

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 29/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510134037.4

[43] 公开日 2006年6月28日

[11] 公开号 CN 1794662A

[22] 申请日 2005.12.22

[21] 申请号 200510134037.4

[30] 优先权

[32] 2004.12.22 [33] US [31] 11/020,898

[71] 申请人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎市

[72] 发明人 戴维·伊利·迪特·科萨奎

卡马克希·斯里德哈

马尔坦恩·彼德勒斯·约瑟夫·维瑟

斯 托尼·范·克尔克霍夫

[74] 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

代理人 朱海波

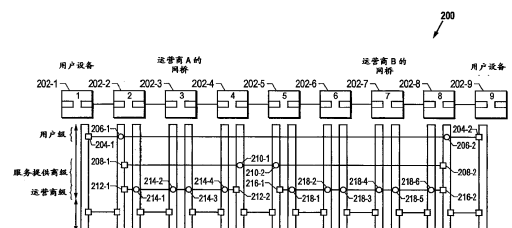
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 6 页

[54] 发明名称

以太网操作管理维护点的自动配置

[57] 摘要

一种用于基于在由维护端点(MEP)节点生成的OAM(操作、管理和维护)帧中进行编码的绝对级标记和相对级标记来对以太网OAM网络的维护中间点(MIP)节点进行配置的系统和方法。用与发起MEP的OAM域相关联的绝对OAM级来对以太网OAM帧的有效载荷部分中的第一OAM级字段进行编码。用表明以太网的OAM帧所跨越的OAM域级的数目的相对OAM级来对第二OAM级字段进行编码。



1. 一种对部署在以太网操作、管理和维护 (OAM) 网络中的维护中间点 (MIP) 节点进行配置的方法, 包括:

5 配置与所述以太网 OAM 网络的维护端点 (MEP) 节点相关联的绝对级标记;

由所述 MEP 节点发起具有编码于其中的绝对级标记和相对级标记的 OAM 帧; 以及

10 当 OAM 帧到达特定的 MIP 节点时, 基于所述 OAM 帧的绝对级标记和相对级标记推导出所述特定 MIP 节点的绝对级标记。

2. 根据权利要求 1 所述的对部署在以太网 OAM 网络中的 MIP 节点进行配置的方法, 其中如果所述 OAM 帧的相对级标记为零, 则将所述特定 MIP 节点的绝对级标记推导为等于所述 OAM 帧的绝对级标记的值。

15 3. 根据权利要求 1 所述的对部署在以太网 OAM 网络中的 MIP 节点进行配置的方法, 其中将所述特定 MIP 节点的绝对级标记推导为等于相对所述 OAM 帧的绝对级标记偏移所述 OAM 帧的相对级标记的值。

20 4. 根据权利要求 1 所述的对部署在以太网 OAM 网络中的 MIP 节点进行配置的方法, 其中手动地配置与所述以太网 OAM 网络的 MEP 节点相关联的所述绝对级标记。

5. 根据权利要求 1 所述的对部署在以太网 OAM 网络中的 MIP 节点进行配置的方法, 其中所述 MEP 节点部署在以分级结构组织的多个 OAM 域中, 使得每个 OAM 域以一对 MEP 节点为界。

25 6. 根据权利要求 1 所述的对部署在以太网 OAM 网络中的 MIP 节点进行配置的方法, 其中所述 MEP 节点属于用户级的 OAM 域。

7. 根据权利要求 1 所述的对部署在以太网 OAM 网络中的 MIP 节点进行配置的方法, 其中所述 MEP 节点属于服务提供商级的 OAM 域。

8. 根据权利要求1所述的部署在以太网 OAM 网络中的 MIP 节点进行配置的方法，其中在所述 OAM 帧的有效载荷字段中对所述绝对级标记进行编码。

5 9. 根据权利要求1所述的部署在以太网 OAM 网络中的 MIP 节点进行配置的方法，其中在所述 OAM 帧的有效载荷字段中对所述相对级标记进行编码。

10 10. 根据权利要求1所述的部署在以太网 OAM 网络中的 MIP 节点进行配置的方法，还包括操作：当 OAM 帧从分级结构的一个级上的 OAM 域跨越到分级结构的另一个级上的 OAM 域时，对所述 OAM 帧的相对级标记进行偏移。

以太网操作管理维护点的自动配置

5 相关申请的交叉引用

本申请公开的主题涉及在以下共同所有的共同未决专利申请中公开的主题: (i) 以 David Elie-Dit-Cosaque、Kamakshi Sridhar、Maarten Vissers 和 Tony Van Kerckhove 的名义于 2004 年 12 月 22 日提交的申请号为 11/021,642、律师存档号为 1285 - 0150US 的申请“用于在以太网 OAM 域中减小 OAM 帧泄漏的系统和方法” (SYSTEM AND METHOD FOR REDUCING OAM FRAME LEAKAGE IN AN ETHERNET OAM DOMAIN), 在此引入其内容以供参考。

技术领域

15 本发明一般地涉及以太 OAM 网络。更具体地, 并且不以任何限制的方式, 本发明针对一种用于提供以太网 OAM (操作管理维护) 维护中间点 (MIP) 节点的自动配置的系统和方法。

背景技术

20 对于将宽带应用传送给住宅用户和商务用户来说非常关键的终端用户和公共网络之间的链路有很多称谓, 例如第一英里 (First Mile)、最后一英里 (Last Mile)、本地环路、城域接入、用户接入网等, 并且在各种物理连接上采用多种不同的传输技术和协议来实现这种链路。例如, 如今大多数用户都采用同步光网络和与之相配的同步数字系列 (SONET/SDH)、帧中继以及异步传输模式 (ATM), 25 通过数字用户线 (DSL)、综合业务数字网 (ISDN)、有线电视、T1/E1 线路或 T3/E3 线路连接到网络。无论如何命名或如何实际实现, 所有的接入网都需要支持操作、管理和维护 (OAM) 的特征以确保提供宽带服务所需的可维护性和正常运行时间。

从用户的角度来看,目前的第一英里/最后一英里解决方案有重大缺陷,包括性能瓶颈、固定带宽设置、有限的可扩展性、缺乏灵活性、端到端服务质量(QoS)的设置复杂性以及较高的成本结构。第一英里中所使用的强大的、简单的以太网技术有望像其改进企业网那样改进接入网。以太网是一种普遍用于住宅并用于商务以及在计算机和网络之间进行通信的局域网(LAN)传输技术。作为一种接入技术,以太网相对于现有的第一英里技术提供了三个显著的优点:(i)对数据应用、视频应用和语音应用的未来考验传输(future-proof transport);(ii)用于数据服务的具有成本效率的基础设施;以及(iii)可确保互操作性的简单的、全球认可的标准。

为了使以太网技术适用于载波级的服务环境中,开发了各种标准,其目标是在整个网络上从一端到另一端提供高级的OAM能力(也称为以太网连通性和故障管理或以太网CFM)。由于端到端服务网络环境典型地包括有可能属于不同的组织、网络运营商和服务提供商的形形色色的不同组成网络(component network)(例如采用各种技术的城域接入网和核心网),因此将以太OAM平面视为分级分层的域空间,其中对应于构成网络(constituent network)基础设施和设置而定义特定的OAM域。特别地,在此引入以供参考的专门着重于端到端以太OAM的两个标准IEEE 802.1ag和ITU-T(问题3,研究组13)在分级结构的最高级定义了用户级的域,其包括一个或多个提供商域(占用了一个中间级),每个提供商域依次包括部署在较低的分级结构的级上的一个或多个运营商域。通过标准化的方式,可以将OAM域空间划分至多个级,例如8个级,每个域对应于一个特定的级,其中根据所谓的流量点(flow point)来定义域。在IEEE 802规范系列的上下文中,流量点是包含于在相关标准文献中所定义的媒体接入控制(MAC)“接口”和“端口”中的新实体。一个端口可以实现不同类型的多个流量点。OAM域边缘的流量点称为“维护端点”或MEP。在域内且对于MEP可见的流量点称为“维护中间点”或MIP。在系统管理员将MEP节点用来发起和监控OAM活动(通过发布适当的OAM

帧)的同时, MIP节点被动地接收并响应于由MEP节点发起的OAM流。

具有一个或多个MIP节点的OAM域由一对MEP节点限定。为了适当地过滤OAM帧流, 以便使这些帧流只由预期的域节点处理, 需要正确配置以太OAM网络的MEP/MIP族。根据当前的标准, 绝对OAM级编码采用整数值来表示特定域级。此外, 必须为给定层的每个MIP节点手动配置其域级, 以便支持正确的OAM操作。然而, 特别是在具有许多级和大量MIP节点的网络中, 手动配置既耗费时间又容易出错。无论出于何种原因, 如果为MIP节点错误地配置了错误的域级, 或者如果MEP节点发生故障, 就有可能由于在域之间泄漏OAM帧而破坏安全。

发明内容

在一个实施例中, 公开了一种用于配置部署在以太网OAM网络中的MIP节点的方案。首先基于MEP节点的OAM域级来配置与以太网OAM网络的MEP节点相关联的绝对级标记。MEP节点发起具有编码于其中的绝对级标记和相对级标记的OAM帧。基于跨越了多少OAM域级, 使OAM帧的相对级标记适当地偏移。当OAM帧到达特定的MIP节点时, 基于该OAM帧的绝对级标记和相对级标记推导出该MIP节点的绝对级标记。

在另一实施例中, 本发明针对一种在具有多级OAM域的端到端以太网网络中提供OAM级信息的方法。用与发起MEP的OAM域相关联的绝对OAM级来对以太网OAM帧中的有效载荷部分中的第一OAM级字段进行编码。用表明以太网OAM帧所跨越的OAM域级数目的相对OAM级来对第二OAM级字段进行编码。

在又一实施例中, 本发明针对一种可操作于以太网OAM网络中的错误检测系统和方法, 该以太网OAM网络具有组织为多级OAM域的多个MEP节点和MIP节点。如前所述, 基于编码于MEP节点所生成的OAM帧中的绝对级标记和相对级标记来配置MIP节点。在

OAM 帧到达 MIP 节点时，将 MIP 节点的绝对级标记与 OAM 帧的编码绝对级标记进行比较。在确定 OAM 帧的编码相对级标记是否等于一个非零值以及 MIP 节点的绝对级标记是否等于 OAM 帧的编码绝对级标记时，会产生并通报错误。

5

附图说明

将附图引入到本说明书中并形成本说明书一部分，以说明本发明的一个或多个目前优选的示例性实施例。根据以下结合所附权利要求并参照附图的图形所进行的详细描述，可以理解本发明的各种优点和特征，其中：

10

图 1 描述了具有多个 OAM 域的端到端以太网 OAM 网络的实施例；

图 2 描述了关于端到端以太网可操作的示例性分级 OAM 分层方案；

15

图 3 描述了由一对 MEP 节点限定的 OAM 域的示例性实施例；

图 4 描述了根据本发明的一个实施例的具有绝对 OAM 级字段和相对 OAM 级字段的 OAM 帧；

图 5 描述了一种方案，其阐明了如何根据所跨越的 OAM 域的数目和方向来使 OAM 帧的相对级标记连续地偏移；

20

图 6 是根据本发明的一个实施例用于配置以太网 OAM 网络的 MIP 节点的配置方法的流程图；以及

图 7 是根据本发明的一个实施例可操作于以太网 OAM 网络中的错误检测方法的流程图。

25

具体实施方式

现在将参考如何能最好地实现和使用本发明的各种例子来描述本发明的实施例。在整个说明书和附图的几个视图使用相同的参考标号来表示相同的或相应的部分，其中各种元件不一定是按比例绘出的。现在，参照附图，并更具体地参照图1，图中所示的是具有多个

OAM域的端到端以太网OAM网络100的一个实施例，其中可以根据本发明的一个方面提供对MIP节点的自动配置方案。如图所示，以太网OAM网络100包括分级分层网络环境，其包括形成其终端部分的第一用户驻地网102A和第二用户驻地网102B，其通过各接入网106A和106B依次连接到核心传输网108。虽然一个单独的服务提供商可以管理两个用户之间的端到端服务的设置，但实际上会有一个或多个运营商来参与提供和维护基础网络设施。因此，接入网和核心网可以包括各种不同的网络、传输技术和协议，用于在终端用户网络102A和终端用户网络102B之间实现端到端载波级以太网服务。例如，这些不同技术可以包括基于SONET/SDH的以太网、基于ATM的以太网、基于弹性分组环（RPR）的以太网、基于多协议标记交换（MPLS）的以太网、基于因特网协议（IP）的以太网，等等。

采用诸如网桥和交换机之类的适当的转发实体将以太网OAM网络100的不同网络部分及其构成段互连。根据图示，实体111、实体110以及实体120、实体121是部署在相应的用户网络102A和用户网络102B中的用户设备的示例。与此类似，接入网106A和接入网106B的实体112和实体118可操作于利用接口连接到相应的用户设备110和用户设备120。接入网106A、接入网106B和核心网108之间的接口连接分别通过实体114和实体116来实现。除了接口实体，特定的网络可以在该网络中包括多个附加的实体。例如，实体115、实体117和实体119是核心网108中的示例性设备，其中可以实现点到多点的操作。

如在本专利申请的“背景技术”部分所提及的那样，将诸如以太网100之类的分级分层的端到端载波级以太网服务网络的以太网OAM体系结构逻辑地划分为具有域级的指定分级的多个OAM域。关于图1的以太网OAM网络100，给出了用户域103、提供商域105以及一个或多个运营商域107 A-107C的示例，其中的每个域均由多个MEP节点限定，并包括配置在这些节点之间的一个或多个MIP节点。MEP节点可操作为发起各种OAM命令和关联的帧，例如连续性校验（CC）、路由追踪（TraceRoute）、Ping等，同时MIP节点基于域级兼容性被动地

接收和响应于到来的OAM帧。

本领域的普通技术人员应当意识到，利用MEP和MIP设置，可以实现以太网OAM网络的静态划分，因此MEP节点可以划定不相交的以太网域的边界，以便减少OAM帧从一个域到另一个域的泄漏。也就是说，拟用于一个域的OAM帧必须留在该域中处理，而所有其它OAM帧被过滤掉。另外，在以太网OAM网络中可设置MEP节点和MIP节点，以便可以根据业务和服务模型以及布署环境来定义多个容易管理的维护实体（ME）域。由于OAM域的分级布置，因此将用户级的域部署在比服务提供商域更高的分级结构中的级上，将服务提供商域依次部署在比运营商级的域更高的级上。因此，在可见性和可认知性方面，运营商级的域具有比服务提供商级的域更高的OAM可见性，服务提供商级的域依次具有比用户级的域更高的可见性。因此，尽管运营商OAM域既了解服务提供商域又了解用户域，但并非反之亦然。与此类似，服务提供商域了解用户域，但并非反之亦然。

如上面引用的IEEE 802.1ag规范文献所述，当以太网分组/帧从一个域级移动到另一个域级时，各种规则约束着对该以太网分组/帧的处理。MEP节点可操作为将OAM帧发布到该级/OAM域上的所有其它MEP节点，而MIP节点只能与其域的MEP节点进行交互。较高的域级上的每个MIP节点还可以操作为用于下面的下一分级层的MEP节点。因此，一个单独的转发实体设备（例如网桥）可以同时具有不同级的MIP和MEP节点。由于已为OAM流设定边界，因此给定级 i , $i = 1, 2, \dots, N$ 上的帧仍在该级。如同下文将详细解释的那样，根据指定给发起OAM帧的MEP节点的域级，对该OAM帧的级进行编码。另外，处于以下情况下的同一级的MIP/MEP节点会处理或丢弃OAM帧：(i) 当OAM帧发起于即时OAM域之外时，丢弃该OAM帧；以及 (ii) 当OAM帧发起于即时OAM域内时，处理该OAM帧。由于OAM可见性的分级性质，来自较低级的维护域级（例如运营商）的帧由部署在较高的域级（例如用户）上的MEP/MIP节点透明地中转。另一方面，较高的域的OAM帧（例如由用户级的MEP节点发起的帧）通常由较低的级的MEP/MIP

节点（例如运营商级的节点）处理。

图2描述了关于诸如图1中示出的网络100之类的端到端以太网网络可操作的示例性分级OAM分层方案200，其中多个以太网网桥示为在不同的域级上具有多个MIP/MEP节点的转发实体。参考标号202-1和参考标号202-9是指部署在网络两端的用户网桥设备。将两个运营商网络运营商-A和运营商-B部署在用户设备202-1和用户设备202-9之间，其中运营商-A网络包括网桥202-2至网桥202-4，并且运营商-B网络包括网桥202-5至网桥202-9。在用户级，OAM域分别以在用户网桥设备202-1和用户网桥设备202-9上实现的MEP节点204-1和MEP节点204-2为界，该OAM域包括分别在运营商-A网桥202-2和运营商-B网桥202-8上实现的两个MIP节点206-1和206-2。在用户级MIP节点206-1和用户级MIP节点206-2之下部署同样分别在运营商-A网桥202-2和运营商-B网桥202-8上实现的两个MEP节点208-1和MEP节点208-2，其限定服务提供商级OAM域。在该域中，在运营商-A网桥202-4上实现的MIP节点210-1通过接口与在运营商-B网桥202-5上实现的另一MIP节点210-2连接。将两个运营商级的域定义为对应于两个运营商网络，其中运营商级MEP节点212-1（在运营商-A网桥202-2上实现）和运营商级MEP节点212-2（在运营商-A网桥202-4上实现）限定一个运营商级域，并且运营商级MEP节点216-1（在运营商-B网桥202-5上实现）和运营商级MEP节点216-2（在运营商-B网桥202-8上实现）限定另一运营商域。另外，将MIP节点214-1至MIP节点214-4部署在由MEP节点212-1和MEP节点212-2定义的运营商级的域中，其中网桥202-2实现MIP节点214-1，网桥202-3实现MIP节点214-2和MIP节点214-3，并且网桥202-4实现MIP节点214-4。与此类似，将MIP节点218-1至MIP节点218-6部署在由MEP节点216-1和MEP节点216-2定义的运营商级的域中，其中网桥202-5实现MIP节点218-1，网桥202-6实现MIP节点218-2和MIP节点218-3，网桥202-7实现MIP节点218-4和MIP节点218-5，并且最后网桥202-8实现MIP节点218-6。

基于前面的讨论，很明显一个单独的网络实体可操作于根据其配

置和 OAM 服务设置在不同的级上实现一个或多个 MIP/MEP 节点。通过图示，可以看到网桥实体 202-2 实现了用户级 MIP 节点 206-1、服务提供商级 MEP 节点 208-1、运营商机 MEP 节点 212-1 以及运营商机 MIP 节点 214-2 的处理和逻辑。因此，以太网的物理设备代表平的、“垂直压缩的”（vertically-compressed）层，其可以逻辑地扩展为多个分级结构的级，其中在任何一级，可以将 OAM 域抽象为由多个 MEP 节点限定的多个 MIP 节点的串联。基本上，图 3 描述了包括由一对 MEP 节点 302-1 和 302-2 限定的 MIP 节点 304-1 至 MIP 节点 304-N 的 OAM 域 300 的这样一个示例性实施例，其代表了点到点操作的一个特例。应当认识到，在点对多点的情况下，将多于两个 MEP 用于限定一个 OAM 域（例如在图 1 的核心网部分 108 中所看到的那样）。

如上文所提到的，MEP 节点可操作为发起各种 OAM 帧，这些 OAM 帧可用于在终端对终端的以太网中实现诸如发现、连通性验证、等待时间/损耗测量、延迟变化测量等 OAM 帧服务功能。一般而言，可以在每个以太网虚拟连接（per-EVC）的基础上发布 OAM 帧并且其看似用户数据帧，但是可以通过采用（i）用于 OAM 发现的某一预定的多播地址和（ii）用于 OAM 的某一预定的以太类型来对其进行区分。同样，由于以太网作为无连接的传输技术具有可以将数据包发往网络中不需要或不应当接收它们的不同实体（例如，当 MAC 地址未知的时候）的特性，因此在此还对基于域的 OAM 屏障或 OAM 过滤器进行了编码。

图 4 描述了根据本发明的一个实施例的具有绝对 OAM 级字段和相对 OAM 级字段即分别具有第一 OAM 级字段和第二 OAM 级字段的 OAM 帧 400。提供了前同步字段 402、目的地 MAC 地址 404、源 MAC 地址 406、虚拟局域网（VLAN）以太类型 408、VLAN 标记 410、OAM 以太类型 412 和循环冗余校验（CRC）字段 416 以及多个字节的数据有效载荷 414。目的地 MAC 地址 404 可以包括多播 MAC 地址（例如，用于跟踪路由和连通性校验）或单播传送地址（用于环路）。在数据有效载荷 414 内，为了实现 OAM 功能性提供了多个子字段。

OAM 级字段 418 对发起 MEP 的域的绝对级进行编码。版本字段 420 可操作为规定所使用的 OAM 协议的特定版本。序列号字段 424 用于检测 OAM 帧在消息单元中的次序是否颠倒。还提供了 OAM 目的地字段 426 和 OAM 源字段 428，其中目的地字段 426 对发送 OAM 帧的 MEP 和 MIP 的地址进行编码。可以包括填充字节（由此允许 OAM 帧大小可变）的数据字段 432 可操作为指定正在进行的 OAM 操作（例如，Ping、连续性校验（CC）、跟踪路由（TraceRoute）、环路检测、错误通知等）。根据特定的实现和可应用的标准，还可以在 OAM 帧 400 及其任意区域中提供其他的字段。

10 将操作编码字段 422 用于表示需要接收节点的处理逻辑以查询在有效载荷 414 中指定为 OAM 相对级 430 的附加字段，以便确定已编码的相对级标记。下面将更详细地解释，相对于绝对级递增或递减（即偏移）相对级标记的值以表明在特定 OAM 帧从发起 MEP 出发后一共跨越了多少网络 OAM 域边界线。在一种实现中，操作编码字段 422 15 可以用作销售商特定的或设备特定的字段，其使得 MIP 节点可以由来自特定销售商的网络设备实现以便通过基于根据本发明的一个实施例在 OAM 帧中编码的绝对级标记和相对级标记确定 MIP 节点的绝对级来透明地实现对 MIP 节点的自动配置。在另一种实现中，如果没有提供操作编码 422，则不能询问 OAM 帧的相对级字段，因此不能自 20 动地配置 MIP 节点。此外，为了支持互用性和透明性，可以假定如果 MIP 遇到了 OAM 帧中的未知操作编码，这种条件并不导致帧丢失。换句话说，不识别特定操作编码的 MIP 节点可以仅透明地转发其接收到的 OAM 帧。

如上所述，绝对级字段 418 表明了发起帧的 MEP 的域的级（即 25 绝对级标记）。另一方面，用作相对级标记的偏移值表明 OAM 是源自当前绝对级还是源自外部的级（即在当前 OAM 域外部）。然而，通过规定绝对级标记要占用的 OAM 域来为以太网的 MEP 节点配置绝对级标记，发起 MEP 节点可操作为将相对级标记 0 插入相对级字段 430 中。为了使 OAM 边界跨越的网络保持有效，当 OAM 帧遇到

MEP 源并穿过 OAM 域边界（即在分层的一个方向上跨越）时，用正的偏移来增加 OAM 帧的相对级标记，并且当 OAM 遇到 MEP 接收端并穿越 OAM 域边界（即在分层的另一个方向上跨越）时用负的偏移来减小 OAM 帧的相对级标记。在示例性实施例中，正负偏移可以基于与 OAM 域相关联的绝对级标记的值。在另一个实施例中，偏移值可以遵循序列算术级数（即偏移量为 1），其中绝对级标记也遵循相应的递增/递减级数。

图 5 描述了示范如何基于所跨越的 OAM 域的数目和方向使 OAM 帧的相对级标记连续地偏移的示意性布置 500。图中以 OAM 分级结构的降序示出了三个 OAM 域级：用户级 502、提供商级 504 和运营商级 506。如图所示，用户域级 502 包括以 MEP 节点 508-1 和 508-2 为界的多个 MIP 节点 510-1 到 510-N。提供商域级 504 用分别连接到较高级的用户 MIP 节点 510-1 和 510-N 的一对 MEP 节点 512-1 和 512-2 来限定。提供商的 MEP 节点 512-1 和 512-2 按序作为多个 MIP 节点 514-1 到 514-M 的边界。类似地，运营商域级 506 用分别连接到提供商 MIP 节点 514-1 和 514-M 的 MEP 节点 516-1 和 516-2 来限定。运营商的 MIP 节点 518-1 到 518-L 的数目可以规定为运营商域级 506 的一部分。

通过说明，用户级的 MEP 节点 508-1 生成具有特定绝对级标记的帧[X]520，其中将相对级字段编为绝对级标记为 0。当相对级标记遇到 MIP 节点 510-1，相对级标记下降一个级到用作提供商域中的 MEP 源的提供商级 MEP 节点 512-1。因此，帧[X]520 的相对级标记在其穿过提供商域而前进时增加了 1。另一个帧，由提供商级 MEP 节点 512-1 生成并具有其自己的为特定值的绝对级标记以及其自己的值为 0 的相对级标记的帧[Y]522 也在该域中行进。当帧[X]520 和帧[Y]522 遇到 MIP 节点 514-1，就将这两个帧提供给较低的域的运营商级 506 的 MEP 节点 516-1，由于 MEP 节点 516-1 操作为源，因此帧[X]和帧[Y]的相对级标记都增加 1。因此，分别用相对级标记 2 和相对级标记 1 来对运营商级域帧中的帧[X]520 和帧[Y]522 进行编码。第三个帧，帧

[Z]524,由 MEP 节点 516-1 生成并因此包括相对级标记 0。

当这些帧到达运营商级域 506 中的 MEP 节点 516-2 时,对帧 [Z]524 进行处理,而帧[X]和帧[Y]则透明的传向下一个更高级,即提供商级 504。由于 MEP 节点 516-2 操作为接收端,分别用 -1 来使帧 [X]和帧[Y]的相对级标记偏移,即使它们的相对级标记减 1。因此,分别具有相对级标记 1 和 0 的帧[X]和帧[Y]传送到提供商域。在到达操作为接收端的提供商 MEP 节点 512-2 之后,对帧[Y]522 进行处理,而帧[X]520 穿过该节点继续传向下一个更高级,即用户级 502。因此用 -1 来使帧[X]520 的相对级标记偏移(即使其减 1),这样就使得该编码的相对级标记为 0。因此,如所期望的那样用用户级 502 的 MIP/MEP 节点来对帧[X]520 进行处理。

本领域的普通技术人员应当意识到,在现有技术中,MIP 节点可操作为通过对到达 OAM 帧的绝对级标记和相对级标记的后期计算来在自动配置学习阶段推导出这些 MIP 节点的绝对级标记。例如,如果绝对级标记为 61 和相对级标记为 0 的 OAM 帧(CC 帧或跟踪路由帧)到达 MIP 节点,则该 MIP 节点的绝对级标记也就是 61。如果绝对级标记为 61 和相对级标记为 2 的 OAM 帧到达 MIP 节点,则该 MIP 节点的绝对级标记为 59。一般而言,在自动配置阶段,如果到达 OAM 的绝对级标记为 X 且其相对级标记或偏移量为*,则接收 MIP 节点的绝对级标记可计算为 $|X-*|$ 。

这些操作可以具体化为图 6 中的流程图,其中根据本发明的一个实施例提供了用于配置以太网 OAM 网络的 MIP 节点的方法。首先用初始化步骤(方框 602)配置与以太网 OAM 网络相关联的绝对级标记。在一种实现中,基于网络的 OAM 级(例如从 0 到 255)手动地配置 MEP 节点。然后,MEP 节点在已知的定期间隔上发起具有已编码的绝对级标记的 OAM 帧(例如 CC 或跟踪路由帧)。同样已编码的还有相对级标记 0,其可以基于如上所述的所跨越 OAM 帧边界增加正的偏移量(方框 604)。当 OAM 帧到达特定的 MIP 节点时,基于 OAM 帧的绝对级标记和相对级标记推导出该 MIP 节点的绝对级标

记（方框 606）。如果相对级标记为 0,则该 MIP 节点的绝对级标记等于 OAM 帧的绝对级标记（方框 608）。否则，该 MIP 节点的绝对级标记包括用已编码的相对级标记*进行偏移的 OAM 帧的绝对级标记（方框 610）。

5 在自动配置学习阶段完成（其可以基于预定的间隔条件，例如 10 秒）之后，每个 MIP 获知其绝对级是否已经计算出来。随后，可以由处理 MIP 节点和 MEP 节点利用同时编入 OAM 帧的相对级标记和绝对级标记来检测是否存在由于误设置、设备故障等引起的帧丢失错误。图 7 是根据本发明的一个实施例的可操作为以太网 OAM 网络中的错误检测方法的流程图。如上所述，配置（手动配置或自动配置）
10 网络的 MEP 节点和 MIP 节点以便每个节点获知其自己的绝对级标记（方框 702）。在 OAM 帧到达 MIP 节点之后，将 MIP 节点的绝对级标记与到达 OAM 帧的绝对级标记进行比较（方框 704）。如果这两个绝对级标记不相等（判断框 706），这表明 OAM 帧将用于不同的
15 域，则使该帧通过（方框 708）。否则，基于在该 OAM 帧中的相对级操作码的规定，对相对级字段进行询问（判断框 710）以便确定相对级标记。如果相对级标记等于 0，则因为该帧是用于该域的而对其进行正常处理（方框 712）。另一方面，如果 OAM 帧的相对级标记值不为 0，表示出现了某种错误，原因是相对级标记表示帧发自不同的
20 域的，而绝对级标记与 MIP 的级相同则表示该帧是要用于该 MIP 的域的、这种情况可能是由于例如 MEP 误设置或设备错误导致跳过了一个 MEP（并且因此相对级标记没有减小适当的偏移量）。因此，可以发出相应的通知和告警以触发错误检测之后的进一步动作（方框 714）。

25 基于前面的详细描述，应当意识到，本发明有利地提供了一种用于在以太网 OAM 域中的 MIP 节点的配置机制，其中自动地而不是通过人工地对 MIP 节点进行配置。因此，尤其是在规定为具有大量 MIP 节点的 OAM 域中，显著地降低了由人工误设置导致发生错误的可能性。此外，由于在 OAM 帧中同时规定了绝对级标记和相对级标记，

因此也减小了由于从一个域到另一个域的帧丢失带来的安全损害。此外，在此提出的方案还可以应用于绝对级从用户域到提供商域再到运营商域逐步降低的情况。在这种情况下，当 OAM 帧遇到 MEP 源并穿过 OAM 域边界（即在分层的一个方向上跨越）时用正的偏移来增加 OAM 帧的相对级标记，并且当 OAM 遇到 MEP 接收端并穿越 OAM 域边界（即在分层的另一个方向上跨越）时用负的偏移来减小 OAM 帧的相对级标记。然而，并没有详细地描述这种情况，原因是本发明的原理在作出必要修正的情况下可以同样地应用于其他的情况。

10 尽管已经参考某些示例性实施例对本发明进行了描述，但应当理解，在此示出和描述的本发明的形式只能看做示例性实施例。因此，在不偏离由所附的权利要求所限定的本发明的原理和范围的情况下，可以对本发明实现各种变化、替换和修改。

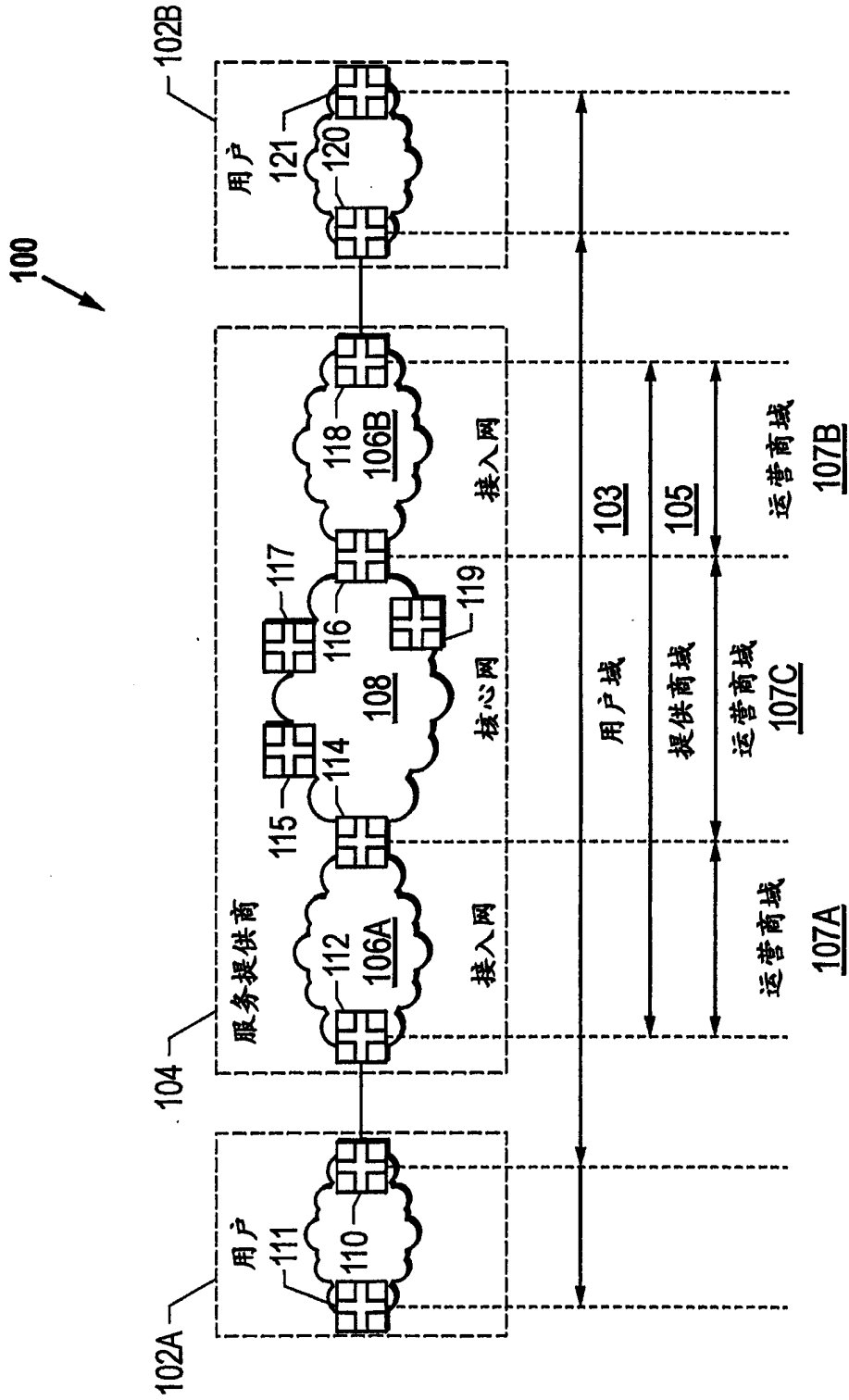


图 1

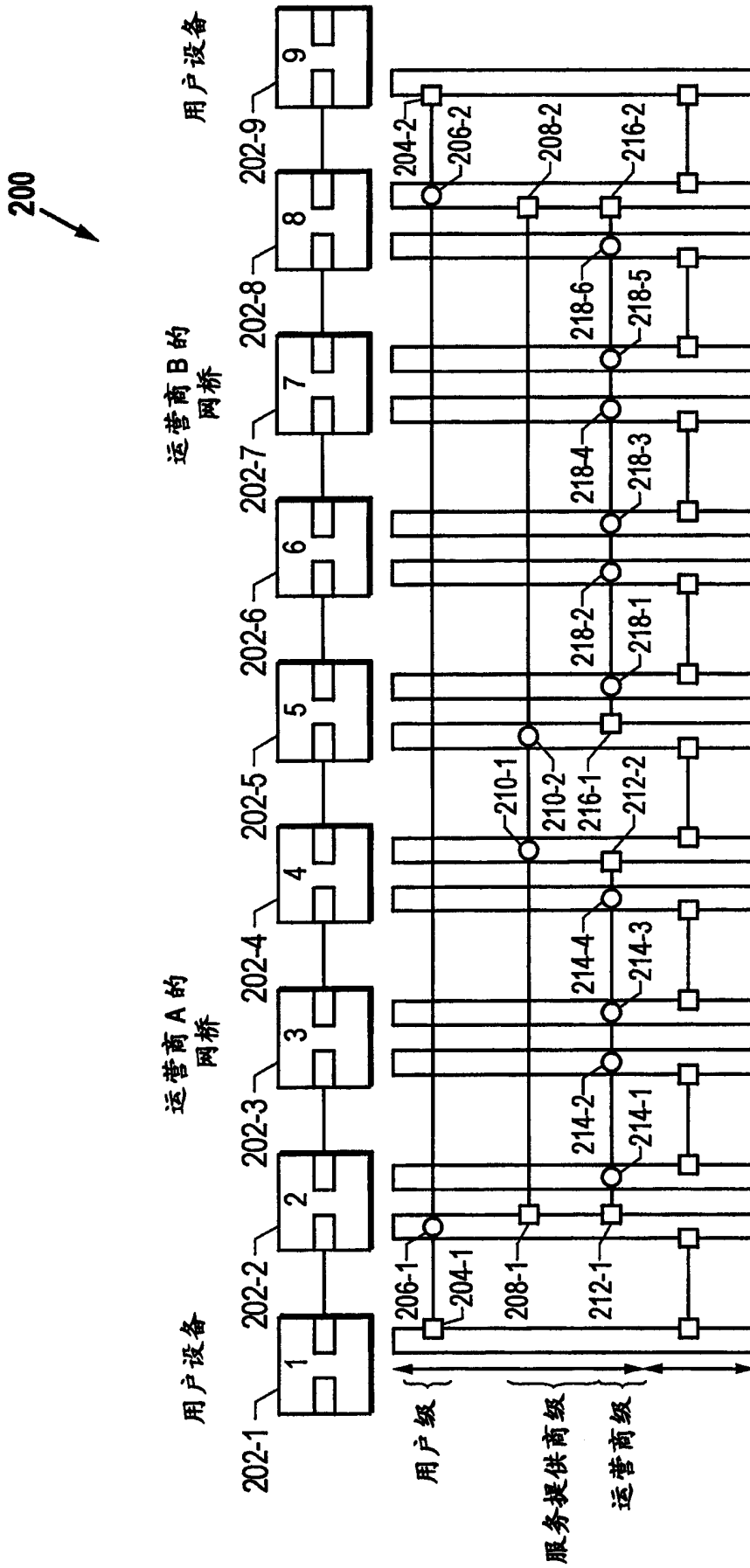


图 2

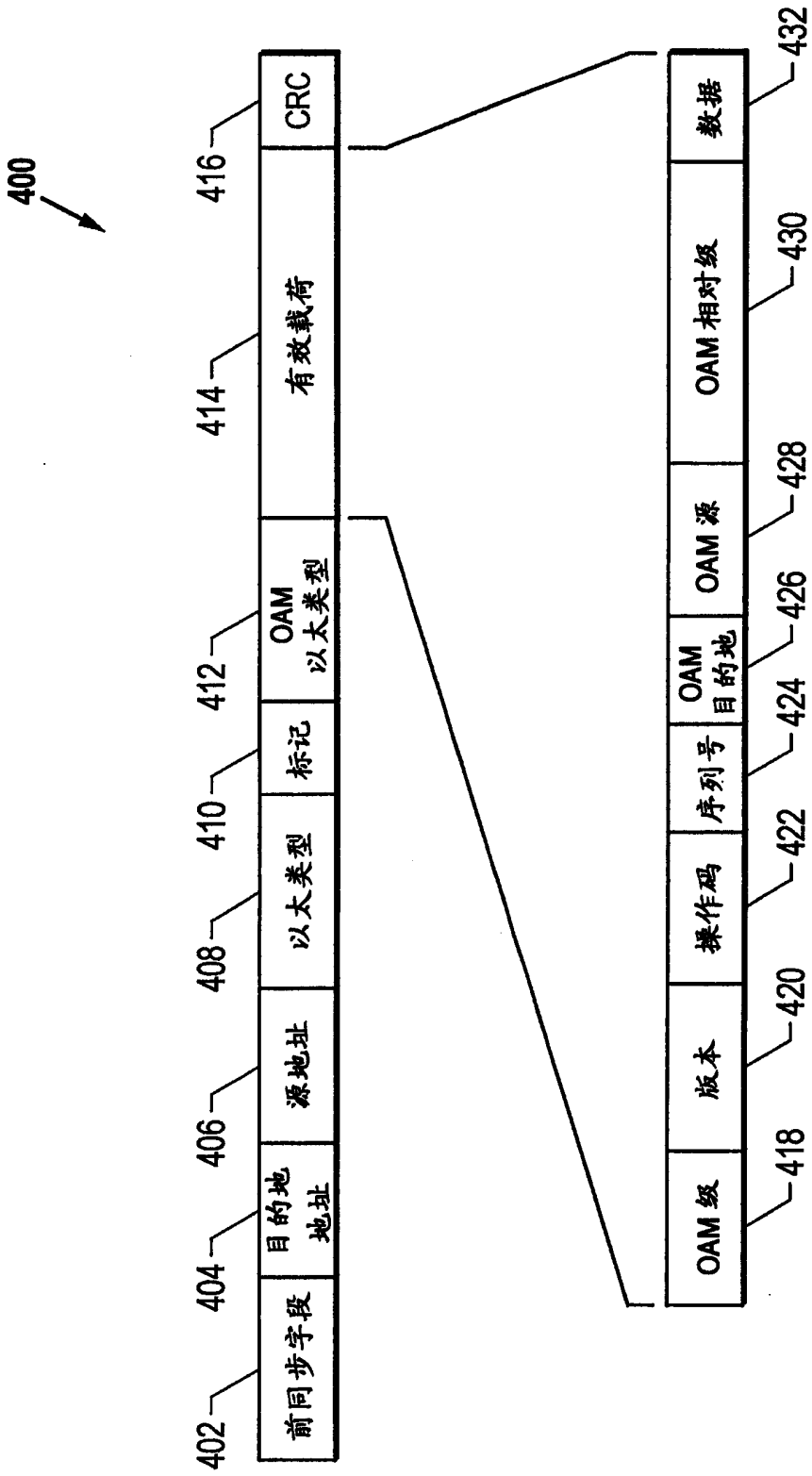


图 4

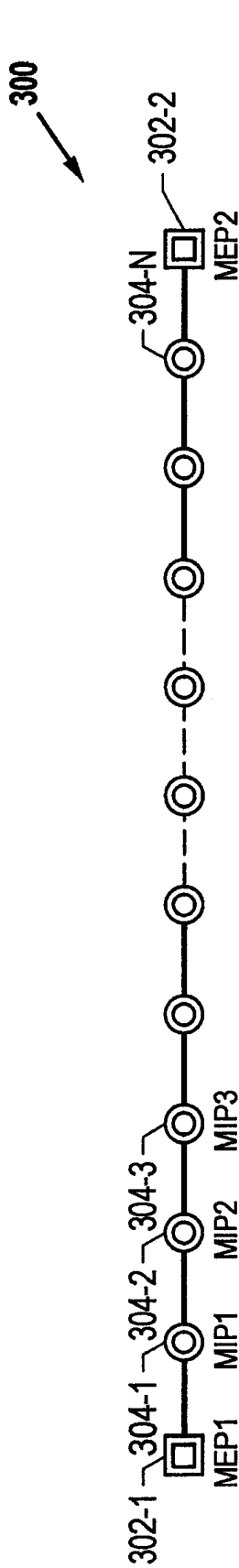


图 3

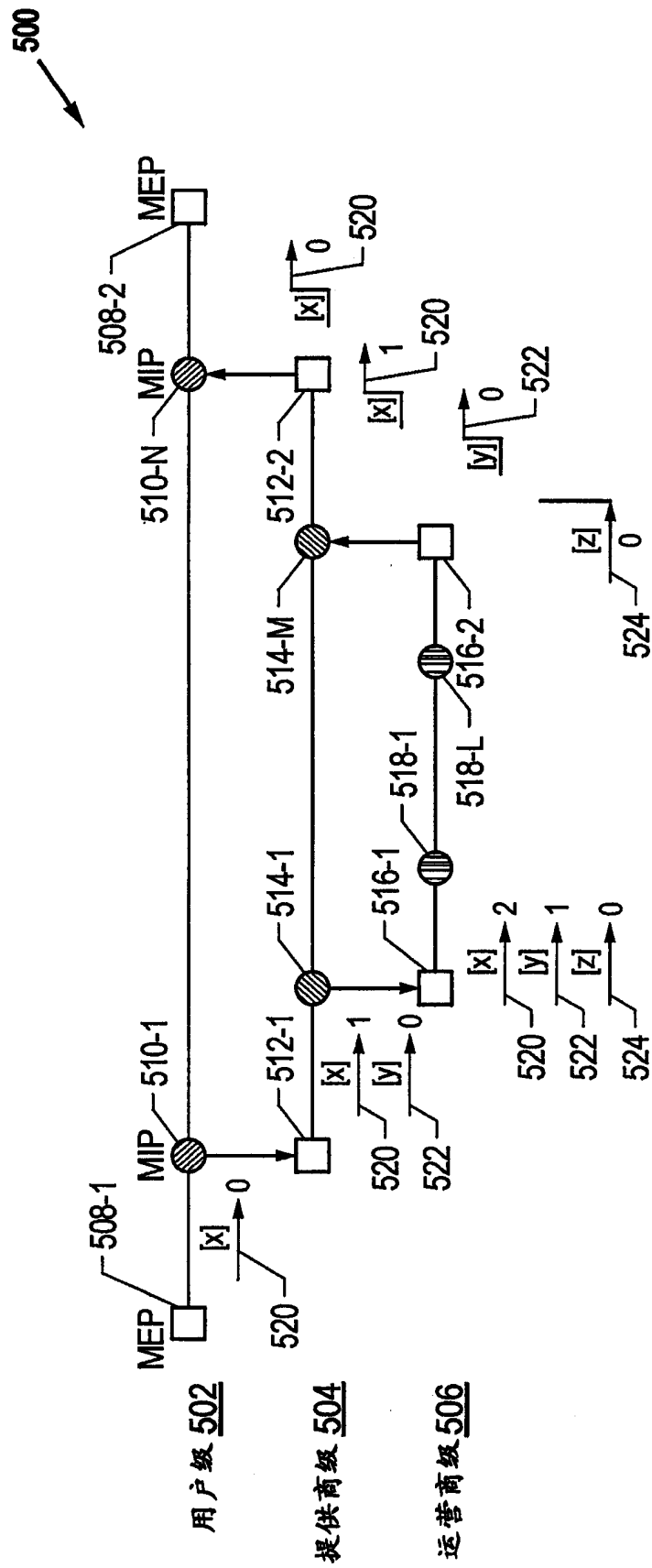


图 5

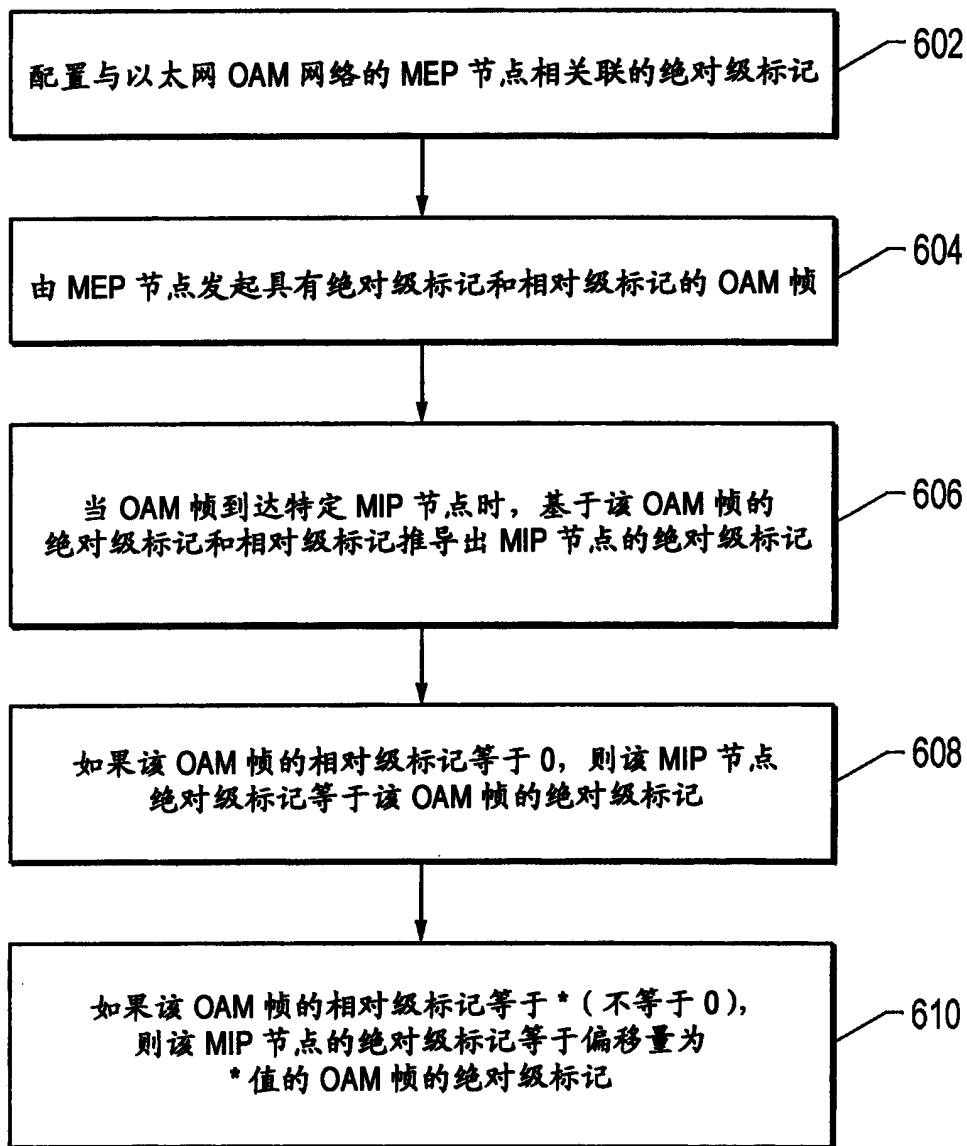


图 6

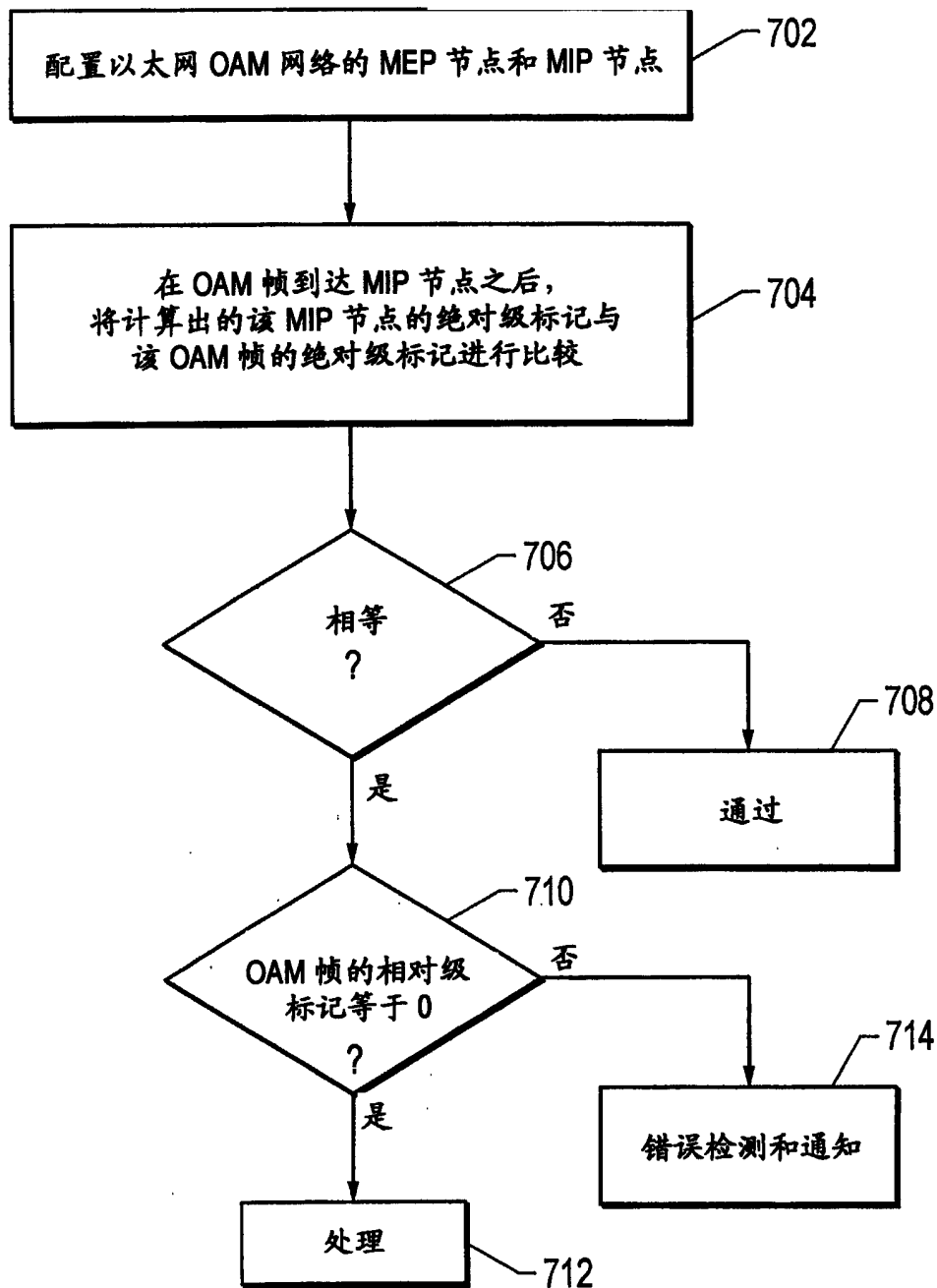


图 7