

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7088081号

(P7088081)

(45)発行日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(24)登録日 令和4年6月13日(2022.6.13)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 L 45/243 (2022.01)

H 0 4 L 45/243

H 0 4 L 12/437 (2006.01)

H 0 4 L 12/437

Z

H 0 4 L 41/06 (2022.01)

H 0 4 L 41/06

H 0 4 L 12/28 (2006.01)

H 0 4 L 12/28

1 0 0 A

請求項の数 3 (全20頁)

(21)出願番号 特願2019-37686(P2019-37686)
(22)出願日 平成31年3月1日(2019.3.1)
(65)公開番号 特開2020-141371(P2020-141371
A)
(43)公開日 令和2年9月3日(2020.9.3)
審査請求日 令和3年7月16日(2021.7.16)

(73)特許権者 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74)代理人 110000578
名古屋国際特許業務法人
(72)発明者 加来 芳史
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
会社デンソー内
審査官 羽岡 さやか

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 中継装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のポート(P1～P4)を有する中継装置(11～14)が複数備えられ、前記各中継装置のポートのうちの2つである特定ポート(P1, P2)が、他の中継装置の前記特定ポート(P1, P2)に複数の通信線(31～34)を介して接続されることにより、リング状のネットワークが構成され、更に、前記複数の中継装置は、前記複数の通信線とは別の通信バス(79)を介して接続されている、通信システム(1)において、前記各中継装置として用いられる中継装置であって、
前記リング状のネットワークを構成する前記複数の通信線のうち、異常な通信線を検出するように構成された異常検出部(73)と、
前記異常検出部により異常な通信線が検出されていて、且つ、当該中継装置のポートのうち、前記特定ポートではないポートである通常ポートから、他の中継装置の前記通常ポートの先に接続されている装置を宛先とするフレームである中継対象フレームが受信された場合に、当該中継装置の2つの前記特定ポートのうち、前記中継対象フレームの宛先の装置が接続されている他の中継装置である宛先中継装置へ前記異常な通信線を通らずにフレームを伝送することができる方から、あるいは、前記特定ポートの両方から、前記中継対象フレームを送信すると共に、前記通信バスを介しても前記宛先中継装置に前記中継対象フレームを送信するように構成された冗長送信部(51, S310～S330, 61)と、
前記異常検出部により異常な通信線が検出されていて、且つ、当該中継装置の前記特定ポートの何れかから、当該中継装置の前記通常ポートの先に接続されている装置を宛先とす

るフレームが受信された場合に、他の中継装置が備える前記冗長送信部により前記通信バスに送信された前記中継対象フレームを受信して、前記特定ポートの何れかから受信されたフレームと、前記通信バスから受信した前記中継対象フレームとが一致しているか否かを判定する判定処理を行い、前記判定処理により肯定判定した場合には、前記特定ポートの何れかから受信されたフレームを、当該中継装置のポートのうち、そのフレームの宛先の装置が接続されている前記通常ポートから送信し、前記判定処理により否定判定した場合には、前記特定ポートから受信されたフレーム及び前記通信バスから受信されたフレームを、前記通常ポートから送信せずに破棄するように構成された異常時転送部（51，S410～S470，61）と、を備える、
中継装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載の中継装置であって、
前記異常時転送部は、前記特定ポートの何れかから、当該中継装置の前記通常ポートの先に接続されている装置を宛先とするフレームが受信されてから、一定時間以内に前記通信バスから前記中継対象フレームを受信することができない場合には（S440：NO）、前記特定ポートから受信されたフレームを前記通常ポートから送信しない（S470）ように構成されている、
中継装置。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の中継装置であって、
前記冗長送信部は、前記通常ポートから受信された前記中継対象フレームの重要度が高いか否かを判定し、重要度が低いと判定した場合には（S310：NO）、前記中継対象フレームの前記通信バスへの送信を非実施とするように構成されており（S320）、前記異常時転送部は、前記特定ポートの何れかから受信された前記フレームの重要度が高いか否かを、前記冗長送信部と同じ規則で判定し、重要度が低いと判定した場合には（S410：NO）、前記通信バスからの前記中継対象フレームの受信及び前記判定処理を実施せずに、前記特定ポートの何れかから受信された前記フレームを、当該中継装置のポートのうち、そのフレームの宛先の装置が接続されている前記通常ポートから送信する（S420）ように構成されている、
中継装置。

20

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、通信システムを構成する中継装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

例えば下記特許文献1，2に記載されているように、イーサネットにおいて、複数の中継装置をリング状に接続すれば、リング型トポロジが形成される。尚、イーサネットは登録商標である。

【0003】

40

リング型トポロジの場合、複数の中継装置と、複数の中継装置を接続する複数の通信線とにより、フレームを1周させることが可能なリング状のネットワークが構成される。また、各中継装置の間には、2つの通信経路が形成される。つまり、何れかの中継装置のポートのうち、リング状接続に用いられている2つのポート（以下、リングポート又は特定ポート）の各々から、他の中継装置のポートのうち、リングポートではない通常ポートの先に接続されている装置を宛先とするフレームが送信されたとする。すると、その送信されたフレームは、上記他の中継装置の各リングポートに入力される。このことは、何れかの中継装置の通常ポートに接続されている装置と、他の中継装置の通常ポートに接続されている装置との間に、2つの通信経路が存在するということでもある。

【0004】

50

そして特許文献 1 に記載の通信システムでは、リング状に接続された複数の中継装置のうち、通常ポートから、他の中継装置の通常ポートに接続されている装置を宛先とするフレームを受信した中継装置が、そのフレームを 2 つのリングポートの各々から送信する。そして、そのフレームの宛先の装置が接続されている中継装置は、2 つの通信経路を介して当該中継装置の各リングポートに到達する 2 つのフレームを受信し、2 つのフレームが一致していれば、そのフレームを宛先の装置へ転送する。このような構成により、通信の信頼性を向上させている。

【 0 0 0 5 】

また特許文献 2 には、複数の中継装置をリング状に接続する複数の通信線のうち、異常が発生した通信線を、各中継装置において検出する技術が記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 6 】

【文献】特開 2 0 1 7 - 1 1 5 6 6 号公報

特開 2 0 1 7 - 3 4 5 9 0 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

発明者の詳細な検討の結果、下記の課題が見出された。

上記特許文献 1 の技術において、複数の中継装置をリング状に接続する複数の通信線のうちの何れかに、異常が生じた場合には、フレームの宛先の装置が接続されている中継装置に、2 つの通信経路の一方からだけフレームが届くことになる。よって、2 つのフレームの一致判定による信頼性向上を実現することができない。

20

【 0 0 0 8 】

そこで、本開示の 1 つの局面は、複数の中継装置をリング状に接続する複数の通信線のうちの何れかに異常が生じた場合にも、通信の信頼性を向上させることができるようにする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本開示の 1 つの態様による中継装置が用いられる通信システム (1) は、複数の中継装置 (1 1 ~ 1 4) を備える。そして、この通信システムでは、各中継装置が有する複数のポート (P 1 ~ P 4) のうちの 2 つである特定ポート (P 1 , P 2) が、他の中継装置の特定ポート (P 1 , P 2) に複数の通信線 (3 1 ~ 3 4) を介して接続されることにより、リング状のネットワークが構成される。更に、複数の中継装置は、前記複数の通信線とは別の通信バス (7 9) を介して接続されている。尚、中継装置のポートのうち、特定ポートではないポートのことを、通常ポートと言う。

30

【 0 0 1 0 】

本開示の 1 つの態様による中継装置は、上記通信システムの各中継装置として用いられる。そして、本開示の 1 つの態様による中継装置は、リング状のネットワークを構成する複数の通信線のうち、異常な通信線を検出する異常検出部を備える。更に、当該中継装置が送信側の場合に機能する部分として、冗長送信部 (5 1 , S 3 1 0 ~ S 3 3 0 , 6 1) を備える。また、当該中継装置が受信側の場合に機能する部分として、異常時転送部 (5 1 , S 4 1 0 ~ S 4 7 0 , 6 1) を備える。

40

【 0 0 1 1 】

ここでは、第 1 中継装置及び第 2 中継装置の異常検出部により、異常な通信線が検出された後、第 1 中継装置の通常ポートの先に接続されている装置 A から、第 2 中継装置の通常ポートの先に接続されている装置 B を宛先とするフレーム f A - B が送信されたとして、冗長送信部及び異常時転送部の動作を説明する。尚、第 1 中継装置と第 2 中継装置は、両方とも、本開示の 1 つの態様による中継装置である。

【 0 0 1 2 】

第 1 中継装置において、異常検出部により異常な通信線が検出されている場合に、装置 A

50

がフレーム f A - B を送信すると、冗長送信部が動作する。第 1 中継装置では、通常ポートから、他の中継装置の通常ポートの先に接続されている装置を宛先とするフレームである中継対象フレームとして、フレーム f A - B が受信されるからである。

【 0 0 1 3 】

冗長送信部は、当該中継装置（即ち、第 1 中継装置）の 2 つの特定ポートのうち、宛先中継装置へ異常な通信線を通らずにフレームを伝送することができる方から、あるいは、特定ポートの両方から、中継対象フレームとしてのフレーム f A - B を送信する。尚、宛先中継装置とは、中継対象フレームの宛先の装置が接続されている他の中継装置であり、この例では、第 2 中継装置である。更に、冗長送信部は、通信バスを介しても宛先中継装置にフレーム f A - B を送信する。

10

【 0 0 1 4 】

すると、フレーム f A - B は、第 1 中継装置と第 2 中継装置との間のリング状のネットワークにおいて、異常な通信線を通らない方の通信経路を介して、第 2 中継装置の特定ポートの何れか 1 つに入力され、また、通信バスを介しても第 2 中継装置に受信される。

【 0 0 1 5 】

よって、第 2 中継装置では、異常時転送部が動作する。第 2 中継装置では、異常検出部により異常な通信線が検出されていて、且つ、当該中継装置の特定ポートの何れかから、当該中継装置の通常ポートの先に接続されている装置を宛先とするフレーム（即ち、フレーム f A - B ）が受信されるからである。

【 0 0 1 6 】

異常時転送部は、第 1 中継装置の冗長送信部により通信バスに送信されたフレーム f A - B を受信して、特定ポートの何れかから受信されたフレーム f A - B と、通信バスから受信したフレーム f A - B とが一致しているか否かを判定する判定処理を行う。

20

【 0 0 1 7 】

そして、異常時転送部は、前記判定処理により肯定判定した場合には、特定ポートの何れかから受信されたフレーム f A - B を、当該中継装置のポートのうち、そのフレームの宛先の装置（即ち、装置 B ）が接続されている通常ポートから送信する。また、異常時転送部は、前記判定処理により否定判定した場合には、特定ポートから受信されたフレーム及び通信バスから受信されたフレームを、通常ポートから送信せずに破棄する。

【 0 0 1 8 】

このような本開示の 1 つの態様による中継装置によれば、複数の中継装置をリング状に接続する複数の通信線のうちの何れかに異常が生じた場合にも、中継対象フレームを 2 つの経路で伝送することができる。そして、2 つの経路で伝送した 2 つの中継対象フレームが一致した場合に、そのフレームを宛先の装置に送信することとなる。よって、複数の中継装置をリング状に接続する複数の通信線のうちの何れかに異常が生じた場合にも、通信の信頼性を向上させることができる。

30

【 0 0 1 9 】

また、冗長送信部は、通常ポートから受信された中継対象フレームの重要度が高いか否かを判定し、重要度が低いと判定した場合には、中継対象フレームの通信バスへの送信を非実施とする（即ち、実施しない）ように構成されて良い。そして、異常時転送部は、特定ポートの何れかから受信されたフレームの重要度が高いか否かを、冗長送信部と同じ規則で判定して良い。更に、異常時転送部は、フレームの重要度が低いと判定した場合には、通信バスからの中継対象フレームの受信及び前記判定処理を実施せずに、特定ポートの何れかから受信されたフレームを、当該中継装置のポートのうち、そのフレームの宛先の装置が接続されている通常ポートから送信するように構成されて良い。つまり、複数の通信線のうちの何れかに異常が生じた場合に、通信バスを利用して中継対象フレームを伝送することは、重要度が高いフレームに対してだけ実施するように構成されて良い。そして、このような構成によれば、通信バスのトラフィックを低減し易い。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

50

【図 1】実施形態の通信システムの構成を表す構成図である。

【図 2】イーサネットフレームの構成を示す説明図である。

【図 3】第 1 の転送制御処理を表すフローチャートである。

【図 4】第 2 の転送制御処理を表すフローチャートである。

【図 5】第 1 の異常時処理を表すフローチャートである。

【図 6】第 2 の異常時処理を表すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を参照しながら、本開示の実施形態を説明する。

[1 . 構成]

図 1 に示す実施形態の通信システム 1 は、車両に搭載された ECU 11 ~ 22 と、通信線 31 ~ 42 と、を備える。ECU は、「Electronic Control Unit」の略であり、即ち、電子制御装置の略である。

【0022】

ECU 11 ~ 22 のうち、4 つの ECU 11 ~ 14 は、他の通信端末としての ECU 15 ~ 22 間における通信を中継する、イーサネットの中継装置として機能する。このため、以下では、ECU 11 ~ 14 のことを、中継 ECU という。

【0023】

中継 ECU 11 ~ 14 は、イーサネット規格に従った中継を実施するための部分として、複数のポート P1 ~ P4 と、ポート P1 ~ P4 に接続された中継処理部としてのスイッチ 51 と、を備える。中継 ECU の数は、この例では 4 であるが、4 以外でも良い。ポートの数も 4 に限らず、4 以外であっても良い。更に、中継 ECU 11 ~ 14 は、各処理を行う処理部としてのマイクロコンピュータ（以下、マイコンという）61 も備える。中継 ECU 11 ~ 14 において、マイコン 61 とスイッチ 51 は接続されている。尚、図示を省略しているが、マイコン 61 は、CPU、ROM 及び RAM 等を備える。

【0024】

スイッチ 51 は、イーサネット規格に従った中継のための処理を少なくとも行う。スイッチ 51 は、例えば集積回路によって構成されて良く、一部又は全部がマイコンを用いて構成されても良い。

【0025】

通信システム 1 では、中継 ECU 11 のポート P1 と、中継 ECU 12 のポート P1 とが、通信線 31 で接続されており、中継 ECU 12 のポート P2 と、中継 ECU 13 のポート P1 とが、通信線 32 で接続されている。更に、中継 ECU 13 のポート P2 と、中継 ECU 14 のポート P2 とが、通信線 33 で接続されており、中継 ECU 14 のポート P1 と、中継 ECU 11 のポート P2 とが、通信線 34 で接続されている。

【0026】

つまり、中継 ECU 11 ~ 14 は、各中継 ECU のポート P1 , P2 が、他の中継 ECU のポート P1 , P2 に通信線 31 ~ 34 を介して接続されることで、リング状に接続されている。このため、中継 ECU 11 ~ 14 と通信線 31 ~ 34 とにより、フレームを 1 周させることが可能なリング状のネットワークが構成される。リング状とは、ループ状のことでもある。

【0027】

そして、中継 ECU 11 のポート P3 , P4 には、通信線 35 , 36 を介して ECU 15 , 16 がそれぞれ接続されており、中継 ECU 12 のポート P3 , P4 には、通信線 37 , 38 を介して ECU 17 , 18 がそれぞれ接続されている。また、中継 ECU 13 のポート P3 , P4 には、通信線 39 , 40 を介して ECU 19 , 20 がそれぞれ接続されており、中継 ECU 14 のポート P3 , P4 には、通信線 41 , 42 を介して ECU 21 , 22 がそれぞれ接続されている。つまり、中継 ECU 11 ~ 14 のポート P1 ~ P4 のうち、リング状接続に使用されていないポート P3 , P4 には、通信端末としての ECU 15 ~ 22 が接続されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

通信線 3 1 ~ 3 4 によりリング状に接続された中継 E C U 1 1 ~ 1 4 間の通信経路としては、例えば中継 E C U 1 1 を起点とすると、中継 E C U 1 2 へ方向である左回り（即ち、反時計回り）の通信経路と、中継 E C U 1 4 へ方向である右回り（即ち、時計回り）の通信経路との、2 つが存在する。これら 2 つの通信経路は、E C U 1 5 ~ 2 2 のうち、異なる中継 E C U 1 1 ~ 1 4 に接続されているもの同士の通信について、2 つの通信経路として機能することができる。

【 0 0 2 9 】

以下では、通信線 3 1 ~ 3 4 のことを、リング通信線という。また、ポート P 1 ~ P 4 のうち、リング状接続に用いられているポート P 1 , P 2 のことを、リングポートともいう。リングポートは、特定ポートに相当する。そして、リングポートではないポート、即ち、リング状接続に使用されていないポート P 3 , P 4 のことを、通常ポートともいう。

【 0 0 3 0 】

中継 E C U 1 1 ~ 1 4 のポート P 1 ~ P 4 間において通信されるフレームは、例えば図 2 に示すように、V L A N（即ち、Virtual Local Area Network）タグ付きのイーサネットフレームである。このイーサネットフレームは、プリアンブル、宛先 M A C アドレス、送信元 M A C アドレス、V L A N タグ、タイプ、データ、および F C S（即ち、Frame Check Sequence）の各領域を備える。宛先 M A C アドレスは、フレームの宛先装置の M A C アドレスであり、送信元 M A C アドレスは、フレームの送信元装置の M A C アドレスである。

【 0 0 3 1 】

また、V L A N タグ領域のうち、後半 2 バイトの領域には、タグ制御情報である T C I（即ち、Tag Control Information）が配置される。そして、T C I としては、3 ビットの P C P（即ち、Priority Code Point）と、1 ビットの C F I（即ち、Canonical Format Indicator）と、1 2 ビットの V I D（即ち、VLAN Identifier）とが含まれる。

【 0 0 3 2 】

P C P は、「I E E E 8 0 2 . 1 p」の規格で定義されたフレームの優先度を指定する 3 ビットの情報であり、0 ~ 7 の何れかの値に設定される。本実施形態では、例えば P C P が、フレームの重要度を判定するための重要度情報として用いられる。言い換えると、V L A N タグの Q o S ランク値が重要度情報として用いられて良い。Q o S は、「Quality of Service」の略である。

【 0 0 3 3 】

また、中継 E C U 1 1 ~ 1 4 のスイッチ 5 1 は、メモリ 7 4 を備える。メモリ 7 4 は、例えば揮発性のメモリであって良く、書き換え可能な不揮発性メモリであっても良い。メモリ 7 4 には、M A C アドレステーブル 7 5 と I D テーブル 7 7 とが、少なくとも記憶される。

【 0 0 3 4 】

各中継 E C U 1 1 ~ 1 4 における M A C アドレステーブル 7 5 には、その中継 E C U における各ポートについて、そのポートの先に接続されている装置の M A C アドレスが登録される。例えば、中継 E C U 1 1 における M A C アドレステーブル 7 5 では、通常ポート P 3 に対しては、E C U 1 5 の M A C アドレスが登録され、通常ポート P 4 に対しては、E C U 1 6 の M A C アドレスが登録される。また、リングポート P 1 , P 2 の各々に対しては、他の中継 E C U 1 2 ~ 1 4 の通常ポート P 3 , P 4 に接続されている E C U 1 7 ~ 2 2 の M A C アドレスが登録される。中継 E C U 1 1 のリングポート P 1 , P 2 の先には、他の中継 E C U 1 2 ~ 1 4 を介して E C U 1 7 ~ 2 2 が接続されていることになるからである。M A C アドレステーブル 7 5 への M A C アドレスの登録は、例えばスイッチ 5 1 が備える M A C アドレス学習機能によって実施される。つまり、スイッチ 5 1 は、ポート P 1 ~ P 4 の何れかからフレームを受信すると、そのフレームを受信したポートの番号と、受信したフレームに含まれている送信元 M A C アドレスとを、対応付けて M A C アドレステーブル 7 1 に登録する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

そして、中継 ECU 11 ~ 14 のスイッチ 51 は、イーサネットにおける中継処理として、例えば下記の処理を行う。スイッチ 51 は、ポート P1 ~ P4 の何れかからフレームが受信されると、受信されたフレーム（以下、受信フレーム）中の宛先 MAC アドレスと、MAC アドレステーブル 75 とに基づいて、受信フレームの転送先のポートを決定する。具体的には、MAC アドレステーブル 75 から、宛先 MAC アドレスと同じ MAC アドレスを検索し、該当の MAC アドレスがあれば、MAC アドレステーブル 75 において、その検索した MAC アドレスが登録されているポートを、転送先のポートとして決定する。そして、スイッチ 51 は、転送先として決定したポートから、受信フレームを送信する。

【 0 0 3 6 】

このような通信システム 1 において、中継 ECU 11 ~ 14 のうちの何れかにおける各リングポート P1, P2 から、他の中継 ECU における通常ポート P3, P4 の先に接続されている通信端末を宛先とするフレームが送信されたとする。すると、そのフレームは、上記他の中継 ECU における各リングポート P1, P2 に入力される。

【 0 0 3 7 】

例えば、中継 ECU 11 に接続されている ECU 15 が、中継 ECU 13 に接続されている ECU 19 を宛先とするフレーム（以下、フレーム f15 - 19）を、送信したとする。フレーム f15 - 19 には、送信元 MAC アドレスとして、ECU 15 の MAC アドレスが含まれ、宛先 MAC アドレスとして、ECU 19 の MAC アドレスが含まれる。

【 0 0 3 8 】

この場合、中継 ECU 11 のスイッチ 51 は、フレーム f15 - 19 をポート P3 から受信する。

そして、中継 ECU 11 のスイッチ 51 が、受信したフレーム f15 - 19 を、リングポート P1 から送信したとすると、そのフレーム f15 - 19 は、中継 ECU 12 を経由して、中継 ECU 13 のリングポート P1 に入力される。中継 ECU 12 のスイッチ 51 は、中継 ECU 11 のスイッチ 51 が送信したフレーム f15 - 19 を、リングポート P1 から受信して、上記中継処理によりリングポート P2 から送信するからである。

【 0 0 3 9 】

また、中継 ECU 11 のスイッチ 51 が、受信したフレーム f15 - 19 を、リングポート P2 から送信したとすると、そのフレーム f15 - 19 は、中継 ECU 14 を経由して、中継 ECU 13 のリングポート P2 に入力される。中継 ECU 14 のスイッチ 51 は、中継 ECU 11 のスイッチ 51 が送信したフレーム f15 - 19 を、リングポート P1 から受信して、上記中継処理によりリングポート P2 から送信するからである。

【 0 0 4 0 】

また、図示を省略しているが、スイッチ 51 は、不揮発性メモリを備えており、その不揮発性メモリには、当該スイッチが備えられている中継 ECU 11 ~ 14 の ID（即ち、Identification）が記憶されている。この ID は、中継 ECU 11 ~ 14 を識別するための識別情報に相当する。尚、スイッチ 51 は、中継 ECU 11 ~ 14 毎に区別されるものであるため、ID は、中継 ECU 11 ~ 14 毎のスイッチ 51 の ID であっても良い。

【 0 0 4 1 】

そして、各中継 ECU 11 ~ 14 において、スイッチ 51 のメモリ 74 内の ID テーブル 77 には、当該中継 ECU とともにリング状に接続された他の中継 ECU の ID が、当該中継 ECU のポート P1, P2 の少なくとも一方からみた他の中継 ECU の接続順と対応付けて記録されている。つまり、各中継 ECU 11 ~ 14 におけるスイッチ 51 の ID テーブル 77 には、当該中継 ECU の各ポート P1, P2 からみて、どの ID の中継 ECU がどの順に接続されているか、という内容が記録されている。

【 0 0 4 2 】

更に、中継 ECU 11 ~ 14 は、イーサネットとは異なるプロトコルの通信バス 79 を介して相互に接続されている。そして、各中継 ECU 11 ~ 14 のマイコン 61 は、通信バス 79 を介して通信可能となっている。この実施形態において、通信バス 79 を介した通

10

20

30

40

50

信のプロトコルは、例えばCANであるが、CAN以外でも良い。尚、CANは、「Controller Area Network」の略である。また、CANは登録商標である。

【0043】

[2. リング通信線の異常を検出する機能]

中継ECU11～14のスイッチ51は、異常なリング通信線31～34を検出する異常検出部73としても機能する。言い換えると、スイッチ51は、異常検出部73を備える。

【0044】

ここでは、スイッチ51を主体として、異常検出部73の動作内容を説明する。また、各中継ECU11～14のスイッチ51を特に区別する場合には、中継ECU11のスイッチ51を、スイッチ51__11と記載し、中継ECU12のスイッチ51を、スイッチ51__12と記載し、中継ECU13のスイッチ51を、スイッチ51__13と記載し、中継ECU14のスイッチ51を、スイッチ51__14と記載する。

【0045】

異常なリング通信線31～34を検出するため、中継ECU11～14のスイッチ51のうち、何れか1つがマスタスイッチとして機能し、他のスイッチはスレーブスイッチとして機能する。ここで、スイッチ51__11がマスタスイッチであるとする。また、後述する異常検出用フレームと異常通知フレームは、各ECU11～14のリングポートP1，P2間で転送されるフレームであり、換言すると、リング状のネットワークを流れるフレームである。

【0046】

マスタスイッチとしてのスイッチ51__11は、下記 1，2，5 の処理を行う。また、スレーブスイッチとしてのスイッチ51__12～51__14は、下記 3，4，5 の処理を行う。言い換えると、スイッチ51__11の異常検出部73は、下記 1，2，5 の処理を行い、スイッチ51__12～51__14の異常検出部73は、下記 3，4，5 の処理を行う。尚、下記 1～5 の処理については、上記特許文献2に記載されている。

【0047】

1 スwitch51__11は、リングポートP1，P2のうち的一方から、異常検出用フレームを一定時間Ti毎に送信する。ここでは、ポートP1から異常検出用フレームが送信されるとする。異常検出用フレームは、例えば、宛先MACアドレスが、異常検出用フレームであることを示すコードになっているフレームである。

【0048】

尚、中継ECU11のポートP1から送信される異常検出用フレームは、スイッチ51__12～51__14が、後述する 3 の処理を行うことで、リング状のネットワークを1周して、中継ECU11のポートP2に戻ってくる。また、異常検出用フレームの送信間隔である一定時間Tiは、異常検出用フレームがリング状のネットワークを1周する所要時間よりも長い。

【0049】

2 スwitch51__11は、異常検出用フレームの送信時から所定時間T1以内に、ポートP2から、異常検出用フレームと、他のスイッチが送信した異常通知フレームとの、何れかが受信されたか否かを判定する。そして、異常検出用フレームと異常通知フレームとの何れも所定時間T1以内に受信されない場合には、下記のマスタ通知処理を行う。

【0050】

尚、所定時間T1は、異常検出用フレームがリング状の通信経路を1周してスイッチ51__11に戻ってくるまでの時間よりも長い。また、スイッチ51__11において、異常検出用フレームの送信時から所定時間T1以内という期間は、異常検出用フレームの周回方向において当該スイッチの1つ前にあるスイッチ(以下、前スイッチ)から、異常検出用フレーム又は異常通知フレームが送られてくるはずの期間に該当する。

【0051】

《マスタ通知処理》

10

20

30

40

50

スイッチ 5 1 __ 1 1 は、ポート P 2 からみて最初に接続されている中継 E C U (即ち、中継 E C U 1 4) を、当該スイッチ 5 1 __ 1 1 の I D テーブル 7 7 から特定する。中継 E C U の特定は、中継 E C U の I D 又はスイッチの I D を特定することによって実現される。そして、スイッチ 5 1 __ 1 1 は、特定した中継 E C U 1 4 と当該中継 E C U 1 1 との間のリング通信線 3 4 に異常が生じていることを検出し、更に、この異常箇所を他のスイッチ 5 1 に通知するために、当該中継 E C U 1 1 の I D を含む異常通知フレームを、ポート P 1 から送信する。異常通知フレームは、例えば、宛先 M A C アドレスが、異常通知フレームであることを示すコードになっているフレームである。

【 0 0 5 2 】

3 スwitch 5 1 __ 1 2 ~ 5 1 __ 1 4 は、ポート P 1 , P 2 の何れかから異常検出用フレームが受信されると、その受信された異常検出用フレームを、ポート P 1 , P 2 のうち、当該異常検出用フレームが受信された方 (以下、上流側リングポート) とは異なる方から送信する。

10

【 0 0 5 3 】

4 スwitch 5 1 __ 1 2 ~ 5 1 __ 1 4 は、異常検出用フレームの受信時から所定時間 T 2 以内に、ポート P 1 , P 2 のうちの上流側リングポートから、異常検出用フレームと、他のスイッチが送信した異常通知フレームとの、何れかが受信されたか否かを判定する。そして、所定時間 T 2 以内に異常検出用フレームと異常通知フレームとの何れも受信されないと判定した場合は、下記のスレーブ通知処理を行う。

【 0 0 5 4 】

20

尚、所定時間 T 2 は、異常検出用フレームの送信間隔である上記一定時間 T i よりも長い。また、スイッチ 5 1 __ 1 2 ~ 5 1 __ 1 4 において、異常検出用フレームの受信時から所定時間 T 2 以内という期間は、前スイッチから異常検出用フレーム又は異常通知フレームが送られてくるはずの期間に該当する。

【 0 0 5 5 】

《スレーブ通知処理》

スイッチ 5 1 __ 1 2 ~ 5 1 __ 1 4 は、上流側リングポートからみて最初に接続されている中継 E C U、即ち、前スイッチが備えられた中継 E C U (以下、前中継 E C U) を、当該スイッチの I D テーブル 7 7 から特定する。そして、リング通信線 3 1 ~ 3 4 のうち、特定した前中継 E C U と当該中継 E C U との間のリング通信線に異常が生じていることを検出する。更に、この異常箇所を他のスイッチに通知するために、当該中継 E C U の I D を含む異常通知フレームを、ポート P 1 , P 2 のうち、上流側リングポートとは異なる方から送信する。

30

【 0 0 5 6 】

5 スwitch 5 1 __ 1 1 ~ 5 1 __ 1 4 は、ポート P 1 , P 2 の何れかから、他のスイッチが送信した異常通知フレームが受信されると、その受信された異常通知フレームを、ポート P 1 , P 2 のうち、当該異常通知フレームが受信された方とは異なる方から送信する。更に、スイッチ 5 1 __ 1 1 ~ 5 1 __ 1 4 は、ポート P 1 , P 2 のうち、異常通知フレームが受信された方からみて、その異常通知フレームに含まれていた I D の中継 E C U よりも 1 つ前に接続されている中継 E C U を、当該スイッチの I D テーブル 7 7 から特定する。そして、リング通信線 3 1 ~ 3 4 のうち、その特定した中継 E C U と、異常通知フレームに含まれていた I D の中継 E C U との間のリング通信線に、異常が生じていることを検出する。

40

【 0 0 5 7 】

[3 . スwitch が行う転送制御処理]

次に、各中継 E C U 1 1 ~ 1 4 のスイッチ 5 1 が行う処理のうち、第 1 の転送制御処理について図 3 を用い説明し、第 2 の転送制御処理について図 4 を用い説明する。

【 0 0 5 8 】

尚、以下の説明では、各中継 E C U 1 1 ~ 1 4 のスイッチ 5 1 から見て、他の中継 E C U の通常ポート P 3 , P 4 の先に接続されている E C U のことを、他中継 E C U 接続端末と

50

もいう。例えば、中継 ECU 11 のスイッチ 51 __ 11 から見た他中継 ECU 接続端末は、ECU 17 ~ 22 である。また、各中継 ECU 11 ~ 14 のスイッチ 51 から見て、その中継 ECU の通常ポート P3 , P4 の先に接続されている ECU のことを、当該中継 ECU 接続端末ともいう。例えば、中継 ECU 11 のスイッチ 51 __ 11 から見た当該中継 ECU 接続端末は、ECU 15 , 16 である。

【0059】

第1の転送制御処理

図3に示すように、スイッチ51は、S100にて、通常ポートP3 , P4の何れかから、他中継 ECU 接続端末を宛先とするフレームを受信すると、S110に進む。スイッチ51は、通常ポートP3 , P4の何れかから受信したフレーム中の宛先MACアドレスが、当該スイッチ51のMACアドレステーブル75において、リングポートP1 , P2に対して登録されていれば、S110に進むこととなる。

【0060】

スイッチ51は、S110では、第1ネットワークの異常が検出されているか否かを判定する。第1ネットワークとは、リング状のネットワークのことである。S110では、具体的には、当該スイッチ51の異常検出部73の機能によってリング通信線31 ~ 34の何れかの異常が検出されているか否かが判定される。

【0061】

スイッチ51は、上記S110にて、第1ネットワークの異常が検出されていないと判定した場合には、S120に進み、受信したフレーム（即ち、受信フレーム）の重要度が高いか否かを判定する。例えば、スイッチ51は、受信フレーム中のPCPの値が、予め定められている重要指示値か否かを判定し、PCPの値が重要指示値であれば、受信フレームの重要度が高いと判定する。重要指示値は1つであっても、複数個であっても良い。また例えば、スイッチ51は、PCPの値が、予め定められている閾値以上の場合、あるいは閾値以下の場合に、受信フレームの重要度が高いと判定するようになっていても良い。また、PCPの値は、フレームの送信元のECUにおいて設定されて良い。尚、重要度が高いフレームとは、例えば、データ領域のデータとして重要度が高いデータを含むフレーム、ということである。この場合、S120では、受信フレームに含まれるデータの重要度が高いか否かを判定している、とも言える。

【0062】

スイッチ51は、上記S120にて、受信フレームの重要度が高いと判定した場合には、S130に進み、受信フレームをリングポートP1 , P2の各々から送信する。また、スイッチ51は、上記S120にて、受信フレームの重要度が低いと判定した場合には、S140に進み、受信フレームをリングポートP1 , P2の何れか1つから送信する。例えば、S140でフレームを送信する1つのリングポートは、リングポートP1 , P2のうち、予め定められている方で良い。また、宛先のECUまでに最短ルートとなる方、即ち、宛先のECUまでにフレームを中継する中継 ECU の数が最小となる方でも良い。

【0063】

また、スイッチ51は、上記S110にて、第1ネットワークの異常が検出されていると判定した場合には、S150に進み、後述する第1の異常時処理を行う。

第2の転送制御処理

一方、図4に示すように、スイッチ51は、S200にて、リングポートP1 , P2の何れかから、当該中継 ECU 接続端末を宛先とするフレームを、受信すると、S210に進む。スイッチ51は、リングポートP1 , P2の何れかから受信したフレーム中の宛先MACアドレスが、当該スイッチのMACアドレステーブル75において、通常ポートP3 , P4に対して登録されていれば、S210に進むこととなる。

【0064】

スイッチ51は、S210では、図3のS110と同様に、第1ネットワークの異常が検出されているか否かを判定する。

10

20

30

40

50

スイッチ 5 1 は、上記 S 2 1 0 にて、第 1 ネットワークの異常が検出されていないと判定した場合には、S 2 2 0 に進み、受信フレームの重要度が高いか否かを、図 3 の S 1 2 0 と同じ規則で判定する。

【 0 0 6 5 】

スイッチ 5 1 は、上記 S 2 2 0 にて、受信フレームの重要度が低いと判定した場合には、S 2 3 0 に進み、受信フレームの宛先への転送を行う。つまり、S 2 3 0 では、受信フレームを、ポート P 1 ~ P 4 のうち、その受信フレームの宛先の E C U が接続されている通常ポートから送信する。

【 0 0 6 6 】

また、スイッチ 5 1 は、上記 S 2 2 0 にて、受信フレームの重要度が高いと判定した場合には、S 2 4 0 に進む。

10

スイッチ 5 1 は、S 2 4 0 では、S 2 2 0 で重要度が高いと判定されたフレーム（以下、判定対象フレームという）がリングポート P 1 , P 2 の何れかから受信された時点から、一定時間以内に、他方のリングポートからフレームが受信されたか否かを判定する。ここで言う他方のリングポートとは、リングポート P 1 , P 2 のうち、判定対象フレームが受信された方とは異なる方である。また、S 2 4 0 で一定時間以内における受信の有無が判定されるフレームは、判定対象フレームと宛先が同じフレームである。

【 0 0 6 7 】

スイッチ 5 1 は、上記 S 2 4 0 で肯定判定した場合、即ち「 Y E S 」の場合には、S 2 5 0 に進み、リングポート P 1 , P 2 の各々から受信した 2 つのフレームが、一致しているか否かを判定する。

20

【 0 0 6 8 】

そして、スイッチ 5 1 は、上記 S 2 5 0 で肯定判定した場合には、S 2 6 0 に進み、S 2 3 0 と同様に、受信フレームの宛先への転送を行う。尚、S 2 6 0 で転送の対象とする受信フレームは、リングポート P 1 から受信したフレームと、リングポート P 2 から受信したフレームとの、何れでも良い。どちらのフレームも、S 2 5 0 の判定により、同じことが確認されているからである。

【 0 0 6 9 】

また、スイッチ 5 1 は、上記 S 2 5 0 で否定判定した場合、即ち「 N O 」の場合には、S 2 7 0 に進み、リングポート P 1 , P 2 から受信したフレームを宛先へ転送せずに破棄する。

30

【 0 0 7 0 】

そして、スイッチ 5 1 は、次の S 2 8 0 にて、フレームが破棄されたことを、例えば、当該中継 E C U のマイコンに通知する。そして、通知を受けたマイコンは、フレームが破棄されたことを、他の中継 E C U に例えば通信バス 7 9 を介して通知する。この場合、通知を受けた他の中継 E C U は、例えば、破棄されたフレームの送信元の E C U へ、フレームが破棄されたことを通知しても良い。フレームの破棄を通知された送信元の E C U は、何らかのフェールセーフを実施することができる。また、スイッチ 5 1 は、S 2 8 0 では、フレームが破棄されたことを、そのフレームの送信元の E C U へリング状のネットワークを介して通知する処理を行っても良い。

40

【 0 0 7 1 】

一方、スイッチ 5 1 は、上記 S 2 4 0 で否定判定した場合にも、S 2 7 0 に進み、リングポート P 1 , P 2 の何れかから既に受信しているフレーム（即ち、判定対象フレーム）を破棄する。一定時間が経過しても、リングポート P 1 , P 2 の両方からフレームを受信することができず、S 2 5 0 の判定を実施することができないからである。そして、この場合にも、スイッチ 5 1 は、S 2 8 0 にて、フレームが破棄されたことを通知するための処理を行う。

【 0 0 7 2 】

また、スイッチ 5 1 は、上記 S 2 1 0 にて、第 1 ネットワークの異常が検出されていると判定した場合には、S 2 9 0 に進み、後述する第 2 の異常時処理を行う。

50

《第1の異常時処理》

スイッチ51は、図3のS110で、第1ネットワークの異常が検出されていると判定して、第1の異常時処理を開始すると、図5に示すように、S310にて、受信フレーム、即ち、他中継ECU接続端末を宛先とするフレームについて、重要度が高いか否かを判定する。このS310は、図3のS120と同じ処理である。

【0073】

スイッチ51は、上記S310にて、受信フレームの重要度が低いと判定した場合には、S320に進み、受信フレームを、第1ネットワークの迂回経路で転送する。

ここで言う迂回経路とは、第1ネットワーク（即ち、リング状のネットワーク）において、宛先のECUが接続されている他の中継ECUへの2つの通信経路のうち、異常なリング通信線を通らずにフレームを伝送することができる方の通信経路である。

10

【0074】

具体的には、スイッチ51は、どの中継ECUの通常ポートP3、P4にどのECUが接続されているかを特定可能な接続関係特定用情報を有している。そして、スイッチ51は、S320では、受信フレームの宛先のECUがポートP3、P4に接続されている他の中継ECU（以下、宛先中継ECU）を、上記接続関係特定用情報から特定する。更に、当該中継ECUのリングポートP1、P2のうち、検出された異常なリング通信線を通らずに宛先中継ECUへフレームを伝送することができる方、即ち、迂回経路につながる方、を選択して、その選択した方のリングポートから受信フレームを送信する。

【0075】

20

尚、S320において、受信フレームは、リングポートP1、P2の両方から送信されても良い。受信フレームは、2つの通信経路のうちの正常な方、即ち、異常なリング通信線が含まれない方を經由して、宛先中継ECUに到達するからである。但し、受信フレームが、リングポートP1、P2のうち迂回経路につながる方だけから送信されるように構成することで、トラフィックの抑制が可能となる。また、受信フレームがリングポートP1、P2の両方から送信されるように構成することで、第1ネットワークが異常であると判断しているにも関わらず宛先中継ECUのリングポートP1、P2の両方からフレームを受信した場合に、第1ネットワークが異常状態から回復したことの判断が可能となる。

【0076】

また、スイッチ51は、上記S310にて、受信フレームの重要度が高いと判定した場合には、S330に進み、受信フレームを、上記S320と同様に第1ネットワークの迂回経路で転送すると共に、第1ネットワークとは別の第2ネットワークでも転送する。

30

【0077】

尚、S320と同様に、S330においても、受信フレームは、リングポートP1、P2の両方から送信されても良い。

また、第2ネットワークは、本実施形態では通信バス79である。スイッチ51は、S330では、中継対象フレームとしての受信フレームをマイコン61に出力することにより、当該受信フレームの通信バス79を介した宛先中継ECUへの送信を、マイコン61に実施させる。マイコン61は、具体的には、スイッチ51から入力される受信フレームを、CANの通信フレーム（即ち、CANフレーム）におけるデータ領域に、冗長フレームとして格納する。そして、この冗長フレームが格納されたCANフレーム（以下、冗長転送用CANフレーム）を、通信バス79に送信する。また、送信される冗長転送用CANフレームにおいて、宛先を特定可能な情報（例えば、CANID）は、宛先中継ECUを宛先として示す情報であって良い。

40

【0078】

《第2の異常時処理》

スイッチ51は、図4のS210で、第1ネットワークの異常が検出されていると判定して、第2の異常時処理を開始すると、図6に示すように、S410にて、受信フレーム、即ち、当該中継ECU接続端末を宛先とするフレームについて、重要度が高いか否かを判定する。このS410は、図4のS220と同じ処理である。

50

【 0 0 7 9 】

スイッチ 5 1 は、上記 S 4 1 0 にて、受信フレームの重要度が低いと判定した場合には、S 4 2 0 に進み、図 4 の S 2 3 0 と同様に、受信フレームの宛先への転送を行う。つまり、S 4 2 0 では、受信フレームを、ポート P 1 ~ P 4 のうち、その受信フレームの宛先の E C U が接続されている通常ポートから送信する。

【 0 0 8 0 】

また、スイッチ 5 1 は、上記 S 4 1 0 にて、受信フレームの重要度が高いと判定した場合には、S 4 3 0 に進む。そして、この S 4 3 0 では、他の中継 E C U から、図 5 の S 3 3 0 の処理により通信バス 7 9 に送信された冗長転送用 C A N フレームが、当該中継 E C U のマイコン 6 1 によって受信されるのを待つ。ここで言う他の中継 E C U は、上記 S 4 1 0 で重要度が高いと判定されたフレームの送信元の E C U が通常ポート P 3 , P 4 に接続されている中継 E C U である。

10

【 0 0 8 1 】

そして、スイッチ 5 1 は、次の S 4 4 0 にて、上記 S 4 1 0 で重要度が高いと判定されたフレームがリングポート P 1 , P 2 の何れから受信された時点から、一定時間以内に、通信バス 7 9 から冗長転送用 C A N フレームが受信されたか否かを判定する。尚、S 4 3 0 と S 4 4 0 の処理は、実際には並行して行われる。

【 0 0 8 2 】

スイッチ 5 1 は、上記 S 4 4 0 で肯定判定した場合には、S 4 5 0 に進み、マイコン 6 1 によって通信バス 7 9 から受信された冗長転送用 C A N フレームから、前述の冗長フレームを取り出す。そして、リングポート P 1 , P 2 の何れから受信されたフレームと、冗長転送用 C A N フレームから取り出した冗長フレームとが、一致しているか否かを判定する。

20

【 0 0 8 3 】

尚、冗長転送用 C A N フレームから取り出される冗長フレームは、他の中継 E C U によって通信バス 7 9 に送信された中継対象フレームである。また、S 4 5 0 の処理は、判定処理に相当する。また、冗長フレームを送信する側の中継 E C U では、冗長フレームを複数に分割し、その分割された各部分を、複数の C A N フレームに格納して通信バス 7 9 に送信しても良い。この場合、冗長フレームを受信する側の中継 E C U では、複数の C A N フレームに分割して格納された冗長フレームの各部分を、つなぎ合わせることで、冗長フレームを復元すれば良い。

30

【 0 0 8 4 】

スイッチ 5 1 は、上記 S 4 5 0 で肯定判定した場合、即ち、リングポート P 1 , P 2 の何れからの受信フレームと、通信バス 7 9 からの冗長フレームとが一致している場合には、S 4 6 0 に進み、図 4 の S 2 3 0 と同様に、受信フレームの宛先への転送を行う。尚 S 4 6 0 で転送の対象とする受信フレームは、リングポート P 1 , P 2 の何れからの受信フレームと、通信バス 7 9 からの冗長フレームとの、何れでも良い。どちらのフレームも、S 4 5 0 の判定により、同じことが確認されているからである。

【 0 0 8 5 】

また、スイッチ 5 1 は、上記 S 4 5 0 で否定判定した場合には、S 4 7 0 に進み、リングポート P 1 , P 2 の何れからの受信フレームと、通信バス 7 9 からの冗長フレームとを、宛先へ転送せずに破棄する。どちらかのフレームにエラーが生じている可能性があるためである。

40

【 0 0 8 6 】

そして、スイッチ 5 1 は、次の S 4 8 0 にて、図 4 の S 2 8 0 と同様に、フレームが破棄されたことを、例えば、当該中継 E C U のマイコンに通知する。そして、通知を受けたマイコンは、フレームが破棄されたことを、他の中継 E C U に例えば通信バス 7 9 を介して通知する。この場合も、図 4 の S 2 8 0 の場合と同様に、通知を受けた他の中継 E C U は、破棄されたフレームの送信元の E C U へ、フレームが破棄されたことを通知しても良い。また、スイッチ 5 1 は、S 4 8 0 においても、フレームが破棄されたことを、そのフレ

50

ームの送信元の ECU へリング状のネットワークを介して通知する処理を行っても良い。

【0087】

一方、スイッチ 51 は、上記 S440 で否定判定した場合にも、S470 に進み、受信フレームを破棄する。一定時間が経過しても、通信バス 79 から冗長転送用 CAN フレーム（即ち、冗長フレーム）を受信することができず、S450 の判定を実施することができないからである。そして、この場合にも、スイッチ 51 は、S480 にて、フレームが破棄されたことを通知するための処理を行う。

【0088】

[4. 作用例]

通信システム 1 において、例えば、前述した例と同様に、ECU 15 が、ECU 19 を宛先とするフレーム f15 - 19 を送信したとする。そして、フレーム f15 - 19 は、スイッチ 51 にて重要度が高いと判定されるフレーム（即ち、高重要度フレーム）であるとする。

10

【0089】

まず、リング状のネットワークが正常の場合、即ち、リング通信線 31 ~ 34 に異常がない場合について説明する。

ECU 15 からのフレーム f15 - 19 を通常ポート P3 から受信したスイッチ 51 __ 11 は、図 3 の S130 にて、そのフレーム f15 - 19 を、リングポート P1, P2 の各々から送信する。すると、送信されたフレーム f15 - 19 は、リング状のネットワークにおける 2 つの通信経路により、スイッチ 51 __ 13 のリングポート P1, P2 の各々に入力される。

20

【0090】

このため、スイッチ 51 __ 13 は、リングポート P1, P2 の各々からフレーム f15 - 19 を受信する。そして、図 4 の S250 にて、リングポート P1, P2 の各々から受信した 2 つのフレーム f15 - 19 が一致していると判定した場合には、その受信したフレーム f15 - 19 を、図 4 の S260 にて、宛先の ECU 19 が接続されている通常ポート P3 から送信する。

【0091】

また、スイッチ 51 __ 13 は、図 4 の S250 にて、リングポート P1, P2 の各々から受信したフレーム f15 - 19 が一致していないと判定した場合には、受信したフレーム f15 - 19 の信頼性が低いと判断する。そして、受信した 2 つのフレーム f15 - 19 を、図 4 の S270 にて破棄する。

30

【0092】

また、スイッチ 51 __ 13 は、リングポート P1, P2 の一方からフレーム f15 - 19 を受信してから、一定時間以内に、他方のリングポートからフレーム f15 - 19 を受信することができなかった場合にも、受信したフレーム f15 - 19 を、図 4 の S270 にて破棄する。

【0093】

次に、リング状のネットワークのどこかに異常が生じた場合の例として、例えば、リング通信線 32 に異常が生じた場合について説明する。

40

ECU 15 からのフレーム f15 - 19 を通常ポート P3 から受信したスイッチ 51 __ 11 は、図 3 の S110 で「YES」と判定し、図 5 の処理（即ち、第 1 の異常時処理）を行う。

【0094】

そして、スイッチ 51 __ 11 は、図 5 の S330 にて、リングポート P1, P2 のうち、異常なリング通信線 32 を通らずに中継 ECU 13 へフレームを伝送することができる方（即ち、P2）を選択し、そのリングポート P2 からフレーム f15 - 19 を送信する。更に、スイッチ 51 __ 11 は、図 5 の S330 では、通信バス 79 を介しても中継 ECU 13 へフレーム f15 - 19 を送信する。

【0095】

50

すると、中継 ECU 13 において、スイッチ 51 __ 13 は、リングポート P 1 , P 2 のうちの一方（即ち、P 2）からフレーム f 15 - 19 を受信し、図 4 の S 2 1 0 で「YES」と判定して、図 6 の処理（即ち、第 2 の異常時処理）を行う。

【0096】

そして、スイッチ 51 __ 13 は、図 6 の S 4 3 0 にて、通信バス 79 から当該中継 ECU 13 のマイコン 61 を介して、冗長フレームとしてのフレーム f 15 - 19 を受信する。更に、スイッチ 51 __ 13、図 6 の S 4 5 0 にて、リングポート P 2 と通信バス 79 との各々から受信した 2 つのフレーム f 15 - 19 が一致しているか否かを判定し、一致していれば、受信したフレーム f 15 - 19 を、図 6 の S 4 6 0 にて通常ポート P 3 から送信する。

10

【0097】

また、スイッチ 51 __ 13 は、図 6 の S 4 5 0 にて、2 つのフレーム f 15 - 19 が一致していないと判定した場合には、受信したフレーム f 15 - 19 の信頼性が低いと判断する。そして、受信した 2 つのフレーム f 15 - 19 を、図 6 の S 4 7 0 にて破棄する。

【0098】

また、スイッチ 51 __ 13 は、リングポート P 2 からフレーム f 15 - 19 を受信してから、一定時間以内に、通信バス 79 からフレーム f 15 - 19 を受信することができなかった場合にも、受信したフレーム f 15 - 19 を、図 6 の S 4 7 0 にて破棄する。

【0099】

[5 . 効果]

20

上記実施形態の中継 ECU 11 ~ 14 によれば、リング状のネットワークが正常な場合、重要度が高いフレームについては、2 つのリングポート P 1 , P 2 で送受信することとなり、2 つの通信経路で伝送することができる。そして、2 つの通信経路で伝送したフレームが一致した場合に、そのフレームを宛先の ECU に送信する。よって、通信の信頼性を高めることができる。上記の作用例では、ECU 15 から ECU 19 への通信の信頼性を高めることができる。

【0100】

また、リング状のネットワークを形成するリング通信線 31 ~ 34 の何れかに異常が生じた場合でも、重要度が高いフレームについては、リング状のネットワークにおける 2 つの通信経路のうちで正常な方（即ち、迂回経路）と、通信バス 79 との、2 つの通信経路で伝送する。そして、その 2 つの通信経路で伝送したフレームが一致した場合に、そのフレームを宛先の ECU に送信する。よって、リング通信線 31 ~ 34 のうちの何れかに異常が生じた場合にも、通信の信頼性を向上させることができる。

30

【0101】

また、リング通信線 31 ~ 34 のうちの何れかの異常有無に関わらず、重要度が低いフレームについては、リング状のネットワークにおける 1 つの通信経路で伝送する。このため、全てのフレームの伝送に複数の通信経路を使用する構成と比較すると、リング状のネットワーク又は通信バス 79 のトラフィックを低減することができる。

【0102】

また、中継 ECU 11 ~ 14 では、図 4 の S 2 4 0 で「NO」と判定された場合には、リングポート P 1 , P 2 の何れかから既に受信されたフレームが破棄される。同様に、図 6 の S 4 4 0 で「NO」と判定された場合にも、リングポート P 1 , P 2 の何れかから既に受信されたフレームが破棄される。このため、何らかの異常によって、同じ 2 つのフレームのうちの一方が届かない場合に、フレームを待ち続けてしまうことを防止することができる。また、一致判定による信頼性確認が未実施の高重要度フレームが、宛先の ECU に送信されることも防止される。また、図 4 の S 2 4 0 で「NO」と判定された場合、あるいは、図 6 の S 4 4 0 で「NO」と判定された場合に、受信フレームが、宛先の ECU へ送信されないが所定の期間は保存される、という構成であっても良い。

40

【0103】

尚、本実施形態では、スイッチ 51 及びマイコン 61 が、冗長送信部と異常時転送部との

50

各々として機能する。そして、図 5 の S 3 1 0 ~ S 3 3 0 は、冗長送信部としての処理に相当し、図 6 の S 4 1 0 ~ S 4 7 0 は、異常時転送部としての処理に相当する。

【 0 1 0 4 】

[6 . 他の実施形態]

以上、本開示の実施形態について説明したが、本開示は上述の実施形態に限定されることがなく、種々変形して実施することができる。

【 0 1 0 5 】

例えば、中継 E C U 1 1 ~ 1 4 は、重要度が低いフレームについても、重要度が高いフレームと同様に、2つの通信経路で伝送して、2つのフレームが一致したか否かの判定を実施するように構成されて良い。この場合、図 3 の S 1 2 0 , S 1 4 0 と、図 4 の S 2 2 0 , S 2 3 0 と、図 5 の S 3 1 0 , S 3 2 0 と、図 6 の S 4 1 0 , S 4 2 0 とを、削除して良い。また、異常検出部 7 3 は、前述した 1 ~ 5 の処理とは別の処理によって、異常なリング通信線 3 1 ~ 3 4 を検出するように構成されても良い。

10

【 0 1 0 6 】

また、中継 E C U 1 1 ~ 1 4 は、図 6 の S 4 4 0 で「 N O 」と判定した連続回数又は連続時間を計測し、この計測値が所定値以上になった場合には、S 4 7 0 ではなく S 4 6 0 に進み、リングポート P 1 , P 2 の何れかからの受信フレームを宛先の E C U へ転送するように構成されても良い。このような構成によれば、通信バス 7 9 に異常が生じて、通信バス 7 9 から冗長フレームを受信することができなくなった場合にも、宛先の E C U へのフレーム転送を実施することができるようになる。

20

【 0 1 0 7 】

また、中継 E C U 1 1 ~ 1 4 は、一致判定がされずに宛先の E C U へ転送されるフレームに、一致判定が未実施であること、言い換えると、信頼性確認が未実施であること、を示す異常情報を埋め込むように構成されても良い。このような構成によれば、中継 E C U 1 1 ~ 1 4 から転送されたフレームを受信した E C U は、上記異常情報により、受信したフレームの信頼性が低いことを認識することができ、例えば、受信したフレーム中のデータについて、通常時とは異なる扱いをすることができる。例えば、異常情報が含まれていたフレーム中のデータは信頼性ランクの低い処理に対してだけ使用する、といった使い分けをすることができる。

また、中継 E C U 1 1 ~ 1 4 は、第 1 ネットワークの迂回経路で受信された受信フレームと通信バス 7 9 で受信された冗長転送用 C A N フレーム（即ち、上記冗長フレーム）とで一致判定がされた場合、宛先の E C U へ転送されるフレームに、第 1 ネットワークの迂回経路で受信された受信フレームと通信バス 7 9 で受信された冗長転送用 C A N フレームとで一致判定がされたことを示す一致判定情報を埋め込むように構成されていても良い。

30

【 0 1 0 8 】

また、本開示に記載の中継 E C U 1 1 ~ 1 4 及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の中継 E C U 1 1 ~ 1 4 及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の中継 E C U 1 1 ~ 1 4 及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されてもよい。中継 E C U 1 1 ~ 1 4 に含まれる各部の機能を実現する手法には、必ずしもソフトウェアが含まれている必要はなく、その全部の機能が、一つあるいは複数のハードウェアを用いて実現されてもよい。

40

【 0 1 0 9 】

また、上記実施形態における 1 つの構成要素が有する複数の機能を、複数の構成要素によ

50

って実現したり、１つの構成要素が有する１つの機能を、複数の構成要素によって実現したりしてもよい。また、複数の構成要素が有する複数の機能を、１つの構成要素によって実現したり、複数の構成要素によって実現される１つの機能を、１つの構成要素によって実現したりしてもよい。また、上記実施形態の構成の一部を省略してもよい。

【０１１０】

また、上述した中継ＥＣＵの他、当該中継ＥＣＵを構成要素とするシステム、当該中継ＥＣＵとしてコンピュータを機能させるためのプログラム、このプログラムを記録した半導体メモリ等の非遷移的実態的記録媒体、中継方法など、種々の形態で本開示を実現することもできる。

【符号の説明】

10

【０１１１】

１…通信システム、１１～１４…中継ＥＣＵ、３１～３４…リング通信線、５１…スイッチ、６１…マイコン、７３…異常検出部、７９…通信バス、Ｐ１～Ｐ４…ポート

20

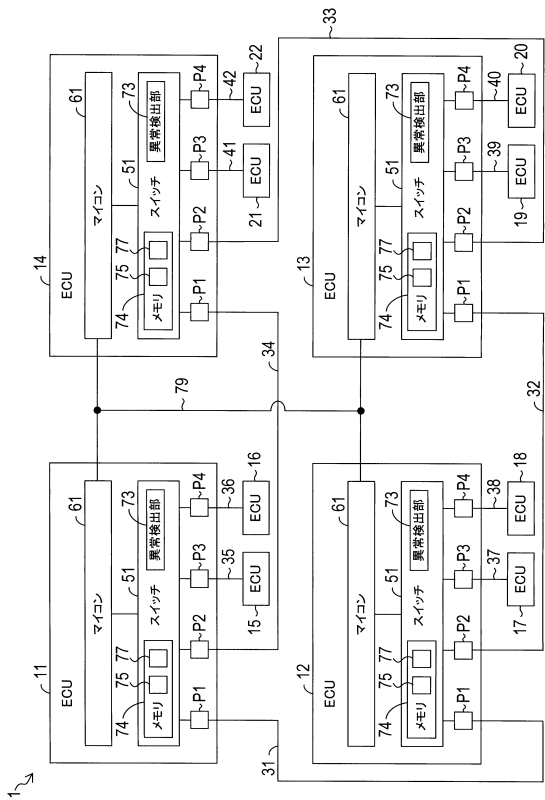
30

40

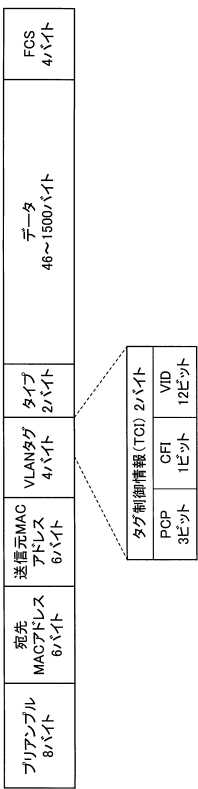
50

【図面】

【図 1】



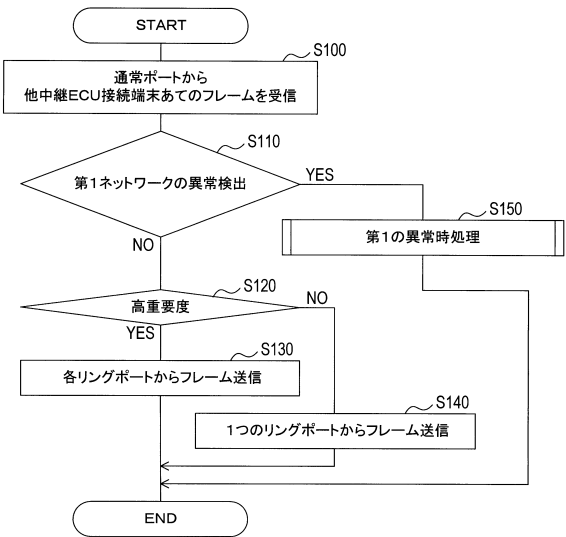
【図 2】



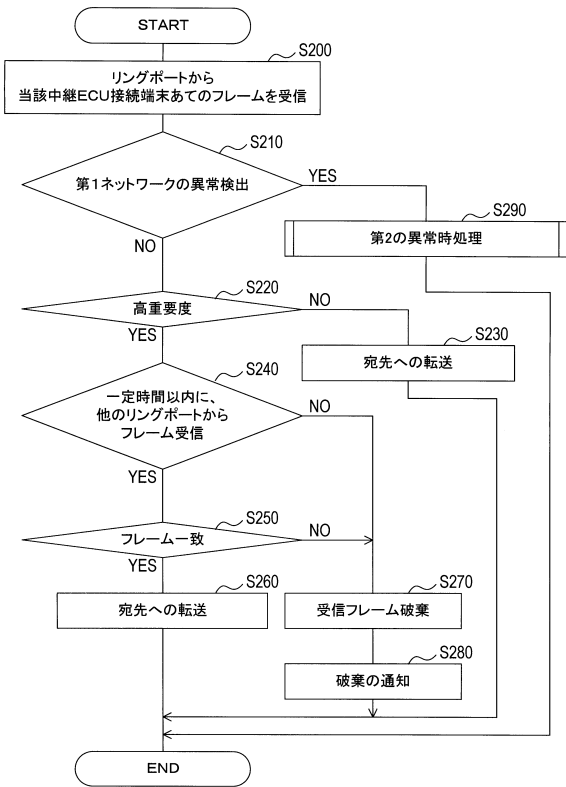
10

20

【図 3】



【図 4】

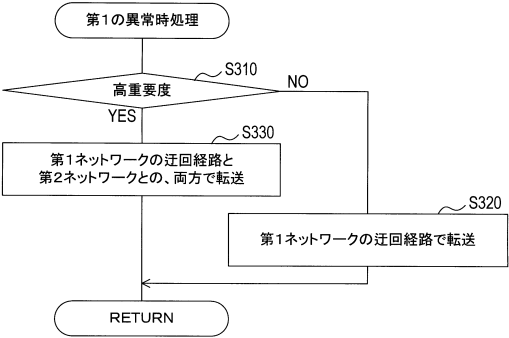


30

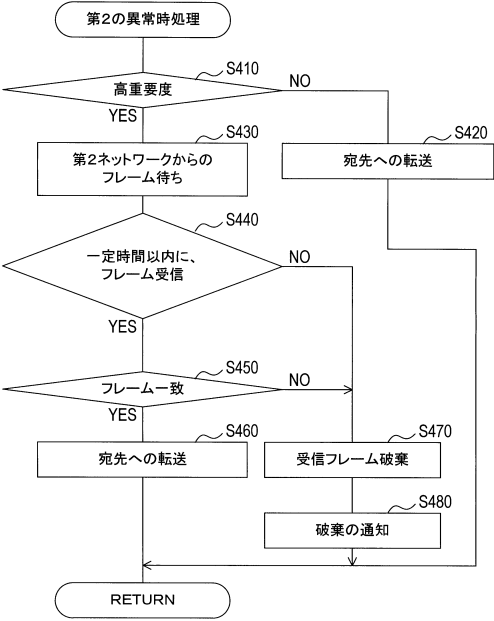
40

50

【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 1 1 5 6 6 (J P , A)
 特開昭 6 4 - 2 9 0 3 9 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 1 3 1 1 2 2 (U S , A 1)
 特開 2 0 0 5 - 1 3 0 2 8 4 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 1 / 0 6 2 1 2 0 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 4 L 1 2 / 2 8 - 1 2 / 4 6
 H 0 4 L 4 1 / 0 0 4 3 / 5 5
 H 0 4 L 4 5 / 2 4 3