

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7304801号

(P7304801)

(45)発行日 令和5年7月7日(2023.7.7)

(24)登録日 令和5年6月29日(2023.6.29)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 L 7/00 (2006.01)

H 0 4 L 7/00 9 9 0

H 0 4 L 12/28 (2006.01)

H 0 4 L 12/28 2 0 0 Z

請求項の数 10 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-224503(P2019-224503)	(73)特許権者	000006013
(22)出願日	令和1年12月12日(2019.12.12)		三菱電機株式会社
(65)公開番号	特開2021-93681(P2021-93681A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43)公開日	令和3年6月17日(2021.6.17)	(74)代理人	100116964
審査請求日	令和4年7月13日(2022.7.13)		弁理士 山形 洋一
		(74)代理人	100120477
			弁理士 佐藤 賢改
		(74)代理人	100135921
			弁理士 篠原 昌彦
		(74)代理人	100083840
			弁理士 前田 実
		(72)発明者	中安 俊行
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
			三菱電機株式会社内
		(72)発明者	谷口 幸子
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 中継装置及び通信システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

フレームを受信する複数のポートと、

前記複数のポートに含まれる一つのポートで受信されたフレームを、前記複数のポートの内の少なくとも一つのポートから転送させる転送処理部と、を備え、

前記転送処理部は、時刻を同期させるために用いられる時刻同期フレームのみを中継するポートとして、前記複数のポートから選択されたポートで受信された、時刻同期フレーム以外のフレームを破棄し、時刻同期フレーム以外のフレームの前記選択されたポートへの転送をブロックするフィルタリング機能を備えること

を特徴とする中継装置。

10

【請求項2】

前記転送処理部は、前記選択されたポートで受信されたフレームに対して前記フィルタリング機能を適用すること

を特徴とする請求項1に記載の中継装置。

【請求項3】

前記転送処理部は、前記選択されたポートで受信されたフレームが、前記時刻同期フレームではない場合に、前記選択されたポートで受信された前記フレームを廃棄すること

を特徴とする請求項2に記載の中継装置。

【請求項4】

前記転送処理部は、前記選択されたポートで受信されたフレームが、前記時刻同期フレ

20

ームではない場合に、前記選択されたポートで受信された前記フレームを、前記複数のポートの何れからも転送させないこと

を特徴とする請求項 2 に記載の中継装置。

【請求項 5】

前記転送処理部は、前記選択されたポート以外のポートで受信されたフレームに対して、前記フィルタリング機能を適用すること

を特徴とする請求項 1 に記載の中継装置。

【請求項 6】

前記転送処理部は、前記選択されたポート以外のポートで受信されたフレームが時刻同期フレームではない場合に、前記選択されたポート以外のポートで受信された前記フレームを、前記選択されたポートへ転送しないこと

を特徴とする請求項 5 に記載の中継装置。

【請求項 7】

前記転送処理部は、前記選択されたポート以外のポートで受信されたフレームが時刻同期フレームである場合に、前記選択されたポート以外のポートで受信された前記フレームを、前記選択されたポートに転送すること

を特徴とする請求項 5 に記載の中継装置。

【請求項 8】

時刻を計時する計時部と、

基準となる時刻を計時して、前記時刻同期フレームを送信する時刻配信サーバが前記選択されたポートに接続され、かつ、前記選択されたポートが、予め定められた期間、予め定められたフレームを受信しない場合に、前記計時部で計時されている時刻を示す時刻同期フレームを生成する時刻同期処理部と、をさらに備え、

前記転送処理部は、前記生成された時刻同期フレームを、前記選択されたポートを除く前記複数のポートから送信させること

を特徴とする請求項 2 から 7 の何れか一項に記載の中継装置。

【請求項 9】

第 1 の中継装置を含む第 1 のネットワークと、第 2 の中継装置を含み、前記第 1 のネットワークとはセグメントが異なる第 2 のネットワークとを備える通信システムであって、前記第 1 の中継装置は、

フレームを受信する複数の第 1 のポートと、

前記複数の第 1 のポートに含まれる一つの第 1 のポートで受信されたフレームを、前記複数の第 1 のポートの内の少なくとも一つの第 1 のポートから転送させる第 1 の転送処理部と、を備え、

前記複数の第 1 のポートに含まれる第 1 の時刻情報中継ポートは、前記第 2 の中継装置に接続されており、

前記第 1 の転送処理部は、前記第 1 の時刻情報中継ポートで受信されたフレームが時刻を同期させるために用いられる時刻同期フレームではない場合に、前記第 1 の時刻情報中継ポートで受信された前記フレームをブロックする第 1 のフィルタリング機能を備え、

前記第 2 の中継装置は、

フレームを受信する複数の第 2 のポートと、

前記複数の第 2 のポートに含まれる一つの第 2 のポートで受信されたフレームを、前記複数の第 2 のポートの内の少なくとも一つの第 2 のポートから転送させる第 2 の転送処理部と、を備え、

前記複数の第 2 のポートに含まれる第 2 の時刻情報中継ポートは、前記第 1 の中継装置に接続されており、

前記第 2 の転送処理部は、前記第 2 の時刻情報中継ポートで受信されたフレームが時刻を同期させるために用いられる時刻同期フレームではない場合に、前記第 2 の時刻情報中継ポートで受信された前記フレームをブロックする第 2 のフィルタリング機能を備えることを特徴とする通信システム。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

前記第 1 の中継装置は、

時刻を計時する第 1 の計時部と、

基準となる時刻を計時して、前記時刻同期フレームを送信する第 1 の時刻配信サーバが前記複数の第 1 のポートから選択された第 1 のポートに接続され、かつ、前記選択された第 1 のポートが、予め定められた期間、前記時刻同期フレームを受信しない場合に、前記第 1 の計時部で計時されている時刻を示す時刻同期フレームを生成する第 1 の時刻同期処理部と、をさらに備え、

前記第 1 の転送処理部は、前記第 1 の時刻同期処理部で生成された前記時刻同期フレームを、前記選択された第 1 のポートを除く前記複数の第 1 のポートから送信させ、

10

前記第 2 の中継装置は、

時刻を計時する第 2 の計時部と、

基準となる時刻を計時して、前記時刻同期フレームを送信する第 2 の時刻配信サーバが前記複数の第 2 のポートから選択された第 2 のポートに接続され、かつ、前記選択された第 2 のポートが、予め定められた期間、前記時刻同期フレームを受信しない場合に、前記第 2 の計時部で計時されている時刻を示す時刻同期フレームを生成する第 2 の時刻同期処理部と、をさらに備え、

前記第 2 の転送処理部は、前記第 2 の時刻同期処理部で生成された前記時刻同期フレームを、前記選択された第 2 のポートを除く前記複数の第 2 のポートから送信させること

を特徴とする請求項 9 に記載の通信システム。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、中継装置及び通信システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) で標準化されている IEEE 1588 PTP (Precision Time Protocol) 又は IEEE 802.1AS では、ネットワークの基準時計を保有する時刻配信サーバである GM (Grand Master) が、基準となる時刻を計時し、その時刻を示す時刻情報を時刻同期フレームで配信し、GM から時刻情報を受信した装置が時刻を補正する。これにより、ネットワーク内の時刻を同期させることが可能である。

30

【0003】

産業用ネットワーク又は社会インフラを形成するネットワークでは、障害耐力を向上させるためにネットワークを完全二重系で構成すると共に、高精度の時刻同期を実現するために GM をネットワーク上に複数配置する構成が用いられている。GM を冗長構成としたネットワークでは、同期する時刻を一元化するために BMCA (Best Master Clock Algorithm) 等を用いて時刻を配信する一つの GM が選出され、選出された GM を起点とした時刻配信ツリーが生成される。

40

【0004】

また、運用中の GM が故障又は通信不可等の状況に陥った場合には、正常動作中の GM の中から時刻情報を配信する GM が新たに選出されることで、ネットワークに所属する装置の時刻同期精度を維持することが行われている (例えば、特許文献 1 参照)。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【文献】特許第 6045950 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】**

50

【 0 0 0 6 】

G Mは、時刻情報を時刻情報配信ポートから配信するが、従来の技術において冗長化する場合には、G Mに、複数の時刻情報配信ポートを設けておく必要がある。

一般的に、G Mは、高精度の時刻情報を配信するために、原子時計又はG P S (G l o b a l P o s i t i o n i n g S y s t e m) 等を用いた高精度かつ高価な基準時計を採用しており、L 2 S W (L a y e r 2 S W i t c h) 等の中継装置と比較すると高価である。また、G Mは、時刻情報配信ポートの数が多くなるにつれて、さらに高価となる。

【 0 0 0 7 】

従って、従来の技術は、比較的高価である時刻情報配信ポート数の多いG Mをネットワークに複数台配置することで、障害耐力を強化しているが、G Mの費用がコスト悪化の要因となっていた。

10

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明の一又は複数の態様は、低価格で、信頼度の高い時刻同期を行うことができるようにすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様に係る中継装置は、フレームを受信する複数のポートと、前記複数のポートに含まれる一つのポートで受信されたフレームを、前記複数のポートの内の少なくとも一つのポートから転送させる転送処理部と、を備え、前記転送処理部は、時刻を同期させるために用いられる時刻同期フレームのみを中継するポートとして、前記複数のポートから選択されたポートで受信された、時刻同期フレーム以外のフレームを破棄し、時刻同期フレーム以外のフレームの前記選択されたポートへの転送をブロックするフィルタリング機能を備えることを特徴とする。

20

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様に係る通信システムは、第1の中継装置を含む第1のネットワークと、第2の中継装置を含み、前記第1のネットワークとはセグメントが異なる第2のネットワークとを備える通信システムであって、前記第1の中継装置は、フレームを受信する複数の第1のポートと、前記複数の第1のポートに含まれる一つの第1のポートで受信されたフレームを、前記複数の第1のポートの内の少なくとも一つの第1のポートから転送させる第1の転送処理部と、を備え、前記複数の第1のポートに含まれる第1の時刻情報中継ポートは、前記第2の中継装置に接続されており、前記第1の転送処理部は、前記第1の時刻情報中継ポートで受信されたフレームが時刻を同期させるために用いられる時刻同期フレームではない場合に、前記第1の時刻情報中継ポートで受信された前記フレームをブロックする第1のフィルタリング機能を備え、前記第2の中継装置は、フレームを受信する複数の第2のポートと、前記複数の第2のポートに含まれる一つの第2のポートで受信されたフレームを、前記複数の第2のポートの内の少なくとも一つの第2のポートから転送させる第2の転送処理部と、を備え、前記複数の第2のポートに含まれる第2の時刻情報中継ポートは、前記第1の中継装置に接続されており、前記第2の転送処理部は、前記第2の時刻情報中継ポートで受信されたフレームが時刻を同期させるために用いられる時刻同期フレームではない場合に、前記第2の時刻情報中継ポートで受信された前記フレームをブロックする第2のフィルタリング機能を備えることを特徴とする。

30

40

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明の一又は複数の態様によれば、低価格で、信頼度の高い時刻同期を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図1】図1は、実施の形態1及び2に係る中継装置を備える通信システムを概略的に示すブロック図である。

【図2】実施の形態1及び2に係る中継装置の構成を概略的に示すブロック図である。

50

【図 3】時刻同期フレームのフォーマットを示す概略図である。

【図 4】(A) 及び (B) は、ハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図 5】第 1 の比較例における通信システムの構成を概略的に示すブロック図である。

【図 6】第 2 の比較例における通信システムの構成を概略的に示すブロック図である。

【図 7】第 2 の比較例において一つの GM が故障した場合における時刻情報配信経路を説明するためのブロック図である。

【図 8】実施の形態 1 及び 2 において、一つの GM に故障が発生した場合の時刻情報配信経路を説明するためのブロック図である。

【図 9】実施の形態 2 において、二つの GM に故障が発生した場合の時刻情報配信経路を説明するためのブロック図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施の形態 1 .

図 1 は、実施の形態 1 に係る中継装置 110A ~ 110D を備える通信システム 100 を概略的に示すブロック図である。

通信システム 100 は、ネットワーク 101A と、ネットワーク 101B とを備える。

【0014】

ネットワーク 101A は、中継装置 110A、110B と、通信装置 103A、103B とを備える。

中継装置 110A には、GM 104A が接続されており、GM 104A から中継装置 110A に、時刻を同期させるための時刻同期フレームが送信される。

20

【0015】

ここで、ネットワーク 101A を第 1 のネットワークともいう。また、中継装置 110A、110B の各々を第 1 の中継装置ともいう。GM 104A を第 1 の時刻配信サーバともいい、GM 104A が送信する時刻同期フレームを第 1 の時刻同期フレームともいう。

【0016】

ネットワーク 101B は、中継装置 110C、110D と、通信装置 103C、103D とを備える。

中継装置 110C には、GM 104B が接続されており、GM 104B から中継装置 110C に、時刻を同期させるための時刻同期フレームが送信される。

30

【0017】

ここで、ネットワーク 101B を第 2 のネットワークともいう。また、中継装置 110C、110D の各々を第 2 の中継装置ともいう。GM 104B を第 2 の時刻配信サーバともいい、GM 104B が送信する時刻同期フレームを第 2 の時刻同期フレームともいう。

【0018】

例えば、通信装置 103A 及び通信装置 103C のように、ネットワーク 101A 及びネットワーク 101B の同一位置に記載している装置は、同一のエリアに配置され、同一のサービスを提供することができる。ネットワーク 101A 及びネットワーク 101B の両方が正常に稼動している場合、ユーザは、両方のネットワーク 101A、101B 経由でサービスを楽しむことが可能となる。

40

【0019】

ネットワーク 101A と、ネットワーク 101B とは、セグメントが異なっている。

通信フレームの混在を回避するために、セグメントが異なるネットワーク 101A、101B の間は、通常接続されない。しかしながら、実施の形態 1 における通信システム 100 では、時刻同期フレームのみを透過するフィルタ機能を有した中継装置 110B、110D を備えることで、通信フレームが混在しないように、ネットワーク 101A、101B の間が接続されている。

【0020】

なお、図 1 に示されている構成で、GM 104A 及び GM 104B の両方が正常に動作している場合には、通信システム 100 に 2 台の GM 104A、104B が存在すること

50

となるが、B M C A等を用いて優先度の高いG M（例えば、図1では、G M 1 0 4 A）を選出し、両方のネットワーク1 0 1 A、1 0 1 Bに接続されている中継装置1 1 0 A～1 1 0 D及び通信装置1 0 3 A～1 0 3 Dは、選出されたG Mの時刻に同期する。

【0 0 2 1】

通信装置1 0 3 A、1 0 3 Bは、ネットワーク1 0 1 Aを介して通信を行うことのできる装置であれば、どのような装置であってもよい。

さらに、G M 1 0 4 A、1 0 4 Bの各々は、同期させる時刻を示す時刻同期フレームを送信する一つの時刻情報配信ポートを有していればよい。時刻情報配信ポートは、時刻同期フレームをネットワークに送信する物理ポートである。なお、時刻同期フレームで示される時刻は、基準となる時刻である。

10

【0 0 2 2】

ここで、中継装置1 1 0 A～1 1 0 Dは、同様に構成されているため、以下、これらの各々を特に区別する必要がない場合には、これらの各々を中継装置1 1 0という。

【0 0 2 3】

図2は、中継装置1 1 0の構成を概略的に示すブロック図である。

中継装置1 1 0は、複数の物理ポート1 1 1 - 1～1 1 1 - N（Nは、2以上の整数）と、時刻情報中継ポート設定部1 1 2と、レイヤ2プロトコル処理部1 1 3と、時刻同期処理部1 1 4と、計時部1 1 5とを備える。

【0 0 2 4】

物理ポート1 1 1 - 1～1 1 1 - Nの各々は、ネットワークに接続するための通信インターフェースとしてのポートである。物理ポート1 1 1 - 1～1 1 1 - Nの各々は、フレームの送受信を行う。

20

物理ポート1 1 1 - 1～1 1 1 - Nの内の少なくとも一つは、時刻情報中継ポート設定部1 1 2により、時刻同期フレームのみを透過するフィルタ機能を適用する時刻情報中継ポートとして選択される。時刻情報中継ポートは、異なるセグメントの中継装置1 1 0に接続される。

【0 0 2 5】

なお、第1の中継装置が備える物理ポート1 1 1 - 1～1 1 1 - Nを第1のポートともいい、なお、第2の中継装置が備える物理ポート1 1 1 - 1～1 1 1 - Nを第2のポートともいう。

30

【0 0 2 6】

時刻情報中継ポート設定部1 1 2は、時刻同期フレームのみを透過するフィルタ機能を適用する時刻情報中継ポートを識別するための物理ポート識別情報である時刻情報中継ポート番号をレイヤ2プロトコル処理部1 1 3に通知する。時刻情報中継ポートは、上述した両系ネットワーク間の接続用途で使用され、時刻同期フレームのみを透過するフィルタ機能を適用する物理ポートである。

【0 0 2 7】

時刻情報中継ポートは、予め定められていてもよく、ユーザから選択を受け付けてもよい。

例えば、時刻情報中継ポート設定部1 1 2は、物理ポート1 1 1 - 1～1 1 1 - Nの何れかに接続されたユーザ端末から、時刻情報中継ポート番号の指定を受けることで、指定された時刻情報中継ポート番号で識別される物理ポートを、時刻情報中継ポートとして選択する。

40

なお、図示してはいないが、中継装置1 1 0に、ユーザからの指示の入力を受け付ける入力部が備えられている場合には、そのような入力部を介して、時刻情報中継ポート番号が入力されてもよい。

【0 0 2 8】

なお、時刻情報中継ポート設定部1 1 2は、時刻情報中継ポートを使用しない場合には、時刻情報中継ポート番号をレイヤ2プロトコル処理部1 1 3に通知しない、又は、時刻情報中継ポートを使用しないことを示す予め定められた番号をレイヤ2プロトコル処理部

50

113に通知する。図1に示されている通信システム100では、中継装置110B及び中継装置110Dは、時刻情報中継ポートを使用しているが、中継装置110A及び中継装置110Cは、時刻情報中継ポートを使用していない。このため、実施の形態1においては、中継装置110A、110Cは、時刻同期機能を有した、中継装置であってもよい。

【0029】

レイヤ2プロトコル処理部113は、物理ポート111-1～111-Nに含まれる一つの物理ポートで受信されたフレームを、物理ポート111-1～111-Nの内の少なくとも一つのポートから転送させる転送処理部である。

ここで、レイヤ2プロトコル処理部113は、時刻同期フレーム以外のフレームをブロックするフィルタリング機能を備える。

10

【0030】

例えば、レイヤ2プロトコル処理部113は、時刻情報中継ポートで受信されたフレームに対してフィルタリング機能を適用する。レイヤ2プロトコル処理部113は、時刻情報中継ポートで受信されたフレームが時刻同期フレームではない場合には、そのフレームを削除する。または、レイヤ2プロトコル処理部113は、時刻情報中継ポートで受信されたフレームが時刻同期フレームではない場合に、そのフレームを、物理ポート111-1～111-Nの何れからも転送させない。

【0031】

具体的には、レイヤ2プロトコル処理部113は、物理ポート111-1～111-Nの何れかがフレームを受信した場合に、そのフレームを受信した物理ポートと、時刻情報中継ポート設定部112から通知された時刻情報中継ポート番号で示される物理ポートとが一致しているか否かを確認する。

20

また、レイヤ2プロトコル処理部113は、物理ポート111-1～111-Nの何れかがフレームを受信した場合に、そのフレームが時刻同期フレームであるか否かを確認する。

【0032】

図3は、IEEE1588 PTP又はIEEE802.1ASで規定されている時刻同期フレームのフォーマットを示す概略図である。

時刻同期フレーム120は、MAC DA(Media Access Control Destination Address)領域121と、MAC SA(Media Access Control Source Address)領域122と、VLAN(Virtual Local Area Network) Field領域123と、TYPE領域124と、PTP Message Field領域125と、FCS(Frame Check Sequence)領域126とを有する。

30

【0033】

実施の形態1の時刻同期フレームでは、宛先MACアドレスを格納するMAC DA領域121に、「01-80-C2-00-00-0E」が格納され、イーサネット(登録商標)のプロトコルを示すTYPE領域124に、PTPであることを示す「0x88F7」が格納されている。

【0034】

40

このため、レイヤ2プロトコル処理部113は、受信されたフレームのMAC DA領域121及びTYPE領域124を確認することで、受信されたフレームが時刻同期フレームであるか否かを判断することができる。

【0035】

なお、宛先MACアドレスである「01-80-C2-00-00-0E」は、転送不可を示唆するLink-by-Linkアドレスであるため、両系ネットワーク間の時刻情報配信経路で受信された時刻同期フレームは中継装置110で終端され、転送されずに廃棄される。

【0036】

確認の結果、受信されたフレームが時刻同期フレームである場合は、レイヤ2プロトコ

50

ル処理部 113 は、その時刻同期フレームを時刻同期処理部 114 に与える。

一方、受信されたフレームが時刻同期フレームではなく、かつ、そのフレームを受信した物理ポートが時刻情報中継ポートである場合には、レイヤ 2 プロトコル処理部 113 は、そのフレームを廃棄する。

また、受信されたフレームが時刻同期フレームではなく、かつ、そのフレームを受信した物理ポートが時刻情報中継ポートではない場合には、レイヤ 2 プロトコル処理部 113 は、そのフレームの MAC DA 領域及び VLAN 領域の値を参照して、そのフレームを受信した物理ポートと同一のセグメント内の物理ポートの中から、そのフレームを受信した物理ポート及び時刻情報中継ポートを除外した物理ポートにそのフレームを転送する。

中継装置 110 では、上述した処理により、時刻情報中継ポートで処理するフレームを時刻同期フレームに制限することが可能となる。

10

【0037】

なお、第 1 の中継装置のレイヤ 2 プロトコル処理部 113 が実行するフィルタリング機能を第 1 のフィルタリング機能ともいい、第 2 の中継装置のレイヤ 2 プロトコル処理部 113 が実行するフィルタリング機能を第 2 のフィルタリング機能ともいう。

【0038】

時刻同期処理部 114 は、レイヤ 2 プロトコル処理部 113 から受け取った時刻同期フレームを、IEEE 1588 PTP 又は IEEE 802.1AS の規定に基づいて処理する。例えば、時刻同期処理部 114 は、計時部 115 を制御することで、計時部 115 で計時される時刻を、レイヤ 2 プロトコル処理部 113 から受け取った時刻同期フレームで示される時刻に同期させる。

20

また、時刻同期処理部 114 は、レイヤ 2 プロトコル処理部 113 から時刻同期フレームを受け取ると、IEEE 1588 PTP 又は IEEE 802.1AS の規定に基づいて時刻同期フレームを生成する。そして、時刻同期処理部 114 は、IEEE 1588 PTP 又は IEEE 802.1AS の規定に基づいて生成された時刻同期フレームを出力する物理ポートを決定する。

【0039】

例えば、時刻情報中継ポートが時刻同期フレームを受信した場合には、時刻同期処理部 114 は、生成された時刻同期フレームを、時刻同期フレームを受信した物理ポートを除く全ての物理ポートから送信させる。

30

一方、時刻情報中継ポート以外の物理ポートが時刻同期フレームを受信した場合には、時刻同期処理部 114 は、生成された時刻同期フレームを、時刻同期フレームを受信した物理ポートと同一のセグメントの物理ポート（但し、時刻同期フレームを受信したポートは除く）と、時刻情報中継ポートとから送信させる。

【0040】

計時部 115 は、時刻を計時する。例えば、計時部 115 は、図示しないクロック源である発信器又は振動子等からの信号に基づいて、計時を行う。

【0041】

なお、第 1 の中継装置の複数の物理ポート 111 - 1 ~ 111 - N を複数の第 1 の物理ポートともいい、第 1 の中継装置の時刻情報中継ポート設定部 112 を第 1 の時刻情報中継ポート設定部ともいい、第 1 の中継装置のレイヤ 2 プロトコル処理部 113 を第 1 の転送処理部ともいい、第 1 の中継装置の時刻同期処理部 114 を第 1 の時刻同期処理部ともいい、第 1 の中継装置の計時部 115 を、第 1 の計時部ともいう。また、第 1 の中継装置の時刻情報中継ポートを、第 1 の時刻情報中継ポートともいう。

40

【0042】

さらに、第 2 の中継装置の複数の物理ポート 111 - 1 ~ 111 - N を複数の第 2 の物理ポートともいい、第 2 の中継装置の時刻情報中継ポート設定部 112 を第 2 の時刻情報中継ポート設定部ともいい、第 2 の中継装置のレイヤ 2 プロトコル処理部 113 を第 2 の転送処理部ともいい、第 2 の中継装置の時刻同期処理部 114 を第 2 の時刻同期処理部ともいい、第 2 の中継装置の計時部 115 を、第 2 の計時部ともいう。また、第 2 の中継装

50

置の時刻情報中継ポートを、第2の時刻情報中継ポートともいう。

【0043】

以上に記載された時刻情報中継ポート設定部112、レイヤ2プロトコル処理部113、時刻同期処理部114及び計時部115の一部又は全部は、例えば、図4(A)に示されているように、メモリ10と、メモリ10に格納されているプログラムを実行するCPU(Central Processing Unit)等のプロセッサ11とにより構成することができる。このようなプログラムは、ネットワークを通じて提供されてもよく、また、記録媒体に記録されて提供されてもよい。即ち、このようなプログラムは、例えば、プログラムプロダクトとして提供されてもよい。

【0044】

また、時刻情報中継ポート設定部112、レイヤ2プロトコル処理部113、時刻同期処理部114及び計時部115の一部又は全部は、例えば、図4(B)に示されているように、単回路、複回路、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(Application Specific Integrated Circuit)又はFPGA(Field Programmable Gate Array)等の処理回路12で構成することもできる。

【0045】

以下、実施の形態1に係る通信システム100の利点について説明する。

図5は、実施の形態1における通信システム100と比較するための第1の比較例における通信システム100#1の構成を概略的に示すブロック図である。

通信システム100#1は、ネットワーク101A#1と、ネットワーク101B#1とを備える。

【0046】

ネットワーク101A#1は、中継装置102A#1、102B#1と、通信装置103A、103Bとを備える。

中継装置102A#1には、GM104A#1が接続されており、GM104A#1から中継装置102A#1に、時刻を同期させるための時刻同期フレームが送信される。

【0047】

ネットワーク101B#2は、中継装置102C#1、102D#1と、通信装置103C、103Dとを備える。

中継装置102C#1には、GM104B#1が接続されており、GM104B#1から中継装置102C#1に、時刻を同期させるための時刻同期フレームが送信される。

【0048】

第1の比較例における通信システム100#1は、GM104A#1、104B#1、中継装置102A#1～102D#1、通信装置103A～130Dの三種類の装置で構成されるシンプルな完全二重系のネットワーク構成例である。

ここで、中継装置102A#1～102D#1の各々は、例えば、時刻同期機能を有した、中継装置により構成することができる。

【0049】

図5に示されている構成では、ネットワーク101A#1の装置がGM104A#1の配信時刻、ネットワーク101B#2の装置がGM104B#1の配信時刻に同期している。図5に示されている構成では、GM104A#1、104B#1の内の1台が故障した場合でも、一方のネットワークでは、時刻同期を維持した通信が可能である。しかしながら、GMが故障したネットワークでは、GM以外の装置が正常動作中でもネットワーク内の装置間で時刻を同期する手段がないため、GMが交換されるまでの期間に正常なサービスを提供することができない。また、故障したGMを交換する前に、GMが故障していない稼働中のネットワークで、障害又は故障が発生する二重障害の状態に陥った場合には、サービス自体を停止する必要がある。

【0050】

図6は、実施の形態1における通信システム100と比較するための第2の比較例にお

10

20

30

40

50

ける通信システム 100#2 の構成を概略的に示すブロック図である。

通信システム 100#2 は、ネットワーク 101A#2 と、ネットワーク 101B#2 とを備える。

【0051】

ネットワーク 101A#2 は、中継装置 102A#2、102B#2 と、通信装置 103A、103B とを備える。

中継装置 102A#2 には、GM 104A#2 及び GM 104B#2 が接続されており、GM 104A#2 及び GM 104B#2 から中継装置 102A#2 に、時刻を同期させるための時刻同期フレームが送信される。

【0052】

ネットワーク 101B#2 は、中継装置 102C#2、102D#2 と、通信装置 103C、103D とを備える。

中継装置 102C#2 には、GM 104B#2 及び GM 104A#2 が接続されており、GM 104B#2 及び GM 104A#2 から中継装置 102C#2 に、時刻を同期させるための時刻同期フレームが送信される。

【0053】

図 6 に示されている構成では、GM 104A#2、104B#2 の各々は、時刻同期フレームを送信する二つの時刻情報配信ポートを備えている。

ここで、中継装置 110A#2 ~ 102D#2 の各々は、例えば、時刻同期機能を有した、中継装置により構成することができる。

【0054】

図 6 に示されている構成では、GM 104A#2、104B#2 の各々が、二つの時刻情報配信ポートを有しているため、両方のネットワーク 101A#2、101B#2 に対して、時刻情報を配信することができる。

【0055】

図 6 に示されている構成では、ネットワーク 101A#2、101B#2 の各々において、2 台の GM 104A#2 が存在することになる。このため、通信装置 103A ~ 103D の各々は、BMC A 等を用いて優先度の高い GM（例えば、104A#2）を選出して、選出された GM の時刻に同期する。

【0056】

図 6 に示されている構成では、例えば、図 7 に示されているように、GM 104A#2 が故障した場合でも、正常に動作している GM 104B#2 が両方のネットワーク 101A#2、101B#2 に時刻情報を配信することができる。このため、このような場合でも、両方のネットワーク 101A#2、101B#2 でサービスの提供を継続することができる。

【0057】

さらに、故障した GM 104A#2 を交換する前に、稼働中のネットワーク 101A#2、101B#2 で障害又は故障が発生する二重障害の状態に陥った場合でも、(a) GM が 2 台とも故障、又は、(b) 両系ネットワークで通信障害（例えば、中継装置の故障又は中継装置間の通信経路障害）が発生した場合を除き、サービスの提供を継続することができる。このため、図 6 に示されている構成は、図 1 に示されている構成と比較して、障害耐力が高いといえる。

一方、GM は、時刻情報を配信可能なポート数が多くなるにつれて一般的に高価となる。

【0058】

図 8 は、実施の形態 1 における通信システム 100 において、一つの GM 104A に故障が発生した場合の時刻情報配信経路を説明するためのブロック図である。

図 8 に示されているように、一つの GM 104A が故障した場合でも、正常に動作している GM 104B が配信する時刻情報が、中継装置 110B、110D 間の配線を介して、両方のネットワーク 101A、101B に配信されるため、両方のネットワーク 101A、101B でサービスを継続して提供することができる。

10

20

30

40

50

さらに、故障したGM104Aを交換する前に、稼動中のネットワーク101A、101Bで障害又は故障が発生する二重障害の状態に陥った場合でも、サービスを継続して提供することができる。

【0059】

以上のように、実施の形態1における通信システム100によれば、時刻同期フレームのみを透過するフィルタ機能を有した中継装置110B、110Dを用いることで、図5に示されている通信システム100#1のように、一つの時刻情報配信ポートを有するGM104A、104Bを使用して、図6に示されている通信システム100#2と同等の可用性を実現することができる。

【0060】

上述した実施の形態1では、両方のネットワーク101A、101B間を1本の配線で接続する例を示しているが、実施の形態1は、このような例に限定されない。例えば、中継装置110A、110Cの間も接続することで、両方のネットワーク101A、101B間を2本の配線で接続することもできる。

【0061】

両方のネットワーク101A、101B間を2本の配線で接続する場合には、ループ経路が形成されるが、時刻同期フレーム以外の通信フレームは、中継装置110のフィルタ機能によって廃棄され、時刻同期フレーム自体も受信された中継装置110で終端されるため、ループ経路を通信フレームが循環するストーム又はストームに付随して発生する通信障害は発生しない。

【0062】

実施の形態2 .

実施の形態1における通信システム100は、GM104A、104Bが冗長構成をとり、最低1台のGMが正常動作していることが期待できる場合における時刻同期方式を提案した。

一方、時刻情報を配信するGM104A、104Bが故障等で不在となり、GM104A、104Bを交換するまでの期間も運用を継続しなければならない場合における時刻同期方式を、実施の形態2は提案する。

【0063】

図1に示すように、実施の形態2における通信システム200は、ネットワーク201Aと、ネットワーク201Bとを備える。

【0064】

ネットワーク201Aは、中継装置210A、210Bと、通信装置103A、103Bとを備える。

中継装置210Aには、GM104Aが接続されており、GM104Aから中継装置210Aに、時刻を同期させるための時刻同期フレームが送信される。

【0065】

ネットワーク201Bは、中継装置210C、210Dと、通信装置103C、103Dとを備える。

中継装置210Cには、GM104Bが接続されており、GM104Bから中継装置210Cに、時刻を同期させるための時刻同期フレームが送信される。

【0066】

実施の形態1と同様に、実施の形態2でも、ネットワーク201Aと、ネットワーク201Bとは、セグメントが異なっている。

【0067】

実施の形態2における通信システム200における通信装置103A～103Dと、GM104A、104Bとは、実施の形態1における通信システム100における通信装置103A～103Dと、GM104A、104Bと同様である。

なお、中継装置210A～210Dは、同様に構成されているため、以下、これらの各々を特に区別する必要がない場合には、中継装置210という。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 8 】

図 2 に示されているように、実施の形態 2 に係る中継装置 2 1 0 は、複数の物理ポート 1 1 1 - 1 ~ 1 1 1 - N と、時刻情報中継ポート設定部 1 1 2 と、レイヤ 2 プロトコル処理部 1 1 3 と、時刻同期処理部 2 1 4 とを備える。

【 0 0 6 9 】

実施の形態 2 に係る中継装置 2 1 0 における複数の物理ポート 1 1 1 - 1 ~ 1 1 1 - N、時刻情報中継ポート設定部 1 1 2 及びレイヤ 2 プロトコル処理部 1 1 3 は、実施の形態 1 に係る中継装置 1 1 0 の複数の物理ポート 1 1 1 - 1 ~ 1 1 1 - N、時刻情報中継ポート設定部 1 1 2 及びレイヤ 2 プロトコル処理部 1 1 3 と同様である。

【 0 0 7 0 】

実施の形態 2 における時刻同期処理部 2 1 4 は、物理ポート 1 1 1 - 1 ~ 1 1 1 - N の何れかに接続されている GM が不在となった場合に、計時部 1 1 5 で計時されている時刻を示す時刻同期フレームを生成する。

【 0 0 7 1 】

例えば、時刻同期処理部 2 1 4 は、実施の形態 1 における時刻同期処理部 1 1 4 と同様の処理を行うほか、GM 1 0 4 A、1 0 4 B が不在となり、かつ、最後まで動作していた GM の最近傍に位置していた場合に、GM 1 0 4 A、1 0 4 B の代わりに、計時部 1 1 5 で計時されている時刻を用いて、IEEE 1588 PTP 又は IEEE 802.1AS の規定に基づいて時刻同期フレームを生成する。

【 0 0 7 2 】

例えば、時刻同期処理部 2 1 4 は、BMCA で規定された時刻同期パケットに含まれている Announce メッセージ内の Priority Vector 領域に格納されている指標値である steps Removed を用いて、中継装置 2 1 0 と、最後まで動作していた GM との間の中継段数を確認する。なお、steps Removed は、GM からの中継段数を示す指標値である。例えば、steps Removed = 1 である場合に、その中継装置 2 1 0 の最近傍に位置していると判断することができる。

【 0 0 7 3 】

また、GM 1 0 4 A、1 0 4 B は、一定周期で Announce フレームという時刻同期制御フレームを送信しており、時刻同期処理部 2 1 4 は、予め定められた期間、GM 1 0 4 A 又は GM 1 0 4 B の何れかに接続されている物理ポート 1 1 1 - 1 ~ 1 1 1 - N が、その Announce フレームを受信しない場合に、GM 1 0 4 A、1 0 4 B が不在であると判断することができる。言い換えると、時刻同期処理部 2 1 4 は、予め定められた期間、予め定められたフレームを受信しない場合に、GM 1 0 4 A、1 0 4 B が不在であると判断することができる。

【 0 0 7 4 】

そして、時刻同期処理部 1 1 4 は、IEEE 1588 PTP 又は IEEE 802.1AS の規定に基づいて生成された時刻同期フレームを出力する物理ポートを決定する。ここでは、レイヤ 2 プロトコル処理部 1 1 3 を介して、全ての物理ポートから、時刻同期フレームが送信される。

【 0 0 7 5 】

以上のように、実施の形態 2 によれば、例えば、図 8 に示されているように、一つの GM 1 0 4 A が故障し、正常に動作している GM 1 0 4 B が配信する時刻情報により、両方のネットワーク 2 0 1 A、2 0 1 B でサービスを継続して提供している場合に、もう一つの GM 1 0 4 B が故障したとしても、図 9 に示されているように、最後まで時刻情報を配信していた GM 1 0 4 B に隣接している中継装置 2 1 0 C が時刻情報を配信することで、両方のネットワーク 2 0 1 A、2 0 1 B でサービスを継続して提供することができる。

【 0 0 7 6 】

なお、中継装置 2 1 0 のクロック源である発振器又は振動子は、GM 1 0 4 A、1 0 4 B の時刻精度と比較すると低精度であると共に、装置毎にクロック偏差にばらつきが存在するため、時刻を同期させる中継装置 2 1 0 としては最後まで動作していた GM の最近傍

10

20

30

40

50

に位置していた中継装置 2 1 0 を選定することが望ましい。

【符号の説明】

【 0 0 7 7 】

1 0 0 , 2 0 0 通信システム、 1 0 1 , 2 0 1 ネットワーク、 1 0 3 通信装置、
1 0 4 GM、 1 1 0 , 2 1 0 中継装置、 1 1 1 - 1 ~ 1 1 1 - N 物理ポート、 1
1 2 時刻情報中継ポート設定部、 1 1 3 レイヤ 2 プロトコル処理部、 1 1 4 , 2 1
4 時刻同期処理部、 1 1 5 計時部。

10

20

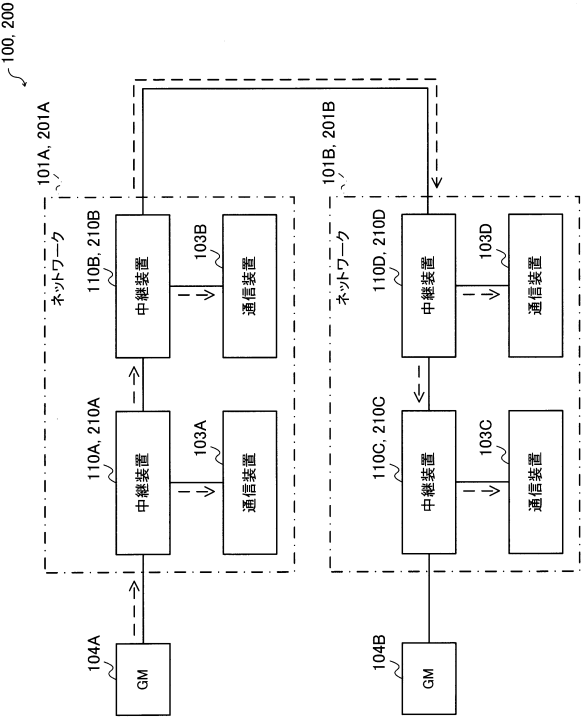
30

40

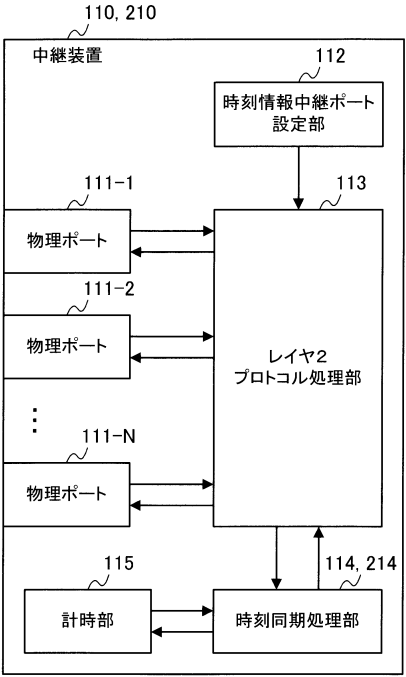
50

【図面】

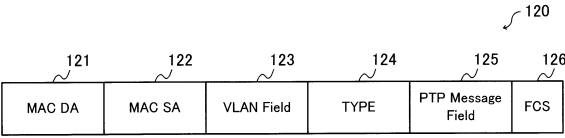
【図 1】



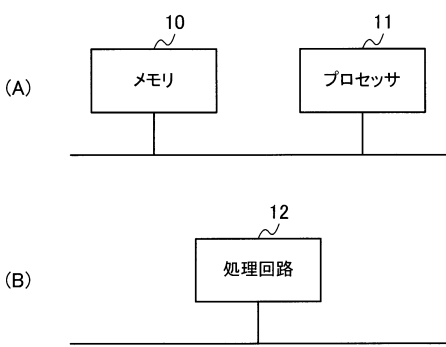
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

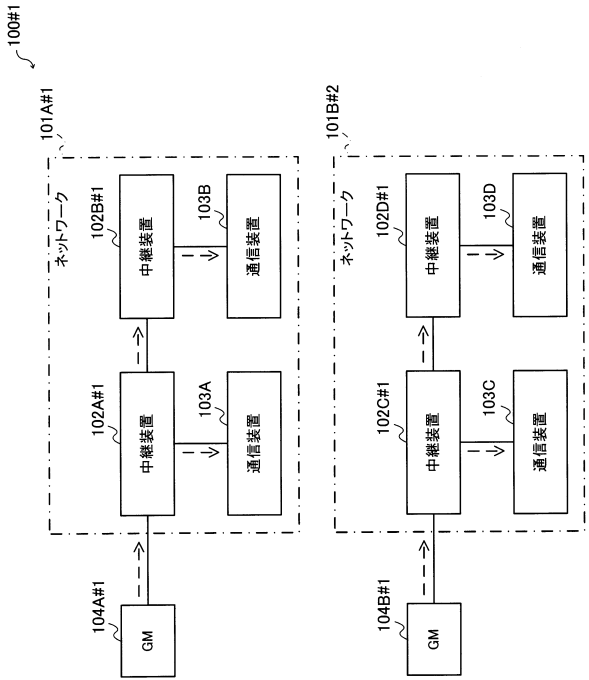
20

30

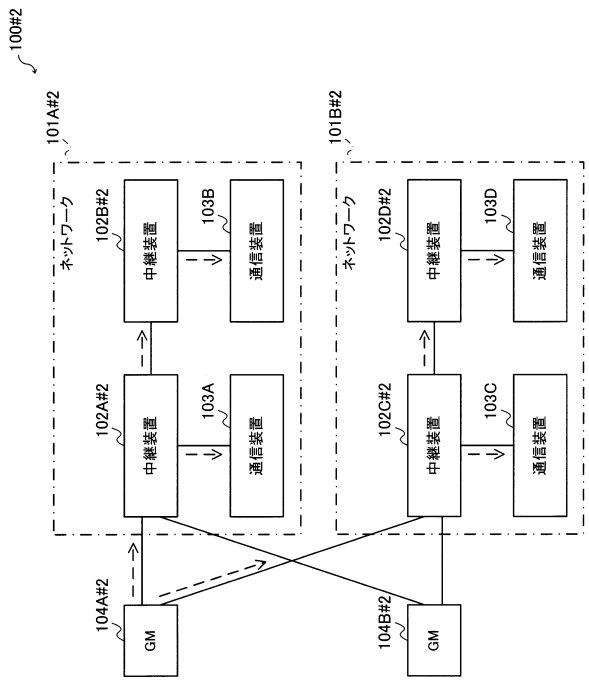
40

50

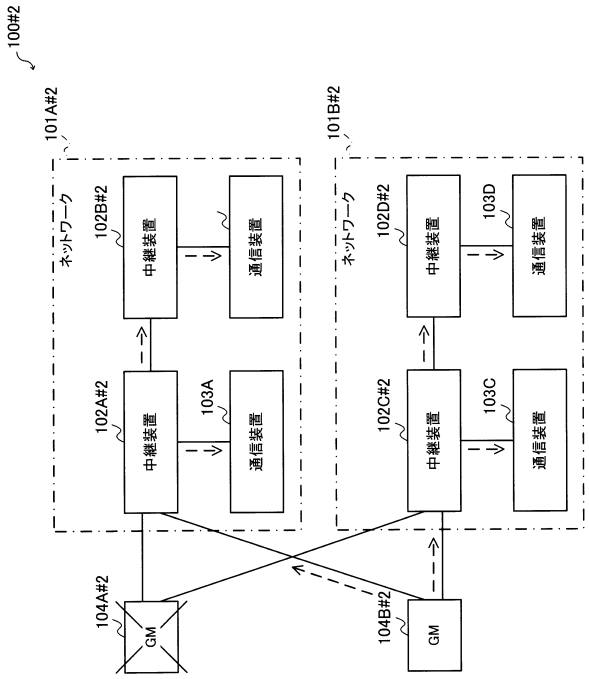
【図 5】



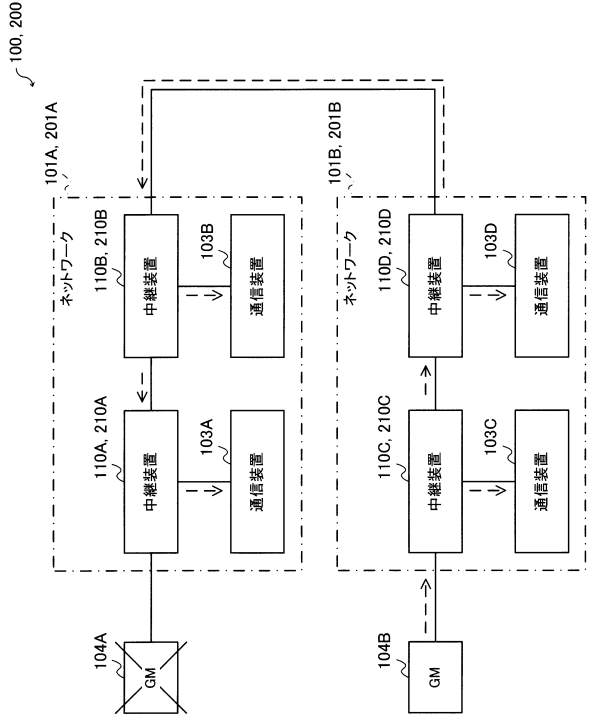
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

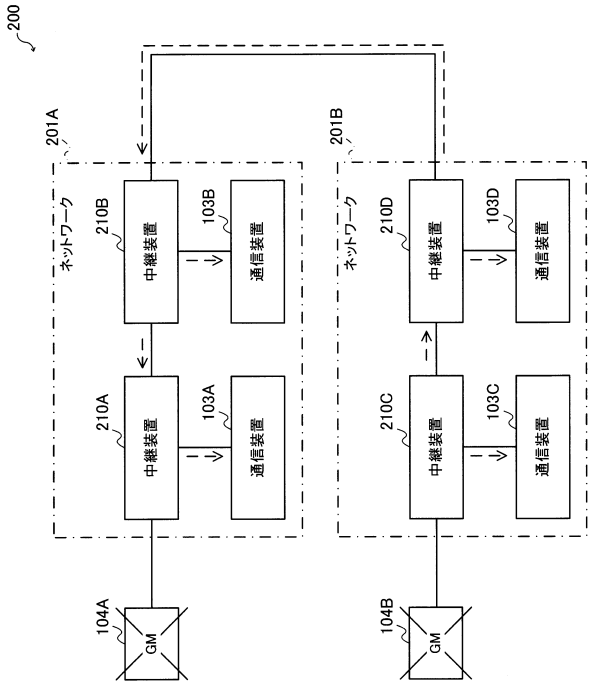
20

30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 川手 竜介

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 北村 智彦

(56)参考文献 国際公開第2019/220632(WO, A1)

特開2008-172587(JP, A)

特開2018-121123(JP, A)

特開2017-216563(JP, A)

特開2014-183386(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04L 7/00

H04L 12/28

IEEE Explore