

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2018/097242

発行日 令和1年11月21日 (2019.11.21)

(43) 国際公開日 平成30年5月31日 (2018.5.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G06F 11/07 (2006.01)</b>	G06F 11/07 154	5B042
<b>G06F 11/30 (2006.01)</b>	G06F 11/07 140A	
<b>G06F 15/82 (2006.01)</b>	G06F 11/30 162	
	G06F 11/30 140A	
	G06F 11/07 196	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁) 最終頁に続く

出願番号 特願2018-552972 (P2018-552972)  
 (21) 国際出願番号 PCT/JP2017/042198  
 (22) 国際出願日 平成29年11月24日 (2017.11.24)  
 (31) 優先権主張番号 特願2016-228825 (P2016-228825)  
 (32) 優先日 平成28年11月25日 (2016.11.25)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 日本国 (JP)

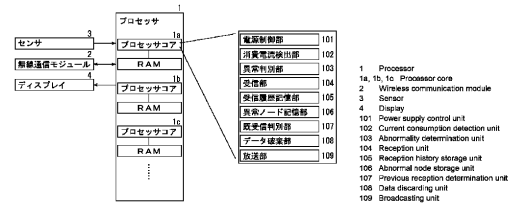
(71) 出願人 504171134  
 国立大学法人 筑波大学  
 茨城県つくば市天王台一丁目1番1  
 (74) 代理人 100137752  
 弁理士 亀井 岳行  
 (72) 発明者 西川 博昭  
 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立  
 大学法人筑波大学内  
 (72) 発明者 三宮 秀次  
 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立  
 大学法人筑波大学内  
 Fターム(参考) 5B042 GA12 JJ29 KK04 MC22 MC23  
 MC28 MC40

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ネットワーキングシステム

(57) 【要約】

複数のノード(N1)が通信網で接続されたネットワークシステム(S)であって、各ノード(N1)は、他のノード(N1)から受信したデータを処理する際の消費電流(Iss)の累積が、前記他のノードでのイベントに基づいて予め見積もられた電流値の範囲(R1)から外れている場合に前記他のノード(N1)を異常と判別する異常判別部(103)と、を有することを特徴とするネットワークシステム(S)により、ネットワーク上のノードの異常を簡素な構成で検出可能にする。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数のノードが通信網で接続されたネットワークシステムであって、  
各ノードは、自己同期型パイプラインからなるデータ駆動型プロセッサと、前記データ駆動型プロセッサに電力を供給する電源回路と、前記データ駆動型プロセッサにおける消費電流を検出する消費電流検出部と、他のノードからのデータを受信する受信部と、他のノードから受信したデータを処理する際の消費電流の累積が、前記他のノードでのイベントに基づいて予め見積もられた電流値の範囲から外れている場合に、前記他のノードを異常と判別する異常判別部と、を有することを特徴とするネットワークシステム。

10

**【請求項 2】**

前記異常判別部が異常と判別したノードからのデータを前記受信部が受信した場合に、受信したデータを破棄することで、異常と判別されたノードをネットワークから隔離するデータ破棄部、  
を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

**【請求項 3】**

各ノードの死活監視のための情報をネットワークを介して送受信して異常の判別を行う構成を有しない、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

20

**【請求項 4】**

前記イベントの総量に基づいて予め見積もられた電流値の範囲、  
を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

**【請求項 5】**

前記イベントの周期に基づいて予め見積もられた電流値の範囲、  
を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載のネットワークシステム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数のノードの間でデータの送受信が可能なネットワークシステムに関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

複数のノードの間でデータの送受信が可能なネットワークシステムに関して、下記の特許文献 1 に記載の技術が従来公知である。

特許文献 1 (特開 2010 - 20598 号公報) には、データ駆動型プロセッサを有するノードが自律分散型通信網 (アドホックネットワーク) で接続され、データの送受信が行われるネットワークシステムが記載されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

40

**【特許文献 1】** 特開 2010 - 20598 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

(従来技術の問題点)

特許文献 1 に記載の技術では、ネットワークに存在する複数のノードの中で、あるノードに異常、例えば、故障や外部からの攻撃 (DoS: Denial of Service 等)、コンピュータウィルスへの感染による通信不能や逆に大量のデータの送信が発生した場合に、異常が発生したノードを介して接続されている別のノードどうして通信ができなくなる問題がある。

50

また、異常が発生したノードは、自身で異常が発生したことを外部に通知できないことが一般的である。すなわち、異常が発生したノードは、送信不能であったり、外部からの攻撃で異常が発生したことを通知できなかつたりするためである。そして、特許文献1に記載されているような一般的なアドホックネットワークでは、相互にノードの異常を監視するような仕組みは備わっていない。

したがって、ネットワーク上のあるノードに異常が発生した場合に、ネットワークが維持できなくなる恐れがあった。

【0005】

本発明は、ネットワーク上のノードの異常を簡素な構成で検出可能にすることを技術的課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記技術的課題を解決するために、請求項1に記載の発明のネットワークシステムは、

複数のノードが通信網で接続されたネットワークシステムであって、

各ノードは、自己同期型パイプラインからなるデータ駆動型プロセッサと、前記データ駆動型プロセッサに電力を供給する電源回路と、前記データ駆動型プロセッサにおける消費電流を検出する消費電流検出部と、他のノードからのデータを受信する受信部と、他のノードから受信したデータを処理する際の消費電流の累積が、前記他のノードでのイベントに基づいて予め見積もられた電流値の範囲から外れている場合に、前記他のノードを異常と判別する異常判別部と、を有する

ことを特徴とする。

【0007】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のネットワークシステムにおいて、

前記異常判別部が異常と判別したノードからのデータを前記受信部が受信した場合に、受信したデータを破棄することで、異常と判別されたノードをネットワークから隔離するデータ破棄部、

を備えたことを特徴とする。

【0008】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載のネットワークシステムにおいて、

各ノードの死活監視のための情報をネットワークを介して送受信して異常の判別を行う構成を有しない、

ことを特徴とする。

【0009】

請求項4に記載の発明は、請求項1に記載のネットワークシステムにおいて、

前記イベントの総量に基づいて予め見積もられた電流値の範囲、

を備えたことを特徴とする。

【0010】

請求項5に記載の発明は、請求項1に記載のネットワークシステムにおいて、

前記イベントの周期に基づいて予め見積もられた電流値の範囲、

を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

請求項1に記載の発明によれば、各ノードの異常判別部が、他のノードの異常を判別することで、各デバイスで異常が発生していないかを相互に監視することができ、ネットワーク上のノードの異常を簡素な構成で検出可能にすることができる。また、請求項1に記載の発明によれば、処理負荷と消費電流との相関が強いデータ駆動型プロセッサを使用することで、異常の判別を精度良く行うことができる。さらに、請求項1に記載の発明によれば、消費電流の累積が、前記他のノードでのイベントに基づいて予め見積もられた電流値の範囲から外れているかを判別することで、処理負荷が過剰または過少な場合に異常と

10

20

30

40

50

判別できる。

請求項 2 に記載の発明によれば、異常が発生したノードからのデータを破棄することで、異常が発生したノードを実質的にネットワークから自動的に隔離することができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に記載の発明によれば、各ノードの死活監視のための構成を有しないので、死活監視専用の構成による処理負荷の発生が無く、消費電流を検出するだけで異常を精度良く判別することができる。

請求項 4 に記載の発明によれば、イベントの総量に応じて見積もられる消費電流の範囲から外れている場合に異常を判別することができる。

請求項 5 に記載の発明によれば、イベントの周期に応じて見積もられる消費電流の範囲から外れている場合に異常を判別することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 図 1 は本発明の実施例 1 のデータ駆動型処理装置を備えたネットワーキングシステムの全体説明図である。

【 図 2 】 図 2 は実施例 1 のデータ駆動型プロセッサの機能を機能ブロック図で示した図である。

【 図 3 】 図 3 は実施例 1 のデータ駆動型プロセッサが実装された L S I におけるブロック図であり、自己同期型エラスティックパイプラインの説明図である。

【 図 4 】 図 4 は実施例 1 の処理負荷と消費電流との関係の説明図である。

【 図 5 】 図 5 は実施例 1 のネットワーキングシステムの一例の説明図であり、図 5 A は異常なノードが発生する前の状態の説明図、図 5 B は異常なノードが発生した場合の説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

次に図面を参照しながら、本発明の実施の形態の具体例である実施例を説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

なお、以下の図面を使用した説明において、理解の容易のために説明に必要な部材以外の図示は適宜省略されている。

【 実施例 1 】

【 0 0 1 5 】

図 1 は本発明の実施例 1 のデータ駆動型処理装置を備えたネットワーキングシステムの全体説明図である。

図 1 において、本発明の実施例 1 のネットワーキングシステム S は、データ駆動型処理装置の一例としてのセンサノード（ノード）N 1 を複数有する。また、実施例 1 のネットワーキングシステム S では、センサノード（ノード）N 1 の一例として、機械警備装置や、水道管やガス管等の構造物の監視（モニタリング）装置、高架橋や土砂崩れしそうな場所の監視装置、大気汚染物質や放射線等の監視装置に適用可能である。さらに、実施例 1 のネットワーキングシステム S には、データ駆動型処理装置の一例としての警備会社や管理会社、監視機関のセンターに設置されたノード（センターノード）N 2 も設けられている。なお、実施例 1 では、各ノード N 1 , N 2 には、固有の識別情報（ノード ID）が割り振られている。

【 0 0 1 6 】

前記各ノード N 1 は、処理部の一例としてのデータ駆動型プロセッサ 1 を有する。データ駆動型プロセッサ 1 は、発火制御部（ F C : Firing Control ）や命令フェッチ部（ I F : Instruction Fetch ）、命令デコード部（ I D : Instruction Decode ）、データ処理部（ 演算部、 E X : E X e c u t i o n ）、メモリアクセス部（ M A : Memory Access / W B : Write Back ）等を有し、自己同期型パイプライン構造を有する従来公知のプロセッサであり、自己同期型のパイプライン構造は、例えば、国際公開第 2 0 1 3 / 0 1 1 6 5 3 号公報等に記載されており、種々の構成を採用可能であるので、詳細な説明は省略する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

データ駆動型プロセッサ 1 には、通信部の一例としての無線通信モジュール 2 や、監視部の一例としてのセンサ 3、表示部材の一例としてのディスプレイ 4 が電氣的に接続されている。

無線通信モジュール 2 は、他のノード N 1 との間で、無線通信によりデータの送受信が可能に構成されている。なお、実施例 1 の無線通信の方式は、従来公知の任意の構成を採用可能であり、無線 LAN や携帯電話回線網、近距離無線通信 ( N F C ) 等を採用可能である。なお、実施例 1 では、自律分散型通信網の一例としてのセンサネットワーク方式、または、アドホック ( Ad hoc ) 方式を採用することが可能である。すなわち、インフラストラクチャー方式のようにネットワークを統括するアクセスポイントと各ノードとの間で通信を行うのではなく、ノードどうしの間で直接通信を行う方式を採用している。なお、通信網は、実施例で例示した自律分散型通信網に限定されず、有線の通信網や、インフラストラクチャー方式のように通信の経路が統括 ( ルーティング ) された通信網にも適用可能である。

10

## 【 0 0 1 8 】

また、実施例 1 のセンサ 3 は、例えば、加速度センサにより構成されており、ノード N 1 の振動をセンシング、モニタリングする。したがって、ノード N 1 が盗難等で設置場所から取外したり、持ち運ばれる場合の振動を検知することが可能である。なお、センサ 3 として加速度センサを例示したが、これに限定されない。例えば、赤外線や可視光等の電磁波で、監視対象の一例としての人や動物を検知する機械警備用のセンサに適用したり、監視対象の一例としての火災の煙や熱を感知する火災報知用のセンサ等の任意のセンサに適用可能である。また、防犯カメラのような画像信号といった信号が入力される任意の部材を使用可能である。他にも、可燃ガスのガス漏れや水漏れといった公共インフラや民間インフラの監視をするセンサ、家庭やオフィスでの消費電力を遠隔で検知するスマートメータ、独居の人を見守るための見守りセンサ、自動販売機における売り切れや故障の検知等の M 2 M ( Machine-to-Machine )、通信機能をもつ物同士がインターネットを介して接続されて自動認識や自動制御、遠隔計測などを行うこと、いわゆる、 I o T ( Internet of Things ) 技術関連等を含むあらゆるセンサ ( センシングネットワーク ) にも適用可能である。

20

## 【 0 0 1 9 】

実施例 1 では、各ノード N 1 , N 2 間で送受信されるデータは、送信元のノード N 1 の識別情報 ( ノード I D ) と、データの識別情報 ( データ I D ) と、センサ 3 の検知結果等のデータ本体と、が含まれる。

30

また、実施例 1 のデータ駆動型プロセッサ 1 は、複数のコア 1 a , 1 b , 1 c , ... を有する構成、いわゆるマルチコアプロセッサにより構成されている。実施例 1 では、各コア 1 a , 1 b , 1 c , ... ごとに、処理が割り振られている。例えば、第 1 のコア 1 a は、自ノード N 1 のセンサ 3 の検知結果の処理や、受信データの振り分け等を行うように設定されている。第 2 のコア 1 b は、隣接する第 1 のノード N 1 , N 2 からの受信データを処理し、第 3 のコア 1 c、第 4 のコア 1 d、... は、隣接する第 2 のノード N 1 , N 2、第 3 のノード N 1 , N 2、... からの受信データを処理するように設定されている。

40

## 【 0 0 2 0 】

図 2 は実施例 1 のデータ駆動型プロセッサの機能を機能ブロック図で示した図である。

図 2 において、実施例 1 のデータ駆動型プロセッサ 1 は、以下の機能部 ( 機能モジュール ) 1 0 1 ~ 1 0 9 を有する。なお、実施例 1 では、各コアごとに各機能部 1 0 1 ~ 1 0 9 を有する。

電源制御部 1 0 1 は、データ駆動型プロセッサ 1 への供給電圧を制御する。

## 【 0 0 2 1 】

図 3 は実施例 1 のデータ駆動型プロセッサが実装された L S I におけるブロック図であり、自己同期型エラスティックパイプラインの説明図である。

図 3 において、実施例 1 のデータ駆動型プロセッサ 1 のプロセッサコア 2 1 は、自己同

50

期型エラスティックパイプラインによるパイプライン構造を有している。実施例1のプロセッサコア21は、機能ブロック上(アーキテクチャ上)のパイプラインステージに対応する複数のパイプラインステージ51を有する。

#### 【0022】

図3において、各パイプラインステージ51は、パケットの流れに沿って上流側のパイプラインステージ51から送信されたパケットに基づいて各パイプラインステージ51の処理を実行する論理回路(LC:Logic Circuit)52と、論理回路52に接続され且つ論理回路52で処理されたパケットを保持するデータラッチ(DL:Data Latch)53と、データラッチ53へ同期信号(クロック信号、トリガー信号)を供給する自己同期型転送制御機構(STCM:Self-timed Transfer Control Mechanism)54とを有する。

10

#### 【0023】

なお、実施例1の自己同期型転送制御機構54は、特開2010-20598号公報に記載された構成と同様に構成されており、各データラッチ53に対応して設けられたデータ転送制御回路の一例としてのC素子(Coincidence Element)54aと、各論理回路52におけるパケット処理時間を保証する遅延素子(Delay Element)54bとを有する。なお、実施例1の自己同期型転送制御機構54の動作、制御に関しては、特開2010-20598号公報に記載されているように公知であるため、詳細な説明は省略する。

#### 【0024】

前記論理回路52およびデータラッチ53には、駆動用の駆動電圧を供給する電源供給線56が接続されている。前記電源供給線56は、論理回路52で処理を実行する際に必要な駆動電圧(正電圧、ドレイン電圧、駆動電力)V<sub>dd</sub>を供給する駆動電圧線56aと、論理回路52で処理を実行せず且つデータラッチ53でパケットデータを保持するのに十分で駆動電圧V<sub>dd</sub>よりも低い電圧である最低電圧(最低電力、データ保持用電力)V<sub>min</sub>を供給する最低電圧線56bと、負電圧(ソース電圧、基準電圧、例えば接地:アース)V<sub>ss</sub>を供給する負電圧線56cとを有し、各電圧線56a~56cには、各パイプラインステージ51毎に、電圧供給の接続、切り離しを切り替える切り替え素子の一例としてのパワースイッチ(PS)56dが設けられている。すなわち、前記パワースイッチ56dを制御することで、各論理回路52およびデータラッチ53に駆動電圧V<sub>dd</sub>や最低電圧V<sub>min</sub>を供給したり、電圧供給をオフにすることができる。

20

#### 【0025】

前記電源供給線56には、電源回路57が接続されており、前記各電圧V<sub>dd</sub>, V<sub>min</sub>, V<sub>ss</sub>を供給する。なお、前記電源回路57には、前記電源制御部101が接続されており、駆動電圧V<sub>dd</sub>は、電源制御部101により可変の電圧値に制御される。

30

なお、実施例1では、データ駆動型プロセッサ1には、ノードN1に設置された電池から、電力が供給されるように構成されているが、電源は電池に限定されず、住宅やオフィス等のコンセントや充電可能なバッテリー等の任意の電源を採用可能である。

電源供給線56には、検流計58が接続されており、図示しないADC(アナログデジタルコンバータ)を介して、電源供給線56における消費電流値I<sub>ss</sub>が消費電流検出部102により検出される。なお、電源制御部101は、データ駆動型プロセッサ1の処理負荷により増減する消費電流値I<sub>ss</sub>に応じて、駆動電圧V<sub>dd</sub>の値を増減する。

40

なお、実施例1では、データ駆動型プロセッサ1(各制御部101, 102)と、電源回路57、検流計58等は、ワンチップで構成されているが、これに限定されず、データ駆動型プロセッサ1と電源回路57等は、2つ以上の別チップの構成とすることも可能である。

#### 【0026】

図4は実施例1の処理負荷と消費電流との関係の説明図である。

異常判別部103は、消費電流検出部102が検出した消費電流値I<sub>ss</sub>が、予め見積もられた電流値の範囲から外れている場合に、異常と判別する。

なお、実施例1の異常判別部103は、センシング対象のイベントの周期性から計測に必要な十分な時間(センシング結果のゆらぎなどに影響を受けない程度に十分な時間)に

50

基づいて予め設定された期間の消費電流値  $I_{ss}$  の累積値に基づき、消費電流値  $I_{ss}$  の累積値が、予め見積もられた電流値の範囲から外れているか否かを判別する。

【0027】

なお、イベントとしては、各センサノード  $N_1$  がセンシングする対象により異なるが、例えば、センサノード  $N_1$  が人感センサのように動く物体を検知する場合には、物体の検知がイベントとなり、音を検知するセンサの場合は音の検知がイベントとなる。また、例えば、振動を検知するセンサの場合には振動の検知がイベントとなり、温度を検知するセンサの場合には温度の検知がイベントとなる。そして、これらのイベントが発生すると、処理に伴って電力が消費され、検知結果が送信されることとなる。したがって、イベントの発生頻度（イベントの周期性）や回数（イベントの総量）が多くなると、消費電流が多くなり、発生頻度等が少なくなると消費電流が少なくなる。

10

そして、管理者やユーザの経験や、一定期間設置して計測することで、各ノード  $N_1$  においてイベントが発生する頻度や回数は見積もることが可能であり、消費電流の範囲も見積もることが可能である。したがって、センサが故障したりセンシング対象に異常が発生等すると、全くイベントが発生しなくなったり、逆に、異常に多い回数イベントが発生することとなり、見積もられた電流値の範囲から外れることとなる。

【0028】

ここで、見積もられる電流値の範囲は、例えば、通信の頻度（決まった時間内に送受信されるパケット量）に応じて予め見積もることが可能である。他にも、センサノード  $N_1$  のセンシングの感度（感度が敏感な場合はイベント検知の頻度が高くなる）に応じて、ノード  $N_1$  ,  $N_2$  ごとに見積もられる。また、電車のように定刻に通過する物体を検知（定期的、周期的に検知）する位置にセンサノード  $N_1$  が配置されていたり、電車等の振動を定期的、周期的に検知するセンサノード  $N_1$  であったり、時計の鐘の音のような定期的に発生する音を検知するセンサノード  $N_1$  であったり、日中や夜間で変動する温度変化を検知するセンサノード  $N_1$  である等、イベントの周期性、総量に応じて、ノード  $N_1$  ,  $N_2$  ごとに見積もられる。

20

さらに、消費電流値  $I_{ss}$  の累積値を計測する期間は、センシング対象やネットワークシステムの仕様や設計等に応じて、任意に変更可能であるが、一瞬とすることも可能であるし、一定期間とすることも可能である。また、累積値の経時変化（プロファイル）を計測して、プロファイルの曲線の傾きや、極大値と極小値のピーク間の幅等が、予め見積もられた範囲に収まっているか否かで判別する構成とすることも可能である。

30

【0029】

図4において、実施例1の電流値の範囲  $R_1$  は、データ駆動型プロセッサ1の処理負荷に応じた消費電流値  $I_6$  にマージン  $M_2$  を考慮した範囲  $R_1$  が、予め見積もられている。よって、例えば、ノード  $N_1$  の機材が落下したり、地震が発生する等して、センシング対象である振動（イベント）が大きくなる、あるいはイベント数が増えると、消費電流値  $I_{ss}$  は電流値の範囲  $R_1$  を超えた値となる。

また、センサ3が故障して、信号が入力されなくなると、消費電流値  $I_{ss}$  は、電流値の範囲  $R_1$  よりも小さい値となる。さらに、センサ3が故障した場合に、ノイズのような信号が常時入力され続けると、消費電流値  $I_{ss}$  は、電流値の範囲  $R_1$  を超えた値となる。

40

【0030】

また、データ駆動型プロセッサ1自体が故障すると、前述のようにイベントが全く発生しなくなって電流が消費されなくなったり、暴走して同じ処理を繰り返して消費電流値  $I_{ss}$  が電流値の範囲  $R_1$  に収まらなくなることもある。

よって、実施例1の異常判別部103では、消費電流値  $I_{ss}$  の異常から、センシング対象の異常やセンサ3の異常、データ駆動型プロセッサ1自体の異常を検知することができる。なお、消費電流値  $I_{ss}$  は、入力パケット量に基づく場合に比べて、データ駆動型プロセッサ1の処理負荷と相関性が高く、精度が良い。よって、センサ3等の異常の検知の精度も向上しやすい。

【0031】

50

さらに、実施例 1 の異常判別部 103 は、当該プロセッサコアが、他のノード N1, N2 からのデータを処理する場合、他のノード N1, N2 のデータ駆動型プロセッサ 1 や無線通信モジュール 2、センサ 3 のいずれかまたは全てが故障して、長期間データが受信されない場合（他のノード N1, N2 が、いわゆる「沈黙」した場合）、そのコアの消費電流値  $I_{ss}$  が範囲 R1 よりも少なくなる。逆に、他のノード N1, N2 の故障や外部からの攻撃等で、予め見積もられた頻度よりも高頻度にデータを受信した場合（他のノード N1, N2 が、いわゆる「暴走」した場合）、そのコアの消費電流値  $I_{ss}$  が範囲 R1 を超える。よって、そのコアが処理を担当しているノード N1, N2 の異常（故障や外部からの攻撃等）を判別することも可能である。

#### 【0032】

図 2 において、受信部 104 は、他のノード N1, N2 から送信（放送）されたデータを受信する。

受信履歴記憶部 105 は、受信部 104 で受信したデータに含まれるノード ID とデータ ID を記憶する。

異常ノード記憶部 106 は、異常判別部 103 で異常と判別されたノード N1, N2 を記憶する。実施例 1 の異常ノード記憶部 106 は、異常と判別されたノード N1 のノード ID を記憶する。

#### 【0033】

既受信判別部 107 は、受信部 104 が受信したデータが、既に別のノード N1 から放送されて受信済みのデータと同一か否かを判別する。実施例 1 の既受信判別部 107 は、受信したデータに含まれるノード ID とデータ ID から、既に受信したデータと同一の送信元（中継ノードではなく発信元のノード）からのデータであるか否かを判別する。

データ破棄部 108 は、異常と判別されたノード N1 からのデータを受信した場合に、受信データを破棄する。また、実施例 1 のデータ破棄部 108 は、既受信データを受信した場合にも、受信データを破棄する。

#### 【0034】

送信部の一例としての放送部 109 は、センサ 3 での検知結果（監視結果）を周辺のノード N1, N2 に対して放送（送信）する。すなわち、自ノード N1 から電波の届く範囲に存在するノード N1, N2 に向けて、データを送信、すなわち、放送する。また、放送部 109 は、異常が発生していない他ノード N1, N2 からのデータを、周辺のノード N1, N2 に向けて送信（いわば、転送あるいは再放送）する。

#### 【0035】

図 5 は実施例 1 のネットワーキングシステムの一例の説明図であり、図 5 A は異常なノードが発生する前の状態の説明図、図 5 B は異常なノードが発生した場合の説明図である。

前記構成を備えた実施例 1 のネットワーキングシステム S では、自ノード N1, N2 がデータを受信した場合、放送部 109 が周辺の他ノード N1, N2 に向けて送信（放送）する。図 5 において、一例として、ノード N1 a ~ N1 g, N2 を有するネットワークを考える。図 5 A において、センターノード N2 からデータが発信される場合、ノード N1 a は、センターノード N2 から放送されたデータを直接受信する場合と、ノード N1 b が受信、再放送した（ノード N1 b を中継した）データを受信する場合がある。実施例 1 では、ノード N1 a がセンターノード N2 から先にデータを受信し、ノード N1 b を中継したデータを後から受信すると、既受信判別部 107 で判別されて、データ破棄部 108 で破棄される。したがって、ノード N1 a において、同一のデータを重複して処理することが低減される。よって、各ノード N1, N2 に於ける処理負荷が低減される。また、同一のデータを受信した場合に破棄されるので、ノード N1 a から再送信されない。したがって、ネットワークの混雑も低減される。

#### 【0036】

したがって、図 5 A の実線に示すように、各ノード N1 a ~ N1 g には、ノード N2 からのデータが、各ノード N1 a ~ N1 g で受信、再放送（転送）されることで、全てのノ

10

20

30

40

50



ードN1a～N1gにデータが到達する。なお、図5において、一例として、実線で示した経路でデータが先に到達し、破線で示した経路ではデータが後に到達して破棄されたものを示す。

【0037】

また、実施例1のネットワーキングシステムSでは、各ノードN1、N2が、周辺のノードN1、N2が異常であるか否かを判別する。すなわち、ネットワークを構成するノードN1、N2が相互に異常を監視し合う構成となっている。従来、ノードN1、N2の異常を相互に監視する構成はなかった。仮に、各ノードに異常を検知するためのセンサを配置した構成において、通信モジュールやプロセッサに異常が発生した場合、異常の検知結果を送信しようとしても、データの送信自体ができない。よって、異常検知用のセンサを設けたり、異常検知結果の通信用のネットワークを別個に構築すれば、コスト高になる問題があった。これに対して、実施例1のネットワーキングシステムSでは、他ノードN1、N2との通信データの処理状況に基づいて、他ノードN1、N2の異常を検知することができる。よって、他ノードN1、N2自体に異常検知用のセンサを設けたり、別個のネットワークを構築する場合に比べて、簡素な構成とすることができ、コストを低減できる。

10

【0038】

特に、実施例1のネットワーキングシステムSでは、データ駆動型プロセッサ1が使用されている。前述のように、データ駆動型プロセッサ1の処理負荷と消費電流との相関性が高く、精度が良い。従来一般的なノイマン型のプロセッサでは、プログラム(ソフトウェア)により負荷を計測することとなる。従来ノイマン型のプロセッサでは、処理負荷を観測する行為、すなわち、負荷計測用プログラムは、受信データ等を処理しているプロセッサコアの上で動作させる必要がある。言い換えれば、プロセッサの処理負荷のみを外部から観測することができない。よって、負荷計測用プログラムの実行自体が予測できない負荷となり、実行時の負荷が予め正確に把握できない。よって、処理負荷と消費電流とが必ずしも連動しない(相関性が低い)。また、負荷計測用プログラムの実行による負荷が必ず生じるため、負荷がゼロ(あるいは、ほぼゼロ)であることが計測できない。よって、他のノードが故障等により停止したこと(死活監視)を正確に検出できず、死活監視の構成が別途必要になる問題がある。

20

【0039】

例えば、死活監視(例えば、PING監視)は、死活監視用の情報(PING)を定期的を送受信して、送受信された情報を各ノードでソフトウェアで処理(PINGの応答処理や死活判別処理)することで異常を検出している。したがって、正常時でも死活監視用の情報の送受信が発生し、ネットワークにおいて本来の通信(死活監視以外のデータの送受信)に対してオーバーヘッドが発生する。

30

また、従来死活監視では、異常の判別のためにCPU(ハードウェア)や、ソフトウェアが動作している必要があり(リソースが必要であり)、負荷が発生することとなる。よって、消費電流と処理の負荷との相関性が低くなる。したがって、従来構成では、消費電流を観測するだけでは、処理の負荷を判別することは困難である。また、前述のように、CPU、ソフトウェアが動作していないと異常の判別ができないため、CPUやメモリ等が故障したり、ソフトウェアが暴走すると異常の判別ができない問題もある。

40

【0040】

これらに対して、実施例1のネットワーキングシステムSでは、データ駆動型プロセッサ1を使用しており、処理負荷と相関性が高い消費電流を観測するだけで、死活監視のための専用の構成(ソフトウェア)を必要とせずに、異常の判別をすることが可能である。

また、異常判別部103や消費電流検出部102は、受信データ等を処理しているプロセッサコアの外に設けることが可能である。なお、異常判別部103等は、ハードウェアで実装することも可能であるが、マルチプロセッサコア構成において異常判別専用のプロセッサコアを設けて、異常判別専用のプロセッサコアにおいてソフトウェア的に実現することも可能である。前述のように、従来ノイマン型プロセッサでは、負荷計測用(死活

50

監視用)のプログラムを、受信データ等処理しているプロセッサコアの上で動作させる必要がある。よって、従来のノイマン型プロセッサではできなかった外部からの負荷の観測が、実施例1のネットワーキングシステムSでは可能になる。

【0041】

また、前述のように、従来の死活監視は、問い合わせ(PING)とその応答データをネットワーク上でやりとりする構成であり、本来の通信に対してオーバーヘッドが発生する問題もある。しかし、実施例1のネットワーキングシステムSでは、各ノードN1, N2において、データ駆動型プロセッサ1の処理負荷を、データ駆動型プロセッサ1の外部から観測することができ、オーバーヘッドの問題も発生しない。よって、死活監視のための情報をネットワークを介して送受信して異常の判別を行う死活監視専用のソフトウェアも必要なくなる。

10

【0042】

また、実施例1のネットワーキングシステムSでは、異常と判別されたノードN1, N2から送信されたデータは破棄(無視)する。したがって、異常と判別されたノードN1, N2は、実質的には、ネットワークから、いわば隔離されたような状態となる。よって、実施例1のネットワーキングシステムSでは、各ノードN1, N2が、異常がないか相互に監視しあって、異常が発生したノードN1, N2をネットワークから自動的に隔離することができる。

【0043】

図5において、ノードN1dに異常が発生した場合を考える。ノードN1dに異常が発生すると、ノードN1dから無線の電波が届く範囲にあるノードN1b, N1c, N1e, N1gが異常を検出する。したがって、ノードN1dからの受信データが破棄される。よって、異常が発生したノードN1dからの悪影響が局所化される(悪影響がネットワークに波及することが抑制される)。よって、異常が発生したノードN1dが、ネットワークから、いわば隔離されたような状態となる。

20

また、図5Aにおいて、ノードN1gには、異常が発生したノードN1dが放送したデータを受信していたが、ノードN1dに異常が発生した場合には、図5Bに示すようにノードN1e, N1fを経由したデータが到達する。したがって、異常が発生したノードN1dが隔離されても、ノードN1gにはデータが到達することとなり、異常が発生したノードN1dが隔離された状態でもネットワークが維持できる。よって、実施例1のネット

30

【0044】

なお、実施例1において、ノードN1の異常を検知した場合に、センターノードN2に向けて異常が発生したノードを通報するためのデータを送信する様に構成することも可能である。

【0045】

(変更例)

以上、本発明の実施例を詳述したが、本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内で、種々の変更を行うことが可能である。

40

例えば、実施例では、各プロセッサコア1a, 1b, 1c, ...に、消費電流検出部102や異常判別部103を設ける構成を例示したが、これに限定されない。例えば、データ駆動型プロセッサ1の全体の消費電流に基づいて異常を検知し、異常を検出した後に、パケットの処理が過剰または過少なコアから、異常の箇所(自ノードや他ノード)を特定するように構成することも可能である。

【0046】

前記実施例において、ディスプレイ4を有する構成を例示したが、これに限定されず、ディスプレイを有しない構成とすることも可能である。また、ノードN1の構成として、ディスプレイ4や無線通信モジュール2以外にも、アクチュエータや、ランプやブザー等

50

、任意の部材を有する構成とすることも可能である。

前記実施例において、各センサノードN 1は、監視部の一例としてのセンサ3を有する構成を例示したが、これに限定されない。例えば、センサ3を有さず、ネットワークにおいて、他のノードからのデータを受信して、更に別のノードにデータを送信（転送、再放送）するノード、いわゆる中継ノードにも、本発明の異常判別（相互異常監視）やデータの破棄（ノードの隔離）の構成を適用することも可能である。また、実施例では、受信部と送信部の両方を有する構成を例示したが、これに限定されない。例えば、監視センター等のノードを、放送部（送信部）を有さず、他のセンサノードN 1から送信されたデータを受信するだけのノードで構成し、このノードに、本発明の異常判別やデータの破棄の構成を適用することも可能である。

10

#### 【0047】

前記実施例において、異常判別は、消費電流の累積値（経時的、プロファイル的な数値）に基づいて判別を行う構成を例示したが、これに限定されない。例えば、観測された消費電流値の値（いわば、瞬間的な値）が過大または過少の場合に、異常と判別する構成とすることも可能である。すなわち、各ノードN 1において、センサ3が観測をし、そのデータを受信した場合の処理負荷に応じた消費電流値が、異常がなければ、ある程度の範囲に収まることが実験等で既知の場合には、その範囲を超えた場合に異常が発生したと判別することも可能である。

#### 【符号の説明】

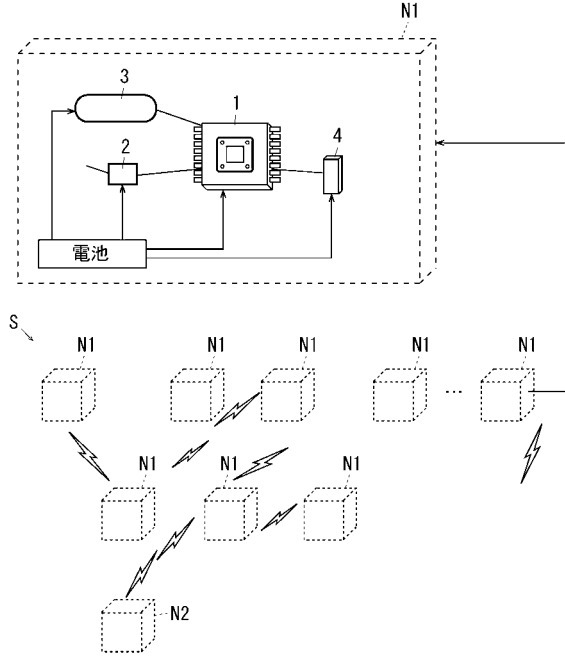
#### 【0048】

1 ... データ駆動型プロセッサ、  
 3 ... 監視部、  
 5 7 ... 電源回路、  
 1 0 2 ... 消費電流検出部、  
 1 0 3 ... 異常判別部、  
 1 0 4 ... 受信部、  
 1 0 8 ... データ破棄部、  
 1 0 9 ... 放送部、  
 I s s ... 消費電流、  
 N 1 , N 2 ... ノード、  
 R 1 ... 予め見積もられた電流値の範囲、  
 S ... ネットワーキングシステム。

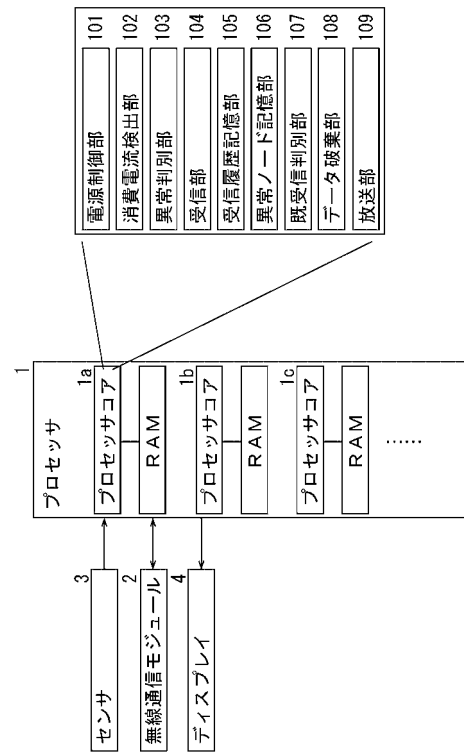
20

30

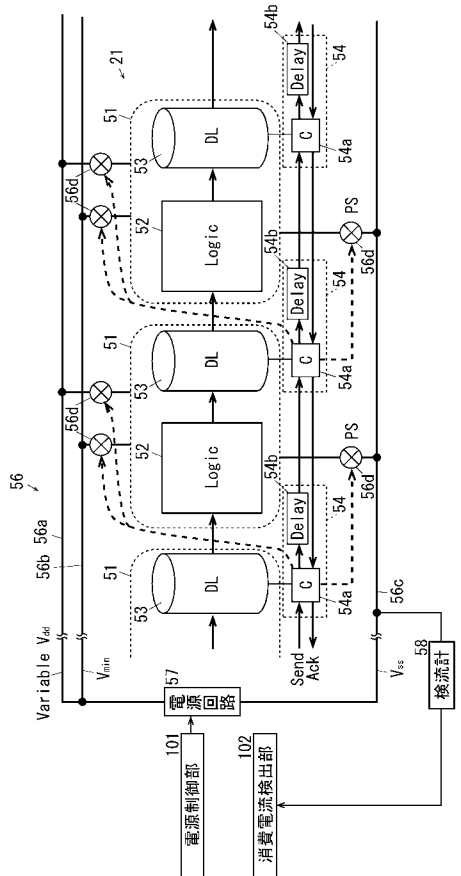
【図1】



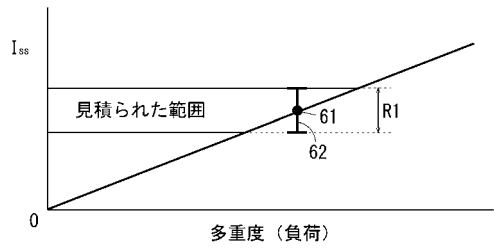
【図2】



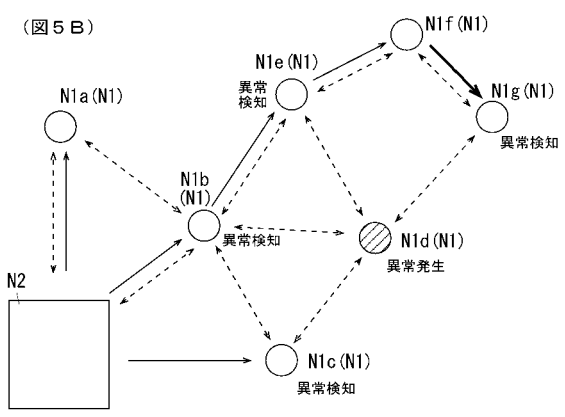
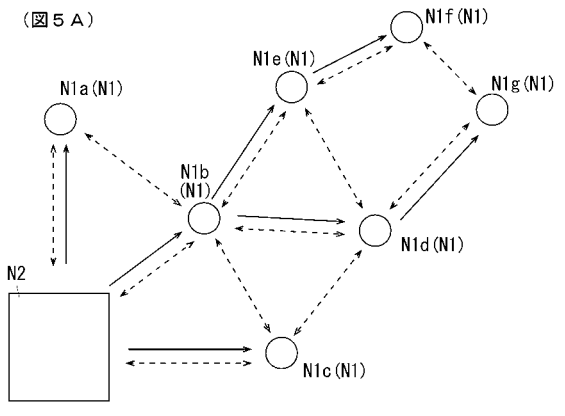
【図3】



【図4】



【 図 5 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2017/042198
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int. Cl. G06F11/07(2006.01)i, G06F1/28(2006.01)i, G06F11/30(2006.01)i, G06F15/82(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int. Cl. G06F11/07, G06F1/28, G06F11/30, G06F15/82  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/011653 A1 (UNIVERSITY OF TSUKUBA) 24 January 2013, paragraphs [0024]-[0036], fig. 1-5 & EP 2738683 A1, paragraphs [0029]-[0056], fig. 1-5 & KR 10-2014-0057551 A	1-5
A	JP 2010-20598 A (UNIVERSITY OF TSUKUBA) 28 January 2010, paragraphs [0020]-[0036], fig. 1-3 (Family: none)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/042198

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-310100 A (SHARP CORP.) 04 November 2005, paragraphs [0046]-[0064], fig. 1-6 & US 2005/0210305 A1, paragraphs [0059]-[0078], fig. 1-6	1-5
A	JP 6-295243 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 21 October 1994, paragraphs [0053]-[0067], fig. 3-4 (Family:none)	1-5
P, X	JP 2016-218956 A (UNIVERSITY OF TSUKUBA) 22 December 2016, paragraphs [0012]-[0024], fig. 1-3 (Family:none)	1, 3-5
P, A		2

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 4 2 1 9 8									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06F11/07(2006.01)i, G06F1/28(2006.01)i, G06F11/30(2006.01)i, G06F15/82(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06F11/07, G06F1/28, G06F11/30, G06F15/82											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018年	日本国実用新案登録公報	1996-2018年	日本国登録実用新案公報	1994-2018年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2018年										
日本国実用新案登録公報	1996-2018年										
日本国登録実用新案公報	1994-2018年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
A	WO 2013/011653 A1 (国立大学法人 筑波大学) 2013.01.24, 段落[0024]-[0036], 図 1-5 & EP 2738683 A1 段落[0029]-[0056], 図 1-5 & KR 10-2014-0057551 A	1-5									
A	JP 2010-20598 A (国立大学法人 筑波大学) 2010.01.28, 段落[0020]-[0036], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-5									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 06.02.2018		国際調査報告の発送日 20.02.2018									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 三坂 敏夫 電話番号 03-3581-1101 内線 3545	5B 4178								



国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 7 / 0 4 2 1 9 8
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-310100 A (シャープ株式会社) 2005. 11. 04, 段落[0046]-[0064], 図 1-6 & US 2005/0210305 A1 段落[0059]-[0078], 図 1-6	1 - 5
A	JP 6-295243 A (三菱電機株式会社) 1994. 10. 21, 段落[0053]-[0067], 図 3-4 (ファミリーなし)	1 - 5
P, X	JP 2016-218956 A (国立大学法人 筑波大学) 2016. 12. 22, 段落[0012]-[0024], 図 1-3 (ファミリーなし)	1, 3 - 5
P, A		2

## フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
G 0 6 F 15/82 6 3 0 L

(81) 指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(出願人による申告)平成26年度、国立研究開発法人科学技術振興機構、研究成果展開事業、大学発新産業創出プログラム(STARTプログラム)、産業技術力強化法第17条の適用を受ける特許出願

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。