

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6214023号
(P6214023)

(45) 発行日 平成29年10月18日(2017.10.18)

(24) 登録日 平成29年9月29日(2017.9.29)

(51) Int.Cl. F I
G O 6 F 9/46 (2006.01) G O 6 F 9/46 3 5 0

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-524856 (P2011-524856)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成22年7月30日 (2010.7.30)		日本電気株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/062910		東京都港区芝五丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02011/013805	(74) 代理人	100080816
(87) 国際公開日	平成23年2月3日 (2011.2.3)		弁理士 加藤 朝道
審査請求日	平成25年6月5日 (2013.6.5)	(73) 特許権者	000227205
審査番号	不服2016-170 (P2016-170/J1)		NECプラットフォームズ株式会社
審査請求日	平成28年1月6日 (2016.1.6)		神奈川県川崎市高津区北見方二丁目6番1号
(31) 優先権主張番号	特願2009-180023 (P2009-180023)	(74) 代理人	100080816
(32) 優先日	平成21年7月31日 (2009.7.31)		弁理士 加藤 朝道
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100098648
(31) 優先権主張番号	特願2010-38974 (P2010-38974)		弁理士 内田 深人
(32) 優先日	平成22年2月24日 (2010.2.24)	(74) 代理人	100119415
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 青木 充

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御サーバ、サービス提供システムおよび仮想的なインフラストラクチャの提供方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物理リソースを制御するための仮想オブジェクトを1つ以上提供する仮想装置提供部と

、
前記仮想装置提供部により提供される1つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第1の仮想インフラ提供部と、

前記第1の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトと、他の第1の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトとで構成された仮想インフラストラクチャであって、該仮想インフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第2の仮想インフラ提供部と、を有し、

前記仮想装置提供部は、提供した仮想オブジェクトを含む前記第1の仮想インフラ提供部によって制御され、

前記第1の仮想インフラ提供部は、提供した仮想オブジェクトを含む前記第2の仮想インフラ提供部によって制御される

ことを特徴とする制御サーバ。

【請求項2】

前記仮想的なインフラストラクチャの各々に割り当てられている仮想オブジェクトを記憶する仮想インフラ構成記憶部と、

前記仮想オブジェクトの各々の提供元となっている前記第1、第2の仮想インフラ提供

部または前記仮想装置提供部の情報を記憶する仮想オブジェクト構成記憶部と、を有し、
前記仮想インフラ構成記憶部および仮想オブジェクト構成記憶部に記憶された情報を参照して、前記仮想的なインフラストラクチャおよび仮想的なインフラストラクチャを構成する仮想オブジェクトに制御情報を伝達させていく請求項 1 の制御サーバ。

【請求項 3】

前記仮想装置提供部の各々および前記第 1、第 2 の仮想インフラ提供部の各々はそれぞれ、前記複数の仮想インフラ提供装置に仮想オブジェクトを提供するための、仮想オブジェクトの分割構成情報を記憶する構成情報記憶部を備える請求項 1 または 2 の制御サーバ。

【請求項 4】

前記仮想装置提供部は、
入力された制御情報に基づいて、提供中の複数の仮想オブジェクトの中から、呼び出された仮想オブジェクトを識別する仮想オブジェクト識別部と、
前記識別した仮想オブジェクトに対して与えられた制御情報に従って処理を行う制御部と、
制御チャンネルを介して接続された前記特定の物理リソースとの情報の送受信を行う制御チャンネル通信部とを含む、請求項 1 から 3 いずれか一の制御サーバ。

【請求項 5】

前記第 1、第 2 の仮想インフラ提供部は、
入力された制御情報に基づいて、提供中の複数の仮想オブジェクトの中から、呼び出された仮想オブジェクトを識別する仮想オブジェクト識別部と、
前記識別した仮想オブジェクトに対して与えられた制御情報に従って処理を行う制御部と、
前記処理結果に応じて、当該仮想インフラ提供部に割り当てられている仮想オブジェクトを呼び出す仮想オブジェクト呼び出し部とを含む、請求項 1 から 4 いずれか一の制御サーバ。

【請求項 6】

前記物理リソースは、データプレーン装置であり、コントロールプレーン装置として機能する請求項 1 から 5 いずれか一の制御サーバ。

【請求項 7】

物理リソースを制御するための仮想オブジェクトを 1 つ以上提供する仮想装置提供部と、
前記仮想装置提供部により提供される 1 つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第 1 の仮想インフラ提供部と、
前記第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトと、他の第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトとで構成された仮想インフラストラクチャであって、該仮想インフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第 2 の仮想インフラ提供部と、
を有する制御サーバと、
前記制御サーバによって制御される物理リソースと、を含み、
前記仮想装置提供部が、提供した仮想オブジェクトを含む前記第 1 の仮想インフラ提供部によって制御され、
前記第 1 の仮想インフラ提供部が、提供した仮想オブジェクトを含む前記第 2 の仮想インフラ提供部によって制御されるサービス提供システム。

【請求項 8】

前記制御サーバは、さらに、
前記仮想的なインフラストラクチャの各々に割り当てられている仮想オブジェクトを記憶する仮想インフラ構成記憶部と、
前記仮想オブジェクトの各々の提供元となっている前記第 1、第 2 の仮想インフラ提供

10

20

30

40

50

部または前記仮想装置提供部の情報を記憶する仮想オブジェクト構成記憶部と、を有し、
前記仮想インフラ構成記憶部および仮想オブジェクト構成記憶部に記憶された情報を参照して、前記仮想的なインフラストラクチャおよび仮想的なインフラストラクチャを構成する仮想オブジェクトに制御情報を伝達させていく請求項 7 のサービス提供システム。

【請求項 9】

物理リソースを制御するための仮想オブジェクトを 1 つ以上提供する仮想装置提供部と、前記仮想装置提供部により提供される 1 つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第 1 の仮想インフラ提供部と、第 2 の仮想インフラ提供部と、を有する制御サーバによる仮想的なインフラストラクチャの構築方法であって、

10

前記制御サーバの前記第 2 の仮想インフラ提供部が、前記第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトと、他の第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトとで構成された仮想インフラストラクチャであって、前記仮想装置提供部が、提供した仮想オブジェクトを含む前記第 1 の仮想インフラ提供部から制御され、前記第 1 の仮想インフラ提供部が、提供した仮想オブジェクトを含む前記第 2 の仮想インフラ提供部から制御される仮想的なインフラストラクチャの提供方法。

【請求項 10】

前記制御サーバは、さらに、

前記仮想的なインフラストラクチャの各々に割り当てられている仮想オブジェクトを記憶する仮想インフラ構成記憶部と、

20

前記仮想オブジェクトの各々の提供元となっている前記第 1、第 2 の仮想インフラ提供部または前記仮想装置提供部の情報を記憶する仮想オブジェクト構成記憶部と、を有しており、

前記制御サーバは、前記仮想インフラ構成記憶部および仮想オブジェクト構成記憶部に記憶された情報を参照して、前記仮想的なインフラストラクチャおよび仮想的なインフラストラクチャを構成する仮想オブジェクトに制御情報を伝達させていく請求項 9 の仮想的なインフラストラクチャの提供方法。

【請求項 11】

物理リソースを制御するための仮想オブジェクトを 1 つ以上提供する仮想装置提供部と、前記仮想装置提供部により提供される 1 つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第 1 の仮想インフラ提供部と、第 2 の仮想インフラ提供部と、を有する制御サーバに実行させるプログラムであって、

30

前記制御サーバの前記第 2 の仮想インフラ提供部が、前記第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトと、他の第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトとで構成された仮想インフラストラクチャであって、前記仮想装置提供部が、提供した仮想オブジェクトを含む前記第 1 の仮想インフラ提供部から制御され、前記第 1 の仮想インフラ提供部が、提供した仮想オブジェクトを含む前記第 2 の仮想インフラ提供部から制御されるように前記制御サーバを機能させるプログラム。

【請求項 12】

40

前記制御サーバは、さらに、

前記仮想的なインフラストラクチャの各々に割り当てられている仮想オブジェクトを記憶する仮想インフラ構成記憶部と、

前記仮想オブジェクトの各々の提供元となっている前記第 1、第 2 の仮想インフラ提供部または前記仮想装置提供部の情報を記憶する仮想オブジェクト構成記憶部と、を有しており、

前記制御サーバに、前記仮想インフラ構成記憶部および仮想オブジェクト構成記憶部に記憶された情報を参照して、前記仮想的なインフラストラクチャおよび仮想的なインフラストラクチャを構成する仮想オブジェクトに制御情報を伝達させていく処理を実行させる請求項 11 のプログラム。

50

【発明の詳細な説明】**【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2009-180023号(2009年7月31日出願)及び、特願2010-038974号(2010年2月24日出願)の優先権主張に基づくものであり、同出願の全記載内容は引用をもって本書に組み込み記載されているものとする。

本発明は、制御サーバ、サービス提供システムおよび仮想的なインフラストラクチャの提供方法に関し、特に、ある物理リソースを複数の論理リソースに見せかける仮想化技術を用いた制御サーバ、サービス提供システムおよび仮想的なインフラストラクチャの提供方法に関する。

10

【背景技術】**【0002】**

階層的にネットワークやサーバといったインフラストラクチャを構成し、統合的に管理・制御する方法が存在する。

【0003】

ネットワークを階層化して統合的に管理・制御する方法としては、例えば、特許文献1に、多階層のMPLS(Multi-Protocol Label Switching)ネットワークが開示されている。特許文献1では、階層化されたMPLSネットワークに対して、それぞれ外部サーバを設け、各外部サーバに帯域確認や経路決定を行わせる構成が開示されている(特許文献1の段落0135~0138、図32等参照)。

20

【0004】

また、同一レイヤの同一装置内においても、ある装置をリンクやスイッチ等で階層的に構成されたオブジェクトの集合として管理することも知られている。例えば、特許文献2には、仮想マシン環境における階層的な仮想化を提供する方法が開示されている。同文献には、ハイパーバイザを用いて維持される第1のパーティション内の仮想化スタックによって生成される第2のパーティションと、第1、第2のパーティションと直接対話するハイパーバイザマイクロカーネルとを含む構成が開示されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】**【0005】**

【特許文献1】特開2005-340937号公報

【特許文献2】特表2009-506462号公報

【非特許文献】**【0006】**

【非特許文献1】Nick McKeownほか7名、“OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks”、[online]、[平成21年7月17日検索]、インターネット URL: <http://www.openflowswitch.org//documents/openflow-wp-latest.pdf>

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】**【0007】**

なお、上記特許文献及び非特許文献の全開示内容はその引用をもって本書に繰込み記載する。以下の分析は、本発明の観点から与えられる。

特許文献1の方式では、仮想化されたリソースを必要な分だけ切り出し、仮想化したインフラストラクチャを提供するといったことは不可能である。特許文献1では、制御プレーンや管理プレーンでの操作対象となっているオブジェクトが、物理的なデータプレーン装置(例えば、特許文献1のルータ)と1対1に対応している。このため、各装置を仮想化し、これを利用して自由度の高い仮想インフラストラクチャを構築することができないという問題点がある。

50

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 1 の方式では、物理的な装置構成やレイヤ構成と異なる仮想インフラストラクチャを構築することも不可能である。例えば、物理インフラストラクチャがスイッチとルータによって構成されるレイヤのインフラストラクチャである場合、この上に構築する仮想インフラストラクチャは、前記スイッチやルータの配置による制約を受けてしまう。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 は、計算機の物理リソースを分割して使用させるパーティションに関するものであり、唯一つの親パーティションに仮想化スタックを並列または階層的に設定できる構成を開示するに止まっている。

10

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記した事情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、仮想的なインフラストラクチャを階層的に構築し、前記仮想的なインフラストラクチャの階層関係に従って個々の物理リソースを統合的に制御し、様々な機能を提供できる制御サーバ、サービス提供システムおよび仮想的なインフラストラクチャの提供方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明の第 1 の視点によれば、物理リソースを制御するための仮想オブジェクトを 1 つ以上提供する仮想装置提供部と、前記仮想装置提供部により提供される 1 つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第 1 の仮想インフラ提供部と、前記第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトと、他の第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトとで構成された仮想インフラストラクチャであって、該仮想インフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第 2 の仮想インフラ提供部と、
を有することを特徴とする制御サーバが提供される。

20

【 0 0 1 2 】

本発明の第 2 の視点によれば、上記した制御サーバと、前記制御サーバによって制御される物理リソースとを含むサービス提供システムが提供される。

【 0 0 1 3 】

本発明の第 3 の視点によれば、物理リソースを制御するための仮想オブジェクトを 1 つ以上提供する仮想装置提供部と、前記仮想装置提供部により提供される 1 つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第 1 の仮想インフラ提供部と、第 2 の仮想インフラ提供部と、を有する制御サーバによる仮想的なインフラストラクチャの構築方法であって、前記制御サーバの前記第 2 の仮想インフラ提供部が、前記第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトと、他の第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトとで構成された仮想インフラストラクチャであって、該仮想インフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供する仮想的なインフラストラクチャの提供方法が提供される。本方法は、前記仮想装置提供部と仮想インフラ提供部とをそれぞれ複数有する制御サーバ（コンピュータ）という、特定の機械に結びつけられている。

30

40

【 0 0 1 4 】

本発明の第 4 の視点によれば、物理リソースを制御するための仮想オブジェクトを 1 つ以上提供する仮想装置提供部と、前記仮想装置提供部により提供される 1 つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供することが可能な第 1 の仮想インフラ提供部と、第 2 の仮想インフラ提供部と、を有する制御サーバに実行させるプログラムであって、前記制御サーバの前記第 2 の仮想インフラ提供部が、前記第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトと、他の第 1 の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトとで構成された仮想インフラストラクチャであって、該仮想インフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供するよう前記

50

第2の仮想インフラ提供部を制御す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。即ち、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】

【0015】

本発明によれば、複数の物理リソースを仮想化し、この仮想化したリソースを用いて複数の仮想的なインフラストラクチャを階層的に構築し、これら仮想的なインフラストラクチャを統合的に制御し、様々な機能・サービスを実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の概要を説明するための図である。

【図2】本発明の第1の実施形態の構成を表したブロック図である。

【図3】図2の仮想インフラ提供部の詳細構成を表したブロック図である。

【図4】図2の仮想装置提供部の詳細構成を表したブロック図である。

【図5】図2の仮想インフラ構成記憶部および仮想オブジェクト構成記憶部の構成を説明するための図である。

【図6】本発明の具体的な構成例を示す図である。

【図7】本発明の具体的な構成例を示す図である。

【図8】本発明を用いて2つの仮想ネットワークを作る場合のオブジェクトの階層構成の例である。

【図9】図8の構成に、さらに変形を加えた構成の例である。

【図10】図9の構成に、さらに変形を加えた構成の例である。

【図11】図8の構成に、さらに変形をして得られる仮想的スイッチの構成の例である。

【図12】本発明を用いてVMサーバを仮想化したオブジェクトを含む階層構成の例である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

はじめに、本発明の概要について図1を参照して説明する。図1に示すとおり、本発明のサービス提供システムは、 n 個の物理リソース181～18 n と、制御チャネルを介して接続され、前記 n 個の物理リソース181～18 n の制御や監視を行う制御サーバ11とを含んで構成される。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、本発明を図示の態様に限定することを意図するものではない。

【0018】

制御サーバ11は、特定の物理リソース（例えば、物理リソース18 n ）を制御するための3つの仮想オブジェクト16 n 1～16 n 3を提供する仮想装置提供部（例えば、仮想装置提供部16 n ）と、前記仮想装置提供部（例えば、仮想装置提供部16 n ）から提供された仮想オブジェクトを含む1つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供する仮想インフラ提供部（例えば、仮想オブジェクト16 n 1を用いて構築された仮想インフラ提供部154）と、をそれぞれ複数有する。ここでは、仮想インフラ提供部の数は m 個であり、仮想装置提供部の数は n 個であるものとする。

【0019】

前記 m 個の仮想インフラ提供部151～15 m のうちの1つの仮想インフラ提供部（例えば、仮想インフラ提供部151）は、前記 m 個の仮想インフラ提供部のうちのいずれか一つの仮想インフラ提供部（例えば、仮想インフラ提供部153）から提供された仮想オブジェクトを含む1つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを提供可能である。

【0020】

ここでは、図1に示すとおり、仮想インフラ提供部151は、仮想インフラ提供部15

10

20

30

40

50

3 から提供されている仮想オブジェクトと、仮想インフラ提供部 154 から提供されている仮想オブジェクトと、を利用しているものとする。また、仮想インフラ提供部 153、154 は、それぞれ仮想装置提供部 161 から提供されている仮想オブジェクトと、仮想装置提供部 162 から提供されている仮想オブジェクトと、を利用しているものとする。

【0021】

このとき、例えば、仮想インフラ提供部 151 に何らかの制御情報が与えられると、仮想インフラ提供部 151 は、制御情報に従った処理を行った上で、必要に応じて、利用している仮想オブジェクトに対してさらなる制御情報を出力する。前記制御情報の出力を受けた仮想インフラ提供部 153、154 は、それぞれ前記制御情報が自身の提供する仮想オブジェクトのうち、どの仮想オブジェクトに与えられた制御情報であるかを判別し、当該制御情報に従った処理を行った上で、必要に応じて、自身が利用している仮想オブジェクトにさらなる制御情報を出力する。そして、前記制御情報の出力を受けた仮想装置提供部 161、162 は、それぞれ前記制御情報が自身の提供する仮想オブジェクトのうち、どの仮想オブジェクトに与えられた制御情報であるかを判別し、当該制御情報に従った処理を行った上で、必要に応じて、それぞれに紐付けられた物理リソース 181、182 にさらなる制御情報を出力する。

10

【0022】

一方、物理リソース 181、182 から仮想装置提供部 161、162 へと、前記制御情報に対する応答や自動的な報告等があった場合、仮想装置提供部 161、162、仮想インフラ提供部 153、154 にて、それぞれ当該情報に応じた処理が行われ、最終的に、仮想インフラ提供部 151 に伝達される。

20

【0023】

上記仮想装置提供部は、物理リソースの異動に応じて適宜追加、削除、変更することが可能であり、上記仮想インフラ提供部は、既存の仮想オブジェクトを利用する形態で追加し、変更し、または削除することが可能である。以上により、様々なデータプレーン機器を複数化し、種々の仮想インフラストラクチャを構築して、統合的に制御し、様々な機能・サービスを実現することが可能になる。

【0024】

本発明の制御サーバは、次のように特定することも可能である。即ち、本発明の制御サーバは、物理リソースを制御するための仮想オブジェクトを1つ以上提供する仮想装置提供部と、1つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを仮想オブジェクトとして提供する複数の仮想インフラ提供部と、を有し、前記複数の仮想インフラ提供部のうちの一の仮想インフラ提供部が、前記複数の仮想インフラ提供部のうちのいずれか一つの仮想インフラ提供部から提供された仮想オブジェクトを含む1つ以上の仮想オブジェクトを用いて構成された仮想的なインフラストラクチャを提供する。

30

【0025】

[第1の実施形態]

続いて、本発明の第1の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図2は、本発明の第1の実施形態に係るサービス提供システムの構成を表したブロック図である。図2を参照すると、制御サーバ11と、n個のデータプレーン装置191~19nと、が示されている。

40

【0026】

データプレーン装置191~19nは、それぞれ対応したn個の制御チャンネルを介して制御サーバ11と接続されている。データプレーン装置191~19nとしては、非特許文献1のOpenFlowスイッチ、各種のルータ、オプティカルノード、各種基地局装置等が挙げられる。

【0027】

制御サーバ11は、データプレーン装置191~19nを制御する仮想装置提供部161~16nと、仮想オブジェクトが割り当てられて仮想的なインフラストラクチャとして機能するm個の仮想インフラ提供部151~15mと、仮想インフラ提供部に対する各仮

50

想オブジェクトの割り当てを記憶する仮想インフラ構成記憶部 1 2 と、仮想オブジェクトの構成情報やその提供元である仮想インフラ提供部あるいは仮想装置提供部の情報を記憶する仮想オブジェクト構成記憶部 1 3 とを備えている。

【 0 0 2 8 】

仮想装置提供部 1 6 1 ~ 1 6 n は、それぞれが接続されたデータプレーン装置を仮想化した仮想オブジェクトを 1 つ以上生成し、仮想インフラ提供部 1 5 1 ~ 1 5 m に提供する。例えば、図 2 の仮想装置提供部 1 6 n は、接続されたデータプレーン装置 1 9 n を仮想化した、3 つの仮想オブジェクト 1 6 n 1 ~ 1 6 n 3 を提供する。なお、それぞれの仮想装置提供部が提供する仮想オブジェクトの数は、3 つに限られず、データプレーン装置 1 9 n の種類や性能等に応じて適宜設定することができる。

10

【 0 0 2 9 】

仮想インフラ提供部 1 5 1 ~ 1 5 m は、仮想装置提供部 1 6 1 ~ 1 6 n あるいは自身を含む仮想インフラ提供部 1 5 1 ~ 1 5 m から提供された 1 つ以上の仮想オブジェクトを割り当てて構築された仮想的なインフラストラクチャを複数の仮想オブジェクトとして提供する。例えば、図 2 の仮想インフラ提供部 1 5 1 は、仮想的なインフラストラクチャを、3 つの仮想オブジェクト 1 5 1 1 ~ 1 5 1 3 に分割して提供する。なお、それぞれの仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトの数は、3 つに限られず、適宜変更することができる。このようにして生成された仮想オブジェクトは、仮想インフラ提供部 1 5 1 ~ 1 5 m または上位のアプリケーションプログラムから呼び出して利用される。

【 0 0 3 0 】

20

仮想インフラ構成記憶部 1 2 および仮想オブジェクト構成記憶部 1 3 に記憶される情報は制御サーバ 1 1 の構成を変更する際に併せて更新され、仮想的なインフラストラクチャおよび仮想的なインフラストラクチャを構成する仮想オブジェクト群に情報を伝達する際に参照される。

【 0 0 3 1 】

続いて、図 3 ~ 図 5 を参照して、制御サーバ 1 1 の各部の詳細構成について説明する。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態の制御サーバ 1 1 の仮想インフラ提供部 1 5 1 の詳細構成を表したブロック図である。仮想インフラ提供部 1 5 1 は、仮想インフラ提供部 1 5 1 自身が提供する複数の仮想オブジェクト (図 2 の 1 5 1 1 ~ 1 5 1 3) のうちのどのオブジェクトが呼び出されたのかを識別する仮想オブジェクト識別部 1 5 1 a と、割り当てられている仮想オブジェクトを操作して、目的の仮想的なインフラストラクチャとして機能を実現するプログラムによって構成された制御部 1 5 1 b と、割り当てられた仮想オブジェクトを操作するための通信を行う仮想オブジェクト呼び出し部 1 5 1 c と、仮想インフラ提供部 1 5 1 自身が提供する複数の仮想オブジェクト間の構成情報 (分割構成情報) を保持する構成情報記憶部 1 5 1 d と、前記仮想オブジェクトの状態を保持するオブジェクト状態記憶部 1 5 1 e とを含んで構成される。仮想インフラ提供部 1 5 2 ~ 1 5 m も仮想インフラ提供部 1 5 1 と同様に構成される。

30

【 0 0 3 3 】

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態の制御サーバ 1 1 の仮想装置提供部 1 6 1 の詳細構成を表したブロック図である。仮想装置提供部 1 6 1 は、該仮想装置提供部 1 6 1 が提供する複数の仮想オブジェクト (例えば、図 2 の仮想装置提供部 1 6 n の場合の 1 6 n 1 ~ 1 6 n 3) のうちのどのオブジェクトが呼び出されたのかを識別する仮想オブジェクト識別部 1 6 1 a と、与えられた制御情報に基づいて割り当てられているデータプレーン装置 1 9 1 を制御するプログラムによって構成された制御部 1 6 1 b と、データプレーン装置 1 9 1 と通信を行うための通信を行う制御チャンネル通信部 1 6 1 c と、仮想装置提供部 1 6 1 自身が提供する複数の仮想オブジェクト間の構成情報 (分割構成情報) を保持する構成情報記憶部 1 6 1 d と、前記仮想オブジェクトの状態を保持するオブジェクト状態記憶部 1 6 1 e とを含んで構成される。仮想装置提供部 1 6 2 ~ 1 6 n も仮想装置提供部 1 6 1 と同様に構成される。

40

50

【0034】

図5は、本発明の第1の実施形態の制御サーバ11の仮想インフラ構成記憶部12および仮想オブジェクト構成記憶部13の構成を説明するための図である。仮想インフラ構成記憶部12は、制御サーバ11の仮想インフラ提供部151～15mによって構築された仮想的なインフラストラクチャに対して、割り当てられている仮想オブジェクトの構成を記憶するテーブル等によって構成される。例えば、図2の仮想インフラ提供部151は、仮想インフラ提供部153および仮想インフラ提供部154の仮想オブジェクトを割り当てられているので、図5に示すとおり、仮想インフラ提供部151と、仮想オブジェクト1531、1541とが対応付けて記憶される。

【0035】

仮想オブジェクト構成記憶部13は、制御サーバ11の内に生成されたそれぞれの仮想オブジェクトが、仮想インフラ提供部または仮想装置提供部によって提供されているかの構成を記憶するテーブル等によって構成される。さらに、図5の仮想オブジェクト構成記憶部13の構成情報は、複数の仮想オブジェクト間の構成情報（分割構成情報）であり、図3、図4の構成情報記憶部151d、161dの構成情報（分割構成情報）に相当する。

【0036】

なお、上記した仮想インフラ構成記憶部12や、仮想オブジェクト構成記憶部13の構成情報は、図5に示すように独立した記憶部として管理するものとしても良いが、それぞれの仮想インフラ提供部151～15mに、それぞれ内部情報として保持させる構成も採用可能である。

【0037】

このように仮想インフラ構成記憶部12と仮想オブジェクト構成記憶部13との2つの記憶部により、仮想的なインフラストラクチャの再帰的關係や階層構造が記述される。例えば、仮想インフラ提供部151が提供する仮想オブジェクト1511を再び仮想インフラ提供部151が利用するといった関係も記述することが可能になる。

【0038】

続いて、本実施形態の動作について図面を用いて詳細に説明する。仮想装置提供部161～16nは、制御チャネルを用いてそれぞれ対応するデータプレーン装置191～19nの制御を行うとともに、各データプレーン装置に対応する複数の仮想オブジェクトを生成しているものとする。なお、本実施形態では、データプレーン装置と仮想装置提供部とが1対1で対応しているものとして説明するが、複数の物理リソースに対し1つの仮想装置提供部を持つ構成も採用可能である。

【0039】

はじめに図4を参照して、仮想インフラ提供部やその上位のアプリケーション等から、仮想装置提供部161が提供する仮想オブジェクト、すなわち、データプレーン装置191に対して制御指示が行われた場合について説明する。仮想装置提供部161に制御指示が与えられると、仮想オブジェクト識別部161aがその制御指示がどの仮想オブジェクトに対してなされたものなのかを識別する。

【0040】

そして、制御部161bは、オブジェクト状態記憶部161eおよび構成情報記憶部161dから前記識別した仮想オブジェクトの状態及び構成情報を読み出して、与えられた制御指示に応じた処理を行う。そして、前記処理の結果として必要がある場合、制御部161bは、制御チャネル通信部161cを介して、データプレーン装置191に対してさらなる制御指示を出力する。

【0041】

また、逆にデータプレーン装置191から制御チャネル通信部161cを介して何らかの情報を受信した際には、制御部161bは、必要に応じて、仮想オブジェクト識別部161aに、その情報に対して割り当てられている仮想オブジェクトを特定させ、次に、仮想インフラ構成記憶部12を参照して、当該仮想オブジェクトが割り当てられている仮想

10

20

30

40

50

インフラ提供部を割り出し、当該仮想インフラ提供部に対して該情報を通知する。

【0042】

続いて、上記仮想装置提供部161～16nあるいは仮想オブジェクトの提供元の仮想インフラ提供部151～15mに対して制御指示を行う仮想インフラ提供部151～15mの動作について説明する。

【0043】

ここでは、図3を参照して、仮想インフラ提供部151が提供する仮想オブジェクトに対して制御指示が行われた場合について説明する。図3に示すように、仮想インフラ提供部151に制御指示が与えられると、仮想オブジェクト識別部151aがその制御指示がどの仮想オブジェクトに対してなされたものなのかを識別する。

10

【0044】

そして、制御部151bは、オブジェクト状態記憶部151eおよび構成情報記憶部151dから前記識別した仮想オブジェクトの状態及び構成情報を読み出して、与えられた制御指示に応じた処理を行う。そして、前記処理の結果として必要がある場合、制御部151bは、仮想インフラ構成記憶部12および仮想オブジェクト構成記憶部13を参照して、当該仮想インフラ提供部151に割り当てられている仮想オブジェクトのうち、該当する仮想オブジェクトの提供元を決定し、仮想オブジェクト呼び出し部151cを介して、前記決定した仮想オブジェクト情報とともにさらなる制御指示を出力する。

【0045】

また、逆に仮想インフラ提供部151に割り当てられている仮想オブジェクトを提供している仮想装置提供部161～16nまたは仮想インフラ提供部151～15mから何らかの情報を受信した際には、制御部151bは、必要に応じて、仮想オブジェクト識別部161aに、その情報に対して割り当てられている仮想オブジェクトを特定させ、次に、仮想インフラ構成記憶部12を参照して、当該仮想オブジェクトが割り当てられている仮想インフラ提供部を割り出し、該情報を通知する。

20

【0046】

以上のように、本実施形態によれば、ある仮想インフラ提供部に対して、別の仮想インフラ提供部が制御指示を行うというように複数の仮想インフラ提供部同士を階層的（必要に応じて再帰的に）に接続した仮想的インフラストラクチャを構築することができる。

【0047】

例えば、図6に示すように、データプレーン装置として、非特許文献1のOpenFlowスイッチ191-a～191-nが接続されている場合、制御サーバ11は、OpenFlowプロトコルを用いてOpenFlowスイッチ191-a～191-nを制御し、フロー制御を行う。

30

【0048】

例えば、OpenFlowスイッチ191-a～191-nに対して、制御指示として、制御チャネルを介して、特定のヘッダを持つパケットを特定のポートに出力するルールを送信すると、このOpenFlowスイッチは、前記制御指示に従ってパケット処理を行うこととなる。

【0049】

ここで、OpenFlowスイッチを仮想化した仮想装置（仮想スイッチ）毎に、上記のようなルール群を別々に用意することで、一台のOpenFlowスイッチをいくつかの仮想的なスイッチとして用いることができる。

40

【0050】

すなわち、仮想装置提供部161～16nは、それぞれのオブジェクト状態記憶部（図4の161e）において仮想オブジェクト毎にそれぞれルール群を保持する。そしてこれらのルールは、それぞれ構成情報記憶部（図4の161d）に保持された構成情報に応じて適宜ルール間の競合が発生しないように調整してから、OpenFlowスイッチに対して送信される。ここで、上記調整としては、例えば、仮想装置間で同じID空間（ポート番号や、VLAN番号やその他のヘッダ情報など）が競合しないようにID空間の分離

50

あるいはマッピングを行うことで実施可能である。なお、上記ルールは、非特許文献1ではフローテーブルと呼ばれているものや、FIB (Forwarding Information Base) と同様のものを採用可能である。

【0051】

上記のような仮想装置提供部161~16nから提供される仮想オブジェクトを利用してトポロジディスカバリとして機能する仮想インフラストラクチャや、最短パス計算処理手段やロードバランス計測手段として機能する仮想インフラストラクチャを構築することができる。さらに、仮想インフラストラクチャに相当する仮想オブジェクトと、仮想的なスイッチを用いて上位階層の仮想インフラストラクチャを構築することができる。

【0052】

例えば、図7に示すように、データプレーン装置として、仮想化機能を備えたサーバ(VMサーバ)192-a~192-nが接続されている場合も考えられる。これらVMサーバ192-a~192-n上で複数の仮想マシンが動作し、これら複数の仮想マシンが仮想オブジェクトとして仮想インフラ提供部151~15mに割り当てられる。この場合、仮想装置提供部161~16nは、仮想マシンに対する移動や停止などの制御を指示することができる。

【0053】

本発明の具体的な応用例について、図8~図12を参照して説明する。なお、以下の図8~図12の用いた説明では、仮想インフラ構成記憶部12および仮想オブジェクト構成記憶部13を省略する。

【0054】

図8は、2つの仮想ネットワークを作る場合の実装置および仮想装置および仮想インフラストラクチャの構成を表した図である。図6と同様に、図8の仮想装置提供部161-a、161-bは、OpenFlowスイッチ191-a、191-bを仮想化した仮想スイッチオブジェクト(例えば、1611-a)を仮想インフラ提供部に提供する。

【0055】

図8の例では、仮想インフラ提供部として、複数装置統合部151-a、151-b、トポロジ管理部152-a、152-b、経路計算部153-a、153-b、レイヤ2経路設定部154-a、154-b、レイヤ3経路設定部155-a、155-bが構築されている。

【0056】

図8の複数装置統合部151-a、151-bは、それぞれOpenFlowスイッチ191-a、191-bを制御する仮想インフラストラクチャを提供する。トポロジ管理部152-a、152-bは、上記複数装置統合部151-a、151-bから提供される仮想ネットワークオブジェクト1511-a、1511-bを用いてネットワークトポロジの管理機能を提供する。経路計算部153-a、153-bは、上記仮想ネットワークオブジェクトと、トポロジ管理部152-a、152-bから提供されるトポロジオブジェクト1521-a、1521-bとを用いてパス(経路)を求める仮想インフラストラクチャを提供する。レイヤ2経路設定部154-a、154-bおよびレイヤ3経路設定部155-a、155-bは、上記仮想ネットワークオブジェクトと、経路計算部153-a、153-bから提供される経路設定オブジェクト1531-a、1531-bとを用いてそれぞれレイヤ2とレイヤ3の経路設定処理を行う。

【0057】

複数装置統合部151-a、151-bが提供する仮想ネットワークオブジェクト1511-a、1511-bは、他の仮想インフラ提供部(例えば、経路計算部153-a、153-b)から呼び出されたとき、自己に割り当てられている仮想スイッチオブジェクトの中から適切な仮想スイッチオブジェクト(例えば、仮想スイッチオブジェクト1611-a)を選択して呼び出す。また、仮想スイッチオブジェクト(例えば、仮想スイッチオブジェクト1611-a)の方からデータが入力されたとき、複数装置統合部151-a、151-bは、提供している仮想ネットワークオブジェクトを利用している複数の仮

10

20

30

40

50

想インフラ提供部（例えば、トポロジ管理部 152 - a、152 - b や経路計算部 153 - a、153 - b など）から適切なものを選択して、そこにデータを送る。

【0058】

同様に、経路計算部 153 - a、153 - b が提供する経路設定オブジェクト 1531 - a、1531 - b は、他の仮想インフラ提供部（例えば、レイヤ2経路設定部 154 - a、154 - b）から呼び出されたとき、自己に割り当てられている仮想スイッチオブジェクト（図8の例では、トポロジオブジェクト 1521 - a、1521 - b、仮想ネットワークオブジェクト 1511 - a、1511 - b）の中から適切な仮想オブジェクト（例えば、トポロジオブジェクト 1521 - a、1521 - b）を選択して呼び出してトポロジを取得する。そして、経路設定オブジェクト 1531 - a、1531 - b は、このトポロジに沿って仮想ネットワーク内部でパスを計算し、仮想ネットワークオブジェクト 1511 - a、1511 - b を呼び出してこのパスを設定するためのコマンドを送る。

10

【0059】

このように、個々の仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクトは、当該仮想インフラストラクチャを構成するために用いた（下位の）仮想オブジェクトの中から適切な仮想オブジェクトを制御するものとすることができる。そして、当該（下位の）仮想オブジェクトが、さらに自身に割り当てられている仮想オブジェクトの中から適切な仮想オブジェクトを制御するというように、順時階層関係をたどって制御情報が伝達されていく。反対方向のデータの流れも同様であり、（下位の）仮想オブジェクトから出力されたデータは、当該（下位の）仮想オブジェクトを利用している（上位の）仮想オブジェクトの中から選択された仮想オブジェクトに伝達されていく。

20

【0060】

なお、図8の例では2つの仮想ネットワークを作るものとして説明したが、OpenFlowスイッチと仮想装置提供部との組を追加することで3個以上の仮想ネットワークを構築することも可能である。また、上記した仮想装置提供部や各仮想インフラ提供部から提供される仮想オブジェクトを利用するさらなる仮想インフラストラクチャを構築することも可能である。

【0061】

図9は、図8の構成にさらに、2つのOpenFlowスイッチを追加してスケールアウトを行った構成を示している。図9の構成では、スケールアウトに対応するため、HDD（Hard Disc Drive）と、仮想装置提供部として仮想ストレージオブジェクト 1631 - a を提供する仮想ストレージ提供部 163 - a を追加し、仮想インフラ提供部として、トポロジ管理部 152 - a、152 - b に仮想データベースオブジェクト 1561 - a を提供するトポロジデータベース 156 - a が追加されている。

30

【0062】

図10は、図9の構成中のレイヤ3経路設定部 155 - a、155 - b が提供する仮想ネットワークドメインオブジェクト 1551 - a、1551 - b を用いて、上位レイヤの経路設定処理を行う上記経路設定部 157 - a を追加した例である。

【0063】

上記した各仮想インフラ提供部が提供する仮想オブジェクト同士の階層関係は自由に設定することができる。図11は、OpenFlowスイッチ 191 - a および 191 - b を制御する仮想インフラストラクチャを提供する複合スイッチ構成制御部 158 - a を構築し、この複合スイッチ構成制御部 158 - a が提供する仮想スイッチオブジェクト 1581 - a を、OpenFlowスイッチ 191 - c、191 - d を制御する複数装置統合部 151 - b に割り当てた例である。この構成によれば、複数のスイッチを一まとめにして仮想的な大規模スイッチとして見せかけることが可能になる。

40

【0064】

図12は、物理リソースとして接続されたVMサーバ 192 - a ~ 192 - e および OpenFlowスイッチ 191 - a、192 - b をそれぞれ仮想化してロードバランス処理を行う構成を示している。ロードバランサ 159 - a は、仮想装置提供部 161 - a、

50

161 - b、162 - c ~ 162 - eの負荷分散処理を行うサーバオブジェクト1591 - aを提供する。そして、ホストデータベース150 - aは、サーバオブジェクト1591 - aおよびVMサーバ192 - a、192 - bを仮想したサーバオブジェクトが割り当てられている。図12の例では、VMサーバ192 - a ~ 192 - bを仮想化したサーバオブジェクトは、VMサーバ192 - c ~ 192 - eを仮想化したサーバオブジェクトより上位の階層に位置しているが、これらの階層関係は自由に変更することができる。

【0065】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、本発明の基本的技術的思想を逸脱しない範囲で、更なる変形・置換・調整を加えることができる。例えば、上記した各実施形態では、OpenFlowスイッチやVMサーバを制御する例を挙げて説明したが、各種のルータや通信ノード等のデータプレーン装置はもちろんとし、ネットワーク上に配置された各種の監視プローブや基地局装置、各種のサーバやストレージ等の物理リソースの統合的制御に用いることも可能である。

10

【0066】

また例えば、図1 ~ 図7の各図においては、仮想インフラ構成記憶部および仮想装置提供部は、それぞれ3つの仮想オブジェクトを提供するものとして示したが、これら提供する仮想オブジェクトの数はあくまで例示したものであり、前記仮想インフラ構成記憶部および仮想装置提供部それぞれが、必要な数の仮想オブジェクトを提供するように構成することができる。

20

【0067】

また上記した実施形態では、物理リソース（データプレーン装置）と、仮想装置提供部とがそれぞれ1対1で対応しているものとして説明したが、1つの仮想装置提供部が複数の物理リソースに対応する仮想オブジェクトを提供するように構成することも可能である。

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の多様な組み合わせないし選択が可能である。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。

30

【符号の説明】

【0068】

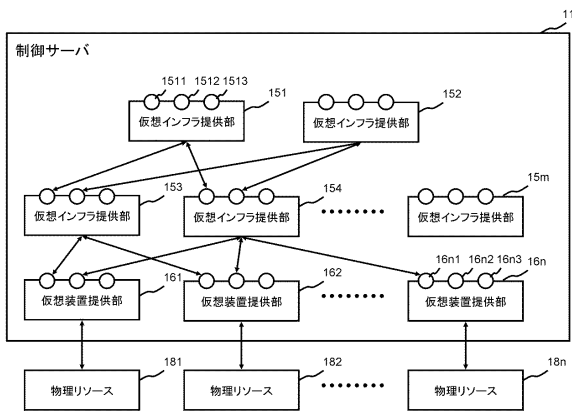
- 11 制御サーバ
- 12 仮想インフラ構成記憶部
- 13 仮想オブジェクト構成記憶部
- 151 ~ 15m 仮想インフラ提供部
- 151a、161a 仮想オブジェクト識別部
- 151b、161b 制御部
- 151c 仮想オブジェクト呼び出し部
- 151d、161d 構成情報記憶部
- 151e、161e オブジェクト状態記憶部
- 161 ~ 16n 仮想装置提供部
- 161c 制御チャンネル通信部
- 181 ~ 18n 物理リソース
- 191 ~ 19n データプレーン装置
- 191 - a ~ 191 - n OpenFlowスイッチ
- 192 - a ~ 192 - n サーバ（VMサーバ）
- 1511 ~ 1513、16n1 ~ 16n3 仮想オブジェクト
- 1511 - a 仮想ネットワークオブジェクト
- 1521 - a トポロジオブジェクト
- 1531 - a 経路設定オブジェクト

40

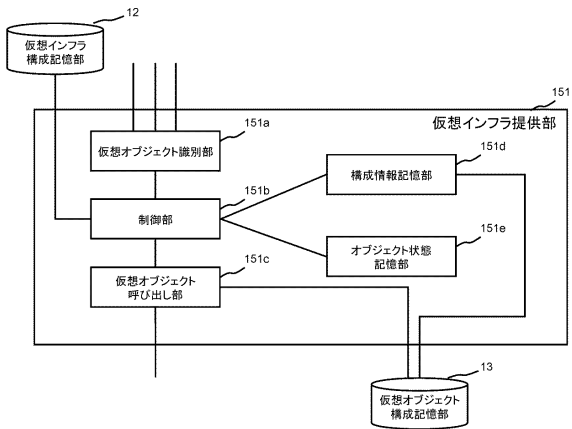
50

- 1 5 5 1 - a 仮想ネットワークドメインオブジェクト
- 1 5 6 1 - a 仮想データベースオブジェクト
- 1 5 8 1 - a 仮想スイッチオブジェクト
- 1 5 9 1 - a サーバオブジェクト
- 1 6 1 1 - a 仮想スイッチオブジェクト
- 1 6 3 1 - a 仮想ストレージオブジェクト

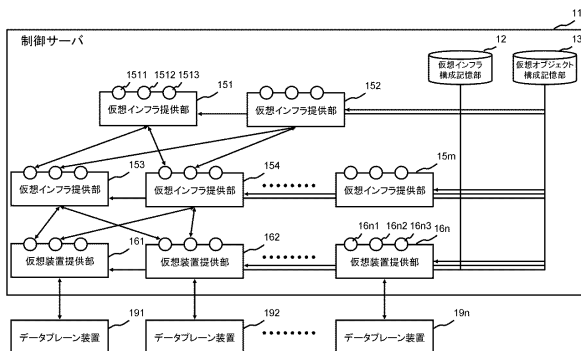
【図 1】



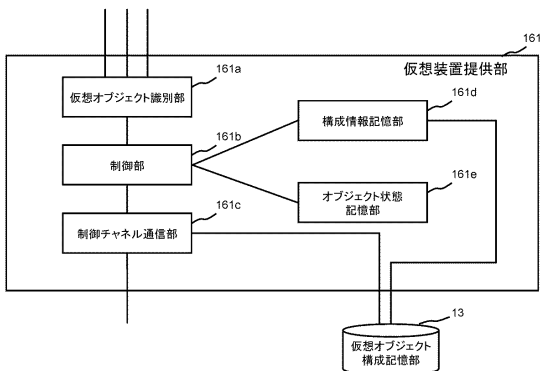
【図 3】



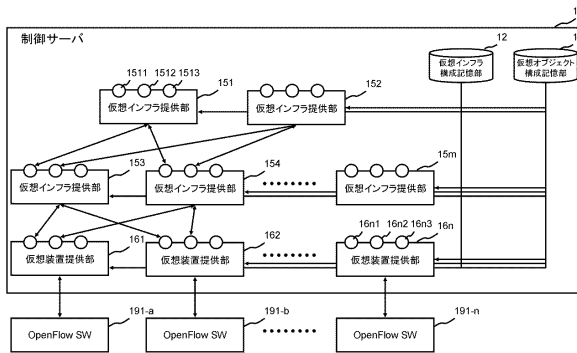
【図 2】



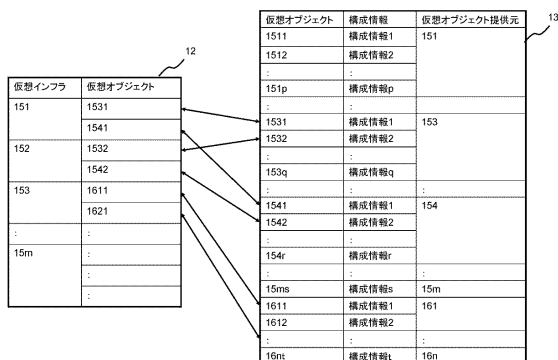
【図4】



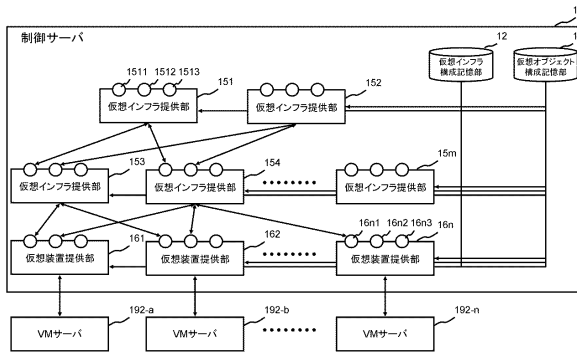
【図6】



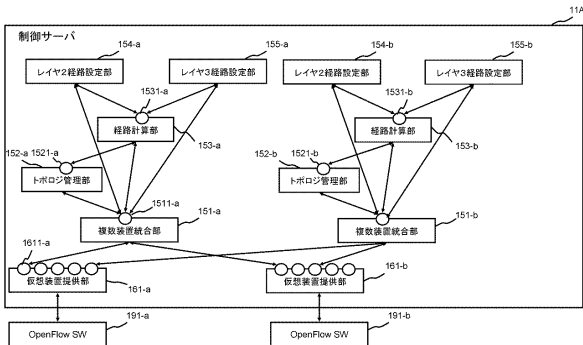
【図5】



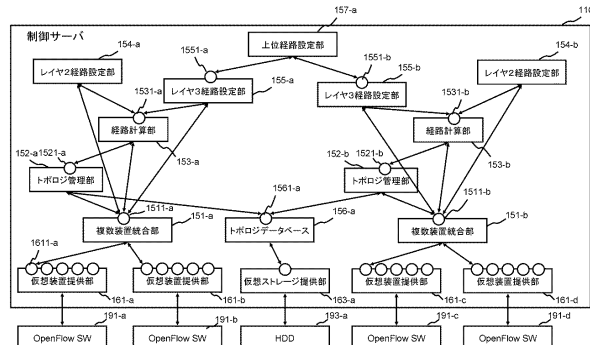
【図7】



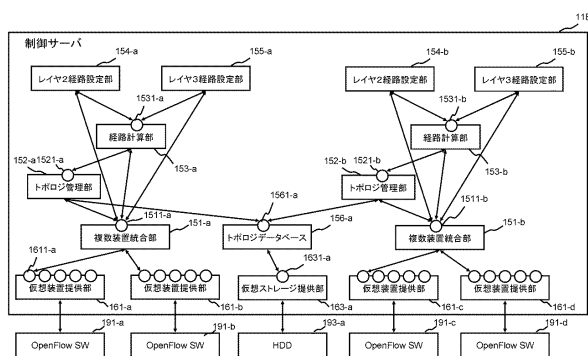
【図8】



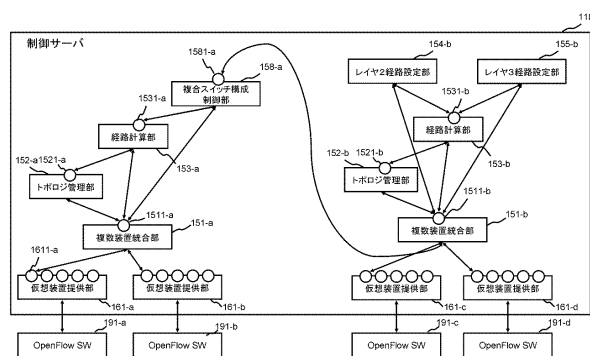
【図10】



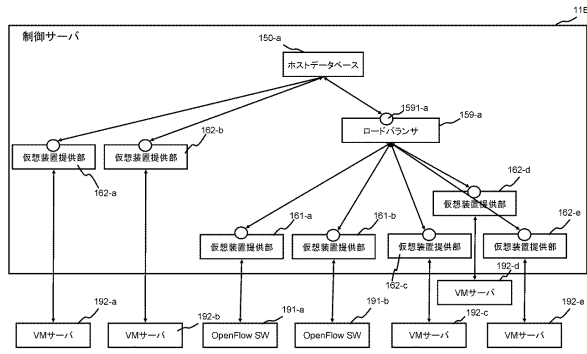
【図9】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (74)代理人 100168310
弁理士 高橋 幹夫
- (72)発明者 下西 英之
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 浜 崇之
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 保田 武晴
東京都港区三田一丁目4番28号 日本電気通信システム株式会社内
- (72)発明者 田中 裕樹
東京都港区三田一丁目4番28号 日本電気通信システム株式会社内
- (72)発明者 石井 秀治
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 高島 正徳
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

合議体

- 審判長 石井 茂和
審判官 高木 進
審判官 辻本 泰隆

- (56)参考文献 ITアーキテクト サミット 2009 Report IT Architect Summit 2009 Report, ITアーキテクト, (株)IDGジャパン, 2009年5月14日, 第22巻, 18頁
榎堀優, 人間中心のユニバーサル/ユビキタス・ネットワーク, 情報処理学会論文誌, 社団法人情報処理学会, 2008年1月15日, 第49巻, 第1号, 58頁~68頁

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