

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4755280号  
(P4755280)

(45) 発行日 平成23年8月24日(2011.8.24)

(24) 登録日 平成23年6月3日(2011.6.3)

(51) Int.Cl.

F 1

H04L 12/24

(2006.01)

H04L 12/24

H04L 12/26

(2006.01)

H04L 12/26

H04L 12/56

(2006.01)

H04L 12/56 400Z

請求項の数 7 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2009-508730 (P2009-508730)  
 (86) (22) 出願日 平成19年3月15日 (2007.3.15)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2007/055198  
 (87) 国際公開番号 WO2008/126179  
 (87) 国際公開日 平成20年10月23日 (2008.10.23)  
 審査請求日 平成21年9月2日 (2009.9.2)

(73) 特許権者 000005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
 1号  
 (74) 代理人 100090516  
 弁理士 松倉 秀実  
 (74) 代理人 100113608  
 弁理士 平川 明  
 (74) 代理人 100105407  
 弁理士 高田 大輔  
 (74) 代理人 100089244  
 弁理士 遠山 勉  
 (72) 発明者 西 哲也  
 日本国神奈川県川崎市中原区上小田中4丁  
 目1番1号 富士通株式会社内  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ネットワーク検証システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

試験パケットを送受信する試験装置を制御し、中継装置によりパケット中継されるネットワークの検証を行うネットワーク検証システムであって、

前記試験パケットに設定される未使用ネットワークアドレスを含む、ネットワーク検証を行うための検証条件を取得する条件取得手段と、

前記試験装置が配置されるネットワークへパケット中継する中継装置のアドレス解決テーブルに、前記条件取得手段により取得された検証条件に含まれる未使用ネットワークアドレスと前記試験装置の物理アドレスとを対応付けたエントリを登録する登録手段と、

前記登録手段によりエントリが登録された後に、前記条件取得手段により取得された検証条件に基づいて複数のコネクションを形成する複数の試験パケットが送受信されるよう前記試験装置を制御する制御手段と、

を備えるネットワーク検証管理装置。

## 【請求項 2】

前記登録手段により登録されたエントリが、前記試験装置が配置されるネットワークへパケット中継する中継装置のアドレス解決テーブル自動更新機能により消去されないように該中継装置の設定を変更する変更手段、

を更に備える請求項 1 に記載のネットワーク検証管理装置。

## 【請求項 3】

試験パケットを送受信する試験装置及び試験管理装置を有し、中継装置によりパケット

10

20

中継されるネットワークの検証を行うネットワーク検証システムであって、

前記試験管理装置は、

試験対象の未使用ネットワークアドレスを含む、ネットワーク検証を行うための検証条件を取得する条件取得手段と、

前記試験装置が配置されるネットワークへパケット中継する中継装置のアドレス解決テーブルに、前記条件取得手段により取得された検証条件に含まれる未使用ネットワークアドレスと前記試験装置の物理アドレスとを対応付けたエントリを登録する登録手段と、

前記登録手段によりエントリが登録された後に、前記試験パケットが送受信されるよう前記試験装置に指示する指示手段と、を備え、

前記試験装置は、

10

前記指示手段により指示された場合に、前記検証条件に基づいて複数のコネクションを形成する複数の試験パケットを送信する試験パケット送信手段と、

前記複数の試験パケットを受信する試験パケット受信手段と、

前記試験パケット受信手段により受信された複数の試験パケットの各コネクションについての通信品質をそれぞれ計測する計測手段と、

を備えるネットワーク検証システム。

#### 【請求項 4】

前記試験管理装置は、前記登録手段により登録されたエントリが、前記試験装置が配置されるネットワークへパケット中継する中継装置のアドレス解決テーブル自動更新機能により消去されないように該中継装置の設定を変更する変更手段、

20

を更に備える請求項 3 に記載のネットワーク検証システム。

#### 【請求項 5】

前記試験管理装置の条件取得手段は、プロトコル種別を更に含む検証条件を取得し、前記試験管理装置の登録手段は、前記検証条件に含まれるプロトコル種別に応じて前記アドレス解決テーブルを更新すべき中継装置を決定し、

前記試験装置は、

前記試験パケット受信手段により受信された試験パケットに設定されるプロトコル種別が所定のプロトコルである場合には、該受信パケットに対する応答試験パケットを該受信パケットの発信元ネットワークアドレスに向けて送信する折返し手段、

を更に備える請求項 3 又は 4 に記載のネットワーク検証システム。

30

#### 【請求項 6】

中継装置によりパケット中継されるネットワークの検証を行うネットワーク検証装置であって、

試験対象の未使用ネットワークアドレスを含む、ネットワーク検証を行うための検証条件を取得する条件取得手段と、

前記中継装置のアドレス解決テーブルに、前記条件取得手段により取得された検証条件に含まれる未使用ネットワークアドレスと自装置の物理アドレスとを対応付けたエントリを登録する登録手段と、

前記登録手段によりエントリが登録された後に、前記検証条件に基づいて複数のコネクションを形成する複数の試験パケットを送信する試験パケット送信手段と、

40

前記複数の試験パケットを受信する試験パケット受信手段と、

前記試験パケット受信手段により受信された複数の試験パケットの各コネクションについての通信品質をそれぞれ計測する計測手段と、

を備えるネットワーク検証装置。

#### 【請求項 7】

中継装置によりパケット中継されるネットワークの検証を行うネットワーク検証装置において実行されるネットワーク検証方法であって、

試験対象の未使用ネットワークアドレスを含む、ネットワーク検証を行うための検証条件を取得する条件取得ステップと、

前記中継装置のアドレス解決テーブルに、前記条件取得ステップにより取得された検証

50

条件に含まれる未使用ネットワークアドレスと自装置の物理アドレスとを対応付けたエントリを登録する登録ステップと、

前記登録ステップによりエントリが登録された後に、前記検証条件に基づいて複数のコネクションを形成する複数の試験パケットを送信する試験パケット送信ステップと、

前記複数の試験パケットを受信する試験パケット受信ステップと、

前記試験パケット受信ステップにより受信された複数の試験パケットの各コネクションについての通信品質をそれぞれ計測する計測ステップと、

を備えるネットワーク検証方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、ネットワークの事前検証を行うネットワーク検証システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、VoIP (Voice over Internet Protocol) サービスのようにIP (Internet Protocol) ネットワークで提供される通信サービスが多様化している。IP ネットワークにおいて新たにVoIPサービスを追加する場合、多地点間での疎通及び品質の確認、通話可能な接続数等を見積もるための高負荷試験が事前に行われる。この高負荷試験のように、ネットワーク内での障害箇所の特定や品質劣化が生じ始める接続数の調査等、ネットワークの品質を検証することが重要となっている。

20

【0003】

そこで、図16及び図17に示すような測定器を用いて多地点間でのネットワークの品質試験が行われる。図16及び17は、従来のネットワーク品質試験の例を示す図である。

【0004】

図16に示される試験では、1つの発信元IPアドレス及び1つの宛先IPアドレスのペア（以降、コネクションとも表記する）を指定して試験用パケットを送受信することができる測定器501が用いられる。この試験方法では、複数のコネクションの同時品質試験を行うために、各コネクションに対して個別に測定器501がそれぞれ配備される。

30

【0005】

図17に示される試験では、1台で複数のコネクションのパケットを送信し得る測定器503が用いられる。この試験方法では、複数のコネクションに対応する発信元IPアドレス及び宛先IPアドレスが測定器に設定されこれらコネクションのパケットが送信されることで、受信側のサブネットワーク内のいずれかの経路をモニタすることで同時に品質計測が行われる。

【0006】

なお、本願発明に係る先行技術文献として以下の文献が開示されている。下記特許文献1には、クライアント・サーバ間の全通信データが負荷分散装置に集中するのを防ぎ、負荷分散装置上でIPアドレス変換を不要とする技術として、負荷分散装置により負荷分散される各サーバ装置のアドレス解決手法が開示されている。

40

【特許文献1】特開2006-277569号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述の従来のネットワーク品質試験方法のうち図16に示される手法では、試験対象のコネクション数分の測定器を準備する必要があるため、試験用システム構成が大掛かりなものになりコストが高くなってしまう。

【0008】

また、図17に示される手法では、現在稼働中のサーバ等に過度の負荷を与えてしまい、そのサーバ等にアクセスするユーザに影響を及ぼす場合がある。これは、試験対象であ

50

り現在未使用のIPアドレス（通信サービスを追加した場合に接続予定の端末装置に設定されるIPアドレス）が数多く存在する場合、ゲートウェイルータがMAC（Media Access Control）アドレスの解決のためにそれら未使用IPアドレスに対するARP（Address Resolution Protocol）リクエストを送信し、それらARPリクエストが稼働中のサーバ等に転送されてしまうからである。

【0009】

本発明の目的は、簡易な構成でかつ稼働中の通信サービスに影響を及ぼさないでネットワークの事前検証を行うネットワーク検証システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、上述した課題を解決するために以下の構成を採用する。即ち、本発明の第一態様は、試験パケットを送受信する試験装置及び試験管理装置を有し、中継装置によりパケット中継されるネットワークの検証を行うネットワーク検証システムであって、試験管理装置が、試験対象の未使用ネットワークアドレスを含む、ネットワーク検証を行うための検証条件を取得する条件取得手段と、上記試験装置が配置されるネットワークへパケット中継する中継装置のアドレス解決テーブルに、上記条件取得手段により取得された検証条件に含まれる未使用ネットワークアドレスと上記試験装置の物理アドレスとを対応付けたエントリを登録する登録手段と、この登録手段によりエントリが登録された後に、上記試験パケットが送受信されるように上記試験装置に指示する指示手段と、を備え、上記試験装置が、上記指示手段により指示された場合に、上記検証条件に基づいて複数のコネクションを形成する複数の試験パケットを送信する試験パケット送信手段と、これら複数の試験パケットを受信する試験パケット受信手段と、この試験パケット受信手段により受信された複数の試験パケットの各コネクションについての通信品質をそれぞれ計測する計測手段と、を備えるというものである。

【0011】

ここで、中継装置とは例えばルータである。アドレス解決テーブルとは例えばARPテーブルである。物理アドレスとは例えばMACアドレスであり、ネットワークアドレスとは例えばIPアドレスである。また、未使用ネットワークアドレスとは、当該ネットワーク内の既存の装置で未だ使用されていないネットワークアドレスを意味する。

【0012】

本発明の第一態様によれば、試験パケットが送受信される前に、試験対象の未使用ネットワークアドレスと試験装置の物理アドレスとが対応付けられたエントリが中継装置のアドレス解決テーブルに登録される。これにより、未だ設定されていないネットワークアドレスの設定された試験パケットであっても、当該アドレス解決テーブルに基づいて中継装置で中継され、試験装置で受信される。

【0013】

従って、ネットワーク検証のための試験パケットが送信されたとしても、それに伴うアドレス解決用のパケット等が転送されることがないため、既存のシステムに不必要的負荷をかけることなくネットワーク検証を行うことができる。

【0014】

更に、本発明の第一態様では、試験装置と試験管理装置とによりネットワーク検証が行われるため、簡易な構成でのネットワーク検証が可能である。

【0015】

また、本発明の第一態様では、好ましくは、試験管理装置が、上記登録手段により登録されたエントリが、試験装置が配置されるネットワークへパケット中継する中継装置のアドレス解決テーブル自動更新機能により消去されないように当該中継装置の設定を変更する変更手段を更に備えるように構成する。

【0016】

ここで、アドレス解決自動更新機能とは例えばルータの有するエージング機能である。これにより、アドレス解決テーブルに登録したエントリが消されることによるアドレス解

10

20

30

40

50

決用パケットの転送を防ぐことができる。

【0017】

また、本発明の第一態様では、好ましくは、試験管理装置の条件取得手段が、プロトコル種別を更に含む検証条件を取得し、試験管理装置の登録手段は、検証条件に含まれるプロトコル種別に応じてアドレス解決テーブルを更新すべき中継装置を決定し、試験装置が、上記試験パケット受信手段により受信された試験パケットに設定されるプロトコル種別が所定のプロトコルである場合には、当該受信パケットに対する応答試験パケットを当該受信パケットの発信元ネットワークアドレスに向けて送信する折返し手段を更に備えるよう構成する。

【0018】

ここで、所定のプロトコルとは、例えば、クライアント・サーバ型のプロトコル、すなわちHTTP、FTP等である。これにより、検証条件に含まれるプロトコル種別がこれらクライアント・サーバ型プロトコルである場合には、クライアント側の試験装置が接続される中継装置のアドレス解決テーブルのみが更新されることになる。

【0019】

従って、不必要的設定を行うことなく、ネットワーク検証を実行することができる。

【0020】

また、本発明の第一態様では、好ましくは、試験管理装置の条件取得手段が、送信間隔を更に含む検証条件を取得し、試験装置の試験パケット送信手段が、検証条件に含まれる送信間隔で各コネクションの複数の試験パケットを送信し、試験装置の計測手段が、試験パケットのヘッダに設定されるシーケンス番号の抜けを検出することにより損失を計測し、ヘッダに設定されるタイムスタンプに基づいて遅延を計測し、試験パケットの受信間隔のばらつきにより揺らぎを計測するよう構成する。

【0021】

これによれば、送信間隔が予め決まっているようなプロトコル（例えば、 RTP（Real-time Transport Protocol））を試験対象とする場合には、その送信間隔において試験パケットを送信することができる。更に、この試験パケットの受信状況に基づいて、適切な通信品質を計測することが可能となる。

【0022】

本発明の第二態様は、試験パケットを送受信する試験装置及び試験管理装置を有し、中継装置によりパケット中継されるネットワークの検証を行うネットワーク検証システムであって、試験管理装置が、中継装置に対し、時間超過パケットの転送を禁止する設定を行う設定手段と、この設定手段による設定完了後に、試験パケットが送受信されるように試験装置に指示する指示手段と、を備え、試験装置が、中継装置までのホップ数を計測する計測手段と、上記指示手段により指示された場合に、上記計測手段により計測されたホップ数を TTL（Time To Live）に設定された試験パケットを送信する試験パケット送信手段と、中継装置に試験パケットが入力される前に分岐する分岐部を介して試験パケットを受信する試験パケット受信手段とを備えるというものである。

【0023】

本発明の第二態様によれば、試験装置は、中継装置に試験パケットが入力される前に分岐する分岐部を介して試験パケットを受信する。一方、中継装置に入力された試験パケットは、TTL値が計測手段により計測されたホップ数に設定されているため、その中継装置において廃棄される。すなわち、分岐部により分岐された試験パケットのみが試験装置で受信される。

【0024】

従って、試験パケットが不必要にネットワーク内に転送されないため、稼働中の通信サービスに影響を与えることなくネットワーク検証を実行することができる。

【0025】

更に、第二態様では、当該中継装置に対し時間超過パケットを転送しないための設定が行われるため、試験パケットがTTL値により当該中継装置で廃棄された場合であっても

10

20

30

40

50

、それを通知する時間超過パケットが発信元に転送されなくなる。従って、ネットワーク検証を行う上で稼働中の通信サービスへの影響をより少なくすることができる。

【0026】

なお、本発明は、以上の何れかの機能をコンピュータに実現させる方法であってもよい。また、本発明は、以上の何れかの機能を実現させるプログラムであってもよい。また、本発明は、そのようなプログラムをコンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記録してもよい。

【発明の効果】

【0027】

本発明によれば、簡易な構成でかつ稼働中の通信サービスに影響を及ぼさないでネットワークの事前検証を行うネットワーク検証システムを実現することができる。 10

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】図1は、第一実施形態におけるネットワーク検証システムの装置構成例を示す図である。

【図2】図2は、IPパケットフォーマットを示す図である。

【図3】図3は、第一実施形態における試験管理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図4】図4は、第一実施形態における試験装置の機能構成を示すブロック図である。

【図5】図5は、第一実施形態におけるネットワーク検証システムのピアツーピア型通信の検証例を示す図である。 20

【図6】図6は、第一実施形態におけるネットワーク検証システムのクライアント・サーバ型通信の検証例を示す図である。

【図7】図7は、第一実施形態におけるネットワーク検証システムの各装置の動作を示すフローチャートである。

【図8】図8は、第二実施形態におけるネットワーク検証システムの装置構成例を示す図である。

【図9】図9は、第二実施形態における試験管理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図10】図10は、第二実施形態における試験装置の機能構成を示すブロック図である。 30

【図11】図11は、第二実施形態におけるネットワーク検証システムのピアツーピア型通信の検証例を示す図である。

【図12】図12は、第二実施形態におけるネットワーク検証システムのクライアント・サーバ型通信の検証例を示す図である。

【図13】図13は、第二実施形態におけるネットワーク検証システムの各装置の動作を示すフローチャートである。

【図14】図14は、第一実施形態の変形例における試験装置の機能構成を示すブロック図である。

【図15】図15は、第二実施形態の変形例における試験装置の機能構成を示すブロック図である。 40

【図16】図16は、従来のネットワーク品質試験の例を示す図である。

【図17】図17は、従来のネットワーク品質試験の例を示す図である。

【符号の説明】

【0029】

1 コアネットワーク

5 試験管理装置

10 a、10 b 試験装置

21 a、21 b ルータ

23、24 a、24 b ユーザ端末

2 5	サーバ（稼働中サーバ）	
5 1	ユーザインターフェース制御部（U I 制御部）	
5 2	設定データ取得部	
5 3	ARP テーブル設定部	
5 5、1 1	送受信処理部	
5 7	試験装置制御部	
5 8	検証結果出力部	
1 2	試験パケット生成部	
1 5	検証結果生成部	
1 6	品質計測部	10
1 7	折返し処理部	
8 1、8 2	分岐部	
9 1	TTL 制御部	
9 5	ホップ数計測部	

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態（以下、実施形態と表記する）について説明する。以下の各実施形態の構成はそれぞれ例示であり、本発明はこれら実施形態の構成に限定されるものではない。

【0031】

〔第一実施形態〕

本発明の第一実施形態におけるネットワーク検証システムについて、以下に説明する。

【0032】

〔ネットワーク構成〕

第一実施形態におけるネットワーク検証システムを実施するための装置構成について図1を用いて説明する。図1は、第一実施形態におけるネットワーク検証システムの装置構成例を示す図である。

【0033】

図1の例では、ルータ21aによりコアネットワーク1に接続されるローカルネットワークAとルータ21bによりコアネットワーク1に接続されるローカルネットワークBとをそれぞれ試験対象とし、ローカルネットワークA、コアネットワーク1及びローカルネットワークBの一連のネットワークを検証する。

【0034】

更に、このネットワーク検証する際には、各ローカルネットワークA及びBには、サーバ装置25、ユーザ端末23、24a及び24b等が接続されており、それぞれ稼働中であることを想定する。ユーザ端末23、24a及び24bは、例えば、パーソナルコンピュータ、IP電話等である。サーバ装置25は、例えばWebサーバであり各種コンテンツをユーザ端末に提供する。本発明は、これら稼働中の各装置に提供される通信サービスに影響を与えないようにネットワーク検証を行うものである。

【0035】

第一実施形態におけるネットワーク検証システムは、試験管理装置5、試験装置10a及び10bを有する。試験装置10aは、試験対象となるローカルネットワークAに接続され、試験装置10bは、同様に試験対象となるローカルネットワークBに接続される。試験装置10a及び10bは、お互いに試験用パケットを送受信し、この試験用パケットの受信状態により試験対象のネットワークの通信品質を計測する。

【0036】

図2は、IPパケットフォーマットを示す図である。試験装置10a及び10bは、試験用パケットとして所定のIPパケットを送受信する。この試験用パケットは、図2に示すIPヘッダのTOS (Type of Service) フィールド、TTL (Time to Live) フィールド、発信元IPアドレス (SOURCE IP ADDRESS) フィールド、宛先IPアドレス (DESTI

10

20

30

40

50

NATION IP ADDRESS) フィールドに試験管理装置 5 から送られる所定の値が設定される。ここで、MAC アドレスは、図 2 の E T H E R N E T (登録商標) フレームの先頭に付加されている宛先アドレス (DA) フィールド及び発信元アドレス (SA) フィールドにそれぞれ設定される 6 バイトのアドレスである。試験用パケットの詳細については後述する。

#### 【0037】

試験管理装置 5 は、ユーザ等によりネットワーク検証を実行するうえで必要となる検証条件を設定させ、この検証条件を試験装置 10a 及び 10b に送り、試験装置 10a 及び 10b により計測された品質情報を収集する。また、試験管理装置 5 は、このネットワーク検証を行うにあたり、試験対象となるローカルネットワーク A 及び B をコアネットワーク 1 に接続するエッジルータ 21a 及び 21b の設定情報を変更する。 10

#### 【0038】

##### 〔機能構成〕

以下、第一実施形態におけるネットワーク検証システムを構成する試験装置 10a 及び 10b、試験管理装置 5 内の各機能構成についてそれぞれ説明する。

#### 【0039】

##### 試験管理装置

試験管理装置 5 の機能構成について図 3 を用いて以下に説明する。図 3 は、第一実施形態における試験管理装置の機能構成を示すブロック図である。

#### 【0040】

試験管理装置 5 は、ハードウェア構成として、CPU (Central Processing Unit)、メモリ、入出力インターフェース等を備える。試験管理装置 5 は、入出力インターフェースとして、ネットワークに接続するためのネットワークインターフェースカードを少なくとも備え、その他に、ユーザインターフェースを表示するディスプレイ等を備える。試験管理装置 5 は、パーソナルコンピュータ等のような汎用コンピュータで構築されてもよいし、専用コンピュータで構築されるようにしてもよい。本発明は、このような試験管理装置 5 のハードウェア構成を限定するものではない。試験管理装置 5 は、例えば、当該メモリ (ハードディスク) 等に記憶されるアプリケーションプログラムが CPU により読み出され実行されることにより、図 3 に示す各機能部を実現する。 20

#### 【0041】

第一実施形態における試験管理装置 5 は、図 3 に示すように、ユーザインターフェース制御部 (以降、UI 制御部と表記する) 51、設定データ取得部 52、ARP テーブル設定部 53、送受信処理部 55、試験装置制御部 57、検証結果出力部 58 等を有する。以下、これら各機能部について説明する。 30

#### 【0042】

UI 制御部 51 は、ユーザインターフェースに関わる制御を行う。例えば、UI 制御部 51 は、所定の操作画面をディスプレイに表示させ、その操作画面がキー ボード、マウス等で操作されることにより入力されるデータを取得する。また、UI 制御部 51 は、検証結果出力部 58 から送られる検証結果情報をディスプレイに表示させる。UI 制御部 51 は、この検証結果情報をユーザがカスタマイズできるような画面を表示させることによりよい。この操作画面は、第一実施形態におけるネットワーク検証システムにおいて必要な検証条件及び試験開始イベントがユーザにより入力できるように形成される。 40

#### 【0043】

この検証条件には、試験種別、試験対象の発信元 IP アドレス及び宛先 IP アドレス、TOS (Type of Service)、TTL (Time to Live)、送信間隔、試験実行時間、試験装置 10a 及び 10b の MAC アドレス等がある。試験種別としては試験対象のプロトコル種別が設定される。新規に IP 電話が設置される場合等、IP 電話に関する検証をする場合には、プロトコル種別として RTP (Real-time Transport Protocol) が設定される。また、図 1 における稼働中のサーバ 25 が Web サーバであるような場合でローカルネットワーク A にこのサーバ 25 にアクセスする新たなユーザ端末を追加する場合には、ブ 50

プロトコル種別として H T T P ( HyperText Transfer Protocol ) が設定される。

【 0 0 4 4 】

以降、 H T T P や F T P ( File Transfer Protocol ) のようにクライアントからサーバへデータを要求するような通信をクライアント・サーバ型の通信と表記し、 R T P のような通信をピアツーピア型の通信と表記するものとする。なお、ピアツーピア型の通信について検証する場合には、プロトコル種別として試験専用プロトコルが設定されるようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

試験対象の発信元 I P アドレス及び宛先 I P アドレスとしては、新設される I P 電話、ユーザ端末等に設定されるであろう I P アドレスが設定される。例えば、発信元 I P アドレス若しくは宛先 I P アドレスとして 192.168.1.25 から 100 台分というように設定される。

10

【 0 0 4 6 】

T O S としては、 I P ヘッダの T O S フィールドに設定すべき値が設定される。この T O S フィールドには、その通信のサービス品質を示す 5 ビットのデータが指定される。従って、 I P 電話に関する通信検証をする場合には、例えば、 T O S には最優先を示す「 5 」が設定される。

【 0 0 4 7 】

T T L としては、 I P ヘッダの T T L フィールドに設定すべき値が設定される。この T T L フィールドには、ネットワーク内でデータグラムが転送され続けるのを防ぐために、データグラムが転送される最大ホップ数が設定される。この T T L フィールドに設定される値はルータで転送される度に「 1 」減算され、「 0 」になるとデータグラムが破棄される。

20

【 0 0 4 8 】

送信間隔としては、試験装置 10 a 若しくは 10 b から送信される試験用パケットの同一コネクションの送信間隔が設定される。例えば、試験対象プロトコル種別として R T P が設定される場合には、この送信間隔には初期設定として 20 ミリ秒 ( m s ) が設定される。

【 0 0 4 9 】

試験実行時間としては、当該ネットワーク検証を行うまでの試験を実行する時間が設定される。試験開始イベント発生後この試験実行時間の間、試験装置から試験用パケットが所定の送信間隔で送信され続ける。

30

【 0 0 5 0 】

同様に検証条件に含まれる試験装置 10 a 及び 10 b の M A C アドレスは、 U I 制御部 51 により制御される操作画面から入力されるようにしてもよいし、試験装置 10 a 及び 10 b から通信により自動収集されるようにしてもよい。

【 0 0 5 1 】

これら検証条件及び試験開始イベントは、設定データ取得部 52 に送られる。

【 0 0 5 2 】

設定データ取得部 52 は、上記検証条件のうちの試験対象の I P アドレス群、試験実行時間及び試験装置 10 a 及び 10 b の M A C アドレスを A R P テーブル設定 53 に送る。設定データ取得部 52 は、取得された全ての検証条件及び試験開始イベントを試験装置制御部 57 に送る。

40

【 0 0 5 3 】

試験装置制御部 57 は、試験装置 10 a 及び 10 b に対し、ネットワーク検証の開始指示、終了指示を行う。試験装置制御部 57 は、試験開始イベントを受けると、送受信処理部 55 を介して対象の試験装置に試験開始を通知する。このように試験開始を通知する場合には、試験装置制御部 57 は、設定データ取得部 52 から送られる検証条件を対象の試験装置 10 a 及び 10 b に送るように送受信処理部 55 に指示する。

【 0 0 5 4 】

50

試験装置制御部 5 7 は、試験開始の通知後、検証条件に含まれる試験実行時間の経過を監視する。試験装置制御部 5 7 は、試験実行時間が満了すると、対象の試験装置へ試験終了を通知する。試験装置制御部 5 7 は、試験終了の通知後、試験装置 1 0 a 若しくは 1 0 b から送られ送受信処理部 5 5 で受信された品質情報を検証結果出力部 5 8 に送る。

#### 【 0 0 5 5 】

ARP テーブル設定部 5 3 は、送受信処理部 5 5 を制御することにより、試験対象となるローカルネットワーク A 及び B をコアネットワーク 1 に接続するエッジルータ 2 1 a 及び 2 1 b の ARP テーブルを更新する。このとき、ARP テーブル設定部 5 3 は、試験装置 1 0 a 及び 1 0 b の MAC アドレスと試験対象 IP アドレス群との対のデータを送受信処理部 5 5 に送る。試験対象プロトコル種別としてクライアント・サーバ型のプロトコルが設定された場合には、ARP テーブル設定部 5 3 は、クライアント側のエッジルータの ARP テーブルを更新する。また、試験対象プロトコル種別としてピアツーピア型のプロトコルが設定された場合には、ARP テーブル設定部 5 3 は、双方のエッジルータの ARP テーブルを更新する。

#### 【 0 0 5 6 】

また、ARP テーブル設定部 5 3 は、送受信処理部 5 5 を制御することにより、ルータの ARP テーブルを更新する前に、同 ARP テーブルのエージング機能についての設定を行う。エージング機能とは、ARP テーブルを所定のエージング時間経過後に消去し再更新する機能である。ARP テーブル設定部 5 3 は、ルータのエージングタイマに試験実行時間を設定する。これにより、試験が実行される間、ARP テーブル設定部 5 3 により追加された ARP テーブルのエントリが消去されない。なお、エージング機能の実行 (ON) 及び停止 (OFF) を制御するフラグがルータの設定事項に設けられている場合には、ARP テーブル設定部 5 3 は、試験開始時から試験終了時までの間、エージング機能を停止する設定を行うようにしてもよい。また、既にルータのエージングタイマが試験実行時間より長い時間が設定されている場合には、このエージングタイマを更新しないようにしてもよい。

#### 【 0 0 5 7 】

送受信処理部 5 5 は、ARP テーブル設定部 5 3 からの指示及びデータに基づいて、必要なルータの ARP テーブルを更新する。この ARP テーブルの自動更新は、例えば、TELNET プロトコルを用いて所望のルータにログインし、ARP コマンドを実行することにより実現される。

#### 【 0 0 5 8 】

また、送受信処理部 5 5 は、試験装置制御部 5 7 からの指示に基づいて、試験装置 1 0 a 及び 1 0 b に対し試験開始及び試験終了を通知する。送受信処理部 5 5 は、この試験開始通知時には、同様に試験装置制御部 5 7 から送られる検証条件を試験装置 1 0 a 及び 1 0 b に送信する。送受信処理部 5 5 は、試験終了時には、試験装置 1 0 a 及び 1 0 b から送られる測定された品質情報を受信し、試験装置制御部 5 7 に送る。

#### 【 0 0 5 9 】

検証結果出力部 5 8 は、試験装置 1 0 a 及び 1 0 b により測定された品質情報を収集し、これら品質情報に基づいてネットワーク検証結果情報を生成する。ネットワーク検証結果情報は、UI 制御部 5 1 に送られる。

#### 【 0 0 6 0 】

##### 試験装置

試験装置 1 0 a 及び 1 0 b の機能構成について図 4 を用いて以下に説明する。図 4 は、第一実施形態における試験装置の機能構成を示すブロック図である。なお、以下の説明において試験装置 1 0 a 及び 1 0 b を特に区別する必要がない場合には、符号を付さないで表記するものとする。

#### 【 0 0 6 1 】

試験装置は、ハードウェア構成として、CPU (Central Processing Unit) 、メモリ、入出力インターフェース等を備える。試験装置は、入出力インターフェースとして、ネット

10

20

30

40

50

ワークに接続するためのネットワークインターフェースカードを少なくとも備える。試験装置は、パーソナルコンピュータ等のような汎用コンピュータで構築されてもよいし、専用コンピュータで構築されるようにしてもよい。本発明は、このような試験装置のハードウェア構成を限定するものではない。試験装置は、例えば、当該メモリ(ハードディスク)等に記憶されるアプリケーションプログラムがCPUにより読み出され実行されにより、図4に示す各機能部を実現する。

#### 【0062】

第一実施形態における試験装置は、図4に示すように、試験パケット生成部12、検証結果生成部15、品質計測部16、折返し処理部17、送受信処理部11等を有する。以下、これら各機能部について説明する。

10

#### 【0063】

送受信処理部11は、ネットワークインターフェースカードを制御することにより、IPパケットの送受信処理を行う。送受信処理部11は、試験管理装置5から送られる検証条件を受けると、その検証条件を試験パケット生成部12へ送る。送受信処理部11は、試験パケット生成部12から試験パケット及びその送信間隔に関する情報を受けると、その送信間隔でその試験パケットを順次送信する。送受信処理部11は、折返し処理部17から応答試験パケットを受けた場合にはそのままその応答試験パケットを送信する。

#### 【0064】

また、送受信処理部11は、他の試験装置から送られた試験パケットを受けるとその試験パケットがクライアント・サーバ型プロトコルで利用されるパケットか否かを判別する。送受信処理部11は、クライアント・サーバ型プロトコルで利用されるパケットであると判断すると、その試験パケットを折返し処理部17に渡す。送受信処理部11は、ピアツーピア型プロトコルで利用されるパケット若しくはクライアント・サーバ型プロトコルで利用されるパケットであって他の試験装置から送信された応答試験パケットであると判断すると、その試験パケットをその受信時刻と共に品質計測部16へ送る。また、送受信処理部11は、検証結果生成部15から品質情報を受けると、その品質情報を試験管理装置5へ送る。

20

#### 【0065】

試験パケット生成部12は、送受信処理部11から検証条件を受けると、その検証条件に基づいて試験パケットを生成する。具体的には、試験パケット生成部12は、検証条件のうちの試験種別に応じたフォーマットを持つ試験パケットを、試験対象のIPアドレス群に含まれるコネクション数分生成する。試験パケット生成部12は、このように生成された試験パケットのIPヘッダ部のTOSフィールド及びTTLフィールドに検証条件に含まれるTOSデータ及びTTLデータを設定する。

30

#### 【0066】

試験パケット生成部12は、検証条件のうちの試験種別として試験専用プロトコルが設定されていた場合には、IPパケットのデータ部にダミーデータが設定された専用の試験パケットを生成するようにしてもよい。試験パケット生成部12は、生成された試験パケットをその送信間隔に関する情報をと共に送受信処理部11へ送る。

40

#### 【0067】

折返し処理部17は、クライアント・サーバ型プロトコルの試験パケットが他の試験装置から送信されてきた場合に、その試験パケットの応答試験パケットを送受信処理部11を介して他の試験装置へ送信する。なお、応答試験パケットは、対応する試験パケットに設定されているIPアドレスの発信元と宛先とを交換し、同試験パケットに設定されている宛先ポート番号を発信元ポート番号とし、HTTPデータ中のレスポンスコードを正常(200)とすれば生成することができる。

#### 【0068】

品質計測部16は、他の試験装置から送信された試験パケット及び応答試験パケット、並びにその受信時刻を受けると、その試験パケット及び応答試験パケットに基づいて通信品質として例えば損失、遅延、揺らぎをコネクション毎に計測する。

50

## 【0069】

具体的には、当該試験パケットがRTPパケットである場合には、RTPヘッダに設定されるシーケンス番号を試験パケットが受信される度に保持しておき、シーケンス番号抜けを検出することにより損失を検知する。同様に、遅延については、RTPヘッダに設定されるタイムスタンプと今回の試験パケットの受信時刻との差を算出し、この差が所定の上限閾値より大きい場合に遅延が発生していると判断する。揺らぎについては、試験パケットの受信時刻をコネクション毎に逐次保持しておき、同一コネクション内の連続する試験パケットの受信間隔の統計を取ることにより、当該受信間隔のばらつきが大きい場合に揺らぎを検出する。このように計測された品質情報は、検証結果生成部15に送られる。通信品質を検知するための上限閾値はメモリに調整可能に記憶される。

10

## 【0070】

検証結果生成部15は、各コネクションについての品質情報を受けると、それらをまとめて保持する。検証結果生成部15は、試験管理装置5から試験終了の通知が送受信処理部11で受信されると、保持されていた品質情報を全て試験管理装置5へ送るように送受信処理部11に指示する。

## 【0071】

## 〔動作例〕

次に、第一実施形態におけるネットワーク検証システムの試験管理装置5、試験装置10a及び10bの動作例について図5及び6を用いて説明する。図5は、第一実施形態におけるネットワーク検証システムのピアツーピア型通信の検証例を示す図である。図6は、第一実施形態におけるネットワーク検証システムのクライアント・サーバ型通信の検証例を示す図である。

20

## 【0072】

## ピアツーピア型通信の検証

まず、ピアツーピア型通信の検証を実行する場合の試験管理装置5、試験装置10a及び10bの動作について図5を用いて説明する。図5の例としては、ローカルネットワークAとローカルネットワークBとの間で新規にV0IPサービスを追加する場合が想定できる。ローカルネットワークAにはサブネットアドレス(10.25.144.0)が設定され、ローカルネットワークBにはサブネットアドレス(10.25.165.0)が設定されている。この状況において、ローカルネットワークAにIPアドレス(10.25.144.101から10.25.144.250)がローカルネットワークBにIPアドレス(10.25.165.101から10.25.165.250)が新設される予定である。当該ネットワーク検証を実行するにあたり、ローカルネットワークAには試験装置10aを接続し、ローカルネットワークBには試験装置10bを接続する。これら試験装置10a及び10bに設定されるIPアドレスは、新設される予定のIPアドレスのいずれか1つが設定されてもよいし、試験装置用の新たなIPアドレスが設定されるようにしてもよい。

30

## 【0073】

試験管理装置5では、そのディスプレイ等に表示された操作画面へユーザ(ネットワーク管理者等)によりこれら新設されるIPアドレス、プロトコル種別としてRTP、TOSとして最優先を示す値(5)、送信間隔として20ms、試験実行時間として10分等が入力される。同様に、ローカルネットワークAに接続する試験装置10a及びローカルネットワークBに接続する試験装置10bのMACアドレスがそれぞれ入力される。もちろん、このMACアドレスは、試験管理装置5が自動でネットワーク接続される試験装置10a及び10bから取得するようにしてもよい。

40

## 【0074】

試験管理装置5において、これら入力された検証条件は、UI制御部51から設定データ取得部52に送られ、更にARPテーブル設定部53及び試験装置制御部57に送られる。

## 【0075】

ARPテーブル設定部53は、送受信処理部55を制御することにより、ARPテーブ

50

ルが更新されるルータ 21a 及び 21b のエージングタイマを試験実行時間（10 分）に設定する。ARP テーブル設定部 53 は、当該エージングタイマに既に試験実行時間よりも長い時間が設定されている場合には、この設定を行わないようにしてよい。続いて、ARP テーブル設定部 53 は、ローカルネットワーク A に新設する IP アドレス群（10.25.144.101 から 10.25.144.250）を全て試験装置 10a の MAC アドレス（00:11:22:33:44:55）と対応付けた形でルータ 21a の ARP テーブルに追加する。同様に、ARP テーブル設定部 53 は、ローカルネットワーク B に新設する IP アドレス群（10.25.165.101 から 10.25.165.250）を全て試験装置 10b の MAC アドレス（66:77:88:99:AA:BB）と対応付けた形でルータ 21b の ARP テーブルに追加する。この設定により、試験装置 10a 及び 10b の間で全ての試験用パケットを送受信することができるようになり、かつ、各ローカルネットワーク A 及び B 内への不必要的 ARP リクエストの転送を防ぐことが可能となる。10

#### 【0076】

試験装置制御部 57 は、送受信処理部 55 を制御することにより、入力された検証条件を全て試験装置 10a 及び 10b にそれぞれ送信する。その後、操作画面等から試験開始イベントが入力されると、試験装置制御部 57 はこれを受け、試験装置 10a 及び 10b に試験開始を通知する。

#### 【0077】

試験装置 10a 及び 10b では、試験パケット生成部 12 が送受信処理部 11 を介して上記検証条件データを受けると、その検証条件に合致する試験パケットを生成する。具体的には、プロトコル種別として RTP が設定されているため、試験パケット生成部 12 は、RTP パケットフォーマットを持つパケットを生成する。試験パケット生成部 12 は、RTP パケットを新設 IP アドレス群のうち発信元と宛先とのペアが重ならない数（150）分生成する。例えば、試験装置 10a では、発信元 IP アドレスとして（10.25.144.101 から 10.25.144.250）のそれぞれが設定され、宛先 IP アドレスとして（10.25.165.101 から 10.25.165.250）のそれぞれが設定された 150 個の RTP パケットが生成される。逆に、試験装置 10b では、発信元 IP アドレスとして（10.25.165.101 から 10.25.165.250）のそれぞれが設定され、宛先 IP アドレスとして（10.25.144.101 から 10.25.144.250）のそれぞれが設定された 150 個の RTP パケットが生成される。更に、これら各パケットの IP ヘッダの TOS フィールド、TTL フィールドには検証条件データに含まれるデータが設定される。2030

#### 【0078】

試験装置 10a 及び 10b は、送受信処理部 11 において試験管理装置 5 からの試験開始の通知が受信されると、試験パケット生成部 12 により生成された各 150 個の試験パケットを一斉に送信する。なお、同一コネクションに関するパケットは、検証条件に設定されていた送信間隔（20ms）で試験管理装置 5 から終了指示の通知があるまで逐次送信される。

#### 【0079】

これら各試験装置から送信された試験パケットは、既に更新されているルータ 21a 及び 21b の ARP テーブルに従ってそれぞれ試験装置 10a 及び 10b でそれぞれ受信される。各試験装置では、試験パケットが受信されると、品質計測部 16 がその試験パケットの受信状況に基づいて通信品質を計測する。品質計測部 16 により各コネクションについての通信品質がそれぞれ計測されると、検証結果生成部 15 によりそれら品質計測情報がまとめられ保持される。40

#### 【0080】

試験管理装置 5 では、試験装置制御部 57 が、試験実行時間の満了を検知すると、送受信処理部 55 を介して試験終了の通知を試験装置 10a 及び 10b に送信する。この試験終了の通知が試験装置 10a 及び 10b の送受信処理部 11 で受信されると、検証結果生成部 15 で保持されている品質情報が試験管理装置 5 へ送信される。試験管理装置 5 では、検証結果出力部 58 が試験装置 10a 及び 10b で計測された品質情報をそれぞれ収集50

し、ネットワーク検証結果が出力される。このネットワーク検証結果は、最終的に、試験管理装置5のディスプレイ等に表示される。

#### 【0081】

##### クライアント・サーバ型通信の検証

次に、クライアント・サーバ型通信の検証を実行する場合の試験管理装置5、試験装置10a及び10bの動作について図6を用いて説明する。図6の例としては、ローカルネットワークAに端末装置を新設しローカルネットワークBに接続されるサーバ25へアクセスする場合が想定できる。サブネットアドレスは上述の例と同様に設定されており、ローカルネットワークAにIPアドレス(10.25.144.101から10.25.144.250)が新設される予定である。クライアント・サーバ型通信の検証の場合には、ローカルネットワークAには新設予定の端末装置(クライアント)に相当する試験装置10aを接続し、ローカルネットワークBには試験対象サーバに相当する試験装置10bを接続する。この場合には、試験対象サーバに相当する試験装置10bを用いず、実際に稼働中のサーバ25をそのまま利用するようにしてもよい。

#### 【0082】

試験管理装置5では、ユーザにより、新設予定のIPアドレス、試験装置10b(若しくはサーバ25)のIPアドレス、プロトコル種別としてHTTP等が入力される。同様に、ローカルネットワークAに接続する試験装置10aのMACアドレスが入力される。クライアント・サーバ型通信の検証では、クライアント側のネットワークに接続されるルータ21aのARPテーブルのみが更新されるため、試験装置10aのMACアドレスのみが入力されればよい。

#### 【0083】

以降、試験管理装置5の動作は、一方のルータ21aのエージングタイマ及びARPテーブルが更新され、クライアント側の試験装置10aのみに検証条件データが送られる以外は、ピアツーピア型通信の場合と同様である。

#### 【0084】

試験装置10aは、試験パケット生成部12が送受信処理部11を介して上記検証条件データを受けると、プロトコル種別としてHTTPが設定されているため、試験パケット生成部12は、HTTPパケットフォーマットを持つパケットを生成する。試験パケット生成部12は、HTTPパケットを新設するIPアドレス分(150個)生成する。具体的には、試験装置10aでは、発信元IPアドレスとして(10.25.144.101から10.25.144.250)のそれぞれが設定され、宛先IPアドレスとして試験装置10bのIPアドレスが設定された150個のHTTPパケットが生成される。

#### 【0085】

試験装置10aは、送受信処理部11において試験管理装置5からの試験開始の通知が受信されると、試験パケット生成部12により生成された150個の試験パケットを一斉(所定の間隔でもよい)に送信する。試験装置10aから送信された試験パケットは、その宛先となる試験装置10bにより受信される。

#### 【0086】

試験装置10bでは、折返し処理部17が送受信処理部11により受信された試験パケット(HTTP)を受け、その応答試験パケットを生成する。折返し処理部17は、試験パケットの発信元IPアドレスに対してこの応答試験パケットを送信する。

#### 【0087】

試験装置10aでは、先に送信された試験パケットに対する応答試験パケットが受信されると、品質計測部16がその応答試験パケットの受信状況に基づいて通信品質を計測する。品質計測部16により各コネクションについての通信品質がそれぞれ計測されると、検証結果生成部15によりそれら品質計測情報がまとめられ保持される。以降、この品質計測情報は、試験実行時間の満了により、試験管理装置5で収集され、ネットワーク検証結果として出力される。

#### 【0088】

10

20

30

40

50

### 動作フロー

上述のようなネットワーク検証を行う際の試験管理装置5、試験装置10a及び10bの動作フローについて図7を用いて説明する。図7は、第一実施形態におけるネットワーク検証システムの各装置の動作を示すフローチャートであり、クライアント・サーバ型通信の検証及びピアツーピア型通信の検証のいずれの場合にも当てはまる動作フローである。

#### 【0089】

試験管理装置5は、ネットワーク管理者等のユーザからネットワーク検証を実行する際の検証条件を操作画面等を介して取得する(S701)。試験管理装置5は、当該検証条件に設定されるプロトコル種別に応じて検証対象となる通信がピアツーピア型通信かクライアント・サーバ型通信かを判別する。試験管理装置5は、この判別結果に応じてARPテーブルを更新する必要のあるルータを決定する。例えば、ピアツーピア型通信の検証の場合には、各ローカルネットワークに接続される双方のルータを対象に決定し、クライアント・サーバ型通信の検証の場合には、クライアント側のローカルネットワークに接続されるルータを対象に決定する。

#### 【0090】

試験管理装置5は、対象のルータに設定されているエージングタイマを取得し、上記検証条件に設定される試験実行時間がこのエージングタイマよりも長いか否かを判定する(S702)。エージングタイマの取得には、例えばTELNETプロトコルが利用される。試験管理装置5は、試験実行時間がエージングタイマよりも長いと判定すると(S702; YES)、対象ルータのエージングタイマが試験実行時間以上となるように設定する(S703)。一方、試験管理装置5は、試験実行時間がエージングタイマ以下であると判定した場合には(S702; NO)、エージングタイマの変更を行わない。

#### 【0091】

試験管理装置5は、続いて、検証条件に設定された試験対象IPアドレスを当該検証条件に設定された試験装置のMACアドレスと対応付けたエントリを対象ルータのARPテーブルに追加する(S704)。その後、試験管理装置5は、対象試験装置に試験開始を通知する(S705)。これは、操作画面上の試験開始ボタン等がユーザに操作されたことをトリガとするようにしてもよい。

#### 【0092】

試験装置は、試験管理装置5から試験開始の通知を受けると、同様に試験管理装置5から送られてくる検証条件に合致する試験パケットを生成し送信する(S706)。ピアツーピア型通信の試験パケットを受信した他方の試験装置若しくはクライアント・サーバ型通信の応答試験パケットを受信した送信側の試験装置は、その試験パケットに基づいて通信品質を計測する(S706)。試験装置は、試験管理装置5から試験終了が通知されてくるまでの間(S707; NO)、通信品質を計測し続け、計測結果を保持する。

#### 【0093】

試験管理装置5は、検証条件に設定されている試験実行時間の経過を監視している(S707)。試験管理装置5は、試験実行時間の満了を検知すると(S707; YES)、対象ルータのエージングタイマが試験開始前に変更されているか否かを判断する(S708)。試験管理装置5は、エージングタイマが変更されている場合には(S708; YES)、そのエージングタイマを変更される前の値に戻す(S709)。

#### 【0094】

その後、試験管理装置5は、試験装置に試験終了を通知する(S710)。試験管理装置5は、試験装置において計測され保持されている品質情報を収集し、この品質情報に基づいてネットワーク検証結果を出力する(S711)。

#### 【0095】

##### 第一実施形態における作用及び効果

第一実施形態におけるネットワーク検証では、試験装置10a及び10bがそれぞれ試験対象となるローカルネットワークに接続され、更にこれら試験装置10a及び10bと

10

20

30

40

50

通信可能に試験管理装置 5 が接続される。

【 0 0 9 6 】

試験管理装置 5 では、ネットワーク検証に必要な検証条件が入力され、この検証条件に応じて、試験パケットが全て試験装置に転送されるように試験対象 I P アドレスの M A C アドレスが全て試験装置の M A C アドレスとして受信側ルータの A R P テーブルに登録される。更に、この A R P テーブルの更新にあたり、エージングタイムが試験実行時間以上となるように設定される。

【 0 0 9 7 】

これにより、第一実施形態の検証方法では、受信側のローカルネットワーク内に A R P リクエストが発生しないようにすることができる。更に、これにより、全ての試験パケットが異常のない限り受信側試験装置で受信されるようになる。

10

【 0 0 9 8 】

従って、試験対象となるローカルネットワーク内で稼働中の通信サービスに影響を及ぼさないで、ネットワーク検証を実行することができる。

【 0 0 9 9 】

また、試験装置では、試験管理装置 5 から検証条件等が通知され、この検証条件に合致する試験パケットが生成され送信される。また、他方若しくは応答試験パケットを受信する試験装置では、受信された試験パケットに応じてそれらの通信品質（損失、遅延、ゆらぎ等）が計測される。

【 0 1 0 0 】

20

これにより、試験対象のローカルネットワーク毎に試験装置を一台のみ配備することで複数コネクションの品質計測が可能となる。

【 0 1 0 1 】

〔 第二実施形態 〕

本発明の第二実施形態におけるネットワーク検証システムについて、以下に説明する。

【 0 1 0 2 】

〔 ネットワーク構成 〕

第二実施形態におけるネットワーク検証システムの装置構成について図 8 を用いて説明する。図 8 は、第二実施形態におけるネットワーク検証システムの装置構成例を示す図である。

30

【 0 1 0 3 】

第二実施形態におけるネットワーク検証システムでは、ルータの入力ポートに分岐部を設けることにより試験パケットが試験装置のみで受信されるようにする。従って、分岐部 8 1 及び 8 2 を設けること、及び各分岐手段 8 1 及び 8 2 により分岐された通信線が各試験装置 1 0 a 及び 1 0 b に接続されること以外は、図 1 の装置構成例と同様である。図 1 と同様のものについてはここでは説明を省略する。

【 0 1 0 4 】

分岐部 8 1 及び 8 2 は、試験パケットが入力されるルータの入力ポートを分岐し受信側の試験装置に転送する。分岐部 8 1 及び 8 2 は、例えばネットワークタップ（レイヤ 1 タップ）であり、ポートミラーリング機能を有するルータのミラーポートである。第二実施形態におけるネットワーク検証システムでは、試験パケットには受信側のルータで試験パケットが廃棄されるような T T L 値が設定されている。これにより、ローカルネットワークに接続される稼働中の装置等に影響を与えることなく、試験パケットがこの分岐部 8 1 及び 8 2 により分岐された先の試験装置でのみ受信されるようになる。

40

【 0 1 0 5 】

〔 装置構成 〕

第二実施形態におけるネットワーク検証システムの試験装置 1 0 a 及び 1 0 b 、試験管理装置 5 内の各機能構成について第一実施形態と異なる部分を中心にそれぞれ説明する。

【 0 1 0 6 】

試験管理装置

50

図9は、第二実施形態における試験管理装置の機能構成を示すブロック図である。第二実施形態における試験管理装置5は、第一実施形態におけるARPテーブル設定部53の換わりにTTL制御部91を備えること以外、第一実施形態と同様である。

#### 【0107】

TTL制御部91は、試験装置から送信される試験パケットに設定すべきTTL値を決定するために、試験装置に対して他方の試験装置が接続されるルータまでのホップ数の計測を送受信処理部55を介して指示する。TTL制御部91は、試験装置から当該ホップ数の計測結果を送受信処理部55を介して受信する。これにより、TTL制御部91は、試験装置から送信される試験パケットに設定すべきTTL値をこの計測されたホップ数に決定し、試験装置制御部57に送る。試験装置制御部57は、このTTL値を他の検証条件とともに試験装置に通知する。

#### 【0108】

TTL制御部91は、更に、試験パケット受信側の試験装置が接続されるルータを、ICMP(Internet Control Message Protocol)の時間超過(time exceeded)パケットの転送を行わないように設定する。この時間超過パケットは、転送すべきIPパケットに設定されているTTL値が0になりそのIPパケットを転送せず破棄したルータがその送信元にその旨を通知するパケットである。TTL制御部91は、この時間超過パケットが転送されることで稼働中の他の装置等に影響を与えることを防ぐために、当該ネットワーク検証試験が完了するまでの間、このような設定をする。

#### 【0109】

##### 試験装置

図10は、第二実施形態における試験装置の機能構成を示すブロック図である。第二実施形態における試験装置は、ハードウェア構成としてネットワークに接続するためのネットワークインターフェースカードを送信用と受信用との少なくとも2枚備え、機能構成としてホップ数計測部95を新たに備えることにおいて第一実施形態と異なる。本実施形態における試験装置は、受信用ネットワークインターフェースに分岐部81又は82で分岐された通信線が接続され、ルータの通信ポートに接続される通信線が送信用ネットワークインターフェースに接続される。

#### 【0110】

送受信処理部11は、送信用ネットワークインターフェース及び受信用ネットワークインターフェースを制御し、送信パケットの送信処理及び自装置宛のパケットの受信処理を行う。これにより、試験パケットの受信には受信用ネットワークインターフェースが利用され、試験パケット及び応答試験パケットの送信には送信用ネットワークインターフェースが利用される。なお、送受信処理部11は、ネットワーク検証用の試験パケット及び応答試験パケット以外の通常パケットで自装置宛のパケットでない場合には処理しない。

#### 【0111】

ホップ数計測部95は、試験管理装置5からの指示が送受信処理部11により受信されると、ホップ数計測処理を実行する。ホップ数計測部95は、試験対象となる他方のローカルネットワークまでのホップ数を計測する。具体的には、ホップ数計測部95は、他方のローカルネットワークをコアネットワークに接続するエッジルータまでのホップ数をtracerouteコマンドを用いることにより計測する。このとき、tracerouteコマンドに指定する宛先IPアドレスは、例えばエッジルータのIPアドレスを指定する。ホップ数計測部95は、tracerouteコマンドにより計測されたホップ数を試験管理装置5に送る。

#### 【0112】

##### 〔動作例〕

以下、第二実施形態におけるネットワーク検証システムの試験管理装置5、試験装置10a及び10bの動作例について図11及び12を用いて説明する。図11は、第二実施形態におけるネットワーク検証システムのピアツーピア型通信の検証例を示す図である。図12は、第二実施形態におけるネットワーク検証システムのクライアント・サーバ型通

10

20

30

40

50

信の検証例を示す図である。

【0113】

ピアツーピア型通信の検証

まず、ピアツーピア型通信の検証を実行する場合の試験管理装置5、試験装置10a及び10bの動作について図11を用いて説明する。図11の例は、第一実施形態における図5の例と同様の場面を想定している。すなわち、ローカルネットワークAにIPアドレス(10.25.144.101から10.25.144.250)がローカルネットワークBにIPアドレス(10.25.165.101から10.25.165.250)が新設される場面である。当該ネットワーク検証を実行するにあたり、分岐部81で分岐された通信線が試験装置10aの受信用ネットワークインターフェースと接続され、ルータ21aの通信ポートに接続される通信線が試験装置10aの送信用ネットワークインターフェースと接続される。同様に、分岐部82で分岐された通信線が試験装置10bの受信用ネットワークインターフェースと接続され、ルータ21bの通信ポートに接続される通信線がL2スイッチ等を介して試験装置10bの送信用ネットワークインターフェースと接続される。10

【0114】

試験管理装置5では、そのディスプレイ等に表示された操作画面へユーザ(ネットワーク管理者等)によりこれら新設されるIPアドレス、プロトコル種別として RTP、TOSとして最優先を示す値(5)、送信間隔として20ms、試験実行時間として10分等が入力される。また、エッジルータ21a及び21bのIPアドレスがそれぞれ入力される。試験管理装置5において、これら入力された検証条件は、UI制御部51から設定データ取得部52に送られ、更にTTL制御部91及び試験装置制御部57に送られる。20

【0115】

TTL制御部91は、送受信処理部55を介して、相互に受信側のローカルネットワークまでのホップ数を計測するように試験装置10a及び10bにそれぞれ指示する。TTL制御部91は、この指示と共に対象のルータのIPアドレスを通知する。

【0116】

試験装置10a及び10bでは、この指示を送受信処理部11から受信した各ホップ数計測部95がtracerouteコマンド等を用いて受信側のローカルネットワークに接続されるルータまでのホップ数をそれぞれ計測する。ホップ数計測部95は、計測されたホップ数を試験管理装置5へ送る。30

【0117】

試験管理装置5では、TTL制御部91が各試験装置10a及び10bから各ホップ数をそれぞれ受けと、試験装置10a及び10bから送信される各試験パケットに設定すべきTTL値を各ホップ数にそれぞれ決定する。決定されたTTL値は試験装置制御部57に送られる。

【0118】

TTL制御部91は、TTL値を決定すると、各ルータ21a及び21bに対しICMPの時間超過パケットの転送を行わないような設定を行う。この設定により、試験装置10a及び10bで受信された試験パケットはTTL値が0となり破棄されるが、これに伴う時間超過パケットが転送されなくなる。40

【0119】

試験装置制御部57は、送受信処理部55を制御することにより、入力された検証条件及びTTL制御部91により決定されたTTL値を試験装置10a及び10bにそれぞれ送信する。その後、操作画面等から試験開始イベントが入力されると、試験装置制御部57はこれを受け、試験装置10a及び10bに試験開始を通知する。

【0120】

試験装置10a及び10bでは、試験パケット生成部12が送受信処理部11を介して上記検証条件データを受けると、その検証条件に合致する試験パケットを生成する。この試験パケットのTTL値には、試験管理装置5で決定されたTTL値(受信側ローカルネットワークに接続されるルータまでのホップ数)が設定される。試験パケットに関するそ50

の他の事項については、第一実施形態と同様である。

【0121】

試験装置10a及び10bは、送受信処理部11において試験管理装置5からの試験開始の通知が受信されると、試験パケット生成部12により生成された各150個の試験パケットを一斉に送信する。なお、同一コネクションに関するパケットは、検証条件に設定されていた送信間隔(20ms)で試験管理装置5から終了指示の通知があるまで逐次送信される。

【0122】

これら各試験装置から送信された試験パケットは、分岐部81又は82によりそれぞれ分岐され試験装置10a及び10bでそれぞれ受信される。また、ルータ21a又は21bの通常の通信ポートで受信されたこれら試験パケットは、そのパケットのTTL値が0となるため、ルータ21a又は21bでそれぞれ破棄される。これは、試験パケットのTTL値には、そのルータまでのホップ数が設定されているからである。これにより、この試験パケットは試験装置10a及び10bでのみ受信され、ローカルネットワークA及びBには転送されない。

【0123】

以降の動作は、第一実施形態と同様である。すなわち、各試験装置では、分岐部81又は82経由で受信された試験パケットの受信状況に基づいて通信品質が計測され、試験実行時間の満了時に品質計測情報が試験管理装置5に送られる。

【0124】

クライアント・サーバ型通信の検証

次に、クライアント・サーバ型通信の検証を実行する場合の試験管理装置5、試験装置10a及び10bの動作について図12を用いて説明する。図12の例は、第一実施形態における図6の例と同様の場面を想定している。すなわち、ローカルネットワークAにIPアドレス(10.25.144.101から10.25.144.250)が新設される場面である。当該ネットワーク検証では、クライアントに相当する試験装置10aの接続されるローカルネットワークA側にのみ分岐部81が設けられ、分岐された通信線が試験装置10aの受信用ネットワークインターフェースと接続され、ルータ21aの通信ポートに接続される通信線が試験装置10aの送信用ネットワークインターフェースと接続される。一方、ローカルネットワークBには試験対象サーバに相当する試験装置10bが接続される。

【0125】

試験管理装置5では、ユーザにより、新設予定のIPアドレス、試験装置10bのIPアドレス、プロトコル種別としてHTTP等が入力される。また、ローカルネットワークAに接続するルータ21aのIPアドレスが入力される。クライアント・サーバ型通信の検証では、クライアント側のネットワークに接続されるルータ21aにのみ分岐部81が設置されるため、ルータ21aのIPアドレスのみが入力されればよい。

【0126】

以降、試験管理装置5、試験装置10a及び10bの動作は、一方のルータ21aのみの時間超過パケット転送設定が変更されること、試験装置10bによりルータ21aまでのホップ数のみが計測されること、このホップ数に設定されたTTL値が試験装置10bに通知されること以外は、第一実施形態のクライアント・サーバ型通信の場合と同様である。

【0127】

試験装置10aでは、試験パケット生成部12が送受信処理部11を介して上記検証条件データを受けると、試験用HTTPパケットを新設するIPアドレス分(150個)生成する。試験装置10aは、送受信処理部11において試験管理装置5からの試験開始の通知が受信されると、試験パケット生成部12により生成された150個の試験パケットを一斉(所定の間隔でもよい)に送信する。試験装置10aから送信された試験パケットは、その宛先となる試験装置10bにより受信される。

【0128】

10

20

30

40

50

試験装置 10 b では、折返し処理部 17 が送受信処理部 11 により受信された試験パケット (HTTP) を受け、その応答試験パケットを TTL 制御部によって決定された TTL 値を設定し生成する。折返し処理部 17 は、試験パケットの発信元 IP アドレスに対してこの応答試験パケットを送信する。

#### 【0129】

この応答試験パケットは、分岐部 81 により分岐され試験装置 10 a で受信される。一方、ルータ 21 a の通常通信ポートで受信された応答試験パケットは、TTL 値が 0 となるためルータ 21 a により破棄される。応答試験パケットを受信した試験装置 10 a は、その応答試験パケットの受信状況に基づいて通信品質を計測する。以降、この品質計測情報は、試験実行時間の満了により、試験管理装置 5 で収集され、ネットワーク検証結果として出力される。10

#### 【0130】

##### 動作フロー

上述のようなネットワーク検証を行う際の試験管理装置 5、試験装置 10 a 及び 10 b の動作フローについて図 13 を用いて説明する。図 13 は、第二実施形態におけるネットワーク検証システムの各装置の動作を示すフローチャートであり、クライアント・サーバ型通信の検証及びピアツーピア型通信の検証のいずれの場合にも当てはまる動作フローである。

#### 【0131】

試験管理装置 5 は、ネットワーク管理者等のユーザからネットワーク検証を実行する際の検証条件を操作画面等を介して取得する (S1301)。試験管理装置 5 は、当該検証条件に設定されるプロトコル種別に応じて検証対象となる通信がピアツーピア型通信かクライアント・サーバ型通信かを判別する。試験管理装置 5 は、この判別結果に応じて時間超過パケットに関する設定を行う必要のあるルータを決定する。例えば、ピアツーピア型通信の検証の場合には、各ローカルネットワークに接続される双方のルータを対象に決定し、クライアント・サーバ型通信の検証の場合には、クライアント側のローカルネットワークに接続されるルータを対象に決定する。20

#### 【0132】

試験管理装置 5 は、試験装置に対し、対象ルータまでのホップ数を計測するよう指示する (S1302)。このとき、その対象ルータの IP アドレスも併せて通知される。これにより、試験装置において traceroute コマンド等が利用されることにより対象ルータまでのホップ数が計測される。30

#### 【0133】

この計測されたホップ数は、試験管理装置 5 に送られ、試験管理装置 5 は、試験パケット若しくは応答試験パケットに設定されるべき TTL 値をそのホップ数に決定する (S1303)。試験管理装置 5 は、決定された TTL 値をその他の検証条件と共に試験装置に送る。

#### 【0134】

試験管理装置 5 は、更に、対象ルータに対し時間超過パケットを転送しないように設定する (S1304)。ピアツーピア型通信の検証の場合には、試験装置 10 a 及び 10 b のそれぞれに接続されるルータ 21 a 及び 21 b に対してそれぞれ設定され、クライアント・サーバ型通信の検証の場合には、クライアント側の試験装置 10 a に接続されるルータ 21 a に対してのみ設定される。40

#### 【0135】

試験装置は、試験管理装置 5 から試験開始の通知を受けると、同様に試験管理装置 5 から送られてくる検証条件に合致する試験パケットを生成し送信する (S1305)。この試験パケットは、分岐部 81 又は 82 で分岐され他方の試験装置に受信される。分岐されずルータに転送された試験パケットは、TTL 値が 0 になり破棄される。この試験パケットを受信した他方の試験装置若しくは応答試験パケットを受信した送信側の試験装置は、ピアツーピア型通信の試験パケット若しくはクライアント・サーバ型通信の応答試験パケ50

ットであればその試験パケットに基づいて通信品質を計測する（S1306）。試験装置は、試験管理装置5から試験終了が通知されてくるまでの間（S1307；NO）、通信品質を計測し続け、計測結果を保持する。

【0136】

試験管理装置5は、検証条件に設定されている試験実行時間の経過を監視している（S1307）。試験管理装置5は、試験実行時間の満了を検知すると（S1307；YES）、対象ルータの時間超過パケットに関する転送設定を元に戻す（S1308）。すなわち、時間超過パケットを転送するように設定される。

【0137】

その後、試験管理装置5は、試験装置に試験終了を通知する（S1309）。試験管理装置5は、試験装置において計測され保持されている品質情報を収集し、この品質情報に基づいてネットワーク検証結果を出力する（S1310）。

【0138】

第二実施形態における作用及び効果

第二実施形態におけるネットワーク検証システムでは、試験装置10a及び10bがそれぞれ試験対象となるローカルネットワークに接続され、更にこれら試験装置10a及び10bと通信可能に試験管理装置5が接続される。第二実施形態では、試験パケットの受信側となる試験装置は、ルータの通常通信ポート前に設置される分岐部により分岐された通信線と受信用ネットワークインターフェースで接続され、ルータの通常の通信ポートに接続される通信線と送信用ネットワークインターフェースで接続される。

10

20

【0139】

試験装置では、試験管理装置5からの指示により通信先ローカルネットワークに接続されるルータまでのホップ数が計測され、この計測されたホップ数が試験管理装置5へ通知される。試験管理装置5では、この計測されたホップ数によりTTL値を決定し、他の検証条件と共にこの決定されたTTL値が試験装置へ送られる。試験装置では、このTTL値が設定された試験パケット若しくは応答試験パケットが送信される。

【0140】

これにより、第二実施形態によれば、試験装置から送信された試験パケットであって通信先ローカルネットワークに接続されるルータで受信された試験パケットは、TTL値が0になり廃棄される。すなわち、ルータの通常通信ポート前に設置される分岐部により分岐された試験パケットのみが試験装置で受信される。

30

【0141】

従って、試験パケットが試験対象のローカルネットワーク内に転送されないため、稼働中の通信サービスに影響を与えることなくネットワーク検証を実行することができる。

【0142】

更に、第二実施形態では、試験管理装置5により、受信側となり得る試験装置の接続されるルータに対し時間超過パケットを転送しないための設定が行われる。

【0143】

これにより、試験パケットがTTL値により当該ルータで廃棄された場合であっても、それを通知する時間超過パケットが発信元のローカルネットワークに転送されなくなる。従って、ネットワーク検証を行う上で稼働中の通信サービスへの影響をより少なくすることができる。

40

【0144】

[変形例]

上述の第一実施形態及び第二実施形態では、試験管理装置5と試験装置10a及び10bとでネットワーク検証が行われていたが、試験管理装置5の全ての機能部若しくは一部の機能部を試験装置10a及び10bのいずれかに持たせるようにしてもよい。図14は、第一実施形態の変形例における試験装置の機能構成を示すブロック図であり、図15は、第二実施形態の変形例における試験装置の機能構成を示すブロック図である。図14及び15に示される試験装置は、試験管理装置5の全ての機能部を持つ場合の機能構成例を

50

示している。

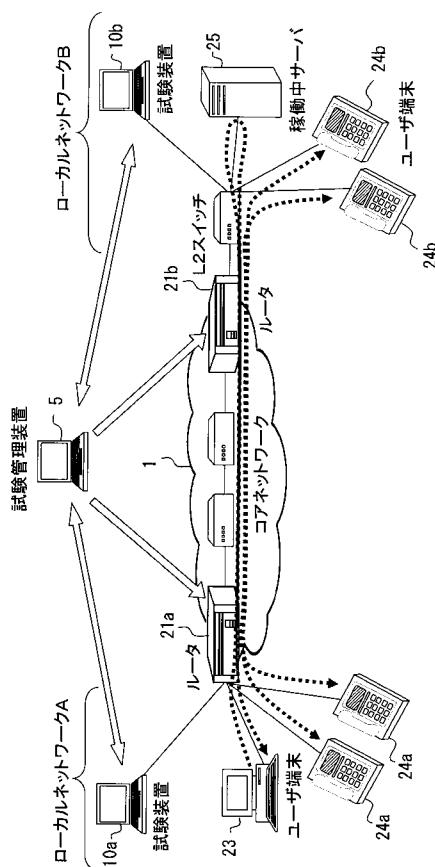
〔 0 1 4 5 〕

第一実施形態の変形例では、試験装置がARPテーブルの設定処理を行い（ARPテーブル設定部53）、試験装置が他の試験装置で生成されたネットワーク検証結果を収集する（試験装置制御部57）。試験装置にはユーザインターフェースが備えられ、このユーザインターフェースを介して試験装置により検証条件を含む設定データが取得され、更にネットワーク検証結果が出力される。また、試験装置で試験実行時間が監視され、試験装置から他の試験装置に試験終了が通知される（試験装置制御部57）。

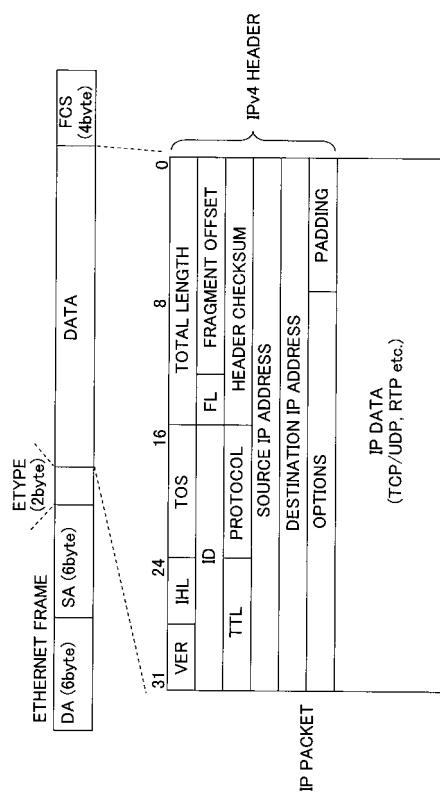
【 0 1 4 6 】

第二実施形態の変形例では、試験装置が TTL 値の決定、ルータへの時間超過パケットの転送禁止の設定を行う (TTL 制御部 91)。

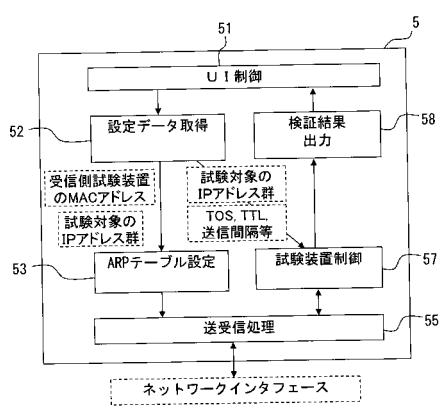
【 図 1 】



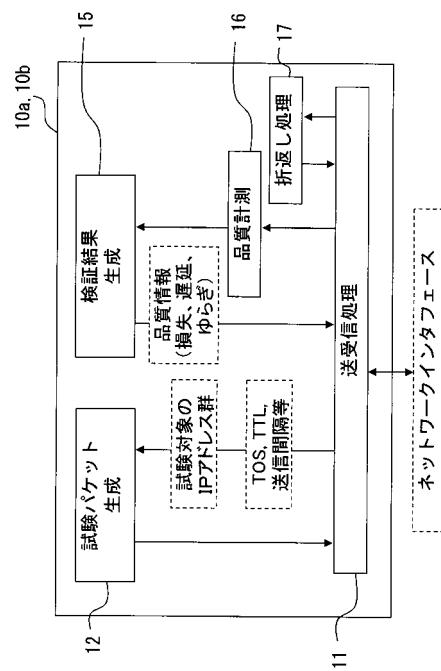
【 図 2 】



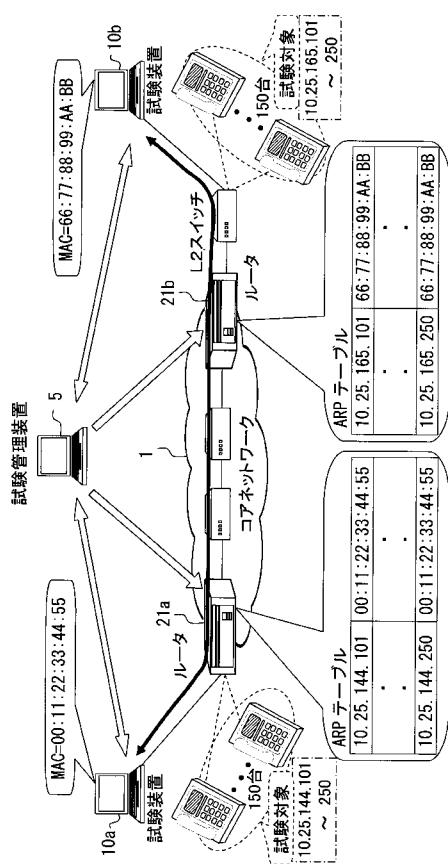
【図3】



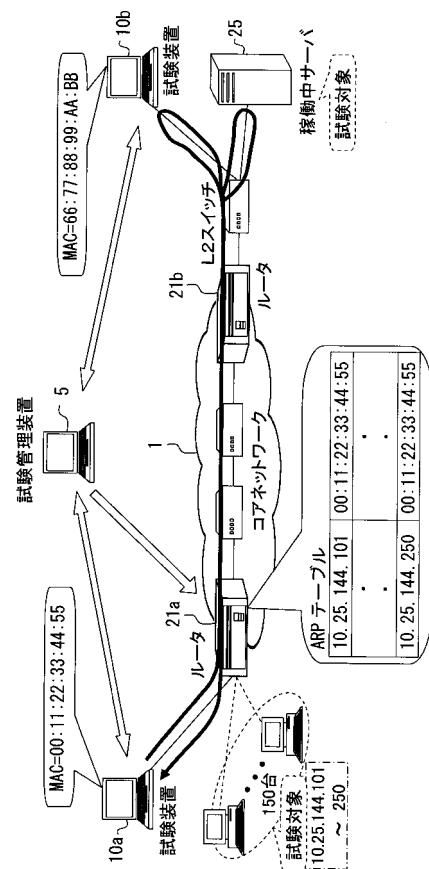
【図4】



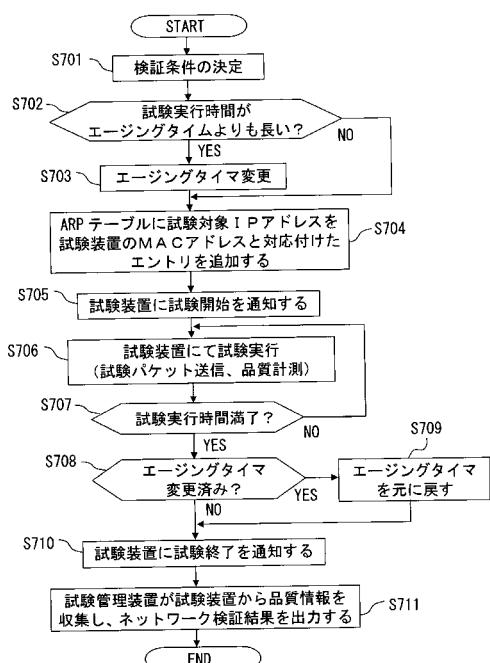
【図5】



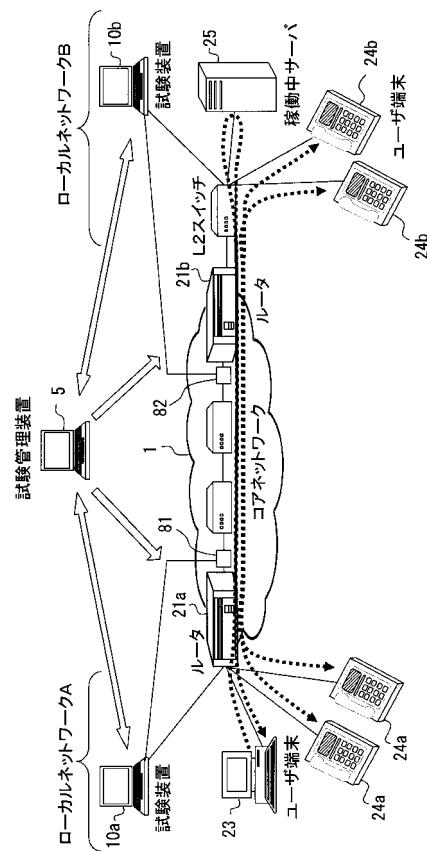
【図6】



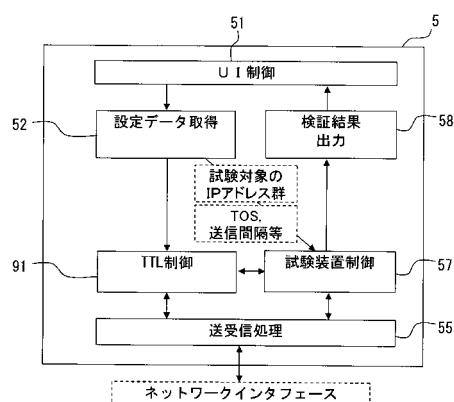
【図7】



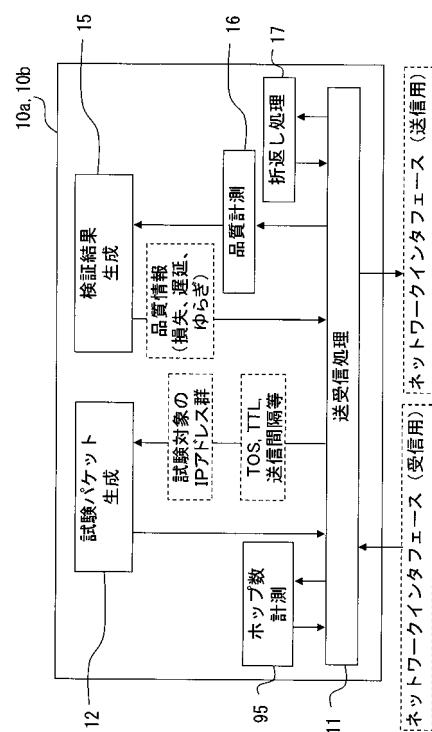
【図8】



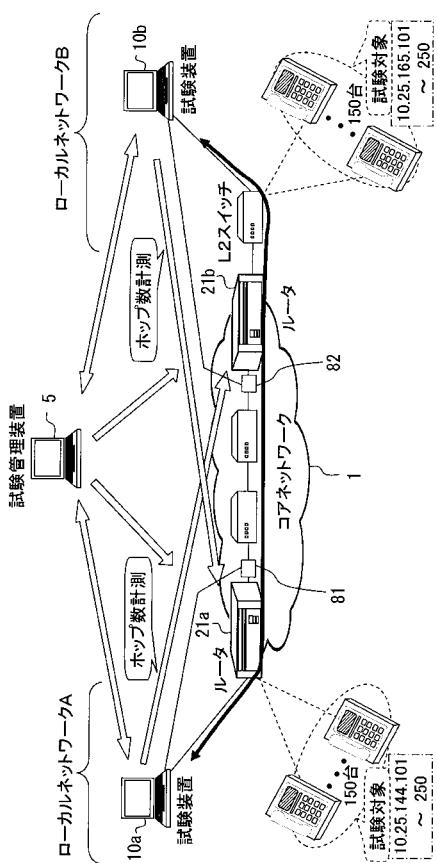
【図9】



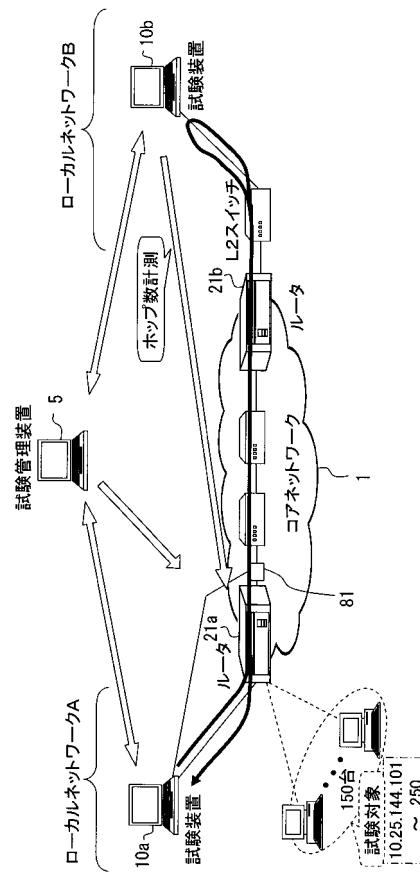
【図10】



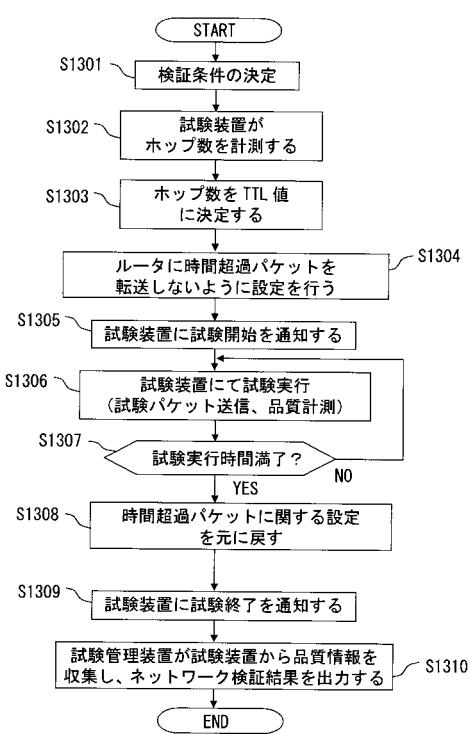
【図11】



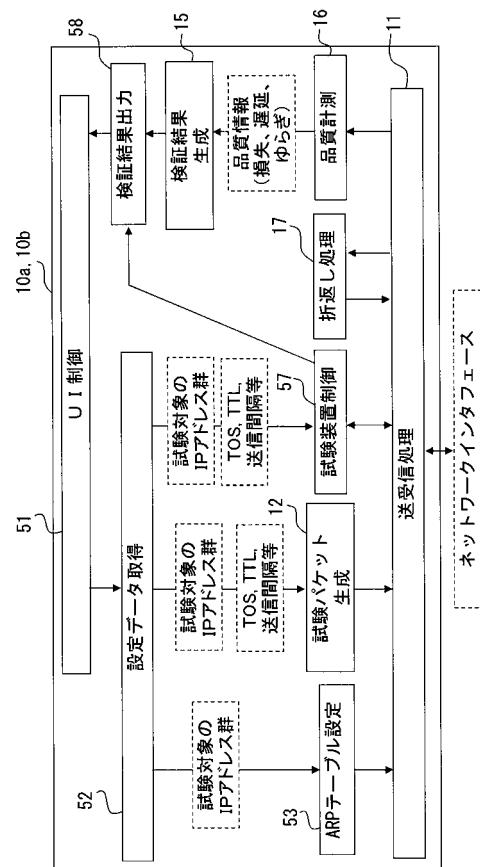
【図12】



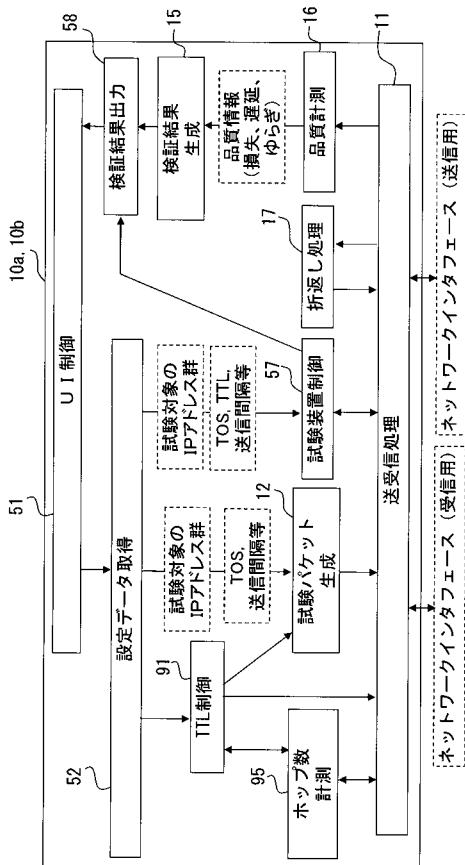
【図13】



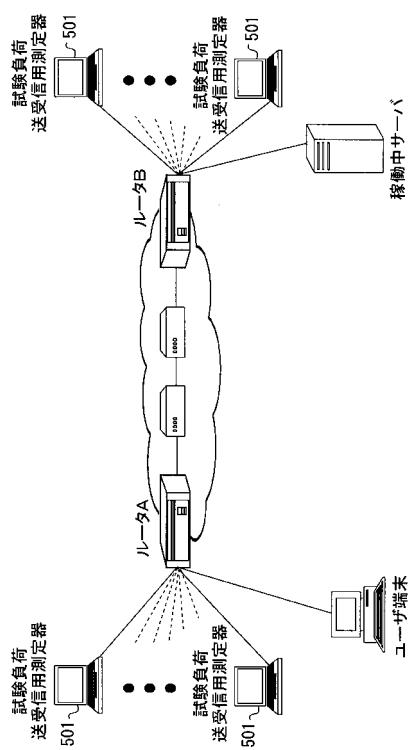
【図14】



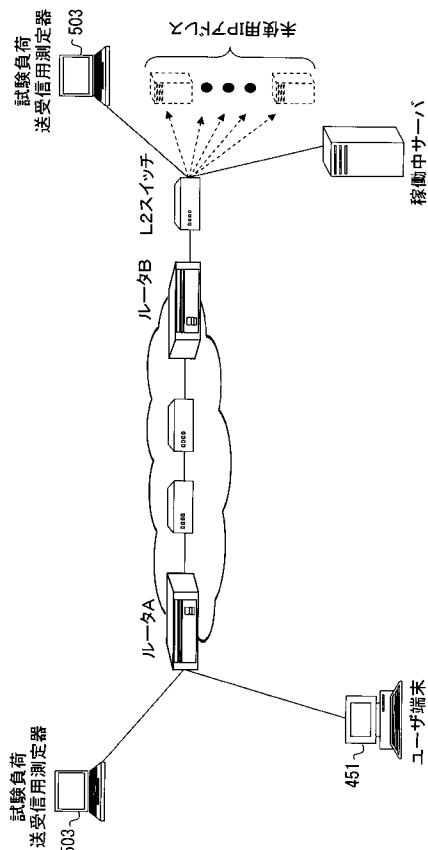
【図15】



【図16】



【図17】



---

フロントページの続き

(72)発明者 後藤 知範

日本国神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 松崎 孝大

(56)参考文献 特開平10-135982 (JP, A)

特開2000-209205 (JP, A)

特開2002-185464 (JP, A)

特開2002-353983 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/24

H04L 12/26

H04L 12/56