

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5953371号  
(P5953371)

(45) 発行日 平成28年7月20日(2016.7.20)

(24) 登録日 平成28年6月17日(2016.6.17)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4W 4/04 (2009.01)	HO4W 4/04 190
HO4W 52/02 (2009.01)	HO4W 52/02 110
GO8B 25/10 (2006.01)	GO8B 25/10 A
HO4Q 9/00 (2006.01)	HO4Q 9/00 311H

請求項の数 16 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2014-516435 (P2014-516435)	(73) 特許権者	513323058 ガスセキュア アクティーゼルスカブ ノルウェー王国 エヌ-0377 オスロ ホフスヴィアイエン 70セー
(86) (22) 出願日	平成24年6月13日(2012.6.13)	(74) 代理人	110000556 特許業務法人 有古特許事務所
(65) 公表番号	特表2014-524180 (P2014-524180A)	(72) 発明者	アークヴァーグ, ニエルス ノルウェー王国 エヌ-0874 オスロ ホルスタインヴィアイエン 5
(43) 公表日	平成26年9月18日(2014.9.18)	(72) 発明者	サンドヴェン, クヌート ノルウェー王国 エヌ-0376 オスロ ホルメンコールヴィアイエン 14ベー
(86) 國際出願番号	PCT/GB2012/051330		
(87) 國際公開番号	W02012/175933		
(87) 國際公開日	平成24年12月27日(2012.12.27)		
審査請求日	平成27年6月11日(2015.6.11)		
(31) 優先権主張番号	1110757.0		
(32) 優先日	平成23年6月24日(2011.6.24)		
(33) 優先権主張国	英國(GB)		
		審査官	伊東 和重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】無線センサーネットワーク

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

無線センサーネットワークであって、  
パラメータを検出するためのセンサーを有する少なくとも1つのセンサユニットと、  
少なくとも1つの問い合わせノードとを備えており、  
前記問い合わせノードが、前記センサユニットへ問い合わせメッセージを周期的に送信し、前記センサユニットから返答メッセージを受信するように構成されており、

前記センサユニットは、アラーム条件が満たされていると前記センサユニットが判定しない限り、前もって決められた意図的遅延後に前記返答メッセージを送信するように構成され、アラーム条件が満たされていると前記センサユニットが判定した場合、前記センサユニットは、前記意図的遅延の終了前に前記返答メッセージを送信するように構成されてなる、無線センサーネットワーク。

## 【請求項 2】

前記問い合わせノードが他のデバイスにより生成される問い合わせメッセージを送信するように構成されてなる、請求項1に記載のネットワーク。

## 【請求項 3】

アラーム状態が検出された場合、前記返答メッセージが、アラームメッセージという異なるメッセージを含む、請求項1または2に記載のネットワーク。

## 【請求項 4】

前記返答メッセージが、前記センサユニットにより検出されるパラメータに関する量

的データまたは前記センサユニットを識別するための識別情報を含む、請求項 1 乃至 3 のうちのいずれか一項に記載のネットワーク。

【請求項 5】

1 つ以上のセンサユニットが、他のセンサユニットまたはネットワークノードのためにメッセージおよび / またはデータを中継するように構成されてなる、請求項 1 乃至 4 のうちのいずれか一項に記載のネットワーク。

【請求項 6】

データネットワークにより相互におよび / または中央サーバーに接続される複数の問い合わせノードを備えてなる、請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか一項に記載のネットワーク。

10

【請求項 7】

前記センサユニットが、アラーム状態が検出された後可及的速やかに前記返答メッセージを送信するように構成されてなる、請求項 1 乃至 6 のうちのいずれか一項に記載のネットワーク。

【請求項 8】

問い合わせメッセージが周期 T で送信され、前記意図的遅延が T の 80 % を超えている、請求項 1 乃至 7 のうちのいずれか一項に記載のネットワーク。

【請求項 9】

アラームメッセージを受信している場合に要求メッセージをより頻繁に送信するよう前記問い合わせノードが制御されるように構成されてなる、請求項 1 乃至 8 のうちのいずれか一項に記載のネットワーク。

20

【請求項 10】

前記センサユニットがガスセンサーを含む、請求項 1 乃至 9 のうちのいずれか一項に記載のネットワーク。

【請求項 11】

無線センサネットワーク用のセンサユニットであって、  
パラメータを検出するためのセンサーを備えており、  
前記センサユニットは、問い合わせノードから問い合わせメッセージを周期的に受信し、アラーム条件が満たされていると前記センサユニットが判定しない限り、前もって決められた意図的遅延後に返答を前記問い合わせノードへ送信するように構成され、アラーム条件が満たされていると前記センサユニットが判定した場合、前記センサユニットが前記意図的遅延の終了前に前記返答を送信するように構成されてなる、センサユニット。

30

【請求項 12】

アラーム状態が検出された場合、前記返答のメッセージが、アラームメッセージという異なるメッセージを含む、請求項 11 に記載のセンサユニット。

【請求項 13】

前記返答のメッセージが、前記センサユニットにより検出されるパラメータに関する量的データまたは前記センサユニットを識別するための識別情報を含む、請求項 11 または 12 に記載のセンサユニット。

40

【請求項 14】

他のセンサユニットまたはネットワークノードのためにメッセージおよび / またはデータを中継するように構成されてなる、請求項 11 乃至 13 のうちのいずれか一項に記載のセンサユニット。

【請求項 15】

前記センサユニットが、アラーム状態が検出された後可及的速やかに前記返答のメッセージを送信するように構成されてなる、請求項 11 乃至 14 のうちのいずれか一項に記載のセンサユニット。

【請求項 16】

前記意図的遅延が、問い合わせメッセージの受信周期 T の 80 % を超えている、請求項

50

11乃至15のうちのいずれか一項に記載のセンサユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バッテリを電力源とし、さまざまな物理的位置からデータを報告する分散型無線式リモートセンサユニットのネットワークに関するものである。

【背景技術】

【0002】

このようなリモートセンサネットワークは、よく知られており、多種多様の用途、たとえば温度、圧力などを報告するために用いられている。このようなリモートセンサネットワークにより、多くの異なる場所からデータを収集し、制御システムにおいて集中的に記録、分析、使用することができる方法が提供されている。10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

多くの用途では、リモートセンサネットワークの目的は、中期または長期の監視および性能分析のためのデータを収集することであるので、アップデートの頻度 (update rate (更新レート)) が比較的少なくとも容認可能である。しかしながら、安全性の点からタイミングが重要になる場合もある。たとえば、異常に高レベルの危険なガスを検出するためのガスセンサネットワークでは、危険なレベルにまで上昇した場合には可及的速やかに報告することが決定的に重要な意味をもつ場合もある。このことは、アップデートの頻度を多くすることにより達成することができるが、電力消費量が著しく増大するため、電池の寿命が短縮され、費用および重量が増大してしまうという代償を支払わなければならないことになる。20

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明はこの問題に取り組もうとするものである。第一の態様によれば、無線センサネットワークは、パラメータを検出するためのセンサーを有する少なくとも 1 つのセンサユニットと、少なくとも 1 つの問い合わせノード (node) とを備えており、問い合わせノードは、問い合わせメッセージをセンサユニットへ周期的に送信し、センサユニットから返答メッセージを受信するように構成されており、センサユニットは、アラーム条件が満たされているとセンサユニットが判定しない限り、前もって決められた意図的遅延の後に返答メッセージを送信するように構成され、アラーム条件が満たされないとセンサユニットが判定した場合、意図的遅延の終了前に返答メッセージを送信するように構成されている。30

【0005】

したがって、当業者にとって明らかなように、本発明によれば、リモートセンサーは、正常状況下ではアップデート頻度が比較的少ない (問い合わせメッセージに応答する際の意図的遅延に由来する) ものの、アラーム条件が満たされると、より頻繁に報告することができるようになっている。このことは、安全性が重要なシステムにおいて用いられる能力を保持しながらリモートセンサユニット用のバッテリの寿命を延ばすことができるという利点を有している。正常状態下では返答を意図的に遅らせるもののアラーム状態下では返答をより早く送信するという特徴は好都合である。というのは、このことは、センサユニットに返答をいつ送信するかを制御させることを可能とするものの、リモートセンサユニットが問い合わせメッセージに対して応答のみできる、すなわち通信を開始することはできないというプロトコルには適合しているからである。40

【0006】

本明細書で用いられる場合、用語「意図的遅延」は、処理の遅れ、クロックによる潜在的な遅れ (clock latency) などに起因するシステムにおいて回避不能な遅れよりも長い遅れのことを意味したものである。50

**【 0 0 0 7 】**

いうまでもなく、本発明は、かかるネットワークのセンサユニットに関するものである。したがって本発明の他の態様によれば、無線センサーネットワークのためのセンサユニットは、パラメータを検出するためのセンサーを備え、問い合わせノードから問い合わせメッセージを周期的に受信し、アラーム条件が満たされるとセンサユニットが判定しない限り、前もって決められた意図的遅延の後に問い合わせノードに返答を送信するように構成され、アラーム条件が満たされるとセンサユニットが判定した場合、意図的遅延の終了前に返答を送信するように構成されている。

**【 0 0 0 8 】**

また、本発明によれば、少なくとも1つのセンサユニットおよび少なくとも1つの問い合わせノードを備えている無線センサーネットワークを操作する方法は、問い合わせノードがセンサユニットへ問い合わせメッセージを周期的に送信することと、アラーム条件が満たされるとセンサユニットが判定しない限り、センサユニットが返答を前もって決められた意図的遅延の後に問い合わせノードへ送信し、アラーム条件が満たされるとセンサユニットが判定した場合、センサユニットが意図的遅延の終了前に返答を送信することとを含んでいる。問い合わせノード自体が問い合わせメッセージを作製するようになっていてもよい。しかしながら一組の好ましい実施形態では、問い合わせノードは他のデバイス、たとえば問い合わせデバイスと共通のネットワークに接続されているコントローラにより作製される問い合わせメッセージを伝達するように構成されている。

10

**【 0 0 0 9 】**

アラーム条件は複数の形態をとりうる。一組の好ましい実施形態では、アラーム条件は検出されるパラメータのしきい値である。ガスセンサーの例では、アラーム条件は、しきい値濃度であってもよい。したがって、このしきい値を僅かでも超える濃度が検出されると、このアラーム条件が満たされる。しかしながら、たとえば、パラメータの下限しきい値（たとえば、酸素濃度）または（たとえば、温度）の許容可能な範囲の如き選択肢が他にも複数ある。また、アラーム条件は、複合条件、すなわち1を超える数のパラメータに基づくものであってもよい。それに加えてまたはそれに代えて、アラーム条件は時間要素を含むものであってもよい。たとえば、アラーム条件は、パラメータの変化率、平均値、前もって決められた時間にわたってしきい値外にあること、またはこれらを任意に組み合わせたものであってもよい。

20

**【 0 0 1 0 】**

センサユニットは、たとえば当該センサユニットが複数の検出器を有している場合、同一のパラメータに基づくまたは異なるパラメータに基づく1を超えるアラーム条件を有していてもよい。

30

**【 0 0 1 1 】**

返答メッセージは複数の異なる形態をとっていてもよい。正常状態下とアラーム状態下とで同一であってもよい。アラーム状態の存在の有無を、問い合わせノードは返答のタイミングのみに着目して判定する。ただし、このことは、安全性が重要な用途では適切なことではない。好ましい1組の実施形態では、アラーム状態が検出された場合、返答メッセージは、アラームメッセージという異なるメッセージから構成される。ネットワークによるアラームメッセージの正確で迅速な解釈およびアラームの生成などの適切なアクションを担保するためである。このアラームメッセージは単一のフラグを有していてもよいし、または、たとえばセンサユニットが複数のアラーム条件を有している場合には多値ステータスコード（multi-valued status code）を有していてもよい。

40

**【 0 0 1 2 】**

返答メッセージは、センサユニットにより検出されるパラメータに関する量的データを有していてもよい。このような量的データは、正常状態下において、すべての状態下において、またはアラーム状態下のみにおいて返答メッセージの一部を形成するようになつ

50

ていてもよい。アラーム状態下において提供されるデータは、絶対不可欠であるというわけではないが、アラーム状態を規定するパラメータに関するものであってもよい。たとえば、アラーム状態がガスの過剰濃度である場合、アラームメッセージは検出された実際の濃度に関するデータを含んでいてもよい。

#### 【0013】

本発明によれば、アラーム状態が検出されると、単一のアラームメッセージが送信される。しかしながら好ましくは、メッセージが繰り返され、正常な返答メッセージよりも多い回数送信される。このことにより、1つ以上のパケットが送信中に喪失されてしまった場合であっても最終的にはアラームメッセージが受信されることが担保される。また、アラームメッセージが量的データを有していることは有利である。というのは、そのことにより、データを頻繁に更新することが可能となるため、ユーザまたは監視ソフトウェアによる問題の進展状態の追跡が可能となるからである。プロトコルによっては、返答メッセージに以外にセンサユニットにより送信されるメッセージ、すなわち要求メッセージに対して直接返答するものではないメッセージは、未承諾メッセージとして取り扱われる場合もあるため、問い合わせノード／コントローラにより受信され、処理される可能性は低い。それにもかかわらず、未承諾メッセージの送信は有益であると考えられている。

10

#### 【0014】

1組の好ましい実施形態では、返答メッセージはセンサユニットを識別するための識別情報を有している。しかしながら、このことが絶対不可欠というわけではない。この用途では、ネットワークが、当該ネットワーク内のどのポイントにおいてアラーム状態が発生しているのかについて知らされることにより、たとえばシステムのシャットダウンの如き是正手段を取ることが可能となることが必要なだけである。それに代えて、とくに安全性を最重要視 (s a f e t y - c r i t i c a l) する必要のないシステムでは、問い合わせノードは、どのセンサユニットが返答を送信しているかを推測することができるようになっていてもよい。このことは、たとえばセンサユニットを特定のチャンネル（時間、周波数またはコード分割）に対応付けすることにより、またはセンサユニットが自分向けに送られてきた問い合わせメッセージにのみに応答するようにネットワークを構成することにより可能となる。好ましい実施形態では、個々の問い合わせノードが複数のセンサユニットと通信可能となっているが、これは絶対不可欠なものではなく、個々の問い合わせノードが1つのセンサユニットのみと通信可能となっていてもよい。

20

#### 【0015】

好ましくは、1つ以上のセンサユニットは、他のセンサユニットまたはネットワークノードのメッセージおよび／またはデータを中継するように構成されている。このことにより、あるセンサユニットが他のセンサユニットのための中間ノードとして働くことができる階層的ネットワークが可能となる。このことは、いくつかのセンサユニットからの返答メッセージがマルチホップ径路 (m u l t i - h o p p a t h s) を経由することを意味する。

30

#### 【0016】

このことから導き出される結論は、問い合わせノードがパラメータを検出するためのセンサーを有していてもよいということであり。そうすることにより、問い合わせノード自身がアラーム状態を検出し、さらなる問い合わせノードと通信することを必要とすることなく報告することができるようになる。

40

#### 【0017】

好ましくは、センサユニットはバッテリ駆動式である。このことにより、センサユニットを配置する場所に関して柔軟性を高めることが可能となる。センサユニットはその電力が1つ以上のバッテリのみにより供給されるようになっている必要はない。センサユニットは、バッテリの寿命を延ばすために太陽電池または他の環境発電源をさらに有していてもよい。複数のセンサユニットが1つの電力源を共有するようになっていてもよい。

#### 【0018】

50

1組の実施形態では、本発明にかかるセンサーネットワークは、データネットワークにより相互におよび／または中央サーバーに接続される複数の問い合わせノードを有している。たとえばイーサネット（登録商標）、Wi-Fi、TCP/IPなどの如き従来の有線式または無線式のデータ通信ネットワークが用いられてもよい。1組の実施形態では、PROFINEおよびPROFISAFEが用いられている。

【0019】

このことを容易にするために、問い合わせノードはコンセントからの電力（main power）を用いて電力が供給されるようになっていてもよい。中央サーバーは、当該中央サーバーと統合されている問い合わせノードを有していてもよい。

【0020】

本発明によれば、センサユニットは、アラーム状態が検出された場合、返答（たとえば、アラームメッセージ）を、アラーム状態が検出されなかった場合に送信するだろうと考えられるよりも早く送信するように構成されている。このことは依然として意図的遅延を可能とする。好ましくは、センサユニットはアラーム状態が検出された後可及的速やかに返答メッセージを送信するように構成される。

【0021】

好ましくは、センサユニットの意図的遅延は、問い合わせメッセージへの返答が、次の問い合わせメッセージを受信する直前に送信されるように構成される。換言すれば、意図的遅延は、次のメッセージをオーバーラップさえしなければできるだけ長い方がよい。このことにより、アラーム状態が検出された場合に可及的速やかにアラームメッセージを返答として送信することができるという本発明により達成可能な利点を最大化させることができるようになる。またこのことは、センサユニットが、問い合わせメッセージの受信とそれに対する返答の送信との間に休止状態に入ることができ、各サイクルにおいて休止状態から脱するのは一度だけでよいというさらなる利点を有している。休止状態では、センサユニットは、アラーム状態を監視し、その他の必要不可欠な機能を実行することのみが必要であり、送信機および受信器に関連する回路類の電源は切っておくことができる。

【0022】

問い合わせメッセージを周期Tで送信する1組の実施形態では、意図的遅延はTの80%を超えていている。換言すれば、アラーム状態が検出されない限り、返答メッセージは、問い合わせメッセージの受信した後、周期の後半20%内に送信される。

【0023】

好ましくは、無線センサユニットは無線周波数信号により問い合わせノードと通信するように構成されている。ただし実施形態によっては、單一方向または双方向の通信のためにたとえば超音波、赤外線などの他のタイプの信号も有力な候補になっている場合もある。

【0024】

1組の実施形態では、アラームメッセージが受信されている場合、要求メッセージをより頻繁に送信するように問い合わせノードを（内部でまたは外部コントローラにより）制御するようになっている。上述の場合、要求メッセージをより頻繁に送信する分だけセンサユニットに意図的遅延を短くさせる制御メッセージを当該センサユニットに向けて問い合わせノードに送らせることが好ましい。このことにより、センサユニットが返答メッセージ（すなわち、プロトコルにより受信することが保証されるべきメッセージ）をより頻繁に送信することを担保することができるようになる。それに加えてまたはそれに代えて、アラームメッセージが受信されている場合、センサユニットはさらなる未承諾メッセージを送信することができる。未承諾メッセージは、返答メッセージではないので、問い合わせノードにより受信されるまたは問い合わせノードもしくはコントローラにより処理される保障がない。

【0025】

要求メッセージが送信される頻度が上昇するのは、たとえばある期間のみであってもよ

10

20

30

40

50

いしましたはアラーム状態が存在しなくなるまでであってもよい。

【0026】

センサーネットワークは、無線H A R T（ハイウェイアドレス可能遠隔トランステューサ）の如き複数の異なるプロトコルのうちのいずれに基づくものであってもよいが、1組の実施形態では、センサーネットワークは、国際計測制御学会により決められたI S A 1 0 0 標準に基づくものである。

【0027】

センサーユニットにより検出されるパラメータは、用途に応じて、いくつもの異なる選択肢のうちのいずれであってもよい。1組の実施形態では、センサーユニットはガスセンサーを有している。

10

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の実施形態にかかるセンサーネットワークを示す概略図である。

【図2】正常動作時の通信のタイミングを示す図である。

【図3】アラーム状態動作時の通信のタイミングを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

次に、添付の図面を参照して、本発明の好ましい実施形態を例示のみを意図して説明する。

【0030】

まず図1を参照すると、炭化水素ガスセンサーユニット2、4のネットワークが示されていることが分かる。センサーユニット2、4の各々は、ガス検出器と、2.4G H zの無線送受信機とを備え、I S A 1 0 0 . 1 1 プロトコルまたはH A R T無線通信プロトコルで動作するように設計され、アンテナ3に接続されている。もちろん、これらの具体的な詳細事項は例示のみを意図したものであり、これらに代えて、他のセンサーおよび/または通信方法が用いられてもよい。

20

【0031】

センサーユニット2の一部のセンサーユニットは、ゲートウェイまたはプロキシ8と直接双方向無線リンク（d i r e c t t w o - w a y r a d i o l i n k ）6により接続されている。ゲートウェイまたはプロキシ8は、詳細に後述する問い合わせノードとして働く。他のセンサーユニット4は他のユニット2と無線でリンクされ、遠隔（リモート）センサーユニット4とゲートウェイ8との間でのマルチホップ通信（m u l t i - h o p c o o m u n i c a t i o n ）が可能となっている。この場合、直接にリンクするセンサーユニット2は中間ノードとして働く。センサーユニットは、すべて同じものであってもよく、必要に応じて中間ノードとして設定可能なものであってもよいしましたはそうでなくともよい。それに代えて、リモートノードとしてのみ働くことが可能なものがいくつかあってもよい。他の接続形態および階層も可能である。したがって、所与のセンサーユニットから主要ネットワークまでのパスに2つ以上のホップ（h o p ）があってもよい。

30

【0032】

ゲートウェイ8はイーサネット（登録商標）ネットワーク10に接続されており、また、システムの動作を制御するコントローラ12もイーサネット（登録商標）ネットワーク10に接続されている。この動作については、図2および図3を参照して以下に説明する。

40

【0033】

図2から分かるように、ゲートウェイ8は、正常動作下では、所与のセンサーユニット2に対して、そのセンサーユニットの安全状態の確認を要求するダウンリンクメッセージs a f e R e q ( x ) を有する問い合わせメッセージを送信するようにコントローラ12によって20秒ごとに命令される。当該センサーユニット2は、s a f e R e q ( x ) メッセージを受信し、18秒間の休止状態に入る。休止状態では、無線トランシーバー回路

50

および他の全ての非必須サブシステムの電源が落とされる。18秒後、当該センサユニットは、休止状態から復帰し、最後に受信したメッセージ `s a f e R e q ( x )` に基づいて応答パケット `s a f e R e s ( x )` を作製して送信する。この応答パケット `s a f e R e s ( x )` は、ゲートウェイ 8 により受信され、コントローラ 12 へ送信される。この直後、コントローラ 12 は、次のメッセージ `s a f e R e q ( x + 1 )` を送信する。このプロセスは繰り返して行われる。したがって、センサユニットは 20 秒毎に受信を一回および送信を一回行なうようになっている。

#### 【 0 0 3 4 】

図 3 には、アラーム状態下の動作が示されている。この図によれば、コントローラ 12 により、第一の問い合わせメッセージ `s a f e R e q ( x )` がゲートウェイ 8 を介して送信され、それに対応する返答 `s a f e R e s ( x )` が 18 秒強後に受信される。次いで、次の問い合わせメッセージ `s a f e R e q ( x + 1 )` が送信されるが、ガス検出器が前もって決められたしきい値を超える炭化水素ガスの濃度を検出するというアラーム条件（他のアラーム条件も可能である）が満たされると、センサユニット 2 は、次の 18 秒間休止状態のままでいるのではなく、休止状態から復帰させされることになる。次の 2 秒以内に、センサユニット 2 は、`s a f e R e q ( x + 1 )` 問い合わせメッセージに対して、アラームメッセージ `s a f e R e s ( x + 1 )` という形態を有する返答を送信する。いうまでもなく、この返答は本来の場合よりも早く送信される。また、この応答は、当該応答がアラームメッセージであることを示すフラグを含む異なる情報を有している。アラームメッセージ `s a f e R e s ( x + 1 )` は、コントローラ 12 へ送信される。コントローラ 12 は、危険の通知、安全弁の閉鎖などの如き適切な処置を講ずることができる。応答型の `S a f e R e s ( x + 1 )` メッセージを送信した後、センサユニット 2 は、未承諾メッセージ `U n s a f e ( )` を送信し続ける。未承諾メッセージ `U n s a f e ( )` は、検出器により実際に測定された濃度を表わすデータを有している。センサユニット 2 がリセットされるまで、ガス濃度について最新の情報を提供するために、`U n s a f e ( )` メッセージは 2 秒毎に繰り返される。次の問い合わせメッセージ `s a f e R e q ( x + 2 )`（図示せず）が送信されると、アラーム状態が依然として持続していると想定した場合、センサユニットは、以前のように、「`s a f e`」、すなわち応答型の返答メッセージである `s a f e R e s ( x + 2 )` で応答した後、一連の `U n s a f e ( )` メッセージを送信し続ける。このことは、コントローラ 12 が、ゲートウェイ 8 に対して、リセットメッセージをセンサユニット 2 へ送信するように命じるまで継続される。

#### 【 0 0 3 5 】

したがって、正常時の使用では、20秒間に、受信が一回だけ、送信が一回だけしかないので（もっと正確にいえば、次のメッセージを受信する直前に前の返答を送信するので）、センサユニットは、そのほとんどの時間を休止モードで過ごすことができ、電力消費量が非常に少ないということが分かる。しかしながら、アラーム状態の場合には、センサユニット 2 は 2 秒以内にアラームメッセージを送信することができるようになっている。このことがポーリングノ問い合わせメッセージへの返答として働くので、ゲートウェイ 8 はそれを直ちに受信し処理することができる。したがって、帯域幅が非対称に割り当てられた場合であっても、無線通信が効果的にセットアップされる。無線通信が、ダウンリンクの場合 20 秒毎に一回、そしてアップリンクの場合 2 秒毎に一回セットアップされる。このように構成することにより、検出器が SIL 2 標準の認証を受けるとともに非常に長い電池寿命を維持することができるようになる。当業者にとって明らかなように、SIL 2 安全標準への準拠を確実なものとするために、センサユニットと問い合わせノードとの間の通信は、タイムアウト、センサー識別およびデータ完全性チェックを含むようさら構成されている。

#### 【 0 0 3 6 】

ポーリング周期が 20 秒に設定されているので、60 秒のプロセス安全時間内に連続して 2 つのパケットを喪失したとしてもセンサユニットの機能を停止させてしまうことはない。

10

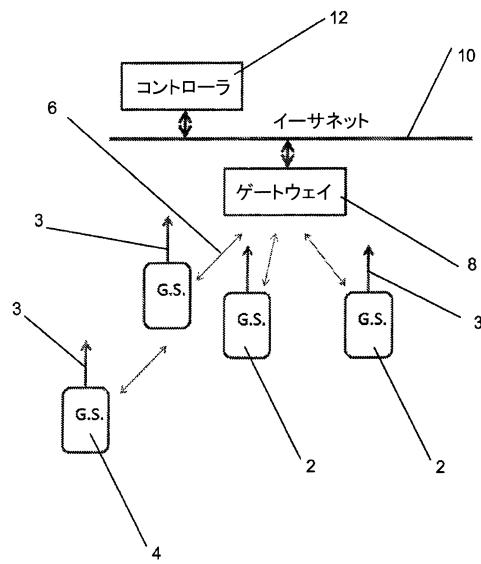
20

30

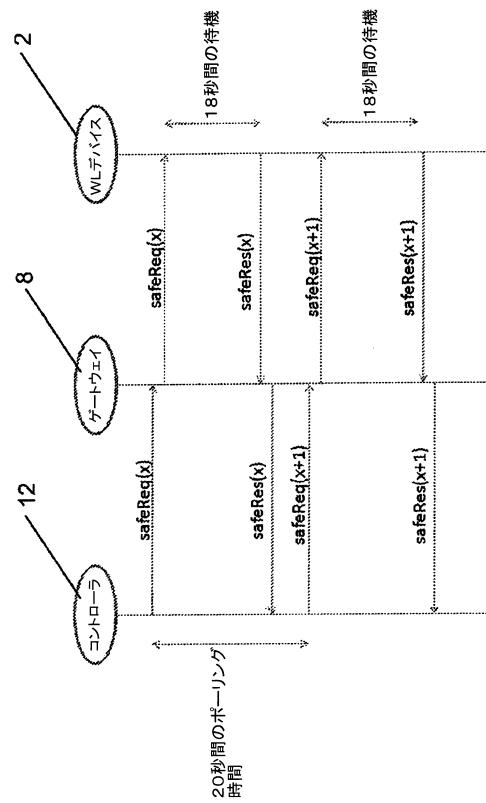
40

50

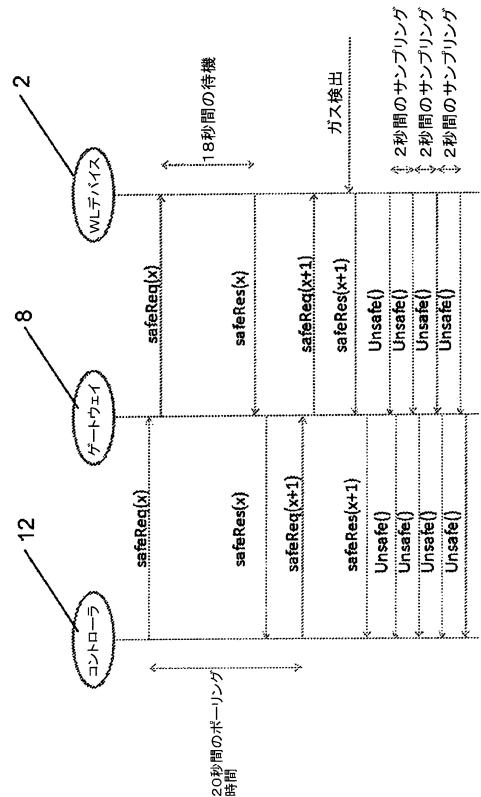
【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2009/024925 (WO, A2)  
特開昭61-224746 (JP, A)  
特開2010-146356 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 B	7 / 24 - 7 / 26
H 04 W	4 / 00 - 99 / 00
H 04 Q	9 / 00
G 08 B	25 / 10