

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 2 月 3 日 (03.02.2005)

PCT

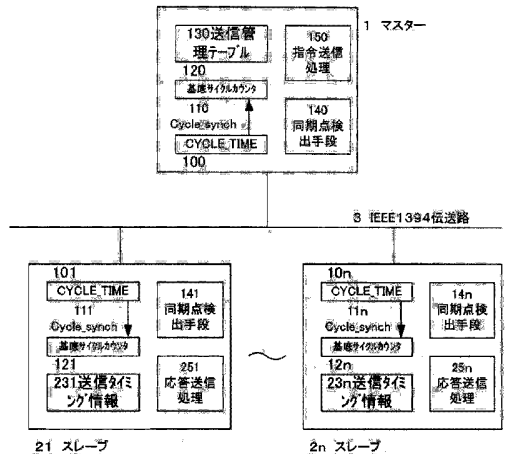
(10) 国際公開番号
WO 2005/011201 A1

- (51) 国際特許分類: H04L 12/28, 7/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/008122 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 藤原 昇 (FUJIWARA, Noboru) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).
(22) 国際出願日: 2004 年 6 月 10 日 (10.06.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2003-279358 2003 年 7 月 24 日 (24.07.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 Fukuoka (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

/ 続葉有 /

(54) Title: MASTER-SLAVE SYNCHRONIZATION COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: マスター・スレーブ同期通信方式



- 1...MASTER
130...TRANSMISSION MANAGEMENT TABLE
120...BASIC CYCLE COUNTER
150...INSTRUCTION TRANSMISSION PROCESSING
140...SYNCHRONIZATION POINT DETECTION MEANS
3...IEEE1394 TRANSMISSION PATH
21...SLAVE
2n...SLAVE
121...BASIC CYCLE COUNTER
231...TRANSMISSION TIMING INFORMATION
141...SYNCHRONIZATION POINT DETECTION MEANS
251...RESPONSE TRANSMISSION PROCESSING
12n...BASIC CYCLE COUNTER
23n...TRANSMISSION TIMING INFORMATION
14n...SYNCHRONIZATION POINT DETECTION MEANS
25n...RESPONSE TRANSMISSION PROCESSING

(57) Abstract: There is provided a master-slave synchronization communication method capable of prolonging the communication cycle according to the number of stations (communication load) without causing a jitter at the synchronization point of the communication cycle and performing transmission scheduling in such a manner that data is transmitted after a predetermined time from the synchronization point. The master-slave synchronization communication method uses the unique cycle of the IEEE1394 communication as a basic cycle and a communication cycle set to be an integral multiple of the basic cycle. Each station includes detection means for detecting a synchronization point which is a communication cycle start timing and a basic cycle counter indicating how many basic cycles precede the current cycle from the synchronization point (after a synchronization point is detected, counter values in all the stations are identical). The master transmits an instruction to each slave according to the transmission management table assigned in advance for each of the basic cycle counter values. Each slave transmits response data to the master according to the transmission timing information in which the basic cycle counter value is set for transmitting the response.

(57) 要約: 通信周期の同期点にジッタが生じない、局数 (通信負荷) に応じて通信周期を長くすることができ、同期点から所定時間後にデータを送信するように送信スケジューリングが可能なマスター・スレーブ同期通信方式を提供する。

IEEE1394 通信の固有周期を基底サイクルとしてその整数倍に設定された通信周期を持ち、各局は通信周期の開始タイミングである同期点の検出手段と、現サイクルが該同期点から何番目の基底サイクルであるかを示す基底サイクルカウンタ (同期点検出後、カウンタ値は全局で同じ値を持つ) を持ち、マスターは該基底サイクルカウンタ値毎にあらかじめ割り付けられた送信管理テーブルに基づいて各スレーブへ指令を送信し、各スレーブは応答を送信する基底サイクルカウンタ値を設定した送信タイミング情報に基づいてマスターへ応答データを送信する。

ンタ値を設定した送信タイミング情報に基づいてマスターへ応答データを送信する。



(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, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

マスター・スレーブ同期通信方式

技術分野

- [0001] 本発明は、IEEE1394を使ってマスター・スレーブ同期通信を行うリアルタイム制御システムの通信方式に関する。

背景技術

- [0002] 従来のマスター・スレーブ同期通信方式では、PROFIBUS-DPのように通信周期の同期点を知らせるデータ packets をマスターが全スレーブに一齐放送し、各スレーブはその受信タイミングで同期点を検出し、その後ポーリングによって指令データと応答データの交換を行っている(例えば、非特許文献1参照)。
- [0003] また、SERCOS(登録商標)のように同期点の通知は同じくマスターからの一齐放送によるが、その後マスターから指令データが各スレーブに送信され、さらに各スレーブが同期点からの所定の時間経過後、あるいは所定の送信順序に基づき順次応答データを送信していくものもある(例えば、非特許文献2参照)。
- [0004] こうしたマスター・スレーブ間で同期をとって通信を行う方式はリアルタイム制御システムでは一般的な通信方式である。
- [0005] 一方IEEE1394準拠ネットワークはパソコンやAV機器などで一般的な高速の汎用ネットワークである。伝送速度は100Mbps〜3.2Gbpsであり、PROFIBUS-DPの最速12Mbps、SERCOSの最速16Mbpsなどと比較すると極めて高速な通信が可能である。なおかつネットワークに接続された全ノードが125 μ sの固有周期で同期をとって動作するアイソクロナス通信をサポートしている点で、同じく汎用・高速の汎用ネットワークであるイーサネット(登録商標)などに無い特徴を備えており、上述のようなマスター・スレーブ同期通信を行うリアルタイム制御用ネットワークへの応用が期待されている。(例えば、特許文献1参照)
- [0006] 図12はPROFIBUS-DPなどで一般的な通信方式の通信タイムチャートを示している。図12において、c1、c2、・・・はそれぞれスレーブ#1、スレーブ#2、・・・あての指令データタイミングを表しており、r1、r2、・・・はスレーブ#1、スレーブ#2、・・・

からの応答データ送信タイミングを表している。図12に示す通り通信周期先頭である同期点にて同期パケットが一斉放送され、それに引続きスレーブ # 1 へ指令データが送信されるとスレーブ # 1 が応答データを返信し、次にスレーブ # 2 へ指令データが送信されるとスレーブ # 2 が応答データを返信するというように、いわゆるポーリングにて指令データと応答データの授受を行い、再び通信周期経過後に同期点を迎えて同期パケットが一斉放送されるという通信方法がとられていた。

[0007] また図13はSERCOSなどで採用されている別の通信方式の通信タイムチャートを示している。図13に示す通り、通信周期先頭である同期点にて同期パケットが一斉放送される点は図12と同様であり、それに引続き各スレーブに送信される指令データ c_1 、 c_2 、 $\dots$ がマスターからまとまったタイミングで送信され、それらは1パケットにまとめられて送信されることもある。その後スレーブごとに適切に調整された所定のタイマー値経過後応答データ (r_1 、 r_2 、 $\dots$) が送信されていき、再び通信周期経過後に同期点を迎えて同期パケットが一斉放送されるという通信方法がとられていた。

[0008] このように、従来のマスター・スレーブ同期通信方式では、毎通信周期の同期点毎に同期パケットを一斉放送して全局の同期を確保する、という手段がとられていた。

[0009] 特許文献1:特開2003-008579

非特許文献1:PROFIBUS-DP Specification (IEC61158 Type3)

非特許文献2:SERCOS Specification (IEC61491)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、従来のマスター・スレーブ同期通信方式ではマスターから精度良く毎回の同期点ごとに同期パケットを一斉放送して各スレーブに通知する動作が必要である。これに対応する形でIEEE1394準拠ネットワークのアイソクロナス通信を適用しようとした場合、固有周期毎に編集され一斉送信されるサイクルスタートパケットがこれにもっとも近い同期点通知手段となるが、このパケットは送信タイミング精度を保証しておらず、同期点にジッタが生じるという問題があった。

[0011] また、スレーブの数が多くなるなどして通信周期を固有周期より長く取る必要があっても、固有周期は固定であって変更できないという問題も抱えていた。

[0012] さらに、IEEE1394のアイソクロナス通信は一斉放送でかつ伝送路へのデータ送信タイミングの調整が困難で送信順序の保証もできない通信方式のため、従来のマスター・スレーブ同期通信方式で行われるポーリングや、同期点からの所定時間後やデータ送信順序に従ったデータの送信スケジューリングが困難であった。

[0013] 実施例として引用した特開2003-008579の場合、サイクルスタートパケットに代えて独自のトリガパケット(同期パケット)をアイソクロナス通信で一斉放送した後、各スレーブのデータ通信はアシンクロナス通信でマスターに対して送信要求を行ないながら複数アイソクロナスサイクルにまたがった通信周期を確保するものであり、通信周期のジッタは更に大きなものとなる上にアイソクロナス通信とアシンクロナス通信を使い分けるため、各局の通信処理が複雑になるという問題まであった。

[0014] 本発明はこのような様々な問題点に鑑みてなされたものであり、IEEE1394を適用して、その固有周期を基底サイクルとし、該基底サイクルの整数倍の通信周期で全局の同期を取りながら、容易にデータの送受信スケジューリングが可能なマスター・スレーブ同期通信方式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

[0015] 本発明は上記目的を達成するために、請求項1に示す第1の発明のように、IEEE 1394をベースにした1台のマスターと1台または複数台のスレーブにより構成されるマスター・スレーブ通信方式において、IEEE1394通信の固有周期を基底サイクルとして該基底サイクルの整数倍に設定された通信周期を持ち、前記マスター、各スレーブは前記通信周期の開始タイミングである同期点の検出手段と、現サイクルが該同期点から何番目の基底サイクルであるかを示す基底サイクルカウンタを持ち、前記マスターは該基底サイクルカウンタ値毎にどのスレーブに対して指令データを送信するかあらかじめ割り付けられた送信管理テーブルを持ち、該送信管理テーブルを元に基底サイクルカウンタが更新される毎に各スレーブに指令データを送信し、前記各スレーブは該基底サイクルカウンタのあらかじめ割り付けられた値になったらマスターに応答データを送信することを特徴とするものである。

[0016] このようになっているため、全局で同期のとれた基底サイクルカウンタを元にデータの

送受信を実行することができ、基底サイクル以上の通信周期で、基底サイクル単位でスケジューリングされた同期通信を行うことができる。

[0017] 前記同期点の検出手段として、請求項2に示す第2の発明のように、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、それに基づき各スレーブに指令データを送信し、前記各スレーブでは指令データを受信した際の基底サイクルカウンタ値とあらかじめ割り付けられた指令データを受信した時の基底サイクルカウンタ値を元に基底サイクルカウンタ現在値を修正し、そのカウント値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出するものである。結果、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも、全ての局が同期を保つことが可能である。

[0018] 前記同期点の別の検出手段として、請求項3に示す第3の発明のように、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、それに基づき各スレーブに指令データを送信する際に、該指令データ中に次回同期点となるCYCLE__TIMEレジスタ値を書き込むものとし、前記各スレーブでは指令データを受信した際に該指令データ中の次回同期点となるCYCLE__TIMEレジスタ値と現在の自局CYCLE__TIMEレジスタ値を元に基底サイクルカウンタ現在値を修正し、そのカウント値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出するものである。結果、第2の発明とは別の方法で、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも、全ての局が同期を保つことが可能である。

[0019] 前記同期点の検出手段として、請求項4に示す第4の発明のように、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットし、各スレーブへ指令を送信する時にその時の基底サイクルカウンタ値を前記各スレーブに送信し、前記各スレーブでは該基底サイクルカウンタ値を自局の基底サイクルカウンタに設定し、そのカウント値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出する。結果、第2、第3の発明とは別の方法で、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも、全ての局が同期を保つことが可能である。

[0020] 前記同期点の検出手段として、請求項5に示す第5の発明のように、前記マスターでは同期点をCYCLE__TIMEレジスタ値を元に同期点を検出し、その時に基底サ

イクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットし、前記各スレーブではCYCLE__TIMEレジスタ値を元にマスターと同じ手段で同期点を検出し、その時に該基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットする。結果、第2、第3、第4の発明とは別の方法で、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも、全ての局が同期を保つことが可能である。

- [0021] このように同期点を検出し、その同期点に同期して、送信管理テーブルにあらかじめ登録された送信スケジュールに従って送信を実行することにより、マスタ・スレーブ間の通信周期が基底サイクルの整数倍でも全局同期を保った送受信が可能となる。
- 発明の効果

- [0022] 以上述べたように、本発明の方法によれば、固有周期を基底サイクルとし、そのサイクル数をカウントする基底サイクルカウンタを全局で同期させ、固有周期の整数倍の通信周期を実現する事ができる。また、その同期のとれた基底サイクルカウンタ値を元にマスターからスレーブへの指令データおよびスレーブからマスターへの応答データの送信タイミングのスケジュールを行うことにより、IEEE1394を適用したリアルタイム制御システムにおいて、固有周期の整数倍の通信周期で全局の同期を取りながら、データ送信が可能なマスター・スレーブ同期通信方式を提供することすることができるという効果がある。
- [0023] たとえば、図3に記載の方法のように、マスターからスレーブへの指令データと該スレーブからマスターへの応答データの送信タイミングを対にして同じ基底サイクルで授受させるように送信管理テーブル、送信タイミング情報を設定すれば、通信周期内の各基底サイクルにおける通信トラフィックを図12に示す従来技術のPROFIBUS-DP相当のポーリング方式のスケジューリングを行わせることができるという効果がある。
- [0024] たとえば、図4に記載の方法のように、各スレーブからマスターへの応答データの送信タイミングをマスターからスレーブへの指令データ受信から遅延をおいた別の基底サイクルで行わせるように送信管理テーブル、送信タイミング情報を設定すれば、通信周期内の各基底サイクルにおける通信トラフィックを図13のようにSERCOS相当のスケジューリングを行わせることもできるという効果がある。

- [0025] 図3、4に示す事例以外にも、マスター側の送信管理テーブル、スレーブ側の送信タイミング情報を、所望の送受信タイミングにあわせて設定すれば、所望のマスター・スレーブ同期通信を容易に実現することが可能である。

図面の簡単な説明

- [0026] [図1]第4の発明の実施例となるIEEE1394を適用したシステム構成図
[図2]本発明の実施例中、マスター送信管理テーブルとスレーブ送信タイミング情報の実装例を示す図
[図3]第2の発明の実施例となる通信タイミングチャート
[図4]第3の発明の実施例となる通信タイミングチャート
[図5]IEEE1394のCYCLE__TIMEレジスタ
[図6]第1の発明の実施例となるマスター指令送信処理フローチャート
[図7]第1の発明の実施例となるスレーブ応答送信処理フローチャート
[図8]第2の発明の実施例となるスレーブの同期点検出手段フローチャート
[図9]第3の発明の実施例となるスレーブの同期点検出手段フローチャート
[図10]第4の発明の実施例となるスレーブの同期点検出手段フローチャート
[図11]第5の発明の実施例となるマスターおよびスレーブの同期点検出手段フローチャート
[図12]従来の方法の1例を示す通信タイミングチャート
[図13]従来の方法の他の方法の例を示す通信タイミングチャート

符号の説明

- [0027] 1 マスター
2i スレーブ
3 IEEE1394伝送路
10j CYCLE__TIMEレジスタ
11j Cycle__synch
12j 基底サイクルカウンタ
130 送信管理テーブル
14j 同期点検出手段

150 指令送信処理

23i 送信タイミング情報

25i 応答送信処理

ci... スレーブ #iあての指令データ

ri... スレーブ #iからの応答データ

ただし、

$i=1, 2, \dots, n$ (n は1以上の整数)

$j=0, 1, 2, \dots, n$ (n は1以上の整数)

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、本発明の具体的実施例について、図に基づいて説明する。

実施例 1

[0029] まず、以下の説明の中で出てくる、IEEE1394スタンダードにて規定された機能名、信号名について説明しておく。CYCLE__TIMEレジスタは図5に示すように cycle_offset部、cycle_count部、second_count部から構成される。cycle_offset部は各局の24.576MHzのクロックをカウントし、3072になると、つまり固有周期の125 μ s毎にキャリーを出す。cycle_countはcycle_offsetからのキャリーをカウントし、8000になると、つまり1s毎にキャリーを出す。Cycle__synchは固有周期125 μ s毎に発信される同期信号である。

[0030] 図1に第1の発明の具体的実施例を示すが、1はマスター、2i($i=1, 2, \dots, n$)はスレーブ、3はIEEE1394の伝送路となっている。また10j($j=0, 1, \dots, n$)はマスターおよび各スレーブ内の時計部にあたるCYCLE__TIMEレジスタであり、ここから同期信号であるCycle__Synch11jが固有周期毎に発信され、基底サイクルカウンタ12jをカウントアップしている。さらに、Cycle__Synch11jは同期点検出手段14jの実行タイミングともなっている。

[0031] 同期点検出手段14jはこれにより、基底サイクルカウンタのカウントアップ毎に同期点の検出を行い、同期点であれば基底サイクルカウンタ値を0にリセットするよう動作する。このことにより、フィールドネットワークシステム上の全局の基底サイクルカウンタの値が同期をとってカウントアップできるようになる。

- [0032] その他にマスター1は送信管理テーブル130を保有し、その情報に基づき指令送信処理150が指令を送信し、一方各スレーブiはおのこの送信タイミング情報23iを保有し、それらの情報に基づいて応答送信処理25iが応答データを送信している。
- [0033] 図2は前記マスター側の送信管理テーブル130と、スレーブ側の各送信タイミング情報23iの実施例を示している。マスターの送信管理テーブルには各基底サイクル値毎に指令が送信されるべき送信先スレーブが記憶されている。また、スレーブの送信タイミング情報には、マスターから指令を受信すべき、また、マスターに応答を返信すべき基底サイクル値が記憶されている。
- [0034] 図6は第1の発明の実施例を示す図1中のマスター側の指令送信処理150の処理フローを示し、図7はスレーブ側応答送信処理25iの処理フローを示している。これらの図を用いて、以下、第1の発明の送受信について順を追って説明する。
- [0035] マスター指令送信処理150は図6に示すように、固有周期毎のCycle__synch110にて起動され、はじめにS1000で基底サイクルカウンタ120の値を読み出し変数pにセットする。次にS1001でマスター送信管理テーブル130中のサイクルカウンタ値が変数pに対応した列データである送信指令数を変数qにセットし、対応する送信先スレーブナンバーのリストデータを配列S[k] (k=0、1、...、q-1) にセットする。そしてS1002からS1004間のループ処理に移り、S1003にてスレーブS[k]宛てに指令データを送信する。このようにして、基底サイクルカウンタ120値が更新されるたびに、そのサイクル内で送信するようスケジューリングされている全スレーブ2iに指令データを送信するよう動作することができる。
- [0036] 一方スレーブ側応答送信処理25iでは図7のフローに沿い、固有周期毎のCycle__synchにて起動され、はじめにS2000にて基底サイクルカウンタ12jを読み出し変数pにセットする。次にS2001にて、送信タイミング情報23i中の応答サイクル値と変数pを比較し、一致していればその時点で応答サイクルとなっているので応答データを送信する。一致していなければ応答サイクルではないので応答データを送信しない。このようにして、あらかじめスケジューリングされている基底サイクルカウンタ12j値になるたびに応答データを送信するよう動作することができる。
- [0037] このように、フィールドネットワークシステム内で同期をとってカウントされている基底

サイクルカウンタ12j値に従いマスター1、スレーブ2iがそれぞれスケジューリングされたタイミングで同期をとって通信を行うことができるのである。

[0038] 図3は送受信管理テーブル、送信タイミング情報に、同一基底サイクル内で送受信を完了するようにスケジューリングした場合の通信タイミングチャートである。マスター側送信管理テーブル130とスレーブ側送信タイミング情報23iを適切に設定し、例えばマスター送信管理テーブル130内のサイクルカウンタ値0列の送信先スレーブNo. を#1、#2、サイクルカウンタ値1列の送信先スレーブNo. 3を#3、#4とし、スレーブ#1、スレーブ#2内送信タイミング情報23iの各応答サイクル値を0にセットし、スレーブ#3、スレーブ#4内送信タイミング情報23iの各応答サイクル値を1にセットすれば、基底サイクルカウンタ12j値0ではスレーブ#1とスレーブ#2に対す指令データが送信され、逆にスレーブ#1とスレーブ#2からの応答データが返信され、以下同様に同じ基底サイクル内で任意のスレーブ2iの指令データと応答データを対にして授受させることができる。

[0039] 図4は送受信管理テーブル、送信タイミング情報に、ある基底サイクル送れて応答を送信するようにスケジューリングした場合の通信タイミングチャートである。マスター側送信管理テーブル130とスレーブ側送信タイミング情報23iを適切に設定し、例えばマスター送信管理テーブル130内のサイクルカウンタ値0列の送信先スレーブNo. を#1、#2、サイクルカウンタ値1列の送信先スレーブNo. 3を#3、#4とし、スレーブ#1、スレーブ#2内送信タイミング情報23iの各応答サイクル値を4にセットし、スレーブ#3、スレーブ#4内送信タイミング情報23iの各応答サイクル値を5にセットすれば、基底サイクルカウンタ12j値0ではスレーブ#1とスレーブ#2に対する指令データが送信されるがスレーブ#1とスレーブ#2からの応答データは4サイクル遅れて基底サイクルカウンタ12j値4で返信され、同様にスレーブ#3とスレーブ#4の指令データは基底サイクルカウンタ12j値1で送信され、その応答データは4サイクル遅れて基底サイクルカウンタ12j値5で送信されるようにスケジューリングさせることができる。

実施例 2

[0040] 次に基底サイクルカウンタ12j更新の同期をとっている、同期点検出手段14jの実

施例について説明する。当然のことであるが、同期点の検出自体はマスター1、各スレーブ2i個別に行われその結果は各局の基底サイクルカウンタ値12jに反映されることになるが、その同期点となるサイクルは全局同一の判別結果が得られなければならない。本実施例ではこの同期点では基底サイクルカウンタ12j値が0となり、以後基底サイクル経過毎、即ちCycle__synchイベント11j発生毎に基底サイクルカウンタ12j値が1ずつカウントアップされ、所定の通信周期経過後の次回同期点でふたたび基底サイクルカウンタ12j値が0に戻るものとして説明してあるが、基底サイクルカウンタ12j値の推移はこれに限るものでなく、例えばカウントダウンを行ってもかまわないことはいうまでもない。また、同期点での基底サイクルカウンタ値は、ある決められた値であれば、必ずしも0である必要もない。

[0041] 同期点検出手段14jの具体的な方法のひとつである第2の発明を説明する。マスター1の同期点検出処理140は同期点検出手段は固有周期毎のCycle__synchイベント11jに起動されるが、基底サイクルカウンタ120のカウントアップ処理とその値が単に0であるかどうか判定すればよい。

[0042] 一方各スレーブ2iでの処理は図8に沿って説明するが、まずS3000で前回基底サイクル中にマスター1からの指令データ受信があったかどうか判定する。あれば前回基底サイクルが送信タイミング情報23i中の指令サイクルであったことがわかるので、今回基底サイクルカウンタ値として指令サイクル値+1の値をセットする。受信がなければS3005にて単に基底サイクルカウンタ12jをカウントアップする。次にS3002にてラップアラウンドの判定のため更新した基底サイクルカウンタ値が送信タイミング情報23i中の全サイクル数以上であれば、S3003にてカウント値を0にセットしなおした後、同期点なのでS3004にて必要となる同期点検出時処理を行うことができる。

実施例 3

[0043] 同期点検出処理14jの他の方法となる第3の発明を説明する。マスター1の同期点検出処理140は同期点検出手段は固有周期毎のCycle__synchイベント11j毎に起動され、基底サイクルカウンタ120のカウントアップとその値が単に0であるかどうか判定すればよい。なお、送信管理テーブルに従ってマスターからスレーブへ送信される指令データには、次回の同期点でのマスターのCYCLE__TIMEレジスタ値を含め

るようにする。

- [0044] 一方各スレーブ 2iでの処理は図9に沿って説明するが、まずS4000で前回基底サイクル中にマスター1からの指令データ受信があったかどうか判定する。あればS4001にて受信した指令データ中に次回同期点となるCYCLE__TIMEレジスタ値を取り出す。次にS4002にて現在のCYCLE__TIMEレジスタのcycle__count値と、指令データ中の次回同期点CYCLE__TIMEレジスタのcycle__count値との差をとる。そしてS4003にて{(スレーブ送信タイミング情報23i中の全サイクル数)-(前記の差)}を(スレーブ送信タイミング情報23i中の全サイクル数)で割った結果の剰余を求め今回基底サイクルカウンタ値としてセットする。例えば受信した次回同期点CYCLE__TIMEレジスタのcycle__count値が45、現CYCLE__TIMEレジスタのcycle__count値が43、全サイクル数が6であった場合には、 $\{6-(45-43)\} \div 6 = 4 \div 6$ の剰余:4となり、この値:4を基底サイクルカウンタにセットすることになる。受信がなければS4007にて単に基底サイクルカウンタ12jをカウントアップする。次にS4004にてラップアラウンドの判定のため更新した基底サイクルカウンタ値が送信タイミング情報23i中の全サイクル数以上であれば、S4005にてカウント値を0にセットしなおした後、同期点なのでS4006にて必要となる同期点検出時処理を行うことができる。

実施例 4

- [0045] 同期点検出処理14jの他の方法となる第4の発明を説明する。マスター1の同期点検出処理140は同期点検出手段は固有周期毎のCycle__synchイベント11j毎に起動され、基底サイクルカウンタ120のカウントアップとその値が単に0であるかどうか判定すればよい。なお、送信管理テーブルに従ってマスターからスレーブへ送信される指令データには、その時のマスターの基底サイクルカウンタ値を含めるようにする。
- [0046] 一方各スレーブ 2iでの処理は図10に沿って説明するが、まずS5000で前回基底サイクル中にマスター1からの指令データ受信があったかどうか判定する。あれば該指令データに含まれる基底サイクル値+1の値を該スレーブの基底サイクルカウンタにセットする。受信がなければS5005にて単に基底サイクルカウンタ12jをカウントアップする。次にS5002にてラップアラウンドの判定のため更新した基底サイクルカウンタ値が送信タイミング情報23i中の全サイクル数以上であれば、S5003にてカウン

ト値を0にセットしなおした後、同期点なのでS5004にて必要となる同期点検出時処理を行うことができる。

実施例 5

[0047] 同期点検出処理14jの他の方法となる第5の発明を、図11に沿って説明する。マスター1の同期点検出処理140は同期点検出手段は固有周期毎のCycle__synchイベント11j毎に起動されるが、まず、S6000でCYCLE__TIMEレジスタのcycle_count値が通信周期に必要な基底サイクルの全サイクル数で割り切れるかどうか判定する。割り切れれば、同期点と判定し、S6001にて基底サイクルカウンタ値を0にセットし、S6002にて必要な同期点検出時処理を行う。割り切れなければ、同期点でないと判定しS6003にて基底サイクルカウンタをカウントアップする。なお、基底サイクルをカウントアップするかわりに、CYCLE__TIMEレジスタのcycle_count値を通信周期に必要な基底サイクルの全サイクル数で割った剰余を基底サイクルカウンタにセットしてもよい。

[0048] 前記各スレーブでは各スレーブのCYCLE__TIMEレジスタ値を元にマスターと同じ手段で同期点を検出することができる。

産業上の利用可能性

[0049] こうして、図1に示すマスター1をコントローラとし、スレーブ2iをコントローラにより定周期で制御される機器としたリアルタイム制御システムにおいて、マスター・スレーブ間の通信にIEEE1394を使用してマスター・スレーブ同期通信可能なリアルタイム制御システムを構築することが可能となる。具体的な一例としてマスターがモーションコントローラ、スレーブがサーボドライブ、インバータドライブなどのモータードライブ装置などからなるモーション制御システムがある。

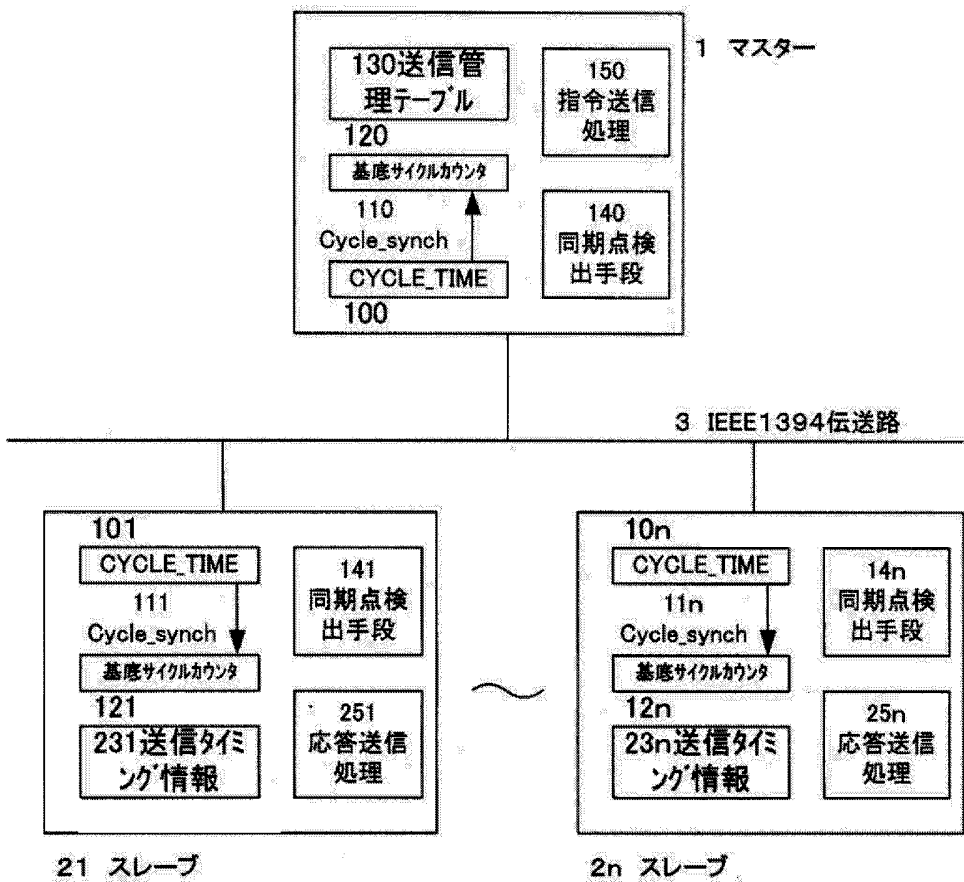
請求の範囲

- [1] IEEE1394をベースにした1台のマスターと1台または複数台のスレーブにより構成されるマスター・スレーブ通信方式において、IEEE1394通信の固有周期を基底サイクルとしてその整数倍に設定された通信周期を持ち、前記マスター、各スレーブは前記通信周期の開始タイミングである同期点の検出手段と、現サイクルが該同期点から何番目の基底サイクルであるかを示す基底サイクルカウンタを持ち、前記マスターは該基底サイクルカウンタ値毎にどのスレーブに対して指令データを送信するかあらかじめ割り付けられた送信管理テーブルを持ち、該送信管理テーブルを元に基底サイクルカウンタが更新される毎に各スレーブに指令データを送信し、前記各スレーブは該基底サイクルカウンタのあらかじめ割り付けられた値になったらマスターに応答データを送信することを特徴とするマスター・スレーブ同期通信方式。
- [2] 前記同期点の検出手段として、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、それに基き各スレーブに指令データを送信し、前記各スレーブでは指令データを受信した際の基底サイクルカウンタ値とあらかじめ割り付けられた指令データを受信した時の基底サイクルカウンタ値を元に基底サイクルカウンタ現在値を修正し、そのカウント値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出することを特徴とする請求項1に記載のマスター・スレーブ同期通信方式。
- [3] 前記同期点の検出手段として、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、それに基き各スレーブに指令データを送信する際に、該指令データ中に次回同期点となるCYCLE__TIMEレジスタ値を書き込むものとし、前記各スレーブでは指令データを受信した際に該指令データ中の次回同期点となるCYCLE__TIMEレジスタ値と現在の自局CYCLE__TIMEレジスタ値を元に基底サイクルカウンタ現在値を修正し、そのカウント値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出することを特徴とする請求項1に記載のマスター・スレーブ同期通信方式。
- [4] 前記同期点の検出手段として、前記マスターでは任意の基底サイクルを同期点に定め、基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットし、各スレーブへ指令を送信する時にその時の基底サイクルカウンタ値を前記各スレーブに送信し、前記各スレーブでは該基底サイクルカウンタ値を自局の基底サイクルカウンタに設定し、

そのカウント値があらかじめ決められた値になった時を同期点として検出することを特徴とする請求項1に記載のマスター・スレーブ同期通信方式。

- [5] 前記同期点の検出手段として、前記マスターではCYCLE__TIMEレジスタ値を元に同期点を検出し、その時に基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットし、前記各スレーブではCYCLE__TIMEレジスタ値を元にマスターと同じ手段で同期点を検出し、その時に該基底サイクルカウンタ値をあらかじめ決められた値にセットすることを特徴とする請求項1に記載のマスター・スレーブ同期通信方式。

[図1]



[図2]

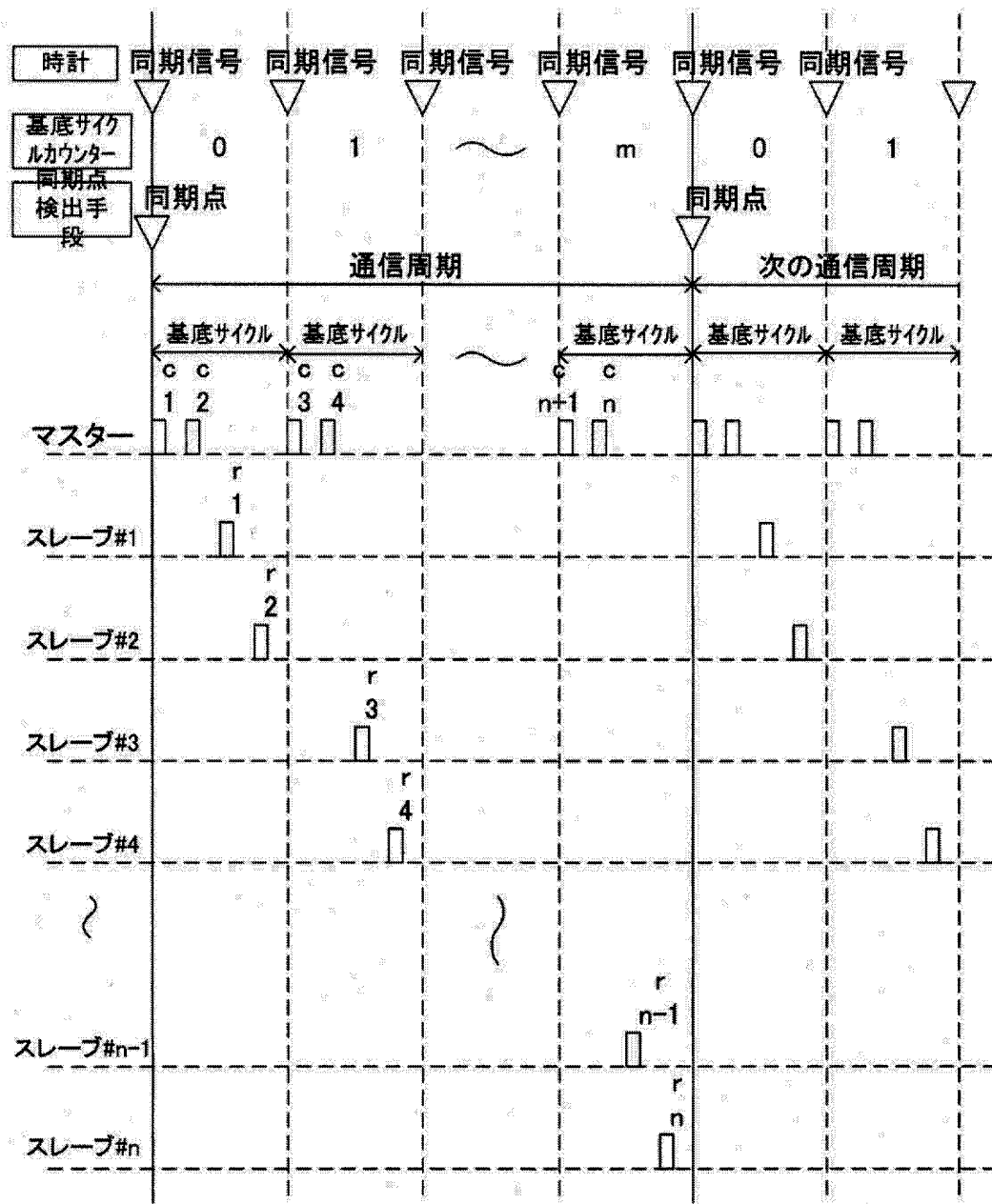
マスター送信管理テーブル130

全サイクル数	m+1		
サイクルカウンタ	0	1	m
送信指令数	2	2	2
送信先スレーブNo.	#1 #2	#3 #4	#n-1 #n

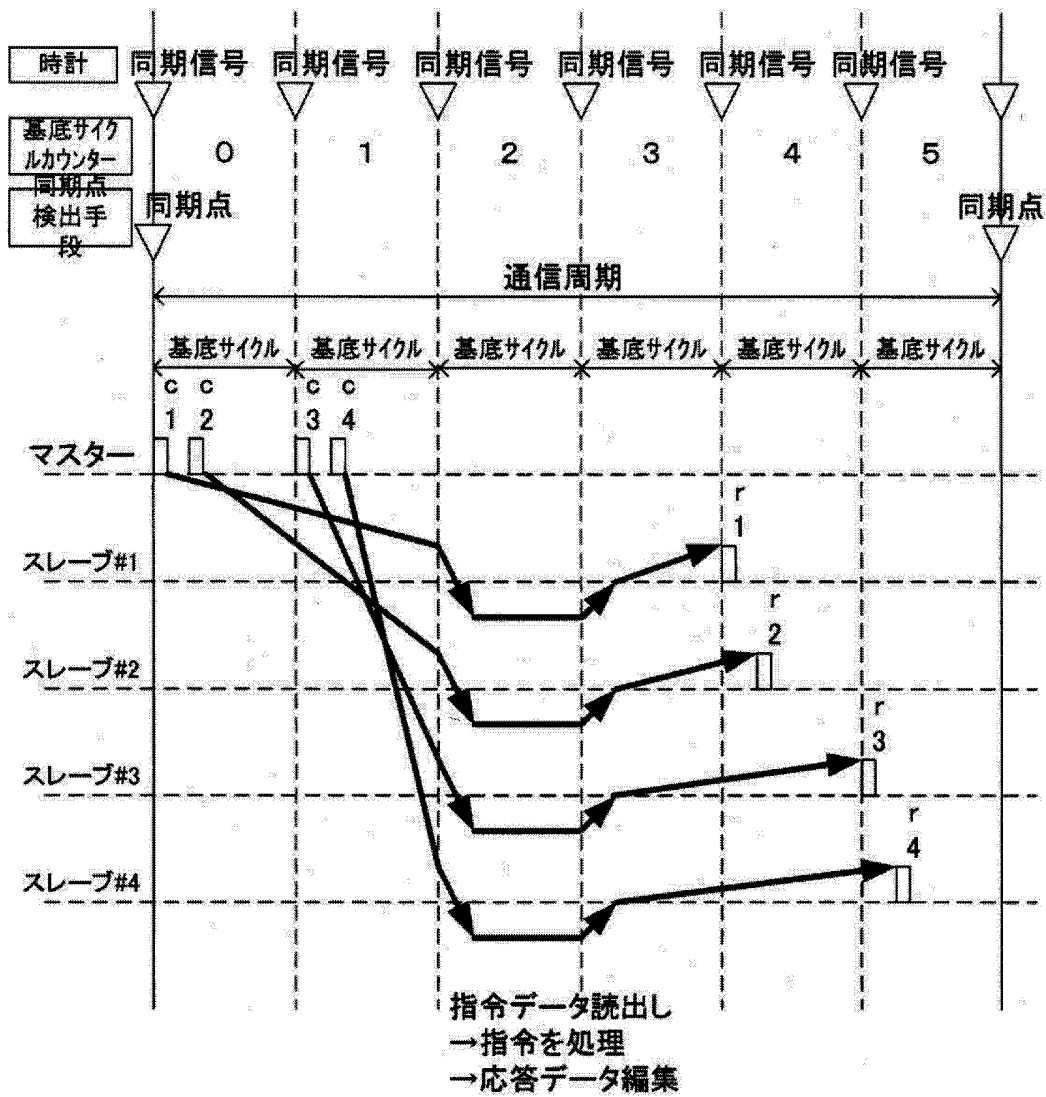
スレーブ送信タイミング情報 231 スレーブ送信タイミング情報 23n

全サイクル数	m+1	全サイクル数	m+1
指令サイクル	0	指令サイクル	m
応答サイクル	0	応答サイクル	m

[図3]

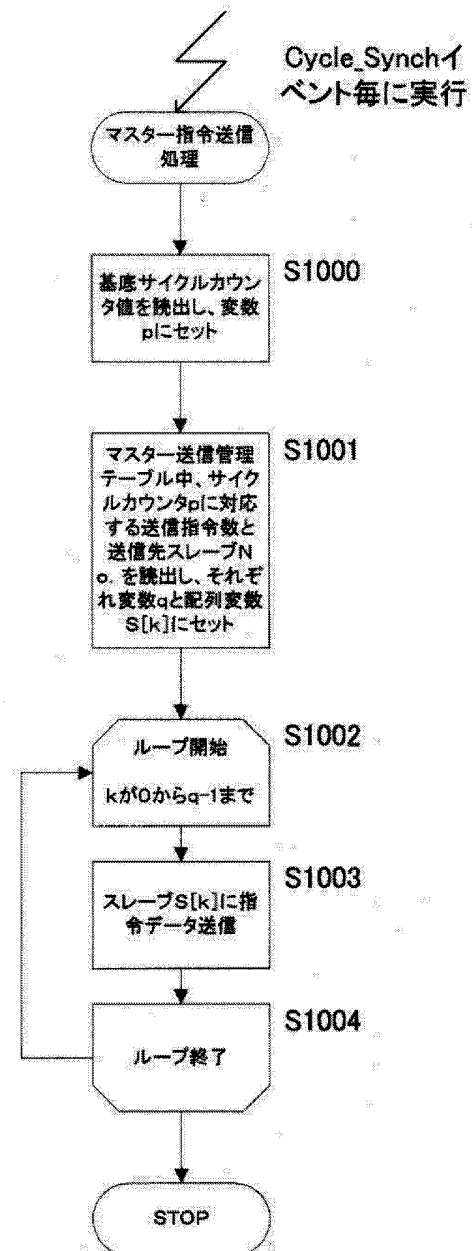


[図4]

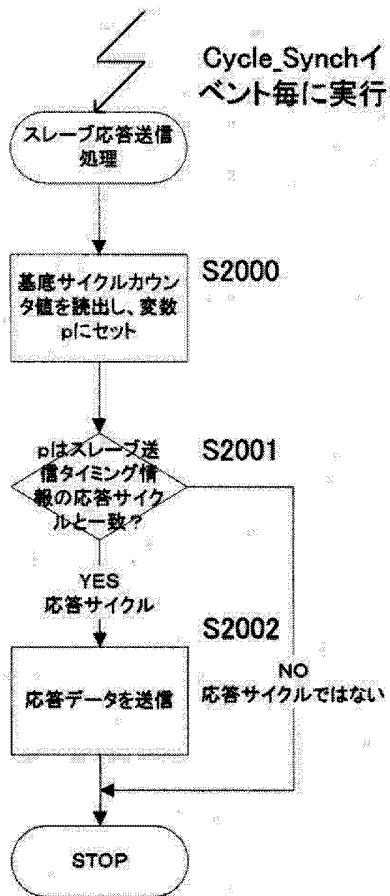


[図5]

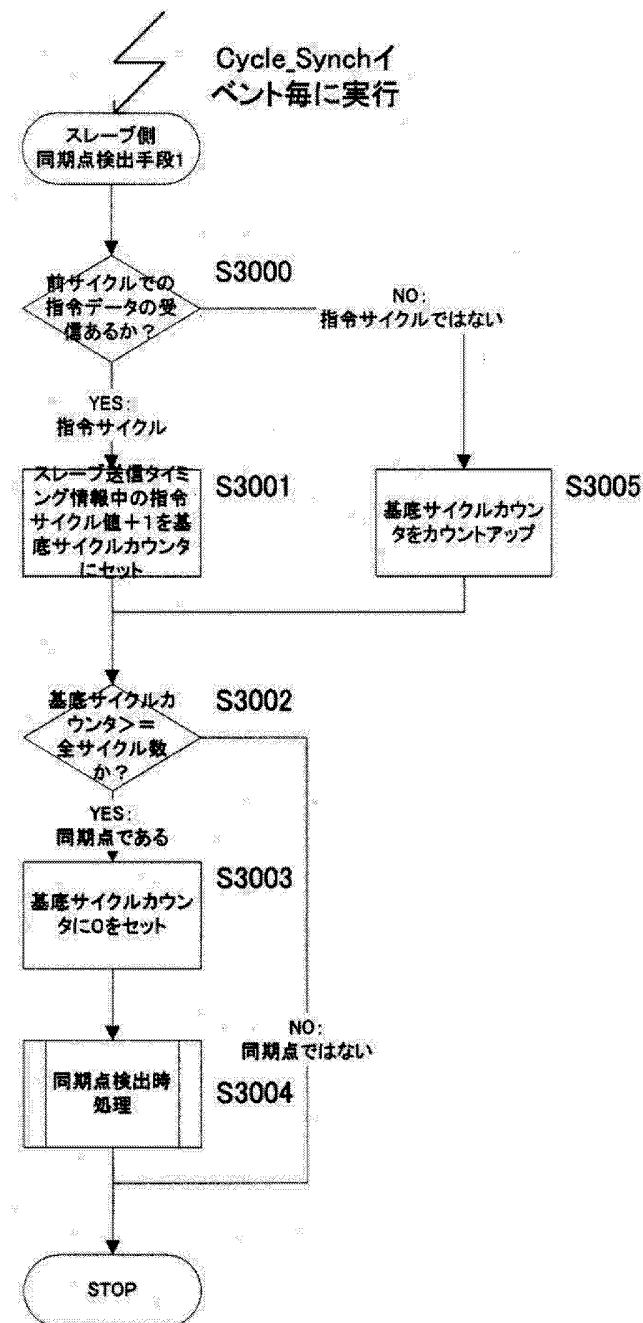
second_count (7bit)	cycle_count (13bit)	cycle_offset (12bit)
------------------------	------------------------	-------------------------



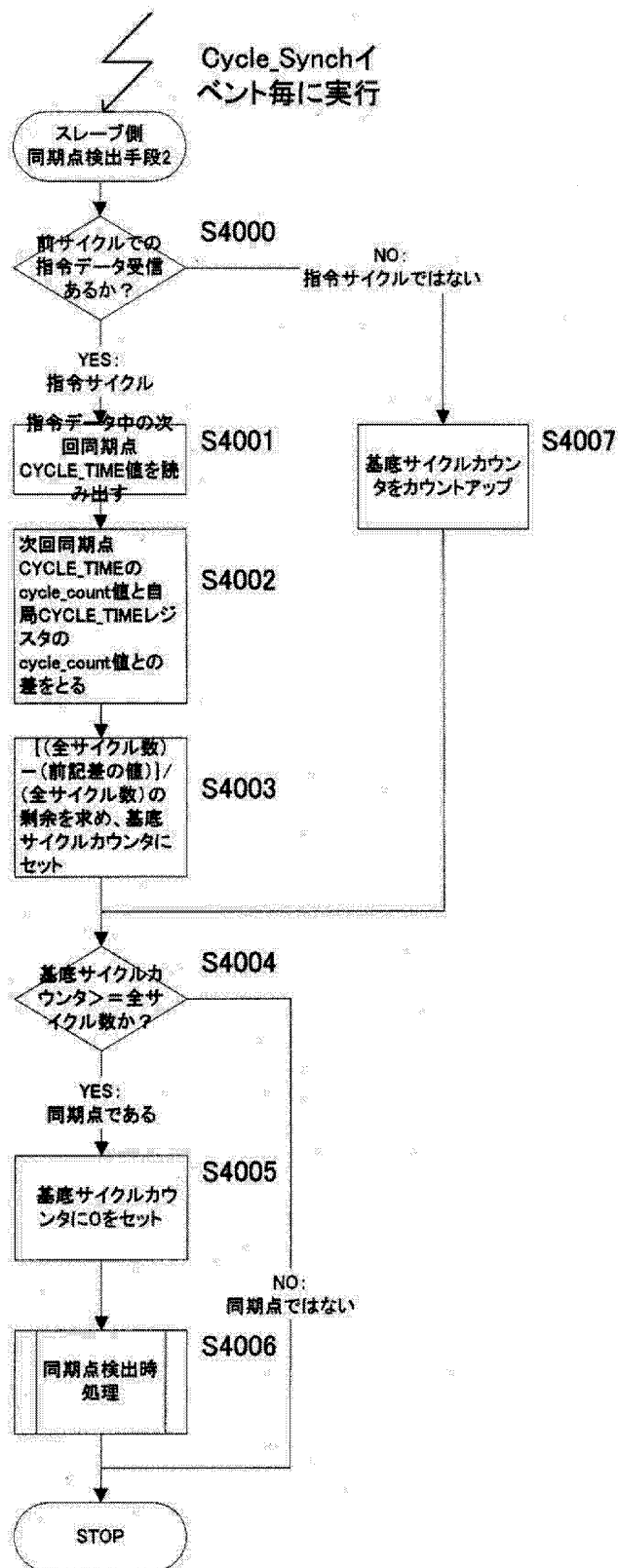
[図7]



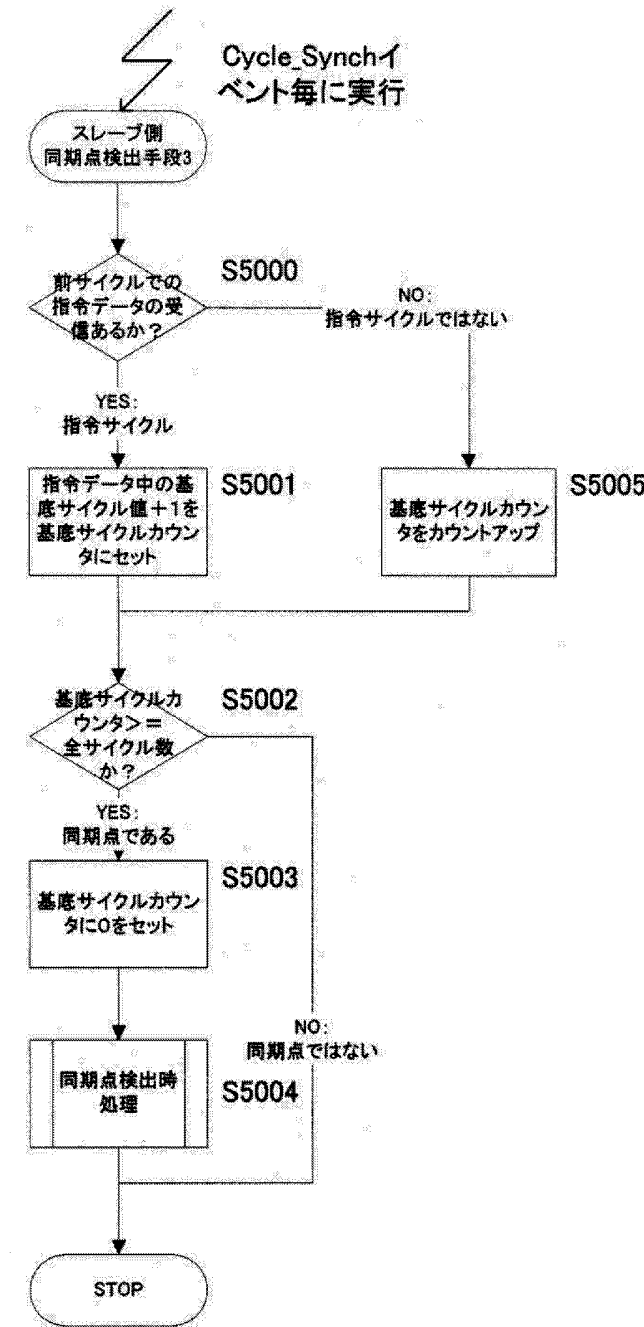
[図8]



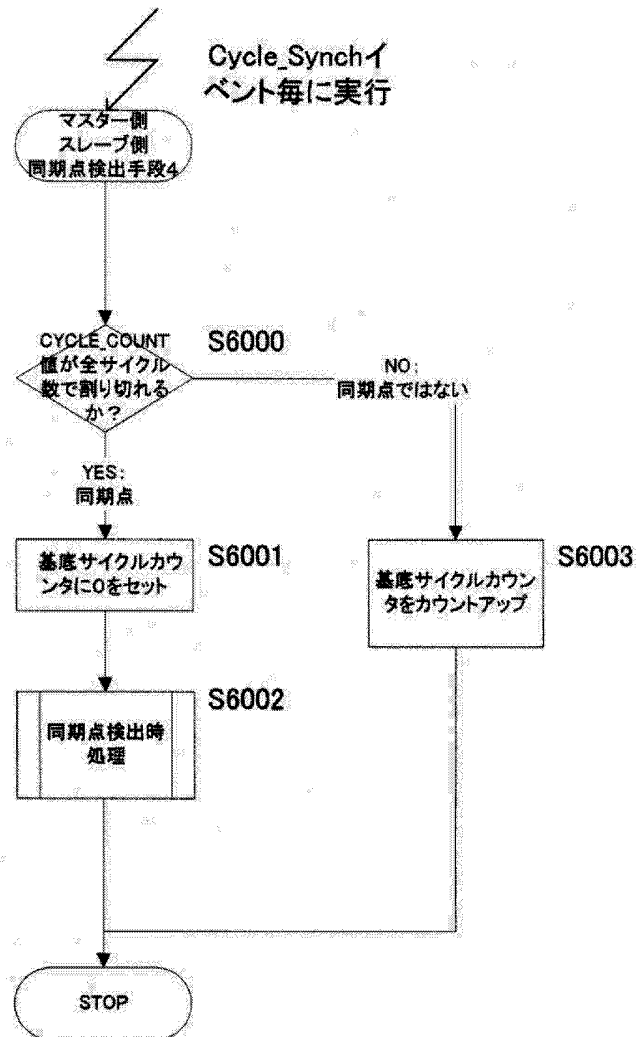
[図9]



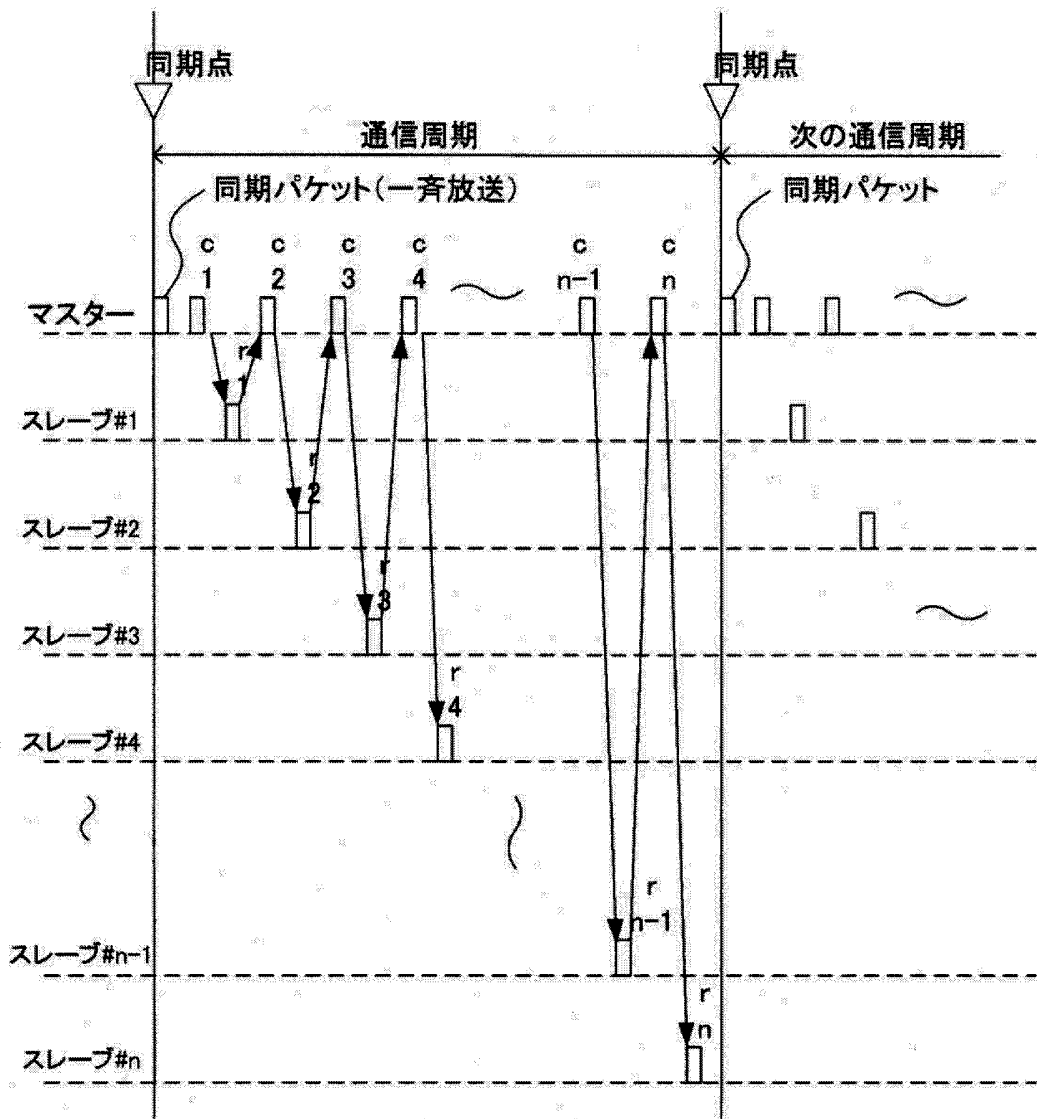
[図10]



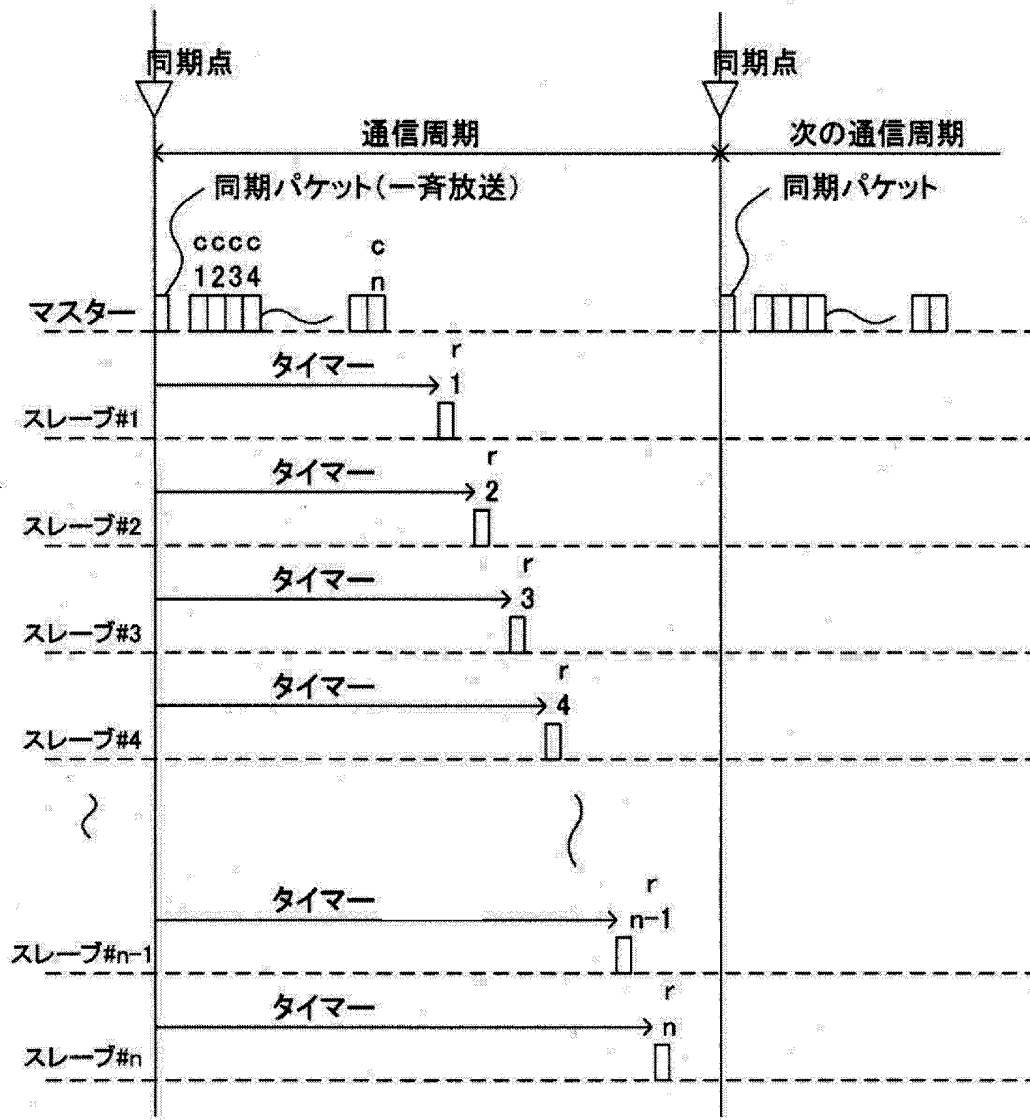
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008122

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04L12/28, H04L7/00

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.Cl⁷ H04L12/28, 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 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

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 2002-319953 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 31 October, 2002 (31.10.02), Par. No. [0041]; Fig. 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2001-308868 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 November, 2001 (02.11.01), Fig. 1 (Family: none)	1-5

☐ 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
12 July, 2004 (12.07.04)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2004 (21.09.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ H04L12/28, H04L7/00			
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 ⁷ H04L12/28, 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004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 請求の範囲の番号	
A	J P 2002-319953 A (松下電器産業株式会社) 2002.10.31, 【0041】, 図1 (ファミリーなし)	1-5	
A	J P 2001-308868 A (松下電器産業株式会社) 2001.11.02, 図1 (ファミリーなし)	1-5	
☐ 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 12.07.2004		国際調査報告の発送日 21.9.2004	
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) 中木 努	5 X 9 2 9 9 電話番号 03-3581-1101 内線 3596