理サーバSV1に、仮想ネットワーク機能VNF2(1)およびVNF3(1)が物理サーバSV2に配置され、仮想ネットワーク機能VNF1(2)が物理サーバSV3に、仮想ネットワーク機能VNF2(2)およびVNF3(2)が物理サーバSV4に配置された冗長構成を有するものとする。

[0033] 本実施形態によれば、オーバーレイネットワークにおけるネットワークサー

ビスが利用する論理資源の一部を変更することで、それに伴ってアンダレイネットワークの資源を間接的に変更する。

[0034] 図8に例示するように、制御装置10が物理サーバSV1の仮想レイヤにおけるTEP設定と物理サーバSV4の仮想レイヤにおけるTEP設定とを変更することで、ネットワークサービスが利用する論理資源を仮想ネットワーク機能VNF2(1)およびVNF3(1)から仮想ネットワーク機能VNF2(2)およびVNF3(2)へ変更する。これに伴って、アンダレイネットワークにおいて物理スイッチSW5を経由した経路に切り替わり、物理サーバSV1による仮想ネットワーク機能VNF1(1)と、物理サーバSV4による仮想ネットワーク機能VNF2(2)およびVNF3(2)とからなるネットワークサービスを提供する。

[0035] 制御装置10がTEP設定を変更する契機としては、たとえばサーバSV2が障害あるいは過負荷状態になってネットワークサービスが当初の要求サービスレベルを満たさなくなった場合が考えられる。この場合、上述したTEP設定変更により、アンダレイネットワークにおいて問題が発生したサーバSV2から同じ仮想ネットワーク機能を配置したサーバSV4へ切り替える。この新たな経路に従ったネットワークサービスの性能をチェックし、改善されなければ、さらにTEP設定を変更すればよい。

[0036] 3. 第3実施形態

本発明の第3実施形態によれば、オーバレイネットワークにおける論理構成の全体を変更することができる。以下、図9に示すシステムを一例として、本発明の第3実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

[0037] 図9に示すように、ネットワークサービスを構成するFW(1)が物理サーバSV1に、DPI(1)およびNAT(1)が物理サーバSV2にそれぞれ配置されて第1の論理パスを構成しているものとする。また、FW(2)が物理サーバSV3に、DPI(2)およびNAT(2)が物理サーバSV4にそれぞれ配置されて第2の論理パスを構成するものとする。第1の論理パスと第2の論理パスとは、同じ仮想ネットワーク機能を提供する冗長構

成パスであり、物理スイッチSW1に設けられたロードバランサLBあるいはTEPにおいてトラフィックの全部あるいは一部がいずれかの論理パスに切り替えられる。

[0038] 図10に例示するように、制御装置11は、たとえばネットワークサービスが要求サービスレベルを満たさないと判断すると、TEP設定を変更し、ネットワークサービスが利用する論理資源をFW(1)、DPI(1)およびNAT(1)を通る第1の論理パスからFW(2)、DPI(2)およびNAT(2)を通る第2の論理パスへ変更する。これに伴って、アンダレイネットワークの物理スイッチSW1は、当該ネットワークサービスを物理サーバSV1およびSV2を利用する第1の経路から物理サーバSV3およびSV4を利用する第2の経路に切り替える。

[0039] このようにネットワークサービスに対してオーバーレイネットワークで冗長パスを設けておき、オーバーレイネットワークの論理パスを変更することで、アンダレイネットワークの物理パスを間接的に変更し、ネットワークサービスの要求サービスレベルを維持することが可能となる。

[0040] 4. 第4実施形態

本発明の第4実施形態によれば、ネットワークのモニタ情報に基づいて障害あるいは過負荷状態などの発生を検出すると、ネットワークサービスの端点において仮想トンネルの設定変更を行い、同一の仮想ネットワーク機能からなるネットワークサービスを提供する論理パスへ切り替える。たとえば、ネットワークサービスの端点となるTEPでトンネル設定を変更することにより、オーバーレイネットワークにおいて利用する論理資源を一括で変更する。既に述べたように、オーバーレイネットワークの論理資源を変更することに伴い、アンダレイネットワークの資源を間接的に変更することができる。また、仮想トンネルの設定変更の契機は、上述したように、ネットワークサービスが要求サービスレベルを満たさなくなった時、あるいはネットワーク20で障害あるいは過負荷状態などの発生を検出した時、などである。なお、オーバーレイネットワークにおける論理パスの切替は、上述した第2実施形態

のように論理構成の一部であってもよいし、第3実施形態のように論理構成の全体であってもよい。以下、オーバーレイネットワークのみを図示して、本実施形態について説明する。

[0041] 4. 1) システム構成

図11に例示するオーバーレイネットワークでは、仮想ネットワーク機能VNF1～VNF4からなるネットワークサービスが図示されており、仮想ネットワーク機能VNF3およびVNF4については同じ機能を有する冗長パスとして設定可能であるものとする。制御装置11は図4に示す制御装置10と基本的に同様の構成を有するが、オーバーレイネットワーク設定部101は、第1実施形態の論理パス設定に加えて、同じ仮想ネットワーク機能を有する複数の冗長化パスの設定を行う。ネットワークモニタ104はネットワークの状況（障害あるいは過負荷状態等）をモニタし、制御部105は負荷状況に応じてネットワークサービスの論理パスの切替、すなわちオーバーレイネットワークの論理資源を制御することで、下位資源を間接的に制御する。

[0042] あるトラフィックが仮想ネットワーク機能VNF1、VNF2、VNF3(1)およびVNF4(1)を通して転送されているとき、たとえばSLA(Service Level Agreement)などのネットワークサービスが要求サービスレベルを満たさなくなったと仮定する。この場合、制御装置11は当該ネットワークサービスの端点で論理パスを切り替えるように当該ネットワークサービスのパケットヘッダを書き換え、これによって当該トラフィックの論理パスを仮想ネットワーク機能VNF3(2)およびVNF4(2)側に切り替える。このように論理資源を変更することにより、既に述べたように、アンダレイネットワークの資源を間接的に変更することができる。

[0043] ネットワークサービスの論理パス変更は、上述したように、TEPでパケットのヘッダ(VXLANヘッダ等)を書き換えることにより行うことができる。ヘッダ設定の変更を行うポイントがTEPである必要はないが、特にネットワークサービスの端点となるTEPでの設定変更が望ましい。TEPは各VNFの入り口／出口にあるので、各TEPで設定変更することが可能

である。

[0044] 4. 2) 動作

図12に示すように、一例として、仮想ネットワーク機能VNF1、VNF2、VNF3およびVNF4がそれぞれ仮想ロードバランサ(vLB)、仮想ファイアウォール(vFW)、仮想ディープパケットインスペクション(vDPI)および仮想NAT(vNAT)であり、vDPI・vNATが異なる論理パスで設定可能であるものとする。ロードバランサvLBは、制御装置11の制御に従って、トラフィックの全部あるいは一部をvDPI(1)・vNAT(1)の論理パスまたはvDPI(2)・vNAT(2)の論理パスに切り替えることができる。

[0045] 制御装置11は、たとえばネットワークサービスが障害あるいは過負荷状態の発生により要求サービスレベルを満たさないと判断すると、vLBに対して対象ネットワークサービスあるいはフローのパケットヘッダ設定の変更を指示する(動作S401)。vLBは、制御装置11からの指示に従って、該当するパケットのヘッダを書き換え(動作S402)、これによってトラフィックの全部あるいは一部がvDPI(1)・vNAT(1)の論理パスまたはvDPI(2)・vNAT(2)の論理パスのいずれかに切り替わる。このような論理資源の変更により、要求サービスレベルを満たすようにアンダレイネットワークの資源が間接的に変更され得る。

[0046] なお、制御装置11は、あるトラフィックが要求する仮想ネットワーク機能を通る複数のネットワークサービスの論理パス候補を予め決めておき、これらの候補からより性能の高い論理パスを選択するように制御することもできる。選択方法としては、以下に例示する方法のいずれかを採用することができる。

[0047] ・複数の論理パス候補を適当に切り替えて、探索的に性能が上がるネットワークサービスを選択する。ネットワークサービスの論理パスは多くて10~15個程度であるから、このように探索的に最適解を見つける手法を採用することは可能である。

- ・各論理パス候補におけるリソースごとのパフォーマンスを考慮して、より性能の高いネットワークサービスを選択する。たとえば、物理サーバ、物理スイッチ、仮想マシンVM等のリソースのパフォーマンスを算出して、より高いパフォーマンスのネットワークサービスを選択する。

- ・その時々々のトラフィック量が最も少ない論理パス候補を選択する。

[0048] 論理パス候補によって論理資源が異なるので、上述したように、論理パス候補ごとにアンダレイネットワークの資源も間接的に異なっている。したがって、論理パス候補によってパフォーマンスの相違があり、予め性能の順位を推定することができる。

[0049] 制御装置11は、より性能が高い論理パス候補を選択し、当該トラフィックに対して割り当てる。すなわち、上述した動作と同様に、制御装置11は、vLBに対してパケットヘッダ設定の変更を指示し（動作S401）、この設定変更指示に従って、vLBは、該当するパケットのヘッダを書き換える（動作S402）。こうして、より性能の良い論理パスを使用してネットワークサービスを提供することができる。

[0050] 5. 第5実施形態

本発明の第5実施形態によれば、あるノードでの問題発生を検出すると、当該問題を解消するためにエッジノードのロードバランサに対して、該当ネットワークサービスの論理パスのためのパケットヘッダの設定変更を行う。なお、オーバーレイネットワークにおける論理パスの切替は、上述した第2実施形態のように論理構成の一部であってもよいし、第3実施形態のように論理構成の全体であってもよい。

[0051] 図13に示すように、本発明の第5実施形態によるネットワークシステムは制御装置11と制御装置11が制御するネットワークとからなり、ネットワークは、物理スイッチ21A、21B、21C、21D、21Eと、物理スイッチ21Aと21Cの間に配置されたサーバSV1と、物理スイッチ21Cと21Bの間に配置されたサーバSV2と、物理スイッチ21Aと21Dの間に配置されたサーバSV3と、物理スイッチ21Dと21Eの間に配

置されたサーバSV4と、を含むものとする。ここでは、物理スイッチ21Aがネットワークサービスを構成するネットワークのエッジスイッチであり、この物理スイッチ21Aに物理的あるいは仮想的にロードバランサLBが設けられているものとする。

[0052] サーバSV1～SV4の各々は、仮想ネットワーク機能(VNF)レイヤ、VNFを起動するVMレイヤ、VMの生成および管理を行うVM管理レイヤ、およびVM管理機能を実装する物理レイヤからなるマルチレイヤ構成を有し、ここではネットワークサービスを構成するVNF1～VNFmの各々がサーバSV1～SVnに配置可能であるものとする。各サーバがマルチレイヤ構成を有する場合、たとえば1種類以上のVNFからなるネットワークサービスは、実際には、各サーバのVNFだけでなく、下位レイヤである物理レイヤ、VMレイヤ、VM管理レイヤ等を経由した拡張ネットワークサービスとしてとらえることができる。制御装置11は、このような拡張ネットワークサービスに基づいてVNFを含む全てのレイヤのコンポーネントリソースから情報を取得する。

[0053] この例における仮想ネットワーク機能VNF1およびVNF2は、物理スイッチ21A、物理リンク、サーバSV1の各レイヤコンポーネント(PHYSV1/VMM1/VM1/VNF1)、物理リンク、物理スイッチ21C、物理リンク、サーバSV2の各レイヤコンポーネント(PHYSV2/VMM2/VM2/VNF2)をそれぞれノードとする拡張ネットワークサービスとして扱うことができる。同様に、論理パス切替後の仮想ネットワーク機能VNF1およびVNF2は、物理スイッチ21A、物理リンク、サーバSV3の各レイヤコンポーネント(PHYSV3/VMM3/VM1/VNF1)、物理リンク、物理スイッチ21D、物理リンク、サーバSV4の各レイヤコンポーネント(PHYSV4/VMM4/VM2/VNF2)をそれぞれノードとする拡張ネットワークサービスとして扱うことができる。

[0054] 制御装置11は、図4に示す第1実施形態と同様の構成および機能を有する。すなわち、制御部105は、ネットワークの各ノードから監視情報を取

得してデータベース103へ格納し、ノード管理部102があるノードでの問題発生を検出すると、当該問題を解消するためにエッジノードのロードバランサに対して、該当ネットワークサービスの論理パスのためのパケットヘッダの設定変更を行う。

[0055] 図13において、一例として、あるトラフィックに対するVNF1およびVNF2がサーバSV1およびSV2でそれぞれ処理され、当該VNF2およびその下位ノードにおいて障害あるいは過負荷状態等の問題が発生した場合を考える。制御装置11はネットワークを監視し、ネットワークの各ノードから監視情報を取得する（動作S501、S502）。サーバSV2のVNF2およびその下位レイヤで障害あるいは過負荷状態等の問題が発生したことを検知すると、制御装置11は、当該VNF2ノードへのトラフィックの全部あるいは一部をサーバSV3およびSV4の論理パスへ変更するように、エッジスイッチ21AのロードバランサLBに対して該当パケットのヘッダ設定の変更を指示する（動作S503）。これにより、エッジスイッチ21Aにおいて、当該トラフィックに対して少なくとも一部の論理パス切替が実行され（動作S504）、サーバSV3およびSV4を通して同一のネットワークサービスが構成される。

[0056] 6. 第6実施形態

本発明の第6実施形態によれば、拡張ネットワークサービスに基づいて、あるレイヤのノードで障害あるいは過負荷状態等の問題が検知されると、論理パスのためのパケットヘッダの設定変更を指示する。なお、オーバレイネットワークにおける論理パスの切替は、上述した第2実施形態のように論理構成の一部であってもよいし、第3実施形態のように論理構成の全体であってもよい。

[0057] 図14に例示するように、本発明の第6実施形態によるネットワークシステムは3GPPシステムに適用されたものであり、ここでは、上述した制御装置11がMME(Mobile Management Entity)に対応し、上述したVNFがP-GW(Packet Data Network Gateway)に対応する。すなわち、図示するよ

うに、サーバSV1およびSV2がVNFレイヤにP-GWの機能を生成し、このP-GW機能を含むネットワークサービスがP-GW/VM/VMM/PHYSVの各レイヤのノードを含む拡張ネットワークサービスとして扱われる。なお、本実施形態では、サーバSV1およびSV2に障害/過負荷状態の監視機能が設けられ、障害/過負荷状態の検出情報をMME（制御装置11）へ通知するものとする。

[0058] 図14において、ユーザ端末UEは基地局eNBと無線接続し、基地局eNBとS-GW(Serving Gateway)との間およびS-GWとP-GWとの間に設定されたトンネル(GTP(GPRS Tunneling Protocol)トンネル)を通して外部ネットワーク(Packet Data Network)との間でパケット通信を行うことができる。既に説明したように、MMEの制御装置11は、ネットワークシステムから監視情報を収集してデータベース103に格納し、拡張ネットワークサービスに基づいて、あるレイヤのノードで障害あるいは過負荷状態等の問題が検知されると、S-GWに対してトンネルの変更を指示する。以下、現在使用しているP-GW(1)において障害あるいは過負荷状態等の問題が発生し、ユーザ端末UEのトラフィックの論理パスを変更する場合について説明する。

[0059] 図15において、S-GWとP-GW(1)との間にトンネル(1)が設定され、サーバSV1により仮想ネットワーク機能VNFとしてP-GW(1)が提供されている状態において、P-GW(1)およびその下位レイヤのノードで障害あるいは過負荷状態が検出され(動作S601)、障害/過負荷情報がMMEへ通知されたものとする(動作S602)。

[0060] MMEは、サーバSV1から障害/過負荷情報を受信すると、データベース103を参照して、P-GWのリロケーションを実行する(動作S603)。MMEはP-GWリロケーション設定情報をS-GWへ通知し、これに従ってS-GWがTEPで当該ネットワークサービスのパケットヘッダを書き換えることで、サーバSV1のP-GW(1)からサーバSV2のP-GW(2)へ論理パスを変更する(動作S604)。こうして、S-GWとP

ーGW (2) との間のトンネル (2) が設定され、ユーザ端末UEのトラフィックがP-GW (2) により処理される。

[0061] 7. 第7実施形態

本発明の第7実施形態によれば、ネットワークを制御する制御装置に運用ポリシーを設定しておき、制御装置が運用ポリシーに従って、上述した第2実施形態と同様のネットワーク制御を実行する。運用ポリシーの一例として、例えば、ネットワークやサーバの負荷が所定値を超えたら、所定の制御処理を実行する、というポリシーが挙げられる。より詳しくは、ネットワークのモニタ情報と運用ポリシーとに基づいて障害あるいは過負荷状態などが発生したか否かを制御装置が判定し、何からの問題が発生した場合に、当該問題発生箇所を回避するように仮想トンネルの設定変更を行いネットワークサービスの論理パスを切り替える。また、その他の運用ポリシーの例としては、あるサービスの性能が一定値以下になった場合、トラフィック量に大きな変化が予想される時間帯にはいった場合などの条件に応じて、上述の第1実施形態、第2実施形態に記載されたようなアンダレイネットワークの資源変更を行う、というポリシーも考えられる。以下、上述した第5および第6実施形態における拡張ネットワークサービスを用いるシステムを一例として、本実施形態について説明する。

[0062] 7. 1) システム構成

図16に示すように、本発明の第7実施形態によるネットワークシステムでは、運用管理装置40が制御装置12に対して運用ポリシーを設定し、制御装置12は運用ポリシーに従ってネットワークを制御する。制御装置12は、図4に示す制御装置10と基本的に同じ構成および機能を有するが、図示しない記憶装置に格納された運用ポリシーに従ったポリシーベース制御を実行する点で第4実施形態とは異なっている。その他の構成および機能は上述した第4実施形態と同様であるから、図12と同じ参照記号を使用して説明は省略する。なお、制御装置12は運用管理装置40内に設けられてもよい。

[0063] 図16において、オペレータにより運用管理装置40に運用ポリシーが設定

されると、制御装置 12 は、ネットワークからの負荷状況を示すモニタ情報と運用管理装置 40 により設定された運用ポリシーに基づいてネットワークの制御を行う。上述したように、制御装置 12 は、ネットワークの各ノードから監視情報を収集してデータベース 103 を更新する。あるノードにおいて障害あるいは過負荷状態等の問題が生じたことを運用ポリシーに従って検出すると、制御装置 12 は、問題が発生したノードより上流側にあるノードの T E P に対して、制御対象となるネットワークサービスあるいはフローのパケットヘッダ書き換え設定を指示する。

[0064] 運用ポリシーの制御対象パラメータの例は以下の通りである。

- ・ V N F、V M、V M M および物理サーバの稼働率（C P U および／またはメモリの稼働率、使用量、使用率、消費電力等）。
- ・ 物理リンクおよび仮想トンネルの通信帯域、使用帯域、使用率、トラフィック量等。
- ・ ネットワークサービスの通信帯域、使用帯域、使用率、トラフィック量等。

これらのパラメータが所定の閾値を超えた場合あるいは下回った場合を契機として、制御装置 12 は T E P に対して上述したパケットヘッダの書き換え処理を実行する。

[0065] 7. 2) 運用管理装置

図 17 において、運用管理装置 40 は、仮想トンネル設定部 701、要求条件およびポリシー設定部 702、インターフェース 703、およびユーザインターフェース 704 を有し、その他、図示しない制御部や記憶部を有する。ユーザインターフェース 704 はキーボード等の情報入力部とモニタ等の情報表示部とを含み、オペレータによる仮想トンネル設定、要求条件設定および運用ポリシー設定、制御装置 12 により決定されたネットワーク上の拡張ネットワークサービスの可視化、などを可能にする。

[0066] 仮想トンネル設定部 701 は、オペレータがユーザインターフェース 704 を通じて入力したネットワークサービスから仮想トンネルを生成する。要

求条件およびポリシー設定部702は、要求条件設定部705およびポリシー設定部706を有し、オペレータの入力に基づいてネットワークサービスを構成する際の要求条件および運用ポリシーを生成する。以下、本実施形態による運用管理装置40の動作について図18～図20を参照しながら説明する。

[0067] 7. 3) 拡張ネットワークサービスの可視化

図18に例示するように、ユーザインターフェース704に表示された運用管理画面800は、入力ウィンドウ800aとネットワーク表示ウィンドウ800bとに分割されている。入力ウィンドウ800aにはネットワークサービス（以下、サービスチェーンとよぶ。）入力欄801と、複数の要求条件入力欄802と、運用ポリシー入力欄803が表示され、ネットワーク表示ウィンドウ800bには運用管理対象であるネットワークの物理的なトポロジと仮想レイヤノードとが表示される。たとえば、運用管理装置40は、制御装置12のデータベース103からトポロジ情報および仮想レイヤノード情報を取得し、取得した情報に基づいてネットワークの物理的構成および仮想レイヤの構成を表示する。

[0068] 図18において、ネットワーク表示ウィンドウ800bに例示されるネットワークトポロジでは、ネットワークノードAおよびBの各々がサーバA、B、Cに物理リンクで接続されている。また、各サーバは3つ仮想ネットワーク機能VNF__A、VNF__BおよびVNF__Cを配置可能であり、各VNFの下位レイヤのVMおよびVMMがそれぞれ仮想レイヤノードとして表示されている。以下、説明を簡略化するために、サーバ（A）上にVNF__Aが、サーバ（B）および（C）の上にそれぞれ同じVM（B）およびVNF__Bが起動しているものとする。

[0069] 図19に示すように、オペレータがユーザインターフェース704を通してサービスチェーン入力欄801に次のようなサービスチェーンを入力したとする：

A ⇔ VNF__A ⇔ VNF__B ⇔ B。

さらに、要求条件入力欄802に、ネットワークに要求される通信帯域、

サーバおよびVMにそれぞれ要求されるCPU／メモリ能力が入力され、運用ポリシー入力欄803に次のような運用ポリシーが入力されたとする：「サーバのCPU使用率>80%ならば、サービスチェーンの設定変更あるいは論理パス変更を行う。」

[0070] 要求条件およびポリシー設定部702は、上記要求条件および運用ポリシーを制御装置12へ送信して設定する。制御装置12は、運用管理装置40により設定された要求条件および運用ポリシーに基づいて、たとえば次のような拡張サービスチェーンの仮想トンネルVL1、VL2およびVL3を生成して運用管理装置40へ送信する。

VL1：始点=NWノード(A) ; 終点=VNF_A

VL2：始点=VNF_A ; 終点=VNF_B (サーバB)

VL3：始点=VNF_B (サーバB) ; 終点=NWノード(B)

[0071] 運用管理装置40は、図19に示すように、上記拡張サービスチェーンの仮想トンネルVL1、VL2およびVL3をネットワーク表示ウィンドウ800bに表示する。この状態で、VNF__Bノードが過負荷状態となり、そのサーバ(B)のCPU使用率が80%を超えたとする。

[0072] 制御装置12は、VNF__Bノード、VM(B)ノード、VMM(B)ノードおよび物理サーバ(B)ノードからの監視情報により、サーバ(B)のCPU使用率が80%を超えたことを検知すると、VNF__Bノードの障害発生情報を運用管理装置40へ通知し、運用管理装置40はネットワーク表示ウィンドウ800bにVNF__Bノードの障害発生を表示する。

[0073] 続いて、制御装置12は、データベース103を参照しながら、サーバ(B)の前段のノード(A)のスイッチにおけるTEP設定を変更し、たとえば図20に示すように、次のような新たな仮想トンネルVL1、VL4およびVL5を生成して運用管理装置40へ送信する。

VL1：始点=NWノード(A) ; 終点=VNF_A

VL2：始点=VNF_A ; 終点=VNF_B (サーバC)

VL3：始点=VNF_B (サーバC) ; 終点=NWノード(B)

[0074] こうして、サーバ（B）上のVNF_Bノードおよびその下位ノードに障害が発生しても、サーバ（B）の前段のノード（A）でTEP設定を変更することで、拡張サービスチェーンの論理パスを変更することができる。

[0075] なお、運用管理装置40の仮想トンネル設定部701および要求条件およびポリシー設定部702と同じ機能は、プログラムを実行するプロセッサ（CPU：Central Processing Unit）と、プログラムを保持するROM(Read Only Memory)および情報を保持するRAM(Random Access Memory)等の記憶装置と、により実現することもできる。

[0076] 8. その他の実施態様

以上説明した第1～第7実施形態および各実施例は、制御装置11あるいは12がネットワークのノードあるいは物理／仮想スイッチをフロー単位で制御するシステム（たとえばOpenFlow）にも適用可能である。

[0077] なお、上述したオーバーレイネットワークおよびアンダレイネットワークにおける「オーバーレイ」および「アンダレイ」は相対的概念であり、論理ネットワークおよび物理ネットワークだけでなく、上位の論理ネットワークおよび下位の論理ネットワークを指示してもよい。

産業上の利用可能性

[0078] 本発明は、仮想ネットワーク機能（VNF）をネットワーク上に配置するシステムで利用可能である。

符号の説明

[0079] 10、11、12 制御装置
VNF1～VNF3 仮想ネットワーク機能
N1～N3 ノード
SW1～SW5 物理スイッチ
SV1～SV4 サーバ
40 運用管理装置
101 オーバーレイネットワーク設定部
102 ノード管理部

- 103 データベース
- 104 ネットワークモニタ
- 105 制御部

請求の範囲

- [請求項1] マルチレイヤ構成を有するネットワークを制御する装置であって、
第一レイヤに一つのネットワークサービスの仮想ネットワーク機能を提供する第一レイヤパスを設定するパス設定手段と、
前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視する監視手段と、
前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記第一レイヤパスを切り替えるようにパケットヘッダの設定を変更する制御手段と、
を有し、前記パケットヘッダの設定変更に応じて前記第一レイヤより下位の第二レイヤの資源が変化することを特徴とするネットワーク制御装置。
- [請求項2] 前記制御手段が、前記ネットワークサービスの仮想ネットワーク機能間を接続する仮想トンネルの端点で前記パケットヘッダの設定変更を行うことを特徴とする請求項1に記載のネットワーク制御装置。
- [請求項3] 前記設定変更されるパケットヘッダは前記第一レイヤのために付加されたヘッダであることを特徴とする請求項1または2に記載のネットワーク制御装置。
- [請求項4] 前記パス設定手段が、前記ネットワークサービスと同じ仮想ネットワーク機能を提供する複数の第一レイヤパス候補を予め設定しておき、前記制御手段が、前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記複数の第一レイヤパス候補から一つのパスを選択するようにパケットヘッダの設定を変更する、ことを特徴とする請求項1-3のいずれか1項に記載のネットワーク制御装置。
- [請求項5] 前記仮想ネットワーク機能が配置された少なくとも一つの物理サーバ上のレイヤごとの仮想コンポーネントと前記ネットワークの物理コンポーネントとに関するネットワークトポロジ情報を格納する格納手段を更に有し、

前記監視手段が、前記ネットワークポロジ情報に基づいて、前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視することを特徴とする請求項1-4のいずれか1項に記載のネットワーク制御装置。

[請求項6] 前記パケットヘッダの設定変更後の前記ネットワークサービスが前記サービスレベルを満たさなければ、前記パケットヘッダの設定変更を繰り返すことを特徴とする請求項1-5のいずれか1項に記載のネットワーク制御装置。

[請求項7] マルチレイヤ構成を有するネットワークを制御する方法であって、
パス設定手段が、第一レイヤに一つのネットワークサービスの仮想ネットワーク機能を提供する第一レイヤパスを設定し、
監視手段が、前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視し、
制御手段が、前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記第一レイヤパスを切り替えるようにパケットヘッダの設定を変更し、
前記パケットヘッダの設定変更に応じて前記第一レイヤより下位の第二レイヤの資源が変化する、
ことを特徴とするネットワーク制御方法。

[請求項8] 前記制御手段が、前記ネットワークサービスの各仮想ネットワーク機能を接続する仮想トンネルの端点で前記パケットヘッダの設定変更を行うことを特徴とする請求項7に記載のネットワーク制御方法。

[請求項9] 前記設定変更されるパケットヘッダは前記第一レイヤのために付加されたヘッダであることを特徴とする請求項7または8に記載のネットワーク制御方法。

[請求項10] 前記パス設定手段が、前記ネットワークサービスと同じ仮想ネットワーク機能を提供する複数の第一レイヤパス候補を予め設定しておき、前記制御手段が、前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービ

スの端点で前記複数の第一レイヤパス候補から一つのパスを選択するようにパケットヘッダの設定を変更する、ことを特徴とする請求項7-9のいずれか1項に記載のネットワーク制御方法。

[請求項11]

前記仮想ネットワーク機能が配置された少なくとも一つの物理サーバ上のレイヤごとの仮想コンポーネントと前記ネットワークの物理コンポーネントとに関するネットワークトポロジ情報を格納し、

前記監視手段が、前記ネットワークトポロジ情報に基づいて、前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視する、

ことを特徴とする請求項7-10のいずれか1項に記載のネットワーク制御方法。

[請求項12]

前記パケットヘッダの設定変更後の前記ネットワークサービスが前記サービスレベルを満たさなければ、前記パケットヘッダの設定変更を繰り返すことを特徴とする請求項7-11のいずれか1項に記載のネットワーク制御方法。

[請求項13]

マルチレイヤ構成を有するネットワークと、
前記ネットワークを制御する制御装置と、
を有し、

前記制御装置が、第一レイヤに一つのネットワークサービスの仮想ネットワーク機能を提供する第一レイヤパスを設定し、前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視し、前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記第一レイヤパスを切り替えるようにパケットヘッダの設定を変更し、

前記パケットヘッダの設定変更に応じて前記第一レイヤより下位の第二レイヤの資源が変化することを特徴とするネットワークシステム。

[請求項14]

前記制御装置が、前記ネットワークサービスの各仮想ネットワーク

機能を接続する仮想トンネルの端点で前記パケットヘッダの設定変更を行うことを特徴とする請求項13に記載のネットワークシステム。

[請求項15] 前記設定変更されるパケットヘッダは前記第一レイヤのために付加されたヘッダであることを特徴とする請求項13または14に記載のネットワークシステム。

[請求項16] 前記制御装置が、前記ネットワークサービスと同じ仮想ネットワーク機能を提供する複数の第一レイヤパス候補を予め設定しておき、前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記複数の第一レイヤパス候補から一つのパスを選択するようにパケットヘッダの設定を変更する、ことを特徴とする請求項13-15のいずれか1項に記載のネットワークシステム。

[請求項17] 前記制御装置が、前記仮想ネットワーク機能が配置された少なくとも一つの物理サーバ上のレイヤごとの仮想コンポーネントと前記ネットワークの物理コンポーネントとに関するネットワークトポロジ情報を格納し、前記ネットワークトポロジ情報に基づいて、前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視する、ことを特徴とする請求項13-16のいずれか1項に記載のネットワークシステム。

[請求項18] 前記制御装置は、前記パケットヘッダの設定変更後の前記ネットワークサービスが前記サービスレベルを満たさなければ、前記パケットヘッダの設定変更を繰り返すことを特徴とする請求項13-17のいずれか1項に記載のネットワークシステム。

[請求項19] マルチレイヤ構成を有するネットワークを制御する装置としてコンピュータを機能させるプログラムであって、

第一レイヤに一つのネットワークサービスの仮想ネットワーク機能を提供する第一レイヤパスを設定する機能と、

前記第一レイヤにおけるネットワークサービスが要求サービスレベルを満たしているか否かを監視する機能と、

前記監視結果に応じて、前記ネットワークサービスの端点で前記第一レイヤパスを切り替えるようにパケットヘッダの設定を変更する機能と、

を前記コンピュータに実現することを特徴とするプログラム。

[図1]

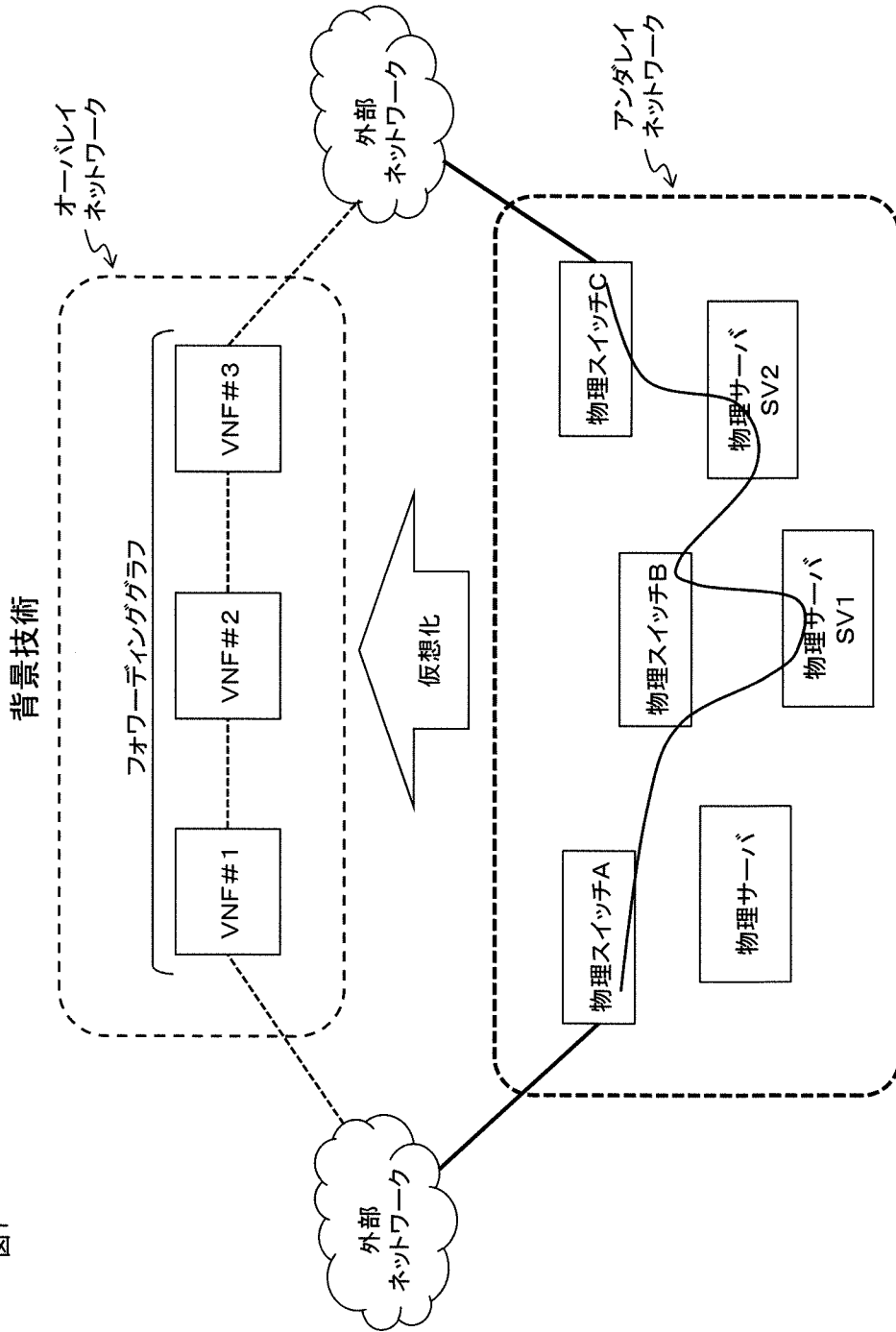


図1

[図2]

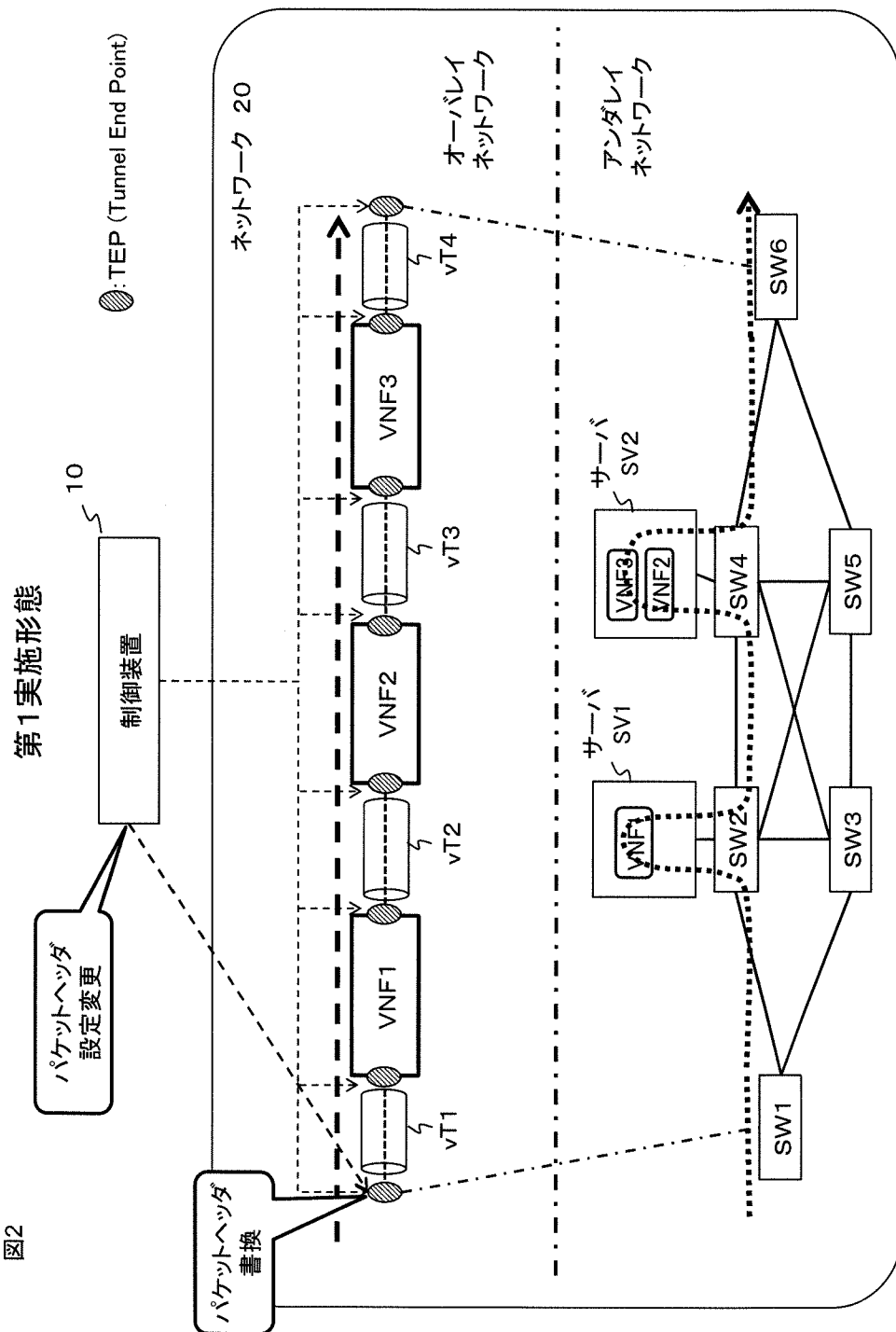
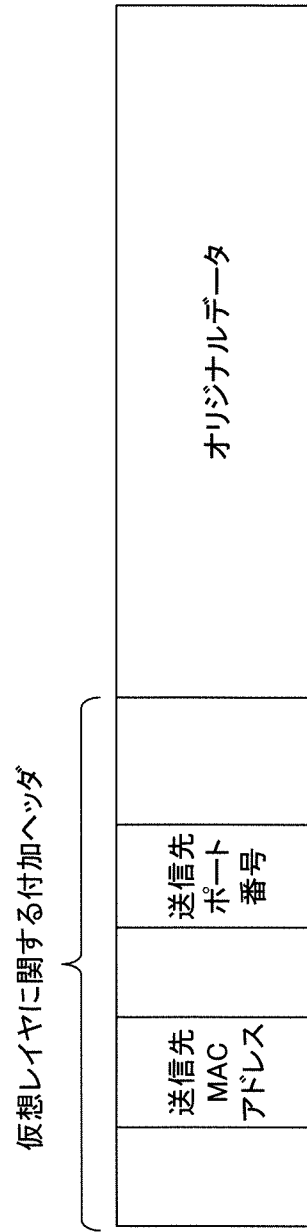


図2

第1実施形態

[図3]

図3



[図4]

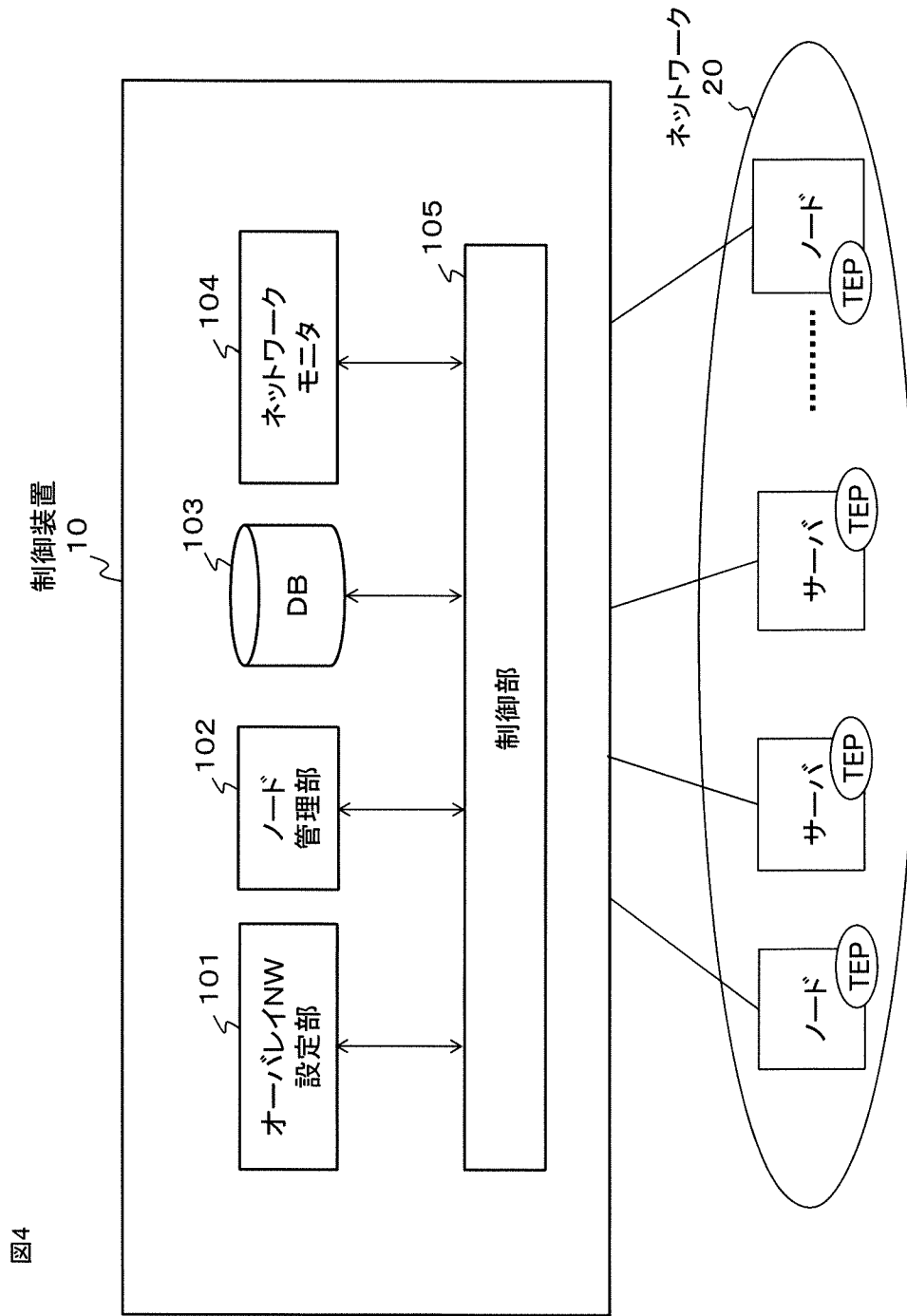


図4

[図5]

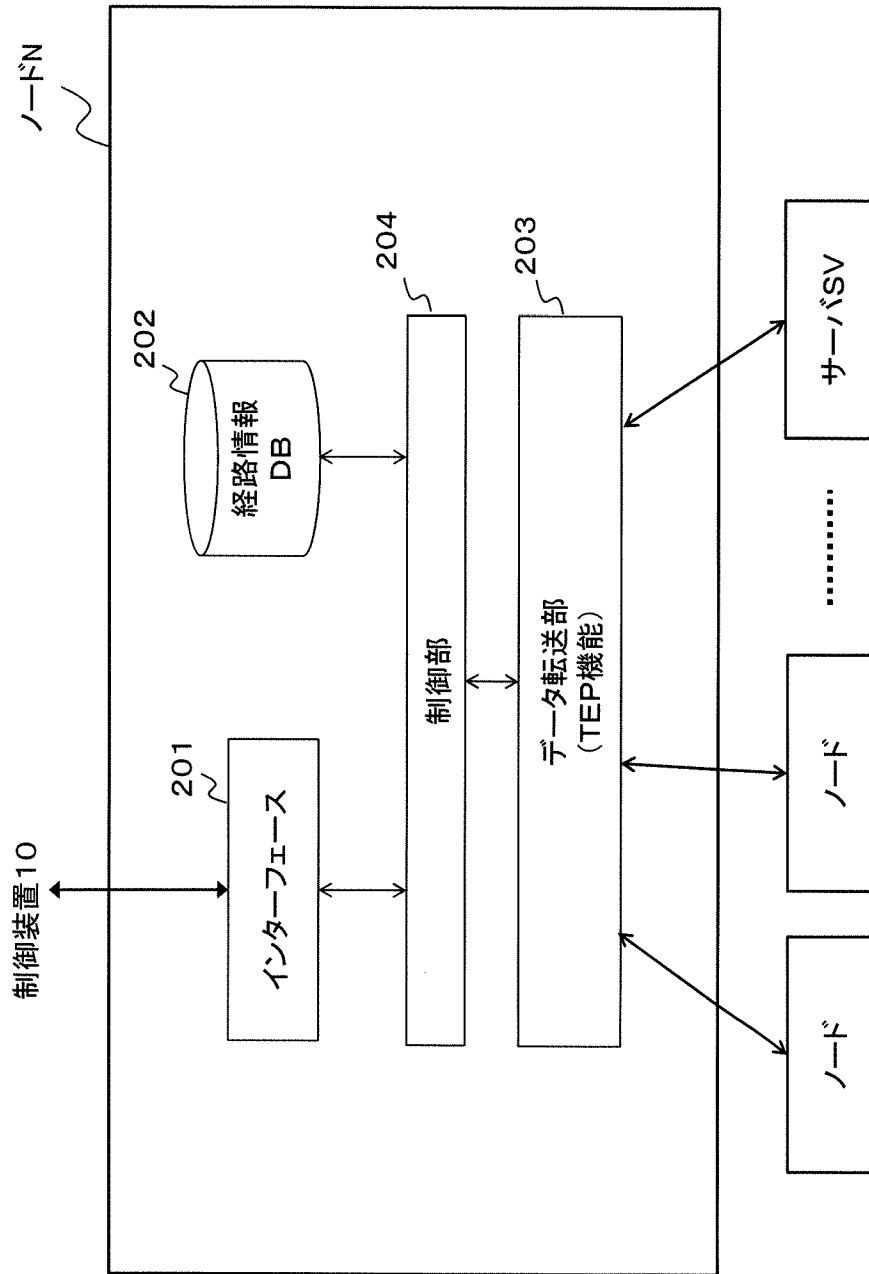


図5

図7

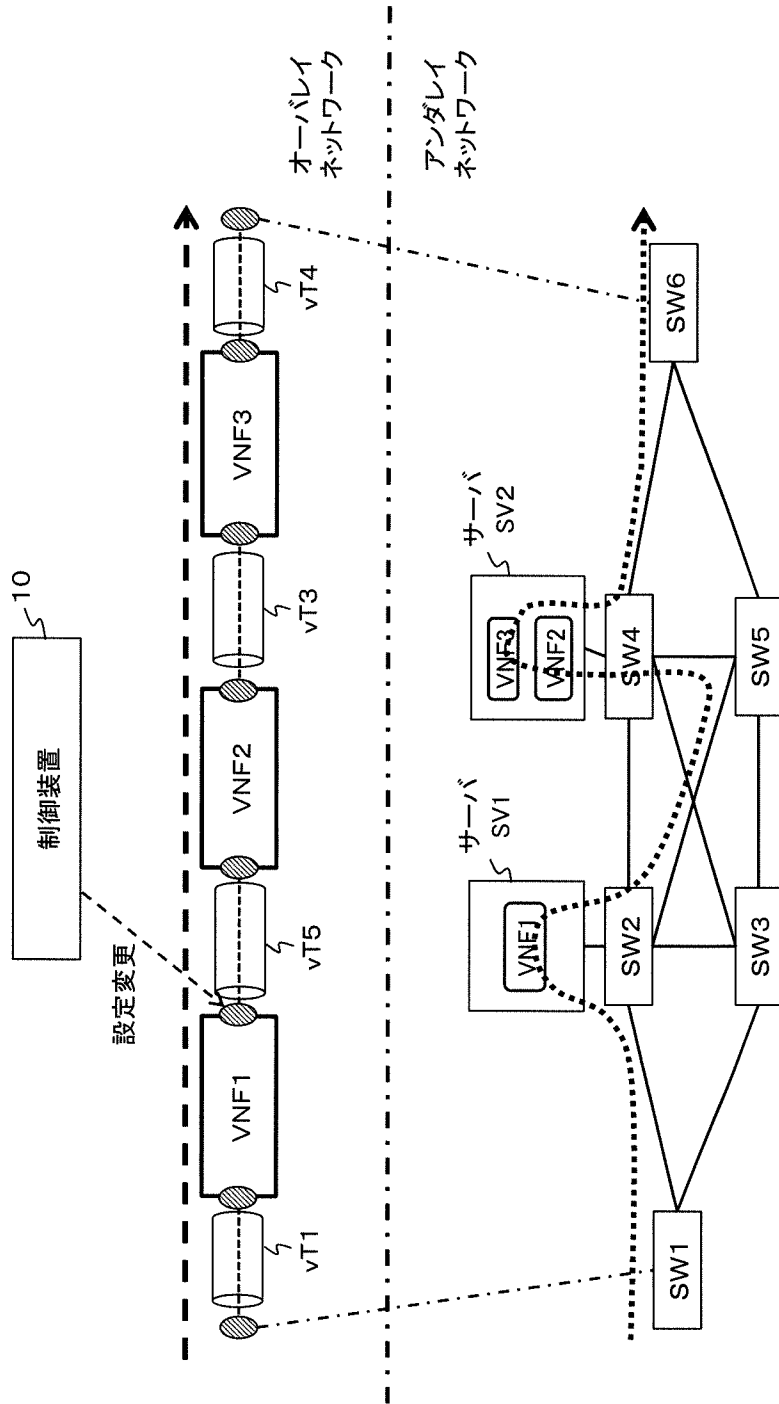
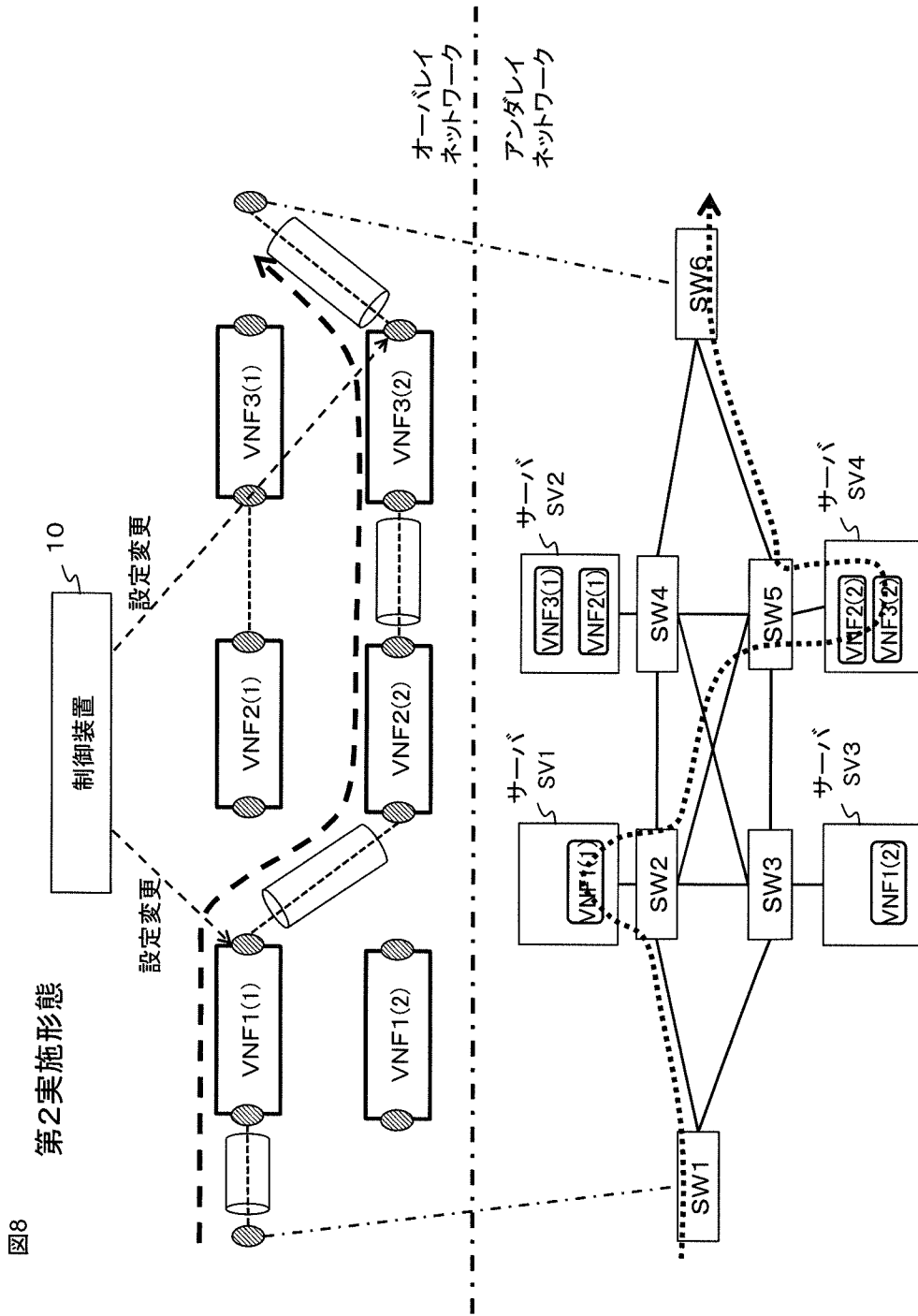
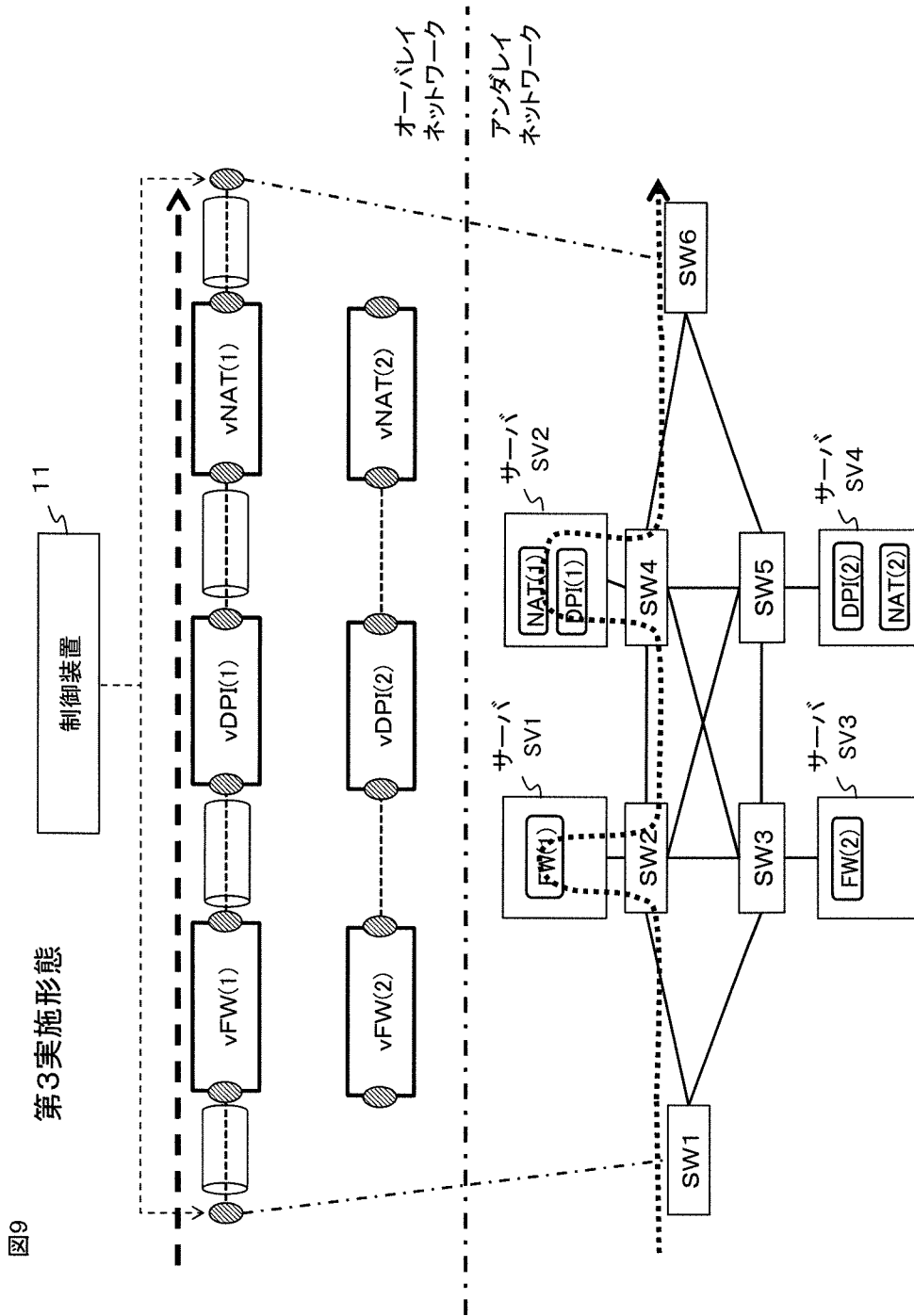


図7

[図8]



[図9]



[図10]

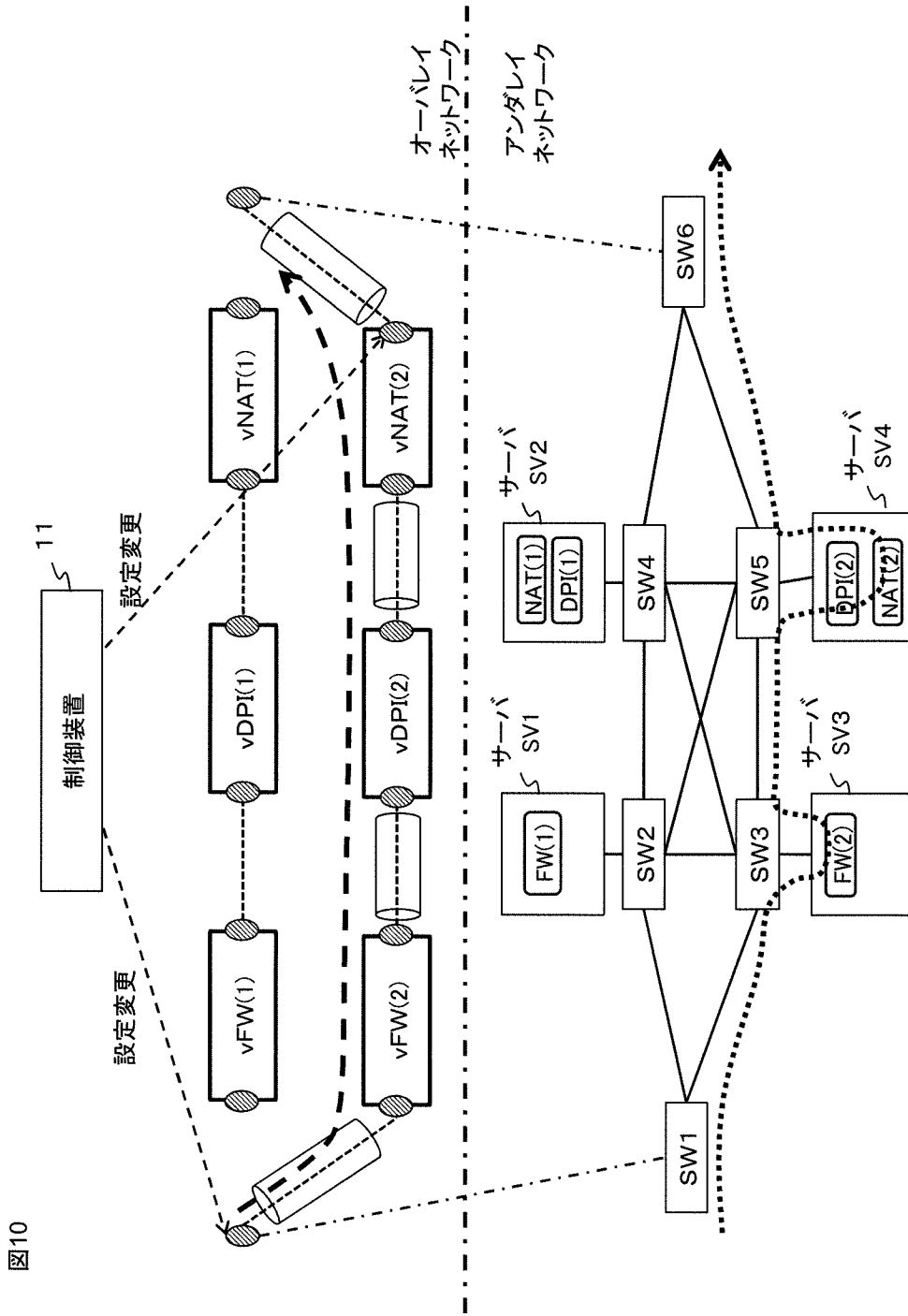


図10

[図11]

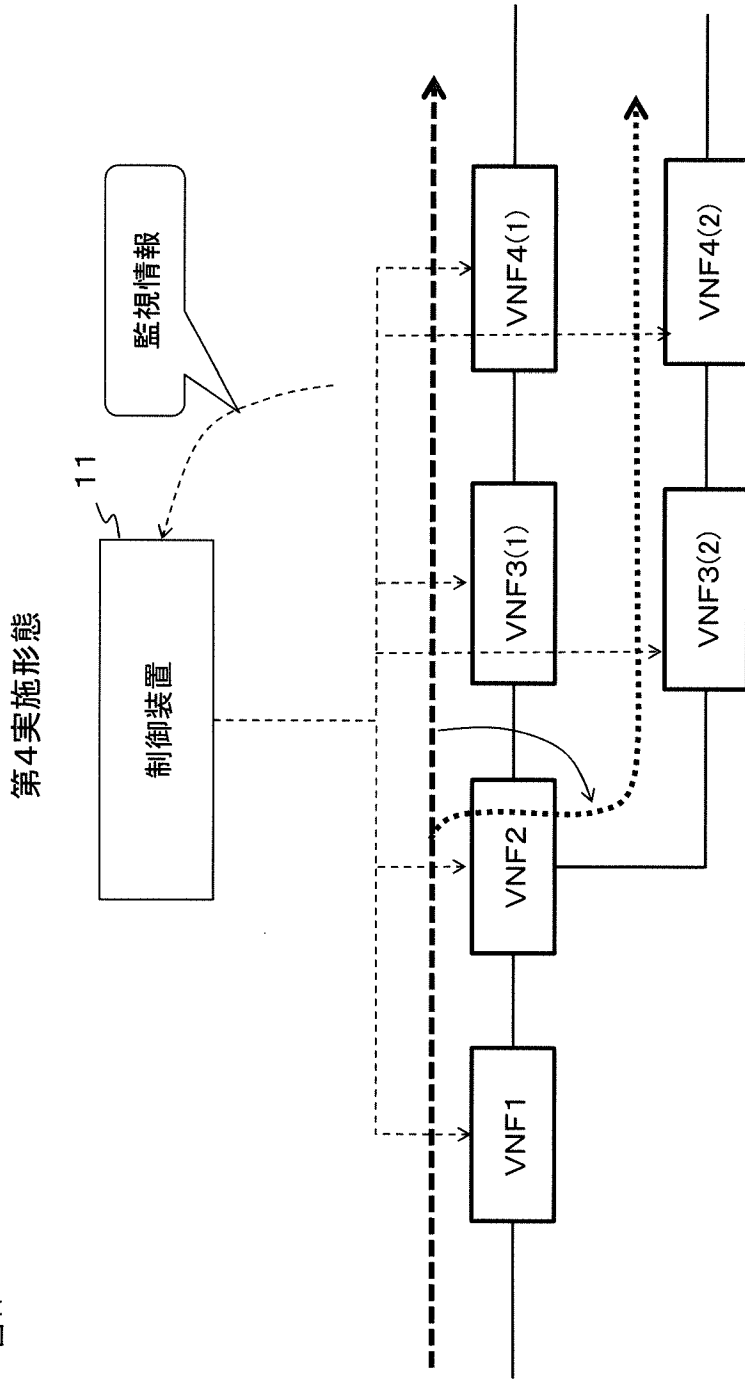


図11

第4実施形態

ネットワークサービス: VNF1-VNF2-VNF3-VNF4

[図12]

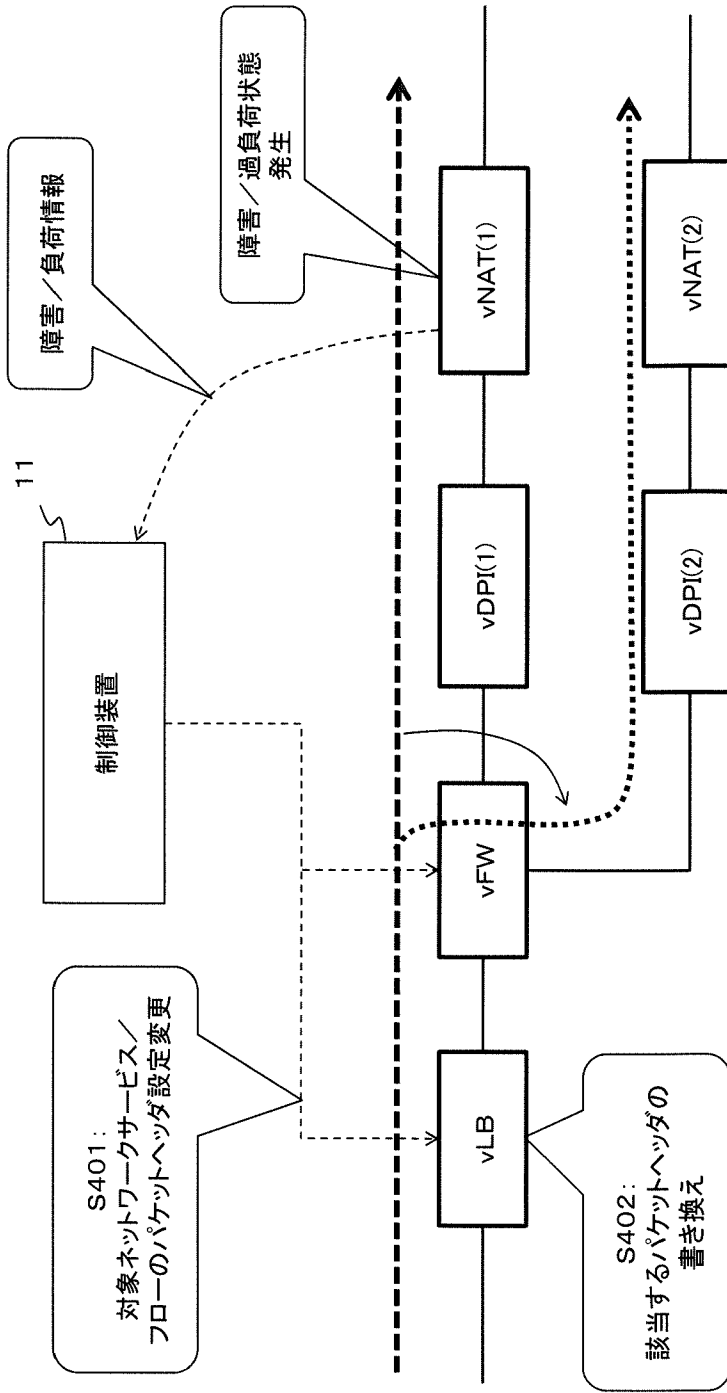
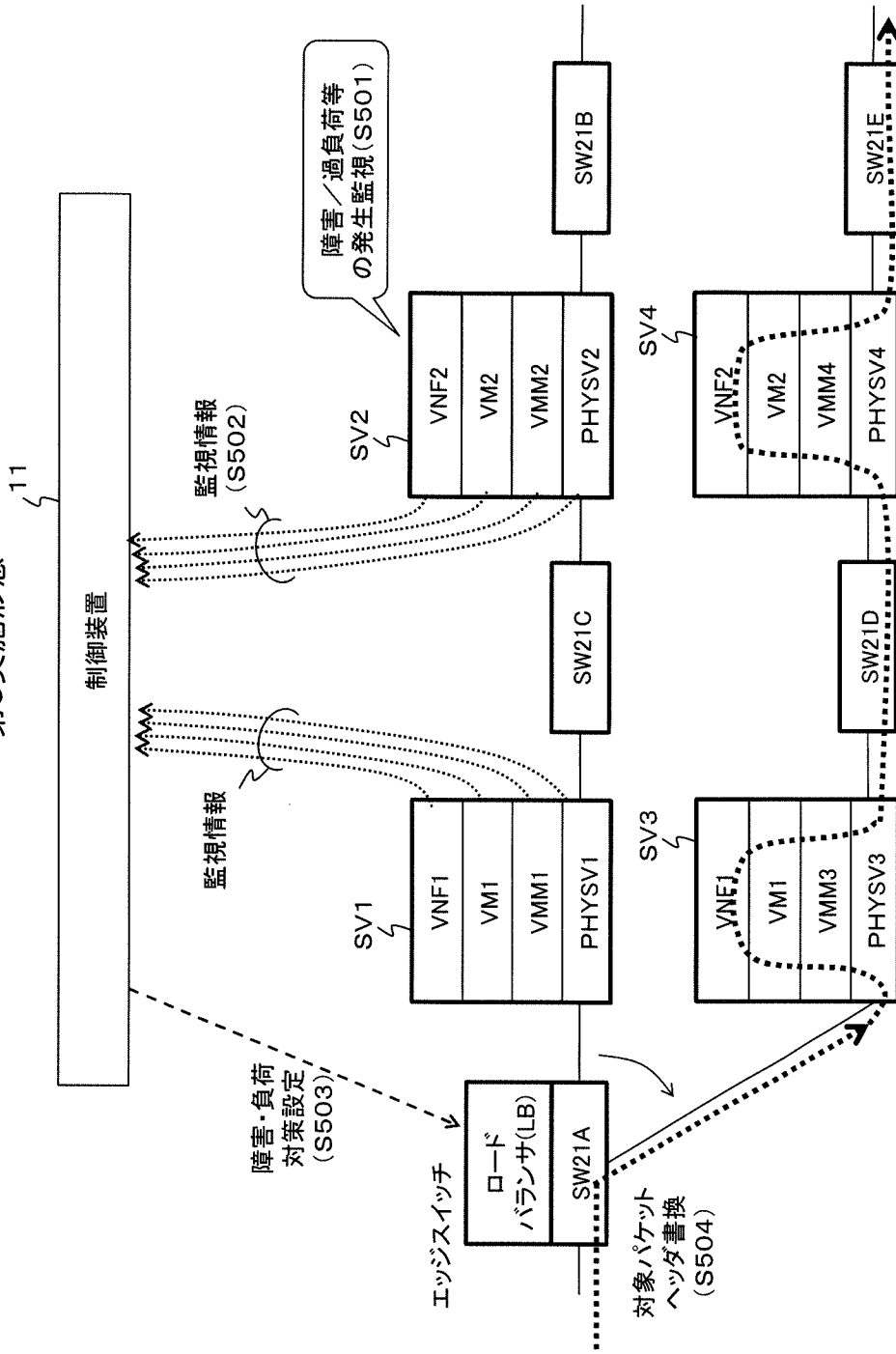


図12

[図13]

第5実施形態

図13



[図14]

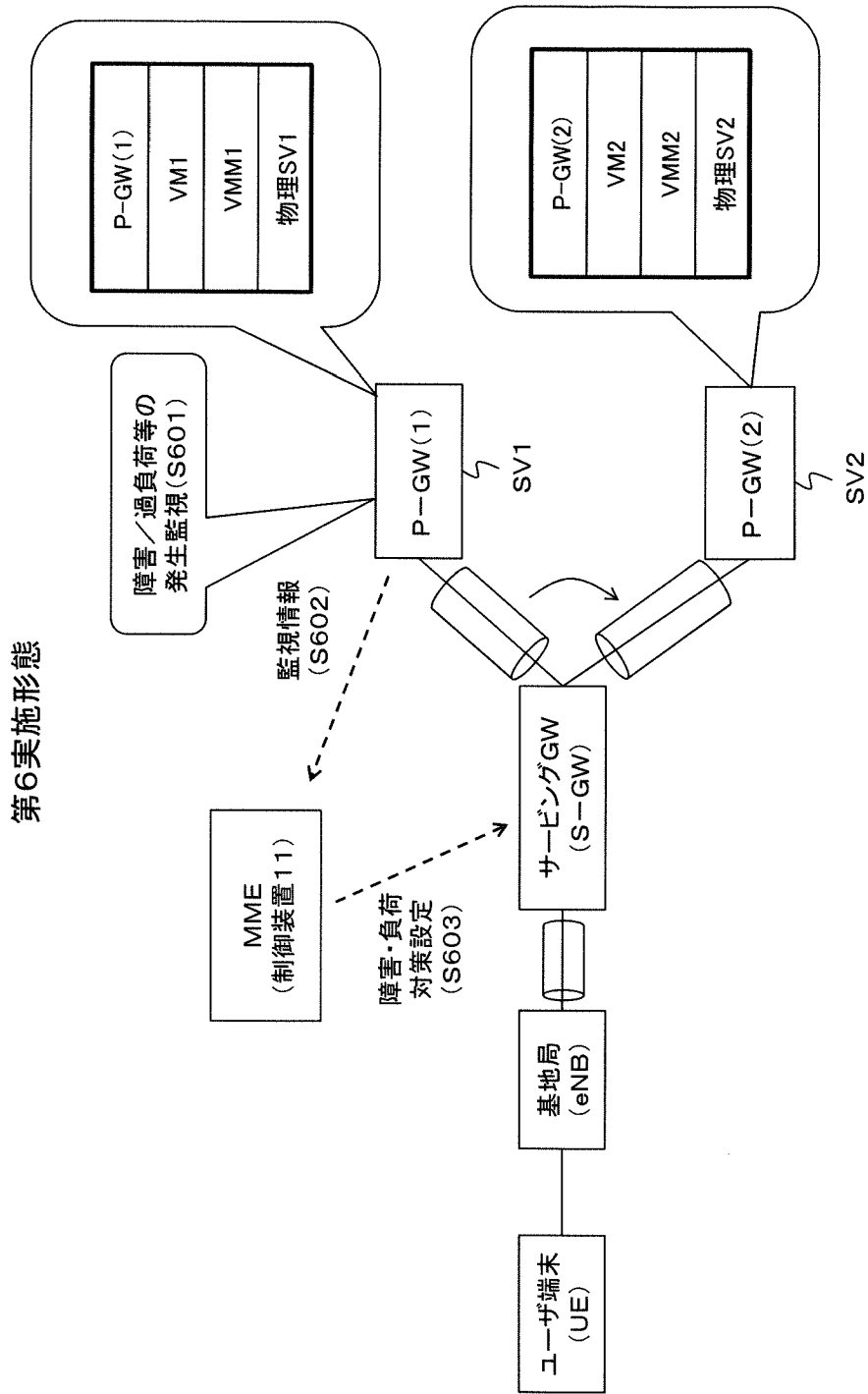


図14

[図15]

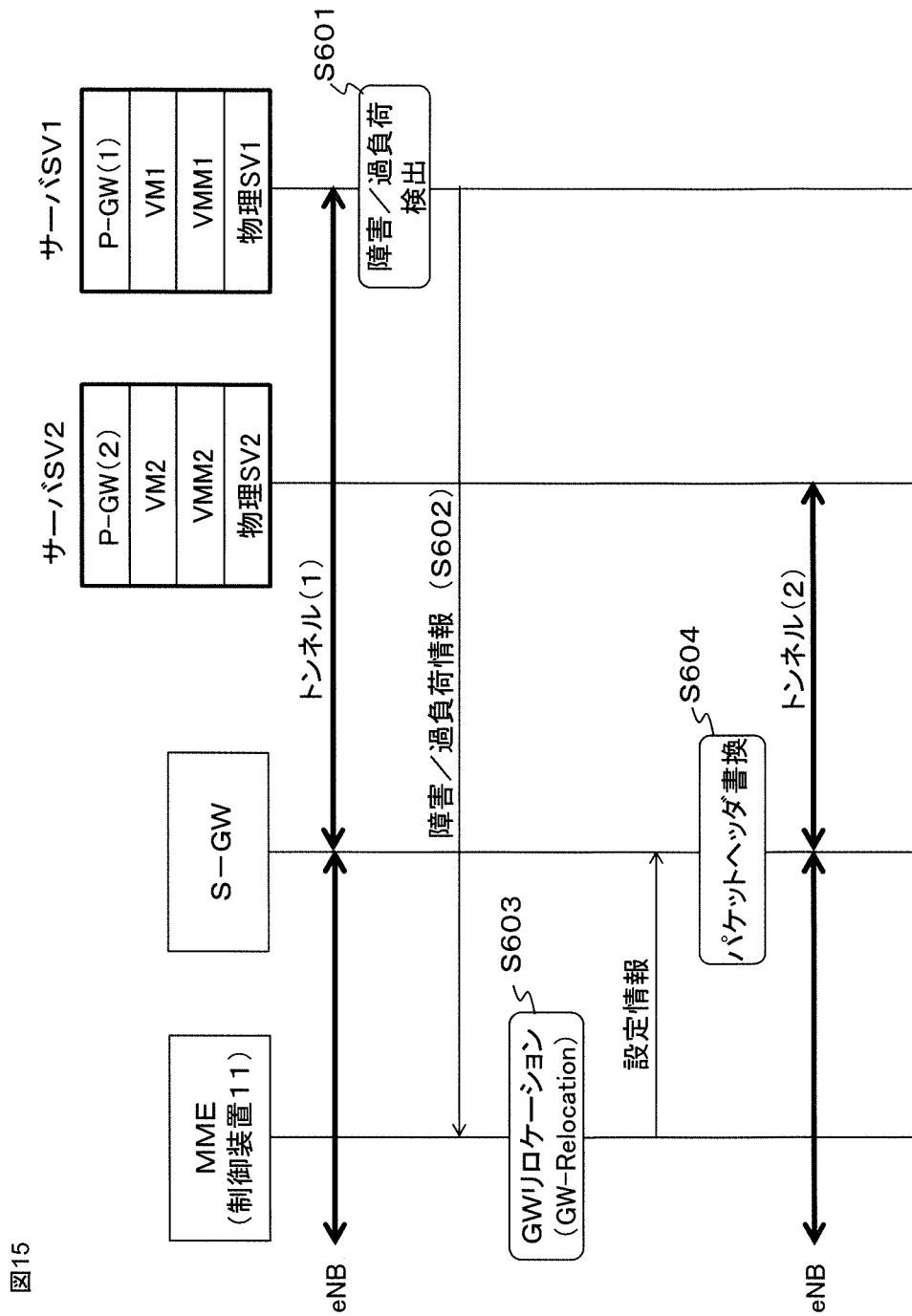
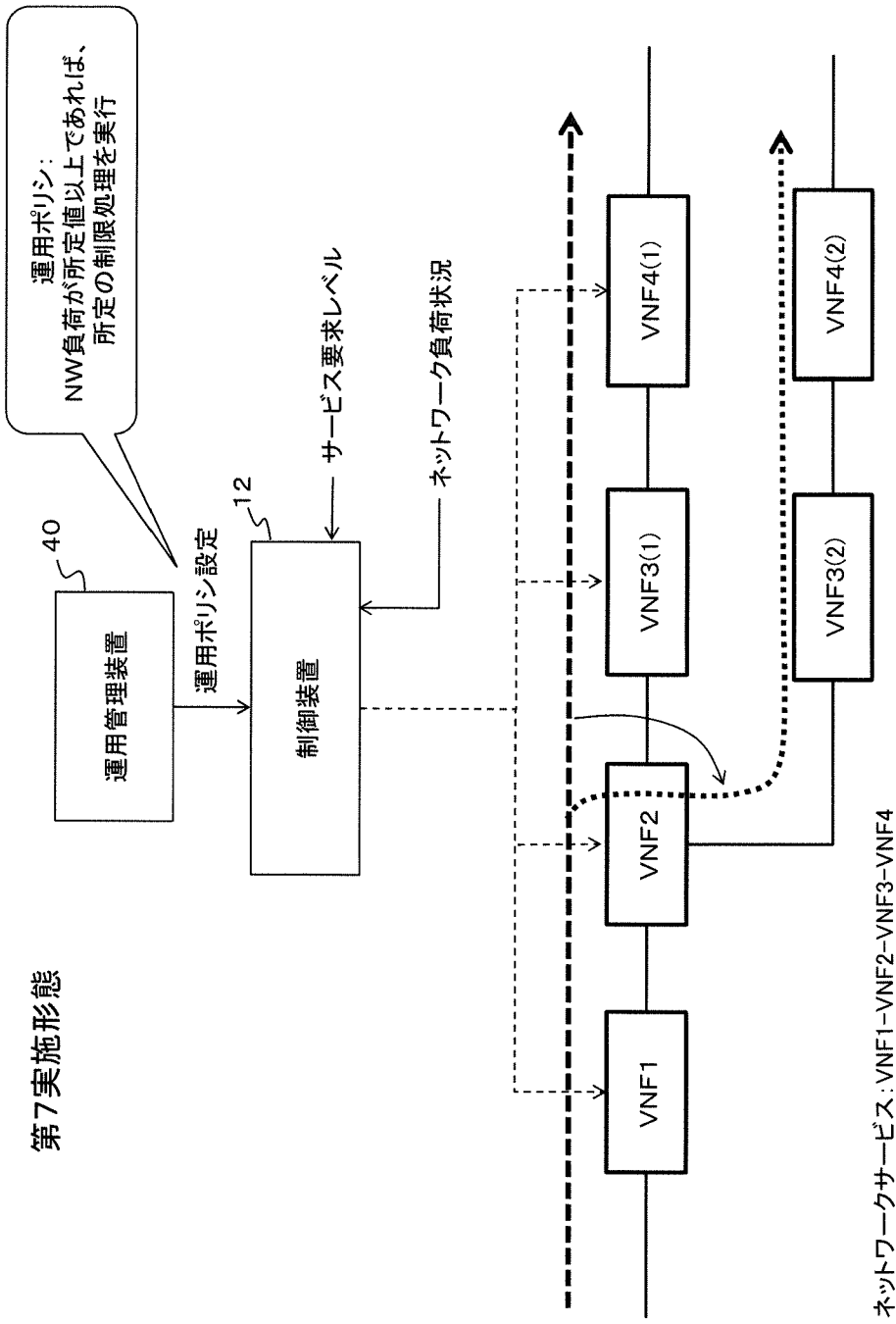


図15

[図16]

図16

第7実施形態



[図17]

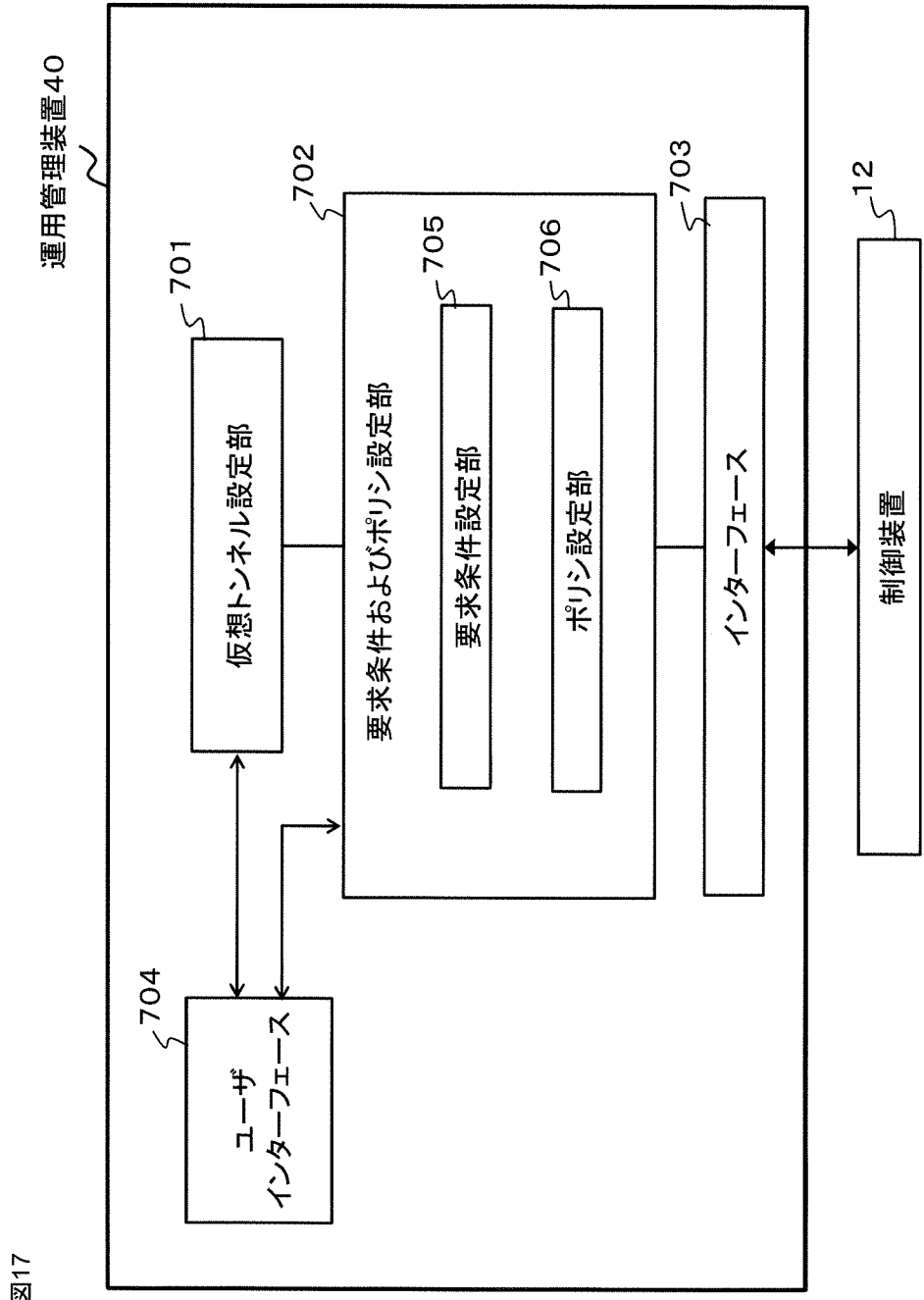
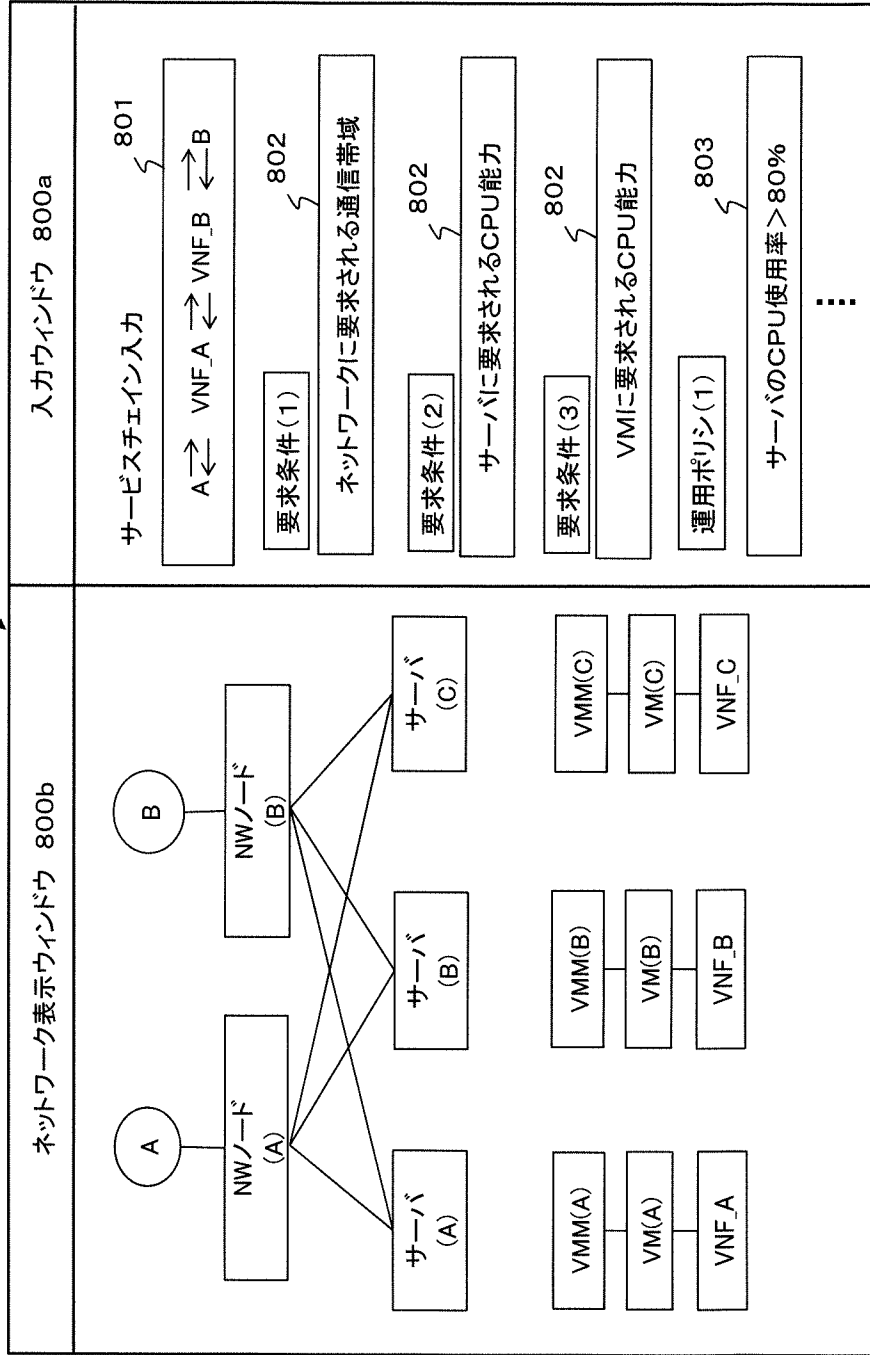


図17

[図18]

図18

管理画面800



[図19]

管理画面800

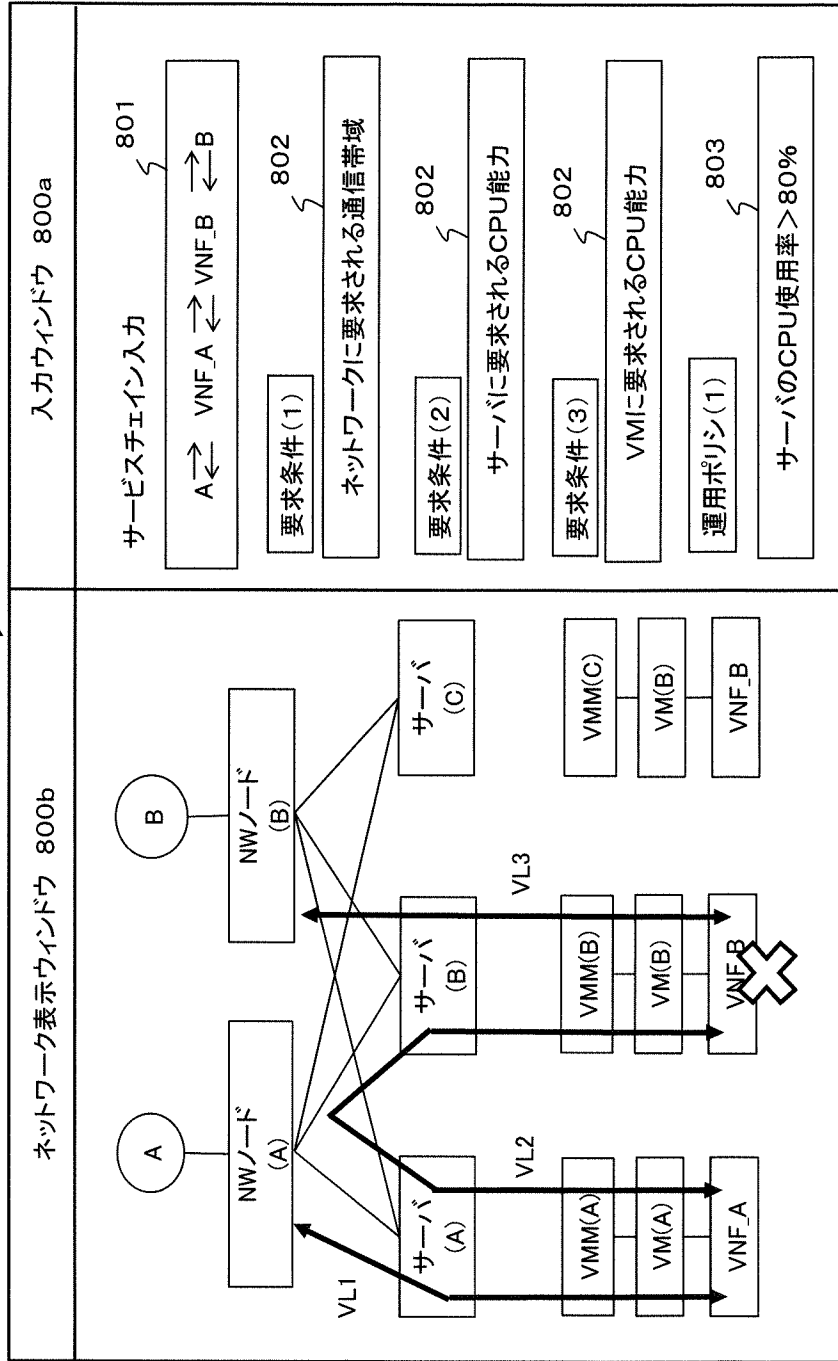


図19

[図20]

管理画面800

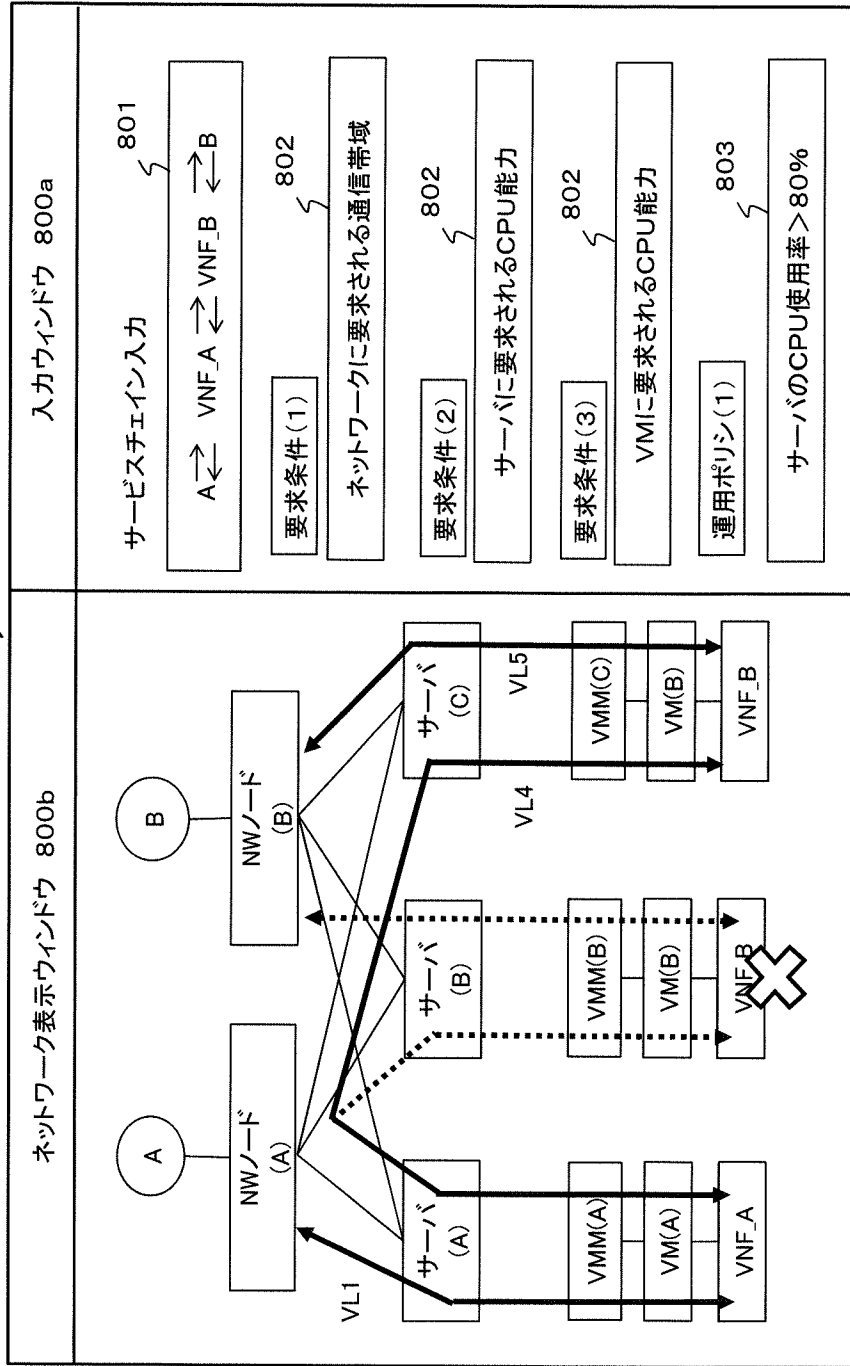


図20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/001433

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04L12/717(2013.01)i, H04L12/70(2013.01)i, H04L12/715(2013.01)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)
H04L12/717, H04L12/70, H04L12/715

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.
A	US 2014/0317261 A1 (SHATZKAMER, Kevin et al.), 23 October 2014 (23.10.2014), paragraphs [0023] to [0027], [0053] to [0054]; fig. 3, 6B & WO 2014/176104 A1	1-19
A	Yasunobu CHIBA et al., "Study on Management and Orchestration Function to Ensure Required Service Levels in NFV Environment", IEICE Technical Report, 27 February 2014 (27.02.2014), vol.113, no.472, pages 409 to 414	1-19
A	SHEN, Wenyu et al., vConductor: An enabler for achieving virtual network integration as a service, IEEE Communications Magazine, 2015.02.19, Volume 53, Issue 2, pp.116-124	1-19

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 12 April 2016 (12.04.16)	Date of mailing of the international search report 19 April 2016 (19.04.16)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H04L12/717(2013.01)i, H04L12/70(2013.01)i, H04L12/715(2013.01)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（IPC））
 Int.Cl. H04L12/717, H04L12/70, H04L12/715

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
A	US 2014/0317261 A1 (SHATZKAMER, Kevin et al.) 2014.10.23, [0023]-[0027], [0053]-[0054], FIG. 3, 6B & WO 2014/176104 A1	1-19
A	千葉 靖伸 他, NFVにおけるサービス品質保証を実現する管理・ オーケストレーション機能の検討, 電子情報通信学会技術研究報 告, 2014.02.27, 第113巻 第472号, 第409-414頁	1-19

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
 12.04.2016

国際調査報告の発送日
 19.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁（ISA/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） 菊地 陽一	5 X	3 2 5 0
電話番号 03-3581-1101 内線 3596		

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
A	SHEN, Wenyu et al., vConductor: An enabler for achieving virtual network integration as a service, IEEE Communications Magazine, 2015.02.19, Volume 53, Issue 2, pp.116-124	1-19