

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4180332号  
(P4180332)

(45) 発行日 平成20年11月12日(2008.11.12)

(24) 登録日 平成20年9月5日(2008.9.5)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4J	3/14	(2006.01)	HO4J	3/14	Z
HO4J	3/06	(2006.01)	HO4J	3/06	Z

請求項の数 12 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2002-263177 (P2002-263177)	(73) 特許権者	306043703
(22) 出願日	平成14年9月9日(2002.9.9)		エヌエックスピー ビー ヴィ
(65) 公開番号	特開2003-198498 (P2003-198498A)		NXP B. V.
(43) 公開日	平成15年7月11日(2003.7.11)		オランダ国 5656 エイジー アイ
審査請求日	平成17年9月7日(2005.9.7)		ドーフエン ハイ テク キャンパス 6
(31) 優先権主張番号	10144070.7		O
(32) 優先日	平成13年9月7日(2001.9.7)	(74) 代理人	100075812
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		弁理士 吉武 賢次
		(74) 代理人	100088889
			弁理士 橋谷 英俊
		(74) 代理人	100107582
			弁理士 関根 毅
		(74) 代理人	100112793
			弁理士 高橋 佳大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信ネットワークとこの通信ネットワークの制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも二つのネットワークノードを備え、前記ネットワークノード間をデータが伝送媒体を介して伝送される通信ネットワークであって、

前記伝送媒体にアクセスするためのタイムスロットを前記ネットワークノードに割り当てるための通信スケジュールが設けられ、

前記ネットワークノードの各々が、前記ネットワークノードによる前記伝送媒体へのアクセスを前記通信スケジュールに従って制御するための第一のスケジュールを有する少なくとも一つの通信コントローラを備え、

前記通信ネットワークが、前記ネットワークノードによる前記伝送媒体へのアクセスを監視スケジュールに従って監視するための第二のスケジュールを有する少なくとも一つのバスガーディアンを備え、

前記通信コントローラが、独立な局部クロック信号と、通信システムの少なくとも一つのパラメータによって影響されることがある大域クロック信号とを発生するための手段を備え、

前記大域クロック信号が、前記通信コントローラの前記第一のスケジュールと前記バスガーディアンの前記第二のスケジュールとの両方を制御するために用いられることを特徴とする通信ネットワーク。

【請求項2】

前記バスガーディアンが第一の監視回路を備え、前記第一の監視回路が、前記通信コン

10

20

トローラの前記大域クロック信号を、前記通信コントローラの前記局部クロック信号を用いて監視することを特徴とする請求項 1 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 3】

前記バスガーディアンがバスガーディアン発振器を備え、前記バスガーディアン発振器が局部クロック信号を第二の監視回路に供給し、前記第二の監視回路が、前記通信コントローラの局部クロック信号を、前記バスガーディアンの局部クロック信号を用いて監視することを特徴とする請求項 1 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 4】

前記バスガーディアン発振器が、RC 発振器からなることを特徴とする請求項 3 に記載の通信ネットワーク。

10

【請求項 5】

前記バスガーディアンが故障監視回路を備え、前記故障監視回路が、前記バスガーディアン発振器の故障を監視し、前記バスガーディアン発振器の故障が検出された場合、前記故障監視回路が、そのバスガーディアンと関連する前記ネットワークノードによる前記伝送媒体へのアクセスを阻止するか、又は、エラーメッセージを生成することを特徴とする請求項 3 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 6】

前記通信ネットワークの前記通信コントローラ内にアルゴリズムが実装され、前記アルゴリズムによって前記通信コントローラの大域クロック信号が互いに又は基準信号に対して調節されることを特徴とする請求項 1 に記載の通信ネットワーク。

20

【請求項 7】

前記第一の監視回路がカウンタを備え、前記カウンタが、前記局部クロック信号の周期の数を前記大域クロック信号の一つ又は複数の周期に渡ってカウントし、カウントされた周期の数が所定の許容範囲から外れる場合は、前記第一の監視回路がそのバスガーディアンと関連する一つ又は複数の前記ネットワークノードによる前記伝送媒体へのアクセスを阻止することを特徴とする請求項 2 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 8】

前記第二の監視回路がカウンタを備え、前記カウンタが、前記通信コントローラの前記局部クロック信号の周期の数を前記局部クロック信号の一つ又は複数の周期に渡ってカウントし、カウントされた周期の数が所定の許容範囲から外れる場合は、前記第二の監視回路が、そのバスガーディアンと関連する一つ又は複数の前記ネットワークノードによる前記伝送媒体へのアクセスを阻止することを特徴とする請求項 3 に記載の通信ネットワーク。

30

【請求項 9】

前記通信コントローラが水晶発振器を備え、前記通信コントローラの前記局部クロック信号が、前記水晶発振器の信号から固定分周器を用いて生成され、前記通信コントローラの前記大域クロック信号が、前記水晶発振器の信号から可変分周器を用いて生成され、前記可変分周器の分周比が、前記通信システムの少なくとも一つのパラメータによって影響されることがあることを特徴とする請求項 1 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 10】

少なくとも一つのバスガーディアンを備える通信ネットワーク用の通信コントローラであって、

ネットワークノードの各々が、少なくとも一つの通信コントローラを備え、

前記通信コントローラが、前記ネットワークノードによる前記通信ネットワークの伝送媒体へのアクセスを通信スケジュールに従って制御するための第一のスケジューラを備え、

前記通信コントローラが、独立な局部クロック信号と、前記通信ネットワークの少なくとも一つのパラメータによって影響されることがある大域クロック信号とを発生するための手段を備え、

前記バスガーディアンが、前記ネットワークノードによる前記伝送媒体へのアクセスを

50

監視スケジュールに従って監視するための第二のスケジューラを備え、

前記大域クロック信号が、前記通信コントローラの前記第一のスケジューラと前記バスガーディアンの第二のスケジューラとの両方を制御するために用いられることを特徴とする通信コントローラ。

【請求項 1 1】

少なくとも一つの通信コントローラを備える少なくとも一つのネットワークノードによる通信ネットワークの伝送媒体へのアクセスを監視スケジュールに従って監視するための通信ネットワーク用のバスガーディアンであって、

前記バスガーディアンが第一の監視回路を備え、前記第一の監視回路が、前記通信コントローラの大域クロック信号を前記通信コントローラの局部クロック信号を用いて監視す

10

【請求項 1 2】

少なくとも二つのネットワークノードを備え、前記ネットワークノード間をデータが伝送媒体を介して伝送される通信ネットワークを制御するための方法であって、

前記伝送媒体にアクセスするためのタイムスロットを前記ネットワークノードに割り当てるための通信スケジュールが設けられ、

前記ネットワークノードの各々が、前記ネットワークノードによる前記伝送媒体へのアクセスを通信スケジュールに従って制御するための第一のスケジューラを有する少なくとも一つの通信コントローラを備え、

前記通信ネットワークが、前記ネットワークノードによる前記伝送媒体へのアクセスを監視スケジュールに従って監視するための第二のスケジューラを有する少なくとも一つのバスガーディアンを備え、

20

前記通信コントローラが、独立な局部クロック信号と、通信システムの少なくとも一つのパラメータによって影響されることがある大域クロック信号とを生成し、

前記大域クロック信号が、前記通信コントローラの前記第一のスケジューラと前記バスガーディアンの前記第二のスケジューラとの両方を制御することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は通信ネットワーク及びこの通信ネットワークを制御するための方法に関する。このような通信ネットワークがTTP: "Drive by Wire" in greifbarer Nahe", Dr. Stefan Polenda, Georg Kroiss; "Elektronik", No. 14, 1999, pages 36 -43において説明されている。

30

【0002】

【従来の技術】

例えば自動車産業において用いられるようなこのような分散型リアルタイムコンピュータシステムに対しては、TTPやFlexRayなどの時間トリガされる通信プロトコルが一般的に受け入れられるようになってきている。この媒体アクセスプロトコルは、システム的设计時に事前に決定される固定された通信スケジュールに基づき、このスケジュールにおいては、各通信ノードに対して、そのノードがある通信サイクル内のいつデータを送信するかが決定される。

40

【0003】

局部クロック源の公差のために、様々なノードの通信スケジュールが互いに少しずれる可能性がある。このような偏差にもかかわらず重複が発生しないようにデータパケットの間には間隔(「フレーム間隔(interframe gap)」)が挿入されるが、この間隔は、勿論、効率の観点から可能な限り短くされるべきである。例えばTTP/Cに対して使用されるように、分散型通信コントローラ内での大域クロック同期に焦点を当て手段によってこのような偏差を大きく低減し、これによって「フレーム間隔」をかなり短くすることができる。

【0004】

50

時間トリガされる通信プロトコルの場合は、特にノードがスケジューリングの際に決められた時間においてのみデータを送信することが重要である。特別な保全措置を講じない限り、常に誤った時間に送信する単一の欠陥ノード（バブリングイデオット、babbling idiot）によって全てのデータトラフィックがブロックされてしまうことがある。これを防止するために、上述のプロトコルの場合は、伝送媒体へのアクセスが通常はバスガーディアン（bus guardian）によって保全の目的で監視される。バスガーディアンは独立した時間基準（time base）と、媒体への書込みアクセスを指定された時間スロットとこの時間スロットの前後の短な許容範囲内においてのみ許可するスケジューラを有する。バスガーディアンが通信コントローラがそれに割り当てられた時間期間の外側でデータバスに書き込もうとしていることに気づいた場合、バスガーディアンはこのアクセスを停止し、故障状況を示す信号を送り、この通信コントローラがその後バスにアクセスすることを永久的に阻止する。こうして、バスガーディアンはネットワークノードの「フェールサイレント特性（fail-silent property）を保証する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

通信コントローラとバスガーディアンは可能な限り独立に動作するように設計される。従来の技術においては、通信コントローラとバスガーディアンは互いに独立したクロック源を用いて動作し、通信サイクル当たり一度のみバスガーディアンは通信コントローラによっていわゆるARM信号を用いて同期される。しかし、バスガーディアンに自身のクロックを設けることは、結果としてコストが増加するばかりか、システム設計の制約及び設計後何年にも渡ってクロック周波数の偏差に起因するタイムスロットの重複が発生しないように「フレーム間間隔」を特定の大きさにすることを要求されるために効率の低下を招くこととなる。

【0006】

本発明の1つの目的は上述の様々な短所を回避できる通信ネットワークを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明によるとこの目的は、少なくとも2つのネットワークノードを備え、これらノード間をデータが伝送媒体を介して伝送される通信ネットワークであって、ネットワークノードに伝送媒体にアクセスするためのタイムスロットを割り当てるための通信スケジュールが設けられ、ネットワークノードの各々はネットワークノードによる伝送媒体へのアクセスを通信スケジュールに従って制御するための第一のスケジューラを有する少なくとも1つのコントローラを備え、通信ネットワークはネットワークノードによる伝送媒体へのアクセスを監視スケジュールに従って監視するための第二のスケジューラを有する少なくとも1つのバスガーディアンを備え、通信コントローラは独立な局部クロック信号と通信システムの少なくとも1つのパラメータによって影響される大域クロック信号を生成するための手段を備え、大域クロック信号が通信コントローラの第一のスケジューラとバスガーディアンの第二のスケジューラの両方を制御するために用いられることを特徴とする通信ネットワークによって達成される。

【0008】

本発明は、伝送媒体へのアクセスが巡回時分割多元アクセス法（cyclic time division method, TDMA）に従って進行し、バスガーディアンが1つ或いは複数のネットワークノードの通信スケジュールを監視し、媒体へのアクセスを事前に定められた通信スケジュールの関数として許可する分散型通信システムに用いるのに適する。

【0009】

バスガーディアンは、通信コントローラによって供給される大域クロック信号を用いて同

10

20

30

40

50

期される。この大域クロック信号は通信システムの少なくとも1つのパラメータによって影響される。この大域クロック信号は、例えば通信コントローラの大域クロック同期に対して必要とされる修正を追従する。この大域クロック同期においては、例えば個々の通信コントローラの大域クロック信号が互いに或いは外部参照信号に対して調節される。第二の局部クロック信号はこれら修正とは独立であり、例えば通信コントローラの水素発振器から静的(固定的)に生成される。

【0010】

好ましくは、この局部クロック信号が大域クロック信号を監視するために用いられる。

【0011】

分布型の複数のノードの各々が自身のバスガーディアンを有する解決方法に加えて、星型ネットワークの場合は、1つの中央バスガーディアンを設け、この中央バスガーディアンによってこの星型ネットワーク(star coupler)に接続された全てのノードの通信を監視する解決方法も可能である。

【0012】

本発明において提唱される方法によると、通信コントローラの大域クロック信号を用いてバスガーディアンの同期を連続的に遂行することで、上述の短所を伴うことなく通信コントローラの時間の監視が達成される。この方式によると、バスガーディアンは、通信コントローラの非常に正確で長期間に渡って安定なクロック源、及び分散型通信コントローラの大域クロック同期用のアルゴリズムを有効に活用し、従来の解決方法においてバスガーディアンに対して要求された水素発振器が不用となる。この方式によると、通信コントローラへの依存性が大きくなるが、これを克服するために、通信コントローラから供給されるクロック信号の監視がバスガーディアン内で適当な「ウォッチドッグ(watchdog)」回路を用いて行われる。この方式では、好ましくは、通信コントローラの局部クロック信号が通信コントローラの大域クロック信号を監視するために用いられる。

【0013】

時間トリガされる通信プロトコルを用いて動作する分散型リアルタイムコンピュータシステムにおいては、独立な局部クロック源に起因する時間公差が存在する場合でも、個々の通信コントローラ内に共通の時間の概念を確保することが重要となる。これは、例えば、温度制御された長期間安定な水素発振器を用いて達成される。例えば自動車セクタに適用する際に考慮することが必要となるような、環境条件があまり良くなく、しかも、何年もの動作期間に渡って保守が行われないような状況では、厳しい公差を満足することが要求される。このような条件下においても、データパケットの重複が伝送媒体上で発生しないことを確保するためには、データパケット間にかなり大なる間隔が要求される。このように大きな間隔が要求される理由の1つは、従来のシステムにおいては通信コントローラは各通信サイクルの開始においてたった1度しか同期されないことにある。この方式では、通信サイクルが進むにつれてたとえ小さな偏差でも次第に累積されたため、誤りのない通信(fault-free communication)を確保するためにはどうしても「フレーム間間隔」を長くすることが必要となる。ただし、「フレーム間間隔」を長くすると、とりわけ、例えば自動車技術におけるように比較的小さなパケットが伝送されるシステムにおいてはデータ伝送効率が劣化する。

【0014】

本発明は、バスガーディアンを通信コントローラの大域クロック信号を用いて絶えず同期するという概念に依拠する。この同期により、データバスを厳格な時間公差にて不当な書込みアクセスから保護することが可能となり、加えて、バスガーディアンは、この目的のために、公差(誤差)が小さく、長期に渡って高い安定性を有するクロック発振器を独自に維持する必要がなくなる。この目的を達成するためには、通信コントローラ内には、通常、既に大域クロック信号として用いるための内部クロック信号が存在し、これは大域クロック同期に対する全ての修正を受けているという事実が活用される。ここで考慮中のプロトコルの場合は、この内部クロックはマクロチック(macrotick)としても知られている。ノードの全てのバスアクセスは、このマクロチックの刻み(resolution)に合わせて

10

20

30

40

50

進行するが、この刻み幅は、通常、実際のクロック信号の周期期間 (period duration) よりも非常に小さく、ある程度までシステム精度に対応することを要求される。このことは、データパケットの長さ或いは間隔はマクロチックにて定義されることを意味する。グローバルクロック同期に対する周知の方法は、このマクロチックの周期期間を、クロック周波数がずれた場合でもバス上の所定の時分割多元スキームが厳格な公差にて満足されるように修正することに基づく。

#### 【 0 0 1 5 】

このマクロチック信号を、通信コントローラのクロックから直接に生成され、修正は受けてないいわゆるバスガーディアン (bus guardian、BG) チックと呼ばれるもう1つのクロック信号と共に用いることで、バスガーディアンが動作される。バスガーディアンのクロック発振器は、従来の技術においてはこれに対して長期に渡って安定な水晶発振器が必要とされたが、完全に省くこともできる。ただし、「ウォッチドッグ」にて通信コントローラによって生成された局部クロック信号を監視ために、高いクロック周波数精度は必要とされない発振器が必要となる。この発振器には、例えばRC発振器を用いることができる。これはコスト面でかなり有利であることに加えて、これは集積回路の形態で実現できるため、その後のバスガーディアンへの一体化を簡素化できる。

10

#### 【 0 0 1 6 】

バスガーディアンを通信コントローラの大域クロック信号を用いて同期することで、この通信コントローラ上で大域クロック同期のために実行されるアルゴリズムはバスガーディアンに対しても影響を持つこととなる。この緊密な結びつきにより、通信コントローラに対するクロック発振器の公差が比較的大くても、バスへのアクセスを非常に厳格な時間公差にて監視することが可能になる。この通信プロトコルの効率は、こうしてもはやバスガーディアンの要件によって決定されるのではなく、これは好ましいことであるが、通信コントローラに対するクロック発振器の精度と大域クロック同期に対するアルゴリズムによって決定されることとなる。

20

#### 【 0 0 1 7 】

バスガーディアンの時分割多元スキームに対する独立性はそのまま維持れるが、このスキームを達成するためには、もはや、バスガーディアン内のクロック発振器は用いられない。ただし、この方式では、通信コントローラとバスガーディアンとの間の上述の緊密な結びつきのために、バスガーディアンが通信コントローラの機能の信頼性により大きく依存することとなる。

30

#### 【 0 0 1 8 】

通信コントローラの大域クロック信号及び局部クロック信号に対する適当な監視回路を用いて、通信スケジュールから外れる媒体へのアクセスが阻止される。このような誤ったアクセス (faulty access) は、構成の誤り、大域クロック同期の誤り、クロック周波数偏差が大きな場合、或いはクロック信号の1つが完全に失われた場合などに発生する。このような状況が発生した場合、バスへのアクセスはブロックされ、こうして通信コントローラのフェールサイレント特性が確保される。

#### 【 0 0 1 9 】

1つの好ましい実施例においては、大域クロック同期によって影響された大域クロック信号の周期期間がウォッチドッグ回路によってテストされる。通信コントローラの独立な局部クロック信号が参照信号として用いられる。このテストの継続期間は大域クロック同期によって影響された大域クロック信号の1周期とすることも複数の周期とすることもできる。

40

#### 【 0 0 2 0 】

大域クロック同期によって影響された大域クロック信号のテストは、大域クロック時間を可能な限り速く行うために必要とされる場合は、通信サイクルの構成可能な部分 (configurable part) については停止することもできる。

#### 【 0 0 2 1 】

加えて、スケジューリングの誤り或いは通信コントローラのクロック生成の誤りに対する

50

保護措置として通信サイクルの継続期間をバスガーディアン内でテストすることもできる。このためには、通信サイクルの開始を示す同期信号（ARM）を用いることもできる。

【0022】

1つの好ましい実施例においては、同様にして、ウォッチドッグ回路を用いて独立な局部クロック信号の障害と総周波数偏差も監視される。このためには、参照としてバスガーディアンの局部クロック発生器が用いられるが、これもそれほど高い精度は要求されないため、RC発振器の形態とされる。

【0023】

もう1つのウォッチドッグ回路を用いてバスガーディアンの局部クロック発生器を障害を検出することもでき、このためには、例えば単安定フリップフロップ（アナログ回路）の時定数が参照として用いられる。

【0024】

ウォッチドッグ回路によって障害が検出された場合、バスガーディアンは媒体へのアクセスを停止し、誤りメッセージを上位のホストコントローラに送る。

【0025】

ネットワークスタートアップ時に望ましくない誤りメッセージが発生するのを回避するために、ノードによって最初の通信サイクルの開始（ARM信号）が示されるまで全てのウォッチドッグ回路の機能を抑圧することもできる。

【0026】

【発明の実施形態】

以下では図面に示される本発明の幾つかの実施形態を詳細に説明するが、ただし本発明はこれらに制限されるものではないことに注意する。

【0027】

図1は3つのネットワークノード1、2、3が存在し、これら3つのネットワークノードが設定された時間 $t_1$ 、 $t_2$ 及び $t_3$ においてのみ送信する通信ネットワークの通信スケジュールの一例を簡単に示す面である。

【0028】

図2は通信コントローラの通信スケジュールと、関連するバスガーディアン（bus guardian）の監視スケジュールと間の関係を示す図である。下側の行は、ノード $n$ に対する、ノード $n$ に通信スケジュールに従って割り当てられた送信のための時間期間を示す。この上には、バスガーディアンの起動時間（enable times）が示される。バスガーディアンは、ノードの送信期間より、少し早く起動され、少し遅れて停止（disabled）されるが、これら各々ノードの送信期間から各1公差窓（tolerance window）だけオフセットされる。

【0029】

図3は2つの通信ノードと、8個のデータパケット（フレーム）から成る通信サイクルから構成される時分割多重スキーム（time multiplex scheme）の一例を示す図である。この例は、これら2つのノードの送信時間が局部クロック源の公差のために次第にドリフトし、この通信サイクルの終わりの所では衝突の危険が生じる様子を示す。この例においては、これら衝突は「フレーム間間隔（interframe gaps）」を十分に長くすることで防止される。全てのノードは各通信サイクルの開始時にたった1度だけ特別なシンボルの受信によって同期され、その後、公差はサイクル長の増加とともに次第に増加することに注意する。「フレーム間間隔」の長さは、通信サイクルの全期間に対して一定なパラメータとして設定され、このサイクルの終わりにおいて可変的に大きくすることはできない。サイクル長が大きな場合、「フレーム間間隔」に対して要求される長さも大きくなり、このため、とりわけ、非常に短なデータパケットが送信されるような場合は、データ伝送の効率が阻害される。分散型通信コントローラを同期することに伴う上述の問題を回避するために、従って、それによって通信コントローラの連続的な同期が達成される大域クロック同期（global clock synchronization）に対する方法がしばしば用いられ、こうして、短な「フレーム間間隔」と、従って高い効率が達成され、クロック供給精度の要件がそれほど厳しくない場合は、経済的な解決が可能となる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 0 】

通信コントローラと関連するバスガーディアンとの間にも、今日のシステムにおいては、このような場合に対しても、独立なクロック源が用いられるために、これと非常に類似する同期の問題が発生する。

## 【 0 0 3 1 】

図4はネットワークノードのバスガーディアンが通信サイクルの最中にクロック周波数の偏差のためにドリフトする様子を示す図である。通信コントローラのデータパケットとバスガーディアンの起動時間との間に公差窓だけ大きくされた「フレーム間隔」が設けられることに注意する。この例では、バスガーディアンは、通信サイクルの開始時には正しい時間挙動を示すが、このサイクルの後半においては、通信コントローラの送信時間との偏差が次第に大きくなる。第五のデータパケットから先では、バスガーディアンの早く停止しすぎるために、データパケットの一部が切り取られることとなる。これは、ここでは「フレーム間隔」を大きくすることによってのみ解決することができる。

10

## 【 0 0 3 2 】

大域クロック同期にて通信コントローラの精度を向上させても、バスアクセスの発生精度を向上させること、従って、上述の理由から必要とされるに「フレーム間隔」を適当な長さに押さえることはできず、これは最終的には、バスガーディアンに対するクロック源の精度によって制約される。

## 【 0 0 3 3 】

図5は、従来の技術によるバスガーディアンの基本構造とこの通信コントローラへの接続を示す図である。バスガーディアンは、従来は、通信サイクルの開始時にたった一度のみ、通信コントローラによってARM信号を介して同期され、その後は、そのサイクルの終わりまで自身のクロック発振器の精度にて自由にランする。これは、通信コントローラとバスガーディアンとの間のクロック偏差が通信サイクルの終端に向かって次第に累積され、最終的にはバスガーディアンが自身のタスクを正常には遂行できなくなる可能性があることを意味する。大域クロック同期によって、全ての通信コントローラが共通の時間の概念を有することを保証することはできるが、これは、バスガーディアンには、バスガーディアンは独立性の理由から自身のクロック発振器を有するために、なんの影響も持たない。ただし、バスガーディアンのクロック周波数も同様の変動と長期的な変動を受け、このため、通信コントローラを同期するやり方では、どうしても上述のような長い「フレーム間隔」が必要となる。バスガーディアンに対しても追加的に大域クロック同期を行うことは、最も大きな理由としてバスガーディアンは通常はプロセッサを備えないためにコスト面で現実的でない。

20

30

## 【 0 0 3 4 】

図6は、通信ネットワークのノード内に実現された通信コントローラとバスガーディアンを備える本発明による通信ネットワークの一部と、ノードによるネットワークのデータバスへのアクセスの制御を示す図である。

## 【 0 0 3 5 】

通信コントローラは、大域クロック信号  $f_{MT}$  と局部クロック信号  $f_{mt}$  を発生する。

40

## 【 0 0 3 6 】

バスガーディアンのスケジューラはバスへのアクセスを大域クロック信号(マクロチック)  $f_{MT}$  に基づいて制御する。このマクロチック(macrotick)を監視するための  $WD_{f_{MT}}$  とBGチックを監視するための  $WD_{f_{BG}}$  の2つのウォッチドッグ回路が追加され、この実施例においては、通常用いられる水晶発振器の代わりに、集積RC発振器が用いられる。

## 【 0 0 3 7 】

バスガーディアンは絶えず関連する通信コントローラの内部クロック時間にて同期されるが、このクロック時間は典型的にはいわゆるマクロチックにて表される。このマクロチックは通信コントローラ内のクロック発振器の信号からデジタル分周器によって生成され、

50

この分周比は大域同期用のアルゴリズムによって、クロック周波数がずれた場合でも通信コントローラが時分多元スキームに正確に従うことができるように制御される。仮に、バスガーディアン内のスケジューラもこのマクロチックにてクロックした場合は、このスケジューラは、クロック同期に対して導入されたマクロチックの周期期間の変動を追従することとなる。通信コントローラとバスガーディアンの間のこの連続的な同期により、バスガーディアンの起動時間に対する公差ゾーンを非常に狭くすることが可能になり、こうして「フレーム間隔」を短くすることが可能になる。

【0038】

この同期のために、バスガーディアンは、自身の正確なクロック発振器を有することは不用となる。しかし、これまで用いられてきたバスガーディアンの局部クロック発振器の代りとしてのマクロチックに加えて、1つのクロック信号が必要となる。このいわゆるバスガーディアン (bus guardian、BG) クロックは、通信コントローラのクロック発振器から分周器によって直接に生成され、このため大域クロック同期からは独立したものとなる。

【0039】

BGチックは、バスガーディアンがバスへのアクセスの起動 (enabling) 或いは停止 (disabling) を制御する際の最大分解能 (maximum resolution) を決定する。この微細分解能クロック (fine resolution clock) としての用途に加えて、BGチックは、ウォッチドッグ回路を用いて、マクロチックの周期期間が設定された公差内に入るか否かをテストするためにも必要とされる。これらの限界はシステムを構成するときに設定され、例えば、クロック同期の結果としての許される偏差 (permissible deviations) は耐えられる値とされる。マクロチックの周期期間がこの公差から外れた場合、或いは信号が完全に失われた場合は、バスガーディアンは、バスへのアクセスをブロックできなければならない。監視の精度を増加するために、1マクロチック期間ではなく、構成可能な数の期間 (configurable number of periods) に渡って監視することもできる。こうして、要件によっては、監視は全サイクル長に渡って行うこともできる。加えて、ウォッチドッグ回路にて2つの連続するARM信号間のBGチックの数を決定することで、サイクルの長を監視することもできる。

【0040】

大域クロック同期に対して必要とされる修正をある通信サイクル全体に渡って均一に分散させるのではなく、この修正をある所定の内で、例えば、通信サイクルの開始時の数マクロチック内で行うこともできる。この場合は、マクロチックの周期期間をこれら短い期間において大きく修正することが必要となり、このためウォッチドッグ回路の精度ではマクロチックを正確に監視することは困難となることがある。これを防止するために、マクロチックのチェックは、通信サイクルの構成可能な部分 (configurable part) に対しては不能にすることも考えられる。

【0041】

追加のウォッチドッグ回路を用いて、BGチック信号自身の障害や、周波数のずれを監視することもできる。このウォッチドッグ回路は、類似のやり方でGBチック信号の周期期間をテストし、従って通信コントローラ内のクロック発振器の周期期間を間接的にテストする。この目的に対しては、公称周期期間からの総偏差 (gross deviation) を検出できればよいために、比較的公差の大きなクロック発振器を参照発振器として用いることができる。公称周波数からの小さな偏差は、通常は、通信コントローラ内の大域クロック同期用のアルゴリズムを用いて検出される。この目的に対してはコストを節約するため及び集積を容易にするためにRC発振器を用いることもできる。

【0042】

代替として、図5に示すバスガーディアンを複数のネットワークノードに対して用い、複数のネットワークノードによるアクセスを制御することもできる。これは星型ネットワークに対しては特に効果的である。

【0043】

図7はバスガーディアン (BG) チックを監視するためのウォッチドッグ回路  $WD_{f\_B}$

10

20

30

40

50

$f_{BG}$  の動作の基本的な方法を示す図である。信号  $f_{gw}$  は RC 発振器のクロック信号を周波数分割することで得られる。この信号を用いてゲート時間が定義され、このゲート時間内の BG チック信号  $f_{BG}$  のクロック周期の数が決定される。カウンタの結果を、公差ゾーン - と + によって定義される窓と比較し、偏差が過剰の場合は誤り信号が送信され、バスへのアクセスが直ちにブロックされる。第二のバスガードアン  $WD_{f_{MT}}$  も類似に構成されるが、異なる点として、このゲート時間はマクロチックの周期期間に対応し、BG - チックの数がカウントされる。これらウォッチドッグ回路を実際に使用する場合は、バスガードアンが、RC 発振器の故障や通信コントローラの  $f_{MT}$  及び  $f_{BG}$  信号に可能な限り短期間に応答してバスへのアクセスをブロックすることができ、故障時のノードのフェールサイレン特性 (fail-silent property) を確保できることが求められる。

10

【図面の簡単な説明】

【図 1】 3つのネットワークノード 1、2、3 が存在し、これら 3つのネットワークノードが設定された時間  $t_1$ 、 $t_2$ 、及び  $t_3$  においてのみ送信する通信ネットワークの通信スケジュールの一例を簡単に示す図である。

【図 2】 通信コントローラの通信スケジュールと、関連するバスガードアンの監視スケジュールとの間の関係を示す図である。

【図 3】 2つの通信ノードと、8個のデータパケット(フレーム)から成る通信サイクルから構成される時分割多元スキームを簡略的に示す図である。

【図 4】 ネットワークノードのバスガードアンが通信サイクルの最長にクロック周波数の偏差のためにドリフトする様子を示す図である。

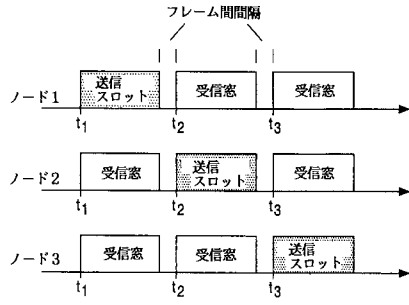
20

【図 5】 従来技術によるバスガードアンの基本構造とこの通信コントローラへの接続を示す図である。

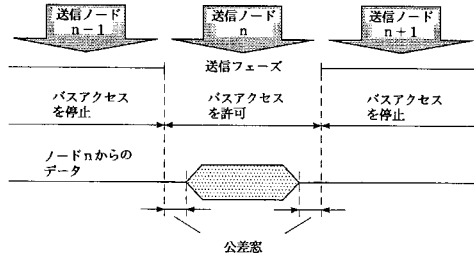
【図 6】 通信ネットワークのノード内に実現された通信コントローラとバスガードアンを備える本発明による通信ネットワークの一部と、ノードによるネットワークのデータバスへのアクセスの制御を示す図である。

【図 7】 BG チックを監視するためのウォッチドッグ回路  $WD_{f_{BG}}$  の動作の基本的な方法を示す図である。

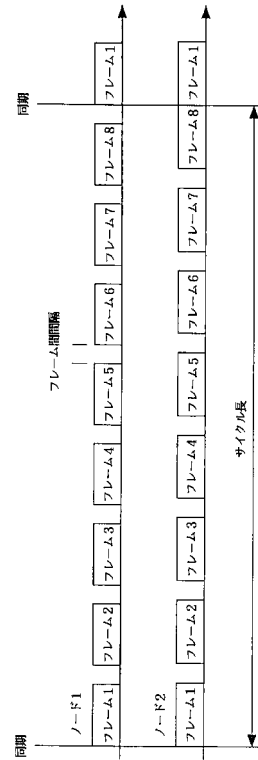
【図1】



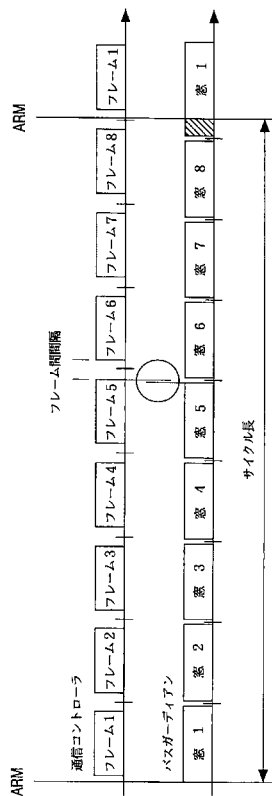
【図2】



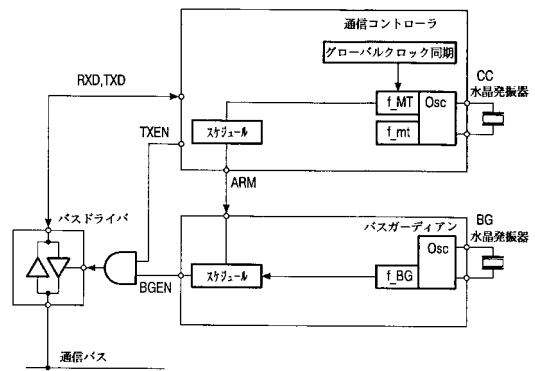
【図3】



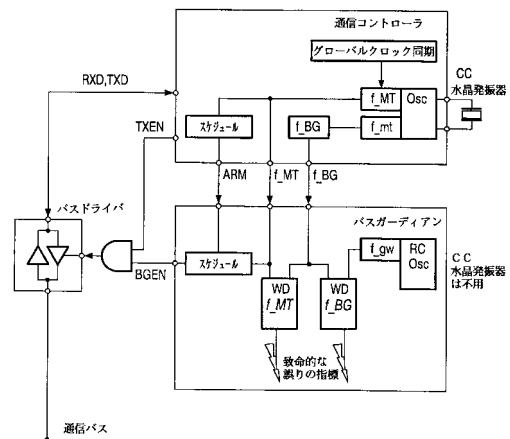
【図4】



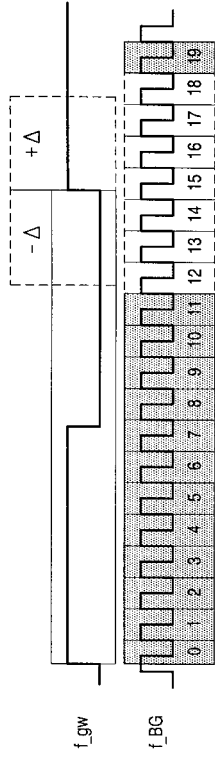
【図5】



【図6】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ペーター、フルマン  
ドイツ連邦共和国アーヘン、イアン ブレーメン シュトラーセ、10
- (72)発明者 マンフレット、ツインケ  
ドイツ連邦共和国アーヘン、アルトドルフシュトラーセ、29

審査官 小曳 満昭

- (56)参考文献 特開昭59-044149(JP,A)  
特開平08-023326(JP,A)  
国際公開第01/026282(WO,A1)  
特表2003-511900(JP,A)  
米国特許第05479420(US,A)  
国際公開第03/010611(WO,A1)  
特表2004-536538(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04J 3/00

H04L 7/00