

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-511991

(P2007-511991A)

(43) 公表日 平成19年5月10日(2007.5.10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 4 L 12/427 (2006.01)	H O 4 L 12/427	5 K O 3 1
H O 4 L 12/437 (2006.01)	H O 4 L 12/437 Z	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 41 頁)

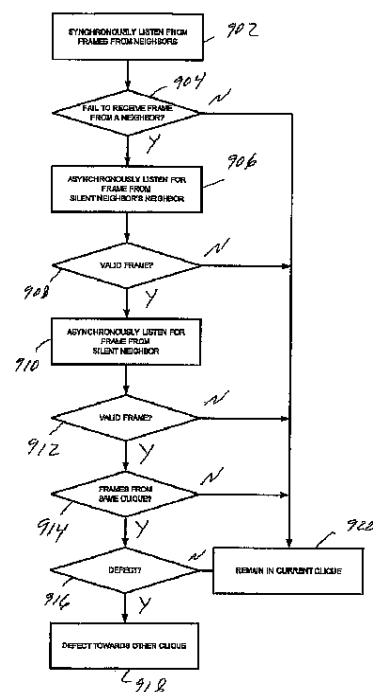
(21) 出願番号	特願2006-541639 (P2006-541639)	(71) 出願人	500575824
(86) (22) 出願日	平成16年11月19日 (2004.11.19)		ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド
(85) 翻訳文提出日	平成18年7月19日 (2006.7.19)		アメリカ合衆国・07962-2245・
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/039265		ニュージャージー・モーリスタウン・ピー
(87) 国際公開番号	W02005/053238		オー・ボックス・2245・コロンビア・
(87) 国際公開日	平成17年6月9日 (2005.6.9)		ロード・101
(31) 優先権主張番号	60/523,865	(74) 代理人	100089705
(32) 優先日	平成15年11月19日 (2003.11.19)		弁理士 社本 一夫
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100140109
(31) 優先権主張番号	60/523,892		弁理士 小野 新次郎
(32) 優先日	平成15年11月19日 (2003.11.19)	(74) 代理人	100075270
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 TDMAネットワーク内における小グループの集約

(57) 【要約】

一実施形態においては、少なくとも1つの第1のチャネル(106)を介して相互に通信可能に結合されている複数のノード(102)を含むネットワーク(100)内で形成される小グループが、1つの方法によって解消される。この方法は、それぞれのノードにおいて、そのノードが現在の小グループのメンバーであり、そのノードの第1の隣の隣のノード(102)からの第1のチャネル上におけるデータを求めて非同期的にリスンするステップを含む。この方法は、そのノードにおいて、第1の有効なフレームが、そのノードの第1の隣の隣のノードから第1のチャネル上において受信された場合に、そのノードの第1の隣の隣のノード(102)からの第1のチャネル上における第2の有効なフレームを求めて非同期的にリスンするステップをさらに含む。この方法は、そのノードにおいて、第2の有効なフレームが第1のチャネル上において受信された場合に、第1の有効なフレームと第2の有効なフレームが、双方とも同じ他の小グループからのものであるかどうかをチェックするステップと、第1の有効なフレームと第2の有効なフレ



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つの第 1 のチャンネル (1 0 6) を介して相互に通信可能に結合されている複数のノード (1 0 2) を含むネットワーク (1 0 0) 内で形成される小グループを解消する方法であって、

それぞれのノードにおいて、そのノードが現在の小グループのメンバーであり、

そのノードの第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上におけるデータを求めて非同期的にリッスンするステップと、

第 1 の有効なフレームが、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードから前記第 1 のチャンネル上において受信された場合に、そのノードの第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上における第 2 の有効なフレームを求めて非同期的にリッスンするステップと、 10

前記第 2 の有効なフレームが、前記第 1 のチャンネル上において受信された場合に、前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも同じ他の小グループからのものであるかどうかをチェックするステップと、

前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも前記同じ他の小グループからのものである場合に、そのノードが前記現在の小グループから前記他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断するステップとを含む方法。

【請求項 2】

少なくとも 1 つの第 1 のチャンネル (1 0 6) を介して相互に通信可能に結合されている複数のノード (1 0 2) を含むネットワーク (1 0 0) 内で形成される小グループを解消 20

する方法であって、

それぞれのノードにおいて、そのノードが現在の小グループのメンバーであり、

そのノードの第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上におけるデータを求めて同期的にリッスンするステップと、

ある期間にわたって、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上におけるデータを求めて同期的にリッスンした後、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードから有効なフレームが受信されていない場合に、

そのノードの第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上におけるデータを求めて非同期的にリッスンするステップと、

第 1 の有効なフレームが、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードから前記第 1 のチャンネル上において受信された場合に、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上における第 2 の有効なフレームを求めて非同期的にリッスンするステップと、 30

前記第 2 の有効なフレームが、前記第 1 のチャンネル上において受信された場合に、前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも前記同じ他の小グループからのものであるかどうかをチェックするステップと、

前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも前記同じ他の小グループからのものである場合に、そのノードが前記現在の小グループから前記他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断するステップとを含む方法。

【請求項 3】

前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも前記同じ他の小グループからのものである場合に、前記他の小グループが、前記現在の小グループよりも多くのメンバーノードを含んでいるならば、そのノードが、前記現在の小グループから前記他の小グループへと離脱する請求項 2 に記載の方法。 40

【請求項 4】

前記複数のノードが、1 つの順序を割り当てられ、そのノードが前記現在の小グループから前記他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断するステップが、所与の小グループのうちのどのメンバーノードが、前記割り当てられた順序内で先頭に来るかを識別するステップを含む請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

前記チャンネルがリングを含む請求項 2 に記載の方法。

【請求項 6】

ノードを 1 つのチャネル (1 0 6) へ通信可能に結合するためのインターフェース (1 1 3 0) を含むノード (1 0 2) であって、

前記チャネルが、前記ノードを複数の他のノード (1 0 2) へ通信可能に結合し、前記複数のノードが、前記チャネルが前記ノードを第 1 の方向において通信可能に結合する先である第 1 の隣のノード (1 0 2) および第 1 の隣の隣のノード (1 0 2) を含み、

前記ノードが、現在の小グループのメンバーであり、

前記ノードが、前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャネル上におけるデータを求めて非同期的にリッスンし、

第 1 の有効なフレームが、前記第 1 の隣の隣のノードから前記第 1 のチャネル上において受信された場合に、前記ノードが、前記第 1 の隣のノードからの前記第 1 のチャネル上における第 2 の有効なフレームを求めて非同期的にリッスンし、

前記第 2 の有効なフレームが、前記第 1 のチャネル上において受信された場合に、前記ノードが、前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、前記同じ他の小グループからのものであるかどうかをチェックし、

前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも前記同じ他の小グループからのものである場合に、前記ノードが、前記ノードが前記現在の小グループから前記他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断するノード。

【請求項 7】

非同期的にリッスンする前に、前記ノードが、前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャネル上におけるデータを求めて同期的にリッスンし、

ある期間にわたって、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャネル上におけるデータを求めて同期的にリッスンした後、前記ノードが、前記第 1 の隣の隣のノードから有効なフレームを受信していない場合に、前記ノードが、前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャネル上における前記データを求めて非同期的にリッスンする請求項 6 に記載のノード。

【請求項 8】

ノードを 1 つのチャネル (1 0 6) へ通信可能に結合するためのインターフェース (1 1 3 0) を含むノード (1 0 2) であって、

前記チャネルが、前記ノードを複数の他のノード (1 0 2) へ通信可能に結合し、前記複数のノードが、前記チャネルが前記ノードを第 1 の方向において通信可能に結合する先である第 1 の隣のノード (1 0 2) および第 1 の隣の隣のノード (1 0 2) を含み、

前記ノードが、現在の小グループのメンバーであり、

前記ノードが、そのノードの第 1 の隣の隣のノード (1 0 2) からの前記第 1 のチャネル上におけるデータを求めて同期的にリッスンし、

ある期間にわたって、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャネル上におけるデータを求めて同期的にリッスンした後、前記ノードが、前記第 1 の隣の隣のノードから有効なフレームを受信していない場合に、

前記ノードが、前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャネル上におけるデータを求めて非同期的にリッスンし、

第 1 の有効なフレームが、前記第 1 の隣の隣のノードから前記第 1 のチャネル上において受信された場合に、前記ノードが、前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャネル上における第 2 の有効なフレームを求めて非同期的にリッスンし、

前記第 2 の有効なフレームが、前記第 1 のチャネル上において受信された場合に、前記ノードが、前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも同じ他の小グループからのものであるかどうかをチェックし、

前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも前記同じ他の小グループからのものである場合に、前記ノードが、前記ノードが前記現在の小グループから前記他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断するノード。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

第 1 のチャンネル (1 0 6) を介して相互に通信可能に結合されている複数のノード (1 0 2) を含むネットワーク (1 0 0) であって、

前記チャンネルが、それぞれのノードを、第 1 の方向における第 1 の隣のノード (1 0 2) および第 1 の隣の隣のノード (1 0 2) へ通信可能に結合し、

それぞれのノードが、現在の小グループのメンバーであり、

それぞれのノードが、

そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上におけるデータを求めて非同期的にリッスンし、

第 1 の有効なフレームが、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードから前記第 1 のチャンネル上において受信された場合に、前記ノードが、そのノードの前記第 1 の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上における第 2 の有効なフレームを求めて非同期的にリッスンし

10

、
前記第 2 の有効なフレームが、前記第 1 のチャンネル上において受信された場合に、そのノードが、前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも同じ他の小グループからのものであるかどうかをチェックし、

前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも前記同じ他の小グループからのものである場合に、そのノードが、そのノードがそのノードにとっての前記現在の小グループから前記他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断するネットワーク。

【請求項 10】

20

第 1 のチャンネル (1 0 6) を介して相互に通信可能に結合されている複数のノード (1 0 2) を含むネットワーク (1 0 0) であって、

前記チャンネルが、それぞれのノードを、第 1 の方向における第 1 の隣のノード (1 0 2) および第 1 の隣の隣のノード (1 0 2) へ通信可能に結合し、

それぞれのノードが、現在の小グループのメンバーであり、

それぞれのノードが、そのノードの第 1 の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上におけるデータを求めて同期的にリッスンし、

ある期間にわたって、そのノードの前記第 1 の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上におけるデータを求めて同期的にリッスンした後、そのノードが、そのノードの前記第 1 の隣のノードから有効なフレームを受信していない場合に、

30

前記ノードが、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上におけるデータを求めて非同期的にリッスンし、

第 1 の有効なフレームが、そのノードの前記第 1 の隣の隣のノードから前記第 1 のチャンネル上において受信された場合に、前記ノードが、そのノードの前記第 1 の隣のノードからの前記第 1 のチャンネル上における第 2 の有効なフレームを求めて非同期的にリッスンし

、
前記第 2 の有効なフレームが、前記第 1 のチャンネル上において受信された場合に、そのノードが、前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも同じ他の小グループからのものであるかどうかをチェックし、

前記第 1 の有効なフレームと前記第 2 の有効なフレームが、双方とも前記同じ他の小グループからのものである場合に、そのノードが、そのノードがそのノードにとっての前記現在の小グループから前記他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断するネットワーク。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

【特許文献 1】本出願は、2003 年 11 月 19 日に出願された米国特許仮出願第 60 / 523, 892 号、および 2003 年 11 月 19 日に出願された米国特許仮出願第 60 /

50

523, 865号に関連し、これらの出願日の利点について特許請求するものであり、これらの双方を参照により本明細書に組み込む。

【0002】

本出願は、これと同じ日付に出願された下記の出願に関連し、これらのすべてを参照により本明細書に組み込む。

「UNSYNCHRONOUS MODE BROTHER'S KEEPER BUS GUARDIAN FOR A RING NETWORKS」という名称の米国特許出願第 / 号(弁理士整理番号H0005059-1633)。

【0003】

「SYNCHRONOUS MODE BROTHER'S KEEPER BUS GUARDIAN FOR A TDMA BASED NETWORK」という名称の米国特許出願第 / 号(弁理士整理番号H0009281-1633)

。

【0004】

「HIGH INTEGRITY DATA PROPAGATION IN A BRAIDED RING」という名称の米国特許出願第 / 号(弁理士整理番号H0009279-1633)。

【0005】

「DIRECTIONAL INTEGRITY ENFORCEMENT IN A BI-DIRECTIONAL BRAIDED RING NETWORK」という名称の米国特許出願第 / 号(弁理士整理番号H0009283-1633)。

【0006】

「MESSAGE ERROR VERIFICATION USING CHECKING WITH HIDDEN DATA」という名称の米国特許出願第 / 号(弁理士整理番号H0005061-1633)、本明細書では「H0005061-1633出願」とも呼ばれる。

【0007】

以降の説明は、一般に通信システムに関し、より詳細には分散型のフォルトトレラントな通信システムに関する。

【背景技術】

【0008】

分散型のフォルトトレラントな通信システムは、例えば1つの不具合が場合によっては1人または複数の人間の負傷または死亡につながる可能性のあるアプリケーションにおいて使用される。このようなアプリケーションは、本明細書では「安全が決定的に重要となるアプリケーション」と呼ばれる。安全が決定的に重要となるアプリケーションの一例は、航空機あるいはその他のエアロスペースビークル内に含まれるセンサおよび作動装置をモニタおよび管理するために使用されるシステム内に存在する。

【0009】

そのような安全が決定的に重要となるアプリケーションにおいて使用するために一般に検討される1つのアーキテクチャが、TTA(Time-Triggered Architecture)である。TTAシステムにおいては、複数のノードが、例えばTTP/C(Time-Triggered Protocol/C)あるいはFLEXRAYプロトコルを使用して、2つの複製された高速の通信チャネルを介して相互に通信する。いくつかの実施形態においては、そのようなTTAシステム内のノードのうちの少なくとも1つが、例えばTTP/A(Time-Triggered Protocol/A)を使用して、2つの複製された低速のシリアル通信チャネルを介して1つまたは複数のセンサおよび/または作動装置に結合される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

このような T T A システムの 1 つの構成においては、さまざまなノードが、2 つの複製された通信チャネルを介して相互に通信し、これらの通信チャネルのそれぞれは、スター型トポロジを使用して実装される。このような構成においては、それぞれのチャネルは、1 つの独立した中央集中型のバスガーディアンを含む。このような中央集中型のバスガーディアンのそれぞれは、それぞれのチャネルごとの単一障害点を表す。別の構成においては、T T A システムは、リニアバス型トポロジを使用して実装され、ここでは、さまざまなノードが、2 つの複製された通信チャネルを介して相互に通信し、それぞれのノードは、そのノードが結合されるそれぞれの通信チャネルごとに別々の独立したバスガーディアンを含む。すなわち、2 つの通信チャネルが使用される場合には、それぞれのノードは、2 つの独立したバスガーディアンを含む。しかし、それぞれのノード内に複数の独立したバスガーディアンを提供することは、(例えば、それぞれのノード内に複数のバスガーディアンを提供することに関連してコストが増加するために)一部のアプリケーションには適さない可能性がある。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

一実施形態においては、少なくとも 1 つの第 1 のチャネルを介して相互に通信可能に結合されている複数のノードを含むネットワーク内で形成される小グループが、1 つの方法によって解消 (resolve) される。この方法は、それぞれのノードにおいて、そのノードが現在の小グループのメンバーであり、そのノードの第 1 の隣の隣のノードからの第 1 のチャネル上におけるデータを求めて非同期的にリッスンするステップを含む。この方法は、そのノードにおいて、第 1 の有効なフレームが、そのノードの第 1 の隣の隣のノードから第 1 のチャネル上において受信された場合に、そのノードの第 1 の隣の隣のノードからの第 1 のチャネル上における第 2 の有効なフレームを求めて非同期的にリッスンするステップをさらに含む。この方法は、そのノードにおいて、第 2 の有効なフレームが第 1 のチャネル上において受信された場合に、第 1 の有効なフレームと第 2 の有効なフレームが、双方とも同じ他の小グループからのものであるかどうかをチェックするステップと、第 1 の有効なフレームと第 2 の有効なフレームが、双方とも同じ同じ他の小グループからのものである場合に、そのノードが現在の小グループから他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断するステップとをさらに含む。

20

30

【 0 0 1 2 】

特許請求される本発明の 1 つまたは複数の実施形態の詳細については、添付の図面および以降の説明において示される。その他の特徴および利点は、説明、図面、および特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【 0 0 1 3 】

さまざまな図面における同様の参照番号および記号は、同様の要素を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

図 1 は、通信ネットワーク 1 0 0 の一実施形態を示すブロック図である。通信ネットワーク 1 0 0 は、複数のノード 1 0 2 を含む。ネットワーク 1 0 0 のそれぞれのノード 1 0 2 は、少なくとも 1 つのチャネル 1 0 6 に通信可能に結合される。データがチャネル 1 0 6 内を流れる所与の方向に向かって、チャネル 1 0 6 は、それぞれのノード 1 0 2 を、そのノード 1 0 2 にとってデータの受信元である少なくとも 2 つの他のノード 1 0 2 (本明細書では「受信元ノード」とも呼ばれる)と、そのノード 1 0 2 にとってデータの送信先である少なくとも 2 つの他のノード 1 0 2 (本明細書では「送信先ノード」とも呼ばれる)とに通信可能に直接 (すなわち、1 つのホップのみで) 結合する。一実施形態においては、受信元ノード 1 0 2 のうちの 1 つが、「一次」受信元ノード 1 0 2 として指定され、その他の受信元ノード 1 0 2 が、「二次」受信元ノード 1 0 2 として指定される。1 つのノード 1 0 2 が、チャネル 1 0 6 上で所与の方向にデータを「中継」する場合には、そのノード 1 0 2 は、そのチャネル 1 0 6 および方向に関するデータを一次受信元ノード 1 0

40

50

2 から受信し、そのチャンネル 106 および方向に関する受信データを、そのノード 102 用に指定された送信先ノードのそれぞれへと転送する。1つのノードによって二次受信元ノード 102 から受信されたデータは、後述のさまざまな比較オペレーションのために使用され、および / または適切なデータが一次受信元ノードから受信されない場合には中継される。1つの所与のノード 102 が、チャンネル 106 に沿って所与の方向にデータを「送信」する場合には (すなわち、その所与のノード 102 が、ネットワーク 100 上でやり取りされるデータのソースである場合には)、そのノード 102 は、そのチャンネル 102 および方向に関するデータを、そのノード 102 用に指定された送信先ノード 102 のそれぞれへ送信する。

【0015】

10

図 1 に示されている特定の実施形態においては、複数のノード 102 は、「編組リング型の」トポロジを有するリング 104 内に配置され、そこでは複数のノード 102 は、複数の通信チャンネル 106 を介して相互に通信する。図 1 に示されている特定の実施形態においては、8つのノード 102 が、2つの複製された通信チャンネル 106 を介して相互に通信する。その他の実施形態においては、異なる数および / またはタイプのノード 102 および / またはチャンネル 106、ならびに / あるいは異なるネットワークトポロジが使用される。

【0016】

ネットワーク 100 の実施形態は、さまざまなメディアアクセススキームを使用して実装される。例えば図 1 に示されている実施形態は、ここでは、TDM A (time division multiple access) メディアアクセススキーム (例えば、TTP/C あるいは FLEXRAY プロトコルで実施されるメディアアクセススキーム) を使用して実装されるものとして説明される。その他の実施形態においては、その他のメディアアクセススキームが使用される。

20

【0017】

図 1 に示されている 8つのノード 102 はまた、図 1 において A から H の文字で個々にラベル付けされ、また本明細書では個々に「ノード A」、「ノード B」などと呼ばれる。本明細書において使用される際、「隣のノード」(あるいは単に「隣」)とは、リング 104 内における所与のノード 102 のすぐ次のノードのことである。それぞれのノード 102 は、2つの「隣のノード」102、すなわち時計方向のもの (本明細書では「時計方向の隣のノード」あるいは「時計方向の隣」とも呼ばれる) と、反時計方向のもの (本明細書では「反時計方向の隣のノード」あるいは「反時計方向の隣」とも呼ばれる) とを有する。例えばノード A にとっての隣のノード 102 とは、時計方向のノード H と、反時計方向のノード B である。

30

【0018】

さらに、本明細書において使用される際、所与のノード 102 にとっての「隣の隣のノード」(あるいは単に「隣の隣」)とは、その所与のノード 102 の隣のノード 102 のさらに隣のノード 102 のことである。それぞれのノード 102 は、2つの隣の隣のノード 102、すなわち時計方向のもの (本明細書では「時計方向の隣の隣のノード」あるいは「時計方向の隣の隣」とも呼ばれる) と、反時計方向のもの (本明細書では「反時計方向の隣の隣のノード」あるいは「反時計方向の隣の隣」とも呼ばれる) とを有する。例えばノード A にとっての 2つの隣の隣のノードとは、時計方向のノード G と、反時計方向のノード C である。

40

【0019】

2つの通信チャンネル 106 は、それぞれ「チャンネル 0」および「チャンネル 1」として図 1 において個々にラベル付けされている (また本明細書でも、そのように呼ばれる)。図 1 に示されている実施形態においては、チャンネル 106 のそれぞれは、複数のポイントツーポイントの一方方向性のシリアルリンク 108 を使用して形成される。チャンネル 0 は、ノード 102 をリング 104 に沿って時計方向に相互接続し、チャンネル 1 は、ノード 102 をリング 104 に沿って反時計方向に相互接続する。その他の実施形態においては、その

50

他のタイプのリンクが使用される。例えば、そのようなその他の一実施形態においては、双方向性のリンクが使用され、本明細書に記載のデバイス、システム、および技術は、通信が発生するそれぞれの方向ごとに実行される。

【0020】

本明細書において使用される際、リンク108が、第1のノード102「から」第2のノード102「へ」接続されるものとして説明される場合には、そのリンク108は、そのリンク108を介してデータを第2のノード102へ送信するための第1のノード102用の通信パスを提供する。すなわち、その一方向性のリンク108の方向は、第1のノード102から第2のノード102へという方向である。

【0021】

リンク108は、それぞれのノード102からそのノードの時計方向の隣のノード102へ接続される。リンク108はまた、それぞれのノード102からそのノードの時計方向の隣の隣のノード102へも接続される。例えば、1つのリンク108が、ノードAからノードHへ接続され、1つのリンク108が、ノードAからノードGへ接続される。これらの時計方向のリンク108は、チャンネル0を構成し、図1においては実線を使用して示されている。

【0022】

リンク108は、それぞれのノード102からそのノードの反時計方向の隣のノード102へ接続される。リンク108はまた、それぞれのノード102からそのノードの反時計方向の隣の隣のノード102へも接続される。例えば、1つのリンク108が、ノードAからノードBへ接続され、1つのリンク108が、ノードAからノードCへ接続される。これらの反時計方向のリンク108は、チャンネル1を構成し、図1においては破線を使用して示されている。

【0023】

所与のノード102をそのノードのそれぞれ時計方向および反時計方向の隣のノードへ接続するリンク108は、本明細書では「ダイレクト」リンク108とも呼ばれる。所与のノード102をそのノードのそれぞれ時計方向および反時計方向の隣の隣のノードへ接続するリンク108は、本明細書では「スキップ」リンク108とも呼ばれる。

【0024】

図1に示されている特定の実施形態においては、チャンネル0に関して、それぞれのノード102ごとの受信元ノードは、そのノードの反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣であり、それぞれのノード102ごとの送信先ノードは、そのノードの時計方向の隣および時計方向の隣の隣である。本明細書に記載の実施形態においては、一次受信元ノードは、そのノードの反時計方向の隣である（ただし、その他の実施形態においては、一次受信元ノードは、そのノードの反時計方向の隣の隣である）。図1に示されている特定の実施形態においては、チャンネル1に関して、それぞれのノード102ごとの受信元ノードは、そのノードの時計方向の隣および時計方向の隣の隣であり、それぞれのノード102ごとの送信先ノードは、そのノードの反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣である。本明細書に記載の実施形態においては、一次受信元ノードは、そのノードの時計方向の隣である。

【0025】

図1に示されている特定の実施形態においては、ネットワーク100は、ピアツーピアネットワークとして実装され、そこでは、それぞれの送信は、ネットワーク100のそれぞれのノード102によって受信されるよう意図されている。その他の実施形態においては、それぞれの送信は、特定の宛先ノードを対象とする。さらに、本明細書に記載の実施形態では、データは、ネットワーク100内においてデータのフレームの形態でやり取りされるが、その他の実施形態においては、データのその他のユニットがネットワーク100を介してやり取りされるものと理解されたい。

【0026】

本明細書において図1～5に関連して記載されている実施形態では、ネットワーク100

10

20

30

40

50

0 内のノード 1 0 2 は、非同期化モードおよび同期化モードという少なくとも 2 つのモードで動作する。同期化モードで動作している場合には、ノード 1 0 2 は、グローバルタイムベースに同期化され、T D M A メディアアクセススキームに従って送信を行う。このような T D M A メディアアクセススキームに伴って、ネットワーク 1 0 0 内のノード 1 0 2 が所与のスケジュール期間またはラウンド中のどの時点で送信を行うかを確定するために、スケジュールが使用される。所与のスケジュール期間中に、ネットワーク 1 0 0 内のさまざまなノード 1 0 2 は、送信を行うためのそれぞれのタイムスロットを割り当てられる。すなわち、任意の所与のタイムスロットに関して、そのタイムスロットに割り当てられたノード 1 0 2 は、そのタイムスロットの間に送信を行うことができる（本明細書では「スケジュールされたノード」1 0 2 とも呼ばれる）。この実施形態においては、スケジュールされたノードは、図 2 に関連して後述する処理を実行する。ネットワーク 1 0 0 内のその他のノード 1 0 2 は、図 3 A ~ 3 B および 4 A ~ 4 B に関連して後述する中継処理を実行する。

10

【 0 0 2 7 】

ノード 1 0 2 が、非同期化モードで動作している場合には、それらのノード 1 0 2 は、まだグローバルタイムベースに同期化されておらず、まだ T D M A スケジュールに従って送信を行っていない。図 7 A ~ 7 B は、一実施形態において、非同期化モードで動作中のネットワーク 1 0 0 のノード 1 0 2 によって実行される処理の少なくとも一部を示している。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、図 1 のネットワーク 1 0 0 内においてデータを送信する方法 2 0 0 の一実施形態を示す流れ図である。図 2 に示されている方法 2 0 0 の実施形態については、ここでは、本明細書において図 1 ~ 5 に関連して記載されている実施形態内で実施されるものとして説明する。方法 2 0 0 は、T D M A スケジュールに従って同期化モードで動作している 1 つのノード 1 0 2 によって実行される。それぞれのノード 1 0 2 は、このような実施形態においては、そのノード 1 0 2 が、スケジュールされたノード 1 0 2 である場合に（すなわち、現在のタイムスロットが、T D M A スケジュールによってそのノード 1 0 2 に割り当てられている場合に）、方法 2 0 0 の処理を実行する。図 2 のコンテキストにおいては、方法 2 0 0 の処理を実行しているノード 1 0 2 は、ここでは「現在の」ノード 1 0 2 と呼ばれる。一実施形態においては、現在のノード 1 0 2 によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部は、そのノード 1 0 2 内に含まれるコントローラ内に実装される。方法 2 0 0 のその他の実施形態は、その他の方法で実装される。

20

30

【 0 0 2 9 】

現在のノード 1 0 2 は、そのノード 1 0 2 が T D M A スケジュールに従ってネットワーク 1 0 0 上で送信を行うことができるとその現在のノード 1 0 2 が判断した場合に（ブロック 2 0 2 ）、方法 2 0 0 の処理を実行する。ネットワーク 1 0 0 内のそれぞれのノード 1 0 2 は、そのような判断を行うのに必要な情報を保持する。図 1 ~ 5 の実施形態においては、そのような情報は、T D M A スケジュール、およびノード 1 0 2 が同期化される対象であるグローバルタイムベースに関連する情報を含む。

【 0 0 3 0 】

現在のノード 1 0 2 が送信を行うことができ、かつそのノード 1 0 2 が、送信すべきデータを有する場合には（これは、ブロック 2 0 4 においてチェックされる）、その現在のノード 1 0 2 は、データのフレームを、チャンネル 0 に沿って、その現在のノードの時計方向の隣および時計方向の隣の隣へ送信し（ブロック 2 0 6 ）、チャンネル 1 に沿って、その現在のノードの反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣へ送信する（ブロック 2 0 8 ）。現在のノード 1 0 2 は、そのフレームをその現在のノードの時計方向の隣および反時計方向の隣へ、それぞれのダイレクトリンク 1 0 8 を使用して送信する。現在のノード 1 0 2 は、そのフレームをその現在のノードの時計方向の隣の隣および反時計方向の隣の隣へ、それぞれのスキップリンク 1 0 8 を使用して送信する。このような実施形態の一実装形態においては、現在のノード 1 0 2 は、チャンネル 0 上のフレームをその現在のノードの時

40

50

計方向の隣および時計方向の隣の隣へ送信する第1のトランシーバと、チャンネル1上のフレームをその現在のノードの反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣へ送信する第2のトランシーバとを含む。

【0031】

1図3Aは、図1のネットワーク100内においてデータを中継する方法300の一実施形態を示す流れ図である。1つのノードがデータを「中継」する場合には、そのノード102は、1つまたは複数の受信元ノードからデータを受信し、その受信したデータを1つまたは複数の送信先ノードへと転送する。すなわち、ノード102がデータを中継している場合には、そのノード102は、そのノード102が他のノードへと転送しているデータのソースではない。図3Aに示されている方法300の実施形態については、こ
10

【0032】

方法300は、TDMASケジュールに従って同期化モードで動作している1つのノード102によって実行される。それぞれのノード102は、このような実施形態においては、そのノードの両隣のうちの一方が、現在のタイムスロットにとってのスケジュールされたノード102である場合に、方法300の処理を実行する。図3Aのコンテキストにおいては、方法300の処理を実行しているノード102は、ここでは「現在の」ノード102と呼ばれる。一実施形態においては、現在のノード102によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部は、そのノード102内に含まれるコントローラ内に実装される。方法300のその他の実施形態は、その他の方法で実装される。
20

【0033】

現在のノード102は、その現在のノード102の両隣のうちの一方が現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされているとその現在のノード102が判断した場合に（これは、ブロック302においてチェックされる）、方法300の処理を実行する。このような隣は、この図3Aのコンテキストにおいては「スケジュールされた隣」とも呼ばれる。図1～5の実施形態においては、現在のノード102は、TDMASケジュールと、そのノード102が同期化される対象であるグローバルタイムベースとを含む情報に基づいて、この判断を行う。
30

【0034】

現在のノード102が、その両隣のうちの一方が現在のタイムスロットにとってのスケジュールされたノードであると判断した場合には、その現在のノード102は、そのスケジュールされた隣から発生してその現在のノード102によって受信されたフレームを、そのスケジュールされた隣から、そのスケジュールされた隣をその現在のノード102へ結合するダイレクトリンク108を介して中継するだけである。すなわち現在のノード102が、スケジュールされた隣以外のノード102から発生するフレームを受信した場合には、その現在のノード102は、そのフレームを中継しない。
40

【0035】

現在のノード102が、スケジュールされた隣からのフレームの受信を開始した場合には（これは、ブロック304においてチェックされる）、その現在のノード102は、その送信が、ネットワーク100内において実施される1つまたは複数のポリシーに準拠しているかどうかをチェックする。図3Aに示されている特定の実施形態においては、現在のノード102は、送信が、例えば、そこにおいて送信を開始しなければならない特定の
50

ウィンドウを指定する時間的なポリシーに準拠しているかどうかをチェックする（これは、ブロック306においてチェックされる）。TTP/CあるいはFLEXRAYプロトコルがサポートされるこのような実施形態の一実装形態においては、現在のノード102は、送信が、サポートされるプロトコルの時間的な送信要件に準拠しているかどうかをチェックする。図3Aに示されている実施形態においては、送信が時間的なポリシーに準拠していない場合には（例えば、SOS（slightly-off-specification）の障害が発生した場合には）、現在のノード102は、現在のフレームを中継しない（ブロック308）。（図3A内で点線を使用して示されている）代替実施形態においては、送信が時間的なポリシーに準拠していない場合には、現在のノード102は、その送信が時間的なポリシーに準拠していないことを示す情報（例えば、添付または共有された整合性フィールド）と共に現在のフレームを中継する（ブロック309）。別の実施形態（図示せず）においては、送信が時間的なポリシーの第1の側面に準拠していない場合には、現在のノード102は、その送信を中継せず、またその送信が（第1の側面には準拠している一方で）その時間的なポリシーの別の側面に準拠していない場合には、現在のノード102は、その送信がそのポリシーのその側面に準拠していないことを示す情報と共に現在のフレームを中継する。

【0036】

送信が時間的なポリシーに準拠している場合には、現在のノード102は、その送信が1つまたは複数のその他のポリシーに準拠しているかどうかをチェックする（ブロック310）。例えば一実施形態においては、現在のノード102は、送信が1つまたは複数のセマンティックポリシー（例えば、セマンティックなプロトコル状態のフィルタリングを実施するポリシー）に準拠しているかどうかをチェックする。それぞれのフレームが、そのフレームのコンテンツに基づいて計算されるCRC（cyclic redundancy check）フィールドを含む別の実施形態においては、現在のノード102は、そのCRCフィールドをチェックして、スケジュールされたノードからその現在のノード102へそのフレームを送信する過程で何らかのエラーがそのフレーム内に取り込まれているかどうかを判断する。このようなポリシーの別の例は、コード化層実施ポリシーである。別の例においては、フレーム長ポリシーが使用され、現在のノード102は、現在のフレームの長さをチェックする（このような例においては、フレーム長ポリシーに準拠していない場合には、例えば図3Aのブロック309に関連して説明したように処理が行われることになる）。

【0037】

送信が、その他のポリシーのうちの1つまたは複数に準拠していない場合には、現在のノード102は、その送信を中継しない（ブロック308）。（図3A内で破線を使用して示されている）代替実施形態においては、現在のノード102は、その送信が1つまたは複数のポリシーに準拠していないことを示す情報（例えば、添付または共有された整合性フィールド）と共に現在のフレームを中継する（ブロック309）。別の実施形態（図示せず）においては、送信が第1のポリシーに準拠していない場合には、現在のノード102は、その送信を中継せず、またその送信が（第1のポリシーには準拠している一方で）別のポリシーに準拠していない場合には、現在のノード102は、その送信が後者のポリシーに準拠していないことを示す情報と共に現在のフレームを中継する。

【0038】

あるいは、送信がすべてのポリシーに準拠している場合には、現在のノード102は、現在のフレームを、その現在のフレームの受信元であるチャンネルに沿って、その現在のノードの次の隣および次の隣の隣へ中継する（ブロック312）。例えば、スケジュールされたノードがノードAであり、現在のノードがノードBである場合には、その現在のノードは、現在のフレームをノードC（チャンネル1に沿ってノードBの次の隣）へ、およびノードD（チャンネル1に沿ってノードBの次の隣の隣）へ中継する。

【0039】

その他の実施形態においては、現在のノード102は、送信が、上述のポリシーにとっ

10

20

30

40

50

て代わりとなるあるいは追加となるその他のポリシーに準拠しているかどうかをチェックする。例えば、このようなその他の一実施形態においては、現在のノード102は、スケジュールされたノードによる送信の方向に関する整合性を（例えば、図12に関連して後述する方法で）チェックし、そのフレームが方向に関する整合性を伴って送信されたかどうかを示すフィールドをそのフレームに添付する。

【0040】

図3Bは、図1のネットワーク100内においてデータを中継する方法350の別の実施形態を示す流れ図である。図3Bに示されている方法350の実施形態については、ここでは、本明細書において図1～5に関連して記載されている編組リング型の実施形態内で実施されるものとして説明する。その他の実施形態においては、方法350は、その他のネットワークトポロジを使用して実施される。方法350を実施できるその他のネットワークトポロジの一例が、2つの「シンプレックス」リングチャネルを含むネットワークトポロジである。このようなシンプレックスリング型ネットワークの一実装形態においては、ネットワークは、図1に示されているトポロジと同様のトポロジを使用するが、それぞれのノードをその時計方向および反時計方向の隣の隣へ通信可能に結合するスキップリンクは存在しない。

【0041】

方法350は、TDMAスケジュールに従って同期化モードで動作している1つのノード102によって実行される。それぞれのノード102は、このような実施形態においては、そのノードの両隣のうちの一方が、現在のタイムスロットに与るスケジュールされたノード102である場合に、方法350の処理を実行する。図3Bのコンテキストにおいては、方法350の処理を実行しているノード102は、ここでは「現在の」ノード102と呼ばれる。一実施形態においては、現在のノード102によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部は、そのノード102内に含まれるコントローラ内に実装される。方法350のその他の実施形態は、その他の方法で実装される。

【0042】

現在のノード102は、その現在のノード102の両隣のうちの一方が現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされているとその現在のノード102が判断した場合に（これは、ブロック352においてチェックされる）、方法350の処理を実行する。このような隣は、この図3Bのコンテキストにおいては「スケジュールされた隣」とも呼ばれる。図1～5の実施形態においては、現在のノード102は、TDMAスケジュールと、そのノード102が同期化される対象であるグローバルタイムベースとを含む情報に基づいて、この判断を行う。

【0043】

方法350においては（図3Aの方法300と同様に）、現在のノード102が、その両隣のうちの一方が現在のタイムスロットに与るスケジュールされたノードであると判断した場合には、その現在のノード102は、そのスケジュールされた隣から発生してその現在のノード102によって受信されたフレームを、そのスケジュールされた隣から、そのスケジュールされた隣をその現在のノード102へ結合するダイレクトリンク108を介して中継するだけである。すなわち現在のノード102が、スケジュールされた隣以外のノード102から発生するフレームを受信した場合には、その現在のノード102は、そのフレームを中継しない。しかし図3Aの方法300の場合とは異なり、図3Bの方法350においては、現在のノード102は、ブロック308～310に関連付けられている「パスガーディアン」の処理を実行しない。

【0044】

現在のノード102が、スケジュールされた隣からのフレームの受信を開始した場合には（これは、ブロック354においてチェックされる）、その現在のノード102は、その受信したフレームを、そのフレームの受信元であるチャネルに沿って、その現在のノードの次の隣および次の隣の隣へ中継する（ブロック356）。例えば、スケジュールされ

10

20

30

40

50

たノードがノード A であり、現在のノードがノード B である場合には、その現在のノードは、ノード A から受信したフレームをノード C (チャンネル 1 に沿ってノード B の次の隣) へ、およびノード D (チャンネル 1 に沿ってノード B の次の隣の隣) へ中継する。

【0045】

図 4 A ~ 4 B は、図 1 のネットワーク 100 内においてデータの中継する方法 400 の一実施形態を示す流れ図である。図 4 A ~ 4 B に示されている方法 400 の実施形態については、ここでは、本明細書において図 1 ~ 5 に関連して記載されている実施形態内で実施されるものとして説明する。方法 400 は、T D M A スケジュールに従って同期化モードで動作している 1 つのノード 102 によって実行される。それぞれのノード 102 は、このような実施形態においては、そのノード 102 が現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされておらず、かつそのノードの両隣のいずれもが現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされていない場合に、方法 400 の処理を実行する。図 4 A ~ 4 B のコンテキストにおいては、方法 400 の処理を実行しているノード 102 は、ここでは「現在の」ノード 102 と呼ばれる。一実施形態においては、現在のノード 102 によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部は、そのノード 102 内に含まれるコントローラ内に実装される。方法 400 のその他の実施形態は、その他の方法で実装される。

10

【0046】

現在のノード 102 は、その現在のノード 102 が現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされておらず、かつその現在のノードの両隣のいずれもが現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされていない場合に (これは、図 4 A のブロック 402 においてチェックされる)、方法 400 の処理を実行する。図 1 ~ 5 の実施形態においては、現在のノード 102 は、T D M A スケジュールと、そのノード 102 が同期化される対象であるグローバルタイムベースとを含む情報に基づいて、この判断を行う。

20

【0047】

現在のノード 102 が現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされておらず、かつその現在のノードの両隣のいずれもが現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされておらず、またその現在のノード 102 が、チャンネル 0 上におけるその現在のノードの反時計方向の隣からのフレームの受信を開始したとその現在のノード 102 が判断した場合には (これは、ブロック 404 においてチェックされる)、その現在のノード 102 は、チャンネル 0 上におけるその現在のノードの反時計方向の隣から受信されているフレームを、チャンネル 0 上におけるその現在のノードの反時計方向の隣の隣から受信されている任意のフレームと比較する (ブロック 406)。図 4 に示されている実施形態においては、ビットごとの比較が実行される。さらに、図 5 に関連して後述するように、複数のフレームが、わずかに異なる時点で現在のノード 102 において受信される可能性が高いため、受信される複数のフレームをデスキューするためにデスキュー機能が使用される。現在のノード 102 は、チャンネル 0 上におけるその現在のノードの反時計方向の隣から受信されているフレームを、チャンネル 0 に沿って、その現在のノードの時計方向の隣および時計方向の隣の隣へ中継する (ブロック 408)。現在のフレームが中継され、比較が完了した後、現在のノード 102 は、その比較の結果を示す情報を、その現在のノードの反時計方向の隣から受信されたフレーム内に含めて、あるいはそのフレームの後に中継する (ブロック 410)。現在のノード 102 は、その比較の結果を示す情報を、チャンネル 0 に沿って、その現在のノードの時計方向の隣および時計方向の隣の隣へ中継する。一実施形態においては、比較の結果を示す情報は、現在のノード 102 が、その現在のノードの反時計方向の隣から受信されたフレームに添付する 1 ビットの添付された整合性フィールドを含む。別の実施形態においては、共有された整合性フィールドが、それぞれのフレームの終わりに含まれる。このような実施形態においては、現在のノード 102 は、2 つのフレームが同一ではないことを比較が示す場合には、共有された整合性フィールドを「負の」値 (例えば、「0」の値) に設定し、あるいは 2 つのフレームが

30

40

50

同一であることを比較が示す場合には、共有された整合性フィールドを変更しない。

【 0 0 4 8 】

現在のノード 1 0 2 が、（例えば所定のタイムアウト期間が経過しても）チャンネル 0 上におけるその現在のノードの反時計方向の隣からのフレームを受信せず、その一方でチャンネル 0 上におけるその現在のノードの反時計方向の隣の隣からのフレームの受信を開始した場合には（これは、ブロック 4 1 2 においてチェックされる）、その現在のノード 1 0 2 は、その現在のノードの反時計方向の隣の隣から受信されているフレームを、チャンネル 0 に沿って、その現在のノードの時計方向の隣および時計方向の隣の隣へ中継する（ブロック 4 1 4）。そのフレームが中継された後、現在のノード 1 0 2 は、チャンネル 0 に関してその現在のノード 1 0 2 において「ミスマッチ」があったことを示す情報を、そのフレーム内に含めて、あるいはそのフレームの後に中継する（ブロック 4 1 6）。現在のノード 1 0 2 は、この情報を、チャンネル 0 に沿って、その現在のノードの時計方向の隣および時計方向の隣の隣へ中継する。現在のノード 1 0 2 の反時計方向の隣から受信されたフレームはないため、反時計方向の隣から受信されたフレームが、その現在のノード 1 0 2 の反時計方向の隣の隣から受信されたフレームと同一であることはない。

10

【 0 0 4 9 】

現在のノード 1 0 2 が、チャンネル 0 上におけるその現在のノードの反時計方向の隣からの、あるいはチャンネル 0 上におけるその現在のノードの反時計方向の隣の隣からのフレームを受信しない場合には、その現在のノード 1 0 2 は、現在のタイムスロットの間にチャンネル 0 に沿っていかなるデータも中継しない（ブロック 4 1 8）。

20

【 0 0 5 0 】

現在のノード 1 0 2 は、チャンネル 1 から受信したフレームに対しても同じ処理を実行する。現在のノード 1 0 2 が現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされておらず、かつその現在のノードの両隣のいずれもが現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされておらず、またその現在のノード 1 0 2 が、チャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣からのフレームの受信を開始したとその現在のノード 1 0 2 が判断した場合には（これは、図 4 B のブロック 4 2 0 においてチェックされる）、その現在のノード 1 0 2 は、チャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣から受信されているフレームを、チャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣の隣から受信されている任意のフレームと比較する（ブロック 4 2 2）。図 4 に示されている実施形態においては、ビットごとの比較が実行される。さらに、複数のフレームが、わずかに異なる時点で現在のノード 1 0 2 において受信される可能性が高いため、受信される複数のフレームをデスキューするためにデスキュー機能が使用される。現在のノード 1 0 2 は、チャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣から受信されているフレームを、チャンネル 1 に沿って、その現在のノードの反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣へ中継する（ブロック 4 2 4）。現在のフレームが中継され、比較が完了した後、現在のノード 1 0 2 は、その比較の結果を示す情報を、その現在のノードの時計方向の隣から受信されたフレーム内に含めて、あるいはそのフレームの後に中継する（ブロック 4 2 6）。現在のノード 1 0 2 は、その比較の結果を示す情報を、チャンネル 1 に沿って、その現在のノードの反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣へ中継する。一実施形態においては、添付された整合性フィールドが使用される。別の実施形態においては、共有された整合性フィールドが使用される。

30

40

【 0 0 5 1 】

現在のノード 1 0 2 が、（例えば所定のタイムアウト期間が経過しても）チャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣からのフレームを受信せず、その一方でチャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣の隣からのフレームの受信を開始した場合には（これは、ブロック 4 2 8 においてチェックされる）、その現在のノード 1 0 2 は、その現在のノードの時計方向の隣の隣から受信されているフレームを、チャンネル 1 に沿って、その現在のノードの反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣へ中継する（ブロック 4 3 0）。そのフレームが中継された後、現在のノード 1 0 2 は、チャンネル 1 に関して

50

その現在のノード 102 において「ミスマッチ」があったことを示す情報を、そのフレーム内に含めて、あるいはそのフレームの後に中継する（ブロック 432）。現在のノード 102 は、この情報を、チャンネル 1 に沿って、その現在のノードの反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣へ中継する。現在のノード 102 の時計方向の隣から受信されたフレームはないため、時計方向の隣から受信されたフレームが、その現在のノード 102 の時計方向の隣の隣から受信されたフレームと同一であることはない。

【0052】

現在のノード 102 が、チャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣からの、あるいはチャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣の隣からのフレームを受信しない場合には、その現在のノード 102 は、現在のタイムスロットの間にチャンネル 1 に沿っていかなるデータも中継しない（ブロック 434）。 10

【0053】

一例においては、現在のノード 102 がノード A であり、ノード E が、現在のタイムスロットの間に送信を行うようにスケジュールされているノードである。このような例においては、ノード A は、チャンネル 0 のそれぞれのダイレクトリンク 108 を介してノード B（ノード A の反時計方向の隣）からのフレームを受信し、このフレームを、ノード A がチャンネル 0 のそれぞれのスキップリンク 108 を介してノード C（ノード A の反時計方向の隣の隣）から受信する任意のフレームと比較する。ノード A は、ノード B から受信しているフレームと、その比較の結果を示す情報とを、ノード H（チャンネル 0 に沿ってノード A の次の隣）へ、およびノード G（チャンネル 0 に沿ってノード A の次の隣の隣）へ中継する。このような例においては、ノード A はまた、チャンネル 1 のそれぞれのダイレクトリンク 108 を介してノード H（ノード A の時計方向の隣）からのフレームを受信し、このフレームを、ノード A がチャンネル 1 のそれぞれのスキップリンク 108 を介してノード G（ノード A の時計方向の隣の隣）から受信する任意のフレームと比較する。ノード A は、ノード H から受信したフレームと、その比較の結果を示す情報とを、ノード B（チャンネル 1 に沿ってノード A の次の隣）へ、およびノード C（チャンネル 1 に沿ってノード A の次の隣の隣）へ中継する。 20

【0054】

図 4 に示されている実施形態においては、ダイレクトリンク 108 とスキップリンク 108 の双方の上で現在のノード 102 によって複数のフレームが受信された場合には、その現在のノード 102 は、ダイレクトリンク 108 上で受信されたフレームを中継する。その他の実施形態においては、ダイレクトリンク 108 とスキップリンク 108 の双方の上で現在のノード 102 によって複数のフレームが受信された場合には、その現在のノード 102 は、スキップリンク 108 上で受信されたフレームを中継する。 30

【0055】

図 5 は、一例においては、それぞれ図 3 および 4A ~ 4B の方法 300 および 400 の比較および中継処理を実施するために使用されるノード 102 の論理コンポーネントを示すブロック図である。特定の比較および中継処理を実行しているノード 102 は、図 5 のコンテキストにおいては、現在のノード 102 と呼ばれる。チャンネル 0 上で受信されたフレームに対する比較および中継処理を実行するために使用される現在のノード 102 の論理コンポーネントが、図 5 に示されている。チャンネル 1 上で受信されたフレームに対する比較および中継処理は、図 5 に示されている論理コンポーネントと同様の論理コンポーネントを使用して実行されるということを理解されたい。 40

【0056】

図 5 に示されている例においては、現在のノード 102 は、第 1 のダイレクトリンクインターフェース 502 を含み、この第 1 のダイレクトリンクインターフェース 502 は、その現在のノード 102 をチャンネル 0 の反時計方向のダイレクトリンク 108 へ通信可能に結合し、このチャンネル 0 の反時計方向のダイレクトリンク 108 は、その現在のノードの反時計方向の隣へ接続される。現在のノード 102 はまた、第 1 のスキップリンクインターフェース 504 を含み、この第 1 のスキップリンクインターフェース 504 は、その 50

現在のノード１０２をチャンネル０の反時計方向のスキップリンク１０８へ通信可能に結合し、このチャンネル０の反時計方向のスキップリンク１０８は、その現在のノードの反時計方向の隣の隣へ接続される。ダイレクトリンクＦＩＦＯ（first-in-first-out）バッファ５０６は、第１のダイレクトリンクインターフェース５０２に結合され、スキップリンクＦＩＦＯバッファ５０８は、第１のスキップリンクインターフェース５０４に結合される。第１のダイレクトリンクインターフェース５０２および第１のスキップリンクインターフェース５０４は、それぞれダイレクトリンク１０８およびスキップリンク１０８からデータを受信し、その受信したデータをそれぞれダイレクトリンクＦＩＦＯバッファ５０６およびスキップリンクＦＩＦＯバッファ５０８内に保存する。

【００５７】

10

現在のノード１０２は、第２のダイレクトリンクインターフェース５１０を含み、この第２のダイレクトリンクインターフェース５１０は、その現在のノード１０２をチャンネル０の時計方向のダイレクトリンク１０８へ通信可能に結合し、このチャンネル０の時計方向のダイレクトリンク１０８は、その現在のノードの時計方向の隣の隣へ接続される。現在のノード１０２はまた、第２のスキップリンクインターフェース５１２を含み、この第２のスキップリンクインターフェース５１２は、その現在のノード１０２をチャンネル０の時計方向のスキップリンク１０８へ通信可能に結合し、このチャンネル０の時計方向のスキップリンク１０８は、その現在のノードの時計方向の隣の隣へ接続される。

【００５８】

図５に示されている例においては、現在のノード１０２は、デスキューおよび比較モジュール５１４を含み、このデスキューおよび比較モジュール５１４は、その現在のノードの反時計方向の隣の隣の隣から受信したフレームを「デスキュー」および比較する。図５に示されている特定の例においては、現在のノード１０２は、単一の送信機５１６を含み、この送信機５１６は、その現在のノードの時計方向の隣とその現在のノードの時計方向の隣の隣の双方へデータを送信するために使用される。送信機５１６の出力は、その現在のノードの時計方向の隣およびその現在のノードの時計方向の隣の隣へそれぞれ送信するために、第２のダイレクトリンクインターフェース５１０と第２のスキップリンクインターフェース５１２の双方に結合される。

20

【００５９】

所与のタイムスロットの間の所与の送信中に、現在のノード１０２は、通常では第１のダイレクトリンクインターフェース５０２および第１のスキップリンクインターフェース５０４上におけるそれぞれのフレームの受信を別々の時点において開始する。例えば、図４のブロック４０６～４１０および４１４～４１８に関連して比較および中継処理が実行される場合には、現在のノード１０２は、所与の送信中に、通常では第１のスキップリンクインターフェース５０４上におけるフレームの受信を、第１のダイレクトリンクインターフェース５０２上における対応するフレームの受信を開始する前に開始する。これは、このような例では、第１のスキップリンクインターフェース５０４において受信されるフレームが、第１のダイレクトリンクインターフェース５０２上で受信されるフレームよりも１つ少ないホップを介して進むためである（すなわち、第１のスキップリンクインターフェース５０４上で受信されるフレームが、現在のノードの反時計方向の隣を「スキップ」するためである）。

30

40

【００６０】

図５に示されている例においては、デスキューおよび比較モジュール５１４ならびに送信機５１６は、ＦＩＦＯバッファ５０６と５０８の双方が半分満たされるまで待ってから、受信したデータの比較および中継を実行する。その他の実施形態においては、上述のデスキュー技術に加えて、あるいはその代わりに、その他のデスキュー技術が使用される。

【００６１】

図５に示されている特定の例においては、受信された２つのフレームに対するビットごとの比較が、デスキューおよび比較モジュール５１４によって実行される。

データが第１のダイレクトリンクインターフェース５０２において受信されると、その

50

受信されたデータは、ダイレクトリンクFIFOバッファ506の入力端へと書き込まれる。また、データがスキップリンクインターフェース504において受信されると、その受信されたデータは、スキップリンクFIFOバッファ508の入力端へと書き込まれる。フレームが第1のダイレクトリンクインターフェース502上において受信されているかどうかの判断は、そのインターフェース502から受信したデータ内から、フレームの始まりを示す区切り文字を検出することによって行われる。同様に、フレームが第1のスキップリンクインターフェース504上において受信されているかどうかの判断は、そのインターフェース504から受信したデータ内から、フレームの始まりを示す区切り文字を検出することによって行われる。

【0062】

フレームが第1のダイレクトリンクインターフェース502と第1のスキップリンクインターフェース504の双方の上において受信されている場合に、FIFOバッファ506と508の双方が半分満たされると、デスキューおよび比較モジュール514は、第1のFIFOバッファ506および第2のFIFOバッファ508のそれぞれの出力端からのビットの受信を開始し、送信機516は、FIFOバッファ506の出力端からのビットの受信を開始する。デスキューおよび比較モジュール514は、第1のFIFOバッファ506および第2のFIFOバッファ508からビットを受信すると、受信した2つのフレームに対するビットごとの比較を実行する。送信機516は、第1のFIFOバッファ506からビットを受信すると、その受信したビットを、チャンネル0に沿って、反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣へ中継する。デスキューおよび比較モジュール514は、双方のフレームの終わりを比較すると、それらの2つのフレームが同一であったか否かを示すビットを送信機516へ出力する。送信機516は、デスキューおよび比較モジュール514によって出力されたビットを受信し、中継されるフレームの後にそのビットを送信することによって、中継されるフレームの終わりにそのビットを「添付」する。

【0063】

フレームが第1のダイレクトリンクインターフェース502上において受信されており、その一方で第1のスキップリンクインターフェース504上では受信されていない場合に、第1のFIFOバッファ506が半分満たされると、デスキューおよび比較モジュール514ならびに送信機516は、第1のFIFOバッファ506の出力端からのビットの受信を開始する。デスキューおよび比較モジュール514は、現在のノード102においてチャンネル0に対してミスマッチが生じていることを示すビットを送信機516へ出力する。送信機516は、第1のFIFOバッファ506からビットを受信すると、その受信したビットを、チャンネル0に沿って、反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣へ中継する。送信機516は、デスキューおよび比較モジュール514によって出力されたビットを受信し、中継されるフレームの後にそのビットを送信することによって、中継されるフレームの終わりにそのビットを「添付」する。

【0064】

図4の方法400用に行われる処理に関しては、フレームが第1のスキップリンクインターフェース504上において受信されており、その一方で第1のダイレクトリンクインターフェース502上では受信されていない場合に、第2のFIFOバッファ508が半分満たされると、デスキューおよび比較モジュール514ならびに送信機516は、第2のFIFOバッファ508の出力端からのビットの受信を開始する。デスキューおよび比較モジュール514は、現在のノード102においてチャンネル0に対してミスマッチが生じていることを示すビットを送信機516へ出力する。送信機516は、第2のFIFOバッファ508からビットを受信すると、その受信したビットを、チャンネル0に沿って、反時計方向の隣および反時計方向の隣の隣へ中継する。送信機516は、デスキューおよび比較モジュール514によって出力されたビットを受信し、中継されるフレームの後にそのビットを送信することによって、中継されるフレームの終わりにそのビットを「添付」する。

【0065】

ネットワーク 100 の実施形態は、ネットワーク 100 の複数のノード 102 が同期モードで動作している間の改善されたフォルトトレランスを提供する。例えばネットワーク 100 の実施形態は、改善された移送の利用可能度および改善された移送の整合性を提供する。改善された移送の利用可能度は、例えば 2 つの独立した反対方向の通信チャネル 0 および 1 を使用することによって提供される。ネットワーク 100 内のノード 102 によって送信されるデータは、2 つの独立した通信パスを介してネットワーク 100 内のその他のノード 102 のそれぞれへと進む。例えばネットワーク 100 のノード A によって送信されるデータは、チャネル 0 上をノード A からノード B、C、D、および E へと反時計方向に進む第 1 のパスを介して、またチャネル 1 上をノード A からノード H、G、F、および E へと時計方向に進む第 2 のパスを介して、ノード E へと進む。結果として、これらのパスのうちの一方の上に何らかの単一障害点が生じて、データをノード E へと首尾よく進めることができる別のパスが存在することになる。

10

【0066】

図 1 ~ 4 に示されている実施形態においては、ネットワーク 100 の全体へ送信されるそれぞれのフレーム内に CRC プロトコルフィールドが含まれる。このような CRC フィールドは、偶発的なエラーに対処するのに非常に適している。送信側のノードと、その送信側のノードの時計方向の隣および反時計方向の隣との間におけるダイレクトリンク 108 上のノイズに起因するエラーは、このような偶発的な性格を有する。しかしアクティブなインターステージによってもたらされるエラーは、本質的に相互に関連付けられる可能性があり、これによって CRC フィールドは、そのようなエラーに対処するのにあまり適さなくなる可能性がある。方法 400 の処理を実行する際にノード 102 によって実行されるビットごとの比較は、前のノードによってもたらされるいかなるエラーをも検出し、それによって、このようなアクティブなインターステージによって引き起こされるエラーに対処する。このように中継を行うことによって、ネットワーク 100 内における移送の整合性が改善される。

20

【0067】

図 6 は、このようなノード 102 が同期化モードで動作している間に図 1 のネットワーク 100 内において発生する間抜けなタイミングでのでしゃばりな送信による障害の一例を示すブロック図である。図 6 に示されている例においては、ネットワーク 100 内のそれぞれのノード 102 は、図 2 ~ 4 の方法 200、300、および 400 を実施する。この例においては、ノード A は、ノード E が送信を行うようにスケジュールされているタイムスロットの間に、間抜けなタイミングでのでしゃばりな送信による障害を有する。この障害によって、ノード A は、チャネル 0 に沿ってノード A の時計方向の隣のノード H へ、およびチャネル 1 に沿ってノード A の反時計方向の隣のノード B へ送信を行う。ノード H が、ノード A によって送信されたフレームをチャネル 0 から受信した場合に、ノード H が、ノード A (ノード H の反時計方向の隣) から受信したフレームと、ノード B (ノード H の反時計方向の隣の隣) から受信したフレームの間で行う比較は、それらの 2 つのフレームが同一ではないことを示すであろう。結果として、ノード H は、ノード A から受信したフレームを、ミスマッチがノード H において生じたことを示す情報と共にチャネル 0 上において中継する。同様に、ノード B が、ノード A によって送信されたフレームをチャネル 1 から受信した場合に、ノード B が、ノード A (ノード B の時計方向の隣) から受信したフレームと、ノード B (ノード B の時計方向の隣の隣) から受信したフレームの間で行う比較は、それらの 2 つのフレームが同一ではないことを示すであろう。結果として、ノード B は、ノード A から受信したフレームを、ミスマッチがノード H において生じたことを示す情報と共にチャネル 1 上において中継する。

30

40

【0068】

ノード A の送信によって影響を受けるチャネル 0 およびチャネル 1 のリンク 108 が、破線を使用して図 6 に示されている。チャネル 0 内におけるノード A からノード H へのダイレクトリンク 108、ならびにチャネル 0 内におけるノード H からノード G へ、ノード G からノード F へ、およびノード F からノード E へのダイレクトリンクおよびスキップリ

50

リンク 108 は、ノード A による障害を伴った送信によって影響を受ける。チャンネル 1 内におけるノード A からノード B へのダイレクトリンク 108、ならびにチャンネル 1 内におけるノード B からノード C へ、ノード C からノード D へ、およびノード D からノード E へのダイレクトリンクおよびスキップリンク 108 は、ノード A による障害を伴った送信によって影響を受ける。

【0069】

ノード E によってチャンネル 0 に沿って送信されたデータは、チャンネル 0 のこの部分におけるリンク 108 がノード A の送信によって影響を受けないため、ノード D、C、および B によって受信され、中継される。同様に、ノード E によってチャンネル 1 に沿って送信されたデータは、チャンネル 1 のこの部分におけるリンク 108 がノード A の送信によって影響を受けないため、ノード F、G、および H によって受信され、中継される。ノード A の送信によって影響を受けず、ノード E が首尾よく送信を行うことができるチャンネル 0 およびチャンネル 1 のリンク 108 が、実線を使用して図 6 に示されている。このようにして、ノード E によって送信されたデータは、ノード A において間抜けなタイミングでのでしゃばりな送信による障害が発生しているにもかかわらず、リング 104 内におけるノード 102 のそれぞれに到達することができる。

10

【0070】

別の例では、ノード 102 が同期化モードで動作している間に、図 1 の通信ネットワーク 100 内において S O S (s l i g h t l y - o f f - s p e c i f i c a t i o n) の不具合あるいは障害が発生している。S O S の障害は、1 つのフレームが、ネットワーク 100 内における複数のノード 102 の受信ウィンドウ内で受信され、かつネットワーク 100 内におけるその他のノード 102 の受信ウィンドウのわずかに外側にある場合に発生する。S O S の不具合が発生すると、ノード 102 の前者のセットは、そのフレームを正しいフレームとして受け入れ、その一方でノード 102 の後者のセットは、そのフレームを間違ったフレームとして拒絶する。すなわち、ネットワーク 100 内における正当なノード 102 の別々のセットが、同一のフレームに対して別々の見方を有することになり、これは望ましくない。

20

【0071】

この例では、ノード A において S O S の不具合が発生している。このような不具合においては、ノード A の送信用としてノード A に割り当てられているタイムスロットの間に、障害を抱えるノード A は、ある時点で送信を行い、その結果、(もしもノード A の送信が、リング 104 の全体に完全に中継されるならば) ノード B、C、H、および G は、その送信を正しいものとして受信し、ノード D、E、および F は、その送信を間違ったものとして受信することになる。

30

【0072】

ノード B および H は、ノード A の隣として、ノード A による送信が、ネットワーク 100 内において実施される時間的なポリシーに準拠しているかどうかをチェックする。このような例においては、ノード B は、チャンネル 1 上においてノード A から受信されたフレームが時間的なポリシーに準拠していないと判断し、したがってチャンネル 1 に沿ってそれ以上そのフレームを中継しない。同様に、ノード H は、チャンネル 0 上においてノード A から受信されたフレームが時間的なポリシーに準拠していないと判断し、したがってチャンネル 0 に沿ってそれ以上そのフレームを中継しない。このようにして、そうした S O S の不具合の影響が緩和される。

40

【0073】

ノード 102 は、非同期化モードで動作している場合には、まだグローバルタイムベースに同期化されておらず、まだ T D M A スケジュールに従って送信を行っていない。したがってネットワーク 100 のノード 102 は、送信のコリジョンに対処するためのステップを踏まなければならない。図 7 A ~ 7 B は、非同期化モードで動作している間に図 1 のネットワーク 100 内において通信を行う方法 700 の一実施形態を示す流れ図である。このような実施形態においては、ネットワーク 100 内におけるそれぞれのノード 102

50

は、そのノード１０２が非同期化モードで動作している場合に、方法７００の処理を実行する。図７Ａ～７Ｂのコンテキストにおいては、方法７００の処理を実行しているノード１０２は、ここでは「現在の」ノード１０２と呼ばれる。一実施形態においては、現在のノード１０２によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部は、そのノード１０２内に含まれるコントローラ内に実装される。方法７００のその他の実施形態は、その他の方法で実装される。

【００７４】

図７Ａ～７Ｂに示されている方法７００の特定の実施形態は、現在のノード１０２が「目覚めた」場合に（これは、図７のブロック７０２においてチェックされる）、そのノードによって実行される。例えば現在のノード１０２は、そのノード１０２が最初に電源をオンにされたときに、あるいはそのノード１０２がリセットされた後に、目覚める。現在のノード１０２が目覚めた場合には、その現在のノード１０２は、その現在のノード１０２がリンク１０８のいずれから受信するいかなるデータも所定の期間中は中継しない（ブロック７０４）。すなわち現在のノード１０２は、ネットワーク１００内においてその他のノード１０２によって行われるいかなる送信からのデータも、ネットワーク１００のチャンネル０および１に沿ってそれ以上は中継しないことによって、そのような送信を「ブロック」する。現在のノード１０２がそのような送信をブロックする所定の期間は、ここでは「第１のブロック期間」とも呼ばれる。ＴＴＰ／Ｃプロトコルが使用されるこのような実施形態の一実装形態においては、第１のブロック期間は、最小のＩＦＧ（inter-frame gap）に設定される。

10

20

【００７５】

第１のブロック期間が経過すると、現在のノード１０２は、その現在のノード１０２が受信するすべての送信をブロックすることをやめる。現在のノード１０２が、ダイレクトリンク１０８を介してチャンネル０上におけるその現在のノード１０２の反時計方向の隣からデータを受信した場合には（これは、ブロック７０６においてチェックされる）、その現在のノード１０２は、その反時計方向の隣がその受信したデータのソースであるかどうかをチェックする（ブロック７０８）。一実施形態においては、現在のノード１０２は、その現在のノード１０２がチャンネル０上における反時計方向の隣から受信しているデータと同じデータをその現在のノード１０２がチャンネル０上におけるその現在のノードの反時計方向の隣の隣から受信しているかどうかを所定の「比較」期間中にチェックすることによって、この判断を行う。現在のノード１０２が、自分がチャンネル０上におけるその現在のノードの反時計方向の隣の隣から同じデータを受信していないと判断した場合には、その現在のノード１０２は、反時計方向の隣が、その隣から受信しているデータのソースであると結論付ける。現在のノード１０２が、自分がチャンネル０上におけるその現在のノードの反時計方向の隣の隣から同じデータを受信していると判断した場合には、その現在のノード１０２は、反時計方向の隣は、その隣から受信しているデータのソースではないと結論付ける。

30

【００７６】

反時計方向の隣が、その隣から受信しているデータのソースではない場合には、現在のノード１０２は、そのデータを、チャンネル０に沿って、その現在のノードの時計方向の隣のノードおよび時計方向の隣の隣へ中継する（ブロック７１０）。

40

【００７７】

反時計方向の隣が、その隣から受信しているデータのソースである場合には、現在のノード１０２は、その反時計方向の隣から発生してチャンネル０上において受信したデータを、所定の期間中に中継する（ブロック７１２）。この所定の期間は、ここでは「中継期間」とも呼ばれる。ＴＴＰ／Ｃプロトコルが使用されるこのような実施形態の一実装形態においては、中継期間は、少なくともコールドスタートメッセージがネットワーク１００の全体へ送信されるのに十分な長さである。現在のノード１０２は、このようなデータを、チャンネル０に沿って、その現在のノードの時計方向の隣のノードおよび時計方向の隣の隣へ中継する。中継期間中には、現在のノード１０２は、その現在のノードの反時計方向の

50

隣以外のノードから発生してチャンネル 0 上において受信したいかなるデータも中継しない。

【 0 0 7 8 】

中継期間が経過すると（これは、ブロック 7 1 4 においてチェックされる）、現在のノード 1 0 2 は、反時計方向の隣から発生してチャンネル 0 上において受信したデータを、所定の期間中は中継しない。この所定の期間は、ここでは「第 2 のブロック期間」とも呼ばれる。T T P / C プロトコルが使用されるこのような実施形態の一実装形態においては、中継期間は、少なくともネットワーク 1 0 0 内における別のノード 1 0 2 がコールドスタートメッセージの送信を開始するのに十分な長さである。第 2 のブロック期間中に、現在のノード 1 0 2 が、反時計方向の隣から発生したものではないチャンネル 0 上におけるデータを受信した場合には、その現在のノード 1 0 2 は、その受信したデータを、チャンネル 0 に沿って、その現在のノードの時計方向の隣のノードおよび時計方向の隣の隣へ中継する（ブロック 7 1 6）。図 7 A ~ 7 B に示されている実施形態においては、現在のノード 1 0 2 は、反時計方向の隣から受信されたデータを、チャンネル 0 上におけるその現在のノードの反時計方向の隣の隣から受信された任意の対応するデータと比較することによって、チャンネル 0 上において受信されたそのデータが反時計方向の隣から発生したものであるかどうかを判断する。

10

【 0 0 7 9 】

第 2 のブロック期間が経過すると（これは、ブロック 7 1 8 においてチェックされる）、現在のノード 1 0 2 は、反時計方向の隣から発生してチャンネル 0 上において受信したデータをブロックすることをやめる（7 0 6 ヘループバックする）。

20

【 0 0 8 0 】

第 1 のブロック期間が経過すると、チャンネル 1 に対して同様の処理が実行される。第 1 のブロックが経過した後に、現在のノード 1 0 2 が、ダイレクトリンク 1 0 8 を介してチャンネル 1 上におけるその現在のノード 1 0 2 の反時計方向の隣からデータを受信した場合には（これは、図 7 B のブロック 7 2 0 においてチェックされる）、その現在のノード 1 0 2 は、その時計方向の隣がその受信したデータのソースであるかどうかをチェックする（ブロック 7 2 2）。一実施形態においては、現在のノード 1 0 2 は、その現在のノード 1 0 2 がチャンネル 1 上における時計方向の隣から受信しているデータと同じデータをその現在のノード 1 0 2 がチャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣の隣から受信しているかどうかを所定の期間中にチェックすることによって、この判断を行う。現在のノード 1 0 2 が、自分がチャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣の隣から同じデータを受信していないと判断した場合には、その現在のノード 1 0 2 は、時計方向の隣が、その隣から受信しているデータのソースであると結論付ける。現在のノード 1 0 2 が、自分がチャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣の隣から同じデータを受信していると判断した場合には、その現在のノード 1 0 2 は、時計方向の隣は、その隣から受信しているデータのソースではないと結論付ける。

30

【 0 0 8 1 】

時計方向の隣が、その隣から受信しているデータのソースではない場合には、現在のノード 1 0 2 は、そのデータを、チャンネル 1 に沿って、その現在のノードの反時計方向の隣のノードおよび反時計方向の隣の隣へ中継する（ブロック 7 2 4）。

40

【 0 0 8 2 】

時計方向の隣が、その隣から受信しているデータのソースである場合には、現在のノード 1 0 2 は、その時計方向の隣から発生してチャンネル 1 上において受信したデータを、中継期間中に中継する（ブロック 7 2 6）。現在のノード 1 0 2 は、このようなデータを、チャンネル 1 に沿って、その現在のノードの反時計方向の隣のノードおよび反時計方向の隣の隣へ中継する。中継期間中には、現在のノード 1 0 2 は、その現在のノードの時計方向の隣以外のノードから発生してチャンネル 1 上において受信したいかなるデータも中継しない。

【 0 0 8 3 】

50

中継期間が経過すると（これは、ブロック 728 においてチェックされる）、現在のノード 102 は、時計方向の隣から発生してチャンネル 1 上において受信したデータを、第 2 のブロック期間中は中継しない。第 2 のブロック期間中に、現在のノード 102 が、時計方向の隣から発生したものではないチャンネル 1 上におけるデータを受信した場合には、その現在のノード 102 は、その受信したデータを、チャンネル 1 に沿って、その現在のノードの反時計方向の隣のノードおよび反時計方向の隣の隣へ中継する（ブロック 730）。図 7A ~ 7B に示されている実施形態においては、現在のノード 102 は、時計方向の隣から受信されたデータを、チャンネル 1 上におけるその現在のノードの時計方向の隣の隣から受信された任意の対応するデータと比較することによって、チャンネル 1 上において受信されたそのデータが時計方向の隣から発生したものであるかどうかを判断する。第 2 のブロック期間が経過すると（これは、ブロック 732 においてチェックされる）、現在のノード 102 は、時計方向の隣から発生してチャンネル 1 上において受信したデータをブロックすることをやめる（720 ヘルプバックする）。

10

【0084】

以降では、方法 700 のオペレーションの一例について説明する。この例においては、現在のノード 102 はノード A であり、ネットワーク 100 内のノード 102 は、（例えば、最初のシステムの起動中には）非同期化モードで動作している。ノード A は、最初に電源をオンにされ、目覚めると、第 1 のブロック期間中は、自分が受信するいかなるデータも中継しない。第 1 のブロック期間が経過すると、ノード A は、チャンネル 0 上におけるノード B から（すなわち、ノード A の反時計方向の隣から）データを受信する。この例においては、ノード B が、その受信されたデータのソースである。というのも、ノード A は、所定の比較期間内には、ノード C（ノード A の反時計方向の隣の隣）から同じデータを受信しなかったためである。ノード A（この例における現在のノード 102）は、ノード B から受信したデータを、中継期間中に中継する。中継期間中には、ノード A は、ノード B 以外のノードから発生してノード A によって受信されたいかなるデータも中継しない。中継期間が経過した後、第 2 のブロック期間中は、ノード A は、ノード B から発生してチャンネル 0 上において受信したデータを中継せず、ノード B 以外のノードから発生してチャンネル 0 上において受信したデータを中継する。第 2 のブロック期間が経過すると、ノード B は、ノード B から発生してチャンネル 0 上において受信したデータをブロックすることをやめる。

20

30

【0085】

このような例においては、ノード B が間抜けなタイミングでのでしゃばりな送信による障害を有し、それによってノード B が継続的にデータのソースとなる場合、現在のノード 102（ノード A）は、第 2 のブロック期間中にノード B の送信をブロックして、代わりにネットワーク 100 内のその他のノードから発生したデータを中継することによって、ノード B の障害の影響を制限するであろう。

【0086】

その他の実施形態においては、第 1 のブロック期間、および第 2 のブロック期間、ならびに中継期間のうちの 1 つまたは複数が設定可能である。

その他の実施形態においては、現在のノード 102 において受信されたデータがそれぞれの隣から発生したものであるかどうかに基づいてそのデータをブロックしたり中継したりする代わりに、その現在のノード 102 は、そのようなデータがそれぞれの隣から発生したものであるかどうかにかかわらず、そのデータを中継し、その中継するデータがその現在のノード 102 のそれぞれの隣から発生したものであるか否かを示す情報を、その中継するデータと共に含める。このような一実施形態においては、図 2 ~ 5 に関連して前述した比較機能を使用して、そのような情報を作成する。例えば、このような実施形態の一実装形態においては、中継されるデータが現在のノード 102 のそれぞれの隣から発生したものであるか否かを示す 1 ビットのフィールドが、その中継されるデータに添付される。これらの添付されたフィールドは、例えばソース識別処理における「ホップカウント」として使用することができる。

40

50

【 0 0 8 7 】

その他の実施形態においては、現在のノード 1 0 2 は、その現在のノード 1 0 2 において受信したデータが隣から発生したものであることを検知すると、その送信が、ネットワーク 1 0 0 内において実施される 1 つまたは複数のポリシーに準拠しているかどうかを、およびそのような送信が、1 つまたは複数のそのようなポリシーに準拠していないかどうかを判断し、その受信したデータを中継しないか、またはそのデータを、そのようなポリシーに準拠していないことを示す情報と共に（例えば、1 ビットの整合性フィールドを添付することによって、またはそのデータ内に含まれている共有された整合性フィールドを変更することによって）中継する。

【 0 0 8 8 】

チャネル 0 および 1 は、セグメント化されたメディアを含むため、例えばシステムの電源投入時に、ネットワーク 1 0 0 内には複数の「小グループ」が形成される可能性がある。図 8 は、2 つの小グループが図 1 のネットワーク 1 0 0 内において形成される典型的なシナリオを示している。これらの小グループのそれぞれは、それぞれの小グループ内におけるどのノード 1 0 2 が送信を行うかによって、別々の T D M A スケジュール 8 0 2 または 8 0 4 を有する。この例においては、スケジュール 8 0 2 および 8 0 4 の双方におけるタイムスロットは同じサイズであり、スケジュール 8 0 2 および 8 0 4 は、相互にほぼ 1 8 0 度位相がずれている。スケジュール 8 0 2 は、ノード A、H、G、および F を含む小グループ（ここでは、「小グループ 1」とも呼ばれる）に関連付けられており、スケジュール 8 0 4 は、ノード E、B、C、および D を含む小グループ（ここでは、「小グループ 2」とも呼ばれる）に関連付けられている。ネットワーク内のノード 1 0 2 が送信を行う順序は、ノード A、ノード E、ノード H、ノード B、ノード G、ノード C、ノード F、およびノード D の順であり、ノード E、B、C、および D のそれぞれは、それぞれノード A、H、G、および F のそれぞれよりも 1 / 2 スロット遅れてその送信を開始する。

【 0 0 8 9 】

この例においては、2 つの小グループ 8 0 2 および 1 2 0 4 は、安定した状態を保ち、お互いをまったく認識していない。例えば T T P / C プロトコルの通常の小グループを避ける機能は、複数のリンクのうちの 1 つだけの上で反対の小グループから見られる「ノイズ」が、すべてのスロット内でメッセージを首尾よく受信することによって相殺されるため、このような小グループの形成を解消するのに十分ではない可能性が高くなるということに留意すべきである。

【 0 0 9 0 】

図 9 は、図 1 のネットワーク 1 0 0 内における小グループを解消する方法 9 0 0 の一実施形態を示す流れ図である。図 9 に示されている方法 9 0 0 の実施形態は、図 8 に示されている例において形成された小グループを解消するのに適している。図 9 に示されている方法 9 0 0 の実施形態については、ここでは、図 1 に示されているネットワーク 1 0 0 を使用して実装されるものとして説明するが、その他の実施形態は、その他のネットワーク内においてその他の方法で実装される。方法 9 0 0 は、リング 1 0 4 内のノード 1 0 2 が同期化モードで動作しており、そこで複数の小グループが形成されている場合に使用するのに適している。図 9 のコンテキストにおいては、方法 9 0 0 の処理を実行しているノード 1 0 2 は、ここでは「現在の」ノード 1 0 2 と呼ばれる。一実施形態においては、現在のノード 1 0 2 によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部は、そのノード 1 0 2 内に含まれるコントローラ内に実装される。方法 9 0 0 のその他の実施形態は、その他の方法で実装される。

【 0 0 9 1 】

方法 9 0 0 の機能は、現在のノード 1 0 2 が同期モードで動作している場合に（すなわち、それぞれの小グループ内のノード 1 0 2 が、T D M A スケジュールに従って送信を行っている場合に）使用される。同期モードで動作している間、現在のノード 1 0 2 は、同期的な方法でその現在のノードの両隣からのデータを求めてリッスンする（ブロック 9 0 2）。すなわち現在のノード 1 0 2 は、その現在のノード 1 0 2 によって認識される現在

10

20

30

40

50

の送信スケジュールによって定義されるタイムスロットの間に、チャンネル 1 上におけるその時計方向の隣からのフレームを求めて、およびチャンネル 0 上におけるその反時計方向の隣からのフレームを求めてリッスンする。現在のノード 102 は、自分が所定の期間中にその現在のノードの両隣のいずれかから有効なフレームを受信していないかどうかを判断する（これは、ブロック 904 においてチェックされる）。現在のノード 102 が所与の期間中に有効なフレームをそこから受信していない隣は、ここでは「静かな隣」と呼ばれる。「有効な」フレームとは、構文的に正しく、かつ現在のノードのスケジュール位置と調和するフレームである。一実施形態においては、スケジュールの位置合せの妥当性は、フレームのコンテンツ内に含めて送信される明示的なスケジュールデータによって確認することができる。別の実施形態においては、スケジュール位置データは、（例えば、H0005061 出願に記載されているように）暗にフレームのコンテンツ内に含めて送信することができる。

10

【0092】

現在のノード 102 が、所与の期間中に静かな隣から有効なフレームを受信していない場合には、その現在のノード 102 は、所与の期間中に静かな隣の隣からのデータを求めて非同期的にリッスンする（ブロック 906）。例えば、このような実施形態の一実装形態においては、この所与の期間は、1 つの TDMA ラウンドに等しい。別の実施形態においては、この期間はゼロである（すなわち現在のノード 102 は、スキップリンク 108 上において現在のノードの隣の隣からの有効なフレームを求めて非同期モードで継続的にリッスンする）。

20

【0093】

現在のノード 102 が、このような静かな隣の隣からのデータを求めて非同期的にリッスンする場合には、その現在のノード 102 は、送信時間あるいはフェーズにかかわらずに静かな隣の隣から送信される構文的に有効ないかなるフレームも受信することができるであろう。結果として、現在のノード 102 は、その現在のノード 102 がメンバーになっていない小グループからのメッセージを受信することができるであろう。現在のノード 102 が、非同期的にリッスンしている間に所与の期間内に静かな隣の隣から有効なフレームを受信しない場合には、その現在のノード 102 は、その現在のノード 102 がその時点でメンバーになっている小グループ（ここでは、「現在の小グループ」とも呼ばれる）内に留まる（ブロック 920）。

30

【0094】

現在のノード 102 が、非同期的にリッスンしている間に静かな隣の隣から有効なフレームを受信した場合には（これは、ブロック 908 においてチェックされる）、その現在のノード 102 は、所与の期間にわたって静かな隣からの第 2 の有効なフレームを求めて非同期的にリッスンする（ブロック 910）。現在のノード 102 が、非同期的にリッスンしている間に所与の期間内に静かな隣から有効なフレームを受信しない場合には（これは、ブロック 912 においてチェックされる）、その現在のノード 102 は、現在の小グループ内に留まる（ブロック 920）。現在のノード 102 が、非同期的にリッスンしている間に静かな隣から有効なフレームを受信した場合には、その現在のノード 102 は、2 つの非同期フレームが、自分たちが同じ小グループから送信されたことを示しているかどうかをチェックする（ブロック 914）。一実施形態においては、現在のノード 102 は、2 つの非同期フレームが、同じ小グループのメンバーである複数のノードから送信されたかどうかをチェックする。別の実施形態においては、現在のノード 102 は、2 つの非同期フレームの 2 つの非同期受信の間に見られる時間が、例えばその 2 つの非同期フレーム内に組み込まれたフレームスケジュール位置データによって示されるような、それぞれのスケジュールされた送信の間における予想された時間と一致するかどうかをチェックする。その他の実施形態においては、これらのチェックに加えて、あるいはその代わりに、その他のフレーム整合性チェックを実行することができる。

40

【0095】

現在のノード 102 が、自分たちが同じ小グループから送信されたことを示す 2 つの非

50

同期フレームを受信しない場合には、その現在のノード１０２は、現在の小グループ内に留まる（ブロック９２０）。

【００９６】

２つの非同期フレームが、自分たちが同じ小グループ（ここでは、「他の小グループ」とも呼ばれる）から送信されたことを示す場合には、その現在のノード１０２は、その現在のノード１０２が現在の小グループから他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断する（ブロック９１６）。現在のノード１０２が、自分が離脱すべきであると判断した場合には、その現在のノード１０２は、他の小グループへと向かうバイアスを伴って現在の小グループから離脱する（ブロック９１８）。そうでない場合には、現在のノード１０２は、現在の小グループ内に留まる（ブロック９２０）。

10

【００９７】

一実施形態においては、現在のノード１０２は、現在の小グループのサイズ（すなわち、現在の小グループのメンバーであるノードの数）を、他の小グループのサイズ（すなわち、他の小グループのメンバーであるノードの数）と比較することによって、自分が現在の小グループから他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断する。他の小グループが現在の小グループよりも大きい場合には、現在のノード１０２は、現在の小グループから他の小グループへと離脱する。他の小グループが現在の小グループよりも大きくない場合には、現在のノード１０２は、現在の小グループ内に留まる。このような実施形態の一実装形態においては、他の小グループのサイズは、２つの非同期フレーム内に含まれている明示的な小グループサイズ情報を使用して測定される。別の実装形態においては、他の小グループのサイズは、（例えば、H 0 0 0 5 0 6 1 出願に記載されているように）暗に２つの非同期フレームと共に送信される情報を使用して測定される。別の実装形態においては、他の小グループのサイズは、２つの非同期フレーム内に含めて送信されるその他の情報（例えば、メンバーシップベクトル）から導き出される。別の実装形態においては、現在のノード１０２は、T D M A ラウンドの全体にわたって他の小グループからの送信を求めて非同期的にリッスンし、その後、そのT D M A ラウンド中にその現在のノード１０２が受信した送信の数に基づいて他の小グループのサイズを導き出す。

20

【００９８】

別の実施形態においては、現在のノード１０２は、ネットワーク１００内における複数のノード１０２の演繹的な順序付けに基づいて、自分が現在の小グループから他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断する。現在のノード１０２は、現在の小グループのうちのどのメンバーノードが、割り当てられた順序内で先頭に来るかを判断することによって、および他の小グループのうちのどのメンバーノードが、割り当てられた順序内で先頭に来るかを判断することによって、自分が離脱すべきかどうかを判断する。現在のノード１０２は、ネットワーク１００の複数のノード１０２に対して割り当てられた順序内で、他の小グループの最初のノードが、現在の小グループの最初のノードよりも前に来る場合に、現在の小グループから他の小グループへと離脱する。図１０は、このような実装形態のオペレーションの一例を示すブロック図である。図１０に示されている例においては、ネットワーク１００の複数のノード１０２は、ノードＡ、ノードＢ、ノードＣ、ノードＤ、ノードＥ、ノードＦ、ノードＧ、およびノードＨという順で順序付けられている。この例においては、他の小グループは、図８に示されている小グループ１のメンバーであるノードを含み、現在の小グループは、図８に示されている小グループ２のメンバーであるノードを含む。他の小グループの最初のノード（ノードＡ）は、現在の小グループの最初のノード（ノードＢ）よりも前に来ており、したがって現在のノード１０２は、この例においては現在の小グループから他の小グループへと離脱することになる。

30

40

【００９９】

このような一実施形態においては、現在のノード１０２は、そのような演繹的な順序付けを使用して、現在の小グループと他の小グループが同じサイズである場合（すなわち、同じ数のメンバーノードを有する場合）にのみ、その現在のノード１０２が現在の小グループから他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断する。

50

【0100】

本明細書に記載のシステム、デバイス、方法、および技術は、さまざまなタイプのプロトコル（例えば、TTP/CやFLEXRAYなどのタイムトリガードプロトコル）を実装するノードにおいて実装することができる。図11は、図1に示されているネットワーク100のそれぞれのノード102を実装するのに適しているノード1100の典型的な一実施形態を示すブロック図である。図11に示されているノード1100は、TTP/Cプロトコルを実装している（ただし、本明細書に記載のシステム、デバイス、方法、および技術は、TTP/Cプロトコルの代わりに、あるいはTTP/Cプロトコルに加えて、その他のプロトコルを使用して実装することもできるという点を理解されたい）。それぞれのノード1100は、ホスト1110およびTTP/Cコントローラ1112を含む。ホスト1110は、ネットワーク100を介してやり取りされるデータを提供するアプリケーションソフトウェア1114を実行する。例えば一実施形態においては、ホスト1110は、安全が決定的に重要となるコントロールアプリケーションを実行するコンピュータである。ホスト1110は、TTP/Cコントローラ1112を使用して、通信ネットワーク100内のその他のノード102と通信する。TTP/Cコントローラ1112は、TTP/Cプロトコルの機能を実施する。TTP/Cプロトコルは、3つの基本的なサービスを、ホスト1110上で実行されるアプリケーションソフトウェア1114に提供する。TTP/Cプロトコルは、決定論的なメッセージ送信、グローバルタイムベース、およびメンバーシップサービスを提供し、それによってそれぞれのノード1100は、現在どのノードが送信を行っているかがわかる。

10

20

【0101】

TTP/Cコントローラ1112は、ホスト1110と、TTP/Cコントローラ1112のその他のコンポーネントとの間におけるインターフェースとして機能するCNI（communication network interface）1116を含む。図11に示されている実施形態においては、CNI1116は、デュアルポートメモリ1118（ここでは、CNIメモリ1118とも呼ばれる）を使用して実装される。CNIメモリ1118は、ホスト1110によって、およびTTP/Cコントローラ1112内に含まれているTTP/Cコントローラユニット1120によってアクセスされる。このような実施形態の一実施形態においては、CNIメモリ1118は、SRAM（static random access memory）を使用して実装される。バスインターフェース1122は、CNIメモリ1118を複数のバス1124（例えばデータバス、アドレスバス、および/またはコントロールバス）に結合し、これらのバス1124を介して、ホスト1110は、CNIメモリ1118との間においてデータの読み取りおよび書き込みを行う。その他の実施形態においては、CNIメモリ1118は、その他の方法で（例えば、シリアルインターフェースを使用して）アクセスされる。

30

【0102】

TTP/Cコントローラユニット1120は、TTP/Cプロトコルを実装するのに必要な機能を提供する。このような実施形態の一実施形態においては、TTP/Cコントローラユニット1120は、プログラマブルプロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ）を使用して実装され、このプログラマブルプロセッサは、TTP/Cコントローラユニット1120によって実行される機能を実施するための命令と共にプログラムされる。このような実施形態においては、命令メモリ1126は、TTP/Cコントローラユニット1120に結合される。TTP/Cコントローラユニット1120によって実行されるプログラム命令は、プログラム命令メモリ1126内に格納される。一実施形態においては、プログラムメモリ1126は、読み取り専用のメモリデバイス、あるいはフラッシュメモリデバイスなどの不揮発性のメモリデバイスを使用して実装される。

40

【0103】

TTP/Cコントローラ1112はまた、MEDL（message descriptor list）メモリ1128を含み、ここには、TDMA（time-division multiple access）スケジュール、動作モード、およびクロック

50

同期化パラメータに関する構成情報が保存される。MEDLメモリ1128は通常、例えばフラッシュメモリデバイスおよび/またはSRAM(static random access memory)デバイスを使用して実装される。CNIメモリ1118、プログラムメモリ1126、およびMEDLメモリ1128のサイズはいずれも、ホスト1110上で実行されるアプリケーションソフトウェア1114、TTP/コントローラユニット1120上で実行されるプログラム命令、および/または(後述する)バスガーディアン1132の特定のニーズに基づいて選択される。さらに、CNIメモリ1118、プログラムメモリ1126、およびMEDLメモリ1128は、別々のコンポーネントとして図11に示されているが、いくつかの実施形態においては、CNIメモリ1118、プログラムメモリ1126、および/またはMEDLメモリ1128は、1つまたは複数のメモリデバイスへと統合される。 10

【0104】

単一のバスガーディアン1132は、TTP/Cコントローラ1112とリンク1108の間におけるインターフェースとして機能する。図11に示されている実施形態の一実装形態においては、バスガーディアン1132は、例えば1つまたは複数のUART(universal asynchronous receiver/transmitter)デバイスを含み、この1つまたは複数のUARTデバイスは、図1に示されているシリアルな、一方向性のポイントツーポイントの、一方向性のリンク108からデータを受信して、そうしたリンク108を介してデータを送信および中継するために使用される。 20

【0105】

バスガーディアン1132によってリンク108から受信されるデータは、TTP/Cプロトコルに従って処理するためにTTP/Cコントローラ1112へ渡される。TTP/Cコントローラ1112によって送信されることになるデータは、TTP/Cコントローラユニット1120によってバスガーディアン1132へ渡される。バスガーディアン1132は、TTP/Cコントローラ1112がリンク108上における送信をいつ許可されるか、およびリンク108から受信されたデータをいつ中継するかを決定する。一実装形態においては、バスガーディアン1132は、図2および3に関連して前述した機能の少なくとも一部を実装する。バスガーディアン1132は、データをいつ送信および中継するかを判断するために、TTP/Cコントローラ1120のMEDLメモリ1128 30内に保存されているMEDL情報にアクセスする。したがって、それぞれのノード102内に含まれるバスガーディアン1132は、そのノード102にとって、およびそのノードの両隣のそれぞれにとって、バスガーディアン1132として機能する。このようにして、それぞれのノード102内の単一のバスガーディアン1132を使用するだけで、ネットワーク100内のノード102に関して、複数のバスガーディアンに関連付けられているフォルトトレランスを達成することができる。

【0106】

TTP/Cコントローラ1112およびバスガーディアン1132は、別々のコンポーネントとして図11に示されているが、このような実施形態の一実装形態においては、TTP/Cコントローラ1112およびバスガーディアン1132によって提供される機能 40は、単一の集積回路デバイスへ統合されるということを理解されたい。このような実装形態においては、さらなるリソースの節約(例えばコスト、スペース、および電力)を達成することができる。このような一実装形態においては、プログラマブルプロセッサは、適切なプログラム命令と共にプログラムされ、この適切なプログラム命令は、プログラマブルプロセッサによって実行されると、TTP/Cコントローラ1112およびバスガーディアン1132によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部を実行する。その他の実施形態および実装形態においては、TTP/Cコントローラ1112(あるいはその1つまたは複数のコンポーネント)およびバスガーディアン1132(あるいはその1つまたは複数のコンポーネント)は、別々のコンポーネントを使用して実装される。 50

【 0 1 0 7 】

図 1 2 は、図 1 のネットワーク 1 0 0 内における方向的な整合性を検知する方法の一実施形態を示す流れ図である。図 1 2 に示されている方法 1 2 0 0 の実施形態については、ここでは、図 1 に示されているネットワーク 1 0 0 を使用して実装されるものとして説明するが、その他の実施形態は、その他のネットワーク内においてその他の方法で実装される。図 1 2 のコンテキストにおいては、方法 1 2 0 0 の処理を実行しているノード 1 0 2 は、ここでは「現在の」ノード 1 0 2 と呼ばれる。一実施形態においては、現在のノード 1 0 2 によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部は、そのノード 1 0 2 内に含まれるコントローラ内に実装される。方法 1 2 0 0 のその他の実施形態は、その他の方法で実装される。

10

【 0 1 0 8 】

所与のノード 1 0 2 (この図 1 2 のコンテキストにおいては、「送信側の」ノード 1 0 2 と呼ばれる) がデータを送信する際、その送信側のノード 1 0 2 の両隣のノードのそれぞれは、その送信側のノード 1 0 2 がネットワーク 1 0 0 のチャンネル 0 と 1 の双方の上で同じデータを送信しているかどうか(すなわち、そこで送信側のノード 1 0 2 が方向的な整合性を伴って送信を行っているかどうか)を判断するために、方法 1 2 0 0 を実行する。方法 1 2 0 0 は、例えばネットワーク 1 0 0 内のノード 1 0 2 が、複数のノードが 1 つの T D M A スケジュールに従って送信を行う同期化モードで動作している場合に実行することができる。このような実施形態においては、方法 1 2 0 0 は、図 3 A あるいは図 3 B に関連して前述した処理に加えて、両隣のノードによって実行することができる。方法 1 2 0 0 はまた、例えばネットワーク 1 0 0 内のノード 1 0 2 が(例えばシステムの起動中に)非同期化モードで動作している場合に実行することもできる。このような実施形態においては、方法 1 2 0 0 は、図 7 A あるいは図 7 B に関連して前述した処理に加えて、両隣のノードによって実行することができる。

20

【 0 1 0 9 】

送信側のノード 1 0 2 が送信を行う場合には、その送信側のノードの両隣は、自分たちがその送信側のノードから受信するそれぞれのフレームを、それらの両隣を相互に通信可能に結合するスキップリンク 1 0 8 を介してやり取りする。図 1 2 に示されているように、現在のノード 1 0 2 が、その両隣のうちの一方から発生したフレームを受信した場合には(これは、ブロック 1 2 0 2 においてチェックされる)、その現在のノード 1 0 2 は、自分がその隣から(すなわち、送信側のノードから)受信しているフレームを、その送信側のノードの他方の隣へ転送する(ブロック 1 2 0 4)。現在のノード 1 0 2 は、送信側のノード 1 0 2 からのフレームを、その現在のノード 1 0 2 をその送信側のノードへ通信可能に結合するダイレクトリンク 1 0 8 から受信する。請求項 1 2 のコンテキストにおいては、現在のノード 1 0 2 が送信側のノード 1 0 2 からフレームを受信するチャンネルは、ここでは「現在のチャンネル」と呼ばれる。現在のノード 1 0 2 は、自分が送信側のノードから受信するフレームを、その送信側のノード 1 0 2 の他方の隣へ、その現在のノード 1 0 2 を現在のチャンネル以外のチャンネル内の他方の隣へ通信可能に結合するスキップリンク 1 0 8 を介して転送する。

30

【 0 1 1 0 】

送信側のノードの他方の隣は、自分が送信側のノードから受信するフレームを、現在のノード 1 0 2 へ、その他方の隣を現在のチャンネル内のその現在のノード 1 0 2 へ通信可能に結合する他のスキップリンク 1 0 8 を介して転送する。図 1 2 のコンテキストにおいては、送信側のノードの他方の隣によって現在のノード 1 0 2 へ転送されるフレームは、ここでは「他のフレーム」とも呼ばれる。現在のノード 1 0 2 は、他のフレームを受信する(ブロック 1 2 0 6)。現在のノード 1 0 2 は、自分が送信側のノードから受信しているフレームを、自分が他方の隣から受信している他のフレームと比較する(ブロック 1 2 0 8)。一実施形態においては、この比較はビットごとの比較である。

40

【 0 1 1 1 】

現在のノード 1 0 2 は、自分が送信側のノード 1 0 2 から受信しているフレームを、現

50

在のチャンネルに沿って中継する（ブロック 1 2 1 0）。例えば送信側のノード 1 0 2 が、現在のノード 1 0 2 の時計方向の隣である場合には、その現在のノード 1 0 2 は、送信側のノード 1 0 2 からチャンネル 1 を介してフレームを受信し、その受信したフレームを、チャンネル 1 に沿って、その現在のノード 1 0 2 の反時計方向の隣および隣の隣へ中継する。送信側のノード 1 0 2 が、現在のノード 1 0 2 の反時計方向の隣である場合には、その現在のノード 1 0 2 は、送信側のノード 1 0 2 からチャンネル 0 を介してフレームを受信し、その受信したフレームを、チャンネル 0 に沿って、その現在のノード 1 0 2 の時計方向の隣および隣の隣へ中継する。

【 0 1 1 2 】

送信側のノードによって送信されたフレームの全体が、現在のノード 1 0 2 によって中継され、そのフレームと、他方の隣によってその現在のノード 1 0 2 へ転送された他のフレームとの比較が完了した後、その現在のノード 1 0 2 は、その比較の結果を示す情報を、送信側の隣から受信されたフレーム内に含めて、あるいはそのフレームの後に、現在のチャンネルに沿って中継する（ブロック 1 2 1 2）。一実施形態においては、比較の結果を示す情報は、図 4 A ~ 4 B および 5 に関連して前述したように、現在のノード 1 0 2 が、送信側のノードから受信されたフレームに添付する 1 ビットの添付された整合性フィールドを含む。別の実施形態においては、図 4 A ~ 4 B および 5 に関連して前述したように、共有された整合性フィールドが、それぞれのフレームの終わりに含まれる。

【 0 1 1 3 】

例えば、送信側のノードが図 1 のノード A であり、現在のノードがノード B である場合には、送信側のノードの他方の隣はノード H である。このような例においては、現在のノード（ノード B）は、自分がノード A から受信するフレームを、ノード B をノード H へ通信可能に結合するチャンネル 0 のスキップリンク 1 0 8 を介して、他方の隣（ノード H）へ転送する。同様に、他方の隣（ノード H）は、自分がノード A から受信するフレームを、ノード H をノード B へ通信可能に結合するチャンネル 1 のスキップリンク 1 0 8 を介して、現在のノード（ノード B）へ転送する。ノード B は、自分がノード A から受信するフレームを、自分がノード H から受信するフレームと比較する。ノード B は、ノード A から受信したフレームを、チャンネル 1 に沿ってノード C（ノード B の反時計方向の隣）へ、およびノード D（ノード B の反時計方向の隣の隣）へ中継する。ノード B は、ノード A から受信したフレームの全体を中継し、比較を完了すると、（この例においては）その中継されたフレームに 1 ビットのフィールドを添付する。

【 0 1 1 4 】

図 1 3 は、図 1 のネットワーク 1 0 0 内における整合性を再構成する方法の一実施形態を示す流れ図である。図 1 3 に示されている方法 1 3 0 0 の実施形態については、ここでは、図 1 に示されているネットワーク 1 0 0 を使用して実装されるものとして説明するが、その他の実施形態は、その他のネットワーク内においてその他の方法で実装される。図 1 3 のコンテキストにおいては、方法 1 3 0 0 の処理を実行しているノード 1 0 2 は、ここでは「現在の」ノード 1 0 2 と呼ばれる。一実施形態においては、現在のノード 1 0 2 によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部は、そのノード 1 0 2 内に含まれるコントローラ内に実装される。方法 1 3 0 0 のその他の実施形態は、その他の方法で実装される。

【 0 1 1 5 】

図 1 3 に関連して本明細書に記載されている処理は、任意選択であり、本明細書に記載されているその他のシステム、デバイス、方法、あるいは技術のいずれかを使用する任意の所与のネットワーク 1 0 0 内において必ずしも実施する必要はないということを理解されたい。

【 0 1 1 6 】

方法 1 3 0 0 は、一実施形態においては、送信側のノード 1 0 2 ならびにその送信側のノードの時計方向の隣のノード 1 0 2 および反時計方向の隣のノード 1 0 2 以外のノード 1 0 2 によって、それらのノード 1 0 2 が同期化モードで動作している間に実行される。

現在のノード 102 は、その現在のノード 102 が偶然にも 2 つのチャネルから 4 つのフレームを（すなわち、チャネル 0 を介して反時計方向の隣からのフレームおよび反時計方向の隣の隣からのフレームと、チャネル 1 を介して時計方向の隣からのフレームおよび時計方向の隣の隣からのフレームとを）受信した場合に、所定の「比較」ウィンドウ内で方法 1300 の処理を実行することができる。これが起こると、現在のノード 102 は、「投票」オペレーションにおいて、それらの 4 つのフレームを相互に比較することができる。

【0117】

現在のノード 102 が、その現在のノード 102 において、その現在のノード 102 の第 1 の隣および第 1 の隣の隣からフレーム（ここでは、「第 1 のフレーム」と呼ばれる）を受信した場合には（ブロック 1302）、その現在のノード 102 は、その第 1 のフレームのうちの一方（ここでは、「中継される方の第 1 のフレーム」とも呼ばれる）を、その第 1 のチャネルに沿って中継し、図 4A ~ 4B に関連して前述したのと同じ一般的な方法で、その 2 つの第 1 のフレームどうしの間において双方向の比較を実行する（ブロック 1304）。その後、現在のノード 102 が、その現在のノード 102 において、その現在のノードの他方の隣および他方の隣の隣からフレーム（ここでは、「後の」あるいは「第 2 の」フレームと呼ばれる）を受信した場合には（ブロック 1306）、その現在のノード 102 は、その第 2 のフレームのうちの一方（ここでは、「中継される方の第 2 のフレーム」とも呼ばれる）を、その第 2 のチャネルに沿って中継し、図 4A ~ 4B に関連して前述したのと同じ一般的な方法で、その 2 つの第 2 のフレームどうしの間において双方向の比較を実行する（ブロック 1308）。

【0118】

現在のノード 102 が、比較ウィンドウ内において第 2 のチャネルから第 2 のフレームを受信した場合には（これは、ブロック 1310 においてチェックされる）、その現在のノード 102 は、自分が受信している 4 つのフレーム（すなわち、第 1 のフレームおよび第 2 のフレーム）を使用して投票オペレーションを実行する（ブロック 1312）。一実施形態においては、投票オペレーションは、ビットごとの比較において 4 つのフレームのそれぞれを他の 4 つのフレームと比較する。2 つの第 2 のフレームどうしの間において不一致があり（これは、ブロック 1314 においてチェックされる）、その一方で第 1 のフレームが、相互に同一であり、かつ第 2 のフレームのうちの一方と同一である（すなわち、「過半数」が存在する）ことが比較によって示される場合には（ブロック 1316）、現在のノード 102 は、前述した通常の中継 / 双方向比較処理を「無効にする」（ブロック 1318）。現在のノード 102 は、前述した通常の中継および双方向比較処理を実行する代わりに、2 つの第 1 のフレームと一致した第 2 のフレームを中継し、その中継される第 2 のフレームと共に、その中継される第 2 のフレームがその現在のノード 102 において整合性を伴って受信されたことを示す情報を中継する。すなわち、そうでない場合には、方法 400 の通常の中継 / 双方向比較処理に従って整合性フィールドがその中継される第 2 のフレームに添付されるか、あるいは含まれるが、現在のノード 102 において実行される通常の中継 / 双方向比較処理にかかわらず、その整合性フィールドは、その現在のノード 102 が「一致」を有していたこと（すなわち、中継される第 2 のフレームを、整合性を伴って受信したこと）を後続のノード 102 に示す「正の」値に置き換えられる。その他の実施形態においては、その他の投票ルールおよび / または無効化処理が実行されるということを理解されたい。

【0119】

後のフレームが比較ウィンドウ内において受信されない場合、第 2 のフレームどうしの間において不一致がない場合、あるいは第 2 のフレームどうしの間において不一致があるが、過半数が存在しない場合には、現在のノード 102 は、第 2 のフレームに対する通常の中継 / 双方向比較処理を無効にしない（ブロック 1320）。

【0120】

同期化モードで動作している場合には、1 つのノード 102 は、そのノード 102 が、

所与のタイムスロットの間に4つのフレーム(すなわち、そのノードの時計方向の隣からのフレーム、時計方向の隣の隣からのフレーム、反時計方向の隣からのフレーム、および反時計方向の隣の隣の隣からのフレーム)を受信した後に、このような投票オペレーションを実行することができる。図14は、図1に示されているネットワーク100のノード102における投票の方法1400の一実施形態を示す流れ図である。図14に示されている方法1400の実施形態については、ここでは、図1に示されているネットワーク100を使用して実装されるものとして説明するが、その他の実施形態は、その他のネットワーク内においてその他の方法で実装される。図14のコンテキストにおいては、方法1400の処理を実行しているノード102は、ここでは「現在の」ノード102と呼ばれる。一実施形態においては、現在のノード102によって実行されるものとしてここで説明されている機能の少なくとも一部は、図2~4Bに関連して前述した送信/中継機能を実行する機能と、ネットワーク100を介してやり取りされるデータを使用するノード102上で実行されるアプリケーションとの間におけるインターフェースとして機能する「ポータ」内に実装される。方法1400のその他の実施形態は、その他の方法で実装される。

10

【0121】

方法1400は、現在のノード102が同期化モードで動作している場合に、その現在のノード102が所与のタイムスロットの間にネットワーク100から4つのフレームを受信した後に、そのノード102によって実行される。現在のノード102は、4つのフレームのいずれもがその現在のノード102において整合性を伴って受信されているかどうかを判断する(ブロック1402)。この実施形態においては、1つのフレームと共に含まれている添付されたあるいは共有された整合性フィールドが、そのフレームを現在のノード102へ送信および中継する過程でミスマッチがまったく発生していないことを示している場合に、そのフレームは、整合性を伴って受信される。1つのフレームが、現在のノード102において整合性を伴って受信されている場合には、そのフレームは、(例えば、その現在のノード102上で実行されるアプリケーションによって)後続の処理のために使用される(ブロック1404)。

20

【0122】

現在のノード102によって現在のタイムスロットの間に受信された4つのフレームのいずれもが、整合性を伴って受信されなかった場合には、その現在のノード102は、その4つの受信したフレームを使用して投票オペレーションを実行する(ブロック1406)。投票オペレーションは、一実施形態においては、それぞれのフレームを、他のチャネル上で受信された他の2つのフレームとビットごとに比較する。2つの比較されたフレームが同一であること(すなわち、「過半数」が存在すること)がビットごとの比較のいずれかによって示される場合には(これは、ブロック1408においてチェックされる)、それらのフレームは、あたかも現在のノード102によって整合性を伴って受信されているかのように(例えば、その現在のノード102上で実行されるアプリケーションによって)使用される(ブロック1410)。比較されたフレームのいずれも同一でない場合には、いずれのフレームも整合性を伴って受信されていなかったとみなされる(ブロック1412)。一実施形態においては、現在のノード102内のポータは、単一のフレームを、それによって使用するためにその現在のノード102上で実行されるアプリケーションに提供する。そのアプリケーションに提供されるフレームは、現在のノードにおいて整合性を伴って受信されるフレーム、あるいは整合性を伴って受信されていたと投票後にみなされるフレームである。このようにして、たとえ上述の中継および/または方向的な整合性の処理の結果、4つのフレームが現在のノード102によって整合性を伴わずに受信されているとしても、それらのフレームの整合性は、投票オペレーションによって「再構成する」ことができる。

30

40

【0123】

本明細書に記載のシステム、デバイス、方法、および技術は、図1に示されている特定の編組リング型のトポロジ以外のネットワークトポロジを有するネットワーク内に実装することができる。例えば、本明細書に記載のシステム、デバイス、方法、および技術の少

50

なくとも一部は、ネットワークのさまざまなノードの間において提供されるノード間の接続がさらに多いネットワーク内に実装することができる。このようなネットワークの一例が、「メッシュ型の」ネットワークである。このようなメッシュ型の実施形態の一例においては、それぞれのノードは、(「完全な」メッシュ型のネットワークトポロジの場合には)ネットワーク100内における他のすべてのノードへ、あるいは(「部分的な」メッシュ型のネットワークトポロジの場合には)ネットワーク内における他のノードのサブセットへ通信可能に結合される。このようなそれぞれのノードごとに、およびこのようなメッシュ型のネットワーク内において定義される所与のチャネル内のデータの所与のフローごとに、そのノードが結合されるノードの少なくとも1つのサブセットが、そのノードにとっての受信元ノードとして指定され、そのノードが結合されるノードの少なくとも1つのサブセットが、送信先ノードとして指定される。

10

【0124】

さらに、本明細書に記載のシステム、デバイス、方法、および技術の少なくとも一部は、ネットワークのさまざまなノードの間において提供されるノード間の接続がさらに少ないネットワーク内に実装することができる。このようなネットワークの一例が、2つの「シンプレックス」リングチャネルを含むネットワークである。このような一実装形態は、図1に示されている方法で実装されるが、それぞれのノードをその時計方向の隣の隣および反時計方向の隣の隣へ通信可能に結合するスキップリンクは存在しない。例えば方法300の実施形態は、このようなシンプレックスリング型ネットワーク内において使用するのに適している。

20

【0125】

さらに、本明細書に記載のさまざまなシステム、デバイス、方法、および技術は、単一のネットワーク内にすべて一緒に実装する必要はなく、このようなシステム、デバイス、方法、および技術のさまざまな組合せを実装することができるという点を理解されたい。

【0126】

本明細書に記載の方法および技術は、デジタル電子回路内に、あるいはプログラマブルプロセッサ(例えば専用プロセッサや、コンピュータなどの汎用プロセッサ)、ファームウェア、ソフトウェア、またはそれらの組合せと共に実装することができる。これらの技術を実体化する装置は、適切な入力デバイスおよび出力デバイスと、プログラマブルプロセッサと、そのプログラマブルプロセッサによって実行するためのプログラム命令を目に見える形で具体化するストレージメディアとを含むことができる。これらの技術を実体化するプロセスは、入力されたデータ上で動作して適切な出力を生成することによって所望の機能を実行するための命令のプログラムを実行するプログラマブルプロセッサによって実行することができる。これらの技術は、有利なことに、データストレージシステムからデータおよび命令を受信するために、ならびにデータストレージシステムへデータおよび命令を送信するために結合されている少なくとも1つのプログラマブルプロセッサと、少なくとも1つの入力デバイスと、少なくとも1つの出力デバイスとを含むプログラマブルシステム上で実行可能な1つまたは複数のプログラム内に実装することができる。一般にプロセッサは、読み取り専用メモリおよび/またはランダムアクセスメモリから命令およびデータを受け取ることになる。コンピュータプログラム命令およびデータを目に見える形で具体化するのに適したストレージデバイスとしては、例えばEPROM、EEPROM、およびフラッシュメモリデバイスなどの半導体メモリデバイス、内蔵型のハードディスクおよび取り外し可能なディスクなどの磁気ディスク、光磁気ディスク、ならびにDVDディスクを含むすべての形態の不揮発性メモリが含まれる。これらのいずれも、特別に設計されたASIC(application-specific integrated circuit)によって補強するか、あるいはそうしたASIC内に組み込むことができる。

30

40

【0127】

添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の複数の実施形態について説明した。これにかかわらず、特許請求される本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく、説明

50

した実施形態に対するさまざまな修正を行うことができるということが理解できるであろう。したがって、その他の実施形態は、添付の特許請求の範囲内に収まるものである。

【図面の簡単な説明】

【0128】

【図1】通信ネットワークの一実施形態を示すブロック図である。

【図2】図1のネットワーク内においてデータを送信する方法の一実施形態を示す流れ図である。

【図3 - A】図1のネットワーク内においてデータを中継する方法の一実施形態を示す流れ図である。

【図3 - B】図1のネットワーク内においてデータを中継する方法の一実施形態を示す流れ図である。 10

【図4 - A】図1のネットワーク内においてデータを中継する方法の一実施形態を示す流れ図である。

【図4 - B】図1のネットワーク内においてデータを中継する方法の一実施形態を示す流れ図である。

【図5】一例においては、図3および4A～4Bに示されている方法の比較および中継処理を実施するために使用されるノードの論理コンポーネントを示すブロック図である。

【図6】このようなノードが同期化モードで動作している間に図1のネットワーク内において発生する間抜けなタイミングでのしゃばりな送信による障害の一例を示すブロック図である。 20

【図7 - A】非同期化モードで動作している間に図1のネットワーク内において通信を行う方法の一実施形態を示す流れ図である。

【図7 - B】非同期化モードで動作している間に図1のネットワーク内において通信を行う方法の一実施形態を示す流れ図である。

【図8】2つの小グループが図1のネットワーク内において形成される典型的なシナリオを示す図である。

【図9】図1のネットワーク内における小グループを解消する方法の一実施形態を示す流れ図である。

【図10】図1のネットワークの複数のノードの演繹的な順序付けを使用した図9の方法のオペレーションの一例を示すブロック図である。 30

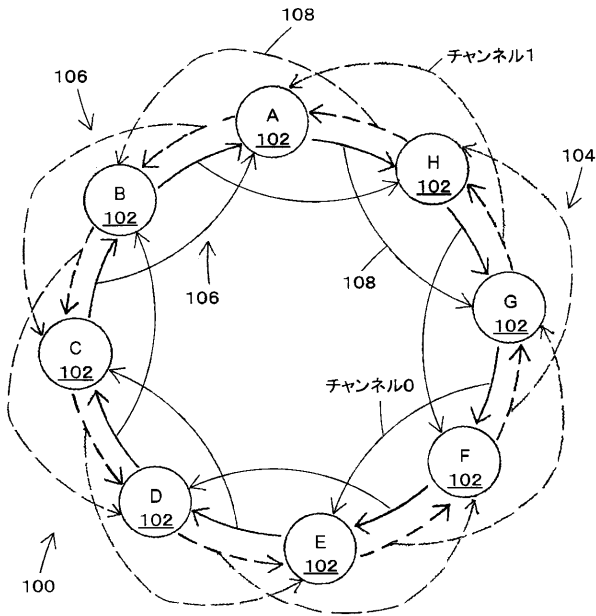
【図11】図1に示されているネットワークのそれぞれのノードを実装するのに適しているノードの一実施形態を示すブロック図である。

【図12】図1のネットワーク内における方向的な整合性を検知する方法の一実施形態を示す流れ図である。

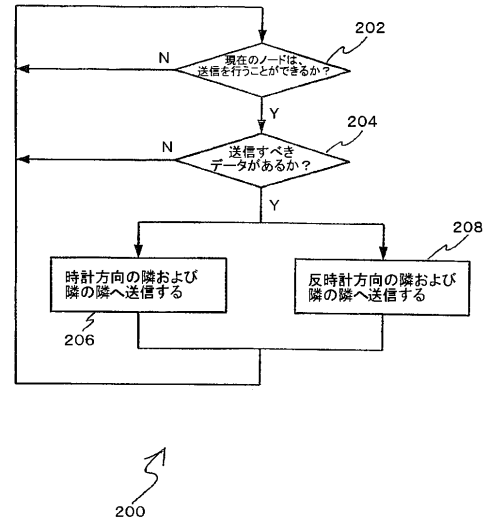
【図13】図1のネットワーク内における整合性を再構成する方法の一実施形態を示す流れ図である。

【図14】図1のネットワーク内における整合性を再構成する方法の一実施形態を示す流れ図である。

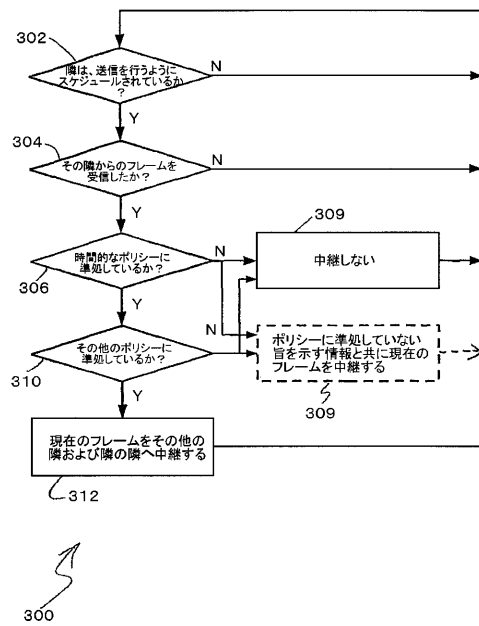
【図 1】



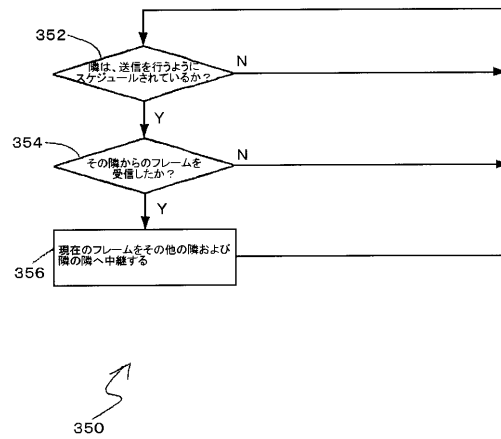
【図 2】



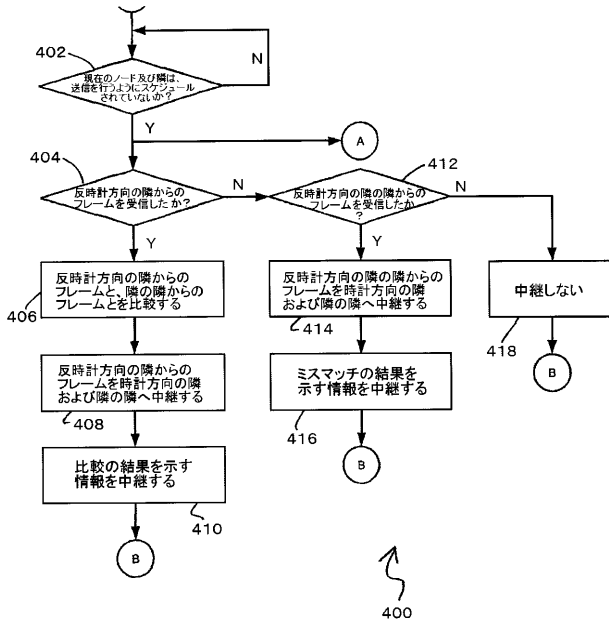
【図 3 - A】



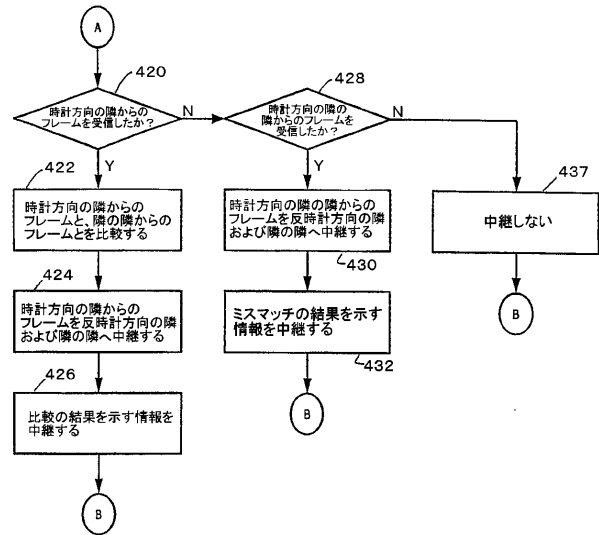
【図 3 - B】



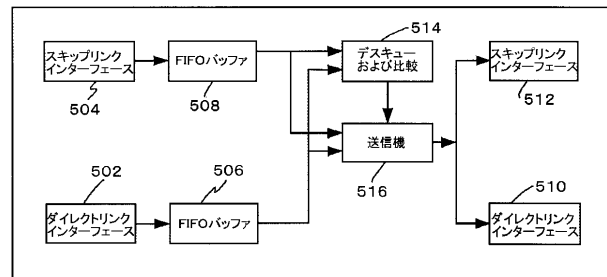
【図 4 - A】



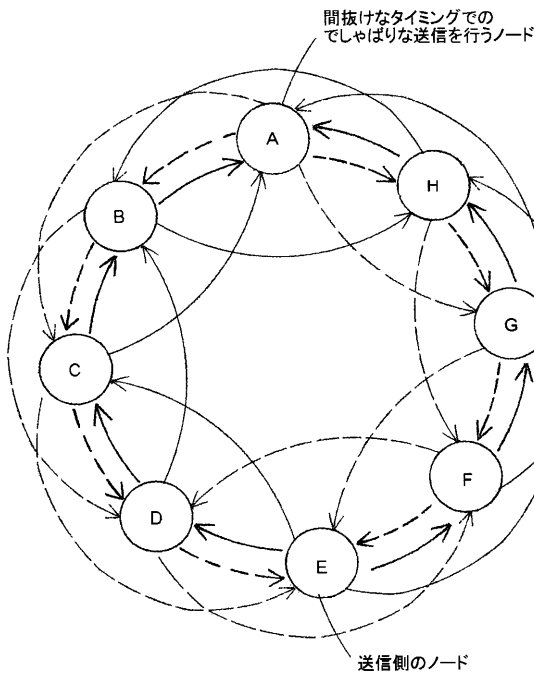
【図 4 - B】



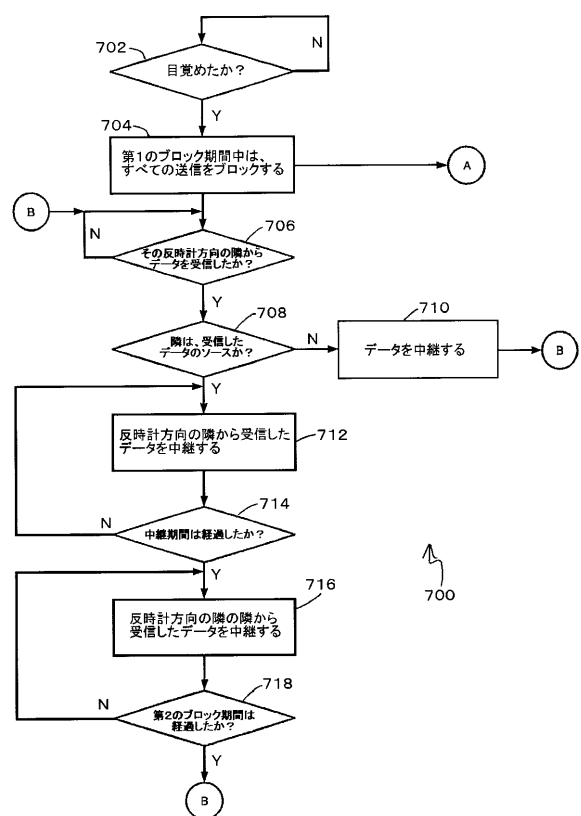
【図 5】



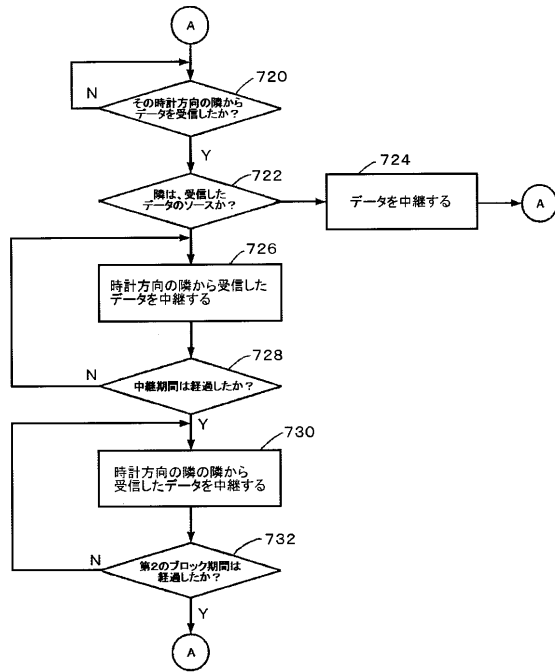
【図 6】



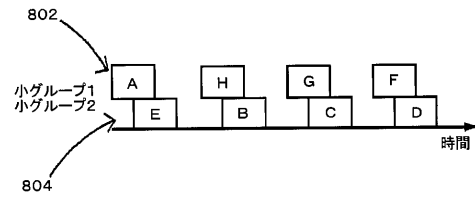
【図 7 - A】



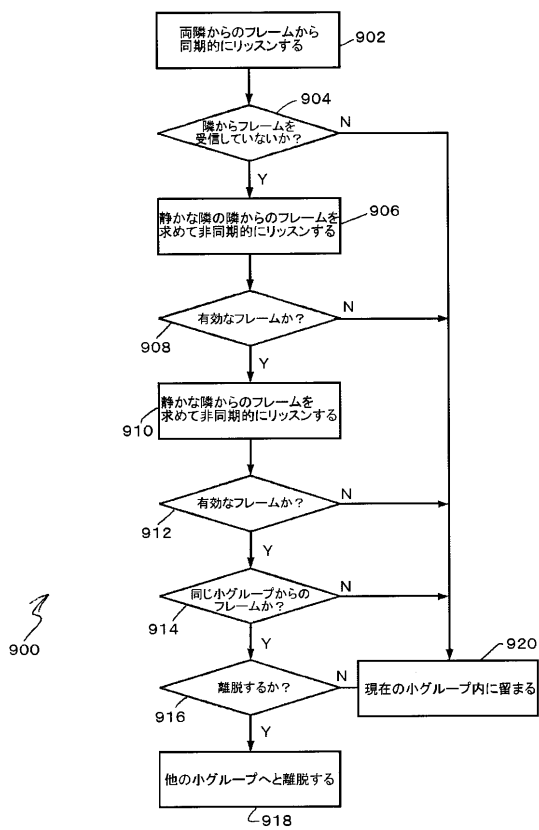
【図 7 - B】



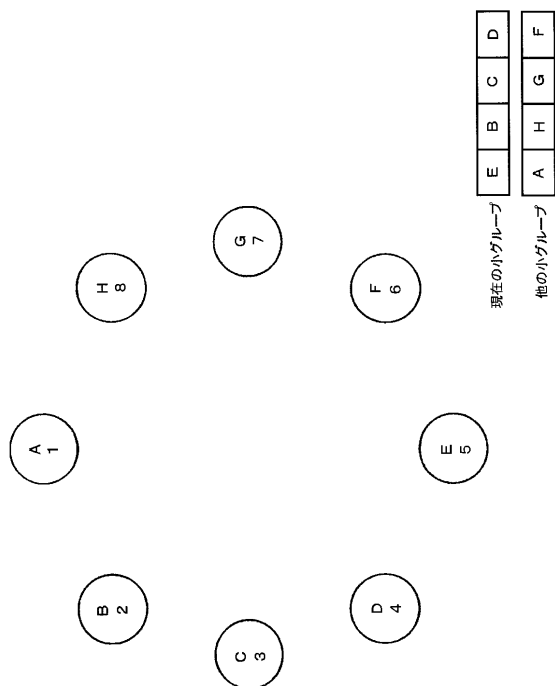
【図 8】



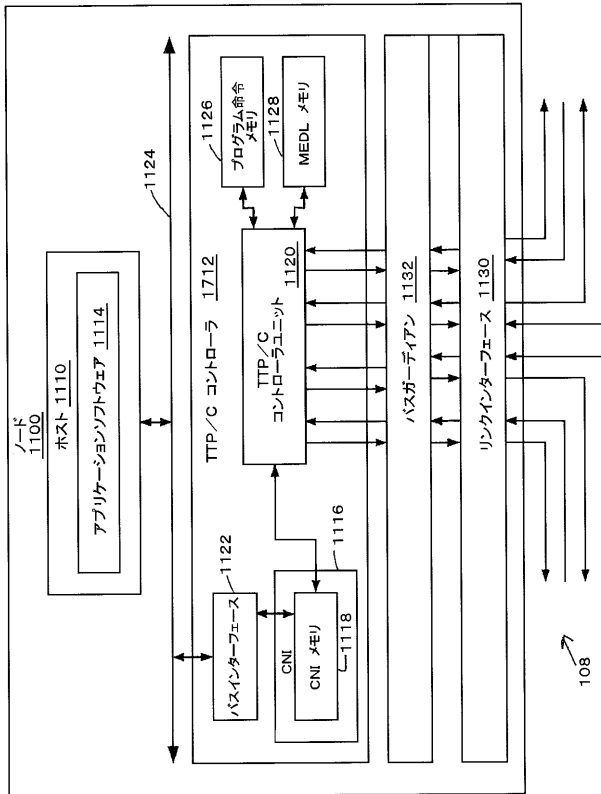
【図 9】



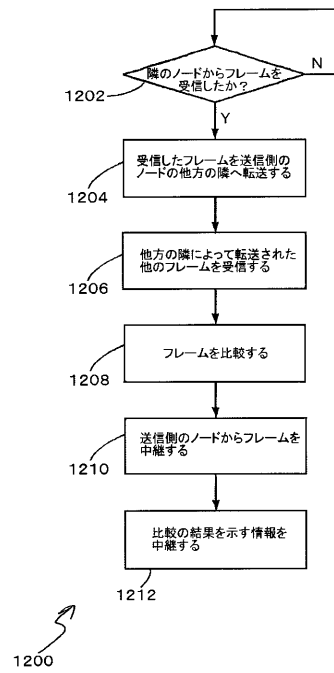
【図 10】



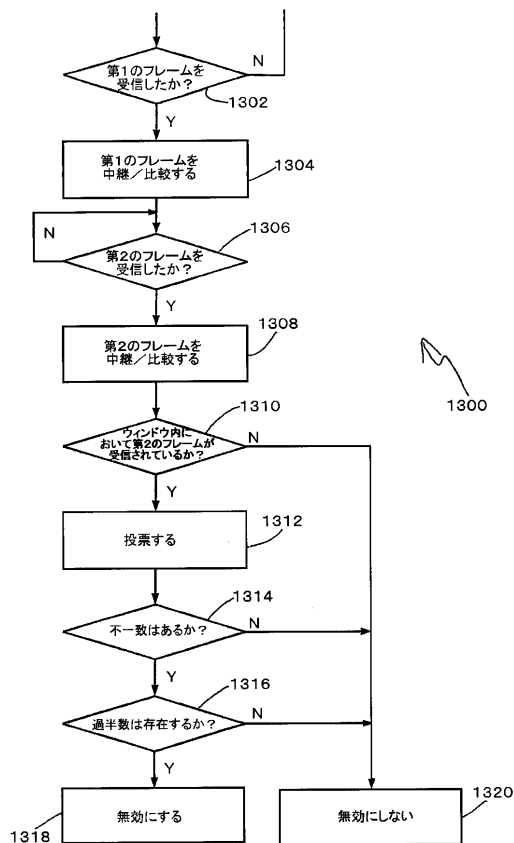
【図 1 1】



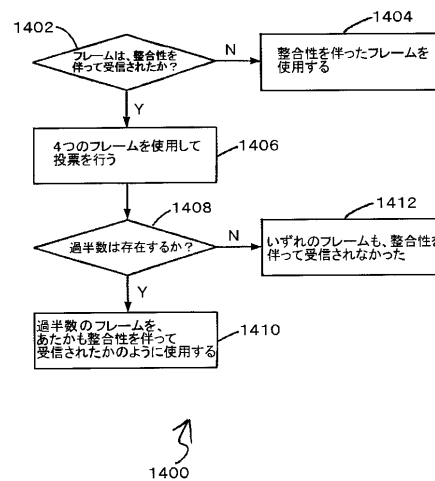
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		PCT/US2004/039265
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04L12/43		
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) IPC 7 H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KOPETZ H ET AL: "TTP - A PROTOCOL FOR FAULT-TOLERANT REAL-TIME SYSTEMS" COMPUTER, IEEE COMPUTER SOCIETY, LONG BEACH, CA, US, US, vol. 27, no. 1, January 1994 (1994-01), pages 14-23, XP000426338 ISSN: 0018-9162 See the whole document and in particular the paragraph "membership service" on page 19.	1-10
P,A	EP 1 365 543 A (ROBERT BOSCH GMBH) 26 November 2003 (2003-11-26) paragraphs '0006!', '0007!', '0015! paragraphs '0022! - '0025!; figures 1,2 ----- -/--	1-10
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex. </div>		
* Special categories of cited documents :		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the International filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the International search <div style="text-align: center;">21 Apr11 2005</div>		Date of mailing of the International search report <div style="text-align: center;">29/04/2005</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <div style="text-align: center;">Kreppel, J</div>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/US2004/039265

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2002/087763 A1 (WENDORFF WILHARD VON) 4 July 2002 (2002-07-04) paragraphs '0050! - '0053!; figure 4	1-10
A	EP 1 280 024 A (MOTOROLA INC; ROBERT BOSCH GMBH; DAIMLERCHRYSLER AG; BAYERISCHE MOTORE) 29 January 2003 (2003-01-29) paragraphs '0035! - '0047!; figures 1,2	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/US2004/039265

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1365543	A	26-11-2003	DE 10223007 A1	11-12-2003
			DE 20220280 U1	02-10-2003
			EP 1365543 A2	26-11-2003
			JP 2004007691 A	08-01-2004
			US 2004073698 A1	15-04-2004
US 2002087763	A1	04-07-2002	DE 19922171 A1	23-11-2000
			WO 0069117 A2	16-11-2000
EP 1280024	A	29-01-2003	EP 1280024 A1	29-01-2003
			DE 20121466 U1	27-02-2003
			WO 03010611 A1	06-02-2003
			JP 2004536538 T	02-12-2004
			US 2005013394 A1	20-01-2005

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(72)発明者 ホール, ブレンダン

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 3 4 7, エデン・プレイリー, バルサム・レーン 1 0 3 2 4

(72)発明者 ドリスコル, ケヴィン・アール

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 3 6 9 - 5 2 2 2, メイブル・グロウヴ, ウェスト・ティンバー・レーン 7 2 4 9

F ターム(参考) 5K031 AA08 DA11 EA03 EB08

【要約の続き】

ムが、双方とも同じ同じ他の小グループからのものである場合に、そのノードが現在の小グループから他の小グループへと離脱すべきかどうかを判断するステップとをさらに含む。