



SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

タグ通信装置及びタグ通信方法

技術分野

[0001] 本発明は、タグ通信装置及びタグ通信方法に関し、特にRFID(Radio Frequency Identification)タグが付された移動体と無線通信する際に電力消費量を軽減し、タグコンフュージョンの発生を防止するのに好適なタグ通信装置及びタグ通信方法に関する。

背景技術

[0002] 近時、物流業界においては、RFIDタグ(以下単に「タグ」という)を荷物などの移動体に貼付し、このタグとリーダライタなどのタグ通信装置が無線通信を行うというRFIDシステムを採用しており、このRFIDシステムにより荷物管理を行っている。このRFIDシステムによれば、例えば、ベルトコンベアなどの搬送手段に沿ってリーダライタを設置しておき、このリーダライタから質問波を送信する。すると、このベルトコンベアなどにより運搬される荷물에付されたタグから応答波が送信され、自動的にID(Identification)などのデータを読み取ることが出来るので、従来に比べて物流業務の効率化を図ることが出来る。

[0003] しかしながら、このRFIDシステムにおいて、リーダライタがタグの有無を検知するのは質問波の送信によつてのみである。そのため、タグとリーダライタが通信をするにはタグがリーダライタの通信領域にあるか否かを問わず、常時質問波を送信し続けなければならない。このようにリーダライタが常時質問波を送信し続けることは、電力の無駄である。また、複数のリーダライタが設置され、かつ各リーダライタに割り当てられたチャネル数が少ないときには、それぞれが質問波を送信すると、リーダライタ間において電波干渉が生じたり、タグとの通信においてタグコンフュージョンが生じたりして通信不能となる可能性が高くなるといった問題を生ずる。

[0004] この問題を解決すべく、リーダライタが常時質問波を送信するのではなく、タグが通信領域に入った場合にのみ質問波を送信するようにするシステムも提案されており、そのようなシステムとして例えば特許文献1に記載の移動体検知方法及び装置を使

用したものがある。

[0005] この特許文献1に記載の移動体検知装置は、アンテナが1以上の検知エリア及び非検知エリアを有する場合において、非検知エリアでは通信を一時的に中断してデータの読み書きを行わない。そして、検知エリアでのみデータの読み書きを行うよう通信の断続制御を行うように構成されている。更に、この通信の断続制御を行う際に、タグを検知したか否かの検証を行い、データの読み書きを行うか否かを決定している。この移動体検知装置においては、常時質問波を送信するのではなく、タグ検知手段によりタグを検知したかを判断し、かつ検知エリアでのみデータの読み書きを行うというように構成されている。その結果、非検知エリアに起因するデータの読み書きエラーを効果的に回避できるとともに、不要な電波送信を削減することができる。

[0006] しかしながら、この特許文献1においては、タグ検知手段の具体的な構成が記載されていないものの、その明細書及び図面の記載を参照すると、このタグ検知手段はセンサに相当する構成であると解される。しかし、このようなセンサを用いて移動体を検知してタグと通信をするようなシステムは、システムの大型化を招来し、コスト高にも繋がるといった新たな問題を生ずる。その上、伝送速度を高速にすると、周波数の占有帯域が広くなりチャネル間干渉の要因となる。一方、隣接チャネルへ干渉を与えないために、高速通信を必要としない状況下ではできるだけ伝送速度を低速に保つことが望ましいが、低速に保つ判断基準が不足している。

[0007] 特許文献1:特開2006-99189号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、上述した問題を解決するためになされたものであり、その目的は、タグ通信装置及びタグ通信方法において、RFIDタグが付された移動体が通信領域内を移動しているときだけタグに対し質問波を送信することにより、電力消費量を軽減し、タグコンフュージョンの発生を防止しタグ間通信を良好なものとするタグ通信装置及びタグ通信方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、上記問題点を解決すべくなされたものであり、所定の通信領域内にお

いてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信装置であって、送信波とその反射波とからドップラ信号を得るドップラ計測手段と、前記ドップラ計測手段によりドップラ信号が得られた場合には質問波を送信し、前記ドップラ計測手段によりドップラ信号が得られないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御手段と、を備えることを特徴とする。

[0010] ドップラ計測手段は、ドップラ効果を利用することにより、送信波の周波数とこの反射波の周波数との間に生ずる周波数の差をドップラ信号として検出する手段である。例えば、ドップラ計測手段が所定の位置に固定されており、移動体がドップラ計測手段から離間する方向に速度 v で移動している場合を想定する。送信波の周波数 f_s 、この送信波が移動体に反射して返信されてくる反射波の周波数 f_o 、光速(300×10^6 m/s)を c とすると、ドップラ信号であるドップラ周波数 Δf は下記数式1で表される。

[0011] <数式1>

$$\Delta f = f_s - f_o = \frac{2 \times f_s \times v}{c}$$

[0012] つまり、移動体が移動している場合には、ドップラ効果により、発信した送信波の周波数 f_s と受信する反射波の周波数 f_o とが相違する。そして、この周波数の差(ドップラ信号) Δf に対応する信号がドップラ計測手段により検出され、この信号に基づいて移動体が移動しているか否かを検出する。

[0013] また、本発明は、所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信装置であって、複数の周波数の送信波とそれぞれの反射波とから周波数ごとにドップラ信号を得るドップラ計測手段と、前記周波数ごとのドップラ信号のうちいずれか2つの周波数のドップラ信号の位相差を検出する位相差検出手段と、前記位相差検出手段により位相差が検出される場合には質問波を送信し、前記位相差検出手段により位相差が検出されないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御手段と、を備えることを特徴とする。

[0014] また、本発明は所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテ

ナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信装置であって、第1の周波数の送信波とその反射波とから第1のドップラ信号を得る第1のドップラ計測手段と、前記第1の周波数とは異なる第2の周波数の送信波とその反射波とから第2のドップラ信号を得る第2のドップラ計測手段と、前記第1のドップラ信号と前記第2のドップラ信号との位相差を検出する位相差検出手段と、前記位相差検出手段により位相差が検出される場合には質問波を送信し、前記位相差検出手段により位相差が検出されないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御手段と、を備えることを特徴とする。

[0015] 上記「移動体」としては、他の力を借りて移動するもの、例えば、ベルトコンベアなどの運搬手段により運搬される荷物、物品であり、この場合、ベルトコンベアが移動経路となる。また、この「移動体」には、自身の力で移動するもの、例えば、人間や動物なども含まれる。

[0016] また、上記「RFIDタグ」としては、例えば、電池などの電源を有しておらず、リーダライタから電波で送電された電力によって回路が動作し、リーダライタと無線通信を行うパッシブタイプのRFIDタグや、電池などの電源を有するアクティブタイプのRFIDタグが含まれる。

[0017] また、上記「タグ通信装置」とは、例えば、RFIDタグと通信可能なリーダライタあるいはリーダ、ライタである。

[0018] 本発明においては、ドップラ効果を利用して物品の移動を検知するものである。波源であるタグ通信装置に対して物品が移動している。すなわち、移動体がある場合、この移動体に対し、第1の周波数の送信波とこれとは異なる第2の周波数の送信波を送信すると、それぞれの送信波が移動体に反射してそれぞれの反射波をタグ通信装置が受信することとなる。この受信した反射波と第1の周波数の送信波及び第2の周波数の送信波からそれぞれ第1のドップラ信号と第2のドップラ信号を生成する。ここで、ドップラ効果によれば、波源から送信した送信波と移動体で反射された反射波の周波数は変化、すなわち、波源と移動体が近づく場合には周波数が高くなり、遠ざかる場合には周波数が低くなるので、第1のドップラ信号と第2のドップラ信号との間に位相差が検出される。この位相差が検出されたことをもって本発明においては移動

体が検知されたと判断する。

[0019] 前記位相差検出手段により位相差が検出されないときに、前記アンテナから送信される質問波に対する応答波の受信の有無を検出し、この応答波の受信が有る場合には、前記所定の通信領域内に停止しているRFIDタグが存在することを検出する停止タグ検出手段を備え、前記通信制御手段は、前記停止タグ検出手段による検出後に質問波の送信を停止するように構成してもよい。

[0020] 移動体を検知しタグ通信装置がRFIDタグに対し質問波を送信したとしても、通信領域内にRFIDタグが付された停止する物体が存在する場合には、その物体ともタグ通信装置は無線通信をしその物体からも応答波を受信することとなる。例えば、移動体が1つ、停止している物体が1つであり、どちらにもRFIDタグが付されている場合には、タグ通信装置は、2つの応答波を受信することとなるが、いずれの応答波が該物体のものかの判断はできない。そこで、本発明においては、この停止している物体の有無を確かめるべく停止タグ検出手段を設けている。具体的には、上記説明した移動体検知の結果、移動体を確認できない場合にすぐに質問波の送信を停止するのではなく、再度質問波を送信し応答波の受信がない場合に質問波の送信を停止するようにする。このようにすれば、応答波が受信された場合には、移動体がないのに応答波を受信することとなり、この応答波は停止している物体からのものだと判断することができる。

[0021] 前記位相差検出手段により位相差が検出された後、前記アンテナから送信される質問波に対する応答波の受信の有無を検出し、この応答波の受信がない場合には、前記所定の通信領域内をRFIDタグが付されていない移動体が移動したことを検出するタグ無し移動検出手段を備え、前記通信制御手段は、前記タグ無し移動検出手段による検出後に質問波の送信を停止するように構成してもよい。

[0022] 移動体にRFIDタグが付されていない場合でも、タグ通信装置は通信領域内にこの移動体が入れば、移動体を検知し質問波を送信することとなるが、この質問波に対し何ら応答波を受信できない場合には、この移動体にはRFIDタグが付されていない可能性が高い。そこで、このような場合をタグ無し移動体検出手段は検出し、タグ無し移動体の検出を行う。

[0023] 前記位相差検出手段により検出された位相差から移動体とアンテナとの距離を算出する距離算出手段と、前記距離算出手段により算出された距離に応じて無線通信時の質問波の送信電力を調整する送信電力調整手段と、を備えるように構成してもよい。

[0024] タグ通信装置が移動体を検知した場合、タグ通信装置と移動体との距離は次の式により算出される。すなわち、第1の周波数 f_{t1} の送信波、第2の周波数 f_{t2} の送信波とした場合、ドップラ信号の周期が T 、両ドップラ信号の位相差(時間差)が τ のとき、距離 l は次の数式2により求められる。なお c は光速である。

[0025] <数式2>

$$l = \frac{c}{2(f_{t1} - f_{t2})} \cdot \frac{\tau}{T}$$

[0026] そこで、本発明においては、この距離 l を算出し、遠い場合には質問波の送信電力を高く、近い場合には質問波の送信電力を低く設定して、送信電力の軽減を図るようにしている。なお、この距離の閾値を予め設定しておき、算出された距離 l がこの閾値を超えるか否かにより送信電力の高低を設定しておけばよい。

[0027] 前記位相差検出手段により位相差を検出し、かつRFIDタグから応答波を受信しなかった場合に、通信異常と判断する通信異常検出手段を備えるようにしてもよい。

[0028] 位相差を検出したということは移動体が通信領域内に入ったことを意味するわけであるから、この移動体にRFIDタグが付されていれば、質問波を送信した際にこれに対する応答波を受信できるはずである。よって、位相差を検出し、かつ、この応答波が受信できない場合には、通信異常と判断しこれを外部装置などに通知する。

[0029] 前記アンテナは、複数のアンテナ素子からなり、前記送信波のビームをスキャンするスキャンアンテナであって、前記スキャンアンテナのスキャン角に基づき送信波の指向方向を制御するスキャンアンテナ制御手段を有し、前記通信制御手段は、前記位相差検出手段が位相差を検出した場合に、その検出した際の前記スキャンアンテナのスキャン角を取得し、このスキャン角に応じて質問波の指向角を設定して質問波を送信するものであり、前記指向角の遷移に基づき前記移動体の移動方向を検知する移動方向検知手段を備えるように構成してもよい。

- [0030] 前記「スキャンアンテナ」は、例えば、電子的制御によって送信する電波のビームを高速にスキャン可能なフェーズドアレイアンテナからなり、複数のアンテナ素子と、この複数のアンテナ素子のそれぞれに接続された複数の位相器と、この複数の位相器のすべてに接続された1つの分配合成器から構成されている。分配合成器に入力された電波は、それぞれのアンテナ素子ごとの位相器に分配され、各位相器にて所望の位相変化がなされた後、各アンテナ素子から放射され、この際位相後の各電波がすべて同相となるような方向、すなわち正弦波の位相が一致する方向に強く電波が放射される。この最も強い電波が前記ビーム、例えば、メインローブであり、この方向は、位相器の設定により任意に変化させることができる。
- [0031] また、上記複数のアンテナ素子は、パッチアンテナから構成されていてもよく、更に、上記複数のアンテナ素子は、2次元配列されており、上記スキャンアンテナは、上記移動体の移動経路に対して2次元スキャンするようにしてもよい。パッチアンテナから複数のアンテナを構成すれば、スキャンアンテナを薄く製造できるし、製造コストも低く抑えられるので好適である。
- [0032] 前記通信制御手段は、前記移動方向検知手段により検知した移動方向に応じて質問波の指向角を遷移させるようにしてもよい。
- [0033] また、本発明は、所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信方法であって、送信波とその反射波とからドップラ信号を得るドップラ計測工程と、前記ドップラ計測工程によりドップラ信号が得られた場合には質問波を送信し、前記ドップラ計測工程によりドップラ信号が得られないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御工程と、を備えることを特徴とする。
- [0034] また、本発明は、所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信方法であって、複数の周波数の送信波とそれぞれの反射波とから周波数ごとにドップラ信号を得るドップラ計測工程と、前記周波数ごとのドップラ信号のうちいずれか2つの周波数のドップラ信号の位相差を検出する位相差検出工程と、前記位相差検出工程により位相差が検出される場合には質問波を送信し、前記位相差検出工程により位相差が検

出されないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御工程と、を備えることを特徴とする。

[0035] また、本発明は、所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信方法であって、第1の周波数の送信波とその反射波とから第1のドップラ信号を得る第1のドップラ計測工程と、前記第1の周波数とは異なる第2の周波数の送信波とその反射波とから第2のドップラ信号を得る第2のドップラ計測工程と、前記第1のドップラ信号と前記第2のドップラ信号との位相差を検出する位相差検出工程と、前記位相差検出工程により位相差が検出される場合には質問波を送信し、前記位相差検出工程により位相差が検出されないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御工程と、を備えることを特徴とする。

[0036] 前記位相差検出工程により位相差が検出されないときに、前記アンテナから送信される質問波に対する応答波の受信の有無を検出し、この応答波の受信が有る場合には、前記所定の通信領域内に停止しているRFIDタグが存在することを検出する停止タグ検出工程を備え、前記通信制御工程は、前記停止タグ検出工程による検出後に質問波の送信を停止するようにしてもよい。

[0037] 前記位相差検出工程により位相差が検出された後、前記アンテナから送信される質問波に対する応答波の受信の有無を検出し、この応答波の受信がない場合には、前記所定の通信領域内をRFIDタグが付されていない移動体が移動したことを検出するタグ無し移動検出工程を備え、前記通信制御工程は、前記タグ無し移動検出工程による検出後に質問波の送信を停止するようにしてもよい。

[0038] 前記位相差検出工程により検出された位相差から移動体とアンテナとの距離を算出する距離算出工程と、前記距離算出工程により算出された距離に応じて無線通信時の質問波の送信電力を調整する送信電力調整工程と、を備えるようにしてもよい。

[0039] 前記位相差検出工程により位相差を検出し、かつRFIDタグから応答波を受信しなかった場合に、通信異常と判断する通信異常検出工程を備えるようにしてもよい。

[0040] 前記アンテナは、前記送信波のビームを上記移動体の移動経路上の空間に向けてスキャン可能なスキャンアンテナであり、前記スキャンを制御するとともに、前記位

相差検出工程により位相差を検出した際の前記スキャンアンテナのスキャン角を検出可能なスキャンアンテナ制御工程と、前記スキャン角から前記移動体の移動方向を算出する移動方向検知工程と、を備えるとともに、前記移動方向検知工程により算出した移動方向に沿って前記スキャンアンテナをスキャンさせるようにしてもよい。

[0041] 前記アンテナは、複数のアンテナ素子からなり、前記送信波のビームをスキャンするスキャンアンテナであって、前記スキャンアンテナのスキャン角に基づき送信波の指向方向を制御するスキャンアンテナ制御工程を有し、前記通信制御工程は、前記位相差検出工程が位相差を検出した場合に、その検出した際の前記スキャンアンテナのスキャン角を取得し、このスキャン角に応じて質問波の指向角を設定して質問波を送信し、前記指向角の遷移に基づき前記移動体の移動方向を検知するようにしてもよい。

[0042] 前記通信制御工程は、前記移動方向検知により検知した移動方向に応じて質問波の指向角を遷移させるようにしてもよい。

発明の効果

[0043] 以上説明したように本発明によれば、ドップラ計測を用いて移動体を検知し、移動体を検知したときだけ質問波を送信するようにした。これにより、電力消費量を軽減し、タグコンフュージョンの発生を防止しタグ間通信を良好なものとするのが可能となる。

発明を実施するための最良の形態

[0044] 以下、本発明を実施するための最良の形態について、添付した図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下においては、本発明のタグ通信装置をリーダライタ、移動体をベルトコンベアなどの搬送手段により移動する荷物として説明するがこれに限定されるものではない。また、以下においては、ドップラ計測手段として、2周波を使用するものを用いたがこれに限定されるものではない。例えば、移動体を検知するだけなら、必ずしも2周波を使用する必要はなく、1周波だけ使用すればよい。さらに、2周波よりも多くの複数の周波数を有する送信波を使用して、選択的にドップラ信号を求めるように構成してもよい。

[0045] 図1は本発明の実施の形態に係るリーダライタの概略構成を示すブロック図、図2

～4は図1に示すリーダライタが質問波を送信する状態を説明するための模式図、図5は図1に示すリーダライタの動作説明をするためのフロー図である。

[0046] 図1に示すように本実施形態に係るリーダライタ1Aは、ドップラモジュール3A、3B、ダイプレクサ4、アンテナ5A、A/D変換器6A、6B、信号処理部7、タグ通信制御部8及び送受信部9からなる。

[0047] ドップラモジュール3Aは、第1の周波数 f_{t1} の送信波とその反射波とから第1のドップラ信号を得る第1のドップラ計測手段である。ドップラモジュール3Aはサイン波などの連続波からなる送信波を生成する。この送信波はダイプレクサ4を介して送受兼用のアンテナ5Aから放射される。反射対象物体である荷物21Aで反射された反射波はアンテナ5Aで受信され、ダイプレクサ4を介してドップラモジュール3Aに入力される。ドップラモジュール3Aは、送信波の周波数と反射波(受信波)の周波数の差に当たる第1のドップラ信号を生成する。このドップラ信号は増幅された後、A/D変換器6Aを介して信号処理部7に入力される。

[0048] ドップラモジュール3Bは、第2の周波数 f_{t2} の送信波とその反射波とから第2のドップラ信号を得る第2のドップラ計測手段である。第1の周波数 f_{t1} と第2の周波数 f_{t2} とが異なる以外、ドップラモジュール3A、3Bの構成は同一である。なお、本実施形態では10GHz帯のマイクロ波を用い、周波数 f_{t1} と f_{t2} の差は数十MHzに設定している。この2周波は完全に固定にする必要は無く、ユーザにおいて任意に変更可能に構成してもよい。

[0049] ダイプレクサ4は、周波数の異なる送信波／受信波が互いのドップラモジュール3A、3Bに漏れ込まないようにするための周波数分離器である。これにより2つのドップラモジュール3A、3Bは1つのアンテナ5Aを共用している。

[0050] ただし、周波数 f_{t1} と f_{t2} の差がドップラ信号の周波数に比べて十分大きい場合には、一方のモジュールの信号が他方のモジュールに漏れ込んだとしてもドップラ信号には大きな影響を与えないので、この場合ダイプレクサ4を省略する構成としてもよい。

[0051] 信号処理部7は、プログラムに従ってデジタル信号処理を行う回路であり、主に、ドップラモジュール3A、3Bから入力された2周波のドップラ信号から位相差を検出する位相差検出手段として機能する。この信号処理部7を位相差検出手段として機能さ

せることにより、リーダライタ1Aは、通信領域A内においてRFIDタグ2Aが付された荷物21Aが移動するときのみ質問波RWを送信することが可能となる。すなわち、ドップラモジュール3A, 3BからA/D変換器6A, 6Bを介してそれぞれ信号処理部7に入力された第1のドップラ信号及び第2のドップラ信号との間に位相差があるか否かを検出するという移動体検知処理を行い、位相差があった場合には荷物21Aが移動したと判断する。

[0052] 具体的には、この移動体検知処理は、以下に示すドップラ効果を利用して荷物21Aの移動を検知するものである。すなわち、波源であるリーダライタ1Aに対し荷物21Aは移動しているので、この荷物21Aに対し送信波CWを送信すると、荷物21Aで反射された反射波の周波数が変化するというドップラ効果を利用して信号処理部7は上記位相差を算出し位相差が検出された場合には、荷物21Aが移動していることを知らせる信号を通信制御部8に送信する。なお、ここでは、信号処理部7は、後述するように、停止タグ検出手段、タグ無し移動検出手段及び距離算出手段としても機能させるようにしている。

[0053] タグ通信制御部8は、主に、ベルトコンベアなどの搬送手段によって搬送される荷物21Aに付されたRFIDタグ2Aとリーダライタ1Aとの通信の制御を行う通信制御手段として機能する回路である。なお、ここでは、後述するように、送信電力調整手段、通信異常検出手段としても機能させるようにしている。

[0054] 送受信部9は、タグ通信制御部8から送信される送信コマンド情報を無線送信に適した形式に変換し、変換した無線信号をアンテナ5Aを介してRFIDタグ2Aに対し質問波RWとして送信するものであり、送信コマンド情報の変調、増幅などの処理を行なう。更に、送受信部9は、RFIDタグ21Aからアンテナ5Aを介して受信した応答波を元の形式に変換し、変換したデータをタグ通信制御部8に送信するものであり、受信データの増幅、復調などの処理を行なう。

[0055] アンテナ5Aは、ドップラモジュール3A, 3Bにより生成された送信波CWとRFIDタグ21に送信する質問波RWを送信し、送信波CWに対する反射波と質問波RWに対する応答波を受信するように構成されている。なお、送信波CWを図示すると図面が複雑化するので図示は省略しており、質問波RWについては必要な場合のみ図示し

ている。以下においても同様である。

[0056] 次にこのように構成されたリーダライタ1Aに関し、第1実施形態については図2～図5を参照し、第2実施形態については図6～図8を参照し、第3実施形態については図9を参照してそれぞれその動作説明を行う。以下において、移動している荷物を単に「荷物21A」、停止している荷物を単に「荷物21B」と称して説明する。

[0057] <第1実施形態>

第1実施形態に係るリーダライタ1Aにおいては、後述するようにタグ移動検知処理によりRFIDタグ2Aを検知した場合のみリーダライタ1Aが質問波RWを送信する処理(以下「本発明の基本的処理」と言う)を行うほか、停止タグ検出処理及びタグ無し移動検出処理も行う。

[0058] 図2はリーダライタ1Aの本発明の基本的処理を説明するための模式図、図3は停止タグ検出処理を説明するための模式図、図4はタグ無し移動検出処理を説明するための模式図及び図5は前記基本的処理、停止タグ検出処理及びタグ無し移動検出処理を示すフロー図である。

[0059] 図5に示すように、リーダライタ1Aが作動すると、まず移動体検知処理を行う(S100)。この移動体検知処理は、上記説明した通りであり、ドップラモジュール3Aから第1の周波数 f_{t1} の送信波、ドップラモジュール3Bから第2の周波数 f_{t2} の送信波をそれぞれ送信し、それぞれの反射波から第1のドップラ信号、第2のドップラ信号を生成し、これらドップラ信号の位相差が検出されるか否かを算出することにより行うわけである。但し、ここでは、説明の便宜上、2つの送信波をまとめて送信波CW(Continuous Wave)と表記して説明する。

[0060] 前記移動体検知処理を荷物21Aが検知されるまで繰り返し行ない(S101のN)、荷物21Aが検知された(S101のY)ことをトリガーとして、次にタグ間通信処理、すなわち、リーダライタ1Aが質問波RWを送信する(S102)。ここで、通信領域A内に進入した荷物21AにRFIDタグ2Aが付されていれば、リーダライタ1Aは質問波RWに対する応答波をRFIDタグ2Aからアンテナ5Aを介して受信することとなる。一方、荷物21Aに最初からRFIDタグ2Aが付されていなかった場合や、搬送途中でRFIDタグ2Aが剥がれてしまった場合などは、荷物21Aに対して質問波RWを送信しても応

答波は返って来ない。

[0061] そこで、リーダライタ1Aは、質問波RWを送信した後、荷物21Aから応答波の受信があるか否かを確認(S103)、その結果、応答波の受信がない場合には(S103のN)、信号処理部7において荷物21AにはRFIDタグ2Aが付されていないと判断する。そして、タグ無し荷物の移動を検出した信号をタグ通信制御部8を介して外部装置へ送信する(S105)。このタグ無し荷物の移動を検出した状態を示すのが図4であり、リーダライタ1Aが荷物21Aを検出し質問波RWを送信しても、荷物21AにはRFIDタグ2Aが付されていないため応答波が返ってこない。

[0062] 一方、リーダライタ1Aが質問波RWを送信した後、荷物21Aから応答波の受信があった場合には(S103のY)、リーダライタ1Aは更に移動体検知処理を行い(S104)、その結果、荷物21Aが検知された場合には(S106のY)は、タグ間通信処理を続ける(S107)。図2に示すように、荷物21Aは一旦移動体検知処理により検知された後リーダライタ1Aの通信領域A内を移動することとなるので、上記S104、S106、S107の処理は、図2(b)に示すように荷物21Aが通信領域Aから出るまで繰り返し行われ。そして、荷物21Aが通信領域Aから出ると移動体検知処理の結果、移動体である荷物21Aは検知されなくなる(S106のN)。

[0063] このように荷物21Aが通信領域Aから出た状態で、リーダライタ1Aは質問波RWの送信を直ちに停止すれば、リーダライタ1Aは無駄な質問波RWを送信することを防止でき、電力消費の軽減、タグコンフュージョンの防止などを図ることが出来る。

[0064] 更に、この第1実施形態に係るリーダライタ1Aにおいては、後述するように通信領域A内の停止タグの有無を確認し、停止タグがある場合には外部装置に通知し、停止タグが無い場合には、タグ間通信を終了するようにしている。具体的に説明すると、図3(a)に示すように、通信領域A内にベルトコンベアから脱落した荷物21Bがある場合には、荷物21Aが通信領域A内に進入すると、リーダライタ1Aは荷物21AのRFIDタグ2Aに対し質問波RWを送信するのみならず、荷物21BのRFIDタグ2Bにも質問波RWを送信してしまうこととなる。この場合、リーダライタ1Aは2つの応答波を受信することとなるが、リーダライタ1Aが2つの応答波を受信した際には、どちらが荷物2Aからのものかの判断は出来ない。

[0065] しかしながら、荷物21Aが通信領域Aから出た時点においては、移動体検知はされないわけであるから、この時点でリーダライタ1Aが質問波RWを送信し、この質問波RWに対する応答波を受信した場合には、図3(b)に示すようにこの応答波は荷物21BのRFIDタグ2Bからのものであることを判断できる。

[0066] 具体的には、上記S106のNの処理後、リーダライタ1Aは再度質問波RWを送信し、この質問波RWに対する応答波の受信があるか否かを確認(S108)、受信があった場合には(S108のY)、この応答波は荷物21Bからのものであるので、通信領域A内に停止タグが存在することを知らせる信号をタグ通信制御部8を介して外部装置に送信し、停止タグの存在を通知する(S109)。一方、応答波の受信がない場合には(S108のN)、停止タグは存在しないこととなるので、質問波RWの送信を停止しタグ間通信を終了する(S110)。

[0067] 以上説明した通り、この第1実施形態に係るリーダライタ1Aにおいては、通信領域A内に移動する荷物21Aがあるときのみ質問波RWを送信するという本発明の基本的処理を行うので、電力消費量を軽減し、タグコンフュージョンの発生を防止しタグ間通信を良好なものとすることができる(以下においてこの効果を「本発明の基本的効果」と言う)。また、通信領域A内に停止している荷物21Bが存在する場合には、この荷物21Bの存在を検出できるので、荷物の紛失を防止でき荷物管理においても便利である。そのうえ、通信領域A内をRFIDタグ2Aが付されていない荷物21Aが移動した場合には、このタグ無し荷物の移動を検知できるので、更に、荷物の紛失を防止でき荷物管理においても便利である。

[0068] <第2実施形態>

第2実施形態に係るリーダライタ1Aにおいては、上記説明した基本的処理を行うほか、質問波RWを送信する際にRFIDタグ2Aとの距離に応じて送信電力を高低する送信電力調整処理を行う。

[0069] 図6及び図7は送信電力調整処理を説明するための模式図であり、図8は送信電力調整処理を示すフロー図である。

[0070] 図8に示すように、リーダライタ1Aが作動すると、荷物21Aが検知されるまで移動体検知処理を行う(S200、S201)。この処理は上記S100、S101と同様の処理である

ので説明は省略する。次に、移動体検知処理の結果、荷物21Aが検知されたら(S201のY)、リーダライタ1Aと荷物21Aとの間の距離を測定する(S202)。第1の周波数 f_{t1} の送信波、第2の周波数 f_{t2} の送信波とした場合、ドップラ信号の周期がT、両ドップラ信号の位相差(時間差)が τ のとき、距離 l は<数式3>により求まる。ただし、 c は光速である。

[0071] <数式3>

$$l = \frac{c}{2(f_{t1} - f_{t2})} \cdot \frac{\tau}{T}$$

[0072] 上記測定の結果、リーダライタ1Aと荷物21Aとの間の距離が近いかな否かを確かめる(S203)。ここで、この距離が近いかな否かは、予めユーザにおいて閾値を設定しておき、この閾値以内の場合には近傍、閾値を超える場合には近傍ではないとしておけばよい。この閾値を模式的に示したのが図6及び図7の点線で表す境界線であり、この境界線を越えなければ近傍(図7参照)、超えた場合には近傍ではない(図6参照)としている。測定の結果、近傍である場合には(S203のY)、送信電力を低く設定し(S204)、近傍ではない場合には(S203のN)、送信電力を高く設定する(S205)。この送信電力は、荷物21Aとリーダライタ1Aとの距離に対応して質問波RWが荷物21Aに到達できる程度に予め設定しておく。

[0073] なお、本実施形態においては、送信電力を高低の2分類としたが、閾値を細かく分ければ3分類以上、例えば、送信電力を低、中、高と3分類にすることも可能である。なお、これ以降の処理は上記説明したS102～S110の処理と同様であるので説明は省略する。

[0074] 但し、本実施形態において、通信領域A内に荷物21Bがある場合には、上記と相違する部分があるので、図6および図7を参照して説明する。まず、図6は、送信電力を高く設定した場合であり、(a)は荷物21AにRFIDタグ2Aが付されているが、(b)は荷物21AにRFIDタグ2Aが付されていない。この図6(a)の場合は図3(a)の場合と同様である。他方、図6(b)の場合は荷物21Aが通信領域A内に進入した時点でリーダライタ1Aは荷物21BのRFIDタグ2Bと通信し、荷物21Aが通信領域Aから出た時点で荷物21Bの存在が検知されることとなる。その詳細は上記第1実施形態で説

明したのと同様であるのでここでは説明は省略する。

[0075] 次に、図7は、送信電力を低く設定した場合であり、(a)は荷物21AにRFIDタグ2Aが付されているが、(b)は荷物21AにRFIDタグ2Aが付されていない。図7(a)の場合、図6(a)と異なり、通信領域A内に荷物21Bがあったとしても質問波RWが荷物21Bまで届かないので、リーダライタ1Aは荷物21BのRFIDタグ2Bとは通信しない。他方、図7(b)の場合も、質問波RWが荷物21Bまで届かないので、リーダライタ1Aはいずれとも通信することなく、タグ無し荷物が移動したことを外部装置へ通知する。

[0076] 以上説明したように、第2実施形態に係るリーダライタ1Aにおいては、上記本発明の基本的効果に加え、質問波RWの送信電力をリーダライタ1AとRFIDタグ2Aとの距離に応じて低く設定したり高く設定したりすることが可能である。これにより、質問波RWの送信電力を軽減出来たり、通信領域A内に停止している荷物21Bが存在している場合にこれに付されたRFIDタグ2Bと通信を行わないようにすることが可能となる。

[0077] <第3実施形態>

第3実施形態に係るリーダライタ1Aにおいては、上記説明した本発明の基本的処理を行うほか、通信空振り検知処理、すなわちリーダライタ1Aと荷物21Aに付されたRFIDタグ2Aとの間で通信不良が生じている状態を検知し、外部装置などに通信エラーを通知する処理を行う。図9は通信空振り検知処理を示すフロー図である。

[0078] 図9に示すように、リーダライタ1Aが作動すると、まず、受信フラグをOFFにセット(S300)、その後、荷物21Aが検知されるまで移動体検知処理を行う(S301、S302)。この処理は上記S100、S101と同様の処理であるので説明は省略する。次に、移動体検知処理の結果、荷物21Aが検知されたら(S302のY)、タグ間通信処理を行い(S303)、応答波の受信があるか否かを確認する(S304)。応答波の受信があった場合には(S304のY)、受信フラグがOFFか否かを確認(S306)、受信フラグがOFFであった場合には(S306のY)、受信フラグをONにセットする(S307)。この受信フラグは、荷物21AのRFIDタグ2Aから応答波の受信があった場合に受信があったことを示す情報であり、受信フラグがOFFの場合には応答波の受信をまだしていないことを意味し、ONの場合には応答波の受信をすでに行っていることを示す。

[0079] 更に、移動体検知処理を行い(S311)、荷物21Aが検知されたか否かを確認(S312)、荷物21Aが検知された場合には(S312のY)、タグ間通信処理(S303)に戻り、再度応答波の受信があるか否かを確認する(S304)。受信があった場合の処理は、上記説明した処理と同様である。一方、S312の移動体検知の有無の確認処理において、荷物21Aが検知されなかったら(S312のN)、通信領域A内を移動した荷物21Aから応答波を受信し、かつ通信領域Aから荷物21Aが出たこととなるので、タグ間通信処理を終了するとともに、タグ通信制御部8を介して外部装置へ通過タグ受信OKを通知する(S313)。その後、上記説明したS300の処理に戻る。

[0080] 一方、S304の処理において、応答波の受信がなかった場合、更に、移動体検知処理を行うとともに(S305)、移動体検知の有無を確認(S308)、荷物21Aの移動が検知された場合(S308のY)、S303の処理に戻る。他方、荷物21Aの移動が検知されなかった場合(S308のN)、受信フラグがONか否かを確認(S309)、ONであった場合には(S309のY)、タグ間通信が正常に行われたと判断し、タグ間通信処理を終了するとともに、タグ通信制御部8を介して外部装置へ通過タグ受信OKを通知する(S313)。その後、上記説明したS300の処理に戻る。その一方、受信フラグがONでなかった場合には(S309のN)、タグ間通信処理が正常に行われなかったと判断し、タグ間通信処理を終了するとともに、タグ通信制御部8を介して外部装置へ通過タグ受信NG、すなわち通信エラーを通知する(S310)。その後、上記説明したS301の処理に戻る。

[0081] 以上説明したように、第3実施形態に係るリーダライタ1Aにおいては、上記本発明の基本的効果に加えて、リーダライタ1AとRFIDタグ2Aとの間における通信エラーを検知するとともに、外部装置などに通信エラーを通知するようにしている。これにより、通信エラーが生じた状況を外部装置において把握でき、必要な場合にはベルトコンベアなどの搬送手段を停止させ再通過を促すことも可能となり、荷物の入出庫管理上の不具合を防止できる。

[0082] <第4実施形態>

第4実施形態に係るリーダライタ1Bにおいては、タグ通信制御部8を移動方向検知手段として機能させる点、スキャンアンテナ制御部10が付加されている点、アンテナ

がスキャンアンテナ5Bである点が上記リーダライタ1Aと相違する。そして、動作においては、上記リーダライタ1Aと同様上記本発明の基本的処理を行うほか、移動方向検知処理も行う。以下、上記リーダライタ1Aと相違する点のみ、図10～図14を参照して詳細に説明し、同様の部分については説明を省略する。

[0083] 図10は第4実施形態に係るリーダライタ1Bの概略構成を示すブロック図、図11はスキャンアンテナ5Bの概要を示す模式図、図12はスキャンアンテナ5Bのスキンの状態を示す模式図、図13はリーダライタ1Bにおける荷物21Aの移動方向検知処理を示すフロー図、図14はリーダライタ1Bが移動方向検知処理を行った後タグが付された荷物との通信状態を示す模式図である。

[0084] 図10に示すように第4実施形態に係るリーダライタ1Bは、ドップラモジュール3A, 3B、ダイプレクサ4、スキャンアンテナ5B、A/D変換器6A, 6B、信号処理部7、タグ通信制御部8、送受信部9及びスキャンアンテナ制御部10からなる。

[0085] スキャンアンテナ5Bは、図12に示すように、複数のアンテナ素子50を直線状に配列し、各アンテナ素子50に可変位相器(位相器)51を接続した構成である。図12においては、アンテナ素子50は3個であるが、アンテナ素子50の個数は3個に限定されるものではない。また、このアンテナ素子50は直線状配列に限定されるものではなく、2次元配列状に配置してもよい。このアンテナ素子50の個数を増やすと、ビームの幅が細くなる。なお、本実施形態においては、このビームは、移動体検知処理を行うときは、送信波CWとなり、タグ間通信処理を行うときは質問波RWとなる。

[0086] 次に、このスキャンアンテナ5Bにおけるビーム方向のスキンの方法について図11を参照して説明する。

[0087] 全てのアンテナ素子50A、50B、・・・50Kが同じ位相で電波を送信する場合には、スキャンアンテナ5Bから放射される電波はブロードサイド方向(アンテナ素子50A、50B、・・・50Kの配列方向に垂直な方向)の平面波として伝搬する。一方、電波の伝播方向を、ブロードサイド方向から測って角度 θ (rad)だけ傾斜させるためには、次式を満たすように各アンテナ素子50A、50B、・・・50Kが送信する電波の位相をずらせばよい。

[0088] 図11に示すように、送信または受信する電波の波長を λ (m)とし、基準となるアン

テナ素子50Aとk番目のアンテナ素子50Kとの距離を d_k (m)とし、図11に破線で示される等位相面のうち、基準となるアンテナ素子50Aを通る等位相面と、k番目のアンテナ素子50Kとの距離を l_k (m)とすると、基準となるアンテナ素子50Aの位相に対するk番目のアンテナ素子50Kの位相のずれ ϕ_k は次式となる。

[0089] <数式4>

$$\phi_k = (l_k / \lambda) \times 2\pi = (d_k \times \sin \theta / \lambda) \times 2\pi$$

[0090] このように、スキャンアンテナ5Bは、各位相器51A、51B、・・・51Kが、上式を満たすように信号の位相をずらすことにより、目的の方向に電波のビームを向けることができる。一方、電波を受信する場合には、各アンテナ素子50A、50B、・・・50Kの位相のずれを検出することにより、受信した電波の方向を判別することができる。

[0091] タグ通信制御部8は、上記同様通信制御手段として機能する回路であり、ここでは、更に、後述するように、移動方向検知手段としても機能させるようにしている。

[0092] スキャンアンテナ制御部10は、スキャンアンテナ5Bに対し、タグ通信制御部8からスキャン角情報を受信する。そして、この受信したスキャン角情報に基づいてスキャン制御信号をスキャンアンテナ5Bに送信し、スキャンアンテナ5Bから放射される電波のビームすなわち送信波CW及び質問波RWの方向を制御するものである。このスキャン角とは、図12に示すように、ブロードサイド方向(アンテナ素子50A、50B、・・・50Kの配列方向に垂直な方向)を基準に測定したビーム(ここでは送信波CW)の傾斜角である。本実施形態においては、図中右回り方向(α)を+値とし、左周り方向($-\alpha$)を一値としている。なお、このスキャン角 α 、 $-\alpha$ は、ユーザにおいて予めタグ通信制御部8に設定しておけばよい。

[0093] 次にこのように構成されたリーダライタ1Bに関し、図13を参照して動作説明を行う。図11は主に移動方向検知処理を示すフロー図である。以下においては、リーダライタ1Bが図示しないベルトコンベアなどの搬送手段に沿って設置された場合を示し、搬送方向上流側を左、下流側を右として説明する。

[0094] まず、前提としてリーダライタ1Bは、予め設定されたスキャン角に基づいてスキャンアンテナ5Bから送信される送信波CWを左右にスキャンしている。このスキャンの際の速度やスキャン角は予めタグ通信制御部8に記憶されている。そして、スキャンアン

テナ5Bの指向方向を右向きにした際に(S400)、移動体検知処理を行う(S401)。その結果、荷物21Aが検知された場合には(S402のY)、リーダライタ1Bはタグ間通信処理、すなわち荷物21Aに対し質問波RWを送信した後(S403)、タグ間通信処理を終了、すなわち、質問波RWの送信を停止する(S404)。なお、この質問波RWを送信する際は、スキャンアンテナ5Bの指向方向はそれまで送信波CWを送信していた方向と同一であるので、この質問波RWを送信した際の指向角、すなわち送信波CWを送信していた際のスキャン角を確認する(S405)。

[0095] その後、スキャンアンテナ5Bの指向方向が正面あるいは左側に向いているか否かを確認(S406)、どちらでもない場合には、指向角を左へシフトする(S407)。ここで、この左へのシフト量は、予めタグ通信制御部8に設定しておけばよい。このシフト量は、荷物21Aの移動速度や、スキャンアンテナ5Bから送信される電波のビーム幅などから適宜ユーザにおいて設定すればよい。次いで、指向角を所定のシフト量だけシフトさせた後、更に、移動体検知処理(S401)に戻って移動体検知処理を行い、荷物21Aが検知されるか否かを確認する(S402)。その結果荷物21Aが検知された場合には(S402のY)、上記同様の処理、すなわちS403～S406の処理を行い、S406の処理において、「N」であった場合には、更に指向角を左へシフトする。最初に右側に向いていた指向角を序々に左側にシフトしていくということは、荷物21Aが右側から通信領域Aに近づき、左側に向けて移動していくことを意味することとなる。指向角はタグ通信制御部8において設定されるので、指向角のシフトの方向をタグ通信制御部8において算出すれば、荷物21Aの移動方向が検出できることとなる。

[0096] 更に、このようなS406の処理を繰り返し行うことにより、本実施形態のリーダライタ1Bにおいては、質問波RWを荷物21Aの移動速度に合わせて送信することが可能となる。このような状態を図14(a)～(c)に示している。

[0097] 図14においては、荷物21Aがリーダライタ1Bの前を右側から正面を通過して左側から出て行く状態を示している。この場合、上記S407の処理を行うことにより、正面に対する右側の指向角が減るように指向角がシフトされるので、荷物21Aの移動方向とスキャンアンテナ5Bによる質問波RWのスキャン方向とが一致することとなり、指向角のシフト量を荷物21Aの移動速度に合うように設定すれば、図14(a)～(c)に

示すように質問波RWを荷物21Bの移動速度に合わせて送信することが可能となる。

[0098] ここで、図14(a)に示す状態においては、荷物21Aが通信領域Aに接近して移動していることとなる。指向角が右向きの状態で移動体検知処理を行い2回以上検知されたならば、この図14(a)に示すように、荷物21Aは通信領域Aに接近していることとなる。このことをS402の処理においては検知可能なので「(接近)移動体検知」と記載している。

[0099] 一方、図14に示す状況において、指向角を左へシフトする処理(S407)を繰り返す行くと、指向角確認処理(S406)を実行したときに、いずれ指向角が正面に向いている状態となる(S406のY)。すなわち図14(b)に示す状態にスキャンアンテナ5Bの指向方向が遷移する。この場合において更に移動体検知処理(S408)を行ない、荷物21Aが検知された場合(S409のY)には更に、指向角を左へシフトし(S410)、上記処理S403に戻りタグ間通信処理(S403)、タグ通信終了処理(S404)、指向角確認処理(S405)を行った後、指向角が正面あるいは左であるかを確認する処理を行う(S406)。図14に示す状況においては、このような処理を行った場合には、指向角は正面より左向きに向いていることとなり(S406のY)、更に、上記と同様の移動体検知処理(S408)、荷物21Aの移動の確認処理(S409)を行う。このような処理を繰り返す行くと、指向角が左向きに増加することとなるので、上記と同様、この指向角の左向きの増加をタグ通信制御部8において検知すれば、図14(c)に示すように荷物21Aは通信領域Aから遠ざかることを検知可能となる。このことをS409の処理においては、検知可能であるので、「(遠ざかる)移動体検知」と記載している。

[0100] 一方、上記S400の処理を行い移動体検知処理を行った結果、移動体が検知されなかった場合には(S402のN)、スキャンアンテナ5Bの指向方向を左向きにして(S411)、移動方向検知処理(S411)を行う。その後の処理は、シフトの方向が右向きであることと(S418、S421)、指向角の確認が正面か右向きか(S417)を確認する点だけが異なるだけで、上記説明したS401～S410の処理と同様であるので説明は省略する。同様に、上記S402～S410の処理を繰り返し行った結果、荷物21Aが検知できなくなった、すなわち、指向角を図14(a)～(c)に示す状態のように左向きにシフトして行き、荷物21Aの移動がリーダライタ1Bで検知出来なくなった場合には、スキ

ンアンテナ5B予め設定された左向きのスキャン角の方向に指向方向を設定し、上記と同様の処理を行う。

[0101] 以上説明したように、第4実施形態に係るリーダライタ1Bにおいては、上記本発明の基本的効果に加えて、スキャンアンテナ5Bを使用して荷物21Aの移動方向を検知可能にするとともに、荷物21Aに送信する質問波RWの方向を荷物21Aの移動に合わせるように送信可能とした。これにより、リーダライタ1BとRFIDタグ2Aとの通信時間を長くすることが可能となり、通信エラーの防止や荷物の入出庫管理上の不具合を防止できる。

[0102] 本発明は、上記説明した通り、通信領域内に移動体が移動しているときにのみ質問波を送信するものである。移動体を検知する方法としては別に光センサなどのセンサを利用する手法も考えられるが、リーダライタなどのタグ通信装置とは別に外部に装置が必要となったり、外部入力あるいは特定の通信コマンドが必要となる。これに対して本発明においては、ドップラ計測を使用しているため特別な入出力を必要としない。

[0103] 更に、本発明は、タグ通信装置の通信領域内であれば移動体の移動を検知可能であるため、例えば、通信領域内で停止していた物体が移動を開始したような場合であっても、移動を開始した時点でこの物体と通信が可能となる。このようなシステムを、光センサなどのセンサを使用して実現しようとしたならば、タグ通信装置の通信領域を全て網羅するように多くのセンサを設置しなければならず、システムの大型化及びコスト増を招来する。これに対し、本発明は、移動体検知にタグ通信と同じ電波を用いることが可能であるので、通信領域とほぼ同等の領域を同一のアンテナでカバーすることができ、その結果、システムの小型化及びコストの点で優れている。

図面の簡単な説明

[0104] [図1]本発明の一の実施形態に係るリーダライタの概略構成を示すブロック図。

[図2]リーダライタが質問波を送信する状態を説明するための模式図であり、(a)は搬送される荷物が通信領域内に入った状態、(b)は該荷物が通信領域から出た状態をそれぞれ示す。

[図3]通信領域内にタグが付されかつ停止している荷物がある場合にリーダライタに

において停止タグを判別する状態を説明するための模式図であり、(a)は搬送される荷物が通信領域内に入り該荷物に付されたタグと停止タグの双方と通信している状態、(b)は該荷物が通信領域から出て停止タグを検知している状態をそれぞれ示す。

[図4]通信領域内にタグが付されていない荷物が入った場合にリーダライタがタグ無し荷物が移動したことを検知する状態を説明するための模式図である。

[図5]リーダライタにおける移動体検知処理及びタグ間通信処理を示すフロー図である。

[図6]リーダライタがタグとの距離に応じて質問波の送信電力を高く設定して送信した状態を示す模式図であり、(a)は通信領域内にタグが付された荷物が入り該タグと停止タグの双方と通信している状態、(b)はタグ無し荷物が通信領域内に入り停止タグと通信している状態をそれぞれ示す。

[図7]リーダライタがタグとの距離に応じて質問波の送信電力を低く設定して送信した状態を示す模式図であり、(a)は通信領域内にタグが付された荷物が入り該タグとのみ通信している状態、(b)はタグ無し荷物が通信領域内に入り通信を行っていない状態をそれぞれ示す。

[図8]リーダライタがタグとの距離に応じて質問波の送信電力を調整する動作を示すフロー図である。

[図9]リーダライタにおける通信空振り検知処理を示すフロー図である。

[図10]本発明の他の実施形態に係るリーダライタの概略構成を示すブロック図である。

[図11]スキャンアンテナの概要を示す模式図である。

[図12]スキャンアンテナのスキャンの状態を示す模式図である。

[図13]リーダライタにおける荷物の移動方向検知処理を示すフロー図である。

[図14]リーダライタが移動方向検知処理を行った後タグが付された荷物との通信状態を示す模式図であり、(a)は荷物が通信領域に接近して行く状態、(b)は荷物がリーダライタの略正面に位置している状態、(c)は荷物が通信領域から遠ざかって行く状態をそれぞれ示す。

符号の説明

- [0105] 1A、1B リーダライタ(タグ通信装置)
2A、2B RFIDタグ
3A、3B ドップラモジュール
5A アンテナ
5B スキャンアンテナ
7 信号処理部
8 タグ通信制御部
9 送受信部
10 スキャンアンテナ制御部
21A、21B 荷物
RW 質問波
CW 送信波
A 通信領域

請求の範囲

- [1] 所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信装置であって、
送信波とその反射波とからドップラ信号を得るドップラ計測手段と、
前記ドップラ計測手段によりドップラ信号が得られた場合には質問波を送信し、前記ドップラ計測手段によりドップラ信号が得られないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御手段と、
を備えることを特徴とするタグ通信装置。
- [2] 所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信装置であって、
複数の周波数の送信波とそれぞれの反射波とから周波数ごとにドップラ信号を得るドップラ計測手段と、
前記周波数ごとのドップラ信号のうちいずれか2つの周波数のドップラ信号の位相差を検出する位相差検出手段と、
前記位相差検出手段により位相差が検出される場合には質問波を送信し、前記位相差検出手段により位相差が検出されないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御手段と、
を備えることを特徴とするタグ通信装置。
- [3] 所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信装置であって、
第1の周波数の送信波とその反射波とから第1のドップラ信号を得る第1のドップラ計測手段と、
前記第1の周波数とは異なる第2の周波数の送信波とその反射波とから第2のドップラ信号を得る第2のドップラ計測手段と、
前記第1のドップラ信号と前記第2のドップラ信号との位相差を検出する位相差検出手段と、
前記位相差検出手段により位相差が検出される場合には質問波を送信し、前記位相差検出手段により位相差が検出されないときは質問波を送信しないよう質問波の

送信を制御する通信制御手段と、

を備えることを特徴とするタグ通信装置。

- [4] 前記位相差検出手段により位相差が検出されないときに、前記アンテナから送信される質問波に対する応答波の受信の有無を検出し、この応答波の受信が有る場合には、前記所定の通信領域内に停止しているRFIDタグが存在することを検出する停止タグ検出手段を備え、

前記通信制御手段は、前記停止タグ検出手段による検出後に質問波の送信を停止することを特徴とする請求項2あるいは3に記載のタグ通信装置。

- [5] 前記位相差検出手段により位相差が検出された後、前記アンテナから送信される質問波に対する応答波の受信の有無を検出し、この応答波の受信がない場合には、前記所定の通信領域内をRFIDタグが付されていない移動体が移動したことを検出するタグ無し移動検出手段を備え、

前記通信制御手段は、前記タグ無し移動検出手段による検出後に質問波の送信を停止することを特徴とする請求項2あるいは3に記載のタグ通信装置。

- [6] 前記位相差検出手段により検出された位相差から移動体とアンテナとの距離を算出する距離算出手段と、

前記距離算出手段により算出された距離に応じて無線通信時の質問波の送信電力を調整する送信電力調整手段と、

を備えることを特徴とする請求項2あるいは3に記載のタグ通信装置。

- [7] 前記位相差検出手段により検出された位相差から移動体とアンテナとの距離を算出する距離算出手段と、

前記距離算出手段により算出された距離に応じて無線通信時の質問波の送信電力を調整する送信電力調整手段と、

を備えることを特徴とする請求項4あるいは5に記載のタグ通信装置

- [8] 前記位相差検出手段により位相差を検出し、かつRFIDタグから応答波を受信しなかった場合に、通信異常と判断する通信異常検出手段を備えることを特徴とする請求項2あるいは3に記載のタグ通信装置。

- [9] 前記アンテナは、複数のアンテナ素子からなり、前記送信波のビームをスキャンす

るスキャンアンテナであって、

前記スキャンアンテナのスキャン角に基づき送信波の指向方向を制御するスキャンアンテナ制御手段を有し、

前記通信制御手段は、前記位相差検出手段が位相差を検出した場合に、その検出した際の前記スキャンアンテナのスキャン角を取得し、このスキャン角に応じて質問波の指向角を設定して質問波を送信するものであり、

前記指向角の遷移に基づき前記移動体の移動方向を検知する移動方向検知手段を備えることを特徴とする請求項2あるいは3に記載のタグ通信装置。

[10] 前記通信制御手段は、前記移動方向検知手段により検知した移動方向に応じて質問波の指向角を遷移させることを特徴とする請求項2あるいは3に記載のタグ通信装置。

[11] 所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信方法であって、

送信波とその反射波とからドップラ信号を得るドップラ計測工程と、

前記ドップラ計測工程によりドップラ信号が得られた場合には質問波を送信し、前記ドップラ計測工程によりドップラ信号が得られないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御工程と、

を備えることを特徴とするタグ通信方法。

[12] 所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信方法であって、

複数の周波数の送信波とそれぞれの反射波とから周波数ごとにドップラ信号を得るドップラ計測工程と、

前記周波数ごとのドップラ信号のうちいずれか2つの周波数のドップラ信号の位相差を検出する位相差検出工程と、

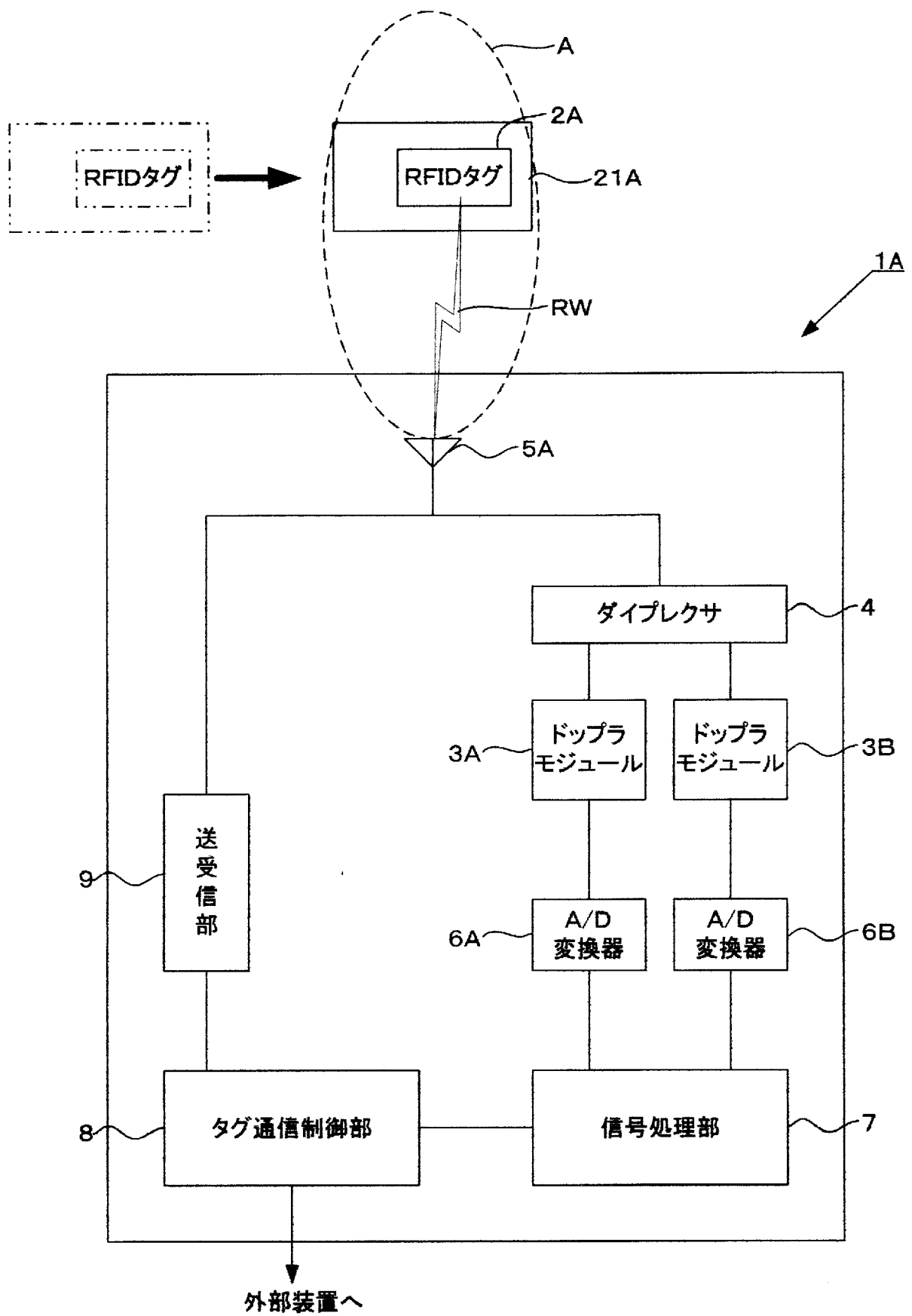
前記位相差検出工程により位相差が検出される場合には質問波を送信し、前記位相差検出工程により位相差が検出されないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御工程と、

を備えることを特徴とするタグ通信方法。

- [13] 所定の通信領域内においてRFIDタグが付された移動体へアンテナから質問波を送信して前記RFIDタグとの無線通信を行うタグ通信方法であって、
- 第1の周波数の送信波とその反射波とから第1のドップラ信号を得る第1のドップラ計測工程と、
- 前記第1の周波数とは異なる第2の周波数の送信波とその反射波とから第2のドップラ信号を得る第2のドップラ計測工程と、
- 前記第1のドップラ信号と前記第2のドップラ信号との位相差を検出する位相差検出工程と、
- 前記位相差検出工程により位相差が検出される場合には質問波を送信し、前記位相差検出工程により位相差が検出されないときは質問波を送信しないよう質問波の送信を制御する通信制御工程と、
- を備えることを特徴とするタグ通信方法。
- [14] 前記位相差検出工程により位相差が検出されないときに、前記アンテナから送信される質問波に対する応答波の受信の有無を検出し、この応答波の受信が有る場合には、前記所定の通信領域内に停止しているRFIDタグが存在することを検出する停止タグ検出工程を備え、
- 前記通信制御工程は、前記停止タグ検出工程による検出後に質問波の送信を停止することを特徴とする請求項12あるいは13に記載のタグ通信方法。
- [15] 前記位相差検出工程により位相差が検出された後、前記アンテナから送信される質問波に対する応答波の受信の有無を検出し、この応答波の受信がない場合には、前記所定の通信領域内をRFIDタグが付されていない移動体が移動したことを検出するタグ無し移動検出工程を備え、
- 前記通信制御工程は、前記タグ無し移動検出工程による検出後に質問波の送信を停止することを特徴とする請求項12あるいは13に記載のタグ通信方法。
- [16] 前記位相差検出工程により検出された位相差から移動体とアンテナとの距離を算出する距離算出工程と、
- 前記距離算出工程により算出された距離に応じて無線通信時の質問波の送信電力を調整する送信電力調整工程と、

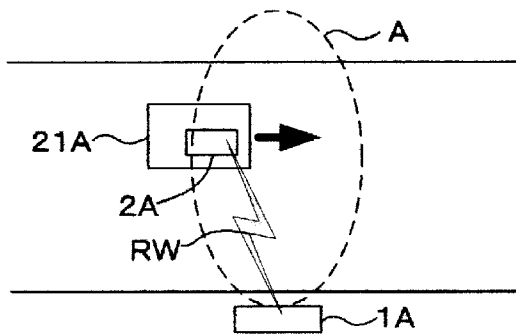
- を備えることを特徴とする請求項12あるいは13に記載のタグ通信方法。
- [17] 前記位相差検出工程により検出された位相差から移動体とアンテナとの距離を算出する距離算出工程と、
- 前記距離算出工程により算出された距離に応じて無線通信時の質問波の送信電力を調整する送信電力調整工程と、
- を備えることを特徴とする請求項14あるいは15に記載のタグ通信方法。
- [18] 前記位相差検出工程により位相差を検出し、かつRFIDタグから応答波を受信しなかった場合に、通信異常と判断する通信異常検出工程を備えることを特徴とする請求項12あるいは13に記載のタグ通信方法。
- [19] 前記アンテナは、複数のアンテナ素子からなり、前記送信波のビームをスキャンするスキャンアンテナであって、
- 前記スキャンアンテナのスキャン角に基づき送信波の指向方向を制御するスキャンアンテナ制御工程を有し、
- 前記通信制御工程は、前記位相差検出工程が位相差を検出した場合に、その検出した際の前記スキャンアンテナのスキャン角を取得し、このスキャン角に応じて質問波の指向角を設定して質問波を送信し、
- 前記指向角の遷移に基づき前記移動体の移動方向を検知することを特徴とする請求項12あるいは13に記載のタグ通信方法。
- [20] 前記通信制御工程は、前記移動方向検知により検知した移動方向に応じて質問波の指向角を遷移させることを特徴とする請求項12あるいは13に記載のタグ通信方法。

[図1]

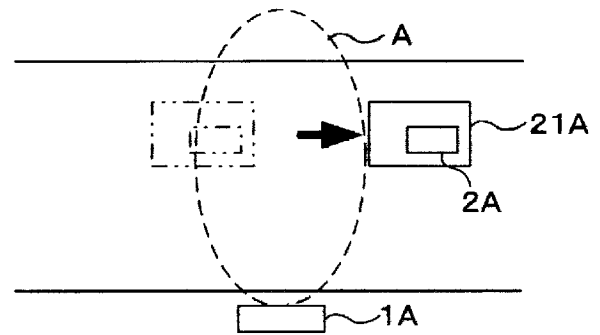


[図2]

(a)

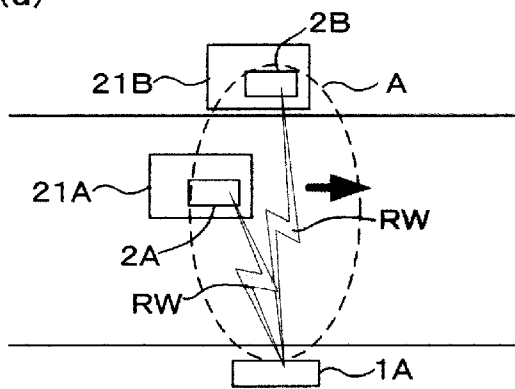


(b)

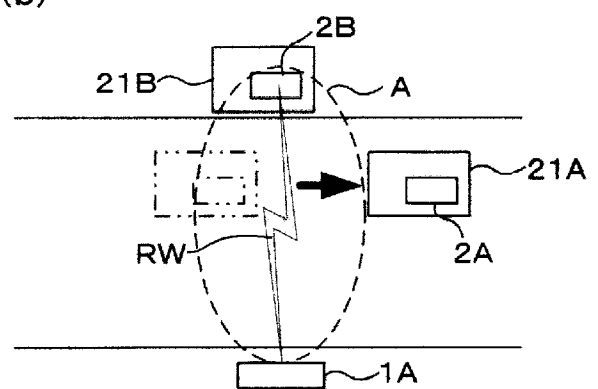


[図3]

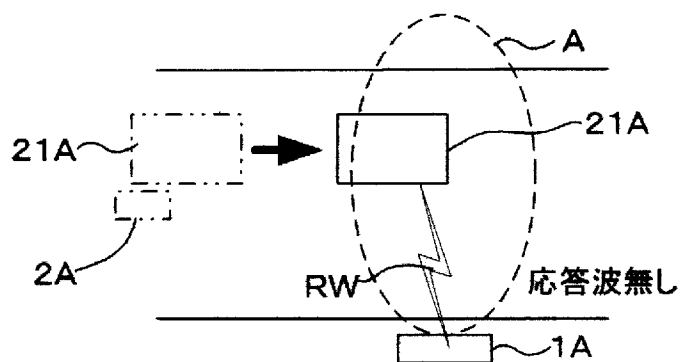
(a)



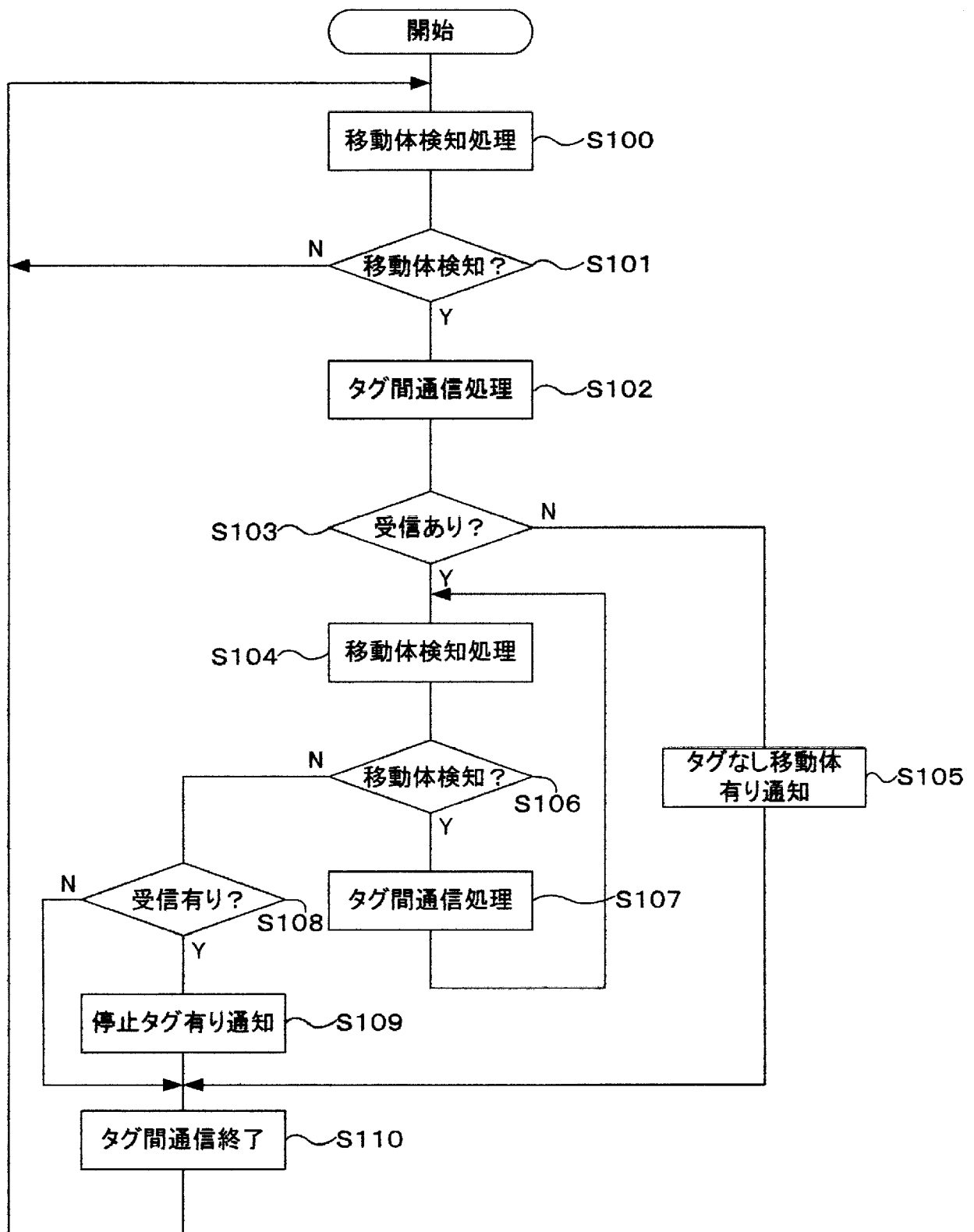
(b)



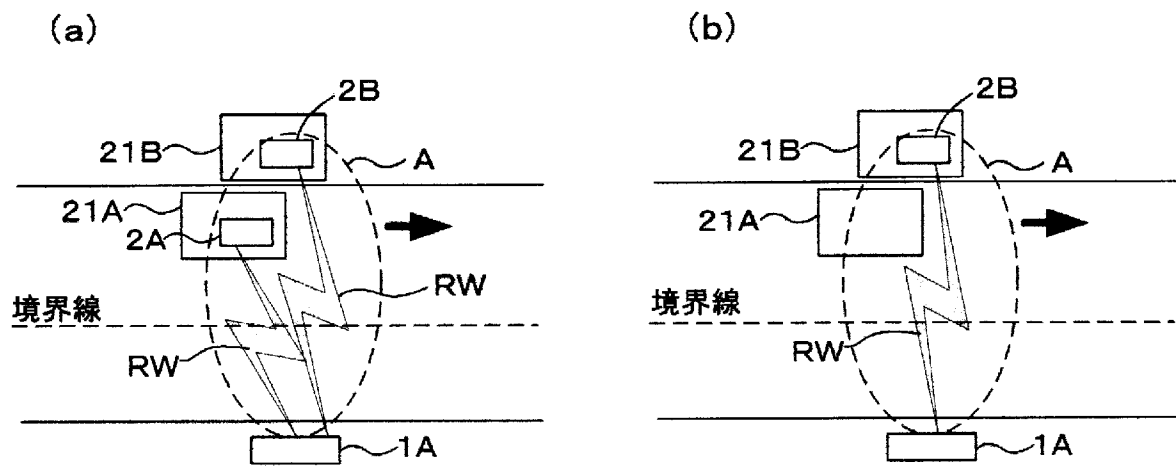
[図4]



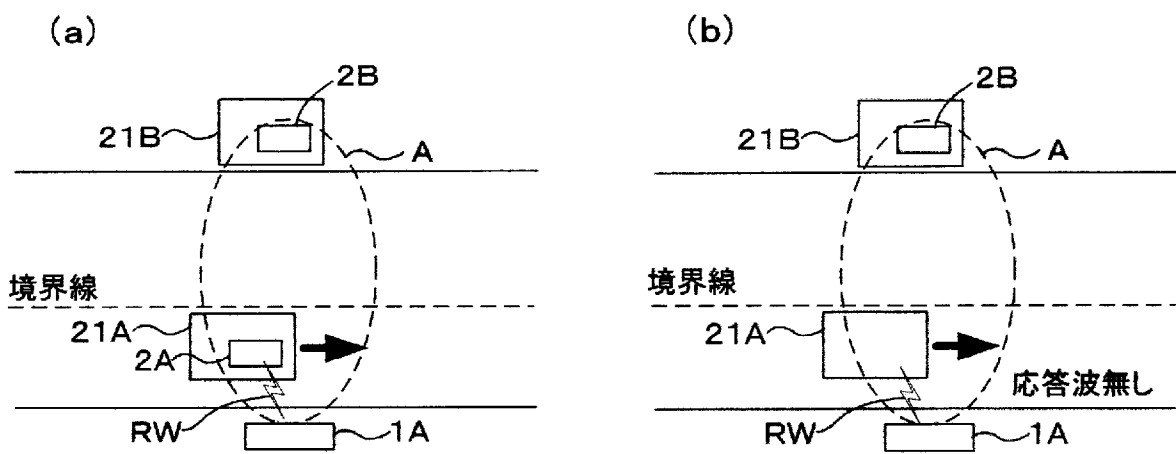
[図5]



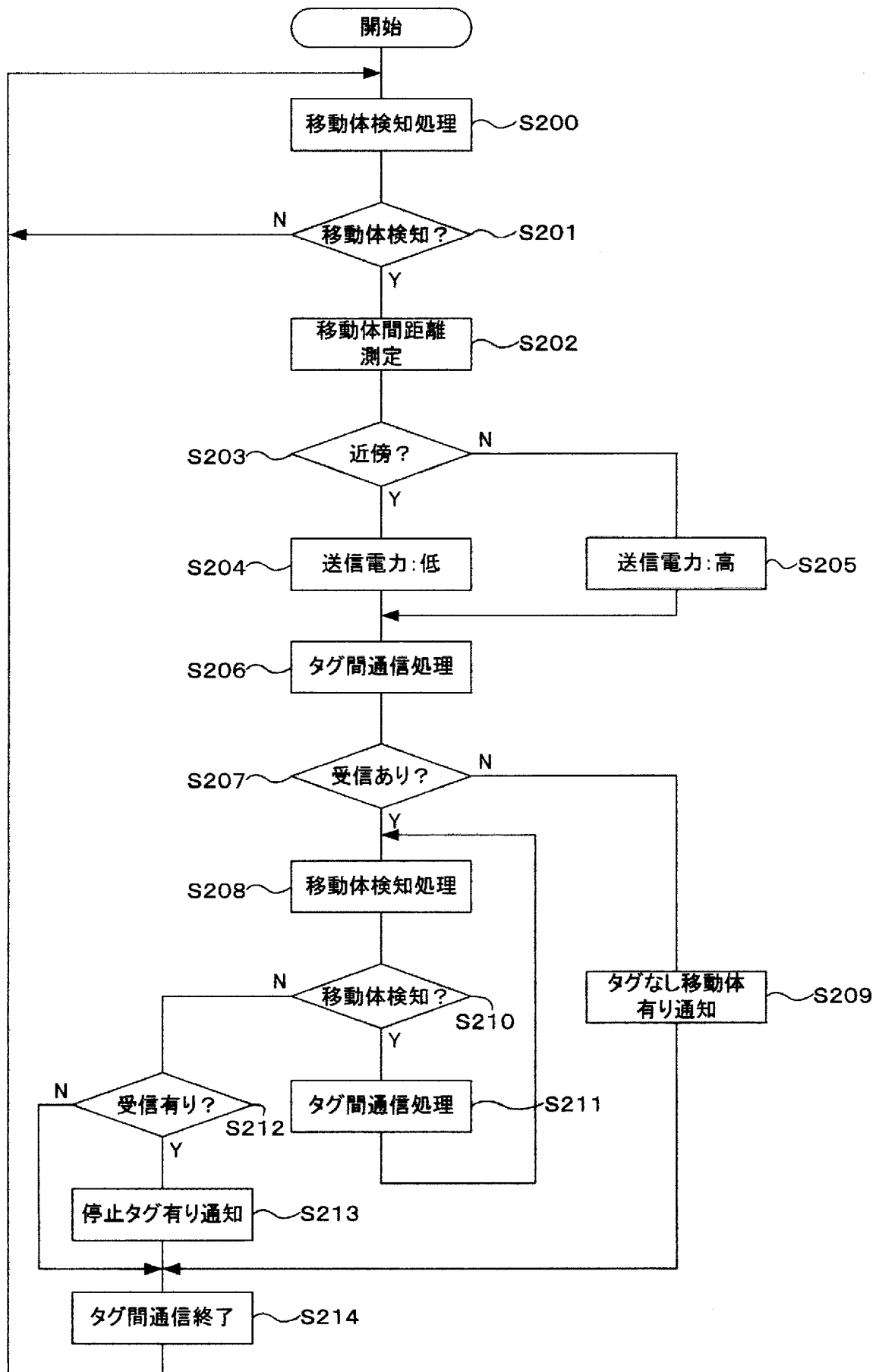
[図6]



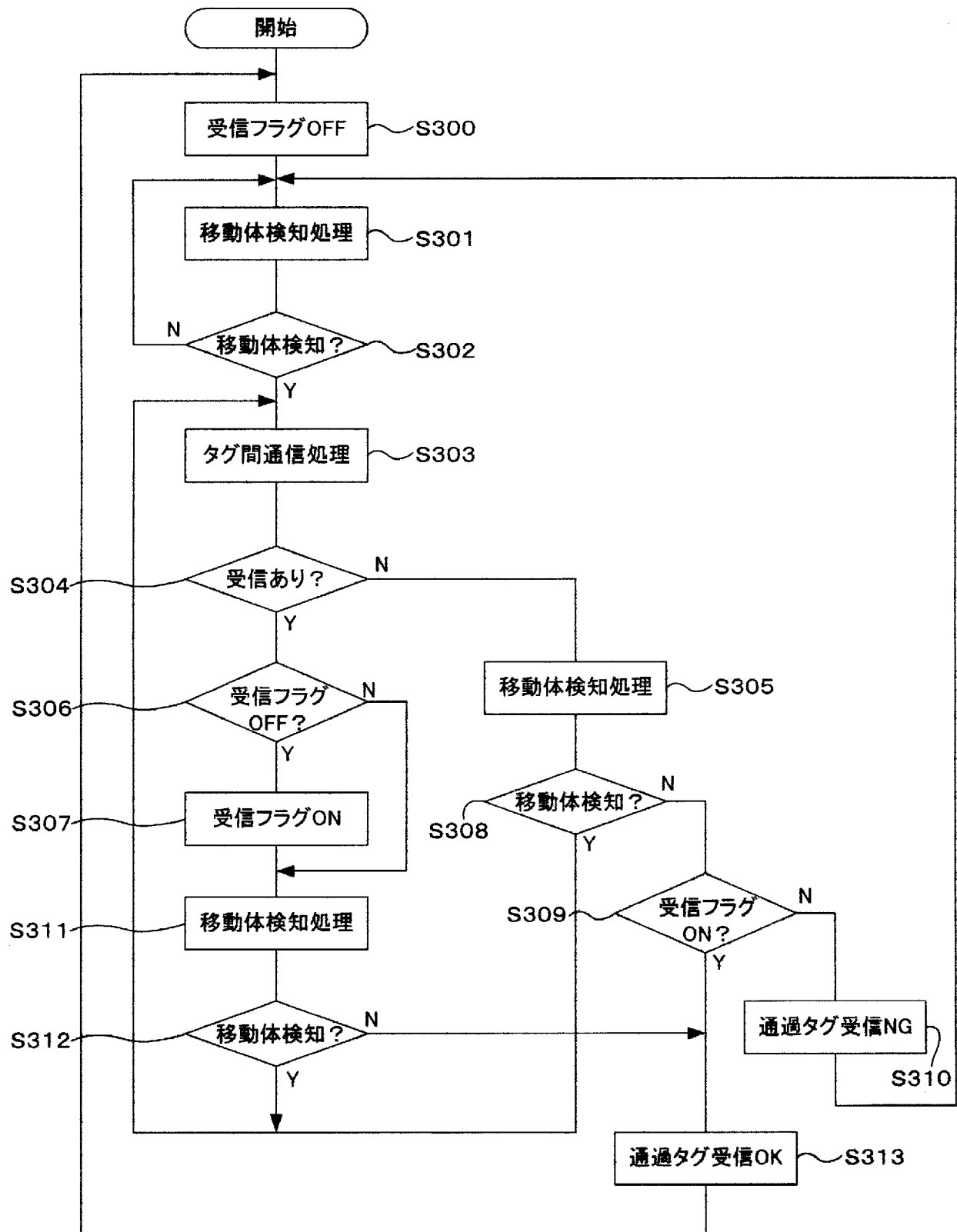
[図7]



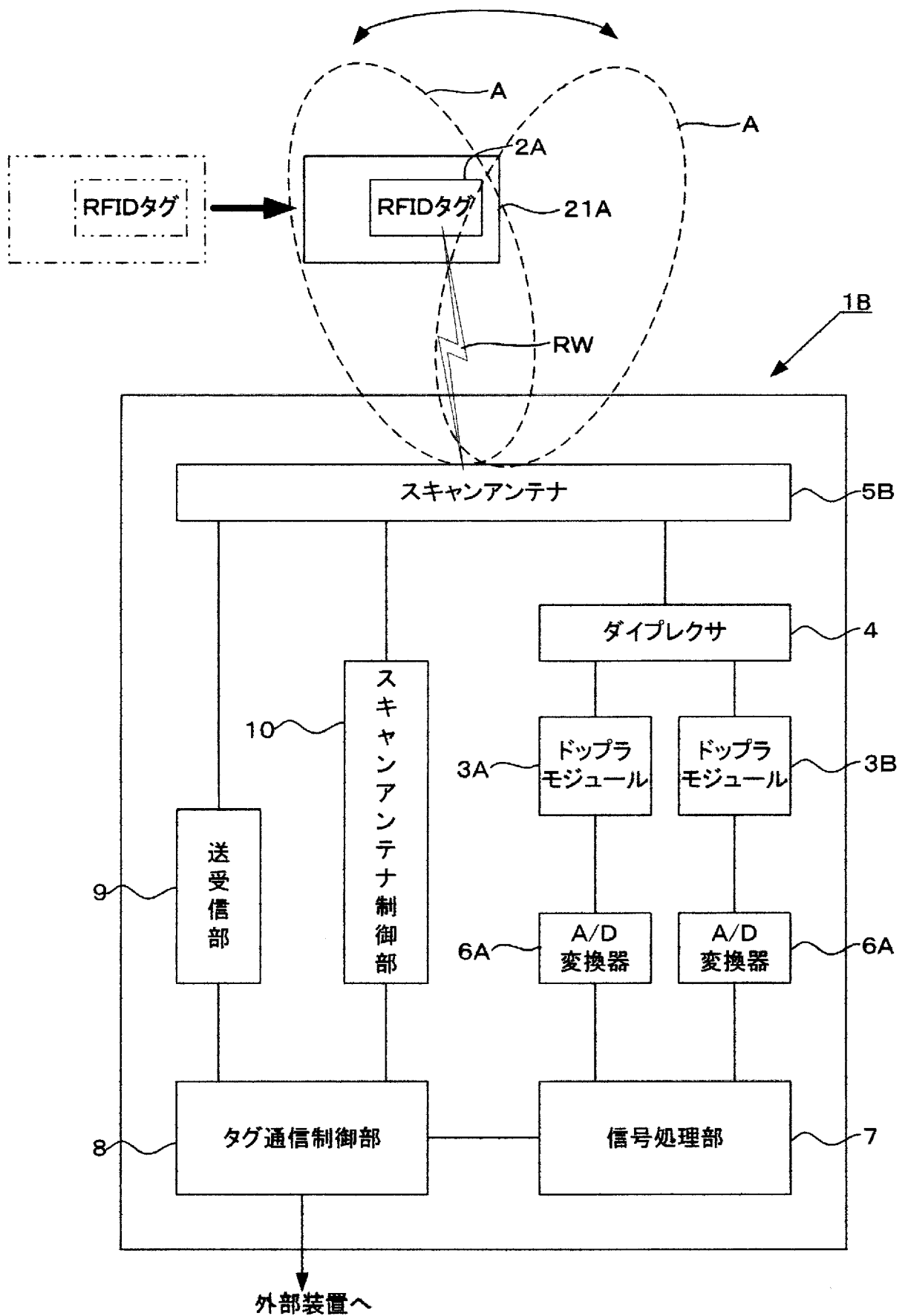
[図8]



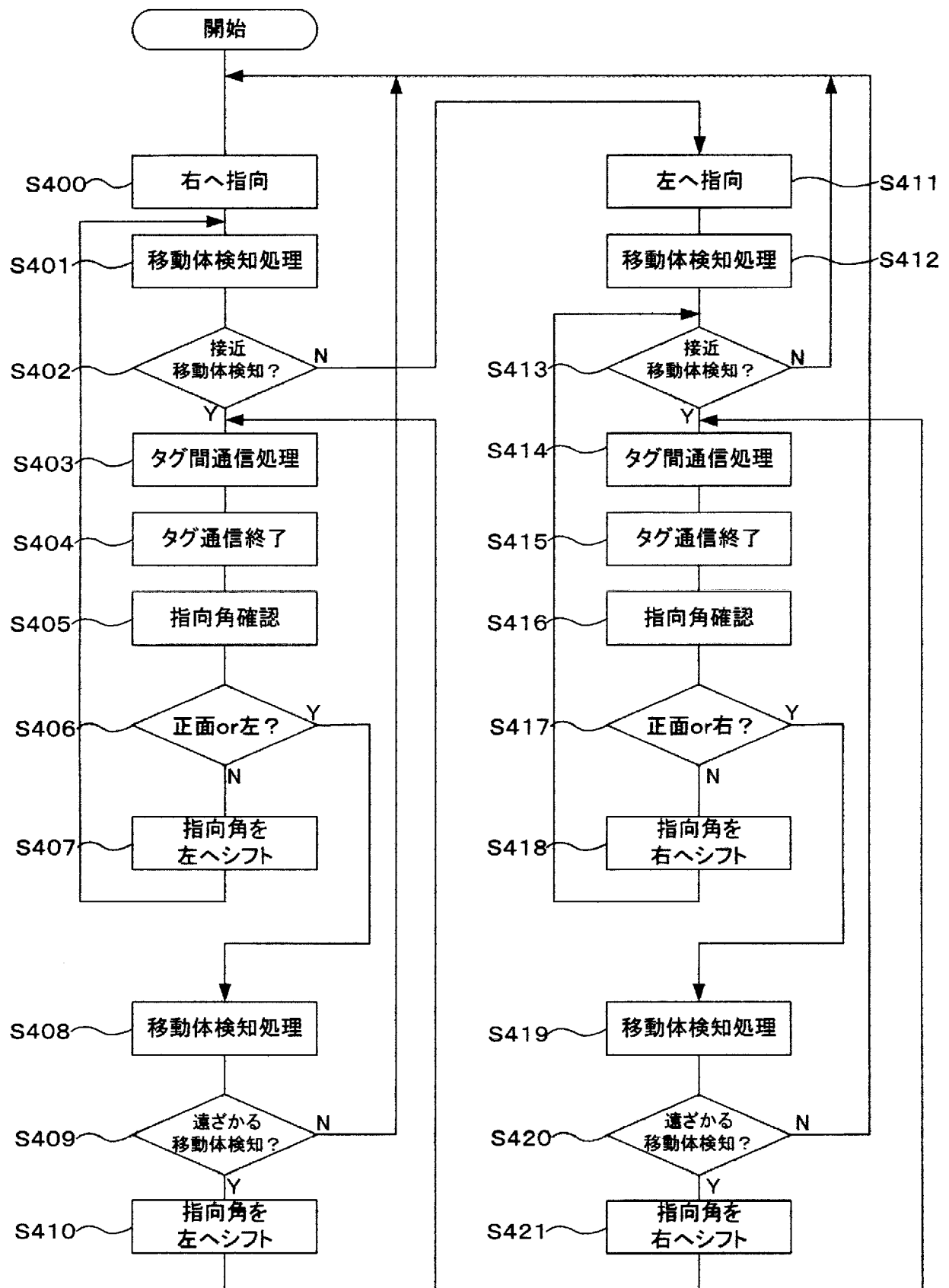
[図9]



[図10]

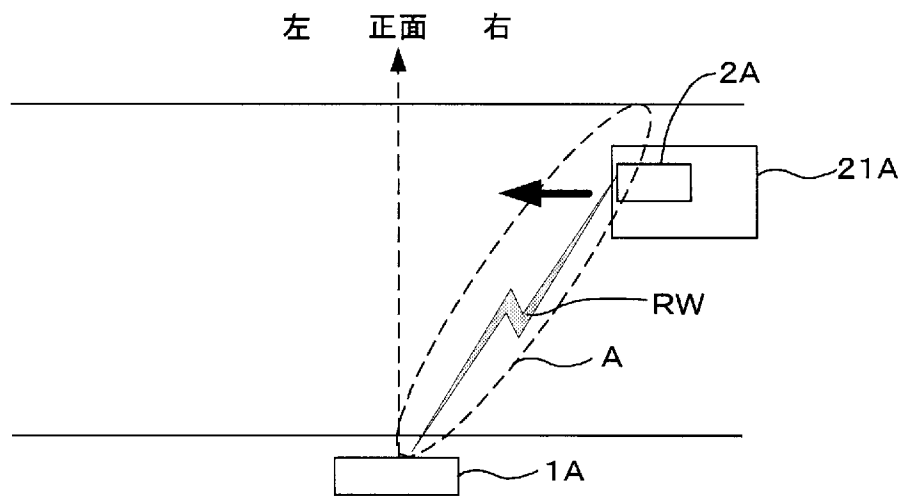


[図13]

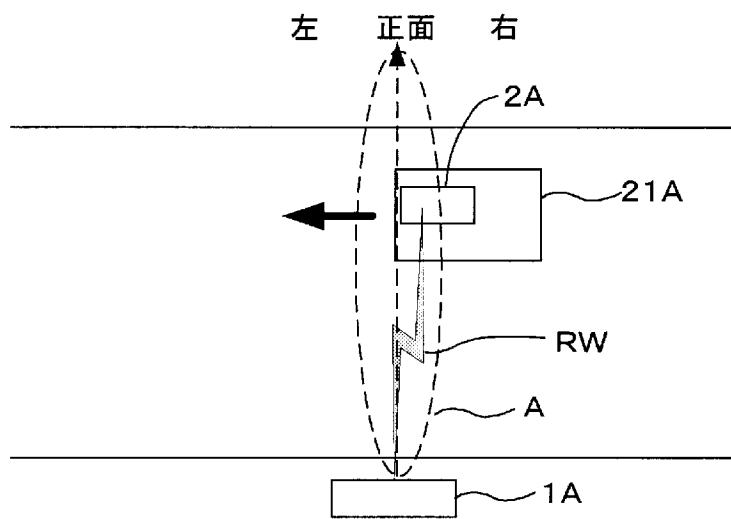


[図14]

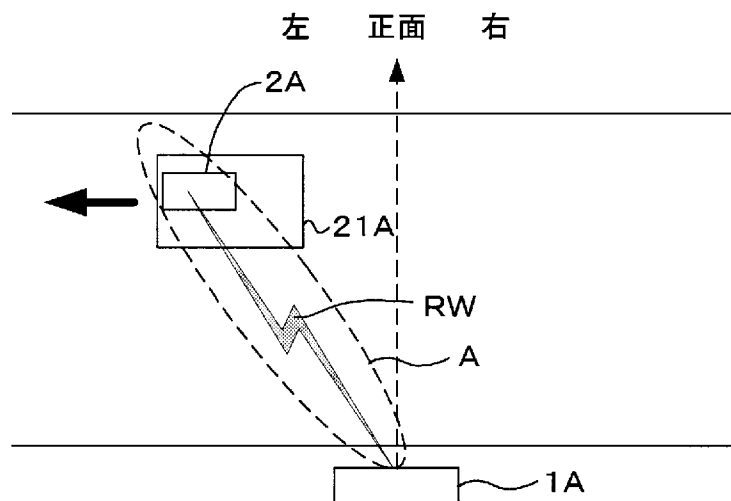
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/054868

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01V3/00(2006.01)i, G01S13/38(2006.01)i, G01S13/50(2006.01)i, G01V15/00(2006.01)i, G06K17/00(2006.01)i

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)

G01V3/00, G01S13/38, G01S13/50, G01V15/00, G06K17/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2007-128390 A (NOSS Corp.), 24 May, 2007 (24.05.07), Par. No. [0020] (Family: none)	1, 11 2-10, 12-20
Y A	JP 2002-48863 A (Yokogawa Denshikiki Co., Ltd.), 15 February, 2002 (15.02.02), Full text; all drawings (Family: none)	1, 11 2-10, 12-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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
01 May, 2008 (01.05.08)

Date of mailing of the international search report
20 May, 2008 (20.05.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01V3/00(2006.01)i, G01S13/38(2006.01)i, G01S13/50(2006.01)i, G01V15/00(2006.01)i,
G06K17/00(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 (I P C))

Int.Cl. G01V3/00, G01S13/38, G01S13/50, G01V15/00, G06K17/00

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
Y A	JP 2007-128390 A (株式会社ノス) 2007.05.24, 【0020】 (ファミリーなし)	1, 11 2-10, 1 2-20
Y A	JP 2002-48863 A (横河電子機器株式会社) 2002.02.15, 全文・全図 (ファミリーなし)	1, 11 2-10, 1 2-20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

「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
「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
「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)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 1 . 0 5 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 5 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

田中 秀直

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 2

2 J

3 4 0 9