



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105247826 B

(45)授权公告日 2018.07.13

(21)申请号 201480004573.X

(72)发明人 彼得·阿什伍德·史密斯

(22)申请日 2014.01.10

迈赫迪·阿拉什米德·阿卡哈瓦  
因·穆罕默迪  
伊芙琳·洛克

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105247826 A

(74)专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理  
有限公司 11329

(43)申请公布日 2016.01.13

代理人 王龙华 毛威

(30)优先权数据

61/751,672 2013.01.11 US

(51)Int.Cl.

61/826,284 2013.05.22 US

H04L 12/931(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.07.10

(56)对比文件

US 2008155208 A1, 2008.06.26,

(86)PCT国际申请的申请数据

US 2011142053 A1, 2011.06.16,

PCT/US2014/011158 2014.01.10

CN 102292698 A, 2011.12.21,

(87)PCT国际申请的公布数据

US 2012087252 A1, 2012.04.12,

W02014/110453 EN 2014.07.17

审查员 冯誉

(73)专利权人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华

权利要求书2页 说明书11页 附图8页

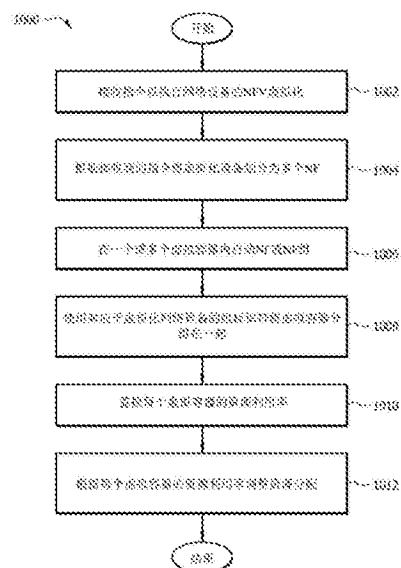
为总部办公楼

(54)发明名称

网络设备的网络功能虚拟化

(57)摘要

一种用于执行网络功能虚拟化(NFV)的装置，包括：存储器、耦合到所述存储器的处理器，其中所述存储器包括当由所述处理器执行时致使所述装置执行以下操作的指令：接收指令以虚拟化网络内的网络设备，根据所述指令将所述网络设备划分为用于形成对应于所述网络设备的虚拟化网络节点的多个网络功能(NF)，在一个或多个虚拟容器内启动所述NF，以及使用对应于所述虚拟化网络节点的组标识符(ID)将所述虚拟容器分组在一起，其中每个所述NF对应于虚拟化之前由所述网络设备执行的网络功能。



1. 一种用于执行网络功能虚拟化 (NFV) 的装置, 其特征在于, 包括:  
存储器;  
耦合至所述存储器的处理器, 其中所述存储器包括当由所述处理器执行时致使所述装置执行以下操作的指令:  
接收指令以虚拟化网络内的网络设备;  
根据所述指令将所述网络设备划分为用于形成对应于所述网络设备的虚拟化网络节点的多个网络功能单元 (NF);  
在一个或多个虚拟容器内启动所述NF; 以及  
使用对应于所述虚拟化网络节点的组标识符 (ID) 将所述虚拟容器分组在一起,  
其中每个所述NF对应于虚拟化之前由所述网络设备执行的网络功能。
2. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述组ID是分配给所述虚拟化网络节点的设备ID。
3. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 每个所述NF被托管在不同的虚拟容器上。
4. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 至少一些所述NF根据网络连接将被分组在一起并置于其中一个所述虚拟容器内。
5. 根据权利要求4所述的装置, 其特征在于, 所述分组在一起并置于其中一个所述虚拟容器内的至少一些所述NF对应于用于连接至客户网络的用户网络接口 (UNI)。
6. 根据权利要求5所述的装置, 其特征在于, 第二组NF在第二虚拟容器内分组以实施用于与所述网络通信的网络间接口 (NNI)。
7. 根据权利要求5所述的装置, 其特征在于, 所述其中一个虚拟容器进一步包括对应于客户运营商边缘 (CPE) 节点的功能的一个或多个NF。
8. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 至少一些所述NF根据所述网络设备提供的网络业务被分组在一起并置于其中一个所述虚拟容器内。
9. 根据权利要求8所述的装置, 其特征在于, 所述网络设备提供的所述网络业务为以下中的至少一个: 互联网协议 (IP) 虚拟专用网 (VPN)、虚拟专用有线业务 (VPWS) 以及虚拟专用局域网 (LAN) 业务 (VPLS)。
10. 根据权利要求1所述的装置, 其特征在于, 所述虚拟化网络节点用于实施由所述网络设备执行的一部分所述网络功能。
11. 一种用于执行网络功能虚拟化 (NFV) 的装置, 其特征在于, 包括:  
存储器;  
耦合至所述存储器的处理器, 其中所述存储器包括当由所述处理器执行时致使所述装置执行以下操作的指令:  
创建对应于由网络内的非虚拟化网络设备执行的多个网络功能的多个网络功能单元 (NF);  
在一个或多个虚拟容器内加载所述NF; 以及  
使用标识由非虚拟化网络设备执行的所述网络功能的组标识符 (ID) 将所述虚拟容器分组在一起;  
监控每个所述虚拟容器的资源利用率; 以及  
根据每个所述虚拟容器的所述资源利用率调整资源分配。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,由所述非虚拟化网络设备执行的一部分所述网络功能被卸载到所述虚拟容器。

13. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述虚拟容器位于多个硬件资源节点上,由所述处理器执行的所述指令进一步致使所述装置触发其中一个所述虚拟容器从其中一个所述硬件资源节点移动到另一硬件资源节点。

14. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述组ID用于在所述虚拟容器之间提供内部通信。

15. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,由所述处理器执行的所述指令进一步致使所述装置将所述组ID映射到底层网络提供的网络ID。

16. 一种用于执行网络功能虚拟化(NFV)的方法,其特征在于,包括:

接收指令以虚拟化参与网络的运营商边缘(PE)设备;

将所述PE设备划分为多个网络功能单元(NF),其中每个所述NF用于执行PE网络功能;

基于所述指令将所述所述NF分组为一个或多个NF组;

将每个所述NF组置于虚拟容器中;以及

使用所述虚拟容器转发多个数据包。

17. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,其中一个所述NF组用于提供运营商提供的虚拟专用网络业务功能。

18. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,托管其中一个所述NF组的所述虚拟容器还提供客户运营商边缘(CPE)网络功能。

19. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,所述PE设备被部分虚拟化,使得所述其中一个所述NF组将数据包转发给所述网络内的非虚拟化PE设备以实施PE核心侧网络功能,所述PE核心侧网络功能用于促进所述网络内的通信。

20. 根据权利要求16所述的方法,其特征在于,其中一个所述NF组用于提供用于促进所述网络内通信的PE核心侧网络功能。

## 网络设备的网络功能虚拟化

[0001] 相关申请案交叉申请

[0002] 本发明要求2013年1月11日由彼得·阿什伍德·史密斯递交的发明名称为“网络功能虚拟化平台 (Network Function Virtualization Platform)”的第61/751,672号美国临时专利申请案以及2013年5月22日由彼得·阿什伍德·史密斯等人递交的发明名称为“用于运营商边缘设备虚拟化的系统和方法 (System and Method for Provider Edge Device Virtualization)”的第61/826,284号美国临时专利申请案的在先申请优先权,这两个在先申请的内容以引入的方式并入本文本中,如全文再现一般。

[0003] 关于由联邦政府赞助研究或开发的声明

[0004] 不适用。

[0005] 参考缩微胶片附录

[0006] 不适用。

### 背景技术

[0007] 在当今的业务提供商网络中,运营商边缘 (PE) 节点等网络边缘设备被配置向一个或多个客户提供虚拟专用网 (VPN) 业务。例如,一个PE节点可以同时在层3 (L3) 和层2 (L2) 提供VPN业务,例如,L3的互联网协议 (IP) VPN以及L2的虚拟专用线路业务 (VPWS) 和虚拟专用局域网 (VPLS),以满足用户需求。随着VPN站点的数量持续增长,业务提供商不断扩展他们的网络以满足日益增加的网络资源需求。为了扩展网络,业务提供商过去已经安装过新的数据卡给现有的PE节点,直到PE节点利用完它们所有的扩展容量。当PE节点不再具有容纳新数据卡的容量时,新的PE节点可以安装在业务提供商网络内以补偿额外的资源需求。然而,增加并充分配置新的网络设备(例如,新的PE节点)给网络通常会以资本支出 (CAPEX) 和运营成本两种方式产生巨大开支。

[0008] 为了减少CAPEX和OPEX,如2013年10月在欧洲电信标准协会 (ETSI) 组织规范 (GS) NFV 002第1.1.1版中发表的名称为“网络功能虚拟化 (NFV);架构框架 (Network Functions Virtualisation (NFV);Architectural Framework)”中所述的网络功能虚拟化 (NFV) 将许多类型的物理网络设备合并到一个或多个通用服务器、交换机、存储器和/或其它通用网络节点上,该文章的内容并入本文本中,如全文再现一般。例如,NFV可实施由各种物理网络设备执行的网络功能,这些物理网络设备包括但不限于,交换元件(例如,消息路由器和宽带网络网关)、移动网络节点(例如,服务通用分组无线业务 (GPRS) 支撑节点 (SGSN))、业务分析(例如,深度报文检测 (DPI) 和服务质量 (QoS) 测量)、应用水平优化(例如,应用加速器和内容分发网络 (CDN))以及安全功能(例如,防火墙)。通过合并物理网络设备,NFV在不需要安装和配置新的物理网络设备的情况下可以通过实施能移动到和/实例化到网络中各种位置的网络功能为网络提供更大的灵活性。

[0009] 很遗憾,目前的NFV实施方案解决了网络扩展相关的CAPEX降低问题,但还没有完全解决降低OPEX开支。一种NFV虚拟化技术,即装置NFV方法,将物理网络设备(例如,PE节点或宽带远程接入服务器 (BRAS))当作单独的虚拟装置并将整个物理网络设备嵌入到商用服

务器上的虚拟机(VM)中。例如,如果物理网络设备是一个PE节点,则装置NFV方法可将整个PE功能实施为一个单独的单元并将所有PE功能嵌入在单独的VM内。另外,PE数据路径可以在同一VM上实施,或者PE数据路径可以利用商用交换机的数据路径能力。因此,如上所述的装置NFV方法主要针对与扩展现有PE节点和/或增加新的PE节点到网络相关的CAPEX开支。装置NFV方法提供相对较低的OPEX开支减少,因为新增加的PE节点仍然需要充分配置并在业务提供商网络内安装。

## 发明内容

[0010] 在一项实施例中,本发明包括一种用于执行NFV的装置,包括:存储器和耦合到所述存储器的处理器,其中所述存储器包括当由所述处理器执行时致使所述装置执行以下操作的指令:接收指令以虚拟化网络内的网络设备,根据所述指令将所述网络设备划分为用于形成对应于所述网络设备的虚拟化网络节点的多个网络功能单元(NF),在一个或多个虚拟容器内启动所述NF,以及使用对应于所述虚拟化网络节点的组标识符(ID)将所述虚拟容器分组在一起,其中每个所述NF对应于虚拟化之前由所述网络设备执行的网络功能。

[0011] 在另一项实施例中,本发明包括一种用于执行NFV的装置,包括:存储器和耦合到所述存储器的处理器,其中所述存储器包括当由所述处理器执行时致使所述装置执行以下操作的指令:创建对应于由网络内的非虚拟化网络设备执行的多个网络功能的多个NF,在一个或多个虚拟容器内加载所述NF,使用标识由非虚拟化网络设备执行的所述网络功能的组ID将所述虚拟容器分组在一起,监控每个所述虚拟容器的资源利用率,以及根据每个所述虚拟容器的资源利用率调整资源分配。

[0012] 在又一项实施例中,本发明包括一种用于执行NFV的方法,包括:接收指令以虚拟化参与网络的PE设备,将所述PE设备划分为多个NF,其中每个所述NF用于执行PE网络功能,基于所述指令将所述NF分成一个或多个NF组,将每个所述NF组置于虚拟容器中,以及使用所述虚拟容器转发多个数据包。

[0013] 结合附图和权利要求书可以从以下的详细描述中更清楚地理解这些和其它特征。

## 附图说明

[0014] 为了更透彻地理解本发明,现参阅结合附图和具体实施方式而描述的以下简要说明,其中的相同参考标号表示相同部分。

[0015] 图1为本发明实施例可在其中操作的NFV系统的实施例的示意图。

[0016] 图2为用于虚拟化PE设备的NFV系统的实施例的示意图。

[0017] 图3为网元的实施例的示意图。

[0018] 图4为使用绝对分解方法的虚拟化PE节点的实施例的示意图。

[0019] 图5为使用网络功能分解方法的虚拟化PE节点的实施例的示意图。

[0020] 图6为使用网络功能分解方法的NFV系统的实施例的示意图,该NFV系统包括与虚拟化用户网络接口(UNI)子组件一起运行的非虚拟化PE设备。

[0021] 图7为使用网络功能分解方法的NFV系统的实施例的示意图,该NFV系统包括与虚拟化UNI子组件一起运行的非虚拟化PE设备以及虚拟化客户运营商边缘(CPE)组件。

[0022] 图8为使用网络功能分解方法的NFV系统的实施例的示意图,该NFV系统包括虚拟

化UNI子组件、虚拟化网络间接口 (NNI) 子组件和虚拟化CPE组件。

[0023] 图9为使用业务分解方法以虚拟化PE节点的NFV系统的实施例的示意图。

[0024] 图10为用于在网络设备上执行NFV虚拟化的方法的实施例的流程图。

## 具体实施方式

[0025] 首先应理解，尽管下文提供一项或多项实施例的说明性实施方案，但所公开的系统、装置和/或方法可使用任何数目的技术来实施，无论该技术是当前已知还是现有的。本发明决不应限于下文所说明的说明性实施方案、附图和技术，包括本文所说明并描述的示例性设计和实施方案，而是可在所附权利要求书的范围以及其等效物的完整范围内修改。虽然传统技术的某些方面已经被论述以实现本发明，但是申请人决不拒绝承认这些技术方面，而且考虑本发明可包含本文所述的一个或多个传统技术方面。

[0026] 本发明公开了使用NFV虚拟化至少一部分物理网络设备的至少一种方法、装置和系统。NFV虚拟化可通过将物理网络设备划分为多个NF来虚拟化物理网络设备。每个NF用于执行通常由物理网络设备实施的网络功能。虚拟容器可托管一个或多个NF以解决与物理网络设备有关的网络可扩展性、扩展和迁移问题。NFV虚拟化可使用以下任意一种方法将NF在虚拟容器内分组和放置：绝对分解方法、网络功能分解方法和/或业务分解方法，以实施由物理网络设备执行的网络功能。通过将物理网络设备虚拟化为一个或多个NF，这些NF可在虚拟容器和/或硬件资源节点之间分布和布置以最小化OPEX开支。

[0027] 图1为本发明实施例可在其中操作的NFV系统100的实施例的示意图。NFV系统100可使用诸如数据中心网络、业务提供商网络和/或LAN等各种网络来实施。NFV系统100可包括NFV管理和编排系统128、NFV基础设施 (NFVI) 130、多个虚拟网络功能 (VNF) 108、多个网元管理系统 (EMS) 122、业务，VNF和基础设施描述系统126，以及一个或多个运营支撑系统 (OSS) 和业务支撑系统 (BSS) (OSS/BSS) 124。NFV管理和编排系统128可包括编排器102、一个或多个VNF管理器104以及一个或多个虚拟化基础设施管理器106。NFVI130可包括计算硬件112、存储硬件114和网络硬件116、虚拟化层、虚拟计算110、虚拟存储118和虚拟网络120。业务，VNF和基础设施描述单元126以及OSS/BSS124在ETSI GS NFV 002第1.1.1版标准中进行了详细讨论。

[0028] NFV管理和编排系统128可用于执行VFN108和NFVI130的监督和管理功能。编排器102可用于NFVI130和NFVI130内的虚拟化资源。编排器102还可在NFVI130上实现网络业务(例如，L2和L3的VPN业务)。编排器102可与一个或多个VNF管理器104通信以实施资源相关请求，向VNF管理器104发送配置信息以及收集VNF108的状态信息。另外，编排器102可与虚拟化基础设施管理器106通信以实施资源分配和/或预留和交换虚拟化硬件资源配置和状态信息。VNF管理器104可用于管理一个或多个VNF108。VNF管理器104可执行各种管理功能，例如实例化、更新、查询、缩放和/或终止VNF108。虚拟化基础设施管理器106可用于执行用于控制和管理VNF108与计算硬件112、存储硬件114、网络硬件116、虚拟计算110(例如，VM)、虚拟存储118和虚拟网络120交互的管理功能。例如。虚拟化基础设施管理器106可执行资源管理功能，例如，管理基础设施资源和分配(例如，向虚拟容器增加资源)，以及收集NFVI故障信息等操作功能。VNF管理器104和虚拟化基础设施管理器106可彼此通信进行资源分配请求并交换虚拟化硬件资源配置和状态信息。

[0029] NFVI130包括硬件组件、软件组件或两者的组合以建立虚拟化环境来部署、管理和执行VNF108。换言之，硬件资源和虚拟化层都用于为VNF108提供虚拟化资源，例如，VM和其它形式的虚拟容器。硬件资源包括计算硬件112、存储硬件114和网络硬件116。计算硬件112可以为用于提供处理和计算资源的商业现货(COTS)硬件和/或客户硬件。存储硬件114可提供存储容量，该存储容量可在网络内提供或驻留在存储硬件114自身内(例如，位于服务器内的本地存储器)。在一项实施例中，计算硬件112和存储硬件114的资源可以汇集在一起。网络硬件116可以为执行交换功能的交换机(例如，商用交换机)、路由器和/或任意其它网络设备，它们通过有线和/或无线链路互联。网络硬件116可跨越多个域并且可包括通过一个或多个传输网络互联的多个网络。

[0030] NFVI130内的虚拟化层可抽取硬件资源并将VNF108从底层物理网络层中分离出来以提供虚拟化资源给VNF108。如图1所示，虚拟化资源可包括虚拟计算110、虚拟存储118和虚拟网络120。虚拟计算110和虚拟存储118可以通过虚拟机监视器、VM和/或其它虚拟容器的形式提供给VNF108。例如，可在VM上部署一个或多个VNF108。虚拟化层抽取网络硬件116以形成虚拟网络120。虚拟网络120可包括虚拟交换机(Vswitch)，其提供VM之间和/或托管VNF108的其它虚拟容器之间的连接。硬件资源的抽取可使用各种技术来实施，这些技术包括但不限于，虚拟LAN(VLAN)、VPLS、虚拟可扩展LAN(VxLAN)以及利用通用路由封装协议实现网络虚拟化(NVGRE)。此外，网络硬件116内的传输网络可使用集中控制平面和独立转发平面(例如，软件定义网络(SDN))来虚拟化。

[0031] 如图1所示，VNF管理器104可与VNF108和EMS122通信以执行VNF生命周期管理以及交换配置和状态信息。VNF108可用于虚拟化由物理网络设备执行的至少一个网络功能。在一项实施例中，VNF108可以为用于提供所有通常在非虚拟化PE设备内发现的PE网络功能的虚拟化PE节点。在另一项实施例中，VNF108可用于实施非虚拟化PE设备的其中一个组件(例如，运行、管理和维护(OAM)组件)。因此，虚拟容器可托管单个VNF108或可托管多个VNF108，其中每个VNF108在虚拟容器中运行并对应于一组属于一个或多个物理设备的网络功能。部署VNF108以执行网络功能将在图4至图9中进行详细论述。EMS122可用于为一个或多个VNF108执行管理功能。

[0032] 图2为用于虚拟化PE设备的NFV系统200的实施例的示意图。NFV系统200可包括PE编排器202、虚拟机管理器204、网络系统206、计算系统208和存储系统210。虚拟机管理器204基本上类似于如图1所述的虚拟化基础设施管理器106。网络系统206基本上类似于如图1所述的虚拟网络120和网络硬件116。计算系统208基本上类似于如图1所述的虚拟计算110和计算硬件112。存储系统210基本上类似于如图1所述的虚拟存储118和存储硬件114。网络系统206、计算系统208和存储系统210可用于形成NFV系统200共享的一个或多个服务器池212。服务器池212可包括服务器S1至S3214和/或用于容纳PE VM216的其它网络设备。PE VM216可包括一个或多个NF，其中每个NF用于实施由非虚拟化PE设备执行的网络功能。

[0033] PE编排器202基本上类似于如图1所述的VNF管理器104，并且可托管在VM和/或其它虚拟容器上。除了具有VNF管理器104执行的功能之外，PE编排器202可具体地协调和启动PE VM216。PE编排器202可提供用于彼此通信的PE VM216信息。例如，每个虚拟化PE节点可分配有一个唯一的设备ID和/或其它组ID。在虚拟化PE节点转换成多个NF(例如，多个网络功能)以及每个NF加载到PE VM216的情况下，PE编排器202可将拥有相同设备ID的PE

VM216分组在一起。分组在一起的PE VM216可执行至少一些由非虚拟化PE设备执行的网络功能。PE编排器202和/或虚拟机管理器204可将设备ID映射到底层网络提供的虚拟化网络标识符(例如,VLAN标签或隧道ID)以隔离分组在一起的PE VM216之间的通信。当启动和管理PE VM216时,PE编排器202可与虚拟机管理器204通信以处理各种通知事件并管理整个资源管理,例如预留、分配、修改和移动。

[0034] 为了提高OPEX,PE编排器202可为PE VM216监控资源利用率和触发资源分配。PE编排器202可监控实时资源使用情况(例如,中央处理器(CPU)、内存和内存使用情况)并触发最初分配给代表网络设备的PE VM216的资源的动态重分配和修改。资源的重分配和修改可以以主动方式(例如,无网络通知)或被动方式(例如,在网络通知之后)实施。例如,当网络管理员或操作员观察到所支持的网络设备的数目在增加并随后指示PE编排器202分配更多资源给一个或多个PE VM216时,资源可以以主动方式重分配和修改。相反,当PE编排器202接收到来自虚拟化网络内的PE VM216、虚拟机管理器204和/或其它虚拟化网络节点的通知时,PE编排器202可以以被动方式重分配和修改资源。

[0035] 根据网络资源需求,PE编排器202还可通过执行PE VM216迁移降低OPEX。在主机服务器214的资源(例如,CPU、内存、存储空间等)耗尽并且可能不支持PE VM216的进一步资源需求的情况下,PE编排器202可触发PE VM216向具有更多容量的另一服务器214移动。使用图2作为示例,如果服务器S2214不再有足够的资源来满足PE VM216,那么PE编排器202可触发服务器S2214上的PE VM216的移动。PE编排器202可发送一个请求给将服务器S2214上的PE VM216移动到另一服务器214的虚拟机管理器204。一旦虚拟机管理器204接收到该请求,虚拟机管理器204可将服务器S2214上的PE VM216移动到另一服务器214(例如,服务器S3214)。

[0036] 如本领域普通技术人员所知道的,尽管图2和本发明示出了为PE节点执行NFV虚拟化,但本发明并不限于该应用。例如,NFV虚拟化可应用于其它网络设备,例如,IP路由器。此外,PE编排器202可用于管理执行一个或多个网络设备的功能的NF和/或一组NF。另外,尽管本发明提及将NF置于VM(例如,PE VM216)内,但是本领域普通技术人员还知道除了VM还有其它类型的虚拟容器可用来托管NF。对图2和图4至图9的使用和论述仅仅是为了方便描述和解释的一个示例。

[0037] 本发明所述的至少一些特征/方法可在网元中实施。例如,本发明的特征/方法可使用硬件、固件和/或安装在硬件上运行的软件来实施。网元可以为通过网络、系统和/或域传送数据的任意设备(例如,交换机、路由器、网桥、服务器、客户端等)。图3为可用于通过如图1和图2所示的NFV系统100和200传送和/或处理数据的网元300的实施例的示意图。在一实施例中,网元300可以为用于创建、修改、重分配和/或迁移一个或多个虚拟容器(例如,VM)的任意装置。网元300还可为用于托管、存储和/或执行一个或多个NF的任意装置。例如,网元300可以为如图1所述的NFV管理和编排系统128或其子组件之一。在另一实施例中,网元300可以为如图2所述的PE VM216。

[0038] 网元300可包括耦合至收发器(Tx/Rx)312的一个或多个下游端口310,收发器可以为发射器、接收器或其组合。Tx/Rx312可经由下游端口310发送和/或接收来自其它网络节点的帧。类似地,网元300可包括耦合到多个上游端口314的另一Tx/Rx312,其中Tx/Rx312可经由上游端口314发送和/或接收来自其它节点的帧。下游端口310和/或上游端口314可包

括电或光发射和/或接收组件。

[0039] 处理器302可耦合至Tx/Rx312并可用于处理帧和/或确定哪个节点发送(例如,发射)帧。在一项实施例中,处理器302可包括一个或多个多核处理器和/或存储器模块304,其可用作数据存储器、缓冲器等。处理器302可实施为通用处理器或可为一个或多个专用集成电路(ASIC)和/或数字信号处理器(DSP)的一部分。尽管示为单个处理器,但处理器302不限于此并可包括多个处理器。处理器302可用于实施本文中所述的任意方案,包括绝对分解方法、网络功能分解方法、业务分解方法和/或方法1000。

[0040] 图3示出了存储器模块304可耦合至处理器302并且可以为用于存储各种类型数据的非瞬时性介质。存储器模块304可包括存储器设备,包括辅助存储器、只读存储器(ROM)和随机存取存储器(RAM)。辅助存储器通常包括一个或多个磁盘驱动器、固态驱动器(SSD)和/或磁带驱动器,用于数据的非易失性存储,而且如果RAM的容量不足以存储所有工作数据,辅助存储器则用作溢流数据存储设备。辅助存储器可用于当程序被选择执行时存储加载到RAM的程序。ROM用于存储指令,可能还有在程序执行期间读取的数据。ROM是非易失性存储器设备,通常具有相对于辅助存储器的大存储容量来说较小的内存容量。RAM用于存储以易失性数据,可能还存储指令。访问ROM和RAM通常都快于访问辅助存储器。

[0041] 存储器模块304可用于容纳执行本文中所述的系统和方法的指令,例如像管理实体104、外部实体108、编排系统210等。在一项实施例中,存储器模块304可包括在处理器302上实施的NFV模块306。或者,NFV模块306可直接在处理器302上实施。NFV模块306可用于为虚拟化网络设备托管、存储和执行一个或多个NF。托管、存储和执行一个或多个NF将在图4至图9中论述。在另一项实施例中,存储器模块304还可包括创建、修改、重分配和/或迁移一个或多个虚拟容器的NFV编排模块308。另外,NFV编排模块308可提供用于将NF、虚拟容器和/或其它虚拟网络节点分组在一起的组信息。创建、修改、重分配、迁移和分组VM和/或其它虚拟容器将在图2和图4至图10中详细论述。

[0042] 应理解,通过将可执行指令编程和/或加载至网元300上,处理器302、缓存和长期存储器中的至少一个被改变,将网元300的一部分转换成具有本发明宣扬的新颖功能的特定机器或装置,例如多核转发架构。加载可执行软件至计算机所实现的功能可以通过现有技术中公知的设计规则转换成硬件实施,这在电力工程和软件工程领域是很基础的。决定使用软件还是硬件来实施一个概念通常取决于对设计稳定性及待生产的单元数量的考虑,而不是从软件领域转换至硬件领域中所涉及的任何问题。通常,仍然通常改变的设计更适于在软件中实施,因为重新编写硬件实施比重新编写软件设计更为昂贵。通常,稳定及大规模生产的涉及更适于在ASIC这样的软件中实施,因为运行硬件实施的大规模生产比软件实施更为便宜。设计通常可以以软件形式进行开发和测试,之后通过现有技术中公知的设计规则转变成ASIC中等同的硬件实施,该ASIC硬线软件指令。由新的ASIC控制的机器是一种特定的机器或装置,同样地,编程和/或加载有可执行指令的电脑可视为特定的机器或装置。

[0043] 图4为使用绝对分解方法的虚拟化PE节点400的实施例的示意图。绝对分解方法将PE网络功能分解或划分为独立的NF。对于绝对分解方法而言,PE编排器可启动虚拟容器以托管每个NF。虚拟容器可托管在服务器集群402内的实施计算和/或存储网络功能的一个或多个服务器上。虚拟网络内的虚拟容器Vswitch 430和/或底层通信基础设施(例如,网络硬

件)内的商用交换机432可用于实施PE的数据平面。商用交换机432可配置有不同的网络封装能力(例如,多协议标签交换(MPLS)封装)。在一项实施例中,底层通信基础设施和服务器集群402可以是数据中心网络和/或业务提供商网络的一部分。商用交换机432可包括在数据中心或业务提供商网络内和/或之外传送数据的以太网交换机、高性能交换机和/或其它物理网络节点。Vswitch 430可以是同样用于在数据中心网络或业务提供商网络内和/或之外传送数据的虚拟化网络节点。

[0044] 绝对分解方法将虚拟化PE节点400当作一组互联NF的总和并且给每个组件分配虚拟容器。如图4所示,虚拟化PE节点400可包括OAM VM404、警报VM406、流量工程(TF)数据库(DB) VM408、开放式最短路径优先(OSPF) VM410、中间系统到中间系统(IS-IS) VM412、边界网关协议(BGP) VM414、资源管理器VM416、标签分发协议(LDP) VM418、资源预留协议(RSVP)-TE VM420、路由信息库(RIB) VM422、转发信息库(FIB) VM424、硬件抽象层VM426、转发和DPI VM428以及Vswitch 430。OSPF VM410、IS-IS VM412、BGP VM414、LDP VM418和RSVP-TE VM420可分别托管用于执行OSPF、IS-IS、BGP、LDP和RSVP-TE协议的NF。OAM VM404可托管用于执行OAM操作的NF,以及警报VM406可托管用于生成由网络错误或故障引起的通知或警报的NF。RIB VM422和FIB VM424可托管包括一个或多个用于将传入数据包路由至合适目标节点的表的NF。硬件抽象层VM426可托管用于存储虚拟资源(例如,分配给VM的资源)到硬件资源(例如,服务器)的映射的NF。

[0045] 资源管理器VM416可托管用于内部监控每个VM使用的资源的NF。初始启动和设置之后,在VM内托管的每个NF可以根据网络动态和实时需求分别进行微调。回想到VM资源修改可以是主动或被动的。例如,网络管理员或操作员可观察到网络中BGP对端数目的增长并可以指示PE编排器分配更多的CPU和/或内存资源给BGP VM414。或者可以基于指示VM资源的高水位线和阈限的配置信息创建每个VM。PE编排器可通过检查PE编排器从虚拟机管理器接收的通知事件监控VM资源并且相应地调整分配给虚拟容器的资源。

[0046] 虚拟化PE节点400的数据平面可在服务器上的虚拟容器、服务器上的Vswitch 430,和/或底层通信基础设施(例如,图1中的网络硬件116)内的商用交换机432中实施。底层通信基础设施可用于在封闭系统中实施进程间通信消息并且负责将虚拟容器连接在一起。在图4中,转发和DPI VM428可用于指示底层基础设施内的商用交换机432如何封装、转发和检验数据包。转发和DPI VM428可使用开流和/或一些其它应用程序接口(API)以与商用交换机432通信。转发和DPI VM428还可在需要高性能数据平面的场景中使用特殊化加速器模块扩充商用交换机432。

[0047] 使用绝对分解方法虚拟化PE节点400可提供优于非虚拟化PE设备的增值可扩展性。非虚拟化PE设备不仅受限于CPU和网络处理单元(NPU)的数目和内存和存储空间的大小,而且还受限于数据路径模块和端口(例如,输入和输出(I/O)端口)的数目。一旦非虚拟化PE使用所有可用的端口容量,网络管理员或操作员可能需要在网络中安装新的PE设备。相比之下,使用绝对分解方法虚拟化PE节点400可能不会在数据平面资源上施加物理硬性限制。网络管理员或操作员可安装更多的商用交换机432以满足增长的虚拟化PE节点400的数据路径需求,从而防止安装新PE产生的额外OPEX开支。换言之,扩展虚拟化PE节点400的OPEX开支可能等同于在使用非虚拟化PE的网络内添加新的数据路径的开支,这项OPEX开支比配置新的非虚拟化PE的低。

[0048] 图5为使用网络功能分解方法的虚拟化PE节点500的实施例的示意图。网络功能分解方法可通过将PE设备基于网段连接划分为子组件以形成虚拟化PE节点500。具体而言，网络功能分解方法可将PE设备划分为UNI子组件和NNI子组件。UNI子组件和NNI子组件可使用独立的VM和/或其它虚拟容器分离和实施。通过将PE设备划分为UNI子组件和NNI子组件，每个子组件可以彼此独立进行微调。此外，划分PE设备可提供网络管理员和操作员将网络资源卸载到虚拟环境中。实施UNI子组件和NNI子组件的示例实施例将在图6至图8中详细论述。

[0049] UNI子组件可用于连接客户网络到虚拟化PE节点500并提供传统上是PE设备的VPN路由和转发(VRF)、VPLS和/或VPWS接入组件的一部分的功能。VRF、VPLS和VPWS功能在2005年3月的互联网工程任务组(IETF)请求注解(RFC)4026中发表的名称为“运营商提供的虚拟专用网(VPN)术语(Provider Provisioned Virtual Private Network (VPN) Terminology)”中详细描述，该文章的内容并入本文中，如全文再现一般。UNI子组件可与CPE节点502通信以连接到客户网络。

[0050] 图5示出了UNI子组件可使用VRF/CPE VM506a至c托管。VRF/CPE VM506a、506b、506c可分别连接到客户A网络、客户B网络和客户C网络。VRF/CPE VM506a至c都可包括对应于UNI子组件执行的PE网络功能的多个NF。如图5所示，VRF/CPE VM506a、506b、506c都可包括用于实施图4所述的OAM、警报、OSPF、RIB、FIB和硬件抽象层网络功能的多个NF以连接到客户网络。CPE节点502可用于执行典型的CPE设备网络功能，例如，路由、VPN终止、QoS支持、DPI、防火墙以及执行广域网(WAN)优化控制器(WOC)功能。

[0051] NNI子组件可用于管理与网络的内部网络通信，其中虚拟化PE节点500位于该网络中。例如，NNI子组件可管理与业务提供商的内部网络的PE通信并且负责多个网络功能，例如，BGP对等操作、MPLS信令和VPN发现。如图5所示，NNI子组件可托管在相向接口PE VM508内。相向接口PE VM508可以为含有用于执行各种PE网络功能的多个NF的VM，网络功能包括但不限于图4所述的OAM、警报、IS-IS、BGP、LDP、RSVP-TE、RIB、FIB、TE-DB、资源管理、RIB、FIB和硬件抽象层功能。服务器集群504、Vswitch514、转发和DPI VM512和商用交换机516基本上分别类似于如图4所述的服务器集群402、Vswitch 430、转发和DPI VM428和商用交换机432。

[0052] 图6为使用网络功能分解方法的NFV系统600的实施例的示意图，该NFV系统包括与虚拟化UNI子组件一起运行的非虚拟化PE设备612。在该实施例中，网络功能分解方法可将PE-1设备612的UNI网络功能(例如，VRF/VPWS/VPLS功能)卸载和移动到虚拟环境中。UNI功能耦合至用户驻地处的CPE-1节点602。NNI功能保留在耦合至业务提供商的核心网616的非虚拟化PE-1设备612中。数据中心604可包括如图1和图2所述的NFV系统100和200以提供PE-1设备612的虚拟化和非虚拟化侧之间的连接。数据中心604可位于业务提供商网络内或可以是业务提供商网络外部的网络。

[0053] 如图6所示，非虚拟化PE-1设备612可实施用于与业务提供商网络616和其它非虚拟化PE设备612通信的NNI功能。数据中心604内的服务器606可包括用于实施经由CPE-1节点602连接到客户A和B网络614的UNI网络功能的PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610。交换节点608基本上类似于如图4所述的商用交换机432。因此，交换节点608可用于在PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610、非虚拟化PE-1设备612和/或CPE-1节点602之间交换数据包。

[0054] 当数据包从业务提供商的核心网616到达非虚拟化PE-1设备612时,数据包最初通过标识它们在非虚拟化PE-1设备612内的VRF组件来处理。通常情况下,非虚拟化PE-1设备612内的VRF组件使用在数据包内封装的一个或多个标签来标识。然而,由于UNI网络功能已经卸载并虚拟化,所以数据包转发到用于实施VRF的对应PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610而不是将数据包转发到非虚拟化PE-1设备612内的VRF组件。对于离开客户网络614的传出数据包而言,CPE-1节点602将数据包发送给它们对应的PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610以最初处理数据包。之后,PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610将数据包转发给非虚拟化PE以通过业务提供商的核心网616向其它对端非虚拟化PE设备612传输。

[0055] PE设备的UNI功能向虚拟容器的卸载可释放待用于NNI功能的非虚拟化PE-1设备612的资源。同样,通过虚拟化UNI功能,网络管理员或操作员现在可以通过实施新的PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610和将它们与新的客户和/或客户网络614关联来扩展UNI侧。新的PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610可托管在同一服务器(例如,服务器S1或S2606)或不同服务器606上。PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610可彼此独立并且可提供内在保护机制。分配给PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610的资源可以分别进行微调以适应客户的需要,而非虚拟化PE-1设备612保持不变。

[0056] 图7为使用网络功能分解方法的NFV系统700的实施例的示意图,该NFV系统包括与虚拟化UNI子组件一起运行的非虚拟化PE设备710和虚拟化CPE组件。数据中心702、服务器704、交换节点708、非虚拟化PE设备710、CPE节点712、客户网络714和业务提供商核心网716基本上分别类似于如图6所述的数据中心604、服务器606、交换节点608、非虚拟化PE设备612、CPE节点602、客户网络614和业务提供商核心网616。PE-1VRF/VPWS/VPLS+CPE VM706基本上类似于PE-1VRF/VPWS/VPLS VM610,除了PE-1VRF/VPWS/VPLS+CPE VM706还托管典型的CPE网络功能。CPE网络功能包括但不限于,防火墙、网络安全、WAN加速和优化以及路由功能。CPE网络功能可对应于第二组NF,其中第二组NF中的每个NF对应于CPE网络功能。对于CPE网络功能的NF和对应于UNI功能的NF可以分组在一起并由PR-1VRF/VPWS/VPLS+CPM VM706托管。在另一项实施例中,第二组NF内的CPE网络功能和对应于UNI功能的NF可以发生在独立的VM上,而不能组合到单个VM上。网络管理员或操作员可将CPE网络功能移动到虚拟化环境中以减少CAPEX开支。

[0057] 图8为使用网络功能分解方法的NFV系统800的实施例的示意图,该NFV系统包括虚拟化UNI子组件、虚拟化NNI子组件和虚拟化CPE组件。数据中心802、服务器804、交换节点808、非虚拟化PE设备812、CPE节点814、客户网络816和业务提供商核心网818基本上分别类似于如图6所述的数据中心604、服务器606、交换节点608、非虚拟化PE设备612、CPE节点602、客户网络614和业务提供商核心网616。VRF/VPWS/VPLS+CPE VM806基本上类似于如图7所述的PE-1VRF/VPWS/VPLS+CPE VM706。数据中心802还包括用于执行NNI网络功能的虚拟化PE-1 VM810。换言之,PE-1 VM810执行与如图5所述的相向接口PE-1 VM508基本上相同的功能。网络管理员或操作员还可通过移动虚拟环境中的UNI功能、NNI功能和CPE功能降低网络的CAPEX和OPEX开支。

[0058] 图9为使用业务分解方法以虚拟化PE节点的NFV系统900的实施例的示意图。业务分解方法将PE设备划分为对应各个网络业务的NF。在一项实施例中,如IETF RFC4026中所述,网络业务可以是运营商提供的虚拟专用网业务功能,例如IP VPN、VPWS和VPLS。每个网

络业务可以是用于连接不同客户站点的L2和/或L3业务。对于业务分解方法而言,PE编排器可在独立的虚拟容器上启动每个网络业务。因此,网络业务彼此独立并且可根据它们的需求在无需侵犯彼此资源的情况下独立缩放。如图9所示,VPLS站点920与接入VPLS VM906通信,IP VPN站点922与接入IP VPN VM908通信,以及VPWS站点924与接入VPWS VM910通信。VPLS站点920、IP VPN站点922和VPWS站点924可以为用于分别实施VPLS、IP VPN和VPWS的客户网络。接入VPLS VM906、接入IP VPN VM908和接入VPWS VM910可用于实施使用多个NF的PE网络功能,多个NF包括OAM、警报、OSPF、RIB、FIB和硬件抽象层功能。

[0059] NNI可当作共享资源,可实施在单个相向接口PE VM912中或划分为多个相向接口PE VM912。当使用多个相向接口PE VM912时,每个相向接口PE VM912可耦合至并对应于其中一个网络业务侧的VM。例如,接入VPLS VM906可耦合至第一相向接口PE VM912,而接入IP VPN VM908可耦合至第二相向接口PE VM912。相向接口PE VM912可执行基本上类似于如图5所述的相向接口PE VM508的功能。数据中心902、服务器904、交换节点926、非虚拟化PE设备914、CPE节点916和业务提供商核心网918基本上分别类似于如图6所述的数据中心604、服务器606、交换节点608、非虚拟化PE设备612、CPE节点602和业务提供商核心网616。

[0060] 图10为用于在网络设备上执行NFV虚拟化的方法1000的实施例的流程图。方法1000可在如图2所述的PE编排器和如图1所述的VNF管理器内实施。方法1000开始于方框1002并接收指令以执行网络设备的NFV虚拟化。该指令可源自网络管理员或操作员。方法1000可直接接收来自网络管理员或操作员的指令或可经由独立的编排器,如图1中的编排器102接收来自网络管理员的指令。之后,方法1000随后可移动到方框1004。

[0061] 在方框1004处,方法1000可根据接收到的指令将虚拟化网络设备划分为多个NF。方法1000可使用绝对分解方法、网络功能分解方法和/或业务分解方法划分虚拟化网络设备。源自网络管理员或操作员的接收到的指令可确定使用哪种方法来划分虚拟化网络设备。NF可对应于由虚拟网络设备执行的网络功能。回想到绝对分解方法将网络设备划分为对应于各个NF的独立设备功能组件。对于网络功能分解方法而言,基于网络连接划分虚拟化网络设备。例如,方法1000可基于用来连接不同网络的接口(例如,UNI和NNI)来划分。业务分解方法基于网络业务,例如IP VPN、VPWS和VPLS划分虚拟化网络设备。一旦方法1000完成方框1004,方法1000则可移动到方框1006。

[0062] 在方框1006处,方法1006可启动一个或多个虚拟容器内的NF或NF组。对于绝对分解方法而言,每个NF可在其中一个虚拟容器内托管。或者,当实施网络功能分解方法和/或业务分解方法时,方法1006可启动单个虚拟容器中的一个或多个NF。随后方法1000继续方框1008以使用对应于虚拟化网络设备的组标识符将虚拟容器分组在一起。在一项实施例中,组标识符可以是用于标识虚拟化网络设备的设备标识符。方法1000随后可前进到方框1010。

[0063] 在方框1010处,方法1000可监控每个虚拟容器的资源利用率。为了获得每个虚拟容器的资源利用率,方法1000可与其它管理实体和/或其它虚拟化网络节点通信。例如,方法1000可从如图1和图2分别描述的虚拟化基础设施管理器106和/或虚拟机管理器204获得资源利用信息。方法1000随后可移动到方框1012以根据每个虚拟容器的资源利用率调整资源分配。调整资源分配可以以主动方式或被动方式实施。另外,在方框1012处,在当前的服务器和/或硬件资源节点不能提供虚拟容器所需的资源的情况下,方法1000可将虚拟容器

迁移和/或移动到不同服务器和/或其它硬件资源节点中。

[0064] 本发明公开了至少一项实施例，而且所属领域的一般技术人员对实施例和/或实施例的特征做出的变化、组合和/或修改均在本发明的范围内。通过组合、整合和/或忽略各项实施例的特征而得到的替代性实施例也在本发明的范围内。在明确说明数字范围或限制的情况下，此类表达范围或限制应被理解成包括在明确说明的范围或限制内具有相同大小的迭代范围或限制（例如，从约为1到约为10包括2、3、4等；大于0.10包括0.11、0.12、0.13等）。例如，只要公开具有下限R<sub>1</sub>和上限R<sub>u</sub>的数字范围，则明确公开了此范围内的任何数字。具体而言，在所述范围内的以下数字是明确公开的： $R=R_1+k*(R_u-R_1)$ ，其中k为从1%到100%范围内以1%递增的变量，即，k为1%、2%、3%、4%、5%……70%、71%、72%……95%、96%、97%、98%、99%或100%。此外，由上文所定义的两个数字R定义的任何数字范围也是明确公开的。除非另有说明，否则使用术语“约”是指随后数字的±10%。相对于权利要求的任一元素使用术语“选择性地”意味着所述元素是需要的，或者所述元素是不需要的，两种替代方案均在所述权利要求的范围内。使用如“包括”、“包含”和“具有”等较广术语应被理解为提供对如“由……组成”、“基本上由……组成”以及“大体上由……组成”等较窄术语的支持。因此，保护范围不受上文所陈述的说明限制，而是由所附权利要求书界定，所述范围包含所附权利要求书的标的物的所有等效物。每一和每条权利要求作为进一步揭示内容并入说明书中，且所附权利要求书是本发明的实施例。对所述揭示内容中的参考进行的论述并非承认其为现有技术，尤其是具有在本申请案的在先申请优先权日期之后的公开日期的任何参考。本发明中所引用的所有专利、专利申请案和公开案的揭示内容特此以引用的方式并入本文中，其提供补充本发明的示例性、程序性或其它细节。

[0065] 虽然本发明多个具体实施例，但应当理解，所公开的系统和方法也可通过其它多种具体形式体现，而不会脱离本发明的精神或范围。本发明的实例应被视为说明性而非限制性的，且本发明并不限于本文本所给出的细节。例如，各种元件或部件可以在另一系统中组合或合并，或者某些特征可以省略或不实施。

[0066] 此外，在不脱离本发明的范围的情况下，各种实施例中描述和说明为离散或单独的技术、系统、子系统和方法可以与其它系统、模块、技术或方法进行组合或合并。展示或论述为彼此耦合或直接耦合或通信的其它项也可以采用电方式、机械方式或其它方式通过某一接口、设备或中间部件间接地耦合或通信。其它变更、替换、更替示例对本领域技术人员而言是显而易见的，均不脱离此处公开的精神和范围。

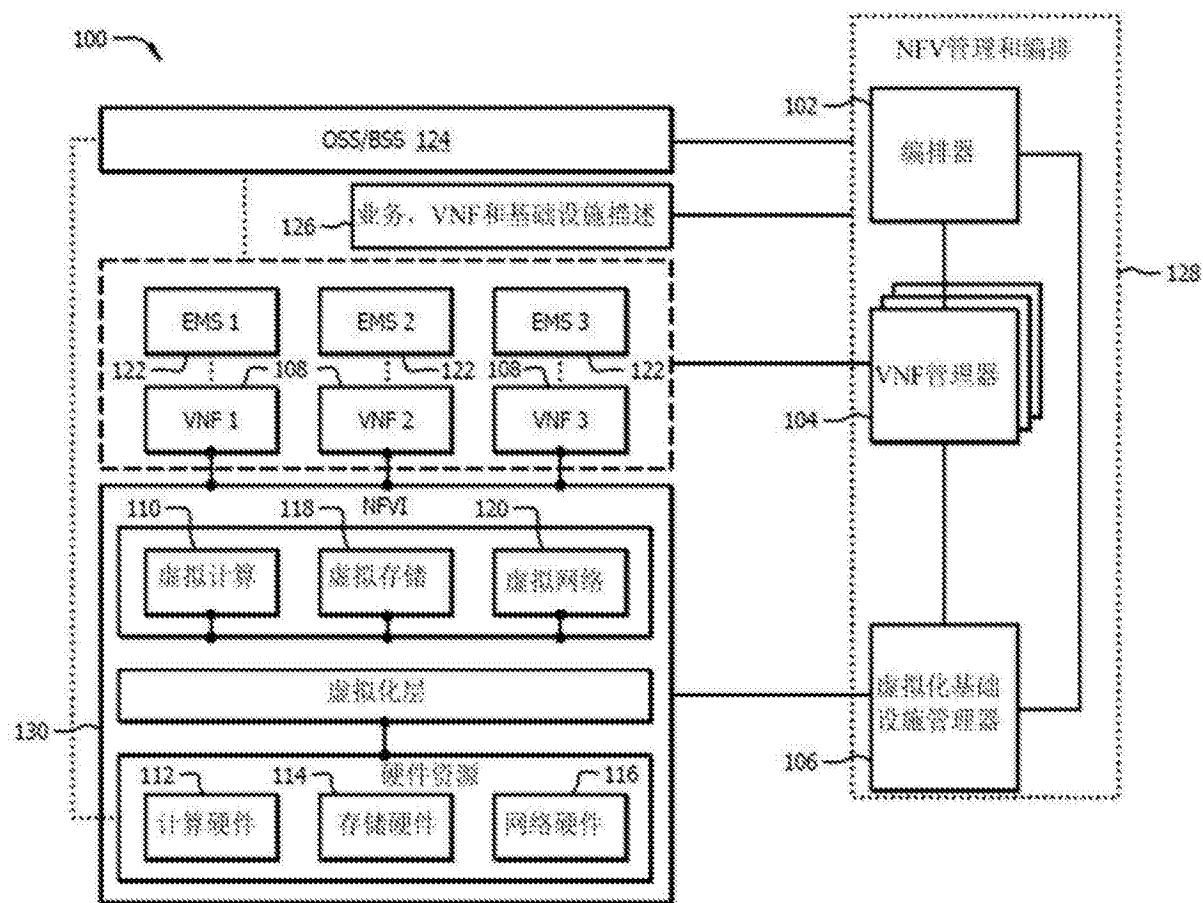


图1

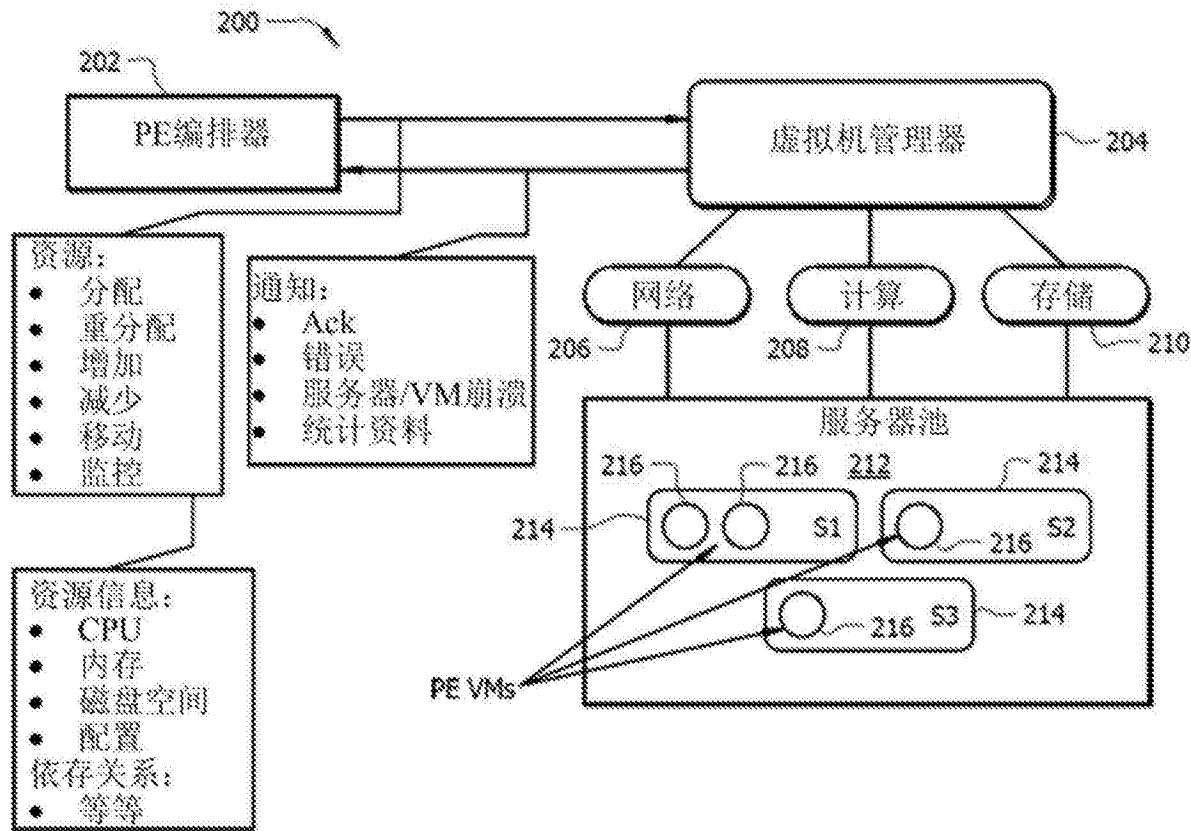


图2

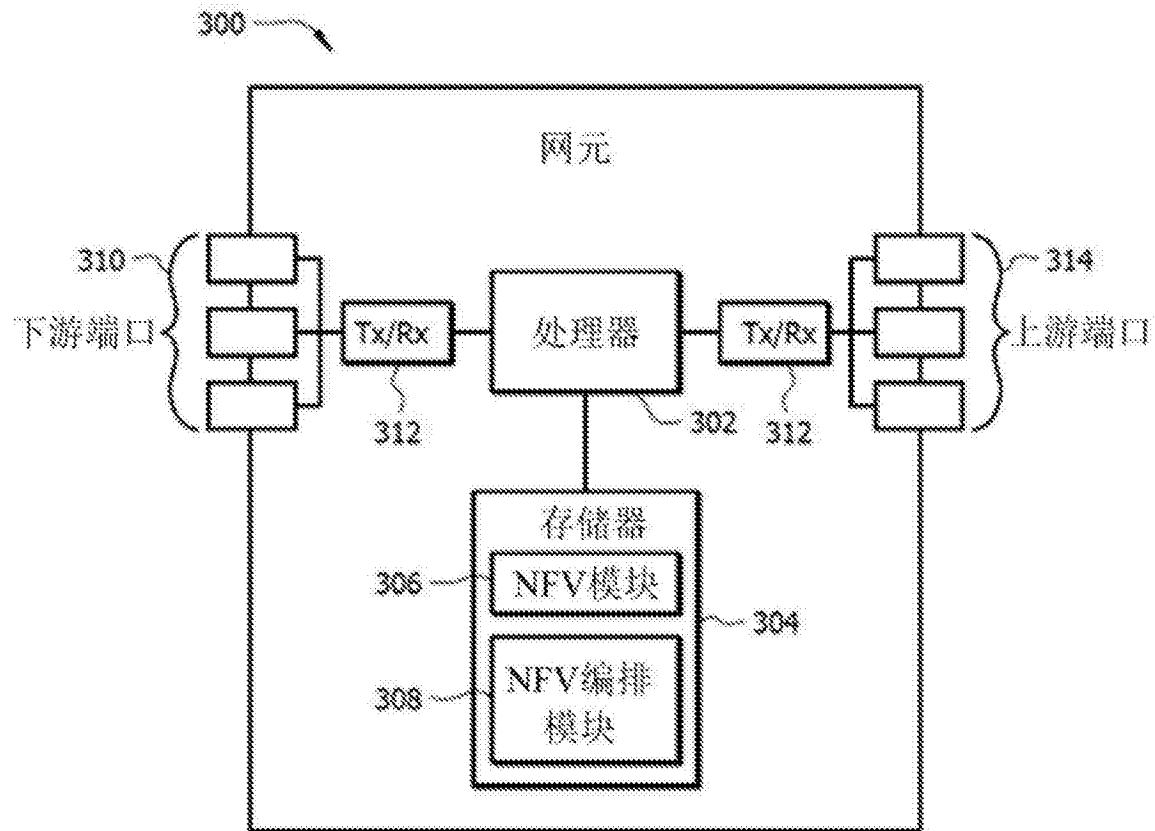


图3

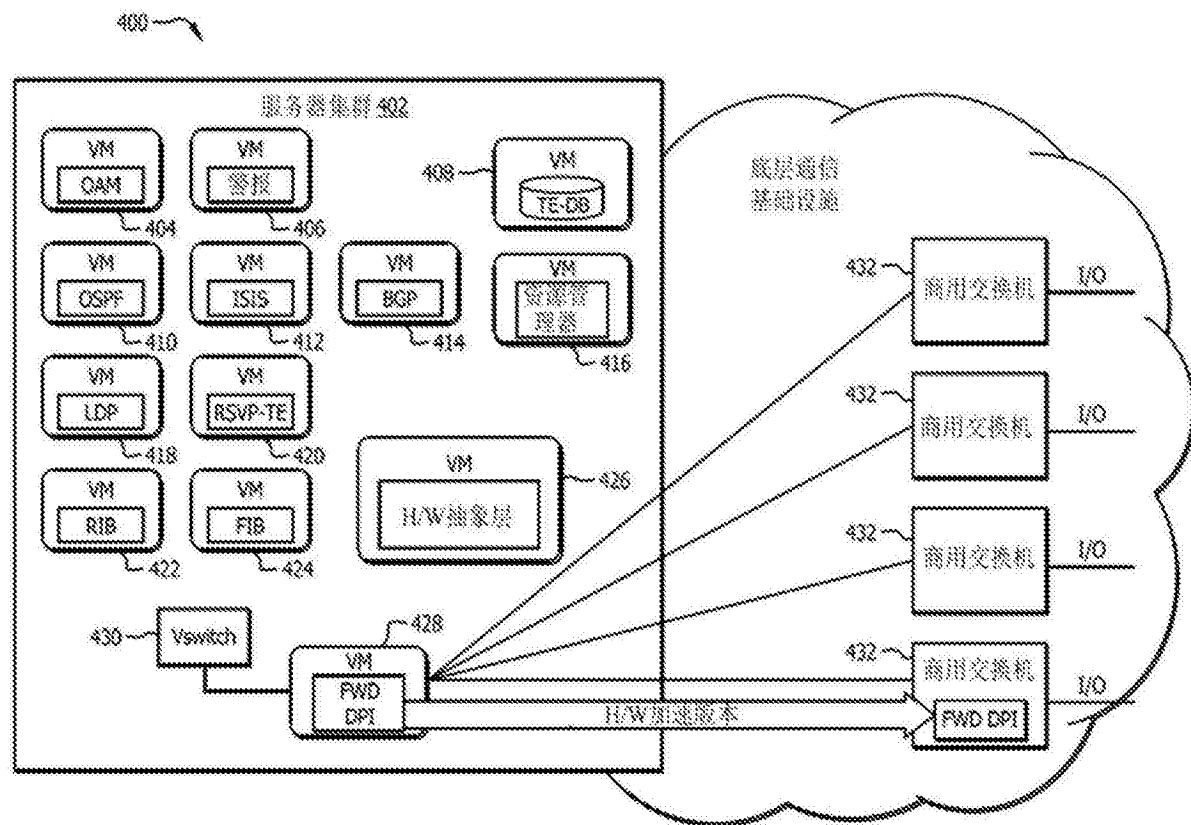


图4

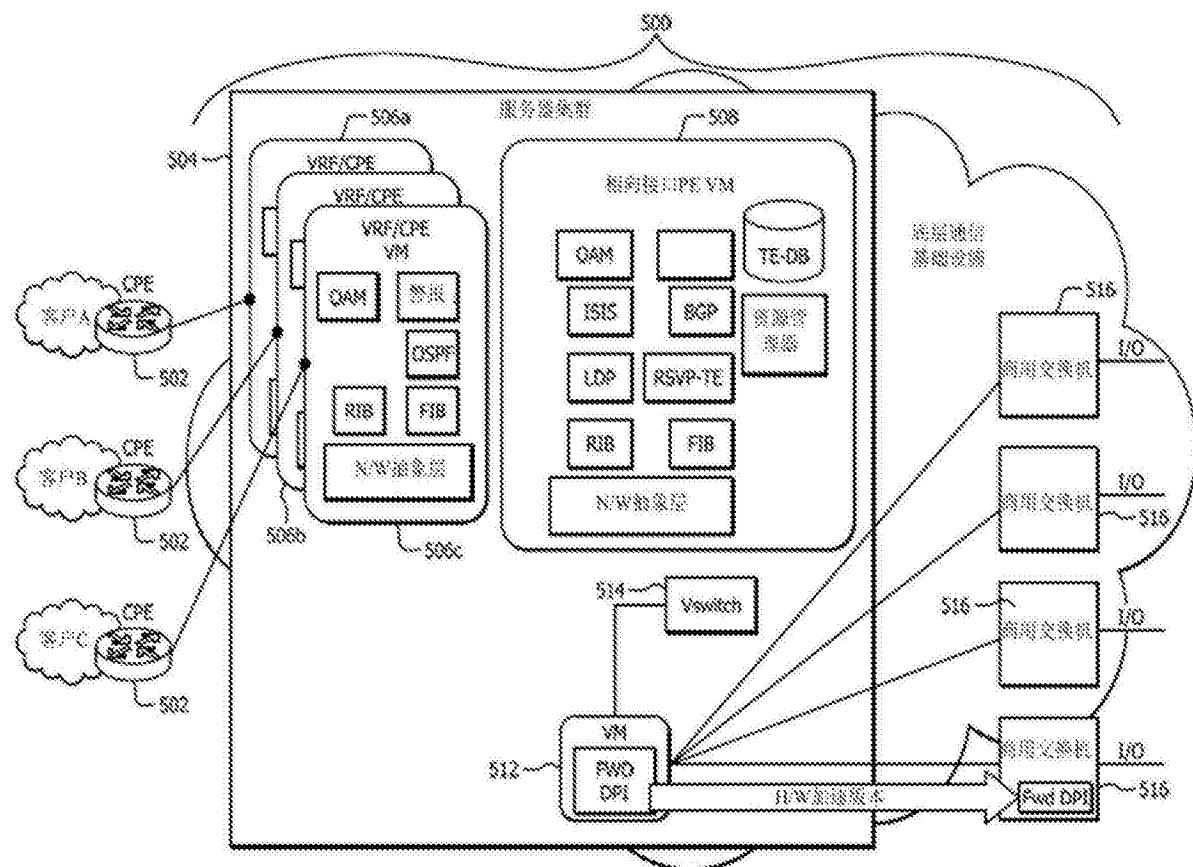


图5

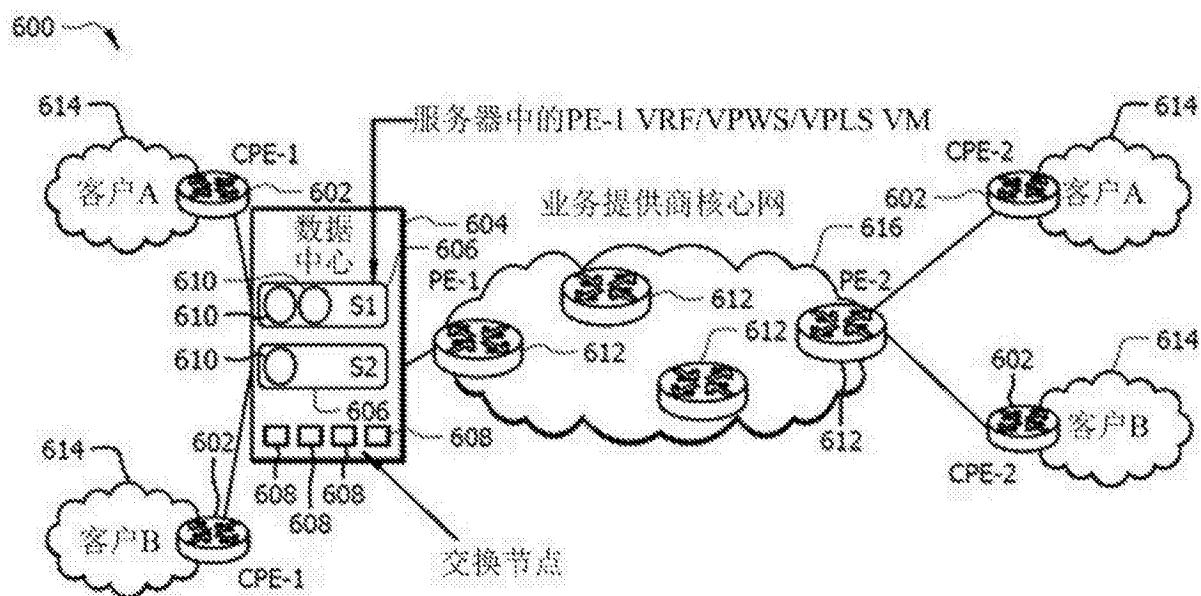


图6

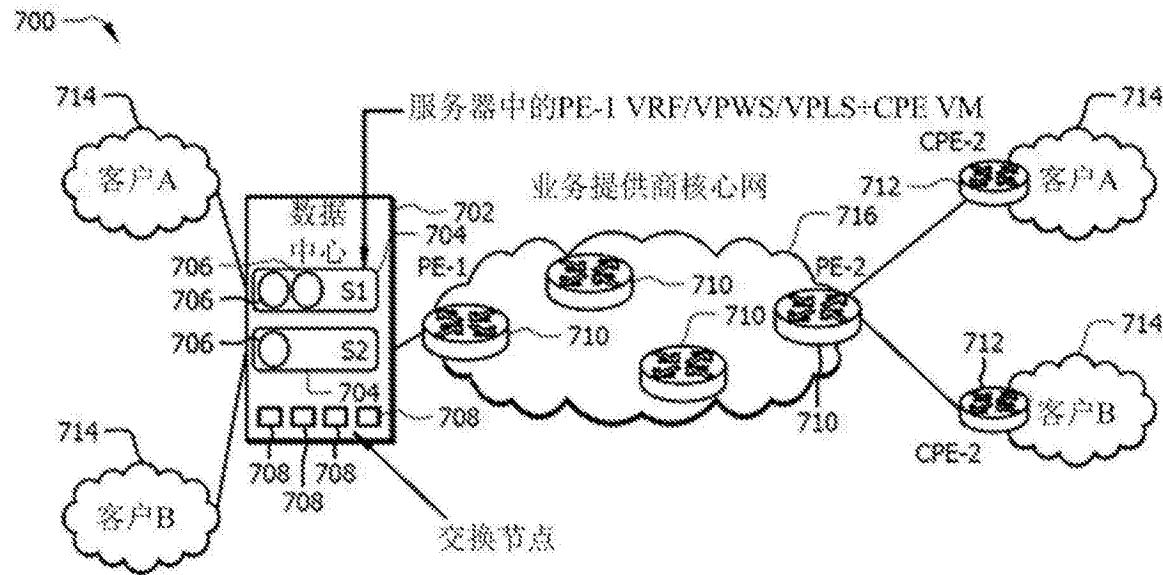


图7

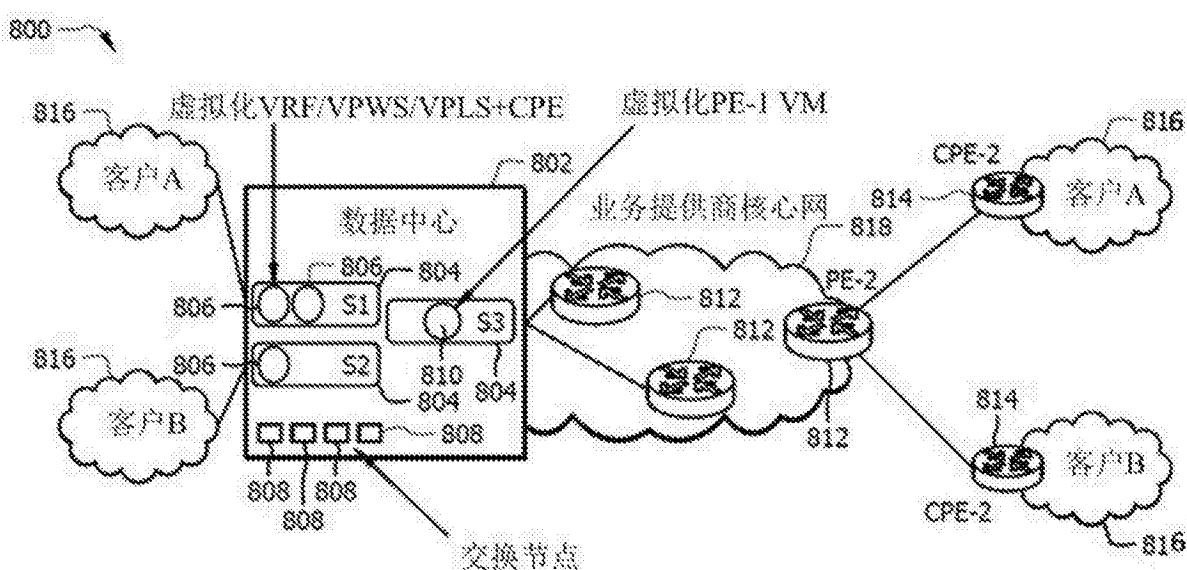


图8

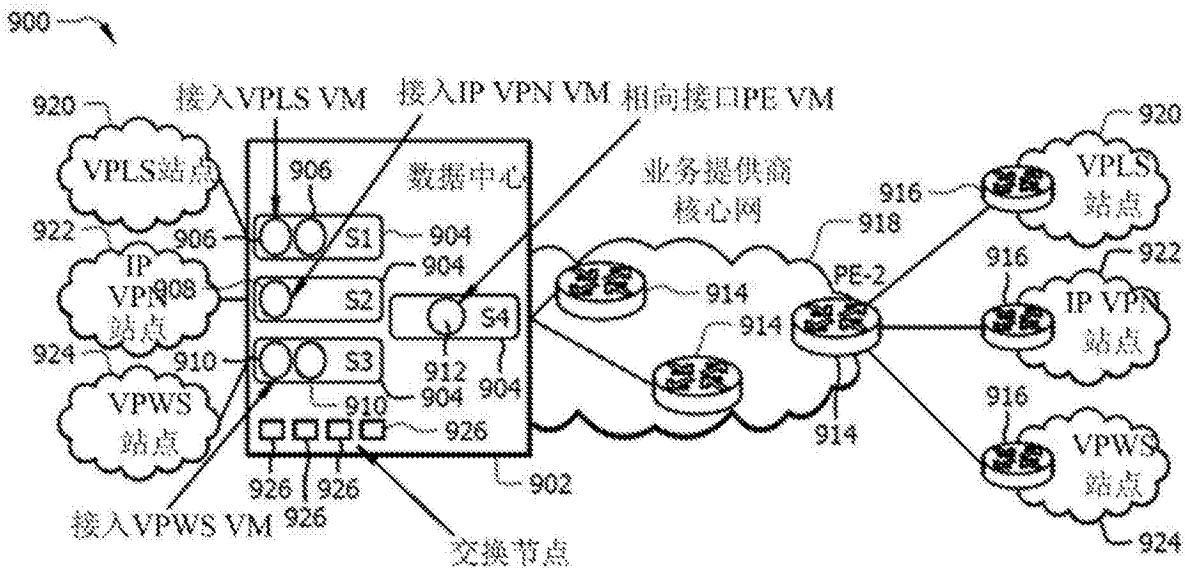


图9

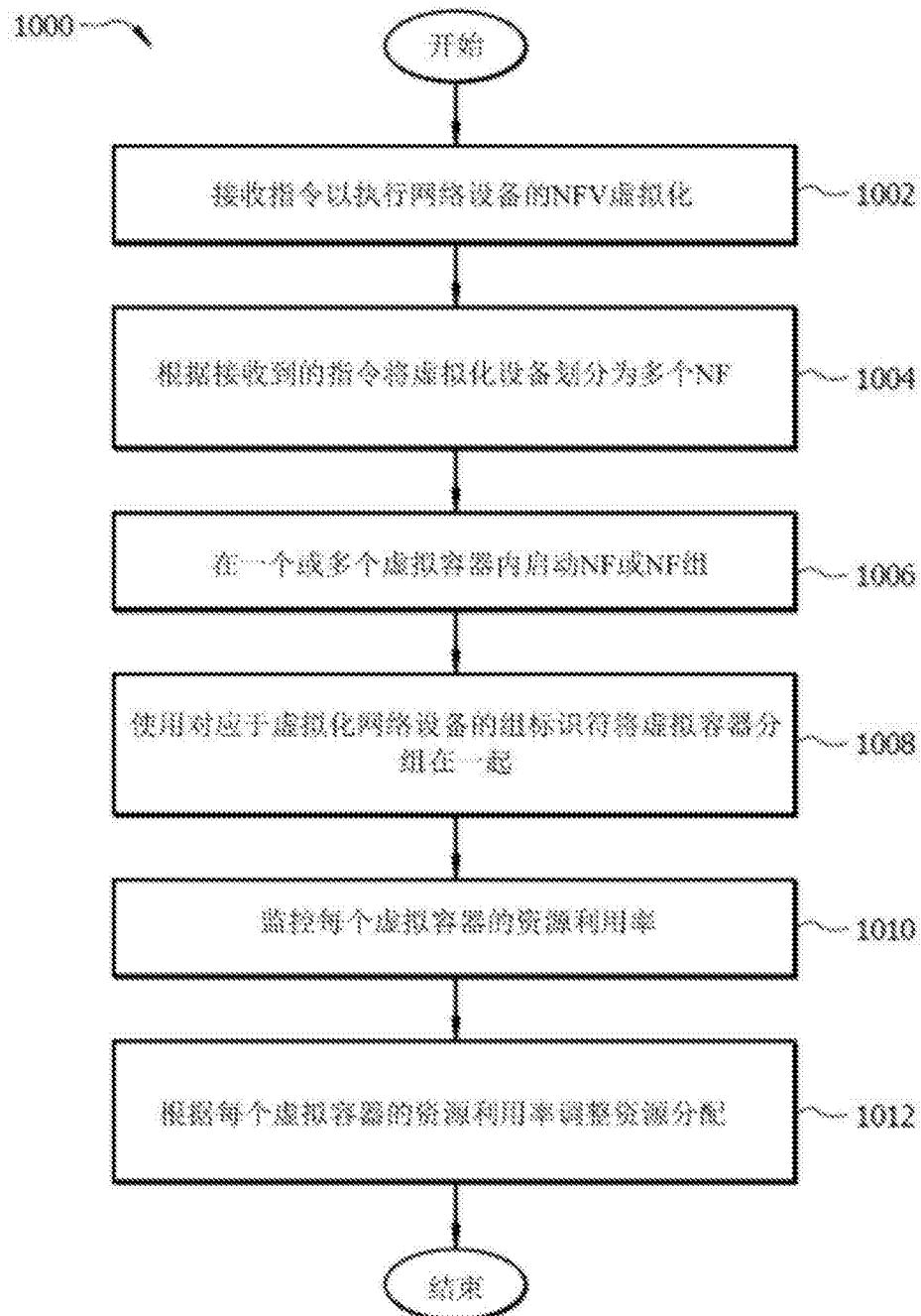


图10