

(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
2021年9月16日(16.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/181682 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/28 (2006.01)

目 1 番 1 4 号 三菱電機メカトロニクスソ
フトウェア株式会社内 Aichi (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011199

(22) 国際出願日: 2020年3月13日(13.03.2020)

(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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELEC-
TRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東
京 都 千 代 田 区 丸 の 内 二 丁 目 7 番
3 号 Tokyo (JP).

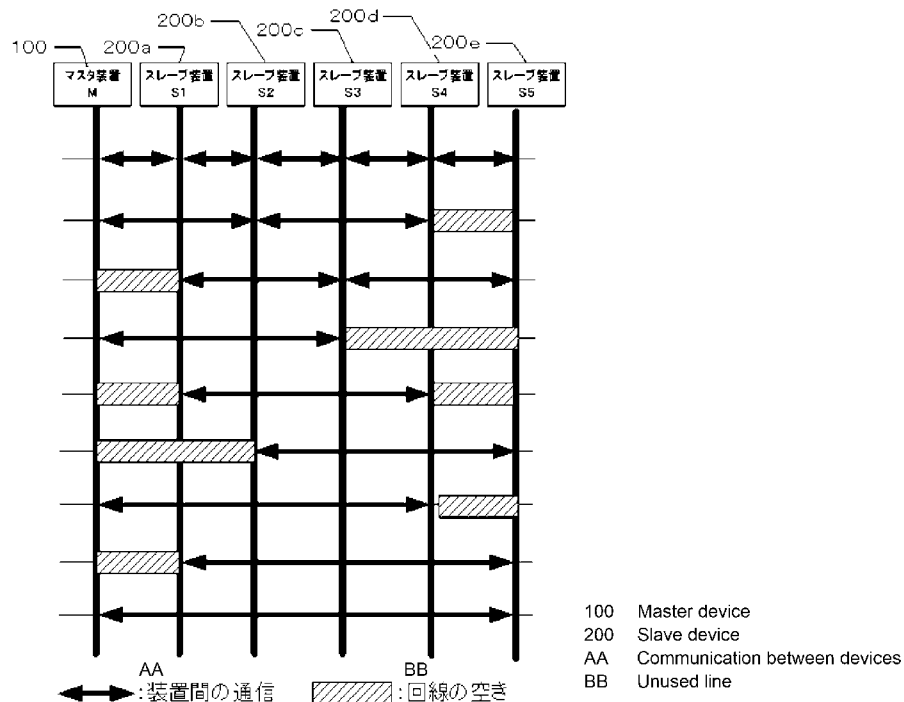
(72) 発明者: 中 塩 唯 那 (NAKASHIO, Yuina);
〒4610048 愛知県名古屋市東区矢田南五丁

(74) 代理人:村上 加奈子, 外(MURAKAMI, Kanako
et al.); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二
丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社 知的
財産センター内 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: MASTER DEVICE AND COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: マスタ装置および通信方法



(57) Abstract: A master device according to the present disclosure, which performs communications in which the master device shares periodic data with a plurality of slave devices, comprises: a configuration information acquiring unit that acquires the phase differences of the slave devices determined on the basis of the number of slave devices other than a slave device which are relayed when the slave device communicates with the master device; and a transmission timing determining unit that, on the basis of the phase differences acquired by the configuration information acquiring unit, calculates

[続葉有]

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

the number of hops from the number of other slave devices which are relayed when the slave device communicates with the master device or with another slave device and that determines a transmission timing of the periodic data of the slave device such that the plurality of slave devices perform communications of the same number of hops at the same timing.

(57) 要約: 本開示のマスタ装置は、複数のスレーブ装置と周期データを共有する通信を行い、スレーブ装置がマスタ装置と通信を行うときに中継される他のスレーブ装置の数に基づいて決められるスレーブ装置の位相差を取得する構成情報取得部と、構成情報取得部が取得した位相差に基づいて、スレーブ装置がマスタ装置又は他のスレーブ装置と通信を行うときに中継される他のスレーブ装置の数からホップ数を算出し、同じタイミングに同じホップ数の通信を複数のスレーブ装置が行うよう、スレーブ装置の周期データの送信タイミングを決定する送信タイミング決定部とを備える。

明 細 書

発明の名称： マスタ装置および通信方法

技術分野

[0001] 本開示は、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成されるネットワークシステムの、マスタ装置および通信方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、複数の通信装置で構成されるネットワークシステムにおいて、通信効率を向上させる技術が提案されている。

[0003] 例えば特許文献1には、ルートノードと複数のノードから構成されるネットワークシステムにおいて、周期通信時の通信効率を向上させる方法が記載されている。周期通信とは、一定の時間の長さである通信周期内において、ネットワークシステム内の装置が情報の送受信を繰り返す通信のことである。特許文献1では、ルートノードは、ルートノードと直接接続されたノードと通信を行う回線を介して、複数のノードと周期通信を行う。ルートノードは、通信周期内でこの回線が使用されていなかった時間に通信を行うことにより、回線使用率を向上させ、ネットワークシステムの通信効率を向上させる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2000-298645号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1は、ネットワークシステム内の回線のうちルートノードと直接接続されたノードとの通信に用いる回線の回線使用率を向上させるものであり、それ以外のノード間の通信で用いる回線の回線使用率は考慮されていない。従って、ルートノードがあるノードと通信する際に、その他のノード同士を接続する回線が通信に使用されていない場合があり、ネットワークシ

テム全体として通信効率が悪いという問題がある。

[0006] 本開示は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成されるネットワークシステムにおいて、ネットワークシステム全体の通信効率を向上させることができるマスタ装置および通信方法を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示のマスタ装置は、複数のスレーブ装置と周期データを共有する通信を行い、スレーブ装置がマスタ装置と通信を行うときに中継される他のスレーブ装置の数に基づいて決められるスレーブ装置の位相差を取得する構成情報取得部と、構成情報取得部が取得した位相差に基づいて、スレーブ装置がマスタ装置又は他のスレーブ装置と通信を行うときに中継される他のスレーブ装置の数からホップ数を算出し、同じタイミングに同じホップ数の通信を複数のスレーブ装置が行うよう、スレーブ装置の周期データの送信タイミングを決定する送信タイミング決定部とを備える。

発明の効果

[0008] 本開示のマスタ装置および通信方法によれば、ネットワークシステム全体の通信効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1のネットワークシステムの構成図
[図2]実施の形態1の装置名と識別情報の対応関係を示す図
[図3]実施の形態1のマスタ装置の機能ブロック図
[図4]実施の形態1のスレーブ装置の機能ブロック図
[図5]実施の形態1のネットワークシステムの動作の概要を示すフローチャート
[図6]実施の形態1の構成情報を取得するための通信を示すシーケンス図
[図7]実施の形態1の通信設定の通信を示すシーケンス図
[図8]実施の形態1の構成情報取得時のマスタ装置の動作を示すフローチャート

[図9]実施の形態1の構成情報取得時のスレーブ装置の動作を示すフローチャート

[図10]実施の形態1の構成情報要求フレームに含まれる情報を示す説明図

[図11]実施の形態1の構成情報応答フレームに含まれる情報を示す説明図

[図12]実施の形態1のマスタ装置が取得した構成情報を示す説明図

[図13]実施の形態1の通信設定時のマスタ装置の動作を示すフローチャート

[図14]実施の形態1の送信タイミングの決定方法について説明する図

[図15]実施の形態1における設定情報の内容を示す図

[図16]実施の形態1の周期通信時のマスタ装置およびスレーブ装置の動作を示すフローチャート

[図17]実施の形態1の通信方法を適用しない場合の周期通信の例を示すシーケンス図

[図18]実施の形態1の通信方法を適用した場合の周期通信を示すシーケンス図

[図19]実施の形態1のマスタ装置およびスレーブ装置のハードウェア構成図

発明を実施するための形態

[0010] 実施の形態1.

以下、本開示の実施の形態1を説明する。図1は本開示の実施の形態1におけるネットワークシステム1の構成図である。

[0011] ネットワークシステム1は複数の通信装置で構成され、実施の形態1では通信装置は1台のマスタ装置100と5台のスレーブ装置200a~200e（スレーブ装置200）から構成される。このネットワークシステム1は、マスタ装置100とスレーブ装置200a~200eが周期通信時に周期データを共有する通信を行う。周期データとは、マスタ装置100とスレーブ装置200a~200eが周期通信動作時に通信周期毎に繰り返し送信する情報のことである。例えば、周期データは、マスタ装置100がスレーブ装置200に送信される指示情報であって、スレーブ装置200は、この指示情報に基づいて外部の装置を制御する。また、周期データは、スレーブ装

置 200 が収取したセンサの出力値等であって、この出力値はスレーブ装置 200 からマスタ装置 100 に送信される。1 通信周期内において、ネットワークシステム 1 内の全ての通信装置は、他の全ての通信装置と通信し、周期データを共有する。

[0012] マスタ装置 100 とスレーブ装置 200 a ~ 200 e は通信ケーブル 3 によってライン状に有線接続される。スレーブ装置 200 はマスタ装置 100 に近い順に、スレーブ装置 200 a、スレーブ装置 200 b、スレーブ装置 200 c、スレーブ装置 200 d、スレーブ装置 200 e の順番でマスタ装置 100 とライン状に接続されている。ライン状であるので、ネットワークシステム 1 の一端に位置するマスタ装置 100 にはスレーブ装置 200 a が接続され、他端のスレーブ装置 200 e にはスレーブ装置 200 d が接続される。なお、図 1 において、各装置に付されている記号 M、S 1 ~ S 5 は、各装置の識別情報を示している。識別情報とはネットワークシステム 1 を構成する全ての装置に一意に設定されるマスタ装置 100 およびスレーブ装置 200 を識別するための情報である。

[0013] 図 2 は、本開示の実施の形態 1 における装置名と識別情報の対応関係を示す図である。図 2 に示すように、マスタ装置 100 の識別情報は M、スレーブ装置 200 a の識別情報は S 1、スレーブ装置 200 b の識別情報は S 2、スレーブ装置 200 c の識別情報は S 3、スレーブ装置 200 d の識別情報は S 4、スレーブ装置 200 e の識別情報は S 5 が設定されている。本開示の例では、識別情報は、M、S 1 ~ S 5 で示したが、各装置を識別できるものであればよく、他の数値や文字列でもよい。また、識別情報には、各装置の MAC アドレス、または、予めユーザが設定した機器の名称等を用いてもよい。

[0014] マスタ装置 100 は、通信ケーブル 3 が接続されるインターフェースである通信ポート 101 を 1 つ以上備える。通信ポート 101 は具体的には LAN ポートまたは USB ポート等である。マスタ装置 100 は通信ケーブル 3 を介してスレーブ装置 200 a ~ 200 e と通信を行い、スレーブ装置 200

0 a～2 0 0 eとの通信に必要な構成情報の取得と、周期通信を行うための送信タイミングの設定と、周期通信時にスレーブ装置2 0 0と周期データの共有を行う。

[0015] スレーブ装置2 0 0は、それぞれ2つ以上の通信ポートを備える。実施の形態1ではスレーブ装置2 0 0 a～2 0 0 eはそれぞれ2つの通信ポート2 0 1、2 0 2を備える。マスタ装置1 0 0に近い方の装置と接続する方を、通信ポート2 0 1 a～2 0 1 e、末端のスレーブ装置2 0 0 eに近い方のスレーブ装置2 0 0と接続する方を通信ポート2 0 2 a～2 0 2 eとする。

[0016] スレーブ装置2 0 0 a～2 0 0 eは、マスタ装置1 0 0により制御され、マスタ装置1 0 0によって周期データの送信タイミングの設定がなされた後、マスタ装置1 0 0と他のスレーブ装置2 0 0と周期通信を行い周期データの共有を行う。

[0017] なお、図1でスレーブ装置2 0 0を5台備えるネットワークシステム1を示したが、スレーブ装置2 0 0を2台以上備えていれば本開示の通信方法を適用可能である。

[0018] 続いて図3を用いて、マスタ装置1 0 0の詳細な構成を説明する。図3は実施の形態1のマスタ装置1 0 0の機能ブロック図である。マスタ装置1 0 0は、上記で説明した通信ポート1 0 1の他、記憶部1 1 0、処理部1 2 0、制御部1 3 0を備える。以下、各部の詳細を説明する。

[0019] まず記憶部1 1 0について説明する。記憶部1 1 0は、情報を記憶する装置である。記憶部1 1 0は、受信情報記憶部1 1 1と、設定記憶部1 1 2と、送信情報記憶部1 1 3とを備える。

[0020] 受信情報記憶部1 1 1は、マスタ装置1 0 0が通信ポート1 0 1を介してスレーブ装置2 0 0から取得した情報を記憶する。この情報は例えば、マスタ装置1 0 0が構成情報取得時にスレーブ装置2 0 0から取得する構成情報応答フレームの情報、および周期通信時にスレーブ装置2 0 0から取得する周期データの情報である。構成情報応答フレームは、マスタ装置1 0 0がネットワークシステム1の構成を検知するために、ネットワークシステム1内

のスレーブ装置 200 から取得する情報であり、スレーブ装置 200 に関する情報が含まれている。

[0021] 設定記憶部 112 は、後述する構成情報取得部 121 が取得したネットワークシステム 1 の構成情報と、送信タイミング決定部 122 が決定した各スレーブ装置 200 の送信タイミングとを設定情報として記憶する。なお、設定記憶部 112 は設定情報である構成情報および送信タイミングの他、ユーザによって設定された周期通信を行うための周期データの送信タイミングの設定または、送信タイミング決定部 122 が送信タイミングを決定するために必要な通信時間等の情報を記憶してもよい。

[0022] 送信情報記憶部 113 は、後述する送信情報生成部 123 が生成したマスタ装置 100 からスレーブ装置 200 に送信する情報を、後述する送信制御部 131 によって送信するよう指示があるまでの間記憶する。マスタ装置 100 からスレーブ装置 200 に送信する情報とは、例えば、構成情報取得時に送信する構成情報要求フレームの情報、通信設定時に送信する設定情報、および周期通信時にスレーブ装置 200 から取得する周期データの情報等である。構成情報要求フレームは、マスタ装置 100 がネットワークシステム 1 の構成を検知するために、ネットワークシステム 1 内のスレーブ装置 200 に送信する情報であり、スレーブ装置 200 に構成情報応答フレームの情報を送信させるための情報が含まれている。

[0023] 続いて処理部 120 について説明する。処理部 120 は、構成情報取得部 121 と、送信タイミング決定部 122 と、送信情報生成部 123 とを備える。

[0024] 構成情報取得部 121 は、構成情報取得動作時に受信情報記憶部 111 に記憶した構成情報応答フレームの情報から、スレーブ装置 200 の構成情報を取得する。構成情報は、マスタ装置 100 が周期通信時の周期データの送信タイミングを設定するため情報であり、各スレーブ装置 200 がマスタ装置 100 と通信を行うときのホップ数である位相差を含む。

[0025] ホップ数は、マスタ装置 100 とスレーブ装置 200 またはスレーブ装置

200とスレーブ装置200との間で通信を行うときに中継されるスレーブ装置200の数に基づいて決められる値であって、マスタ装置100またはスレーブ装置200が隣接するマスタ装置100またはスレーブ装置200装置と通信を行うときの通信のホップ数を1と定義する。また、通信時に中継されるマスタ装置100またはスレーブ装置200が1増加する毎にその通信のホップ数も1増加する。

例えば、マスタ装置100とスレーブ装置200aとが通信する場合、これらの装置は隣接するため、この通信のホップ数は1となる。また、マスタ装置100とスレーブ装置200bとが通信を行うとき、隣接する装置同士の通信と比べて中継されるスレーブ装置200が1増加しているため、ホップ数は2となる。

[0026] 位相差とは、ある装置が基準とするネットワークシステム1内の装置と通信するときに中継されるスレーブ装置の数に基づいて決められるホップ数であり、基準とする装置の位相差は0とする。実施の形態1では基準とする装置をマスタ装置100とするため、マスタ装置100の位相差は0である。また、スレーブ装置200aの位相差は、マスタ装置100と通信するときに中継されるスレーブ装置200の数に基づいて決められるホップ数であるため、1である。同様にして、スレーブ装置200bの位相差は2、スレーブ装置200cの位相差は3、スレーブ装置200dの位相差は4、スレーブ装置200eの位相差は5となる。

[0027] 送信タイミング決定部122は、構成情報取得部121が取得した構成情報に含まれる各スレーブ装置200の識別情報と位相差の情報とを用いて、マスタ装置100と各スレーブ装置200の周期データの送信タイミングを決定する。なお、送信タイミングとは、送信元装置から送信先装置に周期データを送信するタイミングのことである。送信タイミング決定部122は、同じタイミングに同じホップ数の通信を複数の装置間で行うよう、各スレーブ装置200の周期データの送信タイミングを決定する。送信タイミングは、1回の周期通信の中で何マイクロ秒経過時というように決定しても、実際

の時刻として決定してもよい。送信タイミングの決定方法は後述する。

[0028] 送信情報生成部 1 2 3 は、設定記憶部 1 1 2 に記憶された設定情報に基づいて、マスタ装置 1 0 0 から各スレーブ装置 2 0 0 へ送信する構成情報要求フレームの情報または周期通信の際にスレーブ装置 2 0 0 へ送信する周期データを生成し、送信情報記憶部 1 1 3 に記憶させる。

[0029] 次に、制御部 1 3 0 について説明する。制御部 1 3 0 は送信制御部 1 3 1 と、時刻取得部 1 3 2 とを備える。なお、制御部 1 3 0 はこれらの他にもマスタ装置 1 0 0 に必要な制御を行うための機能を備えていてもよい。

[0030] 送信制御部 1 3 1 は、時刻取得部 1 3 2 から時刻情報を取得し、スレーブ装置 2 0 0 が送信する予定の情報を、送信すべき時刻に通信ポート 1 0 1 から送信するよう送信情報記憶部 1 1 3 を制御する。

[0031] 時刻取得部 1 3 2 は、周期通信時に時分割方式で通信を行うためにマスタ装置 1 0 0 とスレーブ装置 2 0 0 とで時刻を同期させたマスタ装置 1 0 0 の時計（図示せず）から、時刻情報を取得する。時分割方式は、周期的な通信を繰り返すネットワークシステム 1 において、1 周期内のどの時間帯にどのような通信を行うかを予め規定しておき、周期データの送受信を行う通信である。

[0032] 続いて図 4 を用いて、スレーブ装置 2 0 0 の詳細な構成を説明する。図 4 は本開示の実施の形態 1 のスレーブ装置 2 0 0 の機能ブロック図である。スレーブ装置 2 0 0 は、上記で説明した通信ポート 2 0 1、2 0 2 の他、記憶部 2 1 0、処理部 2 2 0、制御部 2 3 0 を備える。

[0033] まず記憶部 2 1 0 について説明する。記憶部 2 1 0 は、送受信する情報と、通信のための設定を記憶する。記憶部 2 1 0 は、ワーキングメモリなどに該当する情報を記憶する装置である。記憶部 2 1 0 は、受信情報記憶部 2 1 1 と、設定記憶部 2 1 2 と、送信情報記憶部 2 1 3 とを備える。

[0034] 受信情報記憶部 2 1 1 は、スレーブ装置 2 0 0 が通信ポート 2 0 1 または通信ポート 2 0 2 を介してマスタ装置 1 0 0 と他のスレーブ装置 2 0 0 から取得した情報を記憶する。この情報は例えば、構成情報取得時に取得する構

成情報要求フレームの情報、通信設定時にマスタ装置１００から取得する設定情報、および周期通信時にマスタ装置１００および他のスレーブ装置２００から取得する周期データの情報等がある。

[0035] 設定記憶部２１２は、後述する設定情報取得部２２１で取得したマスタ装置１００から取得する周期通信時の周期データの送信タイミングを含む設定情報を記憶する。

[0036] 送信情報記憶部２１３は、スレーブ装置２００から送信する情報を記憶する。この情報とは、例えば構成情報取得時にマスタ装置１００へ送信する構成情報応答フレームの情報、および周期通信時に送信する周期データの情報等である。

[0037] 続いて処理部２２０について説明する。処理部２２０は、設定情報取得部２２１と、送信情報生成部２２２とを備える。

[0038] 設定情報取得部２２１は、受信情報記憶部２１１に記憶された受信情報から、通信設定動作時にマスタ装置１００から受信した設定情報から周期データの送信タイミングの設定情報を取得する。

[0039] 送信情報生成部２２２は、スレーブ装置２００からマスタ装置１００または他のスレーブ装置２００へ送信する構成情報応答フレーム等の情報を生成し、送信情報記憶部２１３に記憶させる。

[0040] 次に、制御部２３０について説明する。制御部２３０は送信制御部２３１と、時刻取得部２３２とを備える。

[0041] 送信制御部２３１は、時刻取得部２３２から時刻情報を取得し、送信情報記憶部２１３が記憶する送信する予定の情報を、送信すべき時刻にマスタ側の通信ポート２０１または末端側の通信ポート２０２から送信するよう送信情報記憶部２１３を制御する。なお、送信に用いる通信ポートは、マスタ側の通信ポート２０１と末端側の通信ポート２０２のうち、情報の送信先の装置と接続された通信ポートから送信するよう、送信制御部２３１が送信情報記憶部２１３を制御する。

[0042] 時刻取得部２３２は、周期通信を行う際に、時分割方式で通信を行うため

にマスタ装置１００とスレーブ装置２００とで時刻を同期させた時計から、時刻情報を取得する。

[0043] 次に、実施の形態１のネットワークシステム１の動作を図５を用いて説明する。図５は実施の形態１のネットワークシステム１の動作の概要を示すフローチャートである。

[0044] ネットワークシステム１が運転を開始すると、図５のフローが開始される。まず、ステップＳ１にて通信を開始するよう指示がなされたか否かをマスタ装置１００が判断する。通信開始の指示がなされるまで、ネットワークシステム１はステップＳ１を繰り返す。この通信開始の指示は、例えばユーザがマスタ装置１００に対して行う操作である。

[0045] ステップＳ１にて通信開始指示がなされたと判断されると、ステップＳ２に進み、マスタ装置１００が構成情報取得動作を開始する。

ここで、ネットワークシステム１の構成情報取得動作について説明する。図６は実施の形態１の構成情報を取得するための通信を示すシーケンス図である。図６は構成情報取得動作の間に行われる通信を上から時系列順に矢印で示している。なお矢印の元が通信時に情報を送信する装置であり、矢印の先が通信時に情報を受信する装置を指している。以降で示すシーケンス図の矢印の意味も同様とする。

[0046] 図６において、実線の矢印は構成情報要求フレームの通信を示し、点線の矢印は構成情報応答フレームの通信を示す。

[0047] 構成情報取得動作ではまずマスタ装置１００がスレーブ装置２００ａに対してスレーブ装置２００との通信に必要な構成情報を要求するための構成情報要求フレームを通信ポート１０１から送信する。

[0048] 構成情報要求フレームを受信したスレーブ装置２００ａは、構成情報要求フレームの情報を更新して、更新した構成情報要求フレームをスレーブ装置２００ｂに対して送信する。その後、スレーブ装置２００ａはマスタ装置１００に対して、構成情報応答フレームを送信する。

[0049] 以後、構成情報要求フレームを受信したスレーブ装置２００ｂ～２００ｄ

も同様の動作を行う。スレーブ装置 200 e が構成情報要求フレームを受信すると、スレーブ装置 200 e はネットワークシステム 1 の端の装置であるため、構成情報要求フレームを送信せずに、マスタ装置 100 に構成情報応答フレームを送信する。

[0050] 以上の動作により、マスタ装置 100 に対してネットワークシステム 1 を構成する全てのスレーブ装置 200 a ~ 200 e が構成情報応答フレームを送信することで、ネットワークシステム 1 の構成情報取得動作が完了する。

[0051] ステップ S 2 での構成情報取得が完了すると、ステップ S 3 に進み、ネットワークシステム 1 は通信設定動作を行う。

[0052] ここで、ネットワークシステム 1 の通信設定動作について説明する。図 7 は図 1 と同じ構成のネットワークシステム 1 において、実施の形態 1 の通信設定の通信を示すシーケンス図である。図 7 は装置間の通信の時系列を上から順に矢印で示す。図 7 において、実線の矢印は設定情報の通信を示す。通信設定動作では、まずマスタ装置 100 が各スレーブ装置 200 の周期データの送信タイミングを位相差とホップ数に基づいて決定する。送信タイミングの決定方法については後述する。その後、マスタ装置 100 は、スレーブ装置 200 a に対して周期データの送信タイミングを含む設定情報を送信する。設定情報を受信したスレーブ装置 200 a は、自装置の通信設定を行う。スレーブ装置 200 が行う通信設定とは、スレーブ装置 200 が 1 周期内のどの時間帯にどの装置に対して周期データを送信するかを設定記憶部 212 に記憶することである。その後、マスタ装置 100 は、スレーブ装置 200 b ~ 200 e に対しても同様に設定情報を送信する。スレーブ装置 200 b ~ 200 e もスレーブ装置 200 a と同様に自装置の通信設定を行う。

[0053] 図 5 のステップ S 3 の後、ステップ S 4 に進み、マスタ装置 100 とスレーブ装置 200 との周期通信動作が開始される。周期通信動作とは、周期的な通信を繰り返すネットワークシステム 1 において、繰り返される動作のことであり、ネットワークシステム 1 が主に行う通信動作である。具体例としては、マスタ装置 100 がスレーブ装置 200 に対して指示情報を周期デー

タとして送信し、スレーブ装置２００はこの指示情報に基づいてセンサ等の監視対象機器を制御する。また、スレーブ装置２００はマスタ装置１００および他のスレーブ装置２００に対してスレーブ装置２００に接続されたセンサ等の監視対象機器から取得した値を周期データとして送信する。

[0054] ステップＳ４にて周期通信が完了した後、ステップＳ５に進み、通信を終了するか否かをマスタ装置１００が判断する。通信を終了する場合は、図５のフローは終了するが、通信を終了しない場合は、ステップＳ６に進む。

[0055] ステップＳ６において、マスタ装置１００は、構成情報取得動作が必要か否かを判断する。構成情報取得動作が必要である場合は、ステップＳ２に戻り、ステップＳ５にて通信終了と判断されるまで、ステップＳ６までの動作を繰り返す。構成情報取得動作が不要な場合はステップＳ４に戻り、ステップＳ５にて通信終了と判断されるまで、ステップＳ６までの動作を繰り返す。

[0056] なお、構成情報取得動作が必要である場合とは、例えば、所定時間ごとにネットワークシステム１に新たなスレーブ装置２００が追加または削除されたかを確認するよう、マスタ装置１００に設定していた場合には、その所定時間の経過後である。

[0057] 構成情報取得動作が不要な場合とは、例えば、所定時間ごとにネットワークシステム１に対して新たな装置が追加または削除されたかを確認するよう、マスタ装置１００に設定していた場合には、その所定時間の経過前である。

[0058] 以上がネットワークシステム１の動作である。

[0059] 次に、各動作の詳細について説明する。まず、図５のステップＳ２の構成取得時のマスタ装置１００の動作について説明する。図８は、図５のステップＳ２の構成情報取得時のマスタ装置１００の動作を示すフローチャートである。

[0060] 図５のステップＳ１にて通信開始の指示がネットワークシステム１になされると、ステップＳ２の構成情報取得動作が開始され、マスタ装置１００は

図 8 で示す構成情報取得時の動作を開始する。

- [0061] まずステップ S 2 1 1 において、マスタ装置 1 0 0 は通信ポート 1 0 1 から通信ケーブル 3 を介して構成情報要求フレームをスレーブ装置 2 0 0 a に送信する。このとき、マスタ装置 1 0 0 の処理部 1 2 0 は受信監視タイマ（図示せず）をスタートさせる。受信監視タイマとは、処理部 1 2 0 が備える機能であって、構成情報応答フレームの受信完了を判断するために、構成情報要求フレームを送信してからの時間経過を計時する機能である。処理部 1 2 0 は、ステップ S 2 1 1 にて時刻取得部 1 3 2 からそのときの時刻情報を取得し、この時刻情報を構成情報応答フレームの取得を開始した時刻とすることで、受信監視タイマをスタートする。
- [0062] ステップ S 2 1 1 の後、ステップ 2 1 2 において、受信情報記憶部 1 1 1 は取得した構成情報応答フレームの情報を記憶する。
- [0063] ステップ S 2 1 2 の後、ステップ S 2 1 3 において、構成情報取得部 1 2 1 は、ネットワークシステム 1 に接続されている全てのスレーブ装置 2 0 0 から構成情報要求フレームに対する応答である構成情報応答フレームを受信したか、または受信監視タイマをスタートさせてから所定時間経過しているかを確認する。
- [0064] 受信監視タイマをスタートさせてからの経過時間は、処理部 1 2 0 が時刻取得部 1 3 2 からそのときの時刻情報を取得し、ステップ S 2 1 1 にて取得した構成情報応答フレームの取得を開始したときの時刻情報との差から算出する。所定時間は、全てのスレーブ装置 2 0 0 から構成情報応答フレームを受信するために十分な時間であり、ユーザが予め指定するか、マスタ装置 1 0 0 が予め記憶する時間である。この所定時間を経過しても、全てのスレーブ装置 2 0 0 から構成情報応答フレームを受信できていない場合は、マスタ装置 1 0 0 はタイムアウトしたと判断する。
- [0065] マスタ装置 1 0 0 は全てのスレーブ装置 2 0 0 から構成情報応答フレームの受信が完了しておらず、さらに受信監視タイマも所定時間を経過していなければ、ステップ S 2 1 2 に戻り、構成情報応答フレームの受信を繰り返す

。マスタ装置１００はすべてのスレーブ装置２００から構成情報応答フレームを受信したか、構成情報応答フレームの受信監視タイマの時間が所定時間を経過し、タイムアウトしたとステップＳ２１３において判断した場合、ステップＳ２１４に進む。

[0066] ステップＳ２１４では、ステップＳ２１４までに受信した構成情報応答フレームの情報を用いて、構成情報取得部１２１がネットワークシステム１の構成情報を取得し、設定記憶部１１２に記憶する。

[0067] 以上のステップＳ２１１からステップＳ２１４の動作により、マスタ装置１００はネットワークシステム１の構成情報を取得する。

[0068] 続いて、構成情報取得時のスレーブ装置２００の動作を説明する。図９は、図５のステップＳ２の構成情報取得時のスレーブ装置２００の動作を示すフローチャートである。

[0069] ステップＳ２２１において、マスタ側の通信ポート２０１は、マスタ装置１００から送信された構成情報要求フレームを取得し、受信情報記憶部２１１に記憶する。スレーブ装置２００は構成情報要求フレームを受信した場合にステップＳ２２２に進む。

[0070] ステップＳ２２２において、スレーブ装置２００の処理部２２０は、自装置がネットワークシステム１内の末端のスレーブ装置２００eであるか否かを判断する。末端のスレーブ装置２００eであることは、例えば末端側の通信ポート２０２に通信ケーブル３が接続されていないこと、または予めマスタ装置１００から通知された構成情報等の情報を参照することから判断することができる。スレーブ装置２００は自装置が末端のスレーブ装置２００eではないと判断すると、ステップＳ２２３に進む。スレーブ装置２００は自装置が末端のスレーブ装置２００eであると判断すると、ステップＳ２２５に進む。

[0071] ステップＳ２２３では、スレーブ装置２００の送信情報生成部２２２は受信情報記憶部２１１に記憶した構成情報要求フレームを取得して更新する。送信情報生成部２２２は、更新した構成情報要求フレームを送信情報記憶部

213に記憶する。

[0072] ここで、構成情報要求フレームについて図10を用いて説明する。図10は構成情報要求フレームに含まれる情報を示す説明図である。図10では、上から時系列順にマスタ装置100から末端のスレーブ装置200eまで送信される構成情報要求フレームに含まれる情報を示す。図10に示すように、構成情報要求フレームは、送信元装置の識別情報と、送信先装置の識別情報と、マスタ装置100と送信元装置が通信する際のホップ数の情報とを含む。具体的には、1行目は、マスタ装置100からスレーブ装置200aに送信される構成情報要求フレームを示す。このとき送信される構成情報要求フレームに含まれるホップ数の値は0である。2行目は、スレーブ装置200aからスレーブ装置200bに送信される構成情報要求フレームを示す。このとき送信される構成情報要求フレームに含まれるホップ数の値は1である。同様に、3行目はスレーブ装置200bからスレーブ装置200cに送信される構成情報要求フレーム、4行目はスレーブ装置200cからスレーブ装置200dに送信される構成情報要求フレーム、5行目はスレーブ装置200dからスレーブ装置200eに送信される構成情報要求フレームを示す。図10に示すように、スレーブ装置200は、ステップS223にて、構成情報要求フレームを更新する際、受信した構成情報要求フレームのホップ数に1を加算する。例えば、スレーブ装置200aは、マスタ装置100からホップ数0の情報を含む構成情報要求フレームを受信すると、送信元装置の識別情報をスレーブ装置200aの識別情報であるS1、送信先装置の識別情報を送信先であるスレーブ装置200bの識別情報であるS2とし、ホップ数に1を加算してホップ数を1とし、構成情報要求フレームを更新する。

[0073] ステップS224において、末端側の通信ポート202は、送信情報記憶部213に記憶された更新後の構成情報要求フレームをスレーブ装置200に送信する。例えば、スレーブ装置200aの場合、送信元装置の識別情報をS1、送信先装置の識別情報をS2、及びホップ数を1に更新した構成

情報要求フレームをスレーブ装置 200b に送信する。

[0074] ステップ S 225 では、マスタ側の通信ポート 201 は、送信情報記憶部 213 に記憶された更新後の構成情報応答フレームを送信する。

ここで、構成情報応答フレームについて図 11 を用いて説明する。図 11 は構成情報応答フレームに含まれる情報を示す説明図である。図 11 では、上から時系列順に各スレーブ装置 200 からマスタ装置 100 へ送信される構成情報応答フレームに含まれる情報を示す。図 11 に示すように、構成情報応答フレームは、送信元の装置の識別情報と、送信先の装置の識別情報と、マスタ装置 100 と送信元装置との通信におけるホップ数の情報を含む。

[0075] 以上のステップ S 221 からステップ S 225 の動作をマスタ装置 100 が全てのスレーブ装置と行うことにより、マスタ装置 100 はネットワークシステム 1 の構成情報を取得することができる。マスタ装置 100 に対してネットワークシステム 1 を構成する全てのスレーブ装置 200a ~ 200e が構成情報応答フレームを送信することで、ネットワークシステム 1 の構成情報取得動作が完了する。

[0076] 以上のように、ネットワークシステム 1 の構成情報取得動作が完了すると、マスタ装置 100 には、通信設定動作に用いる構成情報が記憶されることになる。ここでマスタ装置 100 が取得した構成情報を図 12 に示す。図 12 は実施の形態 1 のマスタ装置 100 が取得した構成情報を示す説明図である。マスタ装置 100 の構成情報取得部 121 は、図 11 で示した構成情報応答フレームの情報から各スレーブ装置 200 の識別情報と、各スレーブ装置 200 がマスタ装置 100 と通信を行うときのホップ数とを取得することができる。各スレーブ装置 200 がマスタ装置 100 と通信を行うときのホップ数は、各スレーブ装置 200 の位相差である。従って、マスタ装置 100 は、各スレーブ装置 200 の識別情報と、各スレーブ装置 200 の識別情報に対応する各スレーブ装置 200 の位相差を図 12 で示すように取得することができる。

[0077] 次にステップ S 3 の通信設定時のマスタ装置 100 の動作について説明す

る。図13は、通信設定時のマスタ装置100の動作を示すフローチャートである。

[0078] まずステップS301で、マスタ装置100の送信タイミング決定部122は、設定記憶部112に記憶された構成情報を用いて、周期通信において各装置が周期データを送信する送信タイミングを決定する。

[0079] ここで、図14を用いて送信タイミング決定部122が決定する送信タイミングの決定方法について詳述する。図14は送信タイミングの決定方法について説明する図である。図14において、通信のホップ数と送信元装置の位相差は、構成情報に含まれる情報から得られる。

[0080] 送信タイミング決定部122は、送信元装置と送信先装置の通信において、送信元装置の位相差をその送信元装置が行うことが可能な通信のホップ数でそれぞれ割った剰余を算出する。送信タイミング決定部122は、各スレーブ装置200の位相差を各スレーブ装置200が行うことが可能な通信のホップ数で割った剰余を算出した後、各スレーブ装置200の周期データの送信タイミングを決定する。

送信タイミング決定部122は、同じホップ数の通信を行う第1のスレーブ装置200と第2のスレーブ装置200の送信タイミングを決定する場合において、第1のスレーブ装置200の位相差の当該ホップ数による剰余の値と、第2のスレーブ装置200の位相差の当該ホップ数による剰余の値とが同じ場合に、第1のスレーブ装置と第2のスレーブ装置の送信タイミングを同じタイミングとなるように決定する。図14に示すように、例えば同じホップ数1の通信を行うスレーブ装置200aおよびスレーブ装置200bの通信の送信タイミングを決定する場合において、スレーブ装置200aの位相差1のホップ数1による剰余の値0と、スレーブ装置200bの位相差2のホップ数1による剰余の値は同じであるため、スレーブ装置200aと、スレーブ装置200bの送信タイミングを同じタイミングである送信タイミング T_1 に決定する。

送信タイミング決定部122は、同じホップ数の通信を行う第1のスレー

ブ装置 200 と第 2 のスレーブ装置 200 の送信タイミングを決定する場合において、第 1 のスレーブ装置 200 の位相差の当該ホップ数による剰余の値と、第 2 のスレーブ装置 200 の位相差の当該ホップ数による剰余の値とが異なる場合には、異なる送信タイミングを割り当てている。図 14 に示すように、例えばホップ数 2 の通信を行うスレーブ装置 200 b の位相差 2 のホップ数 2 による剰余の値は 0 であり送信タイミング T_2 が割り当てられる。ホップ数 2 の通信を行うスレーブ装置 200 a の位相差 1 のホップ数 2 による剰余の値は 1 であり送信タイミング T_3 が割り当てられる。

送信タイミング決定部 122 は、異なるホップ数の通信を行う第 1 のスレーブ装置 200 と第 2 のスレーブ装置 200 の送信タイミングを決定する場合において、異なる送信タイミングとする。図 14 に示すように、例えばホップ数 1 の通信には、送信タイミング T_1 が割り当て、ホップ数 2～5 の行には、送信タイミング T_1 以外を割り当てる。割り当てる送信タイミングの候補 $T_1 \sim T_9$ は、予めマスタ装置 100 に記憶させておけばよい。

[0081] 図 14 では、実施の形態 1 では同じホップ数の通信において、位相差のホップ数による剰余の値が同じとなる装置は全て同一の送信タイミングとなるよう送信タイミングを決定するように示しているが、少なくとも 1 つのホップ数の通信において、複数の装置間での通信を同一の送信タイミングとなるよう送信タイミングを決定すれば、通信効率を向上させることができる。

[0082] また、送信タイミング決定部 122 は、同じホップ数の通信が同時に行われるように、各装置の周期データの送信タイミングを決定すればよく、必ずしも剰余の値を用いる必要はない。例えば、同じホップ数の通信を行う第 1 のスレーブ装置と第 2 のスレーブ装置の送信タイミングを決定する場合において、第 1 のスレーブ装置の位相差からホップ数を引いた値と、第 2 のスレーブ装置の位相差の値とが同じ場合に、第 1 のスレーブ装置と第 2 のスレーブ装置の送信タイミングを同じタイミングに決定してもよい。このように構成しても、結果として同じホップ数の通信が同時に行われるようになり、通信効率を向上させることができる。ただし、この構成において、第 1 のスレ

ープ装置の位相差のホップ数による剰余の値と、第2のスレーブ装置の位相差のホップ数による剰余の値とが異なる場合に、第1のスレーブ装置と第2のスレーブ装置のうち位相差のホップ数による剰余の値が小さいスレーブ装置の送信タイミングを、スレーブ装置の位相差のホップ数による剰余の値が大きいスレーブ装置の送信タイミングよりも早いタイミングとなるように決定すれば、より回線の空きを減らすことができ、通信効率を向上させることができる。

[0083] ステップS301の後、ステップS302では、決定した送信タイミングの情報を用いて、各スレーブ装置200に設定する設定情報を生成する。具体的には、送信情報生成部123は、各スレーブ装置200の識別情報と設定情報とを関連づけたデータを生成し、送信情報記憶部113に記憶する。ここで、図15に基づいて設定情報の内容を説明する。図15は実施の形態1における設定情報の内容を示す図である。周期データを送信する送信元装置の識別情報と、送信タイミングの情報と、送信先装置の識別情報とが対応づけられ、設定情報として送信情報記憶部113に記憶される。

[0084] ステップS302の後、ステップS303において、マスタ装置100の通信ポート101は送信情報記憶部113に記憶した設定情報をスレーブ装置200に送信する。以上のようにして、マスタ装置100は全ての通信について、全ての送信元装置の送信タイミングを決定する。

[0085] 続いて、ステップS4の周期通信時のマスタ装置100およびスレーブ装置200の動作を図16を用いて説明する。図16は、周期通信時のマスタ装置100およびスレーブ装置200の動作を示すフローチャートである。

[0086] 図5のステップS3の通信設定動作が完了すると、各装置は周期通信の動作を開始する。ステップS401にて、マスタ装置100の処理部120は、設定記憶部112に記憶した設定情報に基づいて、周期データを送信する時刻になったか否かを時刻取得部132から時刻情報を取得し、判断する。同様にスレーブ装置200の処理部220も、設定記憶部212に記憶した設定情報に基づいて、周期データを送信する時刻になったか否かを時刻取得

部 2 3 2 から時刻情報を取得し、判断する。送信タイミングとなるまで、マスタ装置 1 0 0 およびスレーブ装置 2 0 0 は、ステップ S 4 0 1 の判断を繰り返す。マスタ装置 1 0 0 およびスレーブ装置 2 0 0 は、送信タイミングとなったと判断されると、ステップ S 4 0 2 に進む。

[0087] ステップ S 4 0 2 において、マスタ装置 1 0 0 の処理部 1 2 0 およびスレーブ装置 2 0 0 の処理部 2 2 0 は、設定情報に従い、その送信タイミングに対応する送信先装置に対して周期データを送信する。なお、この周期データは数値でも文字列でもよい。

[0088] ステップ S 4 0 3 において、周期通信が終了する時刻になったか否かをマスタ装置 1 0 0 の処理部 1 2 0 およびスレーブ装置 2 0 0 の処理部 2 2 0 が判断する。周期通信の終了時刻になるまで、マスタ装置 1 0 0 およびスレーブ装置 2 0 0 はステップ S 4 0 1 とステップ S 4 0 2 の動作を繰り返す。

[0089] ステップ S 4 0 3 でマスタ装置 1 0 0 の処理部 1 2 0 が、設定記憶部 1 1 2 に記憶した設定情報に基づいて、周期通信終了時刻になったと時刻取得部 1 3 2 から時刻情報を取得して判断すると、マスタ装置 1 0 0 は周期通信動作を終了する。スレーブ装置 2 0 0 では処理部 2 2 0 が、設定記憶部 2 1 2 に記憶した設定情報に基づいて、周期通信終了時刻になったと時刻取得部 2 3 2 から時刻情報を取得して判断すると、スレーブ装置 2 0 0 は周期通信動作を終了する。

[0090] ここで、マスタ装置 1 0 0 と複数のスレーブ装置 2 0 0 で構成されるネットワークシステム 1 において、周期通信時に全ての装置が周期データを共有する通信を行う場合に、実施の形態 1 のマスタ装置 1 0 0 および通信方法による、回線使用率向上の効果を説明する。

[0091] 図 1 7 は、実施の形態 1 の通信方法を適用しない場合の周期通信の例を示すシーケンス図である。図 1 7 において、矢印は装置間の通信を示す。また、各装置間の通信は、上から時系列順で割り当てられている。斜線部は、矢印の通信を行う時間において通信が行われない回線を示す。図 1 7 に示すように、実施の形態 1 に係る通信装置を用いないシステムにおいては、回線の

空が多いことが分かる。例えば、マスタ装置１００とスレーブ装置Ｓ１との通信が行われる時刻と同じタイミングには、スレーブ装置Ｓ１からスレーブ装置Ｓ５までの回線が使用されていない。

[0092] 一方、図１８は、図１７と同じ構成のネットワークシステム１において、実施の形態１の通信方法を適用した場合の周期通信を示すシーケンス図を示す。図１７と同様、矢印は装置間の通信を示し、斜線部は、矢印の通信を行う時間において通信が行われない回線を示す。実施の形態１に係るマスタ装置１００は同じタイミングに同じホップ数の通信を複数のスレーブ装置２００が行うよう、各スレーブ装置２００に設定する周期データの送信タイミングを決定するので、マスタ装置１００と特定のスレーブ装置２００が１対１通信を行う時刻において、使用されていない他の装置間の回線に通信が割り当てられている。したがって、全ての通信が完了するまでの時間内で、図１７と図１８とで回線の空き部分を比較すると、図１８で示した実施の形態１の通信方法を適用した場合の方が、回線の空きが少ない。従って、実施の形態１の通信方法を適用すると、周期データを共有する通信を行う装置間の距離が近いときの回線の空きを減らすことが可能となる。

[0093] また、同じホップ数の通信を行う通信では、通信にかかる時間が同じ単位時間かかるとすれば、図１８で示した実施の形態１の通信方法を適用した場合の方が、図１７で示した通信方法を適用しない場合の周期通信の例の場合より、６単位時間だけ最後の通信を行うまでの所要時間が短い。これは回線の使用率を向上できたためであり、実施の形態１の通信方法を適用すると、通信周期の短縮も可能となる。通信周期が短縮されることにより、ネットワークシステム１の装置数が増加した場合でも通信周期の増加を抑えることができる。従って、装置数が多い大規模なネットワークシステム１でも高速な通信を実現できる。

[0094] 以上のようにマスタ装置１００が各スレーブ装置２００の位相差に基づいて、周期データを共有する通信を行うときに中継されるスレーブ装置２００の数に基づいて決められるホップ数に基づいて、同じタイミングに同じホッ

プ数の通信を複数のスレーブ装置 200 が行うよう、各スレーブ装置 200 に設定する周期データの送信タイミングを決定するため、回線使用率を向上し、ネットワークシステム 1 の通信効率を向上させることができる。

[0095] 以下、図 19 を用いて実施の形態 1 のマスタ装置 100 およびスレーブ装置 200 のハードウェア構成について説明する。図 19 は、実施の形態 1 のマスタ装置 100 およびスレーブ装置 200 のハードウェア構成図である。マスタ装置 100 およびスレーブ装置 200 は入力装置 901、出力装置 902、記憶装置 903、及び処理装置 904 を備える。

[0096] 入力装置 901 は、マスタ装置 100 の通信ポート 101、およびスレーブ装置 200 の通信ポート 201、202 が備える、情報が入力されるインターフェースである。このインターフェースとしては、LAN ケーブルまたは同軸ケーブル等の有線通信ネットワークでも、無線通信技術を用いた無線通信ネットワークでもよい。

[0097] 出力装置 902 は、マスタ装置 100 の通信ポート 101、およびスレーブ装置 200 の通信ポート 201、202 が備える、情報が入力される通信インターフェースである。このネットワークは LAN ケーブルまたは同軸ケーブル等の有線通信ネットワークでも、無線通信技術を用いた無線通信ネットワークでもよい。

[0098] 記憶装置 903 は、マスタ装置 100 の記憶部 110 およびスレーブ装置 200 の記憶部 210 が備える情報を記憶する装置である。例えば、RAM、ROM、フラッシュメモリー等の不揮発性または揮発性の半導体メモリーや、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク等が該当する。

[0099] 処理装置 904 は、マスタ装置 100 の処理部 120 と制御部 130、およびスレーブ装置 200 の処理部 220 と制御部 230 が備える。処理装置 904 は専用のハードウェアであっても、記憶装置 903 に記録されるプログラムを実行する CPU (Central Processing Unit) であってもよい。

- [0100] 処理装置 904 が専用のハードウェアである場合、処理装置 904 は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC、FPGA、またはこれらを組み合わせたものが該当する。
- [0101] 処理装置 904 が CPU の場合、処理装置 904 の機能は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアの組み合わせにより実現される。ソフトウェアやファームウェアはプログラムとして記述され、記憶装置 903 に記録される。処理装置 904 は記憶装置 903 に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、各部の機能を実現する。
- [0102] なお、処理装置 904 の各機能は、一部をハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。
- [0103] 例えば、マスタ装置 100 の制御部 130 については専用のハードウェアで構成し、処理部 120 については記憶装置 903 に記録されたプログラムを実行する CPU で構成することによりその機能を実現してもよい。
- [0104] このように、処理装置 904 はハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせによって、上述の各機能を実現することができる。
- [0105] 以上のようにして、本開示のマスタ装置 100 および通信方法によれば、スレーブ装置 200 の位相差に基づいて、周期データを共有する通信を行うときに中継されるスレーブ装置 200 の数に基づいて決められるホップ数に基づいて、同じタイミングに同じホップ数の通信を複数のスレーブ装置 200 が行うよう、各スレーブ装置 200 に設定する周期データの送信タイミングを決定するため、回線使用率を向上し、ネットワークシステム 1 全体の通信効率を向上させることができる。

符号の説明

- [0106] 1 ネットワークシステム
 3 通信ケーブル
 100 マスタ装置

1 0 1	通信ポート
1 1 0	記憶部
1 1 1	受信情報記憶部
1 1 2	設定記憶部
1 1 3	送信情報記憶部
1 2 0	処理部
1 2 1	構成情報取得部
1 2 2	送信タイミング決定部
1 2 3	送信情報生成部
1 3 0	制御部
1 3 1	送信制御部
1 3 2	時刻取得部
2 0 0	スレーブ装置
2 0 1	通信ポート
2 0 2	通信ポート
2 1 0	記憶部
2 1 1	受信情報記憶部
2 1 2	設定記憶部
2 1 3	送信情報記憶部
2 2 0	処理部
2 2 1	設定情報取得部
2 2 2	送信情報生成部
2 3 0	制御部
2 3 1	送信制御部
2 3 2	時刻取得部
9 0 1	入力装置
9 0 2	出力装置
9 0 3	記憶装置

9 0 4 处理装置

請求の範囲

【請求項1】 複数のスレーブ装置と周期データを共有する通信を行うマスタ装置であって、

前記スレーブ装置が前記マスタ装置と通信を行うときに中継される他のスレーブ装置の数に基づいて決められる前記スレーブ装置の位相差を取得する構成情報取得部と、

前記構成情報取得部が取得した前記位相差に基づいて、前記スレーブ装置が前記マスタ装置又は他のスレーブ装置と通信を行うときに中継される他のスレーブ装置の数からホップ数を算出し、同じタイミングに同じ前記ホップ数の通信を前記複数のスレーブ装置が行うよう、前記スレーブ装置の周期データの送信タイミングを決定する送信タイミング決定部と

を備えるマスタ装置。

【請求項2】 前記複数のスレーブ装置のうち、同じ前記ホップ数の通信を行う第1のスレーブ装置と第2のスレーブ装置の送信タイミングを決定する場合において、

前記送信タイミング決定部は、前記第1のスレーブ装置の位相差から前記ホップ数を引いた値と、前記第2のスレーブ装置の位相差の値とが同じ場合に、前記第1のスレーブ装置と前記第2のスレーブ装置の送信タイミングを同じタイミングとなるように決定する

請求項1に記載のマスタ装置。

【請求項3】 前記複数のスレーブ装置のうち、同じ前記ホップ数の通信を行う前記第1のスレーブ装置と前記第2のスレーブ装置の送信タイミングを決定する場合において、

前記送信タイミング決定部は、前記第1のスレーブ装置の位相差の前記ホップ数による剰余の値と、前記第2のスレーブ装置の位相差の前記ホップ数による剰余の値とが異なる場合に、前記第1のスレーブ装置と前記第2のスレーブ装置のうち位相差の前記ホップ数による剰

余の値が小さい前記スレーブ装置の送信タイミングを、前記スレーブ装置の前記位相差の前記ホップ数による剰余の値が大きい前記スレーブ装置の送信タイミングよりも早いタイミングとなるように決定する
請求項 2 に記載のマスタ装置。

[請求項4] 前記複数のスレーブ装置のうち、同じ前記ホップ数の通信を行う第 1 のスレーブ装置と第 2 のスレーブ装置の送信タイミングを決定する場合において、

送信タイミング決定部は、前記第 1 のスレーブ装置の位相差の前記ホップ数による剰余の値と、前記第 2 のスレーブ装置の位相差の前記ホップ数による剰余の値とが同じ場合に、前記第 1 のスレーブ装置と前記第 2 のスレーブ装置の送信タイミングを同じタイミングとなるよう決定する

請求項 1 に記載のマスタ装置。

[請求項5] 前記スレーブ装置との通信に必要な構成情報を要求するための構成情報要求フレームを前記スレーブ装置に送信する通信ポートを備え、

前記構成情報取得部は、

前記構成情報要求フレームに対する応答である構成情報応答フレームに含まれる前記構成情報から前記位相差を取得する

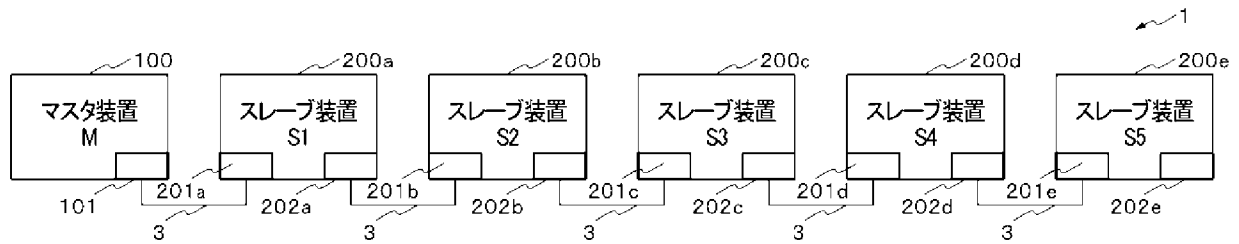
請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のマスタ装置。

[請求項6] 複数のスレーブ装置と、前記複数のスレーブ装置と周期データを共有する通信を行うマスタ装置と、から構成されるネットワークシステムの通信方法であって、

前記スレーブ装置が前記マスタ装置と通信を行うときに中継される他のスレーブ装置の数に基づいて決められる前記スレーブ装置の位相差と、前記スレーブ装置が前記マスタ装置又は他のスレーブ装置と通信を行うときに中継される他のスレーブ装置の数からホップ数を算出し、同じタイミングに同じ前記ホップ数の通信を前記複数のスレーブ装置が行うよう、前記スレーブ装置の周期データの送信タイミングを

決定する、
通信方法。

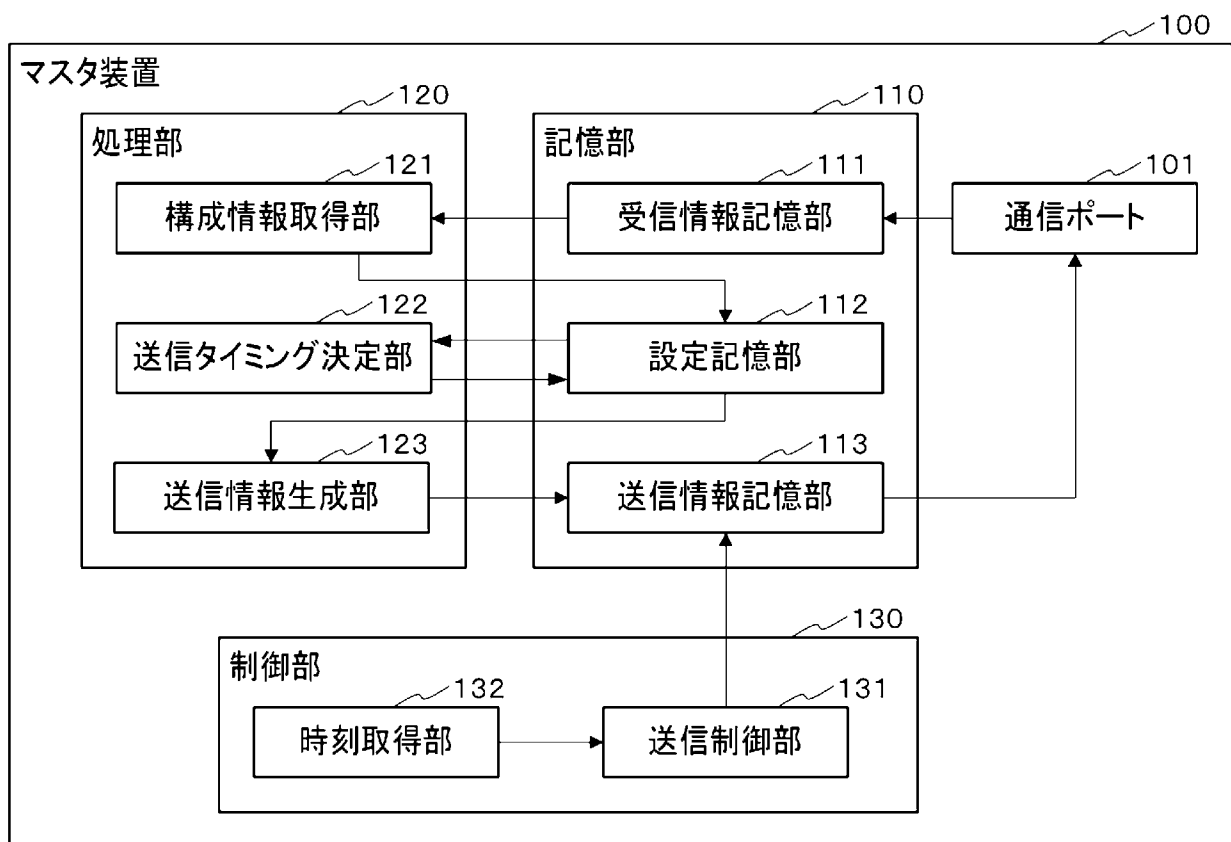
[図1]



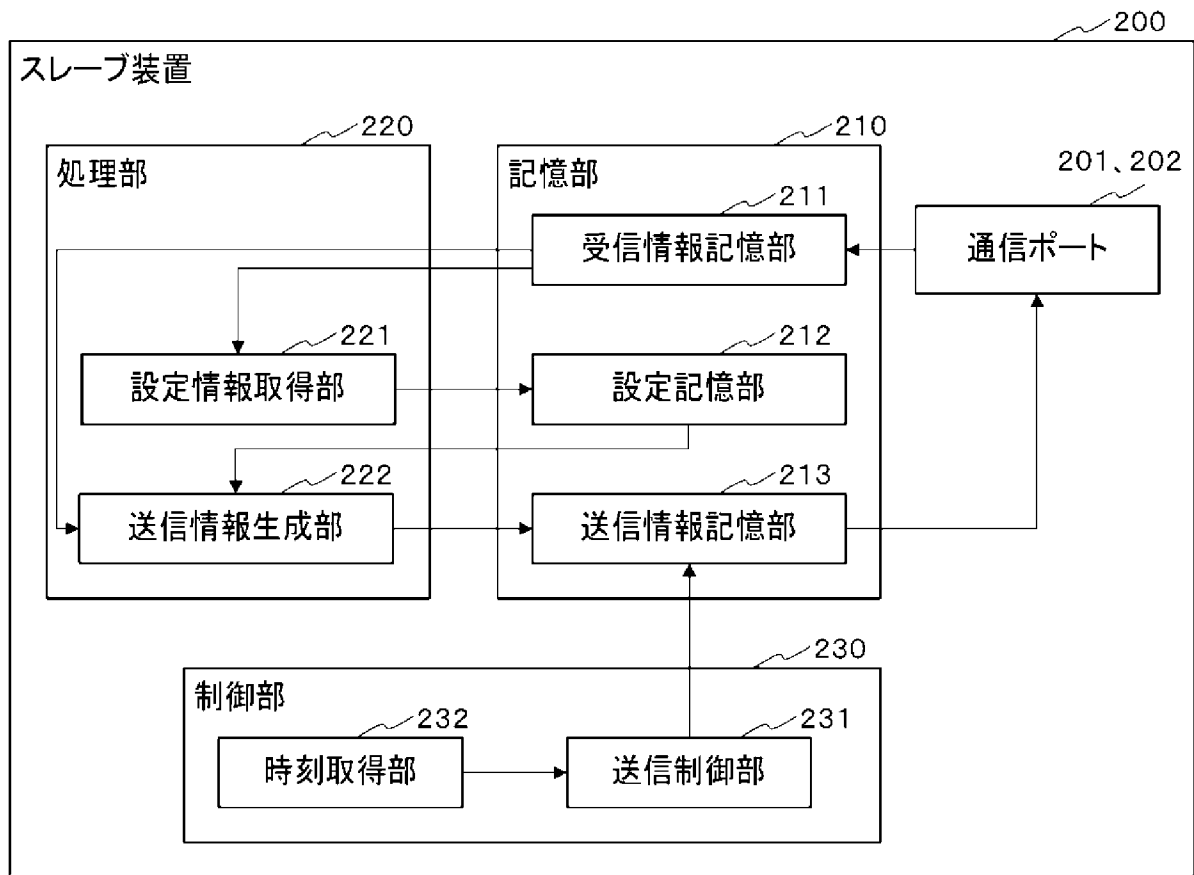
[図2]

装置名	識別情報
マスタ装置 100	M
スレーブ装置 200 a	S1
スレーブ装置 200 b	S2
スレーブ装置 200 c	S3
スレーブ装置 200 d	S4
スレーブ装置 200 e	S5

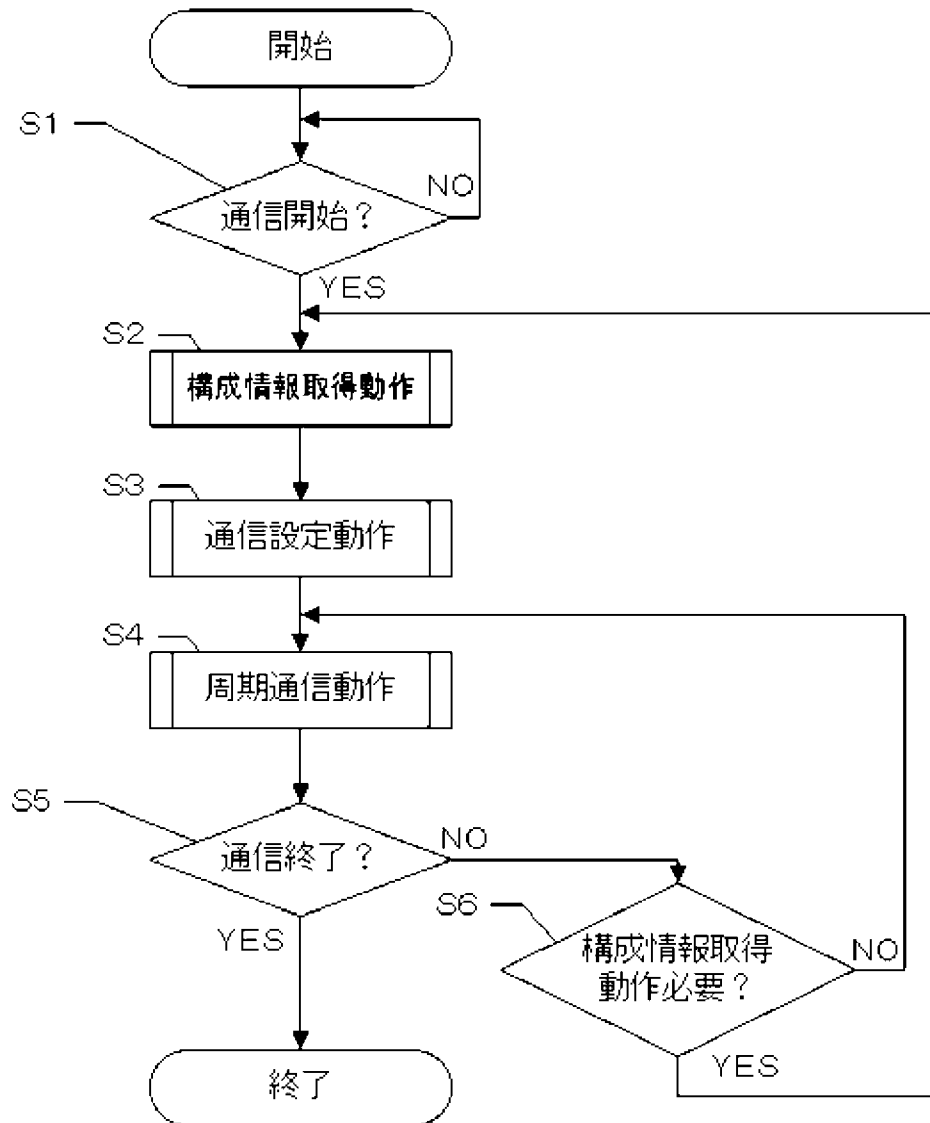
[図3]



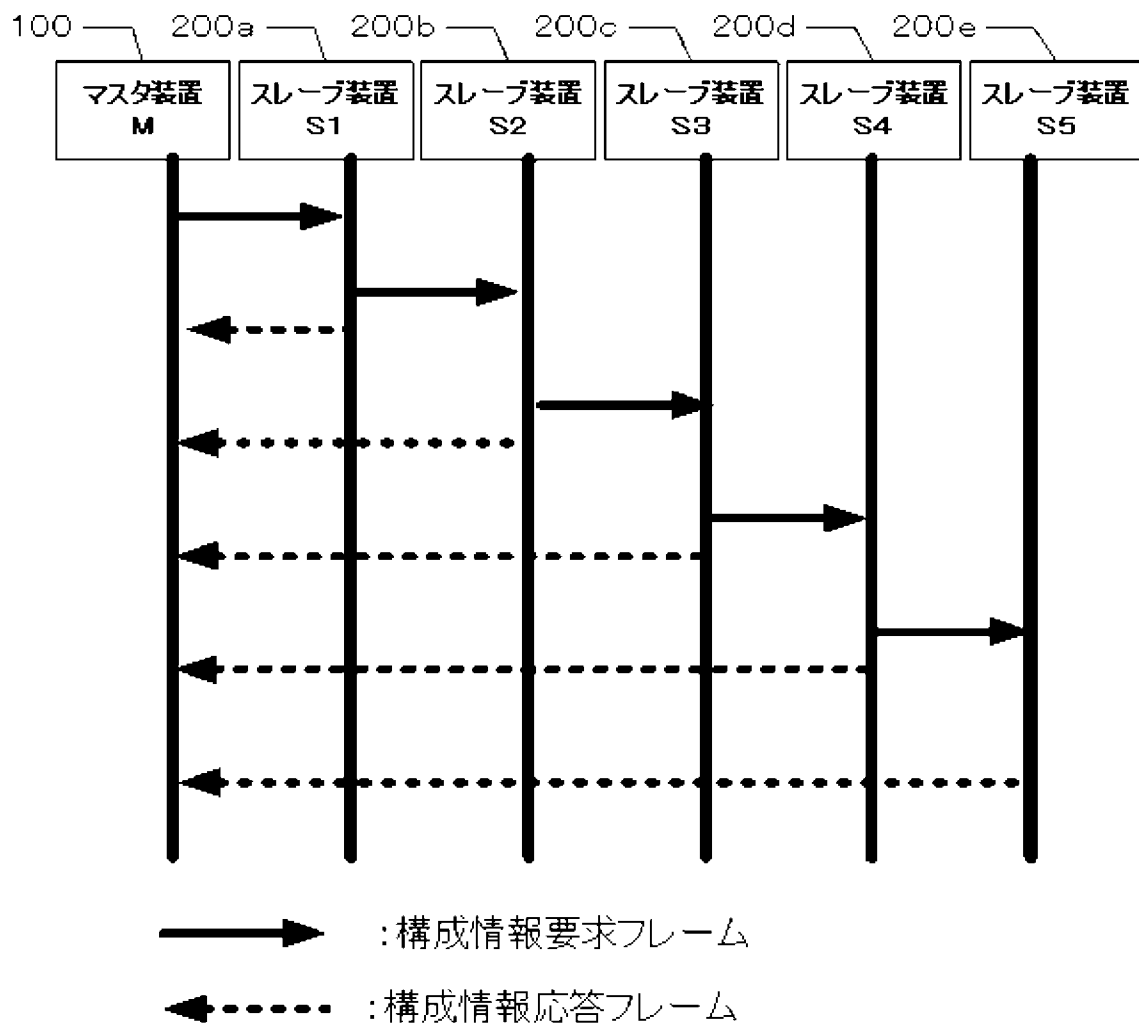
[図4]



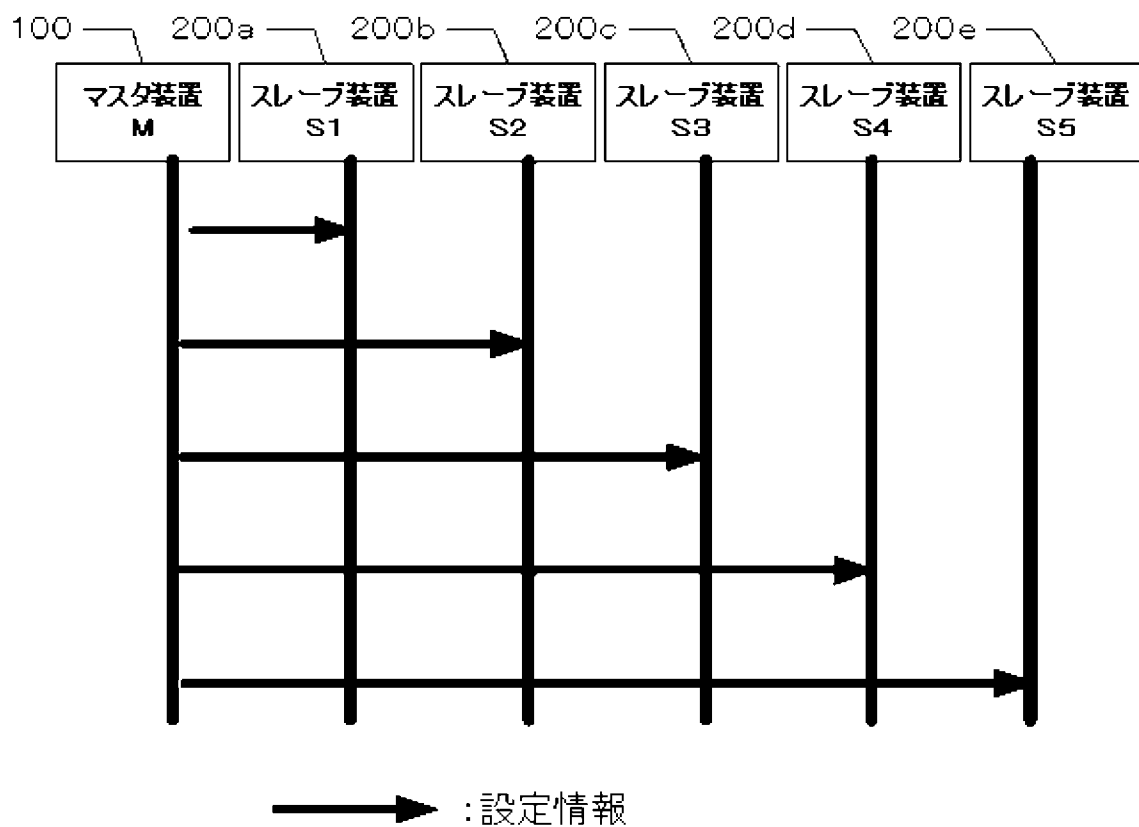
[図5]



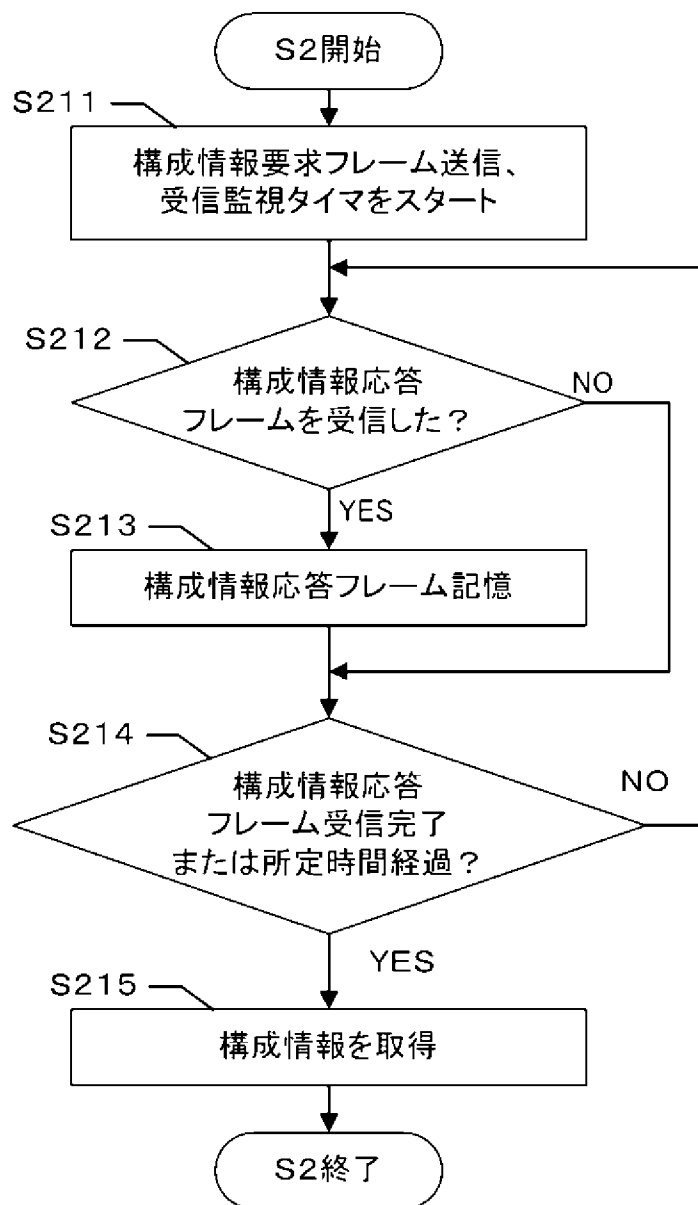
[図6]



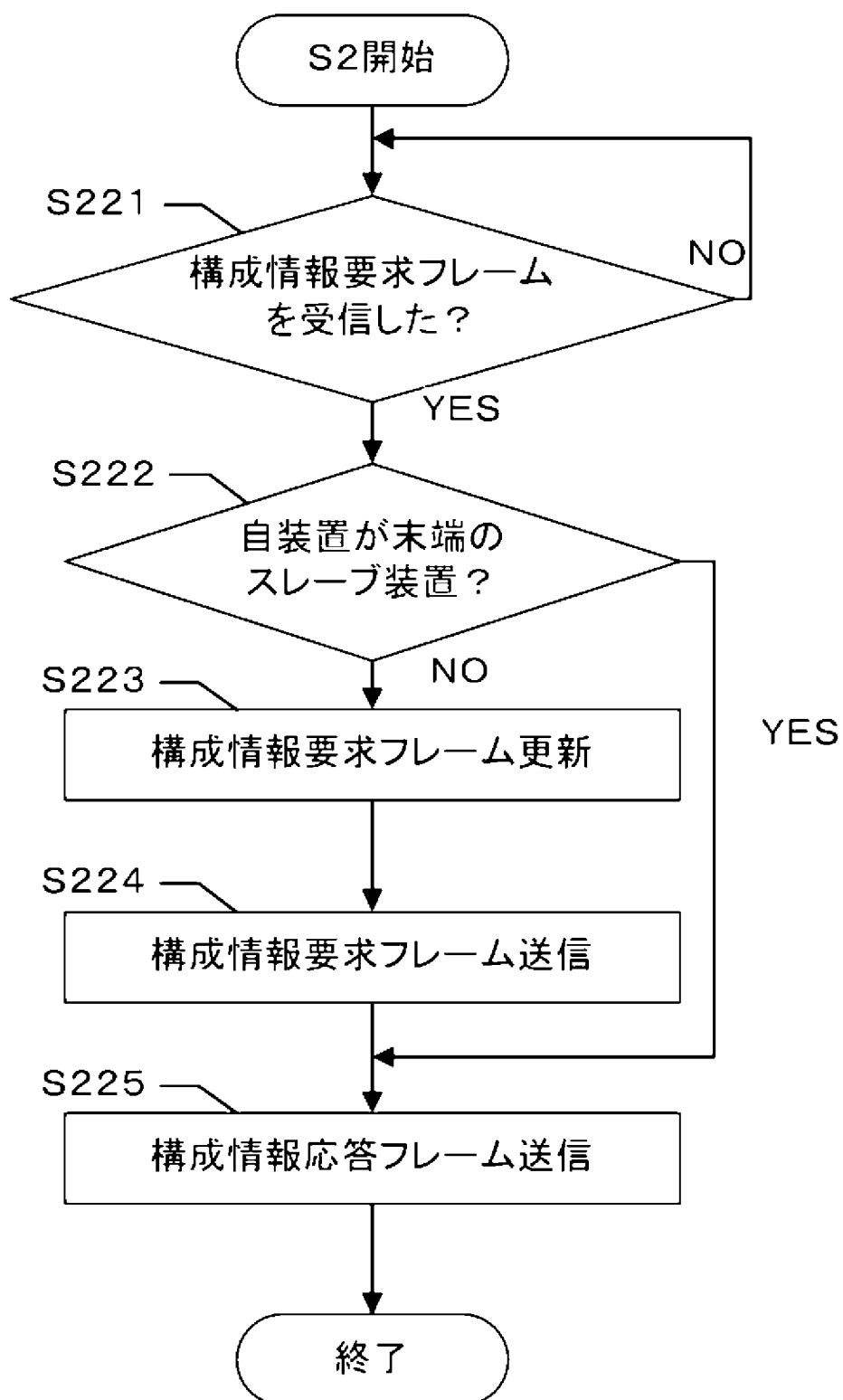
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

送信元装置の識別情報	送信先装置の識別情報	送信元装置のマスタ装置からのホップ数
M	S1	0
S1	S2	1
S2	S3	2
S3	S4	3
S4	S5	4

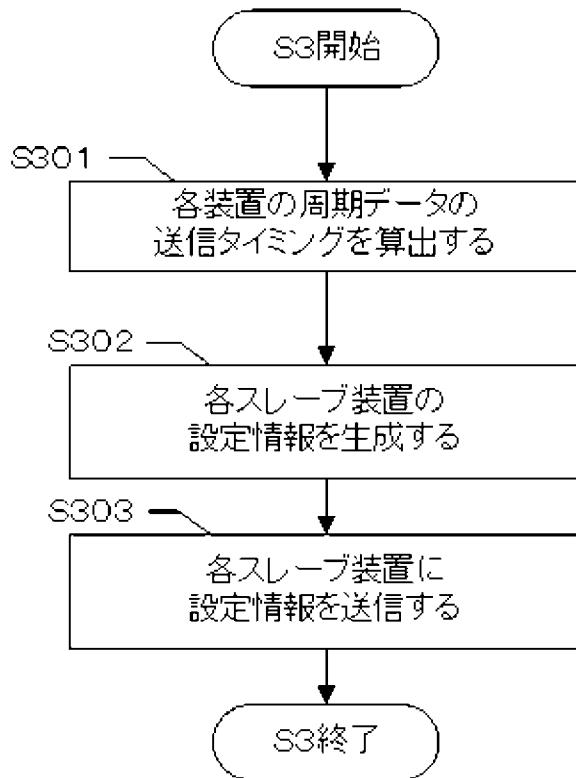
[図11]

送信元装置の識別情報	送信先装置の識別情報	送信元装置のマスタ装置からのホップ数
S1	M	1
S2	M	2
S3	M	3
S4	M	4
S5	M	5

[図12]

装置名	識別情報	マスタ装置からのホップ数	位相差
マスタ装置100	M	0	0
スレーブ装置200a	S1	1	1
スレーブ装置200b	S2	2	2
スレーブ装置200c	S3	3	3
スレーブ装置200d	S4	4	4
スレーブ装置200e	S5	5	5

[図13]



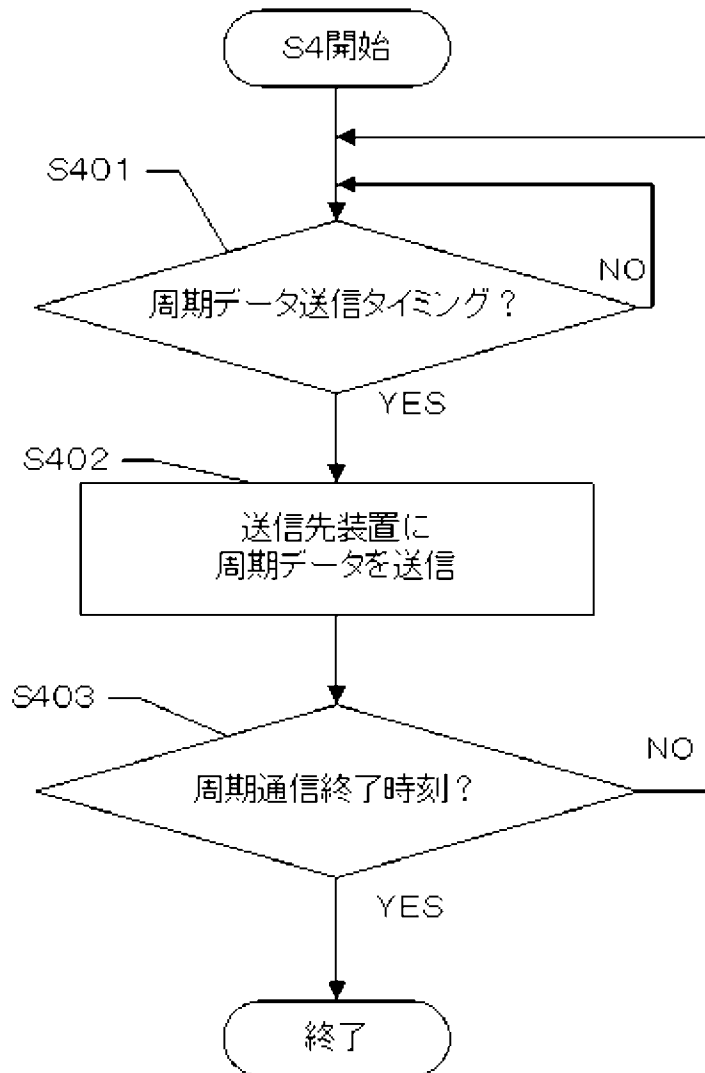
[図14]

通信の ホップ数	送信元装置の 位相差	位相差のホップ数 による剰余	送信タイミング
1	0	0	T_1
1	1	0	T_1
1	2	0	T_1
1	3	0	T_1
1	4	0	T_1
1	5	0	T_1
2	0	0	T_2
2	1	1	T_3
2	2	0	T_2
2	3	1	T_3
2	4	0	T_2
2	5	1	T_3
3	0	0	T_4
3	1	1	T_5
3	2	2	T_6
3	3	0	T_4
3	4	1	T_5
3	5	2	T_6
4	0	0	T_7
4	1	1	T_8
4	4	0	T_7
4	5	1	T_8
5	0	0	T_9
5	5	0	T_9

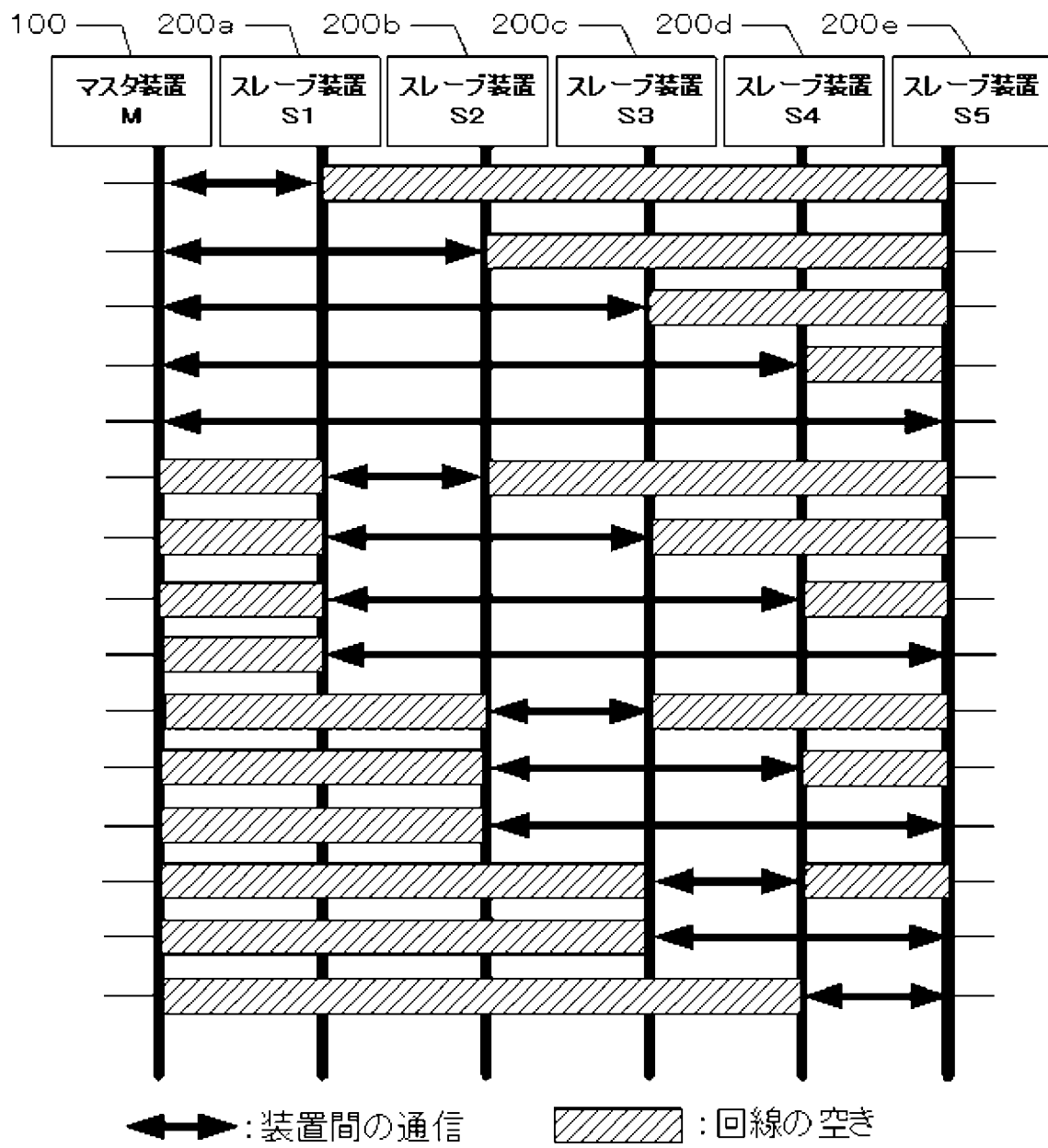
[図15]

送信元装置の 識別情報	送信タイ ミング	送信先の装置の 識別情報
S1	T ₁	M,S2
	T ₃	S3
	T ₅	S4
	T ₈	S5
S2	T ₁	S1,S3
	T ₂	M,S4
	T ₆	S5
S3	T ₁	S2,S4
	T ₃	S1,S5
S4	T ₁	S3,S5
	T ₂	S2
	T ₅	S1
S5	T ₁	S4
	T ₃	S3
	T ₆	S2
	T ₈	S1
	T ₉	M

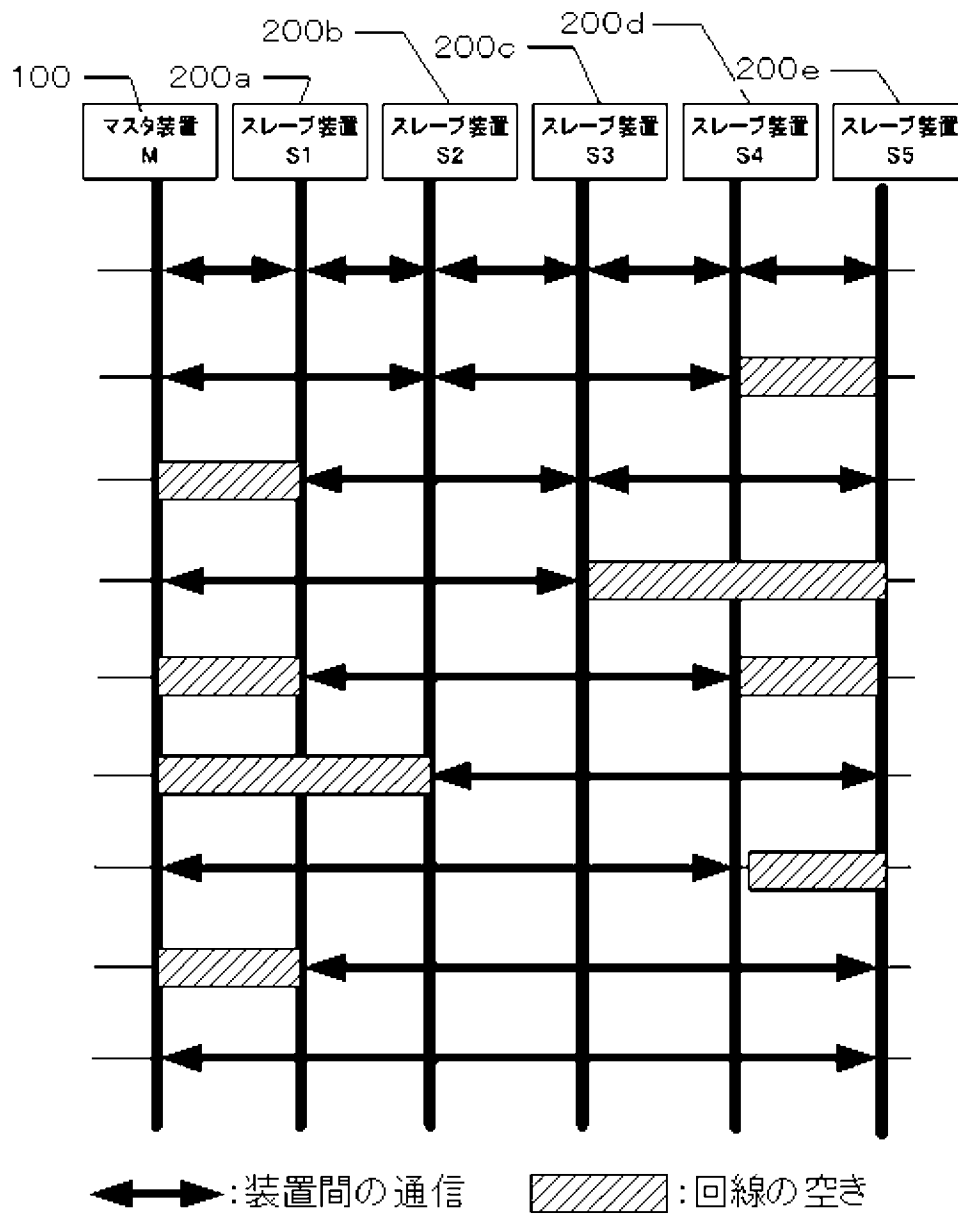
[図16]



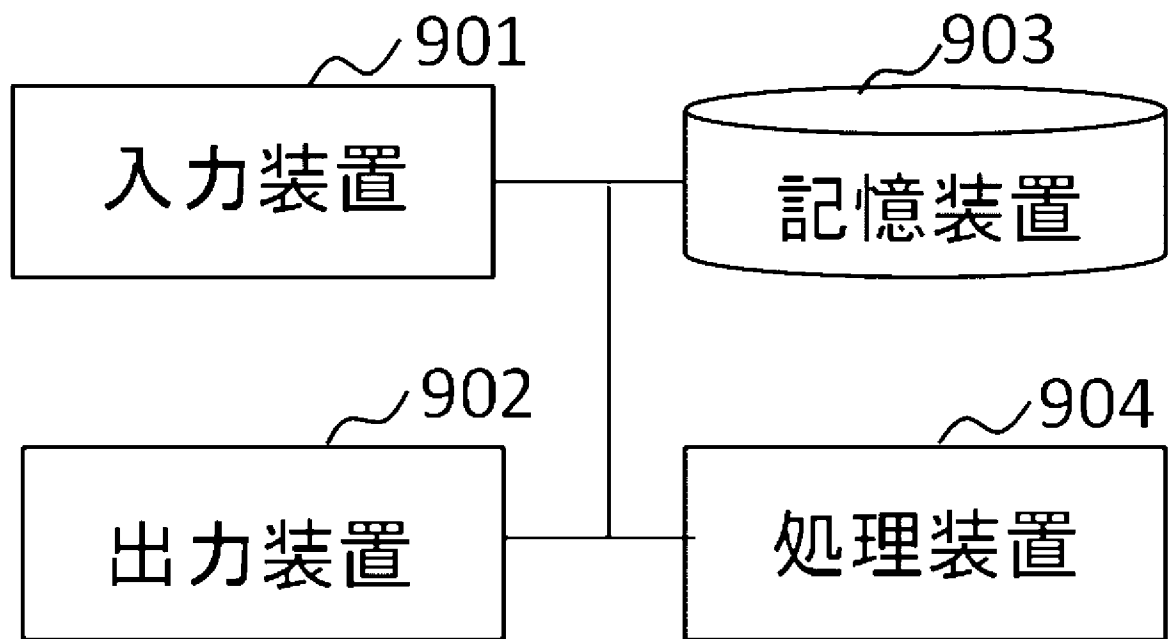
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04L12/28 (2006.01) i
FI: H04L12/28 400

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)

Int. Cl. H04L12/28

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
A	JP 2013-84111 A (CANON INC.) 09 May 2013, entire text, all drawings	1-6
A	JP 2015-233244 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 24 December 2015, entire text, all drawings	1-6
A	辻村達徳ほか. FA ネットワークにおけるスレーブ間通信方式の提案. 情報処理学会 第 72 回 (平成 22 年) 全国大会講演論文集 (3). 08 March 2010, pp. 61-62, entire text, all drawings, (TSUJIMURA, Tatsunori, OSAGAWARA, Daisuke. Proposal of the Communication between Slaves in FA Network. Proceedings of the 72nd National Convention of IPSJ (3).)	1-6
A	WO 2019/043811 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07 March 2019, entire text, all drawings	1-6



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
07.04.2020

Date of mailing of the international search report
21.04.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
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/JP2020/011199

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2013-84111 A	09.05.2013	(Family: none)	
JP 2015-233244 A	24.12.2015	(Family: none)	
WO 2019/043811 A1	07.03.2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04L 12/28(2006.01)i FI: H04L12/28 400														
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）） H04L12/28 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
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												
A	JP 2013-84111 A（キヤノン株式会社）09.05.2013（2013 - 05 - 09） 全文，全図	1-6												
A	JP 2015-233244 A（三菱電機株式会社）24.12.2015（2015 - 12 - 24） 全文，全図	1-6												
A	辻村達徳 ほか，FAネットワークにおけるスレーブ間通信方式の提案，情報処理学会 第72回（平成22年）全国大会講演論文集（3），2010.03.08，pp. 61-62 全文，全図	1-6												
A	WO 2019/043811 A1（三菱電機株式会社）07.03.2019（2019 - 03 - 07） 全文，全図	1-6												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 07.04.2020	国際調査報告の発送日 21.04.2020													
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） 平井 嗣人 5X 1160 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/JP2020/011199

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2013-84111	A	09.05.2013	(ファミリーなし)	
JP	2015-233244	A	24.12.2015	(ファミリーなし)	
WO	2019/043811	A1	07.03.2019	(ファミリーなし)	