



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 001 277 T2 2007.06.28**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 473 875 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H04L 12/26 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 001 277.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 300 223.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **26.04.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.11.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.06.2007**

(30) Unionspriorität:

466322 P 28.04.2003 US
742239 18.12.2003 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Alcatel IP Networks, Inc., Plano, Tex., US

(72) Erfinder:

**Kompella, Vach, Cupertino, CA 95014, US; Regan,
Joe, Pleasanton, CA 94588, US; Hu, Olivier, San
Jose, CA 95117, US**

(74) Vertreter:

**Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart**

(54) Bezeichnung: **Einsetzen von Adressen, um OAM-Funktionen zu ermöglichen**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hinweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität der vorläufigen US Patentanmeldung Nr. 60/466,322 mit dem Titel "Injecting Adresses into a Virtual Private Network Forwarding Database to Enable Operational, Administrative, and Management Functions" (= "Einfügen von Adressen in eine virtuelle Forwarding Database eines privaten Netzwerks zum Ermöglichen von betrieblichen, administrativen und Managementfunktionen"), eingereicht am 28. April 2003.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Computernetzwerke. Es wird insbesondere das Einfügen von Adressen zum Ermöglichen von betrieblichen, administrativen und Managementfunktionen offenbart.

Hintergrund

[0003] Bei der Datenkommunikation ist die Diagnose eines Netzwerkdienstes, die sich auf einen bestimmten Kunden bezieht, nützlich bei der Sicherstellung, dass unter anderen Faktoren die gewünschte Dienstqualität (QoS (= Quality of Service)), Kontinuität und Vernetzung aufrechterhalten werden. Das Kundennetzwerk oder die Gruppe von Netzwerken können über eine Netzwerktopologie verbunden sein, die einen oder mehrere Diensteanbieter- oder Backbone Netzwerke umfasst. Netzwerktopologien zur Implementierung dieser Dienste können virtuelle private Netzwerke (VPNs (= Virtual Private Networks)), virtuelle private LAN Dienste (VPLS (= Virtual Private LAN Services)), transparente LAN Dienste (TLS (= Transparent LAN Services)), hierarchische virtuelle private LAN Dienste (HVPLS (= Hierarchical Virtual Private LAN Services)), virtuelle private Routing- Netzwerke (VPRN (= Virtual Private Routing Networks)) oder andere gebrückte oder geroutete Dienste sein. Kontinuität ist definiert als die ununterbrochene Fähigkeit, Packets über einen Dienst korrekt zu senden. Vernetzung ist definiert als die aktuellen Parameter, Steuerebeneninformation und Übertragungsebeneninformation, die benutzt werden, um einen Dienst zu implementieren. Das Testen eines Netzwerkdienstes kann betriebliche, administrative und Managementfunktionen (OAM (= Operational, Administrative and Management)) umfassen, wie das Sicherstellen, dass ein VPN, VPLS, TLS, VPRN oder anderer gebrückter oder gerouteter Dienst einem Kunden Qualitätsdienst zur Verfügung stellt.

[0004] Die OAM Funktionalität hängt von der Installation von Kundenadressen in der Übertragungsebene einer Netzwerktopologie (z.B. Gitter, TLS, VPLS usw.) ab. Die Installation von Kundenadressen bei

Anwendung konventioneller Techniken kann ineffizient und zeitraubend sein. Zusätzlich kann die Installation von Kundenadressen für OAM Zwecke bei Anwendung konventioneller Techniken für den Kunden, dessen Dienst getestet wird, nicht transparent sein und den bereitgestellten Dienst nachteilig beeinflussen.

[0005] Somit wird eine Lösung für die Diagnose eines Netzwerkdienstes oder einer Topologie für verschiedene erweiterte OAM Funktionen benötigt, die den Dienst selbst nicht nachteilig beeinflusst.

[0006] Der Entwurf "draft-stokes-vkompella-ppvpn-oam-2.txt" und nachfolgende Versionen davon (im Folgenden als der "Stokes- v. Kompella Vorschlag" bezeichnet) schlägt Standards für die Durchführung von OAM Funktionen im Hinblick auf virtuelle private Netzwerkdienste wie VPLS vor. Der Stokes- V. Kompella Vorschlag schreibt ein erweiterbares Format für Testmeldungen vor, das Diensteanbietern ermöglicht, zusätzliche TLVs in OAM Meldungen zu definieren und einzufügen. Die Erfindung kann von einem solchen erweiterbaren Format Gebrauch machen, beispielsweise um einzufügende Adressen zu transportieren, wenn es sich um VPLS handelt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] In der folgenden detaillierten Beschreibung und den dazugehörigen Zeichnungen werden verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung offenbart.

[0008] [Fig. 1](#) stellt einen Netzwerkdienst dar, bei dem erforderlich sein kann, dass OAM Funktionen durchgeführt werden müssen;

[0009] [Fig. 2A](#) zeigt ein Packetformat, das bei einigen Ausführungsbeispielen verwendet wird, um eine für OAM Anwendung reservierte Adresse in eine Forwarding Database einzufügen;

[0010] [Fig. 2B](#) zeigt einen Prozess zum Einfügen einer für OAM Anwendung reservierten Adresse in eine Forwarding Database;

[0011] [Fig. 2C](#) zeigt einen Prozess, der bei einem Ausführungsbeispiel von Knoten in einem Anbieternetzwerk benutzt wird, um OAM Adressen zu lernen, die zu einem weiteren Knoten gehören; und

[0012] [Fig. 3](#) zeigt einen Prozess zur Diagnose eines Netzwerkdienstes bei Verwendung einer für OAM Anwendungen in eine Forwarding Database eingefügten Adresse.

Detaillierte Beschreibung

[0013] Die Erfindung kann auf verschiedene Arten

implementiert werden, einschließlich einem Verfahren, einer Einrichtung, einem System, einer Zusammenstellung von Gegenständen, einem computerlesbaren Medium wie einem computerlesbaren Speichermedium oder einem Computernetzwerk, bei dem Programmbeefehle über optische oder elektronische Kommunikationsverbindungen gesendet werden. In dieser Beschreibung werden diese Implementierungen oder jede andere Form, die die Erfindung annehmen kann, als Techniken bezeichnet. Im Allgemeinen können die Schritte der offenbarten Prozesse innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung geändert werden.

[0014] Im Folgenden wird eine detaillierte Beschreibung eines oder mehrerer Ausführungsbeispiele der Erfindung gegeben, zusammen mit anhängenden Zeichnungen, die die Grundlagen der Erfindung erläutern. Die Erfindung wird in Verbindung mit diesen Ausführungsbeispielen beschrieben, die Erfindung ist aber nicht auf eines der Ausführungsbeispiele beschränkt. Der Schutzzumfang ist nur durch die Ansprüche begrenzt, und die Erfindung umfasst zahlreiche Alternativen, Änderungen und Äquivalente. In der folgenden Beschreibung werden zahlreiche spezielle Details dargelegt, um ein umfassendes Verständnis der Erfindung zu erreichen. Diese Details werden als Beispiele angeführt, und die Erfindung kann entsprechend den Ansprüchen ohne einige oder ohne alle dieser speziellen Details ausgeführt werden. Für Zecke der Klarheit werden technische Sachverhalte, die auf dem technischen Gebiet bekannt sind, auf das sich die Erfindung bezieht, nicht im Detail beschrieben, so dass die Erfindung nicht unnötig belastet wird.

[0015] Durch Anwendung der OAM Funktionen können die Kontinuität und Vernetzung über einen Netzwerkpfad getestet werden. Mit dem Einfügen einer Adresse für das Ausführen solcher OAM Funktionen wird eine wirksame Möglichkeit offenbart, die für den Kunden oder den Dienst, die den Netzwerkpfad nutzen, transparent ist.

[0016] [Fig. 1](#) stellt einen Netzwerkdienst dar, bei dem erforderlich sein kann, dass OAM Funktionen durchgeführt werden müssen. Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst das System **100** ein Netzwerk **101** eines Diensteanbieters, das Provider Edge (PE) Router **102**, **104** und **106** aufweist. Bei anderen Ausführungsbeispielen können weitere oder weniger PEs vorhanden sein. Hier stellen die PEs **102–106** Edge Routing für Packets über das Netzwerk **101** des Diensteanbieters zur Verfügung. Die PEs **102–106** routen auch Packets über das Netzwerk **101** des Diensteanbieters an Bestimmungsorte/Knoten, die mit Customer Edge (CE) Routern CE 1–5 innerhalb der Netzwerke **118–126** der Kunden 1 und 2 verknüpft sind, die in Datenkommunikation mit den Edge Routern stehen. Bei diesem Ausführungsbeispiel hat

der Kunde 1 drei verschiedene Netzwerke A, B und C (bzw. **118**, **120** und **122**), die über eine Netzwerktopologie verbunden sind (z.B. ein VPN Tunnelgitter, VPLS usw.), und der Kunde 2 hat zwei verschiedene Netzwerke D und E (bzw. **124** und **126**), die über das Netzwerk **101** des Diensteanbieters verbunden sind. Es können verschiedene Netzwerktopologien angewandt werden, und die hier offenbarten Techniken sind nicht auf eine bestimmte Topologie beschränkt. Bei dem in [Fig. 1](#) gezeigten Beispiel wurde ein vollständiges Gitter von Label Switched Pfad (LSP) Tunneln aufgebaut, um PE1, PE2 und PE3 zu ermöglichen, Verkehr über das Netzwerk **101** des Diensteanbieters zu transportieren, wie es benutzt werden kann, um VPLS oder ähnlichen Dienst bereitzustellen. Bei anderen Ausführungsbeispielen können andere Protokolle und Transporttechnologien verwendet werden.

[0017] Die Customer Edge (CE) Router CE 1–3 **108–112** routen Packets zwischen den Netzwerken **118–126** des Kunden 1 über die PEs **102** bzw. **106**, die als Eintritts- und Austrittspunkte für Kundendatenverkehr zum Netzwerk **101** des Diensteanbieters dienen. Ähnlich routen die Ces **114–116** den Datenverkehr zwischen den Netzwerken **124** und **126** des Kunden 2 über die PEs **102** bzw. **104**. Bei einem Ausführungsbeispiel kann das Netzwerk **101** des Diensteanbieters ein Backbone Netzwerk sein, das benutzt wird, Daten zwischen Kundennetzwerken, die LANs auf Ethernet-Basis sein können, die auf verteilte Art angeschlossen sind, zu routen. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann das Netzwerk **101** des Diensteanbieters weniger oder mehr Provider und Customer Edge Router haben, als das in [Fig. 1](#) gezeigt wird.

[0018] Wie oben erwähnt, können zur Ausführung von OAM Funktionen Testpackets erzeugt werden, eingespeist und über das Netzwerk **101** des Diensteanbieters geroutet werden, um Kontinuität, Vernetzung und andere Merkmale der Dienste für die Kunden 1 und 2 zu ermitteln. Um zu ermöglichen, dass diese OAM Funktionen auf effiziente Weise, die für den Kunden transparent ist, durchgeführt werden, werden für OAM Anwendungen reservierte Adressen in die Forwarding Database eines oder mehrerer Knoten auf dem Netzwerk des Diensteanbieters eingefügt, die mit einem bestimmten Dienst oder Kunden verknüpft sind, z.B. die PEs **102–106** im Falle von Kunde 1 oder PEs **102** und **104** im Falle von Kunde 2 im Beispiel von [Fig. 1](#).

[0019] In einem VPLS Ausführungsbeispiel kann beispielsweise ein Ethernet Rahmen im Netzwerk **118** des Kunden 1 verkapselt sein für die Übergabe an das Netzwerk **120** des Kunden 1 über einen VPLS auf dem Netzwerk **101** des Diensteanbieters. Die verkapselten Daten werden während des Übergangs des VPLS zwischen den Netzwerken **118** und **120**

des Kunden 1 nicht modifiziert oder geändert. Im Falle solcher normaler Kundenrahmen teilen die Tunnel- und Virtual Circuit Labels im Verkapselungsheader den Routern im Netzwerk **101** des Diensteanbieters mit, wie das Packet zu übergeben ist. Die Kundenpackets umfassen einen Kundenpacketheader, bestehend aus Quellen- und Zieladressen, die mit dem Packet verknüpft sind, wie die MAC Adresse der Kundeneinrichtung, die das Packet erzeugt hat. Die Quellen- MAC Adressen werden von den PEs **102–106** aufgenommen, somit werden Rückwärtspfade oder Tunnel für das Senden von Antwortpackets identifiziert. Bei einem PE, der ein Kundenpacket empfängt, wird die Quellen- MAC Adresse aufgenommen durch Speicherung in einer Forwarding Database von Information, die durch Verknüpfung der Quellen- MAC Adresse mit dem Eintritts PE entsteht, der das Packet an den empfangenden PE gesendet hat. Der PE, der das Packet gesendet hat (der Eintritts PE) muss ebenfalls eine Verknüpfung zwischen der Quellen MAC Adresse und dem Port und/oder Dienst, mit dem es verbunden ist, aufnehmen, so dass der Eintritts PE weiß, wie die Packets zu routen sind, die an ihn zur Auslieferung an diese Adresse gesendet werden. Im Falle von sowohl Ziel (Austritts-) als auch Eintritts PEs ist die aufgenommene Adresse auch mit dem identifizierten Dienst verknüpft, der durch einen oder mehrere Label identifiziert wird, die im Verkapselungsheader enthalten sind, der zum Transport des Packets über das Netzwerk des Diensteanbieters benutzt wird. Die hier beschriebenen Techniken ermöglichen, dass eine für OAM Anwendungen reservierte Adresse, wie eine MAC Adresse, in eine Forwarding Database eingefügt wird, d.h. sie veranlassen, dass sie vom Eintritts PE, dem sie "gehört" und von den anderen PEs, die an dem zu testenden Dienst beteiligt sind, aufgenommen (gelernt) werden, ohne dass erforderlich ist, dass der Kunde tatsächlich ein Packet unter Verwendung dieser Adresse sendet.

[0020] Bei einer Lösung kann eine für OAM reservierte Adresse in einer Forwarding Database eingefügt werden, indem an den Knoten des Diensteanbietworks (zum Beispiel PE), mit dem die Adresse verknüpft werden soll, eine OAM oder andere Testmeldung gesendet wird, die Daten umfasst, die dem Knoten anzeigen, dass die Adresse in seine Forwarding Database eingefügt werden soll. Zum Beispiel können einer oder mehrere Typen-Längen-Wert- (TLV = Type- Length- Value) Einheiten an eine gesendete Meldung angehängt werden, beispielsweise unter einem OAM- oder anderen Testprotokoll, das mit dem Protokoll verknüpft wird, das verwendet wird, um den testenden Dienst zu veranlassen, eine für OAM reservierte Adresse in einer Forwarding Database einzufügen. Beispielsweise schlägt der Internet Engineering Task Force (IETF) Entwurf "draft-stokes-vkompella-ppvpn-oam-2.txt" und nachfolgende Versionen davon (im Folgenden als der "Stokes- V. Kompella Vorschlag" bezeichnet) Stan-

dards für die Durchführung von OAM Funktionen im Hinblick auf virtuelle private Netzwerkdienste wie VPLS vor. Der Stokes- V. Kompella Vorschlag schreibt ein erweiterbares Format für Testmeldungen vor, das Diensteanbietern ermöglicht, zusätzliche TLVs in OAM Meldungen zu definieren und einzufügen. Andere Protokolle können ähnliche Wege bereitstellen, um anbieterspezifische Information in Testmeldungen einzuschließen. Solche zusätzlichen TLVs (oder andere Header-oder Datenfelder) können benutzt werden, zu veranlassen, dass eine für OAM reservierte Adresse in eine Forwarding Database eingefügt wird, wie weiter unten beschrieben. Die Verwendung einer solchen Erweiterung eines bestehenden OAM Protokolls kann einen wirkungsvollen Weg darstellen, um eine für OAM reservierte Adresse in eine Forwarding Database einzusetzen, weil Meldungen, die unter diesen Protokollen gesendet werden, Daten enthalten, die den Dienst identifizieren, mit dem die Adresse verknüpft ist, welche Daten vom empfangenden Knoten benutzt werden können, beispielsweise um alle anderen Knoten, die an dem Dienst beteiligt sind, über die neu hinzugefügte Adresse zu informieren, deren Art (z.B. für OAM reserviert) und ihre Verknüpfung mit dem Knoten und/oder einem Pfad zurück zu dem Knoten, dem sie "gehört". Die Verwendung existierender Wege für den Austausch von Information unter den Knoten, die an einem Dienst beteiligt sind, ermöglicht, dass die Forwarding Databases der Knoten, die an einem Dienst beteiligt sind, mit einer für OAM Anwendung reservierten Adresse versehen werden, ohne dass erforderlich ist, dass ein Betreiber oder OAM System ermitteln muss, welche Knoten an einem Dienst beteiligt sind und dann an jeden eine getrennte Angabe bezüglich der Adresse senden muss.

[0021] [Fig. 2A](#) zeigt ein Packetformat, das bei einigen Ausführungsbeispielen verwendet wird, um eine für OAM Anwendung reservierte Adresse in eine Forwarding Database einzufügen. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann das Testpacket zusätzliche oder weniger Felder umfassen, als das in [Fig. 2A](#) gezeigt wird.

[0022] Das in [Fig. 2A](#) gezeigte Testpacketformat kann verwendet werden, um ein Datenpacket zu verkapseln, das zwischen Zielorten, die über ein Netzwerk oder über einen Dienst (z.B. VPN, VPLS, TLS usw.) verbunden sind, ausgetauscht wird. Die zwingenden Felder **202** repräsentieren einen Abschnitt des Testpackets (das auch als eine Anforderung bekannt sein kann), der verwendet wird, um Daten aufzunehmen, die von einem bestimmten Protokoll oder Satz von Protokollen, die mit dem testenden Dienst verknüpft sind, vorgegeben sind oder anderweitig verwendet werden. Die zwingenden Felder **202** können Daten enthalten wie im Falle eines Packets, das über die Übertragungsebene gesendet wird, Tunnelverkapselungsdaten, ein oder mehrere virtuelle Cir-

cuilabels, wie ein Label, das mit dem zu testenden Dienst verknüpft ist und/oder ein Label, das das Paket als OAM Packet identifiziert, Kundenrahmen-Verkapselungsdaten, ein IP Header, ein UDP Quellen- und Zielport, einen gemeinsamen Meldungsheader und/oder beispielsweise ein oder mehrere TLVs, abhängig vom verwendeten Protokoll (den verwendeten Protokollen) und davon, ob das Testpaket über die Übertragungsebene (Datenebene) oder über die Steuerungsebene gesendet wird. Bei einigen Ausführungsbeispielen können die Daten, die in den zwingenden Feldern **202** enthalten sind, verwendet werden, um eine für OAM Anwendung in einer Forwarding Database reservierte Adresse mit einem bestimmten Dienst zu verknüpfen, beispielsweise durch Anwendung der gleichen (oder ähnlichen) Techniken und Verarbeitung wie beim MAC Lernen in Bezug auf Nicht-Test (d.h. aktuelle Kunden-) Pakets, die über den Dienst übertragen werden.

[0023] Im Beispiel von [Fig. 2A](#) wurde ein "Address Add" TLV **203** zu den zwingenden Feldern **202** hinzugefügt. Das Typenfeld **204** zeigt den Typ oder Zweck des Testpackets an. Das Typenfeld **204**, kombiniert mit dem Längelfeld **206** und den Wertfeldern **208**, **210** und **212** umfasst einen TLV, der benutzt werden kann, um eine bestimmte Funktion, die in Bezug auf das Testpaket und/oder die Daten, die den TLV bilden, durchgeführt werden soll. Das wird detaillierter weiter unten beschrieben. Bei diesem Beispiel wird der TLV **203** verwendet, um eine für OAM Anwendung reservierte Adresse in eine Forwarding Database einzufügen. Andere TLVs können für verschiedene Zwecke wie dem Identifizieren der Forwarding Äquivalenzklasse (FEC (= Forwarding Equivalence Class)), den zu testenden Dienst (z.B. VPN, VPLS, VPRN usw.) oder Anbieterspezifische OAM Funktionen definiert und angewendet werden. Diese und andere Funktionen werden weiter unten beschrieben. Das Längelfeld **206** zeigt die gesamte Bitlänge des TLV- (weiter unten beschrieben) Wertes an (d.h. bei diesem Beispiel die kombinierte Länge der Felder **208**, **210** und **212**). Das Adressenfeld **208** stellt einen Adressenwert bereit, der in einer Forwarding Database für OAM Zwecke einzufügen ist. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist eine Managementanwendung, die auf dem PE läuft, der das Packet empfängt, so konfiguriert, dass sie auf den Add Address TLV, den sie über die Typendaten im Feld **204** erkennt, antwortet, indem sie die im Feld **208** enthaltene Adresse empfängt und diese Adresse in ihre Forwarding Database hinzufügt. Bei einigen Ausführungsbeispielen verknüpft der empfangende PE die Adresse mit einem Dienst, der mit einem oder mehreren Labeln in den zwingenden Feldern **202** verbunden ist. Bei einigen Ausführungsbeispielen verknüpft der PE die Adresse mit dem Port, auf dem das Testdatenpaket von [Fig. 2A](#) empfangen wurde, wenn der empfangende PE der Eintritts PE ist, dem die Adresse "gehören" soll. Wenn der empfangende PE ein Ziel- PE

ist, der das Testdatenpaket von [Fig. 2A](#) von einem mit ihm verbundenen Eintritts- PE (d.h. von dem PE, dem die Adresse gehört) empfangen hat, verknüpft der empfangende PE bei einigen Ausführungsbeispielen die Adresse mit dem Eintritts PE, dem sie gehört. Das Ablauf- Feld **210** gibt an, wie lange die eingefügte Adresse in der Forwarding Database verbleibt, bevor sie erlischt. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann das Ablauffeld **210** als ein Restlebensdauerwert (TTL (= Time- To-Live)) angegeben werden, wie in [Fig. 2A](#) gezeigt. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann eine andere Art der Ablaufbestimmung angewendet werden. Schließlich ist ein Flag-Feld **212** eingerichtet, das anzeigt, dass die Adresse nur für Test- und Diagnosezwecke vorgesehen ist. Das Flagfeld **212** unterscheidet die für OAM Zwecke reservierte Adresse von Adressen, die z.B. von einem Kunden benutzt werden, um Kundendienste nicht zu unterbrechen, für QoS, für Datenkommunikation, für normales Datenpacketrouting usw. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel können verschiedene Flags benutzt werden, um andere OAM Funktionen anzuzeigen. Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel können Mehrfach- Flags benutzt oder gestapelt werden, um die Leistung mehrerer OAM Funktionen zu steuern. Solche zusätzlichen Flags und/oder zusätzliche Felder können verwendet werden, um zu erzwingen, dass eine bestehende Adresse neu gelernt wird als eine für OAM Anwendung reservierte Adresse bei Benutzung des Forwarding Pfades des Packets, das den Add Address TLV enthält; zu ermöglichen, dass die Adresse neu gelernt wird mit Kundenpackets (z.B. wenn der Kunde mit einer Adresse beginnen musste, die ursprünglich als OAM Adresse eingefügt wurde); und zu ermöglichen, dass Kundenpackets übertragen werden, selbst wenn sie eine für OAM eingerichtete Adresse benutzen.

[0024] Beim Empfang an einem Austrittsrouter (z.B. beim Austritts PE vom Diensteanbietwork **101**) eines Packets, das an eine Adresse gesendet wird, die in der Forwarding Database des Austritts PE als eine eingefügt wurde, die diesem PE gehört, kann der PE konfiguriert sein, dass er auf eine beliebige Zahl von potentiell nützlichen Wegen antwortet. Beispielsweise kann eine Managementanwendung auf dem PE so konfiguriert sein, dass sie die Adresse als eine für OAM Anwendung reservierte erkennt, und dass auf dieser Basis das Packet abhört (anstatt es tatsächlich beispielsweise zu einem Kundennetwork zu übertragen, das an dem zu testenden Service beteiligt ist). Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Managementanwendung so konfiguriert sein, Daten zu erfassen darüber, wie das Packet behandelt worden wäre, wenn es übertragen worden wäre, z.B. durch Aufzeichnen und/oder Berichten des Ports, auf den es gesendet worden wäre und/oder durch Identifizieren eines Dienstverteilpfades und/oder eines Dienstzugriffspunkts (z.B. ein physikalischer oder lo-

gischer Port), mit dem der Austritts PE die Adresse verknüpft hatte. Testpackets können nach einer Vielfalt von Gründen ausgewertet werden, abhängig von den TLVs, die im Testpacket enthalten sind.

[0025] Das Testpacket von [Fig. 2A](#) gibt ein Basisformat für Testpacketheader für verschiedene OAM Funktionen an, gesteuert von verschiedenen Typen von TLVs. Ein TLV Typ ist der Ziel-FEC- Stapel TLV. Der Ziel-FEC- Stapel TLV kann benutzt werden, um einen bestimmten FEC, der zu testen ist, zu identifizieren. Ein VPN TLV kann verwendet werden, um einen zu testenden Dienst (z.B. VPN) zu identifizieren. Anbieter TLVs können zum Verkapseln von anbieter-spezifischen TLVs verwendet werden, die auf Basis von bestimmten Implementierungen für Tests oder OAM Funktionen identifiziert werden. Die Anbieterimplementierungen können Hardware, Software oder eine Kombination der beiden sein. Gültigkeitsprüfungs- TLVs können eine Prüfsumme oder ein anderes Fehlertest/Berechtigungstest- Datenfeld aufweisen, um sicherzustellen, um die Gültigkeit einer Test-Anforderung und Antwort sicherzustellen. Wenn ein Gültigkeitsprüfungs- TLV in einer Anforderung gesendet wird und von dem antwortenden PE bearbeitet wird, sollte auch ein Gültigkeitsprüfungs- TLV im Antwortpacket enthalten sein, das an den veranlassenden PE zurückgeschickt wird. Prüfsummenformate können zur Überprüfung der Version, des Prüfsummentyps oder einer anderen Fehlererkennungsfunktion benutzt werden. Ein Antworttunnel TLV kann verwendet werden, um den zu benutzenden Antworttunnel zu spezifizieren. Weil unidirektionale Tunnels vorhanden sind für das Senden von Verkehr zwischen zwei Endpunkten (z.B. PEs **102** –**106**) stellt ein Paar von gegenläufigen unidirektionalen Tunnels Vollduplex Datenkommunikation bereit. Der Antworttunnel TLV beschreibt die Antworttunnelspezifikation. Ein QoS TLV kann in einer Testpacket/Anforderung benutzt werden, um die Forwarding- Klasse anzuzeigen, die die Testpacket/Anforderung für das Forwarding zum Austritts PE benutzt hat. Der QoS TLV zeigt auch die Forwarding- Klasse an, die die antwortende Station beim Senden der Antwort anstreben sollte. Verschiedene andere TLVs können verwendet werden, diese sind in der vorläufigen US Patentanmeldung Nr. 60/466,322 mit dem Titel "Injecting Addressses into a Virtual Private Network Forwarding Database to Enable Operational, Administration and Management Functions" eingereicht am 28. April 2003.

[0026] [Fig. 2B](#) zeigt einen Prozess zum Einfügen einer für OAM Anwendung reservierten Adresse in eine Forwarding Database. Beim Schritt **220** wird eine Anzeige empfangen, dass eine für OAM Anwendung reservierte Quellenadresse in eine Forwarding Database eingefügt werden soll als eine Quellenadresse, die mit dem Knoten verknüpft ist, der die Anzeige empfängt. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Anzeige ein Add Address TLV, wie oben beschrie-

ben, enthalten in einem OAM Packet, das an den PE gesendet wird, dem die Adresse gehören soll. Der PE kann die OAM Adresse mit einem Dienst verknüpfen, wie von Daten angezeigt, die in dem OAM Packet enthalten sind. Beim Schritt **222** fügt der PE, der beim Schritt **220** die Anzeige empfangen hat, die OAM Adresse in seine Forwarding Database ein als eine, die diesem Knoten "gehört" (d.h. es ist eine Adresse, die entweder lokal zu dem Knoten gehört oder von diesem Knoten bedient wird, z.B. eine, die an einen Dienstzugangspunkt an diesem Knoten gebunden ist). Beim Schritt **224** informiert der Knoten, der beim Schritt **220** die Anzeige empfangen hat, einen oder mehrere andere Knoten, die mit einem Dienst verknüpft sind, mit dem die OAM Adresse verknüpft wurde, dass die OAM Adresse dem Knoten gehört. Bei einigen Ausführungsbeispielen wird der Schritt **224** nur dann durchgeführt, wenn die beim Schritt **220** empfangene Anzeige eine weitere Anzeige enthält, dass die anderen Knoten informiert werden sollen. Bei einigen Ausführungsbeispielen können solche Anzeigen erzeugt werden entweder über die Steuerebene oder über die Datenebene, abhängig von der Verfügbarkeit von entweder Pfad und/oder Daten, die in der beim Schritt **220** empfangenen Anzeige enthalten sind.

[0027] [Fig. 2C](#) stellt einen Prozess dar, der bei einem Ausführungsbeispiel von Knoten in einem Anbieternetzwerk benutzt wird, um eine OAM Adresse zu lernen, die einem anderen Knoten gehört. Beim Schritt **240** wird eine Anzeige empfangen, dass eine Quellenadresse beim empfangenden Knoten in eine lokale Forwarding Database eingefügt werden soll als eine für OAM Anwendung reservierte Adresse, die dem Knoten gehört, der die Anzeige ausgelöst hat. Die beim Schritt **240** empfangene Anzeige kann z.B. die Anzeige sein, die beim Schritt **224** des in [Fig. 2B](#) gezeigten Prozesses gezeigt wird. Beim Schritt **242** wird die OAM Adresse so in eine lokale Forwarding Database eingefügt, dass sie mit dem Knoten verknüpft wird, der die im Schritt **240** empfangene Anzeige ausgelöst hat. Die OAM Adresse kann auch mit einem bestimmten Dienst, mit dem die Adresse in Verbindung steht, verknüpft werden, z.B. dadurch, dass sie in der Forwarding Database als mit diesem Dienst verknüpft gespeichert wird.

[0028] Zur Durchführung anderer OAM Funktionen in Bezug auf die für OAM Anwendung eingefügte Adresse können weitere OAM Packets gesendet werden. Beispielsweise können OAM Packets gesendet werden, um einen oder mehrere Knoten anzuweisen, z.B. alle Knoten, die mit einem bestimmten Dienst verknüpft sind, eine OAM Adresse aus ihrer Forwarding Database zu löschen.

[0029] Nachdem sie eingefügt wurden, können für OAM Anwendung reservierte Adressen benutzt werden, um OAM Funktionen auszuführen, wie das Tes-

ten der Kontinuität und/oder der Vernetzung der VPLS oder ähnlicher Dienste, ohne mit Kundenvorgängen zu kollidieren.

[0030] **Fig. 3** zeigt einen Prozess für die Diagnose eines Netzwerkdienstes bei Verwendung einer Adresse, die für OAM Anwendungen in eine Forwarding Database eingefügt wurde. Es wird ein Testpaket erzeugt, wobei Header, Label und andere beschreibende Information je nach Bedarf eingesetzt werden entsprechend dem Kommunikationsprotokoll, das für den zu testenden Dienst (**302**) benutzt wird. Das Testpaket kann nach der Zusammenstellung Information enthalten wie ein oder mehrere TLVs für eine bestimmte OAM Funktion wie einen Test oder für Diagnosezwecke. Nach der Erstellung wird das Testpaket an die zuvor eingefügte Quellenadresse gesendet, so als ob es ein von einem Kunden CE empfangenes Kundenpaket sei, und es wird dann entlang eines Pfades übertragen entsprechend dem getesteten Dienst (**304**). Der Dienst (wie beispielsweise von einem Label angezeigt, das mit dem Packet verknüpft ist) kann einen bestimmten QoS oder Pfad festlegen, den ein bestimmter Kundenverkehr nehmen soll. Das Testpaket wird über den Dienst übertragen, wobei es die Merkmale eines normalen Datenverkehrs nachahmt, um Dienstmerkmale wie Kontinuität und Vernetzung zu ermitteln. Das Testpaket wird entlang eines Pfades im Anbieternetzwerk **101** zwischen Core-Routern und Switches weitergegeben, bis es einen Austritts- PE erreicht, der mit der zuvor eingefügten OAM Adresse verknüpft ist.

[0031] Beim Schritt **306** wird das Testpaket empfangen und beim Austritts- PE, der mit der zuvor eingefügten OAM Adresse verknüpft ist, empfangen und verarbeitet. Der Austritts- PE kann so konfiguriert sein, dass Meldungen, die an eine OAM Adresse gesendet werden, abgefangen und an eine Managementanwendung oder Einrichtung zur weiteren Bearbeitung übergeben werden, beispielsweise anstatt zu versuchen, die Meldung über eine Schnittstelle beim Austritts PE zuzustellen. Alternativ kann die Schnittstelle selbst so konfiguriert sein, dass sie erkennt, dass eine Zieladresse eine zuvor gelernte OAM Adresse ist. Die Schnittstelle kann weiterhin so konfiguriert sein, dass sie an eine Managementanwendung oder Einrichtung berichtet, z.B. wie das Packet bearbeitet worden wäre (z.B. den Dienst, mit dem es verknüpft worden wäre und den Port, über den es gesendet worden wäre), wenn es ein Kundenpaket gewesen wäre. Beim Schritt **308** wird die beim Senden des Testpackets erzeugte Information begutachtet, um die Testergebnisse zu ermitteln. Die Ergebnisse können mannigfaltig sein und eine Anzahl von Objekten umfassen, wie die Bestimmung der Kontinuität der Datenkommunikation, Vernetzung, Bandbreite oder andere Merkmale des bestimmten getesteten Dienstes für den Kunden.

[0032] In einigen Situationen können die Daten auf zwei verschiedenen Ebenen gesendet werden, einer Forwardingebene und einer Steuerebene. Die Steuerebene kann benutzt werden, um Information, im Allgemeinen entsprechend dem IP Protokoll, zur Einrichtung und/oder zur Ausführung von OAM Funktionen zu senden. Die Datenebene ist der Forwarding Pfad, der benutzt wird, um Kundenpackets, die mit dem Dienst verknüpft sind, zu senden. Bei einigen Ausführungsbeispielen können die Testpackets entweder auf der Forwardingebene oder der Steuerebene gesendet werden, abhängig von Faktoren, wie die Art des Tests (z.B. den Typ des TLV, der im Testpaket untergebracht wird), und ob die Datenebene für die Übertragung des Packets zur Verfügung steht.

[0033] Während in bestimmten der oben im Detail beschriebenen Ausführungsbeispiele die eingefügte Adresse für OAM Anwendung als eine MAC Adresse beschrieben wird, können andere Typen von Adresseninformation in eine Forwarding Database eingefügt werden, wobei die hier offenbarte Technik eingesetzt wird. Beispielsweise kann die eingefügte OAM Adresse im Falle eines VPRN Dienstes, wie in RFC 2547, einem virtuellen privaten Netzwerkdienst für das Transportieren von IP Datenverkehr, beschrieben, eine IP Adresse enthalten, die in einen Bereich interner IP Adressen fällt, einem Adressbereich, der mit einem bestimmten VPRN Dienst verknüpft ist. Andere Adresstypen können gleichermaßen eingefügt werden, um das Testen anderer VPN Dienste zu erleichtern. Ebenso kann die hier beschriebene Technik in Verbindung mit jedem geeigneten Netzwerkdienst benutzt werden, obwohl bei einigen der im Detail beispielhaft beschriebenen Ausführungsbeispiele der Dienst, auf den sich die durchzuführende OAM Funktion bezieht, ein VPLS ist.

[0034] Obwohl die vorstehenden Ausführungsbeispiele aus Gründen des klaren Verständnisses recht detailliert beschrieben wurde, ist die Erfindung nicht auf die angeführten Details beschränkt. Es gibt viele alternative Wege zur Ausführung der Erfindung. Die offenbarten Ausführungsbeispiele sind erläuternd und nicht beschränkend.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einsetzen einer Adresse (**308**) in eine Forwarding Database, die mit einem Netzwerkdienst verknüpft ist für Testzwecke, **dadurch gekennzeichnet**, dass es umfasst:

- Empfangen (**240**) eines Packets entsprechend einem Protokoll, wobei das Packet die Adresse (**308**) enthält und eine Anzeige, dass die Adresse (**308**) für Testzwecke in die Forwarding Database eingesetzt werden soll;
- Verknüpfen der Adresse (**308**) mit dem Netzwerkdienst auf Basis der Information, die in dem Packet entsprechend dem Protokoll enthalten ist; und

– Einfügen **(242)** der Adresse **(308)** in die mit einem Netzwerkdienst verknüpfte Forwarding Database.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Markieren der Adresse **(308)** als für Testzwecke reserviert.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Packet am ersten Knoten empfangen wird, der mit dem Service verknüpft ist und weiterhin umfassend das Empfangen einer Anzeige, dass die Adresse **(308)** mit dem ersten Knoten zu verknüpfen ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Empfangen **(220)** einer Anzeige am ersten Knoten, dass ein oder mehrere andere Knoten, die mit dem Netzwerkdienst verknüpft sind, Information betreffend die Adresse **(308)** gesendet bekommen sollten.

5. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend die Benachrichtigung **(224)** eines oder mehrerer anderer Knoten, die mit dem Netzwerkdienst verknüpft sind, dass die Adresse **(308)** mit dem ersten Knoten verknüpft ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend die Benachrichtigung **(224)** eines oder mehrerer anderer Knoten, die mit dem Netzwerkdienst verknüpft sind, dass die Adresse **(308)** verknüpft ist mit einem Forwardingpfad, der mit dem ersten Knoten verknüpft ist.

7. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Senden eines zweiten Packets entsprechend dem Protokoll, das ein oder mehrere andere Knoten, die mit dem Netzwerkdienst verknüpft sind, benachrichtigt **(224)**, dass die Adresse **(308)** mit dem ersten Knoten verknüpft ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Empfangen einer Anzeige, dass die Adresse **(308)** von der Forwarding Database entfernt werden soll.

9. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Empfangen einer Anzeige, dass die Adresse **(308)** nur vom Absender des Packets entfernt werden darf.

10. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Empfangen einer Anzeige, dass ein Kundenpacket, das die Adresse verwendet, normal entsprechend dem Protokoll zu verarbeiten ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Empfangen einer Anzeige, dass die Adresse **(308)** bei der Forwarding Database hinzugefügt werden soll als eine Adresse, die für Testzwecke reserviert ist, selbst dann, wenn die Adresse bei der

Forwarding Database früher hinzugefügt wurde als eine Adresse, die für Kundenanwendung zur Verfügung steht.

12. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Empfangen eines zweiten Packets entsprechend dem Protokoll, adressiert an die für Testzwecke reservierte Adresse **(308)**.

13. Verfahren nach Anspruch 12, weiterhin umfassend das Verknüpfen des zweiten Packets mit der Adresse **(308)** und Auslösen des Bearbeitens des zweiten Packets entsprechend dem Netzwerkdienst.

14. Verfahren nach Anspruch 12, weiterhin umfassend das Bereitstellen einer Anzeige betreffend die Bearbeitung des zweiten Packets.

15. Verfahren nach Anspruch 12, weiterhin umfassend das Bereitstellen einer Anzeige einer externen Schnittstelle, mit der das zweite Packet verknüpft ist, auf Basis der für Testzwecke reservierten Adresse.

16. Verfahren nach Anspruch 12, weiterhin umfassend das Senden des zweiten Packets an die Schnittstelle zur Bearbeitung.

17. Verfahren nach Anspruch 12, weiterhin umfassend das Feststellen, ob das zweite Packet für die Diagnose eines Netzwerkaspekts konfiguriert ist durch Lesen eines Flags **(212)** im zweiten Packet.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei das Flag **(212)** unter Verwendung des Protokolls interpretiert wird.

19. Verfahren nach Anspruch 12, weiterhin umfassend das Überwachen des zweiten Packets, während das Kundennetzwerk **(118–126)** und Providernetzwerk **(102–106)** aktiv sind.

20. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das zweite Packet empfangen wird gemäß einem Test wenigstens eines Teils des Netzwerkdienstes auf Kontinuität.

21. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das zweite Packet empfangen wird gemäß einem Test der Vernetzung wenigstens eines Teils des Netzwerkdienstes.

22. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Packet entsprechend einem Protokoll ein normales Packet nachahmt.

23. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Packet ein Flag enthält, das das Entfernen einer Adresse **(308)** anzeigt.

24. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Paket ein Flag enthält, das das Einsetzen einer Adresse (308) anzeigt.

25. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Empfangen einer Anfrage bezüglich der für Testzwecke reservierten Adresse (308).

26. Verfahren nach Anspruch 25, weiterhin umfassend das Bereitstellen von Information, die mit der Adresse (308) verknüpft ist, als Reaktion auf die Anfrage.

27. Verfahren nach Anspruch 25, weiterhin umfassend das Bereitstellen einer Anzeige eines Netzwerkknötens, mit dem die Adresse (308) verknüpft ist, als Reaktion auf die Anfrage.

28. Verfahren nach Anspruch 25, weiterhin umfassend das Bereitstellen einer Anzeige eines Netzwerkpfades, mit dem die Adresse (308) verknüpft ist, als Reaktion auf die Anfrage.

29. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die für Testzwecke reservierte Adresse eine physikalische Adresse ist.

30. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die für Testzwecke reservierte Adresse eine MAC Adresse ist.

31. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Anzeige, dass die Adresse (308) in die Forwarding Database für Testzwecke einzusetzen ist, Daten umfasst, die in einem Feld enthalten sind, das zu dem Packet entsprechend dem Protokoll hinzugefügt wird.

32. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Anzeige, dass die Adresse (308) in die Forwarding Database für Testzwecke einzusetzen ist, Daten umfasst, die in einem Feld des Packets enthalten ist, das entsprechend dem Protokoll geändert worden ist.

33. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Anzeige, dass die Adresse (308) in die Forwarding Database für Testzwecke einzusetzen ist, die Feststellung umfasst, dass ein Datenfeld, das normalerweise im Packet enthalten ist, das entsprechend dem Protokoll gesendet wird, entfernt wurde.

34. System zum Einsetzen einer Adresse (308) in eine Forwarding Database, die mit einem Netzwerkdienst verknüpft ist für Testzwecke, dadurch gekennzeichnet, dass es umfasst:

- einen Prozessor, der konfiguriert ist zum Empfangen eines Packets entsprechend einem Protokoll, wobei das Packet die Adresse (308) enthält und eine Anzeige, dass die Adresse (308) für Testzwecke in die Forwarding Database eingesetzt werden soll;
- Verknüpfen der Adresse (308) mit dem Netzwerk-

dienst auf Basis der Information, die in dem Packet entsprechend dem Protokoll enthalten ist; und

- Einfügen der Adresse (308) in die mit einem Netzwerkdienst verknüpfte Forwarding Database, und
- einen Speicher, der konfiguriert ist zum Speichern der mit dem Packet verknüpften Information.

35. Computerprogramm- Produkt zum Einsetzen einer Adresse (308), die für Testzwecke reserviert ist, in eine Forwarding Database, die mit einem Netzwerkdienst verknüpft ist, wobei das Computerprogramm- Produkt in einem computerlesbaren Medium enthalten ist und dadurch gekennzeichnet ist, dass es Instruktionen umfasst für:

- das Empfangen eines Packets entsprechend einem Protokoll, wobei das Packet die Adresse (308) enthält und eine Anzeige, dass die Adresse (308) für Testzwecke in die Forwarding Database eingesetzt werden soll;
- das Verknüpfen der Adresse (308) mit dem Netzwerkdienst auf Basis der Information, die in dem Packet entsprechend dem Protokoll enthalten ist; und
- Einfügen der Adresse (308) in die mit einem Netzwerkdienst verknüpfte Forwarding Database.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

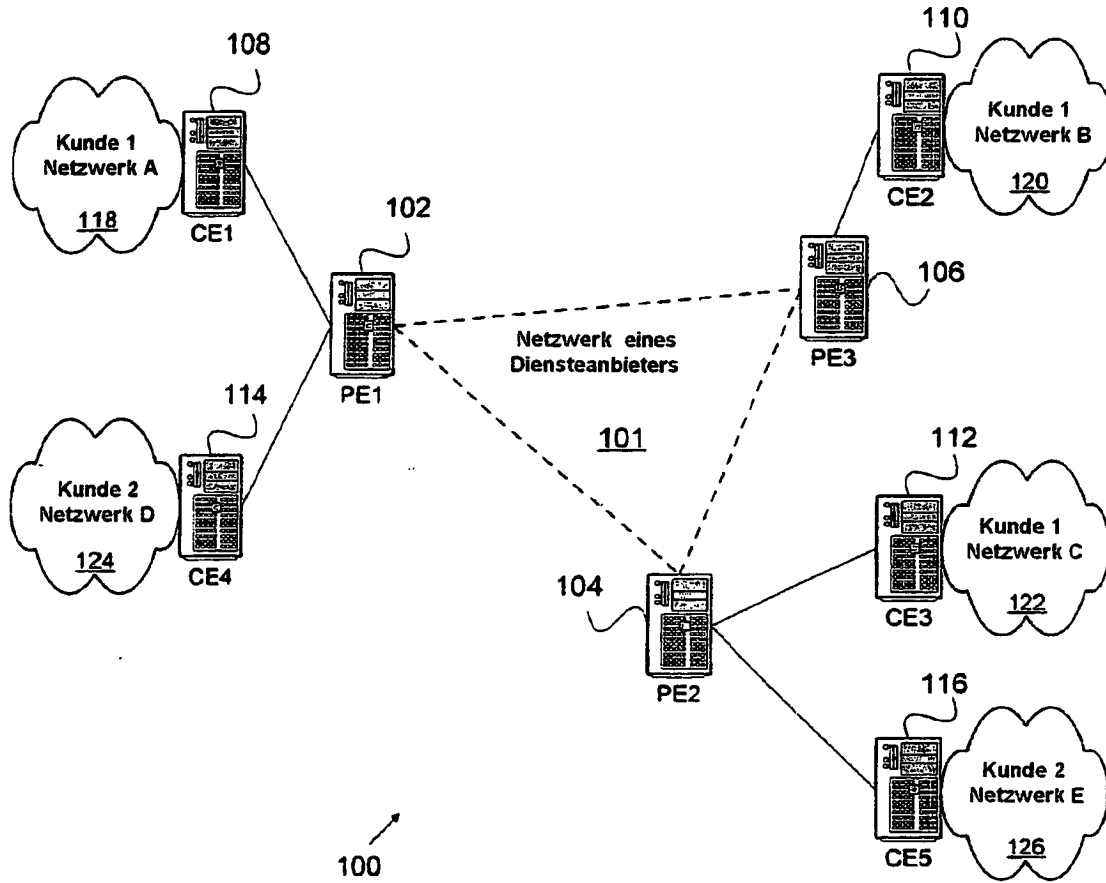


FIG. 1

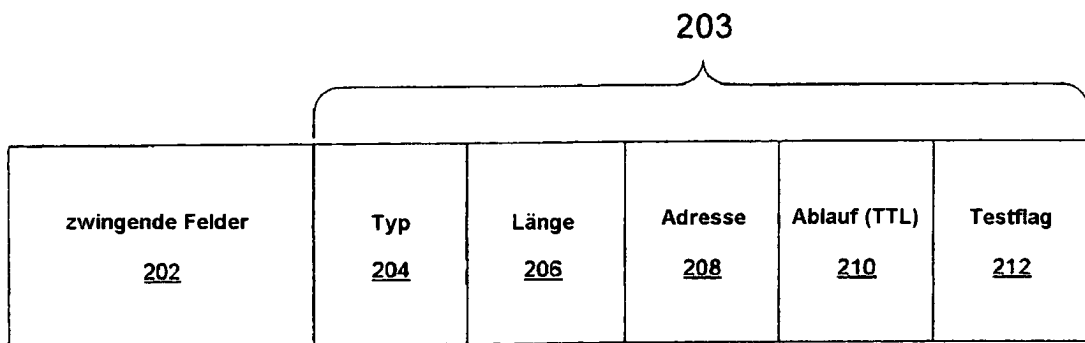


FIG. 2A

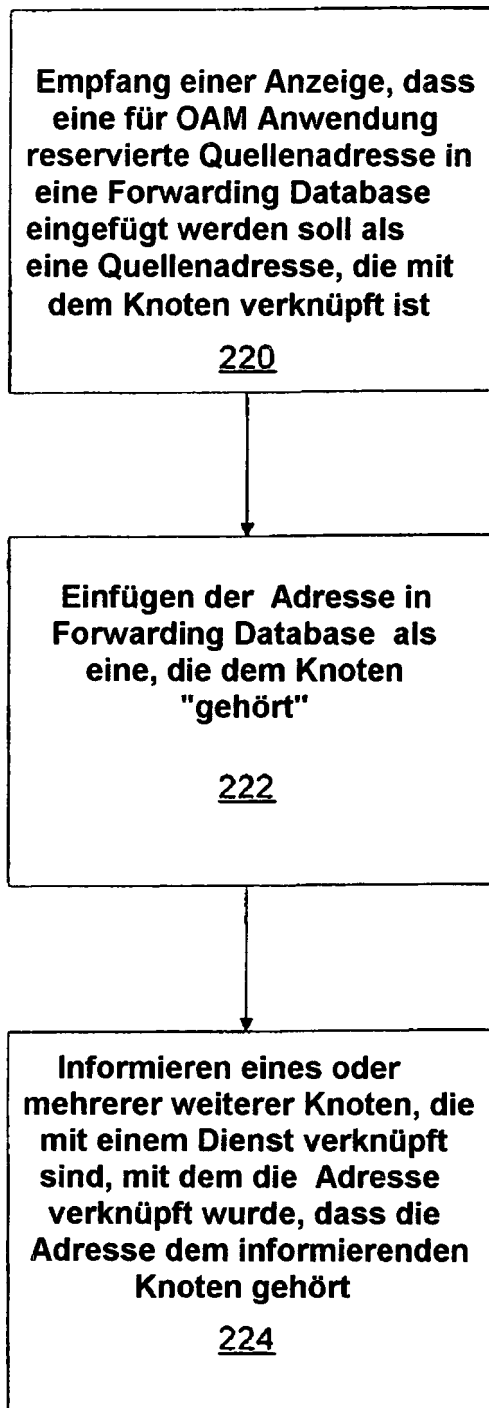


FIG. 2B

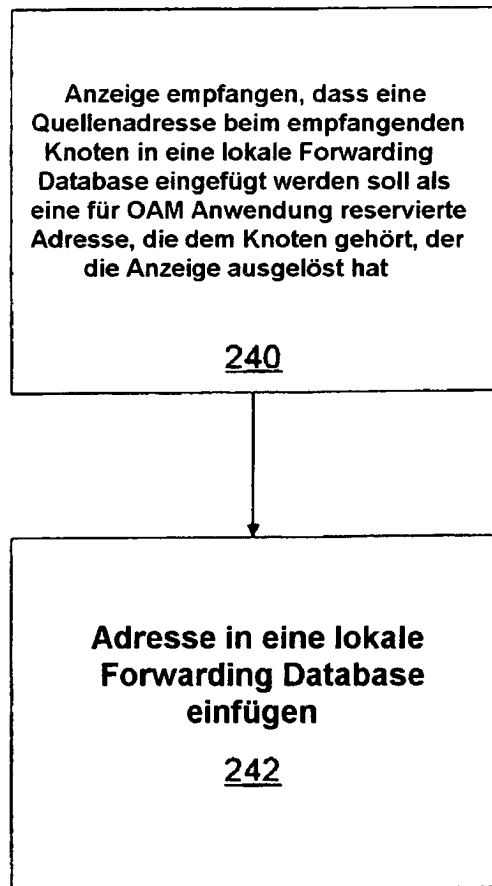


FIG. 2C

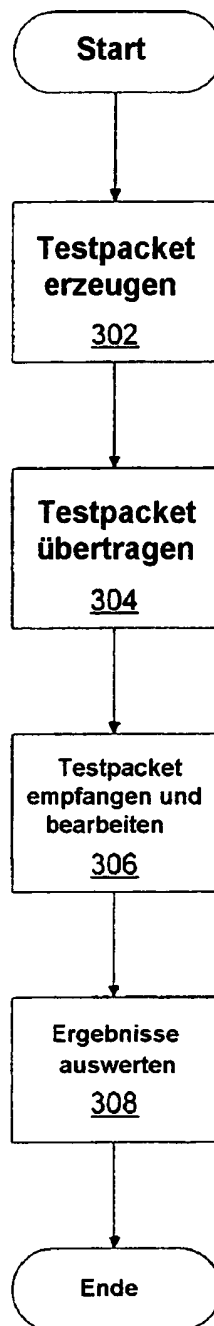


FIG. 3