

(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
2016年3月17日(17.03.2016)



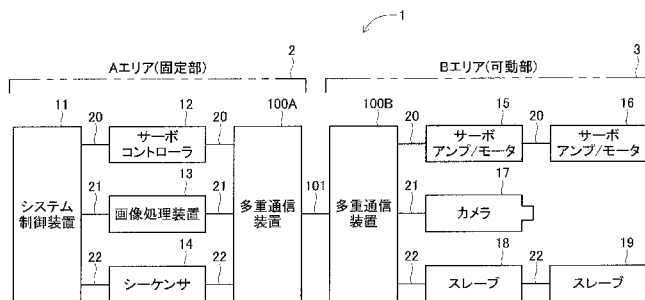
(10) 国際公開番号
WO 2016/038684 A1

- (51) 国際特許分類:
H04J 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/073797
- (22) 国際出願日: 2014年9月9日(09.09.2014)
- (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: 富士機械製造株式会社(FUJI MACHINE MFG. CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 長坂 伸夫(NAGASAKA, Nobuo); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 廣田 重元(HIROTA, Shigemoto); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 金井 英和(KANAI, Hidekazu); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人ネクスト, 外(NEXT INTERNATIONAL et al.); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目11番20号 大永ビルディング7階 Aichi (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: MULTIPLEX COMMUNICATION APPARATUS

(54) 発明の名称: 多重通信装置

[図1]



- 2 A-area (fixed part)
3 B-area (movable part)
11 System control apparatus
12 Servo controller
13 Image processing apparatus
14 Sequencer
15, 16 Servo amplifier/motors
17 Camera
18, 19 Slaves
100A, 100B Multiplex communication apparatuses

(57) Abstract: Provided is a multiplex communication apparatus for enabling a plurality of industrial Ethernets (Registered Trademark) to be routed by use of a single path. A multiplex communication system 1 is divided into an A-area 2 and a B-area 3. In the A-area 2, a multiplex communication apparatus 100A is disposed. In the B-area 3, a multiplex communication apparatus 100B is disposed. The multiplex communication apparatuses 100A and 100B are connected to each other by use of a multiplex communication-use cable 101, such as LAN line category 5e or optical fiber.

(57) 要約: 複数の産業用イーサネット(登録商標)を1本の経路で配線させることができる多重通信装置を提供すること。多重通信システム1は、Aエリア2とBエリア3に分かれる。Aエリア2には、多重通信装置100Aが設置される。Bエリア3には、多重通信装置100Bが設置される。多重通信装置100A、100Bは、LAN線カテゴリー5e又は光ファイバ等の多重通信ケーブル101で接続される。

明 細 書

発明の名称：多重通信装置

技術分野

[0001] 本発明は、産業用イーサネット（E t h e r C A T（登録商標）・M E C H A T R O L I N K（登録商標）－ⅠⅠⅠ等）を使用した装置の通信データを論理層と物理層の最小単位で送受信を行う多重通信装置に関するものである。

背景技術

[0002] 以下、従来技術の多重通信装置について説明する。

[0003] 図6は、従来技術の通信システムのシステム構成図である。図6に表された多重通信システム1001は、Aエリア1002とBエリア1003に分かれる。

[0004] Aエリア1002には、システム制御装置1011、サーボコントローラ1012、画像処理装置1013、及びシーケンサ1014が設置される。

[0005] システム制御装置1011とサーボコントローラ1012は、M E C H A T R O L I N K（登録商標）－ⅠⅠⅠ等のイーサネット（登録商標）用のL A Nケーブル1020で接続される。

[0006] また、システム制御装置1011と画像処理装置1013は、T C P／I P，U D P等のイーサネット（登録商標）用のL A Nケーブル1021で接続される。

[0007] さらに、システム制御装置1011とシーケンサ1014は、E t h e r C A T（登録商標）等のイーサネット（登録商標）用のL A Nケーブル1022で接続される。

[0008] システム制御装置1011は、装置全体を制御する。装置全体は、図6に表されたように、固定部としてのAエリア1002と、可動部としてのBエリア1003である。尚、装置全体に代えて、C工場としてのAエリア1002と、D工場としてのBエリア1003としてもよい。画像処理装置10

13は、監視等に使用される。尚、画像処理装置1013は、画像表示装置に代えてもよい。

[0009] Bエリア1003には、サーボアンプ／モータ1015、1016、カメラ1017、及びスレーブ1018、1019が設置される。スレーブ1018、1019は、ここでは、リレー又はセンサーである。

[0010] サーボアンプ／モータ1015、1016は、MECHATROLINK（登録商標）－III等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル1020で接続される。さらに、サーボアンプ／モータ1015、1016は、Aエリア1002のサーボコントローラ1012に、MECHATROLINK（登録商標）－III等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル1020で接続される。

[0011] カメラ1017は、Aエリア1002の画像処理装置1013に、TCP／IP、UDP等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル1021で接続される。

[0012] スレーブ1018、1019は、EtherCAT（登録商標）等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル1022で接続される。さらに、スレーブ1018、1019は、Aエリア1002のシーケンサ1014に、EtherCAT（登録商標）等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル1022で接続される。

[0013] 尚、従来技術の多重通信装置に関連する発明としては、以下の各特許文献に記載された発明がある。

先行技術文献

特許文献

[0014] 特許文献1：特開2001-308921号公報

特許文献2：特開2010-193327号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0015] しかしながら、図6に表された多重通信システム1001では、複数の経路毎にLANケーブル1020、1021、1022を用意して敷設する。
- [0016] つまり、ワイヤーハーネス（LANケーブル1020、1021、1022）の本数が多く、装置内の可動部としてのBエリア1003に使用した場合には、ワイヤーハーネス（LANケーブル1020、1021、1022）の全体が太くなり、曲げの屈曲半径Rを十分に確保したケーブルダクトが必要となり、小型化に影響する。
- [0017] C工場としてのAエリア1002と、D工場としてのBエリア1003とした場合には、ワイヤーハーネス（LANケーブル1020、1021、1022）の本数に加えて、ワイヤーハーネス（LANケーブル1020、1021、1022）の距離が長いため、LANケーブル1020、1021、1022の重量が重い、コストが高い、敷設する電線が太いこと等が要因となって、工事費がかさむ。
- [0018] また、図6に表された多重通信システム1001では、固定部としてのAエリア1002と可動部としてのBエリア1003との間を1本のLAN線で接続する場合には、先ず、使用する特定の規格1と規格2のGateway装置を購入し、どれか1つの回線に統一した後で、1本のLAN線で接続する。
- [0019] 使用する規格のGateway装置が存在しない場合や、産業用イーサネット（登録商標）が新しい規格である場合には、Gateway装置の開発リードタイム分、工事の進捗が遅れたりする。
- [0020] 使用する規格の組合せが複数で大量生産されない組合せもあり、そのような場合には、工事費がかさむ。
- [0021] Gateway装置を使用する場合には、変換前のフレームを解析した後に変換後のフレームを作成するため、遅延が大きくなり、リアルタイム性の必要な部分に使用することができず、比較的遅い周期のものになる。
- [0022] スレーブ1018、1019の規格が違う場合には、Gateway後は、市販メーカーのサポート外の規格（例えば、Profinet（登録商標）

）用で市販されたスレーブをE t h e r C A T（登録商標）で使用）となるため、スレーブ設定ファイルが準備されていない。そのため、設定ファイル（先程の例では、E t h e r C A T（登録商標）用設定ファイル）を新規に作成するので、（規格を理解し、その後、設定ファイルを記述し、動作確認を行う等の）手間と時間がかかる。

[0023] また、それぞれの規格には一長一短があったり、欲しいコンポーネントのI/F（インターフェイス）に限られた製品しかなく選択枝が無かったり、過去に納入した装置の規格があったりと、同じ装置内・同じ工場内でも、一つの規格に統一されないケースがある。

[0024] 特に、産業用イーサネット（登録商標）の規格の中には、P C等でよく利用されているハブが使用できない規格があり、また、専用の中継器でも他の規格を接続して使用できないケースがある。

[0025] そこで、本発明は、上述した点を鑑みてなされたものであり、複数の産業用イーサネット（登録商標）を1本の経路で配線させることができる多重通信装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0026] この課題を解決するためになされた請求項1に係る発明は、複数のポートの産業用イーサネット（登録商標）の信号を1つの伝送路にのせる多重通信装置であって、データの論理層と物理層の内部インターフェースであるメディアインペンデントインターフェース最小単位データにデータ有無のフラグ情報をつけて、データの最小単位の送受信を行い、データの連続性を確保した状態で多重化すること、を特徴とする。

[0027] 尚、「複数のポートの産業用イーサネット（登録商標）の信号」とは、例えば、100base-txがある。

[0028] 「データの論理層と物理層の内部インターフェース」とは、例えば、M I I : M e d i a I n d e p e n d e n t I n t e r g a c e , G M I I : G i g a b i t M e d i a I n d e p e n d e n t I n t e r g a c e 等がある。

[0029] 「最小単位」とは、例えば、M I Iでは、1 N i b b l eの25MHz, 4 B I Tであり、G M I Iでは、125MHz, 8 B I Tである。

[0030] 「データの最小単位の送受信を行い」とは、例えば、イーサネット（登録商標）の規格G b Eによる100base-txの半2重通信時では一定の固定間隔（15クロック）で送受信を切り替え、後述するSFP等を使用する全2重通信では一定の固定間隔（10クロック）で送受信を行う。

発明の効果

[0031] 本発明では、複数のポートが多重化前と多重化後、多重化データ上でもビット位置が固定しており、複数の産業用イーサネット（登録商標）を1本の経路で配線させることができる。よって、省配線化ができる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明の一実施形態に係る多重通信装置が使用された多重通信システムのシステム構成図である。

[図2]同多重通信装置の内部構成図である。

[図3]同多重通信装置が半2重通信方式で送受信を行う際のイーサネット（登録商標）の規格G b Eによる多重通信プロトコルが表された図である。

[図4]同多重通信装置が半2重通信方式で送受信を行う際のイーサネット（登録商標）の規格G b Eによる多重通信プロトコルが表わされた図である。

[図5]同多重通信装置において、100base-txの他に、1000base-tの3回線をSFP（5Gbps）で多重化したときの多重通信プロトコルが表わされた図である。

[図6]従来技術の通信システムのシステム構成図である。

発明を実施するための形態

[0033] [1. 多重通信システムのシステム構成]

以下、本発明を具体化した多重通信装置について図面を参照しつつ説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る多重通信装置が使用された多重通信システムのシステム構成図である。

[0034] 図1に表された多重通信システム1は、Aエリア2とBエリア3に分かれ

る。Aエリア2には、本実施形態に係る多重通信装置100Aが設置される。Bエリア3には、本実施形態に係る多重通信装置100Bが設置される。

[0035] Aエリア2には、本実施形態に係る多重通信装置100Aの他に、システム制御装置11、サーボコントローラ12、画像処理装置13、及びシーケンサ14が設置される。

[0036] システム制御装置11と本実施形態に係る多重通信装置100Aは、サーボコントローラ12を介して、MECHATROLINK（登録商標）－II等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル20で接続される。

[0037] また、システム制御装置11と本実施形態に係る多重通信装置100Aは、画像処理装置13を介して、TCP/IP，UDP等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル21で接続される。

[0038] さらに、システム制御装置11と本実施形態に係る多重通信装置100Aは、シーケンサ14を介して、EthernetCAT（登録商標）等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル22で接続される。

[0039] システム制御装置11は、装置全体を制御する。装置全体は、図1に表されたように、固定部としてのAエリア2と、可動部としてのBエリア3である。尚、装置全体に代えて、C工場としてのAエリア2と、D工場としてのBエリア3としてもよい。画像処理装置13は、監視等に使用される。尚、画像処理装置13は、画像表示装置に代えてもよい。

[0040] Bエリア3には、本実施形態に係る多重通信装置100Bの他に、サーボアンプ／モータ15，16、カメラ17、及びスレーブ18，19が設置される。スレーブ18，19は、本実施形態では、リレー又はセンサーである。

[0041] サーボアンプ／モータ15，16は、Aエリア2のサーボコントローラ12とデータ通信を行う。カメラ17は、Aエリア2の画像処理装置13（又は画像表示装置）とデータ通信を行う。スレーブ18，19は、Aエリア2のシーケンサ14とデータ通信を行う。

[0042] 本実施形態に係る多重通信装置100Bとサーボアンプ／モータ15，1

6は、MECHATROLINK（登録商標）－１１１等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル２０で接続される。

[0043] 本実施形態に係る多重通信装置１００Ｂとカメラ１７は、TCP／IP，UDP等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル２１で接続される。

[0044] 本実施形態に係る多重通信装置１００Ｂとスレーブ１８，１９は、Ethernet CAT（登録商標）等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル２２で接続される。

[0045] そして、本実施形態に係る多重通信装置１００Ａ，１００Ｂは、LAN線カテゴリ５e又は光ファイバ等の多重通信用ケーブル１０１で接続される。

[0046] [２．システム制御装置の内部構成]

図２は、本実施形態に係る多重通信装置１００Ａ，１００Ｂの内部構成図である。図２に表されたように、本実施形態に係る多重通信装置１００Ａ，１００Ｂは、上述したように、LAN線カテゴリ５e又は光ファイバ等の多重通信用ケーブル１０１で接続される。

[0047] 本実施形態に係る多重通信装置１００Ａは、多重側物理層用PHY－IC １１０Ａ、多重通信プロトコル処理部１２０Ａ、入出力処理部１３０Ａ，１４０Ａ，１５０Ａ、多重処理部１６０Ａ、及びローカル側物理層用PHY－IC １７０Ａ，１８０Ａ，１９０Ａを有する。

[0048] 多重側物理層用PHY－IC １１０Ａは、１０００base－t用PHY－ICであり、多重通信用ケーブル１０１として光ファイバが使用される時はSFPの光トランシーバである。

[0049] 多重通信プロトコル処理部１２０Ａは、後述する図３乃至図５等の多重通信プロトコルを合成・分離処理を行う。多重通信プロトコル処理部１２０Ａは、GMII－I／Fデータ入力部１２１Ａ、多重分離部１２２Ａ、多重混合部１２３Ａ、及びGMII－I／Fデータ出力部１２４Ａを有する。

[0050] 入出力処理部１３０Ａ，１４０Ａ，１５０Ａは、多重化対象となるイーサ

ネット（登録商標）用信号の入出力部であり、複数経路分を必要とする。具体的には、図１に表された多重通信システム１では、本実施形態に係る多重通信装置１００ＡはＡエリア２に設置される。従って、本実施形態に係る多重通信装置１００Ａには、サーボコントローラ１２、画像処理装置１３、及びシーケンサ１４の各経路分として、図２に表されたように、３個の入出力処理部１３０Ａ、１４０Ａ、１５０Ａがある。

[0051] 各入出力処理部１３０Ａ、１４０Ａ、１５０Ａは、ＭＩＩ－Ｉ／Ｆデータ入力部１３１Ａ、１４１Ａ、１５１Ａ、受信バッファ１３２Ａ、１４２Ａ、１５２Ａ、ＭＩＩ－Ｉ／Ｆデータ出力部１３３Ａ、１４３Ａ、１５３Ａ、及び送信バッファ１３４Ａ、１４４Ａ、１５４Ａを有する。

[0052] ＭＩＩ－Ｉ／Ｆデータ入力部１３１Ａ、１４１Ａ、１５１Ａは、物理層とリンク層のＩ／Ｆであり、ＭＩＩ－Ｉ／Ｆデータ（２５ＭＨｚ、４ＢＩＴ）の受信部である。

[0053] 受信バッファ１３２Ａ、１４２Ａ、１５２Ａは、多重通信のクロックである１２５ＭＨｚとＭＩＩのクロックである２５ＭＨｚの差を吸収するバッファである。

[0054] ＭＩＩ－Ｉ／Ｆデータ出力部１３３Ａ、１４３Ａ、１５３Ａは、物理層とリンク層のＩ／Ｆであり、ＭＩＩ－Ｉ／Ｆデータ（２５ＭＨｚ、４ＢＩＴ）の送信部である。

[0055] 送信バッファ１３４Ａ、１４４Ａ、１５４Ａは、ローカル側にデータを出力するためのデータ蓄積部である。具体的には、図１に表された多重通信システム１では、本実施形態に係る多重通信装置１００ＡはＡエリア２に設置される。従って、本実施形態に係る多重通信装置１００Ａにおいて、当該ローカル側とは、サーボコントローラ１２、画像処理装置１３、及びシーケンサ１４である。

[0056] 図２に戻り、送信バッファ１３４Ａ、１４４Ａ、１５４Ａは、多重通信プロトコル上のジッタ（１ブロックの送受信時間分、例えば、後述する図３、４で表されたイーサネット（登録商標）の規格ＧｂＥでは３０回）を予め考

慮し、作成された閾値個数分の4 B I Tデータが蓄積されたら、連続送信を開始する。また、送信バッファ134A, 144A, 154Aは、ある時間以上データが無いときに、フレームの区切りのI P G (Inter-Packet Gap、M I N 12バイト)と判断し、連続送信の状態を解除する。

[0057] 尚、バッファ1個以上で送信を開始すると、多重通信のジッタ分で送信するデータが送信バッファ134A, 144A, 154Aになく、出力データの連続性がなくなるので、上記ローカル側でフレームを正しく受信できず、異常となる。

[0058] 多重処理部160Aは、多重通信プロトコル処理部120A、及び入出力処理部130A, 140A, 150Aを有した集積回路(具体的には、F P G A又はA S I C)での多重化内部処理部である。

[0059] ローカル側物理層用PHY-IC170A, 180A, 190Aは、100Base-tx用PHY-ICであり、複数路のイーサネット(登録商標)用信号の入出力に必要となる。具体的には、図1に表された多重通信システム1では、本実施形態に係る多重通信装置100AはAエリア2に設置される。従って、本実施形態に係る多重通信装置100Aには、サーボコントローラ12、画像処理装置13、及びシーケンサ14の各路として、図2に表されたように、3個のローカル側物理層用PHY-IC170A, 180A, 190Aがある。

[0060] ローカル側物理層用PHY-IC170Aには、MECHATROLINK(登録商標)-III等のイーサネット(登録商標)用のLANケーブル20が接続される。ローカル側物理層用PHY-IC180Aには、TCP/IP, UDP等のイーサネット(登録商標)用のLANケーブル21が接続される。ローカル側物理層用PHY-IC190Aには、Ethernet(登録商標)等のイーサネット(登録商標)用のLANケーブル22が接続される。

[0061] 同様にして、本実施形態に係る多重通信装置100Bは、多重側物理層用PHY-IC110B、多重通信プロトコル処理部120B、入出力処理部

130B, 140B, 150B、多重処理部160B、及びローカル側物理層用PHY-IC170B, 180B, 190Bを有する。

[0062] 多重側物理層用PHY-IC110Bは、1000base-t用PHY-ICであり、多重通信用ケーブル101として光ファイバが使用される時はSFPの光トランシーバである。

[0063] 多重通信プロトコル処理部120Bは、後述する図3乃至図5等の多重通信プロトコルを合成・分離処理を行う。多重通信プロトコル処理部120Bは、GMII-I/Fデータ入力部121B、多重分離部122B、多重混合部123B、及びGMII-I/Fデータ出力部124Bを有する。

[0064] 入出力処理部130B, 140B, 150Bは、多重化対象となるイーサネット（登録商標）用信号の入出力部であり、複数経路分を必要とする。具体的には、図1に表された多重通信システム1では、本実施形態に係る多重通信装置100BはBエリア3に設置される。従って、本実施形態に係る多重通信装置100Bには、サーボアンプ／モータ15, 16、カメラ17、及びスレーブ18, 19の各経路分として、図2に表されたように、3個の入出力処理部130B, 140B, 150Bがある。

[0065] 各入出力処理部130B, 140B, 150Bは、MII-I/Fデータ入力部131B, 141B, 151B、受信バッファ132B, 142B, 152B、MII-I/Fデータ出力部133B, 143B, 153B、及び送信バッファ134B, 144B, 154Bを有する。

[0066] MII-I/Fデータ入力部131B, 141B, 151Bは、物理層とリンク層のI/Fであり、MII-I/Fデータ（25MHz、4BIT）の受信部である。

[0067] 受信バッファ132B, 142B, 152Bは、多重通信のクロックである125MHzとMIIのクロックである25MHzの差を吸収するバッファである。

[0068] MII-I/Fデータ出力部133B, 143B, 153Bは、物理層とリンク層のI/Fであり、MII-I/Fデータ（25MHz、4BIT）

の送信部である。

[0069] 送信バッファ 134 B, 144 B, 154 B は、ローカル側にデータを出力するためのデータ蓄積部である。具体的には、図 1 に表された多重通信システム 1 では、本実施形態に係る多重通信装置 100 B は B エリア 3 に設置される。従って、本実施形態に係る多重通信装置 100 B において、当該ローカル側とは、サーボアンプ／モータ 15, 16、カメラ 17、及びスレーブ 18, 19 である。

[0070] 図 2 に戻り、送信バッファ 134 B, 144 B, 154 B は、多重通信プロトコル上のジッタ（1 ブロックの送受信時間分、例えば、後述する図 3, 4 で表されたイーサネット（登録商標）の規格 G b E では 30 回）を予め考慮し、作成された閾値個数分の 4 B I T データが蓄積されたら、連続送信を開始する。また、送信バッファ 134 B, 144 B, 154 B は、ある時間以上データが無いときに、フレームの区切りの I P G（Inter-Packet Gap、M I N 12 バイト）と判断し、連続送信の状態を解除する。

[0071] 尚、バッファ 1 個以上で送信を開始すると、多重通信のジッタ分で送信するデータが送信バッファ 134 B, 144 B, 154 B になく、出力データの連続性がなくなるので、上記ローカル側でフレームを正しく受信できず、異常となる。

[0072] 多重処理部 160 B は、多重通信プロトコル処理部 120 B、及び入出力処理部 130 B, 140 B, 150 B を有した集積回路（具体的には、F P G A 又は A S I C）での多重化内部処理部である。

[0073] ローカル側物理層用 P H Y - I C 170 B, 180 B, 190 B は、100 B a s e - t x 用 P H Y - I C であり、複数路のイーサネット（登録商標）用信号の入出力に必要となる。具体的には、図 1 に表された多重通信システム 1 では、本実施形態に係る多重通信装置 100 B は B エリア 3 に設置される。従って、本実施形態に係る多重通信装置 100 B には、サーボアンプ／モータ 15, 16、カメラ 17、及びスレーブ 18, 19 の各路として、図 2 に表されたように、3 個のローカル側物理層用 P H Y - I C 170 B, 1

80B, 190Bがある。

[0074] ローカル側物理層用PHY-IC170Bには、MECHATROLINK（登録商標）-III等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル20が接続される。ローカル側物理層用PHY-IC180Bには、TCP/IP, UDP等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル21が接続される。ローカル側物理層用PHY-IC190Bには、Ethernet（登録商標）等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル22が接続される。

[0075] 上記の構成により、本実施形態に係る多重通信装置100A, 100Bは、例えば、イーサネット（登録商標）の規格GbEによる100base-txの3回線を多重化するものである。

[0076] 従来では、1系統にまとめることができない規格違いの3回線（MECHATROJSLINK（登録商標）-III等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル20、TCP/IP, UDP等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル21、及びEthernet（登録商標）等のイーサネット（登録商標）用のLANケーブル22）を、1本の多重化通信線である多重通信用ケーブル101で、通信プロトコルの解析なく、独立した回線のままで、多重化することが可能である。

[0077] つまり、ローカル側物理層用PHY-IC170A, 170Bに接続されたLANケーブル20、ローカル側物理層用PHY-IC180A, 180Bに接続されたLANケーブル21、及びローカル側物理層用PHY-IC190A, 190Bに接続されたLANケーブル22は、独立して多重化される。

[0078] [3. イーサネット（登録商標）の規格GbEによる多重通信プロトコル]
多重側物理層用PHY-IC110A, 110Bが1000base-t用PHY-ICである場合には、本実施形態に係る多重通信装置100A, 100Bは半2重通信方式で送受信を行う。図3, 図4は、本実施形態に係る多重通信装置100A, 100B（図2参照）が半2重通信方式で送受信

を行う際のイーサネット（登録商標）の規格GbEによる多重通信プロトコルが表わされた図である。

[0079] 図3、図4では、縦軸に通信方向が表される。図3は、Aエリア2からBエリア3にデータを送信する半2重通信方式の多重通信プロトコルが表わされた図であるが、Bエリア3からAエリア2にデータを送信する半2重通信方式の多重通信プロトコルは記載されていない。これに対して、図4は、Bエリア3からAエリア2にデータを送信する半2重通信方式の多重通信プロトコルが表された図であるが、Aエリア2からBエリア3にデータを送信する半2重通信方式の多重通信プロトコルは記載されていない。

[0080] 多重側物理層用PHY-IC110A、110B（図2参照）が1000base-t用PHY-ICである場合には、1000base-tの最小単位であるGMII（125MHz*8BIT）で送受信が行われる。その8BITは、図3、図4では、縦軸に並んだ「B0」、「B1」、「B2」、「B3」、「B4」、「B5」、「B6」、「B7」で表される。

[0081] 図3では、横軸に並んだ「0」～「14」の数値は、多重化通信を行うクロック（規格GbE用と同じ125MHz）のカウント数である。同様に、図4では、横軸に並んだ「15」～「29」の数値は、多重化通信を行うクロック（規格GbE用と同じ125MHz）のカウント数である。

[0082] 図3、図4では、本実施形態に係る多重通信装置100A、100B（図2参照）は、上記各ローカル側のイーサネット（登録商標）の規格GbEによる100base-txの100base-txの最小単位であるMIIの1Nibble、25MHz、4BITを単位として、データ有無フラグを追加して、データの送受信を行う。

[0083] 図3、図4では、「X」を回線番号、「Y」をバッファにたまった順番とすると、データが「MIIX-Y」で表わされる。「X」の回線番号は「1」、「2」、「3」のいずれかであり、「Y」のバッファにたまった順番は「1」、「2」、「3」、「4」、「5」、「6」のいずれかである。「MIIX-Y有/無」は、データ有無のフラグである。「MIIX-Y有」は

、「M I I X-Y」のデータが有ることを表す。「M I I X-Y無」は、「M I I X-Y」のデータが無いことを表す。

[0084] 尚、「空き」は、データそのものが存在しないことを表す。

[0085] 図3に表されたように、カウンタ数が「0」,「1」の通信開始時は多重側物理層用PHY-IC110A,110B(図2参照)により決まったプリアンプル2個が送受信される。カウンタ数が「14」では、送受信を切り替えるため、お互いに送信OFFの状態とする。

[0086] 図4に表されたように、カウンタ数が「15」~「29」の後半15回分は、送受信の方向を切り替えて通信を行う。

[0087] 一般的に、上記各ローカル側のイーサネット(登録商標)の通信では、パケット単位で送受信が行われ、必要なデータがない時に無通信状態となる。但し、パケット間は、最低でも、IPG(Inter-Packet Gap、MIN12バイト)間分の無通信が有る。

[0088] 一方、多重側物理層用PHY-IC110A,110B(図2参照)は、最小の遅延・ジッタで多重化するために、一定の固定間隔でデータ送受信を行う。そのため、上記ローカル側に送信すべきデータがないときに、存在しないデータを上記ローカル側に送信すると、通信異常となる。従って、図3,図4に表したように、最小単位のデータ毎にデータ有無のフラグの情報を付加し、データが無いときはM I Iの4BITデータを出力しない。

[0089] [4. SFP(5Gbps)による多重通信プロトコル]

図5は、100base-txの他に、1000base-tの3回線(C-LINKIE(登録商標)、GigE_Vision(登録商標)、PC用LAN回線)をSFP(5Gbps)で多重化したときの多重通信プロトコルが表わされた図である。この場合には、上述したように、1000base-t用PHY-ICである多重側物理層用PHY-IC110B(図2参照)に代えて、SFP(5Gbps)の光トランシーバが使用される。さらに、多重通信用ケーブル101(図2参照)として光ファイバが使用される。

- [0090] 図5では、縦軸に通信方向が表される。図5は、C工場からD工場にデータを送信する多重通信プロトコルが表わされた図であるとともに、D工場からC工場にデータを送信する多重通信プロトコルが表された図である。
- [0091] 100base-txのときのMII-1/Fデータ(25MHz, 4BIT)に対して、1000base-tでは、GMII-1/Fデータ(125MHz, 8BIT)を1つの単位として多重化する。その8BITは、図5では、縦軸に並んだ「B0」～「B7」, 「B8」～「B15」, 「B16」～「B23」, 「B24」～「B31」で表される。
- [0092] さらに、図5では、横軸に並んだ「0」～「9」の数値は、多重化通信を行うクロックのカウント数である。
- [0093] 図5では、「X」を、3回線(CC-LinkIE(登録商標)、GigE_Vision(登録商標)、PC用LAN回線)の番号とすると、データが「GMII-X」で表わされる。「X」の回線番号は、CC-LinkIE(登録商標)の「1」, GigE_Vision(登録商標)の「2」, PC用LAN回線の「3」のいずれかである。「GMII-X有/無」は、データ有無のフラグである。「GMII-X有」は、「GMII-X」のデータが有ることを表す。「GMII-X無」は、「GMII-X」のデータが無いことを表す。
- [0094] また、図5では、「X」を回線番号、「Y」をバッファにたまった順番とすると、データが「MII-X-Y」で表わされる。「X」の回線番号には、上記各ローカル側を意味する「1」, 「2」, 「3」に加え、「4」がある。また、「Y」のバッファにたまった順番は「1」, 「2」のいずれかである。「MII-X-Y有/無」は、データ有無のフラグである。「MII-X-Y有」は、「MII-X-Y」のデータが有ることを表す。「MII-X-Y無」は、「MII-X-Y」のデータが無いことを表す。
- [0095] 特に、図5では、「MII4-1」と「MII4-2」には、信頼性を高めるために、前方誤り訂正方式の1つであるハミング符号のFEC(15, 11)の短縮系を使用する。再送をきらう通信規格・用途には、このPOR

Tを使用する。

[0096] 図5に表されたSFP（5Gbps）の場合には、図3，図4に表されたGbEの場合とは違い、全2重通信方式であり、プリアンプルがなく、転送速度が速い特徴を持つ。また、多重通信用ケーブル101（図2参照）として光ファイバが使用されるため、長距離間（数km）を多重化できる。

[0097] [5. まとめ]

すなわち、本実施形態では、複数のポートが多重化前と多重化後、多重化データ上でもビット位置が固定しており（図3，図4，図5参照）、複数の産業用イーサネット（登録商標）の経路（図6の符号1020，1021，1022）を1本の経路（図1の符号101）で配線させることができる。

[0098] よって、省配線化ができる。本実施形態では、装置全体における固定部としてのAエリア2と可動部としてのBエリア3との間で、あるいは、同じ工場における異なる階数との間で、イーサネット（登録商標）の回線の省配線化が可能である。

[0099] C工場とD工場の間のような長距離の場合は、ケーブル代の他に、敷設に必要な部品代や工事代が安価で済む。

[0100] 本実施形態では、「背景技術」の欄で説明した図6の構成に対し、図2に表したように、本実施形態に係る多重通信装置100A，100Bを挿入し、2つの多重通信装置100A，100B間で、同じ番号のポートに対応する規格のLAN線を接続する。

[0101] 本実施形態に係る多重通信装置100A，100BがGbE（1000base-t）による多重通信装置の場合は、図3，図4に表された多重通信プロトコルで、100base-txを最大3回線を多重化することが可能である。

[0102] 本実施形態では、図3，図4，図5に表されたように、内部データ上は独立しているので、複数の回線内の1つに異常（例えば、LANケーブルのループ、ウイルス感染等）が発生しても、他の回線に全く影響を及ぼさない。

[0103] 従って、例えば、外部接続しているPC用LAN回線がウイルス感染して

も、装置制御を行う別回線には全く影響せず、安定した生産ができる。

[0104] 本実施形態では、図3、図4、図5に表されたように、最小単位のデータを基に多重化通信プロトコルにしているので、産業用イーサネット（登録商標）で問題となる遅延時間・ジッタが小さく、ほとんど影響しない。

[0105] 具体的には、GbEによる多重通信装置では、片方向1回の転送で、約1.5 μ s程度の遅延であり、ジッタは約240 ns（30クロックで1回分の送信時）である（図3、図4参照）。これに対して、SFPによる多重通信装置では、片方向1回の転送で、約1.2 μ s程度の遅延であり、ジッタは約80 ns（10クロックで1回分の送信時）である（図5参照）。

[0106] 本実施形態のように、パケット解析なしに多重化しているために、通信速度的に間に合うデータの物理層（多重側物理層用PHY-IC110A, 110B、ローカル側物理層用PHY-IC170A, 180A, 190A、及びローカル側物理層用PHY-IC170B, 180B, 190B）を用意すれば、どんな規格の産業用イーサネット（登録商標）でも多重化でき、多重化のための難しい設定、設定ファイルの作成、リリースタイミングの遅れ等がなく、すぐに使用することができる。

[0107] 従来のように、パケット単位でCRCチェック等を行ってからデータ通信すると、フレームのデータ量分の遅延が追加されて、フィードバック制御を行っているような産業用イーサネット（登録商標）では、遅延が大きく、正常に動作しないケースもある。また、データに識別子があると、識別子がデータ化けした場合、少なくとも2つの回線に影響がある。しかしながら、本実施形態では、図3、図4、図5に表されたように、固定ビットに割り付けているので、多重処理部160A, 160Bでデータ化けが発生しても、複数のポートの対応を誤認することがない。

[0108] [6. その他]

尚、本発明は上記実施形態に限定されるものでなく、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

例えば、100baseをベースとした産業用イーサネット（登録商標）

の規格としては、MECHATROLINK（登録商標）－III、EtherCAT（登録商標）、EtherNet/IP（登録商標）、Profinet（登録商標）、Modbus（登録商標）、TCP/IP、又はFiberNet等がある。

[0109] 1000baseをベースとした産業用イーサネット（登録商標）の規格としては、CC-LinkIE（登録商標）等がある。

[0110] また、その他にも、通常の情報系のデータ送受信を行うPCが接続されたTCP/IP又はUDPの通信も存在する。

[0111] 本実施形態では、多重通信用ケーブル101として光ファイバが使用される時はSFPの光トランシーバであったが、SFFの光トランシーバであってもよい。

符号の説明

- [0112]
- 1 多重通信システム
 - 100A 多重通信装置
 - 100B 多重通信装置
 - 101 多重通信用ケーブル
 - 110A 多重側物理層用PHY-IC
 - 110B 多重側物理層用PHY-IC
 - 133A MII-1/Fデータ出力部
 - 134A 送信バッファ
 - 133B MII-1/Fデータ出力部
 - 134B 送信バッファ
 - 143A MII-1/Fデータ出力部
 - 144A 送信バッファ
 - 143B MII-1/Fデータ出力部
 - 144B 送信バッファ
 - 153A MII-1/Fデータ出力部
 - 154A 送信バッファ

1 5 3 B M I I - I / F データ出力部

1 5 4 B 送信バッファ

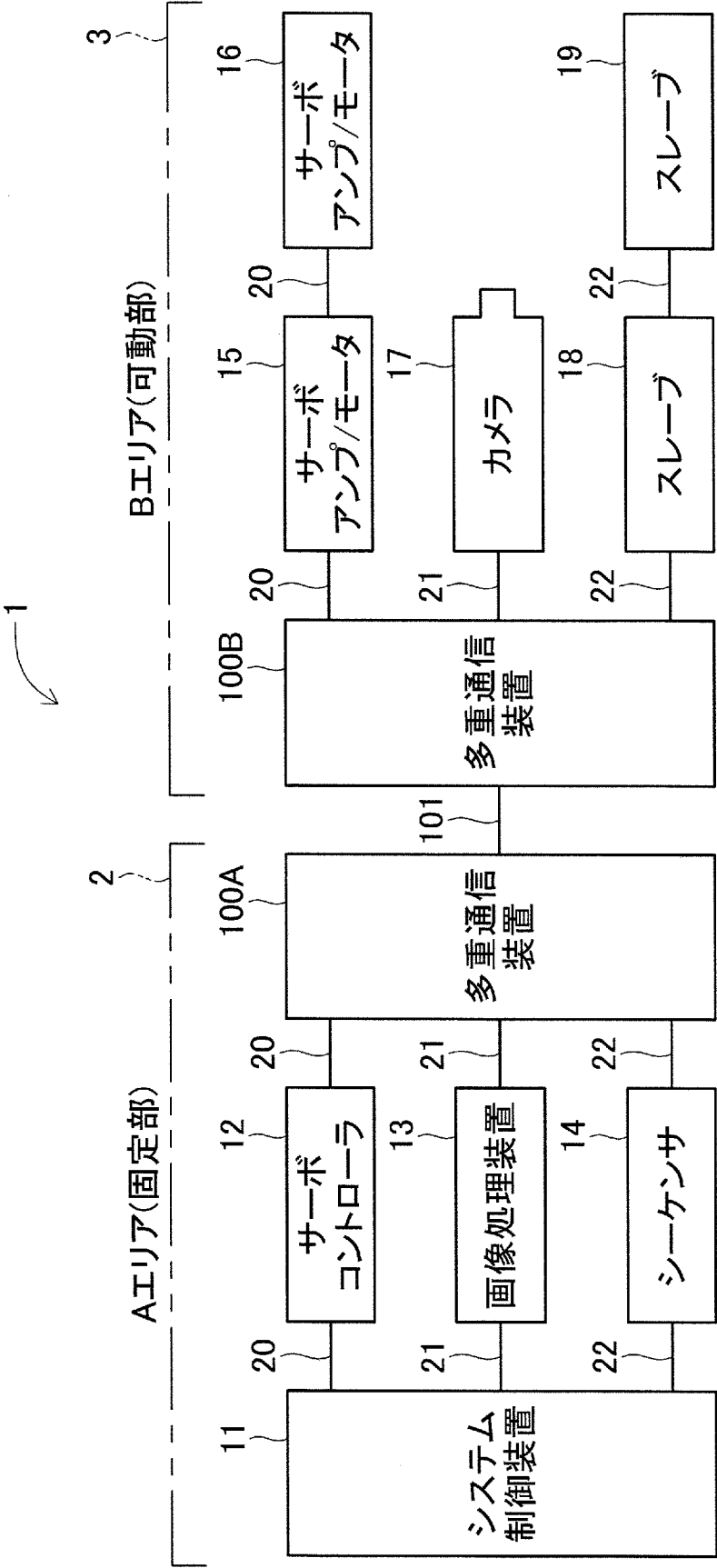
1 6 0 A 多重処理部

1 6 0 B 多重処理部

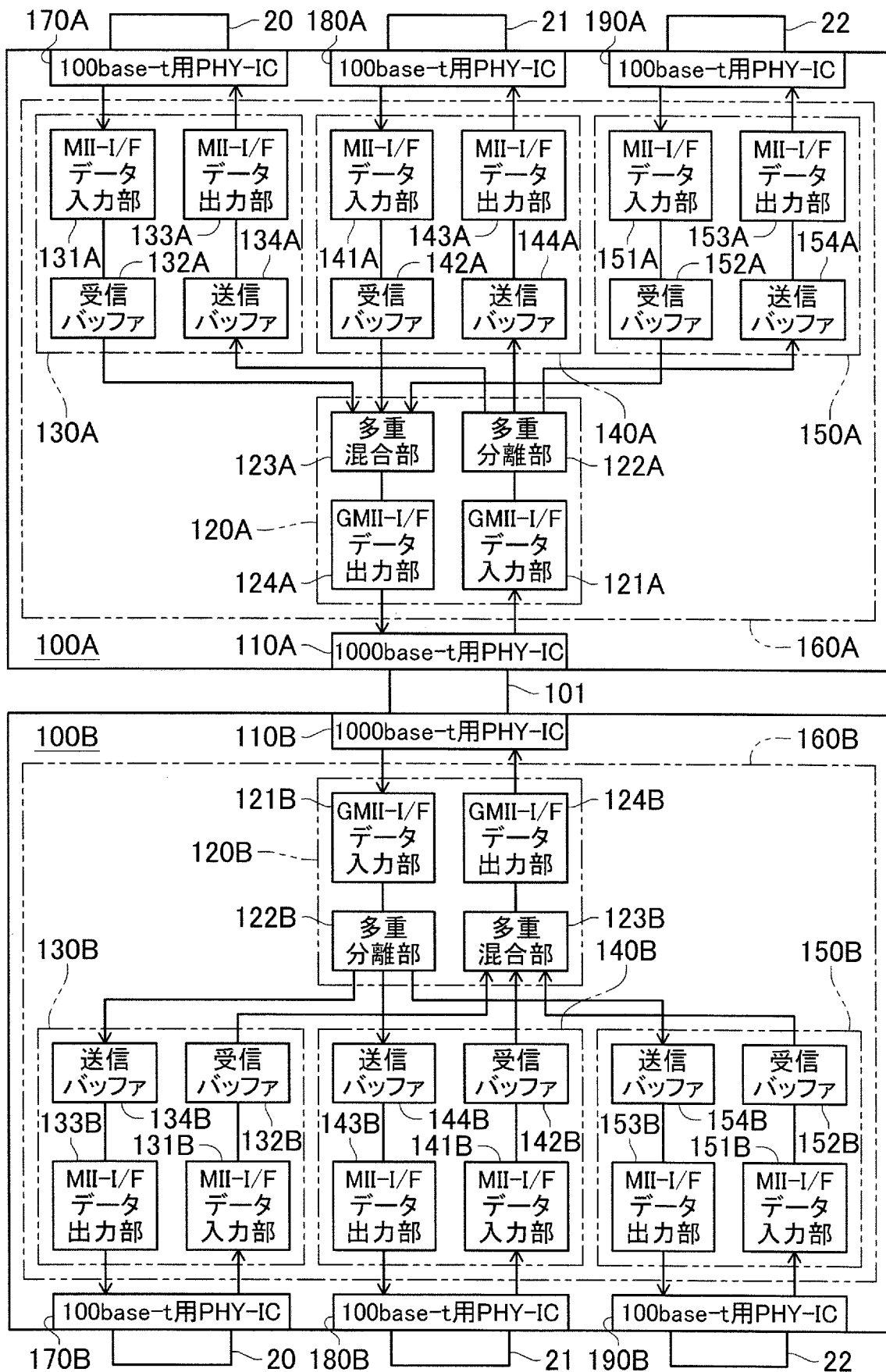
請求の範囲

- [請求項1] 複数のポートの産業用イーサネット（登録商標）の信号を1つの伝送路にのせる多重通信装置であって、
- データの論理層と物理層の内部インターフェースであるメディアインペンデントインターフェース最小単位データにデータ有無のフラグ情報をつけて、データの最小単位の送受信を行い、データの連続性を確保した状態で多重化すること、を特徴とする多重通信装置。
- [請求項2] 前記物理層として用いられる光トランシーバと、
- 多重通信用ワイヤーハーネスとして用いられる光ファイバと、を備えたこと、を特徴とする請求項1に記載の多重通信装置。
- [請求項3] 前記物理層として用いられるイーサネット（登録商標）用の物理層回路と、
- 多重通信用ワイヤーハーネスとして用いられるLAN線と、を備えたこと、を特徴とする請求項1に記載の多重通信装置。
- [請求項4] ローカル出力部と、
- バッファと、を備え、
- 前記ローカル出力部は、連続的に出力するためのデータ数分を前記バッファにためた後に、前記バッファにためたデータの出力を開始すること、を特徴とする請求項1に記載の多重通信装置。
- [請求項5] 前記複数のポートを、多重化の通信プロトコル上で、固定ビットに割り当てること、を特徴とする請求項1に記載の多重通信装置。
- [請求項6] 前記多重化の処理を行うデバイスとしてFPGAを備えること、を特徴とする請求項1に記載の多重通信装置。

[図1]



[図2]



[図3]

進行方向	カウンタ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Aエリア (固定部) → Bエリア (可動部)	B0	プリアンブル	プリアンブル	通信切替準備 無通信												
	B1															
	B2															
	B3															
	B4															
	B5															
	B6															
	B7															
Bエリア (可動部) → Aエリア (固定部)	B0															
	B1															
	B2															
	B3															
	B4															
	B5															
	B6															
	B7															

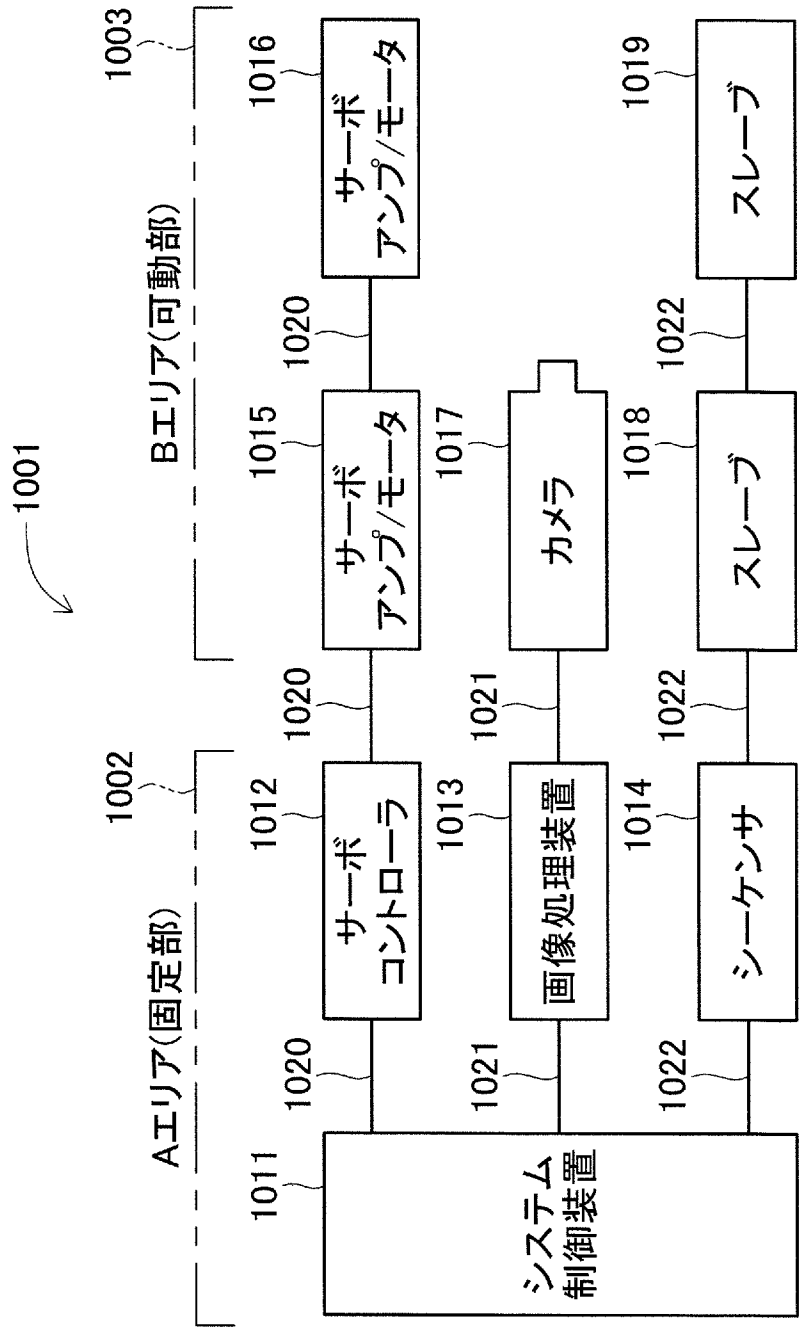
通信切替準備 無通信

進行方向	カウンタ	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Aエリア (固定部) → Bエリア (可動部)	B0															
	B1															
	B2															
	B3															
	B4															
	B5															
	B6															
	B7															
Bエリア (可動部) → Aエリア (固定部)	B0	ブリアングル		MII1-1		MII1-3		MII1-5								
	B1			MII1-2		MII1-4		MII1-6								
	B2			MII2-1		MII2-3		MII2-5								
	B3			MII2-2		MII2-4		MII2-6								
	B4			MII3-1		MII3-3		MII3-5								
	B5			MII3-2		MII3-4		MII3-6								
	B6	M1-1 有/無	M1-2 有/無	M2-1 有/無	M2-2 有/無	M1-3 有/無	M1-4 有/無	M2-3 有/無	M2-4 有/無	M1-5 有/無	M1-6 有/無	M2-5 有/無	M2-6 有/無			
	B7	M3-1 有/無	M3-2 有/無	空き	空き	M3-3 有/無	M3-4 有/無	空き	空き	M3-5 有/無	M3-6 有/無	空き	空き			
	通信切替準備 無通信															

[図5]

進行方向	カウンタ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C工場 → D工場 (D工場 → C工場)	B0	GMII1	GMII1	GMII1	GMII1	GMII1	GMII1	GMII1	GMII1	GMII1	GMII1
	B1										
	B2										
	B3										
	B4										
	B5										
	B6										
	B7										
	B8	GMII2	GMII2	GMII2	GMII2	GMII2	GMII2	GMII2	GMII2	GMII2	GMII2
	B9										
	B10										
	B11										
	B12										
	B13										
	B14										
	B15										
	B16	GMII3	GMII3	GMII3	GMII3	GMII3	GMII3	GMII3	GMII3	GMII3	GMII3
	B17										
	B18										
	B19										
	B20										
	B21										
	B22										
	B23										
	B24	GMII1 有/無	GMII1 有/無	GMII1 有/無	GMII1 有/無	GMII1 有/無	GMII1 有/無	GMII1 有/無	GMII1 有/無	GMII1 有/無	GMII1 有/無
	B25	GMII2 有/無	GMII2 有/無	GMII2 有/無	GMII2 有/無	GMII2 有/無	GMII2 有/無	GMII2 有/無	GMII2 有/無	GMII2 有/無	GMII2 有/無
	B26	GMII3 有/無	GMII3 有/無	GMII3 有/無	GMII3 有/無	GMII3 有/無	GMII3 有/無	GMII3 有/無	GMII3 有/無	GMII3 有/無	GMII3 有/無
	B27	MII1-1				M1-1 有/無	MII1-2				M1-2 有/無
	B28	MII2-1				M2-1 有/無	MII2-2				M2-2 有/無
	B29	MII3-1				M3-1 有/無	MII3-2				M3-2 有/無
	B30	MII4-1				M4-1 有/無	FEC(15,11)短縮系				空き
	B31	MII4-2				M4-2 有/無	FEC(15,11)短縮系				空き

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/073797

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J3/00(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)

H04J3/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-169150 A (Fujitsu Ltd.), 13 July 1988 (13.07.1988), page 1, right column, line 14 to page 2, lower left column, line 13; fig. 4, 5 (Family: none)	1-6
Y	JP 2012-114883 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 14 June 2012 (14.06.2012), paragraphs [0034] to [0039]; fig. 5 (Family: none)	1-6
Y	JP 2007-110457 A (Hitachi Communication Technology Co., Ltd.), 26 April 2007 (26.04.2007), paragraph [0061] & US 2007/0116055 A1 & CN 1976537 A	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
31 October, 2014 (31.10.14)

Date of mailing of the international search report
11 November, 2014 (11.11.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/073797

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-67581 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 09 March 2006 (09.03.2006), paragraphs [0011] to [0013]; fig. 1 & US 2006/0045081 A1 & KR 10-2006-0018360 A	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04J3/00(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. H04J3/00

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 63-169150 A（富士通株式会社）1988.07.13, 第1ページ右欄14行－第2ページ左下欄13行, 第4, 5図 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2012-114883 A（古河電気工業株式会社）2012.06.14, 段落[0034]－[0039], 第5図 (ファミリーなし)	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。

* 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

3 1 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 1 . 1 1 . 2 0 1 4

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）

阿部 弘

5 K

9 3 8 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

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	JP 2007-110457 A (株式会社日立コミュニケーションテクノロジー) 2007.04.26, 段落[0061] & US 2007/0116055 A1 & CN 1976537 A	5
Y	JP 2006-67581 A (三星電子株式会社) 2006.03.09, 段落[0011]－[0013], 第1図 & US 2006/0045081 A1 & KR 10-2006-0018360 A	6