(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年2月27日(27.02.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/041239 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 43/103 (2022.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/030054

(22) 国際出願日： 2023年8月21日(21.08.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

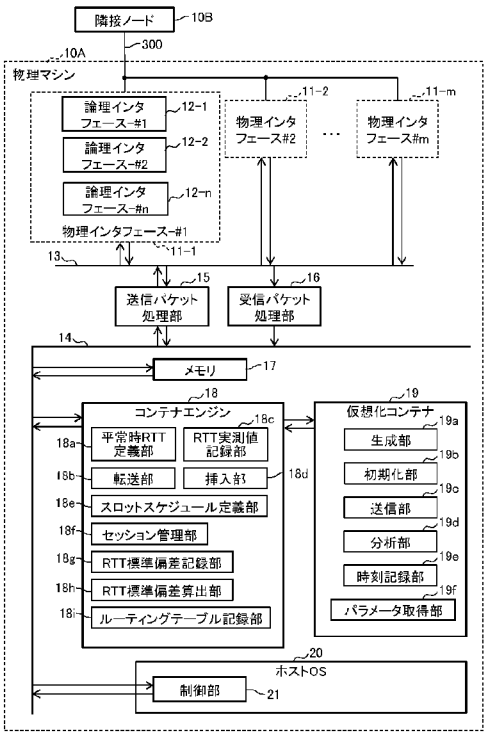
(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 栗田 佳織(**KURITA, Kaori**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 杉園 幸司(**SUGISONO, Koji**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 中野 寛二(**NAKANO, Kanji**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 土屋 英雄(**TSUCHIYA, Hideo**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 入野 仁志(**IRINO, Hitoshi**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人磯野国際特許商標事務所 (**ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.**); 〒1020082 東京都千代田区一番町２１ 一番町東急ビル Tokyo (JP).

(54) **Title:** COMMUNICATION CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： 通信制御装置



10A Physical machine
10B Adjacent node
11-1, 11-2, 11-m Physical interface
12-1, 12-2, 12-n Logical interface
15 Transmission packet processing unit
16 Reception packet processing unit
17 Memory
18 Container engine
18a Normal time RTT definition unit
18b RTT actual measurement value recording unit
18c Transfer unit
18d Insertion unit
18e Slot schedule definition unit
18f Session management unit
18g RTT standard deviation recording unit
18h RTT standard deviation calculation unit
18i Routing table recording unit
19 Virtual container
19a Generation unit
19b Initialization unit
19c Transmission unit
19d Analysis unit
19e Time recording unit
19f Parameter acquisition unit
20 Host OS
21 Control unit

(57) **Abstract:** In the present invention, when communication is performed between two nodes by using a main path (active system) and a backup path (standby system), and network performance of each of the paths is ascertained by test packet transmission, an increase in processing load due to the test packet transmission and occurrence of communication interruption due to delay of failure detection are prevented. The test packet transmission frequency of the active system and the test packet transmission frequency of the standby system are individually and dynamically controlled. The test

WO 2025/041239 A1

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

packet transmission frequency of the active system is set to be smaller than the test packet transmission frequency of the standby system. Constants of the transmission frequencies of the active system and the standby system are managed by using a slot schedule management table. The test packet transmission frequency of the standby system is increased when an RTT change different from a normal time is detected in the active system. When routing switching occurs, the test packet transmission frequency of the standby system is reduced in advance so that routing processing can be preferentially performed.

(57) 要約：メイン経路（稼動系）とバックアップ経路（待機系）とを使い２つのノード間で通信し、各経路のネットワーク性能を試験パケットの送信により把握する場合に、試験パケット送信に伴う処理負荷の増大や、障害検知の遅延に伴う通信断の発生を防止する。稼動系における試験パケットの送信頻度と、待機系における試験パケットの送信頻度とを個別に動的に制御する。稼動系の試験パケット送信頻度を待機系の試験パケット送信頻度よりも小さくする。スロットスケジュール管理テーブルを用いて稼動系、待機系の各送信頻度の定数を管理する。稼動系で平常時と異なるＲＴＴ変化を検出した場合は、待機系の試験パケット送信頻度を増大する。ルーティング切替発生の際には、事前に待機系の試験パケット送信頻度を減らして、ルーティング処理を優先的に処理可能にする。

明　細　書

発明の名称 ： 通信制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、通信ネットワークを経由して接続された第１ノードと第２ノードとの２点間のデータ通信に利用可能な通信制御装置に関し、特にメイン経路とバックアップ経路とを含む冗長構成の通信経路に対応し、前記２点間のネットワーク性能を測定する機能を有する通信制御装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、第5世代移動通信システム(5G)に用いられる各種通信設備においては、様々な通信ネットワーク上で超高速・大容量のデータ通信を実現する必要がある。また、通信ネットワーク上の２点間で安定した通信状態を維持するためには、この２点間で双方向のネットワーク性能を測定する事が必要とされる。

[0003] このようなネットワーク性能を測定するために使用されるプロトコルとしては、非特許文献１に開示されたTWAMP（Two-Way Active Measurement Protocol）や、STAMP（Simple Two-Way Active Measurement Protocol IETF RFC 8762)、OWAMP（A One-Way Active Measurement Protocol）等がある。

[0004] このようなプロトコルを使用する場合は、アプリケーション層でネットワーク性能を測定するため、例えば音声やビデオなどのリアルタイム・アプリケーションの性能を測定する用途で有効利用できる。

[0005] 一方、サーバ等に搭載した複数の物理NIC（ネットワーク・インタフェース・カード、ネットワークアダプタとも言う）を束ねて１つの仮想的なNICとして利用する技術として、リンクアグリゲーション（LAG）がある（例えば非特許文献２）。これにより、耐障害性の強化などが実現できる。

[0006] また、2台のネットワークスイッチをまたいでリンクアグリゲーションを構成する方式にMLAG（Multi-chassis link Aggregation）がある。この技術では、2台の機器が仮想的に1台のようにふるまい、停止時の肩代わり等を行う

。

[0007] また、特許文献１に開示されているように、モーションセンサの検出する携帯端末の空間的な動きの有無に基づいてトランシーバのポーリング間隔を可変に制御する携帯端末の技術が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開２０１０－８１０８４号公報

非特許文献

[0009] 非特許文献1：K. Hedayat et al., "A Two-Way Active Measurement Protocol (TWAMP)", Network Working Group, RFC 5357.

非特許文献2："teaming リンクアグリゲーション", "ネットワークエンジニアとして", [online], 2023/07/12, インターネット<URL:https://www.infraexpert.com/study/etherchannel1.html>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] TWAMPのプロトコルを利用する場合には、例えば図１に示すように２つのデバイス（Ａ，Ｂ）１００、２００を用意してこれらの間を通信ネットワーク３００で接続する。デバイス１００は、TWAMPコントローラとして制御クライアント１０１及びセッションセンダ１０２を備える。デバイス２００は、TWAMPレスポンダとしてサーバ２０１及びセッションリフレクタ２０２を備える。

[0011] TWAMPのプロトコルでは、最初に、制御クライアント１０１とサーバ２０１との間の通信（TWAMP-Control）において、２つのデバイス１００、２００の間のコネクションのセットアップを実施する。２番目に、セッションセンダ１０２とセッションリフレクタ２０２との間の通信（TWAMP-Test）において、セッションセンダ１０２がＵＤＰ試験パケットの送受信を実施する。また、セッションリフレクタ２０２がＵＤＰ試験パケットを受信した後、測定パ

ケットを返信する。最後に、制御クライアント１０１とサーバ２０１との間の通信（TWAMP-Control）において、コネクションを終了する。

[0012] また、リンクアグリゲーションの技術を利用する場合には、図２に示すような構成の通信システムを使用する。図２に示した例では、物理マシン１１０とネットワークスイッチ２１０との間が通信ネットワーク３１０を介して接続されている。また、物理マシン１１０は通信インタフェース１２０として複数の物理ＮＩＣ１２１、１２２を備えている。同様にネットワークスイッチ２１０側にも複数の物理ＮＩＣが存在する。

[0013] 図２に示した通信システムにおいて、物理マシン１１０は複数の物理ＮＩＣ１２１、１２２を１つに束ねて利用することで、物理マシン１１０とネットワークスイッチ２１０との間の通信において、１つの広帯域のリンクを使用できる。例えば、２つの物理ＮＩＣ１２１、１２２がそれぞれ１[Gbps]の通信性能を有する場合に、２[Gbps]の通信性能の１つのリンクを使用できる。

[0014] 一方、MLAGの技術を利用する場合には、例えば図３に示すように複数台の機器（ＭＬＡＧピア４０１、４０２）を、複数のスイッチを含む通信ネットワーク３２０及びリンクアグリゲーションにより束ねたリンクを介してＭＬＡＧクライアント４０３と接続する。

[0015] 図３のような構成の通信システムの場合は、ＭＬＡＧクライアント４０３はスイッチ切替により複数台の機器を仮想的に１台の機器として使用できる。例えば、複数の機器のうち、アクティブリンクで接続された機器を通常時の機器（メイン機器）として扱い、非アクティブのリンクで接続された機器をバックアップ用の機器として扱うことができる。これにより、リンクの障害やデバイスの障害が発生した場合に、メイン機器とバックアップ用の機器とを迅速に切り替えることが可能になる。

[0016] 一方、TWAMP等のプロトコルを用いる場合は、通常は、例えば図４、図５に示すようにセッションセンダ１０２とセッションリフレクタ２０２との間のデータプレーンに試験パケットＰ０１、Ｐ０２、・・・、Ｐ０ｎ、Ｐ１１、

Ｐ１２、・・・、Ｐ１ｎを疎通する。そして、各試験パケットの受信側は、タイムスタンプやシーケンス番号を更新することにより、遅延時間(RTT)、パケットロス、ジッタ、ホップ数、TTL(Time To Live)、処理時間を測定できる。

[0017] 一般的には、試験パケットの送信間隔は一定である。図４は試験パケット送信間隔Ｔ０１が比較的大きい場合、図５は試験パケット送信間隔Ｔ０２が比較的小さい場合の通信状況の例をそれぞれ表している。

[0018] 図４に示した例では、試験パケット送信間隔Ｔ０１が大きいので、障害Ｘ１が発生してから、セッションセンダ１０２が試験パケットＰ１ｎにより異常を検知するまでに長い時間を要する。一方、図５に示した例では、試験パケット送信間隔Ｔ０２が小さいので、障害Ｘ２が発生してからその異常を試験パケットにより検知するまでの所要時間が短縮される。

[0019] しかし、図５の例では試験パケット送信間隔Ｔ０２が小さいので、セッションセンダ１０２側において試験パケットの処理にかかる負荷が増大し、試験パケット以外の処理に悪影響が生じることが予想される。同時に、試験パケット送信間隔Ｔ０２が小さいので、セッションリフレクタ２０２側において試験パケットの処理にかかる負荷が増大し、試験パケット以外の処理に悪影響が生じることが予想される。

[0020] このように、試験パケットの送信間隔とソフトウェア処理負荷はトレードオフの関係にある。異常検知を優先して試験パケットを頻繁に送信すると、ノードのソフトウェア処理が増大する。特に、LAG等の冗長化構成でバックアップ経路の異常検知が遅れる、或いは検知できないと、メイン経路の障害時、経路切替後に通信断のおそれがある。

[0021] 一般的に、試験パケットを送信する場合は、IETF RFC4656, 3.5., 3.6.節の規定に従い、図６、図７に示すようなタイミングで各試験パケットを送信することが想定される。図６は「スロットタイプ１」（一定間隔）の場合の例、図７は「スロットタイプ０」（指数分布の疑似乱数を用いて間隔を定める）の場合の例をそれぞれ表している。

[0022] テストセッション確立時のリクエストセッションメッセージは、スロットのタイプと試験パケット送信間隔のパラメータを含んでいる。スロットのタイプには、タイプ０とタイプ１とがある。タイプ０は、指数分布の疑似乱数を用いることを意味し、タイプ１は、一定量を用いることを表す。試験パケット送信間隔のパラメータは、タイムスタンプ（<Timestamp>）を表す。

[0023] 各試験パケットを送信する際には、図６、図７に示すようにスタートタイムｔ０から時系列で、タイムスロットＳＬ１、ＳＬ２、・・・、ＳＬｎが順番に現れる。また、「スロットタイプ１」の場合は図６に示すように各スロットの先頭時刻から一定の時間間隔Ｔｓを経過した時点で試験パケットＰｔ１、Ｐｔ２、・・・、Ｐｔｍがそれぞれ送信される。

[0024] また、「スロットタイプ０」の場合は図７に示すように各スロットの先頭時刻から時間間隔Ｔｘ１、Ｔｘ２、・・・、Ｔｘｍを経過した時点で試験パケットＰｔ１、Ｐｔ２、・・・、Ｐｔｍがそれぞれ送信される。ここで、各時間間隔Ｔｘ１、Ｔｘ２、・・・、Ｔｘｍの大きさは、平均のタイムスタンプ値で指数分布する時間に決定される。つまり、図７に示した例では試験パケットＰｔ１、Ｐｔ２、・・・、Ｐｔｍの送信間隔は、疑似乱数に従って変動する。

[0025] 前述のように、試験パケットの送信間隔とソフトウェア処理負荷はトレードオフの関係にある。異常検知を優先して試験パケットを頻繁に送信すると、ノードのソフトウェア処理が増大する。特に、LAG等の冗長化構成でバックアップ経路の異常検知が遅れる、或いは検知できないと、メイン経路の障害時、経路切替後に通信断のおそれがある。しかし、図６、図７に示したいずれの制御を行う場合でも上記の課題は解決できない。

[0026] 本発明は、上記の状況に鑑みてなされたものであり、通信ネットワークを経由して接続された第１ノードと第２ノードとの２点間のデータ通信を行うと共に、メイン経路とバックアップ経路とを含む冗長構成の通信経路を利用し、前記２点間のネットワーク性能を測定する際に、実際の通信システムの稼働状況に合わせて試験パケットを適切に送信することが可能な通信制御装

置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0027] 本発明の通信制御装置は、通信ネットワークを経由して接続された第１ノードと第２ノードとの２点間のデータ通信に利用可能な通信制御装置であって、

メイン経路とバックアップ経路とを含む冗長構成の通信経路に対応した通信部と、

前記２点間の双方向のネットワーク性能測定のために、所定の試験パケットの送受信を実施する試験パケット伝送部と、

前記メイン経路および前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信間隔を動的に変更する送信間隔制御部と、

を備え、前記送信間隔制御部は、少なくとも前記メイン経路における前記試験パケットの送信頻度を、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度よりも小さく制御する。

発明の効果

[0028] 本発明の通信制御装置によれば、通信ネットワークを経由して接続された第１ノードと第２ノードとの２点間のデータ通信を行うと共に、メイン経路とバックアップ経路とを含む冗長構成の通信経路を利用し、前記２点間のネットワーク性能を測定する際に、実際の通信システムの稼働状況に合わせて試験パケットを適切に送信することが可能である。すなわち、前記メイン経路における前記試験パケットの送信頻度を、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度よりも小さく制御するので、前記メイン経路において、ノードのネットワーク性能測定に伴う処理負荷を減らし、ネットワーク性能測定以外の処理の性能低下を防止できる。また、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度が比較的大きくなるので、前記バックアップ経路に問題が無いことを前記メイン経路よりも高い信頼度で把握できる。これにより、２つのノード間の通信経路を前記メイン経路から前記バックアップ経路に切り替えた後の可用性と耐障害性を高めることができる

。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図１は、TWAMPのプロトコルを利用する通信システムの構成例を示すブロック図である。

[図2]図２は、リンクアグリゲーションの技術を利用する通信システムの構成例を示すブロック図である。

[図3]図３は、MLAGの技術を利用する通信システムの構成例を示すブロック図である。

[図4]図４は、TWAMP等のプロトコルを用いる場合のセッションセンダとセッションリフレクタとの間の試験パケットの伝送動作例－１を示すタイムチャートである。

[図5]図５は、TWAMP等のプロトコルを用いる場合のセッションセンダとセッションリフレクタとの間の試験パケットの伝送動作例－２を示すタイムチャートである。

[図6]図６は、IETF RFC4656, 3.5., 3.6.節の規定に従い試験パケットを送信する場合の動作例－１を示すタイムチャートである。

[図7]図７は、IETF RFC4656, 3.5., 3.6.節の規定に従い試験パケットを送信する場合の動作例－２を示すタイムチャートである。

[図8]図８は、通信システムの３種類の動作例を示すブロック図である。

[図9]図９は、本発明を実施する物理マシン及び通信システムの構成例を示すブロック図である。

[図10]図１０は、本発明を実施する物理マシンの特徴的な動作例－１を示すフローチャートである。

[図11]図１１は、図１０の動作を実施する物理マシンが使用するテーブルの具体例を示す模式図である。

[図12]図１２は、本発明を実施する物理マシンの特徴的な動作例－２を示すフローチャートである。

[図13]図１３は、図１２の動作を実施する物理マシンが使用するテーブルの

具体例を示す模式図である。

[図14]図１４は、３種類のＲＴＴ変化例を示すグラフである。

[図15]図１５は、本発明を実施する物理マシンの特徴的な動作例－３を示すフローチャートである。

[図16]図１６は、図１５の動作を実施する物理マシンが使用するテーブルの具体例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0030] 本発明の実施形態について各図を参照しながら以下に説明する。

＜構成及び動作の概要＞

３種類の通信システム５００Ａ、５００Ｂ、５００Ｃの構成及び動作例を図８に示す。図８に示した各通信システム５００Ａ、５００Ｂ、５００Ｃは、３つのノード５０１、５０２、５０３をそれぞれ有している。また、ノード５０１、５０２の間は伝送路５１１を介して接続され、ノード５０１、５０３の間は伝送路５１２を介して接続されている。

[0031] 例えば、ノード５０２の下流側、及びノード５０３の下流側にそれぞれ図示しない伝送路を経由して共通のユーザ端末を接続する場合には、上流のノード５０１からノード５０２を経由してユーザ端末にデータを送信することもできるし、ノード５０１からノード５０３を経由して同じユーザ端末にデータを送信することもできる。

[0032] したがって、ノード５０１から共通のユーザ端末などにデータを送信する場合に、ネットワークスイッチを跨いでリンクアグリゲーションを構成する場合には、２系統の伝送路５１１、５１２のいずれを利用することも可能である。代表例としては、伝送路５１１をメイン経路（稼動系）として利用し、伝送路５１２をバックアップ経路（待機系）として利用し、障害発生などの際に稼動系と待機系とを切り替えて使用することが想定される。

[0033] ここで、ネットワーク上の２点間のネットワーク性能を測定する必要がある。したがって、図８中の通信システム５００Ａ等においてはノード５０１とノード５０２との間で試験パケットＰｔを双方向に伝送し、更にノード５

０１とノード５０３との間でも試験パケットＰｔを双方向に伝送することになる。

[0034] 図８中に示した通信システム５００Ａの例では、図６又は図７に示すような一般的な方法で試験パケットＰｔを伝送する場合を想定している。したがって、通信システム５００Ａにおいて伝送路５１１を通過する試験パケットＰｔの送信頻度と、伝送路５１２を通過する試験パケットＰｔの送信頻度はほぼ均等になる。

[0035] しかし、異常検知を優先して試験パケットＰｔを頻繁に送信すると、ノードのソフトウェア処理が増大する。特に、LAG等の冗長化構成でバックアップ経路の異常検知が遅れる、或いは検知できないと、メイン経路の障害時、経路切替後に通信断のおそれがある。しかし、図６、図７に示したいずれの制御を行う場合でも上記の課題は解決できない

[0036] そこで、本発明の実施形態では、試験パケットＰｔの送信頻度を状況に合わせてダイナミックに制御し、より適切な通信環境を実現する。具体的には、図８に示した通信システム５００Ｂ、５００Ｃの動作のように、試験パケットＰｔの送信頻度を制御する。

[0037] 図８中に示した通信システム５００Ｂは、ノード５０１とノード５０２を結ぶ伝送路５１１をメイン経路（稼動系）として利用し、ノード５０１とノード５０３を結ぶ伝送路５１２をバックアップ経路（待機系）として利用している。また、メイン経路である伝送路５１１における試験パケットＰｔの送信頻度を、バックアップ経路である伝送路５１２における試験パケットＰｔの送信頻度よりも小さく制御する。

[0038] これにより、メイン経路における試験パケットＰｔの送信頻度が小さいので、稼動系のネットワーク性能測定に伴う処理負荷が減り、ネットワーク性能測定以外の稼動系の処理性能が向上する。また、バックアップ経路における試験パケットＰｔの送信頻度が大きいので、待機系のネットワーク性能測定機能が向上し、稼動系と待機系を切り替えた後の可用性が向上し、障害の早期検知が可能になる。

[0039] また、図８中の通信システム５００Ｂにおいては、通常は稼動系における試験パケットＰｔの送信頻度を標準的な値よりも低減し、待機系における試験パケットＰｔの送信頻度は標準的な値よりも増大する。

[0040] また、図８中の通信システム５００Ｂにおいては、稼動系で平常時とは異なる遅延時間（ＲＴＴ）の変化を検出した場合には、待機系における試験パケットＰｔの送信頻度を通常よりも増大する。これにより、待機系における障害の早期検知が容易になる。しかも、試験パケットＰｔの送信頻度を上げるのは待機系だけであるため、稼動系で処理負荷が増大するのを避けることができる。

[0041] また、図８中の通信システム５００Ｃにおいては、ルーティング切替発生に伴って、伝送路５１２を待機系から稼動系に切り替えると共に、伝送路５１１を稼動系から待機系に切り替える。ここで、切替後の稼動系におけるルーティング処理を優先的に処理するため、予め切替前の待機系である伝送路５１２における試験パケットＰｔの送信頻度を通常よりも減らしておく。

[0042] なお、図８中に示した複数のノード５０２、５０３は、例えば１つの物理マシンの中に収容することもできる。そのような構成の場合は、ノード５０１を収容した１番目の物理マシンと、複数のノード５０２、５０３を収容した２番目の物理マシンとの間の２点間で、例えば所定のゲートウェイルータを経由してデータ通信を行うことが想定される。その場合も、複数の伝送路５１１、５１２を稼動系、待機系として切り替えて通信できる。

[0043] ＜通信システムの構成例＞

本発明を実施する物理マシン及び通信システムの構成例を図９に示す。例えば、図９中に示した物理マシン１０Ａが本発明における「通信制御装置」の機能を包含している。図９に示した例では、１台の物理マシン１０Ａともう１台の物理マシン１０Ｂとが通信ネットワーク３００を経由して互いに接続されている。したがって、物理マシン１０Ａ側のノードと、それに隣接する物理マシン１０Ｂ側のノードとの２点間でデータ通信することができる。

[0044] 図９に示した物理マシン１０Ａは、複数のｍ個の物理インタフェース１１

－１、１１－２、・・・、１１－ｍ、通信バス１３、１４、送信パケット処理部１５、受信パケット処理部１６、メモリ１７、コンテナエンジン１８、仮想化コンテナ１９、ホストＯＳ（オペレーティングシステム）２０などを含んでいる。また、図９中の物理マシン１０Ｂは物理マシン１０Ａと同様の構成要素を含んでいる。なお、図面ではインタフェースのことを“IF”と記載する。

[0045] 物理インタフェース１１－１～１１－ｍは、それぞれが独立した物理NIC（ネットワーク・インタフェース・カード）であり、通信ネットワーク３００を利用して通信するための物理機能を提供できる。また、物理マシン１０Ａは各物理インタフェース１１－１～１１－ｍの中に複数のｎ個の論理インタフェース１２－１、１２－２、・・・、１２－ｎを仮想的に割り当てることができる。また、物理マシン１０Ａは複数の物理インタフェース１１－１～１１－ｍを束ねて１つの仮想的なNICとして利用できる。

[0046] これにより、リンクアグリゲーションの技術を利用できる。すなわち、図９中の物理マシン１０Ａ、１０Ｂの間で通信ネットワーク３００を介して通信する場合に、複数のリンクを同時に、或いは選択的に利用できる。

[0047] したがって、図９の通信システムを使用する場合には、例えば図８中に示した複数の伝送路５１１、５１２のリンクを同時に使用して、伝送路５１１のリンクを稼動系に割り当て、伝送路５１２のリンクを待機系に割り当てることもできるし、稼動系と待機系を切り替えることもできる。また、複数のリンクのそれぞれの２点間でネットワーク性能を測定するために、図８に示すようにリンク毎に試験パケットＰｔを転送することができる。

[0048] 物理マシン１０Ａ内の送信パケット処理部１５は、送信パケットの処理を実施する。また、受信パケット処理部１６は受信パケットの処理を実施する。物理マシン１０AがTWAMPのプロトコルを実行する場合には、送信パケット処理部１５及び受信パケット処理部１６を、図１中に示したセッションセンダ１０２及びセッションリフレクタ２０２として利用できる。

[0049] コンテナエンジン１８は、仮想化されたアプリの開発・実行環境となる各

コンテナに対してOSのリソースを仮想化し、独立したOSのように見せてコンテナを実行・運用・管理する機能を有する。具体的には、RFCで規定されたOWAMPやTWAMPで必要となる試験パケット送出周期を算出するためのスロットスケジュール値の定義、「平常時RTT値」の定義、「RTT実測値」の記録、RTT標準偏差の算出を行う機能を有する。

[0050] 図９に示すように、コンテナエンジン１８は平常時ＲＴＴ定義部１８ａ、転送部１８ｂ、ＲＴＴ実測値記録部１８ｃ、挿入部１８ｄ、スロットスケジュール定義部１８ｅ、セッション管理部１８ｆ、ＲＴＴ標準偏差記録部１８ｇ、ＲＴＴ標準偏差算出部１８ｈ、及びルーティングテーブル記録部１８ｉを備えている。

[0051] 仮想化コンテナ１９は、本体や設定ファイルなどのアプリケーション環境が構築された、仮想化された独立空間である。具体的には、試験パケットの生成や送信、RTTを算出するために必要となる試験パケット送信時刻の記録を行う機能を有する。

[0052] 図９に示すように、仮想化コンテナ１９は生成部１９ａ、初期化部１９ｂ、送信部１９ｃ、分析部１９ｄ、時刻記録部１９ｅ、及びパラメータ取得部１９ｆを有している。

ホストＯＳ２０は、既存のネットワークOSを用いてソフトウェアを稼働させて構築されたホストＯＳである。ホストＯＳ２０内の制御部２１は、複数のOSをアプリケーションのように使うことができる機能を有する。具体的には、受信パケットや送信パケットの処理を制御する機能を有する。

[0053] ＜特徴的な制御の説明＞

－＜制御例－１＞

本発明を実施する物理マシンにおける「制御例－１」の特徴的な動作を図１０に示す。また、図１０の動作を実施する物理マシンが使用するテーブルの具体例を図１１に示す。

[0054] 図１１に示した平常時ＲＴＴ定義テーブルＴＢ１１、ＲＴＴ実測値記録テーブルＴＢ１２、及びスロットスケジュール管理テーブルＴＢ１３のデータ

は、それぞれコンテナエンジン１８の平常時ＲＴＴ定義部１８ａ、ＲＴＴ実測値記録部１８ｃ、及びスロットスケジュール定義部１８ｅに保持されている。

[0055] 平常時ＲＴＴ定義テーブルＴＢ１１は、事前に計測した結果に基づき決定した平常時ＲＴＴ（遅延時間）の定数データを保持している。図１１に示した例では、複数の物理インタフェースのＩＤ毎、及び複数の論理インタフェースのＩＤ毎にそれぞれ異なる定数データを平常時ＲＴＴ定義テーブルＴＢ１１が保持している。ＬＡＧのＩＤも平常時ＲＴＴ定義テーブルＴＢ１１に保持されている。

[0056] ＲＴＴ実測値記録テーブルＴＢ１２は、実測した結果を表すＲＴＴのデータを保持している。図１１に示した例では、計測した日時毎に、ＲＴＴの実測値が物理インタフェースのＩＤ、論理インタフェースのＩＤ、ＬＡＧのＩＤと共に保持されている。ＲＴＴ実測値記録テーブルＴＢ１２が保持するデータは、ＲＴＴを計測する毎に更新される。

[0057] スロットスケジュール管理テーブルＴＢ１３は、それぞれがスケジュール名、スロット数、パラメータ[ms]、タイプを含む複数組の定数データを保持している。図１１に示したスロットスケジュール管理テーブルＴＢ１３の例では、タイプ「１」のスロットスケジュール「Schedule1」と、タイプ「０」のスロットスケジュール「Schedule2」に、それぞれ異なるスロット数、及びパラメータの各定数が登録されている。スロットスケジュール管理テーブルＴＢ１３におけるスロット数、パラメータ等は、過去のＲＴＴ実測値等に基づいて算出した適切な定数である。

[0058] 図１０に示した物理マシン１０Ａの特徴的な動作について、以下に説明する。

ステップＳ１１では、物理マシン１０Ａは、制御対象となる物理インタフェース１１－１～１１－ｍ、論理インタフェース１２－１～１２－ｎの特定リンクを表すＬＡＧ－ＩＤを平常時ＲＴＴ定義テーブルＴＢ１１から取得する。具体的には、仮想化コンテナ１９のパラメータ取得部１９ｆがこの処理

を実施する。

[0059] ステップＳ１２では、物理マシン１０Ａは、試験パケットを通常の頻度で送信する際に用いるスケジュール「Schedule1」の各パラメータを、スロットスケジュール管理テーブルＴＢ１３から取得する。具体的には、仮想化コンテナ１９のパラメータ取得部１９ｆがこの処理を実施する。

[0060] ステップＳ１３では、物理マシン１０Ａは、当該リンクのＬＡＧ－ＩＤに対応付けられた特定の物理インタフェース１１及び特定の論理インタフェース１２を、メイン経路（稼動系）のインタフェースに割り当てて、稼動系の試験パケット転送のための通信セッションを確立する。具体的には、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄで、稼動系の論理インタフェースのＩＤを判断し、コンテナエンジン１８の制御により送信パケット処理部１５が試験パケットを処理し、受信パケット処理部１６が受信パケットを処理する。

[0061] ステップＳ１４では、物理マシン１０Ａは、当該リンクのＬＡＧ－ＩＤについて、既に稼動系に割り当てたインタフェース以外で最も若番の論理インタフェース１２のＩＤを、平常時ＲＴＴ定義テーブルＴＢ１１から取得し、これをバックアップ経路（待機系）のインタフェースとして割り当てる。具体的には、コンテナエンジン１８が平常時ＲＴＴ定義部１８ａから論理インタフェースＩＤを抽出し、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄが論理インタフェースＩＤから待機系のインタフェースを判断する。

[0062] ステップＳ１５では、物理マシン１０Ａは、試験パケットを比較的高頻度で送信するために用いるスケジュール「Schedule2」の各パラメータを、スロットスケジュール管理テーブルＴＢ１３から取得する。具体的には、コンテナエンジン１８のスロットスケジュール定義部１８ｅから仮想化コンテナ１９のパラメータ取得部１９ｆが各パラメータを取得する。

[0063] ステップＳ１６では、物理マシン１０Ａは、ステップＳ１４で割り当てた待機系のインタフェース、及びステップＳ１５で取得した各パラメータを用いて、待機系の試験パケット転送のための通信セッションを確立する。具体的には、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄで待機系インタフェースの論理

インタフェースＩＤを判断し、コンテナエンジン１８の制御により送信パケット処理部１５が試験パケットを処理し、受信パケット処理部１６が受信パケットを処理する。

[0064] ステップＳ１７では、物理マシン１０Ａは、前ステップのリクエストセッションパケットで取得パラメータを指定して送信する。具体的には、送信パケット処理部１５が仮想化コンテナ１９のパラメータ取得部１９ｆで取得したパラメータを、リクエストセッションパケットに割り当てて、送信パケット処理部１５がそのリクエストセッションパケットを送信する。

[0065] 図１１に示した各テーブルを用いて図１０に示した動作を実施する場合には、物理マシン１０Ａが試験パケットを送信するときに、稼動系、及び待機系の送信頻度を、それぞれ低頻度のスケジュール「Schedule1」及び高頻度のスケジュール「Schedule2」の各パラメータにより個別に決めることができる。したがって、例えば図８中に示した通信システム５００Ｂのように試験パケットＰｔの稼動系の送信頻度を下げ、待機系の送信頻度を上げることができる。

[0066] －＜制御例－２＞

本発明を実施する物理マシンにおける「制御例－２」の特徴的な動作を図１２に示す。また、図１２の動作を実施する物理マシンが使用するテーブルの具体例を図１３に示す。また、３種類のＲＴＴ変化例のグラフを図１４に示す。

[0067] 図１３に示した平常時ＲＴＴ定義テーブルＴＢ２１、ＲＴＴ実測値記録テーブルＴＢ２２、スロットスケジュール管理テーブルＴＢ２３、及びＲＴＴ標準偏差管理テーブルＴＢ２４は、それぞれコンテナエンジン１８の平常時ＲＴＴ定義部１８ａ、ＲＴＴ実測値記録部１８ｃ、スロットスケジュール定義部１８ｅ、及びＲＴＴ標準偏差記録部１８ｇに保持されている。

[0068] 図１３中の平常時ＲＴＴ定義テーブルＴＢ２１、ＲＴＴ実測値記録テーブルＴＢ２２、及びスロットスケジュール管理テーブルＴＢ２３の内容は、図１１中の各テーブルと同様である。図１３中に示したＲＴＴ標準偏差管理テ

ーブルＴＢ２４は、ＲＴＴの複数の実測値に基づいてＲＴＴ標準偏差算出部１８ｈが算出した各時点のＲＴＴ実測値標準偏差とその増分を、実測した最後のＲＴＴ実測日時の情報と共に保持している。

[0069] 物理マシン１０Ａの通信環境におけるＲＴＴ実測値については、代表的に図１４中に示した３種類のＲＴＴ変化例Ｇ２１、Ｇ２２、Ｇ２３のような変化が想定される。例えば、１番目のＲＴＴ変化例Ｇ２１では、ＲＴＴ実測値のばらつき（標準偏差）が比較的小さく且つＲＴＴ実測値が平均的に閾値を下回っている。つまり、通信の遅延時間（ＲＴＴ:Round Trip Time）が比較的小さいので、ＲＴＴ変化例Ｇ２１は通信品質が良好な状況に相当する。

[0070] また、２番目のＲＴＴ変化例Ｇ２２では、ＲＴＴ実測値のばらつきが比較的小さく、且つＲＴＴ実測値が平均的に閾値を上回っている。つまり、通信の遅延時間が比較的大きいので、ＲＴＴ変化例Ｇ２２は通信品質が悪い状況に相当する。また、３番目のＲＴＴ変化例Ｇ２３では、ＲＴＴ実測値が平均的に閾値を下回っているが、ＲＴＴ実測値のばらつきが比較的大きい。したがって、ＲＴＴ変化例Ｇ２３は通信品質が悪い状況に相当する。

[0071] 図１２に示した物理マシン１０Ａの特徴的な動作について、以下に説明する。

ステップＳ２１では、物理マシン１０Ａは、直近の期間Ｔ（一定の長さ）における対象インタフェースのＲＴＴ実測値を、ＲＴＴ実測値記録テーブルＴＢ２２から取得する。具体的には、コンテナエンジン１８のＲＴＴ標準偏差算出部１８ｈが、ＲＴＴ標準偏差記録部１８ｇからＲＴＴ実測値を取得する。

[0072] ステップＳ２２では、物理マシン１０ＡはステップＳ２１で取得した複数のＲＴＴ実測値に基づき、直近の期間Ｔにおける対象インタフェースの平均ＲＴＴ（通信遅延時間）を算出する。つまり、期間Ｔについて取得したＲＴＴ実測値の総和をデータ数で除算した結果を求める。具体的には、ＲＴＴ標準偏差算出部１８ｈがこの計算を実施する。

[0073] ステップＳ２３では、物理マシン１０Ａは対象インタフェースの平常時Ｒ

ＴＴ（通信遅延時間）を、平常時ＲＴＴ定義テーブルＴＢ２１から取得する。具体的には、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄが、コンテナエンジン１８の平常時ＲＴＴ定義部１８ａから平常時ＲＴＴを取得する。また、それと同じタイミングで、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄが、１ステップ前で算出した平均ＲＴＴ（通信遅延時間）を取得する。

[0074] ステップＳ２４では、物理マシン１０Ａは対象インタフェースについて、ステップＳ２２で取得した平均ＲＴＴ（通信遅延時間）と、ステップＳ２３で取得した平常時ＲＴＴ（通信遅延時間）とを比較する。そして、平均ＲＴＴ（通信遅延時間）が平常時ＲＴＴ（通信遅延時間）よりも大きい場合はステップＳ２９に進み、この条件を満たさない場合はステップＳ２５に進む。具体的には、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄがこの判断を実施する。

[0075] ステップＳ２５では、物理マシン１０Ａは、取得した全てのＲＴＴ実測値について、平均ＲＴＴ（通信遅延時間）との偏差（差分）をそれぞれ算出する。具体的には、コンテナエンジン１８のＲＴＴ標準偏差算出部１８ｈがこの計算を実施する。

[0076] ステップＳ２６では、物理マシン１０Ａは、取得した全てのＲＴＴ実測値について、分散を導出する。すなわち、「各ＲＴＴ実測値の偏差の二乗の合計値」を、取得したＲＴＴ数で除算した結果を求める。具体的には、コンテナエンジン１８のＲＴＴ標準偏差算出部１８ｈがこの計算を実施する。

[0077] ステップＳ２７では、物理マシン１０Ａは、取得した全てのＲＴＴ実測値について、標準偏差を導出する。すなわち、ステップＳ２６で導出した分散の平方根を算出する。具体的には、コンテナエンジン１８のＲＴＴ標準偏差算出部１８ｈがこの計算を実施する。

[0078] ステップＳ２８では、物理マシン１０Ａは、ステップＳ２６で取得した分散が所定回数（Ｎ回）連続して増大したか否かを識別する。すなわち、ＲＴＴ（通信遅延時間）変動が大きく不安定な通信状態であるか否かをステップＳ２８で識別する。そして、この条件を満たす場合はステップＳ２９に進み、条件を満たさない場合はステップＳ２１の処理に戻る。具体的には、仮想

化コンテナ１９の分析部１９ｄがこの判断を実施する。

[0079] ステップＳ２９では、物理マシン１０Ａは、試験パケットを高頻度で送信する際に用いるスケジュール「Schedule2」の各パラメータを、スロットスケジュール管理テーブルＴＢ２３から取得する。具体的には、仮想化コンテナ１９のパラメータ取得部１９ｆがコンテナエンジン１８のスロットスケジュール定義部１８ｅから各パラメータを取得する。

[0080] ステップＳ３０では、物理マシン１０Ａは、待機系のインタフェースでストップセッションパケットを送信し、試験セッションを終了する。具体的には、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄが待機系インタフェースの論理インタフェースＩＤを判断し、送信パケット処理部１５がストップセッションパケットを送信する。

[0081] ステップＳ３１では、物理マシン１０Ａは、待機系のインタフェースで試験セッションを新たに確立する。具体的には、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄが待機系インタフェースの論理インタフェースＩＤを判断し、コンテナエンジン１８の制御により送信パケット処理部１５が新たなリクエストセッションパケットを送信する。

[0082] ステップＳ３２では、物理マシン１０Ａは、前ステップのリクエストセッションパケットで取得パラメータを指定して送信する。具体的には、送信パケット処理部１５が仮想化コンテナ１９のパラメータ取得部１９ｆで取得したパラメータをリクエストセッションパケットに割り当てて、このリクエストセッションパケットを送信する。

[0083] つまり、物理マシン１０Ａが図１２に示した動作を実行する場合には、稼動系で平常時と異なるＲＴＴ（通信遅延時間）変化が生じると、これがステップＳ２４で検出され、ステップＳ２９以降の処理が実行される。これにより、待機系における試験パケットの送信頻度が増大する。また、例えば図１４中のＲＴＴ変化例Ｇ２３のようにＲＴＴ（通信遅延時間）のばらつきが大きくなると、これがステップＳ２８で検出され、ステップＳ２９以降の処理が実行される。これにより、待機系における試験パケットの送信頻度が増大

する。

[0084] なお、例えば図１２中の各ステップＳ２２、Ｓ２４で「平均ＲＴＴ（通信遅延時間）」の代わりに「ＲＴＴ（通信遅延時間）実測値の移動平均」を利用するように処理を変更してもよい。また、試験パケットの送信間隔は、稼働系経路のＲＴＴ（通信遅延時間）の標準偏差の増分に応じて動的に変更する。

[0085] －＜制御例－３＞

本発明を実施する物理マシンにおける「制御例－３」の特徴的な動作を図１５に示す。また、図１５の動作を実施する物理マシンが使用するテーブルの具体例を図１６に示す。

[0086] 図１６に示したルーティングテーブルＴＢ３１及びスロットスケジュール管理テーブルＴＢ３２は、それぞれコンテナエンジン１８のルーティングテーブル記録部１８ｉ及びスロットスケジュール定義部１８ｅに保持されている。

[0087] 図１６中に示したルーティングテーブルＴＢ３１は、複数のルート項目のそれぞれについて、項目番号、物理インタフェースＩＤ、ルート、ネクストホップ、及びコスト値のデータを保持している。また、スロットスケジュール管理テーブルＴＢ３２は、複数のスケジュール項目のそれぞれについて、スケジュール名、スロット数、パラメータ[ms]、及びタイプのデータを保持している。

[0088] 図１５に示した物理マシン１０Ａの特徴的な動作について、以下に説明する。

物理マシン１０Ａは、ルーティングの切替が発生する際に図１５に示した動作を実行する。

ステップＳ４１では、物理マシン１０Ａは、ルーティングテーブルＴＢ３１の内容に基づいて、稼動系および待機系の各経路の情報を取得する。まず、当該ＬＡＧに紐付けられた物理インタフェースＩＤをルーティングテーブルＴＢ３１上で検索し、各経路のインタフェースのコスト値をルーティング

テーブルＴＢ３１の内容から把握する。

[0089] ステップＳ４２では、物理マシン１０Ａは、対象インタフェースが待機系の経路か否かを識別する。具体的には、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄが、同じＬＡＧに紐付けられた稼動系、待機系の２つの経路のうち、ステップＳ３１で取得したコスト値が少ない方を稼動系、コスト値の多い方を待機系の経路のインタフェースとみなす。そして、待機系の経路を処理する場合のみステップＳ４３以降の処理に進む。

[0090] ステップＳ４３では、物理マシン１０Ａは、試験パケットを低頻度で送信するために用意されたスケジュール「Schedule3」の各パラメータを、スロットスケジュール管理テーブルＴＢ３２から取得する。具体的には、仮想化コンテナ１９のパラメータ取得部１９ｆが、コンテナエンジン１８のスロットスケジュール定義部１８ｅから低頻度用スケジュール「Schedule3」の各パラメータを取得する。

[0091] ステップＳ４４では、物理マシン１０Ａは、待機系の経路のインタフェースを利用して、ストップセッションパケットを送信し、試験セッションを終了する。具体的には、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄが判断した結果に基づき、送信パケット処理部１５が待機系の経路のインタフェースを用いてストップセッションパケットを送信する。

[0092] ステップＳ４５では、物理マシン１０Ａは、待機系の経路のインタフェースを利用して、試験セッションを新たに確立する。具体的には、仮想化コンテナ１９の分析部１９ｄが判断した結果に基づき、送信パケット処理部１５が待機系の経路のインタフェースを用いてリクエストセッションパケットを送信する。

[0093] ステップＳ４６では、物理マシン１０Ａは、前ステップのリクエストセッションパケットで取得パラメータを指定して送信する。具体的には、送信パケット処理部１５が、仮想化コンテナ１９のパラメータ取得部１９ｆで取得したパラメータをリクエストセッションパケットに割り当てて待機系の経路のインタフェースで送信する。

[0094] 物理マシン１０Ａが、ルーティング切替の際に予め図１５に示した処理を実行することで、切替前の待機系経路における試験パケットの送信頻度を下げることができる。例えば、図１６に示したスロットスケジュール管理テーブルＴＢ３２を利用し、待機系のスロットスケジュールを「Schedule1」から「Schedule3」に切り替える場合は、パラメータが「60000[ms]」から「90000[ms]」に変わり、タイプも変わるので、待機系の経路で伝送される試験パケットの送信頻度が下がる。

[0095] 例えば、図８に示した通信システム５００Ｃが伝送路５１１及び５１２を、それぞれ稼動系及び待機系として使用している状態で、ルーティング切替の際に図１５に示した処理を実行すると、経路切替前の待機系である伝送路５１２における試験パケットＰｔの送信頻度が小さくなる。そのため、経路切替後に新たな稼動系となる伝送路５１２におけるルーティング処理を試験パケットの処理に比べて優先的に行うことができる。すなわち、経路切替前の待機系において予め試験パケットＰｔの送信頻度を下げることで、その処理にかかる待機系（切替後の稼動系）の負荷が減少し、経路切替に伴うルーティング処理の円滑な実行が容易になる。

[0096] ＜通信制御装置の特徴＞

本発明の通信制御装置に関する特徴的な事項について、以下の［１］～［４］に列挙する。

［１］ 通信ネットワークを経由して接続された第１ノードと第２ノードとの２点間のデータ通信に利用可能な通信制御装置（物理マシン１０Ａ）であって、

メイン経路（稼動系）とバックアップ経路（待機系）とを含む冗長構成の通信経路に対応した通信部（物理インタフェース１１－１～１１－ｍ）と、

前記２点間の双方向のネットワーク性能測定のために、所定の試験パケットの送受信を実施する試験パケット伝送部（送信パケット処理部１５）と、

前記メイン経路および前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信間隔を動的に変更する送信間隔制御部（仮想化コンテナ１９）と、

を備え、前記送信間隔制御部は、少なくとも前記メイン経路における前記試験パケットの送信頻度を、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度よりも小さく制御する（Ｓ１１～Ｓ１７）、通信制御装置。

[0097] 上記［１］の構成の通信制御装置によれば、メイン経路における試験パケットの送信頻度が小さいままで、バックアップ経路における試験パケットの送信頻度を大きくできる。つまり、メイン経路における試験パケットの送信頻度を小さく維持することで、メイン経路の処理に試験パケットが及ぼす負荷や試験パケットの送信に伴って消費するネットワークリソースを減らすことができる。また、バックアップ経路における試験パケットの送信頻度を大きくすることで、バックアップ経路における障害の発生を早期に検知可能になる。また、経路切替後の可用性を向上できる。

[0098] ［２］ 前記送信間隔制御部は、前記メイン経路における前記試験パケットの送信頻度に影響を及ぼす第１の定数と、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度に影響を及ぼす第２の定数とを個別に保持するスケジュール管理テーブル（スロットスケジュール管理テーブルＴＢ１３）を有する、

上記［１］に記載の通信制御装置。

[0099] 上記［２］の構成の通信制御装置によれば、メイン経路およびバックアップ経路のそれぞれについて、試験パケットの適切な送信頻度を事前に定めた定数を用いて決定できるので試験パケットの送信に伴う処理の負荷を軽減できる。

[0100] ［３］ 前記送信間隔制御部は、前記メイン経路の前記試験パケットにより把握した遅延時間ＲＴＴの平常時とは異なる変化を検知した場合に、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度だけを増大する（Ｓ２１～Ｓ３２）、

上記［１］に記載の通信制御装置。

[0101] 上記［３］の構成の通信制御装置によれば、安定した通信経路の確保が容易になる。すなわち、メイン経路で遅延時間ＲＴＴが平均的に増大した場合

や、遅延時間ＲＴＴのばらつきが大きくなった状態ではメイン経路の通信品質が悪いので、通常の通信で使う経路をメイン経路からバックアップ経路に切り替える可能性が高くなると予想される。その際に、前記バックアップ経路における試験パケットの送信頻度だけを増大することで、前記バックアップ経路における障害発生を早期に検出可能になり、経路切替後の可用性を向上できる。

[0102] ［４］　前記送信間隔制御部は、ルーティングの切替発生が予想される場合に、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度を定常時に比べて一時的に低減する（Ｓ４１～Ｓ４６）、

上記［１］に記載の通信制御装置。

[0103] 上記［４］の構成の通信制御装置によれば、例えば通常の通信で使う経路をメイン経路からバックアップ経路に切り替える直前に、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度が小さくなる。したがって、前記バックアップ経路の処理に試験パケットが及ぼす負荷や試験パケットの送信に伴って消費するネットワークリソースを減らすことができる。これにより、処理の負荷や消費するネットワークリソースが減少した分だけ、ルーティングなど他の処理を実行する能力の余裕が増え、経路切替の動作を円滑に処理可能になる。

符号の説明

[0104] １０Ａ，１０Ｂ　物理マシン

１１，１１－１，１１－２，１１－ｍ　物理インタフェース

１２，１２－１，１２－２，１２－ｎ　論理インタフェース

１３，１４　通信バス

１５　送信パケット処理部

１６　受信パケット処理部

１７　メモリ

１８　コンテナエンジン

１８ａ　平常時ＲＴＴ定義部

１８ｂ　転送部

１８ｃ　ＲＴＴ実測値記録部

１８ｄ　挿入部

１８ｅ　スロットスケジュール定義部

１８ｆ　セッション管理部

１８ｇ　ＲＴＴ標準偏差記録部

１８ｈ　ＲＴＴ標準偏差算出部

１８ｉ　ルーティングテーブル記録部

１９　仮想化コンテナ

１９ａ　生成部

１９ｂ　初期化部

１９ｃ　送信部

１９ｄ　分析部

１９ｅ　時刻記録部

１９ｆ　パラメータ取得部

２０　ホストＯＳ

２１　制御部

１００　デバイスＡ

１０１　制御クライアント

１１０　物理マシン

１２０　通信インタフェース

１２１，１２２　物理ＮＩＣ

１０２　セッションセンダ

２００　デバイスＢ

２０１　サーバ

２０２　セッションリフレクタ

２１０　ネットワークスイッチ

３００，３１０，３２０　通信ネットワーク

４０１，４０２　ＭＬＡＧピア

４０３　ＭＬＡＧクライアント

５００Ａ，５００Ｂ，５００Ｃ　通信システム

５０１，５０２，５０３　ノード

５１１，５１２　伝送路

Ｇ２１，Ｇ２２，Ｇ２３　ＲＴＴ変化例

Ｐ０１，Ｐ１１，Ｐ０ｎ，Ｐ１ｎ　試験パケット

Ｐｔ，Ｐｔ１，Ｐｔ２，Ｐｔ３，Ｐｔｍ　試験パケット

ＳＬ１，ＳＬ２，ＳＬ３，ＳＬｎ　タイムスロット

Ｔ０１，Ｔ０２　試験パケット送信間隔

Ｔｓ，Ｔｘ１，Ｔｘ２，Ｔｘ３，Ｔｘｍ　時間間隔

ＴＢ１１，ＴＢ２１　平常時ＲＴＴ定義テーブル

ＴＢ１２，ＴＢ２２　ＲＴＴ実測値記録テーブル

ＴＢ１３，ＴＢ２３，ＴＢ３２　スロットスケジュール管理テーブル

ＴＢ２４　ＲＴＴ標準偏差管理テーブル

ＴＢ３１　ルーティングテーブル

ｔ０　スタートタイム

Ｘ１，Ｘ２　障害

請求の範囲

[請求項1] 通信ネットワークを経由して接続された第１ノードと第２ノードとの２点間のデータ通信に利用可能な通信制御装置であって、

メイン経路とバックアップ経路とを含む冗長構成の通信経路に対応した通信部と、

前記２点間の双方向のネットワーク性能測定のために、所定の試験パケットの送受信を実施する試験パケット伝送部と、

前記メイン経路および前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信間隔を動的に変更する送信間隔制御部と、

を備え、前記送信間隔制御部は、少なくとも前記メイン経路における前記試験パケットの送信頻度を、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度よりも小さく制御する、通信制御装置。

[請求項2] 前記送信間隔制御部は、前記メイン経路における前記試験パケットの送信頻度に影響を及ぼす第１の定数と、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度に影響を及ぼす第２の定数とを個別に保持するスケジュール管理テーブルを有する、

請求項１に記載の通信制御装置。

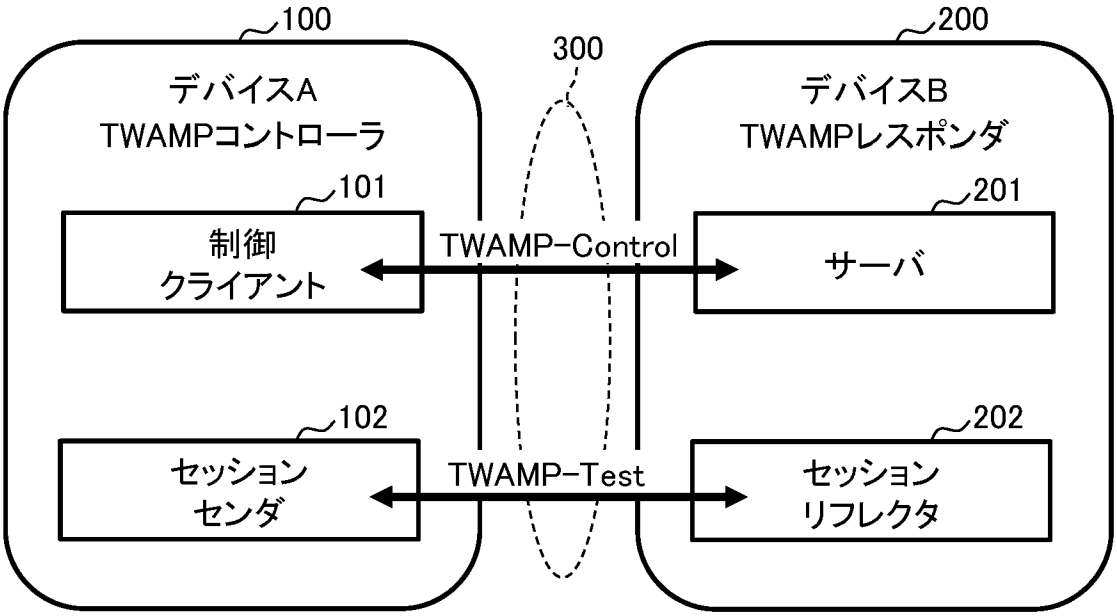
[請求項3] 前記送信間隔制御部は、前記メイン経路の前記試験パケットにより把握した遅延時間ＲＴＴの平常時とは異なる変化を検知した場合に、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度だけを増大する、

請求項１に記載の通信制御装置。

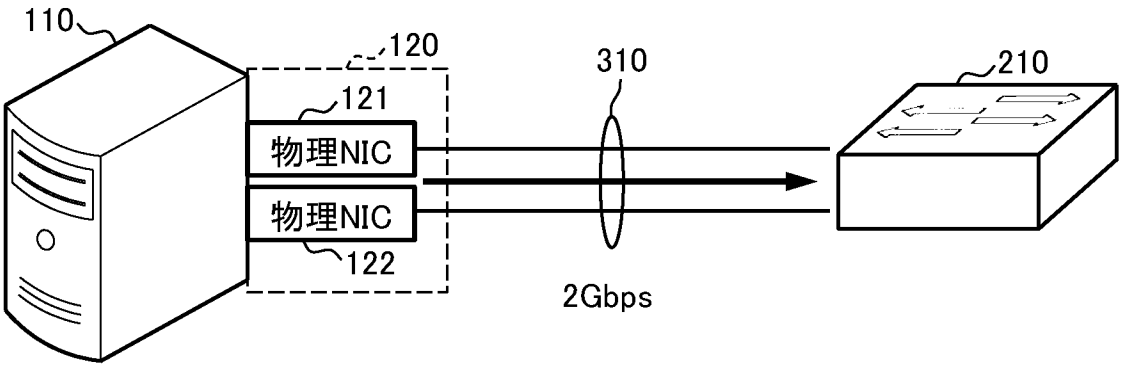
[請求項4] 前記送信間隔制御部は、ルーティングの切替発生が予想される場合に、前記バックアップ経路における前記試験パケットの送信頻度を定常時に比べて一時的に低減する、

請求項１に記載の通信制御装置。

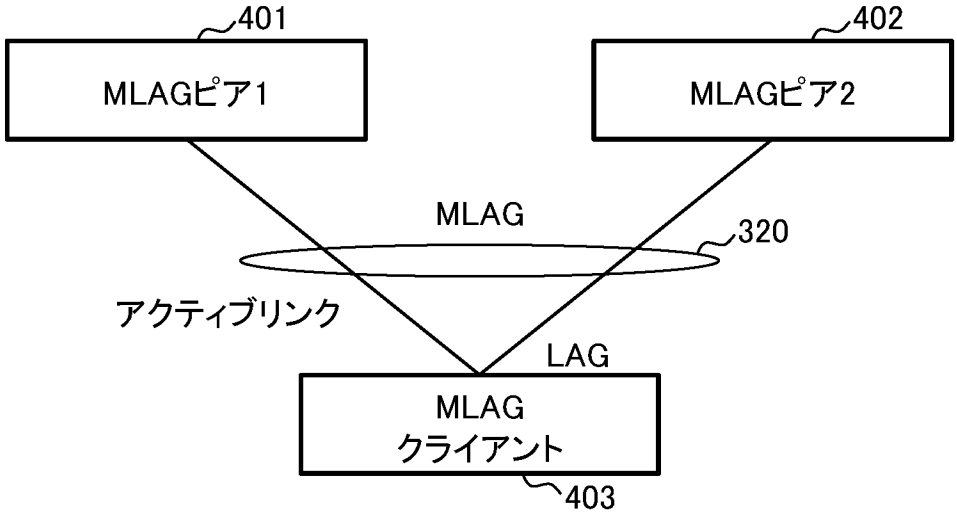
[図1]


100
デバイスA
TWAMPコントローラ
101
制御
クライアント
102
セッション
センダ
300
TWAMP-Control
TWAMP-Test
200
デバイスB
TWAMPレスポンダ
201
サーバ
202
セッション
リフレクタ

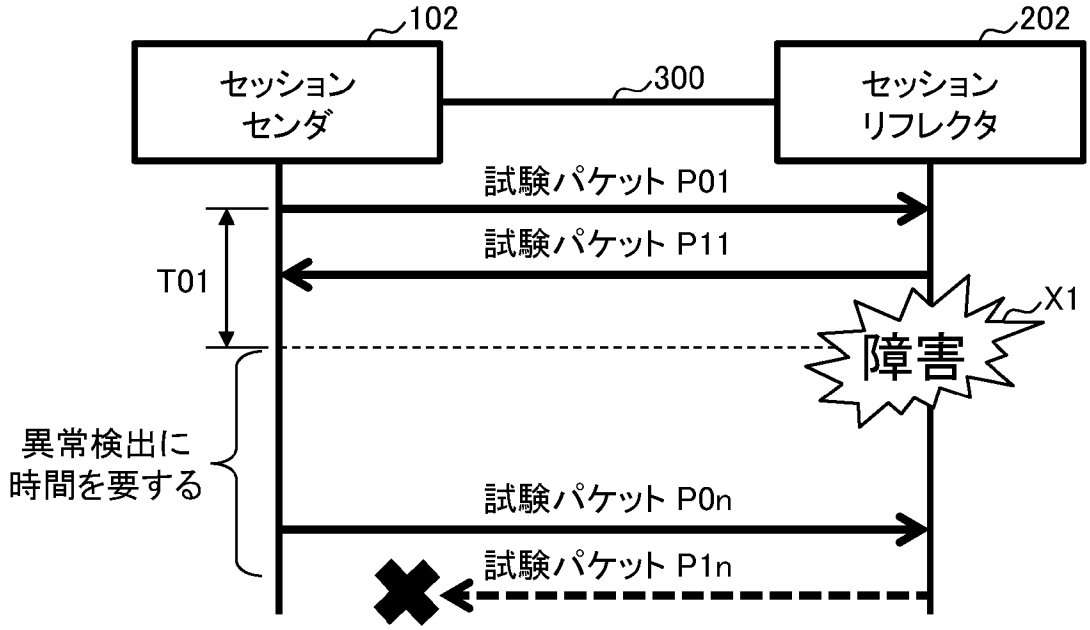
[図2]


110
120
121
物理NIC
物理NIC
122
310
2Gbps
210

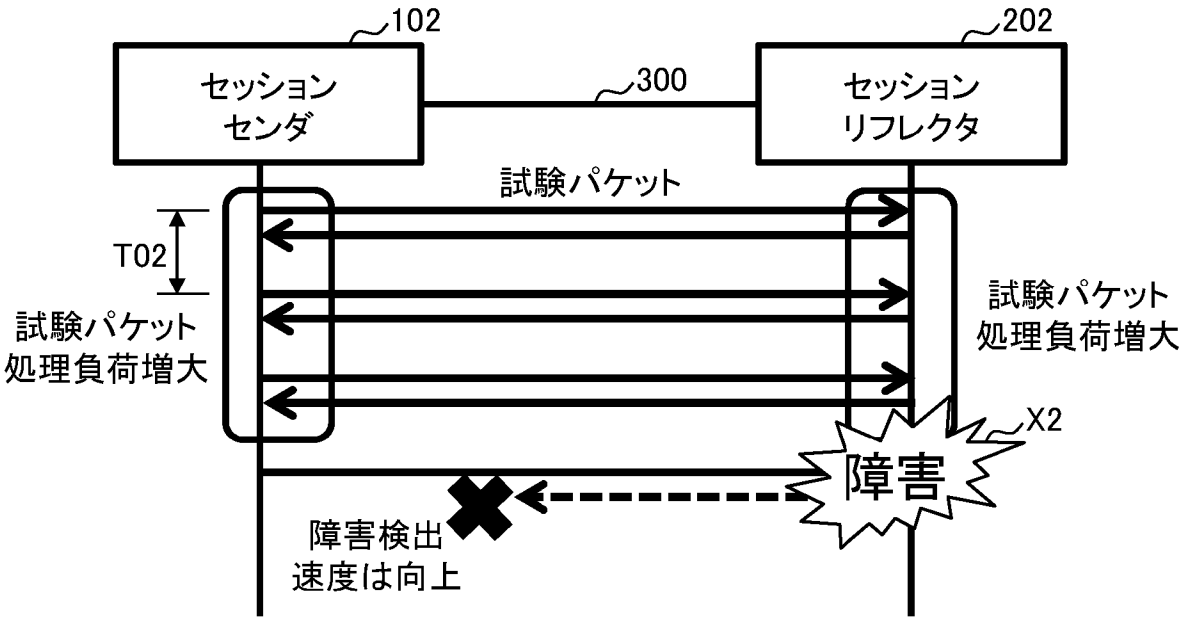
[図3]


401
MLAGピア1
402
MLAGピア2
MLAG
320
アクティブリンク
LAG
MLAG
クライアント
403

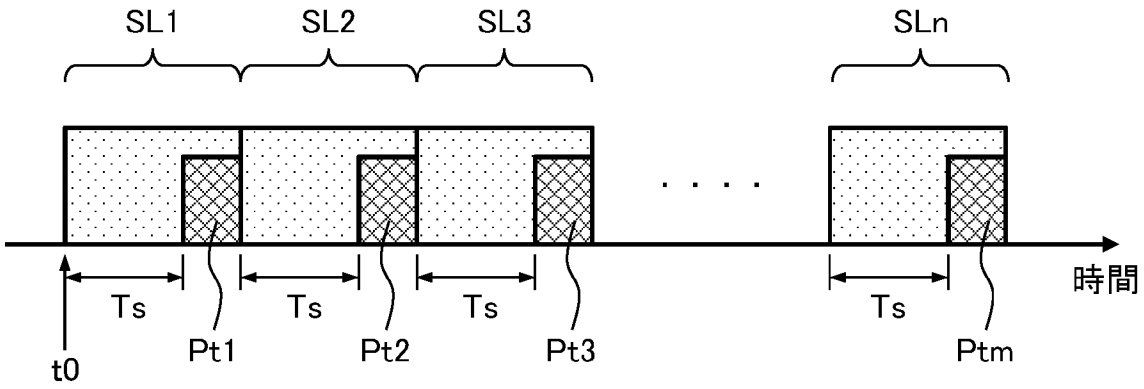
[図4]


102
202
セッション
センダ
300
セッション
リフレクタ
試験パケット P01
試験パケット P11
T01
X1
障害
異常検出に
時間を要する
試験パケット P0n
試験パケット P1n

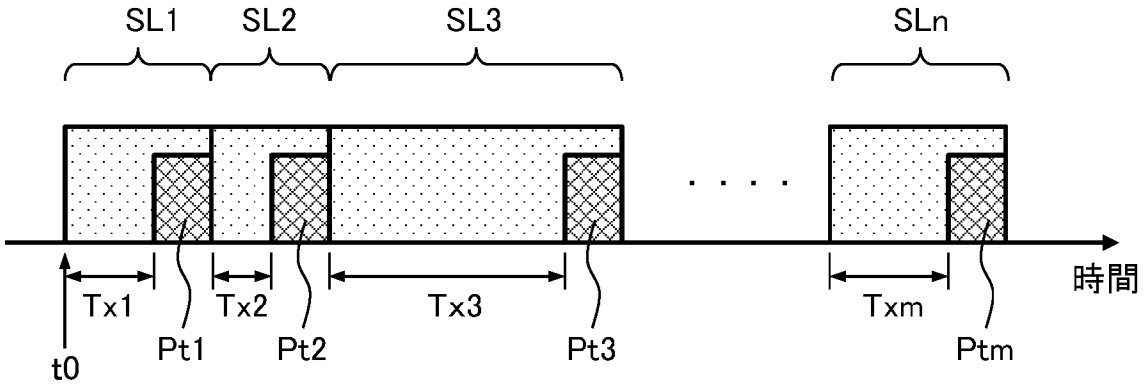
[図5]


102
202
セッション
センダ
300
セッション
リフレクタ
試験パケット
T02
試験パケット
処理負荷増大
試験パケット
処理負荷増大
X2
障害
障害検出
速度は向上

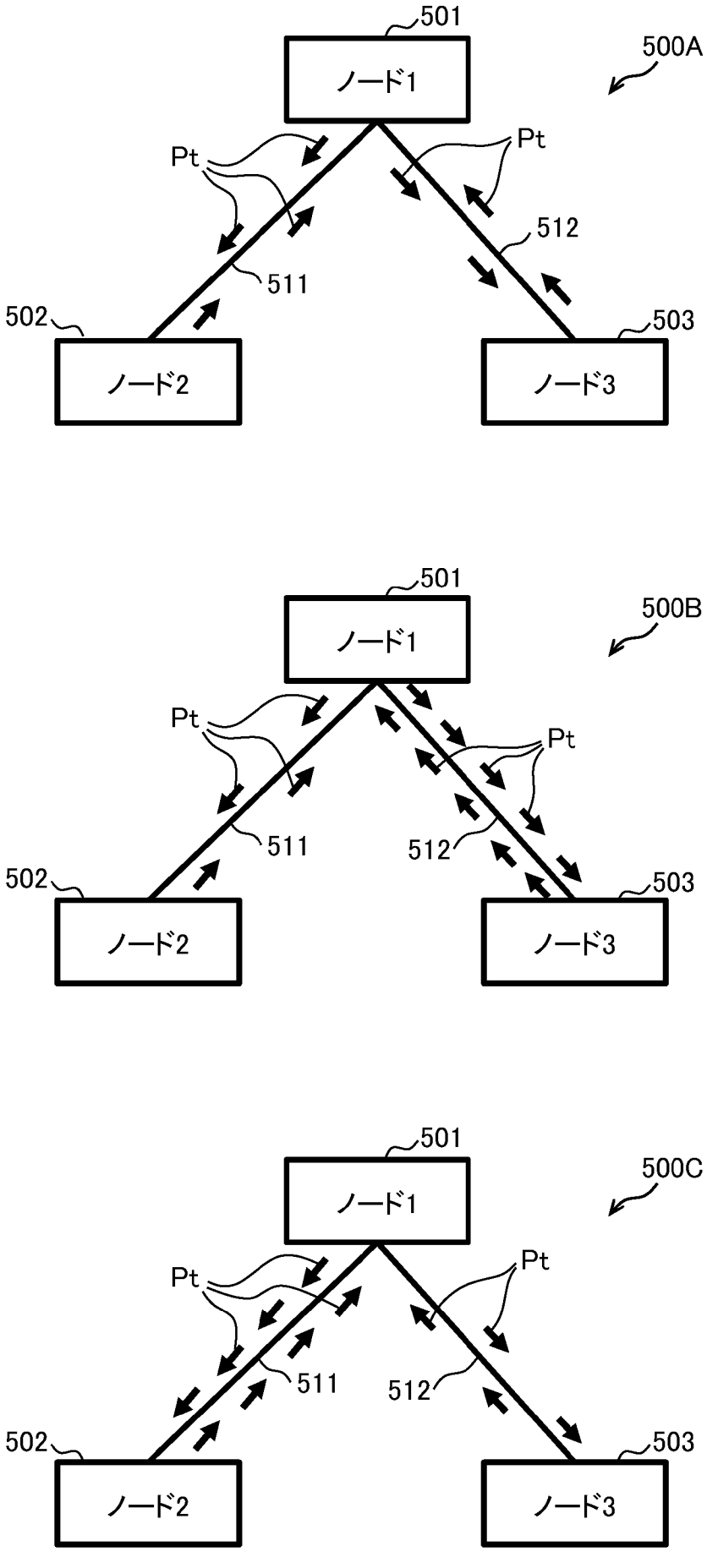
[図6]


SL1
SL2
SL3
SLn
Ts
Ts
Ts
Ts
t0
Pt1
Pt2
Pt3
Ptm
時間

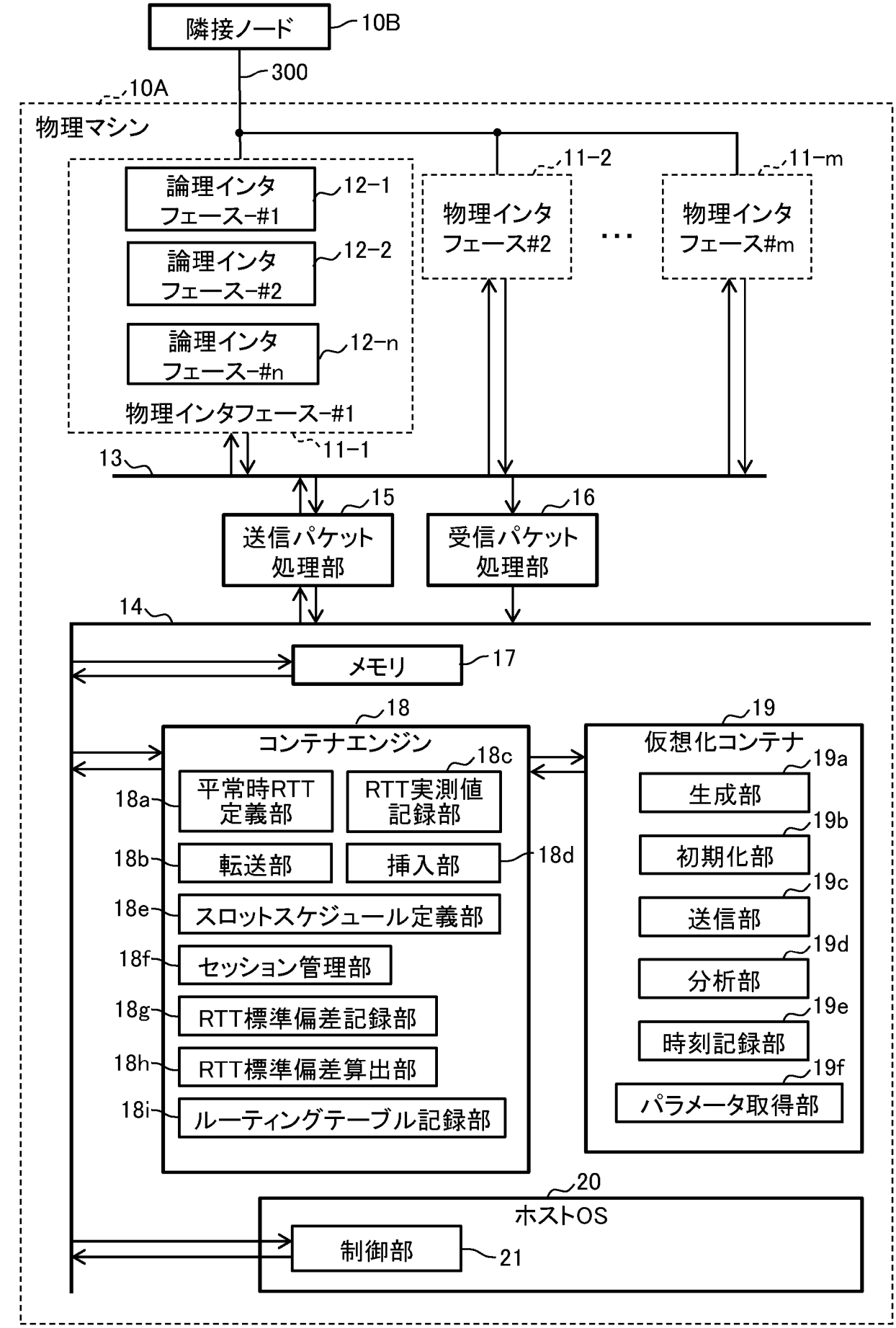
[図7]


SL1
SL2
SL3
SLn
Tx1
Tx2
Tx3
Txm
t0
Pt1
Pt2
Pt3
Ptm
時間

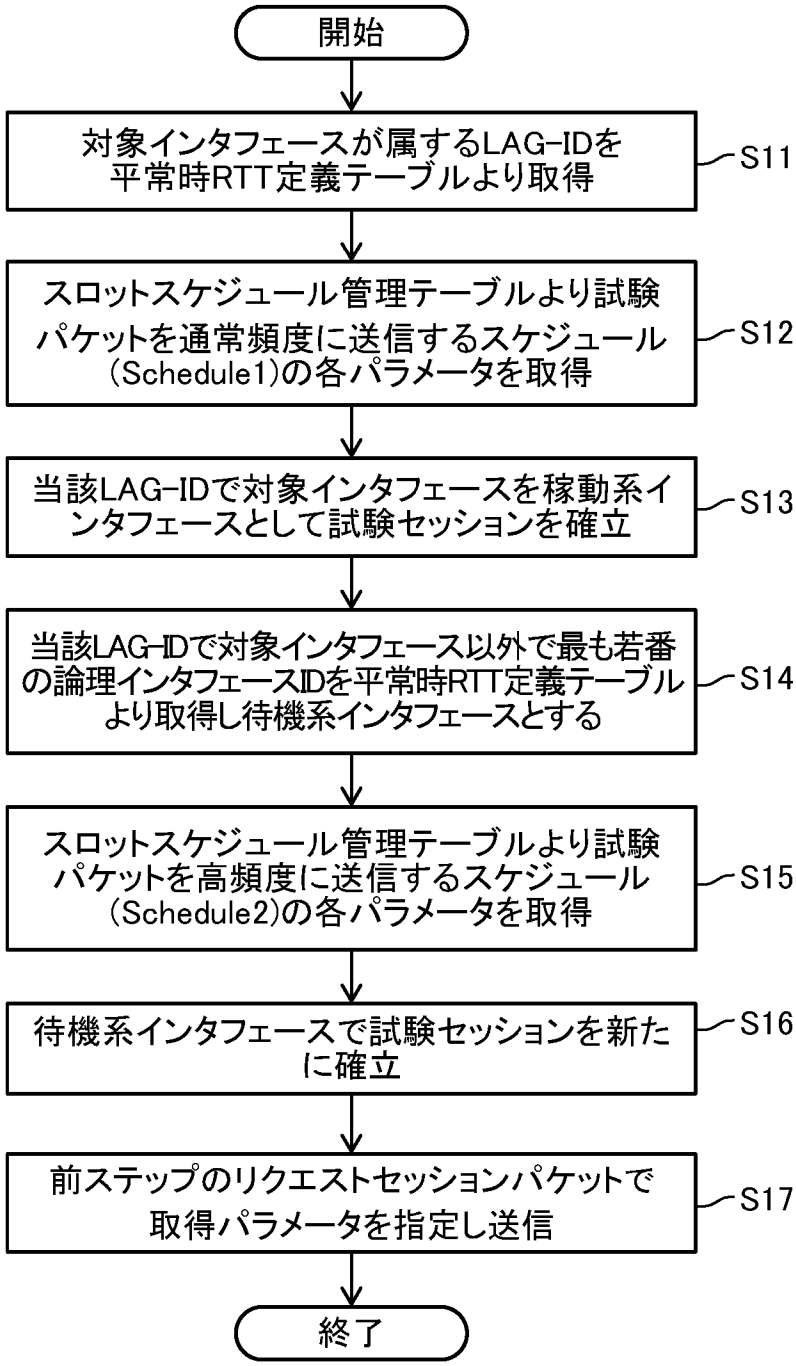
[図8]


501
ノード1
500A
Pt
Pt
512
511
502
503
ノード2
ノード3
501
ノード1
500B
Pt
Pt
511
512
502
503
ノード2
ノード3
501
ノード1
500C
Pt
Pt
511
512
502
503
ノード2
ノード3

[図9]


隣接ノード
10B
300
10A
物理マシン
論理インタフェース-#1
12-1
論理インタフェース-#2
12-2
論理インタフェース-#n
12-n
物理インタフェース-#1
11-1
11-2
物理インタフェース#2
11-m
物理インタフェース#m
13
15
送信パケット処理部
16
受信パケット処理部
14
メモリ
17
18
コンテナエンジン
18c
平常時RTT定義部
18a
RTT実測値記録部
転送部
18b
挿入部
18d
スロットスケジュール定義部
18e
セッション管理部
18f
RTT標準偏差記録部
18g
RTT標準偏差算出部
18h
ルーティングテーブル記録部
18i
19
仮想化コンテナ
19a
生成部
19b
初期化部
19c
送信部
19d
分析部
19e
時刻記録部
19f
パラメータ取得部
20
ホストOS
制御部
21

[図10]


開始
対象インタフェースが属するLAG-IDを平常時RTT定義テーブルより取得
S11
スロットスケジュール管理テーブルより試験パケットを通常頻度に送信するスケジュール(Schedule1)の各パラメータを取得
S12
当該LAG-IDで対象インタフェースを稼動系インタフェースとして試験セッションを確立
S13
当該LAG-IDで対象インタフェース以外で最も若番の論理インタフェースIDを平常時RTT定義テーブルより取得し待機系インタフェースとする
S14
スロットスケジュール管理テーブルより試験パケットを高頻度に送信するスケジュール(Schedule2)の各パラメータを取得
S15
待機系インタフェースで試験セッションを新たに確立
S16
前ステップのリクエストセッションパケットで取得パラメータを指定し送信
S17
終了

[図11]

TB11

平常時RTT定義テーブル

項目番号	物理インタフェースID	論理インタフェースID	LAG-ID	平常時RTT[ms]
1	1	1001	10	100
2	1	1002	10	80
…	…	…	…	…

TB12

RTT実測値記録テーブル

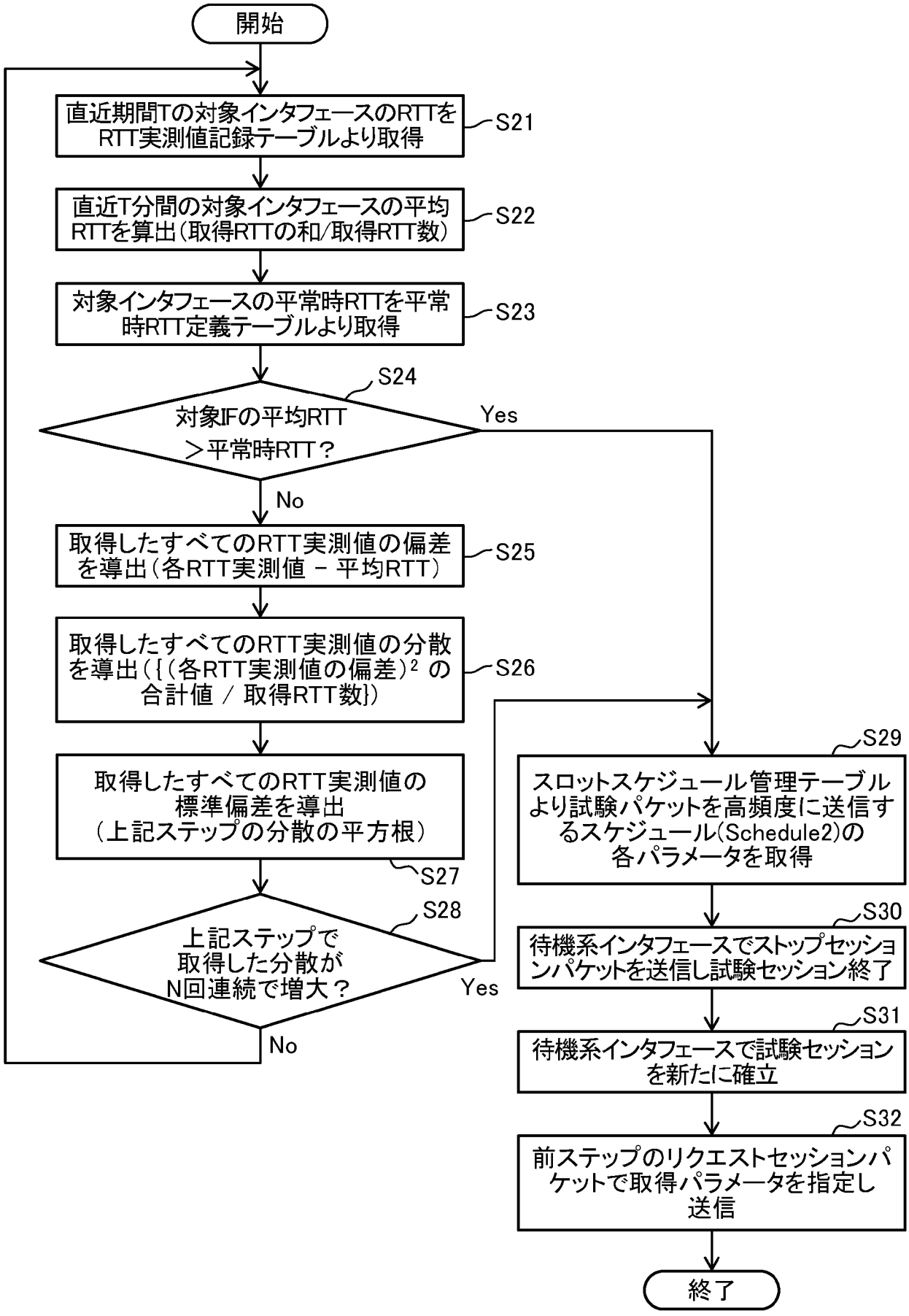
日時	物理インタフェースID	論理インタフェースID	LAG-ID	RTT[ms]
2023-6-6-14:21:53	1	1001	10	100
2023-6-6-14:23:10	1	1002	10	80
…	…	…	…	…

TB13

スロットスケジュール管理テーブル

スケジュール名	スロット数	パラメータ[ms]	タイプ
Schedule1	100	60,000	1
Schedule2	200	30,000	0
…	…	…	…

[図12]


開始
直近期間Tの対象インタフェースのRTTをRTT実測値記録テーブルより取得
S21
直近T分間の対象インタフェースの平均RTTを算出(取得RTTの和/取得RTT数)
S22
対象インタフェースの平常時RTTを平常時RTT定義テーブルより取得
S23
S24
対象IFの平均RTT＞平常時RTT？
Yes
No
取得したすべてのRTT実測値の偏差を導出(各RTT実測値 - 平均RTT)
S25
取得したすべてのRTT実測値の分散を導出({(各RTT実測値の偏差)2 の合計値 / 取得RTT数})
S26
取得したすべてのRTT実測値の標準偏差を導出(上記ステップの分散の平方根)
S27
S28
上記ステップで取得した分散がN回連続で増大？
Yes
No
S29
スロットスケジュール管理テーブルより試験パケットを高頻度に送信するスケジュール(Schedule2)の各パラメータを取得
S30
待機系インタフェースでストップセッションパケットを送信し試験セッション終了
S31
待機系インタフェースで試験セッションを新たに確立
S32
前ステップのリクエストセッションパケットで取得パラメータを指定し送信
終了

[図13]

TB21

平常時RTT定義テーブル

項目番号	物理インタフェースID	論理インタフェースID	LAG-ID	平常時RTT[ms]
1	1	1001	10	100
2	1	1002	10	80
…	…	…	…	…

TB22

RTT実測値記録テーブル

日時	物理インタフェースID	論理インタフェースID	LAG-ID	RTT[ms]
2023-6-6-14:21:53	1	1001	10	100
2023-6-6-14:23:10	1	1002	10	80
…	…	…	…	…

TB23

スロットスケジュール管理テーブル

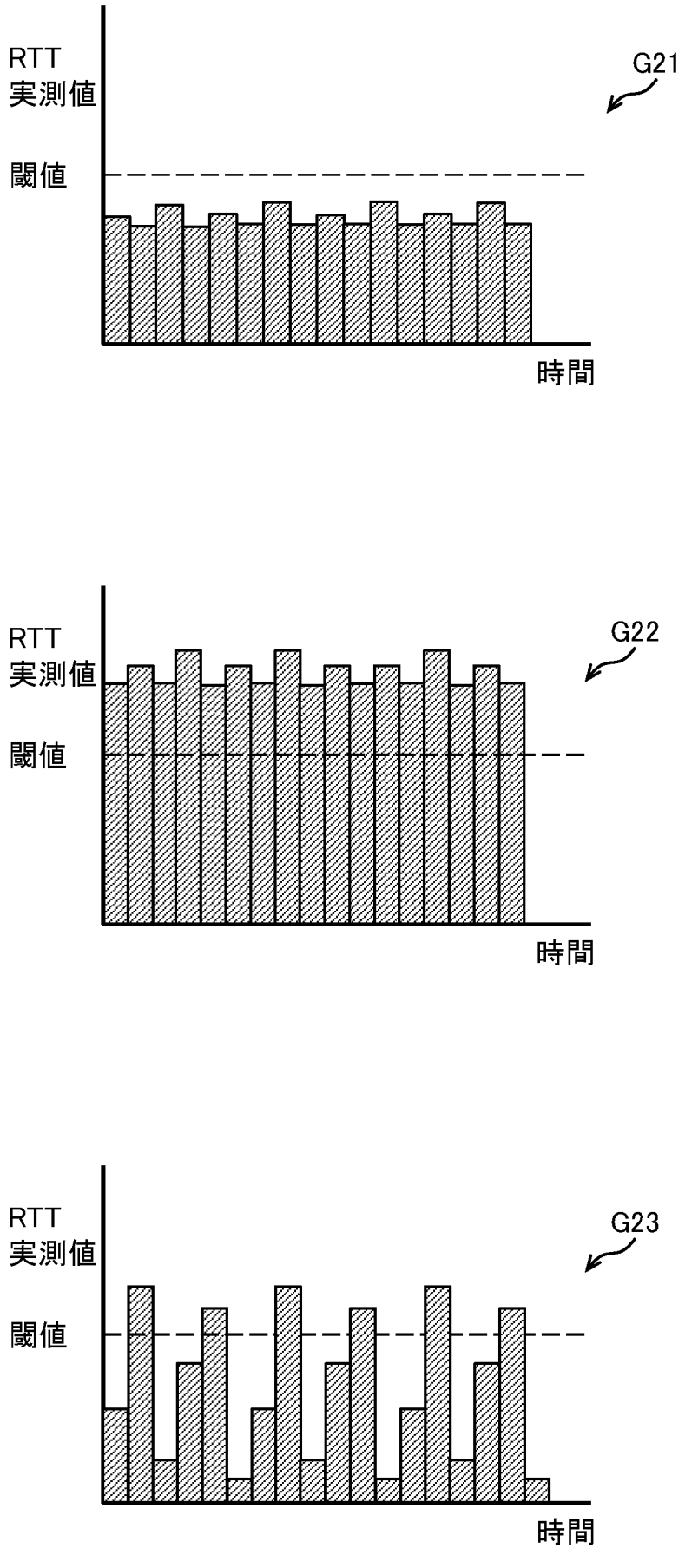
スケジュール名	スロット数	パラメータ[ms]	タイプ
Schedule1	100	60,000	1
Schedule2	200	30,000	0
…	…	…	…

TB24

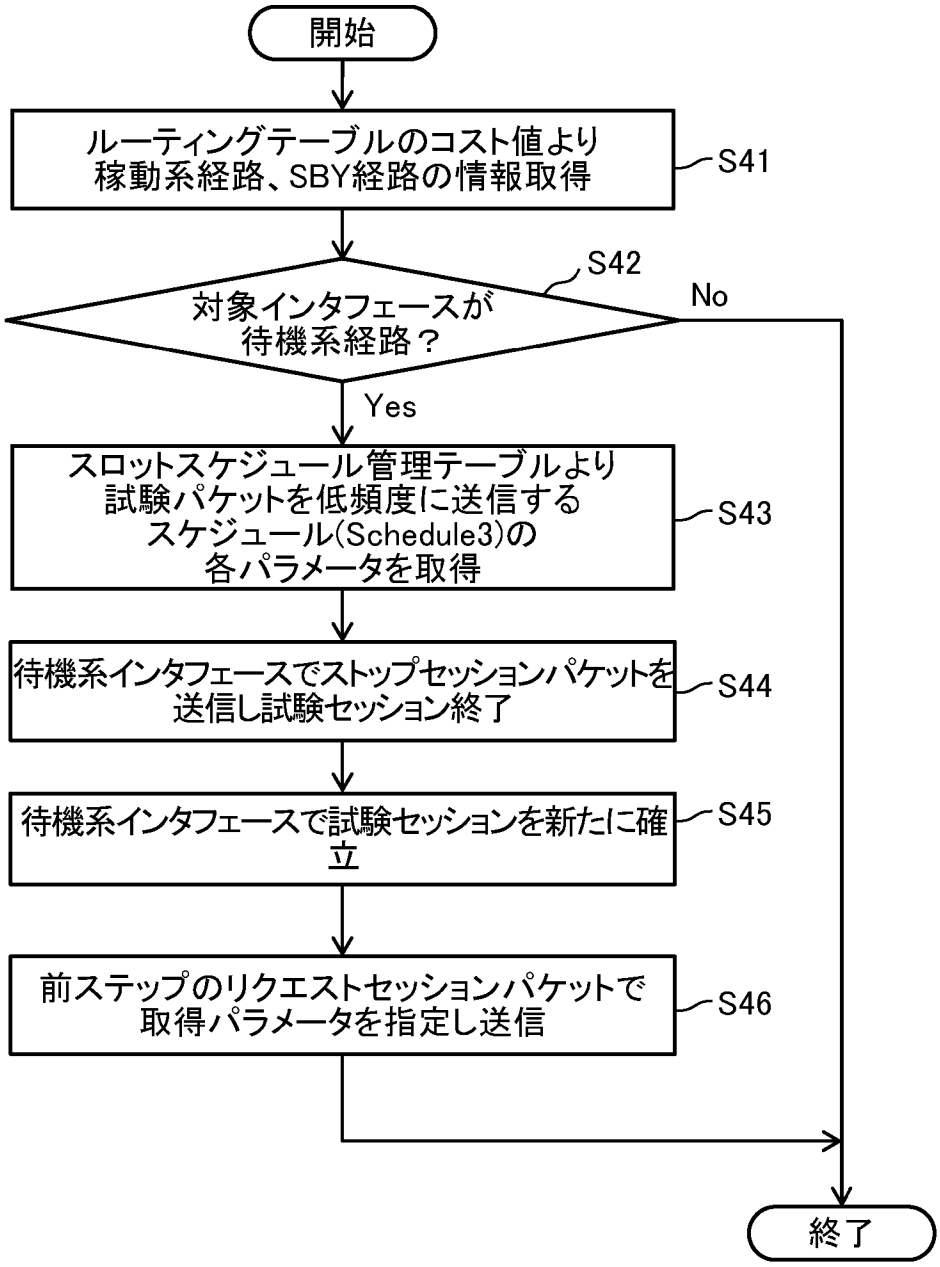
RTT標準偏差管理テーブル

取得した最後のRTT実測日時	RTT実測値の標準偏差	増分
2023-6-6-15:23:40	50	+0
2023-6-6-15:24:40	60	+10
…	…	…

[図14]



[図15]


開始
ルーティングテーブルのコスト値より
稼動系経路、SBY経路の情報取得
S41
対象インタフェースが
待機系経路？
S42
No
Yes
スロットスケジュール管理テーブルより
試験パケットを低頻度に送信する
スケジュール(Schedule3)の
各パラメータを取得
S43
待機系インタフェースでストップセッションパケットを
送信し試験セッション終了
S44
待機系インタフェースで試験セッションを新たに確
立
S45
前ステップのリクエストセッションパケットで
取得パラメータを指定し送信
S46
終了

[図16]

TB31

ルーティングテーブル

項目番号	物理インタフェースID	ルート	ネクストホップ	コスト値
1	1	192.168.0.0/16	192.168.1.1	40
2	1	192.168.0.0/16	192.168.1.2	50
…	…	…	…	…

TB32

スロットスケジュール管理テーブル

スケジュール名	スロット数	パラメータ[ms]	タイプ
Schedule1	100	60,000	1
Schedule3	500	90,000	0
…	…	…	…

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/030054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 43/103(2022.01)i
FI: H04L43/103

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L43/103

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-205286 A (NTT COMMUNICATIONS CORPORATION) 22 October 2012 (2012-10-22) paragraphs [0005], [0021]-[0024], [0033]-[0041], [0047], fig. 1, 6, 8	1-2, 4
A	paragraphs [0005], [0021]-[0024], [0033]-[0041], [0047], fig. 1, 6, 8	3
Y	JP 2011-518512 A (TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)) 23 June 2011 (2011-06-23) paragraphs [0021], [0023], fig. 2	1-2, 4
Y	JP 2017-060136 A (FUJITSU LIMITED) 23 March 2017 (2017-03-23) paragraphs [0010]-[0013], [0111], [0205]	1-2, 4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 October 2023	**17 October 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/030054

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2012-205286 A	22 October 2012	(Family: none)	
JP 2011-518512 A	23 June 2011	US 2011/0026397 A1 paragraphs [0028], [0030], fig. 2 US 2012/0195191 A1 WO 2009/127931 A1 EP 2110987 A1 EP 2372952 A1 CN 102007729 A	
JP 2017-060136 A	23 March 2017	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/030054

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04L 43/103(2022.01)i
FI: H04L43/103

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04L43/103

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2012-205286 A (エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社) 22.10.2012 (2012-10-22) 段落[0005], [0021]-[0024], [0033]-[0041], [0047], 図1, 6 , 8	1-2,4
A	段落[0005], [0021]-[0024], [0033]-[0041], [0047], 図1, 6 , 8	3
Y	JP 2011-518512 A (テレフオンアクチーボラゲット エル エム エリクソン (パブル)) 23.06.2011 (2011-06-23) 段落[0021], [0023], 図2	1-2,4
Y	JP 2017-060136 A (富士通株式会社) 23.03.2017 (2017-03-23) 段落[0010]-[0013], [0111], [0205]	1-2,4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
02.10.2023	17.10.2023

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

中川　幸洋 5X 1212

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/030054

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2012-205286 A	22.10.2012	（ファミリーなし）	
JP 2011-518512 A	23.06.2011	US 2011/0026397 A1 段落[0028], [0030], 図2 US 2012/0195191 A1 WO 2009/127931 A1 EP 2110987 A1 EP 2372952 A1 CN 102007729 A	
JP 2017-060136 A	23.03.2017	（ファミリーなし）	