

(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 I

H O 4 L 12/24 (2006. 01)

H O 4 L 12/24

H O 4 L 12/26 (2006. 01)

H O 4 L 12/26

H O 4 L 12/56 (2006. 01)

H O 4 L 12/56 4 O O Z

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 W02008/126179  
 (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管理装置であって、

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に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に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、

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、  
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。

#### 【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、

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

10

20

30

40

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、V o I P (Voice over Internet Protocol) サービスのようにI P (Internet P  
rotocol) 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。I P ネットワーク  
において新たにV o I P 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I Pアドレス及び1つの宛先I P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。

【0005】

30

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I Pアド  
レス及び宛先I P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I P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ふ。

【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な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。

【 0 0 1 7 】

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に構成する。

【 0 0 1 8 】

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 H T T P、F T P 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。

【 0 0 1 9 】

従って、不必要な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。

【 0 0 2 0 】

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に構成する。

【 0 0 2 1 】

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、R T P（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。

【 0 0 2 2 】

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 T T L（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。

【 0 0 2 3 】

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、T T L 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。

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

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 T T L 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ることがなくなる。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。

【 0 0 2 6 】

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】

【 0 0 2 7 】

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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

【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。

【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。

【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。

【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】

【 0 0 2 9 】

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

10

20

30

40

50

- 2 5 サーバ（稼働中サーバ）
- 5 1 ユーザインタフェース制御部（UI 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
- 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

10

【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】

20

〔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。

30

【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】

40

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

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、M A C 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 (D A) フィールド及び発信元アドレス (S A) 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。

#### 【 0 0 3 7 】

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 1 0 a 及び 1 0 b に送り、試験装置 1 0 a 及び 1 0 b 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 2 1 a 及び 2 1 b の設定情報を変更する。

10

#### 【 0 0 3 8 】

##### 〔 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 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それぞれ説明する。

#### 【 0 0 3 9 】

##### 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。

#### 【 0 0 4 0 】

20

試験管理装置 5 は、ハードウェア構成として、C P U (Central Processing Unit)、メモリ、入出力インタフェース等を備える。試験管理装置 5 は、入出力インタフェースとして、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 C P U 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。

#### 【 0 0 4 1 】

30

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、ユーザインタフェース制御部 (以降、U I 制御部と表記する) 5 1、設定データ取得部 5 2、A R P テーブル設定部 5 3、送受信処理部 5 5、試験装置制御部 5 7、検証結果出力部 5 8 等を有する。以下、これら各機能部について説明する。

#### 【 0 0 4 2 】

U I 制御部 5 1 は、ユーザインタフェースに関わる制御を行う。例えば、U I 制御部 5 1 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、U I 制御部 5 1 は、検証結果出力部 5 8 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。U I 制御部 5 1 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ようにしてもよい。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

#### 【 0 0 4 3 】

この検証条件には、試験種別、試験対象の発信元 I P アドレス及び宛先 I P アドレス、T O S (Type of Service)、T T L (Time to Live)、送信間隔、試験実行時間、試験装置 1 0 a 及び 1 0 b の M A C 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 I P 電話が設置される場合等、I P 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 R T P (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 2 5 が W e b 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 2 5 にアクセスする新たなユーザ端末を追加する場合には、プ

50



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 1 9 2 . 1 6 8 . 1 . 2 5 から 1 0 0 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 1 0 a 若しくは 1 0 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 2 0 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上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 1 0 a 及び 1 0 b の M A C アドレスは、U I 制御部 5 1 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 1 0 a 及び 1 0 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 5 2 に送られる。

【 0 0 5 2 】

設定データ取得部 5 2 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 1 0 a 及び 1 0 b の M A C アドレスを A R P テーブル設定 5 3 に送る。設定データ取得部 5 2 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 5 7 に送る。

40

【 0 0 5 3 】

試験装置制御部 5 7 は、試験装置 1 0 a 及び 1 0 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 5 7 は、試験開始イベントを受けると、送受信処理部 5 5 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 5 7 は、設定データ取得部 5 2 から送られる検証条件を対象の試験装置 1 0 a 及び 1 0 b に送るように送受信処理部 5 5 に指示する。

【 0 0 5 4 】

50

試験装置制御部 57 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 57 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 57 は、試験終了の通知後、試験装置 10a 若しくは 10b から送られ送受信処理部 55 で受信された品質情報を検証結果出力部 58 に送る。

#### 【0055】

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、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 ARP テーブルを更新する。このとき、ARP テーブル設定部 53 は、試験装置 10a 及び 10b 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 55 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 53 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 53 は、双方のエッジルータの ARP テーブルを更新する。

#### 【0056】

また、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、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 53 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 53 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 53 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。

#### 【0057】

送受信処理部 55 は、ARP テーブル設定部 53 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。

#### 【0058】

また、送受信処理部 55 は、試験装置制御部 57 からの指示に基づいて、試験装置 10a 及び 10b に対し試験開始及び試験終了を通知する。送受信処理部 55 は、この試験開始通知時には、同様に試験装置制御部 57 から送られる検証条件を試験装置 10a 及び 10b に送信する。送受信処理部 55 は、試験終了時には、試験装置 10a 及び 10b 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 57 に送る。

#### 【0059】

検証結果出力部 58 は、試験装置 10a 及び 10b 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 51 に送られる。

#### 【0060】

##### 試験装置

試験装置 10a 及び 10b 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 10a 及び 10b 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。

#### 【0061】

試験装置は、ハードウェア構成として、CPU (Central Processing Unit)、メモリ、入出力インタフェース等を備える。試験装置は、入出力インタフェースとして、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ることにより、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と共に送受信処理部11へ送る。

#### 【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。

40

#### 【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

## 【 0 0 6 9 】

具体的には、当該試験パケットが R T P パケットである場合には、R T P 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、R T P 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 1 5 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

## 【 0 0 7 0 】

検証結果生成部 1 5 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 1 5 は、試験管理装置 5 から試験終了の通知が送受信処理部 1 1 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 1 1 に指示する。

## 【 0 0 7 1 】

## 〔 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 1 0 a 及び 1 0 b 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

## 【 0 0 7 2 】

## 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 1 0 a 及び 1 0 b 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 V o I P 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 I P アドレス ( 10.25.144.101 から 10.25.144.2 50 ) がローカルネットワーク B に I P 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 1 0 a を接続し、ローカルネットワーク B には試験装置 1 0 b を接続する。これら試験装置 1 0 a 及び 1 0 b に設定される I P アドレスは、新設される予定の I P 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 I P アドレスが設定されるようにしてもよい。

30

## 【 0 0 7 3 】

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 I P アドレス、プロトコル種別として R T P、T O S として最優先を示す値 ( 5 )、送信間隔として 2 0 m s、試験実行時間として 1 0 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 1 0 a 及びローカルネットワーク B に接続する試験装置 1 0 b の M A C アドレスがそれぞれ入力される。もちろん、この M A C 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 1 0 a 及び 1 0 b から取得するようにしてもよい。

40

## 【 0 0 7 4 】

試験管理装置 5 において、これら入力された検証条件は、U I 制御部 5 1 から設定データ取得部 5 2 に送られ、更に A R P テーブル設定部 5 3 及び試験装置制御部 5 7 に送られる。

## 【 0 0 7 5 】

A R P 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、A R P テーブ

50

ルが更新されるルータ 2 1 a 及び 2 1 b のエージングタイマを試験実行時間 ( 1 0 分 ) に設定する。A R P テーブル設定部 5 3 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もよい。続いて、A R P テーブル設定部 5 3 は、ローカルネットワーク A に新設する I P アドレス群 ( 10.25.144.101 から 10.25.144.250 ) を全て試験装置 1 0 a の M A C アドレス ( 00:11:22:33:44:55 ) と対応付けた形でルータ 2 1 a の A R P テーブルに追加する。同様に、A R P テーブル設定部 5 3 は、ローカルネットワーク B に新設する I P アドレス群 ( 10.25.165.101 から 10.25.165.250 ) を全て試験装置 1 0 b の M A C アドレス ( 66:77:88:99:AA:BB ) と対応付けた形でルータ 2 1 b の A R P テーブルに追加する。この設定により、試験装置 1 0 a 及び 1 0 b 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 内への不必要な A R P リクエストの転送を防ぐことが可能となる。

10

#### 【 0 0 7 6 】

試験装置制御部 5 7 は、送受信処理部 5 5 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 1 0 a 及び 1 0 b 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 5 7 はこれを受け、試験装置 1 0 a 及び 1 0 b に試験開始を通知する。

#### 【 0 0 7 7 】

試験装置 1 0 a 及び 1 0 b では、試験パケット生成部 1 2 が送受信処理部 1 1 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 R T P が設定されているため、試験パケット生成部 1 2 は、R T P 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 1 2 は、R T P パケットを新設 I P 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 ( 1 5 0 ) 分生成する。例えば、試験装置 1 0 a では、発信元 I P 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 I P 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 1 5 0 個の R T P パケットが生成される。逆に、試験装置 1 0 b では、発信元 I P 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 I P 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 1 5 0 個の R T P パケットが生成される。更に、これら各パケットの I P ヘッダの T O S フィールド、T T L 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。

20

30

#### 【 0 0 7 8 】

試験装置 1 0 a 及び 1 0 b は、送受信処理部 1 1 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 1 2 により生成された各 1 5 0 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 ( 2 0 m s ) 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。

#### 【 0 0 7 9 】

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 2 1 a 及び 2 1 b の A R P テーブルに従ってそれぞれ試験装置 1 0 a 及び 1 0 b 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 1 6 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 1 6 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 1 5 によりそれら品質計測情報がまとめられ保持される。

40

#### 【 0 0 8 0 】

試験管理装置 5 では、試験装置制御部 5 7 が、試験実行時間の満了を検知すると、送受信処理部 5 5 を介して試験終了の通知を試験装置 1 0 a 及び 1 0 b に送信する。この試験終了の通知が試験装置 1 0 a 及び 1 0 b の送受信処理部 1 1 で受信されると、検証結果生成部 1 5 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 5 8 が試験装置 1 0 a 及び 1 0 b 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。

【 0 0 8 1 】

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 10 a 及び 10 b 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  
10  
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 10 a 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 10 b 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 10 b 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。

【 0 0 8 2 】

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 10 b (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 10 a 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 21 a の ARP テーブルのみが更新されるため、試験装置 10 a の MAC アドレスの  
20  
みが入力されればよい。

【 0 0 8 3 】

以降、試験管理装置 5 の動作は、一方のルータ 21 a 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 10 a 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。

【 0 0 8 4 】

試験装置 10 a 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 10 a 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 10 b 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。  
30

【 0 0 8 5 】

試験装置 10 a 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 10 a 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 10 b により受信される。

【 0 0 8 6 】

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。  
40

【 0 0 8 7 】

試験装置 10 a 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。

【 0 0 8 8 】

### 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 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が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。

10

#### 【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なんかを判定する（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。

20

#### 【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。

30

#### 【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なんかを判断する（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）。

40

#### 【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 10 a 及び 10 b 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 10 a 及び 10 b と

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、エージングタイマ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 A R P テーブル設定部 5 3 の代わりに T T L 制御部 9 1 を備えること以外、第一実施形態と同様である。

【 0 1 0 7 】

T T L 制御部 9 1 は、試験装置から送信される試験パケットに設定すべき T T L 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 5 5 を介して指示する。T T L 制御部 9 1 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 5 5 を介して受信する。これにより、T T L 制御部 9 1 は、試験装置から送信される試験パケットに設定すべき T T L 値をこの計測されたホップ数に決定し、試験装置制御部 5 7 に送る。試験装置制御部 5 7 は、この T T L 値を他の検証条件とともに試験装置に通知する。

10

【 0 1 0 8 】

T T L 制御部 9 1 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、I C M P ( 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 I P パケットに設定されている T T L 値が 0 になりその I P 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。T T L 制御部 9 1 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。

【 0 1 0 9 】

20

試験装置

図 1 0 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 9 5 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フェースに分岐部 8 1 又は 8 2 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フェースに接続される。

【 0 1 1 0 】

送受信処理部 1 1 は、送信用ネットワークインタフェース及び受信用ネットワークインタフェースを制御し、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フェースが利用される。なお、送受信処理部 1 1 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。

30

【 0 1 1 1 】

ホップ数計測部 9 5 は、試験管理装置 5 からの指示が送受信処理部 1 1 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 9 5 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 9 5 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 t r a c e r o u t e コマンドを用いることにより計測する。このとき、t r a c e r o u t e コマンドに指定する宛先 I P アドレスは、例えばエッジルータの I P アドレスを指定する。ホップ数計測部 9 5 は、t r a c e r o u t e 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。

40

【 0 1 1 2 】

〔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 1 0 a 及び 1 0 b の動作例について図 1 1 及び 1 2 を用いて説明する。図 1 1 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 1 2 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

50

信の検証例を示す図である。

【 0 1 1 3 】

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 10 a 及び 10 b 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 10 a の受信用ネットワークインタフェースと接続され、ルータ 21 a の通信ポートに接続される通信線が試験装置 10 a の送信用ネットワークインタ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 10 b の受信用ネットワークインタフェースと接続され、ルータ 21 b 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 10 b の送信用ネットワークインタフェースと接続される。

10

【 0 1 1 4 】

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 20 ms、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 21 a 及び 21 b 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

【 0 1 1 5 】

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 10 a 及び 10 b 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。

【 0 1 1 6 】

試験装置 10 a 及び 10 b 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

【 0 1 1 7 】

試験管理装置 5 では、TTL 制御部 91 が各試験装置 10 a 及び 10 b から各ホップ数をそれぞれ受けると、試験装置 10 a 及び 10 b 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。

【 0 1 1 8 】

TTL 制御部 91 は、TTL 値を決定すると、各ルータ 21 a 及び 21 b 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 10 a 及び 10 b 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

【 0 1 1 9 】

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 10 a 及び 10 b 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 10 a 及び 10 b に試験開始を通知する。

【 0 1 2 0 】

試験装置 10 a 及び 10 b 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。

【 0 1 2 1 】

試験装置 1 0 a 及び 1 0 b は、送受信処理部 1 1 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 1 2 により生成された各 1 5 0 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 ( 2 0 m s ) 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。

【 0 1 2 2 】

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 8 1 又は 8 2 によりそれぞれ分岐され試験装置 1 0 a 及び 1 0 b でそれぞれ受信される。また、ルータ 2 1 a 又は 2 1 b 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 T T L 値が 0 となるため、ルータ 2 1 a 又は 2 1 b でそれぞれ破棄される。これは、試験パケットの T T L 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 1 0 a 及び 1 0 b 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。

10

【 0 1 2 3 】

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 8 1 又は 8 2 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。

【 0 1 2 4 】

20

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 1 0 a 及び 1 0 b の動作について図 1 2 を用いて説明する。図 1 2 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 I P 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 1 0 a の接続されるローカルネットワーク A 側にのみ分岐部 8 1 が設けられ、分岐された通信線が試験装置 1 0 a の受信用ネットワークインタフェースと接続され、ルータ 2 1 a の通信ポートに接続される通信線が試験装置 1 0 a の送信用ネットワークインタ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 1 0 b が接続される。

30

【 0 1 2 5 】

試験管理装置 5 では、ユーザにより、新設予定の I P アドレス、試験装置 1 0 b の I P アドレス、プロトコル種別として H T T P 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 2 1 a の I P 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 2 1 a にのみ分岐部 8 1 が設置されるため、ルータ 2 1 a の I P アドレスのみが入力されればよい。

【 0 1 2 6 】

以降、試験管理装置 5、試験装置 1 0 a 及び 1 0 b の動作は、一方のルータ 2 1 a 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 1 0 b によりルータ 2 1 a 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 T T L 値が試験装置 1 0 b 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。

40

【 0 1 2 7 】

試験装置 1 0 a では、試験パケット生成部 1 2 が送受信処理部 1 1 を介して上記検証条件データを受けると、試験用 H T T P パケットを新設する I P アドレス分 ( 1 5 0 個 ) 生成する。試験装置 1 0 a は、送受信処理部 1 1 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 1 2 により生成された 1 5 0 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 1 0 a 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 1 0 b により受信される。

【 0 1 2 8 】

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ッケージに基づいて通信品質を計測する（S 1 3 0 6）。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（S 1 3 0 7；NO）、通信品質を計測し続け、計測結果を保持する。

【0 1 3 6】

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（S 1 3 0 7）。試験管理装置 5 は、試験実行時間の満了を検知すると（S 1 3 0 7；YES）、対象ルータの時間超過パッケージに関する転送設定を元に戻す（S 1 3 0 8）。すなわち、時間超過パッケージを転送するように設定される。

【0 1 3 7】

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（S 1 3 0 9）。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（S 1 3 1 0）。

【0 1 3 8】

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 1 0 a 及び 1 0 b 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 1 0 a 及び 1 0 b 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、試験パッケージ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フェースで接続される。

【0 1 3 9】

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ッケージ若しくは応答試験パッケージが送信される。

【0 1 4 0】

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ッケージ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ッケージは、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ッケージのみが試験装置で受信される。

【0 1 4 1】

従って、試験パッケージ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。

【0 1 4 2】

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ッケージを転送しないための設定が行われる。

【0 1 4 3】

これにより、試験パッケージが 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ッケージが発信元のローカルネットワークに転送されることがなくなる。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。

【0 1 4 4】

〔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 1 0 a 及び 1 0 b 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 1 0 a 及び 1 0 b のいずれかに持たせるようにしてもよい。図 1 4 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 1 5 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 1 4 及び 1 5 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

10

20

30

40

50

示している。

【 0 1 4 5 】

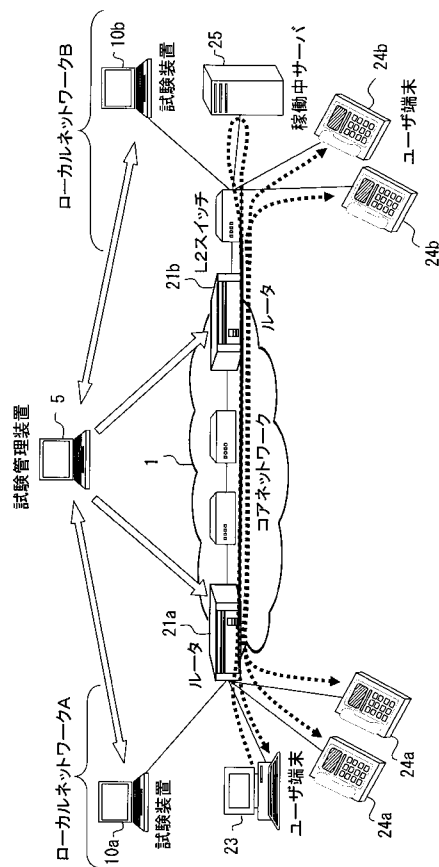
第一実施形態の変形例では、試験装置がARPテーブルの設定処理を行い（ARPテーブル設定部53）、試験装置が他の試験装置で生成されたネットワーク検証結果を収集する（試験装置制御部57）。試験装置にはユーザインタフェースが備えられ、このユーザインタフェースを介して試験装置により検証条件を含む設定データが取得され、更にネットワーク検証結果が出力される。また、試験装置で試験実行時間が監視され、試験装置から他の試験装置に試験終了が通知される（試験装置制御部57）。

【 0 1 4 6 】

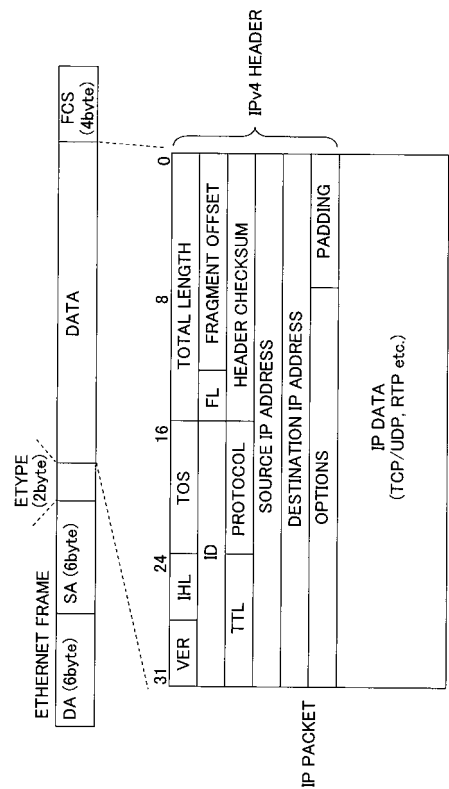
第二実施形態の変形例では、試験装置がTTL値の決定、ルータへの時間超過パケットの転送禁止の設定を行う（TTL制御部91）。

10

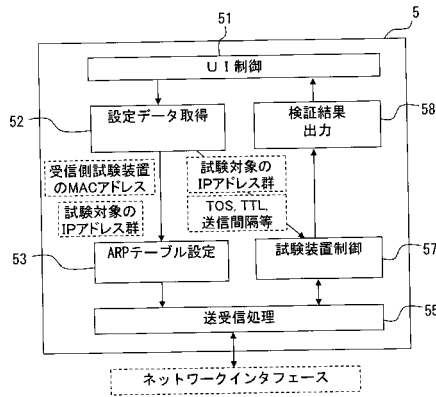
【 図 1 】



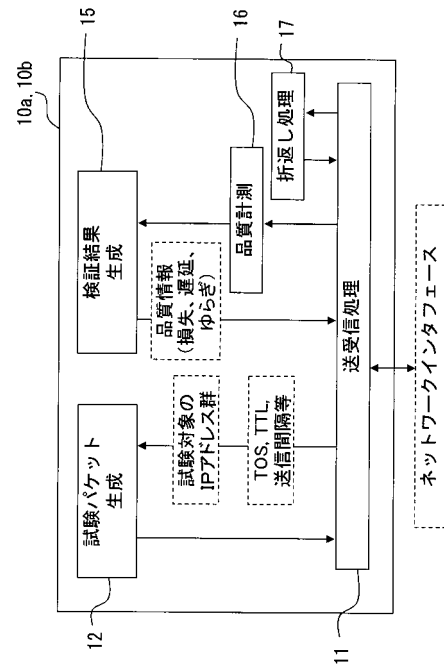
【 図 2 】



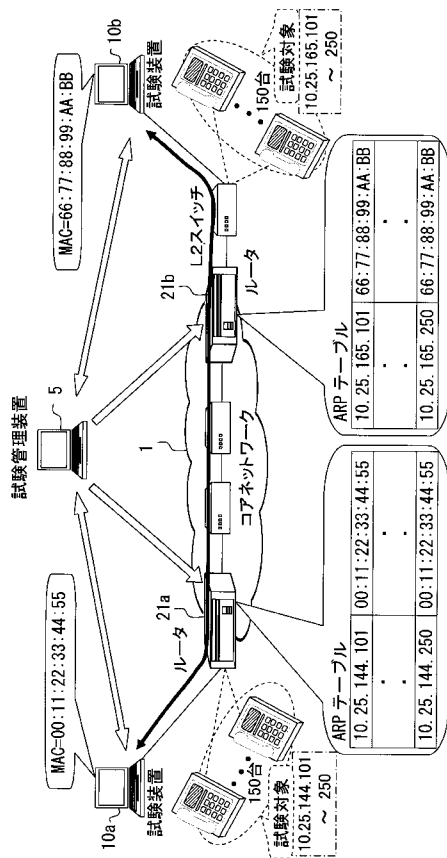
【図 3】



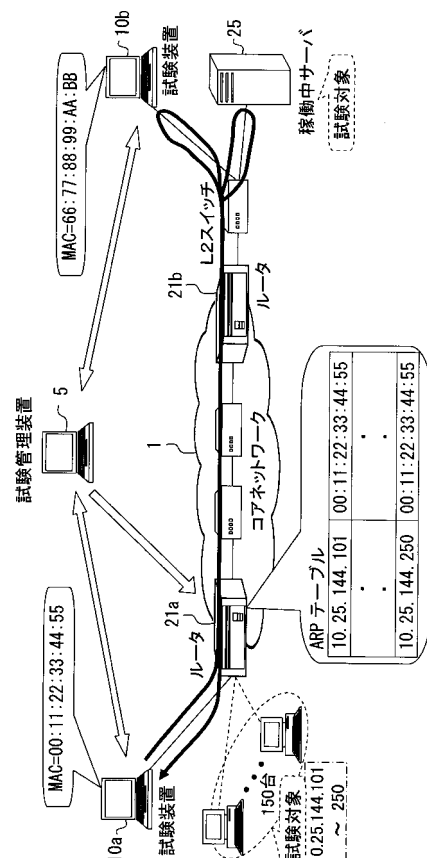
【図 4】



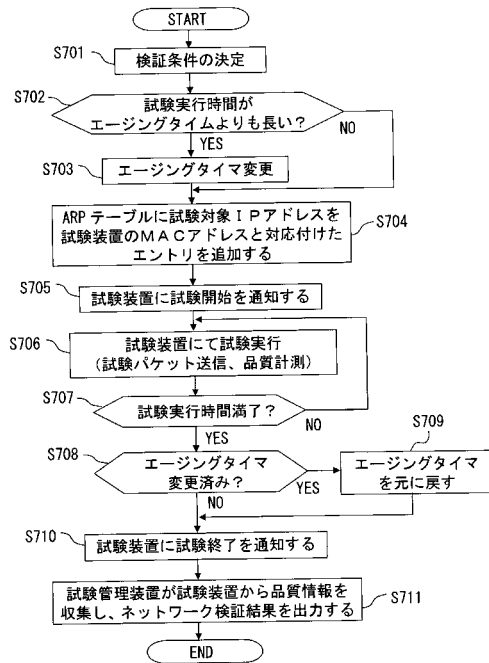
【図 5】



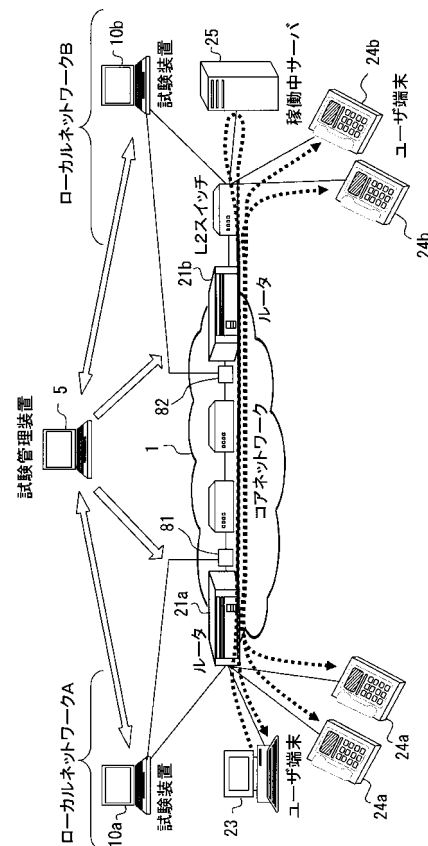
【図 6】



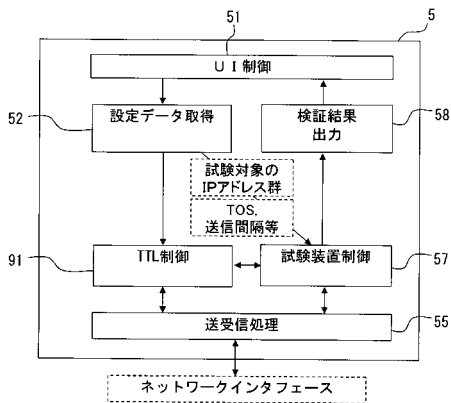
【図 7】



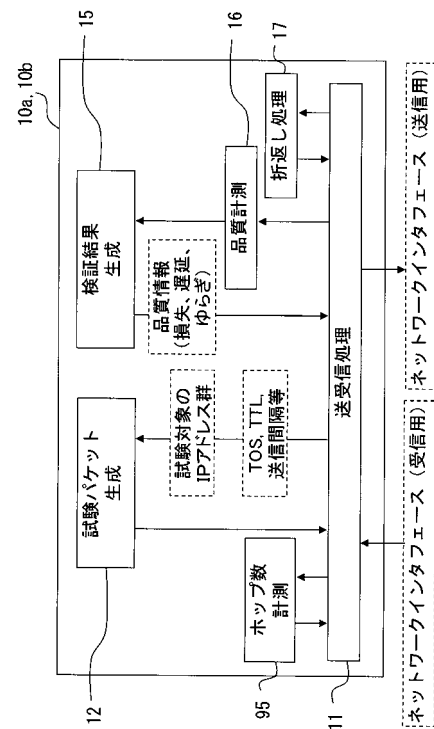
【図 8】



【図 9】

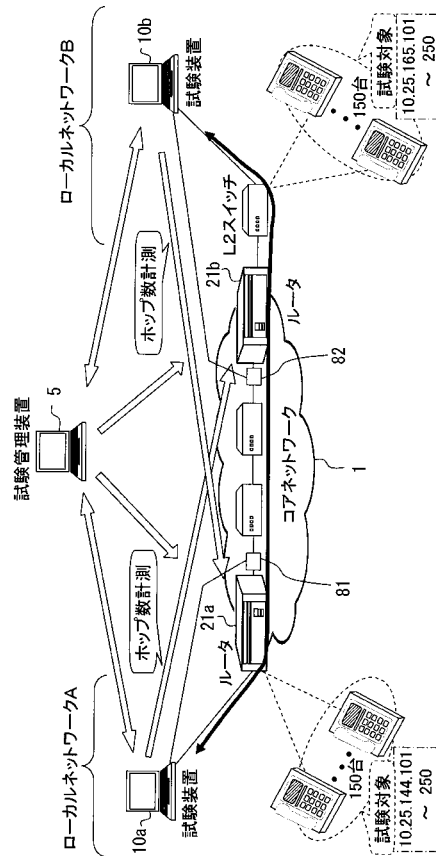


【図 10】

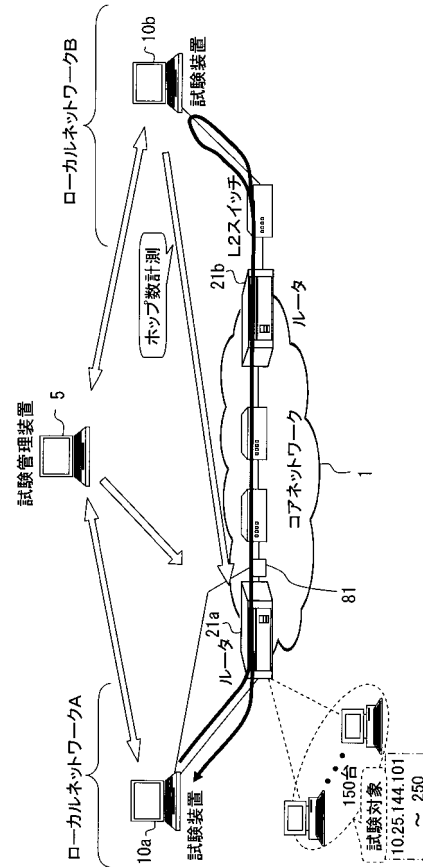




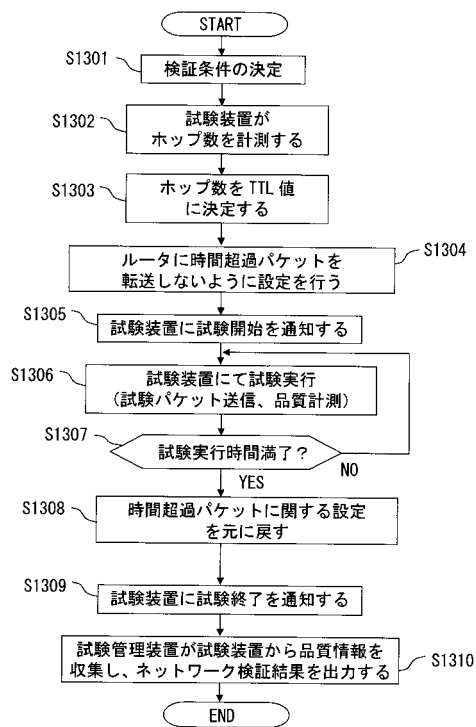
【図 1 1】



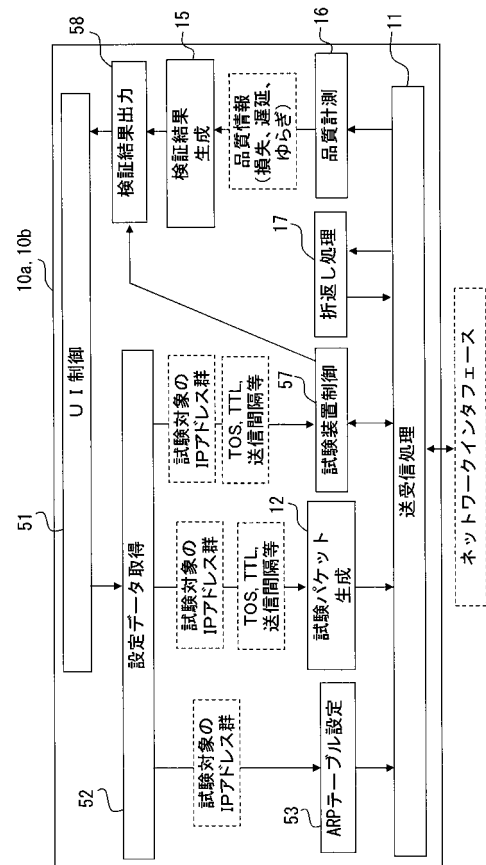
【図 1 2】



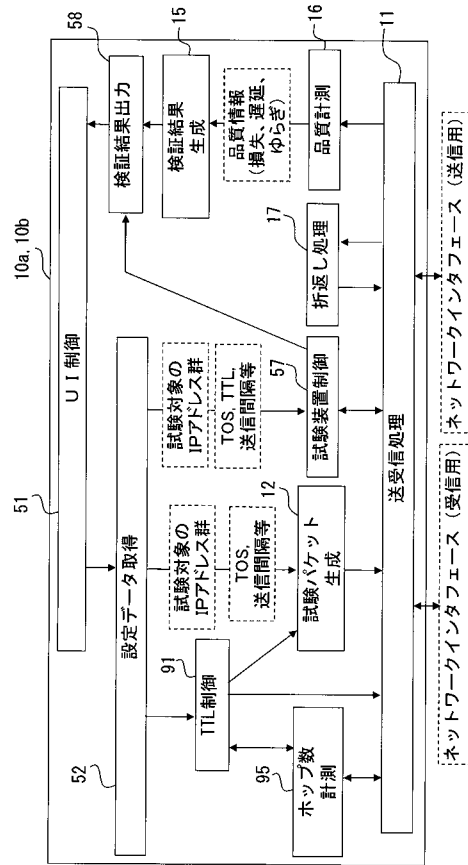
【図 1 3】



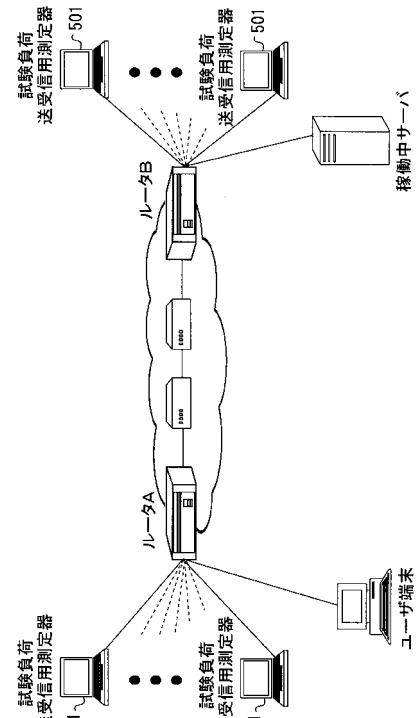
【図 1 4】



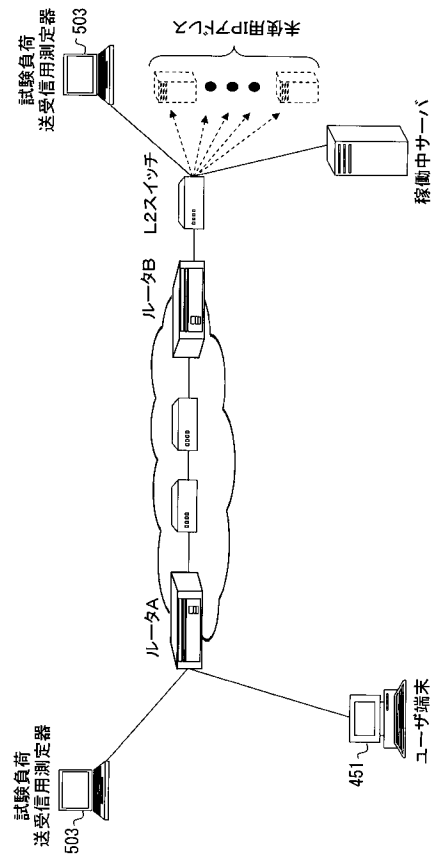
【図 15】



【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