(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6662843号
(P6662843)
(45)発行日　令和2年3月11日(2020.3.11)　(24)登録日　令和2年2月17日(2020.2.17)

(51)Int.Cl.　　F I
G06K 7/10 (2006.01)　　G06K 7/10 184
G06K 19/07 (2006.01)　　G06K 19/07 160
G06K 19/07 230

請求項の数 19　(全 27 頁)

(21)出願番号　特願2017-500359 (P2017-500359)
(86)(22)出願日　平成27年7月3日 (2015.7.3)
(65)公表番号　特表2017-521784 (P2017-521784A)
(43)公表日　平成29年8月3日 (2017.8.3)
(86)国際出願番号　PCT/FI2015/050487
(87)国際公開番号　WO2016/005663
(87)国際公開日　平成28年1月14日 (2016.1.14)
審査請求日　平成30年6月29日 (2018.6.29)
(31)優先権主張番号　20145656
(32)優先日　平成26年7月7日 (2014.7.7)
(33)優先権主張国・地域又は機関
フィンランド(FI)

(73)特許権者　519429428
メッツォ　オサケウフティオユルキネン
フィンランド国，００１００　ヘルシンキ，トゥーロンラデンカトゥ　２
(74)代理人　100107766
弁理士　伊東　忠重
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東　忠彦
(74)代理人　100091214
弁理士　大貫　進介
(72)発明者　ニクネン，ヨーナ
フィンランド国，０１３８０　ヴァンター，ヴァンハ　ポルヴォーンティエ　２２９　メッツォ　フロー　コントロール　オサケユキチュア内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】適応ＲＦＩＤリーダ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
無線周波数識別（ＲＦＩＤ）リーダと、少なくとも１つの検知素子を有する少なくとも１つの受動ＲＦＩＤセンサタグとを有するシステムにおけるセンサ値の問合せを制御する方法であって、前記検知素子が前記検知素子によって検知された量の値を提供し、
無線周波数問合せ信号を前記ＲＦＩＤリーダから前記受動ＲＦＩＤセンサタグへ送信するステップと、
前記ＲＦＩＤリーダで前記受動ＲＦＩＤタグから、前記検知された量の前記値を運ぶ後方散乱無線周波数信号を受信するステップと、
前記検知された量の複数の受け取った値の統計解析に基づいて、前記検知素子の問合せレート、及び／又は前記検知された量の受け取った値の精度を制御するステップと
を含む方法。
【請求項２】
新たに問い合わされた値及び／又は新たに問い合わされた値の信号対雑音比を、前記検知された量の前記複数の受け取った値に基づいて生成された基準と比較するステップをさらに含む、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記基準が、検知された量の値の予測値又は予測値範囲、検知された量の分散、検知された量の分散の長時間平均、前記検知素子の複数の問合せにわたる後方散乱信号の信号対雑音比の平均のうちの少なくとも１つを含む、請求項２に記載の方法。

【請求項４】
前記制御するステップが、
前記検知された量の新たに問い合わされた値が前記統計解析に従って受入れ可能である場合、前記検知素子の前記問合せレートを維持するステップと、
前記検知された量の新たに問い合わされた値が前記統計解析に従って受入れ可能ではない場合、前記検知素子の前記問合せレートを少なくとも一時的に高くするステップと
を含む、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項５】
制御するステップが、後方散乱信号の信号対雑音比に基づいて、前記検知された量の新たに問い合わされた値を提供された精度情報と関連付けるステップ、及び／又は前記後方散乱信号の信号対雑音比に基づいて、前記検知された量の新たに問い合わされた値を拒絶するステップ、及び／又は精度を改善するために、前記後方散乱信号の信号対雑音比に基づいて、前記検知された量の新たに問い合わされた値を調整するステップを含む、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項６】
前記制御するステップが、
ａ）前記検知素子によって検知された前記量の複数の先行する問合せ値に基づいて、前記検知素子から問い合わされる次の値又は次の複数の値のための値の範囲を予測するステップと、
ｂ）前記検知された量の新たに問い合わされた値が前記検知素子の予測値範囲内である場合、前記検知素子の前記問合せレートを維持するステップと、
ｃ）前記検知された量の新たに問い合わされた値が前記検知素子の予測値範囲外である場合、前記検知素子の前記問合せレートを少なくとも一時的に高くするステップと
を含む、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項７】
前記検知素子の前記問合せレートを少なくとも一時的に高くする前記ステップが、前記検知素子に直ちに再問合せするステップを含む、請求項６に記載の方法。
【請求項８】
前記検知素子の前記問合せレートを少なくとも一時的に高くする前記ステップが、前記検知された量の問い合わされた値が統計解析に従って受入れ可能になるまで、前記検知素子の即時再問合せを実施するステップを含む、請求項６に記載の方法。
【請求項９】
前記制御するステップが、前記検知された量の個々の受け入れられた、問い合わされた値を使用して、予測値を更新するステップを含む、請求項６に記載の方法。
【請求項１０】
前記制御するステップが、
前記検知素子に問い合わせている間、後方散乱信号の信号／雑音比（ＳＮＲ）の長時間平均を決定するステップと、
前記ＳＮＲの前記長時間平均を制御基準として使用して、前記検知素子の問合せ電力及び／又は前記問合せレートを制御するステップと
を含む、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項１１】
前記検知素子の問い合わされたセンサ値の分散の長時間平均を決定するステップと、
前記問い合わされたセンサ値の分散の前記長時間平均を制御基準として使用して、前記検知素子の問合せ電力及び／又は前記問合せレートを制御するステップと
を含む、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項１２】
前記検知素子の前記問合せレート及び前記検知素子に伝送される前記無線周波数問合せ信号の電力を並列又は組合せで制御するステップを含む、請求項１又は２に記載の方法。
【請求項１３】

前記検知素子に問い合わせている間、後方散乱信号の信号／雑音比（ＳＮＲ）の長時間平均を、問い合わされたセンサ値の分散の関数で決定するステップと、
１つ又は複数の最も新しく問い合わされたセンサ値の現在の分散に対応する前記ＳＮＲの前記長時間平均を制御基準として使用して、前記検知素子に伝送される前記無線周波数問合せ信号の前記電力を制御するステップと、
前記検知素子の前記問い合わされたセンサ値の分散の長時間平均を決定するステップと、
前記問い合わされたセンサ値の分散の前記長時間平均を制御基準として使用して、前記検知素子の前記問合せレートを制御するステップと
を含む、請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】
前記検知素子に伝送される前記無線周波数問合せ信号の前記電力を一次的に制御し、また、前記検知素子の前記問合せレートを二次的に制御するステップを含む、請求項１２に記載の方法。
【請求項１５】
前記無線周波数問合せ信号の前記電力が大きくされ得ない場合にのみ、前記検知素子の前記問合せレートを高くするステップ
を含む、請求項１２に記載の方法。
【請求項１６】
前記制御するステップが、
問い合わされたセンサ値を問い合わせている間、後方散乱信号の信号／雑音比（ＳＮＲ）を決定するステップと、
前記無線周波数問合せ信号の電力が大きくされ得ない場合、予め記憶されている補償値及び／又は補償関数に基づいて、前記問い合わされたセンサ値に対する低信号／雑音比（ＳＮＲ）の影響を補償するステップと
を含む、請求項１に記載の方法。
【請求項１７】
前記受動ＲＦＩＤセンサタグが発振器を有し、前記発振器の発振周波数が前記検知素子によって検知される量の値に依存し、
前記ＲＦＩＤリーダが、前記受動ＲＦＩＤタグから、前記検知された量の前記値に依存する前記発振周波数を使用して変調された前記後方散乱無線周波数信号を受け取り、
前記ＲＦＩＤリーダが、後方散乱信号の前記発振周波数の変調を前記検知された量の実際の値に変換する
請求項１又は２に記載の方法。
【請求項１８】
請求項１から１７のいずれか一項に記載の方法を実現するＲＦＩＤリーダ。
【請求項１９】
請求項１から１７のいずれか一項に記載の方法を実現するＲＦＩＤリーダ及びコンピュータデバイスを備えるシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は受動無線センサに関し、詳細には受動無線周波数識別（ＲＦＩＤ：Radio Frequency IDentification、無線自動識別）センサ、ＲＦＩＤセンサシステム、及び受動ＲＦＩＤセンサタグのためのＲＦＩＤリーダに関する。
【背景技術】
【０００２】
センサは、測定された量を読取り可能なフォーマット、典型的には電気信号に変換するデバイスである。現在、商用的に入手可能な、ほとんどは何らかの測定目的のためのセンサが存在している。センサは、接続性に応じて無線センサ及び有線センサに分類され得る

。有線センサは、配線ハーネス又はケーブルアセンブリを介してリーダデバイスに接続される。無線センサは、センサへの物理的接続を必要とすることなく読み取られることが可能であり、また、しばしば、無線トランシーバをセンサに備えることによって実現される。伝送された無線信号は、無線信号を所望の出力に変換する受信機によって翻訳される。無線動作は、例えば苛酷な動作条件（温度及び圧力など）、回転部品又は費用及び配線の複雑性のために有線接続が困難である多くの用途において有利であり得る。しかしながら無線センサは、電池による限られた寿命、減衰及び干渉による限られた読取り距離、信号の制御不可能な伝搬による機密保護の問題、及び潜在的に遅い通信速度などのいくつかの欠点も有している。無線センサは、電源及び通信原理に基づいて、能動センサ（active sensor）、半受動センサ（semi-passive sensor）及び受動センサ（passive sensor）の３つのカテゴリに分類され得る。

【０００３】

能動無線センサは、通常、無線トランシーバ及びトランシーバに電力を供給するために使用されるオンボード電池の両方を有している。自身の電源を有する能動無線センサは、強力な送信機及び高感度受信機を使用することができる。しかしながら基板上の電池は、寿命を制限し、また、それと同時にサイズを大きくし、且つ、重量を重くしている。回路がより複雑であるため、能動センサの価格は、受動センサの価格よりはるかに高くなり得る。

【０００４】

半受動無線センサは、無線トランシーバは含んでいないが、電池を備えている。電池は、集積回路（ＩＣ）に電力を供給するために使用され、また、リーダデバイスとは独立したセンサの動作を可能にし、或いはセンサ内のメモリを維持するために使用される。半受動電池補助センサは、変調後方散乱技法を利用して通信する。これは、半受動センサには伝送のためのオンボード電池からの一切の電力が不要であり、センサは、リーダデバイスによって放出される電力の一部を単純に反射して戻すことを意味している。

【０００５】

能動センサ及び半受動センサとは異なり、受動センサはオンボード電池を必要としない。したがって受動センサは、それほど複雑ではなく、より小形で、より安価であり、また、受動センサの寿命は電源によって制限されない。受動無線センサの典型的な読取り距離は、１０ｃｍと３ｍの間である。受動無線センサは、無線周波数識別（ＲＦＩＤ）タグ、電気共振回路センサ、表面弾性波（ＳＡＷ）、高調波センサ及び相互変調センサの４つの主カテゴリに分類され得る。

【０００６】

ＲＦＩＤは、電波を使用してタグとリーダとの間で通信する識別技術であり、また、ＲＦＩＤは、アイテムを識別するために使用される。ＲＦＩＤには、リーダデバイスとタグとの間にライン－オブ－サイトが不要である、などの光学バーコード識別に優るいくつかの利点があり、また、ＲＦＩＤリーダは、一度に数百のタグを読み取ることも可能である。受動ＲＦＩＤタグは、図１に示されている変調後方散乱通信原理を利用している。タグ１０がＲＦＩＤリーダ１１と通信する場合、タグ１０は、受信した信号１２を変調し、また、その一部１３を反射してリーダに戻す。典型的な受動タグは、特定用途向けマイクロチップに接続されたアンテナからなる。ＲＦＩＤトランシーバ即ちリーダによって無線で問い合わされると、ＲＦＩＤタグアンテナは、ＲＦＩＤリーダから電力及びＲＦ信号を受け取り、且つ、それらをチップに提供する。チップは、信号を処理し、また、要求されたデータをＲＦＩＤリーダに送り返す。後方散乱信号は、伝送されたデータに従って変調される。ＲＦＩＤの最も高い動作周波数及び最も長い読取り距離は、集積回路（ＩＣ）のための整流された電力によって制限され、また、それぞれ数ＧＨｚ及び５～１０ｍである。

【０００７】

ＲＦＩＤは、ほとんど識別のために使用される。ＲＦＩＤタグは、書換え型メモリを備えており、書換え型メモリは、ＲＦＩＤタグの再使用可能性特徴を可能にするが、ＲＦＩＤタグは、外部量の測定には有用ではない。ＲＦＩＤは、外部センサを読み取るための外

部センサ及びデジタル論理をＲＦＩＤタグに備えることによって検知（sensing）に適していることが同じく示されている。この手法の利点は、この手法が汎用センサ素子を使用することであり、また、したがって極めて広範囲に及ぶ用途に適していることである。しかしながらこの手法の場合、センサの読取りを可能にするために、追加のＡ／Ｄ変換器及びデジタル回路機構をタグに含まなければならない。追加の電子機器による電力消費の増加のため、読取り範囲が著しく狭くなる（例えば８ビットＡ／Ｄ変換器で５ｍから０．３ｍになる）。追加のセンサ素子は電力消費をさらに増加させる。Ａ／Ｄ変換器及び追加のデジタル回路の実施態様考察は、書物「Ｄｅｖｅｌｏｐｍｅｎｔ ａｎｄ Ｉｍｐｌｅｍｅｎｔａｔｉｏｎ ｏｆ ＲＦＩＤ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ」、ＩＳＢＮ ９７８－３－９０２６１３－５４－７、２００９年2月、Ｉ－Ｔｅｃｈ、Ｖｉｅｎｎａ、Ａｕｓｔｒｉａ．ｈｔｔｐ：／／ｗｗｗ．ｉｎｔｅｃｈｏｐｅｎ．ｃｏｍ／ｂｏｏｋｓ／ｄｅｖｅｌｏｐｍｅｎｔ＿ａｎｄ＿ｉｍｐｌｅｍｅｎｔａｔｉｏｎ＿ｏｆ＿ｒｆｉｄ＿ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ．の［１］：第９章「Ｓｍａｒｔ ＲＦＩＤ Ｔａｇｓ」の中で考察されている。

【０００８】

米国特許出願公開第２０１３／００９９８９７号明細書（ＵＳ２０１３／００９９８９７）は、ＲＦＩＤリーダ、ＲＦＩＤチップ、及びＲＦＩＤチップに電気結合され、また、ＲＦＩＤリーダから信号を受信し、且つ、ＲＦＩＤリーダに信号を伝送するように構成されたアンテナを開示している。ＲＦＩＤチップは、検知材料に対する電気的インターフェースを備えている。ＲＦＩＤチップは、リーダから受信した信号を変調し、且つ、その変調信号を使用して検知材料を駆動するように構成されている。検知材料は、後方散乱変調信号が検知材料の状態に応じて変化するよう、可変電気特性を有している。検知材料は、検知材料の性質に無関係にＲＦＩＤチップからの変調信号と相互作用し、また、信号をＲＦＩＤチップに返す。返される信号は、後方散乱変調器を介してＲＦＩＤチップからアンテナに引き渡され、また、次にＲＦＩＤリーダへ伝送されて戻される。別法としては、検知材料によって処理された信号を使用してＲＦＩＤチップの入力インピーダンスが変調され、ＲＦＩＤチップからの信号は、アンテナによってＲＦＩＤリーダへ後方散乱され、それにより検知材料の状態が決定される。

【０００９】

Ｃｈｅｎ等の、Ｃｏｕｐｌｉｎｇ Ｐａｓｓｉｖｅ Ｓｅｎｓｏｒｓ ｔｏ ＵＨＦ ＲＦＩＤ Ｔａｇｓ、Ｒａｄｉｏ ａｎｄ Ｗｉｒｅｌｅｓｓ Ｓｙｍｐｏｓｉｕｍ（ＲＷＳ）、２０１２年ＩＥＥＥ、１５－１８、２０１２年1月、Ｓａｎｔａ Ｃｌａｒａ、２５５－２５８は、新しいタグＡＳＩＣを設計することなく、受動センサデータを既存のＵＨＦ ＲＦＩＤタグに結合する可能性を探求している。既存のＵＨＦ ＲＦＩＤシステムを使用して、タグアンテナの上に結合ループを置き、且つ、ベクトル後方散乱を変調することによって追加のデータを運び得る。センサデータを運ぶ受動センサのインピーダンスは、後方散乱の振幅及び位相の値に影響を及ぼす。受動センサデータを伝送する場合、受動センサ結合モジュールの負荷がこれらの３つの負荷の間で切り換えられ、それにより２つの基準インピーダンス又は受動センサのうちの１つへの接続を提供する。２つの基準インピーダンスを使用して受動センサのインピーダンスが決定される。

【００１０】

Ｇｕｅｒｉｎ等の、Ａ ｔｅｍｐｅｒａｔｕｒｅ ａｎｄ ｇａｓ ｓｅｎｓｏｒ ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ ｏｎ ａ ９１５ＭＨｚ ＲＦＩＤ ＵＨＦ ｔａｇ、Ｗｉｒｅｌｅｓｓ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ ａｎｄ Ｓｙｓｔｅｍｓ（ＩＣＷＩＴＳ）、２０１０年ＩＥＥＥ Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ Ｃｏｎｆｅｒｅｎｃｅ、Ｈｏｎｏｌｕｌｕ、２０１０年8月２８日～２０１０年9月3日は、変調後方散乱原理を利用した受動無線センサを開示している。変調信号は電圧制御発振器によって生成され、電圧制御発振器の制御電圧及び延いては出力周波数は、センサ値の関数において変化するようになされている。

【００１１】

同時係属ＰＣＴ／ＦＩ２０１３／０５１２１４（国際公開第２０１５／１０１６９５号

）は、受動無線センサの根本的に長くなった読取り距離を可能にする受動無線センサ設計を開示している。変調信号は発振器によって生成され、発振器は、変調周波数が検知素子の検知値に依存するよう、発振回路の一部として検知素子を含んでいる。したがってセンサ値は、エネルギーを消費するＡＤ変換を必要とすることなく、また、最少数の余分の構成要素を使用して生成され得る変調アナログ信号の周波数に変換される。したがって読取り距離が最大数メートルの部屋スケールまで延長され得る。

【００１２】

受動ＲＦＩＤセンサを読み取るためには、センサに電力を供給するための「オンエア」時間が必要である。必要な時間は、２～３ｍｓなどの極めて短い時間にすることができ、或いは使用されるセンサに応じて１０～５０ｍｓなどの比較的長い時間にすることも可能である。ＲＦＩＤ通信のために利用することができる無線帯域幅は無限ではなく、実際には極めて不十分である。複数のセンサに極めて頻繁に問い合わせなければならない場合、ＲＦＩＤスペクトル内に多くの無線周波雑音が存在する。センサへの問合せの頻度を少なくすることができる場合、より多くの無線スペクトルが通信のために他のリーダ及びセンサに解放され得る。センサ値を必要な最新の値に維持するためにセンサに問い合わせるべき頻度を決定することは困難である。別の問題は、無線通信の性質そのものに関している。読取り事象に影響を及ぼす一定の散発性雑音が存在している。可動対象の場合、無線信号の可変減衰に関連する問題が同じく存在する。

【００１３】

信号劣化に対処するための異なる種類のアルゴリズムが作成されているが、それらには、すべて、無線レベルの変更が必要である。空間多重化は、無線通信を改善するための良好な方法である。しかしながら空間多重化は、電子機器及び計算が複雑になるため、実践することは極めて困難である。リンクレベル問題を管理する別の典型的な方法は、信号電力を管理することである。信号電力を変えることにより、電池消費を容易に最少に維持することができ、また、ＲＦ雑音を容易に小さくすることができる。この手法の一例はＵＳ７８２５８０６に開示されている。

【００１４】

したがってセンサの問合せを可変無線レベル条件及び干渉に適合させるための新しい技法が必要である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１５】

【特許文献１】米国特許出願公開第２０１３／００９９８９７号明細書

【特許文献２】国際公開第２０１５／１０１６９５号

【非特許文献】

【００１６】

【非特許文献１】「Ｄｅｖｅｌｏｐｍｅｎｔ ａｎｄ Ｉｍｐｌｅｍｅｎｔａｔｉｏｎ ｏｆ ＲＦＩＤ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ」、ＩＳＢＮ ９７８－３－９０２６１３－５４－７、２００９年2月、Ｉ－Ｔｅｃｈ、Ｖｉｅｎｎａ、Ａｕｓｔｒｉａ

【非特許文献２】Ｃｈｅｎ等著、Ｃｏｕｐｌｉｎｇ Ｐａｓｓｉｖｅ Ｓｅｎｓｏｒｓ ｔｏ ＵＨＦ ＲＦＩＤ Ｔａｇｓ、Ｒａｄｉｏ ａｎｄ Ｗｉｒｅｌｅｓｓ Ｓｙｍｐｏｓｉｕｍ（ＲＷＳ）、２０１２年ＩＥＥＥ、１５－１８、２０１２年1月、Ｓａｎｔａ Ｃｌａｒａ、２５５－２５８

【非特許文献３】Ｇｕｅｒｉｎ等著、Ａ ｔｅｍｐｅｒａｔｕｒｅ ａｎｄ ｇａｓ ｓｅｎｓｏｒ ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ ｏｎ ａ ９１５ＭＨｚ ＲＦＩＤ ＵＨＦ ｔａｇ、Ｗｉｒｅｌｅｓｓ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ ａｎｄ Ｓｙｓｔｅｍｓ（ＩＣＷＩＴＳ）、２０１０年ＩＥＥＥ Ｉｎｔｅｒｎａｔｉｏｎａｌ Ｃｏｎｆｅｒｅｎｃｅ、Ｈｏｎｏｌｕｌｕ、２０１０年8月２８日～２０１０年9月3日

【発明の概要】

【００１７】

本発明の目的は、センサの問合せを可変無線レベル条件及び干渉に適合させるための新しい技法を提供することである。

【００１８】

本発明の目的は、添付の独立請求項による方法、リーダ及びシステムによって達成される。本発明の好ましい実施形態は、従属請求項に開示されている。

【００１９】

本発明の一態様は、無線周波数識別（ＲＦＩＤ）リーダと、少なくとも検知素子を有する少なくとも１つの受動ＲＦＩＤセンサタグとを有するシステムにおけるセンサ値の問合せを制御する方法であって、検知素子がその検知素子によって検知された量の値を提供し、方法は、

無線周波数問合せ信号をＲＦＩＤリーダから受動ＲＦＩＤセンサタグへ送信するステップと、

ＲＦＩＤリーダで受動ＲＦＩＤタグから、検知された量の値を運ぶ後方散乱無線周波数信号を受信するステップと、

ｉ）検知された量の複数の受け取った値、及び／又はｉｉ）複数の問合せ、及び／又はｉｉｉ）信号対雑音比の解析に基づいて、検知素子の問合せレート、及び／又は検知された量の受け取った値の精度、及び／又は検知素子に伝送される無線周波数問合せ信号の電力を制御するステップ

とを含む。

【００２０】

一実施形態では、統計解析は、新たに問い合わされた値及び／又は新たに問い合わされた値の信号対雑音比を、検知された量の複数の受け取った値及び／又は複数の問合せに基づいて生成された基準と比較するステップを含む。

【００２１】

一実施形態では、基準は、検知された量の値の予測値又は予測値範囲、検知された量の分散、検知された量の分散の長時間平均、検知素子の複数の問合せにわたる後方散乱信号の信号対雑音比の平均のうちの少なくとも１つを含む。

【００２２】

一実施形態では、制御するステップは、

ａ）検知された量の新たに問い合わされた値が前記統計解析に従って受入れ可能である場合、検知素子の問合せレートを維持するステップと、

ｃ）検知された量の新たに問い合わされた値が前記統計解析に従って受入れ可能ではない場合、検知素子の問合せレートを少なくとも一時的に高くするステップと

を含む。

【００２３】

一実施形態では、制御するステップは、後方散乱信号の信号対雑音比に基づいて、検知された量の新たに問い合わされた値を精度情報と関連付けるステップ、及び／又は後方散乱信号の信号対雑音比に基づいて、検知された量の新たに問い合わされた値を拒絶するステップ、及び／又は精度を改善するために、後方散乱信号の信号対雑音比に基づいて、検知された量の新たに問い合わされた値を精度情報を使用して調整するステップを含む。

【００２４】

一実施形態では、制御するステップは、

ａ）検知素子によって検知された量の複数の先行する問合せ値に基づいて、検知素子から問い合わされる次の値又は次の複数の値のための値の範囲を予測するステップと、

ｂ）検知された量の新たに問い合わされた値が検知素子の予測値範囲内である場合、検知素子の問合せレートを維持するステップと、

ｃ）検知された量の新たに問い合わされた値が検知素子の予測値範囲外である場合、検知素子の問合せレートを少なくとも一時的に高くするステップと

を含む。

【００２５】

一実施形態では、検知素子の問合せレートを少なくとも一時的に高くするステップは、検知素子に直ちに再問合せするステップを含む。

【００２６】

一実施形態では、検知素子の問合せレートを少なくとも一時的に高くするステップは、検知された量の問い合わされた値が前記統計解析に従って受入れ可能になるまで、検知素子の即時再問合せを実施するステップを含む。

【００２７】

一実施形態では、制御するステップは、

ａ）検知素子によって検知された量の複数の先行する問合せ値に基づいて、検知素子から問い合わされる次の値又は次の複数の値のための値の範囲を予測するステップと、

ｂ）新たに問い合わされた値が検知素子の予測値範囲内である場合、検知された量の新たに問い合わされた値を受け入れるステップと、

ｃ）検知された量の前記新たに問い合わされた値が検知素子の予測値範囲外である場合、検知素子に直ちに再問合せするステップと、

ｄ）再問合せされた値が検知素子の予測値範囲内である場合、検知された量の再問合わせされた値を受け入れ、且つ、前記新たに問い合わされた値を廃棄するステップと、

ｅ）同じく再問合せされた値は検知素子の予測値範囲外であるが、前記新たに問い合わされた値及び前記再問合せされた値が互いに近い場合、検知された量の前記新たに問い合わされた値及び前記再問合せされた値の両方を受け入れるステップと、

ｆ）検知された量の同じく前記再問合せされた値が検知素子の予測値範囲外であり、且つ、前記新たに問い合わされた値及び前記再問合せされた値が互いに近い場合、検知素子に直ちに再問合せするステップと、

ｇ）予測値範囲内である再問合せされた値、又は予測値範囲外であるが、互いに近い２つの再問合せされた値をリーダが獲得し、且つ、受け入れるまで、検知素子の即時再問合せを継続するステップと

を含む。

【００２８】

一実施形態では、制御するステップは、検知された量の個々の受け入れられた、問い合わされた値を使用して、予測値を更新するステップを含む。

【００２９】

一実施形態では、制御するステップは、

検知素子に問い合わせている間、後方散乱信号の信号／雑音比（ＳＮＲ）の長時間平均を決定するステップと、

ＳＮＲの長時間平均を制御基準として使用して、検知素子の問合せ電力及び／又は問合せレートを制御するステップと

を含む。

【００３０】

一実施形態では、方法は、

検知素子の問い合わされたセンサ値の分散の長時間平均を決定するステップと、

問い合わされたセンサ値の分散の長時間平均を制御基準として使用して、検知素子の問合せ電力及び／又は問合せレートを制御するステップと

を含む。

【００３１】

一実施形態では、方法は、検知素子の問合せレート及び検知素子に伝送される無線周波数問合せ信号の電力を並列又は組合せで制御するステップを含む。

【００３２】

一実施形態では、方法は、

検知素子に問い合わせている間、後方散乱信号の信号／雑音比（ＳＮＲ）の長時間平均を、問い合わされたセンサ値の分散の関数で決定するステップと、

１つ又は複数の最も新しく問い合わされたセンサ値の現在の分散に対応するＳＮＲの長

時間平均を制御基準として使用して、検知素子に伝送される無線周波数問合せ信号の電力を制御するステップと、
検知素子の問い合わされたセンサ値の分散の長時間平均を決定するステップと、
問い合わされたセンサ値の分散の長時間平均を制御基準として使用して、検知素子の問合せレートを制御するステップと
を含む。
【００３３】
一実施形態では、方法は、検知素子に伝送される無線周波数問合せ信号の電力を一次的に制御し、また、検知素子の問合せレートを二次的に制御するステップを含む。
【００３４】
一実施形態では、方法は、
無線周波数問合せ信号の電力が大きくされ得ない場合にのみ、検知素子の問合せレートを高くするステップ
を含む。
【００３５】
一実施形態では、方法は、制御するステップを含み、制御するステップは、
問い合わされたセンサ値を問い合わせている間、後方散乱信号の信号／雑音比（ＳＮＲ）を決定するステップと、
特に無線周波数問合せ信号の電力が大きくされ得ない場合、予め記憶されている補償値及び／又は補償関数に基づいて、問い合わされたセンサ値に対する低信号／雑音比（ＳＮＲ）の影響を補償するステップと
を含む。
【００３６】
一実施形態では、方法は、
受動ＲＦＩＤセンサタグが発振器を有し、発振器の発振周波数が検知素子によって検知される量の値に依存し、
ＲＦＩＤリーダが、受動ＲＦＩＤタグから、検知された量の値に依存する発振周波数を使用して変調された後方散乱無線周波数信号を受け取り、
ＲＦＩＤリーダが、後方散乱信号の発振周波数変調を検知された量の実際の値に変換する。
【００３７】
本発明の別の態様は、本発明の上記態様による方法を実現するＲＦＩＤリーダである。
【００３８】
本発明のさらに別の態様は、本発明の上記態様による方法を実現するＲＦＩＤリーダ及びコンピュータデバイスを備えるシステムである。
【００３９】
以下、本発明について、図面を参照して、好ましい実施形態によってより詳細に説明される。
【図面の簡単な説明】
【００４０】
【図１】ＲＦＩＤシステムにおける後方散乱通信原理を示す図である。
【図２】ＲＦＩＤタグアーキテクチャの一例を示す機能ブロック図である。
【図３】ＲＦＩＤセンサのための通信原理を示すスペクトルグラフである。
【図４】ＲＦＩＤリーダアーキテクチャの一例を示す機能ブロック図である。
【図５】１つのセンサに対する１５回の連続する問合せI_1、I_2、…、I_{15}に対して受け取られたセンサ値v_1、v_2、…、v_{15}を示すグラフである。
【図６】問合せレートに対する一例示的制御手順を示す流れ図である。
【図７】問合せレートに対する別の例示的制御手順を示す流れ図である。
【図８Ａ】受信した信号の受入れ可能な信号対雑音比（ＳＮＲ）を示すグラフである。
【図８Ｂ】受信した信号の受入れ不可能な低信号対雑音比（ＳＮＲ）を示すグラフである

。
【図８Ｃ】受信した信号の低信号対雑音比（ＳＮＲ）の時間分散を示すグラフである。
【図９Ａ】受入れ不可能な低信号対雑音比（ＳＮＲ）による不正確なセンサ値に基づく誤った予測値範囲の計算の影響を示すグラフである。
【図９Ｂ】時間によるＳＮＲの漸進的変化及び対応するセンサ値の漸進的変化を示すグラフである。
【図９Ｃ】時間によるＳＮＲの漸進的変化及び対応するセンサ値の漸進的変化を示すグラフである。
【図１０】問合せ電力に対する一例示的制御手順を示す流れ図である。
【図１１】同じく一例示的組合せの制御手順であって、問合せ電力及び問合せレートの両方が制御される制御手順を示す流れ図である。
【図１２】問い合わされたセンサ値に基づく問合せレートＲの統計的制御が、問い合わされたセンサ値の、恐らくは信号対雑音比（ＳＮＲ）に起因する不正確性を考慮するようになされる一例示的制御手順を示す流れ図である。
【図１３Ａ】時間によるＳＮＲの変化及び対応する不正確なセンサ値のＳＮＲ補償を示すグラフである。
【図１３Ｂ】時間によるＳＮＲの変化及び対応する不正確なセンサ値のＳＮＲ補償を示すグラフである。
【図１４】問い合わされたセンサ値に基づく問合せレートＲの統計的制御が、問い合わされたセンサ値の、信号対雑音比（ＳＮＲ）による不正確性の補償を備える一例示的制御手順を示す流れ図である。
【図１５】ＳＮＲに基づく、問い合わされた値のＳＮＲを補償するための一例示的方法を示す流れ図である。
【図１６】ＳＮＲ補償値又はＳＮＲ補償関数を提供するための一例示的方法を示す流れ図である。
【発明を実施するための形態】
【００４１】
図１を参照すると、ＲＦＩＤシステムは、典型的には、識別されるべき対象の上、又は測定点に配置されるＲＦＩＤトランスポンダ即ちタグ１０と、ＲＦＩＤタグの問合せを実施するＲＦＩＤ問合せ機即ちリーダ１１の２つの基本構成要素を備えている。受動ＲＦＩＤシステムでは、ＲＦＩＤリーダ１１は、タグ１０にリーダの問合せ信号の変調を実施させるために、タグ１０に不可欠な電力を供給する。ＲＦＩＤセンサタグの場合、ＲＦＩＤタグ１０を動作させ、且つ、データを伝送させるための単なる電源及び媒体の提供に加えて、ＲＦＩＤリーダ１１は、タグ１０に向けた、ほとんどの場合、搬送波信号の変調として実現されるデータ伝送を実施することができる。
【００４２】
図２は、無線周波数識別（ＲＦＩＤ）タグアーキテクチャの他の例を示す機能ブロック図を示したものである。示されている例では、ＲＦＩＤタグ１０は、ＲＦＩＤリーダ１１と通信するためにタグのフロントエンドインピーダンスに直接整合されたアンテナ２１（整合回路は示されていない）と、典型的には、ＲＦ電力を直流（ＤＣ）に変換するための整流器回路機構２２を含むことができるアナログＲＦフロントエンドと、クロック発生器又は発振器２３と、変調器２４と、復調器２５とを備えることができる。また、問合せコマンドの処理、衝突防止プロトコルの実行、データ完全性検査の実施、メモリ読出し－書込み操作の実行、及び出力制御及びデータフローの実施などの所望の機能を提供するように構成され得る論理部品即ちデジタル制御モジュール２６を存在させることも可能である。論理実施態様は、通常、定義済み規格及び特定の関連するプロトコルに従う。さらに、メモリ記憶装置２７が提供され得る。ユーザの要求に応じて、読出し／書込みの両方の機能が実現される場合、不揮発性メモリ記憶装置が必要になり得る。
【００４３】
上で説明したように、受動ＲＦＩＤタグは、変調後方散乱原理を利用して通信する。タ

グがリーダと通信する場合、タグは、受信した信号を変調し、また、その一部を反射してリーダに戻す。ＲＦＩＤセンサは、リーダ１１から伝送される無線周波数（ＲＦ）持続波（ＣＷ）信号を使用して起動される。最初に、ＲＦ信号が整流器２２によってＤＣ電圧に変換される。整流された電圧は、低周波正弦波ｆＯＳＣをその出力に生成する発振器２３に電力を供給する。最後に、後方散乱原理を実現するべく、発振信号ｆＯＳＣが後方散乱変調器２４に供給される。変調器２４は信号を変調し、また、アンテナ２１へ戻る信号は、アンテナと整流器２２／変調器２４との間の整合で決まる。したがって、図３に示されているように、側波帯即ち副搬送波ｆＣＷ－ｆＯＳＣ及びｆＣＷ＋ｆＯＳＣがセンサから後方散乱される信号に存在し、ｆＣＷ及びｆＯＳＣは、それぞれ搬送周波数及び発振周波数を表す。側波帯即ち副搬送波は、搬送波ｆＣＷから発振周波数ｆＯＳＣだけオフセットされる。また、発振周波数ｆＯＳＣは、変調周波数又は副搬送波周波数と呼ばれ得る。

【００４４】

クロック周波数発生２３は、周波数が検知された値に依存する発振器を使用して実現され得る。これは、ＲＦＩＤの洗練された特徴及びＡＤ変換を使用することなく外部量を測定する可能性を可能にする。例示的実施形態では、検知素子は、発振器から出力される変調周波数が検知された値に依存するよう、タグ発振器の発振回路の基本部分に構成される。これは、事実上、電力を消費する余分の構成要素を一切必要とすることなく、外部量を測定する可能性を可能にする。適用可能な発振器の例には、ＲＣ発振器、リング発振器、ＬＣ発振器、ＲＬＣ発振器、又はＭＥＭＳ（微小電気機械システム）共振器、ＳＡＷ（表面弾性波）共振器及びＢＡＷ（バルク音波）共振器に基づく発振器などの共振に基づく任意の他の発振器を含むことができる。ＲＣ発振器の利点は、ＲＣ発振器が統合され得ることであるが、ＲＣ発振器は、例えばＬＣ発振器又はＲＬＣ発振器と比較すると、電力消費がより多くなり、また、読取り距離が短くなり得る。

【００４５】

本発明を何らかの特定のタイプのＲＦＩＤセンサタグに限定すること、又はセンサタグによる後方散乱信号の何らかの特定のタイプの変調に限定することは意図されていないことを認識されたい。しかしながら本発明の実施形態は、Ｇｕｅｒｉｎ等のＰＣＴ／ＦＩ２０１３／０５１２１４の場合のように、ＲＦＩＤセンサタグの変調発振周波数が検知された値に依存するようになされる用途、即ち検知された量の値の範囲が発振周波数範囲にマッピングされる用途に特に有利である。

【００４６】

本発明の一態様は、本発明の他の態様による受動無線センサのためのリーダである。一般にＲＦＩＤリーダは専用の無線送信機及び受信機である。すべてのこのようなデバイスと同様、リーダは、搬送周波数f_{CW}（例えば典型的なＵＨＦデバイスの場合、約８００～９００ＭＨｚ）で信号を生成し、且つ、この搬送波信号を変調して情報をタグに伝えなければならない。受動タグの場合、リーダは、タグにエネルギーを供給し、結果を受け取り、また、リーダによる一度に複数のタグの読取りを可能にする低レベル衝突防止アルゴリズムを頻繁に処理することができる。単純なＲＦＩＤシステムでは、リーダのＲＦ信号は、持続波（ＣＷ）信号又はパルス化オン－オフ信号であり、より洗練されたシステムでは、リーダのＲＦ信号は、タグに対するコマンド、タグが含んでいるメモリの読出し又は書込みの命令を含むことができる。リーダ１１は、タグからの応答を選択的に受け取り、且つ、増幅することができ、また、搬送周波数からの信号を、受信した信号に含まれているはるかに低い周波数特性の情報に変換することができる。

【００４７】

一例示的ＲＦＩＤリーダの概略ブロック図は図４に示されている。ＲＦＩＤリーダ１１は、無線周波数（ＲＦ）フロントエンド４０及びデジタル制御セクション４１の２つのメインセクションを備えることができる。無線周波数（ＲＦ）フロントエンド４０は、ＲＦ信号の伝送及び受信のために使用される。ＲＦフロントエンド４０は、ＲＦＩＤセンサ１０から、及びＲＦＩＤセンサ１０への２方向性データフローに対応する２つの個別の信号経路を備えることができる。変調器４０１は、デジタル制御セクション４１からのＴｘデ

ータ（コマンドなどの）を使用して局部発振器信号（ＲＦ搬送波信号f_{CW}）を変調することができる。変調された信号は、電力増幅器４０２によって増幅され、また、増幅された信号即ちＲＦ電力（実効等方性放射電力、ＥＩＲＰ）及び可能リーダのコマンドは、アンテナＡＮＴを介して、読取りゾーン即ち問合せゾーン内に設けられているセンサ１０に伝送される。受信機は、センサ１０からアンテナＡＮＴを介してアナログ後方散乱信号を受信する。方向性カプラ即ちサーキュレータ４０３は、センサ１０に伝送される増幅された信号と、センサ１０から受信した弱い後方散乱信号ｆｃｗ±ｆＯＳＣとを分離する。受信した後方散乱信号は弱く、また、信号が復調器４０４内で復調される前及び復調器４０４内で復調された後に、受信した信号の振幅を大きくするために低雑音増幅器が提供され得る。復調器４０４は、次に、復調された受信信号ＲＸデータをデジタル制御セクション４１に送ることができる。トランスポンダ即ちタグ１０から受け取ったデータを復調する場合、異なる復調技法が使用され得る。ＲＦＩＤシステムに使用される変調技法及び復調技法の例は、２進位相偏移キーイング（ＢＰＳＫ）及び振幅偏移キーイング（ＡＳＫ）を含む。リーダアンテナＡＮＴの放射強度は、問合せ範囲及びゾーンを決定する。ＲＦＩＤシステムの用途に応じて、ＲＦＩＤリーダは、アンテナの共振周波数、利得、指向性及び放射パターンを変えることができる異なる方法で設計され得る。

【００４８】

ＲＦＩＤリーダ１１の制御セクション４１は、ＲＦＩＤタグから受け取った（Ｒｘ）データに対するデジタル信号処理及び手順を実施することができる。また、制御セクション４１は、ＲＦＩＤタグ１０から受け取ったデータの変調、衝突防止手順及び復号を実施することにより、リーダによるＲＦＩＤタグとの無線通信を可能にすることも同じく可能である。このデータは、通常、タグに問い合わせる（読み取る）ため、又はタグを再プログラムする（書き込む）ために使用される。制御セクション４１（例えばマイクロプロセッサ）は、通常、デジタル信号処理（ＤＳＰ）ブロック４１１、メモリブロック４１２、復号器ブロック４１３、符号器ブロック４１４及び通信インターフェースブロック４１５を含むことができる。制御セクション４１は、ＲＦフロントエンド４０から受信復調信号を受信し、且つ、それを等価デジタル信号に変換することができる。復号器４１３は、次に、受信した信号をＲｘデータに復号することができ、また、ＤＳＰ４１１は、Ｒｘデータに対するデータ処理を実施することができる。メモリブロック４１２は、問い合わされたＲｘデータ、リーダの構成パラメータ、センサ特化パラメータ、等々などの様々なデータを記憶することができる。制御セクション４１の符号器４１４は、Ｔｘデータを符号化し、且つ、符号化されたデータをＲＦフロントエンド４０に出力して、制御セクション４１がメッセージ又はコマンドを１つの特定のタグ又は問合せゾーン内のすべてのタグ１０に向けて送り出すことを希望する場合、搬送波信号を変調することができる。さらに、制御セクション４１は、例えば電力増幅器４０２の利得を制御することにより、ＲＦフロントエンド４０のＲＦ伝送電力を制御することができる。すべての標準ＲＦＩＤデジタル通信が無線ＲＦＩＤセンサ即ちタグ１０から搬送周波数ｆｃｗで受信され（適切な変調技法を使用して）、且つ、復調器４０４及び復号器４１３を使用して処理され得る。すべての共通ＲＦＩＤ機能は、トリンブル（Ｔｒｉｍｂｌｅ）の一部門であるシングマジック（ＴｈｉｎｇＭａｇｉｃ）のマーキュリ６ｅ（Ｍｅｒｃｕｒｙ６ｅ）（Ｍ６ｅ）埋込みＵＨＦＲＦＩＤリーダモジュールなどの商用ＲＦＩＤリーダを使用して実現され得る。

【００４９】

上で説明したように、本発明の第１の態様による受動無線センサでは、無線センサの発振周波数ｆＯＳＣは、測定される量に依存するように、即ち測定される量に敏感になるようになされ得る。言い換えると、ｆＯＳＣは、個々の特定の瞬間に検知される量に比例する。同じく上で説明したように、受信した後方散乱信号はｆＯＳＣによって変調され、即ち受信した後方散乱信号は、周波数ｆＣＷ±ｆＯＳＣを有している。側波帯は、図３に示されているように、搬送波ｆＣＷから発振周波数ｆＯＳＣだけオフセットされる。

【００５０】

本発明の一態様によれば、リーダ１１は、瞬時発振周波数ｆＯＳＣに基づいて、検知さ

れた量の値を検知するようになされ得る。例えば周波数ｆＯＳＣ収集実体４０５は、受信した後方散乱信号からｆＯＳＣ又はｆＯＳＣを表すパラメータを引き出すために提供され得る。この情報は、信号４１６によって示されているように、さらに制御セクション４１に提供され得る。実体４０５は、任意選択で、受信した後方散乱信号に関する、受信信号レベル、受信した信号の信号／雑音比（ＳＮＲ）、等々などの他の情報を引き出し、且つ、提供することも可能である。ｆＯＳＣ収集実体は、例えば、発振周波数信号ｆＯＳＣが得られるよう、受信した信号ｆＣＷ±ｆＯＳＣが搬送ｆＣＷと混合されるダウンミクサーを備えることができる。次に、適切な方法、例えば周波数計数方法を使用して周波数ｆ$_{offset}$が測定され得る。また、ｆＯＳＣは、例えばｆＣＷとｆＣＷ±ｆＯＳＣの間の、ｆＯＳＣ間の発振周波数に比例する位相偏移を決定することにより、受信した信号から直接検知され得る。受信信号レベルは、任意の適切な信号レベル検知器を使用して決定され得る。信号レベル情報は、多くの商用ＲＦＩＤリーダで既に利用可能である。

【００５１】

本発明の一態様によれば、リーダ１１は、例えばセンサ素子特化構成情報に基づいて、センサタグのセンサ周波数変調応答をセンサ素子特化方法で測定値に変換するようになされる。制御セクション４１は、周波数関連情報を使用して、検知された量の実際の値を引き出すことができる。制御セクション４１は、例えばこの情報を検知された量の実際の値に変換し、較正操作を実施し、計算を実施し、等々のために、当該無線センサに関する他の情報、例えばセンサタグに利用することができるセンサ素子、センサ素子の各々に問い合わせるために必要な時間、等々（ノード構成情報とも呼ばれる）を有することができる。

【００５２】

通信インターフェースは、リーダ１１による、ＯＰＣ（プロセス制御のためのＯＬＥ（オブジェクトリンク付け及び埋込み））などの適切な接続及び適切なプロトコルを使用した、ホストコンピュータ即ちソフトウェアアプリケーション４３などの上位レベルシステムとの通信を可能にする。例えばリーダは、ＲＳ－２２８又はＵＳＢシリアル接続などのシリアル接続を使用してホストコンピュータに物理的に接続され得る。別の例として、リーダは、有線ネットワーク又は無線ネットワークを介してホストコンピュータ４３に接続されることも可能であり、それによりリーダは標準ネットワークデバイスのように挙動し、また、ハードウェア及びシステム構成の特定の知識は不要である。ＲＦＩＤリーダは、イーサネット（登録商標）、ＴＣＰ／ＩＰ、ＵＤＰ／ＩＰ、ＨＴＴＰ、ＬＡＮ、ＷＬＡＮ、等々などの複数のネットワークプロトコルをサポートすることができる。ホスト４３は、概ね２つの主要な機能を発揮する。第１に、ホスト４３は、リーダからデータを受け取り、且つ、フィルタリング及び照合などのデータ処理を実施している。第２に、ホスト４３はデバイスモニタとして作用し、リーダが適切に、安全に、且つ、最新の命令を使用して機能していることを確認している。ＲＦＩＤリーダは、電源４４をさらに備えることができる。電源４４は、例えば電力網又は電池電源に接続された適切なＡＣ／ＤＣアダプタであってもよい。別法としては、リーダは、イーサネット又はＵＳＢなどの通信ネットワーク接続を介して電力が供給され得る。

【００５３】

本発明の第１の態様による受動無線センサ、及び任意選択で本発明の第２の態様によるリーダを使用して、受動無線センサの読取り距離が最大数メートルの部屋スケールまで延長され得る。読取り距離が長くなるため、１つの、且つ、同じリーダを使用して、複数の受動無線センサ（長くなった読取り範囲内に配置された）を読み取ることができる。複数の無線センサは、異なるタイプの検知素子、異なる読取りサイクル、異なるセンサ値フォーマット／範囲、異なる温度補償構造、異なる較正構造、又は他のセンサ特化パラメータ、特性或いは構成を有することができる。構成及びパラメータが異なるいくつかのセンサ素子が単一の受動無線センサ内に存在し得る。例えばＵＨＦ　ＲＦＩＤ技術（標準等級１、第２世代衝突防止などの）は、複数の無線タグの読取りに関するほとんどの問題に対処しているが、異なるセンサ特性を有する複数の受動無線センサを管理し、且つ、読み取る

ための方法、ルーチン及び構造を提供する必要性が存在している。

【００５４】

個々の問合せの間、リーダ１１は、検知素子２８を備えたセンサタグ１０にＲＦ問合せメッセージを送り、且つ、後方散乱応答信号ｆＣＷ±ｆＯＳＣをセンサ１０から受信することができる。リーダ１１は、瞬時発振周波数ｆＯＳＣに基づいて検知された量の値ｖを検知し、且つ、センサ値を記憶するようになされ得る。例えば周波数ｆＯＳＣ収集実体４０５は、ｆＯＳＣ又はｆＯＳＣを表すパラメータを受信した後方散乱信号から引き出し、且つ、それをさらに制御セクション４１に転送することができ、制御セクション４１は、図４を参照して説明したように、それをメモリ４１２に記憶することができる。したがってｎ＝１、２、３、４…、Ｎであるセンサの個々の問合せｎは、リーダが周囲のセンサ毎に一連のセンサ値…、v_{n-1}、v_n、v_{n+1}、…、を記憶するよう、そのセンサ素子に対する１つのセンサ値v_nを生成することができる。センサ素子は、一度ずつ交互に問い合わされる（時間多重化）が、それらの問合せレートは、互いに著しく異なり得る。

【００５５】

受動ＲＦＩＤセンサの問合せ即ち読取りには、センサに電力を供給するための「オンエア」時間が必要である。必要な時間は、２～３ｍｓなどの極めて短い時間にすることができ、或いは使用されるセンサに応じて１０～５０ｍｓなどの比較的長い時間にすることも可能である。また、タグで受け取られる無線周波数信号電力、及びリーダで受信される後方散乱信号の電力は、リーダとタグの間の距離に応じて急激に小さくなることに留意することも重要である。したがってセンサに電力を供給するために必要な時間は、リーダの伝送電力が距離に応じて大きくならない限り、距離に応じて長くなることになる。さらに、リーダによってタグの方向に伝送される信号の電力を決定する最大許容ＥＩＲＰ（等価等方性放射電力）は、典型的には国家規制によって制限される（例えば北米では、それは４Ｗである）。多くの場合、受信機における後方散乱信号の電力は距離に応じて小さくなり、そのために誤り率が高くなる。さらに、無線通信の性質のため、問合せ事象に影響を及ぼす一定の散発性雑音が存在している。

【００５６】

ＲＦＩＤ通信のために利用することができる無線帯域幅は無限ではなく、実際には極めて不十分である。複数のセンサに極めて頻繁に問い合わせなければならない場合、ＲＦＩＤスペクトル内により多くの無線周波雑音が存在する。センサへの問合せの頻度を少なくすることができる場合、例えばセンサの問合せレートＲ（時間単位当たりの問合せの数）が少なくなり、より多くの無線スペクトルが通信のために他のリーダ及びセンサに解放される。問合せサイクルＩＣ＝１／Ｒは、問合せの開始から次の問合せの開始までの時間継続期間である。

【００５７】

センサ値を必要な最新の値に維持するために必要な最低問合せレート即ちサイクルを決定することは困難である。受動ＲＦＩＤセンサタグ１０を制御ループの一部にすることができる制御システムでは、最低問合せサイクルが必要な制御サイクルであるが、ほとんどの場合、読取りはもっと頻繁に実施される。

【００５８】

本発明の一態様によれば、問合せレートは、リーダ内で受け取ったセンサ値の統計解析に基づいて制御される。問合せレートは、受け取ったセンサ値が明らかに誤りであることを統計解析が示している場合、少なくとも一時的に変更され得る。この手法は、明らかに欠陥のあるセンサ読値をフィルタ除去する。

【００５９】

受け取ったセンサ値の統計解析に基づく問合せレートの制御の一例は、図５及び６に示されている。図５は、１つの特定のセンサに対する１５回の連続する問合せI_1、I_2、…、I_{15}に対して受け取ったセンサ値v_1、v_2、…、v_{15}を示したものである。同様の表現が問合せ範囲内のセンサ毎になされ得る。センサ素子は、一度ずつ交互に問い合わされる（時間多重化）が、それらの問合せレートは、互いに著しく異なり得る。図６は

、１つの特定のセンサに対する例示的制御手順を示す流れ図を示したものである。同様の制御手順が周囲のセンサ毎に個別に実施され得る。

【００６０】

開始時に、リーダ１１は、リーダ１１の読取り範囲内のすべてのセンサからの、その前に問い合わされたセンサ値のＮ個の値を記憶することができる。記憶される値の数Ｎは、選択可能なパラメータであってもよく、また、センサ毎に異なっていてもよいが、予測の精度は、数がより多い場合、より良好であり、最後に問い合わされたセンサ値の少なくとも１０～２０個が記憶されることが好ましい。これらのＮ個の先行するセンサ値に基づいて、問い合わされる次の値又は複数の値に対する値の範囲５０がセンサに対して予測される（図６のステップ６０）。同様に、個々の値の範囲５０が周囲のセンサ毎に個別に予測され得る。例えば値の範囲５０は、次のセンサ値及びそのセンサ値に対して許容される許容範囲を予測することによって予測され得る。特定のセンサの予測５０は、予測が漸進的に変化するセンサ値に適合し得るよう、各々からの新たに問い合わされたセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶される毎に更新され得る。予測は、記憶された値の補外、補間、線形回帰、等々によって実施され得る。許容範囲は、分散又は同様の統計値によって画定され得る。

【００６１】

問合せI_1では、次のセンサ値v_1がセンサから獲得される（図６のステップ６１）。リーダ１１は、特定のセンサからの、次に問い合わされたこのセンサ値v_1がそのセンサの予測値範囲５０内であるかどうかを検査することができる（図６のステップ６３）。問い合わされた値v_1が予測値範囲５０内である場合、その問い合わされた値v_1が受け入れられ、且つ、記憶され（図６のステップ６４）、また、そのセンサの予測値範囲５０がその新しいセンサ値v_1を使用して更新される（図６のステップ６０）。センサの問合せレートＲは不変に維持され得る。また、次の問合せI_2、I_3、I_4、I_5も、予測センサ値範囲５０内である、問い合わされた値v_2、v_3、v_4、v_5を同じく提供し、また、したがって同じ手順が繰り返される（図６のステップ６０～６４）。予測センサ値範囲５０は、図５に示されているように漸進的に小さくなるセンサ値に適合する。

【００６２】

問合せI_6では、センサからの問い合わされたセンサ値v_6は、センサＰの予測範囲５０内ではない。したがって問い合わされたセンサ値v_6は、すぐには受け入れられないが、新たに問い合わされたセンサ値v_7を比較のために得るために、センサの即座の再問合せI_7が実施され得る（図６のステップ６５）。したがってセンサの問合せレートＲが一時的に高くなる。この新たに問い合わされた値v_7が予測範囲５０内である場合、この新たに問い合わされたセンサ値v_7が受け入れられ、且つ、記憶され、また、その前に問い合わされた範囲外センサ値v_6が廃棄され得る（図６のステップ６７）。センサの予測値範囲５０が新しいセンサ値v_7を使用して更新され得る（図６のステップ６０）。予測されるセンサ値の許容される許容範囲即ち逸脱は、固定され、或いは動的に調整され得る。例えば許容範囲は、最後に記憶されたＮ個のセンサ値の分散などの統計パラメータであってもよい。

【００６３】

また、次の問合せI_8、I_9、I_{10}、I_{12}、I_{13}も、予測センサ値範囲５０内である、問い合わされた値v_8、v_9、v_{10}、v_{11}、v_{12}、v_{13}を同じく提供し、また、したがって同じ手順が繰り返される（図６のステップ６０～６４）。予測センサ値範囲５０は、漸進的に大きくなるセンサ値に適合するが、センサの問合せレートＲは不変に維持され得る。

【００６４】

問合せI_{14}では、センサからの問い合わされたセンサ値v_{14}は、センサの予測範囲５０内ではない（図６のステップ６３）。したがって問い合わされたセンサ値v_{14}は、すぐには受け入れられないが、新たに問い合わされたセンサ値v_{15}を比較のために得るために、センサの即座の再問合せI_{15}が実施され得る（図６のステップ６５）。したが

ってセンサの問合せレートＲが一時的に高くなる。しかしながら、この場合、この新しく即座に再問合せされたセンサ値v_{15}も依然として予測センサ値範囲５０外である（図６のステップ６６）。一方、新たに問い合わされたセンサ値v_{15}は、その前に問い合わされた範囲外センサ値v_{14}に比較的近く（例えば許容範囲内である）（図６のステップ６８）、リーダ１１は、検知された圧力値の実際の変化が存在することを仮定することができる。したがってその前に問い合わされた範囲外センサ値v_{14}及び新たに問い合わされた範囲外センサ値v_{15}の両方が受け入れられ、且つ、記憶され得る（図６のステップ６９）。予測センサ値範囲５０は、センサ値の大きい急激な変化にステップ方式で適合される（図６のステップ６０）。

【００６５】

ステップ６８で、新しく即座に再問合せされたセンサ値v_n、及び先行する、最後に問い合わされたセンサ値v_{n-1}の両方が予測センサ値範囲外であり、且つ、比較的互いに隔たっている場合（例えば許容範囲内ではない場合）、その前に問い合わされた範囲外センサ値v_n及びv_{n-1}は、いずれもすぐには受け入れられないが、新たに問い合わされたセンサ値v_{n+1}を比較のために得るために、センサの即座の再問合せがさらに実施され得る（図６のステップ６５）。新たな再問合せは、安定した状況が達成され、例えば２つ以上の連続するセンサ値が予測センサ値範囲５０内になる（ステップ６６、６７）か、又は互いに十分に近い範囲外の値になって、有効センサ値として受け入れられる（ステップ６８、６９）まで実施され得る（ステップ６５、６６、６８）。したがってセンサの問合せレートＲは、良好な状況が見い出されるまで高いレートに維持され、また、問合せレートＲは、次に、正規の値まで低くされ得る（手順はステップ６０に戻る）。

【００６６】

図７は、１つの特定のセンサに対する別の例示的制御手順を示す流れ図を示したものである。同様の制御手順が周囲のセンサ毎に個別に実施され得る。この例では、統計基準は、問い合わされたセンサ値の分散である。

【００６７】

開始時に、リーダ１１は、リーダ１１の読取り範囲内のすべてのセンサからの、その前に問い合わされたセンサ値の少なくともＮ個の値を記憶することができる。これらのＮ個の先行するセンサ値に基づいて、問い合わされたセンサ値の分散の長時間平均がセンサに対して計算される（図７のステップ７０）。この長時間平均は、制御手順における分散のための基準値として使用される。同様に、分散のそれぞれの長時間平均が周囲のセンサ毎に個別に計算され得る。特定のセンサの長時間平均は、平均が漸進的に変化するセンサ値に適合し得るよう、各々からの新たに問い合わされたセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶される毎に更新され得る。

【００６８】

センサに対する次の問合せは、問合せレートＲで実施される（図７のステップ７１）。センサの分散の短時間平均が、新たに問い合わされたセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶される毎に計算され得る（図７のステップ７２）。短期間分散は、その前に問い合わされた少数のセンサ値に対して計算され得る。短時間平均が長時間基準分散に実質的に等しい場合（図７のステップ７３）、センサの現在の問合せレートＲが維持され（図７のステップ７４）、また、手順はステップ７０に戻ることができる。短時間平均が長時間基準分散に実質的に等しくない場合（図７のステップ７３）、短時間平均が長時間基準分散より小さいか、又は大きいかどうかが検査され得る（図７のステップ７５）。短時間平均が長時間基準分散より小さい場合、センサの問合せレートＲが高くされ（図７のステップ７６）、また、手順はステップ７０に戻ることができる。短時間平均が長時間基準分散より大きい場合、センサの問合せレートＲが低くされ（図７のステップ７７）、また、手順はステップ７０に戻ることができる。

【００６９】

受け取ったセンサ値の統計解析に基づいて問合せレートを制御する方法のための上で説明した例示的実施形態は、受信した後方散乱信号の信号対雑音比（ＳＮＲ）が受入れ可能

である、即ち検知された値には乏しいＳＮＲによる不正確性は存在しないと仮定すると、良好に働く。受信した信号ｆＯＳＣの受入れ可能な信号対雑音比（ＳＮＲ）は、図８Ａに示されている。周波数ｆＯＳＣにおける信号電力は雑音レベルよりはるかに大きい。受信した信号ｆＯＳＣの信号対雑音比（ＳＮＲ）が小さい、即ち受入れ可能ではない場合、周波数ｆＯＳＣにおける信号電力は雑音レベルに近く、また、雑音は、検知された発振周波数ｆＯＳＣに何らかの偏移即ち誤りを生成することがあり、例えば図８Ｂに示されているように、正しい周波数ｆＯＳＣの代わりに周波数ｆ’ｏｓｃが検知され得る。また、受入れ不可能な低ＳＮＲによる周波数偏移は、図８Ｃに示されているように時間とともに変化し得る。低ＳＮＲによる、検知された発振周波数におけるこのような偏移は、センサタグ１０内の検知素子によって測定された実際のセンサ値には対応する変化が存在しないにもかかわらず、リーダ１１に、検知されたセンサ値の同様の偏移即ち変化を翻訳させることになり得る。さらに、乏しいＳＮＲのため、リーダ１１は、統計操作において、不正確なセンサ値を使用して予測値範囲の計算を実施することになり、そのために正しくない予測値範囲をもたらすことになる。

【００７０】

図５に示されている例において、ＳＮＲが受入れ可能ではなく、また、周波数偏移が図９Ａに示されているように生じる場合、センサ値ｖ９～ｖ１３が受け取られたであろうと仮定する。受入れ可能なＳＮＲ条件の下では、センサ値ｖ９～ｖ１３は、図９Ａに点線の円によって示されているように、センサの予測値範囲５０内である。しかしながら受入れ不可能なＳＮＲ条件の下では、問い合わされたセンサ値ｖ９は予測値範囲５０内ではない。また、再問合せされた値ｖ１０も同じく予測値範囲５０外であるが、その前の範囲外センサ値ｖ９に比較的近く、また、両方の値は、ＳＮＲが受入れ可能ではないにもかかわらず、すぐに受け入れられる。この状況は、リーダが非有効値を有効センサ値として受け入れる状況をもたらすことになり、また、この状況は、リーダが誤った経路に従って誤った予測値範囲を計算する状況を同じくもたらすことになる。例えば図９Ａでは、引き続いて問い合わされたセンサ値ｖ１１～ｖ１３がその前の範囲外値の近くへ同じく偏移されるため、誤った予測値範囲９０が形成される。したがって誤ったセンサ値が系統的に受け入れられることになる。疑似雑音又は干渉による単一のセンサ値、例えばｖ６の偏移は、統計解析によってフィルタ除去されることになる。

【００７１】

別の例として、図９Ｂ及び９Ｃは、時間によるＳＮＲの漸進的変化及びセンサ値ｖ１～ｖ１０の対応する漸進的変化を示したものである。受入れ可能なＳＮＲの間、正確なセンサ値ｖ１～ｖ７が検知され、また、予測値範囲５０は正しく計算される。しかしながらＳＮＲが漸進的に変化してますます小さくなると、センサ値ｖ８～ｖ１２は漸進的にますます不正確になり、また、正しくない値に基づいて計算された予測値範囲９０も、受入れ可能なＳＮＲ条件の間に検知された正しいセンサ値に基づいて計算されたであろう予測値範囲５０から同じく漸進的に逸脱する。

【００７２】

本発明のさらに別の態様によれば、問い合わされたセンサ値に基づく問合せレートＲの統計的制御は、恐らくは受信した後方散乱信号の信号対雑音比（ＳＮＲ）による問い合わされたセンサ値の不正確性を小さくするようになされた問合せ電力制御と並列に、又は電力制御と組み合わせて実施される。

【００７３】

図１０は、問合せレートＲの統計的制御と並列に実施され得る問合せ電力Ｐｉｎｔの統計的制御を示す流れ図を示したものである。例示的電力制御手順は、１つの特定のセンサに対して示されている。同様の制御手順が周囲のセンサ毎に個別に実施され得る。この例示的電力制御手順では、統計基準は、特定のセンサに問い合わせている間の後方散乱信号の信号／雑音比（ＳＮＲ）の長時間平均であり、また、問合せ電力が制御される。瞬時ＳＮＲ値は、リーダ１１のＲＦフロントエンド６０によって、例えばＲＸレベル検知ユニット４０５によって測定され、また、制御手順のためにデジタル制御４１に提供され得る。

【００７４】
開始時に、リーダ１１は、リーダ１１の読取り範囲内の個々のセンサからの、少なくともＮ回の先行する問合せのＳＮＲ値を記憶することができる。これらのＮ個の先行するＳＮＲ値に基づいて、ＳＮＲの長時間平均がセンサに対して計算される（図１０のステップ１００）。この長時間平均は、制御手順におけるＳＮＲのための基準値として使用される。同様に、ＳＮＲのそれぞれの長時間平均が周囲のセンサ毎に個別に計算され得る。特定のセンサの長時間平均ＳＮＲは、平均が漸進的に変化する無線状態、例えば変化する距離に適合し得るよう、各々からの新たに問い合わされたセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶される毎に更新され得る。

【００７５】
センサに対する次の問合せは、伝送された問合せ電力Ｐｉｎｔで実施される（図１０のステップ１０１）。センサのＳＮＲの短時間平均が、新たに問い合わされたセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶される毎に計算され得る（図１０のステップ１０２）。短時間ＳＮＲは、その前の少数の問合せに対して計算され得る。短時間平均ＳＮＲが長時間基準ＳＮＲに実質的に等しい場合（図１０のステップ１０３）、現在の問合せ電力Ｐｉｎｔがセンサに対して維持され（図１０のステップ１０４）、また、手順はステップ１００に戻ることができる。短時間平均ＳＮＲが長時間基準ＳＮＲに実質的に等しくない場合（図１０のステップ１０３）、短時間平均ＳＮＲが長時間基準ＳＮＲより小さいか、又は大きいかどうかが検査され得る（図１０のステップ１０５）。短時間平均ＳＮＲが長時間基準ＳＮＲより小さい場合、センサに対する問合せ電力Ｐｉｎｔが大きくされ（図１０のステップ１０６）、また、手順はステップ１００に戻ることができる。短時間平均ＳＮＲが長時間基準ＳＮＲより大きい場合、センサに対する問合せ電力Ｐｉｎｔが小さくされ（図１０のステップ１０７）、また、手順はステップ１００に戻ることができる。

【００７６】
本発明のさらに別の態様によれば、問合せレートＲの統計的制御及び問合せ電力Ｐｉｎｔの統計的制御が結合され得る。例えば制御は、問合せ電力制御が一次制御であり、また、問合せレート制御が二次制御であるように結合され得る。したがって最初に問合せ電力制御を使用して、受け取られるセンサデータの品質の改善を試行することができ、また、問合せ電力制御が不可能であるか、又は有効ではなく、例えば最大許容ＥＩＲＰに到達する場合、問合せレート制御が試行される。この手法は、低い問合せレートを許容することができ、また、それにより、より多くのセンサが問い合わされる。別の例として、制御は、問合せレート制御が一次制御であり、また、問合せ電力制御が二次制御であるように結合され得る。したがって最初に問合せレート制御を使用して、受け取られるセンサデータの品質の改善を試行することができ、また、問合せレート制御が不可能であるか、又は有効ではなく、例えば問い合わされるセンサの数を少なくすることなく問合せレートを高くすることができない場合、問合せ電力制御が試行される。この手法は、問合せ電力をより小さくすることができ、且つ、無線干渉をより小さくすることができる。

【００７７】
図１１は、１つの特定のセンサに対する一例示的結合制御手順をさらに示す流れ図を示したものである。同様の制御手順が周囲のセンサ毎に個別に実施され得る。この例では、統計基準は、特定のセンサに問い合わせている間の後方散乱信号の信号／雑音比（ＳＮＲ）の長時間平均、並びに問い合わされたセンサ値の分散の長時間平均であり、また、問合せ電力及び問合せレートの両方が制御される。瞬時ＳＮＲ値は、リーダ１１のＲＦフロントエンド５０によって、例えばＲＸレベル検知ユニット４０５によって測定され、また、制御手順のためにデジタル制御４１に提供され得る。

【００７８】
開始時に、リーダ１１は、リーダ１１の読取り範囲内の個々のセンサからの、少なくともＮ回の先行する問合せのＳＮＲ値を、問い合わされたセンサ値の分散の関数で記憶することができる。言い換えると、一対のＳＮＲ及び分散が問合せ毎に記憶され得る。これらのＮ個の先行するＳＮＲ値に基づいて、問い合わされたセンサ値の分散の関数におけるＳ

ＮＲの長時間平均がセンサに対して計算され（図１１のステップ１１０）、且つ、例えば表フォーマットで記憶され得る。個々のビンが分散値の総範囲のうちの副範囲をカバーする、分散値の多くのビンが存在し得る。特定のビンに対する長時間平均ＳＮＲは、対応する分散値が特定のビン内に存在するＳＮＲ値に基づいて計算され得る。これらの長時間平均は、制御手順におけるＳＮＲのための基準値として使用される。同様に、ＳＮＲのそれぞれの長時間平均が周囲のセンサ毎に個別に計算され得る。特定のセンサの長時間平均ＳＮＲは、平均が漸進的に変化する無線状態、例えば変化する距離に適合し得るよう、各々からの新たに問い合わされたセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶される毎に更新され得る。

【００７９】

センサに対する次の問合せは、伝送された問合せ電力Ｐｉｎｔ及び問合せレートＲで実施される（図１１のステップ１１１）。問合せのＳＮＲ及び分散が測定又は計算される（図１１のステップ１１２）。問合せのＳＮＲが問合せの分散に対応する長時間基準ＳＮＲに実質的に等しい場合（図１１のステップ１１３）、現在の問合せ電力Ｐｉｎｔ（及び任意選択で現在の問合せレート）がセンサに対して維持され（図１１のステップ１１４）、また、手順はステップ１１０に戻ることができる。問合せのＳＮＲが問合せの分散に対応する長時間基準ＳＮＲに実質的に等しくない場合（図１１のステップ１１３）、問合せのＳＮＲが問合せの分散に対応する長時間基準ＳＮＲより小さいか、又は大きいかどうかが検査され得る（図１１のステップ１１５）。問合せのＳＮＲが問合せの分散に対応する長時間基準ＳＮＲより小さい場合、センサに対する問合せ電力Ｐｉｎｔが小さくされ（また、任意選択で現在の問合せレートＲが維持され得る）（図１１のステップ１１６）、また、手順はステップ１１０に戻ることができる。問合せのＳＮＲが問合せの分散に対応する長時間基準ＳＮＲより大きい場合、及び、問合せ電力Ｐｉｎｔが最大許容ＥＩＲＰを超えない場合（図１１のステップ１１７）、センサに対する問合せ電力Ｐｉｎｔが大きくされ（また、任意選択で現在の問合せレートＲが維持され得る）（図１１のステップ１１８）、また、手順はステップ１１０に戻ることができる。問合せのＳＮＲが問合せの分散に対応する長時間基準ＳＮＲより大きい場合、及び、問合せ電力Ｐｉｎｔが最大許容ＥＩＲＰを超えることになる場合（図１１のステップ１１７）、センサに対する問合せ電力Ｐｉｎｔは変更されなくてもよいが、センサの問合せレートＲが調整され（図１１のステップ１１９）、また、手順はステップ１１０に戻ることができる。調整ステップ１１９は、リーダを低ＳＮＲに適合させるために、センサの問合せレートＲを高くすることができる。調整ステップ１１９は、平均分散基準に基づいて２つの方向で働き得る。分散がその基準未満になると、リーダは、問合せレートＲを低くすることができ、また、その逆についても同様であり、分散がその基準を超えると、リーダは、問合せレートＲを高くすることができる。調整ステップ１１９は、例えば図９を参照して説明したように実現され得る。問合せレートＲの調整（ステップ１１９Ａ）の実施形態では、問合せレートがその基準に制御され得るよう、問合せ電力Ｐｉｎｔを維持するステップに従うことも可能である。その代わりに、又は追加として、問合せレートＲの調整（ステップ１１９Ｂ）は、問合せ電力Ｐｉｎｔを小さくするステップ（ステップ１１６）及び／又は問合せ電力Ｐｉｎｔを大きくするステップに従うことも可能である。

【００８０】

電力管理を使用したＳＮＲの改善にかかわる実際的な問題は、実際、可能な限り長い読取り距離を達成するために、ＲＦＩＤリーダによって使用される問合せ電力が最大許容ＥＩＲＰであることである（欧州連合で２Ｗ、また、米国で４Ｗ）。このような場合、問合せ電力はもはや大きくされ得ない。

【００８１】

本発明のさらに別の態様によれば、問い合わされたセンサ値に基づく問合せレートＲの統計的制御は、恐らくは受信した後方散乱信号の信号対雑音比（ＳＮＲ）による問い合わされたセンサ値の不正確性を考慮するようになされる。この手法は、ＲＦＩＤリーダによって使用される問合せ電力が最大許容ＥＩＲＰであるか、又は電力制御が何らかの他の理

由で使用され得ないか、或いは使用されない場合に特に有利である。ＳＮＲによる不正確性は、本発明の範囲を逸脱することなく、センサ値の翻訳における様々な方法で考慮され得る。一実施形態では、低ＳＮＲのために潜在的に不正確であるセンサ値は拒絶され得る。一実施形態では、低ＳＮＲのために潜在的に不正確であるセンサ値は、不正確性を小さくするために修正又は補償され得る。一実施形態では、低ＳＮＲのために潜在的に不正確であるセンサ値は、次の値又は複数の値に対する値の範囲を予測するのに使用されるセンサ値から除外され得る。一実施形態では、低ＳＮＲに対するアクションはすぐには取られないが、センサ値は、それらの精度に関する情報と共に記憶され得る。精度情報は、ＳＮＲ関連情報を含むことができる。上位層アプリケーション又はユーザは、精度情報及び任意選択のＳＮＲ情報を利用して、さらに処理又は解析することができる。

【００８２】

図１２は、一例示的制御手順を示す流れ図であり、問い合わされたセンサ値に基づく問合せレートＲの統計的制御は、範囲外値を拒絶することにより、恐らくは信号対雑音比（ＳＮＲ）による問い合わされたセンサ値の不正確性を考慮するようになされる。同様の制御手順が周囲のセンサ毎に個別に実施され得る。この例では、統計基準は、問い合わされたセンサ値の分散である。

【００８３】

開始時に、リーダ１１は、リーダ１１の読取り範囲内の個々のセンサからの、少なくともＮ回の先行する問合せのＳＮＲ値を記憶することができる。これらのＮ個の先行するＳＮＲ値に基づいて、ＳＮＲの長時間平均がセンサに対して計算される（図１２のステップ１２０）。この長時間平均は、制御手順におけるＳＮＲのための基準値として使用される。同様に、ＳＮＲのそれぞれの長時間平均が周囲のセンサ毎に個別に計算され得る。特定のセンサの長時間平均ＳＮＲは、平均が漸進的に変化する無線状態、例えば変化する距離に適合し得るよう、各々からの新たに問い合わされたセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶される毎に更新され得る。

【００８４】

また、リーダ１１は、リーダ１１の読取り範囲内のすべてのセンサからの、その前に問い合わされたセンサ値の少なくともＮ個の値を同じく記憶することができる。記憶される値の数Ｎは、選択可能なパラメータであってもよく、また、センサ毎に異なっていてもよいが、予測の精度は、数がより多い場合、より良好であり、最後に問い合わされたセンサ値の少なくとも１０～２０個が記憶されることが好ましい。これらのＮ個の先行するセンサ値に基づいて、問い合わされる次の値又は複数の値に対する値の範囲５０がセンサに対して予測される（図１２のステップ１２１）。同様に、個々の値の範囲５０が周囲のセンサ毎に個別に予測され得る。例えば値の範囲５０は、次のセンサ値及びそのセンサ値に対して許容される許容範囲を予測することによって予測され得る。特定のセンサの予測５０は、予測が漸進的に変化するセンサ値に適合し得るよう、各々からの新たに問い合わされたセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶される毎に更新され得る。予測は、記憶された値の補外、補間、線形回帰、等々によって実施され得る。許容範囲は、分散又は同様の統計値によって画定され得る。

【００８５】

次の問合せがセンサに対して実施される（図１２のステップ１２２）。センサのＳＮＲの短時間平均は、新たに問い合わされたセンサ値が獲得される毎に計算され得る（図１２のステップ１２３）。短時間ＳＮＲは、その前の少数の問合せに対して計算され得る。また、短時間ＳＮＲは、新たに問い合わされたセンサ値のみに対して測定又は計算された瞬時ＳＮＲであってもよい。

【００８６】

短時間平均ＳＮＲが長時間基準ＳＮＲより小さい場合（図１２のステップ１２４）、新たに問い合わされたセンサ値は十分に正確ではない（即ち不正確である）ことが決定され（図１２のステップ１２５）、また、手順はステップ１２７へ進行する。短時間平均ＳＮＲが長時間基準ＳＮＲより大きい場合（図１２のステップ１２４）、新たに問い合わされ

たセンサ値は十分に正確である（即ち正確である）ことが決定され（図１２のステップ１２６）、また、手順はステップ１２７へ進行する。

【００８７】

次にリーダ１１は、最初に、特定のセンサからのこの次に問い合わされたセンサ値がそのセンサの予測値範囲５０内であるかどうかを検査することができる（図１２のステップ１２７）。新たに問い合わされた値が予測値範囲５０内である場合、その新たに問い合わされた値が受け入れられ、且つ、記憶され（図１２のステップ１２８）、また、プロセスはステップ１２０に戻ることができる。

【００８８】

センサからの新たに問い合わされたセンサ値がそのセンサの予測範囲５０内ではない場合（ステップ１２７）、ステップ１２７からステップ１３１へ進行することができる。

【００８９】

しかしながら、いくつかの実施形態では、破線で示されている任意選択ステップ１２９及び１３０が存在し得る。任意ステップでは、センサからの新たに問い合わされたセンサ値がそのセンサの予測範囲５０内ではない場合（ステップ１２７）、リーダ１１は、その新たに問い合わされた値が十分に正確であることが決定されるかどうかを検査する（ステップ１２９）。新たに問い合わされた値が十分に正確ではないことが決定されると、その新たに問い合わされた値は、不正確な範囲外値として廃棄され、また、プロセスはステップ１２０に戻ることができる。新たに問い合わされたセンサ値が十分に正確であることが決定されると、プロセスはステップ１３１に進行することができる。

【００９０】

ステップ１３１では、正確な範囲外センサ値はすぐには受け入れられないが、新たに問い合わされたセンサ値を比較のために得るために、センサの即座の再問合せが実施され得る。したがってセンサの問合せレートＲが一時的に高くなる。次に、リーダ１１は、特定のセンサからのこの再問合せされたセンサ値がそのセンサの予測値範囲５０内であるかどうかを検査することができる（図１２のステップ１３２）。再問合せされた値が予測範囲５０内である場合、この再問合せされたセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶され、また、その前に問い合わされた範囲外センサ値が廃棄され（図１２のステップ１３３）、また、プロセスはステップ１２０に戻ることができる。しかしながら、直ちに再問合せされたセンサ値が予測センサ値範囲５０外であっても（図１２のステップ１３２）、リーダ１１は、再問合せされたセンサ値がその前に問い合わされた範囲外センサ値に比較的近いかどうか（例えば許容範囲内であるかどうか）を検査することができる（図１２のステップ１３４）。問い合わされた範囲外値が互いに近くない場合、プロセスはステップ１３１に戻って再問合せを実施することができる。問い合わされた範囲外値が互いに近い場合、両方の範囲外センサ値が受け入れられ、且つ、記憶され（ステップ１３５）、また、プロセスはステップ１２０に戻ることができる。

【００９１】

いくつかの実施形態では、ステップ１３１による再問合せは、再問い合わせされたセンサ値を、ステップ１２３～１２６を参照して説明した、新たに問い合わされた値に対する方法と同様の方法で処理するステップを含むことができる。言い換えると、ＳＮＲの短時間平均は、再問合せされたセンサ値に対して計算され、再問合せされたセンサ値は、ＳＮＲに基づいて正確又は不正確として決定され得る。

【００９２】

本発明の実施形態は、正確なセンサ値と不正確なセンサ値の区別を可能にする。不正確なセンサ値は、直ちに、又は後処理で補償又は修正され得る。これは、周波数ｆＯＳＣ（また、延いては検知された値）は多くの雑音によって変動する、という事実により、ＳＮＲに基づいて達成され得る。したがって存在する雑音が多ければ多いほど、正確な値からの周波数偏移が大きくなる。リーダがセンサ値の大きい変化を検知すると、それは乏しいＳＮＲによるものであり得る（不正確な結果）。

【００９３】

この現象は、図１３Ａ及び１３Ｂに示されている。ＳＮＲが図１３Ａの曲線１３６によって示されているように変化し、且つ、センサで検知された量の実際の値は、示されている時間期間の間、大きく変化しないと仮定する。したがって正確な予測値範囲は、図１３Ｂの破線１３７によって示されているようになるはずである。しかしながらリーダで受信される後方散乱信号のＳＮＲの短時間平均が小さいため、リーダは、図１３Ｂの点線によって示されているように、偏移した不正確な値を検知し、且つ、正しくない予測値範囲１３８を計算する。ＳＮＲの短時間平均がセンサ値ｖ１～ｖ１２にどのように影響を及ぼすかの知識に基づく補償は、問い合わされた不正確なセンサ値ｖ５～ｖ１１に適用され得る。結果として得られる補償済みセンサ値は、点線の円ｖ５～ｖ１１によって示されており、また、これらの補償済みセンサ値に基づいて計算された予測値範囲は、実線１３９によって示されている。補償済みセンサ値は、検知された実際の値により近いことがわかる。一例示的補償手順は図１５に示されている。問い合わされたセンサ値及び関連する短時間平均ＳＮＲは、問合せの結果として獲得される（ステップ１５０）。リーダは、短時間平均ＳＮＲに基づいて、例えば予め記憶されている補償値によって、又はＳＮＲ補償関数を使用して計算することによって補償値を決定する（ステップ１５１）。次に、リーダは、補償値に基づいて、又はＳＮＲ補償関数を使用して計算することによってＳＮＲ補償問合せセンサ値を計算する（ステップ１５２）。

【００９４】

実験は、問い合わされたセンサ値に対するＳＮＲの影響は、前もって決定又は近似され得ることを示している。例えば問い合わされたセンサ値に対するＳＮＲの影響は、図１６のステップ１６０～１６１に示されているように、センサタグが問い合わされる際に、実際のセンサ値が不変に維持されている間に干渉又は雑音を導入することによって決定され得る。したがってＳＮＲの関数におけるセンサ値の誤りは、問い合わされたセンサ値を実際のセンサ値と比較することによって決定され得る（ステップ１６２）。ＳＮＲの関数におけるこの誤りを使用して、ＳＮＲレベルの関数における補償値が引き出され、且つ、記憶され得る（ステップ１６３）。補償の量は、製造者による較正手順として決定され、又はセンサ及びリーダが設置される際に決定され得る。ＲＦＩＤセンサタグのために必要な補償を近似する補償関数を引き出し、又は定義し、且つ、それに応じてリーダ又は他のアプリケーションを構成することも同じく可能である。

【００９５】

図１４は、一例示的制御手順を示す流れ図を示したものであり、問い合わされたセンサ値に基づく問合せレートＲの統計的制御は、不正確な値をＳＮＲに基づいて補償することにより、恐らくは信号対雑音比（ＳＮＲ）による問い合わされたセンサ値の不正確性を考慮するようになされる。同様の制御手順が周囲のセンサ毎に個別に実施され得る。この例では、統計基準は、問い合わされたセンサ値の分散である。

【００９６】

図１２及び１４における同じ参照番号表示は、同じか又は同様のステップを表している。図１４に示されている例示的方法では、ステップ１２３～１２６は、図１２を参照して説明した方法と同様の方法で実施され得る。ステップ１２６から、新たに問い合わされたセンサ値が十分に正確であることを決定すると、手順はステップ１２７に進行することができる。問い合わされたセンサ値が正確である場合、図１４における対応するステップとして、後続するステップ１２７～１３５が実施され得る。

【００９７】

ステップ１２５から、新たに問い合わされたセンサ値が十分に正確でない（即ち新たに問い合わされたセンサ値は不正確である）ことを決定すると（図１２のステップ１２５）、リーダは、ＳＮＲに基づいて、新たに問い合わされたセンサ値の補償を実施することができ（ステップ１４０）、また、手順はステップ１２７に進行することができる。後続するステップ１２７～１３５は、最初に問い合わされた正確な値に対する方法と同様の方法で、ＳＮＲ補償問合せセンサ値に対して実施され得る。例えばステップ１２７で、ＳＮＲ補償問合せセンサ値がそのセンサＰの予測値範囲５０内であるかどうか検査され得る。Ｓ

ＮＲ補償問合せセンサ値が予測値範囲５０内である場合、そのＳＮＲ補償問合せセンサ値が受け入れられ、且つ、記憶され（図１２のステップ１２８）、また、プロセスはステップ１２０に戻ることができる。センサからのＳＮＲ補償問合せセンサ値がそのセンサの予測範囲５０内ではない場合（ステップ１２７）、プロセスは、ステップ１２７からステップ１３１に進行することができる。

【００９８】

いくつかの実施形態では、ステップ１３１による再問合せは、再問合せされたセンサ値を、ステップ１２３～１２５及び１４０を参照して説明した、新たに問い合わされた値に対する方法と同様の方法で処理するステップを含むことができる。言い換えると、ＳＮＲの短時間平均は、再問い合わせされたセンサ値に対して計算され、再問い合わせされたセンサ値は、ＳＮＲに基づいて正確又は不正確として決定され、また、再問い合わせされた不正確なセンサ値は、ＳＮＲに基づいて補償され得る。

【００９９】

ＳＮＲ補償ステップ１４０は、例えば図１５に示されているように実現され得る。

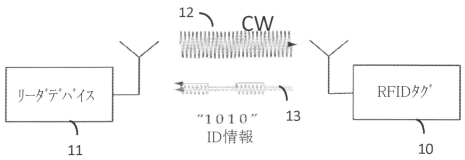
【０１００】

本発明の実施形態による適応リーダは、十分な計算容量を有するＲＦＩＤリーダを使用して、又は必要な計算の少なくとも一部を実施する計算デバイスに接続されたＲＦＩＤリーダを使用して実現され得ることを認識されたい。

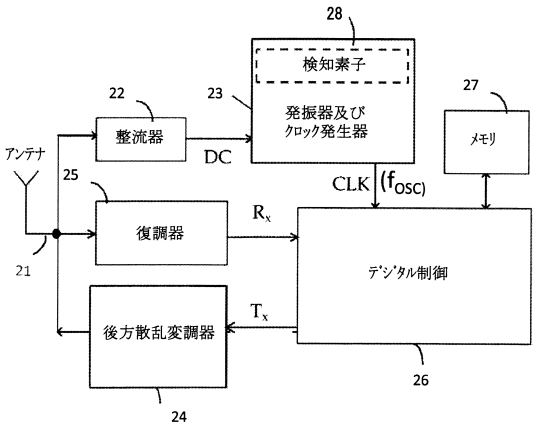
【０１０１】

本発明の概念は、様々な明白な代替方法で実現され得ることは当業者には明らかであろう。本発明及びその実施形態は、上で説明した例に限定されず、特許請求の範囲内で変更することができる。

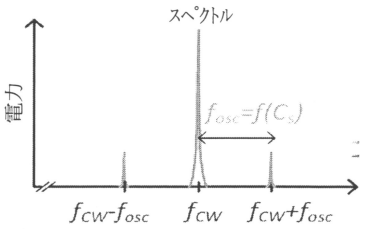
【図１】



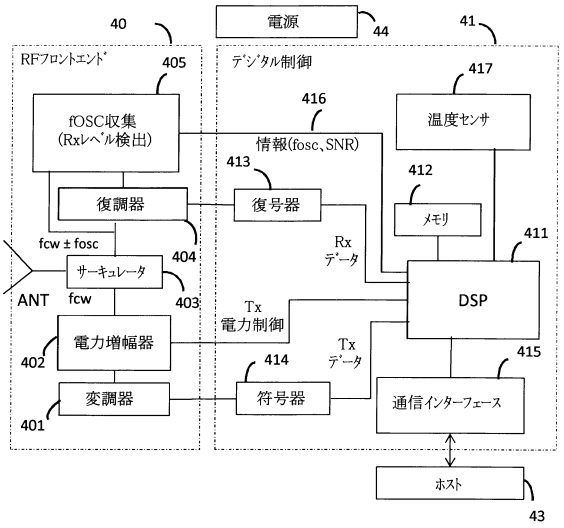
【図２】



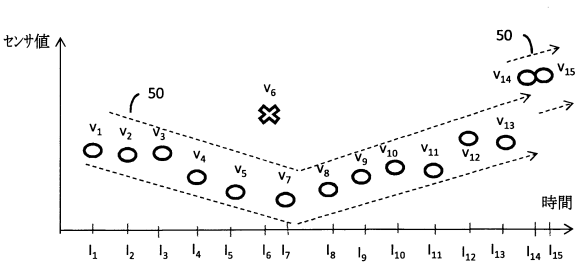
【図３】



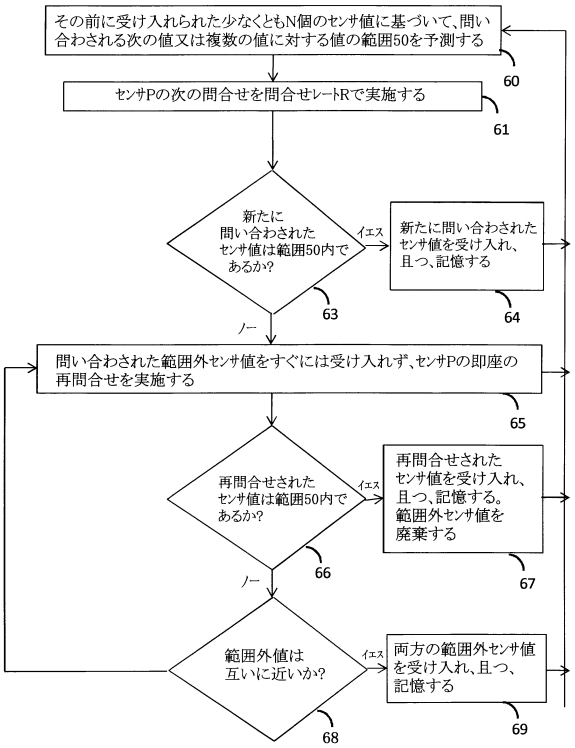
【図４】



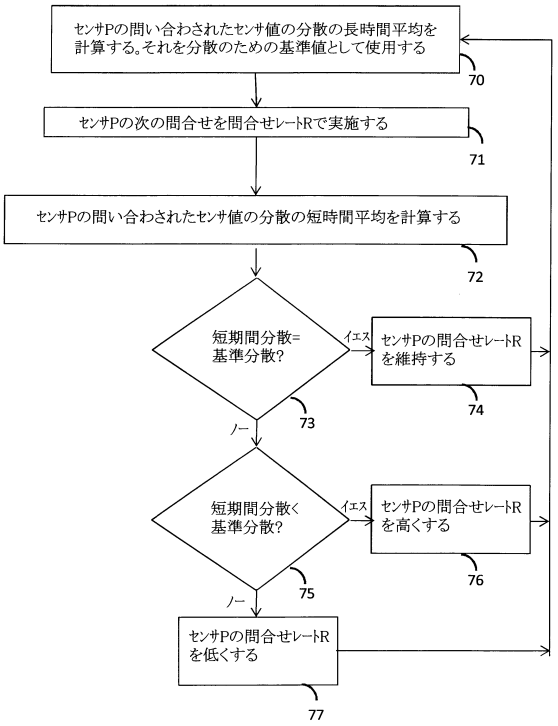
【図５】



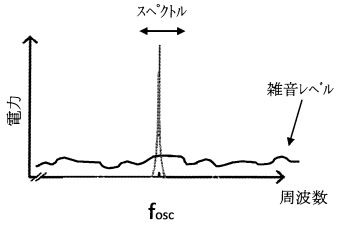
【図６】



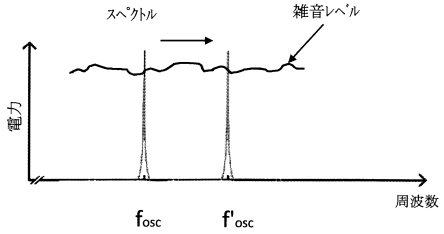
【図７】



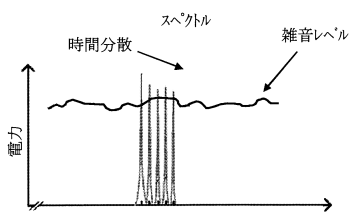
【図８Ａ】



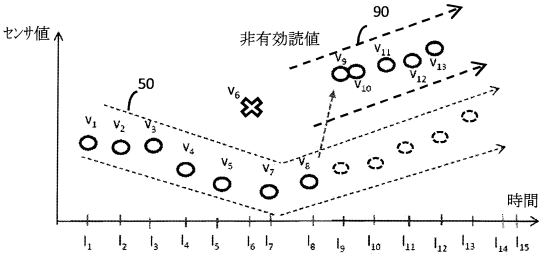
【図８Ｂ】



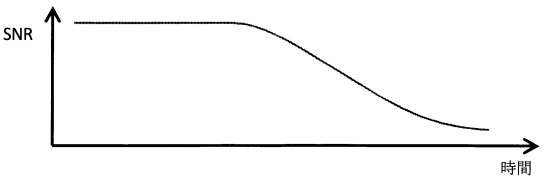
【図８Ｃ】



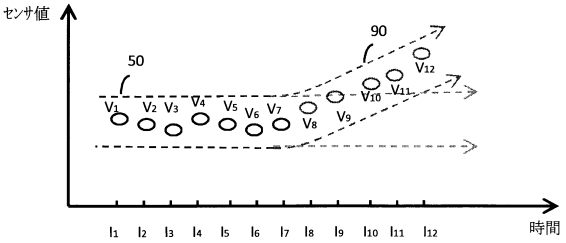
【図９Ａ】



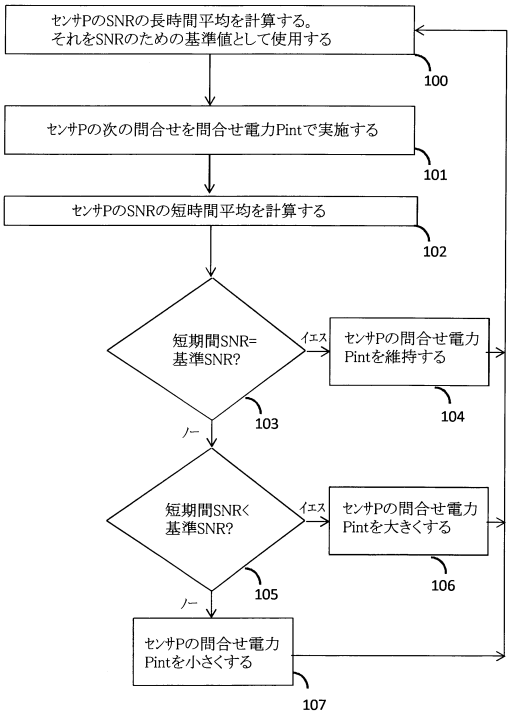
【図９Ｂ】



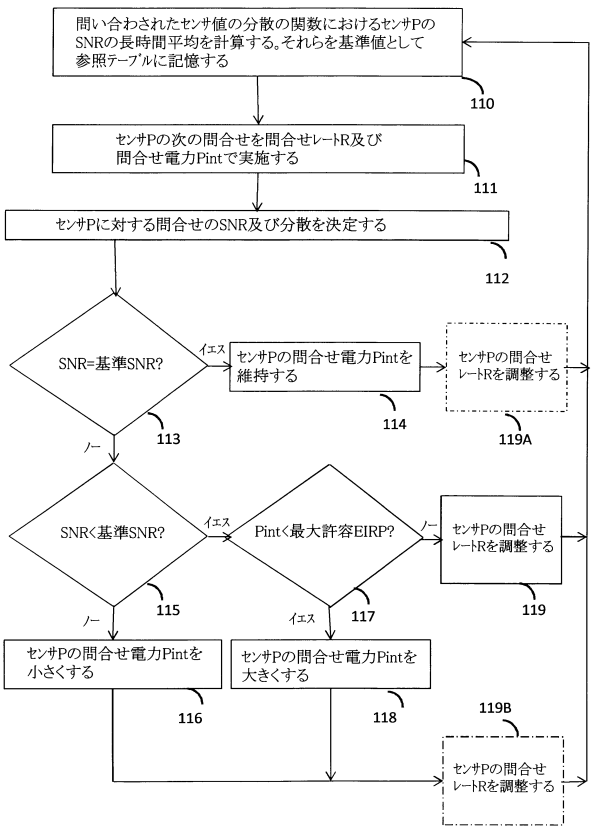
【図９Ｃ】



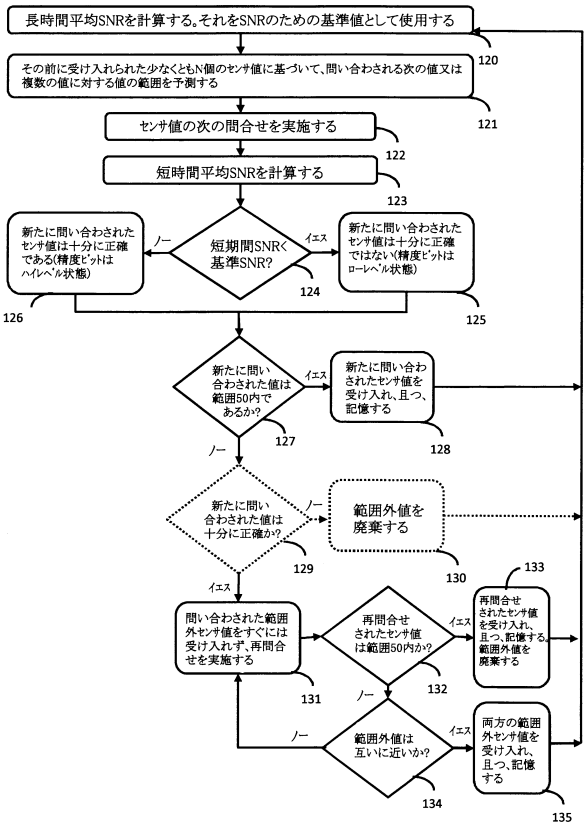
【図１０】



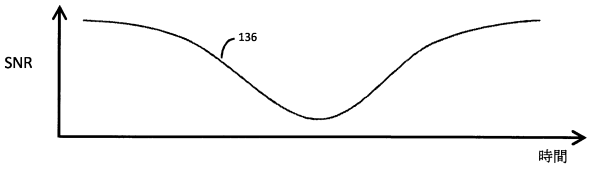
【図１１】



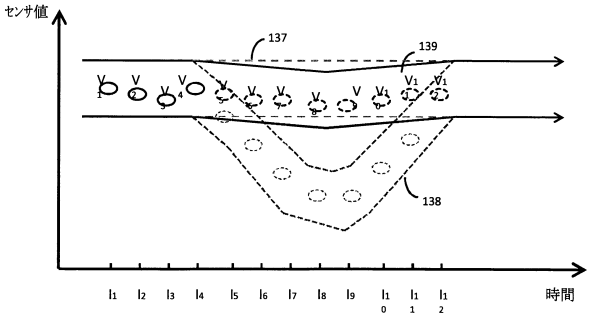
【図１２】



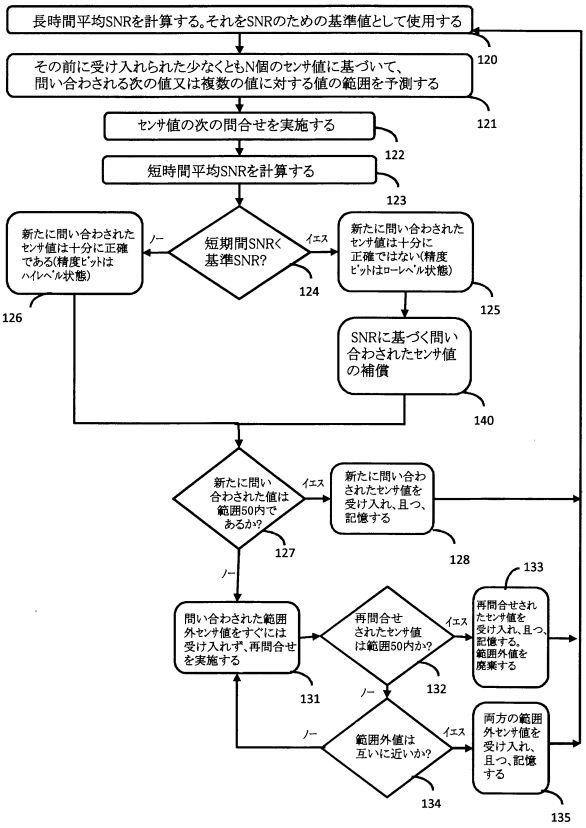
【図１３Ａ】



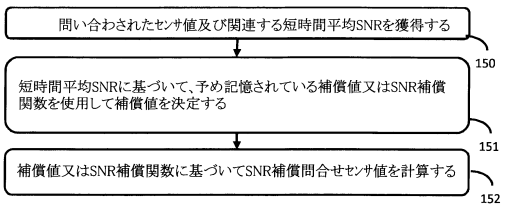
【図１３Ｂ】



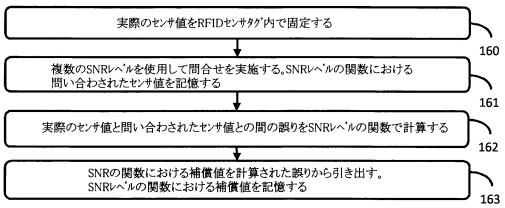
【図１４】



【図１５】



【図１６】



フロントページの続き

(72)発明者　フリマン，マッツ
フィンランド国，０１３８０　ヴァンター，ヴァンハ　ポルヴォーンティエ　２２９　メッツォ　フロー　コントロール　オサケユキチュア内

審査官　境　周一

(56)参考文献　特表２００２－５３８５１９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１２／０５２６０７（WO，Ａ１）
米国特許出願公開第２００６／０１９７６５２（ＵＳ，Ａ１）
特開２００７－２２５６１４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０６Ｋ　　１／００－２１／０８
Ｈ０４Ｂ　　１／００－１／７２；１１／００－１３／０２
Ｇ０８Ｃ　１３／００－２５／０４