

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-194696

(P2012-194696A)

(43) 公開日 平成24年10月11日(2012.10.11)

(51) Int.Cl.
G06K 17/00 (2006.01)

F I
G06K 17/00

テーマコード (参考)
5B058

審査請求 有 請求項の数 19 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2011-57112 (P2011-57112)
(22) 出願日 平成23年3月15日 (2011. 3. 15)

(71) 出願人 000002945
オムロン株式会社
京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
801番地
(74) 代理人 100091409
弁理士 伊藤 英彦
(74) 代理人 100096792
弁理士 森下 八郎
(74) 代理人 100091395
弁理士 吉田 博由
(72) 発明者 山▲崎▼ 一志
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
動堂町801番地 オムロン株式会社内
Fターム(参考) 5B058 CA17 KA29

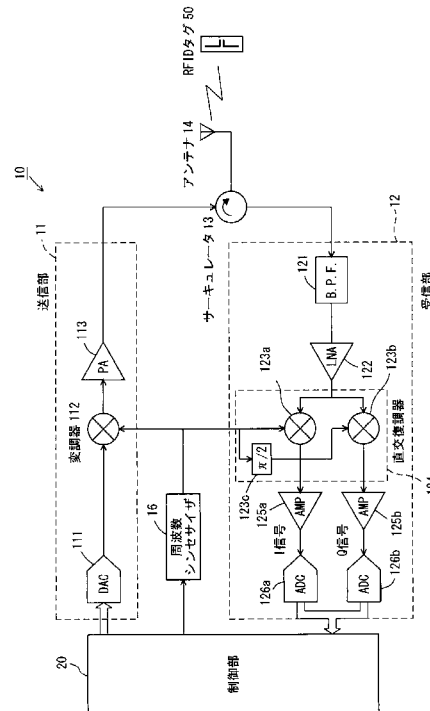
(54) 【発明の名称】RFIDリーダライタ、RFIDシステムおよび通信方法

(57) 【要約】

【課題】低周波機器によるノイズの影響を受けないRFIDリーダライタを提供する。

【解決手段】RFIDリーダライタ10は、RFIDタグへの送信信号を送信する送信部11と、送信信号に基づくRFIDタグからの受信信号を受信する受信部12とを備える。送信部11は搬送波を送信する。RFIDリーダライタ10は、受信部12で受信した受信信号のノイズを検出する検出部を有し、RFIDタグとの通信に先立ち、送信部11からの搬送波を出力している状態で、検出部で受信信号に含まれるノイズを検出するよう送信部と検出部とを制御する制御部20を含む。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

R F I D タグへの送信信号を送信する送信部と、前記送信信号に基づく前記 R F I D タグからの受信信号を受信する受信部と、前記受信部で受信した受信信号のノイズを検出する検出部とを備える R F I D リーダライタであって、

前記送信部は搬送波を送信し、

前記検出部が、前記 R F I D タグとの通信に先立ち、前記送信部からの搬送波を出力している状態で前記受信信号に含まれるノイズを検出するよう、前記送信部と前記検出部とを制御する制御手段を含む、R F I D リーダライタ。

【請求項 2】

前記送信部が出力する搬送波の周波数が、前記 R F I D タグとの通信に用いる送信信号の搬送波周波数である請求項 1 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 3】

前記受信部は前記 R F I D タグから受信した受信信号を復調する復調手段を含み、

前記復調手段は、前記受信信号を両側波帯信号として復調し、

前記検出部は、前記復調手段が復調した復調信号を測定してノイズを検出する、請求項 1 または 2 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 4】

前記受信部は前記 R F I D タグから受信した受信信号を復調する復調手段を含み、

前記復調手段は、前記受信信号を単側波帯信号として復調し、

前記検出部は、前記復調器が復調した復調信号を測定してノイズを検出する、請求項 1 または 2 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 5】

前記復調手段は、前記送信器が出力する搬送波より高い周波数のノイズを上側波帯 (U S B) 信号、出力する搬送波より低い周波数のノイズを下側波帯 (L S B) 信号として独立して復調し、

前記検出部は前記復調手段が復調した復調信号を測定する、請求項 4 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 6】

前記検出部は前記復調信号の有するノイズの周波数を解析する、周波数解析手段を含む、請求項 3 ~ 5 のいずれかに記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 7】

前記周波数解析手段の解析結果に基づき、最もノイズの少ない周波数帯を算出する、周波数算出手段を含む、請求項 6 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 8】

前記周波数算出手段の算出結果に応じて前記 R F I D タグとの通信パラメータを設定する、通信パラメータ設定手段を含む、請求項 7 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 9】

前記通信パラメータは、前記 R F I D タグから返信される信号として、サブキャリアを用いるか用いないかを設定する、請求項 8 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 10】

前記周波数解析手段の解析結果に基づき、前記 R F I D タグから返信される信号のサブキャリアの周波数を設定する、請求項 6 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 11】

前記通信パラメータは、前記 R F I D タグから返信される信号のサブキャリアの周波数を設定する、請求項 8 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 12】

前記通信パラメータは、前記 R F I D タグから返信される信号の通信速度を設定する、請求項 8 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

前記検出部の検出したノイズの周波数を外部機器へ出力する、請求項 6 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 1 4】

R F I D タグへの送信信号を送信する送信部と、前記送信信号に基づく前記 R F I D タグからの受信信号を受信する受信部とを備える R F I D リーダライタの前記 R F I D タグとの通信方法であって、

送信部から搬送波を送信するステップと、

前記 R F I D タグとの通信に先立ち、送信部からの搬送波を出力している状態で受信信号に含まれるノイズを検出するステップと、

検出されたノイズの少ない周波数で R F I D タグと通信するステップとを含む、通信方法。 10

【請求項 1 5】

前記検出されたノイズの少ない周波数で R F I D タグと通信するステップは、ノイズの少ない周波数を選択する通信パラメータを設定するステップを含む、請求項 1 4 に記載の通信方法。

【請求項 1 6】

前記検出部の検出結果に基づいて前記 R F I D タグとの通信条件を設定する設定手段を含む、請求項 1 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 1 7】

前記設定手段は前記受信信号に含まれるノイズを分析するノイズ分析手段を含む、請求項 1 6 に記載の R F I D リーダライタ。 20

【請求項 1 8】

前記ノイズ分析手段の分析結果に応じて前記通信条件として通信パラメータを設定する通信パラメータ設定手段を含む、請求項 1 7 に記載の R F I D リーダライタ。

【請求項 1 9】

請求項 1 ~ 1 3 および 1 6 ~ 1 8 のいずれかに記載の R F I D リーダライタと、前記 R F I D リーダライタと通信する R F I D タグとを含む、R F I D システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】 30

この発明は R F I D リーダライタ、R F I D システムおよび通信方法に関し、特にノイズの影響を受け難い R F I D リーダライタ、R F I D システムおよび通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の R F I D リーダライタと R F I D タグとから成る R F I D システムがたとえば、特開 2 0 1 0 - 3 5 0 3 8 号公報（特許文献 1）や、特許第 3 8 7 4 0 0 7 号公報（特許文献 3）に開示されている。

【0003】

また無線基地局装置間の通信に用いる通信チャネルを設定する通信チャネル設定方法がたとえば、特開 2 0 0 3 - 7 0 0 5 6 号公報（特許文献 2）に開示されている。 40

【0004】

特許文献 1 は、タグとの通信に先立ちキャリアセンスを行い、複数の周波数チャネルの受信電力強度を測定し周波数チャネルの空き状態を調べ、その結果に応じてタグとの通信に使用する周波数チャネルを決めることで良好な通信環境を確保している。キャリアセンスは、任意の周波数チャネルを他の R F I D システムが使用しているか否かを調べるためのものであるが、任意の周波数チャネルのノイズの分布を調べる手段としても有用である。

【0005】

例えばタグとの通信に先立ち、キャリアセンスを行いノイズのすくない周波数チャネルを調べ、その周波数チャネルでタグとの通信ができるように、使用する周波数チャネル、 50

サブキャリア（副搬送波）の周波数、通信速度などを制御することで良好な通信環境が確保できる。なお、キャリアセンスはリーダライタが受信状態、即ち電波を発射していない状態で実施している。

【0006】

特許文献2は、無線基地局装置間の通信に用いる通信チャネルを設定する通信チャネル設定方法が示されている。特許文献2では、他の無線基地局装置に対する通信に用い得る送信帯域中の雑音レベルと、他の無線基地局装置からの通信に用い得る受信帯域中の雑音レベルを測定し、測定した雑音レベルが所定の閾値より小さい送信帯域中の送信チャネルと受信帯域中の受信チャネルとを選択している。

【0007】

特許文献2では、使用できるチャネルの帯域幅に応じて、伝送すべきデータの伝送レートを可変するような制御は行わず、伝送すべきデータの伝送レートに応じて使用するチャネルの帯域幅を制御している。

【0008】

特許文献3はタグとの通信に先立ち、搬送波のみを送出する通信待機状態を設定する待機処理手段と、前記通信待機状態下で得られた受信信号のレベルをノイズレベルとして抽出するノイズレベル抽出手段とを具備しており、こうして得られたノイズレベルを外部に表示または出力するか、または、ノイズレベルが所定値以下となる状態が一定期間続いたことを条件として通信待機状態を終了し、タグとの通信を開始する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2010-35038号公報

【特許文献2】特開2003-70056号公報

【特許文献3】特許第3874007号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従来の良い通信状態を維持するRFIDシステムは上記のように構成されていた。RFIDシステムにおいて従来はノイズとして同一周波数帯のノイズを想定していた。例えば他のRFIDシステムやその他無線局で使用している電波、さらにそれらのスプリアス成分、副次的に発射している電波成分（無線機の受信回路から漏れ出る局部発信器信号等）などを想定していた。

【0011】

しかしながら、発明者らは、実験を通じてRFIDシステムにとっては低周波機器、例えばインバータ機器などもRFIDシステムの通信を妨害するノイズ源となり得ることを知った。

【0012】

低周波機器がRFIDシステムの通信を妨害するメカニズムを説明するため、まず、RFIDシステムの通信の原理を説明する。

【0013】

図19はRFIDリーダライタ（以下、「リーダライタ」と省略する）とRFIDタグ（以下、「タグ」と省略する）との通信状態を説明するための図であり、（A）はリーダライタとタグとの間の通信内容を示す模式図であり、（B）はリーダライタからタグへの送信信号を示す図であり、（C）はタグでの動作を示す模式図であり、（D）はタグからリーダライタへの送信信号を示す図である。

【0014】

リーダライタとタグとの通信は、図19（A）に示すように、まずリーダライタからタグに変調波でコマンドが送信される（図19（B））。その後、タグがコマンドを受信してレスポンス信号を送信するときには、リーダライタは無変調波（搬送波）を送信する。

10

20

30

40

50

タグのレスポンス返信は、この搬送波をバックスキャットすることで送信している（図19（C）、（D））。即ち、タグ側からのレスポンスタイミング時には、図19（B）に示すようにリーダライタから搬送波が送出され続けている。

【0015】

さて、低周波機器は低周波で動作している機器である。例えば低周波機器の一例であるインバータ機器は、通常数十kHz～数百kHzのスイッチング周波数で機器が動作している。このようなインバータ機器に搬送波の電波を入射した場合、インバータ機器のスイッチング信号に応じて、入射した搬送波の信号が変調されて反射される現象が発生することを発明者らは発見した。

【0016】

図20はこの現象を示す図である。図20（A）は低周波機器が搬送波の電波aを受信したときに搬送波がスイッチング信号bに応じて変調されて変調波cが出力される状態を示す図であり、図20（B）はリーダライタからの送信搬送波電波と、RFIDシステムとは無関係に発生された低周波機器のノイズと、低周波機器のノイズによりリーダライタからの送信搬送波電波が変調されて生成された変調波（以下、「低周波機器の変調ノイズ」と表現する）の周波数と強度を示す図である。

【0017】

インバータ機器では、スイッチング信号によりスイッチング素子を制御することで、回路のインピーダンスを変化させている。回路のインピーダンスが変化することにより、回路パターンなどから入射した搬送波の電波に対する反射係数は変化し、その反射波は反射係数に応じた変化をした後、回路パターンなどから再び放射されるため、このような現象が発生すると考えられる。

【0018】

このようにして低周波機器で再び放射された反射波はリーダライタのアンテナで受信され、リーダライタ内で復調されるため、ノイズ成分となる。タグからのレスポンス信号は、このノイズ成分に妨害されるため、RFIDシステムの通信を妨害することとなる。

【0019】

この現象を実験で調査した結果を図21に示す。図21は、低周波機器として蛍光灯を用いて、リーダライタのアンテナ部に正対した状態のリーダライタの受信周波数スペクトルを分析した図である。蛍光灯の無い時（A）、蛍光灯から2mのとき（B）、1mのとき（C）のそれぞれの場合を示す。

【0020】

図21に示すように、蛍光灯がないときはノイズは発生しないが、点灯した蛍光灯に近づくにつれてノイズが増え、且つ、そのレベルが大きくなることが判る。

【0021】

次に他の例について説明する。図22は低周波機器としてPCの液晶画面を用いた場合の図21に対応する図である。リーダライタのアンテナ部に正対した状態で、液晶画面から2mのとき（A）と1mのとき（B）における、リーダライタの受信周波数スペクトルを分析している。なお、液晶画面の無い時は、図21（A）の蛍光灯の無い時と同一結果になる。

【0022】

このように低周波機器に搬送波の電波を入射した場合、低周波機器のスイッチング信号に応じて、入射した搬送波の電波が変調されて反射されるため、その変調された電波がリーダライタの受信部で復調され、本来のタグの受信信号とのS/Nが十分に取れずに通信品質が悪化するという問題が発生する。この問題は、ノイズ源となる低周波機器との距離が近い程顕著になる。

【0023】

このような現象に対して上記した各特許文献は対応できない。特許文献1では、ノイズとしてはタグとの通信周波数帯のノイズを前提としている。日本の電波法を例に取って説明すると、例えばUHF帯のRFIDシステムでは、953MHz帯（2011年1月現在）の電波を使

10

20

30

40

50

用しているため、ノイズとしても953MHz帯のノイズがキャリアセンスの対象となる。キャリアセンスの際は搬送波の電波を発射しないため、上記の低周波機器の変調ノイズを測定することができず、上記の問題を解決できない。

【0024】

特許文献2では、他の無線基地局装置に対する通信に用い得る送信帯域中の雑音レベルと、他の無線基地局装置からの通信に用い得る受信帯域中の雑音レベルを測定し、測定した雑音レベルが所定の閾値より小さい送信帯域中の送信チャネルと受信帯域中の受信チャネルとを選択しているが、公知例同様に雑音レベルの測定の際は搬送波の電波を発射しないため、上記の低周波機器の変調ノイズを測定することができず、上記の問題を解決できない。

10

【0025】

特許文献3ではノイズレベル測定時には搬送波を出力しているものの、得られた結果を表示し、またノイズレベルが所定値以下になるまで通信処理を待つという内容であるため、ここでも上記の問題を解決できない。

【0026】

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、インバータ機器のような低周波機器によるノイズの影響を受けないRFIDリーダライタ、RFIDシステム、および、通信方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0027】

20

この発明に係るRFIDリーダライタは、RFIDタグへの送信信号を送信する送信部と、送信信号に基づくRFIDタグからの受信信号を受信する受信部と、受信部で受信した受信信号のノイズを検出する検出部とを備える。送信部は搬送波を送信する。RFIDリーダライタは、検出部が、RFIDタグとの通信に先立ち、送信部からの搬送波を出力している状態で受信信号に含まれるノイズを検出するよう送信部と検出部とを制御する制御手段を含む。

【0028】

好ましくは、送信部が出力する搬送波の周波数が、RFIDタグとの通信に用いる送信信号の搬送波周波数である。

【0029】

30

なお、受信部はRFIDタグから受信した受信信号を復調する復調手段を含み、復調手段は、受信信号を両側波帯信号として復調し、検出部は、復調手段が復調した復調信号を測定してノイズを検出してよい。また、復調手段は、受信信号を単側波帯信号として復調し、検出部は、復調手段が復調した復調信号を測定してノイズを検出してよい。

【0030】

復調手段は、送信器が出力する搬送波より高い周波数のノイズを上側波帯(USB)信号、出力する搬送波より低い周波数のノイズを下側波帯(LSB)信号として独立して復調し、検出部は復調手段が復調した復調信号を測定してもよい。

【0031】

検出部は復調信号の有するノイズの周波数を解析する周波数解析手段を含むのが好ましい。

40

【0032】

さらに好ましくは、周波数解析手段の解析結果に基づき、最もノイズの少ない周波数帯を算出する、周波数算出手段を含むのが好ましい。

【0033】

さらに、周波数算出手段の算出結果に応じてRFIDタグとの通信パラメータを設定する、通信パラメータ設定手段を含んでもよい。

【0034】

通信パラメータは、RFIDタグから返信される信号として、サブキャリアを用いるか用いないかを設定するようにしてもよいし、周波数解析手段の解析結果に基づき、RFI

50

Dタグから返信される信号のサブキャリアの周波数を設定してもよいし、RFIDタグから返信される信号のサブキャリアの周波数を設定してもよいし、RFIDタグから返信される信号の通信速度を設定してもよい。

【0035】

また、検出部の検出したノイズの周波数を外部機器へ出力してもよい。

【0036】

この発明の他の局面においては、通信方法は、RFIDタグへの送信信号を送信する送信部と、送信信号に基づくRFIDタグからの受信信号を受信する受信部とを備えるRFIDリーダライタとRFIDタグとの通信方法である。通信方法は、送信部から搬送波を送信するステップと、RFIDタグとの通信に先立ち、送信部からの搬送波を出力している状態で受信信号に含まれるノイズを検出するステップと、検出されたノイズの少ない周波数でRFIDタグと通信するステップとを含む。

10

【0037】

好ましくは、検出されたノイズの少ない周波数でRFIDタグと通信するステップは、ノイズの少ない周波数を選択する通信パラメータを設定するステップを含む。

【0038】

さらに、RFIDリーダライタは、検出部の検出結果に基づいてRFIDタグとの通信条件を設定する設定手段を含んでもよいし、設定手段は受信信号に含まれるノイズを分析するノイズ分析手段を含んでもよいし、ノイズ分析手段の分析結果に応じて通信条件として通信パラメータを設定する通信パラメータ設定手段を含んでもよい。

20

【0039】

この発明の他の局面においては、RFIDシステムは、上記したRFIDリーダライタと、RFIDリーダライタと通信するRFIDタグとを含んでもよい。

【発明の効果】

【0040】

この発明においては、RFIDタグとの通信に先立ち、送信部からの搬送波を出力している状態で検出部にて受信信号に含まれるノイズを検出するようにしたため、低周波機器の変調ノイズを含めて、ノイズの低い周波数を用いたタグとの通信が可能になる。

【0041】

その結果、低周波機器のノイズの影響を受け難いRFIDリーダライタ、RFIDシステム、および、通信方法を提供できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】この発明の第1および第2実施の形態に係るリーダライタの全体構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示したリーダライタの制御部の構成を示すブロック図である。

【図3】リーダライタの制御部の動作を示すフローチャートである。

【図4】第1実施の形態における復調信号処理部の構成を示すブロック図である。

【図5】ノイズのSSB受信処理を示す図である。

【図6】SSB受信処理をした場合のノイズ分布分析処理方法を示す図である。

40

【図7】SSB受信処理をした場合のノイズ分布分析処理の他の方法を示す図である。

【図8】SSB受信処理をした場合の通信パラメータの一設定例を示す図である。

【図9】SSB受信処理をした場合の通信パラメータの他の設定例を示す図である。

【図10】第2実施の形態における復調信号処理部の構成を示すブロック図である。

【図11】第2実施の形態におけるリーダライタの制御部の動作を示すフローチャートである。

【図12】ノイズのDSB受信処理を示す図である。

【図13】DSB受信処理をした場合のノイズ分布分析処理方法を示す図である。

【図14】DSB受信処理をした場合の通信パラメータの一設定例を示す図である。

【図15】DSB受信処理をした場合の通信パラメータの他の設定例を示す図である。

50

【図 16】第 2 実施の形態における復調信号処理部の他の構成を示すブロック図である。

【図 17】第 3 実施の形態におけるリーダライタの構成を示すブロック図である。

【図 18】第 3 実施の形態におけるリーダライタの制御部の構成を示すブロック図である。

【図 19】従来のリーダライタとタグとの通信状態を説明するための図である。

【図 20】インバータ機器に搬送波の電波を入射した場合に信号が変調されて反射される現象を説明するための図である。

【図 21】低周波機器として蛍光灯を用いて、RFIDリーダライタのアンテナ部に正対した状態のRFIDリーダライタの受信周波数スペクトルを分析した図である。

【図 22】低周波機器としてPCの液晶画面を用いた場合の図 21 に対応する図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0043】

(1) 第 1 実施の形態

以下、この発明の一実施の形態を図面を参照して説明する。ここでは、まず、受信部が単側波帯 (SSB、Single Side Band) 受信を行なう場合について説明する。図 1 はこの場合のRFIDシステムのリーダライタの構成を示すブロック図である。図 1 を参照して、リーダライタ 10 は、送信部 11 と、受信部 12 と、送信部 11 からの送信信号をアンテナ 14 へ導き、アンテナ 14 で受信したタグ 50 からの受信信号を受信部 12 へ導くサーキュレータ 13 と、送信部 11 および受信部 12 に搬送波を供給する周波数シンセサイザ 16 と、送信部 11 および受信部 12 を制御する制御部 20 とを含み、アンテナ 14 を介してタグ 50 との送受信を行なう。

20

【0044】

送信部 11 は、制御部 20 からのデジタル信号をアナログ信号に変換する DA 変換器 111 と、DA 変換器 111 に接続され、送信ベースバンド信号を受けて周波数シンセサイザ 16 からの搬送波を変調する変調器 112 と、パワーアンプ 113 とを含み、パワーアンプ 113 の出力がサーキュレータ 13 に入力される。

【0045】

受信部 12 はサーキュレータ 13 からの受信信号の帯域を制限する帯域制限フィルタ (BPF, Band Pass Filter) 121 と、帯域制限フィルタ 121 に接続されたローノイズアンプ 122 と、ローノイズアンプ 122 からの出力信号と周波数シンセサイザ 16 からの搬送波とを受けて、相互に 90 度位相のずれた信号を出力する直交復調器 124 とを含む。直交復調器 124 は、乗算器 123a, 123b と、相互に直交する信号を復調するために相互の位相をずらせるための $/2$ 位相器 123c とを含む。直交復調器 124 から復調された信号は、それぞれを I 信号および Q 信号として増幅およびデジタル信号に変換するための増幅器 125a, 125b と、AD 変換器 126a, 126b とを経て、I 信号と Q 信号とが一体化されて制御部 20 へ入力される。また、直交復調器 124、増幅器 125a, 125b、AD 変換器 126a, 126b、および、後述する復調信号処理部 25 が復調手段を構成する。

30

【0046】

図 2 は図 1 に示した制御部 20 の詳細を示すブロック図である。図 2 を参照して、制御部 20 は、制御部 20 全体を制御するメイン制御部 21 と、メイン制御部 21 に接続され、送信データを生成する送信データ生成部 22 と、送信データ生成部 22 で生成されたデータを符号化する符号化部 23 とを含み、符号化部 23 の出力が DA 変換器 111 へ出力される。また、メイン制御部 21 には送信するチャンネルを選択するためのチャンネル選択処理部 24 が接続され、その出力が周波数シンセサイザ 16 に出力される。なお、メイン制御部 21 は送信部 11 や受信部 12 の動作も制御する。

40

【0047】

図 1 に示した AD 変換器 126a, 126b からの出力信号は復調信号処理部 25 で復調される。復調信号処理部 25 で復調された信号の一部は、フーリエ変換するために FFT 処理部 26 へ送られ、ノイズ分布を分析するためにノイズ分布分析部 27 へ送られてメ

50

イン制御部 21 へ送られる。復調信号処理部 25 で復調された信号はまた、復号するために復号化部 28 へ入力され、受信処理データ処理部 29 を経てメイン制御部 21 へ入力される。なお、FFT 処理部 26 とノイズ分布分析部 27 とでノイズを検出する検出部、および、周波数解析手段を構成している。

【0048】

次に、リーダライタ 10 の動作、具体的には制御部 20 の動作について説明する。なお、制御部 20 の動作は基本的に、メイン制御部 21 が制御する。図 3 は制御部 20 における動作を示すフローチャートである。図 3 を参照して、まず使用する周波数（リーダライタ 10 がタグに送信する周波数）を決定する（ステップ S11、以下、ステップを省略する）。次に、タグとの通信に先立ち、使用周波数で搬送波を出力している状態で、その周波数帯の電波を一定時間受信する（S12）。具体的には、送信部 11 はアンテナ 14 を介して周波数シンセサイザ 16 からの搬送波を変調器 112 で変調することなく送信する。その状態で受信される受信電波を、アンテナ 14 を介して受信部 12 で受信する。受信部は帯域制限フィルタ 121、ローノイズアンプ 122、直交復調器 124、増幅器 125a, 125b を経て AD 変換器 126a, 126b で I 信号および Q 信号をデジタル信号に変換し（S13）、搬送波の出力を終了する（S14）。

10

【0049】

制御部 20 の復調信号処理部 25 で SSB 受信処理を行なう（S15）。受信した SSB 信号を FFT 処理部 26 で周波数変換し、ノイズ分布分析部 27 でどの周波数範囲のノイズが少ないかを分析する（S16）。

20

【0050】

ノイズ分布分析部 27 での分析結果に基づいてノイズの少ない周波数範囲を算出する（S17）。ノイズの少ない周波数でタグと通信できるように、最適な通信パラメータを設定する（S18）。最適な通信パラメータが設定できるか否かを判断する（S19）。最適な通信パラメータが設定できれば（S19 で可能）、タグへのコマンドを生成して（S20）、タグとの通信を実施する（S21）。

【0051】

最適な通信パラメータが設定できなければ（S19 で不可能）、チャンネル等を切替えて使用周波数を変更して（S22）、S11 に戻り、S12 以降の処理を繰り返す。

【0052】

なお、最適な通信パラメータとしては、サブキャリアの有無、サブキャリアの周波数、通信速度等を含み、タグからの返信信号がノイズの少ない帯域内に収まるようにするパラメータである。この具体的な内容については後述する。

30

【0053】

このようにしてメイン制御部 21 で定められた最適な通信パラメータを送信データ生成部 22 に送り、タグからの返信における最適な通信パラメータをタグへのコマンドとして生成する。その後、タグとの通信を実施する。

【0054】

なお、メイン制御部 21 が制御手段、周波数算出手段、通信パラメータ設定手段、通信条件設定手段として作動する。

40

【0055】

ここで、図 3 において S15 で示した復調信号処理部 25 における SSB 受信処理について説明する。図 4 は復調信号処理部 25 の構成を示すブロック図である。図 4 を参照して、復調信号処理部 25 は、直交復調器 124 で復調された I 信号に対して遅延処理する遅延処理部 251 と、直交復調器 124 で復調された Q 信号にヒルベルト変換処理を行なうヒルベルト変換部 252 と、遅延処理部 251 で遅延処理された I 信号にヒルベルト変換部 252 でヒルベルト変換処理された Q 信号を加える加算器 253 と、遅延処理部 251 で遅延処理された I 信号からヒルベルト変換部 252 でヒルベルト変換処理された Q 信号を減算する減算器 254 とを含み、加算器 253 からの出力を USB 信号（デジタル信号）として出力し、減算器 254 からの出力を LSB 信号（デジタル信号）として出力す

50

る。なお、遅延処理部 2 5 1 は Q 信号のヒルベルト変換処理に要する時間と同様の遅延処理を行なうために設けられている。

【 0 0 5 6 】

なお、SSB 受信処理においては、USB 成分と LSB 成分とは各々独立で処理を行なう。処理の順番は任意である。

【 0 0 5 7 】

このようにして得られた USB 側信号と LSB 側信号とを用いて、後に説明するタグとの通信パラメータを設定する。

【 0 0 5 8 】

次に、SSB 受信処理の内容について説明する。図 5 は SSB 受信処理内容を説明するための図である。図 5 (A) は送信搬送波を基準としたノイズの周波数分布を示す図であり、図 5 (B) はこの信号を上記のように SSB 受信処理をおこなって LSB 成分と USB 成分とを抽出した状態を示す図である。ここでは、送信搬送波の周波数が 9 5 2 . 4 M H z であるものとする。SSB 受信であれば、上記したように、送信搬送波より高い周波数成分のノイズ (USB 側) と低い周波数成分のノイズ (LSB 側) とを分離して受信可能であるため、送信搬送波の周波数が判っていれば、ノイズの正確な周波数分布が判る。この例では、USB 成分と LSB 成分とを測定することで、使用周波数周辺のノイズ分布を正確に把握することができる。

10

【 0 0 5 9 】

図 5 (B) を参照して、送信搬送波の周波数が 9 5 2 . 4 M H z であるため、USB 成分が DC ~ 300kHz でノイズ有であれば、952.4MHz ~ 952.7MHz でノイズ有であり、LSB 成分が 100kHz ~ 400kHz でノイズ有であれば、952.0MHz ~ 952.3MHz でノイズ有となる。これらより、0 ~ 952.0MHz の範囲、952.3MHz ~ 952.4MHz の範囲、952.7MHz 以上の範囲の周波数帯域のノイズが少ないことが判る。したがって、これらの範囲を選んでタグと通信すればノイズの少ない環境で通信が可能になる。

20

【 0 0 6 0 】

次に図 3 において S 1 6 および S 1 7 で示したノイズ分布の分析処理、および、ノイズ成分の少ない周波数範囲を算出する処理について説明する。図 6 はノイズ分布の分析処理を所定の閾値を定めて行なう場合を説明するための図である。今、図 6 に示すようなノイズがあって予め図に示すように閾値が定められているものとする。S 1 7 で示したように、メイン制御部 2 1 は閾値を下回る周波数範囲をノイズの少ない周波数範囲と判定する。

30

【 0 0 6 1 】

図 6 を参照して、USB 成分は 100kHz ~ 500kHz の周波数範囲でノイズが少なく、LSB 成分は 200kHz ~ 400kHz の周波数範囲でノイズが少ないことがわかる。送信搬送波の周波数を f_c とすれば、 $(f_c - 400\text{kHz}) \sim (f_c - 200\text{kHz})$ の範囲、 $(f_c + 100\text{kHz}) \sim (f_c + 500\text{kHz})$ の範囲の 2 つの周波数帯域のノイズが小さいと判定する。

【 0 0 6 2 】

次に、ノイズ分布の分析処理を積分によって判断する場合について説明する、図 7 はこの場合を説明するための図である。ここでは、図 7 に示すように、FFT データ列で積分をとり、その積分値が閾値を超えない範囲 a で、最も広い周波数範囲の取れる区間を、ノイズの少ない周波数範囲と判定する。

40

【 0 0 6 3 】

次に、図 3 の S 1 8 で示したタグからの返信における最適な通信パラメータの設定方法について説明する。タグからリーダライタへの通信パラメータは、リーダライタからタグに送信するコマンドで指定する事ができる。例えば、UHF 帯 R F I D システムの規格である ISO/IEC18000-6 Type C では、リンク周波数 B L F (Link Frequency) とサブキャリアのサイクル数 M (Number of subcarrier cycles per symbol) とをパラメータとして、任意に設定可能である。表 1 および表 2 は、ISO/IEC18000-6 Type C におけるリンク周波数 B L F とサブキャリアのサイクル数 M との値を示す表である。

【 0 0 6 4 】

50

【表 1】

DR: Divide Ratio	TRcal ^a (μs +/- 1%)	BLF: Link Frequency (kHz)	Frequency Tolerance FT (-25 °C to 40 °C)	Frequency Tolerance FT (-40 °C to 65 °C)	Frequency variation during backscatter
64/3	33.3	640	+/- 15%	+/- 15%	+/- 2.5%
	33.3 < TRcal < 66.7	320 < BLF < 640	+/- 22%	+/- 22%	+/- 2.5%
	66.7	320	+/- 10%	+/- 15%	+/- 2.5%
	66.7 < TRcal < 83.3	256 < BLF < 320	+/- 12%	+/- 15%	+/- 2.5%
	83.3	256	+/- 10%	+/- 10%	+/- 2.5%
	83.3 < TRcal ≤ 133.3	160 ≤ BLF < 256	+/- 10%	+/- 12%	+/- 2.5%
	133.3 < TRcal ≤ 200	107 ≤ BLF < 160	+/- 7%	+/- 7%	+/- 2.5%
	200 < TRcal ≤ 225	95 ≤ BLF < 107	+/- 5%	+/- 5%	+/- 2.5%
8	17.2 ≤ TRcal < 25	320 < BLF ≤ 465	+/- 19%	+/- 19%	+/- 2.5%
	25	320	+/- 10%	+/- 15%	+/- 2.5%
	25 < TRcal < 31.25	256 < BLF < 320	+/- 12%	+/- 15%	+/- 2.5%
	31.25	256	+/- 10%	+/- 10%	+/- 2.5%
	31.25 < TRcal < 50	160 < BLF < 256	+/- 10%	+/- 10%	+/- 2.5%
	50	160	+/- 7%	+/- 7%	+/- 2.5%
	50 < TRcal ≤ 75	107 ≤ BLF < 160	+/- 7%	+/- 7%	+/- 2.5%
	75 < TRcal ≤ 200	40 ≤ BLF < 107	+/- 4%	+/- 4%	+/- 2.5%

10

20

【 0 0 6 5 】

【表 2】

M (副搬送波の数)	変調形式	送信速度 (k b / s)
1	FMO (ベースバンド)	BLF
2	ミラー副搬送波	BLF / 2
4	ミラー副搬送波	BLF / 4
8	ミラー副搬送波	BLF / 8

30

【 0 0 6 6 】

図 8 は、ISO/IEC18000-6 Type C に準拠する R F I D システムにおいて、送信搬送波が 952.4MHz で、以下のようなノイズ分布分析結果となった場合に U S B 成分と L S B 成分とにおいて、ある閾値を定めたときのノイズの少ない範囲 (図 8 (A)) と、その場合の通信パラメータの設定方法を示す図 (図 8 (B)) である。

40

【 0 0 6 7 】

図 8 (A) を参照して、USB 成分の 200kHz ~ 600kHz の周波数範囲のノイズが小さく、かつ広い帯域を確保できることがわかる。よって、中心周波数が 400 k H z 近傍で、その両側で帯域幅が 4 0 0 k H z をカバーするように表 1 および表 2 から、通信パラメータを選択する。その結果、BLF=400kHz、M=4 を設定する。この設定では伝送速度は BLF / 4 = 100kbps となる。なお、メイン制御部 2 1 は、ここでは、M の設定においては、帯域幅が伝送速度の 4 倍となる点を考慮して設定する。なお、帯域幅は良好な通信品質を確保できるのであれば、伝送速度の任意の倍数に設定してもよい。

【 0 0 6 8 】

次に、通信パラメータの具体的な他の設定方法について説明する。図 9 はこの場合の図

50

8に対応する図である。ISO/IEC18000-6 Type Cに準拠するRFIDシステムにおいて、送信搬送波が952.4MHzで、図9に示すようなノイズ分布分析結果となった場合である。この例では、LSB成分の240kHz～400kHzの周波数範囲のノイズが小さい。帯域幅は160kHzである。同様に、通信パラメータとしてBLF=320kHz、M=8を設定する。この設定では伝送速度は40kbpsとなる（帯域幅は約160kHz）。

【0069】

なお、図3において、S22において使用周波数を何度か変更してもS19で最適な通信パラメータの設定ができないときは、図示のない表示部にエラーの表示を行ったり、閾値を変更してもよい。

【0070】

(2)第2実施の形態

次にこの発明の第2実施の形態について説明する。上記実施の形態においては、SSBを用いて設定したが、この発明は両側波帯(DSB)においても適用が可能である。この実施の形態においても、リーダライタの全体構成を示すブロック図やリーダライタの制御部の構成を示すブロック図は図1および図2に示したものと同様である。この実施の形態においては、復調信号処理部25の構成が先の実施の形態における図4と異なる。この場合の構成を図10に示す。また、この実施の形態における制御部20の動作を示すフローチャートを図11に示す。

【0071】

図10を参照して、この実施の形態における復調信号処理部25は、直交復調器124で復調されたI信号およびQ信号を入力してI信号およびQ信号の振幅を比較していずれか、振幅の大きい信号をDSB(デジタル信号)として出力するIQ振幅比較部256を含む。

【0072】

次に、この実施の形態における制御部20の動作について説明する。この実施の形態における制御部20の動作は基本的に先の実施の形態と同様であるが、一部異なるため、異なる部分についてのみ説明する。

【0073】

図11を参照して、S31～S34は先の実施の形態におけるS11～S14と同様である。

【0074】

制御部20の復調信号処理部25でDSB受信処理を行なう(S35)。受信したDSB信号のノイズ分布をノイズ分布分析部27で分析し、分析結果に基づいてノイズの少ない周波数範囲を算出する(S36、S37)。ノイズの少ない周波数でタグと通信できるように、メイン制御部21で通信パラメータを設定する(S38)。最適な通信パラメータが設定できるか否かを判断する(S39)。最適な通信パラメータが設定できれば(S39で可能)、タグ50へのコマンドを生成して、タグ50との通信を実施する(S40、S41)点や、最適な通信パラメータが設定できなければ、メイン制御部21にて使用周波数を変更して(S42)、S31に戻るといった点も先の実施の形態と同じである。

【0075】

次に、図11のS35で示したノイズのDSB受信処理について説明する。図12はDSB受信処理内容を説明するための図である。図12(A)は送信搬送波を基準としたノイズの周波数分布を示す図であり、図12(B)はこの信号に対してDSB受信処理をおこなった状態を示す図である。ここでは、送信搬送波の周波数が952.4MHzであるものとする。DSB受信では、送信搬送波より高い周波数成分のノイズ(USB側)と低い周波数成分のノイズ(LSB側)とを分離して受信することができない。DSB受信では、USB成分とLSB成分とが合成された復調信号となる。

【0076】

この例では、復調信号として400kHz以上の周波数帯域のノイズが少ない事が判る。

【0077】

10

20

30

40

50

送信搬送波が952.4MHzの例なので、～952.0MHz、952.8MHz～の2つの周波数帯域のノイズが少ないことが判る。

【0078】

次に図11においてS36およびS37で示したノイズ分布の分析処理、および、ノイズ成分の少ない周波数範囲を算出する処理について説明する。図13はノイズ分布の分析処理を所定の閾値を定めて行なう場合を説明するための図である。今、図13に示すようなノイズがあって予め図に示すように閾値が定められているものとする。メイン制御部21は閾値を下回る周波数範囲をノイズの少ない周波数範囲と判定する。図13からDSB復調信号として、200kHz～400kHzの周波数範囲でノイズが少ないことが判る。

【0079】

ここで、送信搬送波の周波数を f_c とすれば、 $(f_c-400\text{kHz}) \sim (f_c-200\text{kHz})$ の範囲、 $(f_c+200\text{kHz}) \sim (f_c+400\text{kHz})$ の範囲の2つの周波数帯域のノイズが小さいと判定する。

【0080】

なお、先の実施の形態と同様に、ノイズ分布の分析処理を積分によって判断してもよい。この場合の処理は先の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0081】

次に、図11のS38で示したタグからの返信における最適な通信パラメータの設定方法について説明する。ここでも、上記の表1および2で説明した、UHF帯RFIDシステムの規格であるISO/IEC18000-6 Type Cの、リンク周波数BLF(Link Frequency)とサブキャリアのサイクル数M(Number of subcarrier cycles per symbol)とをパラメータ

【0082】

図14(A)はノイズの周波数分布と閾値とを示す図であり、図14(B)はこの場合の通信パラメータの設定方法を示す図である。ISO/IEC18000-6 Type Cに準拠するRFIDシステムにおいて、送信搬送波が952.4MHzで、図14(A)に示すようなノイズ分布分析結果となった場合、DSB復調信号の200kHz～600kHzの周波数範囲がノイズが小さい。すなわち、中心周波数は400kHzであり、その幅は400kHzである。よって、表1および表2を参照して、通信パラメータとしてBLF=400kHz、M=4を設定する。この設定では伝送速度は100kbpsとなり、400kHz程度の帯域を確保できる。

【0083】

次に、この実施の形態における、通信パラメータの具体的な他の設定例について説明する。図15はこの場合の例を示す図であり、先の例の図14と同様の内容を示す図である。ISO/IEC18000-6 Type Cに準拠するRFIDシステムにおいて、送信搬送波が952.4MHzで、図15(A)で示すようなノイズ分布分析結果となった場合、DSB復調信号のDC～80kHzの周波数範囲がノイズが小さいことがわかる。この場合は、通信パラメータとしてBLF=40kHz、M=1(サブキャリア無し)を設定する。この設定では伝送速度は40kbpsとなる(帯域幅は約160kHz)。

【0084】

なお、この実施の形態においても、図11において、S42において使用周波数を何度か変更してもS39で最適な通信パラメータの設定ができないときは、先の実施の形態と同様に、閾値を変更等してもよい。

【0085】

この実施の形態においては、復調信号処理部25において、I信号とQ信号とから1つの出力信号を得るために両信号の振幅を比較するI/Q振幅比較器を用いる場合について説明したが、これに限らず、他の方法を用いてもよい。図16(A)は、この場合の図10に対応するブロック図であり、図16(B)はI信号およびQ信号から構成される合成ベクトルを示す図であり、図16(C)は合成ベクトルに対して角度回転させ、I信号軸(実数軸)上に移動させた状態を示す図である。

【0086】

図16(A)を参照して、この実施の形態においては、復調信号処理部25は、直交復

10

20

30

40

50

調器 1 2 4 で復調された I 信号および Q 信号を入力して I 信号および Q 信号をベクトル化するベクトル化部 2 5 7 と、ベクトル化された信号から、所定の角度を演算する演算部 2 5 8 と、演算されたに基づいてベクトル化された信号を実数軸上に回転させた上で、実数軸成分を出力する実数軸成分出力部 2 5 9 とを含む。

【 0 0 8 7 】

ベクトル化部 2 5 7 は、I 信号と Q 信号とを複素数化し、I 信号を実数軸、Q 信号を虚数軸で表した合成ベクトルに変換する（図 1 6 (B)）。演算部 2 5 8 は図 1 6 (B) に示す合成ベクトルの角度 $\theta = \tan^{-1}(Q/I)$ を演算する。実数軸成分出力部 2 5 9 は図 1 6 (C) に示すように、演算されただけベクトルを回転させ、実数軸成分を出力する。このようにして演算された実数軸成分が D S B 信号として出力される。

10

【 0 0 8 8 】

(3) 第 3 実施の形態

次にこの発明の第 3 実施の形態について説明する。上記の第 2 実施の形態においては、S S B の信号も処理可能な受信部や制御部を有する図 1 および 2 に示すリーダライタで D S B 受信を行なう場合について説明したが、この実施の形態においては、両側波帯 (D S B) の信号を簡易な構成で処理するように構成が最適化されている。

【 0 0 8 9 】

図 1 7 および図 1 8 はこの実施の形態におけるリーダライタ 3 0、および、制御部 2 0 a の構成を示すブロック図であり、第 1 実施の形態における図 1 および図 2 に対応する。図 1 7 および図 1 8 に示すように、この実施の形態においては、受信部 3 2 および制御部 2 0 a についてはその構成が異なるため、その異なる部分のみについて説明し、その他の部分については説明を省略する。

20

【 0 0 9 0 】

図 1 7 を参照して、この実施の形態においては、受信部 3 2 はサーキュレータ 1 3 からの受信信号の帯域を制限する帯域制限フィルタ 3 2 1 と、帯域制限フィルタ 3 2 1 に接続されたローノイズアンプ 3 2 2 と、ローノイズアンプ 3 2 2 からの出力信号を周波数シンセサイザ 1 6 からの搬送波に基づいて復調する復調器 3 2 3 と、復調された受信信号を増幅するための増幅器 3 2 4 と、増幅器 3 2 4 で増幅された信号をデジタル信号に変換する A D 変換器 3 2 5 を含み、変換されたデジタル受信信号が制御部 2 0 a へ入力される。

【 0 0 9 1 】

この実施の形態においては、復調器 3 2 3 と増幅器 3 2 4 と A D 変換器 3 2 5 とで復調手段を構成している。

30

【 0 0 9 2 】

図 1 8 を参照して、制御部 2 0 a は図 2 に示した制御部 2 0 に対して復調信号処理部が設けられていない点のみが異なりそれ以外の部分は先の実施の形態と同様である。

【 0 0 9 3 】

次に、この実施の形態におけるリーダライタ 3 0 および制御部 2 0 a の動作について説明する。この実施の形態においては、基本的には第 2 の実施の形態と同様であるが、D S B を用いる場合に特化している点異なる。したがって、異なる部分について説明し、先の実施の形態と同一部分についてはその説明を省略する。また、この実施の形態におけるリーダライタ 3 0 の動作を示すフローチャートは図 1 1 と基本的に同じであるが、上記のように、復調信号処理部が設けられていないため、S 3 5 の内容が異なる。すなわち、図 1 1 の S 3 5 において制御部 2 0 は D S B 受信処理を行なう。これ以前の処理 (S 3 1 ~ S 3 5) および、これ以後の処理 (S 3 6 ~ S 4 2) は、第 2 実施の形態と同じである。

40

【 0 0 9 4 】

なお、上記各実施の形態においては、メイン制御部がノイズ分布分析部の分析結果に応じて通信パラメータを設定する場合について説明したが、これに限らず、ノイズ分布分析部の分析結果を外部の機器に送信し、外部の機器が適切な通信パラメータを設定し、それをリーダライタに送信して、メイン制御部が設定するようにしてもよい。

【 0 0 9 5 】

50

上記各実施の形態においては、最適な通信パラメータの設定方法として、UHF帯RFIDシステムの規格であるISO/IEC18000-6 Type Cを用いた場合について説明したが、これに限らず、任意の規格を用いて設定してもよい。

【0096】

上記各実施の形態においては、この発明をリーダライタとタグとから成るRFIDシステムにおける場合を例として説明したが、これに限らず、複数の無線装置間において、ノイズの少ない通信を行なう場合についても適用できる。

【0097】

以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形態のものに限定されない。図示された実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変形を加えることが可能である。

10

【産業上の利用可能性】

【0098】

この発明に係るリーダライタは、低周波機器のノイズの影響を受け難いため、リーダライタとして有利に利用される。

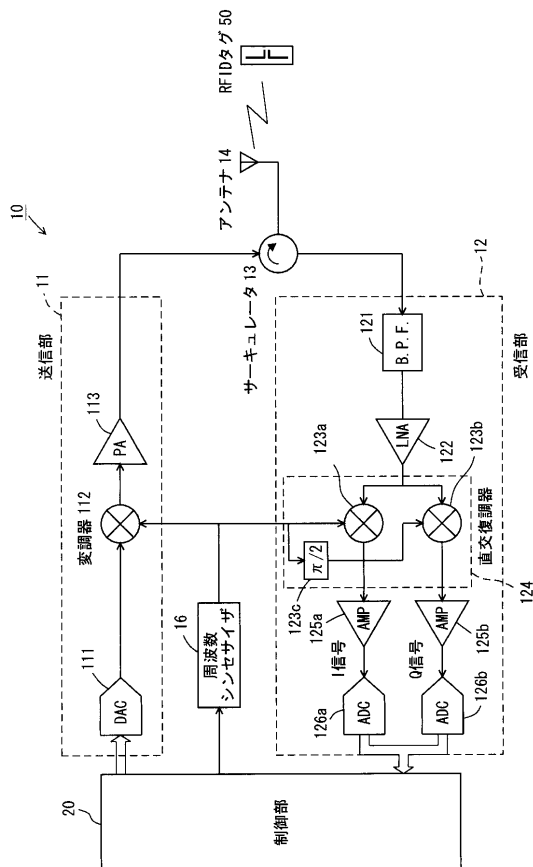
【符号の説明】

【0099】

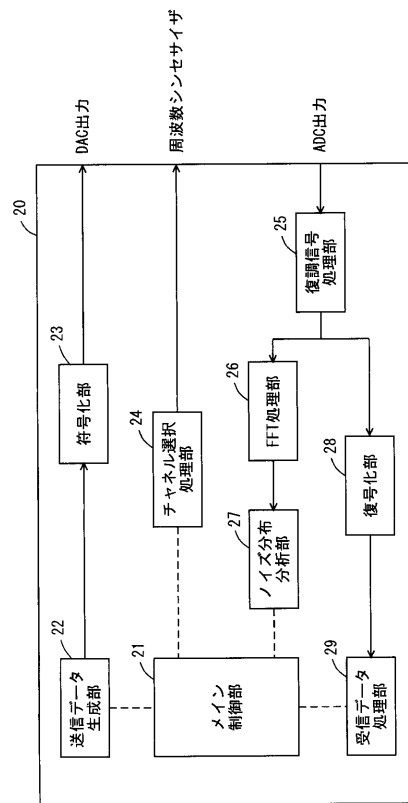
10, 30 リーダライタ、11 送信部、12 受信部、13 サーキュレータ、14 アンテナ、15 ローパスフィルタ、16 周波数シンセサイザ、17 分配器、20, 20a 制御部、21 メイン制御部、22 送信データ生成部、23 符号化部、24 チャンネル選択部、25 復調信号処理部、26 FFT処理部、27 ノイズ分布分析部、28 復号化部、29 受信データ処理部、111 DA変換器、112 変調器、113 パワーアンプ、121 帯域制限フィルタ、122 ローノイズアンプ、123a, 123b 乗算器、124 直交復調器、125 増幅器、126 AD変換器。

20

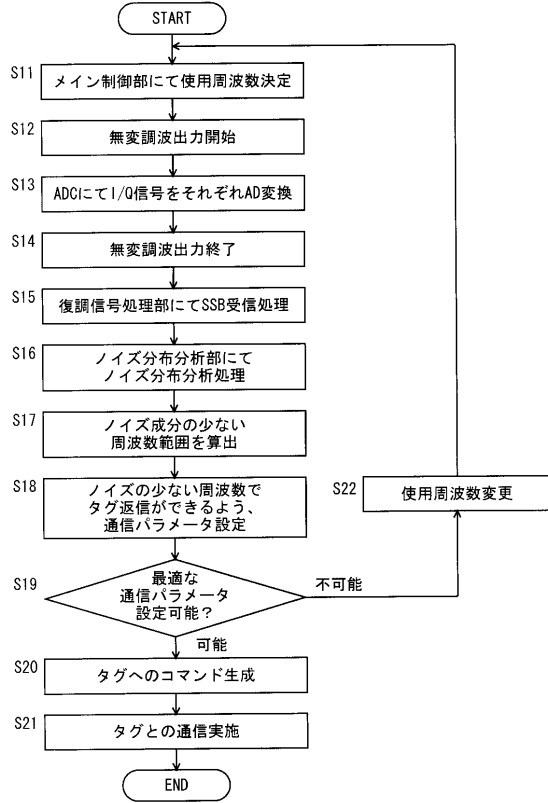
【図1】



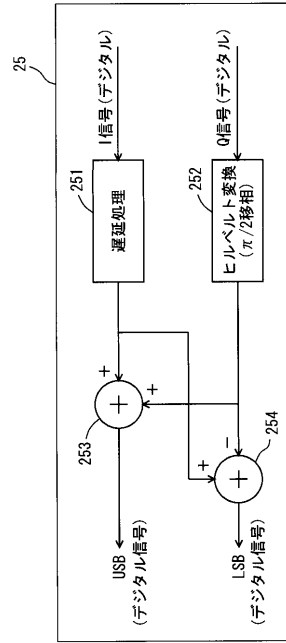
【図2】



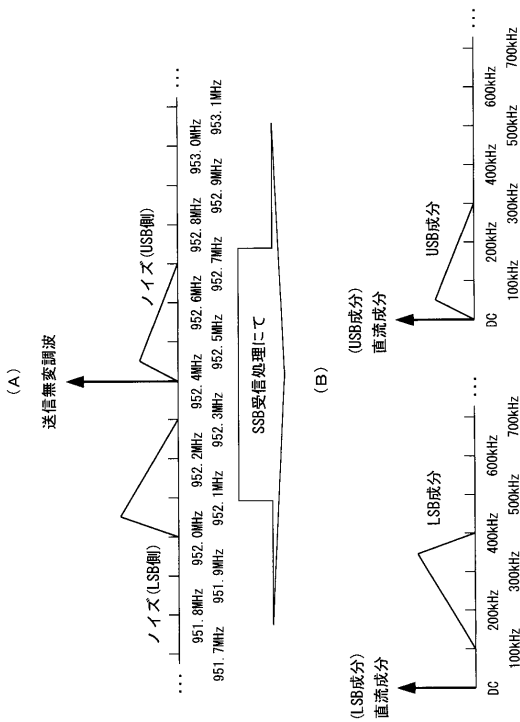
【 図 3 】



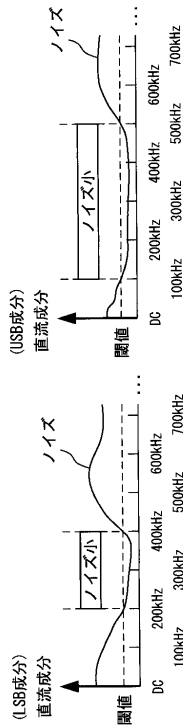
【 図 4 】



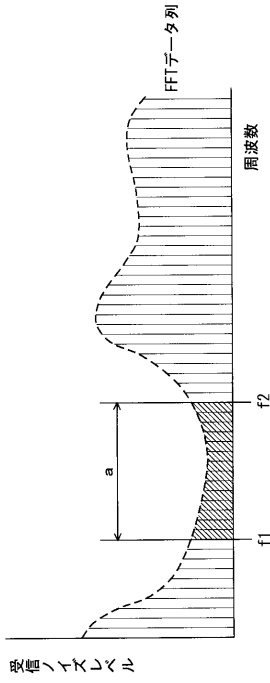
【 図 5 】



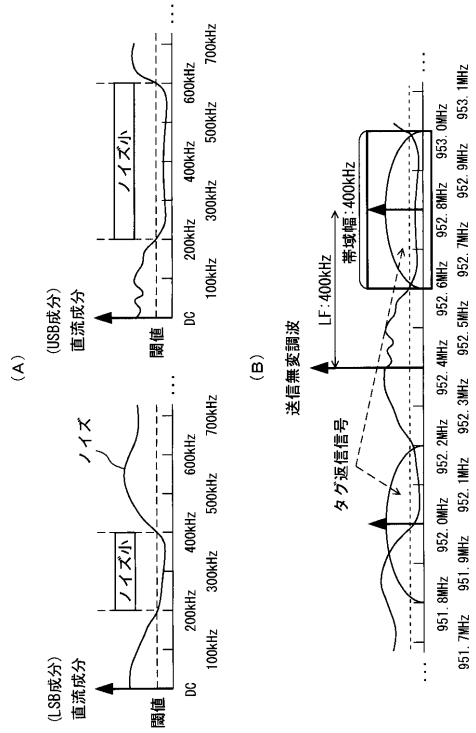
【 図 6 】



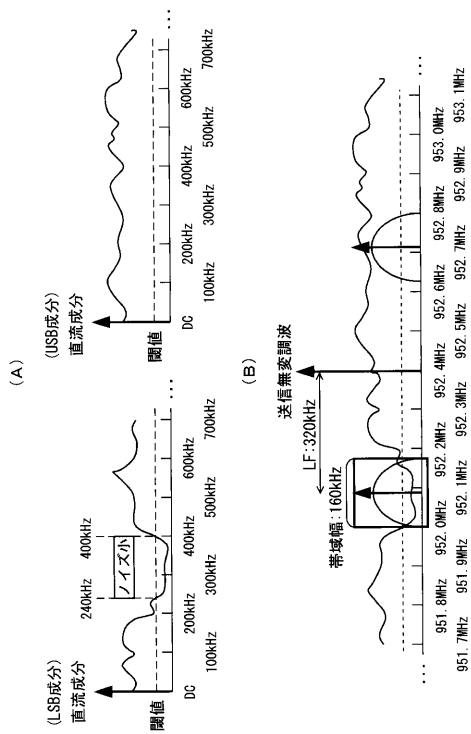
【図7】



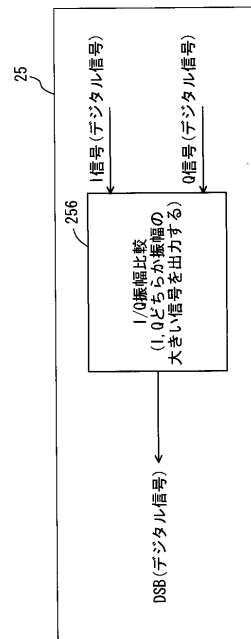
【図8】



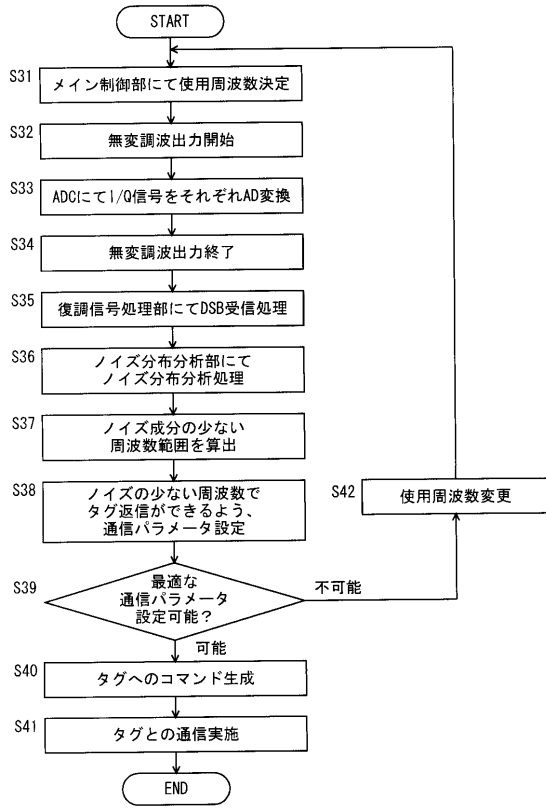
【図9】



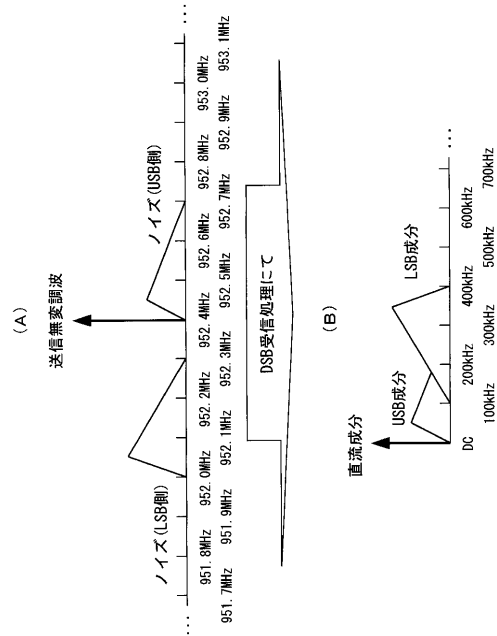
【図10】



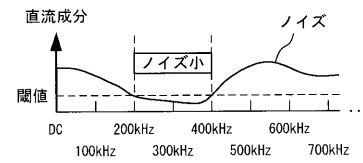
【 図 1 1 】



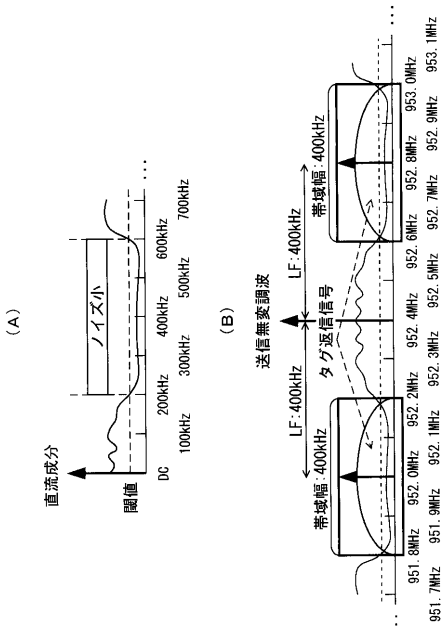
【 図 1 2 】



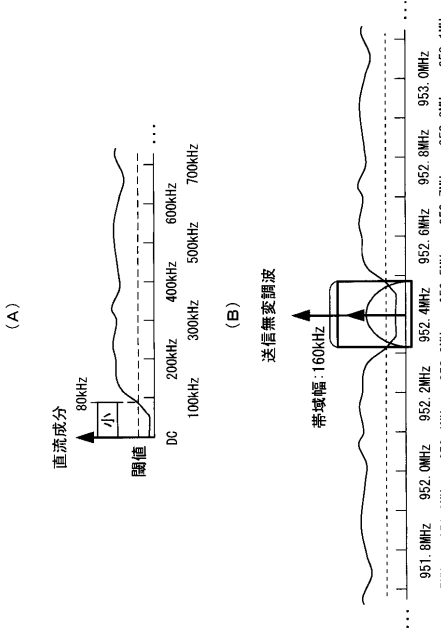
【 図 1 3 】



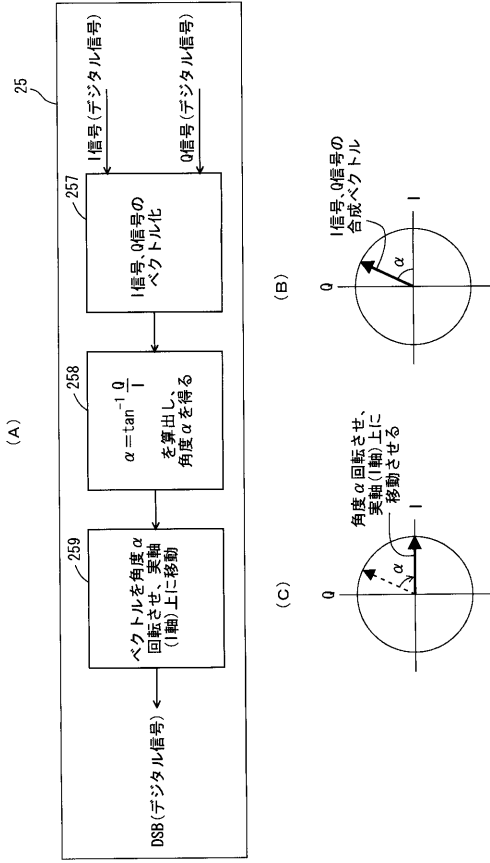
【 図 1 4 】



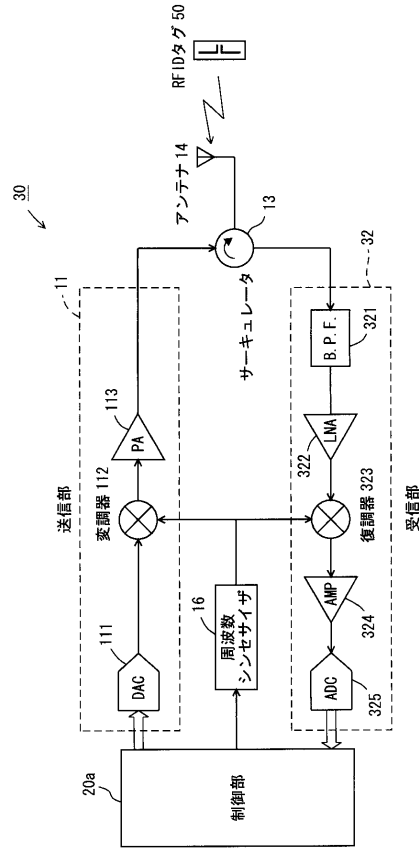
【 図 1 5 】



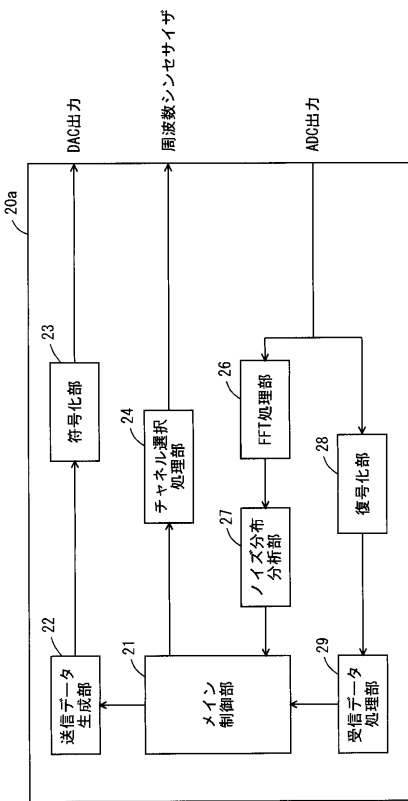
【図 16】



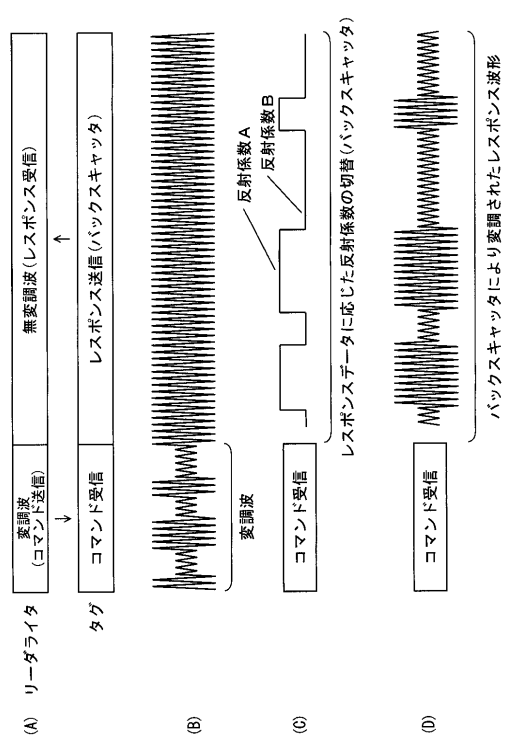
【図 17】



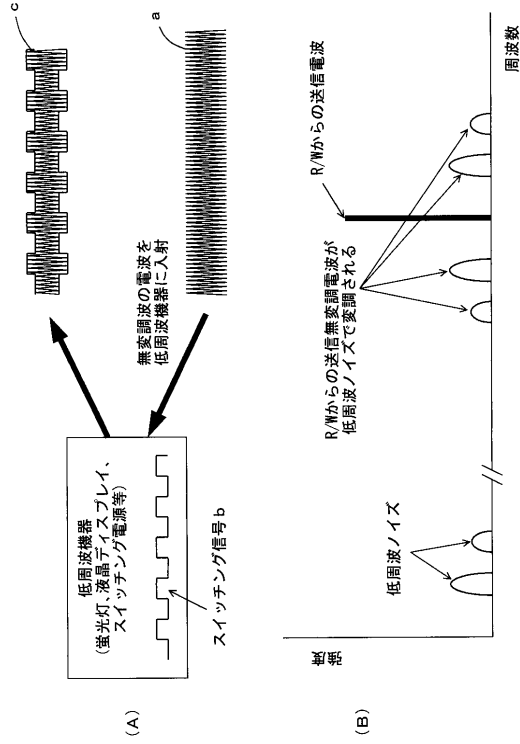
【図 18】



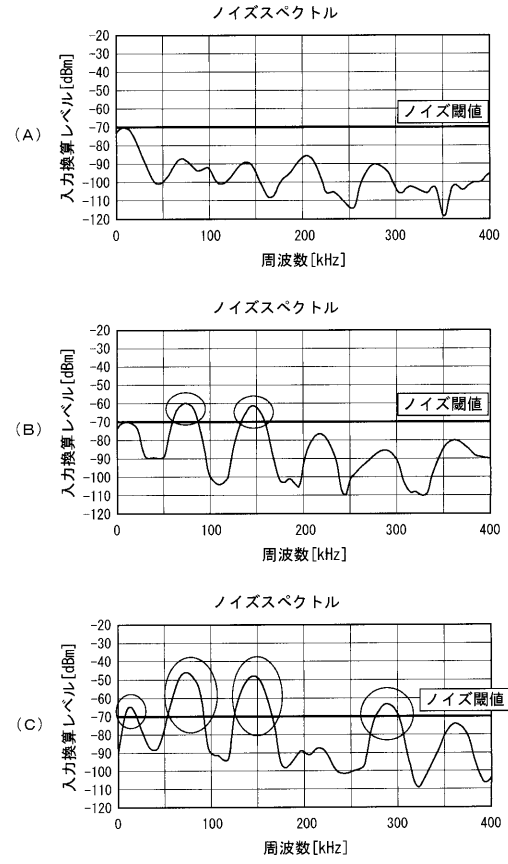
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【図 22】

