

(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
2017年1月12日(12.01.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/006469 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/069690
- (22) 国際出願日: 2015年7月8日(08.07.2015)
- (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 ELECTRIC 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: 山田 篤(YAMADA, Atsushi); 〒1020073 東京都千代田区九段北一丁目13番5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

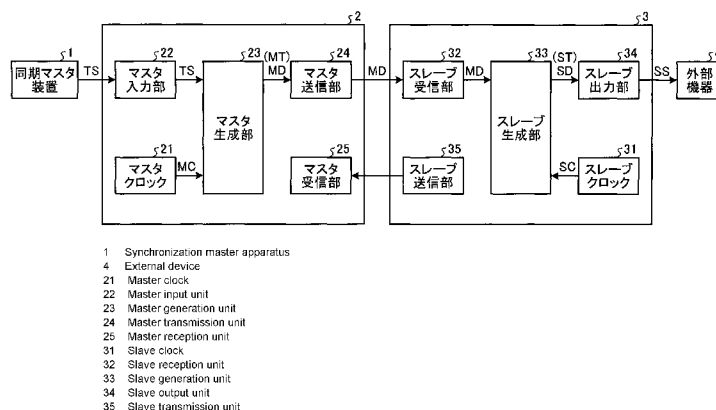
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: NETWORK SYSTEM, TIME MASTER STATION, AND TIME SLAVE STATION

(54) 発明の名称: ネットワークシステム、タイムマスタ局、及びタイムスレーブ局

[図2]



(57) Abstract: A network system 100 is provided with: a synchronization master apparatus 1 that outputs a coordination operation timing signal at a coordination operation period; a time master station 2 connected to a network; and a time slave station 3 connected to the network. The time master station includes: a master clock 21 that counts time; and a master generation unit 23 that generates master coordination operation time information on the basis of the coordination operation timing signal and the time counted by the master clock. The time slave station includes: a slave clock 31 that counts time; and a slave generation unit 33 that generates slave coordination operation time information on the basis of the master coordination operation time information and the time counted by the slave clock.

(57) 要約:

[続葉有]

ネットワークシステム１００は、協調動作タイミング信号を協調動作周期で出力する同期マスタ装置１と、ネットワークに接続されるタイムマスタ局２と、ネットワークに接続されるタイムスレーブ局３とを備える。タイムマスタ局は、時刻をカウントするマスタクロック２１と、協調動作タイミング信号とマスタクロックでカウントされた時刻とに基づいて、マスタ協調動作時刻情報を生成するマスタ生成部２３とを有する。タイムスレーブ局は、時刻をカウントするスレーブクロック３１と、マスタ協調動作時刻情報とスレーブクロックでカウントされた時刻とに基づいて、スレーブ協調動作時刻情報を生成するスレーブ生成部３３とを有する。

明 細 書

発明の名称：

ネットワークシステム、タイムマスタ局、及びタイムスレーブ局

技術分野

[0001] 本発明は、タイムマスタ局と複数のタイムスレーブ局とを有するネットワークシステム、タイムマスタ局、及びタイムスレーブ局に関する。

背景技術

[0002] ネットワークに接続されたタイムマスタ局及び複数のタイムスレーブ局はそれぞれクロックを有し、クロックによってカウントされる時刻を同期させる必要がある。そのため、特許文献1から特許文献5に開示されているような、時刻を同期させるための技術が案出されている。タイムマスタ局及びタイムスレーブ局を含むネットワークシステムの各ユニットを同期させる場合、協調動作の開始を示す協調動作指示情報のみならず、協調動作の時刻を示す協調動作時刻情報が各ユニットに提供されることにより、ネットワークシステムの信頼性の向上を図ることができる。また、同期ジッタに起因して、タイムマスタ局のクロックがカウントする時刻とタイムスレーブ局のクロックがカウントする時刻との同期誤差が発生しても、正しい協調動作時刻情報を提供して、ネットワークシステムの信頼性を向上できる技術が要望される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2012/108387号

特許文献2：特開2003-271208号公報

特許文献3：特開2010-057128号公報

特許文献4：特開2007-184687号公報

特許文献5：特開2009-157913号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0004] ネットワークシステムの信頼性を向上するためには、以下の課題を解決する必要がある。なお、ネットワークシステムの信頼性とは、同期対象機器及び外部機器を含む同期ネットワークシステムにおける協調動作の信頼性であり、同期ネットワークシステムの協調動作の継続性を意味する。
- [0005] 課題1として、タイムマスタ局がカウントする時刻とタイムスレーブ局がカウントする時刻との進み又は遅れである時刻同期誤差を考慮した協調動作時刻情報伝達手段の整備が挙げられる。従来技術においては、協調動作時刻情報を伝達する手段について考慮されていなかった。タイムマスタ局とタイムスレーブ局との間のクロックの補正が高精度で行われており、協調動作時刻情報の伝達が、一定間隔で協調動作を行う協調動作周期を跨ぐことがない場合には、タイムスレーブ局はタイムマスタ局から伝達された情報に基づいて協調動作時刻を認識すればよい。しかし、実際の同期ネットワークシステムにおいては、同期タイミングの揺らぎである同期ジッタにより、タイムスレーブ局がカウントする時刻は、タイムマスタ局がカウントする時刻に対して進み又は遅れの関係になる可能性がある。協調動作時刻を伝達する際は、タイムスレーブ局は、タイムスレーブ局がカウントする時刻がタイムマスタ局がカウントする時刻より進んでいるのか遅れているのかを考慮して協調動作時刻の認識を行う必要がある。
- [0006] なお、同期ジッタの要因として、(1) 同期マスタ装置、タイムマスタ局、タイムスレーブ局それぞれで使用する発振素子の周波数偏差によるクロックカウンタ動作速度の違い、(2) 同期マスタ装置(外部機器)からタイムマスタ局へ同期信号が外部経路を伝搬する際に発生する同期信号入力タイミングの揺らぎ、(3) タイムマスタ局からタイムスレーブ局へ同期フレーム及び伝搬遅延計測フレームがネットワーク経路を伝搬する際に発生するフレーム到着タイミングの揺らぎ、などが挙げられる。
- [0007] 課題2として、ノイズ等の影響を考慮した協調動作時刻情報又は協調動作指示情報伝達手段の整備が挙げられる。従来技術においては、ネットワーク

内の伝達経路において発生するノイズ等の影響を考慮した協調動作時刻情報又は協調動作指示情報の伝達手段が未整備であった。このため、協調動作時刻情報又は協調動作指示情報が伝達されなかった場合に協調動作を行うことができず、協調動作の継続性を含む同期ネットワークシステムの信頼性に問題があった。

[0008] 課題3として、同期ネットワークシステムの設計複雑化回避が挙げられる。前述の課題1及び課題2を解決するにあたり、同期ネットワークシステムの設計が複雑化しないような仕組みが必要となる。同期ネットワークシステムの設計の複雑化とは、システム運用に必要な設定又は情報の多様化、及びフレームの送受信タイミングのような情報の伝達タイミングの制約の発生を含む。

[0009] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、タイムマスタ局と複数のタイムスレーブ局とを有するネットワークシステムにおいて信頼性を向上することができるネットワークシステムを得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、協調動作タイミング信号を協調動作周期で出力する同期マスタ装置と、ネットワークに接続されるタイムマスタ局と、ネットワークに接続されるタイムスレーブ局と、を備え、タイムマスタ局は、時刻をカウントするマスタクロックと、同期マスタ装置から出力された協調動作タイミング信号が入力されるマスタ入力部と、マスタ入力部に入力された協調動作タイミング信号とマスタクロックでカウントされた時刻とに基づいて、複数の外部機器を協調動作させるための基準となる時刻を示すスレーブ協調動作時刻情報を生成するための情報であるマスタ協調動作時刻情報を生成するマスタ生成部と、マスタ生成部で生成されたマスタ協調動作時刻情報を送信するマスタ送信部と、を有し、タイムスレーブ局は、時刻をカウントするスレーブクロックと、マスタ送信部から送信されたマスタ協調動作時刻情報を受信するスレーブ受信部と、スレーブ受信部で受信されたマスタ協調動作時刻情報とスレーブクロックでカウ

トされた時刻と協調動作周期とに基づいて、スレーブ協調動作時刻情報を生成するスレーブ生成部と、スレーブ生成部で生成されたスレーブ協調動作時刻情報に基づいて、外部機器に同期指令信号を出力するスレーブ出力部と、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、タイムマスタ局と複数のタイムスレーブ局とを有するネットワークシステムにおいて信頼性を向上することができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態1に係るネットワークシステムを示す図

[図2]実施の形態1に係るタイムマスタ局及びタイムスレーブ局を示すブロック図

[図3]実施の形態1に係るネットワークシステムの動作を示すフローチャート

[図4]実施の形態1に係るネットワークシステムの動作を示すフローチャート

[図5]実施の形態1に係るタイムスレーブ局の動作を示す図

[図6]実施の形態1に係るネットワークシステムの動作を示す模式図

[図7]実施の形態1に係るネットワークシステムの動作を示す模式図

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本発明の実施の形態に係る制御システムを図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0014] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係るネットワークシステム100を示す図である。図1に示すように、ネットワークシステム100は、協調動作タイミング信号TSを協調動作周期CYで出力する同期マスタ装置1と、ネットワーク200に接続されるタイムマスタ局2と、ネットワーク200に接続される複数のタイムスレーブ局3（3a, 3b, …, 3N）と、を備えている。複数のタイムスレーブ局3のそれぞれに外部機器4（4a, 4b, …, 4N）

が接続される。ネットワーク 200 に接続される複数のユニットのうち 1 つのユニットがタイムマスタ局 2 に指定され、他のユニットがタイムスレーブ局 3 に指定される。ユニットは、プログラマブルコントローラを含む。タイムマスタ局 2 及びタイムスレーブ局 3 はそれぞれ、CPU (Central Processing Unit) のようなマイクロプロセッサと、ROM (Read Only Memory) 又は RAM (Random Access Memory) のようなメモリとを有する。

[0015] 図 2 は、タイムマスタ局 2 及びタイムスレーブ局 3 を示すブロック図である。図 2 に示すように、タイムマスタ局 2 は、時刻 MC をカウントするマスタクロック 21 と、同期マスタ装置 1 から出力された協調動作タイミング信号 TS が入力されるマスタ入力部 22 と、マスタ入力部 22 に入力された協調動作タイミング信号 TS とマスタクロック 21 でカウントされた時刻 MC とに基づいて、スレーブ協調動作時刻情報 SD を生成するための情報であるマスタ協調動作時刻情報 MD を生成するマスタ生成部 23 と、マスタ生成部 23 で生成されたマスタ協調動作時刻情報 MD を送信するマスタ送信部 24 と、マスタ受信部 25 と、を有する。

[0016] タイムスレーブ局 3 は、時刻 SC をカウントするスレーブクロック 31 と、マスタ送信部 24 から送信されたマスタ協調動作時刻情報 MD を受信するスレーブ受信部 32 と、スレーブ受信部 32 で受信されたマスタ協調動作時刻情報 MD とスレーブクロック 31 でカウントされた時刻 SC とに基づいて、複数の外部機器 4 を協調動作させるための同期指令信号 SS を出力する基準となる時刻を示すスレーブ協調動作時刻情報 SD を生成するスレーブ生成部 33 と、スレーブ生成部 33 で生成されたスレーブ協調動作時刻情報 SD に基づいて、外部機器 4 に同期指令信号 SS を出力するスレーブ出力部 34 と、スレーブ送信部 35 と、を有する。

[0017] マスタクロック 21 でカウントされる時刻 MC 及び複数のスレーブクロック 31 でカウントされる時刻 SC は、同期対象のアプリケーションに許容される誤差を含む精度で同期している。

[0018] 同期マスタ装置 1 は、複数の外部機器 4 を協調動作させるための協調動作

タイミング信号TSをタイムスタ局2に出力する。同期マスタ装置1は、協調動作周期CYで協調動作タイミング信号TSを出力する。協調動作周期CYは、複数の外部機器4に協調動作を実行させる周期である。協調動作周期CYは、例えば5秒である。同期マスタ装置1から協調動作タイミング信号TSが出力されるタイミングと目標タイミングとの誤差は小さく、同期マスタ装置1は高い精度で協調動作周期CY毎に協調動作タイミング信号TSを出力することができる。

[0019] マスタ生成部23は、同期マスタ装置1からの協調動作タイミング信号TSに基づいて、複数の外部機器4を協調動作させるための時刻MTを示すマスタ協調動作時刻情報MDを生成する。マスタ協調動作時刻情報MDが示す時刻MTは、複数の外部機器4を協調動作させるための基準となる時刻である。

[0020] また、マスタ生成部23は、マスタクロック21でカウントされた時刻MCに基づいて、マスタ協調動作時刻情報MDを生成することができる。マスタ生成部23は、協調動作周期CYでマスタ協調動作時刻情報MDを生成することができる。また、マスタ生成部23は、マスタ入力部22に協調動作タイミング信号TSが入力されていないと判定したとき、予め決められている協調動作周期CYと、マスタクロック21でカウントされた時刻MCとに基づいて、マスタ協調動作時刻情報MDを生成することができる。

[0021] マスタ生成部23で生成されたマスタ協調動作時刻情報MDは、マスタ送信部24により、複数のタイムスレーブ局3のそれぞれに送信される。マスタ送信部24は、マスタ生成部23で生成されたマスタ協調動作時刻情報MDを、複数のタイムスレーブ局3に協調動作周期CYでブロードキャスト送信又はマルチキャスト送信する。

[0022] また、マスタ送信部24は、同一のマスタ協調動作時刻情報MDを予め決められた回数だけ連続送信することができる。

[0023] スレーブ生成部33は、タイムスタ局2からのマスタ協調動作時刻情報MDに基づいて、タイムスレーブ局3と接続されている外部機器4を協調動

作させるための時刻 S_T を示すスレーブ協調動作時刻情報 S_D を生成する。スレーブ協調動作時刻情報 S_D が示す時刻 S_T は、タイムスレーブ局 3 に接続されている外部機器 4 を協調動作させるために個別に指令される時刻である。例えば、タイムスレーブ局 3 a は、タイムスレーブ局 3 a と接続されている外部機器 4 a を協調動作させるためのスレーブ協調動作時刻情報 $S_{D a}$ を生成し、タイムスレーブ局 3 N は、タイムスレーブ局 3 N と接続されている外部機器 4 N を協調動作させるためのスレーブ協調動作時刻情報 $S_{D N}$ を生成する。スレーブ生成部 33 は、スレーブクロック 31 でカウントされた時刻 S_C と協調動作周期 C_Y とに基づいて、スレーブ協調動作時刻情報 S_D を生成する。スレーブ出力部 34 は、スレーブ生成部 33 で生成されたスレーブ協調動作時刻情報 S_D に基づいて、タイムスレーブ局 3 に接続されている外部機器 4 に同期指令信号 S_S を出力する。例えば、タイムスレーブ局 3 a は、スレーブ協調動作時刻情報 $S_{D a}$ に基づいて、外部機器 4 a に同期指令信号 $S_{S a}$ を出力し、タイムスレーブ局 3 N は、スレーブ協調動作時刻情報 $S_{D N}$ に基づいて、外部機器 4 N に同期指令信号 $S_{S N}$ を出力する。

[0024] スレーブ生成部 33 は、スレーブ受信部 32 で受信されたマスタ協調動作時刻情報 M_D と協調動作周期 C_Y と次回のスレーブ協調動作時刻 S_{T1} とに基づいて、スレーブクロック 31 でカウントされる時刻 S_C がマスタクロック 21 でカウントされた時刻 M_C に対して進んでいるか否かを判定し、判定結果に基づいて、スレーブ協調動作時刻情報 S_D を生成することができる。

[0025] また、スレーブ生成部 33 は、スレーブ受信部 32 にマスタ協調動作時刻情報 M_D が受信されていないと判定したとき、予め決められている協調動作周期 C_Y とスレーブクロック 31 でカウントされた時刻 S_C とに基づいて、スレーブ協調動作時刻情報 S_D を生成することができる。

[0026] また、スレーブ生成部 33 は、特定の協調動作周期 C_Y 内にマスタ協調動作時刻情報 M_D が受信されたか否かを判定し、判定結果に基づいて、スレーブ協調動作時刻情報 S_D を補正することができる。

[0027] また、スレーブ受信部 32 は、同一のマスタ協調動作時刻情報 M_D を複数

回数受信することができる。また、スレーブ受信部32は、いかなるタイミングにおいても、マスタ協調動作時刻情報MDを受信することができる。

[0028] 一例として、任意のサンプリング周波数カウンタからのパルス信号に同期して複数のセンサからの入力を取込む場合、外部機器4がセンサに相当する。協調動作周期CYは、複数のセンサに協調動作を実行させる周期であり、サンプリング周期に相当する。協調動作タイミング信号TSは、任意のサンプリング周期で出力されているパルス信号に相当する。マスタ協調動作時刻情報MD及びスレーブ協調動作時刻情報SDは、複数のセンサへの入力取込み指示信号を出力する基準となるタイミングを示す。

[0029] 次に、ネットワークシステム100の動作について、図3及び図4のフローチャートと、図5から図7の模式図を参照して説明する。

[0030] 以下の説明においては、マスタクロック21でカウントされる時刻MCを適宜、マスタ時刻MCと称し、スレーブクロック31でカウントされる時刻SCを適宜、スレーブ時刻SCと称する。また、マスタ生成部23によって生成されるマスタ協調動作時刻情報MDが示す時刻MTを適宜、マスタ協調動作時刻MTと称し、スレーブ生成部33によって生成されるスレーブ協調動作時刻情報SDが示す時刻STを適宜、スレーブ協調動作時刻STと称する。

[0031] まず、図3を参照して、タイムマスタ局2の動作について説明する。マスタクロック21は、マスタ時刻MCをカウントする（ステップS10）。マスタ時刻MCのカウントが開始された後、タイムマスタ局2は、協調動作が開始されたか否かを判定する（ステップS20）。同期マスタ装置1からの協調動作タイミング信号TSがマスタ入力部22に入力されたとき、協調動作が開始される。ステップS20において、協調動作が開始されていないと判定されたとき（ステップS20：No）、協調動作の開始（ステップS20：Yes）を待つ。

[0032] ステップS20において、協調動作タイミング信号TSが入力され、協調動作が開始されたと判定されたとき（ステップS20：Yes）、マスタ生

成部 23 は、入力された協調動作タイミング信号 TS とマスタ時刻 MC とに基づいて、マスタ協調動作時刻情報 MD を生成する。マスタ生成部 23 は、マスタ入力部 22 に協調動作タイミング信号 TS が入力された時点でカウントされたマスタ時刻 MC を、前回のマスタ協調動作時刻 MT0 とする。マスタ生成部 23 は、協調動作タイミング信号 TS が入力された時点でカウントされたマスタ時刻 MC を記録し、記録されたマスタ時刻 MC をマスタ協調動作時刻情報 MD としてフレームに埋め込む（ステップ S30）。

[0033] 協調動作タイミング信号 TS は、協調動作周期 CY でマスタ入力部 22 に入力されており、マスタ協調動作時刻情報 MD は、協調動作周期 CY で生成される。マスタ生成部 23 は、前回のマスタ協調動作時刻 MT0 及び次のマスタ協調動作時刻 MT1 を認識する（ステップ S40）。次のマスタ協調動作時刻 MT1 とは、前回のマスタ協調動作時刻 MT0 から 1 協調動作周期 CY が経過した後の時刻である。例えば、12 時 00 分 00 秒に協調動作タイミング信号 TS が入力され、協調動作周期 CY が 5 秒の場合、マスタ協調動作時刻情報フレームには「12 時 00 分 00 秒」が埋め込まれ、次のマスタ協調動作時刻 MT1 は「12 時 00 分 05 秒」とであると認識される。

[0034] マスタ生成部 23 は、次の協調動作タイミング信号 TS がマスタ入力部 22 に入力されたか否かを判定する（ステップ S50）。同期マスタ装置 1 からタイムマスタ局 2 に協調動作タイミング信号 TS が協調動作周期 CY で正常に送信されている場合、先の協調動作タイミング信号 TS がマスタ入力部 22 に入力された時点から 1 協調動作周期 CY（5 秒）経過後に、次の協調動作タイミング信号 TS がマスタ入力部 22 に入力されることとなる。

[0035] ステップ S50 において、協調動作タイミング信号 TS の入力がないと判定されたとき（ステップ S50：No）、マスタ生成部 23 は、マスタ時刻 MC が次のマスタ協調動作時刻 MT1 を過ぎたか否かを判定する（ステップ S60）。

[0036] ステップ S60 において、マスタ時刻 MC が次のマスタ協調動作時刻 MT1 を過ぎたと判定された場合（ステップ S60：Yes）、マスタ生成部

23は、協調動作周期CYが変更されたと認識する（ステップS70）。マスタ生成部23は、ステップS30の処理に移行する。

[0037] ステップS60において、マスタ時刻MCが次のマスタ協調動作時刻MT1を過ぎていないと判定された場合（ステップS60：No）、マスタ生成部23は、ステップS50の処理に移行する。

[0038] ステップS50において、協調動作タイミング信号TSの入力があると判定されたとき（ステップS50：Yes）、マスタ生成部23は、協調動作周期CYの変更二重発生防止期間であるか否かを判定する（ステップS80）。

[0039] 協調動作周期CYの変更二重発生防止期間とは、任意の期間中に、協調動作周期CYが変更された直後に、ステップS50において協調動作周期CYが再度変更されたと誤認識されることを防止する期間である。ステップS60とステップS50との発生タイミングのズレは、同期マスタ装置1とタイムマスタ局2との同期精度に依存する。同期マスタ装置1とタイムマスタ局2との同期精度に基づいて、協調動作周期CYの変更二重発生防止期間が設定される。

[0040] ステップS80において、変更二重発生防止期間であると判定された場合（ステップS80：Yes）、マスタ生成部23は、ステップS30の処理に戻り、変更二重発生防止期間でないと判定された場合（ステップS80：No）、マスタ生成部23は、ステップS70の処理に移行する。

[0041] また、マスタ送信部24は、ステップS30において生成されたマスタ協調動作時刻情報MDをタイムスレーブ局3に送信する（ステップS90）。

[0042] マスタ送信部24は、マスタ協調動作時刻情報MDを含むフレームを任意のタイミングでタイムスレーブ局3に送信することができる。

[0043] 次に、図4を参照して、タイムスレーブ局3の動作について説明する。図4のステップS100からステップS130は、協調動作が開始される前のタイムスレーブ局3の動作を示す。ステップS210からステップS290は、協調動作開始後のタイムスレーブ局3の動作を示す。図4を用いる説明

においては、次回のスレーブ協調動作時刻 $ST1$ を適宜、次回のスレーブ協調動作時刻 STN とし、次々回のスレーブ協調動作時刻 $ST2$ を適宜、次々回のスレーブ協調動作時刻 $STN+1$ とする。

[0044] スレーブクロック 31 は、スレーブ時刻 SC をカウントする（ステップ $S100$ ）。スレーブ時刻 SC は、マスタ時刻 MC と同期している。スレーブ時刻 SC がカウントされている状態で、スレーブ生成部 33 は、スレーブ受信部 32 がマスタ協調動作時刻情報 MD を受信したか否かを判定する（ステップ $S110$ ）。ステップ $S110$ において、マスタ協調動作時刻情報 MD を受信していないと判定したとき（ステップ $S110: No$ ）、スレーブ生成部 33 は、ステップ $S210$ の処理に移行する。

[0045] ステップ $S110$ において、マスタ協調動作時刻情報 MD を受信したと判定したとき（ステップ $S110: Yes$ ）、スレーブ生成部 33 は、スレーブ受信部 32 で受信されたマスタ協調動作時刻情報 MD と協調動作周期 CY とに基づいて、スレーブ協調動作時刻情報 SD を生成する。

[0046] スレーブ生成部 33 は、次回のスレーブ協調動作時刻 STN を、前回のマスタ協調動作時刻 $MT0$ から 1 協調動作周期 CY が経過した後の時刻にセットする（ステップ $S120$ ）。例えば、前回のマスタ協調動作時刻 $MT0$ が「12時00分00秒」であり、協調動作周期 CY が 5 秒の場合、次回のスレーブ協調動作時刻 STN は「12時00分05秒」にセットされる。

[0047] また、スレーブ生成部 33 は、次々回のスレーブ協調動作時刻 $STN+1$ を、前回のマスタ協調動作時刻 $MT0$ から 2 協調動作周期 CY が経過した後の時刻にセットする（ステップ $S130$ ）。例えば、前回のマスタ協調動作時刻 $MT0$ が「12時00分00秒」であり、1 協調動作周期 CY が 5 秒で、2 協調動作周期 CY が 10 秒の場合、次々回のスレーブ協調動作時刻 $STN+1$ は「12時00分10秒」にセットされる。

[0048] すなわち、協調動作開始前においては、タイムスレーブ局 3 は、タイムマスタ局 2 からマスタ協調動作時刻情報 MD を受信する度に、次回のスレーブ協調動作時刻 STN を「前回のマスタ協調動作時刻 $MT0 + 1$ 協調動作周期

経過後」にセットし、次々回のスレーブ協調動作時刻 $STN + 1$ を「前回のマスタ協調動作時刻 $MTO + 2$ 協調動作周期経過後」にセットする。

[0049] 次に、協調動作開始後のタイムスレーブ局 3 の動作について説明する。スレーブクロック 31 は、スレーブ時刻 SC をカウントする。スレーブ時刻 SC は、マスタ時刻 MC と同期している。スレーブ時刻 SC がカウントされている状態で、タイムスレーブ局 3 は、協調動作が開始されたか否かを判定する（ステップ $S210$ ）。

[0050] ステップ $S210$ において、協調動作が開始されていないと判定されたとき（ステップ $S210 : No$ ）、ステップ $S110$ の処理に移行する。ステップ $S210$ において、協調動作が開始されたと判定されたとき（ステップ $S210 : Yes$ ）、スレーブ生成部 33 は、スレーブ受信部 32 にマスタ協調動作時刻情報 MD が受信されたか否かを判定する（ステップ $S220$ ）。ステップ $S220$ において、マスタ協調動作時刻情報 MD が受信されたと判定された場合（ステップ $S220 : Yes$ ）、スレーブ生成部 33 は、受信したマスタ協調動作時刻情報 MD が次の協調動作周期 CY 内に受信されるべきマスタ協調動作時刻情報 MD か否かを判定する（ステップ $S230$ ）。ステップ $S230$ の処理により、スレーブ時刻 SC とマスタ時刻 MC との進み又は遅れが考慮され、スレーブ協調動作時刻情報 SD が適切に生成される。

[0051] スレーブ生成部 33 は、以下の条件式（1）が満たされる場合、受信したマスタ協調動作時刻情報 MD は次の協調動作周期 CY 内に受信されるべきマスタ協調動作時刻情報 MD であると判定する。

[0052]
$$[\text{受信したマスタ協調動作時刻}] \leq [\text{次のスレーブ協調動作時刻} - (1 \text{ 協調動作周期} \div 2)] \quad \dots (1)$$

[0053] なお、条件式（1）は、マスタ時刻 MC とスレーブ時刻 SC とが、1 協調動作周期 CY の半分未満の誤差で同期していることを前提とする。

[0054] ステップ $S230$ において、例えばマスタ時刻 MC に対してスレーブ時刻 SC が遅れ、受信したマスタ協調動作時刻情報 MD が次の協調動作周期 C

Y内に受信されるべきマスタ協調動作時刻情報MDであると判定された場合（ステップS230：Yes）、スレーブ生成部33は、次々回のスレーブ協調動作時刻 ST_{N+1} を、マスタ協調動作時刻MTから1協調動作周期CYが経過した後の時刻にセットする（ステップS240）。

[0055] ステップS230において、受信したマスタ協調動作時刻情報MDが次回の協調動作周期CY内に受信されるべきマスタ協調動作時刻情報MDでないと判定された場合（ステップS230：No）、スレーブ生成部33は、次々回のスレーブ協調動作時刻 ST_{N+1} を、マスタ協調動作時刻MTから2協調動作周期CYが経過した後の時刻にセットする（ステップS250）。

[0056] 次に、スレーブ生成部33は、スレーブ時刻SCが次回のスレーブ協調動作時刻 ST_N を過ぎたか否かを判定する（ステップS260）。ステップS260において、スレーブ時刻SCが次回のスレーブ協調動作時刻 ST_N を過ぎたと判定された場合（ステップS260：Yes）、スレーブ生成部33は、スレーブ出力部34から同期指令信号SSを出力させる（ステップS270）。

[0057] ステップS260において、スレーブ時刻SCが次回のマスタ協調動作時刻 ST_N を過ぎていないと判定された場合（ステップS260：No）、ステップS210の処理が実行される。

[0058] スレーブ生成部33は、次々回のスレーブ協調動作時刻 ST_{N+1} を次回のスレーブ協調動作時刻 ST_N にセットする（ステップS280）。

[0059] また、スレーブ生成部33は、次々回のスレーブ協調動作時刻 ST_{N+1} を次回のスレーブ協調動作時刻 ST_N から1協調動作周期CYが経過した後の時刻にセットする（ステップS290）。以下、ステップS220からステップS290の処理が継続される。

[0060] 図5は、タイムスレーブ局3から出力される同期指令信号SSの一例を示す模式図である。図5に示すように、協調動作開始前においては、同期指令信号SSは出力されず、協調動作開始後に同期指令信号SSが出力される。

[0061] 図6は、スレーブ時刻SCとマスタ時刻MCとの同期誤差が小さい場合に

おけるマスタ協調動作時刻情報MDと協調動作周期CYとの関係を示す模式図であり、図7は、スレーブ時刻SCがマスタ時刻MCよりも遅れている場合におけるマスタ協調動作時刻情報MDと協調動作周期CYとの関係を示す模式図である。以下の説明においては、現在の協調動作周期CYを適宜、現在の協調動作周期Nと称し、次回の協調動作周期CYを適宜、次回の協調動作周期N+1と称し、次々回の協調動作周期CYを適宜、次々回の協調動作周期N+2と称する。

[0062] 図6に示すように、前回のマスタ協調動作時刻MT0と次回のマスタ協調動作時刻MT1との間の1回の協調動作周期CYにおいて、タイムマスタ局2から複数のマスタ協調動作時刻情報MDが連続送信される。1回の協調動作周期CYにおいて連続送信されるマスタ協調動作時刻情報MDは、同一のマスタ協調動作時刻情報MDである。スレーブ時刻SCとマスタ時刻MCとの同期誤差が小さい場合、タイムマスタ局2における協調動作周期CYとタイムスレーブ局3における協調動作周期CYとの開始時刻誤差又は終了時刻誤差は小さい。したがって、図6に示すように、タイムマスタ局2における現在の協調動作周期Nにおいて連続送信されたマスタ協調動作時刻情報MDは、タイムスレーブ局3における現在の協調動作周期N内にスレーブ受信部32に受信される。同様に、タイムマスタ局2における次回の協調動作周期N+1において連続送信されたマスタ協調動作時刻情報MDは、タイムスレーブ局3における次回の協調動作周期N+1内にスレーブ受信部32に受信される。次々回の協調動作周期N+2及び次々々回の協調動作周期N+3についても同様である。

[0063] ノイズの影響によりタイムマスタ局2から送信されたマスタ協調動作時刻情報MDをタイムスレーブ局3が受信し難い状況が発生しても、同一のマスタ協調動作時刻情報MDが連続送信されることにより、連続送信される複数のマスタ協調動作時刻情報MDのうち、少なくとも一つのマスタ協調動作時刻情報MDがタイムスレーブ局3に受信される可能性が高くなる。なお、「同一のマスタ協調動作時刻情報MDを含んだフレーム」とは、マスタ協調動

作時刻情報MD以外の情報が異なるフレームであっても、マスタ協調動作時刻情報MDが同一であれば、同一のフレームであるとみなす。

[0064] 図7に示すように、スレーブ時刻SCがマスタ時刻MCよりも遅れている場合、タイムスレーブ局3における現在の協調動作周期Nにおいて、スレーブ受信部32は、タイムマスタ局2における現在の協調動作周期Nにおいて送信されたマスタ協調動作時刻情報MDのみならず、タイムマスタ局2における次回の協調動作周期N+1において送信されたマスタ協調動作時刻情報MDを受信してしまう可能性がある。つまり、スレーブ受信部32は、次回の協調動作周期N+1において受信すべきマスタ協調動作時刻情報MDを、現在の協調動作周期Nにおいて受信してしまう可能性がある。スレーブ受信部32が次回の協調動作周期N+1において受信すべきマスタ協調動作時刻情報MDを現在の協調動作周期Nにおいて受信してしまい、スレーブ受信部32に受信されたマスタ協調動作時刻情報MDに基づいて、スレーブ生成部33が次回のスレーブ協調動作時刻ST1を算出すると、マスタ協調動作時刻MTとスレーブ協調動作時刻STとは同期できなくなる。

[0065] ステップS230で説明したように、マスタ協調動作時刻情報MDと協調動作周期CYとに基づいてスレーブ時刻SCがマスタ時刻MCに対して遅れているか否かが判定され、ステップS240及びステップS250で説明したように、遅れていると判定された場合、次々回のスレーブ協調動作時刻ST2 (STN+1) が受信したマスタ協調動作時刻MTから1協調動作周期CYが経過した後の時刻にセットされ、遅れていないと判定された場合、次々回のスレーブ協調動作時刻ST2 (STN+1) が受信したマスタ協調動作時刻MTから2協調動作周期CYが経過した後の時刻にセットされる。スレーブ受信部32は、協調動作周期CY内のいかなるタイミングにおいて何度でもマスタ協調動作時刻情報MDを受信でき、スレーブ生成部33は、マスタ協調動作時刻情報MDを受信する度に次々回のスレーブ協調動作時刻ST2を更新する。このように、タイムスレーブ局3は、スレーブ協調動作時刻情報SDが示すスレーブ協調動作時刻STを正しいタイミングに調整する

機能を有するので、ネットワークシステム 100 の信頼性が向上する。

[0066] 協調動作開始後は、マスタ協調動作時刻情報 MD を含むフレームがタイムスレーブ局 3 に受信される度に、ステップ S 230 で説明した条件に基づいて、次々回のスレーブ協調動作時刻 S T 2 の値が更新される。ステップ S 230 では、タイムマスタ局 2 のマスタ協調動作時刻情報 MD に基づいて、次回の協調動作周期 N + 1 内に受信するはずであったマスタ協調動作時刻 MD を含むフレームを、現在の協調動作周期 N 内に受信したか否かが確認され、該当する場合は、次々回のスレーブ協調動作時刻 S T 2 の更新値が決定される。例えば、図 7 に示すように、スレーブ時刻 S C がマスタ時刻 M C よりも遅れている場合、タイムスレーブ局 3 は、協調動作周期 N - 1 中にタイムマスタ局 2 が協調動作周期 N に到達した際の時刻情報が含まれたマスタ協調動作時刻 MD を含むフレームを受信する場合がある。この場合、タイムスレーブ局 3 がタイムマスタ局 2 のマスタ協調動作時刻 MD に基づいて、次回のスレーブ協調動作時刻 S T 1 を算出すると、タイムスレーブ局 3 のクロック時刻 S C 協調動作時刻に到達する前に、タイムマスタ局 2 が協調動作周期 N + 1 に到達した際の時刻情報が含まれたマスタ協調動作時刻 MD を含むフレームを受信することとなり、この繰り返しにより、タイムスレーブ 3 は、いつまでもクロックカウンタ値が協調動作時刻に到達することができず、協調動作タイミング信号を出力することができない。

[0067] これを回避するために、次回のスレーブ協調動作時刻 S T 1 ではなく、次々回のスレーブ協調動作時刻 S T 2 を更新する。なお、ステップ S 230 において、タイムマスタ局 2 のマスタ時刻 M C が進んでいるのか遅れているのかを判別し、次々回のスレーブ協調動作時刻 S T 2 を適切な値に更新する。上述のように、ステップ S 230 におけるフレームの判別は、(1) 式に基づいてカウンタ値を比較することで実現可能である。

[0068] また、ステップ S 260 及びステップ S 270 で説明したように、タイムスレーブ局 3 は、同期指令信号 S S を出力する機能を有する。また、ステップ S 280 及びステップ S 290 で説明したように、次々回のスレーブ協調

動作時刻 ST_2 (ST_{N+1}) がセットされ、マスタ協調動作時刻情報 MD がスレーブ受信部 32 に受信されない状況が発生しても、タイムスレーブ局 3 は、スレーブ協調動作時刻情報 SD を自動生成する。これにより、ネットワークシステム 100 の信頼性が向上する。

[0069] 以上のように、複数の外部機器 4 の協調動作の基準となるマスタ協調動作時刻 MT を示すマスタ協調動作時刻情報 MD がタイムマスタ局 2 で生成され、タイムスレーブ局 3 はスレーブ受信部 32 で受信されたマスタ協調動作時刻情報 MD とスレーブクロック 31 でカウントされたスレーブ時刻 SC とに基づいて、接続されている外部機器 4 を協調動作させるためのスレーブ協調動作時刻 ST を示すスレーブ協調動作時刻情報 SD を生成する。タイムマスタ局 2 及びタイムスレーブ局 3 を含むネットワークシステム 100 の各ユニットが、協調動作の基準となる時刻を示す協調動作時刻情報を提供することにより、ネットワークシステム 100 の信頼性の向上を図ることができる。

[0070] また、同期ジッタに起因して、マスタクロック 21 でカウントされるマスタ時刻 MC と、スレーブクロック 31 でカウントされるスレーブ時刻 SC との間に進み遅れの関係が生じて、ネットワークシステム 100 の各ユニットに正しい協調動作時刻が提供される。そのため、ネットワークシステム 100 の信頼性が向上する。

[0071] スレーブ生成部 33 は、特定の協調動作周期 CY 内に受信されるべきマスタ協調動作時刻情報 MD が特定の協調動作周期 CY 内に受信されたか否かを判定し、判定結果に基づいて、スレーブ協調動作時刻情報 SD を補正する。受信されるべきマスタ協調動作時刻情報 MD が特定の協調動作周期 CY 内に受信され、スレーブ時刻 SC がマスタ時刻 MC に対して遅れていると判定された場合、次々回のスレーブ協調動作時刻 ST_2 は、スレーブ受信部 32 に受信されたマスタ協調動作時刻 MT から 1 協調動作周期 CY だけ経過した後の時刻にセットされ、受信されるべきマスタ協調動作時刻情報 MD が特定の協調動作周期 CY 内に受信されず、スレーブ時刻 SC がマスタ時刻 MC に対して遅れていないと判定された場合、次々回のスレーブ協調動作時刻 ST_2

は、スレーブ受信部 32 に受信されたマスタ協調動作時刻 MT から 2 協調動作周期 CY だけ経過した後の時刻にセットされる。タイムスレーブ局 3 は、マスタスレーブ局 2 との時刻の進み又は遅れを考慮して、スレーブ協調動作時刻情報 SD が示すスレーブ協調動作時刻 ST を正しいタイミングに調整するタイミング調整機能を有するので、ネットワークシステム 100 の信頼性が向上する。また、進み遅れが考慮されることにより、タイムマスタ局 2 がマスタ協調動作時刻情報 MD を送信するタイミングの制約が緩和されるので、ネットワークシステム 100 の設計が簡易化される。

[0072] マスタ生成部 23 は、マスタ入力部 22 に同期マスタ装置 1 からの協調動作タイミング信号 TS が入力されていないと判定したとき、予め決められている協調動作周期 CY とマスタクロック 21 でカウントされたマスタ時刻 MC とに基づいて、マスタ協調動作時刻情報 MD を生成する協調動作時刻情報自動生成機能を有する。そのため、例えばノイズに起因して、同期マスタ装置 1 からの協調動作タイミング信号 TS が喪失し、タイムマスタ局 2 に協調動作タイミング信号 TS が送信されない状況が発生しても、マスタ生成部 23 がマスタ協調動作時刻情報 MD を自動生成することにより、タイムスレーブ局 3 にマスタ協調動作時刻情報 MD を通知して、協調動作を継続することができる。したがって、ネットワークシステム 100 の信頼性が向上する。

[0073] マスタ送信部 24 は、同一のマスタ協調動作時刻情報 MD を予め決められた回数だけ連続送信する協調動作時刻情報連送機能を有する。例えばノイズに起因して、タイムマスタ局 2 からタイムスレーブ局 3 に送信されるマスタ協調動作時刻情報 MD が喪失し易い環境になっても、同一のマスタ協調動作時刻情報 MD が予め決められた回数だけ連続送信されるので、タイムスレーブ局 3 にマスタ協調動作時刻情報 MD が供給される確率が向上し、協調動作を継続することができる。

[0074] スレーブ受信部 32 は、同一のマスタ協調動作時刻情報 MD を複数回数受信することができるので、マスタ送信部 24 とスレーブ受信部 32 との通信の信頼性が向上する。また、同一のマスタ協調動作時刻情報 MD を複数回数

受信することにより、タイムマスタ局 2 がマスタ協調動作時刻情報 MD を送信するタイミングの制約が緩和されるので、ネットワークシステム 100 の設計が簡易化される。

[0075] スレーブ受信部 32 が協調動作周期 CY 内のいかなるタイミングにおいて何度でもマスタ協調動作時刻情報 MD を含むフレームを受信できる連続受信許容機能を有することにより、システム設計の複雑化が回避可能となる。また、マスタ協調動作時刻情報 MD を含むフレームを受信する度に次々回のスレーブ協調動作時刻 ST2 が正しいタイミングに調整されることで、間接的に次回のスレーブ協調動作時刻 ST1（スレーブ協調動作時刻情報 SD）が正しいタイミングに更新される。

[0076] タイムスレーブ局 3 がスレーブ協調動作時刻情報 SD を正しいタイミングに調整するタイミング調整機能と、マスタ生成部 23 がマスタ協調動作時刻情報 MD を生成する協調動作時刻情報自動生成機能と、タイムマスタ局 2 が同一のマスタ協調動作時刻情報 MD を予め決められた回数だけ連続送信する協調動作時刻情報連送機能と、タイムスレーブ局 3 が協調動作周期 CY 内のいかなるタイミングにおいて何度でもマスタ協調動作時刻情報 MD を受信する連続受信許容機能との組み合わせにより、ネットワークシステム 100 の信頼性が向上する。

[0077] スレーブ生成部 33 は、スレーブ受信部 32 にマスタ協調動作時刻情報 MD が受信されていないと判定したとき、予め決められている協調動作周期 CY とスレーブクロック 31 でカウントされたスレーブ時刻 SC とに基づいて、スレーブ協調動作時刻情報 SD を生成する協調動作時刻情報自動生成機能を有する。そのため、例えばノイズに起因して、タイムマスタ局 2 からマスタ協調動作時刻情報 MD が喪失し、タイムスレーブ局 3 にマスタ協調動作時刻情報 MD が送信されない状況が発生しても、スレーブ生成部 33 がスレーブ協調動作時刻情報 SD を自動生成することにより、外部機器 4 に同期指令信号 SS を通知して、協調動作を継続することができる。したがって、ネットワークシステム 100 の信頼性が向上する。

- [0078] ステップS 2 4 0 及びステップS 2 5 0 において、次々回のスレーブ協調動作時刻S T 2 (S T N + 1) が補正されることにより、スレーブ時刻S C が次回のスレーブ協調動作時刻S T 1 に到達する前に次回のマスタ協調動作時刻M T 1 を示すマスタ協調動作時刻情報M D がスレーブ受信部3 2 に受信されても、ネットワークシステム1 0 0 の信頼性の低下が抑制される。
- [0079] 以上のように、実施の形態1 によれば、タイムマスタ局2 がカウントするマスタ時刻M C とタイムスレーブ局3 がカウントするスレーブ時刻S C との進み又は遅れを示す時刻同期誤差があるネットワークシステム1 0 0 において、同期ネットワークシステム設計を複雑化することなく、正しい協調動作時刻情報の伝達が可能となり、協調動作が可能となる。
- [0080] また、タイムマスタ局2 の協調動作時刻情報自動生成機能と、タイムマスタ局2 の協調動作時刻情報連送機能と、タイムスレーブ局3 のスレーブ協調動作時刻情報自動生成機能との組み合わせにより、ノイズにより協調動作時刻フレームが喪失する環境下においても、接続される機器に対して継続して協調動作タイミングを提供することが可能となる。
- [0081] また、前述の課題1 と課題2 を解決するにあたり、同期ネットワークシステムの設計が複雑化せず、同期ネットワークシステムの設計複雑化が回避可能となる。
- [0082] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

- [0083] 1 同期マスタ装置、2 タイムマスタ局、3 タイムスレーブ局、4 外部機器、2 1 マスタクロック、2 2 マスタ入力部、2 3 マスタ生成部、2 4 マスタ送信部、2 5 マスタ受信部、3 1 スレーブクロック、3 2 スレーブ受信部、3 3 スレーブ生成部、3 4 スレーブ出力部、3 5 スレーブ送信部、1 0 0 ネットワークシステム、2 0 0 ネットワーク。

請求の範囲

- [請求項1] 協調動作タイミング信号を協調動作周期で出力する同期マスタ装置と、
- ネットワークに接続されるタイムマスタ局と、
- 前記ネットワークに接続されるタイムスレーブ局と、
- を備え、
- 前記タイムマスタ局は、
- 時刻をカウントするマスタクロックと、
- 前記同期マスタ装置から出力された前記協調動作タイミング信号が
- 入力されるマスタ入力部と、
- 前記マスタ入力部に入力された前記協調動作タイミング信号と前記
- マスタクロックでカウントされた時刻とに基づいて、複数の外部機器
- を協調動作させるための基準となる時刻を示すスレーブ協調動作時刻
- 情報を生成するための情報であるマスタ協調動作時刻情報を生成する
- マスタ生成部と、
- 前記マスタ生成部で生成された前記マスタ協調動作時刻情報を送信
- するマスタ送信部と、を有し、
- 前記タイムスレーブ局は、
- 時刻をカウントするスレーブクロックと、
- 前記マスタ送信部から送信された前記マスタ協調動作時刻情報を受
- 信するスレーブ受信部と、
- 前記スレーブ受信部で受信された前記マスタ協調動作時刻情報と前
- 記スレーブクロックでカウントされた時刻と前記協調動作周期とに基
- づいて、前記スレーブ協調動作時刻情報を生成するスレーブ生成部と
- 、
- 前記スレーブ生成部で生成された前記スレーブ協調動作時刻情報に
- 基づいて、前記外部機器に前記同期指令信号を出力するスレーブ出力
- 部と、を有する

ことを特徴とするネットワークシステム。

[請求項2] 前記スレーブ生成部は、前記スレーブ受信部で受信された前記マスタ協調動作時刻情報と前記協調動作周期とに基づいて、前記スレーブクロックでカウントされる時刻が前記マスタクロックでカウントされた時刻に対して進んでいるか否かを判定し、前記判定結果に基づいて、前記スレーブ協調動作時刻情報を生成することを特徴とする請求項1に記載のネットワークシステム。

[請求項3] 前記マスタ生成部は、前記マスタ入力部に前記協調動作タイミング信号が入力されていないと判定したとき、前記協調動作周期と前記マスタクロックでカウントされた時刻とに基づいて、前記マスタ協調動作時刻情報を生成することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のネットワークシステム。

[請求項4] 前記マスタ送信部は、同一の前記マスタ協調動作時刻情報を予め決められた回数だけ連続送信することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載のネットワークシステム。

[請求項5] 前記スレーブ受信部は、同一の前記マスタ協調動作時刻情報を複数回数受信することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか一項に記載のネットワークシステム。

[請求項6] 前記スレーブ生成部は、前記スレーブ受信部に前記マスタ協調動作時刻情報が受信されていないと判定したとき、前記協調動作周期と前記スレーブクロックでカウントされた時刻とに基づいて、前記スレーブ協調動作時刻情報を生成することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか一項に記載のネットワークシステム。

[請求項7] 時刻をカウントするマスタクロックと、
協調動作周期で出力される協調動作タイミング信号が入力されるマスタ入力部と、

前記マスタ入力部に入力された前記協調動作タイミング信号と前記マスタクロックでカウントされた時刻とに基づいて、複数の外部機器

を協調動作させるための基準となる時刻を示すマスタ協調動作時刻情報を生成するマスタ生成部と、

前記マスタ生成部で生成された前記マスタ協調動作時刻情報をタイムスレーブ局に送信するマスタ送信部と、を有し、

前記マスタ生成部は、前記マスタ入力部に前記協調動作タイミング信号が入力されていないと判定したとき、前記協調動作周期と前記マスタクロックでカウントされた時刻とに基づいて、前記マスタ協調動作時刻情報を生成することを特徴とするタイムマスタ局。

[請求項8] 前記マスタ送信部は、同一の前記マスタ協調動作時刻情報を予め決められた回数だけ連続送信することを特徴とする請求項7に記載のタイムマスタ局。

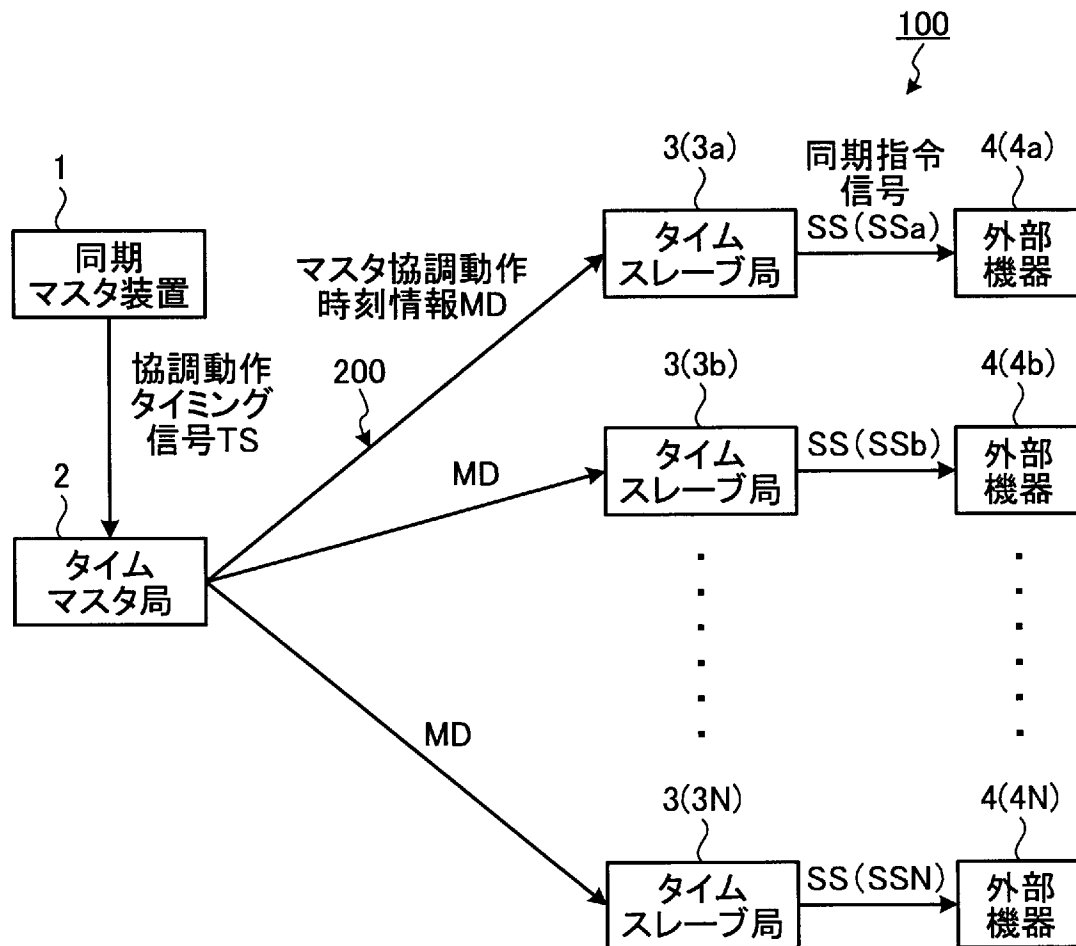
[請求項9] 時刻をカウントするスレーブクロックと、
タイムマスタ局から協調動作周期で送信されるマスタ協調動作時刻情報を受信するスレーブ受信部と、

前記スレーブ受信部で受信された前記マスタ協調動作時刻情報と前記スレーブクロックでカウントされた時刻とに基づいて、複数の外務機器を協調動作させるための基準となる時刻を示すスレーブ協調動作時刻情報を生成するスレーブ生成部と、

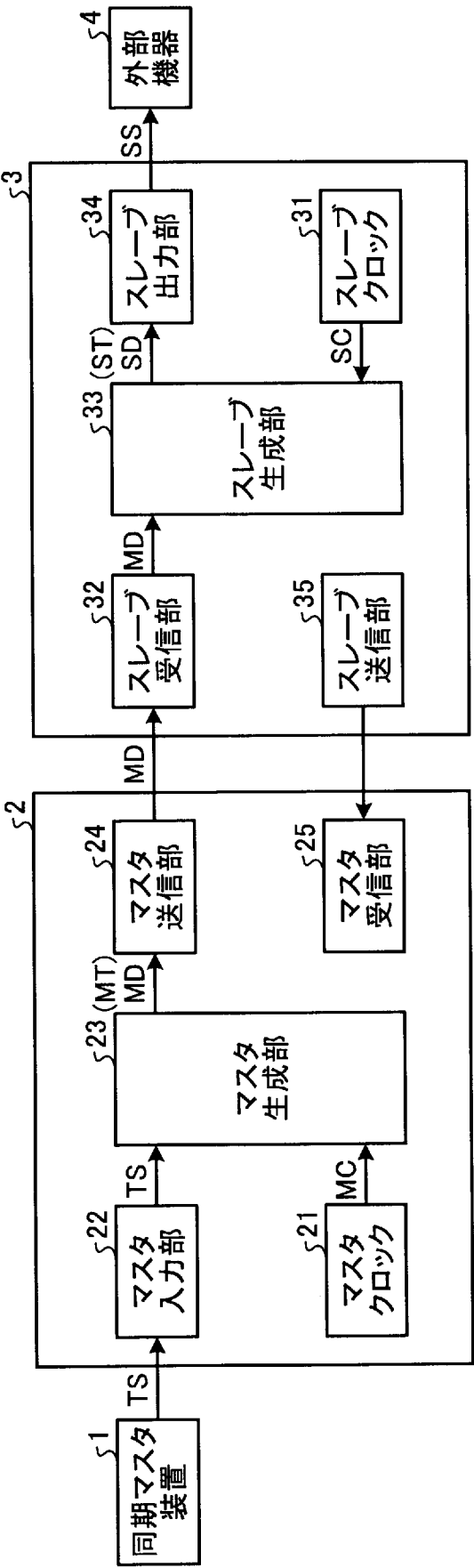
前記スレーブ生成部で生成された前記スレーブ協調動作時刻情報に基づいて、前記外部機器に前記同期指令信号を出力するスレーブ出力部と、を有し、

前記スレーブ生成部は、前記スレーブ受信部に前記マスタ協調動作時刻情報が受信されていないと判定したとき、前記協調動作周期と前記スレーブクロックでカウントされた時刻とに基づいて、前記スレーブ協調動作時刻情報を生成することを特徴とするタイムスレーブ局。

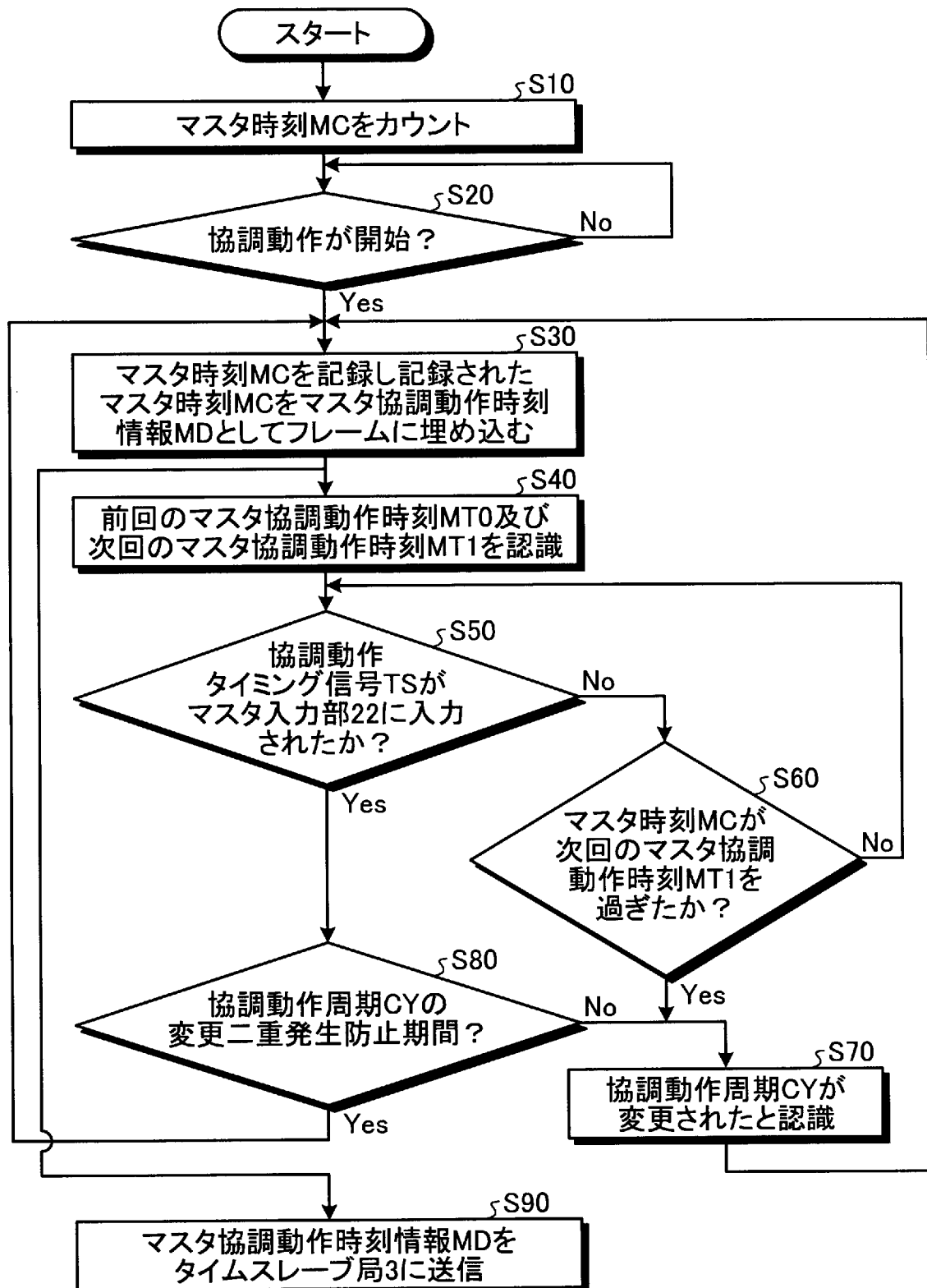
[図1]



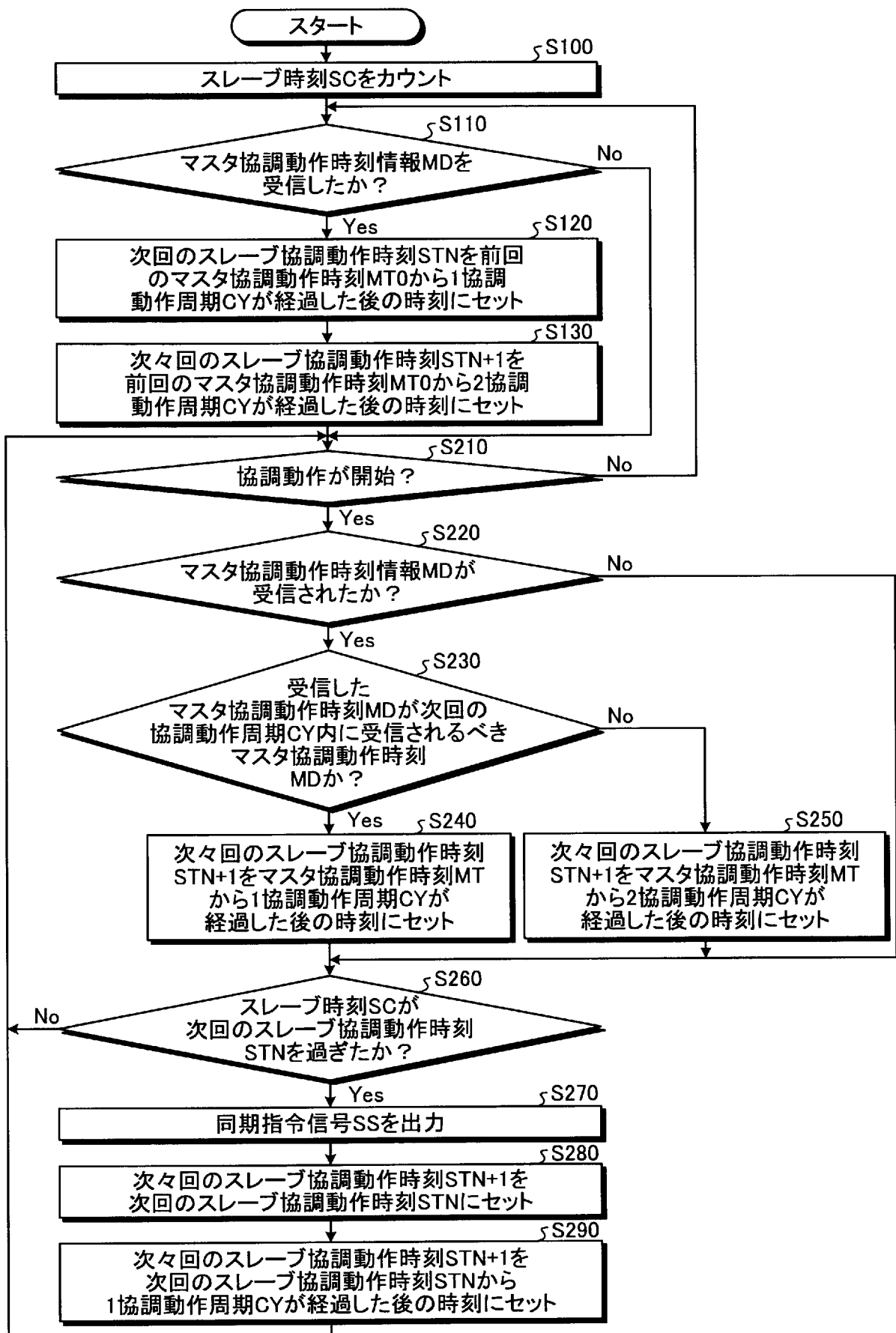
[図2]



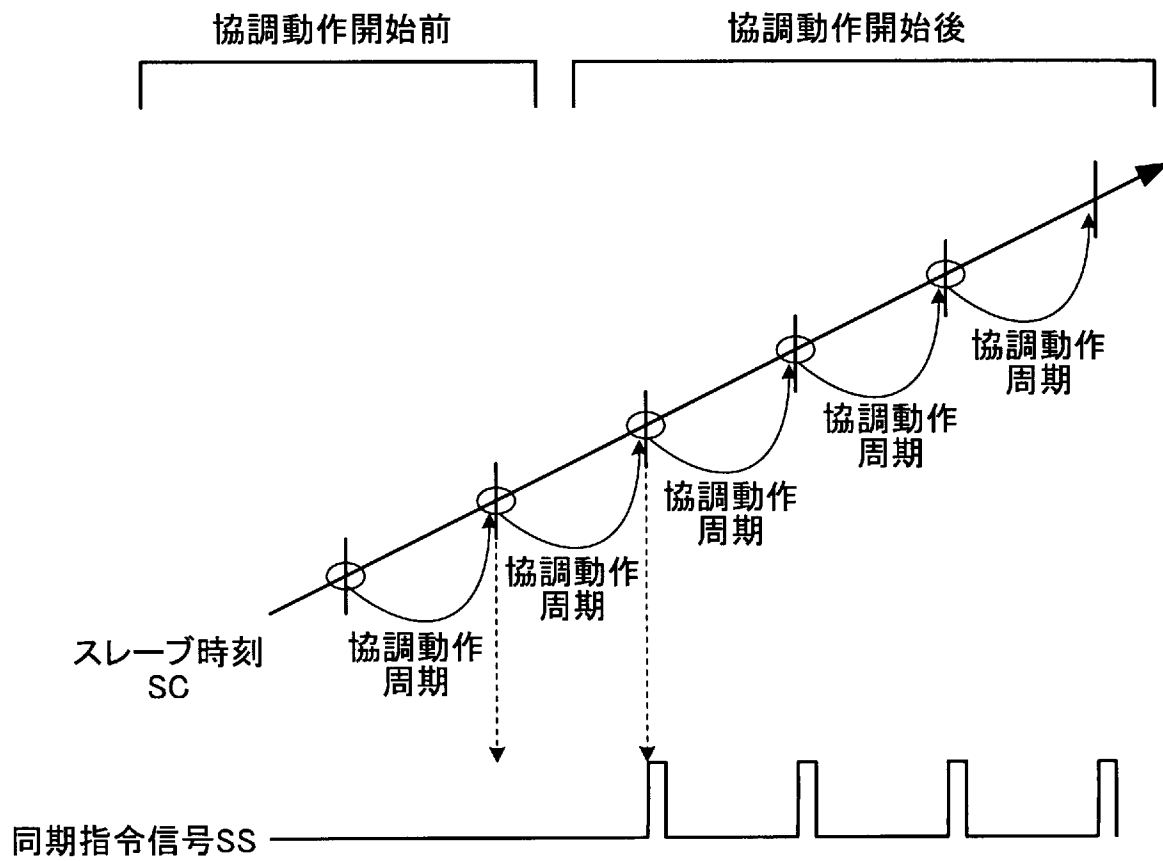
[図3]



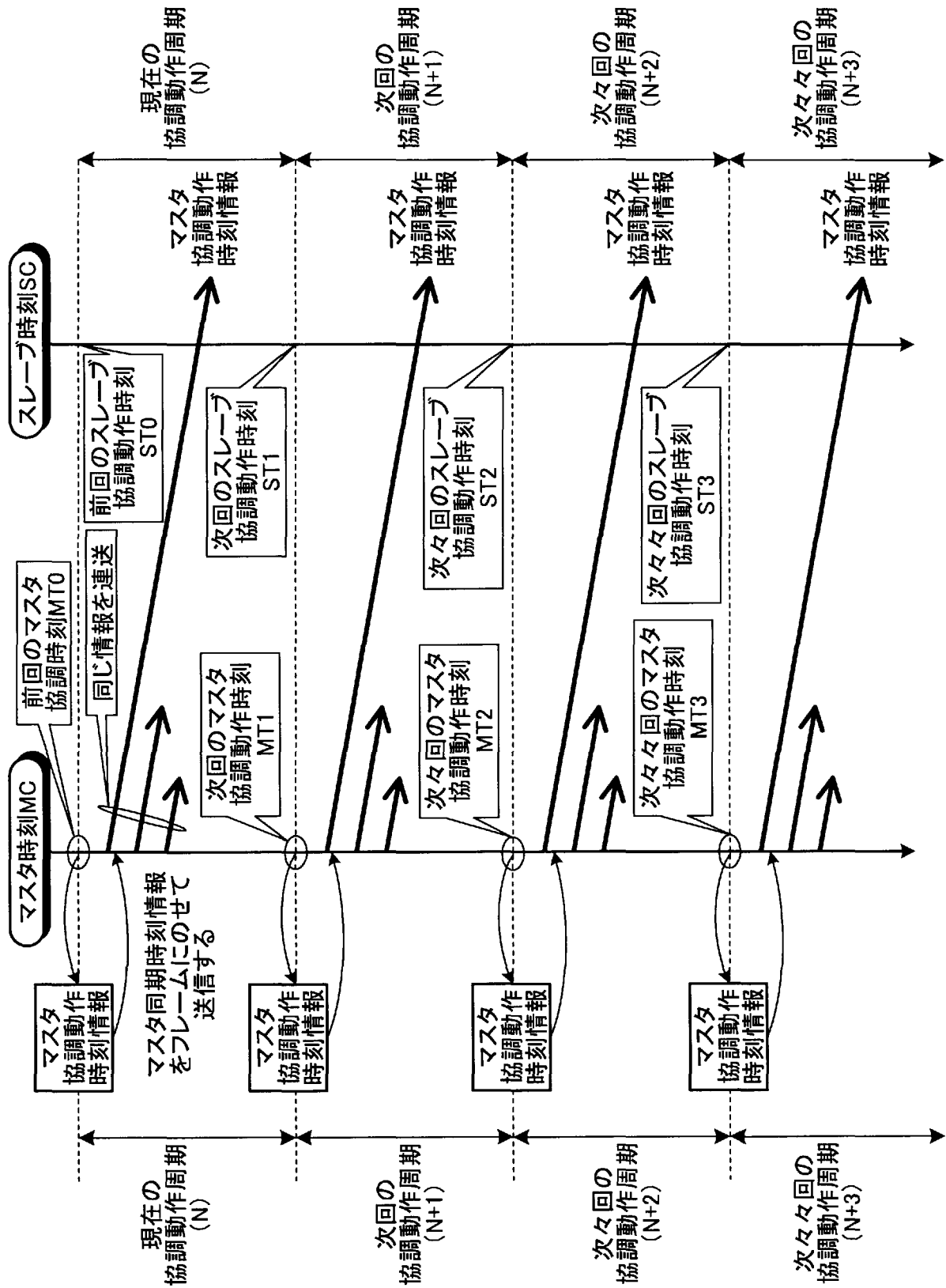
[図4]



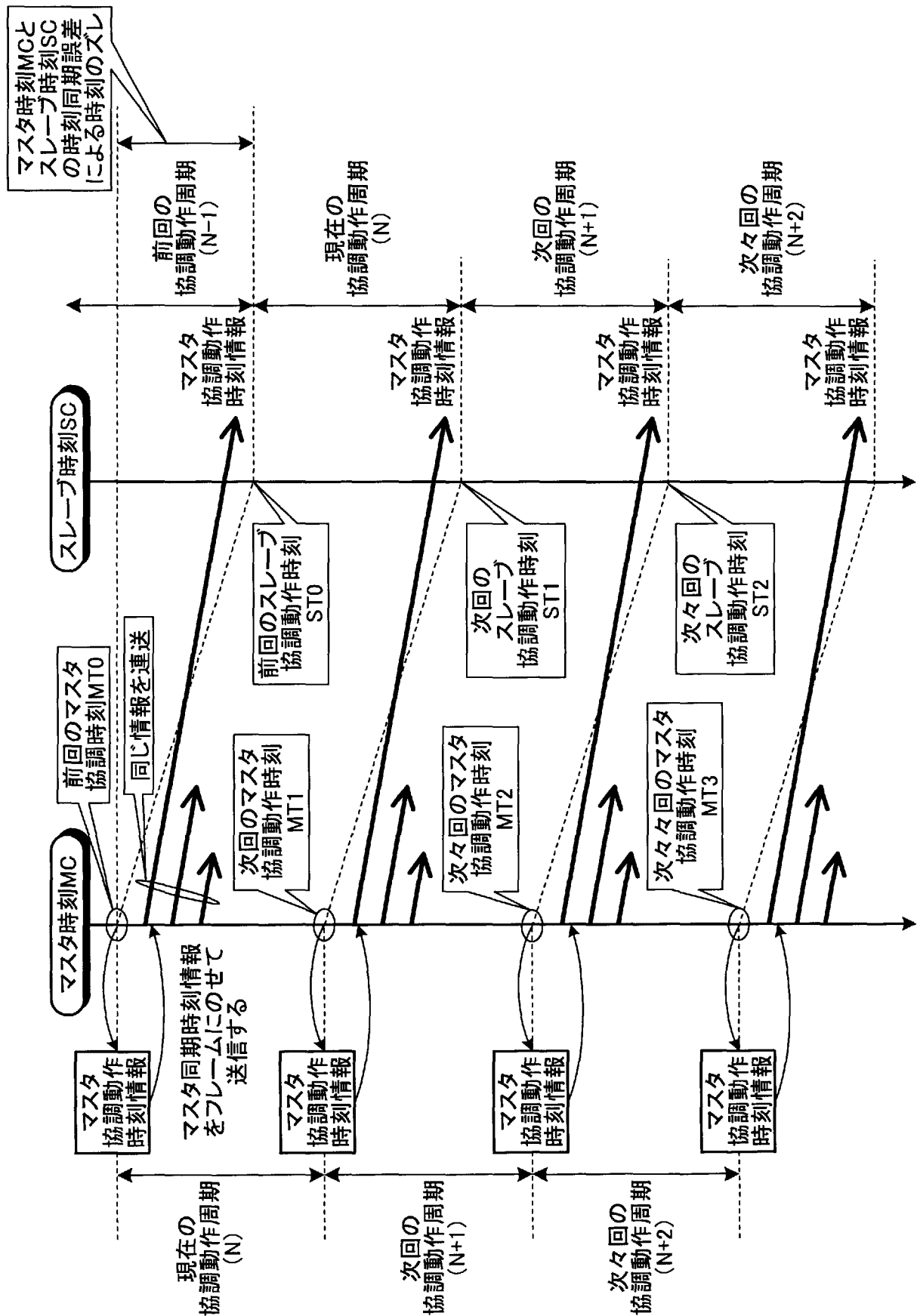
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/069690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L7/00(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)

H04L7/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2001-237813 A (Fujitsu Ltd.), 31 August 2001 (31.08.2001), entire text & US 6698022 B1	1-9
A	JP 2004-186877 A (NTT Docomo Inc.), 02 July 2004 (02.07.2004), entire text & US 2004/0109474 A1 & EP 1427121 A1 & CN 1505279 A	1-9

☐ 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
14 September 2015 (14.09.15)

Date of mailing of the international search report
29 September 2015 (29.09.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04L7/00(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（I P C））

Int.Cl. H04L7/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2001-237813 A（富士通株式会社）2001.08.31, 全文 & US 6698022 B1	1-9
A	JP 2004-186877 A（株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ）2004.07.02, 全文 & US 2004/0109474 A1 & EP 1427121 A1 & CN 1505279 A	1-9

☐ 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

1 4 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

阿部 弘

5 K

9 3 8 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6