

(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



(10) 国際公開番号

WO 2011/070616 A1

(43) 国際公開日

2011年6月16日(16.06.2011)

PCT

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/56 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/006723
- (22) 国際出願日: 2009年12月9日(09.12.2009)
- (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(米国を除く全ての指定国について): 株式会社 東芝(KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 神田 充(KANDA, Mitsuru) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 小堺 康之(KOZAKAI, Yasuyuki) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP). 谷内 謙一(TANIUCHI, Kenichi) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目1番1号株式会社 東芝 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 天城国際特許事務所 (AMAGI INTERNATIONAL PATENT LAW OF-

FICE); 〒2120013 神奈川県川崎市幸区堀川町580番地 ソリッドスクエア 東館4階 Kanagawa (JP).

- (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION APPARATUS AND COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 通信装置及び通信システム

[図1]

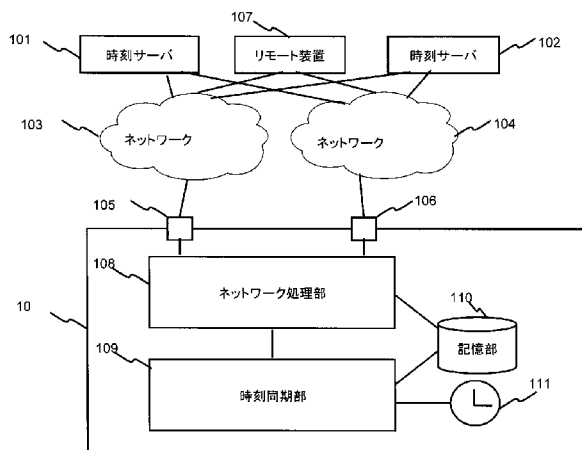


FIG. 1:
101, 102 TIME SERVERS
107 REMOTE APPARATUS
103, 104 NETWORKS
108 NETWORK PROCESSING UNIT
109 TIME SYNCHRONIZING UNIT
110 STORING UNIT

(57) Abstract: Provided are a communication apparatus and a communication system whereby anomalies can be located in time servers and in networks the communication paths of which have been made redundant. A communication apparatus (10) acquires pieces of time-related information from a plurality of time servers (101, 102) via a plurality of networks (103, 104) and compares the pieces of information with each other, thereby locating an anomaly in the time servers (101, 102) or in the networks (103, 104). A remote apparatus (107) acquires pieces of time-related information from the communication apparatus (10) via the plurality of networks (103, 104) and compares the pieces of information with each other, thereby determining an anomaly of the communication apparatus (10).

(57) 要約: 時刻サーバ及び通信経路が冗長化されたネットワークにおいて、異常箇所を特定することの出来る通信装置及び通信システムを提供する。通信装置10は複数の時刻サーバ101、102から複数のネットワーク103、104を介して時刻に関する情報を得て、それぞれの情報を比較することで、時刻サーバ101、102又はネットワーク103、104の異常箇所を特定する。リモート装置107は通信装置10から複数のネットワーク103、104を用いて時刻に関する情報を得て、それぞれの情報を比較することで、通信装置10

0の異常を特定する。

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：通信装置及び通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、冗長化されたネットワークに接続される通信装置及び通信システムに関する。

背景技術

[0002] 2つのネットワークそれぞれに1台ずつ時刻サーバが接続され、前記2つのネットワークの両方に接続された通信装置で構成された通信システムがある（例えば、非特許文献1参照。）。

[0003] 非特許文献1において、Grandmasterは時刻サーバであり、Ordinary clockは通信装置である。通信装置は主時刻サーバと時刻を同期し、主時刻サーバと通信不可能になったとき通信装置は副時刻サーバへ切替る。通信経路及び時刻サーバを冗長化することで、時刻同期システムの信頼性を向上させている。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：Sven Meier and Hans Weibel, “IEEE 1588 applied in the environment of high availability LANs,” 2007 Proceedings on International IEEE Symposium on Precision Clock Synchronization (ISPCS), pp.100-104, Oct 2007.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、一般に、異常箇所を特定する装置、方法及びプログラムは明らかになっていない。管理者は、異常箇所を復旧前に知ることが不可能なため、通信システムが設置された現場へ赴いてから異常箇所を特定し、その後には代替品を用意する必要があるため、復旧作業が非効率であった。

[0006] 従来技術では、異常箇所を特定できないという課題があった。

[0007] 本発明は、時刻サーバ及び通信経路が冗長化されたネットワークにおいて、異常箇所を特定することの出来る通信装置及び通信システム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

[0008] 本発明の一観点による通信装置は、
複数の時刻サーバ及びリモート装置へ複数のネットワークを通信経路として接続する複数のインタフェースと、ネットワーク上の異常箇所を特定し、異常範囲を記した異常通知メッセージを作成する時刻同期部と、前記時刻サーバとの間で前記インタフェースを介してプロトコル処理をして通信メッセージを送受信し、前記時刻同期部で作成された前記異常通知メッセージにプロトコル処理をして前記リモート装置に送信するネットワーク処理部と、を備え、前記時刻同期部は、前記時刻サーバ及び前記通信経路の組合せごとに前記通信メッセージに記載された情報と受信時刻からクロック情報を算出し、算出されたクロック情報からネットワーク上の異常箇所を特定することを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、時刻サーバ及び通信経路が冗長化されたネットワークにおいて、遠隔にあって通信システム内の異常箇所を特定することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施例 1 に係る通信装置及び通信システムの構成を示す図である。
[図2]クロック情報の一例を示す図である。
[図3]実施例 1 に係る通信システムにおける通信経路を示す図である。
[図4]実施例 1 に係る通信システムの動作を示すシーケンス図である
[図5]実施例 1 の通信装置の時刻同期処理を示すフローチャートである。
[図6]実施例 1 の通信装置のクロック情報の異常検知処理の流れの一例を示すフローチャートである。
[図7]図 6 に記載された異常検知の各分岐条件 1 から 8 の内容を示す表である

。

[図8]実施例1の通信装置の通信不能箇所検知処理の流れを示すフローチャートである。

[図9]実施例1の通信装置の通信不能箇所特定処理の流れを示すフローチャートである。

[図10]図9のフローチャートの通信不能異常の条件1から3を示す図である

。

[図11]実施例2にかかる通信装置及び通信システムの構成を示す図である。

[図12]実施例2に係るリモート装置のブロック図である。

[図13]実施例2における測定データの例を示す図である。

[図14]実施例2に係る通信システムの動作を示すシーケンス図である。

[図15]実施例2に係る通信装置の動作を示すフローチャートである。

[図16]実施例2に係るリモート装置の動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態を説明する。

実施例 1

[0012] 図1は、本発明の実施例1に係わる通信システムを示す図である。通信システムは、大別すると、通信装置10と、二台の時刻サーバ101、102と、二つのネットワーク103、104と、リモート装置107から構成されている。通信装置10は、外部との信号の送受信用として、二つのインタフェース105、106、ネットワーク処理部108、時刻同期部109、記憶部110、及びクロック111を備えている。

[0013] 通信装置10は、インタフェース105を介してネットワーク103に接続し、インタフェース106を介してネットワーク104に接続している。時刻サーバ101、時刻サーバ102、及びリモート装置107は複数のインタフェースを備え、ネットワーク103及びネットワーク104に接続している。

- [0014] 通信装置 10 は、時刻サーバ 101 及び時刻サーバ 102 から複数の通信経路を介して、時刻に関する情報（以下、クロック情報と表記する。）を得る。クロック情報は、例えば、時刻サーバ 101 又は時刻サーバ 102 と通信装置 10 との間の時刻誤差である。また、クロック情報は、時刻サーバ 101 又は時刻サーバ 102 と通信装置 10 との間の時刻の進み方のずれ（クロックレートの差）である。また、クロック情報は、通信経路を介した場合における通信装置 10 と特定の時刻サーバとの間の通信可否である。
- [0015] 通信装置 10 は、時刻サーバ 101 及び時刻サーバ 102 からネットワーク 103 及びネットワーク 104 を介して得られる 4 組のクロック情報（後述する。）を比較することにより、異常箇所を特定する。具体的には、異常が時刻サーバ 101、時刻サーバ 102、ネットワーク 101、ネットワーク 102 のいずれかで起きているのかを特定する。
- [0016] インタフェース 105 及びインタフェース 106 は、例えば Ethernet（登録商標）、パワーラインプロトコル、Zigbee、CDMA（Code Division Multiple Access）、WiMAX（Worldwide Interoperability for Microwave Access）、LTE（Long Term Evolution）、CAN（Controller Area Network）などの通信方式に対応した通信インタフェースである。
- [0017] ネットワーク処理部 108 は、Ethernet（登録商標）、IPv4（Internet Protocol Version 4）、IPv6（Internet Protocol Version 6）、Profinet（登録商標）、CAN などのプロトコルに準拠した処理を行なう。また、ネットワーク処理部 108 は、IEEE1588 や NTP（Network Time Protocol などの、時刻同期プロトコルに準拠した処理を行ない、時刻同期プロトコルの通信メッセージをインタフェース 105 又はインタフェース 106 を介して送受信する。
- [0018] 時刻同期部 109 は、ネットワーク処理部 108 に接続し、ネットワーク処理部 108 が送受信した通信メッセージに記載された情報に基づいて時刻誤差または時刻の進み方のずれを算出し、クロック 111 の時刻又はクロックレートを調節する。また、時刻同期部 109 はクロック情報を算出し、クロック情報に基づいて通信システムの異常箇所を特定する。例えば、クロッ

ク情報が時刻誤差または時刻の進み方の場合、時刻同期部 109 は時刻同期プロトコルの通信メッセージからクロック情報を算出する。クロック情報が通信可否の場合、時刻同期部 109 は時刻同期プロトコルのメッセージを設定された時間内に受信できるか否かで通信可否を判断するか、ICMP Echo Requestなどの通信メッセージに対して応答の通信メッセージを受信できるか否かで通信可否を判断する。時刻同期部 109 は、ネットワーク処理部 108 及びインタフェース 105 又はインタフェース 106 を介して、特定した異常箇所をリモート装置 107 へ通知する。

- [0019] 記憶部 110 は、ネットワーク処理部 108 が準拠する時刻同期プロトコルの動作に必要な情報を保持し、時刻同期部 109 から出力されたクロック情報を保存する。
- [0020] 図 2 に記憶部 110 に保存されたクロック情報の一例を示す。記憶部 110 は、クロック情報の測定に利用した時刻サーバとネットワークの組毎にクロック情報を保存する。図 2 に示す例では、記憶部 110 は、時刻誤差、時刻の進み方のずれ（クロックレートの差）、及び通信可否をクロック情報として保持している。例えば、時刻サーバ 101 とネットワーク 104 との間では、通信は可能であるが、時刻誤差が 23 ns 、時刻の進み方のずれが 133 ns 生じており、両者間で通信可であることがわかる。
- [0021] クロック 111 は、例えば、発信器で構成することができる。クロック 111 は、電圧を入力として動作周波数を変更する発信器でもよいし、Adder Based Clock として実装されたクロックでも良い。
- [0022] 時刻サーバ 101 及び時刻サーバ 102 は、ネットワーク 103 又はネットワーク 104 を介して通信装置 10 にクロック情報を提供するサーバである。時刻サーバ 101, 102 は、ネットワークに接続される機器において、機器が持つ時計を正しい時刻へ同期させるプロトコルに準拠したサーバであり、例えば IEEE1588 の Master 又は NTP サーバとして動作する。
- [0023] リモート装置 107 は、通信装置 10 から異常箇所についての通知を受信し、通信システムの管理者に異常箇所を通知する。なお、リモート装置 10

7は、ネットワーク103及びネットワーク104とは別のネットワークを介して地理的に離れた箇所の機器へ異常箇所を通知しても良い。

- [0024] 次に、本実施例に係る通信システム及び装置の動作を説明する。図3は、通信装置10と、時刻サーバ101及び時刻サーバ102との通信経路を示す。通信装置10は、二つのネットワーク及び二台の時刻サーバによる四つの通信経路を介して時刻同期プロトコルで通信することで、4組のクロック情報を得る。
- [0025] 図4は、本実施例に係る通信システムにおける時刻同期シーケンス図である。図4は、図1における通信装置10、時刻サーバ101及び時刻サーバ102がIEEE1588で時刻同期を行う様子を表している。図4に示すTransparent switch201及びTransparent switch202は、ネットワーク103、104に設置されたEthernet（登録商標）switchである。
- [0026] 通信装置10と時刻サーバ101及び時刻サーバ102は、IEEE1588のPDelay_Reqメッセージ及びPDelay_Responseメッセージを利用して、隣合う装置同士の通信遅延、例えばTransparent switch202と時刻サーバ101の通信遅延を定期的に測定する。また、時刻サーバ101及び時刻サーバ102は、IEEE1588のオプション仕様であるAlternate master optionを利用して、Syncメッセージ及びAnnounceメッセージを通信装置10に定期的に送信する。Syncメッセージには、Syncメッセージ送信時のタイムスタンプが記載される。Announceメッセージには、時刻サーバに関する属性情報が記載される。なお、SyncメッセージにSyncメッセージの送信時のタイムスタンプを記載する代わりに、時刻サーバ101及び時刻サーバ102は、Syncメッセージ送信直後にSyncメッセージの送信時のタイムスタンプを記載したFollow_Upメッセージを送信してもよい。
- [0027] 通信装置10は、時刻サーバ101又は時刻サーバ102からAnnounceメッセージを受信せずに予め設定した時間経過した場合、通信不能箇所を特定する。通信不能箇所の特定処理の詳細な説明は後述する。
- [0028] 一方、通信装置10がSyncメッセージを受信すると、通信装置10のネッ

トワーク処理部 108 は、Syncメッセージ受信時の時刻を記録部 110 に保持する。また、ネットワーク処理部 108 はEthernet（登録商標）及びIEEE 1588 に準拠した処理を行なう。さらに、時刻同期部 109 は、Syncメッセージに記されたSyncメッセージ送信時の時刻、Syncメッセージに記された通信遅延の累積値、及び通信装置 10 がSyncメッセージを受信した時刻を用いて、Syncメッセージを送信した時刻サーバとの時刻誤差を算出し、時刻同期処理を行なう。時刻同期処理の詳細な説明は後述する。

[0029] 尚、通信装置 10、時刻サーバ 101、及び時刻サーバ 102 は、IEEE1588 ではなく Network Time Protocol (NTP) を利用してもよい。ネットワーク処理部 108 がいずれの時刻同期プロトコルを利用する場合においても、通信装置 10 は時刻同期処理と通信不能箇所の特定の両方又はいずれかを行なう。

[0030] 図 5 に通信装置 10 が行なう時刻同期処理のフローチャートを示す。時刻同期部 109 は、クロック情報を算出する（ステップ S501）。すなわち、時刻サーバ 101 及び時刻サーバ 102 と送受信した通信メッセージに記された情報を用いて、時刻サーバ 101 と通信装置 10 との間の時刻誤差及び時刻サーバ 102 と通信装置 10 との間の時刻誤差を算出する。さらに、時刻同期部 109 は、記憶部 110 に時刻誤差を保存する。但し、記憶部 110 に既に時刻サーバ及びネットワークが同じ組み合わせによる時刻誤差が保存されている場合は、時刻誤差を上書きする。

[0031] なお、時刻同期部 109 によるクロック情報の算出は時刻誤差に限られず、さらに、時刻サーバ 101 と通信装置 10 のクロックレート及び時刻サーバ 102 と通信装置 10 のクロックレートを算出しても良い。

[0032] 次に、時刻同期部 109 は、クロック情報の異常検知の処理を実行する（ステップ S502）。クロック情報の異常検知の処理は後述する。

[0033] 次いで、異常検知の処理結果に応じて異常の有無を判定する（ステップ S503）。異常があると判定する場合には、時刻同期部 109 は異常箇所の範囲を記したメッセージ（以後、異常通知メッセージと記す）を生成し、異常通知メッセージをネットワーク処理部 108 に出力する。ネットワーク処

理部 108 は、異常通知メッセージに Ethernet（登録商標）の プロトコル 処理を施し、リモート装置 107 へ通知する（ステップ S504）。リモート 装置 107 は、通信システムの管理者に異常を通知する。

[0034] 一方、異常がないと判定する場合、時刻同期部 109 は記憶部 110 に保 存したクロック情報を用いて、通信装置 10 のクロックを調節する。例えば 、クロック 111 の時刻又はクロックレートを調節する（ステップ S505 ）。

[0035] クロック情報の異常検知の処理について、図 6 及び図 7 を用いて説明する 。図 6 は、クロック情報の異常を検知する処理の流れを示すフローチャート である。図 6 における各分岐の条件は、それぞれ排他的であるため、この順 序に限定されるものではない。

[0036] 図 7 は、図 6 に記載された異常検知の各分岐条件 1 から 8 の内容を示す表 である。図 7 において、「クロック情報（サーバ A、ネットワーク B）」の形 式で記載されたクロック情報は、サーバ A からネットワーク B 経由で測定した クロック情報であることを示す。例えば、クロック情報がクロックレートで ある場合、クロック情報（時刻サーバ 101、ネットワーク 103）は、時 刻サーバ 101 及びネットワーク 103 を経由して測定したクロックレートを 表す。また、「クロック情報（*、ネットワーク 103）」の形式で記載 させたクロック情報は、時刻サーバ 101 及びネットワーク 103 を利用し て測定したクロック情報と時刻サーバ 102 及びネットワーク 103 を経由 して測定したクロック情報、「クロック情報（時刻サーバ 101、*）」の 形式で記載されたクロック情報は、時刻サーバ 101 及びネットワーク 10 3 を経由して測定したクロック情報と時刻サーバ 101 及びネットワーク 1 04 を利用して測定したクロック情報、「クロック情報（*、*）」の形式 で記載されたクロック情報は、全てのサーバとネットワークの組それぞれに 対するクロック情報を示す。

[0037] まず、時刻同期部 109 は、図 7 の条件 1 を満たすか否かを判定する（ス テップ S601）。図 7 に示されるように、条件 1 は、記憶部 110 に保存

されたクロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク103）とクロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク104）の差は小さく、かつクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク103）とクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク104）の差は小さく、かつクロック情報（時刻サーバ101、*）とクロック情報（時刻サーバ102、*）の差が大きいという条件である。この条件を満たす（真である）場合、時刻同期部109は、異常箇所が「時刻サーバ101又は時刻サーバ102」であることを特定し、その旨を出力する（S601Y）。その後、時刻同期部109は、クロック情報の異常検知を終了する。

[0038] 尚、ここで、「クロック情報の差が大きい」あるいは「クロック情報の差が小さい」とは、クロック情報が時刻誤差の場合、誤差が任意の設定値、例えば1 μ Sより大きい、あるいは小さいことである。同様に、クロック情報が時刻の進み方のずれの場合、進み方のずれが任意の設定値、例えば1秒間に1 μ Sより大きい、あるいは小さいことである。

[0039] 一方、ステップS601の条件を満たさない（偽である）場合は、時刻同期部109は、図7の条件2を満たすか否かを判定する（ステップS602）。条件2は、ある1つのネットワーク、時刻サーバの組におけるクロック情報の値のみ、他のクロック情報の値とかけ離れている場合である。条件2を満たす場合、時刻同期部109は異常箇所が「該当ネットワーク上」であることを特定し、その旨を出力する（ステップS602Y）。その後、時刻同期部109は、クロック情報の異常検知を終了する。

[0040] 一方、ステップS602の条件を満たさない（偽である）場合は、時刻同期部109は、図7の条件3を満たすか否かを判定する（ステップS603）。条件3は、クロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク103）とクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク103）の差は小さく、かつクロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク104）とクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク104）の差は小さく、かつクロック情報（*、ネットワーク103）とクロック情報（*、ネットワーク104）

の差は大きい場合である。条件3を満たす場合、時刻同期部109は、異常箇所が「ネットワーク101又はネットワーク102上」であることを特定し、その旨を出力する（ステップS603Y）。その後、時刻同期部109は、クロック情報の異常検知を終了する。

[0041] 一方、ステップS603を満たさない（偽である）場合、時刻同期部109は、図7の条件4を満たすか否かを判定する（ステップS604）。条件4は、クロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク103）とクロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク104）の差は小さく、かつクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク103）とクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク104）の差は大きく、かつクロック情報（時刻サーバ101、*）とクロック情報（時刻サーバ102、*）の差は大きい場合である。条件4を満たす場合、時刻同期部109は、異常箇所が「時刻サーバ102」であることを特定し、その旨を出力する（ステップS604Y）。その後、時刻同期部109は、クロック情報の異常検知を終了する。

[0042] 一方、ステップS604の条件を満たさない（偽である）場合は、時刻同期部109は、図7の条件5を満たすか否かを判定する（ステップS605）。条件5は、クロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク103）とクロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク104）の差は大きく、かつクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク103）とクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク104）の差は小さく、かつクロック情報（時刻サーバ101、*）とクロック情報（時刻サーバ102、*）の差は大きい場合である。条件5を満たす場合、時刻同期部109は、異常箇所が「時刻サーバ101」であることを特定し、その旨を出力する（ステップS605Y）その後、時刻同期部109は、クロック情報の異常検知を終了する。

[0043] 一方、ステップS605の条件を満たさない（偽である）場合は、時刻同期部109は、図7の条件6を満たすか否かを判定する（ステップS606）。条件6は、クロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク103）と

クロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク103）の差は小さく、かつクロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク104）とクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク104）の差は大きく、かつクロック情報（*、ネットワーク104）とクロック情報（*、ネットワーク103）の差は大きい場合である。条件6を満たす場合、時刻同期部109は、異常箇所が「ネットワーク104上」であることを特定し、その旨を出力する（ステップS606Y）。その後、時刻同期部109は、クロック情報の異常検知を終了する。

[0044] 一方、ステップS606の条件を満たさない（偽である）場合は、時刻同期部109は、図7の条件7を満たすか否かを判定する（ステップS607）。条件7は、クロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク103）とクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク103）の差は大きく、かつクロック情報（時刻サーバ101、ネットワーク104）とクロック情報（時刻サーバ102、ネットワーク104）の差は小さく、かつクロック情報（*、ネットワーク104）とクロック情報（*、ネットワーク103）の差は大きい場合である。条件7を満たす場合、時刻同期部109は、異常箇所が「ネットワーク103上」であることを特定し、その旨を出力する（ステップS607Y）。その後、時刻同期部109は、クロック情報の異常検知を終了する。

[0045] 一方、ステップS607の条件を満たさない（偽である）場合、すなわち条件1から条件7の全てを満たさない場合、時刻同期部109は、図7の条件8を満たすか否かを判定する（ステップS608）。条件8は、条件1から条件7を全て満たさず、かつクロック情報の差が大きい2組の時刻サーバ及びネットワークがある場合である。この条件8を満たす場合、時刻同期部109は、「異常箇所が不明」と判定する（ステップS608Y）。その後、時刻同期部109は、クロック情報の異常検知を終了する。ステップS608の条件に当てはまらない場合、時刻同期部109は、「クロック情報の異常はない」と判定する（ステップS608N）。その後、時刻同期

部 109 は、クロック情報の異常検知を終了する。

- [0046] 次に、図 4 及び図 8 を用いて、通信装置 10 の通信不能箇所の検知処理について説明する。以降の説明では、Announceメッセージを受信出来なかった場合における時刻サーバを時刻サーバAと記し、ネットワークをネットワークAと記す。時刻サーバAとは別の時刻サーバを時刻サーバBと記し、ネットワークAとは別のネットワークをネットワークBと記す。
- [0047] まず、通信装置 10 の時刻同期部 109 は、予め設定された時間を経過しても時刻サーバAからネットワークA経由でネットワーク処理部 108 がAnnounceメッセージを受信しない場合に、時刻サーバAとネットワークA経由で通信不能と判定し、クロック情報を更新して記憶部 110 に保存する（ステップ S801）。具体的には、時刻サーバA及びネットワークAに対応するクロック情報のうち、通信可否の欄を偽と設定する。
- [0048] 次に、時刻同期部 109 は、時刻サーバA及びネットワークA以外の時刻サーバとネットワークの組合せを選択して、時刻サーバA及び時刻サーバBへの通信可否を確認する（ステップ S802）。
- [0049] 例えば、ネットワーク 104 を介した時刻サーバ 102 への通信可否を確認する場合、時刻同期部 109 は、ネットワーク処理部 108 にインタフェース 106 からネットワーク 104 を経由して時刻サーバ 102 へ ICMP Echo Requestメッセージを送信させる。予め設定された時間内に、時刻サーバ 102 から ICMP Echo Reply（応答メッセージ）がネットワーク 104 を介してインタフェース 106 で受信した場合、時刻同期部 109 はネットワーク処理部 108 から ICMP Echo Replyを受信したことを意味するデータを得て、時刻同期部 109 は記憶部 110 に保存された時刻サーバ 102 及びネットワーク 104 に対応するクロック情報のうち、通信可否の欄を真に設定する。一方、予め設定された時間内に時刻サーバ 102 から ICMP Echo Replyを受信しなかった場合、時刻同期部 109 は記憶部 110 に保存された時刻サーバ 102 及びネットワーク 104 に対応するクロック情報のうち、通信可否の欄を偽に設定する。

- [0050] なお、ICMP Echo Request、ICMP Echo Replyの代わりに、IEEE1588-2008のManagementメッセージや、IEEE802.3ahやIEEE802.1agのメッセージを用いても良い。
- [0051] 次に、時刻同期部109は、通信不能箇所を特定する（ステップS803）。通信不能箇所の特定は、後述する。通信不能の箇所の特定後、時刻同期部109は通信不能の箇所を記した異常通知メッセージを生成し、ネットワーク処理部108は、異常通知メッセージにEthernet（登録商標）のプロトコル処理を施し、リモート装置へ送信する（ステップS804）。リモート装置は、通信システムの管理者に異常を通知する。
- [0052] 次に、具体的な通信不能箇所の特定を図9及び図10を用いて説明する。
- [0053] 図9は、通信不能箇所を特定する処理の流れを示すフローチャートである。図10は、図9に記載した分岐条件1から条件3の内容を示す表である。図10において、例えば、「通信可否（時刻サーバA、ネットワークA）」という形式で記載された通信可否は、ネットワークAを介した時刻サーバAへの通信可否、「通信可否（*、ネットワークA）」という形式で記載された通信可否は、時刻サーバに関わらず、ネットワークAを介した場合の通信可否、「通信可否（時刻サーバA、*）」という形式で記載された通信可否は、経由するネットワークに関係なく時刻サーバAへの通信可否を表す。
- [0054] まず、通信装置10は、図10の条件1を満たすか否かを判定する（ステップS901）。図10に示されるように、条件1は、記憶部110に保存された通信可否（時刻サーバA、ネットワークA）のみが偽であるという条件である。この条件を満たす（真である）場合、時刻同期部109は、通信不能箇所が「ネットワークAのうち、時刻サーバ101及び時刻サーバ102までの通信経路で共通でない部分」であることを特定し、その旨を出力する（ステップS901Y）。その後、時刻同期部109は、通信不能箇所の特定を終了する。
- [0055] 一方、ステップS901の条件を満たさない（偽である）場合は、時刻同期部109は、図10の条件2を満たすか否かを判定する（ステップS90

2)。図10に示されるように、条件2は、通信可否（*、ネットワークA）のみが偽であるという条件である。この条件を満たす（真である）場合、時刻同期部109は、通信不能箇所が「ネットワークAのうち、時刻サーバ101及び時刻サーバ102までの通信経路で共通の部分」であることを特定し、その旨を出力する（ステップS902Y）。その後、時刻同期部109は、通信不能箇所の特定を終了する。

[0056] 一方、ステップ902の条件を満たさない（偽である）場合は、時刻同期部109は、図10の条件3を満たすか否かを判定する（ステップS903）。図10に示されるように、条件3は、通信可否（時刻サーバA、*）のみが偽であるという条件である。この条件を満たす（真である）場合、時刻同期部109は通信不能箇所が「時刻サーバA」であることを特定し、その旨を出力する（ステップS903Y）。その後、時刻同期部109は、通信不能箇所の特定を終了する。一方、ステップS903の条件を満たさない（偽である）場合、時刻同期部109は通信不能箇所が複数箇所であると判定し、その旨を出力する（ステップS903N）。その後、時刻同期部109は、通信不能箇所の特定を終了する。

[0057] 以上説明した実施例1の通信システムとしては、通信装置10が複数の時刻サーバと通信する通信経路が複数設けられていれば良く、いずれの変形も可能である。例えば、二つ以上のネットワークを介して時刻サーバ101及び時刻サーバ102と通信する構成においても適用できる。また、時刻サーバ101と時刻サーバ102とを含めた三台以上の時刻サーバにおいても適用できる。また、通信装置10、時刻サーバ101、時刻サーバ102、及びリモート装置107はリング上に接続されても良い。また、同じデータを含むフレームを二つのインターフェースを用いて送受信することで、通信経路を冗長化したネットワークを構成しても良い。さらに、その他のネットワークを冗長化する技術を用いても良い。

[0058] なお、通信装置10は、例えば、汎用のコンピュータ装置を基本ハードウェアとして用いることでも実現することが可能である。すなわち、インタフ

ェース 105、インタフェース 106、ネットワーク処理部 108、時刻同期部 109、記憶部 110、クロック 111は、上記のコンピュータ装置に搭載されたプロセッサにプログラムを実行させることにより実現することができる。このとき、ウェブサーバは、上記のプログラムをコンピュータ装置に予めインストールすることで実現してもよいし、CD-ROMなどの記憶媒体に記憶して、あるいはネットワークを介して上記のプログラムを配布して、このプログラムをコンピュータ装置に適宜インストールすることで実現してもよい。また、記憶部 110は、上記のコンピュータ装置に内蔵あるいは外付けされたメモリ、ハードディスクもしくはCD-R、CD-RW、DVD-RAM、DVD-Rなどの記憶媒体などを適宜利用して実現することができる。

- [0059] 本実施例に係る通信装置 10によれば、時刻サーバ及び通信経路が冗長化されたネットワークにおいて、通信装置が時刻サーバ又はネットワークで発生した異常箇所を容易に特定することができる。

実施例 2

- [0060] 次に、本発明の実施例 2に係わる通信システムについて説明する。実施例 2に係わる通信システムでは、通信装置の異常の有無を検知する。より具体的には、通信装置は時間経過によって刻々と変化する量を外部から取得し、前記の量を含むメッセージ（以後、試験メッセージと記す）を作成し、試験メッセージをリモート装置に送信する。リモート装置は複数の通信装置から受信した試験メッセージに記載されたそれぞれの測定値を比較することで、前記複数の通信装置に異常があるかないかを判断する。これにより異常箇所のさらなる正確な異常箇所の特定が可能となる。

- [0061] 図 11は、実施例 2に係わる通信システムの構成を示す図である。通信システムは、大別すると、通信装置 12、20と、二台の時刻サーバ 101、102と、二つのネットワーク 103、104と、リモート装置 1207から構成されている。通信装置 12は、外部との信号の送受信用として、二つのインタフェース 1205、1206を備え、さらに、ネットワーク処理部

1208、時刻同期部1209、記憶部1210、クロック1211、試験メッセージ生成部1212、センサ1213を備えている。通信装置20は、通信装置12と同様の構成を備える。

[0062] センサ1213は、時間経過によって刻々と変化する量（以後、測定値という。）を測定するセンサである。例えば、センサ1213は、変電所における電線を通る電流の電流値又は電圧値を測る。センサ1213は、気温、湿度、ある特定の気体の密度、水流量、水圧、光量を測るセンサであっても良い。

[0063] 試験メッセージ生成部1212は、センサ1213が測定した測定値および測定時刻を記載した試験メッセージを生成する。

[0064] ネットワーク処理部1208は、図1におけるネットワーク処理部108の機能に加えて、更に、試験メッセージ生成部1212で生成された試験メッセージにプロトコル処理を施し、インタフェース1205又はインタフェース1206を介してリモート装置1207に送信する機能を備える。

[0065] リモート装置1207は、通信装置12及び通信装置20から受信した試験メッセージに記載された測定値を比較することより、通信装置12又は通信装置20の時刻がずれているか否かを判定する。

[0066] 図12は、リモート装置1207の構成を示すブロック図である。リモート装置1207は、インタフェース1301、インタフェース1302、ネットワーク処理部1303、検証部1304、記憶部1305を備える。

[0067] インタフェース1301、1302は、例えばEthernet（登録商標）、パワーラインプロトコル、Zigbee、CDMA、WiMAX、LTE、CANなどの通信方式に対応した通信インタフェースである。

[0068] ネットワーク処理部1303は、Ethernet（登録商標）、IPv4、IPv6、Profinet、CANなどのプロトコルに準拠した処理を行なう。また、ネットワーク処理部1303は、試験メッセージをインタフェース1301又はインタフェース1302を介して受信する。

[0069] 検証部1304は、通信装置12及び通信装置20から受信した試験メッ

ページに記載された測定値を比較することで通信装置 12 又は通信装置 20 の時刻の異常の有無を検証する。また、検証部 1304 は、通信装置 12 又は通信装置 20 の時刻の異常を検知した場合に通信システムの管理者に通知する。

[0070] 記憶部 1305 は、ネットワーク処理部 1303 で受信した試験メッセージに記載された測定値を保持する。

[0071] 図 13 は、記憶部 1305 が保持する測定データ（以後、測定データと記す）の一例を示す表である。一つの測定データは、測定した通信装置の識別子、試験メッセージの送信時に経由したネットワーク、測定時刻、測定値で構成される。

[0072] 次に、実施例 2 に係る通信システムの動作を説明する。図 14 は、通信システムにおける時刻同期動作を示すシーケンス図である。尚、通信装置 12、通信装置 20、時刻サーバ 101、時刻サーバ 102 による時刻同期のためのメッセージシーケンスは、第 1 の実施例と同等であるため図 14 から省略している。

[0073] 図 15 は、通信システムにおける通信装置 12 と通信装置 20 の動作を示すフローチャートである。

[0074] まず、通信装置 12 のクロック 1211 が予め設定された時刻に到達したとき、センサ 1213 は、時系列データを測定する（ステップ S1501）。

[0075] 次に、試験メッセージ生成部 1212 は、センサ 1213 が測定した測定値、測定時刻、通信装置 12 の識別子等を記載した試験メッセージを生成する（ステップ S1502）。

[0076] なお、通信装置 12 の識別子は、通信装置 12 及び通信装置 20 を区別するための値である。例えば、識別子は数字や、文字列を用いる。また、識別子は IEEE 1588 の Clock Identity でもよい。

[0077] ネットワーク処理部 1208 は、試験メッセージ生成部で生成した試験メッセージにプロトコル処理を施し、インタフェース 1205 からネットワー

ク 1 0 3 を介してリモート装置 1 2 0 7 へ送信する（ステップ S 1 5 0 3）。

[0078] また、通信装置 2 0 も同様に、通信装置 2 0 のクロック（図示しない）が予め設定された時刻に到達した時、時系列データを測定し、試験メッセージをネットワーク 1 0 4 を介してリモート装置 1 2 0 7 へ送信する。

[0079] 通信装置 1 2 及び通信装置 2 0 に予め設定された時刻は同一であり、その時刻に定期的に試験メッセージを送信するように設定しても良い。通信装置 1 2 及び通信装置 2 0 は、ネットワーク 1 0 3 とネットワーク 1 0 4 のどちらを介して試験メッセージを送信しても良い。

[0080] 次に、リモート装置 1 2 0 7 の動作について説明する。図 1 6 は、リモート装置 1 2 0 7 における試験メッセージの受信処理の動作を示すフローチャートである。

[0081] まず、リモート装置 1 2 0 7 のネットワーク処理部 1 3 0 3 は、インタフェース 1 3 0 1 又は 1 3 0 2 を介して通信装置 1 2, 2 0 から試験メッセージを受信する（ステップ S 1 6 0 1）。

[0082] 次に、ネットワーク処理部 1 3 0 3 は、試験メッセージに記載された測定時刻、測定値、通信装置の識別子、及び試験メッセージが通過して来たネットワークを一つの測定データとして記憶部 1 3 0 5 に更新して保存する（ステップ S 1 6 0 2）。

[0083] 検証部 1 3 0 4 は、記憶部 1 3 0 5 から、測定時刻が同じである、通信装置の識別子が通信装置 1 2 を示す測定値と、通信装置の識別子が通信装置 2 0 を示す測定値を記憶部 1 3 0 5 から取得し比較する（ステップ S 1 6 0 3）。

[0084] 二つの測定値の差が大きい場合、検証部 1 3 0 4 は、通信装置 1 2 と通信装置 2 0 の時刻誤差が大きいと判定する。検証部 1 3 0 4 は、通信装置 1 2、又は通信装置 2 0 に異常があることを管理者に通知し（ステップ S 1 6 0 4）、動作を終了する。一方、二つの測定値の差が小さい場合、検証部 1 3 0 4 は、通信装置 1 2 と通信装置 2 0 の時刻誤差が小さいと判定し、検証部

1304は、動作を終了する。

[0085] なお、管理者への具体的な通知方法はどのような方法でもよい。例えば、リモート装置1207は、ネットワーク101及びネットワーク102とは別のネットワークを経由して地理的に離れた箇所の機器へ通知しても良い。また、リモート装置1207は、図12の構成に加えてディスプレイやランプ等の表示部を備えることにより、異常を知らせる表示を行なっても良い。

[0086] 本実施例の通信システムによれば、通信システムを構成する複数の通信装置のうち、いずれの通信装置に異常があるかを離れた場所からでも確実に検知することが可能である。

[0087] なお、本発明は上記実施例そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施例に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施例に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

符号の説明

[0088] 10、12、20・・・通信装置、101、102・・・時刻サーバ、103、104・・・ネットワーク、105、106、1205、1206、1301、1302・・・インターフェース、107、1207・・・リモート装置、108、1208、1303・・・ネットワーク処理部、109、1209・・・時刻同期部、110、1210、1305・・・記憶部、111、1211・・・クロック、1212・・・試験メッセージ送信部、1213・・・センサ、201、202・・・Transparent switch、1304・・・検証部。

請求の範囲

[請求項1] 複数の時刻サーバ及びリモート装置へ複数のネットワークを通信経路として接続する複数のインタフェースと、

ネットワーク上の異常箇所を特定し、異常範囲を記した異常通知メッセージを作成する時刻同期部と、

前記時刻サーバとの間で前記インタフェースを介してプロトコル処理をして通信メッセージを送受信し、前記時刻同期部で作成された前記異常通知メッセージにプロトコル処理をして前記リモート装置に送信するネットワーク処理部と、を備え、

前記時刻同期部は、前記時刻サーバ及び前記通信経路の組合せごとに前記通信メッセージに記載された情報と受信時刻からクロック情報を算出し、算出されたクロック情報からネットワーク上の異常箇所を特定することを特徴とする通信装置。

[請求項2] 前記時刻同期部は、第1の時刻サーバから第1のネットワークを介して受信した通信メッセージを用いて算出した第1のクロック情報と前記第1の時刻サーバから第2のネットワークを介して受信した通信メッセージを用いて算出した第2のクロック情報との差が設定値よりも小さく、かつ第2の時刻サーバから前記第1のネットワークを介して受信した通信メッセージを用いて算出した第3のクロック情報と前記第2の時刻サーバから前記第2のネットワークを介して受信した受信メッセージを用いて算出した第4のクロック情報との差が前記設定値よりも小さく、かつ前記第1のクロック情報又は前記第2のクロック情報と、前記第3のクロック情報又は前記第4のクロック情報との差が、前記設定値よりも大きい場合に、前記第1の時刻サーバ又は前記第2の時刻サーバが異常箇所であると特定することを特徴とする請求項1記載の通信装置。

[請求項3] 前記時刻同期部は、前記第1のクロック情報と前記第3のクロック情報との差が前記設定値よりも小さく、かつ前記第2のクロック情報

と前記第4のクロック情報との差が前記設定値よりも小さく、かつ前記第1のクロック情報又は前記第3のクロック情報と、前記第2のクロック情報又は前記第4のクロック情報との差が、前記設定値よりも大きい場合に、前記第1のネットワーク又は前記第2のネットワークが異常箇所であると特定することを特徴とする請求項2記載の通信装置。

[請求項4] 更に、前記第1の時刻サーバから前記第1のネットワークを介した前記通信メッセージの予め設定された時間内での受信可否、前記第1の時刻サーバから前記第2のネットワークを介した前記通信メッセージの予め設定された時間内での受信可否、前記第2の時刻サーバから前記第1のネットワークを介した前記通信メッセージの予め設定された時間内での受信可否、及び前記第2の時刻サーバから前記第2のネットワークを介した前記通信メッセージの予め設定された時間内での受信可否を記憶する記憶部を備え、

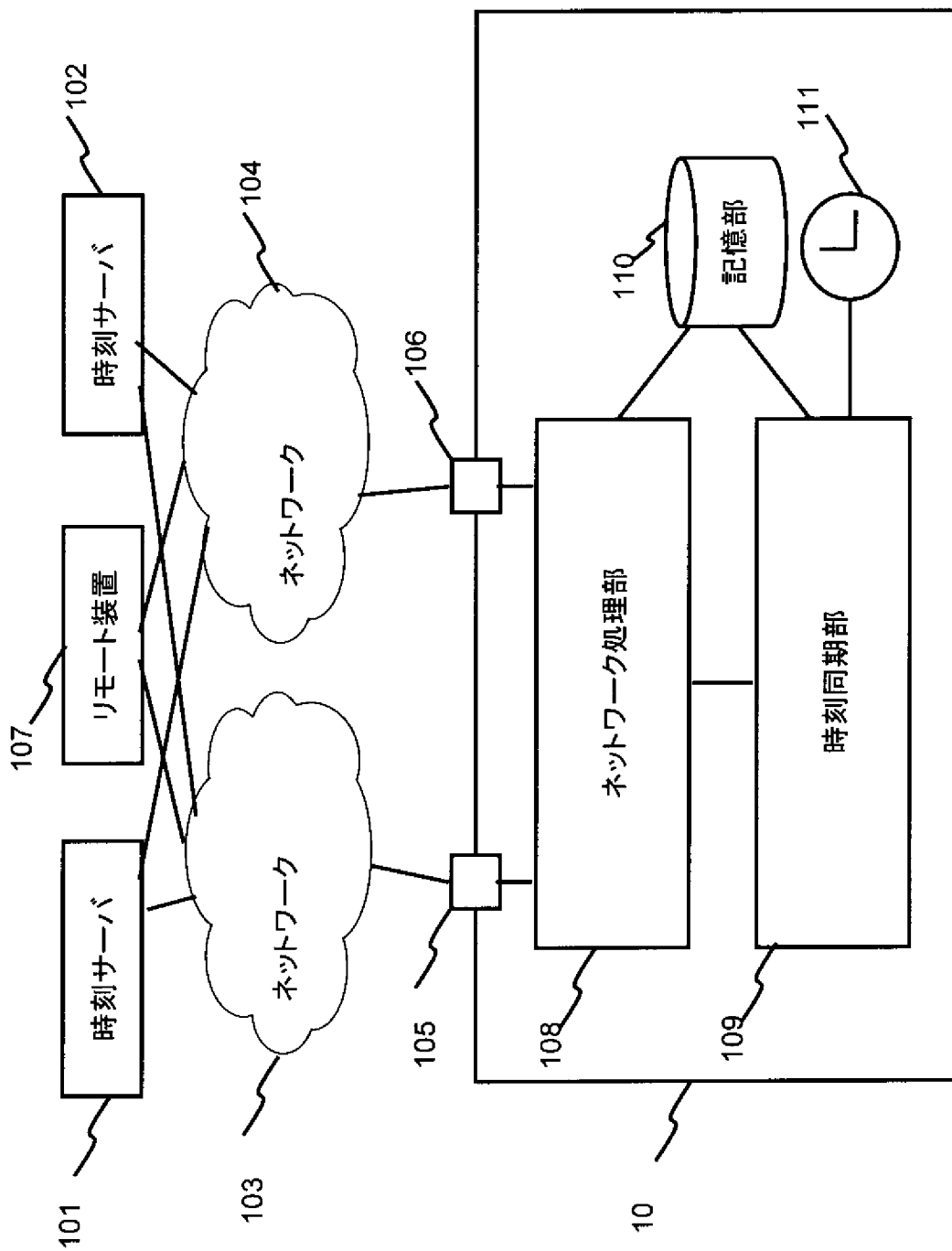
前記時刻同期部は、前記記憶部に記憶された受信可否の組み合わせから異常箇所を特定することを特徴とする請求項3記載の通信装置。

[請求項5] 前記時刻同期部は、前記記憶部に記憶された受信可否のうち、前記第1の時刻サーバから前記第1のネットワークを介した前記通信メッセージのみ予め設定された時間内で受信されない場合に、前記第1のネットワークのうち前記第1の時刻サーバ及び前記第2の時刻サーバまでの通信経路の共通でない部分が異常箇所であると特定することを特徴とする請求項4記載の通信装置。

[請求項6] 前記時刻同期部は、前記記憶部に記憶された受信可否のうち、前記第1のネットワークを介した前記通信メッセージのみ予め設定された時間内で受信されない場合に、前記第1のネットワークのうち前記第1の時刻サーバ及び前記第2の時刻サーバまでの通信経路の共通の部分が異常箇所であると特定することを特徴とする請求項5記載の通信装置。

- [請求項7] 前記時刻同期部は、前記記憶部に記憶された受信可否のうち、前記第1の時刻サーバからの前記通信メッセージのみ予め設定された時間内で受信されない場合に、前記第1の時刻サーバが異常箇所であると特定することを特徴とする請求項6記載の通信装置。
- [請求項8] 前記クロック情報は、前記時刻サーバとの時刻誤差、または時刻の進み方のずれであることを特徴とする請求項7記載の通信装置。
- [請求項9] 更に、時々刻々と変化する量を計測するセンサと、
前記センサで計測した時系列データの測定値と計測時刻とを含む試験メッセージを作成する試験メッセージ作成部とを備え、
前記ネットワーク処理部は、前記試験メッセージにプロトコル処理をして前記リモート装置に送信する請求項8記載の通信装置と、
複数のネットワークを介して複数の前記通信装置へ接続された複数のインタフェースと、
前記インタフェースを介して受信した複数の前記試験メッセージに含まれる測定値から前記複数の通信装置のいずれかに異常があると検証する検証部とを有する前記リモート装置とを具備することを特徴とする通信システム。

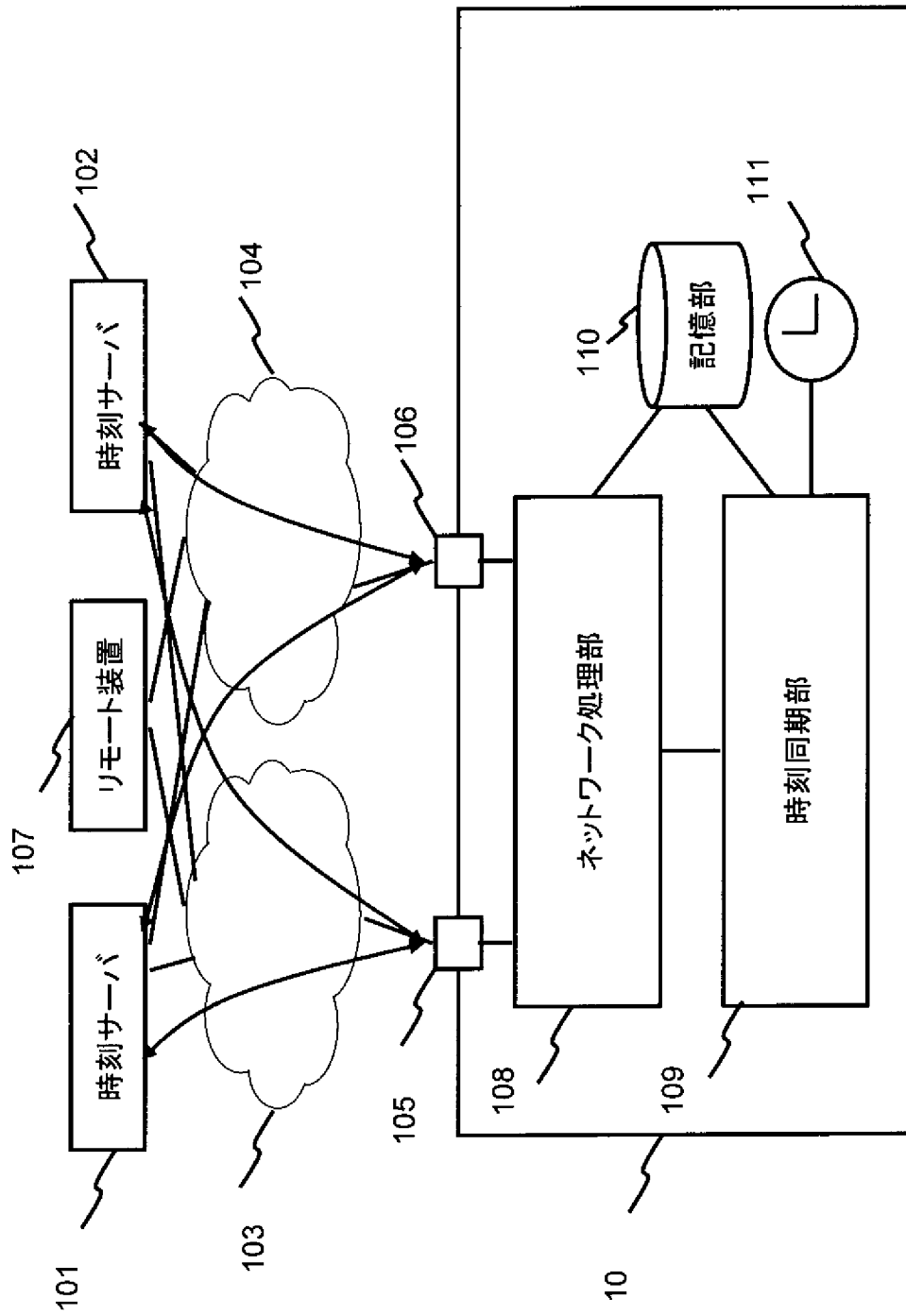
[図1]



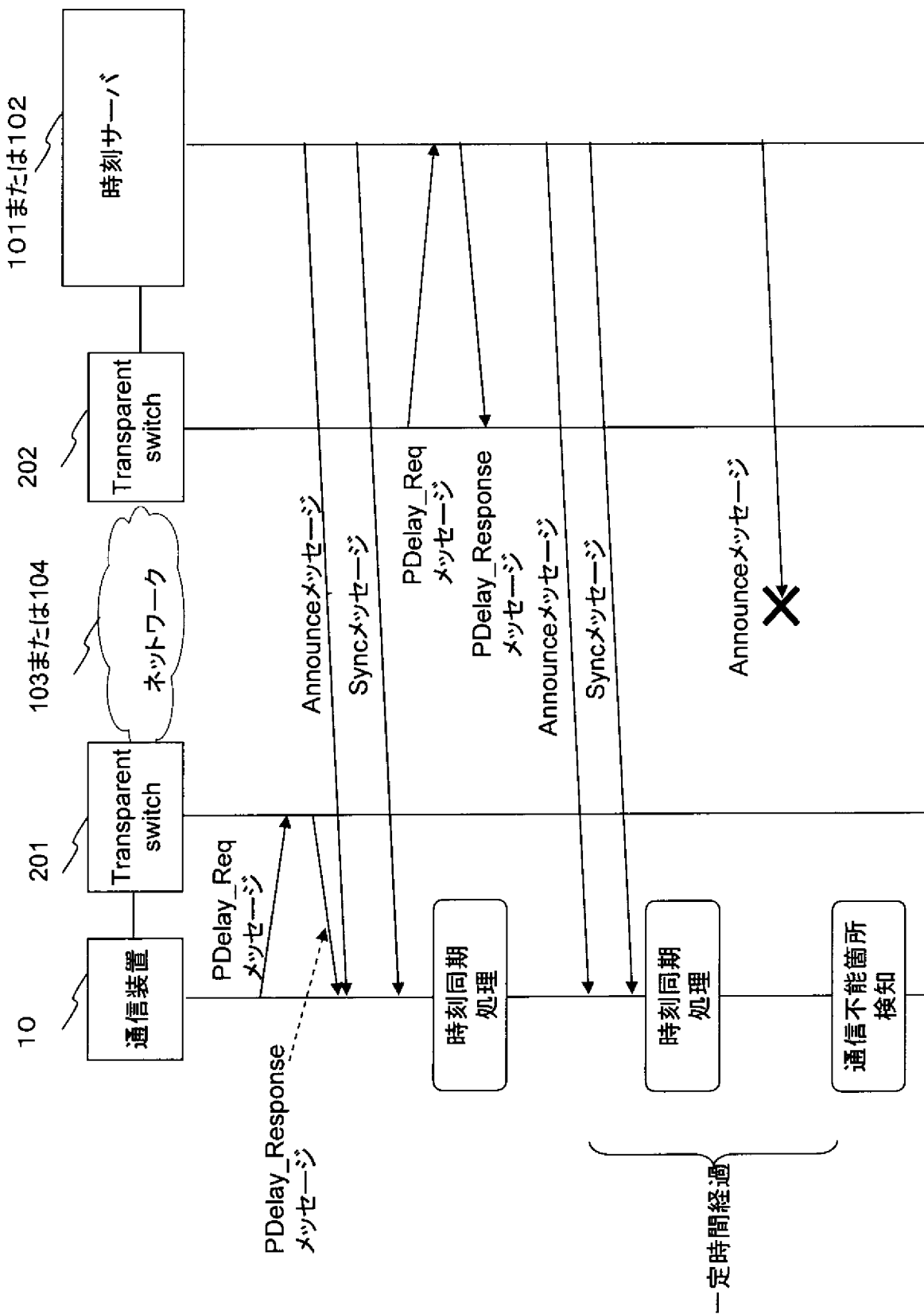
[図2]

時刻サーバ	ネットワーク	時刻誤差	クロックレート の差 (1秒あたりの誤差)	通信可否
時刻サーバ101	ネットワーク103	100[ns]	234[ns]	真
時刻サーバ101	ネットワーク104	23[ns]	133[ns]	真
時刻サーバ102	ネットワーク103	74[ns]	212[ns]	真
時刻サーバ102	ネットワーク104	N/A	N/A	偽

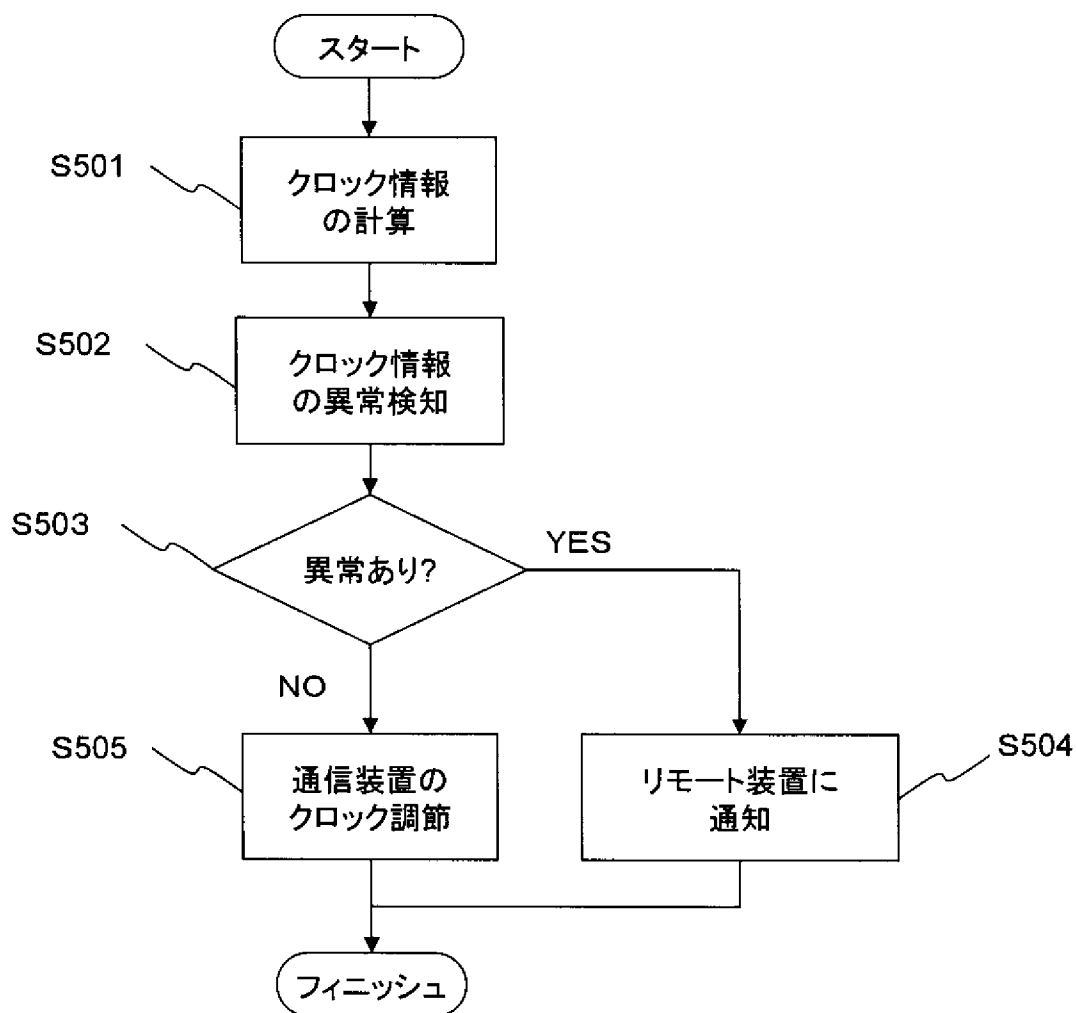
[図3]



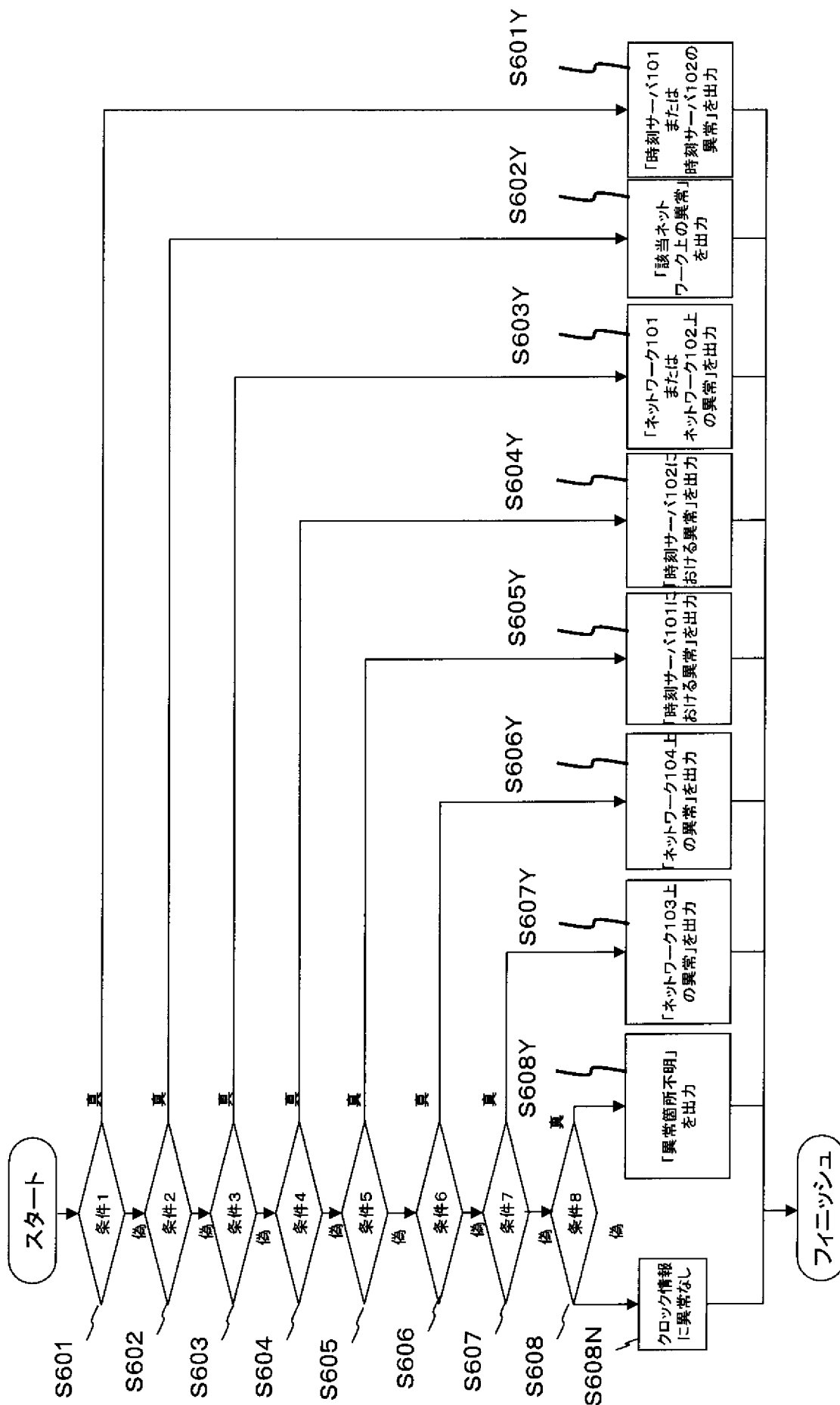
[図4]



[図5]



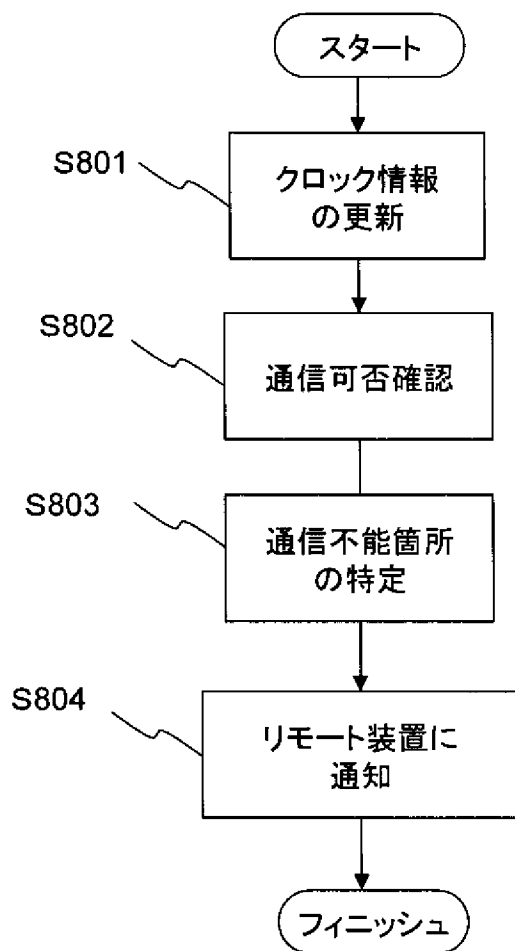
[図6]



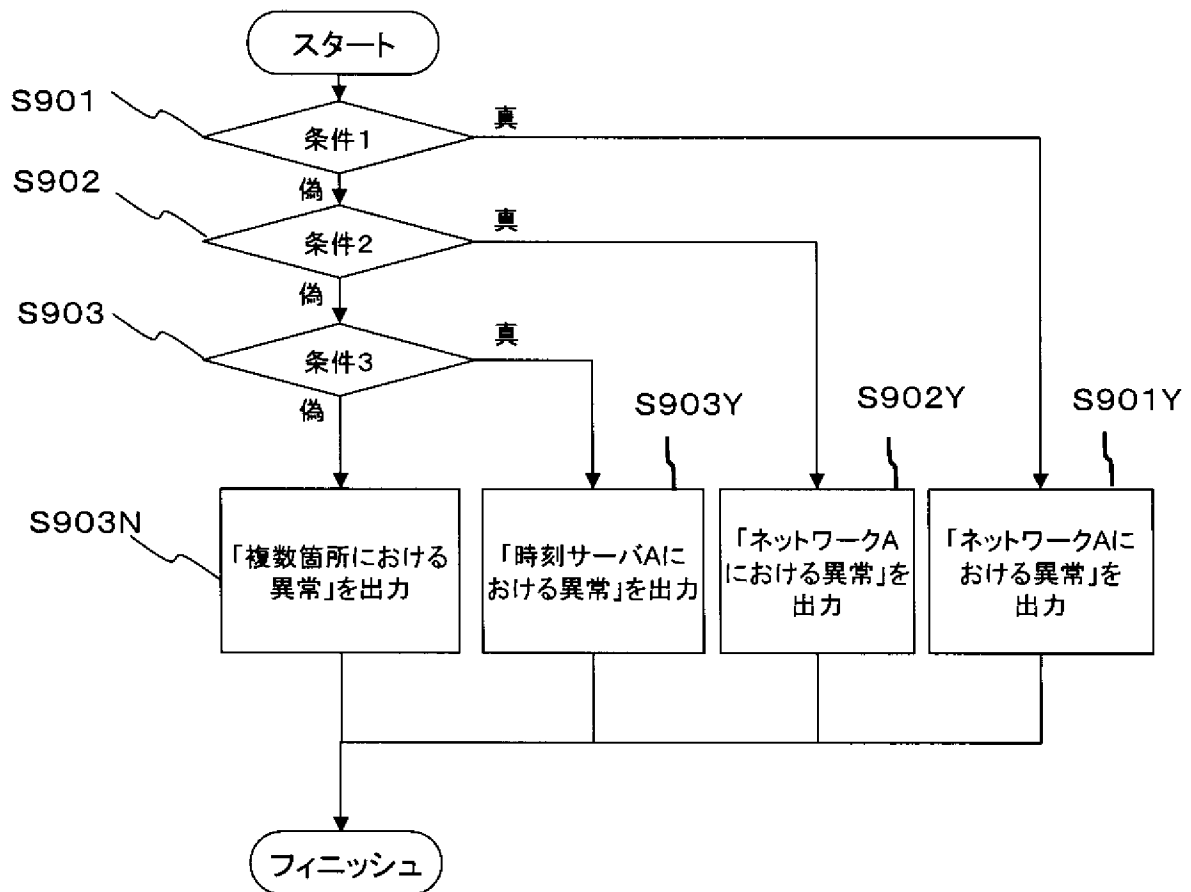
[図7]

条件1	クロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク103)とクロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク104)の差は小さい、かつ クロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク103)とクロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク104)の差は小さい、かつ クロック情報(時刻サーバ101、*)とクロック情報(時刻サーバ102、*)の差は大きい
条件2	ある1つのネットワーク、時刻サーバの組におけるクロック情報の値のみ値が離れている
条件3	クロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク103)とクロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク103)の差は小さい、かつ クロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク104)とクロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク104)の差は小さい、かつ クロック情報(*、ネットワーク103)とクロック情報(*、ネットワーク104)の差は大きい
条件4	クロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク103)とクロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク104)の差は小さい、かつ クロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク103)とクロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク104)の差は大きい、かつ クロック情報(時刻サーバ101、*)とクロック情報(時刻サーバ102、*)の差は大きい
条件5	クロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク103)とクロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク104)の差は大きい、かつ クロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク103)とクロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク104)の差は小さい、かつ クロック情報(時刻サーバ101、*)とクロック情報(時刻サーバ102、*)の差は大きい
条件6	クロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク103)とクロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク103)の差は小さい、かつ クロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク104)とクロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク104)の差は大きい、かつ クロック情報(*、ネットワーク104)とクロック情報(*、ネットワーク103)の差は大きい
条件7	クロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク103)とクロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク103)の差は大きい、かつ クロック情報(時刻サーバ101、ネットワーク104)とクロック情報(時刻サーバ102、ネットワーク104)の差は小さい、かつ クロック情報(*、ネットワーク104)とクロック情報(*、ネットワーク103)の差は大きい
条件8	条件1~7に当てはまらず、かつ クロック情報の差が大きい2組の時刻サーバおよびネットワークがある

[図8]



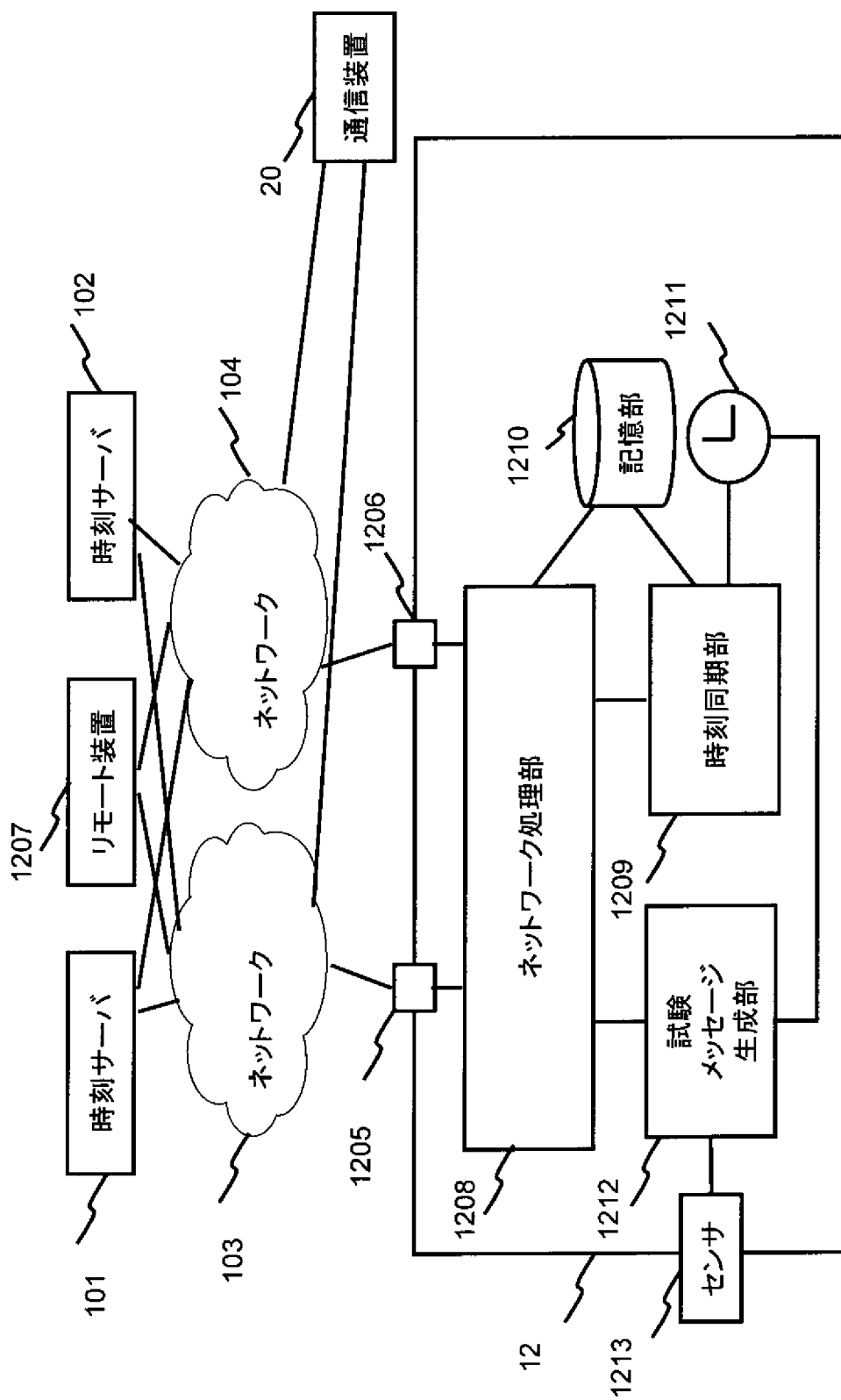
[図9]



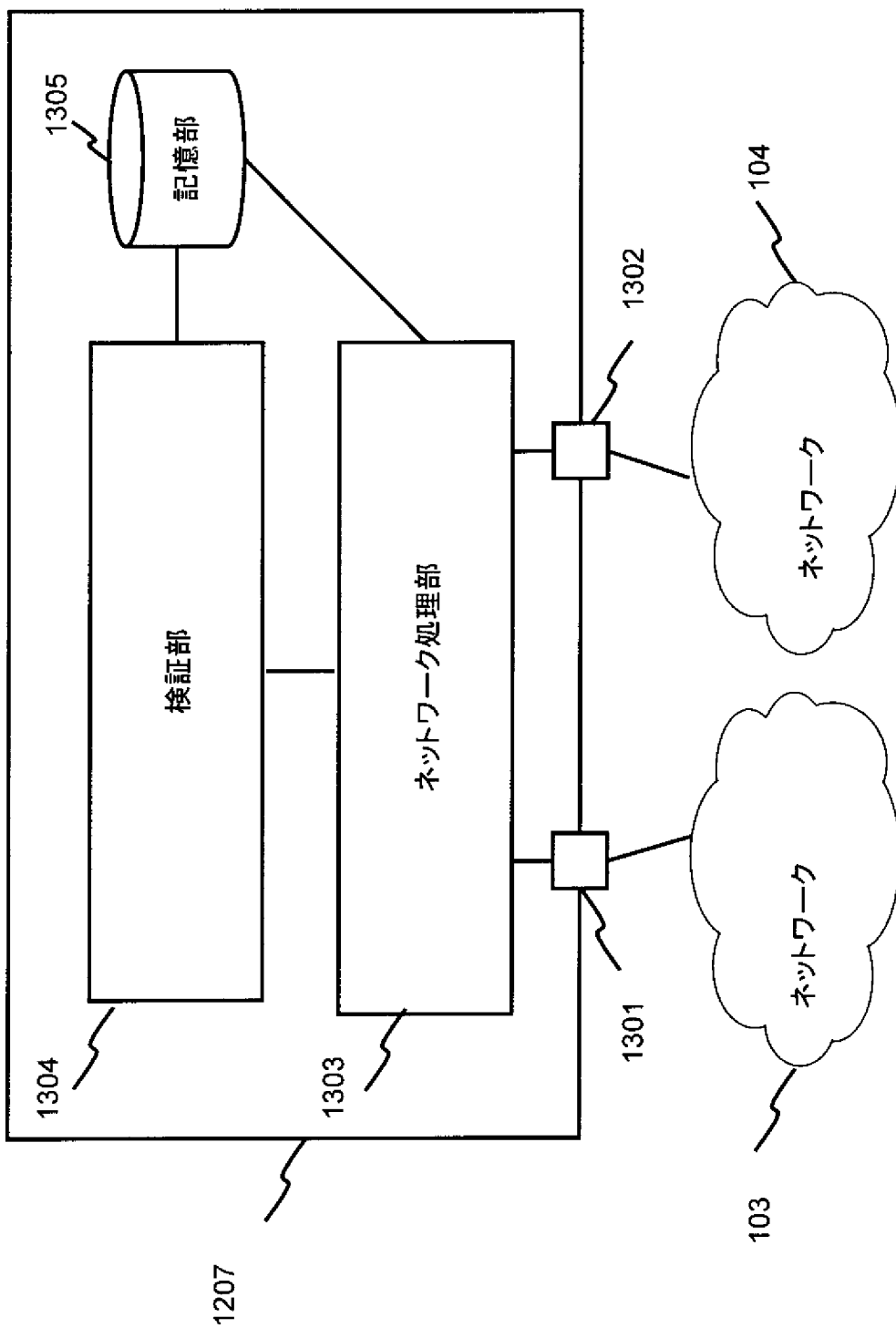
[図10]

条件1	通信可否(時刻サーバA、ネットワークA)のみが偽
条件2	通信可否(*、ネットワークA)のみが偽
条件3	通信可否(時刻サーバA、*)のみが偽

[図11]



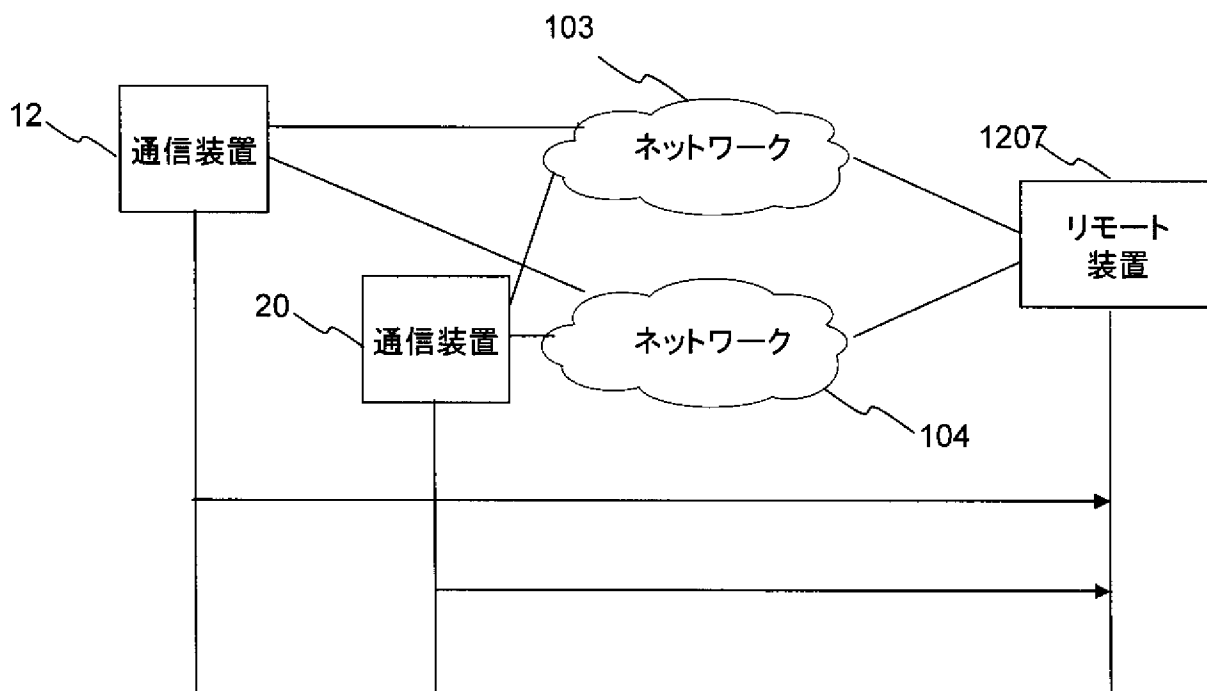
[図12]



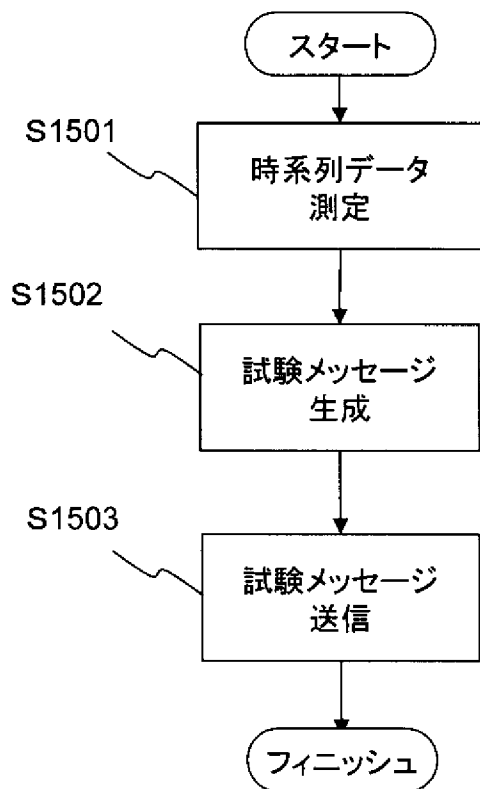
[図13]

通信装置の識別子	ネットワーク	測定時刻	測定値
10	ネットワーク103	2009.10.10 12:00:05	1000
10	ネットワーク104	2009.10.10 12:00:04	900
20	ネットワーク103	2009.10.10 12:00:04	1003
20	ネットワーク104	2009.10.10 12:00:05	1005

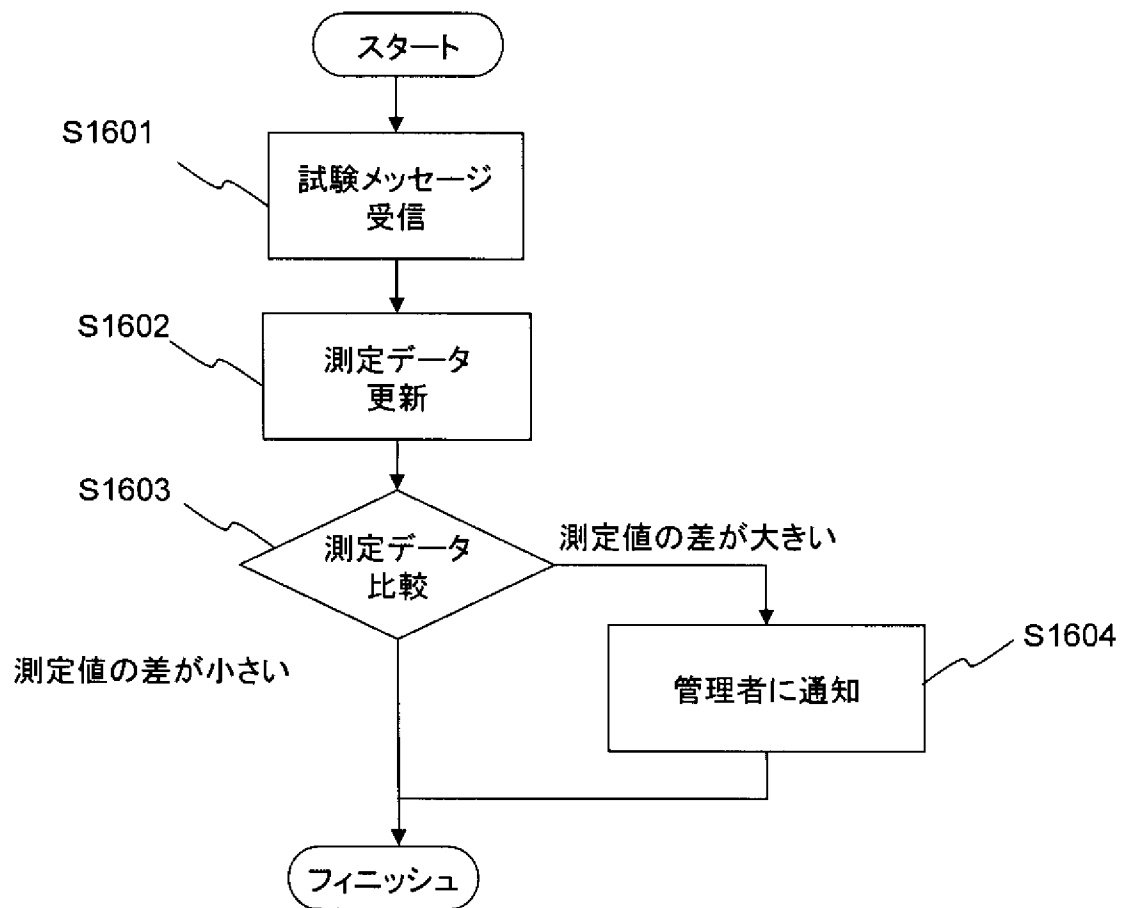
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006723

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/56 (2006.01) i

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)

H04L12/56

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 A	JP 2005-167347 A (Fujitsu Ltd.), 23 June 2005 (23.06.2005), paragraphs [0020] to [0103]; fig. 1 to 8 & US 2005/0144505 A1	1 2-9
Y A	JP 2003-298587 A (Director General of National Institute for Land and Infrastructure Management), 17 October 2003 (17.10.2003), paragraphs [0017] to [0023]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1 2-9
Y A	JP 2008-079008 A (Murata Machinery Ltd.), 03 April 2008 (03.04.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1 2-9

 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
19 February, 2010 (19.02.10)Date of mailing of the international search report
02 March, 2010 (02.03.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/006723

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-253750 A (NEC Corp.), 21 September 2006 (21.09.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2003-204329 A (Hitachi, Ltd.), 18 July 2003 (18.07.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2008-193482 A (NEC Corp.), 21 August 2008 (21.08.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L12/56(2006.01)i

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))

Int.Cl. H04L12/56

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	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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 A	JP 2005-167347 A (富士通株式会社) 2005. 06. 23, 【0020】 - 【0103】、 【図 1】 - 【図 8】 & US 2005/0144505 A1	1 2-9
Y A	JP 2003-298587 A (国土交通省国土技術政策総合研究所長) 2003. 10. 17, 【0017】 - 【0023】、【図 1】 - 【図 3】 (ファミリーなし)	1 2-9

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、一般的な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矛盾するものではなく、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

19. 02. 2010

国際調査報告の発送日

02. 03. 2010

国際調査機関の名称及びあて先

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

特許庁審査官 (権限のある職員)

矢頭 尚之

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

5 X

3 8 6 2

C (続き) . 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 A	JP 2008-079008 A (村田機械株式会社) 2008. 04. 03, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 2-9
A	JP 2006-253750 A (日本電気株式会社) 2006. 09. 21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2003-204329 A (株式会社日立製作所) 2003. 07. 18, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2008-193482 A (日本電気株式会社) 2008. 08. 21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-9