

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4020096号  
(P4020096)

(45) 発行日 平成19年12月12日(2007.12.12)

(24) 登録日 平成19年10月5日(2007.10.5)

(51) Int. Cl.	F I		
HO4B 1/59 (2006.01)	HO4B 1/59		
GO6K 17/00 (2006.01)	GO6K 17/00	F	
GO6K 19/07 (2006.01)	GO6K 19/00	H	
HO4B 5/02 (2006.01)	GO6K 19/00	N	
	HO4B 5/02		

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2004-140580 (P2004-140580)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成16年5月11日(2004.5.11)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2005-323223 (P2005-323223A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成17年11月17日(2005.11.17)	(74) 代理人	100093241
審査請求日	平成17年5月24日(2005.5.24)		弁理士 宮田 正昭
		(74) 代理人	100101801
			弁理士 山田 英治
		(74) 代理人	100086531
			弁理士 澤田 俊夫
		(72) 発明者	福田 邦夫
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		審査官	江口 能弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

受信電波の吸収と反射を利用したバック・スキッタ方式によりデータ通信を行なう無線通信システムであって、

データ読取装置が周波数  $f_0$  の無変調搬送波を送信し、

データ送信装置は、

中心周波数  $f_s$  により送信データを1次変調して送信データ I 及び該送信データと 90 度だけ位相が異なる送信データ Q を生成するとともに、

無変調搬送波に対するバック・スキッタ型の直交変調器で構成されるとともに、前記の直交変調する無変調搬送波の入力 I 及び Q を前記の1次変調した送信データ I 及び Q とを掛け合わせる組み合わせを切り替える切り替え手段を備え、前記の直交変調する無変調搬送波の入力 I 及び Q を該送信データ I 及び Q とそれぞれ掛け算して2次変調し、周波数  $f_0 + f_s$  又は  $f_0 - f_s$  いずれか一方を抑制した反射波の変調信号を選択的に生成し、

前記データ読取装置が、前記データ送信装置からの周波数  $f_0 + f_s$  又は  $f_0 - f_s$  いずれか一方の反射波を受信処理する、

ことを特徴とする無線通信システム。

【請求項2】

前記データ送信装置は、送信データを BPSK 又は QPSK 方式により1次変調する、ことを特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

【請求項3】

10

20

1 次変調の中心周波数  $f_c$  を変化させる周波数制御手段をさらに備える、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 4】

前記データ送信装置は、送信データのクロックを前記 1 次変調用の周波数  $f_c$  を分周して得る、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の無線通信システム。

【請求項 5】

受信電波の吸収と反射を利用したバック・スキャッタ方式によりデータ通信を行なう無線通信装置であって、

中心周波数  $f_c$  により送信データを 1 次変調して送信データ I 及び該送信データと 90 度だけ位相が異なる送信データ Q を生成する 1 次変調手段と、

無変調搬送波の入力 I 及び Q を前記の 1 次変調した送信データ I 及び Q とを掛け合わせる組み合わせを切り替える切り替え手段と、

前記の直交変調する無変調搬送波の入力 I 及び Q を前記の 1 次変調した送信データ I 及び Q と掛け算して 2 次変調し、周波数  $f_c + f_c$  又は  $f_c - f_c$  のいずれか一方を抑制した反射波の変調波を選択的に生成する 2 次変調手段と、

を具備することを特徴とする無線通信装置。

【請求項 6】

前記 1 次変調手段は、送信データを BPSK 又は QPSK 方式により 1 次変調する、  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の無線通信装置。

【請求項 7】

1 次変調の中心周波数  $f_c$  を変化させる周波数制御手段をさらに備える、  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の無線通信装置。

【請求項 8】

前記 1 次変調手段は、送信データのクロックを前記 1 次変調用の周波数  $f_c$  を分周して得る、

ことを特徴とする請求項 5 に記載の無線通信装置。

【請求項 9】

受信電波の吸収と反射を利用したバック・スキャッタ方式によりデータ通信を行なう無線通信方法であって、

中心周波数  $f_c$  により送信データを 1 次変調して送信データ I 及び該送信データと 90 度だけ位相が異なる送信データ Q を生成する 1 次変調ステップと、

無変調搬送波の入力 I 及び Q を前記の 1 次変調した送信データ I 及び Q とを掛け合わせる組み合わせを切り替える切り替えステップと、

前記の直交変調する無変調搬送波の入力 I 及び Q を前記の 1 次変調した送信データ I 及び Q と掛け算して 2 次変調し、周波数  $f_c + f_c$  又は  $f_c - f_c$  のいずれか一方を抑制した反射波の変調波を選択的に生成する 2 次変調ステップと、

を具備することを特徴とする無線通信方法。

【請求項 10】

前記 1 次変調ステップでは、送信データを BPSK 又は QPSK 方式により 1 次変調する、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信方法。

【請求項 11】

1 次変調の中心周波数  $f_c$  を変化させる周波数制御ステップをさらに備える、  
ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信方法。

【請求項 12】

前記 1 次変調ステップでは、送信データのクロックを前記 1 次変調用の周波数  $f_c$  を分周して得る、

ことを特徴とする請求項 9 に記載の無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、特定周波数帯のマイクロ波を用いた電波通信方式による無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法に係り、特に、比較的近距离の機器間において低消費電力の通信動作を実現する無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法に関する。

## 【0002】

さらに詳しくは、本発明は、読取装置側からの無変調キャリアの送信と、送信装置側におけるアンテナの終端操作に基づく受信電波の吸収と反射を利用したバック・スキップ方式によりデータ通信を行なう無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法に係り、特に、読取装置側における送信機雑音の影響を除去して受信感度を向上させるとともに通信距離を拡張する無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0003】

局所でのみ適用可能な無線通信手段の一例として、RFIDを挙げることができる。RFIDとは、タグとリーダーとから構成されるシステムで、タグに格納された情報をリーダーで非接触に読み取るシステムである。他の呼び方として、「IDシステム、データ・キャリア・システム」などがあるが、世界的に共通なのが、このRFIDシステムである。略してRFIDという場合もある。日本語に訳すると「高周波（無線）を使用した認識システム」となる。タグとリーダーライタの間の通信方法には、電磁結合方式、電磁誘導方式、電波通信方式などが挙げられる（例えば、非特許文献1を参照のこと）。

20

## 【0004】

RFIDタグは、固有の識別情報を含んだデバイスであり、特定周波数の電波を受信したことに応答して識別情報に相当する変調周波数の電波を発振する動作特性を持ち、読み取り装置側でRFIDタグの発振周波数を基にそれが何であるかを特定することができる。したがって、RFIDを用いたシステムでは、RFIDタグに書き込まれている固有のIDを利用して、物品の判別や所有者の判別などを行なうことができる。現在、RFIDシステムは、入退室を管理するシステムや、物流における物品識別システム、食堂などでの料金清算のシステム、CDやソフトウェアなどの販売店での無断持ち出し防止システムなど、多数のシステムで利用されている。

## 【0005】

例えば、送受信及びメモリ機能を備えたICチップと、該チップの駆動源と、アンテナとをパッケージ化して無線識別装置を小型に製作することができる（例えば、特許文献1を参照のこと）。この無線識別装置によれば、物品などに関するさまざまなデータをアンテナ経由でICチップの受信手段に送信し、その出力をメモリに蓄積しておくとともに、必要に応じてメモリ内のデータを読み出して、アンテナを介して無線で外部に供給することができる。したがって、物品などの存在や位置を迅速且つ容易に確認したり追跡したりすることが可能である。

30

## 【0006】

RFIDシステムは、RFIDのタグと、タグ・リーダーで構成される。タグは、タグ・リーダーより送信された無変調の電波 $f_0$ を受信すると、整流され、直流電源に変換され、この直流電源を動作電源に用いることができる。そして、タグ側では、送信データのビット・イメージに従ってアンテナの終端操作を行ない、受信電波の吸収と反射を利用してデータを表現する。すなわち、データが1の場合は、アンテナをアンテナ・インピーダンスで終端し、タグ・リーダーからの電波を吸収される。また、データが0の場合は、アンテナの終端をオープン状態とすることで、タグ・リーダーからの電波を反射する。タグからは、バック・スキップ方式による反射により、タグ・リーダーからの送信信号と同一周波数の信号が戻されることになる。このように到来した電波の反射又は吸収のパターンによってデータを表現する通信方法は「バック・スキップ方式」と呼ばれる。このようにして、タグは無電源で内部の情報をリーダー側に送ることが可能となる。

40

## 【0007】

50

従来、バック・スキヤッタ方式の無線通信システムは、通信範囲が比較的近距离に限定されることから、RFIDタグに代表されるように、物品や人などの識別や認証に適用されることが多かった。

【0008】

他方、RFIDのタグは一般的に無電源で、電力はリーダからの電波により供給される。この電力を装置内のバッテリーから供給することにより、バック・スキヤッタ方式による低消費電力の無線データ伝送を実現することができる。すなわち、バック・スキヤッタ方式の無線通信は、通信距離を限定するならば、極めて消費電力の低い無線伝送路を確立することができるという特徴も備えている。最近では、実装技術の向上とも相俟ってメモリ機能を搭載したICチップが出現し、さらにこのメモリ容量が増大してきている。したがって、識別・認証情報のように比較的短いデータの通信を行なうだけでなく、一般的なデータ伝送にもバック・スキヤッタ方式の通信を採り入れたいという要望がある。例えば、デジタル・カメラ、携帯電話から、PC、プリンタ、TVなどへの画像伝送に有効である。

10

【0009】

ところで、バック・スキヤッタ方式に基づく通信システムは、アンテナの終端操作に基づく受信電波の吸収と反射を利用してデータ通信を行なうことを基本動作としており、通常はリーダからのキャリアの周波数と反射波の中心周波数は同じであるが、リーダ側では送信受信を同一周波数で行なうことになる。

【0010】

20

このような場合、受信部では、送信側から回り込んだ送信周波数の影響を受ける上、電力強度が弱い反射波を処理しなければならない。すなわち、受信部では、DCオフセット、送信機雑音の影響を受け易く、伝送距離を伸ばすことが困難となる。また、バック・スキヤッタ方式での変調方式は一般的にはASK、PSKによるものがほとんどで、高速化するのが困難である。

【0011】

図7には、従来のバック・スキヤッタ方式の無線通信システムの構成例を示している。

【0012】

参照番号500はモバイル機器側の無線送信装置、参照番号510はリーダ側の無線送受信装置であり、無線送信装置500から無線送受信装置510にバック・スキヤッタ方式によってデータ伝送を行なうものとする。

30

【0013】

無線送信装置500は、デジタル・カメラなどのアプリケーション部503に接続される。同様に、無線送受信装置510は、プリンタなどのアプリケーション部519に接続されている。

【0014】

無線送受信装置510は、アンテナ511、送信波と受信波を分離するサーキュレータ512、受信部514、受信部514と送信部517との送受共通のローカル発振器513とベースバンド処理部518で構成される。図示の例では、受信部514、送信部516ともにダイレクト・コンバージョン方式を用いるとする。さらに、受信部514は直交復調部515とAGCアンプ514で構成される。無線送信部500への無変調キャリアの送信は、ベースバンド処理部518より送信部517をオンにすることにより、ローカル発振器513の周波数 $f_0$ をサーキュレータ512経由でアンテナ511から送信することにより行なわれる。

40

【0015】

送信された無変調キャリア $f_0$ は、無線送信部500に到達する。無線送信部500は、アンテナ501と、バック・スキヤッタ変調器502で構成される。バック・スキヤッタ変調器502は、アプリケーション部503の送信データに従って、バック・スキヤッタによるASK又は、PSK、QPSK変調を行なう。変調は、ダイオード、GaAsスイッチなどのオン/オフ操作により簡単に構成することができる。このようにして、最

50

最終的にアンテナ 5 0 1 から反射される変調波は、無変調キャリアの中心周波数  $f_c$  を中心に生成される。

【 0 0 1 6 】

無線送受信装置 5 1 0 では、中心周波数  $f_c$  のバック・スキヤッタされた変調波がアンテナ 5 1 1、サーキュレータ 5 1 2、及び受信部 5 1 4 で受信される。直交復調部 5 1 5 には、ローカル発振器 5 1 3 の周波数  $f_c$  が入力され、ダイレクト・コンバージョン受信が行なわれ、ベースバンド信号の  $I'$ 、 $Q'$  の各信号が生成される。

【 0 0 1 7 】

このベースバンド信号の  $I'$ 、 $Q'$  信号は、後段の A G C アンプ 5 1 6 で所望のレベルに増幅され、ベースバンド信号の  $I$ 、 $Q$  信号が得られ、ベースバンド処理部 5 1 8 に渡される。ベースバンド処理部 5 1 8 では復調が行なわれ、受信データと受信クロックがアプリケーション部 5 1 9 に送られる。

10

【 0 0 1 8 】

ここで、送信部 1 1 7 からの無変調キャリア  $f_c$  は、サーキュレータ 1 1 2 を通ってアンテナ 1 1 1 より放射されるが、受信部 5 1 1 側にも回り込む。この回り込みは、サーキュレータ 5 1 2 である程度は軽減することができるが、その値は無限ではなく、20 dB 程度のアイソレーションが現実的な値である。

【 0 0 1 9 】

図 7 には、リーダ側における周波数スペクトラムを併せて示している。参照番号 5 2 0 は直交復調部 5 1 5 の入力端での周波数スペクトラムである。参照番号 5 2 1 はバック・スキヤッタで反射された変調波で、例えば B P S K 変調波であり、参照番号 5 2 2 が無変調キャリアである。変調信号 5 2 1 が小さいときには、無変調キャリア 5 2 1 の方が大きな値となる。

20

【 0 0 2 0 】

この無変調キャリア  $f_c$  は、直交復調部 5 1 5 に入り、ローカル発振器 5 1 3 のローカル周波数  $f_c$  とミックスされ、大きな直流電圧を生成する。これが D C オフセットとなり、直交復調器 5 1 5 の動作に大きな悪影響を与える。このため、微小な変調信号は歪んでしまい復調が困難となり、伝送距離を伸ばすことを阻害する大きな原因となる。

【 0 0 2 1 】

このような問題を解決する 1 つの方法として、タグ側で、受信周波数  $f_c$  を所定の中心周波数  $f_c$  だけ正負いずれかの方向に周波数シフトさせて、反射波を送り返すという方法が挙げられる。この場合、タグ・リーダ側では、受信反射波の周波数は送信周波数と同一ではなくなるので、D C オフセット、送信機雑音の影響を回避して、感度よく反射波を受信処理することができるので、伝送距離を伸ばすことが可能となる。

30

【 0 0 2 2 】

例えば、一度サブキャリアで Q P S K 変調を行ない、その後、2 次変調として A S K、P S K によりバック・スキヤッタ方式で変調を掛ける方法について提案がなされている(例えば、特許文献 2 を参照のこと)。

【 0 0 2 3 】

図 5 には、タグ側で、受信周波数  $f_c$  を所定の中心周波数  $f_c$  だけ正負いずれかの方向に周波数シフトさせて、反射波を送り返す R F I D システムの構成例を示している。

40

【 0 0 2 4 】

参照番号 1 0 0 はモバイル機器側の無線送信装置、参照番号 1 1 0 はリーダ側の無線送受信装置であり、無線送信装置 1 0 0 から無線送受信装置 1 1 0 にバック・スキヤッタ方式によってデータ伝送を行なうものとする。無線送信装置 1 0 0 は、デジタル・カメラなどのアプリケーション部 1 0 5 に接続される。同様に、無線送受信装置 1 1 0 は、無線受信装置 1 0 4 は、プリンタなどのアプリケーション部 1 1 9 に接続されている。

【 0 0 2 5 】

無線送受信装置 1 1 0 は、アンテナ 1 1 1、送信波と受信波を分離するサーキュレータ 1 1 2、受信部 1 1 4、受信部 1 1 4 のローカル発振器 1 1 5、送信部 1 1 6、送信部 1

50

16のローカル発振器117と、ベースバンド処理部118で構成される。ここでは、受信部114、送信部116ともにダイレクト・コンバージョン方式を用いるとする。

【0026】

無線送信装置100への無変調キャリアの送信は、ベースバンド処理部118より送信部116をオンにし、ローカル発振器117の周波数 $f_0$ をバンドパス・フィルタ113、サーキュレータ112経由でアンテナ111から送信することにより行なわれる。送信された無変調キャリア $f_0$ は、無線送信装置100に到達する。ここでバンドパス・フィルタ113は、受信部114への送信機雑音の影響を軽減するために設けられる。

【0027】

無線送信装置100は、アンテナ101、バック・スキッタ変調器102、サブキャリアQPSK変調器103、サブキャリア発振器104で構成される。

10

【0028】

サブキャリアQPSK変調器103では、サブキャリア周波数 $f_s$ でQPSK変調を行なう。QPSK変調を行なうデータは、アプリケーション部105より、送信データ(TXDATA)及び送信クロック(TXCLK)として、受け取る。

【0029】

一般的にQPSK変調には90°移相器が必要になるが、デジタル回路で行なう場合なら、 $f_s$ の4倍のクロックから容易に作り出すことが可能である。また、アナログ遅延線を用いることも可能である。

【0030】

20

生成された中心周波数 $f_s$ のQPSK変調波は、バック・スキッタ変調器102でASK変調される。バック・スキッタ変調は、ダイオードやGaAsスイッチなどを用いて簡単に構成することができる(周知)。このようにして、最終的にアンテナ101から反射されるQPSK変調波は、無変調キャリアの周波数 $f_0$ の両サイドバンド、すなわち中心周波数 $f_0 + f_s$ 、及び $f_0 - f_s$ の2つの帯域に生成されることになる。

【0031】

図5に示した例では、両サイドバンドに分割された変調波のうち $f_0 + f_s$ の方を用いるものとする。 $f_0 - f_s$ の変調波は、例えばアンテナ101とバック・スキッタ変調器102の間に挿入するバンドパス・フィルタ106を用いて除去することが可能である。但し、バンドパス・フィルタ106の挿入損失が2倍効いてしまい、反射効率を低下させる原因になる。また、バンドパス・フィルタ106を挿入することに伴い、装置コストが増大してしまう。

30

【0032】

無線送受信装置110では、 $f_0 + f_s$ のバック・スキッタされたQPSK変調波がアンテナ111、サーキュレータ112、受信部114により受信される。

【0033】

受信部114では、ローカル発振器115の周波数 $f_0 + f_s$ によりダイレクト・コンバージョン受信が行なわれ、QPSK変調波はベースバンド信号I、Qに変換され、ベースバンド処理部118に送られる。

【0034】

40

ベースバンド処理部118では、QPSKの復調処理(キャリア同期、シンボル同期)が行なわれ、受信データRXDATAと、受信クロックRXCLKが生成され、アプリケーション部119に渡される。

【0035】

しかしながら、このようにタグ・リーダ側からの周波数 $f_0$ の無変調キャリアに対し、タグ側で $f_s$ だけシフトさせて反射波を返すという上記の方法では、以下のような問題がある。

【0036】

(1)リーダからの無変調キャリアを中心にサブキャリア周波数分+側と-側の両サイドバンドに分割されて反射波の変調波が現われてしまう。実際に必要な変調波は片側だけな

50

ので、片側をフィルタでカットする必要がある。しかしながら、バック・スキヤッタ方式でフィルタを用いると、往復で挿入損失が効いてしまい、反射効率を下げることになる。また、フィルタのコストアップも問題となる。

【0037】

(2) 反射波のエネルギーが両サイドバンドに分割される。このため、片側しか用いない場合には、使用しないもう片側に配分されるエネルギーは電力ロスとなり、反射波の電力を低下させることになる。例えば、最低3 dBは低下してしまうと考えられる。ASKによるバック・スキヤッタ方式を用いるとさらにその低下分は大きくなる。

【0038】

図6は、図5に示したRFIDシステムにおける反射波のスペクトラムを示している。バック・スキヤッタの変調方式はASKとする。

10

【0039】

参照番号200は、無線送受信装置110より送信された周波数 $f_0$ の無変調キャリアの戻り分である。また、参照番号201は、中心周波数 $f_0 + f_s$ のQPSK変調波であり、参照番号202は、中心周波数 $f_0 - f_s$ のQPSK変調波である。

【0040】

図示のように、無線送受信装置110より送信された無変調キャリアは、200、201、202の各成分に分解されて反射されるため、片側の変調信号は、レベルの低いものになってしまう。すなわち、そもそも微弱な反射波のレベルがさらに低下することから、通信距離を短くする一因となる。

20

【0041】

【特許文献1】特開平6-123773号公報

【特許文献2】特開平10-209914号公報

【非特許文献1】クラウド・フィンケンツェラー著(ソフト工学研究所訳)「RFIDハンドブック 非接触ICカードの原理と応用」(日刊工業新聞社)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0042】

本発明の目的は、読取装置側からの無変調キャリアの送信と、送信装置側におけるアンテナの終端操作に基づく受信電波の吸収と反射を利用したバック・スキヤッタ方式によりデータ通信を好適に行なうことができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法を提供することにある。

30

【0043】

本発明のさらなる目的は、読取装置側における送信機雑音の影響を除去して受信感度を向上させるとともに通信距離を拡張することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法を提供することにある。

【0044】

本発明のさらなる目的は、タグ・リーダ側からの周波数 $f_0$ の無変調キャリアに対し、タグ側で $f_s$ だけシフトさせて反射波を返すことにより、タグ・リーダ側でのDCオフセットや送信機雑音の影響を除去し、受信感度を向上させて伝送距離を伸ばすことができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法を提供することにある。

40

【0045】

本発明のさらなる目的は、タグ・リーダ側からの周波数 $f_0$ の無変調キャリアに対し、タグ側で $f_s$ だけシフトさせて反射波を返す際に、反射効率を向上させるとともに反射波の電力ロスを防ぐことにより、受信感度を向上させて伝送距離を伸ばすことができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線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】

【0046】

本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、受信電波の吸収と反射を利用したバック・スキヤッタ方式によりデータ通信を行なう無線通信システムであって、

50

データ読取装置が周波数  $f_0$  の無変調キャリアを送信し、  
データ送信装置が、中心周波数  $f_s$  により送信データを1次変調し、該1次変調信号をバック・スキャッタ方式の無変調キャリアの入力と掛け算して、周波数  $f_0 + f_s$  又は  $f_0 - f_s$  のいずれか一方を抑制した反射波の変調波を生成するように2次変調し、  
前記データ読取装置が、前記データ送信装置からの周波数  $f_0 + f_s$  又は  $f_0 - f_s$  のいずれか一方が抑制された反射波信号を受信処理する、  
ことを特徴とする無線通信システムである。

## 【0047】

但し、ここで言う「システム」とは、複数の装置（又は特定の機能を実現する機能モジュール）が論理的に集合した物のことを言い、各装置や機能モジュールが単一の筐体内にあるか否かは特に問わない。

## 【0048】

本発明に係る無線通信システムは、例えばバック・スキャッタ方式によりタグが無電源でデータ通信を行なうことができるRFIDシステムに適用することができ、データ送信装置はタグに、データ読取装置はタグ・リーダに、それぞれ相当する。

## 【0049】

通常のRFIDシステムにおいては、リーダからのキャリアの周波数と反射波の中心周波数は同じであり、リーダ側では送信受信を同一周波数で行なうことになるから、タグ・リーダの受信部では、DCオフセットや送信機雑音の影響を受けながら、電力強度の弱い反射波を処理しなければならない、という問題がある。

## 【0050】

これに対し、本発明に係る無線通信システムでは、タグ・リーダ側からの周波数  $f_0$  の無変調キャリアに対し、タグ側で  $f_s$  だけシフトさせて反射波を返すことにより、タグ・リーダ側でのDCオフセットや送信機雑音の影響を除去し、受信感度を向上させて伝送距離を伸ばすことができる。

## 【0051】

また、タグ側で  $f_s$  だけシフトさせて反射波を返す場合には、無変調キャリアを中心にサブキャリア周波数分+側、並びに-側の両サイドバンドに分割されて反射波の変調波が現われてしまうことから、両サイドバンドに反射波のエネルギーが分割されることによる電力ロスと、片側をフィルタでカットすることによるコストアップの問題がある。

## 【0052】

これに対し、本発明では、データ送信装置が、中心周波数  $f_s$  により送信データを1次変調し、該1次変調信号を前記無変調キャリアと掛け算して2次変調し、このとき周波数  $f_0 + f_s$  又は  $f_0 - f_s$  のいずれか一方が抑制された反射波の変調信号を生成して送信するようにしたので、反射効率を向上させるとともに反射波の電力ロスを防ぎ、受信感度を向上させて伝送距離を伸ばすことができる。また、両サイドバンドに分割された片側の反射波をフィルタで取り除く必要がなくなるので、コストアップを抑制することができる。

## 【0053】

データ送信装置は、送信データをBPSK又はQPSK方式により、中心周波数  $f_s$  を用いて送信データを1次変調し、送信データIを生成するとともに、該送信データと90度だけ位相差を与えて送信データQを生成する。

## 【0054】

さらに、データ送信装置は、該送信データをバック・スキャッタ方式で前記無変調キャリアを直交変調するI及びQとそれぞれ掛け算することにより、周波数  $f_0 + f_s$  又は  $f_0 - f_s$  のいずれか一方が抑制された反射波の変調信号を生成する。

## 【0055】

ここで、前記の直交変調する無変調キャリアの入力I及びQを前記の1次変調した送信データI及びQとを掛け合わせる組み合わせを切り替えることにより、周波数  $f_0 + f_s$  又は  $f_0 - f_s$  のいずれか一方からなる反射波の変調波を選択的に生成することができる。

## 【0056】

10

20

30

40

50

例えば、直交変調する無変調キャリアの入力Iと1次変調した送信データIとを掛け算するとともに、直交変調する無変調キャリアの入力Qと1次変調した送信データQとを掛け算することにより、周波数 $f_c - f_s$ からなる反射波をデータ読取装置に返すことができる。あるいは、直交変調する無変調キャリアの入力Iと1次変調した送信データQとを掛け算するとともに、直交変調する無変調キャリアの入力Qと1次変調した送信データIとを掛け算することにより、周波数 $f_c + f_s$ からなる反射波をデータ読取装置に返すことができる。

【0057】

また、データ送信装置は、1次変調の中心周波数 $f_s$ を変化させるようにしてもよい。

【0058】

また、送信データのクロックを1次変調用の周波数 $f_s$ を分周して得る場合、クロック統一により同期獲得が容易となる。

【発明の効果】

【0059】

本発明によれば、読取装置側において送信周波数と送信装置側から反射波として返される受信周波数とを分離し、受信感度を向上させるとともに通信距離を拡張することができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法を提供することができる。

【0060】

また、本発明によれば、タグ・リーダ側からの周波数 $f_c$ の無変調キャリアに対し、タグ側で $f_s$ だけシフトさせて反射波を返すことにより、タグ・リーダ側でのDCオフセットや送信機雑音の影響を除去し、受信感度を向上させて伝送距離を伸ばすことができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法を提供することができる。

【0061】

また、本発明によれば、タグ・リーダ側からの周波数 $f_c$ の無変調キャリアに対し、タグ側で $f_s$ だけシフトさせて反射波を返す際に、反射効率を向上させるとともに反射波の電力ロスを防ぐことにより、受信感度を向上させて伝送距離を伸ばすことができる、優れた無線通信システム、無線通信装置及び無線通信方法を提供することができる。また、両サイドバンドに分割された片側の反射波をフィルタで取り除く必要がなくなるので、コストアップを抑制することができる。

【0062】

本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施形態や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0063】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳解する。

【0064】

本発明は、バック・スキッタ方式によりタグが無電源でデータ通信を行なうことができるRFIDシステムに関する。

【0065】

通常のRFIDシステムにおいては、リーダからのキャリアの周波数と反射波の中心周波数は同じであり、リーダ側では送信受信を同一周波数で行なうことになるから、タグ・リーダの受信部では、DCオフセットや送信機雑音の影響を受ける、という問題がある。

【0066】

これに対し、本発明に係る無線通信システムでは、タグ・リーダ側からの周波数 $f_c$ の無変調キャリアに対し、タグ側で $f_s$ だけシフトさせて反射波を返すことにより、タグ・リーダ側でのDCオフセットや送信機雑音の影響を除去するようにしている。

【0067】

図1には、本発明の一実施形態に係る無線通信装置の構成を模式的に示している。図示の無線通信装置は、RFIDシステムにおけるタグに相当し、タグ・リーダから送られてくる周波数 $f_c$ の無変調キャリアを受信し、バック・スキッタ方式により周波数 $f_s$ だけ

10

20

30

40

50

シフトするとともに、両サイドバンド  $f_c + f_s$  又は  $f_c - f_s$  のうち一方を抑制した反射波の変調信号を生成して送信する。

【0068】

図1に示すように、無線通信装置10は、周波数生成部11と、1次変調部12と、2次変調部13とを備えている。

【0069】

周波数生成部11は、1次変調の中心周波数  $f_c$  を生成する。周波数生成部11は、1次変調の中心周波数  $f_c$  を変化させるようにしてもよい。

【0070】

1次変調部12は、送信データをBPSK又はQPSK方式により、中心周波数  $f_c$  を用いて送信データを1次変調し、送信データのI軸信号を生成する。さらに、この送信データのI軸信号に90度の位相差を与えて、送信データのQ軸信号も生成する。

10

【0071】

2次変調部13は、1次変調された送信データに対し2次変調を施す。本実施形態では、2次変調部は、タグ・リーダから送信される周波数  $f_0$  の無変調キャリアに対するバック・スキッタ方式の直交変調器で構成される。すなわち、2次変調部13では、入力される無変調キャリアのI軸信号及びQ軸信号に、上記の1次変調された送信データのI軸信号及びQ軸信号とそれぞれ掛け算する。

【0072】

通常、2つの異なる周波数  $f_0$  と周波数  $f_s$  とを周波数演算すると、 $f_0$  の両サイドバンドの周波数成分  $f_0 + f_s$  及び  $f_0 - f_s$  が生成され、一方が他方に対する妨害波となり得る。これに対し、上述したように、それぞれの周波数信号のI軸信号とQ軸信号とを掛け算して直交変調をかけることにより、周波数  $f_0 + f_s$  又は  $f_0 - f_s$  のいずれか一方を抑制した反射波の変調信号を生成することができる。すなわち、所望の周波数成分の信号のみを生成し、妨害波を除去することができる。

20

【0073】

この結果、反射効率を向上させるとともに反射波の電力ロスを防ぎ、受信感度を向上させて伝送距離を伸ばすことができる。また、タグ・リーダ側では、両サイドバンドに分割された片側の反射波をフィルタで取り除く必要がなくなるので、コストアップを抑制することができる。

30

【0074】

図2には、図1に示したRFIDタグとしての無線通信装置の変形例を示している。図示の無線通信装置は、さらに切り替え部14を備えている。

【0075】

この切り替え部14は、無変調キャリアのI軸信号及びQ軸信号と、上記の1次変調された送信データのI軸信号及びQ軸信号とを掛け合わせる組み合わせを切り替えるようになっている。

【0076】

無変調キャリアの入力I及びQを前記の1次変調した送信データI及びQとを掛け合わせる組み合わせを切り替えることにより、周波数  $f_0 + f_s$  又は  $f_0 - f_s$  のいずれか一方を抑制した反射波の変調信号を選択的に生成することができる。

40

【0077】

すなわち、直交変調する無変調キャリアの入力Iと1次変調した送信データIとを掛け算するとともに、直交変調する無変調キャリアの入力Qと1次変調した送信データQとを掛け算することにより、周波数  $f_0 - f_s$  からなる反射波信号をタグ・リーダに返すことができる。あるいは、直交変調する無変調キャリアの入力Iと1次変調した送信データQとを掛け算するとともに、直交変調する無変調キャリアの入力Qと1次変調した送信データIとを掛け算することにより、周波数  $f_0 + f_s$  からなる反射波信号をタグ・リーダに返すことができる。

【0078】

50

図3には、本発明の実施形態に係る無線通信装置の具体的構成を示している。図示の無線通信装置は、RFIDシステムにおけるタグとして動作し、反射効率と不要スペクトラムを抑えたバック・スキャッタ方式によるQPSK無線伝送を行なうことができる。この無線通信装置の特徴は、イメージ・リジェクション型のバック・スキャッタ変調器を用い、変調波の片側のみ周波数成分を取り出すことにある。

【0079】

参照番号300は、イメージ・リジェクション型のバック・スキャッタ変調器である。このバック・スキャッタ変調器300は、アンテナ301と、分波/合成器302と、高周波スイッチ303並びに305と、 $\pi/8$ の移相器304である。一般的に高周波スイッチ303並びに305はダイオード又はGaAsスイッチなどで構成され、移相器304はストリップラインなどで構成される。この301~305までが、直交変調部を構成する。

10

【0080】

アンテナ301の受信信号は、分波/合成器302により2つに分岐される。一方は、高周波スイッチ303のスイッチ・オンによりアンテナ301をアンテナ・インピーダンスで終端してタグ・リーダからの電波を吸収し、同スイッチのオフによりタグ・リーダからの電波を反射する。すなわち、高周波スイッチ303は、データに応じてオープン状態とショート状態の全反射を作り出し、位相が180度異なるBPSK変調器として動作する。

【0081】

また、他方の高周波スイッチ305側でも同様に、スイッチのオン/オフ操作によりタグ・リーダからの電波の吸収又は反射を行なうが、 $\pi/8$ の移相器304が途中に入っているため、往復で $\pi/4$ すなわち、90°位相の進んだBPSK変調器として動作する。

20

【0082】

すなわち、2つの高周波スイッチ303と305と、移相器304によりバック・スキャッタ型の直交変調器を構成することができる。ここで、高周波スイッチ303の制御信号をI軸信号、高周波スイッチ305の制御信号をQ軸信号とする。このIとQに送信データを与えることにより、バック・スキャッタ型のQPSK変調器となるが、反射波の周波数シフトは実現できない。このため、周波数を $f_s$ だけシフトさせる機能が必要となる。

30

【0083】

図3において、参照番号306~311は、周波数を $f_s$ だけシフトさせるための送信データのI軸信号、並びにQ軸信号を生成する。

【0084】

まず、送信データ(TX DATA)と送信クロック(TX CLK)によりグレイコード化を含むシリアル-パラレル変換が、S/P変換部309で行なわれる。この出力をP1及びP2とする。すなわち、送信データ00は(P1=0、P2=0)、送信データ01は(P1=0、P2=1)、送信データ10は(P1=1、P2=1)、送信データ11は(P1=1、P2=1)と変換される。

【0085】

周波数を $f_s$ だけシフトするためにはシフトクロック発振器310が必要となる。この発振器は $f_s$ 、又は4倍の $f_s$ で発振し、90°移相器308において、0°と90°の2つの信号に分けられる。

40

【0086】

90°移相器308は、デジタル回路で行なう場合なら、 $f_s$ の4倍のクロックから容易に作り出すことが可能である。また、4倍をせずにアナログ遅延線を用いることも可能である。90°位相の異なる2つの信号は、QPSK変調器306に入力される。

【0087】

QPSK変調器306では、例えば $f_s$ の90°ずつ位相の異なる4つの信号を位相器308からの2つの信号から生成し、送信データP1、P2に応じて、4つの信号を選択

50

することでデジタルのQPSK信号を生成する。これをI軸信号312とする。さらに、このI軸信号312を90°位相器307で位相を90°だけ遅らせたものをQ軸信号313とする。

【0088】

QPSK変調器306は、変調方式QPSKとBPSKを切り替えられるように変調切替信号(MODCONT)314で変調方式を制御される。例えば、BPSK変調時は、MODCONT=0、QPSK変調時は、MODCONT=1となる。

【0089】

以上のI軸信号312とQ軸信号313を上述した直交変調部でバック・スキッタ変調することにより、キャリア周波数の両側に発生するQPSKスペクトラムの片側が減衰したスペクトラムを得ることができる。 10

【0090】

計算上P1及びP2のデータをA(=±1)、B(=±1)とし、 $X = 2\pi f_s t$ 、 $Y = 2\pi f_c t$ とすれば、QPSK変調されたI軸信号312と、それより90°だけ位相が遅れたQ軸信号313は、次のように表すことができる。

【0091】

【数1】

$$I = A \cos X + B \sin X, \quad Q = A \sin X - B \cos X \quad (1) \quad 20$$

【0092】

上記の信号は、直交変調部においてタグ・リーダからの無変調キャリア $f_c$ によって直交変調される。ここで、アンテナ301に反射される変調波の信号は、下式の通りとなる。

【0093】

【数2】

$$\begin{aligned} & (A \cos X + B \sin X) \cdot \cos Y + (A \sin X - B \cos X) \cdot \sin Y \\ &= A \cos X \cos Y + B \sin X \cos Y + A \sin X \sin Y - B \cos X \sin Y \\ &= \frac{1}{2} \left\{ \begin{aligned} & A \cos(X+Y) + A \cos(X-Y) + B \sin(X+Y) + B \sin(X-Y) \\ & - A \cos(X+Y) + A \cos(X-Y) - B \sin(X+Y) + B \sin(X-Y) \end{aligned} \right\} \quad (2) \\ &= A \cos(X-Y) + B \sin(X-Y) \end{aligned}$$

40

【0094】

上式より、反射波の変調波は、 $f_c$ の両サイドバンドのうち $f_c - f_s$ 側だけに現われることが分かる。また、IとQを逆に接続することにより、 $f_c + f_s$ 側だけに変調波を生成することも可能である。

【0095】

一方、I側のみで変調をかけると、アンテナ301端での変調波は、下式の通りとなる。

【0096】

【数3】

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \{A \cos(X+Y) + A \cos(X-Y) + B \sin(X+Y) + B \sin(X-Y)\} \\ & = \frac{1}{2} \{A \cos(X+Y) + B \sin(X+Y)\} + \frac{1}{2} \{A \cos(X-Y) + B \sin(X-Y)\} \end{aligned} \quad (3)$$

10

【0097】

この場合、 $f_c - f_s$ 、 $f_c + f_s$ の両サイドバンドに変調波が発生することが分かる。また、信号レベルも半分になってしまうことが分かる。

【0098】

上記の計算例では、QPSK変調であるが、図3において、P2を常に0とし、P1を送信データ(TX DATA)とし、MOD CONT = 0として、BPSK変調が掛かるようにすれば、上式(3)は、 $A \cos(X - Y)$ となり、同様に $f_c - f_s$ 側のBPSK信号が得られる。

20

【0099】

図3において、参照番号311は分周器であり、シフトクロック発振器310を分周する。分周比nとして1、2、4などに選び、送信クロックをこの分周器出力の信号を用いることにより、QPSK変調器306、移相器307のEXOR出力では、同期したI軸信号及びQ軸信号を生成することが可能となる。但し、データの変化点とクロックの変化点と同じになるため、ハザードが発生する。この対策については、本発明の要旨には直接関連しないので、ここでは説明しない。

【0100】

送信データのクロックを1次変調用の周波数 $f_s$ を分周して得る場合、クロック統一により同期獲得が容易となる。

30

【0101】

図4には、このようにして生成された反射波のスペクトラムを示している。

【0102】

参照番号401は、中心周波数 $f_c - f_s$ のQPSK変調波である。また、参照番号400は中心周波数 $f_c$ のQPSK変調波の漏れ成分、参照番号402は中心周波数 $f_c + f_s$ のQPSK変調波の漏れ成分をそれぞれ示しており、ともに $f_c$ 及び $f_s$ のそれぞれの直交性のアンバランスにより発生する成分であり、理想的には、生じない。

【0103】

上述した $f_c + f_s$ の変調波の受信、復調を行なうタグ・リーダーには、図5に示した送受信装置110をそのまま利用することができるので、ここでは、重複を避けるため説明を行なわない。

40

【0104】

以上の方法により、反射効率と不要スペクトラムを抑えたバック・スキャッタ方式によるPSK又はQPSK変調の無線伝送装置を実現することが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0105】

以上、特定の実施形態を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施形態の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、本明細書の記載内容を限定的に解釈するべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した

50

特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る無線通信装置の構成を模式的に示した図である。

【図2】図2は、図1に示したRFIDタグとしての無線通信装置の変形例を示した図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態に係る無線通信装置の具体的構成を示した図である。

【図4】図4は、図3に示した無線通信装置における反射波のスペクトラムを示した図である。

【図5】図5は、タグ側で、受信周波数 $f_r$ を所定の中心周波数 $f_c$ だけ正負いずれかの方向に周波数シフトさせて、反射波を送り返すRFIDシステムの構成例を示した図である。

【図6】図6は、図5に示したRFIDシステムにおける反射波のスペクトラムを示した図である。

【図7】図7は、従来のバック・スキャッタ方式の無線通信システムの構成例を示した図である。

【符号の説明】

【0107】

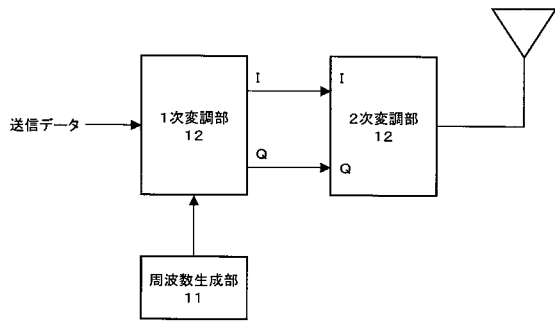
- 10 ... 無線通信装置
- 11 ... 周波数生成部
- 12 ... 1次変調部
- 13 ... 2次変調部
- 14 ... 切り替え部
- 300 ... バック・スキャッタ変調器
- 301 ... アンテナ
- 302 ... 分波/合成器
- 303, 305 ... 高周波スイッチ
- 304 ... 移相器
- 306 ... QPSK変調器
- 307, 308 ... 位相器
- 309 ... S/P変換器
- 310 ... シフトクロック発振器
- 311 ... 分周器

10

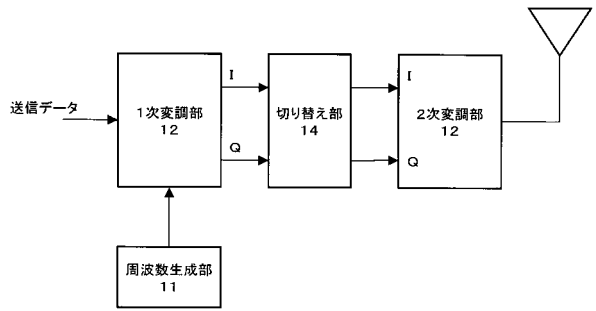
20

30

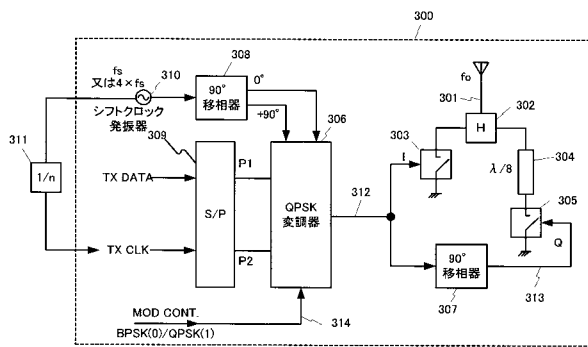
【図1】



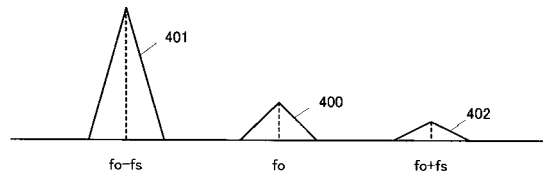
【図2】



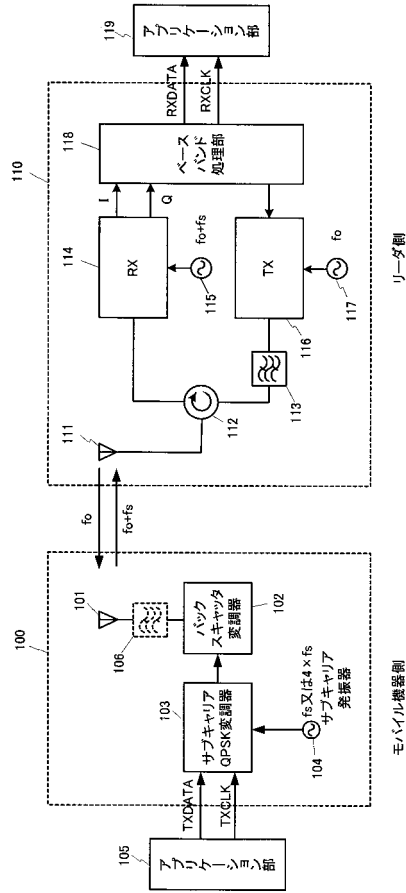
【図3】



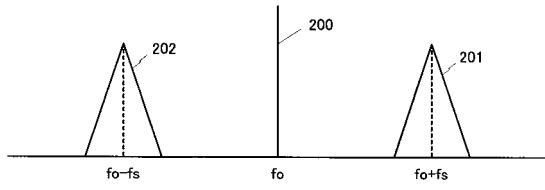
【図4】



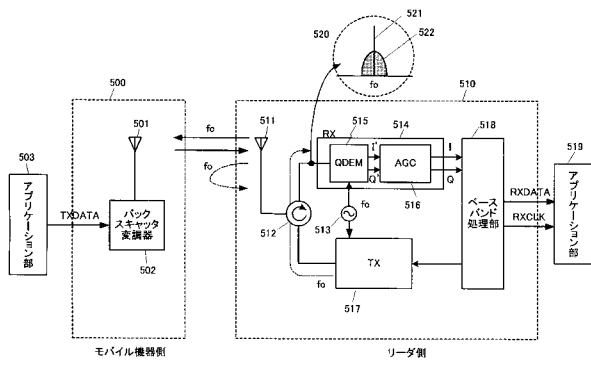
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭63-279621(JP,A)  
特開平10-209914(JP,A)  
特開昭63-121773(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B	1/59
G06K	17/00
G06K	19/07
H04B	5/02