

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04L 29/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580034729.X

[43] 公开日 2007年11月7日

[11] 公开号 CN 101069400A

[22] 申请日 2005.11.11

[21] 申请号 200580034729.X

[30] 优先权

[32] 2004.11.18 [33] US [31] 10/992,380

[86] 国际申请 PCT/EP2005/055909 2005.11.11

[87] 国际公布 WO2006/053856 英 2006.5.26

[85] 进入国家阶段日期 2007.4.11

[71] 申请人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 莉莲·S·费尔南德斯

维尼特·杰恩 瓦苏·瓦尔拉巴内尼

帕特里克·T·沃

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 陈 炜

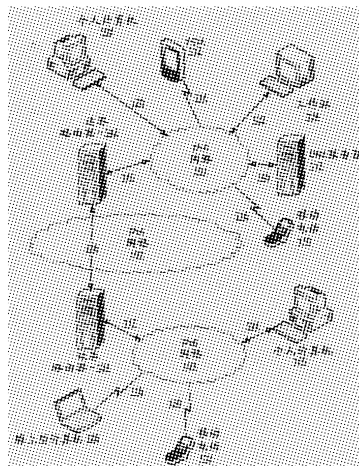
权利要求书4页 说明书12页 附图5页

[54] 发明名称

隧道化传输 IPv6 分组

[57] 摘要

提供了用于隧道化传输 IPv6 分组的方法、系统和产品。实施例包括：由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组；由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收用于目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址，其中该 IPv4 地址是从将 IPv6 目的地地址与用于目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构中取得的；由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中；以及将封装后的分组发送到处于所述 IPv4 地址上的目的地 IPv6 边界路由器。在众多实施例中，由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中的处理是通过将 IPv4 报头添加到 IPv6 分组上而执行的。



1. 一种用于隧道化传输 IPv6 分组的方法，该方法包括：

由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组；

由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址，其中该 IPv4 地址是从将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据机构中取得的；

由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中；以及

将封装后的分组发送到处于该 IPv4 地址上的目的地 IPv6 边界路由器。

2. 根据权利要求 1 的方法，还包括：

由目的地 IPv6 边界路由器拆封该封装后的分组；以及

由目的地 IPv6 边界路由器将拆封后的分组转发到具有目的地 IPv6 地址的目的地主机。

3. 根据权利要求 2 的方法，其中，由目的地 IPv6 边界路由器拆封该封装后的分组的步骤还包括：从封装后的分组中移除由发起端边界路由器添加的 IPv4 报头。

4. 根据权利要求 1 的方法，还包括：

由 IPv6 主机识别分组的 IPv6 目的地地址；

从将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构中取得目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址；

将具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组发送到发起端 IPv6 边界路由器；以及

向发起端 IPv6 边界路由器提供用于该 IPv6 分组的相关联目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址。

5. 根据权利要求 4 的方法，其中，将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构进一步包括 DNS 资源

记录。

6. 根据权利要求1的方法,其中,由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中的步骤还包括:将 IPv4 报头添加到 IPv6 分组上。

7. 一种用于隧道化传输 IPv6 分组的系统,该系统包括:

由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组的装置;

由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址的装置,其中该 IPv4 地址是从将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据机构中取得的;

由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中的装置;以及

将封装后的分组发送到处于该 IPv4 地址上的目的地 IPv6 边界路由器的装置。

8. 根据权利要求7的系统,还包括:

由目的地 IPv6 边界路由器拆封该封装后的分组的装置;以及

由目的地 IPv6 边界路由器将拆封后的分组转发到具有目的地 IPv6 地址的目的地主机的装置。

9. 根据权利要求8的系统,其中,由目的地 IPv6 边界路由器拆封该封装后的分组的装置还包括:从封装后的分组中移除由发起端边界路由器添加的 IPv4 报头的装置。

10. 根据权利要求7的系统,还包括:

由 IPv6 主机识别分组的 IPv6 目的地地址的装置;

从将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构中取得目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址的装置;

将具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组发送到发起端 IPv6 边界路由器的装置;以及

向发起端 IPv6 边界路由器提供用于该 IPv6 分组的相关联目的地

IPv6 边界路由器的 IPv4 地址的装置。

11. 根据权利要求 10 的系统，其中，将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构进一步包括 DNS 资源记录。

12. 根据权利要求 7 的系统，其中，由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中的装置还包括将 IPv4 报头添加到 IPv6 分组上的装置。

13. 一种用于隧道化传输 IPv6 分组的计算机程序产品，该计算机程序产品包括：

记录介质；

记录在记录介质上的用于由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组的装置；

记录在记录介质上的用于由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址的装置，其中该 IPv4 地址是从将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据机构中取得的；

记录在记录介质上的用于由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中的装置；以及

记录在记录介质上的用于将封装后的分组发送到处于该 IPv4 地址上的目的地 IPv6 边界路由器的装置。

14. 根据权利要求 13 的计算机程序产品，还包括：

记录在记录介质上的用于由目的地 IPv6 边界路由器拆封该封装后的分组的装置；以及

记录在记录介质上的用于由目的地 IPv6 边界路由器将拆封后的分组转发到具有目的地 IPv6 地址的目的地主机的装置。

15. 根据权利要求 14 的计算机程序产品，其中，记录在记录介质上的用于由目的地 IPv6 边界路由器拆封该封装后的分组的装置还包括：记录在记录介质上的用于从封装后的分组中移除由发起端边界路由器添加的 IPv4 报头的装置。

16. 根据权利要求 13 的计算机程序产品, 还包括:

记录在记录介质上的用于由 IPv6 主机来识别分组的 IPv6 目的地地址的装置;

记录在记录介质上的用于从将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构中取得目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址的装置;

记录在记录介质上的用于将具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组发送到发起端 IPv6 边界路由器的装置; 以及

记录在记录介质上的用于向发起端 IPv6 边界路由器提供用于该 IPv6 分组的相关联目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址的装置。

17. 根据权利要求 17 的计算机程序产品, 其中, 将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构进一步包括 DNS 资源记录。

18. 根据权利要求 13 的计算机程序产品, 其中, 记录在记录介质上的用于由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中的装置还包括: 记录在记录介质上的用于将 IPv4 报头添加到 IPv6 分组上的装置。

隧道化传输 IPv6 分组

技术领域

本发明的领域涉及数据处理，并且尤其是涉及用于隧道化传输（tunneling）IPv6 分组的方法、系统和产品。

背景技术

第 6 版网际协议（‘IPv6’）是被设计作为对广泛使用的第四版网际协议（‘IPv4’）的改良措施的网际协议（IP）版本。IPv6 提供了增加了的地址空间、简化了的报头格式、对于认证和隐私的支持、地址分配的自动配置以及新的服务质量能力。

尽管 IPv6 的使用正在持续增长，但是 IPv4 仍旧是主要的因特网协议，并且由此提供了多种变换机制，以便使用 IPv4 路由基础架构来发送 IPv6 分组。“隧道化传输”允许兼容 IPv6 的主机或路由器经由现有的 IPv4 网络来传送 IPv6 分组。一般来说，经由 IPv4 网络对 IPv6 分组进行隧道化传输，是通过将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中以及将分组发送到兼容 IPv4 的路由器来执行的。将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中的处理是通过向分组添加一个 IPv6 报头以便使分组可以经由 IPv4 网络传送而执行的。

通常，经由 IPv4 网络来隧道化传输 IPv6 分组的常规技术需要将一个特定的兼容 IPv6 的发起端（origin）路由器利用另一个接收封装后分组的兼容 IPv6 的路由器的 IPv4 目的地地址来手动配置。对系统管理员来说，使用这种目的地 IPv4 地址来手动配置路由器的处理是非常耗时和麻烦的。此外，由于只能将数量有限的这种目的地地址手动配置到兼容 IPv6 的路由器中，因此这种手动配置还会导致无法灵活地路由封装后的分组。因此，需要一种用于隧道化传输 IPv6 分组的改进的方法、系统和产品。

发明内容

提供了用于隧道化传输 IPv6 分组的方法、系统和产品。实施例包括：由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组；由发起端 IPv6 边界路由器从发起端 IPv6 主机接收目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址，其中该 IPv4 地址是从将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构中取得的；由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中；以及将封装后的分组发送到处于所述 IPv4 地址上的目的地 IPv6 边界路由器。在众多实施例中，由发起端 IPv6 边界路由器将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中的处理是通过将 IPv4 报头添加到 IPv6 分组上而执行的。

典型的实施例还包括：由目的地 IPv6 边界路由器拆封封装后的分组；以及由目的地 IPv6 边界路由器将拆封的分组转发到具有目的地 IPv6 地址的目的地主机。在众多实施例中，由目的地 IPv6 边界路由器拆封封装后的分组的处理是通过从封装后的分组中移除由发起端边界路由器添加的 IPv4 报头而执行的。

典型的实施例还包括：由 IPv6 主机识别分组的 IPv6 目的地地址；从一个将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构中取得目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址；将具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组发送到发起端 IPv6 边界路由器；以及向发起端 IPv6 边界路由器提供 IPv6 分组的相关联目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址，在众多实施例中，将 IPv6 目的地地址与目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址相关联的数据结构包括 DNS 资源记录。

附图说明

现在将参考下列附图来通过举例描述本发明的优选实施例：

图 1 描述的是根据本发明实施例的能够隧道化传输 IPv6 分组的示例性数据处理系统；

图 2 描述的是根据本发明实施例在隧道化传输 IPv6 分组的过程中使用的边界路由器的框图；

图 3 描述的是用于图示隧道化传输 IPv6 分组的示例性方法的流程图；

图 4 描述的是根据本发明实施例在隧道化传输 IPv6 分组的过程中使用的数据结构的框图；

图 5 阐述的是用于图示根据本发明实施例的嵌入式分组的框图。

具体实施方式

在本说明书中，本发明在很大程度上是以用于隧道化传输 IPv6 分组的方法来进行描述的。但是，本领域技术人员将会了解，任何一种包含了用于根据所公开的方法操作的适当编程装置的计算机系统同样是落入本发明的范围以内的。这些适当的编程装置包含了用于指示计算机系统执行本发明的方法步骤的任何一种装置，其中包括例如由与计算机存储器相耦合的处理单元以及算术逻辑电路所组成的系统，其中该系统具有在计算机存储器中执行存储的能力，该计算机存储器包含了被配置成存储数据、程序指令以及用于由处理单元执行的本发明方法的编程步骤的电子电路。

本发明还可以在与任何其他适当的数据处理系统结合使用的计算机程序产品、例如盘或其他记录介质中实现。计算机程序产品的实施例可以通过使用任何一种用于机器可读信息的记录介质来实现，其中包括磁介质、光学介质或是其他适当的介质。本领域技术人员随即可以了解的是，任何一种具有适当编程装置的计算机系统都将能够执行程序产品中包含的本发明的方法步骤。本领域技术人员随即还可以了解，虽然本说明书中描述的大多数示例性实施例针对的都是计算机硬件上安装和运行的软件，但是作为固件或硬件实施的替换实施例同样落入在本发明的实施例的范围以内。

将从图 1 开始参考附图来描述用于隧道化传输 IPv6 分组的方法、系统和产品。图 1 描述的是一个根据本发明实施例的能够隧道化传输

IPv6 分组的示例性数据处理系统。图 1 中的系统包含了为三个网络（101、102 和 103）中的数据通信所连接的多个计算机。

在图 1 的示例中，有若干个示例性设备连接到 IPv6 网络（101），这其中包括 PDA（112）、计算机工作站（104）、移动电话（110）以及个人计算机（108）。在图 1 的示例中，网络启用的移动电话（110）经由无线连接（116）连接到 IPv6 网络（101）。工作站（104）经由有线线路连接（122）连接到 IPv6 网络。PDA（112）经由无线连接（114）连接到 IPv6 网络（101）。而个人计算机（108）经由有线线路连接（120）与 IPv6 网络（101）相连。

图 1 的示例还包括另一个 IPv6 网络（103）。包括膝上型计算机（126）、网络启用的移动电话（132）以及个人计算机（105）在内的若干个示例性设备都与 IPv6 网络（103）相连。在图 1 的示例中，膝上型计算机通过无线连接（118）连接到 IPv6 网络（103）。移动电话（132）通过无线连接（130）连接到 IPv6 网络（103）。而个人计算机（105）通过有线线路连接（124）连接到 IPv6 网络（103）。

在图 1 的示例中，每一个 IPv6 网络（101 和 103）都具有能够根据本发明实施例来隧道化传输 IPv6 分组的边界路由器（142 和 134）。边界路由器（142）通过有线线路连接（140）与 IPv6 网络（101）相连，而边界路由器（134）通过有线线路连接（117）与另一个 IPv6 网络（103）相连。以这种方式称呼示例性边界路由器，是因为它们能够将来自其相应的 IPv6 网络内部的设备的 IPv6 分组路由到在其 IPv6 网络之外的其他设备。由此，这些路由器处于其相应的 IPv6 网络的边界上。

为了将 IPv6 分组从一个 IPv6 网络路由到另一个 IPv6 网络，图 1 的示例性边界路由器将会通过 IPv4 网络（102）相互耦合，以便进行数据通信。在图 1 的示例中，IPv6 分组从一个边界路由器（142）经由 IPv4 网络被隧道化传输到另一个边界路由器（134），以便从一个 IPv6 网络（101）传输到另一个 IPv6 网络（103）。

在图 1 的示例中，为了将 IPv6 分组从发起端 IPv6 网络（101）

中的发起端 IPv6 主机 (108, 112, 104, 110) 发送到目的地 IPv6 网络 (103) 中的 IPv6 目的地主机 (126, 132, 105), 发起端主机 (108, 112, 104, 110) 识别接收该分组的主机的 IPv6 目的地地址。在图 1 的系统中, 识别分组的 IPv6 目的地地址的处理是通过解析目的地主机的域名来实现的。解析目的地主机域名的处理是通过从 DNS 服务器 (143) 中取得记录了 IP 地址的 DNS 资源来实现的。

域名系统(“DNS”)是一种通常与因特网相关联的命名服务。DNS 转换网络地址中的域名。域名是提供网络服务的计算机主机、例如万维网服务器、电子邮件服务器等的名称。在图 1 的示例中, 网络地址是 IPv6 地址。域名则通常用按照字母顺序的文本表示, 与数字形式的网络地址相比, 这种名称更易于人们对其进行处理。但是, 网络是在数字的网络地址上工作的。由此, 在用户每次通过使用域名来请求某个资源的时候, 处于某个位置上的 DNS 服务都会将域名变换成相应的网络地址。举例来说, 域名“ibm.com”可以变换成网络地址“129.42.19.99”。域名的目标是提供一种以可在不同的主机、网络、协议族、企业内部网和管理组织中使用的名称的方式来命名资源的机制。从用户的角度来看, 域名可以作为一个用于取得与域名相关联的信息并且被称为解析器的函数的自变量来使用。由此, 用户可以请求与特定域名相关联的主机地址或邮件信息。为了使用户能够请求特定类型的信息, 一种恰当的查询类型将会连同域名一起被传递到解析器。对用户来说, 域树结构是一个单独的信息空间; 解析器负责向用户隐藏命名服务器中的数据分发。

解析器是响应于客户机请求而从 DNS 命名服务器中提取信息的程序。该解析器必须能够访问至少一个命名服务器, 并且使用该命名服务器的信息来直接应答查询, 或者使用针对其他命名服务器的指引来进行查询。通常, 解析器是一个可以由用户程序直接访问的系统例程, 由此在解析器与用户程序之间通常是不需要协议的。命名服务器和解析器都是在一个或多个计算机上执行的软件处理。本质上, 解析器将关于域名的查询提交给命名服务器。命名服务器“解析”域名与机

器地址之间的映射，并且将机器地址作为对查询的“应答”回送到解析器。

在很多网络主机中，解析器是操作系统的一部分。更特别地，在 TCP/IP 的情况下，解析器通常是可以通过借助了诸如套接字 API 之类的应用编程接口(“API”)的 C 或 C++调用而从应用层访问的 TCP/IP 客户机的一部分。举例来说，Microsoft Windows™的套接字 API 提供了名为 `gethostbyname()`和 `WSAAsyncGetHostByName()`的函数，在给出了主机的域名作为输入的情况下，这些函数分别同步或异步地工作来获取网络主机的网络地址。同样地，Java 方法 `InetAddress.getByName(string host)`是一种静态的 Java 方法，其对代表网络主机的网际协议地址的类 `InetAddress` 的对象进行实例化。

DNS 包含具有标准消息类型的请求/响应数据通信协议。`Gethostbyname()`和 `InetAddress.getByName()`是诸如 Unix 和 Windows 之类的操作系统中针对 TCP/IP 客户机的 API 调用的示例。通常，这种 TCP/IP 客户机承载了一个或多个预先指定的 DNS 服务器地址，以及对用于计算机的主要 DNS 服务器的指定，并且可能还承载了对一个或多个辅助 DNS 服务器的指定。响应于诸如 `Gethostbyname()`和 `InetAddress.getByName()`之类的解析器函数的调用，TCP/IP 客户机会向预先指定的主要 DNS 服务器发送一个包含了标准格式的域名的 DNS 请求消息，以便请求相应的网络地址，并且在接收到响应消息后，该客户机会转而将该网络地址提供给发起调用的程序。当发起调用的应用从操作系统中接收到网络地址时，它可以使用这个网络地址来访问由与这个网络地址相关联的域名所标识的网络主机上的资源。

非常有利的是，根据本发明的实施例，DNS 资源记录是可以修改的，由此除了包括所请求的 IPv6 目的地地址之外，该记录还可以包括能够将分组传递到 IPv6 目的地地址的目的地边界路由器的相关联 IPv4 地址。也就是说，DNS 资源记录还包含了能够接收要发往相关联 IPv6 目的地地址的封装后的 IPv6 分组的 IPv4 地址。

由此，在图 1 的系统中，主机 (108, 112, 104, 110) 将一个具

有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组发送到发起端 IPv6 边界路由器, 并且还向边界路由器提供一个 IPv4 地址, 其中该 IPv4 地址是在用于相关联的目的地边界路由器的 DNS 记录中标识的。在某些实施例中, 发起端主机会将目的地边界路由器的 IPv4 地址内嵌在 IPv6 分组的扩展报头中。

在图 1 的系统中, 边界路由器 (142) 能够接收来自主机的 IPv6 分组, 接收目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址, 将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中, 以及将已封装的分组发送到处于所述 IPv4 地址上的目的地 IPv6 边界路由器 (134)。图 1 的边界路由器 (134) 能够拆封所述封装后的分组, 并且将拆封的分组转发到具有目的地 IPv6 地址的目的地主机 (126, 132, 105)。

图 1 的架构中的网络连接方面仅仅用于说明, 而不是进行限制。实际上, 根据本发明实施例的经由优选的浏览器来显示计算机资源的系统可以被连接作为 LAN、WAN、企业内部网、互连网、因特网、万维网、环球网本身或是本领域技术人员能够想到的其他连接。这些网络都是可以用于在整个数据处理系统内部共同连接的不同设备与计算机之间提供数据通信连接的媒介。

构成图 1 所示的示例性系统的主机、边界路由器和设备的布置仅仅是为了进行说明, 而不是加以限制。根据本发明的各种实施例使用的数据处理系统可以包括图 1 中未曾显示并且可以为本领域技术人员所想到的另外的服务器、路由器、其他设备以及对等架构。这种数据处理系统中的网络可以支持多种数据通信协议, 其中包括例如 TCP/IP、HTTP、WAP、HDTP 以及本领域技术人员可以想到的其他协议。除了图 1 所示的那些平台之外, 本发明的各种实施例还可以在多种硬件平台上实施。

如上所述, 一般来说, 根据本发明实施例来隧道化传输 IPv6 分组的处理是利用计算机来实施的, 也就是说, 该处理是利用自动计算设备来实施的。为了进一步说明, 图 2 描述了一个自动计算设备的框图, 该设备包括可以在根据本发明实施例隧道化传输 IPv6 分组的处理

中使用的边界路由器（134）。图 2 的边界路由器（134）包括至少一个计算机处理器（156）或“CPU”，以及随机存取存储器（168）（“RAM”）。保存在 RAM（168）中的是操作系统（154）。可以在根据本发明实施例的边界路由器中使用的操作系统包括 UNIX、AIX、Linux、Microsoft NT™以及本领域技术人员可以想到的众多其他系统。在图 2 的示例中，操作系统（154）被显示为在 RAM（168）中，但是，一般来说，操作系统的众多组件还可以被保存在非易失性存储器（166）中。

在 RAM（168）中还保存了能够根据本发明的实施例来隧道化传输分组的隧道代理（Tunnel Broker）（188）。该隧道代理（118）是能够执行下列操作的软件：从发起端 IPv6 主机接收具有 IPv6 目的地地址的 IPv6 分组；从发起端 IPv6 主机接收目的地 IPv6 边界路由器的 IPv4 地址；将 IPv6 分组封装在 IPv4 分组中；以及将经过封装的分组发送到处于所述 IPv4 地址上的目的地 IPv6 边界路由器。诸如如图 2 所示这样的隧道代理通常安装在边界路由器上，并且非常有利的是，该隧道代理是根据本发明实施例来隧道化传输 IPv6 分组的。

图 2 的边界路由器（134）包括非易失性计算机存储器（166），该存储器经由系统总线（160）耦合到处理器（156）以及边界路由器的其他组件。所述非易失性计算机存储器（166）可以被实现为下列装置：硬盘驱动器（170）、光盘驱动器（172）、电可擦写可编程只读存储空间（所谓的“EEPROM”或“闪速”存储器）（174）、RAM 驱动器（未显示）、或是本领域技术人员可以想到的其他任何一种计算机存储器。

图 2 的示例性边界路由器（134）包括一个用于实现数据通信连接（184）的通信适配器（167），该连接包括经由网络与其他计算机（182）的连接，所述其他计算机包括服务器、客户机以及本领域技术人员可以想到的其他设备。该通信适配器实现用于数据通信的硬件级连接，通过该硬件级连接，本地设备与远程设备或服务器相互之间可以直接或者经由网络来发送数据通信。可以在根据本发明实施例来隧

道化传输 IPv6 分组的处理中使用的通信适配器的示例包括：用于有线拨号连接的调制解调器，用于有线 LAN 连接的以太网（IEEE 802.3）适配器，以及用于无线 LAN 连接的 802.11b 适配器。

图 2 的示例性边界路由器包括一个或多个输入/输出接口适配器（178）。计算机中的输入/输出接口适配器通过例如软件驱动器和计算机硬件来执行面向用户的输入/输出，其中该软件驱动器和计算机硬件用于控制到计算机显示屏幕之类的显示设备（180）的输出，并且还来自诸如键盘和鼠标之类的用户输入设备（181）的用户输入进行控制。

为了进一步说明，图 3 阐述了一个对用于隧道化 IPv6 分组的示例性方法进行图示的流程图。图 3 的方法包括：由 IPv6 主机（304）识别（306）分组的 IPv6 目的地地址（310）。在图 3 的方法中，由 IPv6 主机识别（306）分组的 IPv6 目的地地址（310）的处理通常包括：使用 DNS 服务来解析目的地主机的域名。如上所述，域名系统（“DNS”）是一种通常与因特网相关联并且将域名变换成网络地址的命名服务。

图 3 的方法包括：从 DNS 记录（302）中取得（308）目的地 IPv6 边界路由器（332）的 IPv4 地址（312）。图 3 的 DNS 资源记录（302）不但包含了域名的 IPv6 目的地地址，而且还包含了能够接收发往该 IPv6 目的地地址的封装后的 IPv6 分组以及能够拆封该分组并且将拆封后的分组转发到目的地地址的边界路由器的 IPv4 地址。非常有利的是，依照本发明实施例修改的这种 DNS 资源记录提供了一种将 IPv6 网络地址与优选边界路由器相关联的媒介，以便接收发往在该 IPv6 网络地址上的主机的 IPv6 分组。

为了进一步说明，图 4 阐述了一种可以在根据本发明实施例隧道化传输 IPv6 分组的处理中使用的示例性数据结构。图 4 的示例包括依照本发明实施例修改的 DNS 资源记录（452）。图 4 的 DNS 资源记录（452）包括一个域名字段（454），该字段包含目的地主机的域名。此外，图 4 的 DNS 资源记录（452）还包括目的地主机的 IPv6 网络地

址。另外,图4的DNS资源记录(452)还包括一个IPv4网络地址(458),该地址用于标识能够拆封已封装的IPv6消息并且能将拆封后的消息转发到预定目的地IPv6网络地址的边界路由器。虽然示例性的DNS资源记录(452)将IPv4边界路由器地址(458)作为一个字段包含在记录中,但是,在替换实施例中,IPv4边界路由器地址也可以在一个被设计成包含IPv4边界路由器地址的“BR”类型的单独记录中提供。图4的示例性DNS资源记录是为了进行说明而不是为了进行限制而给出的。实际上,IPv6目的地地址以及边界路由器地址可以在本领域技术人员所能想到的任何数据结构中被关联。此外,为了使说明清楚起见,在这里简化了图4的DNS资源记录(452)。根据本发明实施例修改的典型的DNS记录将包含比图4的示例中给出的那些字段更多的字段,诸如例如记录类型、记录的存活时间数据以及本领域技术人员能够想到的其他字段。

仍旧参考图3,图3的方法还包括:将具有IPv6目的地地址(310)的IPv6分组(318)发送到发起端IPv6边界路由器(320),并且向发起端IPv6边界路由器(320)提供(314)用于该IPv6分组的相关联目的地IPv6边界路由器(332)的IPv4地址(312)。一种用于向发起端IPv6边界路由器(320)提供用于该IPv6分组的相关联目的地IPv6边界路由器(332)的IPv4地址(312)的处理,是通过将目的地边界路由器的IPv4地址嵌入IPv6分组的扩展报头中执行的。IPv6提供了扩展报头,以提供用于实现附加的路由选项的实际手段。该扩展报头处于传输层报头与IPv6报头之间。对IPv6来说,定义了若干种类型的扩展报头,并且“下一个报头”字段中的值标识了后续有另一个扩展报头。这些扩展报头按照顺序放置,由此一旦路由器达到属于该路由器的扩展报头中的最后一个值,那么该路由器就可以停止读取下一个报头字段。所有这些扩展选项并不一定会由分组在其到达目的地的路径上遍历的每个路由器进行处理。实际上,很多IPv6扩展报头在其到达目的地之前未被处理。目前已经定义了很多在IPv6扩展报头中使用的选项。已经定义的扩展报头的示例包括:

- 路由扩展报头。路由扩展报头对分组的路由进行控制。路由扩展报头可以明确地指示从源到目的地的路由。沿着该路径的每一个节点的 IPv6 地址包含在其中，然后，目的地会使用反向路径来进行通信。

- 分段报头。分段报头定义了分段的分组如何遍历 IPv6 网络。

- 认证报头。认证报头使用一种认证算法来确保 IPv6 分组在其路径上未被更改。该报头还会确保 IPv6 分组已经从 IP 报头中列出的源中到达了。

- 逐跳 (Hop-by-Hop) 报头。IPv6 实现了一种用于向路由器警告需要特殊处理的分组的有效方法。不包含 IPv6 逐跳扩展报头的分组不会被每一个路由器全面处理，取而代之的是，它们被允许快速地继续沿其路径到达其目的地。逐跳扩展报头允许路由器快速地识别并且全面处理那些需要特殊路由处理的分组。辨别出该报头的路由器会对分组进行相应检查，而没有辨别出该报头的路由器则会将其忽略。

根据本发明的实施例，通过将目的地边界路由器的 IPv4 地址嵌入 IPv6 分组的扩展报头中来向发起端 IPv6 边界路由器 (320) 提供相关联目的地 IPv6 边界路由器 (332) 的 IPv4 地址的处理，可以通过使用一个新的扩展报头来实现，其中该新的扩展报头包含了用于该 IPv6 分组的目的地边界路由器的 IPv4 地址。非常有利的是，在分组本身中提供目的地边界路由器的 IPv4 地址，免去了使用其他边界路由器地址来手动配置发起端边界路由器的需要。取而代之的是，发起端边界路由器具有在逐个分组的基础上将 IPv6 分组隧道化传输到目的地边界路由器所需要的路由信息。

图 3 的方法还包括：由发起端 IPv6 边界路由器 (320) 从发起端 IPv6 主机 (304) 接收 (322) 具有 IPv6 目的地地址 (310) 的 IPv6 分组 (318)，以及由发起端 IPv6 边界路由器 (320) 从发起端 IPv6 主机 (304) 接收 (324) 用于目的地 IPv6 边界路由器 (332) 的 IPv4 地址 (312)。在图 3 的方法中，目的地 IPv6 边界路由器 (332) 的 IPv4 地址 (312) 是以嵌入在 IPv6 分组自身的扩展报头中的方式而被

接收的。

图3的方法还包括：由发起端IPv6边界路由器(320)将IPv6分组(318)封装(326)在IPv4分组(328)中。在图3的方法中，由发起端IPv6边界路由器(320)将IPv6分组(318)封装在IPv4分组(328)中的处理，是通过将IPv4报头添加到IPv6分组上来执行的。将IPv4报头添加到IPv6分组上，允许发起端边界路由器经由IPv4网络来传送嵌入式分组。为了进一步说明，图5阐述了一个用于图示根据本发明实施例的嵌入式分组的框图。在图5的示例中，将IPv6分组(402)封装在IPv4分组(410)中，其中该IPv6分组包括IPv6报头(404)，其后跟随的是用于向发起端边界路由器标识封装后的分组所要发往的IPv4地址的扩展报头(406)，此外，该IPv6分组还包含将要发送到指定主机的数据(408)。在图5的示例中，经过封装的IPv4分组(410)具有添加到IPv6报头(404)上的IPv4报头(411)、扩展报头(406)以及数据。经过封装的、具有添加的IPv4报头的IPv4分组(410)可以经由IPv4网络传输。

再次参考图3，图3的方法还包括：将封装后的分组(328)发送(330)到处于IPv4地址(312)上的目的地IPv6边界路由器(332)。在图3的示例中，封装后的分组被发送到由发起端主机识别的并且嵌入在IPv6分组内的扩展报头中的IPv4地址，所述IPv6分组被封装在IPv4分组内部。

图3的方法还包括：由目的地IPv6边界路由器(332)拆封(334)这个封装后的分组(328)，以及由目的地IPv6边界路由器(332)将这个拆封后的分组(336)转发到具有目的地IPv6地址的目的地主机的(340)。在图3的方法中，由目的地IPv6边界路由器(332)拆封(334)封装后的分组(328)的处理，是通过从封装后的分组中移除由发起端边界路由器(320)添加的IPv4报头而执行的。

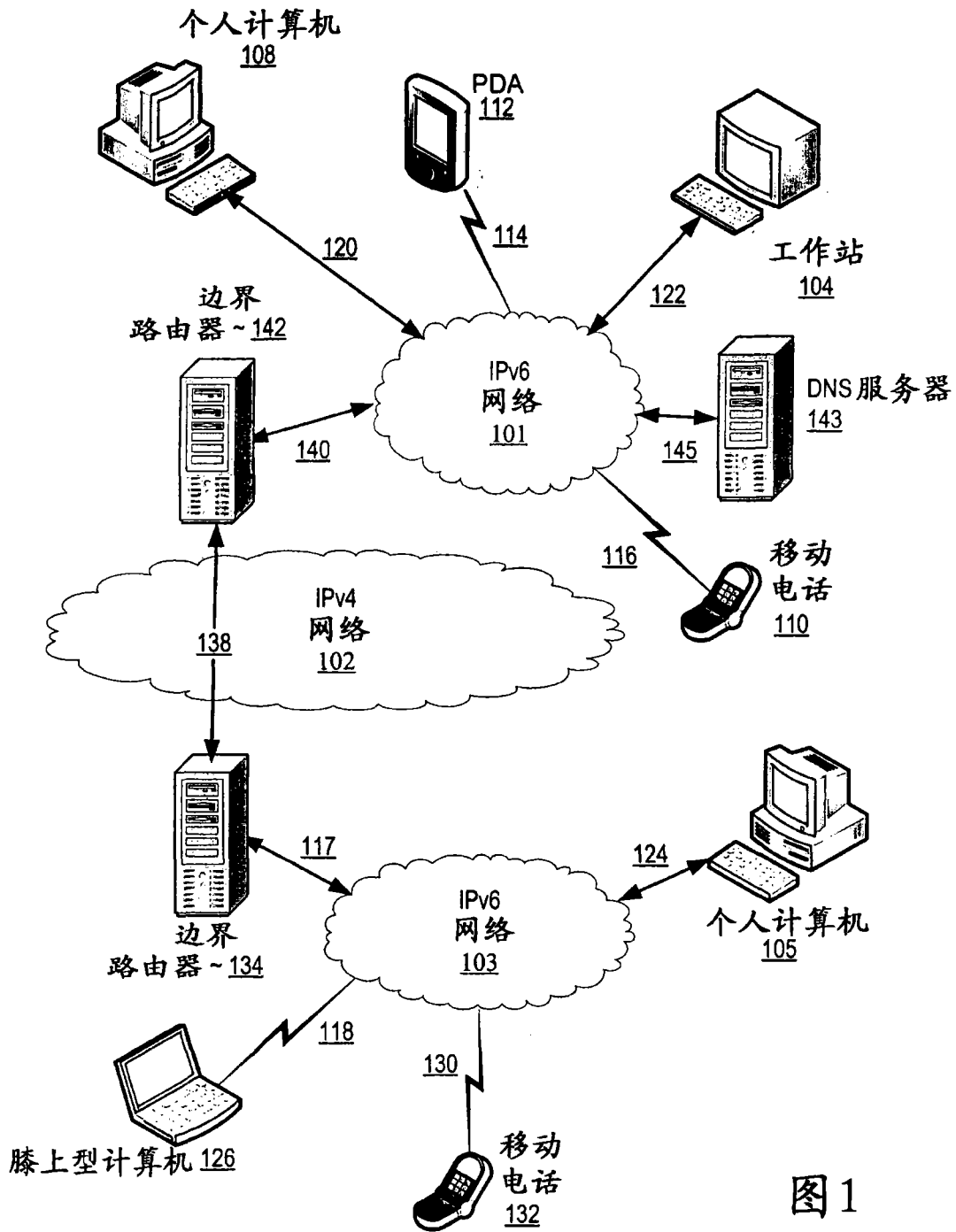


图1

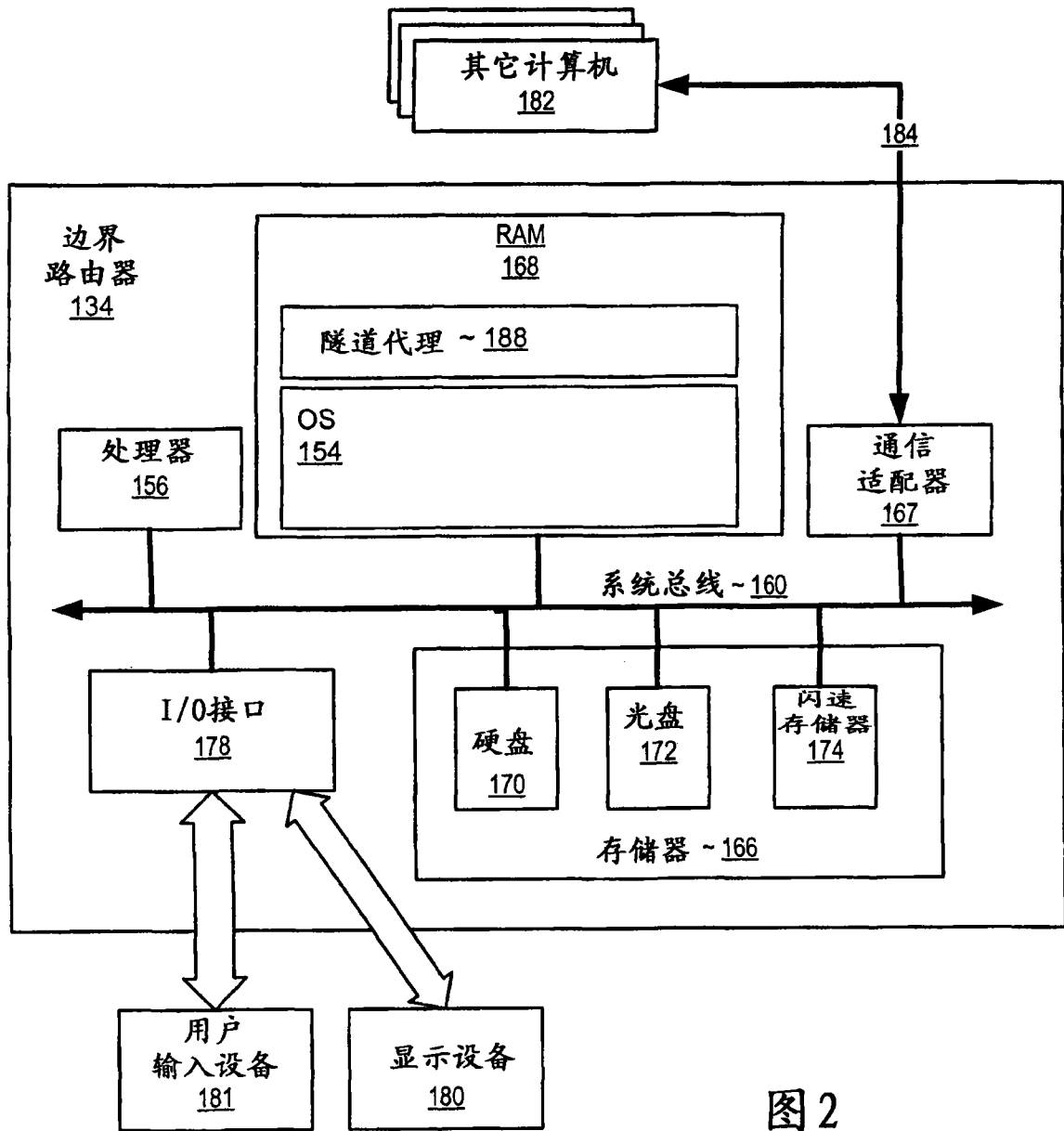


图 2

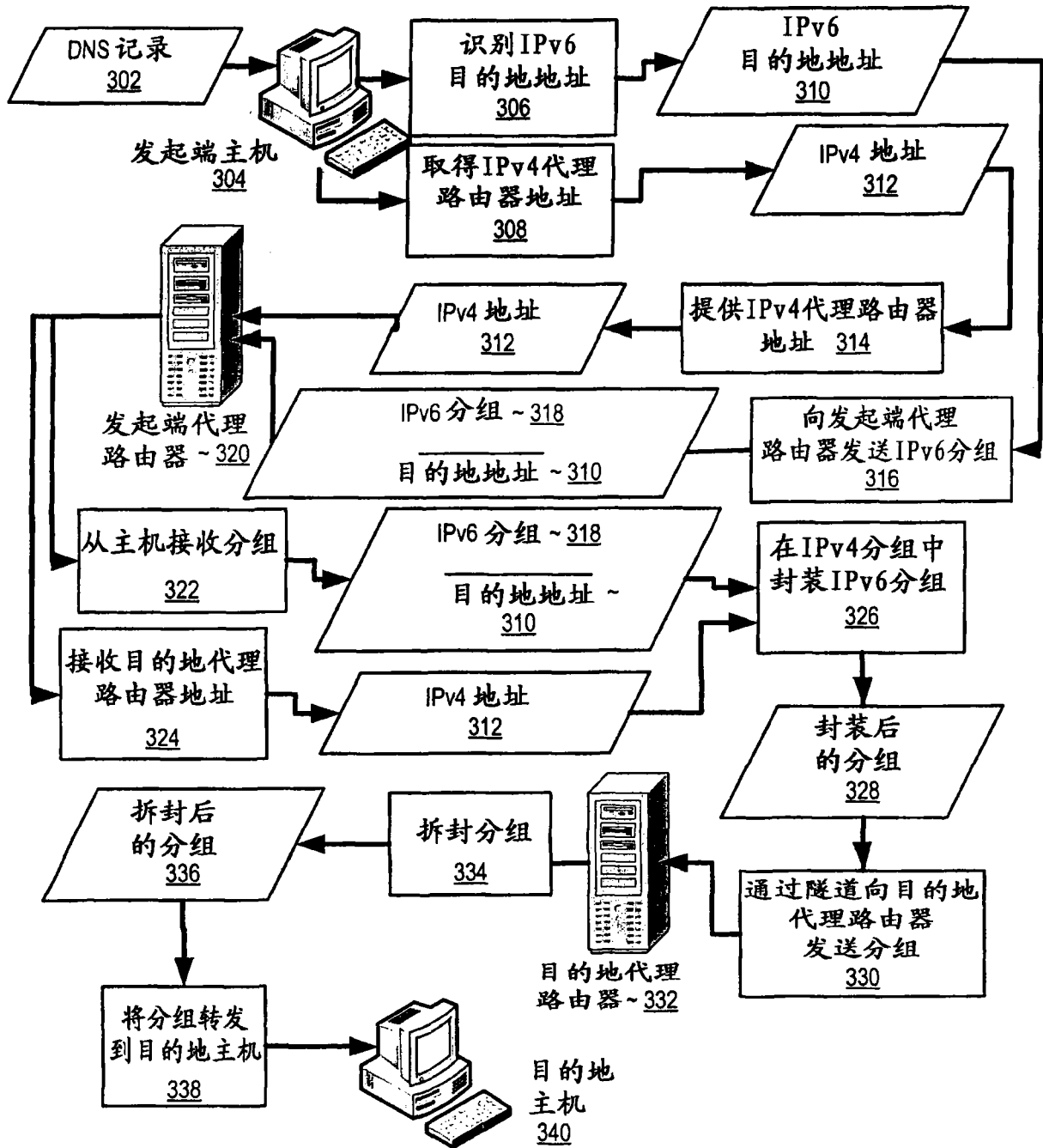


图3

| | |
|------------------------------|--------------|
| DNS资源记录 <u>452</u> | |
| <hr/> | |
| 域名 | ~ <u>454</u> |
| IPv6目的地地址 | ~ <u>456</u> |
| IPv4代理路由器地址 | ~ <u>458</u> |

图 4

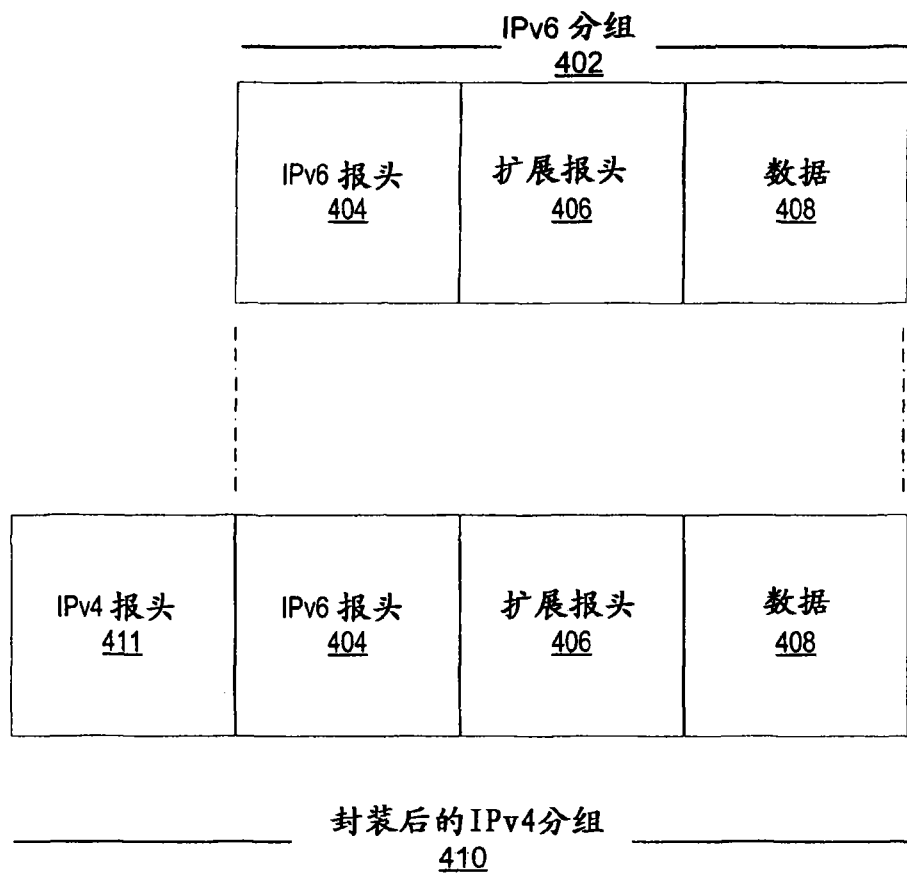


图 5