

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-61611

(P2020-61611A)

(43) 公開日 令和2年4月16日(2020.4.16)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)
HO4L 29/14 (2006.01)		HO4L 13/00	315A		5K034
HO4L 29/08 (2006.01)		HO4L 13/00	307Z		5K035

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-190056 (P2018-190056)	(71) 出願人	000227205 NECプラットフォームズ株式会社 神奈川県川崎市高津区北見方二丁目6番1号
(22) 出願日	平成30年10月5日 (2018.10.5)	(74) 代理人	100103894 弁理士 家入 健
		(72) 発明者	森本 智純 神奈川県川崎市高津区北見方二丁目6番1号 NECプラットフォームズ株式会社内
		Fターム(参考)	5K034 AA05 AA09 DD01 HH11 5K035 AA03 EE02 JJ05

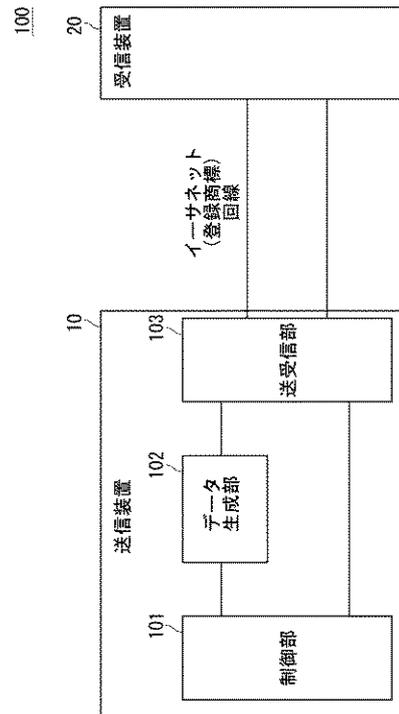
(54) 【発明の名称】 フレーム間ギャップ制御システム、フレーム間ギャップ制御方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 送信されるデータのフレーム間ギャップ長と受信側の通信装置に設定されるフレーム間ギャップ許容値との関係を把握し、通信エラーを解消する。

【解決手段】 実施の形態に係るフレーム間ギャップ制御システム100は、所定の送信フレーム間ギャップ長のテストデータを生成するデータ生成部102と、テストデータを所定の受信側フレーム間ギャップ許容値の受信装置20に送信し、受信装置20からループバックされたループバックデータを受信する送受信部103と、送受信部103がループバックデータを受信できない場合、送信フレーム間ギャップ長又は受信側フレーム間ギャップ許容値を変更して、最小送信フレーム間ギャップ長を決定する制御部101を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

送信装置と受信装置との間でフレームとフレームとの間にフレーム間ギャップが挿入されたデータを伝送するフレーム間ギャップ制御システムであって、

前記送信装置は、

所定の送信フレーム間ギャップ長のテストデータを生成するデータ生成部と、

前記テストデータを所定の受信側フレーム間ギャップ許容値の受信装置に送信し、該受信装置からループバックされたループバックデータを受信する送受信部と、

前記送受信部が前記ループバックデータを受信できない場合、前記送信フレーム間ギャップ長又は前記受信側フレーム間ギャップ許容値を変更して、最小送信フレーム間ギャップ長を決定する制御部と、

を備える、

フレーム間ギャップ制御システム。

【請求項 2】

前記送信装置は、

前記送受信部が前記ループバックデータを受信できた場合、前記ループバックデータと前記テストデータとを比較するデータ解析部をさらに備え、

前記データ解析部が前記ループバックデータと前記テストデータとが一致すると判断した場合、前記データ生成部は 1 つ前に送信した前記テストデータの送信フレーム間ギャップ長から 1 バイト減らした送信フレーム間ギャップ長の新たなテストデータを生成し

、前記送受信部がループバックデータを受信できなくなるまで、テストデータの送信、ループバックデータの受信、ループバックデータとテストデータとの比較、新たなテストデータの生成を繰り返して、前記送信フレーム間ギャップ長と前記受信側フレーム間ギャップ許容値との関係を把握する、

請求項 1 に記載のフレーム間ギャップ制御システム。

【請求項 3】

前記送受信部が前記ループバックデータを受信できなくなった場合、前記制御部は、1 つ前に送信した前記テストデータの送信フレーム間ギャップ長を前記最小送信フレーム間ギャップ長として設定する、

請求項 2 に記載のフレーム間ギャップ制御システム。

【請求項 4】

前記送受信部が前記ループバックデータを受信できなくなった場合、前記制御部は、前記受信側フレーム間ギャップ許容値を 1 バイト減らした新たな受信側フレーム間ギャップ許容値を設定する、

請求項 2 に記載のフレーム間ギャップ制御システム。

【請求項 5】

前記新たな受信側フレーム間ギャップ許容値に設定された前記受信装置へ、再度、前記ループバックデータを受信できなくなった時の前記テストデータを送信し、前記送受信部が前記ループバックデータを受信できた場合、前記制御部は、当該テストデータの送信フレーム間ギャップ長を前記最小送信フレーム間ギャップ長として設定する、

請求項 4 に記載のフレーム間ギャップ制御システム。

【請求項 6】

前記制御部は、前記受信側フレーム間ギャップ許容値が所定の最小値以下とならないようにガードする、

請求項 4 又は 5 に記載のフレーム間ギャップ制御システム。

【請求項 7】

前記テストデータは、イーサネット（登録商標）フレームのフレーム間ギャップ中に埋め込まれて送信される、

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のフレーム間ギャップ制御システム。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記テストデータは、2 フレームより多いフレーム数である、
請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のフレーム間ギャップ制御システム。

【請求項 9】

所定の送信フレーム間ギャップ長のテストデータを生成し、
前記テストデータを所定の受信側フレーム間ギャップ許容値の受信装置に送信し、該受信装置からループバックされたループバックデータを受信し、
前記ループバックデータを受信できない場合、前記送信フレーム間ギャップ長又は前記受信側フレーム間ギャップ許容値を変更して、最小送信フレーム間ギャップ長を決定する、
フレーム間ギャップ制御方法。

10

【請求項 10】

所定の送信フレーム間ギャップ長のテストデータを生成するステップと、
前記テストデータを所定の受信側フレーム間ギャップ許容値の受信装置に送信し、該受信装置からループバックされたループバックデータを受信するステップと、
前記ループバックデータを受信できない場合、前記送信フレーム間ギャップ長又は前記受信側フレーム間ギャップ許容値を変更して、最小送信フレーム間ギャップ長を決定するステップと、
をコンピュータに実行させる、
プログラム。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、フレーム間ギャップ制御システム、フレーム間ギャップ制御方法及びプログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

イーサネット（登録商標）の規格に基づいて行われるデータ伝送では、送受信される単位であるフレームとフレームとの間にフレーム間ギャップ（IFG：Inter Frame Gap）が挿入される。このようなイーサネット（登録商標）による通信を行う通信装置では、IEEE（Institute of Electrical and Electronic Engineers）802.3規格に従って、フレーム間ギャップ許容値が設定される。

30

【0003】

しかし、メーカー毎にIEEE 802.3規格のフレーム間ギャップ長に対する解釈が異なり、受信側の通信装置に設定されるフレーム間ギャップ許容値が異なる場合がある。この場合、送信されるデータのフレーム間ギャップ長が受信側の通信装置のフレーム間ギャップ許容値よりも短いと、通信エラーが発生するおそれがある。フレーム間ギャップ許容値に起因する障害発生の有無を正確に把握するためには、各通信装置におけるフレーム間ギャップ許容値を正確に把握することが重要となる。

【0004】

40

そこで、特許文献1では、通信装置のフレーム間ギャップ許容値を判定する技術が提案されている。特許文献1では、判定対象の通信装置に返信を要求する、間にフレーム間ギャップを設けた第1及び第2送信データを送信し、これらの送信データに対する返信を受信した場合に、対象装置のフレーム間ギャップ許容値が第1及び第2送信データに設けられたフレーム間ギャップ以下であると判定している。

【0005】

また、特許文献2では、フレーム間ギャップを変化させたときの通信装置の動作試験を行う技術が提案されている。特許文献2では、種々のフレーム間ギャップを指定したテストフレームを構成し、試験対象に送信する。送信したテストフレームに対する受信したテストフレーム数の割合に基づいて、通信エラーの有無が判定される。

50

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【特許文献1】特開2013-162306号公報

【特許文献2】特開2011-151699号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

しかしながら、特許文献1では、受信側の通信装置のフレーム間ギャップ許容値を判定しているのみである。また、特許文献2では、フレーム間ギャップ長を変化させて動作試験を行っているに過ぎない。これらの技術では、送信されるデータのフレーム間ギャップ長と受信側の通信装置のフレーム間ギャップ許容値との関係を把握することはできず、通信エラーの解消には至らない。

10

【0008】

本開示の目的は、上述した問題を鑑み、送信されるデータのフレーム間ギャップ長と受信側の通信装置に設定されるフレーム間ギャップ許容値との関係を把握し、通信エラーを解消することが可能な、フレーム間ギャップ制御システム、フレーム間ギャップ制御方法及びプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明の一態様に係るフレーム間ギャップ制御システムは、送信装置と受信装置との間でフレームとフレームとの間にフレーム間ギャップが挿入されたデータを伝送するフレーム間ギャップ制御システムであって、前記送信装置は、所定の送信フレーム間ギャップ長のテストデータを生成するデータ生成部と、前記テストデータを所定の受信側フレーム間ギャップ許容値の受信装置に送信し、該受信装置からループバックされたループバックデータを受信する送受信部と、前記送受信部が前記ループバックデータを受信できない場合、前記送信フレーム間ギャップ長又は前記受信側フレーム間ギャップ許容値を変更して、最小送信フレーム間ギャップ長を決定する制御部とを備える。

20

【0010】

本発明の一態様に係るフレーム間ギャップ制御方法は、所定の送信フレーム間ギャップ長のテストデータを生成し、前記テストデータを所定の受信側フレーム間ギャップ許容値の受信装置に送信し、該受信装置からループバックされたループバックデータを受信し、前記ループバックデータを受信できない場合、前記送信フレーム間ギャップ長又は前記受信側フレーム間ギャップ許容値を変更して、最小送信フレーム間ギャップ長を決定する。

30

【0011】

本発明の一態様に係るプログラムは、所定の送信フレーム間ギャップ長のテストデータを生成するステップと、前記テストデータを所定の受信側フレーム間ギャップ許容値の受信装置に送信し、該受信装置からループバックされたループバックデータを受信するステップと、前記ループバックデータを受信できない場合、前記送信フレーム間ギャップ長又は前記受信側フレーム間ギャップ許容値を変更して、最小送信フレーム間ギャップ長を決定するステップとをコンピュータに実行させる。

40

【発明の効果】**【0012】**

本発明によれば、送信されるデータのフレーム間ギャップ長と受信側の通信装置に設定されるフレーム間ギャップ許容値との関係を把握し、通信エラーを解消することが可能な、フレーム間ギャップ制御システム、フレーム間ギャップ制御方法及びプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【0013】**

【図1】実施の形態に係るフレーム間ギャップ制御システムの一例を示す図である。

50

【図2】実施の形態1に係るフレーム間ギャップ制御システムの一例を示す図である。
【図3】実施の形態1に係るフレーム間ギャップ制御方法の一例を示すフロー図である。
【図4】イーサネット（登録商標）フレームの一例を示す図である。
【図5】実施の形態2に係るフレーム間ギャップ制御方法を説明するフロー図である。
【図6】IEEE 802.3規格で規定されるフレーム間ギャップ長について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。説明の明確化のため、以下の記載及び図面は、適宜、省略、及び簡略化がなされている。また、様々な処理を行う機能ブロックとして図面に記載される各要素は、ハードウェア的には、CPU、メモリ、その他の回線で構成することができる。また、本発明は、任意の処理を、CPU（Central Processing Unit）にコンピュータプログラムを実行させることにより実現することも可能である。従って、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは当業者には理解される所であり、いずれかに限定されるものではない。

10

【0015】

また、上述したプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体（non-transitory computer readable medium）を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体（tangible storage medium）を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体（例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば光磁気ディスク）、CD-ROM（Read Only Memory）、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ（例えば、マスクROM、PROM（Programmable ROM）、EPROM（Erasable PROM）、フラッシュROM、RAM（Random Access Memory））を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（transitory computer readable medium）によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

20

30

【0016】

実施の形態に係る発明は、イーサネット（登録商標）通信技術に関する。イーサネット（登録商標）は、IEEE 802.3で規定される技術であり、IPネットワーク構築には欠かせない物理層およびデータリンク層の技術である。イーサネット（登録商標）の規格に基づいて行われるデータ伝送では、送受信される単位であるフレームとフレームとの間にフレーム間ギャップが挿入される。実施の形態では、送信されるデータのフレーム間ギャップ長と受信側の通信装置に設定されるフレーム間ギャップ許容値との関係を把握し、フレーム間ギャップ長又はフレーム間ギャップ許容値を制御することで通信エラーを解消する。

【0017】

ここで、図6を参照して、IEEE 802.3規格で規定されるフレーム間ギャップ長について説明する。図6は、IEEE 802.3規格で規定されるフレーム間ギャップ長について説明する図である。図6に示すように、IEEE 802.3規格では、フレーム間ギャップ長に関して、送信側MAC（Media Access Control）1のMAC送信端において12バイト以上で送信し、受信側MAC4のGMII（Gigabit Media Independent Interface）受信端において8バイト以上で受信することが規定されている。

40

【0018】

イーサネット（登録商標）通信に用いられるPHY（Physical Layer）チップのメーカーは、IEEE 802.3規格に従い、受信側PHY3における受信側フレーム間ギャップ許容値を決定する必要がある。しかしながら、IEEE 802.3規格では受信側PHY

50

3における受信側フレーム間ギャップ許容値は規定されておらず、メーカー毎に受信側フレーム間ギャップ許容値に対する解釈が異なる。

【0019】

受信側PHY3では送信側PHY2からフレームを受信した際、受信側PHY3内部のFIFO(First In First Out)メモリによってクロックの載せ替えを行い、GMII経由で受信側MAC4に渡す。このクロックの載せ替えによって回線側と受信側MAC4間の周波数偏差(100ppm)の吸収を行うため、受信側PHY3よりGMII受信端の方が、送信フレーム間ギャップ長が短くなる可能性がある。

【0020】

クロックの載せ替えによって、どの程度、送信フレーム間ギャップ長が短くなるかは各メーカーの作り込みで差があるため、受信側PHY3における受信側フレーム間ギャップ許容値は規格では一概に決められない。このため、受信側フレーム間ギャップ許容値に対する各メーカーの解釈に違いが生じる。

10

【0021】

また、送信フレーム間ギャップ長が受信側フレーム間ギャップ許容値よりも短い場合、通信エラーが発生する。これは、送信フレーム間ギャップ長が受信側のフレーム間ギャップ許容値よりも短いと、受信側PHY3が正常にフレームを受信できなかったり、一時的にフレームを受信できたとしても、送信側PHY2に対して送信を停止するよう要求するためである。

【0022】

通常、送信フレーム間ギャップ長は、通信状態により時々で変化する。そのため、フレーム間ギャップに起因する通信エラーは間欠的な障害になることが多い。このような原因で通信エラーが発生すると、その他の要因による通信エラーとの見分けが困難であり、原因追及が非常に困難である。人手によってこの問題を解決しようとする、非常に多くの労力を必要とする。

20

【0023】

実施の形態では、通信エラーの原因がフレーム間ギャップによるものかどうか確認するために、送信フレーム間ギャップ長と受信側フレーム間ギャップ許容値の関係を把握する。また、このような通信エラーを解決するために、送信フレーム間ギャップ長又は受信側フレーム間ギャップ許容値を変更する。

30

【0024】

図1は、実施の形態に係るフレーム間ギャップ制御システム100の一例を示す図である。フレーム間ギャップ制御システム100は、送信装置10、受信装置20を備える。送信装置10と送信データ生成部12とは、イーサネット(登録商標)回線で接続される。送信装置10は、制御部101、データ生成部102、送受信部103を備える。

【0025】

データ生成部102は、所定の送信フレーム間ギャップ長のテストデータを生成する。送受信部103は、テストデータを所定の受信側フレーム間ギャップ許容値の受信装置20に送信し、該受信装置20からループバックされたループバックデータを受信する。送受信部103がループバックデータを受信できない場合、制御部101は、送信フレーム間ギャップ長又は受信側フレーム間ギャップ許容値を変更して、最小送信フレーム間ギャップ長を決定する。この最小送信フレーム間ギャップ長以上のフレーム間ギャップで通信を行うことで、送信装置10と受信装置20とのフレーム間ギャップの不整合による通信エラーを回避することが可能となる。

40

以下、より具体的な実施の形態について説明する。

【0026】

実施の形態1.

図2は、実施の形態1に係るフレーム間ギャップ制御システム100の一例を示す図である。図2に示すように、フレーム間ギャップ制御システム100は、送信装置10、受信装置20を含む。送信装置10と送信データ生成部12とは、イーサネット(登録商標

50

）回線で接続される。送信装置 1 0 は、制御部 1 1、送信データ生成部 1 2、送受信部 1 3、受信データ解析部 1 4 を備える。また、受信装置 2 0 は、送受信部 2 1、制御部 2 2 を備える。

【 0 0 2 7 】

なお、送信装置 1 0 と受信装置 2 0 の送受信関係を逆にして、双方の機能を併せ持つことも可能である。具体的には、送信装置 1 0 に受信装置 2 0 の機能を持たせたり、受信装置 2 0 に送信装置 1 0 の機能を持たせることで、1 つの装置で送信機能と受信機能を有することが可能である。

【 0 0 2 8 】

制御部 1 1 は、送信データ生成部 1 2 に対してテストデータの生成を指示する。具体的には、制御部 1 1 は、テストデータのデータ長、送信フレーム間ギャップ長、データ内容、送信フレーム数等の設定を行う。なお、テストデータに関するこれらの設定値は、受信データ解析部 1 4 でも使用される。このため、例えば、制御部 1 1 又は送信データ生成部 1 2 又は受信データ解析部 1 4 に記憶機能を持たせて、テストデータに関する設定値を互いに共有できる状態にする。送信フレーム間ギャップ長の初期値は、例えば、IEEE 802.3 規格の最低送信バイト長である 12 バイトとすることができる。

10

【 0 0 2 9 】

送信データ生成部 1 2 は、制御部 1 1 の送信フレーム間ギャップ長を含む指示に従って、テストデータを生成し、送受信部 1 3 に送信する。送受信部 1 3 は、送信データ生成部 1 2 から受信したテストデータをイーサネット（登録商標）回線に合わせたフレームに変換して、受信装置 2 0 へ送信する。

20

【 0 0 3 0 】

また、送受信部 1 3 は、受信装置 2 0 でループバックされたループバックデータを受信する。さらに、送受信部 1 3 は、受信装置 2 0 からイーサネット（登録商標）回線を介して受信したフレームから必要なデータを抜き出し受信データ解析部 1 4 へ送信する。受信データ解析部 1 4 が送受信部 1 3 から受信するデータは、受信装置 2 0 でループバックされたループバックデータである。受信データ解析部 1 4 は、ループバックデータと送信データ生成部 1 2 で生成したテストデータとの比較を行い、比較結果を制御部 1 1 に送信する。

【 0 0 3 1 】

制御部 1 1 は、受信データ解析部 1 4 から受信した比較結果に基づき、次の動作を判断する。さらに、制御部 1 1 は、受信データ解析部 1 4 から応答が無い場合、タイムアウトの処理を行う。この動作については、後に詳述する。

30

【 0 0 3 2 】

送受信部 2 1 は、送信装置 1 0 からイーサネット（登録商標）回線を介して受信したフレームをループバックさせてイーサネット（登録商標）回線を介して送信装置 1 0 へ送信する。制御部 2 2 は、送受信部 2 1 のループバックや受信側フレーム間ギャップ許容値の設定を行う。

【 0 0 3 3 】

なお、これらの各機能の全て又は一部は、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）や PLD（Programmable Logic Device）や FPGA（Field Programmable Gate Array）等のハードウェアを用いて実現されても良い。

40

【 0 0 3 4 】

次に、図 3 を参照して、実施の形態 1 に係るフレーム間ギャップ制御方法について説明する。図 3 は、実施の形態 1 に係るフレーム間ギャップ制御方法の一例を示すフロー図である。はじめに、受信装置 2 0 の制御部 2 2 が送受信部 2 1 のループバック設定を行う（ステップ S 1 0 0）。制御部 2 2 に対する指示は、受信装置 2 0 の操作者が行うことができる。なお、送信装置 1 0 からリモートで送受信部 2 1 のループバック設定を行うことも可能である。この場合、制御部 1 1 はイーサネット（登録商標）を経由して送受信部 2 1 の設定を変更する。このループバック設定により、送受信部 2 1 は、送信装置 1 0 から送

50

信されたテストデータを受信し、受信したデータをそのまま送信装置 10 へ送り返すことが可能となる。

【0035】

次に、送信データ生成部 12 がテストデータの生成を行う（ステップ S 101）。テストデータの生成は、制御部 11 から送信データ生成部 12 に送信される、送信フレーム間ギャップ長等を含むテストデータの設定値に基づいて行われる。また、テストデータに関する設定値は、制御部 11、送信データ生成部 12、受信データ解析部 14 で互いに共有できる状態とされる。

【0036】

なお、テストデータの送信フレーム数は、フレーム間に所定の長さの送信フレーム間ギャップを挿入した最小 2 フレームで、該送信フレーム間ギャップでの通信が正常に行われるか否かを判断することが可能である。しかし、突発的な短いフレーム間ギャップは受信装置 20 で正常に受信できてしまい、同じ送信フレーム間ギャップ長で、連続でデータを送信しなければ通信エラーにはならない場合がある。

10

【0037】

また、短い送信フレーム間ギャップ長のデータを受信した際、受信装置 20 が受信できないのではなく、送信装置 10 にデータ送信の停止を求める仕様もある。この場合、送信装置 10 にデータ送信の停止を求めても、既に 2 フレーム送信し終えている可能性があり、短い送信フレーム間ギャップ長のデータであるにも関わらず正常に通信できてしまうことがある。よって、テストデータが 2 フレームだけでは、通信エラーを検出することができない場合があるため、送信データ生成部 12 では 2 より大きいフレーム数のテストデータを生成することが望ましい。

20

【0038】

次に、送信装置 10 から受信装置 20 へテストデータの送信を行う（ステップ S 102）。まず、送信データ生成部 12 から送受信部 13 へテストデータが送られる。このとき、送信データ生成部 12 から制御部 11 へ、送信データ生成部 12 がテストデータを送信したことを通知して、制御部 11 でその時刻を記録する。そして、送受信部 13 が、送信データ生成部 12 から受信したテストデータをイーサネット（登録商標）回線に合わせたフレームに変換して、受信装置 20 へ送信する。なお、送受信部 13 は、フレーム間に、送信データ生成部 12 において設定された送信フレーム間ギャップ長に合わせたフレーム間ギャップを挿入したテストデータを送信する。

30

【0039】

送信装置 10 からテストデータを受信した送受信部 21 は、テストデータを問題なく受信できた場合、ループバックによりテストデータを送信装置 10 へ送り返す（ステップ S 103）。そして、送受信部 13 が受信装置 20 からループバックデータを受信したか否かが判断される（ステップ S 104）。ループバックデータを受信した場合（ステップ S 104、YES）、送受信部 13 は、受信装置 20 から受信したフレームからテストデータを抜き出して、受信データ解析部 14 へ送信する。そして、受信データ解析部 14 は、送受信データ（送信データ生成部 12 で生成したテストデータとループバックデータ）の内容が一致しているか否かを判断し（ステップ S 105）、通信が正常に行われたか否かを確認する。

40

【0040】

テストデータとループバックデータが一致する場合（ステップ S 105、YES）、送信データ生成部 12 で生成したテストデータの送信フレーム間ギャップ長が送受信部 21 の受信側フレーム間ギャップ許容値以上であると判断され（ステップ S 106）、その結果を制御部 11 へ通知する。次に、制御部 11 は、送信データ生成部 12 へ 1 つ前の送信フレーム間ギャップ長よりも 1 バイト減らした送信フレーム間ギャップ長とする設定値を送信する。この設定値に基づき、送信データ生成部 12 は、1 つ前に送信したテストデータの送信フレーム間ギャップ長よりも 1 バイト減らした送信フレーム間ギャップ長の新たなテストデータを生成する。

50

【 0 0 4 1 】

同様に、送信装置 1 0 から新たなテストデータを送信し、受信装置 2 0 でループバックして、送信装置 1 0 でループバックデータを受信する。このステップ S 1 1 0 から S 1 0 7 の処理を、送信装置 1 0 がループバックデータを受信できなくなるまで繰り返す。

【 0 0 4 2 】

送受信部 2 1 の受信側フレーム間ギャップ許容値が送信装置 1 0 から受信したテストデータの送信フレーム間ギャップ長よりも大きい場合には、送受信部 2 1 で正常にテストデータを受信することができない。この場合、送受信部 2 1 は、送信装置 1 0 へループバックデータを送り返すことができず（ステップ S 1 0 4、NO）、受信データ解析部 1 4 から制御部 1 1 へループバックデータを受信したことを通知できない状態になる。このように受信データ解析部 1 4 から応答がない状態が続いた場合、制御部 1 1 はタイムアウトの処理を行い（ステップ S 1 0 8）、ループバックデータを受信しなかったという結果になる。

10

【 0 0 4 3 】

これにより、送信データ生成部 1 2 に設定した送信フレーム間ギャップ長が送受信部 2 1 の受信側フレーム間ギャップ許容値よりも短いと判断される（ステップ S 1 0 9）。そして、タイムアウトが発生する 1 つ前のテストデータの送信フレーム間ギャップ長、すなわち、現在のテストデータの送信フレーム間ギャップ長から 1 バイト増やす（ステップ S 1 1 0）。

【 0 0 4 4 】

この現在のテストデータの送信フレーム間ギャップ長から 1 バイト増やした送信フレーム間ギャップ長と、受信側フレーム間ギャップ許容値とは、同じ値になっているものと判断される（ステップ S 1 1 1）。このように実施の形態 1 では、テストデータの送信フレーム間ギャップ長を 1 バイトずつ減らしながら、テストデータの送受信を繰り返すことにより、送信フレーム間ギャップ長と受信側フレーム間ギャップ許容値との関係を把握することが可能となる。

20

【 0 0 4 5 】

この送信フレーム間ギャップ長は、最小送信フレーム間ギャップ長として送信データ生成部 1 2 に設定される（ステップ S 1 1 2）。以降の通信では、送信データ生成部 1 2 に設定した最小の送信フレーム間ギャップ長以上の送信フレーム間ギャップで通信を行う。これにより、送信装置 1 0 と受信装置 2 0 間のフレーム間ギャップの不整合による通信エラーを回避することが可能となる。

30

【 0 0 4 6 】

なお、制御部 1 1 でタイムアウトが発生する他の条件として、送受信部 2 1 で送信フレーム間ギャップ長が受信側フレーム間ギャップ許容値よりも短いことを認識した後に、送受信部 2 1 から送受信部 1 3 に対して、イーサネット（登録商標）通信のシグナリングを利用して、送受信部 1 3 のテストデータの送信を停止させることもある。この場合、はじめの数フレームは正常に通信できるが、ある時点から送受信部 1 3 がループバックデータを受信せず、受信データ解析部 1 4 から応答がない状態となり、制御部 1 1 でタイムアウトが発生する。そして、ステップ S 1 0 8 のタイムアウトが発生した場合と同様の処理がなされる。

40

【 0 0 4 7 】

また、ステップ S 1 0 5 において、テストデータとループバックデータが一致しない場合（ステップ S 1 0 5、NO）、送信データ生成部 1 2 に設定した送信フレーム間ギャップ長が送受信部 2 1 の受信側フレーム間ギャップ許容値よりも短いと判断され（ステップ S 1 0 9）、ステップ S 1 1 0 以降の処理が実行される。

【 0 0 4 8 】

送受信部 1 3 と送受信部 2 1 との間で送受信されるテストデータは、イーサネット（登録商標）フレームのペイロード部を使用してもよく、フレーム間ギャップを使用しても良い。図 4 は、イーサネット（登録商標）フレームの一例を示す図である。図 4（a）は、

50

通常のイーサネット（登録商標）フレームを示しており、図4（b）は、イーサネット（登録商標）フレームのフレーム間ギャップ（IFG）にテストデータ専用のフレームを埋め込んだ例を示している。

【0049】

図4（a）に示すように、前のイーサネット（登録商標）フレームから次のイーサネット（登録商標）フレームを送るまでの間にはフレーム間ギャップが設けられている。フレーム間ギャップを使用したテストデータの送受信は、図4（b）に示すように、テストデータ専用のフレームをフレーム間ギャップに埋め込むことにより実現することができる。テストデータ専用のフレームは、専用プリアンプルとテストデータから成る。

【0050】

テストデータを送受信する際、イーサネット（登録商標）フレームのペイロード部を使用すると高レイヤでの処理となり複雑化してしまうが、フレーム間ギャップを使用することで、テストデータ送受信の仕組みを簡素化できる長所がある。送信装置10と受信装置20が1対1で接続される場合、専用プリアンプルを先頭に付与することでイーサネット（登録商標）フレームのヘッダを不要にすることができる。また、送信データ生成部12で生成したテストデータは受信データ解析部14と共有しているため、イーサネット（登録商標）フレームのフレームチェックシーケンス（FCS）を不要にできる。

【0051】

以上説明したように、実施の形態1によれば、通信装置の送受信間でフレーム間ギャップ長の不整合による通信エラーを自動で回避することが可能となる。また、テストデータの送信フレーム数を、最小の2フレームではなく、多数のフレームとすることで、より正確に通信エラーの有無を判断することができ、送信フレーム間ギャップ長と受信側フレーム間ギャップ許容値との関係をより正確に把握することが可能となる。

【0052】

送信フレーム間ギャップ長と受信側フレーム間ギャップ許容値との関係は、必ずしも容易に判断できるものではなく、一旦は最適な最小送信フレーム間ギャップ長の値が決定したとしても、実は受信側フレーム間ギャップ許容値に対して送信フレーム間ギャップ長が短くなっている可能性がある。その場合は、本来のイーサネット（登録商標）通信を行っている最中でも、再度、送信フレーム間ギャップの調整を行う必要がある。

【0053】

この場合、上述のように、イーサネット（登録商標）フレームのフレーム間ギャップにテストデータ専用のフレームを埋め込むことで、通常のイーサネット（登録商標）通信には影響を与えずに、テストデータ送受信することが可能となる。

【0054】

実施の形態2 .

実施の形態2に係るフレーム間ギャップ制御方法について、図5を参照して説明する。図5は、実施の形態2に係るフレーム間ギャップ制御方法を説明するフロー図である。なお、図5において、ステップS200～S209の処理は、図3のステップS100～S109の処理と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【0055】

制御部11でタイムアウトが発生した場合（ステップS108）、実施の形態1では送信データ生成部12において送信フレーム間ギャップ長を1バイト増やして、送信フレーム間ギャップ長と受信側フレーム間ギャップ許容値とが等しくなると判断した。

【0056】

通常、受信側フレーム間ギャップ許容値は受信側で許容できる最小限のバイト数に設定されることが多いが、場合によってはマージンを持たせていることもある。実施の形態2では、このような場合に、受信側フレーム間ギャップ許容値を調整することで、送受信間のフレーム間ギャップ長の不整合を解消する。

【0057】

ステップS208において、受信データ解析部14でループバックデータを受信するこ

10

20

30

40

50

とができず、制御部 1 1 でタイムアウトが発生すると、制御部 1 1 はイーサネット（登録商標）通信を経由して送受信部 2 1 の設定変更を指示する。

【 0 0 5 8 】

制御部 1 1 からの設定変更の指示を受けた送受信部 2 1 は、受信側フレーム間ギャップ許容値を 1 バイト減らす設定を行う（ステップ S 2 1 0）。ただし、受信側フレーム間ギャップ許容値には最小値がある。IEEE 802.3 規格では、受信側フレーム間ギャップ許容値は 8 バイト未満には設定できない。さらに、各メーカーの設計仕様によっては、受信側フレーム間ギャップ許容値は 8 バイト以上の値が最小値となる場合もある。このため、制御部 2 2 は、受信側フレーム間ギャップ許容値が最小値以下に設定できないようにガードする機能を有する。

10

【 0 0 5 9 】

その後、再度同じ送信フレーム間ギャップ長のテストデータが送信され、正常に通信できることが確認される。これにより、現在のテストデータの送信フレーム間ギャップ長と、受信側フレーム間ギャップ許容値から 1 バイト減らした値とは、同じ値になっているものと判断される（ステップ S 2 1 1）。この送信フレーム間ギャップ長は、最小送信フレーム間ギャップ長として送信データ生成部 1 2 に設定される（ステップ S 2 1 2）。このように実施の形態 2 では、受信側フレーム間ギャップ許容値を 1 バイト減らすことで、送信装置 1 0 と受信装置 2 0 間のフレーム間ギャップの不整合による通信エラーを回避することが可能となる。

【 0 0 6 0 】

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

20

【符号の説明】

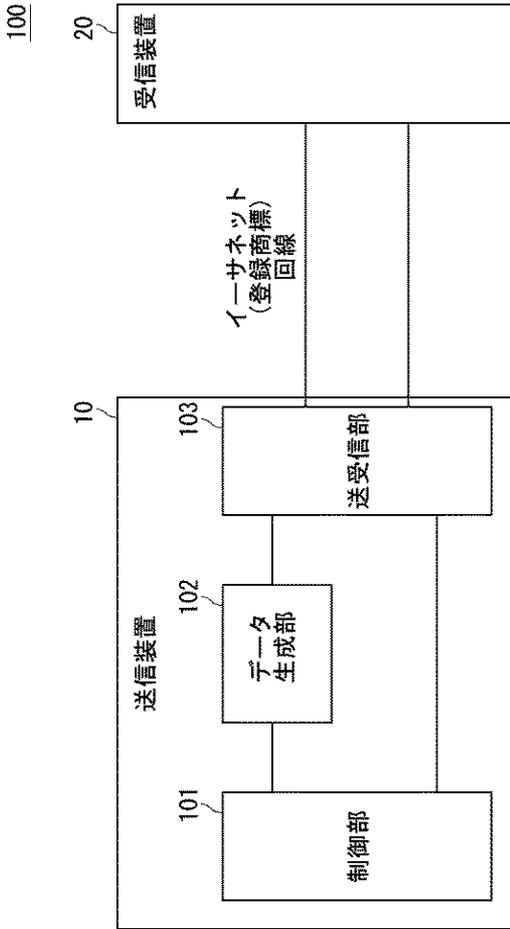
【 0 0 6 1 】

- 1 送信側 M A C
- 2 送信側 P H Y
- 3 受信側 P H Y
- 4 受信側 M A C
- 1 0 送信装置
- 1 1 制御部
- 1 2 送信データ生成部
- 1 3 送受信部
- 1 4 受信データ解析部
- 2 0 受信装置
- 2 1 送受信部
- 2 2 制御部
- 1 0 0 フレーム間ギャップ制御システム
- 1 0 1 制御部
- 1 0 2 データ生成部
- 1 0 3 送受信部

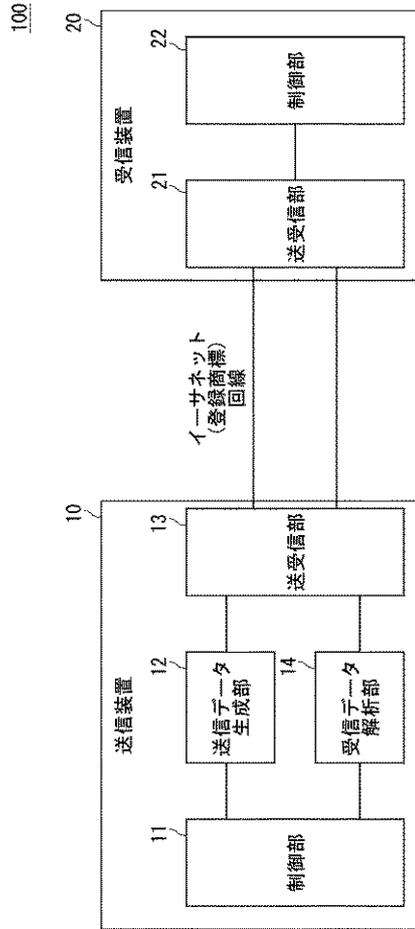
30

40

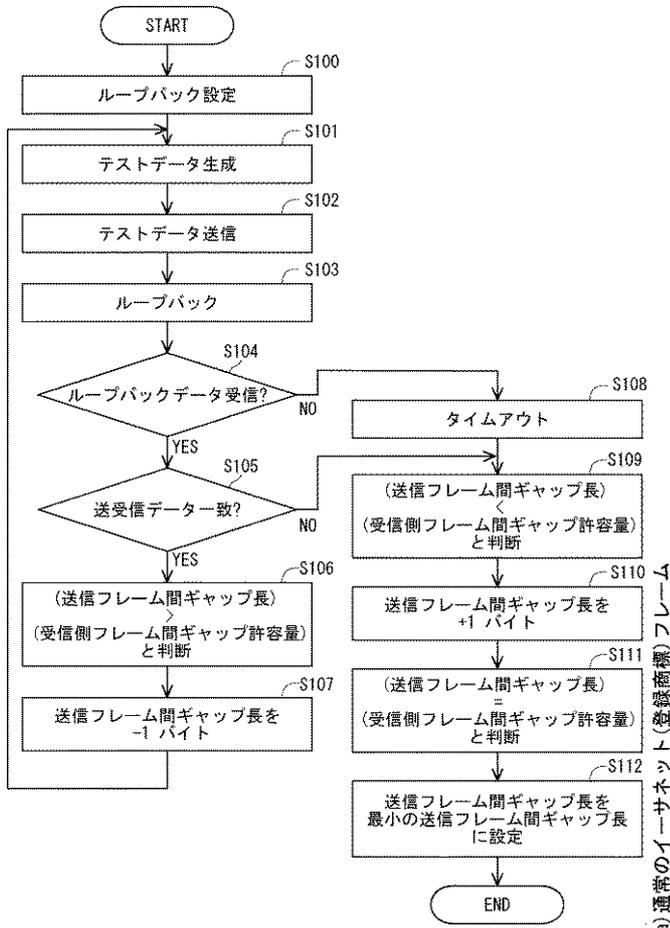
【図1】



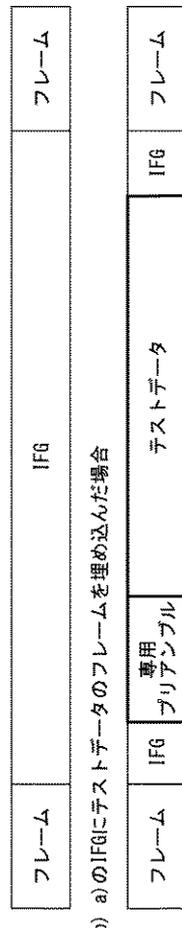
【図2】



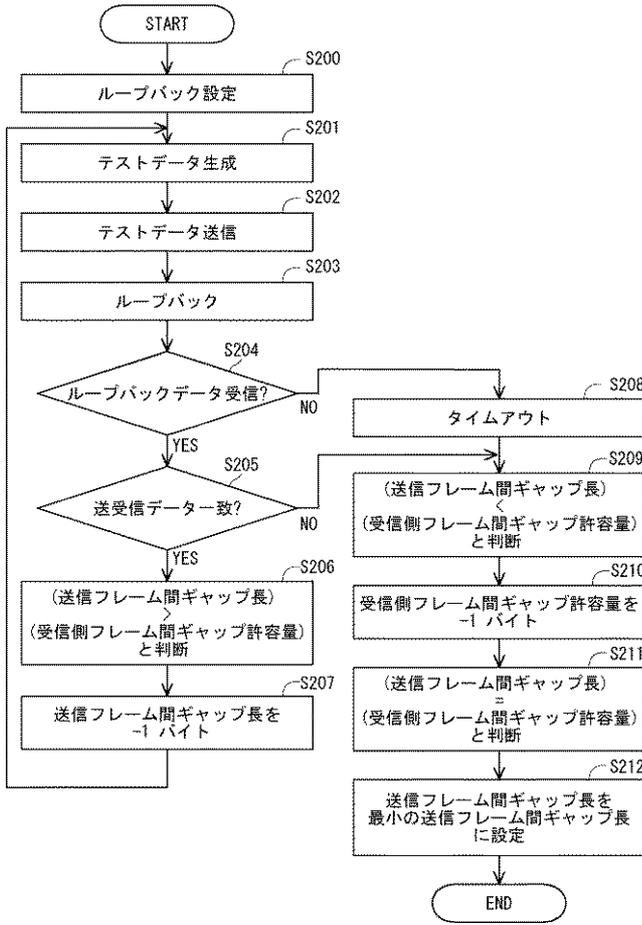
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

