(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
2017 年 10 月 5 日(05.10.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/170309 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/70 (2013.01) *G06F 9/50* (2006.01)
G06F 9/46 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/012221

(22) 国際出願日: 2017 年 3 月 27 日(27.03.2017)

(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 2016-070565 2016 年 3 月 31 日(31.03.2016) 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: 長谷川　英男(HASEGAWA Hideo); 〒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). 中野　慎太郎(NAKANO Shintaro); 〒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). 石井　理(ISHII Satoru); 〒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). 柴田　誠也(SHIBATA Seiya); 〒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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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).

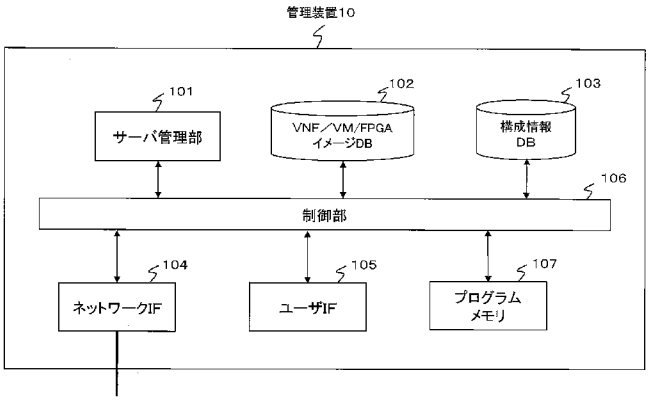
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: NETWORK SYSTEM, MANAGEMENT METHOD AND DEVICE FOR SAME, AND SERVER

(54) 発明の名称 : ネットワークシステム、その管理方法および装置ならびにサーバ

一実施形態　AA



10 Management device
101 Server management unit
102 VNF/VM/FPGA image database
103 Configuration information database
104 Network interface
105 User interface
106 Control unit
107 Program memory
AA One mode of embodiment

(57) **Abstract**: [Problem] To provide a management method, a management device, a server and a network system with which it is possible to perform network management including VNF migration, in a network in which a programmable logic circuit is included as a VNF infrastructure. [Solution] A management device (10) includes: a storage means (103) for associating and storing at least one virtual network function (VNF) operating on a server, with a programmable logic circuit (FPGA) serving as an operating entity of at least part of the virtual network function; and a control means (106) for causing a first server and a second server to execute a migration, on the basis of the associated information, to cause the virtual network function operating on the first server using the programmable logic circuit to migrate to the second server.

(57) 要約: 【課題】プログラム可能論理回路がＶＮＦのインフラストラクチャとして含まれるネットワークにおいて、ＶＮＦのマイグレーションを含むネットワーク管理を可能にする管理方法、管理装置、サーバならびにネットワークシステムを提供する。 【解決手段】管理装置（１０）は、サーバ上で動作している少なくとも一つの仮想ネットワーク機能（ＶＮＦ）と、仮想ネットワーク機能の少なくとも一部の動作主体としてのプログラム可能論理回路（ＦＰＧＡ）と、を対応付けて記憶する記憶手段（１０３）と、対応づけられた情報に基づいて第一サーバ上でプログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を第二サーバへ移動させるマイグレーションを前記第一サーバおよび前記第二サーバに実行させる制御手段（１０６）と、を有する。

WO 2017/170309 A1

明　細　書

発明の名称 ：

ネットワークシステム、その管理方法および装置ならびにサーバ

技術分野

[0001] 本発明は仮想ネットワーク機能が動作しうるサーバを含むネットワークシステムに係り、特にその管理方法および管理装置ならびにサーバに関する。

背景技術

[0002] 現在の通信システムでは、ＢＲＡＳ(Broadband Remote Access Server)、ＮＡＴ(Network Address Translation)、ルータ(Router)、ファイアウォール（ＦＷ：Firewall）、ＤＰＩ (Deep Packet Inspection)などの様々なネットワーク機能（Network Function：ＮＦ）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、新たな専用のハート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：ＶＮＦ)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ＶＮＦ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

イネットワークに５つの仮想ネットワーク機能ＶＮＦ－１～ＶＮＦ－５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－５は、NFVインフラストラクチャ（NFV Infrastructure:ＮＦＶＩ）における汎用サーバＳＶ１～ＳＶ４上で動作する。専用サーバでなく汎用サーバ上でキャリアグレードの機能を仮想的に動作させることにより、低価格化および運用の容易化を達成することができる。

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)

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、汎用サーバでＮＦＶを構築しようとすると、サーバのＣＰＵ(Central Processing Unit)処理、サーバ間の通信などにボトルネックが起こる可能性があり、このボトルネックを回避するには各サーバの高速化が不可欠である。ＣＰＵの高速化技術としては、ＣＰＵコア数を増加させる他に、ＣＰＵにＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）を結合するアクセラレータ技術が知られている（たとえば、”Xeon+FPGA Platform for the Data Center” ISCA/CARL 2015 <http://www.ece.cmu.edu/~calcm/carl/lib/exe/fetch.php?media=carl15-gupta.pdf>）。

[0010] ところが、このようなＦＰＧＡを付加したサーバを用いてＮＦＶを構築すると、ＣＰＵだけなくＦＰＧＡ上でもＶＮＦが動作するので、ネットワーク内のＦＰＧＡとＶＮＦとの対応についても管理する必要がある。たとえば、どのサーバがＦＰＧＡ対応なのか、どのＶＮＦがどのＦＰＧＡを使っているのか、さらにＶＮＦとＮＦＶＩ（ＣＯＴＳ(Commercial Off-The-Shelf)サーバ／ＶＭ／ＦＰＧＡ）との対応関係が変化したときに、ＦＰＧＡに対して、何を、どのように、いつ設定するか、という問題を解決することが必要となる。

[0011] さらに、たとえば、ＶＮＦが稼働するサーバをメンテナンスするとき、あるいはパフォーマンスが劣化したＶＮＦをより高速なサーバで処理させたいときなどには、稼働しているＶＮＦを他のサーバへ移動させるマイグレーションの実行が必要となる場合がある。通常の仮想マシン（ＶＭ）であれば、例えば同一ネットワーク内のサーバにＶＭを移動させる技術が知られている（たとえば、ＶＭｗａｒｅ社のライブマイグレーションソフトｖＭｏｔｉｏｎ（登録商標）など）。これを用いて、そのＶＭを、利用する側になんら意識させることなく、他のサーバに移動させることができる。

[0012] しかしながら、ＦＰＧＡを付加したサーバを用いてＮＦＶを構築した場合、各サーバを制御する中央のコントローラは、各サーバがＦＰＧＡコアを含むことを考慮して全体を管理する必要がある。このような管理技術はこれまで提案されていない。

[0013] このように、サーバのＣＰＵだけでなく、ＦＰＧＡのようなプログラム可能論理回路がＶＮＦのインフラストラクチャとして含まれるネットワークでは、プログラム可能論理回路を考慮した特別の管理手法が必要である。

[0014] そこで、本発明の目的は、プログラム可能論理回路がＶＮＦのインフラストラクチャとして含まれるネットワークにおいて、ＶＮＦのマイグレーションを含むネットワーク管理を可能にするネットワークシステム、その管理方法、管理装置ならびにサーバを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明によるネットワーク管理装置は、仮想ネットワーク機能が動作するサーバを含むネットワークの管理装置であって、サーバ上で動作している少なくとも一つの仮想ネットワーク機能と、仮想ネットワーク機能の少なくとも一部の動作主体としてのプログラム可能論理回路と、を対応付けて記憶する記憶手段と、前記対応づけられた情報に基づいて、第一サーバ上でプログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を第二サーバへ移動させるマイグレーションを前記第一サーバおよび前記第二サーバに実行させる制御手段と、を有することを特徴とする。

本発明によるネットワーク管理方法は、仮想ネットワーク機能が動作するサーバを含むネットワークの管理方法であって、サーバ上で動作している少なくとも一つの仮想ネットワーク機能と、仮想ネットワーク機能の少なくとも一部の動作主体としてのプログラム可能論理回路と、を対応付けて記憶手段に格納し、制御手段が、前記対応づけられた情報に基づいて、第一サーバ上でプログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を第二サーバへ移動させるマイグレーションを前記サーバおよび前記他のサーバに実行させる、ことを特徴とする。

本発明によるサーバは、少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るＣＰＵ(Central Processing Unit)と、少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るプログラム可能論理回路と、前記プログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を他のサーバへ移動させるマイグレーションを前記他のサーバとの間で実行する制御手段と、を有することを特徴とする。

本発明によるサーバは、少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るＣＰＵ(Central Processing Unit)と、少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るプログラム可能論理回路と、他のサーバのプログラム可能論理回路で動作している仮想ネットワーク機能を受け入れるマイグレーションを前記他のサーバとの間で実行する制御手段と、を有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、仮想ネットワーク機能が動作するサーバを含むネットワークシステムであって、少なくとも一つのプログラム可能論理回路をそれぞれ含む複数のサーバが接続された下位レイヤネットワークと、前記複数のサーバのいずれかで動作する少なくとも一つの仮想ネットワーク機能からなる上位レイヤネットワークと、前記下位レイヤネットワークおよび前記上位レイヤネットワークを管理する管理装置と、を有し、前記管理装置が、サーバ上で動作している少なくとも一つの仮想ネットワーク機能と、仮想ネットワーク機能の少なくとも一部の動作主体としてのプログラム可能論理回路と、を対応付けた情報に基づいて、第一サーバ上でプログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を第二サーバへ移動させるマイグレーションを前記第一サーバおよび前記第二サーバに実行させる、ことを特徴とする。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、プログラム可能論理回路がＶＮＦのインフラストラクチャとして含まれるネットワークにおいてＶＮＦを別のサーバにマイグレーションすることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0017] [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は本発明を適用す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3]図３は本発明を適用するネットワークシステムにおける物理サーバと仮想ネットワーク機能との対応関係の一例を示す模式的なネットワーク図である。

[図4]図４は図３に示すサーバの構成を模式的に示すブロック図である。

[図5]図５は本発明の一実施形態による管理装置の概略的構成を示すブロック図である。

[図6]図６は図５に示す管理装置における構成情報データベースの静的構成情

報一例を示す模式図である。

[図7]図７は図５に示す管理装置における構成情報データベースの動的構成情報一例を示す模式図である。

[図8]図８は本発明の第１実施例による管理方法におけるユーザインタフェースの一例を示す模式図である。

[図9]図９は第１実施例による管理方法におけるマイグレーションの一例を説明するための模式的なネットワーク図である。

[図10]図１０は第１実施例による管理方法におけるコールドマイグレーションを示すシーケンス図である。

[図11]図１１は第１実施例による管理方法におけるホットマイグレーションを示すシーケンス図である。

[図12]図１２は第１実施例によるマイグレーション後の構成情報データベースの動的構成情報一例を示す模式図である。

[図13]図１３は本発明の第２実施例による管理方法におけるユーザインタフェースの一例を示す模式図である。

[図14]図１４は第２実施例による管理方法におけるメンテナンス時の動作を示すシーケンス図である。

[図15]図１５は本発明の他の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。

発明を実施するための形態

[0018] ＜実施形態の概要＞

本発明の実施形態によれば、サーバ上で仮想化ネットワーク機能（ＶＮＦ）が動作しうるネットワークシステムにおいて、サーバと、サーバに含まれるプログラム可能論理回路と、サーバ上で動作するＶＮＦと、の対応関係を参照して、サーバ上でプログラム可能論理回路を用いて動作しているＶＮＦのマイグレーションを実行する。より詳しくは、第一サーバのプログラム可能論理回路と同様に構成されたプログラム可能論理回路を第二サーバに設定し、第一サーバと同じＶＮＦを第二サーバ上で動作させる。このように、各

サーバのプログラム可能論理回路を考慮しながらＶＮＦのマイグレーションを実行することができ、ＶＮＦのマイグレーションを含む種々のネットワーク管理が可能となる。

[0019] まず、図２～図４を参照して、本発明の各実施形態を説明するためのシステム構成の一例を示す。このシステム構成は、説明の複雑化を回避するための簡略化された例であり、本発明を限定するものではない。

[0020] ＜システム＞

図２に例示するように、管理装置１０は、複数のサーバからなる下位レイヤネットワーク２０と、複数のＶＮＦからなる上位レイヤネットワーク３０とを管理する。ここでは、図の簡略化のために、下位レイヤネットワーク２０がサーバＡ、Ｂ、ＣおよびＤからなり、上位レイヤネットワーク３０が仮想ネットワーク機能ＶＮＦ－１～ＶＮＦ－５からなるものとする。

[0021] 下位レイヤネットワーク２０における複数のサーバのうち少なくとも一つはプログラム可能論理回路を含むサーバである。プログラム可能論理回路は、後述するように、プログラム可能な定型的な処理を高速で実行可能なハードウェア回路であり、結合したＣＰＵのアクセラレータとして動作可能である。また、プログラム可能論理回路は、ユーザが希望する論理機能を短期間で実現できるとともに、書き換え可能という利点も有する。以下、プログラム可能論理回路としてＦＰＧＡを例示し、ＣＰＵとＦＰＧＡとが結合したサーバをＦＰＧＡ対応サーバ、ＦＰＧＡを有さないサーバをＦＰＧＡ非対応サーバと呼ぶ。

[0022] 上位レイヤネットワーク３０における各ＶＮＦは下位レイヤネットワーク２０の物理サーバ上に設定される。たとえば、図２に例示したシステムでは、ＶＮＦ－１およびＶＮＦ－２がサーバＡ上に設定され、ＶＮＦ－３、ＶＮＦ－４およびＶＮＦ－５がそれぞれサーバＢ、ＣおよびＤ上にそれぞれ設定されている。管理装置１０は、ＦＰＧＡ対応サーバおよび非対応サーバにおけるＶＮＦの管理だけでなく、あるＶＮＦを別のサーバへ移動させるマイグレーションも制御する。サーバの構成およびＶＮＦの配置例を図３に示す。

[0023] ＜ＦＰＧＡ対応サーバ＞

図３に示すように、下位レイヤネットワーク２０におけるＦＰＧＡ対応サーバＡは、ＣＰＵ２１Ａ、ＦＰＧＡ２２Ａおよびメモリ２３Ａを有し、オペレーティングシステム上でハイパバイザ２４Ａが動作し、ハイパバイザ２４Ａが複数の仮想マシンを生成しうる。ここでは、ハイパバイザ２４Ａが２つの仮想マシンＶＭ１およびＶＭ２を生成し、それぞれがＶＮＦ－１およびＶＮＦ－２のプログラムを実行するものとする。同様に、ＦＰＧＡ対応サーバＢは、ＣＰＵ２１Ｂ、ＦＰＧＡ２２Ｂおよびメモリ２３Ｂを有し、オペレーティングシステム上でハイパバイザ２４Ｂが動作し、ハイパバイザ２４Ｂが複数の仮想マシンを生成しうる。ここでは、ハイパバイザ２４Ｂが一つの仮想マシンＶＭ３を生成し、それがＶＮＦ－３のプログラムを実行するものとする。

[0024] 図４は、ネットワークシステムにおけるＦＰＧＡ対応サーバの一般的な構成を示す。ＦＰＧＡ対応サーバＸは、ＣＰＵ２１と接続したＦＰＧＡ２２を有し、ＣＰＵ２１がオペレーティングシステムの上にハイパバイザ２４、仮想マシンＶＭ２５およびＶＮＦを実行し、ＦＰＧＡ２２がコンフィグレーションデータによりＶＮＦが利用可能な構成２２ａに設定される。すなわち、ＶＮＦは、メモリ２３を介してＦＰＧＡとの間でデータのやりとりを行い、ＶＮＦの処理の少なくとも一部をＦＰＧＡへ委譲することができる。より詳細には以下の通りである。

[0025] 仮想マシンＶＭは、所定のアドレスのメモリを介してパケットデータを入力し、コンフィギュレーションで実現されたロジックで受信パケットのデータ処理を実行し、所定のアドレスのメモリを介してパケットデータを出力する。ＦＰＧＡ２２は、所定アドレスのメモリを通してパケットデータを入力すると、ＦＰＧＡコンフィグレーションに従ったロジックでデータ処理を実行し、所定のアドレスのメモリを介して処理結果を出力する。このように、ＶＮＦプログラムが所定のアドレスにデータを書き込めば、ＦＰＧＡ２２はそれを自動的に読み取って処理し、出力すべきアドレスにデータを書き込む

。したがって、ＶＮＦは、所定の処理をＦＰＧＡ２２に任せることができ、全体として処理の高速化が達成される。なお、ＦＰＧＡ２２は複数のＦＰＧＡコアを含んでもよく、それぞれのＦＰＧＡコアで異なるＶＮＦの処理を実行することもできる。

[0026] 上述したようなサーバＸで実行されているＶＮＦを他のサーバＸへ移動させる場合、ＦＰＧＡ２２でのコンフィグレーションも同様に移動させる必要がある。従って、管理装置１０は、下位レイヤネットワーク２０における各サーバのＦＰＧＡに関する情報を管理しながらサーバＸを制御し、ＶＮＦマイグレーションを実行させる必要がある。

[0027] なお、上述したように管理装置１０がネットワークシステムを一括管理することもできるが、上位レイヤネットワーク３０（ＶＮＦレイヤ）を管理する管理装置、下位レイヤネットワーク２０（ＶＮＦＩレイヤ）を管理する管理装置、というように、レイヤごとに管理装置を設ける構成であってもよい。以下、本発明の一実施形態による管理装置１０および管理方法について図面を参照しながら詳細に説明する。

[0028] １．一実施形態

＜管理装置＞

本発明の一実施形態による管理装置１０は、下位レイヤネットワーク２０および上位レイヤネットワーク３０におけるサーバ、ＣＰＵ、ＦＰＧＡおよびＶＮＦの対応管理、経路管理およびＶＮＦマイグレーション管理を実行することで、サーバの処理およびサーバ間通信でのボトルネックが発生しないように所望のフォワーディンググラフを高い信頼度で構成することができる。

[0029] 図５において、管理装置１０は、サーバ管理部１０１、ＶＮＦ／ＶＭ／ＦＰＧＡイメージデータベース１０２、構成情報データベース１０３を有し、さらに上述した下位レイヤネットワーク２０および上位レイヤネットワーク３０における各サーバと接続するネットワークインタフェース１０４を有する。また、オペレータは、ユーザインタフェース１０５を通して、後述する

管理のための各種設定および手動操作を行うことができる。管理装置１０の制御部１０６は、プログラムメモリ１０７に格納されたプログラムを実行することで、後述するように、ＶＮＦ／ＶＭ／ＦＰＧＡイメージデータベース１０２および構成情報データベース１０３の参照、登録あるいは更新を行い、サーバ／ＣＰＵ／ＦＰＧＡ／ＶＮＦの対応管理およびＶＮＦマイグレーション管理を行う。

[0030] ＶＮＦ／ＶＭ／ＦＰＧＡイメージデータベース１０２は、サーバで実行させるＶＮＦおよびＶＭのイメージデータ、ＦＰＧＡにロードする回路情報であるＦＰＧＡコンフィグレーションデータ等を格納する。構成情報データベース１０３は、図６および図７にそれぞれ示す静的および動的構成情報を格納する。

[0031] ＜構成情報＞

図６において、静的構成情報はＶＮＦ、サーバおよびＦＰＧＡに関する情報からなり、それぞれの固定情報である。ＶＮＦについては、ＶＮＦ名、ＶＮＦ機能、ＦＰＧＡ対応可否、ＶＮＦイメージファイルおよびＦＰＧＡ互換性の情報が格納され、ここでは、３つのＶＮＦ（ファイアウォール、インスペクション、ルーティング）が定義されている。サーバについては、複数のＦＰＧＡ対応サーバの情報が格納され、ここでは２つのサーバ（Ｈｏｓｔ１，Ｈｏｓｔ２）が定義されている。ＦＰＧＡについては、上記３つのＶＮＦ（ファイアウォール、インスペクション、ルーティング）にそれぞれ対応したＦＰＧＡの情報が格納されている。なお、ＶＮＦ構成情報におけるマスタイメージファイルとＦＰＧＡ構成情報におけるコンフィグレーションデータは、上記ＶＮＦ／ＶＭ／ＦＰＧＡイメージデータベース１０２に格納されている。

[0032] 図７において、動的構成情報はＶＮＦ、サービス配置およびＦＰＧＡに関する情報からなり、それぞれの現在の設定情報である。ＶＮＦについては、ＶＮＦインスタンス名、ＶＮＦ名、ホスト名、ＦＰＧＡ使用の有無、使用中のＦＰＧＡ、および性能メトリックの情報が格納されている。ここでは、Ｖ

ＮＦインスタンスＶＮＦ－１がファイアウォール機能、ＶＮＦ－２がインスペクション機能、ＶＮＦ－３がルーティング機能、ＶＮＦ－２が「ビジー状態」で性能が低下しているものとする。サービス配置については、フォワーディンググラフＳｅｒｖｉｃｅ１が３つのＶＮＦインスタンスＶＮＦ－１～ＶＮＦ－３からなるものとする。ＦＰＧＡについては、Ｈｏｓｔ１のＦＰＧＡコア１にはファイアウォールコンフィグレーションデータが、ＦＰＧＡコア２にはインスペクションコンフィグレーションデータがそれぞれロードされ、現在、ＦＰＧＡコア２の性能が低下しているものとする。また、Ｈｏｓｔ２のＦＰＧＡコア１にはルーティングコンフィグレーションデータがロードされているものとする。

[0033] オペレータは管理装置１０のユーザインタフェース１０５を通してネットワークの状態をモニタすることができ、構成情報データベース１０３の動的構成情報から各サーバで稼働しているＶＮＦのパフォーマンスを知ることができる。

[0034] ２．第１実施例

以下、図６および図７に示す構成情報を一例として、本発明の実施例による管理方法について詳細に説明する。

[0035] 図７の動的構成情報に例示するように、サーバ（Ｈｏｓｔ１）は、ＦＰＧＡコア１がＶＮＦ－１（ファイアウォール）を、ＦＰＧＡコア２がＶＮＦ－２（インスペクション）を処理しており、そのうちＦＰＧＡコア２の負荷が高くなって性能が低下している。このとき、オペレータは、次のようにユーザインタフェース１０５を通してＶＮＦ－２を負荷の小さいＨｏｓｔ２へ移動することができる。

[0036] 図８に例示するように、管理装置１０のユーザインタフェース１０５のモニタには、Ｓｅｒｖｉｃｅ１を構成するＶＮＦ－１～ＶＮＦ－３がそれぞれ稼働しているサーバ（Ｈｏｓｔ）とそれらの稼働状況とが表示され、オペレータはその中から対象となるＶＮＦ－２のマイグレーションを選択する。管理装置１０の制御部１０６は、ＶＮＦ－２のマイグレーション先として、同

じＦＰＧＡ対応で負荷の小さいＨｏｓｔ２を検索したものとする。

[0037] 図９において、サーバＡからサーバＢへのＶＮＦマイグレーションには、フォワーディンググラフのＶＮＦ処理を一旦停止してから実行するコールドマイグレーション（第１例）と、各サーバのハイパバイザのライブマイグレーション機能を利用したホットマイグレーション（第２例）とがある。

[0038] ２．１）コールドマイグレーション

図１０において、オペレータが、サーバＨｏｓｔ１からＨｏｓｔ２へのＶＮＦ－２のマイグレーションを指示すると、管理装置１０の制御部１０６は、対象ＶＮＦ－２が属するフォワーディンググラフＦＧ（ＶＮＦ－１～ＶＮＦ－３）の処理を一時的に停止する指示を各サーバへ送信し（動作２０１）、この一時停止指示に従って、各サーバは対応するＶＮＦの処理を停止する（動作２０２）。これによって、ＶＮＦ－２のパケット受信が一時中断する。

[0039] 続いて、制御部１０６は、ＶＮＦ／ＶＭ／ＦＰＧＡイメージデータベース１０２からＨｏｓｔ１のＦＰＧＡと同じＦＰＧＡコンフィグレーションデータを読み出して、マイグレーション先のＨｏｓｔ２へ当該ＦＰＧＡコンフィグレーションの適用指示を送信し（動作２０３）、これによってＨｏｓｔ２のＦＰＧＡに当該ＦＰＧＡコンフィグレーションデータが適用される（動作２０４）。

[0040] Ｈｏｓｔ２のＦＰＧＡコンフィグレーションが適用されると、管理装置１０の制御部１０６は、ＶＮＦ／ＶＭ／ＦＰＧＡイメージデータベース１０２からＨｏｓｔ１と同じＶＮＦ－２のイメージデータを読み出して、マイグレーション先のＨｏｓｔ２へ当該ＶＮＦ－２の起動指示を当該ＶＮＦ－２とＦＰＧＡとのリンク指示と共に送信する（動作２０５）。これによってＨｏｓｔ２は、ＶＮＦ－２を起動し、先に設定されたＦＰＧＡをＶＮＦ－２が利用できるように設定する（動作２０６）。

[0041] 続いて、制御部１０６は、Ｈｏｓｔ２で起動したＶＮＦ－２をフォワーディンググラフＦＧに組み込み、Ｈｏｓｔ１のＶＮＦ－２を削除する指示を送

信する（動作２０７）。これによって、Ｈｏｓｔ２のＶＮＦ－２がフォワーディンググラフＦＧに組み込まれ、Ｈｏｓｔ１のＶＮＦ－２が削除される（動作２０８、２０９）。

[0042] こうして、制御部１０６がＶＮＦ－２以外のＶＮＦを再設定してフォワーディンググラフ処理の再開を指示することで（動作２１０）、Ｈｏｓｔ１上のＶＮＦ－１とＨｏｓｔ２上のＶＮＦ－２およびＶＮＦ－３とからなるフォワーディンググラフＦＧの処理が再開される（動作２１１）。

[0043] ２．２）ホットマイグレーション

図１１において、オペレータが、サーバＨｏｓｔ１からＨｏｓｔ２へのＶＮＦ－２のマイグレーションを指示すると、管理装置１０の制御部１０６は、ＶＮＦ／ＶＭ／ＦＰＧＡイメージデータベース１０２からＨｏｓｔ１のＦＰＧＡと同じＦＰＧＡコンフィグレーションデータを読み出して、マイグレーション先のＨｏｓｔ２へ当該ＦＰＧＡコンフィグレーションの適用指示を送信し（動作３０１）、これによってＨｏｓｔ２のＦＰＧＡに当該ＦＰＧＡコンフィグレーションデータが適用される（動作３０２）。

[0044] Ｈｏｓｔ２のＦＰＧＡコンフィグレーションが適用されると、管理装置１０の制御部１０６は、Ｈｏｓｔ１に対してＶＮＦ－２の処理モードをＦＰＧＡからＣＰＵへ切り替えるように指示する（動作３０３）。この指示に従ってＨｏｓｔ１がＶＮＦ－２の処理をＣＰＵへ切り替えると（動作３０４）、制御部１０６は、Ｈｏｓｔ１およびＨｏｓｔ２に対して、ハイパバイザによるＶＮＦ－２の移動（ライブマイグレーション）を指示し（動作３０５）、Ｈｏｓｔ１からＨｏｓｔ２へのＶＮＦ－２のライブマイグレーションが実行される（動作３０６）。

[0045] マイグレーションが完了すると、管理装置１０の制御部１０６は、Ｈｏｓｔ２へ当該ＶＮＦ－２とＦＰＧＡとのリンク指示を送信する（動作３０７）。このリンク指示に従って、Ｈｏｓｔ２は、先に設定されたＦＰＧＡをＶＮＦ－２が利用できるように設定し、ＶＮＦ－２の処理モードをＣＰＵからＦＰＧＡへ切り替える（動作３０８）。

[0046] なお、制御部１０６は、必要であれば、Ｈｏｓｔ２で動作しているＶＮＦ－２をフォワーディンググラフＦＧに組み込み、ＶＮＦ－２以外のＶＮＦを再設定してフォワーディンググラフ処理の再開を指示する（動作３０９～３１１）。こうして、Ｈｏｓｔ１上のＶＮＦ－１とＨｏｓｔ２上のＶＮＦ－２およびＶＮＦ－３とからなるフォワーディンググラフＦＧの処理が続行される。

[0047] 図１２は、上述した対象ＶＮＦ－２のＨｏｓｔ１からＨｏｓｔ２へのマイグレーションによる動的構成情報の変化を示す。ＶＮＦ－２がＨｏｓｔ２のＦＰＧＡコア２により実行されることで、ＶＮＦ－２の性能メトリックの”Ｂｕｓｙ”がなくなり、Ｈｏｓｔ１のＦＰＧＡコア２がコンフィグレーションされていない状態となり、そのかわりにＨｏｓｔ２のＦＰＧＡコア２がＶＮＦ－２の動作主体となっている。

[0048] ３．第２実施例

次に、図１２に示す動的構成情報、すなわち、上述したＨｏｓｔ１上のＶＮＦ－１とＨｏｓｔ２上のＶＮＦ－２およびＶＮＦ－３とからなるフォワーディンググラフＦＧを一例として、本発明の第２実施例による管理方法について詳細に説明する。

[0049] 図１３に例示するように、サーバ（Ｈｏｓｔ１）のＦＰＧＡコア１がＶＮＦ－１（ファイアウォール）を処理し、サーバ（Ｈｏｓｔ２）のＦＰＧＡコア１がＶＮＦ－３を、ＦＰＧＡコア２がＶＮＦ－２（インスペクション）を処理している状態で、オペレータがサーバ（Ｈｏｓｔ２）のメンテナンスを指示したとする。

[0050] 図１４において、オペレータが、ＶＮＦ－２およびＶＮＦ－３が稼働中のサーバＨｏｓｔ２のメンテナンスを指示すると、管理装置１０の制御部１０６は、動的構成情報を参照してＨｏｓｔ２で稼働中のＶＮＦ（ここではＶＮＦ－２およびＶＮＦ－３）を特定する（動作４０１）。

[0051] 続いて、制御部１０６は、移動対象のＶＮＦの移動先Ｈｏｓｔサーバをサーバ管理部１０１からのサーバ情報（負荷状況等）に基づいて決定し、対象

ＶＮＦを移動先Ｈｏｓｔへ移動するように指示する（動作４０２）。移動先のＨｏｓｔは特定されたＶＮＦを稼働できる余裕があるサーバであればよく、ここではＶＮＦを稼働していないＨｏｓｔ３が移動先として決定されたものとする。なお、特定された複数のＶＮＦをすべて一つのＨｏｓｔに移動する必要はなく、移動先の負荷状態に応じて、複数のＨｏｓｔに分けて移動してもよい。

[0052] 移動元のＨｏｓｔ２および移動先のＨｏｓｔ３は、管理装置１０からの移動指示に従って対象ＶＮＦをＨｏｓｔ２からＨｏｓｔ３へ移動させる（動作４０３）。このＶＮＦ移動は、上述したマイグレーションにより実行することができるので、詳細は省略する。

[0053] こうして、ＶＮＦ－２およびＶＮＦ－３がＨｏｓｔ３へ移動してフォワーディンググラフＦＧが再開されると、Ｈｏｓｔ２のサーバがシャットダウンされ、メンテナンスが実行される（動作４０４）。

[0054] ４．他の実施形態

上述した実施形態では、管理装置１０がネットワークシステムを一括管理する場合を例示したが、本発明はこの一括管理に限定されるものではなく、マルチレイヤシステムの各レイヤを別々の管理部が協調して管理する構成であってもよい。このような分散管理システムの一例を図１５に示す。

[0055] 図１５に例示するように、ネットワークシステムは、下位レイヤネットワーク２０（ＶＮＦＩレイヤ）を管理する管理部１０ａと、上位レイヤネットワーク３０（ＶＮＦレイヤ）を管理する管理部１０ｂとを有し、管理部１０ａおよび１０ｂが協調して下位レイヤネットワーク２０および上位レイヤネットワーク３０を管理する。管理方法は上述した実施形態および実施例の通りであるから、説明は省略する。

[0056] なお、各レイヤを管理する管理部１０ａおよび１０ｂは、通信可能に接続された別個の装置が互いに協調して上記各実施形態の管理動作を実行してもよいし、それらの上位装置の管理により管理動作を実行してもよい。また、一つの管理装置内に各レイヤを管理する管理部１０ａおよび１０ｂ、あるい

はそれらを管理する上位管理部が機能的に分離して設けられた構成であってもよい。

産業上の利用可能性

[0057] 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

[0058] １０　管理装置

２０　下位レイヤネットワーク

２１、２１Ａ、２１Ｂ　ＣＰＵ

２２、２２Ａ、２２Ｂ　ＦＰＧＡ

２２ａ　ＦＰＧＡコンフィグレーション

２３、２３Ａ、２３Ｂ　メモリ

２４、２４Ａ、２４Ｂ　ハイパバイザ

２５　ＶＭ

３０　上位レイヤネットワーク

１０１　サーバ管理部

１０２　ＶＮＦ／ＶＭ／ＦＰＧＡイメージデータベース

１０３　構成情報データベース

１０４　ネットワークインタフェース

１０５　ユーザインタフェース

１０６　制御部

１０７　プログラムメモリ

請求の範囲

[請求項1] 仮想ネットワーク機能が動作するサーバを含むネットワークの管理装置であって、

サーバ上で動作している少なくとも一つの仮想ネットワーク機能と、仮想ネットワーク機能の少なくとも一部の動作主体としてのプログラム可能論理回路と、を対応付けて記憶する記憶手段と、

前記対応づけられた情報に基づいて、第一サーバ上でプログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を第二サーバへ移動させるマイグレーションを前記第一サーバおよび前記第二サーバに実行させる制御手段と、

を有することを特徴とする管理装置。

[請求項2] 前記制御手段が、前記第一サーバのプログラム可能論理回路と同様に構成されたプログラム可能論理回路を前記第二サーバに設定し、前記第一サーバと同じ仮想ネットワーク機能の少なくとも一部を前記第二サーバのプログラム可能論理回路上で動作させることを特徴とする請求項１に記載の管理装置。

[請求項3] 前記制御手段が、前記仮想ネットワーク機能が属するフォワーディンググラフの処理を停止した後で前記マイグレーションを実行し、前記マイグレーション完了後に前記フォワーディンググラフの処理を再開することを特徴とする請求項１または２に記載の管理装置。

[請求項4] 前記制御手段が、前記第一サーバにおける前記仮想ネットワーク機能の処理をＣＰＵ(Central Processing Unit)へ切り替えた後、ライブマイグレーション機能により前記第一サーバから前記第二サーバへ前記仮想ネットワーク機能を移動させることを特徴とする請求項１または２に記載の管理装置。

[請求項5] 仮想ネットワーク機能が動作するサーバを含むネットワークの管理方法であって、

サーバ上で動作している少なくとも一つの仮想ネットワーク機能と

、仮想ネットワーク機能の少なくとも一部の動作主体としてのプログラム可能論理回路と、を対応付けて記憶手段に格納し、

制御手段が、前記対応づけられた情報に基づいて、第一サーバ上でプログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を第二サーバへ移動させるマイグレーションを前記サーバおよび前記他のサーバに実行させる、

ことを特徴とする管理方法。

[請求項6] 前記制御手段が、前記第一サーバのプログラム可能論理回路と同様に構成されたプログラム可能論理回路を前記第二サーバに設定し、前記第一サーバと同じ仮想ネットワーク機能の少なくとも一部を前記第二サーバのプログラム可能論理回路上で動作させることを特徴とする請求項５に記載の管理方法。

[請求項7] 前記制御手段が、前記仮想ネットワーク機能が属するフォワーディンググラフの処理を停止した後で前記マイグレーションを実行し、前記マイグレーション完了後に前記フォワーディンググラフの処理を再開することを特徴とする請求項５または６に記載の管理方法。

[請求項8] 前記制御手段が、前記第一サーバにおける前記仮想ネットワーク機能の処理をＣＰＵ(Central Processing Unit)へ切り替えた後、ライブマイグレーション機能により前記第一サーバから前記第二サーバへ前記仮想ネットワーク機能を移動させることを特徴とする請求項５または６に記載の管理方法。

[請求項9] 少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るＣＰＵ(Central Processing Unit)と、

少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るプログラム可能論理回路と、

前記プログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を他のサーバへ移動させるマイグレーションを前記他のサーバとの間で実行する制御手段と、

を有することを特徴とするサーバ。

[請求項10] 前記制御手段が、前記仮想ネットワーク機能が属するフォワーディンググラフの処理を停止した後で前記マイグレーションを実行し、前記マイグレーション完了後に前記フォワーディンググラフの処理を再開することを特徴とする請求項９に記載のサーバ。

[請求項11] 前記制御手段が、前記プログラム可能論理回路を用いて動作している前記仮想ネットワーク機能の処理を前記ＣＰＵへ切り替えた後、ライブマイグレーション機能により前記仮想ネットワーク機能を前記他のサーバへ移動させることを特徴とする請求項９に記載のサーバ。

[請求項12] 少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るＣＰＵ(Central Processing Unit)と、

少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るプログラム可能論理回路と、

他のサーバのプログラム可能論理回路で動作している仮想ネットワーク機能を受け入れるマイグレーションを前記他のサーバとの間で実行する制御手段と、

を有することを特徴とするサーバ。

[請求項13] 前記制御手段が、自己のサーバの前記プログラム可能論理回路を前記他のサーバのプログラム可能論理回路と同様に設定し、前記仮想ネットワーク機能の少なくとも一部を自己のサーバの前記プログラム可能論理回路上で動作させることを特徴とする請求項１２に記載のサーバ。

[請求項14] 前記制御手段が、前記仮想ネットワーク機能が属するフォワーディンググラフの処理を停止した後で前記マイグレーションを実行し、前記マイグレーション完了後に前記フォワーディンググラフの処理を再開することを特徴とする請求項１２または１３に記載のサーバ。

[請求項15] 前記制御手段が、ライブマイグレーション機能により前記仮想ネットワーク機能を前記他のサーバから受け入れた後、前記自己のサーバ

のプログラム可能論理回路上で動作させることを特徴とする請求項１２または１３に記載のサーバ。

[請求項16] 仮想ネットワーク機能が動作するサーバを含むネットワークシステムであって、

少なくとも一つのプログラム可能論理回路をそれぞれ含む複数のサーバが接続された下位レイヤネットワークと、

前記複数のサーバのいずれかで動作する少なくとも一つの仮想ネットワーク機能からなる上位レイヤネットワークと、

前記下位レイヤネットワークおよび前記上位レイヤネットワークを管理する管理装置と、

を有し、

前記管理装置が、サーバ上で動作している少なくとも一つの仮想ネットワーク機能と、仮想ネットワーク機能の少なくとも一部の動作主体としてのプログラム可能論理回路と、を対応付けた情報に基づいて、第一サーバ上でプログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を第二サーバへ移動させるマイグレーションを前記第一サーバおよび前記第二サーバに実行させる、

ことを特徴とするネットワークシステム。

[請求項17] 前記管理装置が、前記第一サーバのプログラム可能論理回路と同様に構成されたプログラム可能論理回路を前記第二サーバに設定し、前記第一サーバと同じ仮想ネットワーク機能の少なくとも一部を前記第二サーバのプログラム可能論理回路上で動作させることを特徴とする請求項１６に記載のネットワークシステム。

[請求項18] 前記管理装置が、前記仮想ネットワーク機能が属するフォワーディンググラフの処理を停止した後で前記マイグレーションを実行し、前記マイグレーション完了後に前記フォワーディンググラフの処理を再開することを特徴とする請求項１６または１７に記載のネットワークシステム。

[請求項19] 前記管理装置が、前記第一サーバにおける前記仮想ネットワーク機能の処理をＣＰＵ(Central Processing Unit)へ切り替えた後、ライブマイグレーション機能により前記第一サーバから前記第二サーバへ前記仮想ネットワーク機能を移動させることを特徴とする請求項１６または１７に記載のネットワークシステム。

[請求項20] 仮想ネットワーク機能が動作するサーバを含むネットワークの管理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、

サーバ上で動作している少なくとも一つの仮想ネットワーク機能と、仮想ネットワーク機能の少なくとも一部の動作主体としてのプログラム可能論理回路と、を対応付けて記憶手段に格納する機能と、

制御手段が、前記対応づけられた情報に基づいて、第一サーバ上でプログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を第二サーバへ移動させるマイグレーションを前記サーバおよび前記他のサーバに実行させる機能と、

を前記コンピュータで実現することを特徴とするプログラム。

[請求項21] 少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るＣＰＵ(Central Processing Unit)と、少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るプログラム可能論理回路と、を有するサーバとしてコンピュータを機能させるプログラムであって、

制御手段が、前記プログラム可能論理回路を用いて動作している仮想ネットワーク機能を他のサーバへ移動させるマイグレーションを前記他のサーバとの間で実行する機能を前記コンピュータで実現することを特徴とするプログラム。

[請求項22] 少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るＣＰＵ(Central Processing Unit)と、少なくとも１つの仮想ネットワーク機能の動作主体となり得るプログラム可能論理回路と、を有するサーバとしてコンピュータを機能させるプログラムであって、

制御手段が、他のサーバのプログラム可能論理回路で動作している

仮想ネットワーク機能を受け入れるマイグレーションを前記他のサーバとの間で実行する機能を前記コンピュータで実現することを特徴とするプログラム。

[請求項23] 仮想ネットワーク機能が動作するサーバを含むネットワークの管理装置であって、

サーバ上で動作している少なくとも一つの仮想ネットワーク機能と、仮想ネットワーク機能の少なくとも一部の動作主体としてのＣＰＵ(Central Processing Unit)およびプログラム可能論理回路の各々と、を対応付けた構成情報を記憶する記憶手段と、

前記構成情報に基づいて、少なくとも一方がプログラム可能論理回路を有する第一サーバと第二サーバとの間で仮想ネットワーク機能を移動させる制御手段と、

を有することを特徴とする管理装置。

[請求項24] 前記制御手段が、前記第一サーバのプログラム可能論理回路と同様に構成されたプログラム可能論理回路を前記第二サーバに設定し、前記第一サーバと同じ仮想ネットワーク機能の少なくとも一部を前記第二サーバのプログラム可能論理回路上で動作させることを特徴とする請求項２３に記載の管理装置。

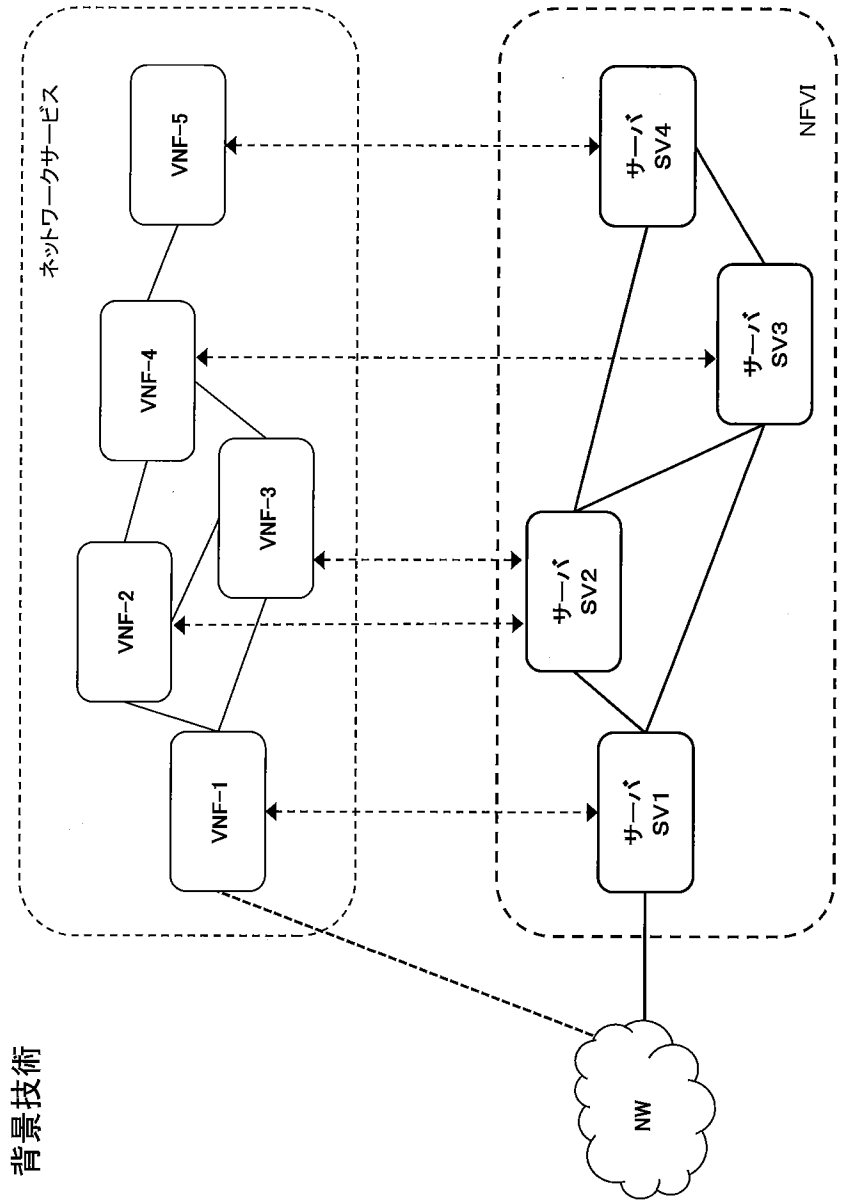
[請求項25] 前記ネットワーク内の少なくとも一つのサーバに設定された複数の仮想ネットワーク機能が属するフォワーディンググラフの状態を表示するユーザインタフェースを更に有し、

前記ユーザインタフェースを通して前記第一サーバで動作している一つの仮想ネットワーク機能が指定されると、前記制御手段が、前記第一サーバのプログラム可能論理回路と同様に構成されたプログラム可能論理回路を前記第二サーバに設定し、前記第一サーバと同じ前記一つの仮想ネットワーク機能の少なくとも一部を前記第二サーバのプログラム可能論理回路上で動作させることを特徴とする請求項２３に記載の管理装置。

[請求項26] 請求項２３－２５のいずれかに記載の管理装置により管理される複数のサーバからなるネットワーク。

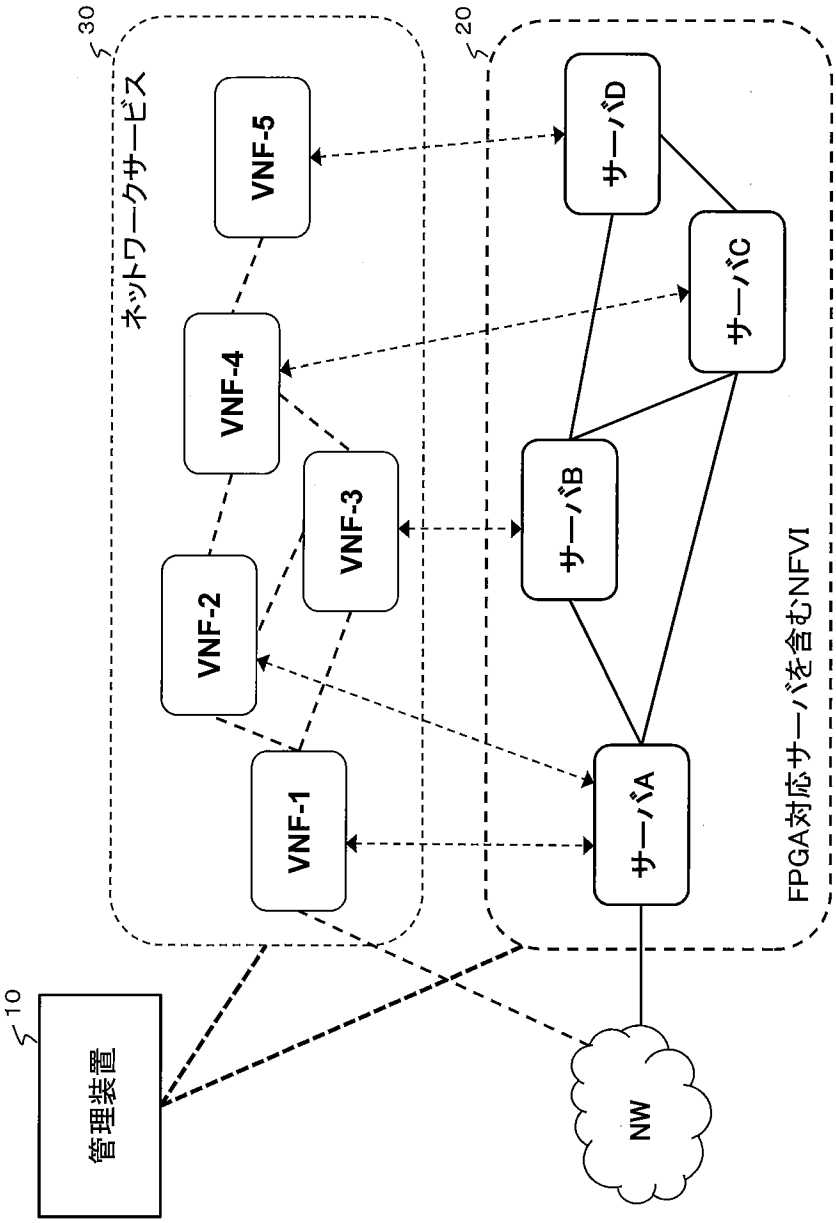
[請求項27] 請求項２３－２５のいずれかに記載の管理装置により管理される、プログラム可能論理回路を有するサーバ。

[図1]

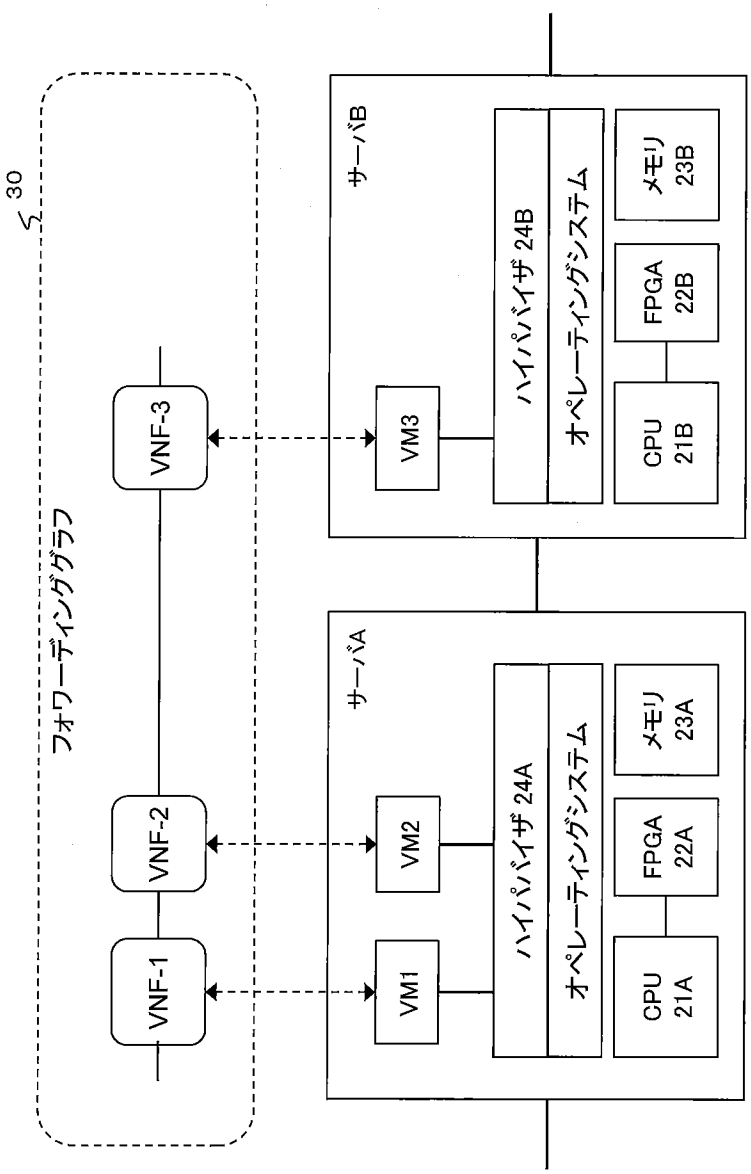

ネットワークサービス
VNF-5
VNF-4
VNF-3
VNF-2
VNF-1
NFVI
サーバ SV4
サーバ SV3
サーバ SV2
サーバ SV1
NW

背景技術

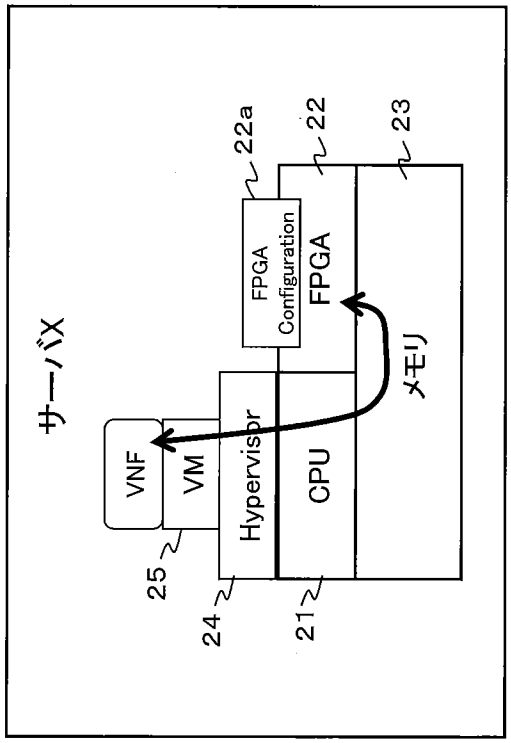
[図2]


30
ネットワークサービス
VNF-5
VNF-4
VNF-3
VNF-2
VNF-1
20
サーバD
サーバC
サーバB
サーバA
FPGA対応サーバを含むNFVI
10
管理装置
NW

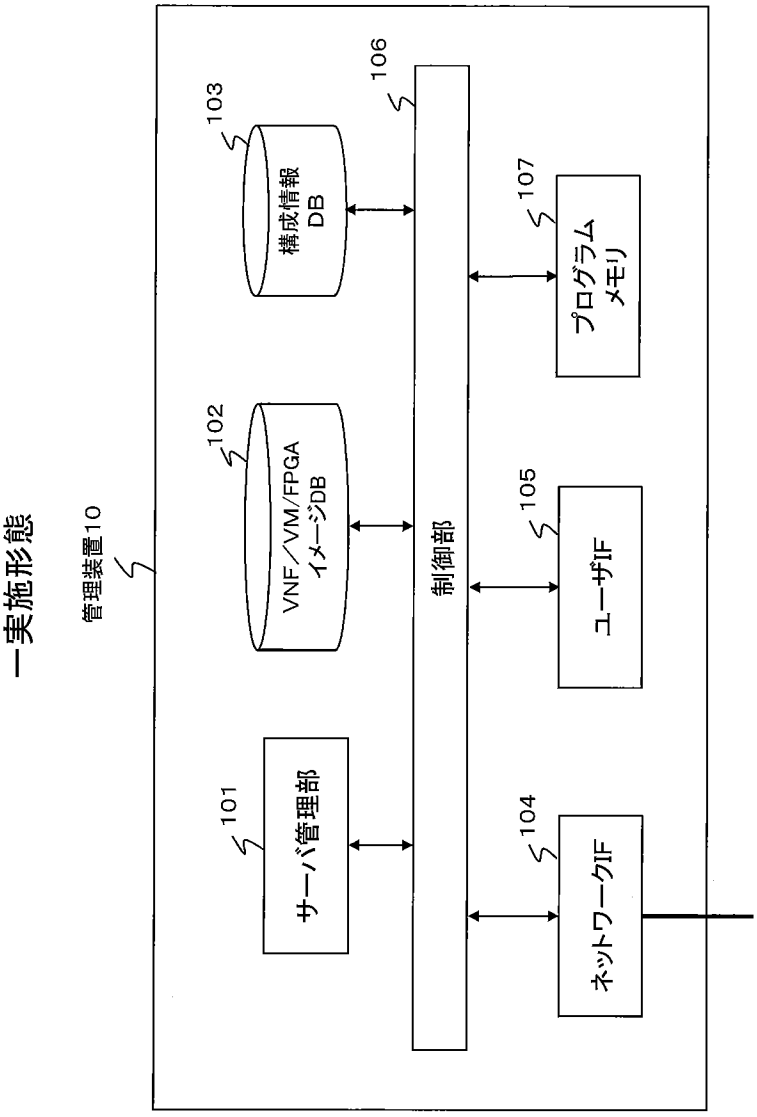
[図3]


30
フォワーディンググラフ
VNF-1
VNF-2
VNF-3
サーバA
サーバB
VM1
VM2
VM3
ハイパバイザ 24A
ハイパバイザ 24B
オペレーティングシステム
CPU 21A
FPGA 22A
メモリ 23A
CPU 21B
FPGA 22B
メモリ 23B

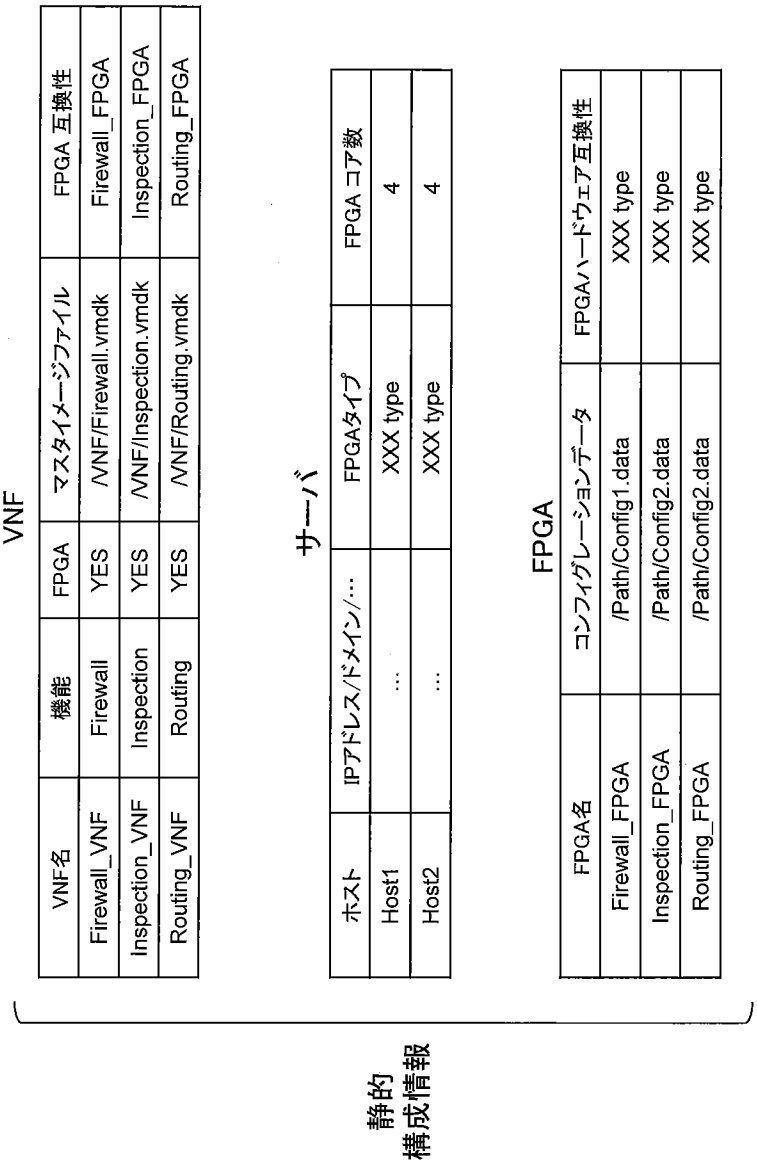
[図4]


サーバX
VNF
VM
Hypervisor
CPU
FPGA Configuration
FPGA
メモリ
25
24
21
22a
22
23

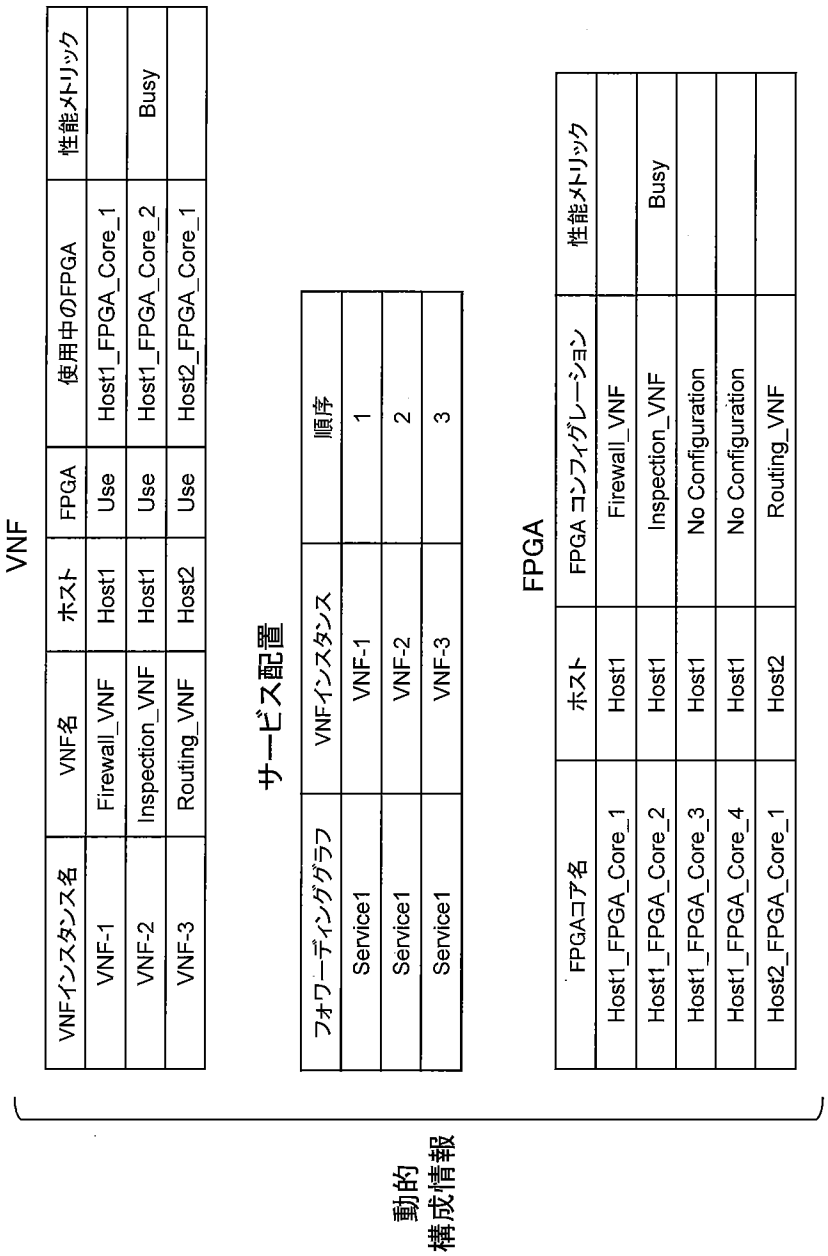
[図5]


一実施形態
管理装置10
101
サーバ管理部
102
VNF／VM/FPGA
イメージDB
103
構成情報
DB
104
ネットワークIF
105
ユーザIF
106
制御部
107
プログラム
メモリ

[図6]

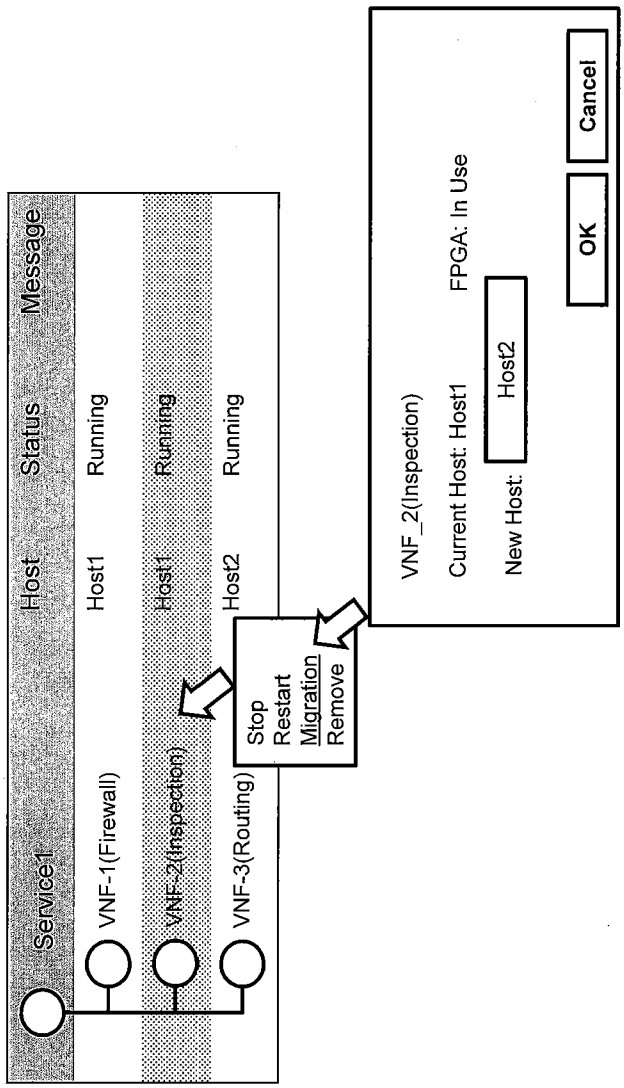

静的
構成情報
VNF
VNF名
機能
FPGA
マスタイメージファイル
FPGA 互換性
Firewall_VNF
Firewall
YES
/VNF/Firewall.vmdk
Firewall_FPGA
Inspection_VNF
Inspection
YES
/VNF/Inspection.vmdk
Inspection_FPGA
Routing_VNF
Routing
YES
/VNF/Routing.vmdk
Routing_FPGA
サーバ
ホスト
IPアドレス/ドメイン/…
FPGAタイプ
FPGA コア数
Host1
…
XXX type
4
Host2
…
XXX type
4
FPGA
FPGA名
コンフィグレーションデータ
FPGAハードウェア互換性
Firewall_FPGA
/Path/Config1.data
XXX type
Inspection_FPGA
/Path/Config2.data
XXX type
Routing_FPGA
/Path/Config2.data
XXX type

[図7]

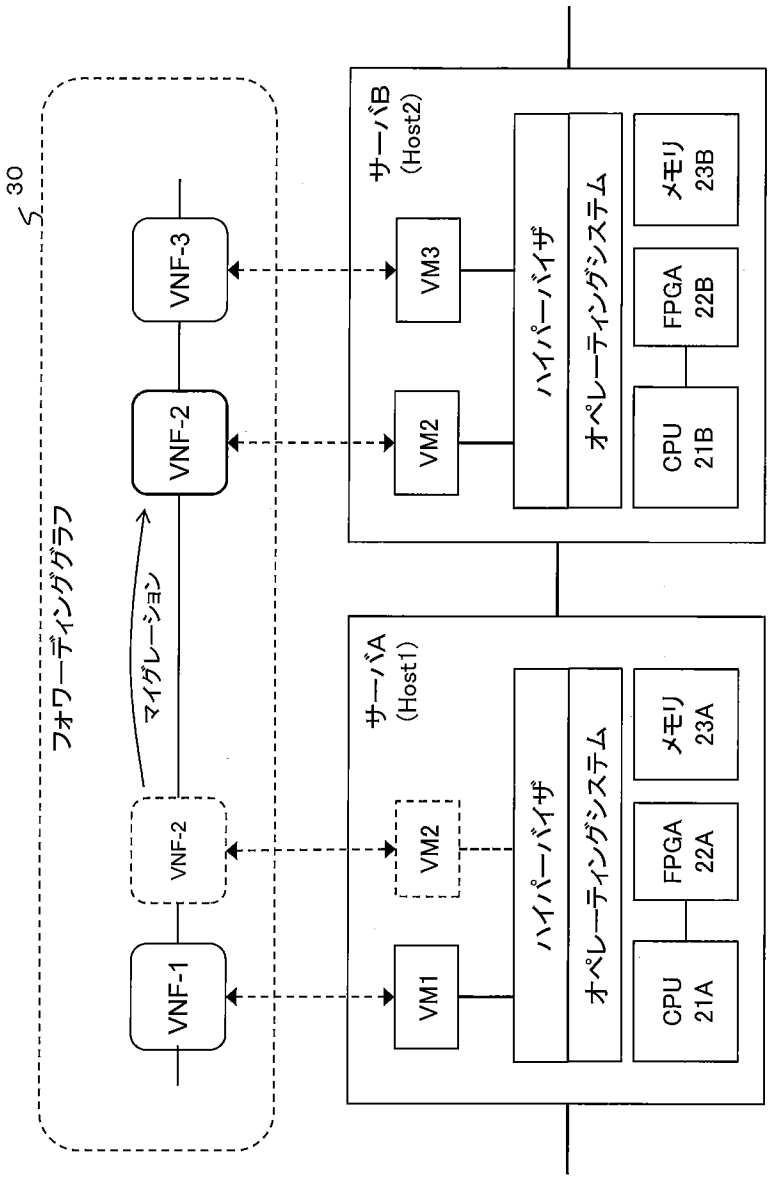

動的
構成情報
VNF
VNFインスタンス名
VNF名
ホスト
FPGA
使用中のFPGA
性能メトリック
VNF-1
Firewall_VNF
Host1
Use
Host1_FPGA_Core_1
VNF-2
Inspection_VNF
Host1
Use
Host1_FPGA_Core_2
Busy
VNF-3
Routing_VNF
Host2
Use
Host2_FPGA_Core_1
サービス配置
フォワーディンググラフ
VNFインスタンス
順序
Service1
VNF-1
1
Service1
VNF-2
2
Service1
VNF-3
3
FPGA
FPGAコア名
ホスト
FPGA コンフィグレーション
性能メトリック
Host1_FPGA_Core_1
Host1
Firewall_VNF
Host1_FPGA_Core_2
Host1
Inspection_VNF
Busy
Host1_FPGA_Core_3
Host1
No Configuration
Host1_FPGA_Core_4
Host1
No Configuration
Host2_FPGA_Core_1
Host2
Routing_VNF

[図8]

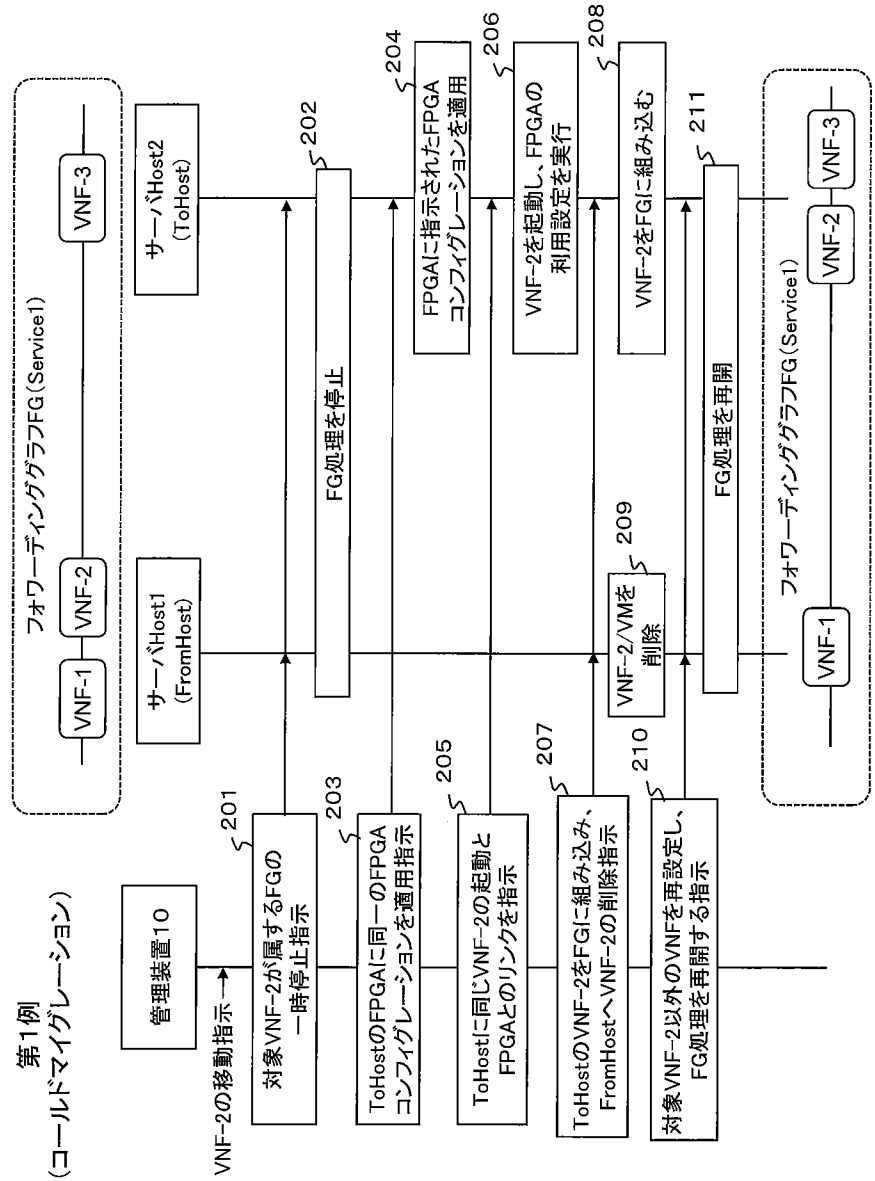
第1実施例


管理装置10のユーザインタフェース105
Service1
Host
Status
Message
VNF-1(Firewall)
Host1
Running
VNF-2(Inspection)
Host1
Running
VNF-3(Routing)
Host2
Running
Stop
Restart
Migration
Remove
VNF_2(Inspection)
Current Host: Host1
FPGA: In Use
New Host:
Host2
OK
Cancel

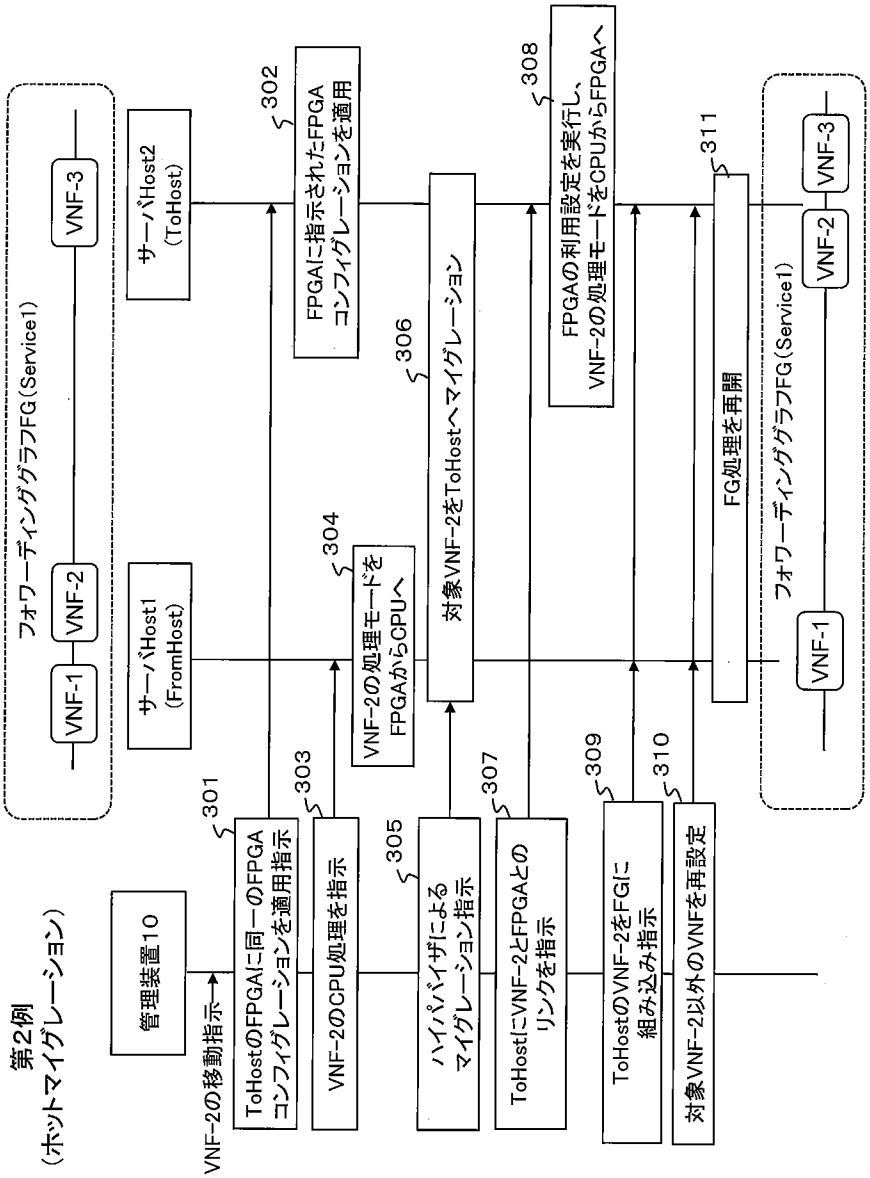
[図9]


30
フォワーディンググラフ
VNF-1
VNF-2
VNF-2
VNF-3
マイグレーション
サーバA
(Host1)
VM1
VM2
ハイパーバイザ
オペレーティングシステム
CPU
21A
FPGA
22A
メモリ
23A
サーバB
(Host2)
VM2
VM3
ハイパーバイザ
オペレーティングシステム
CPU
21B
FPGA
22B
メモリ
23B

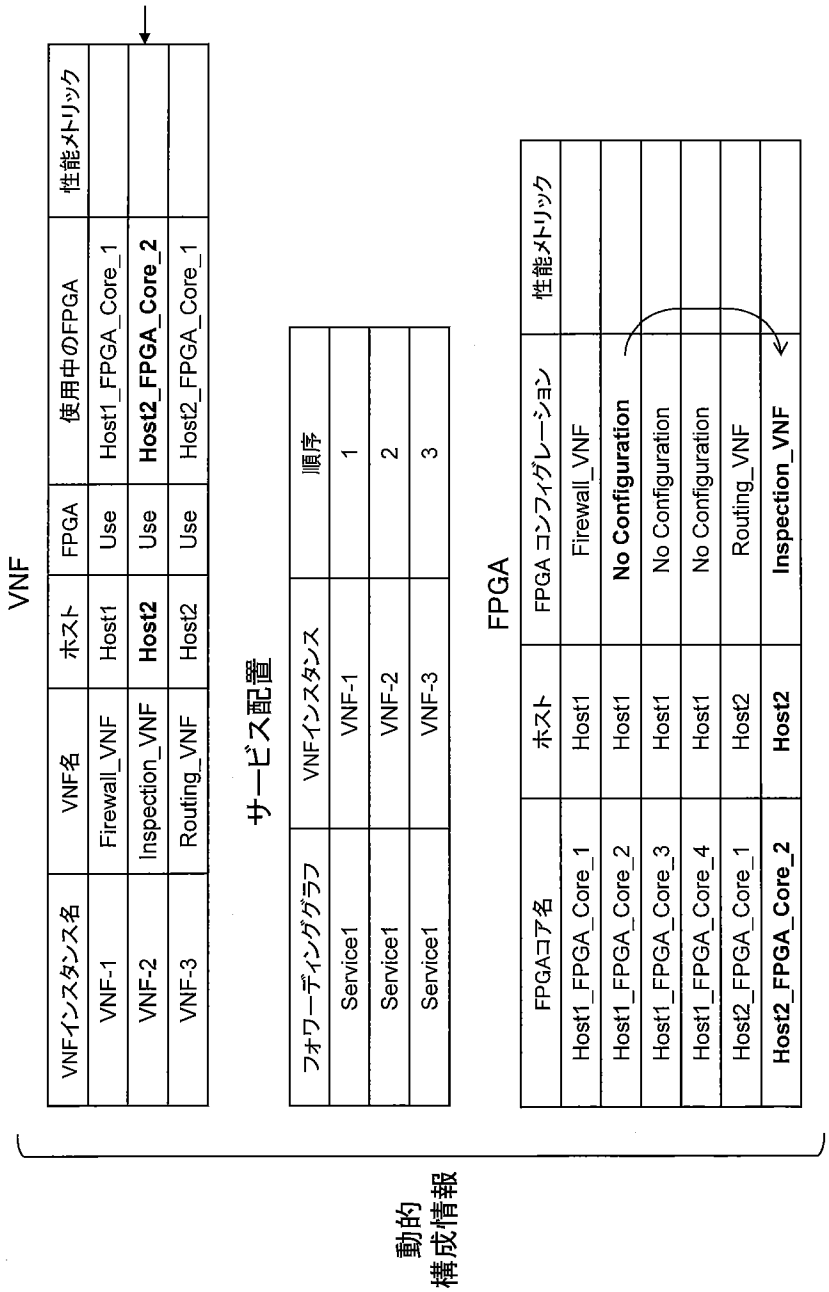
[図10]


第1例
(コールドマイグレーション)
管理装置10
VNF-2の移動指示
201
対象VNF-2が属するFGの一時停止指示
203
ToHostのFPGAに同一のFPGAコンフィグレーションを適用指示
205
ToHostに同じVNF-2の起動とFPGAとのリンクを指示
207
ToHostのVNF-2をFGに組み込み、FromHostへVNF-2の削除指示
210
対象VNF-2以外のVNFを再設定し、FG処理を再開する指示
サーバHost1 (FromHost)
サーバHost2 (ToHost)
202
FG処理を停止
204
FPGAに指示されたFPGAコンフィグレーションを適用
206
VNF-2を起動し、FPGAの利用設定を実行
208
VNF-2をFGに組み込む
209
VNF-2/VMを削除
211
FG処理を再開
フォワーディンググラフFG(Service1)
VNF-1
VNF-2
VNF-3
フォワーディンググラフFG(Service1)
VNF-1
VNF-2
VNF-3

[図11]

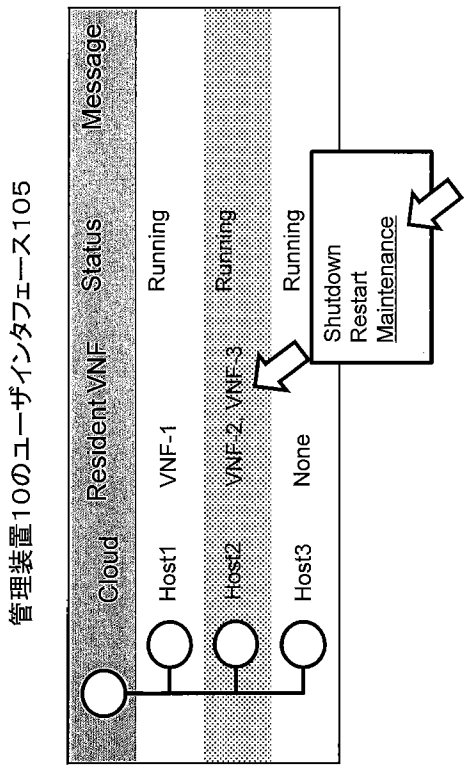

第2例
(ホットマイグレーション)
管理装置10
VNF-2の移動指示
301
ToHostのFPGAに同一のFPGA
コンフィグレーションを適用指示
303
VNF-2のCPU処理を指示
305
ハイパバイザによる
マイグレーション指示
307
ToHostにVNF-2とFPGAとの
リンクを指示
309
ToHostのVNF-2をFGに
組み込み指示
310
対象VNF-2以外のVNFを再設定
サーバHost1
(FromHost)
304
VNF-2の処理モードを
FPGAからCPUへ
306
対象VNF-2をToHostへマイグレーション
サーバHost2
(ToHost)
302
FPGAに指示されたFPGA
コンフィグレーションを適用
308
FPGAの利用設定を実行し、
VNF-2の処理モードをCPUからFPGAへ
311
FG処理を再開
フォワーディンググラフFG(Service1)
VNF-1
VNF-2
VNF-3
フォワーディンググラフFG(Service1)
VNF-1
VNF-2
VNF-3

[図12]

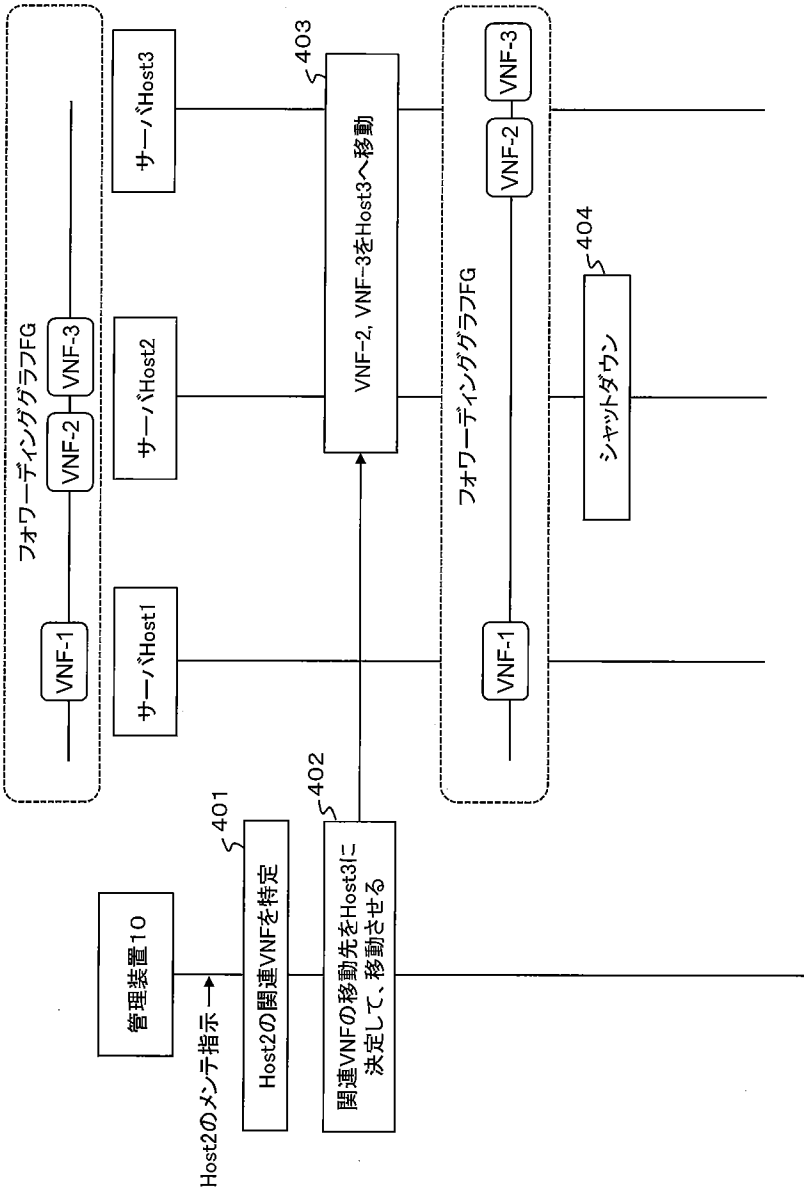

動的
構成情報
VNF
VNFインスタンス名
VNF名
ホスト
FPGA
使用中のFPGA
性能メトリック
VNF-1
Firewall_VNF
Host1
Use
Host1_FPGA_Core_1
VNF-2
Inspection_VNF
Host2
Use
Host2_FPGA_Core_2
VNF-3
Routing_VNF
Host2
Use
Host2_FPGA_Core_1
サービス配置
フォワーディンググラフ
VNFインスタンス
順序
Service1
VNF-1
1
Service1
VNF-2
2
Service1
VNF-3
3
FPGA
FPGAコア名
ホスト
FPGA コンフィグレーション
性能メトリック
Host1_FPGA_Core_1
Host1
Firewall_VNF
Host1_FPGA_Core_2
Host1
No Configuration
Host1_FPGA_Core_3
Host1
No Configuration
Host1_FPGA_Core_4
Host1
No Configuration
Host2_FPGA_Core_1
Host2
Routing_VNF
Host2_FPGA_Core_2
Host2
Inspection_VNF

[図13]

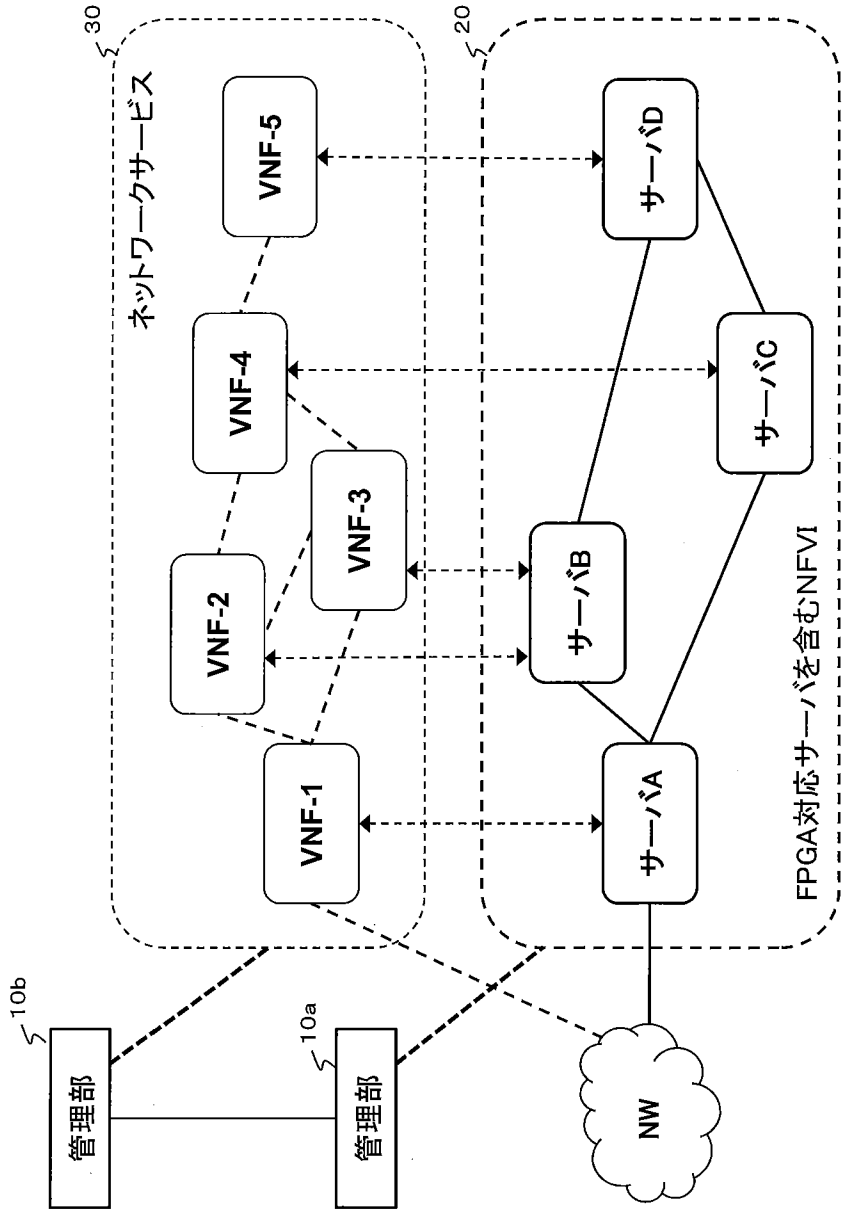
第2実施例


管理装置10のユーザインタフェース105
Cloud
Resident VNF
Status
Message
Host1
VNF-1
Running
Host2
VNF-2, VNF-3
Running
Host3
None
Running
Shutdown
Restart
Maintenance

[図14]


フォワーディンググラフFG
VNF-1
VNF-2
VNF-3
サーバHost1
サーバHost2
サーバHost3
403
VNF-2, VNF-3をHost3へ移動
フォワーディンググラフFG
VNF-1
VNF-2
VNF-3
404
シャットダウン
管理装置10
Host2のメンテ指示
401
Host2の関連VNFを特定
402
関連VNFの移動先をHost3に決定して、移動させる

[図15]


30
ネットワークサービス
VNF-5
VNF-4
VNF-3
VNF-2
VNF-1
20
サーバD
サーバC
サーバB
サーバA
FPGA対応サーバを含むNFVI
10b
管理部
10a
管理部
NW

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/012221

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04L12/70(2013.01)i, *G06F9/46*(2006.01)i, *G06F9/50*(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)
H04L12/70, G06F9/46, G06F9/50

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2014-49773 A (Hitachi, Ltd.), 17 March 2014 (17.03.2014), paragraph [0058]; fig. 1	1,2,5,6,9, 12,13,16,17, 20-27
Y	& US 2014/0068045 A1	3,7,10,14,18
A	paragraph [0086]; fig. 1 & CN 103684960 A	4,8,11,15,19
Y	JP 2016-40876 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 24 March 2016 (24.03.2016), paragraph [0003]; fig. 1 (Family: none)	3,7,10,14,18
A	JP 2013-191089 A (Fujitsu Ltd.), 26 September 2013 (26.09.2013), paragraph [0002] (Family: none)	1-27

☐ 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	Date of mailing of the international search report
18 May 2017 (18.05.17)	30 May 2017 (30.05.17)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１２２２１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04L12/70(2013.01)i, G06F9/46(2006.01)i, G06F9/50(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04L12/70, G06F9/46, G06F9/50

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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 2014-49773 A (株式会社日立製作所) 2014.03.17, 段落［００５８］、図１ & US 2014/0068045 A1,　段落［００８６］、図１ & CN 103684960 A	1, 2, 5, 6, 9, 12, 13, 16, 17, 20-27
Y		3, 7, 10, 14, 18
A		4, 8, 11, 15, 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
「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	国際調査報告の発送日
１８．０５．２０１７	３０．０５．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　５Ｘ　４４４９
上田　翔太
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
Y	JP 2016-40876 A (日本電信電話株式会社) 2016.03.24, 段落［０００３］、図１ (ファミリーなし)	3,7,10,14,18
A	JP 2013-191089 A (富士通株式会社) 2013.09.26, 段落［０００２］ (ファミリーなし)	1-27