

(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
2018年9月27日(27.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/173501 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/28 (2006.01) H04L 12/437 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/003374

(22) 国際出願日: 2018年2月1日(01.02.2018)

(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 2017-057357 2017年3月23日(23.03.2017) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北
浜四丁目5番33号 Osaka (JP). 住友電
装株式会社(SUMITOMO WIRING SYSTEMS,
LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末
広町1番14号 Mie (JP). 株式会社オート
ネットワーク技術研究所(AUTONETWORKS

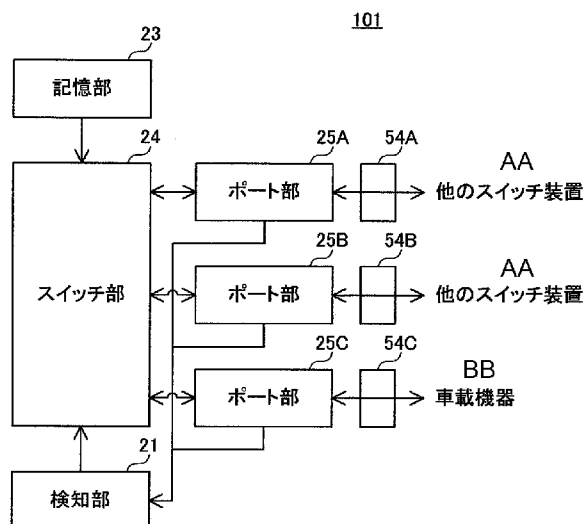
TECHNOLOGIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三
重県四日市市西末広町1番14号 Mie (JP).

(72) 発明者: 四方隼人 (SHIKATA, Hayato);
〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1
番3号住友電気工業株式会社大阪製作所内
Osaka (JP). 浦山博史 (URAYAMA, Hirofumi);
〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1
番3号住友電気工業株式会社大阪製作所内
Osaka (JP). 前田英樹 (MAEDA, Hideki); 〒5540024 大
阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号住友電
気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP). 藪
内靖弘 (YABUUCHI, Yasuhiro); 〒5108503 三重
県四日市市西末広町1番14号株式会社オート
ネットワーク技術研究所内 Mie (JP). 萩原
剛志 (HAGIHARA, Takeshi); 〒5108503 三重県
四日市市西末広町1番14号株式会社オート
ネットワーク技術研究所内 Mie (JP).

(54) Title: SWITCH DEVICE, COMMUNICATION CONTROL METHOD, AND COMMUNICATION CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: スイッチ装置、通信制御方法および通信制御プログラム

【図6】



21 Detection part
23 Storage part
24 Switch part
25A, 25B, 25C Port part
AA Other switch device
BB Onboard apparatus

(57) Abstract: A switch device that relays data over an onboard network and comprises a plurality of communication ports, a detection part, and a processing part. The detection part detects when communication with another switch device that is connected to one of the communication ports has failed. When a communication failure has been detected by the detection part, the processing part transmits failure information to a target switch device that is not the other switch device. The failure information indicates: the site of the communication failure; and/or the communication port that should be used by the target switch device during the communication failure.

[続葉有]

(74) 代理人: 特許業務法人ワンディー I P パート
トナーズ(ONEDEE IP PARTNERS); 〒5320003
大阪府大阪市淀川区宮原四丁目 1 番 4 号
KDX新大阪ビル Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, 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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: スイッチ装置は、車載ネットワークにおけるデータの中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置であって、前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知する検知部と、前記検知部によって前記通信障害が検知された場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信する処理部とを備える。

明 細 書

発明の名称：

スイッチ装置、通信制御方法および通信制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、スイッチ装置、通信制御方法および通信制御プログラムに関する。

この出願は、2017年3月23日に提出された日本出願特願2017-57357号を基礎とする優先権を主張し、その開示のすべてをここに取り込む。

背景技術

[0002] 特許文献1（特開2016-12932号公報）には、以下のような局側装置が開示されている。すなわち、局側装置は、運用系（現用）OSU1～Nと待機系（予備）OSU N+1と、制御部とを備える。制御部は、ネットワーク管理システム（NMS）との間で、論理回線に紐付けられたONUの管理情報を伝達する。論理回線は、光回線ユニットと受動的光ネットワークとの固定的な組み合わせにより定義される。一方、OSUは、実回線に紐付けられた管理情報を取得する。実回線は、光回線ユニットおよび受動的光ネットワークの実際の組み合わせを示す。制御部は、マッピング情報を用いて、管理情報に紐付けられた回線を、論理回線と実回線との間で相互に変換する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-12932号公報

特許文献2：特開2015-88815号公報

発明の概要

[0004] （1）本開示のスイッチ装置は、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置であって、前記通信ポートに接

続される他のスイッチ装置との通信障害を検知する検知部と、前記検知部によって前記通信障害が検知された場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信する処理部とを備える。

[0005] (5) 本開示のスイッチ装置は、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置であって、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポートと通信障害時に使用すべき少なくとも1つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶する記憶部と、他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる宛先アドレス情報、および前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定する処理部とを備える。

[0006] (10) 本開示の通信制御方法は、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置における通信制御方法であって、前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知するステップと、前記通信障害を検知した場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信するステップとを含む。

[0007] (11) 本開示の通信制御方法は、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートと、記憶部とを備えるスイッチ装置における通信制御方法であって、前記記憶部は、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポートと通信障害時に使用すべき少なくとも1つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶し、前記データを受信するステップと、他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる

宛先アドレス情報、および前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定するステップとを含む。

[0008] (12) 本開示の通信制御プログラムは、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置において用いられる通信制御プログラムであって、コンピュータを、前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知する検知部と、前記検知部によって前記通信障害が検知された場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信する処理部、として機能させるためのプログラムである。

[0009] (13) 本開示の通信制御プログラムは、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートと記憶部とを備えるスイッチ装置において用いられる通信制御プログラムであって、前記記憶部は、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポートと通信障害時に使用すべき少なくとも1つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶し、コンピュータを、他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる宛先アドレス情報、および前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定する処理部、として機能させるためのプログラムである。

[0010] 本開示の一態様は、このような特徴的な処理部を備えるスイッチ装置として実現され得るだけでなく、スイッチ装置を備える車載通信システムとして実現され得る。また、本開示の一態様は、スイッチ装置の一部または全部を実現する半導体集積回路として実現され得る。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムの構成の概要を示

す図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態に係る車載ネットワークにおいて送受信されるイーサネットフレームの構成の一例を示す図である。

[図3]図3は、本発明の実施の形態に係る車載ネットワークにおいて送受信されるVLANタグ付きイーサネットフレームの構成の一例を示す図である。

[図4]図4は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムの構成を示す図である。

[図5]図5は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムの比較例の構成を示す図である。

[図6]図6は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置の構成を示す図である。

[図7]図7は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置におけるポート部の構成を示す図である。

[図8]図8は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部が保持するARLテーブルの一例を示す図である。

[図9]図9は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部が保持するARLテーブルの一例を示す図である。

[図10]図10は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部が保持するARLテーブルの一例を示す図である。

[図11]図11は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部が保持するARLテーブルの一例を示す図である。

[図12]図12は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置が通信障害の検知を行う際の動作手順を定めたフローチャートである。

[図13]図13は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置がイーサネットフレームを受信する際の動作手順を定めたフローチャートである。

[図14]図14は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイ

タッチ装置がイーサネットフレームの中継処理を行う際の動作手順を定めたフローチャートである。

[図15]図15は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置が第1障害時処理を行う際の動作手順を定めたフローチャートである。

[図16]図16は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置が第2障害時処理を行う際の動作手順を定めたフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 従来、高品質サービスを提供するためにシステムの二重化（冗長化）を行うための技術が開発されている。

[0013] [本開示が解決しようとする課題]

たとえば、特許文献1に記載の冗長構成を車載ネットワークに適用する構成が考えられる。しかしながら、車両では、スペースに制約があるため、エンジンおよびモータ等の雑音源と信号線とが近接し、雑音源の動作に応じて通信環境が急激に悪化することがある。また、信号線が予期せず断線することがある。

[0014] このような場合、通信が困難になることがあり、好ましくない。車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことが可能な技術が求められる。

[0015] 本開示は、上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことが可能なスイッチ装置、通信制御方法および通信制御プログラムを提供することである。

[0016] [本開示の効果]

本開示によれば、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0017] [本願発明の実施形態の説明]

最初に、本発明の実施形態の内容を列記して説明する。

- [0018] (1) 本発明の実施の形態に係るスイッチ装置は、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置であって、前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知する検知部と、前記検知部によって前記通信障害が検知された場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信する処理部とを備える。
- [0019] このように、通信障害を検知すると障害情報を対象スイッチ装置へ送信する構成により、障害情報を受信した対象スイッチ装置は、障害情報に基づいて、障害情報の送信元のスイッチ装置と上記他のスイッチ装置との間において通信障害が発生したことを認識したり、障害情報に基づいて、通信障害の際に使用すべき通信ポートを認識したりすることができるので、障害情報の送信元のスイッチ装置と情報をやり取りすることなく通信経路を切り替えることができる。したがって、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことができる。
- [0020] (2) 好ましくは、前記処理部は、前記対象スイッチ装置へ送信すべき前記データに前記障害情報を含めて前記対象スイッチ装置へ送信する。
- [0021] このような構成により、対象スイッチ装置へ送信すべきデータと別個に障害情報を対象スイッチ装置へ送信する場合と比べて、情報の送信回数を減らすことができるので、車載ネットワークにおける伝送効率を下げることなく冗長切り替えをより速く行うことができる。
- [0022] (3) 好ましくは、前記処理部は、IPパケットにおけるチェックサムの計算対象領域以外の領域に前記障害情報を含めて送信する。
- [0023] このような構成により、チェックサムの再計算を回避しながら障害情報を対象スイッチ装置へ送信することができるので、スイッチ装置における処理負荷の増大を防ぎながら冗長切り替えをより速く行うことができる。
- [0024] (4) 好ましくは、前記処理部は、前記通信障害の検知後、前記対象スイッチ装置へ送信すべき最初のフレームに前記障害情報を含めて送信する際に

、前記フレームに認証情報を含める。

[0025] このような構成により、対象スイッチ装置は、受信したフレームに含まれる認証情報に基づいて当該フレームが正規のフレームであると認識することができるので、セキュリティを確保しながら冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0026] (5) 本発明の実施の形態に係るスイッチ装置は、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置であって、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポートと通信障害時に使用すべき少なくとも1つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶する記憶部と、他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる宛先アドレス情報、および前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定する処理部とを備える。

[0027] このように、宛先アドレス情報および使用ポート情報に基づいて、切り替え先の通信ポートを決定する構成により、決定したポートから上記データをすぐに送信することができるので、障害情報の送信元のスイッチ装置と情報をやり取りすることなく通信経路を切り替えることができる。したがって、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0028] (6) より好ましくは、前記障害情報は、前記通信障害の発生箇所を含み、前記使用ポート情報は、前記発生箇所ごとの前記障害時ポートを示す。

[0029] このような構成により、通信障害がいずれの通信経路で発生した場合においても、スイッチ装置は、障害情報に基づいて通信障害の発生箇所を認識し、認識結果に基づいて障害時ポートを使用ポート情報から迅速に取得することができる。

[0030] (7) より好ましくは、前記処理部は、他のスイッチ装置を介さずに自己のスイッチ装置の前記通信ポートに接続される対象機器へ前記データを送信する場合、前記障害情報を除いた前記データを送信する。

- [0031] このような構成により、通信障害の発生の有無に関わらず、対象機器では、障害情報を含まないデータを受信することができるので、特別な仕様変更を施すことなく対象機器を車載ネットワークに接続することができる。
- [0032] (8) より好ましくは、前記スイッチ装置は、さらに、自己のスイッチ装置が受信したデータのうちの所定条件を満たすデータである非対象データを破棄するフィルタ部を備え、前記フィルタ部は、前記障害情報を含む前記非対象データを破棄しない。
- [0033] このような構成により、たとえば、冗長切り替え後の通信経路が、通信障害が発生していない状況において使用すべきでない通信経路であり、フィルタ部が、当該通信経路を伝送する非対象データを破棄するように設定されていても、通信障害が発生したときに、障害情報を含む非対象データが破棄されることを防ぐことができる。これにより、障害情報が破棄されて車載ネットワークにおける冗長切り替えを行えなくなってしまうことを防ぐことができる。
- [0034] (9) より好ましくは、前記フィルタ部は、前記非対象データを含む破棄すべきデータを示す通常時破棄情報、および前記非対象データを含む破棄すべきでないデータを示す障害時破棄情報を保持し、前記フィルタ部は、自己のスイッチ装置が前記障害情報を含む前記非対象データを受信した後、前記通常時破棄情報の代わりに前記障害時破棄情報を用いて、データを破棄するか否かを判断する。
- [0035] このように、通信障害が発生したときに、破棄すべきデータを示す通常時破棄情報から破棄すべきでないデータを示す障害時破棄情報に切り替える構成により、障害情報を含む非対象データが破棄されることを簡易に防ぐことができる。
- [0036] (10) 本発明の実施の形態に係る通信制御方法は、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置における通信制御方法であって、前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知するステップと、前記通信障害を検知した場合、前記通信障害

の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信するステップとを含む。

[0037] このように、通信障害を検知すると障害情報を対象スイッチ装置へ送信する構成により、障害情報を受信した対象スイッチ装置は、障害情報に基づいて、障害情報の送信元のスイッチ装置と上記他のスイッチ装置との間において通信障害が発生したことを認識したり、障害情報に基づいて、通信障害の際に使用すべき通信ポートを認識したりすることができるので、障害情報の送信元のスイッチ装置と情報をやり取りすることなく通信経路を切り替えることができる。したがって、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0038] (11) 本発明の実施の形態に係る通信制御方法は、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートと、記憶部とを備えるスイッチ装置における通信制御方法であって、前記記憶部は、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポートと通信障害時に使用すべき少なくとも1つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶し、前記データを受信するステップと、他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる宛先アドレス情報、および前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定するステップとを含む。

[0039] このように、宛先アドレス情報および使用ポート情報に基づいて、切り替え先の通信ポートを決定する構成により、決定したポートから上記データをすぐに送信することができるので、障害情報の送信元のスイッチ装置と情報をやり取りすることなく通信経路を切り替えることができる。したがって、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0040] (12) 本発明の実施の形態に係る通信制御プログラムは、車載ネットワ

ークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置において用いられる通信制御プログラムであって、コンピュータを、前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知する検知部と、前記検知部によって前記通信障害が検知された場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信する処理部、として機能させるためのプログラムである。

[0041] このように、通信障害を検知すると障害情報を対象スイッチ装置へ送信する構成により、障害情報を受信した対象スイッチ装置は、障害情報に基づいて、障害情報の送信元のスイッチ装置と上記他のスイッチ装置との間において通信障害が発生したことを認識したり、障害情報に基づいて、通信障害の際に使用すべき通信ポートを認識したりすることができるので、障害情報の送信元のスイッチ装置と情報をやり取りすることなく通信経路を切り替えることができる。したがって、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0042] (13) 本発明の実施の形態に係る通信制御プログラムは、車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートと記憶部とを備えるスイッチ装置において用いられる通信制御プログラムであって、前記記憶部は、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポートと通信障害時に使用すべき少なくとも1つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶し、コンピュータを、他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる宛先アドレス情報、および前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定する処理部、として機能させるためのプログラムである。

[0043] このように、宛先アドレス情報および使用ポート情報に基づいて、切り替え先の通信ポートを決定する構成により、決定したポートから上記データを

すぐに送信することができるので、障害情報の送信元のスイッチ装置と情報をやり取りすることなく通信経路を切り替えることができる。したがって、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0044] 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。また、以下に記載する実施の形態の少なくとも一部を任意に組み合わせてもよい。

[0045] [構成および基本動作]

図1は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムの構成の概要を示す図である。

[0046] 図1を参照して、車載通信システム301は、スイッチ装置101A, 101B, 101C, 101Dと、車載機器111A, 111B, 111C, 111Dとを備える。車載通信システム301は、対象車両1に搭載される。

[0047] 以下、スイッチ装置101A, 101B, 101C, 101Dの各々をスイッチ装置101とも称する。また、車載機器111A, 111B, 111C, 111Dの各々を車載機器111とも称する。

[0048] なお、対象車両1では、4つのスイッチ装置101が搭載される構成に限らず、3つまたは5つ以上のスイッチ装置101が搭載される構成であってもよい。また、対象車両1では、4つの車載機器111が搭載される構成に限らず、2つ、3つまたは5つ以上の車載機器111が搭載される構成であってもよい。

[0049] 車載ネットワーク12は、たとえば、スイッチ装置101A~101Dの4つのスイッチ装置101により形成されるリング型のネットワークトポロジを有する。車載ネットワーク12では、たとえば、スイッチ装置101A, 101B, 101C, 101Dは、それぞれ車載機器111A, 111B, 111C, 111Dに接続される。

[0050] スイッチ装置101と車載機器111との間、およびスイッチ装置101と他のスイッチ装置101との間は、たとえばイーサネット（登録商標）ケ

ーブルにより物理的に接続される。

[0051] 車載機器 111 は、たとえば、TCU (Telematics Communication Unit)、自動運転 ECU (Electronic Control Unit)、カメラ、レーダ装置およびナビゲーション装置等である。

[0052] TCU は、LTE (Long Term Evolution) または 3G 等の通信規格に従って無線基地局装置と無線通信を行うことにより、対象車両 1 の外部におけるサーバ等と通信を行うことが可能である。

[0053] 自動運転 ECU は、対象車両 1 の自動運転制御を行う。カメラは、対象車両 1 の周囲の画像または映像を撮影する。レーダ装置は、たとえばミリ波レーダであり、対象車両 1 の周囲における物体を検知する。ナビゲーション装置は、たとえば、TCU 経由で対象車両 1 の外部におけるマップサーバからマップ情報を受信し、受信したマップ情報の示すマップを表示する。

[0054] 車載機器 111 間において、たとえば、IP/TCP (Transmission Control Protocol) および IP/UDP (User Datagram Protocol) の通信プロトコルに従って、IP パケットの送受信が行われる。

[0055] また、スイッチ装置 101 と車載機器 111 との間、およびスイッチ装置 101 と他のスイッチ装置 101 との間において、たとえば、イーサネットの通信プロトコルに従って、IP パケットを含むイーサネットフレームの送受信が行われる。

[0056] より詳細には、スイッチ装置 101 は、車載機器 111 間で送受信される IP パケットを中継する。

[0057] 車載機器 111 A ~ 111 D は、たとえば同じサブネットに属している。スイッチ装置 101 は、2 つの車載機器 111 間で送受信される IP パケットに対して L2 スイッチとして機能し、当該 IP パケットを中継する。

[0058] なお、車載機器 111 A ~ 111 D の一部は、異なるサブネットに属してもよい。この場合、スイッチ装置 101 は、異なるサブネットに属する 2 つ

の車載機器 1 1 1 間で送受信される I P パケットに対して L 3 スイッチとして機能し、当該 I P パケットを中継する。

[0059] [イーサネットフレームの構成]

図 2 は、本発明の実施の形態に係る車載ネットワークにおいて送受信されるイーサネットフレームの構成の一例を示す図である。

[0060] 図 2 を参照して、イーサネットフレームは、アドレス領域と、タイプ領域と、ペイロード領域と、F C S (F r a m e C h e c k S e q u e n c e) 領域とを含む。以下、図 2 に示すイーサネットフレームを基本フレームとも称する。

[0061] アドレス領域は、送信先 M A C (M e d i a A c c e s s C o n t r o l) アドレスおよび送信元 M A C アドレスを格納するための領域である。

[0062] タイプ領域は、たとえばペイロード領域に格納される上位層プロトコルを示す I D を格納するための領域である。

[0063] F C S 領域は、アドレス領域、タイプ領域およびペイロード領域に格納されたデータに基づく C R C (C y c l i c R e d u n d a n c y C h e c k) 値を格納するための領域である。

[0064] 図 3 は、本発明の実施の形態に係る車載ネットワークにおいて送受信される V L A N タグ付きイーサネットフレームの構成の一例を示す図である。

[0065] 図 3 を参照して、V L A N タグ付きイーサネットフレームは、アドレス領域と、V L A N (V i r t u a l L o c a l A r e a N e t w o r k) タグ領域と、タイプ領域と、ペイロード領域と、F C S 領域とを含む。以下、図 3 に示す V L A N タグ付きイーサネットフレームを単にタグフレームとも称する。

[0066] タグフレームにおけるアドレス領域、タイプ領域およびペイロード領域および F C S 領域に格納されるデータは、図 2 に示す基本フレームにおけるアドレス領域、タイプ領域およびペイロード領域に格納されるデータとそれぞれ同様である。

[0067] V L A N タグ領域は、たとえばタイプ識別子および V L A N I D 等を格

納するための領域である。

[0068] FCS領域は、アドレス領域、VLANタグ領域、タイプ領域およびペイロード領域に格納されたデータに基づくCRC値を格納するための領域である。

[0069] ペイロード領域に格納されるIPパケットのヘッダには、たとえば当該IPパケットのペイロードに含まれるデータに基づくIPチェックサムが格納される。

[0070] また、IPヘッダには、フラグフィールドおよびフラグオフセットフィールドが含まれる。フラグフィールドおよびフラグオフセットフィールドの詳細は後述する。

[0071] [フローデータ]

再び図1を参照して、スイッチ装置101は、たとえば車載ネットワーク12におけるフローデータを中継する。

[0072] 詳細には、車載機器111は、たとえば、サイズの大きいデータを他の車載機器111へ送信する場合、当該データを複数に分割する。車載機器111によって分割されたデータをそれぞれ含む複数のIPパケットによりフローデータが構成される。車載機器111は、フローデータをスイッチ装置101経由で他の車載機器111へ送信する。

[0073] より詳細には、IPヘッダにおけるフラグフィールドは、フローデータを構成するIPパケットのうちの、途中のIPパケットであることを示すフラグ（以下、途中フラグとも称する。）が含まれる。

[0074] 途中フラグがゼロの場合、当該IPパケットは、フローデータのうちの最後のIPパケット（以下、最終IPパケットとも称する。）であるか、または分割されたデータを含まないIPパケットである。

[0075] 途中フラグが1の場合、当該IPパケットは、フローデータのうちの最終IPパケット以外のIPパケット、具体的には1番目のIPパケット（以下、先頭IPパケットとも称する。）および2番目のIPパケット等である。

[0076] フラグオフセットフィールドは、当該IPパケットに格納されるデータの

位置を示す値を含む。たとえば、先頭 I P パケットでは、フラグオフセットフィールドの値はゼロである。

[0077] したがって、途中フラグが 1 であり、かつフラグオフセットフィールドの値がゼロの場合、当該 I P パケットは先頭 I P パケットである。また、途中フラグが 1 であり、かつフラグオフセットフィールドの値がゼロ以外の場合、当該 I P パケットは、フローデータから最終 I P パケットを除いたうちの 2 番目以降の I P パケット（以下、中間 I P パケットとも称する。）である。また、途中フラグがゼロであり、かつフラグオフセットフィールドの値がゼロ以外の場合、当該 I P パケットは、最終 I P パケットである。

[0078] 図 4 は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムの構成を示す図である。

[0079] 図 4 を参照して、スイッチ装置 101 は、通信ポート 54 A, 54 B, 54 C を備える。以下、通信ポート 54 A, 54 B, 54 C の各々を通信ポート 54 と称する。

[0080] なお、スイッチ装置 101 では、3 つの通信ポート 54 が設けられる構成に限らず、2 つまたは 4 つ以上の通信ポート 54 が設けられる構成であってもよい。

[0081] スイッチ装置 101 における通信ポート 54 は、たとえばイーサネットケーブルを接続可能な端子である。なお、通信ポート 54 は、集積回路の端子であってもよい。

[0082] スイッチ装置 101 A は、自己の通信ポート 54 A, 54 B, 54 C をそれぞれ介してスイッチ装置 101 D, スイッチ装置 101 B, 車載機器 111 A と接続される。

[0083] スイッチ装置 101 B は、自己の通信ポート 54 A, 54 B, 54 C をそれぞれ介してスイッチ装置 101 A, スイッチ装置 101 C, 車載機器 111 B と接続される。

[0084] スイッチ装置 101 C は、自己の通信ポート 54 A, 54 B, 54 C をそれぞれ介してスイッチ装置 101 B, スイッチ装置 101 D, 車載機器 111

1 Cと接続される。

[0085] スイッチ装置101Dは、自己の通信ポート54A, 54B, 54Cをそれぞれ介してスイッチ装置101C, スイッチ装置101A, 車載機器111Dと接続される。

[0086] 車載ネットワーク12の接続トポロジは、固定されている、言い換えると予め定まっている。以下、スイッチ装置101A, 101B間の通信経路、スイッチ装置101B, 101C間の通信経路、スイッチ装置101C, 101D間の通信経路およびスイッチ装置101D, 101A間の通信経路を、それぞれ通信経路AB、BC、CDおよびDAと定義する。

[0087] また、スイッチ装置101A, 101B, 101C, 101DのMACアドレスは、たとえば、それぞれMAC-SWA, MAC-SWB, MAC-SWC, MAC-SWDである。車載機器111A, 111B, 111C, 111DのMACアドレスは、たとえば、それぞれMAC-ECUA, MAC-ECUB, MAC-ECUC, MAC-ECUDである。

[0088] [課題]

図5は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムの比較例の構成を示す図である。

[0089] 図5を参照して、車載通信システム301の比較例である車載通信システム902は、図1に示す車載通信システム301と比べて、スイッチ装置101A, 101B, 101C, 101Dの代わりに、それぞれスイッチ装置901A, 901B, 901C, 901Dを備える。以下、スイッチ装置901A, 901B, 901C, 901Dの各々をスイッチ装置901とも称する。

[0090] スイッチ装置901は、たとえば、他のスイッチ装置901との通信障害を検知すると、ネットワーク管理用フレーム(Bridge Protocol Data Unit)を用いて通信経路を切り替える。

[0091] より詳細には、スイッチ装置901は、プロポーザル(Proposal)およびアグリーメント(Agreement)をやり取りするハンドシェ

イクを通信ポート54ごとに行うことにより通信経路を切り替える。

[0092] 具体的には、スイッチ装置901Aは、スイッチ装置901Dとの通信障害を検知すると、自己の通信ポート54Bを介してプロポーザルをスイッチ装置901Bへ送信する。

[0093] 次に、スイッチ装置901Bは、自己の通信ポート54Aを介してスイッチ装置901Aからプロポーザルを受信すると、自己の通信ポート54Aを介してアグリーメントをスイッチ装置901Aへ送信する。

[0094] 次に、スイッチ装置901Bは、自己の通信ポート54Bを介してプロポーザルをスイッチ装置901Cへ送信する。

[0095] 次に、スイッチ装置901Cは、自己の通信ポート54Aを介してスイッチ装置901Bからプロポーザルを受信すると、自己の通信ポート54Aを介してアグリーメントをスイッチ装置901Bへ送信する。

[0096] 次に、スイッチ装置901Cは、自己の通信ポート54Bを介してプロポーザルをスイッチ装置901Dへ送信する。

[0097] 次に、スイッチ装置901Dは、自己の通信ポート54Aを介してスイッチ装置901Cからプロポーザルを受信すると、自己の通信ポート54Aを介してアグリーメントをスイッチ装置901Cへ送信する。

[0098] このようにして、通信経路AB、BCおよびCDにより構成される通信経路が確立した後、スイッチ装置901Aからスイッチ装置901Dへのデータ転送が、スイッチ装置901Bおよび901C経由で行われる。

[0099] 通信経路の切り替えにおいて、2つのスイッチ装置901間におけるハンドシェイク動作が順番に伝搬するので、通信経路の切り替えに要する時間が長くなってしまう。このため、通信障害を検知してからデータ伝送を再開するまでの時間が長くなり、車載ネットワーク12における伝送効率が低下してしまう。

[0100] そこで、本発明の実施の形態に係る車載通信システムでは、以下のような構成および動作により、このような課題を解決する。

[0101] [スイッチ装置101の構成]

図6は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置の構成を示す図である。

[0102] 図6を参照して、スイッチ装置101は、検知部21と、記憶部23と、スイッチ部(処理部)24と、ポート部25A、25B、25Cと、通信ポート54A、54B、54Cとを備える。

[0103] ポート部25A、25B、25Cは、通信ポート54A、54B、54Cにそれぞれ対応して設けられる。以下、ポート部25A、25B、25Cの各々をポート部25とも称する。

[0104] スwitch装置101は、たとえば、通常時モードおよび検知時モードで動作することが可能である。スイッチ装置101は、たとえばデフォルトで通常時モードで動作し、自己が通信障害を検知すると、通常時モードから検知時モードへ切り替える。

[0105] 図7は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置におけるポート部の構成を示す図である。

[0106] 図7を参照して、ポート部25は、受信部31と、フィルタ部32と、送信部33とを含む。

[0107] 図7を参照して、ポート部25における送信部33は、スイッチ部24からイーサネットフレームを受けると、受けたイーサネットフレームを対応の通信ポート54経由で宛先の車載機器111または他のスイッチ装置101へ送信する。

[0108] 受信部31は、たとえば、バッファを有し、車載機器111または他のスイッチ装置101から対応の通信ポート54経由でイーサネットフレームを受信すると、受信したイーサネットフレームを当該バッファに保存し、保存したイーサネットフレームをフィルタ部32へ出力する。

[0109] また、受信部31は、たとえば、受信データの伝送速度が所定の制限値より大きい場合、伝送速度の低下要求を送信部33経由で接続先の車載機器111または他のスイッチ装置101へ送信することにより、受信データの伝送速度を制限する。

- [0110] フィルタ部32は、たとえば、自己のスイッチ装置101が受信したデータのうちの所定条件を満たすデータである非対象データを破棄する。
- [0111] 詳細には、フィルタ部32は、受信部31からイーサネットフレームを受けると、所定条件に基づいて、受けたイーサネットフレームをスイッチ部24へ出力するか、または破棄するかを判断する。
- [0112] より詳細には、フィルタ部32は、たとえば、ユーザによって設定されたACL (Access Control List) に従って、イーサネットフレームをスイッチ部24へ出力するか、または破棄するかを判断する。
- [0113] たとえば、車載通信システム301においてスイッチ装置101Bまたは車載機器111Bからスイッチ装置101Cまたは車載機器111Cへ伝送されるイーサネットフレームは、各通信経路に障害がない場合、通信経路BCを経由して伝送されるように定められている（図4参照）。
- [0114] したがって、スイッチ装置101Aは、各通信経路に障害がない場合、上記イーサネットフレームを自己の通信ポート54Bにおいて受信することはない。
- [0115] スイッチ装置101AにおけるACLは、たとえば、セキュリティ向上を目的として、上記イーサネットフレームを通信ポート54Bから受信した場合に不正なイーサネットフレームとして破棄すべき旨を示すリスト要素を含む。
- [0116] 同様に、たとえば、スイッチ装置101Aまたは車載機器111Aからスイッチ装置101Dまたは車載機器111Dへ伝送されるイーサネットフレームは、各通信経路に障害がない場合、通信経路DAを経由して伝送されるように定められている。
- [0117] したがって、スイッチ装置101B、101Cおよび101Dは、各通信経路に障害がない場合、上記イーサネットフレームを自己の通信ポート54Aにおいて受信することはない。
- [0118] スイッチ装置101BにおけるACLは、たとえば、セキュリティ向上を目的として、上記イーサネットフレームを通信ポート54Aから受信した場

合に不正なイーサネットフレームとして破棄すべき旨を示すリスト要素L Bを含む。

[0119] 同様に、スイッチ装置101CにおけるACLは、たとえば、セキュリティ向上を目的として、上記イーサネットフレームを通信ポート54Aから受信した場合に不正なイーサネットフレームとして破棄すべき旨を示すリスト要素L Cを含む。

[0120] 同様に、スイッチ装置101DにおけるACLは、たとえば、セキュリティ向上を目的として、上記イーサネットフレームを通信ポート54Aから受信した場合に不正なイーサネットフレームとして破棄すべき旨を示すリスト要素L Dを含む。

[0121] 再び図6を参照して、検知部21は、通信ポート54に接続される他のスイッチ装置101との通信障害を検知する。

[0122] より詳細には、検知部21は、ポート部25A、25B、25Cにおける信号、データの送受信、データの受信品質、ポート部25の状態および接続先の他のスイッチ装置101の状態等を監視する。

[0123] 検知部21は、たとえば、ポート部25の接続先の他のスイッチ装置101とのリンク断の発生、当該他のスイッチ装置101との通信品質の低下、ポート部25の故障および接続先の他のスイッチ装置101の故障等を検知すると、通信障害が発生したと判断する。

[0124] 検知部21は、判断した通信経路を示す通信障害検知情報を作成し、作成した通信障害検知情報をスイッチ部24へ出力する。

[0125] スイッチ部24は、L2スイッチであり、車載ネットワーク12におけるデータ、具体的にはIPパケットを中継する。

[0126] 以下では、たとえば、通信経路DAにおいて通信障害が発生した場合において、スイッチ装置101Aが、車載機器111Aから車載機器111Dへ伝送されるべきイーサネットフレームを車載機器111Aから受信した状況におけるスイッチ装置101A～101Dの動作について説明する。

[0127] [スイッチ装置101Aの動作]

図8は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部が保持するA R Lテーブルの一例を示す図である。

[0128] 図8を参照して、スイッチ装置101Aにおける記憶部23は、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき通信ポート54（以下、通常時ポートとも称する。）と通信障害時に使用すべき4つの通信ポート54である障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶する。ここで、使用ポート情報は、たとえば、発生箇所ごとの障害時ポートを示す。

[0129] 具体的には、記憶部23は、使用ポート情報の一例である、送信先M A Cアドレスと出力先との対応関係を示すA R LテーブルT a b Aを記憶する。通常時ポートは、出力先における「通常時」の項目に示される。発生箇所ごとの4つの障害時ポートは、出力先における「経路C D障害時」、「経路D A障害時」、「経路A B障害時」および「経路B C障害時」の項目に示される。

[0130] 再び図6を参照して、スイッチ部24は、検知部21によって通信障害が検知された場合、通信障害の発生箇所を示す障害情報を、通信障害の検知された他のスイッチ装置101とは別のスイッチ装置101である対象スイッチ装置、言い換えると、当該他のスイッチ装置101に接続される通信ポート54すなわち通信障害の発生した通信ポート54と異なる通信ポート54に接続されるスイッチ装置101である対象スイッチ装置へ送信する。

[0131] 具体的には、スイッチ部24は、通信経路D Aにおいて通信障害が発生したことを示す通信障害検知情報を検知部21から受けると、通信経路D Aにおいて通信障害が発生したことを認識するとともに、自己のスイッチ装置101のモードを通常時モードから検知時モードへ切り替える。

[0132] そして、スイッチ部24は、記憶部23が保持するA R LテーブルT a b Aにおける参照先を、出力先における「通常時」の項目から「経路D A障害時」の項目に変更する。

[0133] スイッチ部24は、たとえば、車載機器111Aから車載機器111Dへ伝送されるべきI Pパケットを格納したイーサネットフレームをポート部2

5から受けると、受けたイーサネットフレームに障害情報が含まれないことを確認し、第1障害時処理を行う。

[0134] より詳細には、スイッチ部24は、受けたイーサネットフレームにおけるアドレス領域に格納された送信先MACアドレスを確認する。

[0135] この例では、スイッチ部24は、車載機器111DのMACアドレスであるMAC-ECUDを確認する。また、車載機器111Aから送信されたイーサネットフレームは、たとえば図2に示すフォーマットを有する基本フレームである。

[0136] スwitch部24は、記憶部23が保持するARLテーブルTabAを参照し、「経路DA障害時」の項目において、MAC-ECUDに対応する「通信ポート54B」をARLテーブルTabAから取得する。

[0137] スwitch部24は、たとえば、各通信ポート54の接続先の装置を示す接続先情報を保持しており、接続先情報に基づいて、「通信ポート54B」の接続先がスイッチ装置101Bであることを認識する。

[0138] また、スイッチ部24は、たとえば、対象スイッチ装置へ送信すべきデータに障害情報を含め、かつIPパケットにおけるチェックサムの計算対象領域以外の領域に障害情報を含める。

[0139] より詳細には、スイッチ部24は、たとえば、ポート部25から受けた基本フレームに対して、IPパケットにおけるチェックサムの計算対象領域以外の領域の一例であるVLANTag領域（図3参照）を付加することにより、当該基本フレームをタグフレームに変換する。

[0140] そして、スイッチ部24は、通信経路DAを示す障害情報を作成し、作成した障害情報をVLANTag領域に格納する。

[0141] なお、スイッチ部24は、障害情報をVLANTag領域に格納する構成に限らず、IPパケットにおけるチェックサムの計算対象領域以外の領域の一例であるタイプ領域に障害情報を格納する構成であってもよい。しかしながら、タイプ領域は予約済みであることが多いので、障害情報をVLANTag領域に格納する構成が好ましい。

- [0142] また、スイッチ部24は、たとえば、通信障害の検知後、対象スイッチ装置へ送信すべき最初のイーサネットフレームに障害情報を含めて送信する際に、当該フレームに認証情報を含める。
- [0143] より詳細には、スイッチ部24は、ARLテーブルTabAにおける参照先を「通常時」の項目から「経路DA障害時」の項目に変更した後、対象スイッチ装置へ送信すべき最初のタグフレーム（以下、検知後先頭フレームとも称する。）に対して、以下の処理を行う。
- [0144] すなわち、スイッチ部24は、たとえば、認証情報の一例である、受信時刻を示すタイムスタンプを作成し、作成したタイムスタンプを検知後先頭フレームにおけるIPパケットのペイロードに格納する。
- [0145] そして、スイッチ部24は、IPパケットにおけるチェックサムの再計算を行い、計算結果をIPパケットのヘッダに格納する。
- [0146] また、スイッチ部24は、検知後先頭フレームを送信した後、対象スイッチ装置へ送信すべき2番目以降のタグフレーム（以下、検知後非先頭フレームとも称する。）に対してはタイムスタンプをタグフレームに格納しない。
- [0147] このような構成により、検知後非先頭フレームにおいて、IPパケットにおけるチェックサムの再計算を回避することができるので、スイッチ装置101Aにおける処理負荷の増大を防ぐことができる。
- [0148] スwitch部24は、タグフレームにおけるアドレス領域に格納された送信元MACアドレスを、自己のスイッチ装置101AのMACアドレスすなわちMAC-SWAに書き換えた後、取得した出力先すなわち「通信ポート54B」に対応するポート部25Bへ当該タグフレームを出力する。
- [0149] ポート部25Bは、スイッチ部24からタグフレームを受けると、受けたタグフレームを対象スイッチ装置すなわちスイッチ装置101Bへ送信する。
- [0150] また、検知時モードと異なり、通常時モードでは、スイッチ部24は、たとえば、ポート部25から障害情報を含まないイーサネットフレームを受けると、受けたイーサネットフレームにおけるアドレス領域に格納された送信

先MACアドレスを確認する。

[0151] スイッチ部24は、記憶部23が保持するARLテーブルTabAを参照し、「通常時」の項目において、確認した送信先MACアドレスに対応する出力先をARLテーブルTabAから取得する。

[0152] そして、スイッチ部24は、当該イーサネットフレームにおけるアドレス領域に格納された送信元MACアドレスをMAC-SWAに書き換えた後、取得した出力先の通信ポート54に対応するポート部25へ当該イーサネットフレームを出力する。

[0153] [スイッチ装置101Bの動作]

再び図7を参照して、スイッチ装置101Bにおけるポート部25Aでは、受信部31は、スイッチ装置101Aからタグフレームを受信すると、受信したタグフレームをフィルタ部32へ出力する。

[0154] フィルタ部32は、たとえば、障害情報を含む非対象データを破棄しない。詳細には、フィルタ部32は、たとえば、ACLの内容に関わらず、非対象データを破棄しない。

[0155] より詳細には、フィルタ部32は、障害情報を含まない、車載機器111Aから車載機器111Dへ伝送されるイーサネットフレームについては、上述のリスト要素LBに従って破棄するが、車載機器111Aから車載機器111Dへ伝送されるイーサネットフレームであっても障害情報を含むタグフレームを破棄せずに、スイッチ部24へ出力する。

[0156] 具体的には、フィルタ部32は、受信部31からタグフレームを受けると、受けたタグフレームにおけるアドレス領域に格納された送信先MACアドレスおよび送信元MACアドレス、ならびに上述のリスト要素LBに基づいて、タグフレームを破棄すべきと仮判断する。

[0157] そして、フィルタ部32は、タグフレームにおけるVLANタグ領域に障害情報が格納されていることを確認すると、タグフレームを破棄すべきでないと判断し、タグフレームをスイッチ部24へ出力する。

[0158] なお、フィルタ部32は、ACLの内容に関わらず非対象データを破棄し

ない構成に限らず、ACLの内容に応じて、非対象データを破棄するか否かを判断する構成であってもよい。

[0159] 詳細には、フィルタ部32は、非対象データを含む破棄すべきデータを示す通常時破棄情報、および非対象データを含む破棄すべきでないデータを示す障害時破棄情報を保持する。そして、フィルタ部32は、自己のスイッチ装置101が障害情報を含む非対象データを受信した後、通常時破棄情報の代わりに障害時破棄情報を用いて、データを破棄するか否かを判断する。

[0160] より詳細には、フィルタ部32は、たとえば、通常時破棄情報の一例である、上述のリスト要素LBを含む通常時用のACLと、障害時破棄情報の一例である障害時用のACLとを保持する。異常時用のACLは、たとえば、スイッチ装置101Aまたは車載機器111Aからスイッチ装置101Dまたは車載機器111Dへ伝送されるイーサネットフレームを通信ポート54Aから受信した場合に正常なイーサネットフレームとして処理すべき旨を示すリスト要素LB2を含む。

[0161] フィルタ部32は、受信部31からイーサネットフレームを受けて、受けたイーサネットフレームにおけるVLANTag領域に障害情報が格納されていることを確認するまで、通常時用のACLに従って、受信部31から受けるイーサネットフレームをスイッチ部24へ出力するか、または破棄するかを判断する。

[0162] 具体的には、フィルタ部32は、車載機器111Aから車載機器111Dへ伝送されるイーサネットフレームを受信部31から受けた場合、上述のリスト要素LBに従って当該イーサネットフレームを破棄する。

[0163] そして、フィルタ部32は、受信部31から受けたイーサネットフレームにおけるVLANTag領域に障害情報が格納されていることを確認すると、障害時用のACLに従って、受信部31から受けるイーサネットフレームをスイッチ部24へ出力するか、または破棄するかを判断する。

[0164] 具体的には、フィルタ部32は、車載機器111Aから車載機器111Dへ伝送されるイーサネットフレームを受信部31から受けた場合、上述のり

スト要素L B 2に従って、当該イーサネットフレームを破棄せずにスイッチ部24へ出力する。

[0165] 図9は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部が保持するARLテーブルの一例を示す図である。

[0166] 図9を参照して、スイッチ装置101Bにおける記憶部23は、使用ポート情報の一例であるARLテーブルTabBを記憶する。ARLテーブルTabBの見方は、図8に示すARLテーブルTabAと同様である。

[0167] 再び図6を参照して、スイッチ部24は、他のスイッチ装置101間の通信障害の発生箇所を示す障害情報を含むデータを自己のスイッチ装置101Bが受信した場合、当該データに含まれる宛先アドレス情報、および使用ポート情報に基づいて、当該データの送信に使用すべき自己のスイッチ装置101Bの通信ポート54を決定する。

[0168] 詳細には、スイッチ部24は、ポート部25からタグフレームを受けて、受けたタグフレームにおけるVLANタグ領域に障害情報が格納されていることを確認すると、第2障害時処理を行う。

[0169] より詳細には、スイッチ部24は、VLANタグ領域に障害情報が格納されていることを確認した後、最初のタグフレームすなわち検知後先頭フレームに対して、以下の処理を行う。

[0170] すなわち、スイッチ部24は、たとえば、検知後先頭フレームにおけるIPパケットのペイロード領域に格納されたタイムスタンプに基づいて、検知後先頭フレームの認証を試みる。ここでは、スイッチ部24は、検知後先頭フレームの認証に成功する。

[0171] 一方、スイッチ部24は、たとえば、検知後先頭フレームの認証に失敗すると、当該検知後先頭フレームを破棄する。また、スイッチ部24は、検知後非先頭フレームに対しては認証を行わない。

[0172] スイッチ部24は、タグフレームにおける障害情報に基づいて、通信経路DAにおいて通信障害が発生したことを認識し、記憶部23が保持するARLテーブルTabBにおける参照先を、出力先における「通常時」の項目か

ら「経路DA障害時」の項目に変更する。

[0173] スイッチ部24は、タグフレームにおけるアドレス領域に格納された送信先MACアドレスすなわちMAC-ECUDを確認する。

[0174] スイッチ部24は、記憶部23が保持するARLテーブルTabBを参照し、「経路DA障害時」の項目において、MAC-ECUDに対応する「通信ポート54B」をARLテーブルTabBから取得する。

[0175] スイッチ部24は、たとえば、各通信ポート54の接続先の装置を示す接続先情報を保持しており、接続先情報に基づいて、「通信ポート54B」の接続先がスイッチ装置101Cであることを認識する。

[0176] スイッチ部24は、タグフレームにおけるアドレス領域に格納された送信元MACアドレスをMAC-SWBに書き換えた後、取得した出力先すなわち「通信ポート54B」に対応するポート部25Bへ当該タグフレームを出力する。

[0177] ポート部25Bは、スイッチ部24からタグフレームを受けると、受けたタグフレームをスイッチ装置101Cへ送信する。

[0178] [スイッチ装置101Cの動作]

スイッチ装置101Cの動作は、スイッチ装置101Bの動作と同様であるので、簡単に説明する。

[0179] 再び図7を参照して、スイッチ装置101Cにおけるポート部25Aでは、フィルタ部32は、受信部31経由でスイッチ装置101Bからタグフレームを受信すると、以下の処理を行う。

[0180] すなわち、フィルタ部32は、アドレス領域に格納された送信先MACアドレスおよび送信元MACアドレス、上述のリスト要素LC、ならびにVLANタグ領域に格納された障害情報に基づいて、タグフレームを破棄すべきでないと判断し、タグフレームをスイッチ部24へ出力する。

[0181] 図10は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部が保持するARLテーブルの一例を示す図である。

[0182] 図10を参照して、スイッチ装置101Cにおける記憶部23は、使用ポ

ート情報の一例であるA R LテーブルT a b Cを記憶する。A R LテーブルT a b Cの見方は、図8に示すA R LテーブルT a b Aと同様である。

[0183] 再び図6を参照して、スイッチ部24は、ポート部25からタグフレームを受けて、受けたタグフレームにおけるV L A Nタグ領域に障害情報が格納されていることを確認すると、第2障害時処理を行う。

[0184] より詳細には、スイッチ部24は、V L A Nタグ領域に障害情報が格納されていることを確認した後、最初のタグフレームすなわち検知後先頭フレームに対して、以下の処理を行う。

[0185] すなわち、スイッチ部24は、たとえば、検知後先頭フレームにおけるI Pパケットのペイロード領域に格納されたタイムスタンプに基づいて、検知後先頭フレームの認証を試みる。そして、スイッチ部24は、検知後先頭フレームの認証に成功する。

[0186] スイッチ部24は、受けたタグフレームにおけるV L A Nタグ領域に格納された障害情報に基づいて、通信経路D Aにおいて通信障害が発生したことを認識し、A R LテーブルT a b Cにおける参照先を、出力先における「通常時」の項目から「経路D A障害時」の項目に変更する。

[0187] スイッチ部24は、タグフレームにおけるアドレス領域に格納された送信先M A CアドレスすなわちM A C－E C U Dを確認し、「経路D A障害時」の項目において、M A C－E C U Dに対応する「通信ポート54B」をA R LテーブルT a b Cから取得する。

[0188] スイッチ部24は、たとえば、各通信ポート54の接続先の装置を示す接続先情報を保持しており、接続先情報に基づいて、「通信ポート54B」の接続先がスイッチ装置101Dであることを認識する。

[0189] スイッチ部24は、タグフレームにおけるアドレス領域に格納された送信元M A CアドレスをM A C－S W Cに書き換えた後、取得した出力先すなわち「通信ポート54B」に対応するポート部25Bへ当該タグフレームを出力する。

[0190] ポート部25Bは、スイッチ部24からタグフレームを受けると、受けた

タグフレームをスイッチ装置１０１Ｄへ送信する。

[0191] [スイッチ装置１０１Ｄの動作]

再び図７を参照して、スイッチ装置１０１Ｄにおけるポート部２５Ａでは、フィルタ部３２は、受信部３１経由でスイッチ装置１０１Ｃからタグフレームを受信すると、以下の処理を行う。

[0192] すなわち、フィルタ部３２は、アドレス領域に格納された送信先ＭＡＣアドレスおよび送信元ＭＡＣアドレス、上述のリスト要素ＬＤ、ならびにＶＬＡＮタグ領域に格納された障害情報に基づいて、タグフレームを破棄すべきでないと判断し、タグフレームをスイッチ部２４へ出力する。

[0193] 図１１は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部が保持するＡＲＬテーブルの一例を示す図である。

[0194] 図１１を参照して、スイッチ装置１０１Ｄにおける記憶部２３は、使用ポート情報の一例であるＡＲＬテーブルＴａｂＤを記憶する。ＡＲＬテーブルＴａｂＤの見方は、図８に示すＡＲＬテーブルＴａｂＡと同様である。

[0195] 再び図６を参照して、スイッチ部２４は、たとえば、他のスイッチ装置１０１を介さずに自己のスイッチ装置１０１Ｄの通信ポート５４に接続される対象機器へデータを送信する場合、障害情報を除いた当該データを送信する。

[0196] より詳細には、スイッチ部２４は、ポート部２５からタグフレームを受けて、受けたタグフレームにおけるＶＬＡＮタグ領域に障害情報が格納されていることを確認すると、第２障害時処理を行う。

[0197] より詳細には、スイッチ部２４は、ＶＬＡＮタグ領域に障害情報が格納されていることを確認した後、最初のタグフレームすなわち検知後先頭フレームに対して、以下の処理を行う。

[0198] すなわち、スイッチ部２４は、たとえば、検知後先頭フレームにおけるＩＰパケットのペイロード領域に格納されたタイムスタンプに基づいて、検知後先頭フレームの認証を試みる。そして、スイッチ部２４は、検知後先頭フレームの認証に成功する。

[0199] スイッチ部24は、受けたタグフレームにおけるVLANタグ領域に格納された障害情報に基づいて通信経路DAにおいて通信障害が発生したことを認識し、ARLテーブルTabDにおける参照先を、出力先における「通常時」の項目から「経路DA障害時」の項目に変更する。

[0200] そして、スイッチ部24は、タグフレームにおけるアドレス領域に格納された送信先MACアドレスすなわちMAC-ECUDを確認し、「経路DA障害時」の項目において、MAC-ECUDに対応する「通信ポート54C」をARLテーブルTabDから取得する。

[0201] スイッチ部24は、たとえば、各通信ポート54の接続先の装置を示す接続先情報を保持しており、接続先情報に基づいて、「通信ポート54C」の接続先が車載機器111Dであることを認識する。

[0202] スイッチ部24は、「通信ポート54C」の接続先が他のスイッチ装置101でなく車載機器111Dであることから、タグフレームにおけるVLANタグ領域を削除し、当該タグフレームを基本フレームに変換する。

[0203] また、スイッチ部24は、基本フレームにおけるIPパケットのペイロードからタイムスタンプを削除する。そして、スイッチ部24は、IPパケットにおけるチェックサムの再計算を行い、計算結果をIPパケットのヘッダに格納する。

[0204] スイッチ部24は、基本フレームにおけるアドレス領域に格納された送信元MACアドレスをMAC-SWDに書き換えた後、取得した出力先すなわち「通信ポート54C」に対応するポート部25Cへ当該基本フレームを出力する。

[0205] ポート部25Cは、スイッチ部24から基本フレームを受けると、受けた基本フレームを対象機器すなわち車載機器111Dへ送信する。

[0206] [動作の流れ]

車載通信システム301における各装置は、コンピュータを備え、当該コンピュータにおけるCPU等の演算処理部は、以下のシーケンス図またはフローチャートの各ステップの一部または全部を含むプログラムを図示しない

メモリからそれぞれ読み出して実行する。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、外部からインストールすることができる。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、記録媒体に格納された状態で流通する。

[0207] 図12は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置が通信障害の検知を行う際の動作手順を定めたフローチャートである。

[0208] 図12を参照して、スイッチ装置101のモードが通常時モードである状況を想定する。

[0209] まず、スイッチ装置101は、自己のポート部25の接続先の他のスイッチ装置101との通信障害を検知するまでポート部25の監視を継続し（ステップS102でNO）、当該通信障害を検知すると（ステップS102でYES）、検知時モードへ遷移する（ステップS104）。

[0210] 図13は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置がイーサネットフレームを受信する際の動作手順を定めたフローチャートである。

[0211] 図13を参照して、まず、スイッチ装置101は、車載機器111または他のスイッチ装置101からイーサネットフレームを受信するまで待機する（ステップS202でNO）。

[0212] そして、スイッチ装置101は、車載機器111または他のスイッチ装置101からイーサネットフレームを受信すると（ステップS202でYES）、受信したイーサネットフレームが、ACLに基づく破棄対象であり、かつ障害情報を含まない場合（ステップS204でYESおよびステップS206でNO）、当該イーサネットフレームを破棄する（ステップS208）。

[0213] 一方、スイッチ装置101は、受信したイーサネットフレームが、ACLに基づく破棄対象でないか（ステップS204でNO）、またはACLに基づく破棄対象であるが障害情報を含む場合（ステップS204でYESおよびステップS206でYES）、受信したイーサネットフレームの中継処理を行う（ステップS210）。

[0214] 図14は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置がイーサネットフレームの中継処理を行う際の動作手順を定めたフローチャートである。図14は、図13のステップS210における動作の詳細を示している。

[0215] 図14を参照して、まず、スイッチ装置101は、受信したイーサネットフレームが障害情報を含まず、かつ自己のモードが通常時モードである場合（ステップS302でNOおよびステップS304でNO）、以下の処理を行う。

[0216] すなわち、スイッチ装置101は、受信したイーサネットフレームにおける送信先MACアドレスを確認し、「通常時」の項目において、確認した送信先MACアドレスに対応する出力先を自己の記憶部23におけるARLテーブルから取得する（ステップS306）。

[0217] 次に、スイッチ装置101は、受信したイーサネットフレームにおける送信元MACアドレスを自己のMACアドレスに書き換えた後、取得した出力先から当該イーサネットフレームを送信する（ステップS308）。

[0218] 一方、スイッチ装置101は、受信したイーサネットフレームが障害情報を含む場合（ステップS302でYES）、第2障害時処理を行う（ステップS310）。

[0219] 一方、スイッチ装置101は、自己のモードが検知時モードである場合（ステップS302でNOおよびステップS304でYES）、第1障害時処理を行う（ステップS312）。

[0220] 図15は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置が第1障害時処理を行う際の動作手順を定めたフローチャートである。図15は、図14のステップS312における動作の詳細を示している。

[0221] 図15を参照して、まず、スイッチ装置101は、受信したイーサネットフレームにおける障害情報に基づいて、ARLテーブルの参照先を、「通常時」の項目から障害発生箇所に対応する項目に変更する（ステップS402）。

- [0222] 次に、スイッチ装置１０１は、受信したイーサネットフレームにおける送信先ＭＣＡアドレスを確認し、変更後の項目において、確認した送信先ＭＡＣアドレスに対応する出力先を自己の記憶部２３におけるＡＲＬテーブルから取得する（ステップＳ４０４）。
- [0223] 次に、スイッチ装置１０１は、取得した出力先の通信ポート５４が他のスイッチ装置１０１に接続される場合（ステップＳ４０６でＮＯ）、受信したイーサネットフレームに障害情報を付加する（ステップＳ４０８）。
- [0224] 次に、スイッチ装置１０１は、受信したイーサネットフレームが、ＡＲＬテーブルの参照先を変更した後、対象スイッチ装置へ送信すべき最初のイーサネットフレームすなわち検知後先頭フレームである場合（ステップＳ４１０でＹＥＳ）、受信したイーサネットフレームに認証情報を付加する（ステップＳ４１２）。
- [0225] 次に、スイッチ装置１０１は、取得した出力先の通信ポート５４が車載機器１１１に接続されるか（ステップＳ４０６でＹＥＳ）、受信したイーサネットフレームが検知後非先頭フレームであるか（ステップＳ４１０でＮＯ）、または認証情報をイーサネットフレームに付加すると（ステップＳ４１２）、以下の処理を行う。
- [0226] すなわち、スイッチ装置１０１は、受信したイーサネットフレームにおける送信元ＭＡＣアドレスを自己のＭＡＣアドレスに書き換えた後、取得した出力先から当該イーサネットフレームを送信する（ステップＳ４１４）。
- [0227] 図１６は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置が第２障害時処理を行う際の動作手順を定めたフローチャートである。図１６は、図１４のステップＳ３１０における動作の詳細を示している。
- [0228] 図１６を参照して、まず、スイッチ装置１０１は、受信したイーサネットフレームが検知後先頭フレームである場合（ステップＳ５０２でＹＥＳ）、受信したイーサネットフレームにおける認証情報に基づいて当該イーサネットフレームを認証する（ステップＳ５０４）。
- [0229] 次に、スイッチ装置１０１は、認証に失敗すると（ステップＳ５０６でＮ

Ｏ）、受信したイーサネットフレームを破棄し、第２障害時処理を終了する。

[0230] 次に、スイッチ装置１０１は、受信したイーサネットフレームが検知後非先頭フレームであるか（ステップＳ５０２でＮＯ）、または認証に成功すると（ステップＳ５０６でＹＥＳ）、受信したイーサネットフレームにおける障害情報に基づいて、ＡＲＬテーブルの参照先を、「通常時」の項目から障害発生箇所に対応する項目に変更する（ステップＳ５０８）。

[0231] 次に、スイッチ装置１０１は、受信したイーサネットフレームにおける送信先ＭＣＡアドレスを確認し、変更後の項目において、確認した送信先ＭＡＣアドレスに対応する出力先を自己の記憶部２３におけるＡＲＬテーブルから取得する（ステップＳ５１０）。

[0232] 次に、スイッチ装置１０１は、取得した出力先の通信ポート５４が車載機器１１１に接続され、かつ受信したイーサネットフレームが検知後先頭フレームである場合（ステップＳ５１２でＹＥＳおよびステップＳ５１４でＹＥＳ）、受信したイーサネットフレームから障害情報および認証情報を削除する（ステップＳ５１６）。

[0233] 一方、スイッチ装置１０１は、取得した出力先の通信ポート５４が車載機器１１１に接続され、かつ受信したイーサネットフレームが検知後非先頭フレームである場合（ステップＳ５１２でＹＥＳおよびステップＳ５１４でＮＯ）、受信したイーサネットフレームから障害情報を削除する（ステップＳ５２２）。

[0234] 次に、スイッチ装置１０１は、取得した出力先の通信ポート５４が他のスイッチ装置１０１に接続されるか（ステップＳ５１２でＮＯ）、受信したイーサネットフレームから障害情報および認証情報を削除するか（ステップＳ５１６）、または受信したイーサネットフレームから障害情報を削除すると（ステップＳ５２２）、以下の処理を行う。

[0235] すなわち、スイッチ装置１０１は、受信したイーサネットフレームにおける送信元ＭＡＣアドレスを自己のＭＡＣアドレスに書き換えた後、取得した

出力先から当該イーサネットフレームを送信する（ステップS518）。

[0236] なお、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、スイッチ部24は、通信障害の発生箇所を示す障害情報を対象装置へ送信する構成であるとしたが、これに限定するものではない。スイッチ部24は、対象スイッチ装置が通信障害の際に使用すべき通信ポート54を示す障害情報を当該対象スイッチ装置へ送信する構成であってもよい。

[0237] 具体的には、たとえば、車載通信システム301において、図8～図11にそれぞれ示すARLテーブルTabA～TabDを保持する記憶装置が設けられている。また、スイッチ装置101A～101Dは、ARLテーブルTabA～TabDをそれぞれ保持しない。

[0238] スwitch装置101A～101Dは、車載ネットワーク12において通信障害が発生しない場合、「通常時」の通信ポート54についての情報を記憶装置が保持するARLテーブルTabA～TabDからそれぞれ取得して使用する。

[0239] たとえば、スイッチ装置101Aが通信経路DAにおいて通信障害を検知すると、スイッチ装置101Aは、「経路DA障害時」の通信ポート54についての情報（以下、障害時ポート情報とも称する。）を記憶装置が保持するARLテーブルTabA～TabDから取得する。

[0240] スwitch装置101Aは、ARLテーブルTabAから取得した障害時ポート情報を使用するとともに、ARLテーブルTabB～TabDから取得した障害時ポート情報を障害情報としてそれぞれスイッチ装置101B～101D宛に送信する。

[0241] また、車載通信システム301において、ARLテーブルTabA～TabDを集中的に保持する記憶装置を設ける構成に限らず、スイッチ装置101が、ARLテーブルTabA～TabDをすべて保持する構成であってもよい。

[0242] また、スイッチ部24は、通信障害の発生箇所、および対象スイッチ装置が通信障害の際に使用すべき通信ポート54の両方を示す障害情報を当該対

象スイッチ装置へ送信する構成であってもよい。

[0243] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、A R Lテーブルは、送信先M A Cアドレスと通常時ポートと4つの障害時ポートとの対応関係を示す構成であるとしたが、これに限定するものではない。A R Lテーブルは、送信先M A Cアドレスと通常時ポートと2つ、3つまたは5つ以上の障害時ポートとの対応関係を示す構成であってもよい。

[0244] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、A R Lテーブルにおいて、通信障害の発生箇所が通信経路により特定される構成であるとしたが、これに限定するものではない。通信障害の発生箇所が、スイッチ装置101の識別子および通信ポート54の識別子により特定される構成であってもよい。具体的には、通信経路A Bは、たとえば、スイッチ装置101Aの識別子、およびスイッチ装置101Aにおける通信ポート54Bの識別子により特定される。

[0245] また、本発明の実施の形態に係る車載通信システムでは、データおよび障害情報が同じイーサネットフレームに格納されて伝送される構成であるとしたが、これに限定するものではない。データおよび障害情報が別個のイーサネットフレームに格納されて伝送される構成であってもよい。

[0246] また、本発明の実施の形態に係る車載通信システムでは、障害情報は、V L A Nタグ領域またはタイプ領域に格納される構成であるとしたが、これに限定するものではない。障害情報は、たとえばI Pチェックサムの計算対象領域であるI Pパケットのペイロードに格納される構成であってもよい。

[0247] また、本発明の実施の形態に係る車載通信システムでは、スイッチ部24は、通信障害の検知後、検知後先頭フレームにタイムスタンプを含める構成であるとしたが、これに限定するものではない。スイッチ部24は、たとえば通信のセキュリティが確保されている場合において、検知後先頭フレームにタイムスタンプを含めない構成であってもよい。

[0248] また、本発明の実施の形態に係る車載通信システムでは、障害情報は、通信障害の発生箇所を示す構成であるとしたが、これに限定するものではない

。障害情報は、たとえば、通信障害の発生を示す構成であってもよい。具体的には、たとえば、車載通信システム 301 において 3 つのスイッチ装置 101 が設けられる場合において、使用ポート情報は、たとえば、通常時ポートと通信障害が発生したときに用いる障害時ポートとを示す。このような構成により、通信障害の発生の有無に基づいて、障害時ポートを正しく決定することが可能である。

[0249] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置は、イーサネットフレームを宛先の車載機器 111 へ送信する場合、障害情報を含む VLAN タグ領域をタグフレームから削除して基本フレームへ変換した後、基本フレームを車載機器 111 へ送信する構成であるとしたが、これに限定するものではない。スイッチ装置 101 は、障害情報を含むタグフレームのまま宛先の車載機器 111 へ送信する構成であってもよい。

[0250] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置は、フィルタ部 32 を備える構成であるとしたが、これに限定するものではない。スイッチ装置 101 は、たとえば通信のセキュリティが確保されている場合において、フィルタ部 32 を備えない構成であってもよい。

[0251] ところで、たとえば、特許文献 1 に記載の冗長構成を車載ネットワークに適用する構成が考えられる。しかしながら、車両では、スペースに制約があるため、エンジンおよびモータ等の雑音源と信号線とが近接し、雑音源の動作に応じて通信環境が急激に悪化することがある。また、信号線が予期せず断線することがある。

[0252] このような場合、通信が困難になることがあり、好ましくない。車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことが可能な技術が求められる。

[0253] これに対して、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置は、車載ネットワーク 12 におけるデータを中継し、複数の通信ポート 54 を備える。検知部 21 は、通信ポート 54 に接続される他のスイッチ装置 101 との通信障害を検知する。そして、スイッチ部 24 は、検知部 21 によって通信障害が検

知された場合、通信障害の発生箇所、および当該他のスイッチ装置１０１とは別のスイッチ装置１０１である対象スイッチ装置が通信障害の際に使用すべき通信ポート５４の少なくともいずれか一方を示す障害情報を対象スイッチ装置へ送信する。

[0254] このように、通信障害を検知すると障害情報を対象スイッチ装置へ送信する構成により、障害情報を受信した対象スイッチ装置は、障害情報に基づいて、障害情報の送信元のスイッチ装置１０１と上記他のスイッチ装置１０１との間において通信障害が発生したことを認識したり、障害情報に基づいて、通信障害の際に使用すべき通信ポートを認識したりすることができるので、障害情報の送信元のスイッチ装置１０１と情報をやり取りすることなく通信経路を切り替えることができる。したがって、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0255] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、スイッチ部２４は、対象スイッチ装置へ送信すべきデータに障害情報を含めて対象スイッチ装置へ送信する。

[0256] このような構成により、対象スイッチ装置へ送信すべきデータと別個に障害情報を対象スイッチ装置へ送信する場合と比べて、情報の送信回数を減らすことができるので、車載ネットワーク１２における伝送効率を下げることなく冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0257] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、スイッチ部２４は、ＩＰパケットにおけるチェックサムの計算対象領域以外の領域に障害情報を含めて送信する。

[0258] このような構成により、チェックサムの再計算を回避しながら障害情報を対象スイッチ装置へ送信することができるので、スイッチ装置１０１における処理負荷の増大を防ぎながら冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0259] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、スイッチ部２４は、通信障害の検知後、対象スイッチ装置へ送信すべき最初のイーサネットフレームに障害情報を含めて送信する際に、イーサネットフレームに認証情報を

含める。

[0260] このような構成により、対象スイッチ装置は、受信したフレームに含まれる認証情報に基づいて当該イーサネットフレームが正規のイーサネットフレームであると認識することができるので、セキュリティを確保しながら冗長切り替えをより速くに行うことができる。

[0261] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、記憶部 23 は、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき通信ポート 54 と通信障害時に使用すべき少なくとも 1 つの通信ポート 54 である障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶する。そして、スイッチ部 24 は、他のスイッチ装置 101 間の通信障害を示す障害情報を含むデータを自己のスイッチ装置 101 が受信した場合、当該データに含まれる宛先アドレス情報、および使用ポート情報に基づいて、当該データの送信に使用すべき自己のスイッチ装置 101 の通信ポート 54 を決定する。

[0262] このように、宛先アドレス情報および使用ポート情報に基づいて、切り替え先の通信ポート 54 を決定する構成により、決定したポートから上記データをすぐに送信することができるので、障害情報の送信元のスイッチ装置 101 と情報をやり取りすることなく通信経路を切り替えることができる。したがって、車載ネットワークにおける冗長切り替えをより速く行うことができる。

[0263] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、障害情報は、通信障害の発生箇所を含む。そして、使用ポート情報は、発生箇所ごとの障害時ポートを示す。

[0264] このような構成により、通信障害がいずれの通信経路で発生した場合においても、スイッチ装置 101 は、障害情報に基づいて通信障害の発生箇所を認識し、認識結果に基づいて障害時ポートを使用ポート情報から迅速に取得することができる。

[0265] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、スイッチ部 24 は、他のスイッチ装置 101 を介さずに自己のスイッチ装置 101 の通信ポート

５４に接続される対象機器へデータを送信する場合、障害情報を除いたデータを送信する。

[0266] このような構成により、通信障害の発生の有無に関わらず、対象機器では、障害情報を含まないデータを受信することができるので、特別な仕様変更を施すことなく対象機器を車載ネットワーク１２に接続することができる。

[0267] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、フィルタ部３２は、自己のスイッチ装置１０１が受信したデータのうちの所定条件を満たすデータである非対象データを破棄する。そして、フィルタ部３２は、障害情報を含む非対象データを破棄しない。

[0268] このような構成により、たとえば、冗長切り替え後の通信経路が、通信障害が発生していない状況において使用すべきでない通信経路であり、フィルタ部３２が、当該通信経路を伝送する非対象データを破棄するように設定されていても、通信障害が発生したときに、障害情報を含む非対象データが破棄されることを防ぐことができる。これにより、障害情報が破棄されて車載ネットワーク１２における冗長切り替えを行えなくなってしまうことを防ぐことができる。

[0269] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置では、フィルタ部３２は、非対象データを含む破棄すべきデータを示す通常時破棄情報、および非対象データを含む破棄すべきでないデータを示す障害時破棄情報を保持する。そして、フィルタ部３２は、自己のスイッチ装置１０１が障害情報を含む非対象データを受信した後、通常時破棄情報の代わりに障害時破棄情報を用いて、データを破棄するか否かを判断する。

[0270] このように、通信障害が発生したときに、破棄すべきデータを示す通常時破棄情報から破棄すべきでないデータを示す障害時破棄情報に切り替える構成により、障害情報を含む非対象データが破棄されることを簡易に防ぐことができる。

[0271] 上記実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記説明ではなく請求の範囲によっ

て示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0272] 以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

[0273] [付記 1]

車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置であって、

前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知する検知部と、

前記検知部によって前記通信障害が検知された場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置に接続される前記通信ポートと異なる前記通信ポートに接続される前記スイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信する処理部とを備え、

前記スイッチ装置は、前記データを含むイーサネットフレームを中継し、

前記通信障害は、前記他のスイッチ装置とのリンク断、前記他のスイッチ装置との通信品質の低下、自己の前記通信ポートの故障または前記他のスイッチ装置の故障であり、

前記障害情報は、前記通信障害の発生した通信経路、または前記通信障害の発生した通信経路に応じた、通信障害時に使用すべき前記通信ポートを示す障害時ポート情報を示す、スイッチ装置。

[0274] [付記 2]

車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置であって、

宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポートと通信障害時に使用すべき少なくとも 1 つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶する記憶部と、

他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる宛先アドレス情報、お

よび前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定する処理部とを備え、

前記スイッチ装置は、前記データを含むイーサネットフレームを中継し、
前記宛先アドレス情報は、送信先MAC (Media Access Control) アドレスを示し、

前記通信障害は、前記他のスイッチ装置とのリンク断、前記他のスイッチ装置との通信品質の低下、自己の前記通信ポートの故障または前記他のスイッチ装置の故障である、スイッチ装置。

符号の説明

- [0275] 1 対象車両
- 1 2 車載ネットワーク
- 2 1 検知部
- 2 3 記憶部
- 2 4 スイッチ部 (処理部)
- 2 5 ポート部
- 3 1 受信部
- 3 2 フィルタ部
- 3 3 送信部
- 5 4 通信ポート
- 1 0 1 スイッチ装置
- 1 1 1 車載機器
- 3 0 1 車載通信システム
- 9 0 1 スイッチ装置
- 9 0 2 車載通信システム

請求の範囲

- [請求項1] 車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置であって、
- 前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知する検知部と、
- 前記検知部によって前記通信障害が検知された場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信する処理部とを備える、スイッチ装置。
- [請求項2] 前記処理部は、前記対象スイッチ装置へ送信すべき前記データに前記障害情報を含めて前記対象スイッチ装置へ送信する、請求項1に記載のスイッチ装置。
- [請求項3] 前記処理部は、IPパケットにおけるチェックサムの計算対象領域以外の領域に前記障害情報を含めて送信する、請求項1または請求項2に記載のスイッチ装置。
- [請求項4] 前記処理部は、前記通信障害の検知後、前記対象スイッチ装置へ送信すべき最初のフレームに前記障害情報を含めて送信する際に、前記フレームに認証情報を含める、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のスイッチ装置。
- [請求項5] 車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置であって、
- 宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポートと通信障害時に使用すべき少なくとも1つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶する記憶部と、
- 他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる宛先アドレス情報、および前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信

に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定する処理部とを備える、スイッチ装置。

[請求項6] 前記障害情報は、前記通信障害の発生箇所を含み、
前記使用ポート情報は、前記発生箇所ごとの前記障害時ポートを示す、請求項5に記載のスイッチ装置。

[請求項7] 前記処理部は、他のスイッチ装置を介さずに自己のスイッチ装置の前記通信ポートに接続される対象機器へ前記データを送信する場合、前記障害情報を除いた前記データを送信する、請求項5または請求項6に記載のスイッチ装置。

[請求項8] 前記スイッチ装置は、さらに、
自己のスイッチ装置が受信したデータのうちの所定条件を満たすデータである非対象データを破棄するフィルタ部を備え、
前記フィルタ部は、前記障害情報を含む前記非対象データを破棄しない、請求項5から請求項7のいずれか1項に記載のスイッチ装置。

[請求項9] 前記フィルタ部は、前記非対象データを含む破棄すべきデータを示す通常時破棄情報、および前記非対象データを含む破棄すべきでないデータを示す障害時破棄情報を保持し、
前記フィルタ部は、自己のスイッチ装置が前記障害情報を含む前記非対象データを受信した後、前記通常時破棄情報の代わりに前記障害時破棄情報を用いて、データを破棄するか否かを判断する、請求項8に記載のスイッチ装置。

[請求項10] 車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置における通信制御方法であって、
前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知するステップと、
前記通信障害を検知した場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方

を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信するステップとを含む、通信制御方法。

[請求項11]

車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートと、記憶部とを備えるスイッチ装置における通信制御方法であって、

前記記憶部は、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポートと通信障害時に使用すべき少なくとも1つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶し、

前記データを受信するステップと、

他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる宛先アドレス情報、および前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定するステップとを含む、通信制御方法。

[請求項12]

車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートを備えるスイッチ装置において用いられる通信制御プログラムであって、

コンピュータを、

前記通信ポートに接続される他のスイッチ装置との通信障害を検知する検知部と、

前記検知部によって前記通信障害が検知された場合、前記通信障害の発生箇所、および前記他のスイッチ装置とは別のスイッチ装置である対象スイッチ装置が前記通信障害の際に使用すべき通信ポートの少なくともいずれか一方を示す障害情報を前記対象スイッチ装置へ送信する処理部、

として機能させるための、通信制御プログラム。

[請求項13]

車載ネットワークにおけるデータを中継し、複数の通信ポートと記憶部とを備えるスイッチ装置において用いられる通信制御プログラムであって、

前記記憶部は、宛先アドレス情報と通常時に使用すべき前記通信ポ

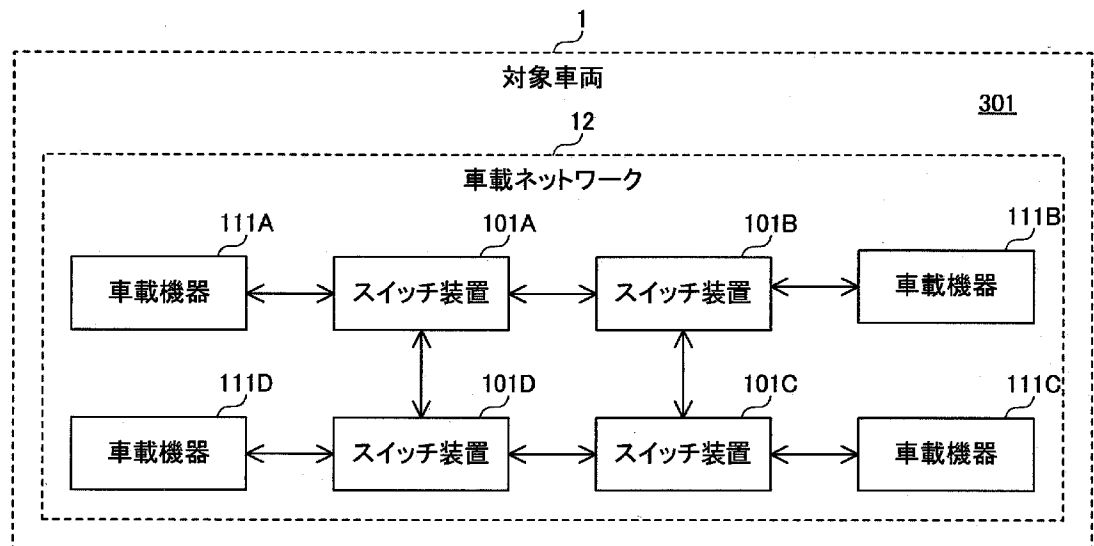
ートと通信障害時に使用すべき少なくとも1つの前記通信ポートである障害時ポートとの対応関係を示す使用ポート情報を記憶し、

コンピュータを、

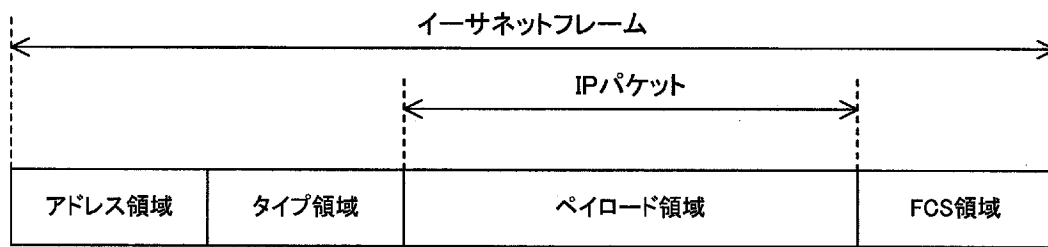
他のスイッチ装置間の通信障害を示す障害情報を含む前記データを自己のスイッチ装置が受信した場合、前記データに含まれる宛先アドレス情報、および前記使用ポート情報に基づいて、前記データの送信に使用すべき自己の前記スイッチ装置の前記通信ポートを決定する処理部、

として機能させるための、通信制御プログラム。

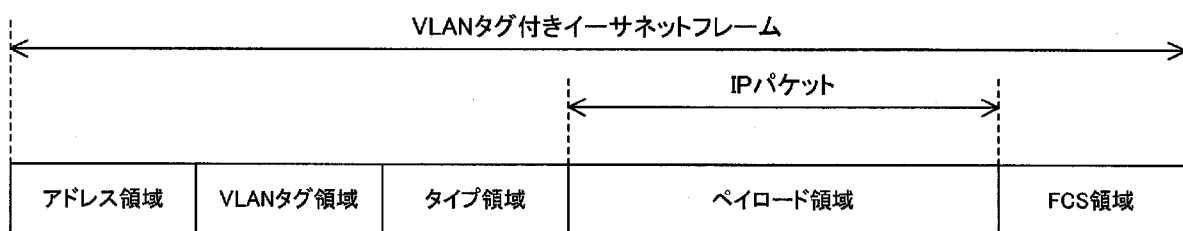
[図1]



[図2]

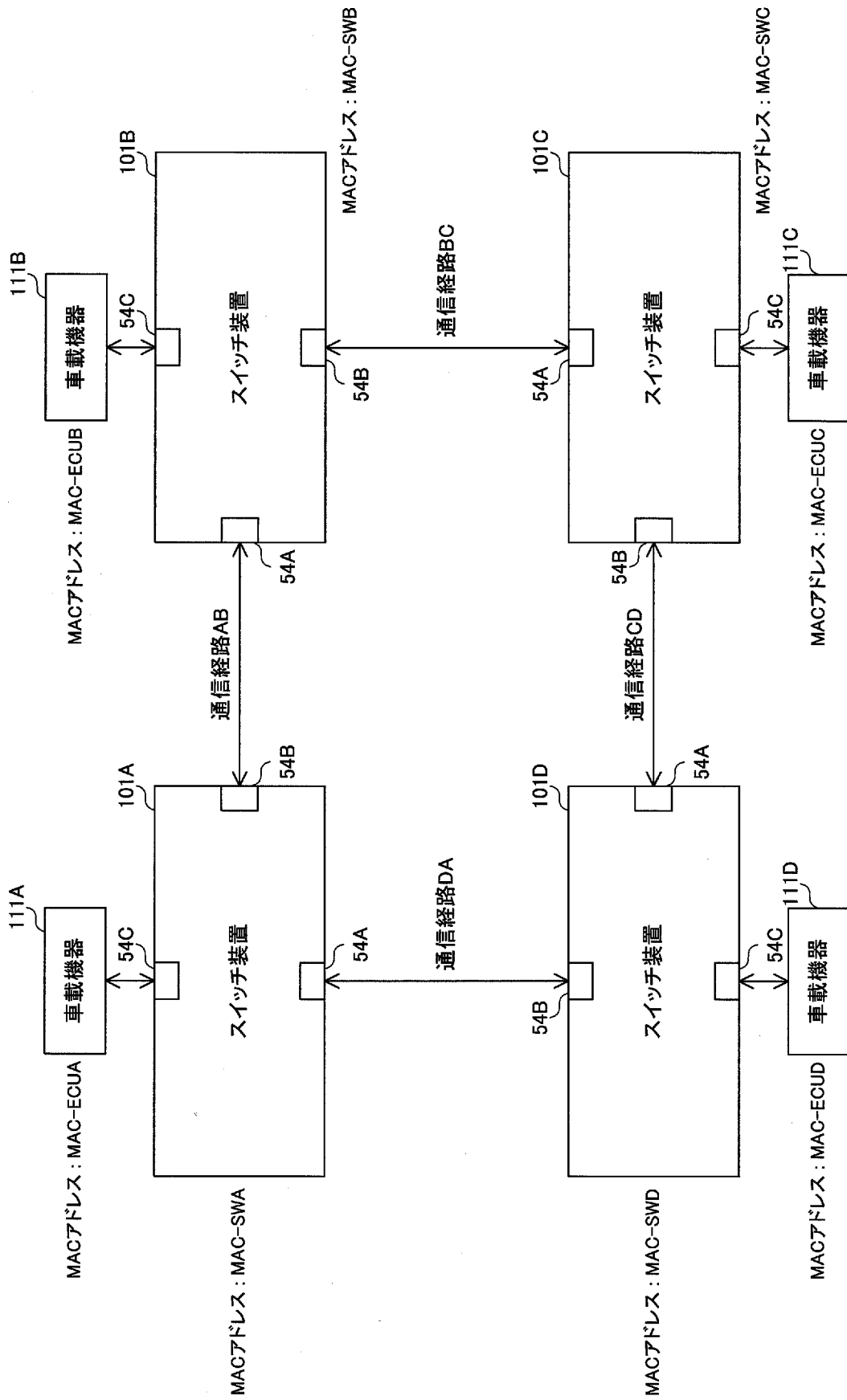


[図3]



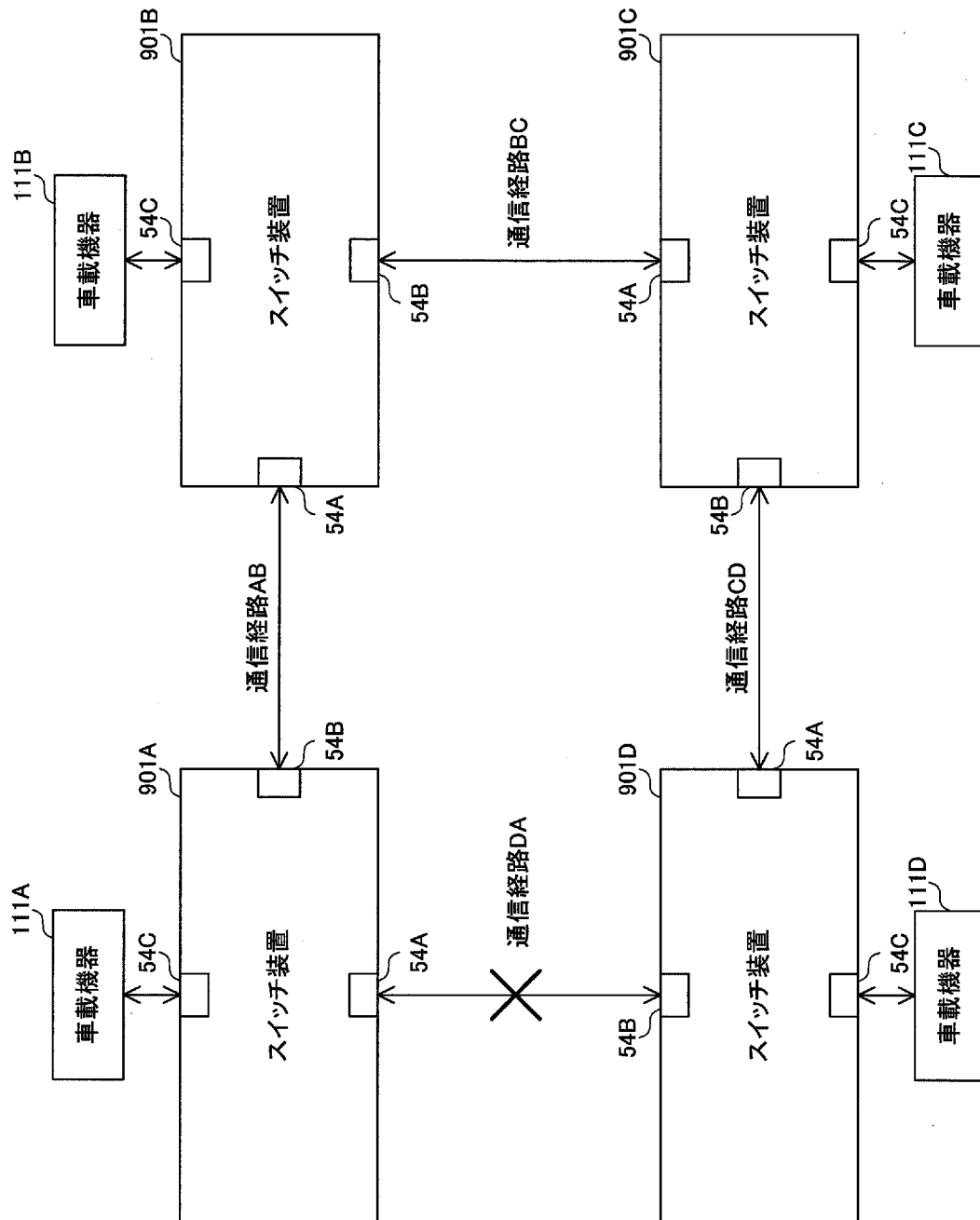
[図4]

301

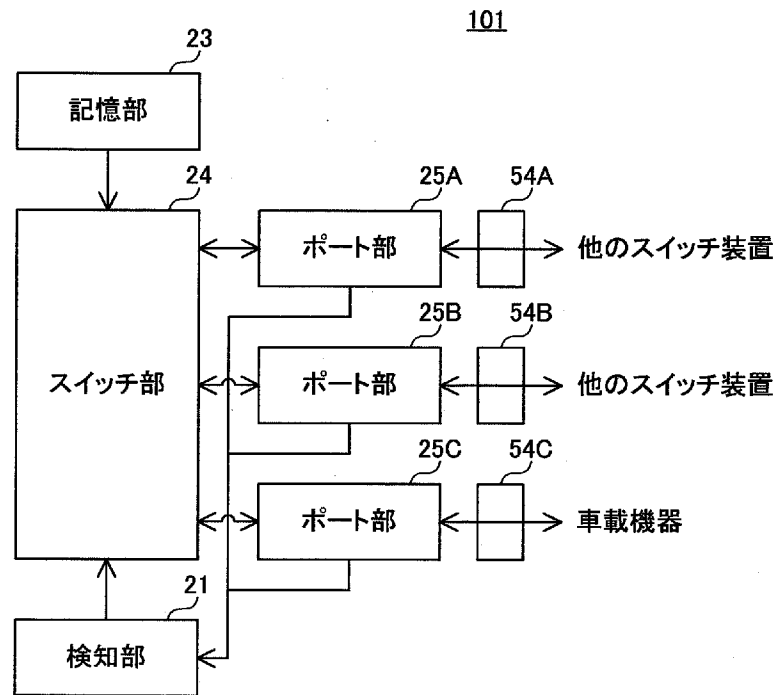


[図5]

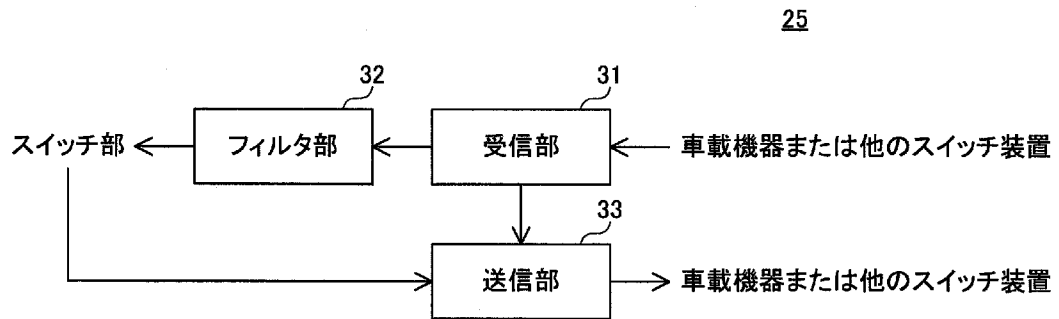
902



[図6]



[図7]



[図8]

TabA

送信先MACアドレス	出力先			
	通常時	経路CD障害時	経路DA障害時	経路AB障害時
MAC-SWDまたはMAC-ECUD	通信ポート54A	通信ポート54A	通信ポート54B	通信ポート54A
MAC-SWCまたはMAC-ECUC	通信ポート54A	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54A
MAC-SWBまたはMAC-ECUB	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54B
MAC-ECUA	通信ポート54C	通信ポート54C	通信ポート54C	通信ポート54C

[図9]

TabB

送信先MACアドレス	出力先			
	通常時	経路DA障害時	経路AB障害時	経路CD障害時
MAC-SWAまたはMAC-ECUA	通信ポート54A	通信ポート54A	通信ポート54B	通信ポート54A
MAC-SWDまたはMAC-ECUD	通信ポート54A	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54A
MAC-SWCまたはMAC-ECUC	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54B
MAC-ECUB	通信ポート54C	通信ポート54C	通信ポート54C	通信ポート54C

[図10]

TabC

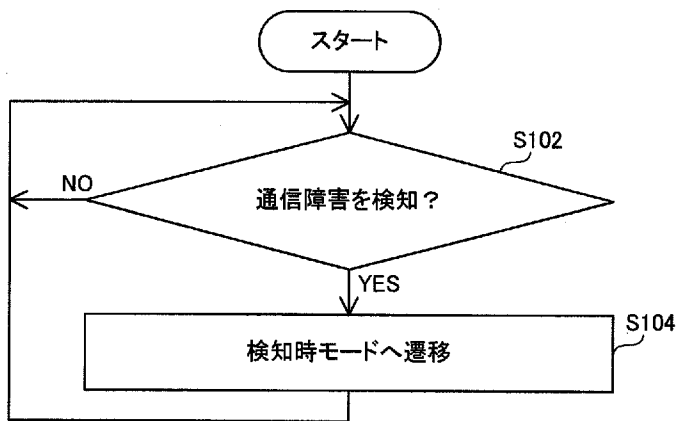
送信先MACアドレス	出力先			
	通常時	経路AB障害時	経路BC障害時	経路CD障害時
MAC-SWBまたはMAC-ECUB	通信ポート54A	通信ポート54A	通信ポート54B	通信ポート54A
MAC-SWAまたはMAC-ECUA	通信ポート54A	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54A
MAC-SWDまたはMAC-ECUD	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54B
MAC-ECUC	通信ポート54C	通信ポート54C	通信ポート54C	通信ポート54C

[図11]

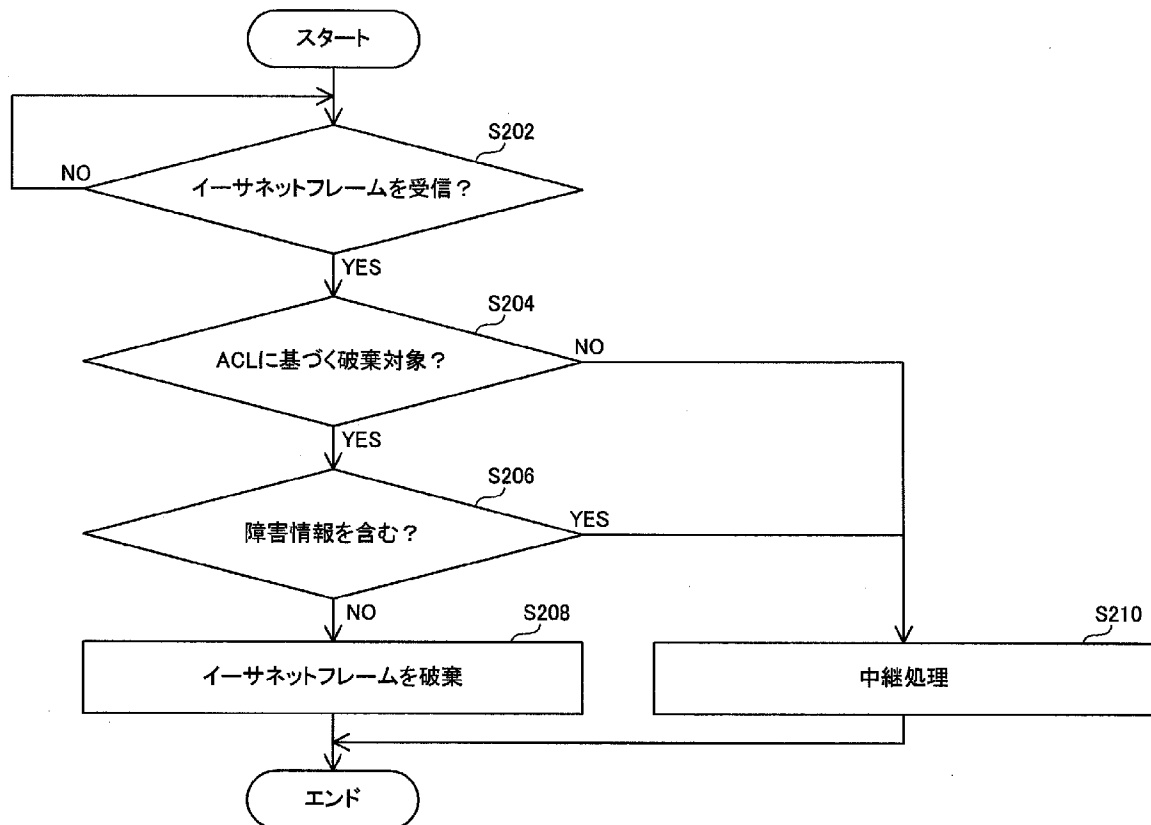
TabD

送信先MACアドレス	出力先			
	通常時	経路BC障害時	経路CD障害時	経路DA障害時
MAC-SWCまたはMAC-ECUC	通信ポート54A	通信ポート54A	通信ポート54B	通信ポート54A
MAC-SWBまたはMAC-ECUB	通信ポート54A	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54A
MAC-SWAまたはMAC-ECUA	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54B	通信ポート54B
MAC-ECUD	通信ポート54C	通信ポート54C	通信ポート54C	通信ポート54C

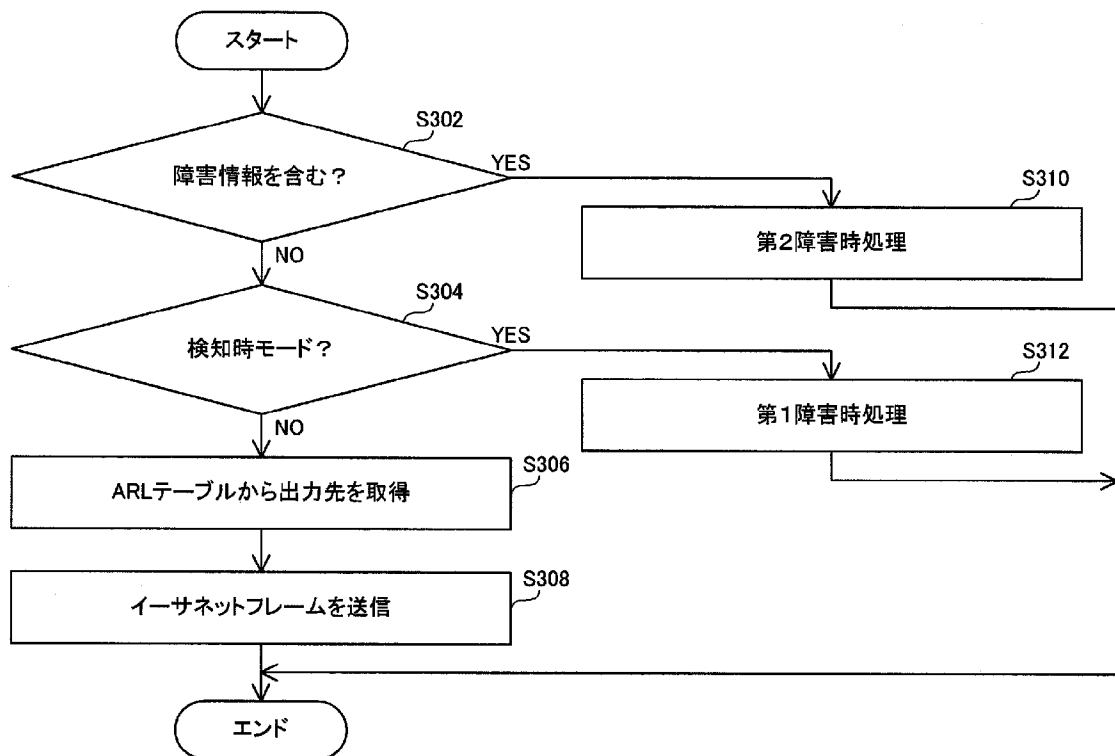
[図12]



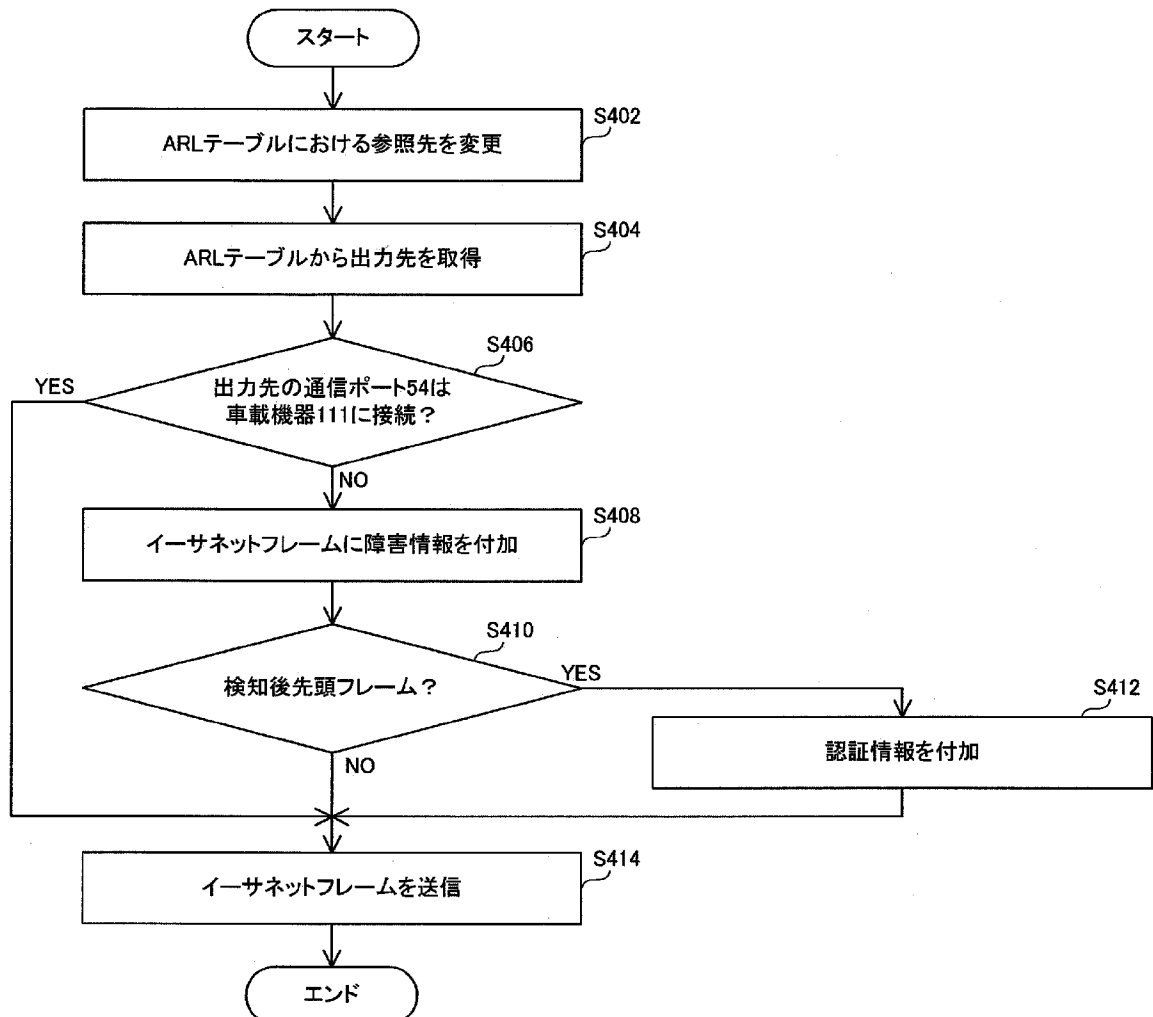
[図13]



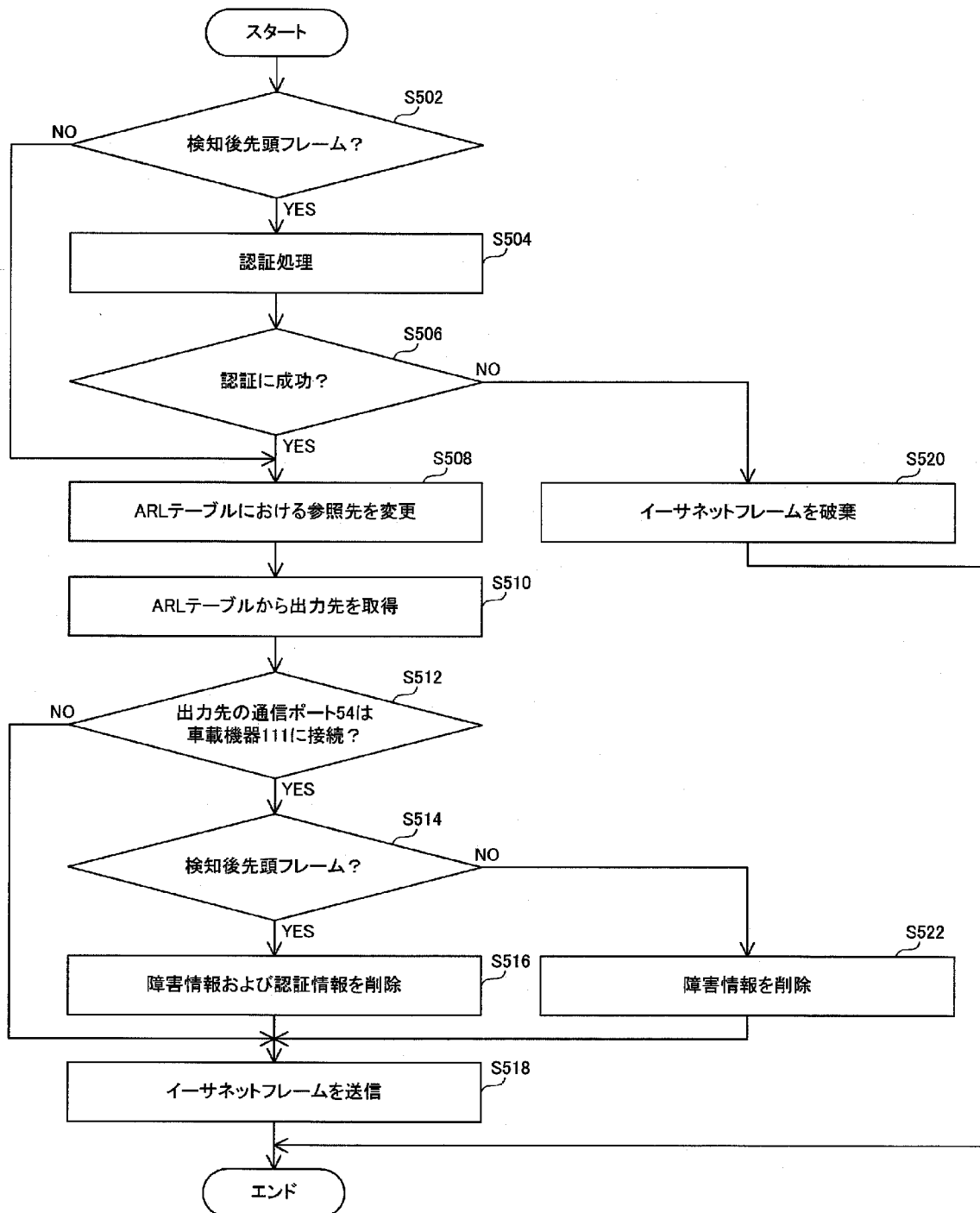
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003374

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04L12/28 (2006.01) i, H04L12/437 (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)

Int.Cl. H04L12/28, H04L12/437

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 A	JP 2017-55324 A (FUJITSU LIMITED) 16 March 2017, paragraphs [0043]-[0051] (Family: none)	1-8, 10-13 9
Y A	JP 2012-119948 A (FUJITSU LIMITED) 21 June 2012, paragraphs [0002]-[0005] & US 2012/0140679 A1, paragraphs [0003]-[0006]	1-8, 10-13 9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
06.04.2018

Date of mailing of the international search report
17.04.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003374

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2005-518112 A (MOTOROLA INC.) 16 June 2005, fig. 1 & US 2003/0043793 A1, fig. 1 & WO 2003/021889 A1 & CN 1550089 A	1-8, 10-13 9
A	WO 2010/018755 A1 (HITACHI, LTD.) 18 February 2010, entire text, all drawings & US 2011/0126041 A1, entire text, all drawings	1-13
A	JP 2003-244202 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE) 29 August 2003, entire text, all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2007-324981 A (ALAXALA NETWORKS CORP.) 13 December 2007, entire text, all drawings & US 2007/0280100 A1, entire text, all drawings	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L12/28(2006.01)i, H04L12/437(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 (IPC))

Int.Cl. H04L12/28, H04L12/437

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 2017-55324 A (富士通株式会社) 2017.03.16, 段落 [0043] - [0051]	1-8, 10-13
A	(ファミリーなし)	9
Y	JP 2012-119948 A (富士通株式会社) 2012.06.21, 段落 [0002] - [0005]	1-8, 10-13
A	& US 2012/0140679 A1、段落 [0003] - [0006]	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

06.04.2018

国際調査報告の発送日

17.04.2018

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)

上田 翔太

5 X

4449

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

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 2005-518112 A (モトローラ・インコーポレイテッド) 2005.06.16, 図 1	1-8, 10-13
A	& US 2003/0043793 A1、図 1 & WO 2003/021889 A1 & CN 1550089 A	9
A	WO 2010/018755 A1 (株式会社日立製作所) 2010.02.18, 全文、全図 & US 2011/0126041 A1、全文、全図	1-13
A	JP 2003-244202 A (日本電信電話株式会社) 2003.08.29, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2007-324981 A (アラクサラネットワークス株式会社) 2007.12.13, 全文、全図 & US 2007/0280100 A1、全文、全図	1-13