

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5150737号
(P5150737)

(45) 発行日 平成25年2月27日 (2013. 2. 27)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012. 12. 7)

(51) Int. Cl. F I
G O 6 K 17/00 (2006. 01) G O 6 K 17/00 F
H O 4 B 5/02 (2006. 01) H O 4 B 5/02

請求項の数 16 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2010-550601 (P2010-550601)
(86) (22) 出願日 平成21年3月12日 (2009. 3. 12)
(65) 公表番号 特表2011-513875 (P2011-513875A)
(43) 公表日 平成23年4月28日 (2011. 4. 28)
(86) 国際出願番号 PCT/KR2009/001254
(87) 国際公開番号 W02009/113826
(87) 国際公開日 平成21年9月17日 (2009. 9. 17)
審査請求日 平成22年9月30日 (2010. 9. 30)
(31) 優先権主張番号 61/035, 805
(32) 優先日 平成20年3月12日 (2008. 3. 12)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 596099882
エレクトロニクス アンド テレコミュニ
ケーションズ リサーチ インスティテュー
ト
ELECTRONICS AND TEL
ECOMMUNICATIONS RES
EARCH INSTITUTE
大韓民国 デジョンシ ユソング ガジヨ
ンドン 161

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 適応型再伝送待機時間を計算する R F I D リーダ装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信信号のデータを分析して、前記受信信号の衝突発生の有無を確認し、受信信号データの分析結果に基づいて衝突タイプを診断する衝突診断部；

前記衝突タイプに基づいて、コマンドを再伝送するか否かを判断する状況別コマンド再伝送部；及び

コマンド再伝送のためのランダム待機時間を計算するランダム待機時間計算部を含み、前記ランダム待機時間計算部は、再伝送待機基準値の下限および上限に待機時間パラメータを掛けた値に応じて決定される最小再伝送待機時間と最大再伝送待機時間との間で、ランダムにランダム待機時間を選択し、

前記ランダム待機時間計算部は、前記待機時間パラメータを、インベントリラウンドが始まるときに、所定の初期値に設定し、タグをアクナリッジするまでは前記待機時間パラメータを減少させないことを特徴とする、R F I D リーダ装置。

【請求項 2】

前記再伝送待機基準値の下限は、予想最長プロトコルデータユニット (l o n g e s t E x p e c t e d P D U) に必要な時間であることを特徴とする、請求項 1 に記載の R F I D リーダ装置。

【請求項 3】

前記予想最長プロトコルデータユニットは、P C、U I I、および C R C 1 6 が結合したプロトコルデータユニットであることを特徴とする、請求項 2 に記載の R F I D リーダ

装置。

【請求項 4】

前記再伝送待機基準値の上限は、リーダコマンドとタグ応答の総予想所要時間であることを特徴とする、請求項 1 に記載の R F I D リーダ装置。

【請求項 5】

前記リーダコマンドとタグ応答の総予想所要時間は、セレクト段階およびインベントリ段階の総予想所要時間であることを特徴とする、請求項 4 に記載の R F I D リーダ装置。

【請求項 6】

前記ランダム待機時間計算部は、前記待機時間パラメータを、インベントリラウンドの間に変更可能であることを特徴とする、請求項 1 に記載の R F I D リーダ装置。

10

【請求項 7】

前記ランダム待機時間計算部は、現在の衝突比率が衝突比率基準値未満であると判断した場合、前記待機時間パラメータをパラメータ変更ファクターだけ減少させることを特徴とする、請求項 1 に記載の R F I D リーダ装置。

【請求項 8】

前記ランダム待機時間計算部は、現在の衝突比率が衝突比率基準値を超えたと判断した場合、前記待機時間パラメータをパラメータ変更ファクターだけ増加させることを特徴とする、請求項 1 に記載の R F I D リーダ装置。

【請求項 9】

前記ランダム待機時間計算部は、タイムアウト比率がタイムアウト基準値を超え、衝突比率が衝突比率基準値を超えたと判断した場合、前記待機時間パラメータをパラメータ変更ファクターだけ増加させることを特徴とする、請求項 1 に記載の R F I D リーダ装置。

20

【請求項 10】

前記ランダム待機時間計算部は、タイムアウト比率がタイムアウト基準値以下になったと判断した場合、前記待機時間パラメータを初期値にリセットすることを特徴とする、請求項 1 に記載の R F I D リーダ装置。

【請求項 11】

衝突診断部が、受信信号のデータを分析して、受信信号の衝突発生の有無を確認し、受信信号データの分析結果に基づいて衝突タイプを診断する衝突診断段階；

状況別コマンド再伝送部が、前記衝突タイプに基づいて、コマンドを再伝送するか否かを判断するコマンド再伝送判断段階；及び

30

ランダム待機時間計算部が、コマンドの再伝送のためのランダム待機時間を計算するランダム待機時間計算段階を含み、

前記ランダム待機時間計算段階は、再伝送待機基準値の下限および上限に待機時間パラメータを掛けた値に応じて決定される最小再伝送待機時間と最大再伝送待機時間との間で、ランダムにランダム待機時間を選択し、前記待機時間パラメータを、インベントリラウンドが始まるときに、所定の初期値に設定し、タグをアクナリッジするまでは前記待機時間パラメータを減少させないことを特徴とする、R F I D リーダ装置の制御方法。

【請求項 12】

前記再伝送待機基準値の下限は、予想最長プロトコルデータユニット（longest Expected PDU）に必要な時間であることを特徴とする、請求項 11 に記載の R F I D リーダ装置の制御方法。

40

【請求項 13】

前記予想最長プロトコルデータユニットは、P C、U I I、および C R C 1 6 が結合したプロトコルデータユニットであることを特徴とする、請求項 12 に記載の R F I D リーダ装置の制御方法。

【請求項 14】

前記ランダム待機時間計算段階は、現在の衝突比率が衝突比率基準値未満であると判断した場合、前記待機時間パラメータをパラメータ変更ファクターだけ減少させる段階を含むことを特徴とする、請求項 11 に記載の R F I D リーダ装置の制御方法。

50

【請求項 15】

前記ランダム待機時間計算段階は、現在の衝突比率が衝突比率基準値を超えたと判断した場合、前記待機時間パラメータをパラメータ変更ファクターだけ増加させる段階を含むことを特徴とする、請求項 11 に記載の R F I D リーダ装置の制御方法。

【請求項 16】

前記ランダム待機時間計算段階は、タイムアウト比率がタイムアウト基準値を超え、衝突比率が衝突比率基準値を超えたと判断した場合、前記待機時間パラメータをパラメータ変更ファクターだけ増加させる段階を含むことを特徴とする、請求項 11 に記載の R F I D リーダ装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、モバイル R F I D リーダー装置 (R F I D i n t e r r o g a t o r) 及びその制御方法に係り、特に、衝突のタイプに基づいて状況に応じた命令再伝送 (c o m m a n d r e t r a n s m i s s i o n) を遂行し、適応的に命令再伝送のための待機時間を設定することができる R F I D リーダー装置及びその制御方法に関する。

【0002】

本発明は、知識経済部及び情報通信研究振興院の I T 源泉技術開発事業の一環として行われた研究から導き出されたものである [課題管理番号: 2008-F-052-01、課題名: 個別物品単位応用のための次世代 R F I D 技術開発]。

20

【背景技術】

【0003】

R F I D 無線インターフェース仕様 (例えば、I S O / I E C 18000-6) は、R F I D アーキテクチャ (例えば、R F I D P o r t a l s) がよく揃うように開発されるにつれて、タグ間の干渉などによる通信エラーが非常に減ることになり、通信エラーの検出及び調整が容易になった。

【0004】

しかし、最近になってハンドヘルド (h a n d h e l d) 基盤の R F I D リーダーが大きな比重を占めることになって、モバイルアプリケーションにおいて R F I D テクノロジーの効果的な使用を保障することができる技術の必要性が台頭している。特に、大部分の固定シナリオ (s t a t i c s c e n a r i o s) に比べると、アクティブモバイル装置の位置とローカル配列 (l o c a l a r r a n g e m e n t) 、例えば、ターゲット対象との距離及びアンテナの方向などを根本的に予測することができなかった。すなわち、同一周波数チャンネルでタグ検出と比較して、非同期で運営される R F I D リーダーの数を決定するのが事実上難しいのである。

30

【0005】

現在、互いに近接する R F I D リーダーは、配線によって連結され、これにより同期を合わせているが、このような同期化 (h a r d - w i r e d s y n c h r o n i z a t i o n) は、モバイルアプリケーションに適用できない。もちろん、理論的には同期化を無線通信環境でも適用して使用することもできる。しかし、今までは、R F I D リーダーの位置がわからないため、R F I D ハンドヘルド装置の同期のために付加のチャンネルを使用するしかなかった。

40

【0006】

複数の R F I D リーダーが同一時間帯にアクティブ状態となることを防止するためのさらなる一つのメカニズムとしては、ヨーロッパで義務的に使用されている L i s t e n B e f o r e T a l k (L B T) がある。しかし、L B T は、モバイル R F I D では有効な方法でない。なぜならば、実際に R F I D リーダーの配列は非常に多様なので、有用な受信感度の基準値 (t h r e s h o l d) を決定することができないからである。

【0007】

その他にも、近接した R F I D リーダー間の意図しない衝突 (c o l l i s i o n) を

50

克服するための方法としては、時分割多重化（TDM、Time Division Multiplexing）及び周波数分割多重化（FDM、Frequency Division Multiplexing）などがある。しかし、モバイルRFIDに時間的同期化がサポートされないか、ただ一つのチャンネルが割り当てられるなら、これらのメカニズムはモバイルRFIDに適用することができない。言い換えれば、RFIDリーダーとタグ通信は明らかにスペクトルにおいて区別できない。

【0008】

モバイル環境でRFIDリーダーを効果的に使用するためには、RFIDリーダーは、モバイル環境で最近目立つようになった通信エラーに適応的ではなければならない。ところが、現在、ISO/IEC 18000-6 Type Cのような一般的なRFID無線インターフェース仕様を見れば、インベントリラウンドの間でフェイル（fail）が発生した場合、リーダーが再伝送することができる命令のタイミグ数あるいは命令を再伝送する条件に関して何の規制もしていない。また、命令の再伝送のためのランダム待機時間を選択する基準範囲に対して衝突回避と処理性能の間の合理的な折衷点を捜すための方法が必要である。

10

【0009】

本発明の他の目的及び利点は下記の説明によって理解可能であり、本発明の実施例によってより明らかに分かるであろう。また、本発明の目的及び利点は特許請求の範囲に示す手段及びその組合せによって実現することができることが容易に分かるであろう。

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、前記の従来技術の問題点を解決するためになされたもので、特にモバイルRFID環境で多様な衝突のタイプ及び状況による命令再伝送を遂行し、適応的に命令再伝送のための最適の待機時間を設定することができるRFIDリーダー及びその制御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】

【0011】

上記目的を達成するために、本発明による適応型再伝送待機時間（adaptive retransmission wait time）を計算するRFIDリーダ装置は、少なくとも一つのタグに対して信号を送受信することが可能なRF通信部からの送信信号に応じて設定された受信時間の間に受信された受信信号、のデータを分析し、受信信号の衝突発生の有無を確認し、受信信号データの分析結果に基づいて衝突タイプを診断する衝突診断部と、衝突診断部から受信した衝突発生の有無および衝突タイプに基づいて、コマンドを再伝送するか否かを判断する状況別コマンド再伝送部と、コマンド再伝送のためのランダム待機時間を計算するランダム待機時間計算部とを含み、ランダム待機時間計算部は、再伝送待機基準値の下限および上限に待機時間パラメータを掛けた値に応じて決定される最小再伝送待機時間と最大再伝送待機時間との間で、ランダムにランダム待機時間を選択し、待機時間パラメータは、動的（dynamically）に変更可能である。

30

【0012】

40

また、本発明に係る適応型再伝送待機時間を計算するRFIDリーダ装置の制御方法は、衝突診断部が、RF通信部からの送信信号に応じて設定された受信時間の間に受信された受信信号、のデータを分析して、受信信号の衝突発生の有無を確認し、受信信号データの分析結果に基づいて衝突タイプを診断する衝突診断段階と、状況別コマンド再伝送部が、衝突発生の有無および衝突タイプに基づいて、コマンドを再伝送するか否かを判断するコマンド再伝送判断段階と、ランダム待機時間計算部が、コマンド再伝送のためのランダム待機時間を計算するランダム待機時間計算段階とを含み、ランダム待機時間計算段階は、再伝送待機基準値の下限および上限に待機時間パラメータを掛けた値に応じて決定される最小再伝送待機時間と最大再伝送待機時間との間で、ランダムにランダム待機時間を選択し、待機時間パラメータは、動的に変更可能である。

50

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、RFIDリーダがタグを読み取る過程で発生するすべてのタイプの衝突に対する識別が可能なので、衝突の発生原因を早く認知することができる利点がある。よって、衝突の発生原因に対処することができることになる。また、RFIDリーダを備えるモバイルアプリケーションで衝突が感知された場合、当該衝突のタイプに応じて状況に応じた衝突制御を遂行することで、もう始まったインベントリラウンド（inventory round）を成功裏に終了することができることになる。衝突のタイプによって状況に応じた命令再伝送を遂行することができ、適応的に命令再伝送のための待機時間を設定することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明による衝突タイプ状況を示す例示図である。

【図2】本発明による衝突タイプ状況を示す例示図である。

【図3】本発明による衝突タイプ状況を示す例示図である。

【図4】本発明によるRFIDリーダの構成を説明するブロック図である。

【図5】本発明によるRFIDリーダの動作を説明する参照例示図である。

【図6】本発明によるRFIDリーダの動作を説明する参照例示図である。

【図7】本発明によるRFIDリーダの動作を説明する参照例示図である。

【図8】本発明によるRFIDリーダの動作を説明する参照例示図である。

20

【図9】本発明によるRFIDリーダの動作を説明する参照例示図である。

【図10】本発明によるRFIDリーダの動作を説明する参照例示図である。

【図11】本発明によるRFIDリーダの動作を説明する参照例示図である。

【図12】本発明によるRFIDリーダに関する動作フローを示すフローチャートである。

。

【図13】本発明によるRFIDリーダに関する動作フローを示すフローチャートである。

。

【図14】本発明によるRFIDリーダに関する動作フローを示すフローチャートである。

。

【図15】本発明の実施例によって衝突解決部が衝突状況別に命令を再伝送する手順を示すフローチャートである。

30

【図16】図15を参照して説明した衝突解決アルゴリズムの疑似コード表現である。

【図17】本発明の実施例によって各衝突状況による衝突解決方法を説明する例示タイミング図である。

【図18】本発明の実施例によって各衝突状況による衝突解決方法を説明する例示タイミング図である。

【図19】本発明の実施例によって各衝突状況による衝突解決方法を説明する例示タイミング図である。

【図20】本発明の実施例による最小再伝送待機時間の意味を説明するタイミング図である。

40

【図21】本発明の実施例による最大再伝送待機時間の意味を説明するタイミング図である。

【図22】ISO/IEC 18000-6 Type C環境でのタイミングテーブルである。

【図23】待機時間パラメータcを現在衝突の比率によって動的に変更する手順を示すフローチャートである。

【図24】待機時間パラメータcを現在衝突の比率及びタイムアウトの比率によって動的に変更する手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

50

以下、本発明の理解のために、添付図面を参照して好適な実施例を提供する。下記の実施例は、本発明をより容易に理解するために提供するものであり、本実施例によって本発明が限定されるものではない。

【0016】

本発明においては、極超短波 (ultrahigh frequency、UHF) 帯域のRFID環境で動作するRFIDリーダ (Interrogator) を装着した携帯電話で、タグが付いた商品や作品などの情報を照会するまたは購入するモバイルRFIDサービスにおいて、当該RFIDリーダと周辺のRFIDリーダまたは周辺のタグとの衝突によって受信信号にエラーが発生した場合に、発生した衝突を解決するために、エラーが発生した受信信号を分析して衝突の原因を識別し、衝突の状況に応じて命令を再伝送し、再伝送のための待機時間を適切に設定することができる装置及び方法を提示するものである。

10

【0017】

本発明は、モバイルRFID (Radio Frequency Identification) のエアインターフェース仕様 (air interface specification) に関するものであり、本発明によるシステムは、受動バックスキャッター (passive backscatter) 方式で動作するITF (Interrogator Talks First) システムで、一つ以上のモバイルRFIDインタロゲーター (Interrogator) と複数のタグを備える。以下ではRFIDインタロゲーターをRFIDリーダとして説明し、特に他の説明があるかあるいははっきり他の用語に解釈されない限り、二つの用語は同一意味を持つ。

20

【0018】

本発明によるRFIDリーダは、チャンネルセンシングをサポートしなくても良い。例えば、LBT (Listen Before Talk) を具現化する必要がなく、リーダ間に衝突する危険を甘受して命令 (command) を伝送する。また、TDM (Time Division Multiplexing) のための制御チャンネルなどを利用してリーダ間に同期化を行わなくても良い。

【0019】

リーダから提供するRF信号によってタグに電源が供給され、アンテナの反射係数 (reflection coefficient) を変調してリーダにデータをバックスキャタリングすることで、リーダの命令に反応する。タグの作動は手動モードであり、何のRF通信も能動的に開始しないと仮定する。本発明は、モバイルRFID応用において衝突仲裁 (arbitration) と衝突回避 (avoidance) に関するものであり、衝突の影響を緩和させ、後続の (follow up) 衝突を回避するために使用することができるメカニズムに関するものである。

30

【0020】

本発明において、具体的に説明されない部分は、ISO/IEC 18000-6 Type Cに規定された無線インターフェース仕様によって充分に理解することができ、必要によって他の無線インターフェース仕様も参酌して適用することができる。

【0021】

以下、添付図面に基づいて本発明の実施例を説明すれば次の通りである。

40

【0022】

図1～図3は本発明の実施例によるネットワーク衝突状況を示すものである。

【0023】

本発明によるネットワーク衝突状況には複数のタグの間で発生する衝突である‘タグ対タグ衝突’ (Tag on Tag Collision)、複数のRFIDリーダとタグの間で発生する衝突である‘マルチリーダ対タグ衝突’ (Multiple Interrogators to Tag Collision)、当該RFIDリーダと周辺に位置する一つまたはそれ以上のRFIDリーダの間で発生する衝突である‘リーダ対リーダ衝突’ (Interrogator to Interrogator Collision)

50

n) の三つのタイプがある。

【0024】

まず、図1は本発明の一実施例によるタグ対タグ衝突状況を示すものである。

【0025】

図1を参照すれば、‘タグ対タグ衝突’状況は一つのRFIDリーダであるR(100)の読み取り範囲(read range)であるA内に複数のタグ200が与えられた場合に発生することになる。図1の実施例においては、二つのタグであるT1(200a)とT2(200b)が与えられた場合を例としたが、これに限定されるものではなく、それ以上のタグが与えられた場合にも適用可能である。

【0026】

まず、R(100)がインベントリ命令(inventory command)を出力すれば、A内に位置するT1(200a)とT2(200b)がR(100)のインベントリ命令に対して応答することになる。この際、T1(200a)とT2(200b)が同時に応答する場合、T1(200a)とT2(200b)による並列的な応答は相手タグの応答を邪魔することになる。これがまさに‘タグ対タグ衝突’である。

【0027】

‘タグ対タグ衝突’が発生した場合、R(100)はタグ対タグ衝突によってT1(200a)及びT2(200b)から受信されたタグ応答をデコードするのにエラーが発生することになる。よって、インベントリ命令を出力したR(100)は各タグの応答を正確に区分することができなくなる。このような‘タグ対タグ衝突’は無線インターフェース仕様(例えば、ISO/IEC 18000-6 Type C)に紹介されているタグ衝突調整アルゴリズム(anti-collision algorithm)によって解決可能である。以下で、タグ衝突調整は他の説明がなければタグ対タグ衝突を解決する従来のアルゴリズムを意味する。

【0028】

以下の説明で、‘タグ対タグ衝突’は便宜上第1衝突として説明する。

【0029】

一方、図2は本発明の一実施例によるマルチリーダ対タグ衝突状況を示すものである。

【0030】

図2を参照すれば、‘マルチリーダ対タグ衝突’状況は複数のRFIDリーダによって発生される。図2の実施例では二つのRFIDリーダであるR1(100a)とR2(100b)が与えられた場合を例としたが、これに限定されるものではなく、それ以上のRFIDリーダが与えられた場合にも適用可能であるのはいうまでもない。

【0031】

言い換えれば、R1(100a)の読み取り範囲であるA1と、R2(100b)の読み取り範囲である‘A2’が一部重なる状態で、A1とA2が一部重なる範囲内に一つのタグであるT(200)が位置する場合を例として説明する。

【0032】

この際、R1(100a)とR2(100b)がT(200)にインベントリ命令を出力する場合、R1(100a)及びR2(100b)から出力されたインベントリ命令はT(200)で衝突することができる。この場合、T(200)はR1(100a)及びR2(100b)からそれぞれ受信されたインベントリ命令をデコードする場合にエラーが発生することになる。

【0033】

以下の説明で、‘マルチリーダ対タグ衝突’は便宜上第2衝突として説明する。

【0034】

一方、図3は本発明の一実施例によるリーダ対リーダ衝突状況を示すものである。

【0035】

図3を参照すれば、‘リーダ対リーダ衝突’は二つのRFIDリーダであるR1(100a)とR2(100b)が存在し、R2(100b)の干渉範囲(interfere

10

20

30

40

50

n c e r a n g e)であるB 2がR 1 (1 0 0 a)の読み取り範囲であるA 1と重なる場合に発生することになる。図3の実施例では二つのR F I Dリーダが与えられた場合を例としたが、これに限定されるものではなく、それ以上のR F I Dリーダが与えられた場合にも適用可能であるのはいうまでもない。ここで、‘リーダ対リーダ衝突’はR 1 (1 0 0 a)及びR 2 (1 0 0 b)の読み取り範囲が重ならない状況でも発生することができるものである。

【0036】

例えば、R 1 (1 0 0 a)がA 1内に位置するタグであるT (2 0 0)にインベントリ命令を出力すれば、T (2 0 0)はR 1 (1 0 0 a)のインベントリ命令に対する応答信号をR 1 (1 0 0 a)に伝送する。よって、R 1 (1 0 0 a)はT (2 0 0)から受信された応答信号に応じた動作を遂行することになる。この際、A 1とB 2が重なることになるので、R 2 (1 0 0 b)から出力された所定の命令またはその他の信号とR 1 (1 0 0 a)に入力されるT (2 0 0)の応答信号が衝突することになる。これがまさに‘リーダ対リーダ衝突’である。

【0037】

従来、R F I Dリーダ間の衝突状況でR 1 (1 0 0 a)はT (2 0 0)から受信された応答信号からエラーが検出された場合、これをタグ対タグ衝突と見誤ってそれに応じた衝突調整アルゴリズムを適用することで衝突を解決しようとした。

【0038】

また、‘リーダ対リーダ衝突’は二つのR F I Dリーダの読み取り範囲が重ならない状況でも発生することができるため、無線インターフェース仕様でも解決策が提示されていない。よって、モバイルR F I D応用において‘リーダ対リーダ衝突’を検出するためのメカニズムが必要であった。よって、後述した本発明の実施例ではリーダ対リーダ衝突を検出するための実施例を説明した。

【0039】

以下の説明で、‘リーダ対リーダ衝突’は便宜上第3衝突として説明する。

【0040】

図4は本発明の一実施例によるR F I Dリーダの構成を説明するのに参照する図である。

【0041】

図4を参照すれば、本発明によるR F I Dリーダは、リーダ制御部110、リーダ送信部120、R F 通信部130、リーダ受信部140、衝突制御部160及びタイマー150を含む。

【0042】

リーダ制御部110は所定範囲内に位置する少なくとも一つのタグにインベントリ命令を出力し、インベントリ命令に応じて受信されたタグ応答を処理する。

【0043】

リーダ送信部120(モデム送信部)はリーダ制御部110のインベントリ命令をR F 通信部130に伝達する。ここで、リーダ送信部120はリーダ制御部110から出力されたインベントリ命令を変調してR F 通信部130に伝達する。

【0044】

R F 通信部130はリーダ制御部110のインベントリ命令をリーダ送信部120から受け、所定範囲内に位置する少なくとも一つのタグに送出する。また、R F 通信部130は、インベントリ命令を外部に送出した後、所定の受信時間の間に外部からの信号を受信する。この際、R F 通信部130は所定の受信時間の間にすでに送出されたインベントリ命令に応じて読み取り範囲内のタグからタグ応答を受信する。もちろん、R F 通信部130はタグ応答の外に他のR F I Dリーダの信号または何の信号も含まないノイズなどを受信することもできる。この際、R F 通信部130は受信信号をリーダ受信部140に伝達する。

【0045】

リーダ受信部140（モデム受信部）はRF通信部130からの受信信号をリーダ制御部110及び衝突制御部160に伝達する。この際、リーダ受信部140は受信信号データを衝突制御部160に伝達するようにする。

【0046】

一方、リーダ受信部140はデコーダ（図示せず）を含む。この際、デコーダはRF通信部130からの受信信号を復号化し、復号化された受信信号から有効プリアンプルを検出するようにする。リーダ受信部140はデコーダの有効プリアンプル検出結果によって衝突制御部160に有効プリアンプル検出信号（VPD、Valid Preamble Detection）を出力するようにする。

【0047】

また、デコーダは復号化された受信信号からCRC（Cyclic Redundancy Check）エラーを検出するようにする。リーダ受信部140はデコーダのCRCエラー検出結果によって衝突制御部160にCRCエラー検出信号を出力するようにする。

【0048】

衝突制御部160は衝突診断部161及び衝突解決部165を含む。

【0049】

衝突診断部161は、リーダ受信部140から入力された受信信号データを分析して受信信号に対する衝突発生の有無を確認し、受信信号データの分析結果によって衝突タイプを診断するようにする。

【0050】

ここで、衝突診断部161は有効ビット検出モジュールであるVBD（Valid Bit Detection）モジュール163を含む。VBDモジュール163は衝突診断部161のサブモジュールで、リーダ受信部140から入力された受信信号から有効ビットを検出する。言い換えれば、VBDモジュール163は、無線インターフェース仕様の許容誤差内で受信信号の立上りエッジ（rising edge）及び立下りエッジ（falling edge）、つまり変調された副搬送波を検出することで有効な論理的な信号を検出する。この際、VBDモジュール163は有効ビット検出結果によって有効ビット検出信号を出力する。

【0051】

衝突診断部161は、有効ビット検出信号が感知（detect）された場合、有効ビット検出信号（VBD）がポジティブ（positive）なものと判断する。言い換えれば、衝突診断部161は、有効ビット検出信号が感知された場合、VBDモジュール163から有効ビットが検出されたと判断する。

【0052】

一方、衝突診断部161は、有効ビット検出信号が感知されない場合、有効ビット検出信号（VBD）がネガティブ（negative）なものと判断する。言い換えれば、衝突診断部161は、有効ビット検出信号が感知された場合、VBDモジュール163から有効ビットが検出されなかったと判断する。

【0053】

衝突診断部161は、VBDモジュール163から出力された有効ビット検出信号に基づき、送信信号に応じたタグ応答信号が存在するかどうかを判断する。これにより、衝突診断部161は、受信信号が送信信号に応じたタグ応答であるか、それとも何の信号も含まない信号であるかなどを判断する。

【0054】

一方、衝突診断部161はRFIDリーダの衝突を感知するリーダ衝突感知モジュールであるICD（Interrogator Collision Detection）モジュール162をさらに含む。ICDモジュール162はVBDモジュール163と同様に衝突診断部161のサブモジュールで、リーダ受信部140から入力された受信信号データを分析し、受信信号データに対する平均値を算出する。

10

20

30

40

50

【0055】

また、ICDモジュール162は受信信号データから算出された平均値と登録された基準レベルの比較結果によってRFIDリーダの衝突を感知する。この際、ICDモジュール162はRFIDリーダの衝突が感知された場合、リーダ衝突検出信号（ICD）を出力する。

【0056】

例えば、ICDモジュール162は、受信信号データから算出された平均値が基準レベル以上の場合、RFIDリーダが衝突したと感知する。一方、ICDモジュール162は、受信信号データから算出された平均値が基準レベル未満の場合、RFIDリーダが衝突しなかったと感知する。

10

【0057】

これに対する具体的な実施例は図6及び図7を参照するようにする。

【0058】

衝突診断部161は、ICDモジュール162から出力されたリーダ衝突検出信号に基づいて当該RFIDリーダと周辺RFIDリーダの衝突、つまり第3衝突の発生有無を確認することが可能である。

【0059】

言い換えれば、衝突診断部161は、リーダ衝突検出信号が感知された場合、リーダ衝突検出信号（ICD）がポジティブ（positive）なものと判断する。言い換えれば、衝突診断部161は、リーダ衝突検出信号が感知された場合、ICDモジュール162からRFIDリーダの衝突が検出されたと判断する。この際、衝突診断部161は受信信号に対して第3衝突が発生したと診断する。

20

【0060】

一方、衝突診断部161は、リーダ衝突検出信号が感知されない場合、リーダ衝突検出信号（ICD）がネガティブ（negative）なものと判断する。言い換えれば、衝突診断部161は、有効ビット検出信号が感知された場合、VBDモジュール163から有効ビットが検出されなかったと判断する。この際、衝突診断部161は受信信号に対して第3衝突は発生しなかったと診断する。

【0061】

また、衝突診断部161は、ICDモジュール162から出力されたリーダ衝突検出信号がネガティブ（negative）なものと判断されれば、VBDモジュール163から出力された有効ビット検出信号に基づいて複数の周辺タグ間の衝突、つまり第1衝突の発生有無を確認する。また、衝突診断部161はVBDモジュール163から出力された有効ビット検出信号に基づいて複数のRFIDリーダと送信信号を受信したタグ間の衝突、つまり第2衝突の発生有無を確認する。

30

【0062】

衝突診断部161は、VBDモジュール163から有効ビット検出信号（VBD）がポジティブなものと判断されれば、受信信号に対して第1衝突が発生したと診断する。一方、衝突診断部161は、VBDモジュール163から有効ビット検出信号（VBD）がネガティブなものと判断されれば、受信信号に対して第2衝突が発生したと診断する。

40

【0063】

衝突診断部161は、デコーダから有効プリアンプルが検出された場合、リーダ受信部140から有効プリアンプル検出信号を受信する。また、衝突診断部161は、デコーダからCRCエラーが検出された場合、リーダ受信部140からCRCエラー検出信号を受信する。ここで、衝突診断部161は、リーダ受信部140から出力された有効プリアンプル検出信号とCRCエラー検出信号に基づいて受信信号に対する衝突タイプを診断するようにする。

【0064】

すなわち、衝突診断部161は、ICDモジュール162から出力されたリーダ衝突検出信号とVBDモジュール163から出力された有効ビット検出信号に基づいて、第1衝

50

突、第2衝突、及び第3衝突に対する衝突タイプを診断することができる。これに対する実施例は〔表1〕を参照する。

【表1】

衝突タイプ 検出信号	第1衝突	第2衝突	第3衝突
I C D	ネガティブ	ネガティブ	ポジティブ
V B D	ポジティブ	ネガティブ	—

10

【0065】

また、衝突診断部161は、I C Dモジュール162から出力されたリーダ衝突検出信号及びV B Dモジュール163から出力された有効ビット検出信号に加え、リーダ受信部140から入力された有効プリアンプル検出信号とC R Cエラー検出信号をさらに参照してより細密な衝突タイプを診断することができることになる。これに対する実施例はつぎの〔表2〕を参照する。

【表2】

衝突タイプ 検出信号	第1衝突		第2衝突	第3衝突	
I C D	ネガティブ		ネガティブ	ポジティブ	
V B D	ポジティブ		ネガティブ	—	
V P D	ポジティブ	ネガティブ	ネガティブ	ポジティブ	ネガティブ
C R C エラー	ポジティブ	—	—	ポジティブ	—

20

【0066】

衝突診断部161は、前記のような条件を満足する場合、衝突状況と判断し、第1衝突、第2衝突、及び第3衝突の中でいずれか一つの衝突タイプと診断し、前記のような条件を満足しない場合、受信信号に衝突が発生しないと判断する。

【0067】

この際、衝突診断部161は、衝突診断結果を衝突解決部165に伝達するようにする。ここで、衝突診断結果は衝突発生の有無を含み、衝突が発生した場合、衝突タイプ情報を含む。

【0068】

衝突解決部165は、衝突診断部161から印加された衝突診断結果に応じた動作を遂行するようにする。言い換えれば、衝突解決部165は、衝突診断部161によって衝突が発生しなかったと診断されれば、これをリーダ制御部110に通報するようにする。

40

【0069】

また、衝突解決部165は、タグ対タグ衝突、マルチリーダ対タグ衝突及びリーダ対リーダ衝突の中でいずれか一つの衝突が発生した場合、各衝突タイプに応じた衝突解決アルゴリズム(collision resolution algorithm)を遂行することで衝突問題を解決するようにする。衝突解決部165は、衝突発生の有無と衝突タイプに基づいて命令を再伝送するか否かを判断する状況別命令再伝送部1651、及び命令の再伝送のためのランダム待機時間を計算するランダム待機時間計算部1652を備え、衝突解決部165の具体的な動作については衝突診断部161が衝突を診断する動作を説明した後に説明する。

50

【0070】

図5は本発明による衝突制御部の動作説明するのに参照する図である。

【0071】

図5を参照すれば、衝突診断部161は、リーダ受信部140から受信信号データ(I1)を受ける。この際、衝突診断部161のVBDモジュール163は、受信信号データから有効ビットを検出して有効ビット検出信号(I11)を出力する。また、衝突診断部161のICDモジュール162は受信信号データからリーダ衝突を検出してリーダ衝突検出信号(I12)を出力する。

【0072】

一方、衝突診断部161は、リーダ受信部140から有効プリアンプル検出信号(I2)とCRCエラー検出信号(I3)を受ける。

【0073】

また、衝突診断部161はタイマー150から時間情報(I4)を受ける。この際、衝突診断部161は、タイマー150から提供された時間情報(I4)に基づき、送信信号に対して設定された受信時間がタイムアウトされるまでの時間をカウントする。また、衝突診断部161は、送信信号に応じたタグ応答が受信されるまでの時間をカウントする。

【0074】

衝突診断部161は、有効ビット検出信号(I11)、リーダ衝突検出信号(I12)、有効プリアンプル検出信号(I2)、及びCRCエラー検出信号(I3)情報を利用して受信信号に対する衝突発生の有無及び発生した衝突タイプを診断するようにする。

【0075】

この際、衝突診断部161は衝突診断結果を衝突解決部165に出力することになる。ここで、衝突診断結果は衝突なし(No collision detected)、第1衝突、第2衝突、及び第3衝突に対する情報を含む。もちろん、衝突診断結果は診断された衝突を解決するための衝突制御命令を含むことができる。

【0076】

図6及び図7は衝突診断部のICDモジュールでICDを検出する動作説明に参照する図である。

【0077】

ICDモジュール162でICD信号を検出するに先立ち、衝突診断部161はICDモジュール162のパラメーター値を調整する。

【0078】

例えば、衝突診断部161は、リンク周波数(LF、Link Frequency)、データ速度(data rate)、信号変調タイプなどから移動平均フィルター(MAF、Moving Average Filter)のウィンドウ(またはタブ)の大きさを決定する。ここで、受信信号データに対する平均値を算出する区間であるウィンドウの大きさは手動または自動で調整することができる。

【0079】

衝突診断部161は、送信信号に対するタグ応答を受信するためのタグ応答周期を決定する。ここで、タグ応答周期は、リンク周波数、データ速度及び変調タイプなどから決定される。

【0080】

また、衝突診断部161は、ICDモジュール162でリーダ信号を検出するために基準となる基準レベル(Threshold_level)を決定する。ここで、基準レベルは、信号変調タイプ、リンク周波数(LF)、データ速度の中で少なくとも一つ以上によって決定される。

【0081】

前記のように、衝突診断部161によってICDモジュール162のパラメーター値が決定された後、ICDモジュール162はリーダ受信部140から入力される受信信号のシンボルデータによってRFIDリーダの衝突有無を検査するようにする。

【0082】

図6は本発明によるICDモジュールの構成を示す例示図、図7はICDモジュールでの信号流れを示す図である。図6及び図7を参照すれば、ICDモジュール162は平均計算部162aと比較器162bを含む。

【0083】

平均計算部162aは、リーダ受信部140から入力された受信信号データを入力値として受けて入力された受信信号データに対する平均値を算出する。この際、平均計算部162aは移動平均フィルター(Moving Average Filter、MAF)を含む。すなわち、平均計算部162aは、移動平均フィルター(MAF)に受信信号データが入力されれば、移動平均フィルターのウィンドウに入力された各フィルター値(S1、S2、S3、...、Sn)を合わせて平均値を算出するようにする。すなわち、移動平均フィルターのウィンドウに入力された区間の平均値を算出するようにする。受信信号のデータが移動平均フィルターのウィンドウに追加入力される場合、追加入力された受信信号データに対する平均値を算出するようにする。

10

【0084】

比較器162bは、平均計算部162aから算出された平均値と登録された基準レベル(threshold_level)を比較し、リーダ衝突検出信号を出力するようにする。この際、比較器162bは、平均計算部162aから算出された平均値の中で基準レベル以上の値に対してリーダ衝突検出信号を出力するようにする。この際、衝突診断部160は当該リーダ衝突検出信号、つまりICDがポジティブ(positive)状態のものとする。

20

【0085】

すなわち、衝突診断部161は、リーダ衝突検出信号においてICDが‘positive’状態の場合、当該RFIDリーダと周辺RFIDリーダの間で第3衝突が発生したとみなす。この際、ICD値は衝突関係にあるリーダを知らせるものである。

【0086】

言い換えれば、図7の(a)のように受信信号のシンボルデータが入力された場合、衝突診断部160によって決定されたタグ応答時間(T1)の間に入力された受信信号データに対する移動平均フィルター区間の平均値は図7の(b)のようである。ここで、衝突診断部160は送信信号を送出した後に所定の受信時間の間にRF通信部130から受信信号を受信する。本実施例ではタグ応答時間(T1)の間に受信信号を受信することにする。

30

【0087】

この際、ICDモジュール162は(b)の平均値のうち、先に衝突診断部161によって決定された基準レベル(Threshold_level)と比較するようにする。その結果、ICDモジュール162は図7の(c)のようにリーダ衝突検出信号を衝突診断部161に出力するようにする。すなわち、タグ応答時間である‘T1’の間の平均値の中で基準レベルを超える領域である‘T2’でICDが‘positive’状態となることを確認することができる。

【0088】

したがって、衝突診断部161は、ICDモジュール162から出力されたリーダ衝突検出信号に基づいて受信信号で第3衝突が発生したと判断する。

40

【0089】

図8はVBDモジュールで有効ビットを検出する実施例を示すものである。特に、Miller-4でエンコードされた受信信号から有効ビットを検出する例を示すものである。

【0090】

ここで、VBDモジュール163によって有効ビットが検出された場合、VBDは‘positive’となり、有効ビットが検出されない場合には、VBDが‘negative’となる。VBDモジュール163は有効ビット検出結果によって有効ビット検出信

50

号を出力する。これにより、衝突診断部161はVBDモジュール163から出力された有効ビット検出信号に基づいて受信信号の衝突タイプを診断するようにする。

【0091】

したがって、衝突診断部161は先に獲得された情報、つまりリーダ衝突検出信号、有効ビット検出信号、有効プリアンプル検出信号、及びCRCエラー検出信号から図9～図11の衝突タイプを診断することができることになる。

【0092】

まず、図9は第1衝突状況を示すもので、詳しくはRFIDリーダ(R)とタグ1(T1)及びタグ2(T2)の間に送受信される命令及び応答信号を示すものである。ただし、他のRFIDリーダからの干渉はない状態とみなす。

【0093】

まず、RFIDリーダ(R)がタグ1(T1)及びタグ2(T2)に命令を伝送すれば、タグ1(T1)及びタグ2(T2)はそれぞれ応答1と応答2をRFIDリーダ(R)に伝送する。この際、同一応答スロット(response slot)で二つ以上のタグ応答、つまり応答1と応答2の一部がオーバーラップされることにより衝突が発生することになる。

【0094】

この際、衝突診断部161は、つぎの<条件A>または<条件B>を満足する場合、第1衝突が発生したと診断する。

- <条件A> 1) 有効プリアンプル検出 (VPD is positive)。
2) CRCエラー検出。
3) 有効ビット検出 (VBD is positive)。
4) 検出されたリーダ衝突なし (ICD is negative)。
<条件B> 1) 検出された有効プリアンプルなし (VPD is negative)

- 2) 有効ビット検出 (VBD is positive)。
3) 検出されたリーダ衝突なし (ICD is negative)。

言い換えれば、<条件A>のように、有効プリアンプル検出信号からVPDが‘positive’であり、CRCエラーが検出され、有効ビット検出信号からVBDが‘positive’で、リーダ衝突検出信号からICDが‘negative’であることを満足する場合、衝突診断部161は受信信号で第1衝突が発生したと診断する。一方、<条件B>のように、VPDが‘negative’で、VBDが‘positive’で、ICDが‘negative’であることを満足する場合、衝突診断部161は受信信号で第1衝突が発生したと診断する。

【0095】

したがって、衝突診断部161は<条件A>及び<条件B>のいずれか一つを満足する場合、第1衝突情報を含む衝突診断結果を衝突解決部165に出力するようにする。

【0096】

図10は第2衝突状況を示すもので、詳しくはリーダ1及びリーダ2と一つのタグの間に送受信される命令及び応答信号を示すものである。

【0097】

図10に示すように、RFIDリーダ1(R1)とRFIDリーダ2(R2)はタグ(T)に命令を出力する。この際、RFIDリーダ1(R1)とRFIDリーダ2(R2)からそれぞれ出力された命令1と命令2がオーバーラップされた場合、衝突が発生することになる。この場合、タグは有効なRFIDリーダの命令を検出することができないので、タグ応答は出力されなくなる。よって、RF通信部130は、送信信号を送出した後に他のRFIDリーダの信号またはノイズなどを受信することになる。

【0098】

この際、衝突診断部161はつぎの<条件C>を満足する場合、第2衝突が発生したと診断する。

<条件C> 1) 検出された有効プリアンプルなし (VPD is negative)

。

2) 検出された有効ビットなし (VBD is negative)。

3) 検出されたリーダ衝突なし (ICD is negative)。

【0099】

<条件C>のように、VPDが‘negative’で、VBDが‘negative’で、ICDが‘negative’であることを満足する場合、衝突診断部161は受信信号で第2衝突が発生したと診断する。

【0100】

したがって、衝突診断部161は、<条件C>を満足する場合、第2衝突情報を含む衝突診断結果を衝突解決部165に出力するようにする。

【0101】

図11は第3衝突状況を示すもので、詳しくはリーダ1及びリーダ2と一つのタグの間で送受信される命令及び応答信号を示すものである。

【0102】

まず、RFIDリーダ1(R1)がタグ(T)に命令1を送信すれば、タグ(T)はRFIDリーダ1(R1)の命令1に応じて応答1をRFIDリーダ1(R1)に伝送する。一方、RFIDリーダ2(R2)は他のタグに命令2を送信する。

【0103】

この際、RFIDリーダ1(R1)の読み取り範囲とRFIDリーダ2(R2)の干渉範囲が重なるので、タグ(T)の応答1とRFIDリーダ2(R2)の命令2が互いにオーバーラップされることによって衝突が発生することになる。図11の(a)は応答1の一部が命令2とオーバーラップされた場合を示すものであり、図11の(b)は応答1の全体が命令2とオーバーラップされた場合を示すものである。ここで、図11の(a)及び(b)は伝送されるプロトコルデータユニット(protocol data unit)のアクチュアルタイミング(actual timing)によって発生することになる。

【0104】

この際、衝突診断部161は、つぎの<条件D>または<条件E>を満足する場合、第3衝突が発生したと診断する。

<条件D> 1) 有効プリアンプル検出 (VPD is positive)。

2) CRCエラー検出。

3) リーダ衝突検出 (ICD is positive)。

<条件E> 1) 検出された有効プリアンプルなし (VPD is negative)

。

2) リーダ衝突検出 (ICD is positive)。

【0105】

まず、<条件D>のように、VPDが‘positive’で、CRCエラーが検出され、ICDが‘positive’である場合、衝突診断部161は受信信号で第3衝突が発生したと診断する。一方、<条件E>のように、VPDが‘negative’で、ICDが‘positive’である場合、衝突診断部161は受信信号で第3衝突が発生したと診断する。

【0106】

ここで、ICDは基本的に当該RFIDリーダと周辺RFIDリーダ間の衝突を検出する信号なので、ただ第3衝突でだけ‘positive’状態となる。よって、衝突診断部161は、<条件D>または<条件E>を満足する場合、第3衝突情報を含む衝突診断結果を衝突解決部165に出力するようにする。

【0107】

その後、衝突解決部165は衝突診断部161によって診断された衝突を解決し、発生する衝突を最小化するため、発生した衝突タイプに応じた衝突解決アルゴリズムを遂行す

10

20

30

40

50

るようにする。衝突解決部165は、衝突解決アルゴリズムを遂行した後、遂行結果をリーダ制御部110に伝達する。

【0108】

前記のように構成された本発明の動作を説明すれば次のようである。

【0109】

図12～図14は本発明の一実施例によるRFIDリーダの動作フローを示すフローチャートである。

【0110】

まず、図12はRFIDリーダの全体動作フローを示すものである。図12を参照すれば、RFIDリーダは、周辺のタグに送信信号、つまりインベントリ命令を送信する（S500）。当該RFIDリーダのRF通信部130は、‘S500’過程で伝送された送信信号に応じて、所定の受信時間の間に外部から信号を受信する（S510）。この際、RF通信部130は、当該RFIDリーダの読み取り範囲内にある少なくとも一つのタグからタグ応答信号を受信することになる。もちろん、‘S510’過程で受信される信号はタグ応答信号の外に他のRFIDリーダの信号またはノイズを含むこともできる。

【0111】

RFIDリーダの衝突診断部161は、‘S510’過程で受信された受信信号のデータを分析し（S520）、受信信号の衝突発生の有無及び衝突タイプを診断するようにする（S530）。

【0112】

‘S530’過程での診断結果、当該受信信号が正常タグ応答信号であると判断されれば（S550）、衝突診断部161はこれを知らせる信号を衝突解決部165に出力するようにする。この際、衝突解決部165は、衝突診断部161の衝突診断結果をリーダ制御部110に伝達することにより、リーダ制御部110がタグ応答によって応じた動作を遂行するようにする（S570）。

【0113】

‘S530’過程での診断結果、当該受信信号で衝突が発生したと判断されれば（S550）、衝突診断部161は、衝突解決部165に衝突診断結果を出力するようにする。この際、衝突解決部165は、衝突診断部161の衝突診断結果に基づき、当該衝突タイプに応じた衝突解決アルゴリズムを遂行するようにする（S560）。

【0114】

図13及び図14は図12の‘S530’過程の詳細過程を示すもので、図13は簡単な動作フローを示すものであり、図14は図13をより細分化した動作フローを示すものである。

【0115】

まず、図13を参照すれば、衝突診断部161は、リーダ受信部140から入力された受信信号のデータを分析結果、ICDモジュール162から出力されたリーダ衝突検出信号及びVBDモジュール163から出力された有効ビット検出信号に基づき、受信信号で発生した衝突タイプを診断する。

【0116】

ICDモジュール162から出力されたリーダ衝突検出信号に基づいて‘ICD=positive’の場合（S531）、衝突診断部161は、受信信号の衝突タイプを‘第3衝突タイプ’、つまりリーダ対リーダ衝突タイプと診断するようにする。

【0117】

ICDモジュール162から出力されたリーダ衝突検出信号から‘ICD=positive’でない場合（S531）、‘S532’過程に進み‘VBD=positive’であるかを確認する。VBDモジュール163から出力された有効ビット検出信号から‘VBD=positive’であるものが確認されれば（S532）、衝突診断部161は、受信信号の衝突タイプを‘第2衝突タイプ’、つまりマルチリーダ対タグ衝突タイプと診断するようにする。一方、‘VBD=positive’でなければ（S532）

、衝突診断部161は、受信信号の衝突タイプを‘第1衝突タイプ’、つまりタグ対タグ衝突タイプと診断するようにする。

【0118】

図14を参照すれば、衝突診断部161は、ICDモジュール162から出力されたリーダー衝突検出信号に基づいて‘ICD=positive’の場合(S531)、『S533』過程に進み‘VPD=positive’であるかを確認する。‘VPD=positive’でないものが確認されれば、衝突診断部161は、受信信号の衝突タイプを‘第3衝突タイプ’、つまりリーダー対リーダー衝突タイプと診断するようにする(S535)。

【0119】

‘S533’過程で‘VPD=positive’の場合、衝突診断部161は、『S534』過程に進みCRCエラーが発生したかを確認する。CRCエラーが発生したことが確認された場合、衝突診断部161は、受信信号の衝突タイプを‘第3衝突タイプ’、つまりリーダー対リーダー衝突タイプと診断するようにする(S535)。この際、『S534』過程でCRCエラーが発生しないことが確認されれば、衝突診断部161は受信信号が正常タグ応答であると診断する(S536)。

【0120】

‘S531’過程で‘ICD=positive’でないことが確認されれば、衝突診断部161は『S537』過程に進み‘VPD=positive’であるかを確認する。‘VPD=positive’でない場合、衝突診断部161は『S538』過程に進み‘VBD=positive’であるかを確認する。‘VBD=positive’の場合、衝突診断部161は、受信信号の衝突タイプを‘第1衝突タイプ’、つまりタグ対タグ衝突タイプと診断するようにする(S540)。一方、『VBD=positive’でない場合、衝突診断部161は、受信信号の衝突タイプを‘第2衝突タイプ’、つまりマルチリーダー対タグ衝突タイプと診断するようにする(S539)。

【0121】

一方、『S537』過程で‘VPD=positive’であることが確認された場合、衝突診断部161は、『S541』過程に進み‘VBD=positive’であるかを確認する。‘VBD=positive’の場合、衝突制御部161は『S542』過程に進みCRCエラー発生有無を確認する。CRCエラーが発生したことが確認された場合、衝突診断部161は、受信信号の衝突タイプを‘第1衝突タイプ’、つまりタグ対タグ衝突タイプと診断するようにする(S540)。この際、『S542』過程でCRCエラーが発生しないことが確認されれば、衝突診断部161は受信信号が正常タグ応答であると診断する(S536)。

【0122】

一方、『S541』過程で‘VBD=positive’でない場合、図12の‘S500’過程に進み前記‘S500’～‘S570’過程を再遂行するようにする。

【0123】

次に、前述したことにより図4の衝突診断部161が衝突の発生有無を判断し、衝突が発生した場合、その衝突が本発明による3種衝突タイプの中でいずれに当たるかどうかを判断した後、その判断結果を受信した衝突解決部165が衝突を解決する方法について説明する。

【0124】

まず、本発明によるメディアアクセス方法を簡単に説明すれば次のようである。RFIDリーダーは、選択した周波数帯域の現在占有に関係なく準備(ready)されればインベントリラウンドを開始することができる。すなわち、モバイルRFIDに分離されたチャネルが割り当てられない限りLBTは必要でない。また、同一チャネル内で伝送するリーダーの間に同期化する必要がない。すなわち、特別な制御チャネルを確保しなくても本発明を適用することができる。適応型再伝送待機時間と結合して衝突状況による命令再伝送を行うことが本発明の重要事項である。

10

20

30

40

50

【0125】

図15は本発明の実施例によって衝突解決部165が衝突状況別に命令を再伝送する手順を示すフローチャートである。図15に示す手順は主に図4の状況別命令再伝送部1651によって遂行される。そして、衝突状況別に命令を再伝送するときに適用されるランダム待機時間を図4のランダム待機時間計算部1652が計算して状況別命令再伝送部1651に送信する。

【0126】

衝突状況による命令再伝送の基本内容を説明すれば次のようである。まず、マルチリーダ対タグ衝突またはリーダ対リーダ衝突が感知されれば命令が再伝送される。そして、リーダは、衝突が感知された後に命令を再伝送するに先立ち、ランダム時間の間に遅延（suspend）しなければならない。RFIDリーダで命令を送信する間には衝突が感知されないで、命令の伝送が完了した後に衝突仲裁を開始することができる。すなわち、進行中の命令の伝送は中間にインターラプトされないと仮定する。

【0127】

また、リーダ側で、例えば T_2 タイムアウトのようなレシーバertimeアウト（Receiver Timeout）が感知されれば、命令が再伝送される。レシーバertimeアウトは、例えば有効なRF変調、エンコード、またはメッセージ構造がないか、通信チャンネル上に活動がなくてタグ状態マシンによってトリガーされるレシーバertimeアウト時間が終了することを意味する。レシーバertimeアウトがあればリーダは命令を再伝送する。

【0128】

本発明による衝突仲裁（collision arbitration）は命令を少なくとも一度再伝送することで具現化される。そして、損傷されたタグ応答が繰り返し受信されたら、複数回にかけて命令を再伝送することができる。後続の衝突可能性を減少させるために、衝突が感知された後、ランダム待機時間の間にリーダを遅延させることで衝突回避が具現化できる。

【0129】

また、タグが現在の応答スロット（response slot）ですでに分離（separate）された後、つまりタグACK（acknowledgement）とタグアクセス期間の間に、リーダによって通信衝突が感知されれば、マルチリーダ対タグ衝突またはリーダ対リーダ衝突を解決するために関連命令が再伝送される。

【0130】

タグ衝突調整（anti-collision、衝突防止）段階のうち、適切な手段によってリーダがマルチリーダ対タグ衝突またはリーダ対リーダ衝突を決定することができる場合には、命令は再伝送されないであろう。すなわち、本発明の衝突診断部161のように通信衝突の3タイプを区分することができる衝突診断機能を備えていないリーダは命令再伝送が禁止できる。その代わりに、同一通信スロットで応答する多数のタグによって発生するタグ対タグ衝突の場合を解決するための一般的なタグ衝突調整が適用される。

【0131】

衝突後の再伝送試み回数には特に制限がなく、応用先によって適切に調整することが可能である。ついで、繰り返される通信トラフィック問題とその結果引き起こされる通信衝突を回避するためには、衝突が発生したとき失敗した再伝送試み回数の上限を設定することが好ましい。

【0132】

また、リーダがレシーバertimeアウト（決められた時間内にタグ応答を受信することができない）を感知したら、一度だけ命令を再伝送する。レシーバertimeアウトの場合、命令を繰り返し再伝送しないというのは本発明において重要な点である。その代わりに、レシーバertimeアウトが持続する場合、一般的な衝突調整（anti-collision）が適用される。例えば、マルチリーダ対タグ衝突から回復するために命令を再伝送（再発行、reissue）する前に、リーダ領域内にあると予想されるまだ感知され

ないタグがある場合、スロットの数を減少させ、リーダーに応答するように許諾された少なくとも一つのタグが現在スロットにあることを確認する。

【0133】

また、関連のタグが命令を受けることができる場合にかぎり本発明による命令再伝送が意味あることを考慮しなければならない。タグが命令を受けやすい状態、例えばレシーバertimeアウトによって内部状態 (internal state) を変更しない場合に命令の再伝送が意味ある。ISO/IEC 18000-6 Type Cによって規定されたUHFエアインターフェースの場合、Reply状態 (state) またはAcknowledged状態で T_2 タイムアウトがあれば、タグは仲裁 (Arbitrate) 状態に転換される。この際、 T_2 以上の待機時間後に命令を再伝送しても、タグ応答がないため、その効果を期待することができないものである。

10

【0134】

したがって、命令によって決まるタグの予想される内部状態がタイムアウトをもたらさないか、あるいは命令再伝送のために選択される待機時間がエアインターフェース仕様で規定されるタイムアウトの最小値より小さい場合に命令を再伝送する。リーダーがインベントリラウンドの早い段階でだけランダム待機時間の間に遅延することで、つまり一つ以上のタグがすでに分離されたら、それ以上ランダム待機時間の間に遅延しないという更なる制限を置くことで、このような潜在的な問題点を自動で予め解決することができる。

【0135】

図15に示されている、衝突解決部が衝突状況別に命令を再伝送する手順を概略的に示すフローチャートを参照して本発明による衝突状況別命令再伝送について具体的に説明する。

20

【0136】

まず、段階S1100でリーダーが命令を送信する。そして、リーダーは段階S1102で応答を受信する。もちろん、段階S1102は受信すべき応答がない場合や応答を受信することができない場合も含む。ついで、段階S1104に進み有効な (valid) タグ応答がペンディング (pending) されているかどうかを判断する。有効なタグ応答がペンディングされているというのは、例えば、Query、Query Adjust、Query Rep命令の場合にはタグが現在スロットで応答しなければならない場合を意味し、この場合、有効なタグ応答がペンディングされていると判断する。段階S1104で判断した結果、有効なタグ応答がペンディングされていないと判断された場合、例えばタグ応答を受信しなくても良い場合には段階S1106に進む。段階S1104は他の方式が適用されることもでき、設計によって省略することもできる。

30

【0137】

段階S1106ではリーダーが処理すべき命令がもっとあるかを判断する。処理すべき命令がもっとある場合には段階S1108に進み、次のリーダー命令を送信し、段階S1102で応答を受信し、処理すべき命令がそれ以上ない場合には段階S1110に進みリーダーを中止する。

【0138】

一方、段階S1104で有効なタグ応答がペンディングされていると判断した場合には、段階S1112に進む。段階S1112は本発明による衝突診断部によって衝突の発生有無及び衝突のタイプを決定する衝突感知 (detect、診断) 段階である。衝突診断部の判断結果、衝突がある場合には衝突の発生有無と決定された衝突のタイプを衝突解決部に伝送しながら段階S1122に進み、衝突診断部の判断結果、衝突がないと判断される場合には、衝突が発生しなかったという旨の信号を衝突解決部に伝送しながら段階S1114に進む。

40

【0139】

まず、段階S1112の判断結果、衝突が感知されない場合に進む段階S1114の後の手順を説明する。段階S1114では、レシーバertimeアウトであるか否かを判断する。判断結果、レシーバertimeアウトでない場合、段階S1106に進み次の命令を処

50

理し、レシーバertimeアウトの場合、段階S 1 1 1 6に進む。

【0 1 4 0】

段階S 1 1 1 6ではタグがすでに分離 (separate) されているかを判断する。タグが分離されたというのは、タグが現在の応答スロットに分離されていることを意味し、例えばタグACKとタグアクセス区間がこれにあたる。段階S 1 1 1 6での判断結果、タグがまだ分離されていないと判断された場合には、本発明による命令再伝送を実行せずに段階S 1 1 2 4に進み一般的なタグ衝突調整の手順を遂行する。すなわち、本発明によれば、まだインベントリラウンドの初期段階にあるリーダーの場合には、命令の再伝送を遂行しないことにより、他のリーダーが先にインベントリラウンドを完了することができる可能性を高める。

10

【0 1 4 1】

一方、段階S 1 1 1 6での判断結果、タグがすでに分離されたと判断された場合には、段階S 1 1 1 8に進む。段階S 1 1 1 8では、当該命令をすでに再伝送したかを判断する。段階S 1 1 1 8での判断結果、当該命令をすでに再伝送したと判断した場合には、段階S 1 1 2 4に進みタグ衝突調整の手順を遂行する。一方、段階S 1 1 1 8での判断結果、当該命令を再伝送したことがないと判断した場合には、段階S 1 1 2 0に進み当該命令を再伝送する。すなわち、リーダーがレシーバertimeアウトを感知し、タグがすでに分離されている場合、命令を一度だけ再伝送するようにする。これにより、レシーバertimeアウトの場合に命令を繰り返し再伝送しないようにし、一度の命令再伝送の後にもレシーバertimeアウトがある場合には一般的なタグ衝突調整を遂行する。

20

【0 1 4 2】

一方、段階S 1 1 1 2に帰り、段階S 1 1 1 2での判断結果、衝突があると判断された場合には、衝突解決部が衝突のタイプ（本発明による三つの衝突タイプの一つ）を受信し、段階S 1 1 2 2に進む。段階S 1 1 2 2では、衝突のタイプによって、段階S 1 1 2 4に進みタグ衝突調整を遂行するか、段階S 1 1 2 6後に進み命令再伝送を遂行するかを決定する。衝突のタイプが‘タグ対タグ衝突’であれば、段階S 1 1 2 4に進みタグ衝突調整を遂行する。衝突のタイプが‘マルチリーダー対タグ衝突’または‘リーダー対リーダー衝突’の場合には、段階S 1 1 2 6の後の手順を遂行する。

【0 1 4 3】

衝突のタイプが‘マルチリーダー対タグ衝突’または‘リーダー対リーダー衝突’の場合、段階S 1 1 2 6では、再伝送回数が最大再伝送回数に到達したかを判断する。最大再伝送回数は設計によって決定された値であり、応用によって変えることができる。最大再伝送回数の制限を置くことで継続して再伝送が繰り返される状況を防止することができるが、この制限が必須なものではない。段階S 1 1 2 6での判断結果、最大再伝送回数に到達したと判断されれば、命令を再伝送せずに段階S 1 1 2 4に進みタグ衝突調整を遂行する。

30

【0 1 4 4】

S 1 1 2 6での判断結果、最大再伝送回数に到達しなかったと判断されれば、手順は段階S 1 1 2 8に進む。段階S 1 1 2 8での判断結果、タグがすでに分離されたと判断されれば、段階S 1 1 2 0に進みリーダーを遅延させずに命令を再伝送し、タグがまだ分離されなかったと判断されれば、例えばインベントリラウンドの初期段階の場合、段階S 1 1 3 0に進みランダム待機時間を獲得し、獲得したランダム待機時間の分だけリーダーを遅延させる。

40

【0 1 4 5】

段階S 1 1 3 0では、図4のランダム待機時間計算部1 6 5 2によってランダム待機時間を計算し、計算されたランダム待機時間を獲得し、獲得したランダム待機時間の分だけリーダーを遅延させる。ランダム待機時間計算部1 6 5 2によって行われるランダム待機時間の計算方法については後に詳細に説明する。段階S 1 1 3 0の遂行によってランダム待機時間の分だけ遅延されたリーダーは段階S 1 1 2 0に進み命令を再伝送し、段階S 1 1 0 2に帰り応答を受信する。図1 5を参照して説明した手順は例示的なもので、本発明の本質を逸脱しない範囲内で一部の変形及び省略が可能である。

50

10

20

30

40

50

PC+UII+CRC16でなるタグ応答を成功的に受信することができることになり、マルチリーダー対タグ衝突が解決される。

【0152】

次に、図18はインベントリラウンドの初期段階で二つのリーダーが衝突するリーダー対リーダー衝突を示す。リーダー(R₁)がSelect命令とQuery命令を発行した後、二つのタグがいずれもタグをシンギュレートすることができなかった状態で、タグ(T)の応答Rn16とリーダー(R₂)の命令Select及びQueryが衝突してリーダー対リーダー衝突が発生した。

【0153】

したがって、リーダー(R₁)とリーダー(R₂)はいずれもランダム待機時間(T_R)の間に遅延され、リーダー(R₁)は以後にQueryAdjust命令とACK命令を送信し、Rn16とPC+UII+CRC16の応答を成功的に受信することができることになり、リーダー対リーダー衝突が解決される。

【0154】

また、図19はリーダー対リーダー衝突が発生したとき、リーダー(R₁)がすでにタグを分離するほどに進行した場合に行われるシーケンスを示す。リーダー(R₁)は一つのタグをすでにシンギュレートし、リーダー(R₂)は何のタグもシンギュレートすることができない状態でリーダー対リーダー衝突が発生した。このような特別な場合、リーダー(R₁)はT₂の後にACKを再送信し、リーダー(R₂)はT_Rだけ遅延されることにより、リーダー対リーダー衝突が解決される。

【0155】

次に、どの場合にランダム待機時間を適用するかについてさらに説明する。一般に、RFIDリーダーは、セレクト、インベントリ、アクセスの三つの段階を持つ。現在のインベントリパス(pass)で何のタグもまだアクノリッジ(acknowledge)されなく(タグがシンギュレート(singulate)され、ACKを送信したが、応答を受信することができない)インベントリされなかったら、タグセレクト段階またはタグインベントリ段階で命令を再送信する前、ランダム待機時間だけリーダーが遅延される。ここで、シンギュレーション(singulation)はタグのUIIを読み取るために占有されなかった応答スロットでタグを強要(force)することでタグを分離(separation)する手順を意味する。一方、リーダーはタグアクセスの間には遅延されない。

【0156】

ランダム待機時間はデフォルトとして適用されてはいなく、リーダーがインベントリラウンドの初期段階にある場合にだけ適用される。すなわち、タグをまだ分離しない場合にだけ適用される。そうでなければ、衝突する二つのリーダーは衝突後にいずれも自動的に遅延され、短い伝送ブレーキの後にほぼ並列的に続いて命令を発行することができることになり、これは衝突(後続の衝突)を再び発生させるであろう。その代わりに、二つのリーダーの中で一つだけがブロックされ、十分な時間だけ遅延されたら、その間に他のリーダーは最終命令を再送信することができ、その間にすべてのインベントリラウンドを終了することができることになる。

【0157】

このような方法により、本発明による再伝送パターンが重畳する可能性を減らすことができ、より古い(older)インベントリラウンドがより新規の(newer)インベントリラウンドより一般的に先に終了することができることになるので、公正な待機戦略を実施することができるようにする。

【0158】

次に、本発明の実施例によって図4のランダム待機時間計算部1652がランダム待機時間を計算する手順について説明する。ランダム待機時間(T_R)は性能を最大化させ後続衝突の可能性を最小化させることができるように選択されなければならない。したがって、平均的に良好な結果を達成するように、待機時間は最小再伝送待機時間(MinWa

10

20

30

40

50

itTime)と最大再伝送待機時間(MaxWaitTime)に定義される範囲内でランダムに選択され、これがランダム待機時間として決定される。

【0159】

ランダム待機時間はFmin(MinWaitTime)とFmax(MaxWaitTime)に規定される基準値の間のランダム整数を選択することもでき、FminとFmaxによって与えられる値の間の時間値に応じたクロックサイクルの個数に応じた整数値を選択することもできる。

【0160】

一方、プロトコルデータユニット(PDU; Protocol Data Unit)が重畳することができる時間を競争区間(CP; Contention Period)と言う。プロトコルデータユニットはデータが伝送される時の一定大きさのデータブロックを意味し、RFIDリーダまたはRFIDタグによって伝送されるすべての種類のデータパッケージで、リーダ命令及びタグ応答を含む。競争区間でリーダ命令またはタグ応答は脆弱であり、干渉によって破壊できる。タグインベントリのために発行される典型的な命令シーケンスまたは単一プロトコルデータユニットの脆弱性を減少させるために、プロトコルデータユニットの持続時間(duration)に比例してランダム待機時間を選択することが好ましい。

【0161】

まず、ランダム待機時間の下限(lower threshold)である最小再伝送待機時間、つまりMinWaitTime(Fmin)は次の式によって計算される。

【数1】

$$\text{MinWaitTime} = c * \text{duration}(\text{longestExpectedPDU})$$

【0162】

ここで、cは実際応用及び環境によって設定される定数値(動的に変更可能)であり、'duration'は選択されたリンク速度(link rate)でエアインターフェース上で一定のプロトコルデータユニットを伝送するのに必要な時間を返還する関数である。これからは、cを'待機時間パラメータ'という。待機時間パラメータcは固定値であることもでき、動的に変更される値であることもできる。待機時間パラメータcを固定すれば静的な再伝送待機時間を演算することができることになり、例えばc=1であることができる。longestExpectedPDUは'予想最長プロトコルデータユニット'で、例えば図20に示すPC+UII+CRC16タグ応答である。

【0163】

このような方法でランダム待機時間の下限(最小再伝送待機時間)を決定するため、二つの競争するリーダ(R₁とR₂)が同一リンク速度を使用するし、計算されたランダム待機時間の下限が同一であれば、通信衝突によるそのインベントリ命令をR₂がランダム遅延の後に再伝送する場合、同一プロトコルデータユニットによって後続衝突が発生しないというのを保証することができることになる。

【0164】

図20は本発明の実施例による最小再伝送待機時間の意味を説明するためのタイミング図である。図20では、予想最長プロトコルデータユニットがACK命令に対するタグ応答であると仮定した場合を説明する。ここで、リーダ(R₁)はすでにタグ(T)を現在応答スロットにシンギュレートしたが、タグ応答と衝突するQuery命令を発行したリーダ(R₂)によってリーダ(R₁)がタグをアクノリッジすることに失敗した。一般に、タグが衝突するときに伝送を中断しないため、後続衝突を回避するためには、少なくともタグ(T)がPC(Protocol control)、UII(Unique Item Identifier)、及びCRC16(Cyclic Redundancy Check 16)でなるACKに対する応答を伝送するうちにはリーダ(R₂)が遅延される必要があり、図20はリーダ(R₂)が最小再伝送待機時間だけ遅延されて命令を再伝送する場合を示している。リーダ(R₁)によって発行される他の命令と後続衝突が依

10

20

30

40

50

然として発生することができるが、最大再伝送待機時間を最小再伝送待機時間より非常に大きい値に設定すればこのような問題点を最小化させることができるであろう。

【0165】

当該リーダがどの命令をサポートするか（強制（mandatory）命令、オプション命令）によって、かつ実際応用（インベントリのみ、またはインベントリ+タグアクセス）によって、予想最長プロトコルデータユニットはリーダ別に異なることができる。再伝送待機時間の上限または下限を計算するとき、リーダは次のインベントリラウンドで送信または受信すべき最長プロトコルデータユニット及び使用するエアインターフェース仕様によってサポートされる最長強制命令をいつも参照することが好ましい。

【0166】

リターンリンク（タグ応答）で伝送されるプロトコルデータユニットに関し、例えばQuery命令を発行することでインベントリラウンドの間にリーダが読み取るリターンリンク速度を、予想最長プロトコルデータユニットの決定のために使用することができる。例えば、UIIのボックスキャッターのように、受信すべきビット数を予め知ることができるなくても、現在応用において可能な最大ビット数は予想することができる。これは、例えばエアインターフェース仕様がサポートするタグボックスキャッターの最大長さがもっと大きいとしても、現在応用がUIIの長さを96ビットまでサポートしたら、予想最長PDUを決定するのに96ビットを超える値は使用しないこともできることを意味する。

【0167】

次に、ランダム待機時間の上限（upper threshold）である最大再伝送待機時間、つまりMaxWaitTime（Fmax）は次の式によって計算される。

【数2】

$$MaxWaitTime = c * duration(Select + T_4 + Query + T_1 + RN16 + T_2 + ACK + T_1 + UII)$$

【0168】

ここで、cは最小再伝送待機時間の計算で使用された待機時間パラメーター、 T_1 はリーダ伝送からタグ応答までの時間、 T_2 はタグ応答からリーダ伝送までの時間であり、例えばISO/IEC 18000-6仕様に規定された値による。前記式の例では、リーダがSelect命令を伝送し、 T_4 の時間の後にQuery命令を伝送し、タグが T_1 の時間の後にRN16を応答し、リーダが T_2 の時間の後にACK命令を伝送し、タグが T_1 の時間の後にUIIを応答する。UIIは、前述したように、PC、UII、及びCRC16を含む。

【0169】

最大再伝送待機時間の式に使用されたduration関数によって返還される結果は次のインベントリラウンドでリーダが使用するフォワード及びリターンリンク速度及びACK命令に対するタグ応答の予想長さによって変わる。最小再伝送待機時間について説明したものと同様に、タグによってボックスキャッターされるUIIの長さを決定するために現在応用で可能な最大ビット数を予想して使用することができる。最大再伝送待機時間計算式に使用された‘Select+ T_4 +Query+ T_1 +RN16+ T_2 +ACK+ T_1 +UII’は例示的なもので、‘リーダ命令とタグ応答の総予想所要時間’に応じた値である。使用するエアインターフェース仕様及び応用によってこの値は変えることができる。タグアクセスが遂行されたら、関連した更なるリーダ命令とタグ応答を最大再伝送待機時間の計算に使用する。

【0170】

図21は本発明の実施例による最大再伝送待機時間の意味を説明するためのタイミング図である。図21は予想されるセレクト及びインベントリ段階の長さが‘Select+ T_4 +Query+ T_1 +RN16+ T_2 +ACK+ T_1 +UII’によって決まると仮定した場合を説明する。最大再伝送待機時間の式によって決定された基準値がリーダ（ R_1 ）とリーダ（ R_2 ）の間の衝突を潜在的に解決することができるというのを示す。

【0171】

図22はISO/IEC 18000-6 Type C環境でのタイミングテーブルで、リンク速度と命令長さによってMinWaitTimeとMaxWaitTimeを計算する例を本タイミングテーブルを参照して説明する。最小再伝送待機時間及び最大再伝送待機時間は使用するリンク速度と伝送するプロトコルデータユニットによって決定される。テーブルでは、data0(0₂)に対してはTari=25μs、data1(1₂)に対しては1.5*Tariのシンボル長さに基づいてフォワードリンク速度を仮定するとき、すべての関連したプロトコルデータユニットのタイミングを列挙している。また、40kbit/sのFMOエンコードされたデータがリターンリンクされると仮定した。これらの値は例示的なもので、使用するエアインターフェースによって変えることができる。

10

【0172】

例えば、最小再伝送待機時間MinWaitTimeは、 $c * duration(longestExpectedPDU) = c * duration(UII) = c * 3350$ によって計算される。cが1の場合、最小再伝送待機時間は3350μsである。また、最大再伝送待機時間MaxWaitTimeは、 $c * duration(Select + T_4 + Query + T_1 + RN16 + T_2 + ACK + T_1 + UII) = c * (1375.0 + 125.0 + 962.5 + 250.0 + 550.0 + 75.0 + 662.5 + 250.0 + 3350.0) = c * 7600$ によって計算される。cが1の場合、最大再伝送待機時間は7600μsである。本例では、タグアクセス段階がないと仮定したものであり、タグアクセスが遂行されたら、関連した更なるリーダ命令とタグ応答を最小再伝送待機時間と最大再伝送待機時間を計算するのに使用することができる。

20

【0173】

次に、本発明の実施例による適応型再伝送待機時間計算について説明する。前述した最小再伝送待機時間及び最大再伝送待機時間の式に使用された待機時間パラメータc値を適応的に変更することで、実際応用での要求事項を最上に満足させ、実際応用シナリオによって性能と以後の衝突の間で最上のバランスを捜すため、待機時間パラメータcが再伝送待機基準値の下限と上限に掛けられることによってランダム待機時間をチューニングするのに使用する。ここで、‘再伝送待機基準値’は、前述した最小再伝送待機時間及び最大再伝送待機時間の式で、cに掛けられる値であり、最小再伝送待機時間において予想最長プロトコルデータユニットに必要な時間が再伝送待機基準値の下限、最大再伝送待機時間においてリーダ命令とタグ応答の総予想所要時間が再伝送待機基準値の上限である。

30

【0174】

最小再伝送待機時間と最大再伝送待機時間の式に使用される待機時間パラメータcは、各インベントリラウンドの開始では1.0以上の値($c \geq 1.0$)を持つ初期値に設定でき、タグがリーダによってアクノリッジされるまでは減少しない。これは、実際集団(population)の一つ以上のタグをすでにインベントリ及びアクセスしているかも知れない周辺のリーダを保護し、当該リーダによって発生する衝突可能性を減少させるのに好ましい。

【0175】

タグがリーダによって成功的に感知された後には、追加の制限なしに残ったインベントリラウンド期間の間に待機時間パラメータcを変更することができる。すなわち、待機時間パラメータcは使用者の判断によっていつでも増加または減少できる。もし、待機時間パラメータc値を固定したら、静的再伝送待機時間を演算することができる。

40

【0176】

この際、各インベントリラウンドの開始ではc値を制限することにより、再伝送待機時間に対する最初基準値を制限することは、チャネル利用に対する公正な手順を遂行するのに役立つ。タグ集団の中で一つ以上のタグをすでに感知しようとしているリーダはそのインベントリラウンドを終了するために小さな待機時間を持つことになり、その間に活性化された新しいリーダは最初cの値にあたるデフォルト設定を使用することになり、低いデューティサイクルを持つことになる。

50

【0177】

エアインターフェース仕様によって使用者がリンク速度を規定することができるので、二つの競争するリーダーが互いに異なるリンク速度で動作することができる。この場合、リーダー (R_1) とリーダー (R_2) によって計算される最小及び最大再伝送待機時間の間に差があり得る。よって、再発する (recurrent) 後続衝突の場合にパラメーター c を調整することが必要である。反対に、観察される衝突の数がずっと小さく維持されたら、全体性能の向上のために同一パラメーターを使用することもできる。インベントリラウンドの間に待機時間パラメーター c を変更する方法について以下に詳細に説明する。

【0178】

図23は待機時間パラメーター c を現在衝突の比率によって動的に変更する手順を示すフローチャートである。待機時間パラメーター c は最小再伝送待機時間及び最大再伝送待機時間の計算に使用されるパラメーターで、再伝送待機基準値 (threshold) に掛けられる値である。現在衝突の比率 (collision percentage) は例えばリーダーの命令当たり衝突の平均回数である。

10

【0179】

段階 S1900 は新しいインベントリラウンドの開始を意味する。インベントリラウンドが始まれば、段階 S1902 で待機時間パラメーター c を初期値に設定する。本例では c の初期値を 1.0 に設定する。この初期値は少なくとも一つのタグがアクノリッジされるまでは変更されない。

【0180】

20

次に、段階 S1904 に進みタグがアクノリッジされたか否かを判断する。段階 S1904 での判断結果、タグがまだアクノリッジされなかったら、段階 S1902 に帰り、待機時間パラメーター c を初期値に維持するかあるいは初期値にリセットする。段階 S1904 での判断結果、タグがアクノリッジされたら段階 S1906 に進む。段階 S1906 では、現在の衝突の比率 (percentage) が衝突の比率基準値 (threshold) 未満であるかを判断する。段階 S1906 での判断結果、現在の衝突の比率が衝突の比率基準値未満であれば、段階 S1908 に進み待機時間パラメーター c 値をパラメーター変更ファクター f だけ減少させる。すなわち、一番目のタグ感知 (アクノリッジ) の後、衝突の比率が予め定義された基準値より低ければ、性能向上のためにファクター f だけ c を減少させる。

30

【0181】

段階 S1906 での判断結果、現在の衝突の比率が衝突の比率基準値未満でなければ、段階 S1910 に進み現在の衝突の比率が衝突の比率基準値を超えるかを判断する。衝突の比率が予め定義された基準値より高ければ、段階 S1912 に進み c をファクター f だけ増加させて平均再伝送待機時間を延長させることで、後続衝突の確率を減少させる。パラメーター変更ファクター f の値は実際状況によって変わることができ、応用の必要に合うように選択されなければならない。一般に、パラメーター変更ファクター f を 0.1 と 1.0 の間の値にすることができ、固定値でなく動的に変更される値にすることも可能である。

【0182】

40

段階 S1910 での判断結果、衝突の比率が衝突の比率基準値を超えなければ (衝突の比率が基準値と同一であれば) c を変更せずに段階 S1904 に復帰する。本実施例で言及する衝突の比率基準値は実際応用シナリオによって変わる。例えば、バス停のように近くに位置するモバイル RFID 使用者の数が大きいと予想される場合、基準値を大きく設定することができ、例えば家庭で RFID を使用する場合のように使用者の数が小さいと予想される場合、基準値を小さく設定することができる。一般に、“衝突の比率 (collision percentage)” という用語は干渉によって逃した、つまりリーダーが成功的に復号化することができなかったタグ応答の比率を示すと言える。

【0183】

図24は図23の手順を確張したもので、待機時間パラメーター c を現在衝突の比率及

50

びタイムアウトの比率によって動的に変更する手順を示すフローチャートである。本実施例では、レシーバタイムアウトの比率（応答されなかった（unanswered）リーダー命令の比率）を予定されたタイムアウトの比率基準値と結合して使用することを説明する。現在の衝突状況によって再発するレシーバタイムアウトがある場合、待機時間パラメータcを動的に増加させるかあるいはリセットする。

【0184】

図24に示すすべての条件はリーダー側を参照している。例えば、段階S2006の‘Collision Visible’（衝突が観察できるか）は受信したビットストリームを評価してリーダーで衝突を感知することができることを意味する。これはタグ側でだけ明かすことができるマルチリーダー対タグ衝突を含まないものである。さらに、リーダー側で現れるレシーバタイムアウトはいつも現在応答スロットにマッチングされるタグがないため発生するものではなく、隠されたマルチリーダー対タグ衝突を示すこともできることを考慮しなければならない。したがって、本実施例では、段階S2018の‘タイムアウトの比率が基準値を超えたか’の条件と段階S2012の‘衝突の比率が基準値を超えたか’の条件が有機的に結合されている。

【0185】

‘タイムアウトの比率（percentage）’は応答しなかったリーダー命令の比率を示す。例えば、リーダーが四つの命令を伝送し、そのうち二つに対してだけ（有効または無効の）応答を受信したら、タイムアウトの比率は0.5である。Selectのようにタグ応答を要しない命令はタイムアウトの比率を計算するのに使用されない。タイムアウトの比率基準値は実際応用によって変わり、シナリオ別に変わることになる。

【0186】

本実施例は、レシーバタイムアウトが観察されたとき衝突がすでにその頂点に到達していたら、レシーバタイムアウトによる再伝送が現在の衝突状況をそれ以上悪化させないことを保証する。また、現在のタイムアウトの比率がタイムアウトの比率基準値より低くなれば、待機時間パラメータcはプロトコル性能のためにその初期値に再びリセットされる。本実施例での用語‘衝突’はすべての形態の衝突を意味し、本発明による3種の衝突の間に何の差も発生させない。

【0187】

図24で、段階S2000は新しいインベントリラウンドの開始を意味する。インベントリラウンドが始まれば、段階S2002で待機時間パラメータcを初期値に設定する。本例では、cの初期値を1.0に設定する。この初期値は少なくとも一つのタグがアクノリッジされるまでは変更されない。

【0188】

次に、段階S2004に進みタグがアクノリッジされたかを判断する。段階S2004での判断結果、タグがまだアクノリッジされなかったら、段階S2002に復帰し、待機時間パラメータcを初期値に維持する。段階S2004での判断結果、タグがアクノリッジされたら、段階S2006に進む。段階S2006では、衝突が観察可能（visible）であるかを判断する。すなわち、受信したビットストリームを評価し、リーダーで衝突を感知することができるかを判断する。衝突が観察可能であると判断されれば、段階S2008に進み現在の衝突の比率が衝突の比率基準値未満であるかを判断する。段階S2008での判断結果、現在の衝突の比率が衝突の比率基準値未満であれば、段階S2010に進み待機時間パラメータc値をパラメータ変更ファクターfだけ減少させる。

【0189】

段階S2008での判断結果、現在の衝突の比率が衝突の比率基準値未満でなければ、段階S2012に進み現在の衝突の比率が衝突の比率基準値を超えるかを判断する。衝突の比率が予定された基準値より高ければ、段階S2014に進みcをファクターfだけ位増加させ、平均再伝送待機時間を延長させることにより、後続衝突確率を減少させる。段階S2012での判断結果、衝突の比率が衝突の比率基準値を超えなかったら（衝突の比率が基準値と同一であれば）cを変更せずに段階S2006に復帰する。

【0190】

一方、段階S2006での判断結果、衝突が観察可能でない判断された場合、段階S2016に進みタイムアウトが観察可能であるかを判断する。タイムアウトが観察可能でない場合には、段階S2002に進みcを初期値にリセットするが、タイムアウトが観察可能である場合には、段階S2018に進み、タイムアウトの比率が予定されたタイムアウトの比率基準値を超えたかを判断する。段階S2018で、タイムアウトの比率が基準値以下であると判断されれば、段階S2002に復帰するが、タイムアウトの比率が基準値を超えたと判断されれば、段階S2012に進み衝突の比率と基準値を比較する。このような手順をインベントリラウンドごとに繰り返し行うことにより、再伝送待機時間を適応的に変更設定することができることになる。

10

【0191】

前述した本発明のモバイルRFIDリーダーに関するエアインターフェース仕様は、静的(static)RFIDリーダーに使用するために開発された従来のエアインターフェース仕様に結合されて適用することもできる。本発明は、前述した諸実施例の構成と方法に限定的に適用可能なものではなく、諸実施例は、多様な変形ができるように各実施例の全部または一部が選択的に組み合わせられて構成することもできる。

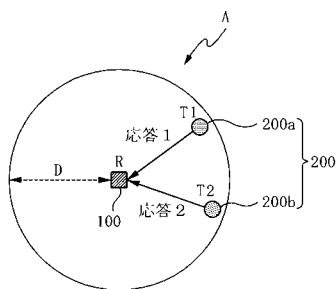
【産業上の利用可能性】

【0192】

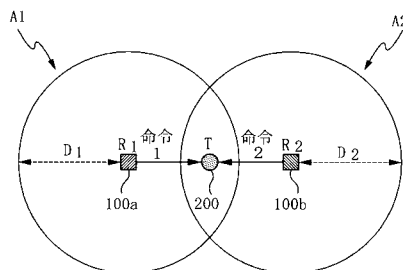
本発明はモバイルRFIDシステムに使用されることにより、衝突の可能性を減少させ、衝突が発生したとき、衝突の発生原因を把握し、その原因及び様相によって適応的に衝突を解決することができるので、モバイルRFIDの底辺拡大に大きく寄与するであろう。

20

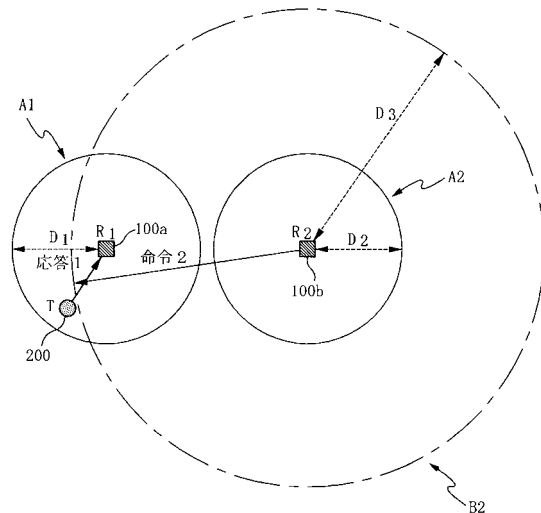
【図1】



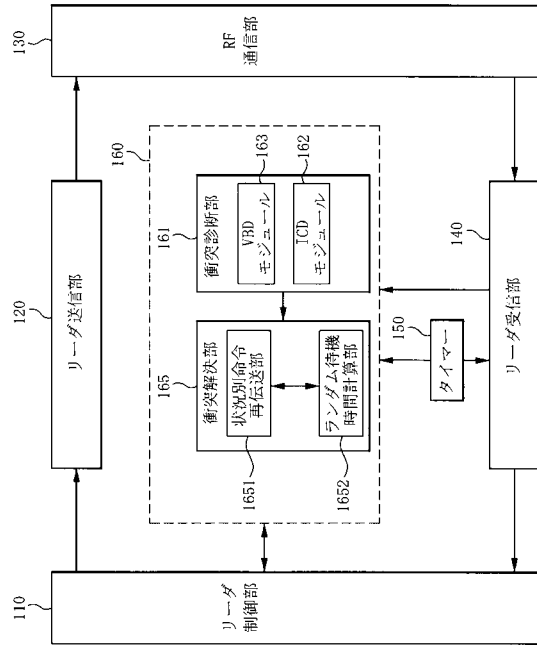
【図2】



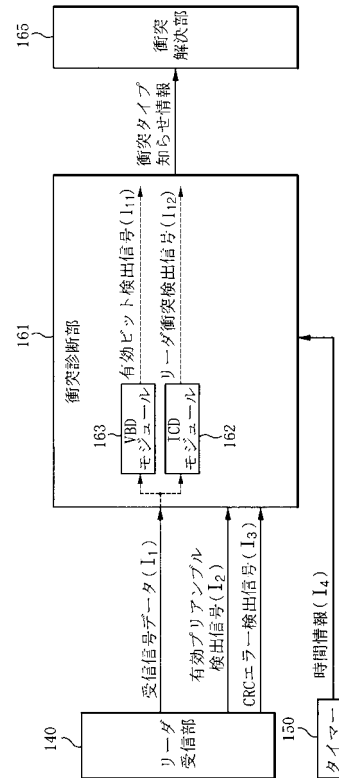
【図3】



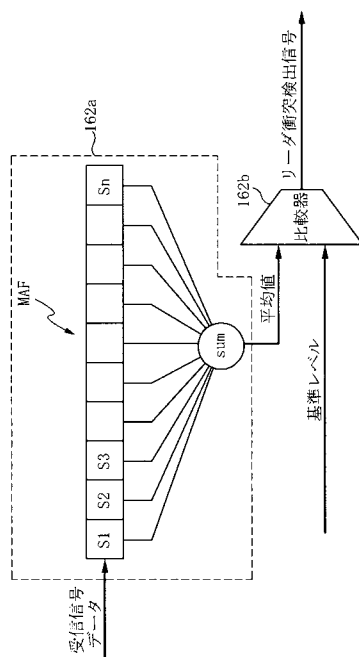
【図 4】



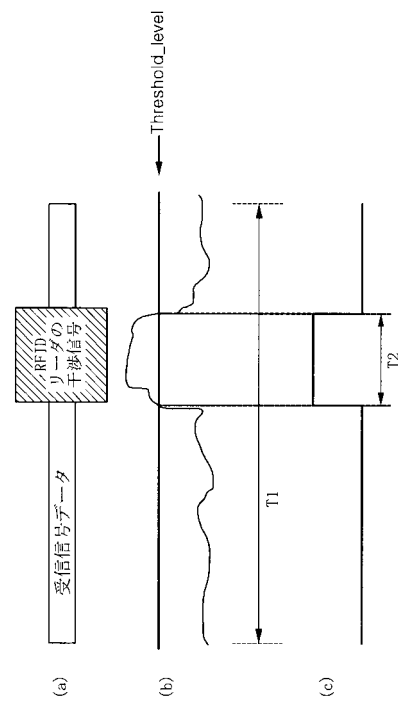
【図 5】



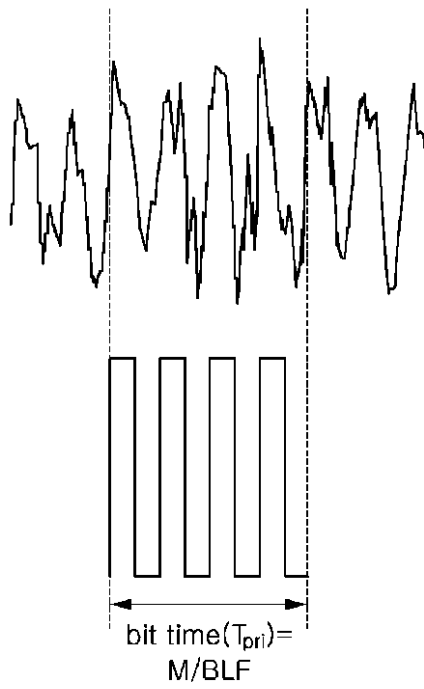
【图 6】



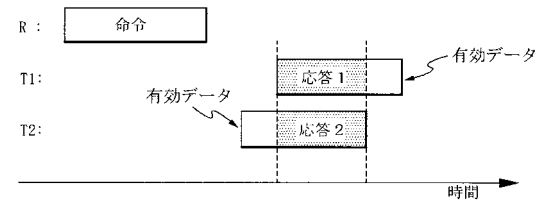
【图 7】



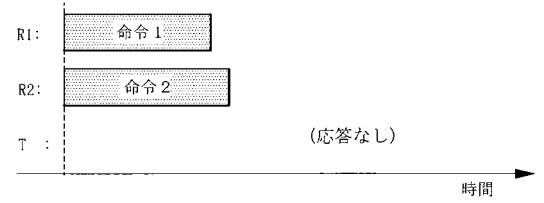
【図 8】
[Fig. 8]



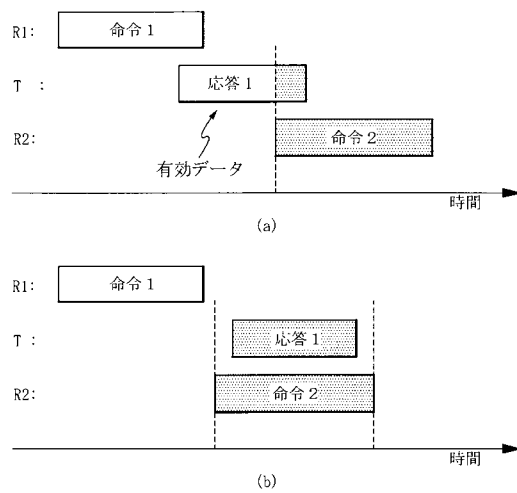
【図 9】



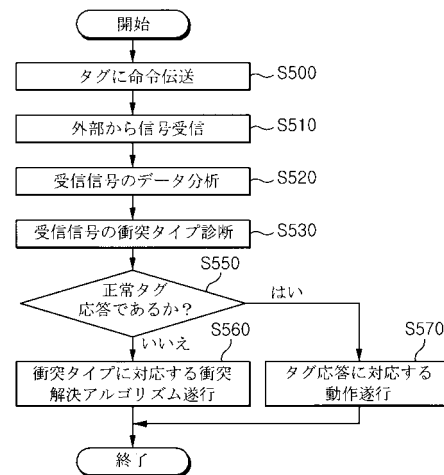
【図 10】



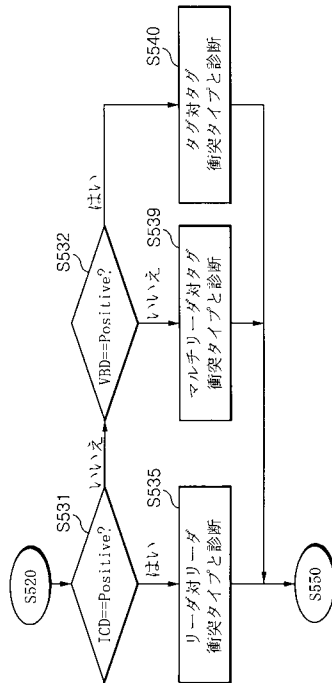
【図 11】



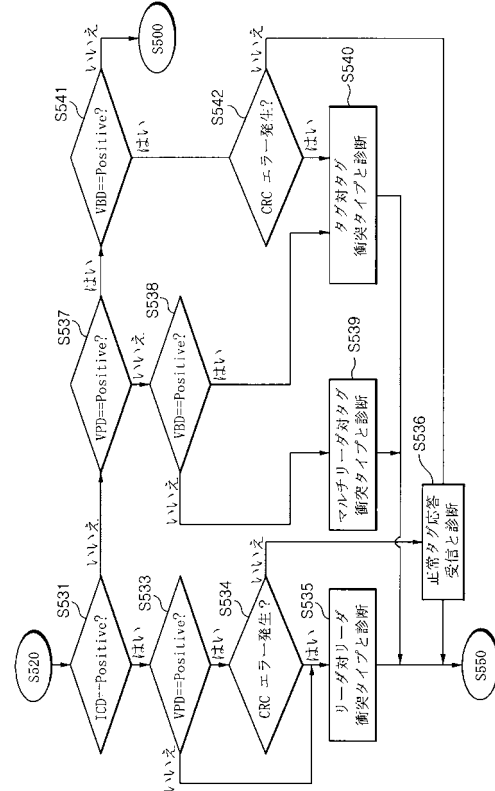
【図 12】



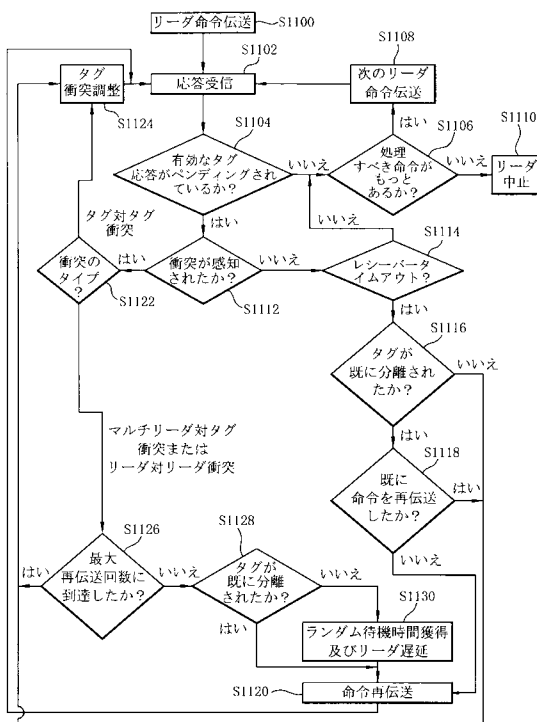
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【図 16】

[Fig. 16]

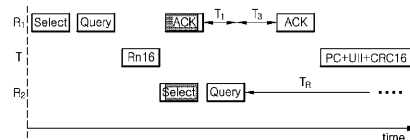
```

while(1){
  transmit(command);
  receiveResponse(); //this procedure asserts or deasserts a series of status
  flags;
  retrAttempts = 0;
  maxRetrAttempts = X;
  while(validTagResponsePending == true){
    if(collisionDetected){
      switch(typeOfCollision){
        case TtoT: //Tag on Tag Collision
          retransmit = false;
          applyWaitTime = false;
          break;
        case MtoT: //Multiple Interrogators on Tag Collision
          case ItoI: //Interrogator to Interrogator Collision
            if(retrAttempts < maxRetrAttempts){
              retransmit = true;
              retrAttempts = retrAttempts+1;
              if(internalState <= Reply && tagsDetected = 0){
                applyWaitTime = true;
              }
            }
            break;
      }
    }
    }else if(receiverTimeout){
      if(internalState <= Reply && tagsDetected = 0){
        retransmit = false;
        applyWaitTime = false;
      }else{
        if(retrAttempts == 0){
          retransmit = true;
          retrAttempts = retrAttempts+1;
        }
        applyWaitTime = false;
      }
    }
    if(applyWaitTime == true){
      waitTime = getRandomWaitTime();
      wait(waitTime);
    }
    if(retransmit == true){
      retransmit(last_command);
    }else{
      antCollision();
    }
  }
}

```

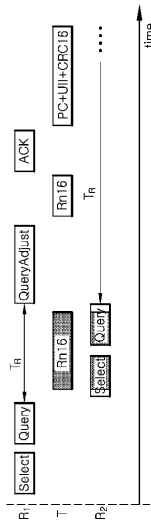
【図 17】

[Fig. 17]



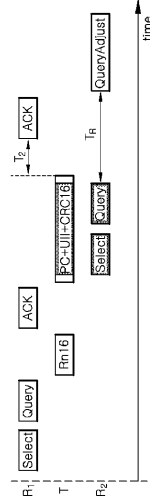
【図 18】

[Fig. 18]

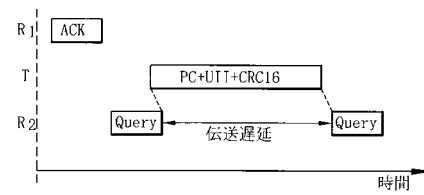


【図 19】

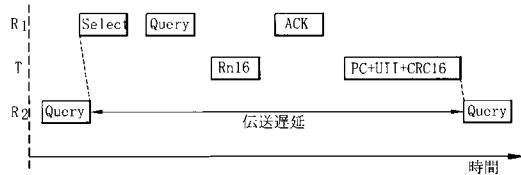
[Fig. 19]



【図 20】



【図 21】

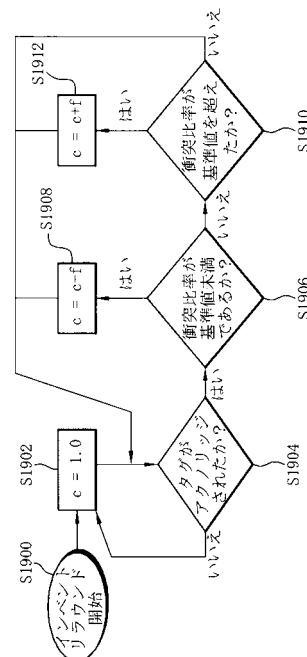


【図 22】

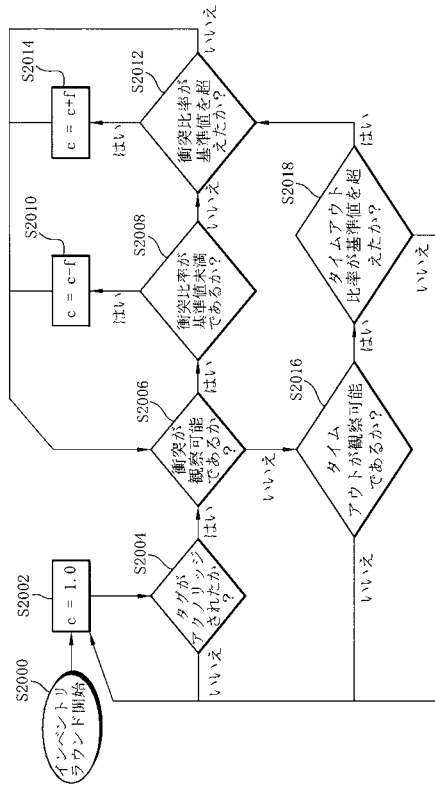
[Fig. 22]

Subject	Value	Unit	Comment
data0	25.0	μs	Tar1
data1	37.5	μs	1.5 * Tar1
RTcal	62.5	μs	data0 + data1
TRcal	200.0	μs	BLF = DR / TRcal
DR	8.0	1	DR = false
Tpri	25.0	μs	trCal / DR
T1	250.0	μs	MAX(RTcal, 10 * Tpri)
T2	75.0	μs	3 * Tpri
T3	0.0	μs	0 * Tpri
T4	125.0	μs	2 * RTcal
PIE delimiter	12.5	μs	fixed duration
PIE preamble	300.0	μs	delimiter + data0 + RTcal + TRcal
PIE frame synch	100.0	μs	delimiter + data0 + RTcal
FM0 preamble	150.0	μs	6 * Tpri
Select	1375.0	μs	45-bit Select(empty Mask field)
Query	962.5	μs	incl. preamble
ACK	662.5	μs	incl. frame synch
RN16	550.0	μs	incl. preamble
UII	3350.0	μs	incl. preamble: PC+UII+CRC16; 96-bit UII assumed

【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(73)特許権者 510244916

ツェーイーエスツェー、セミコンダクター、デザイン、ウント、コンサルティング、ゲゼルシャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフツング

C I S C SEMICONDUCTOR DESIGN + CONSULTING GMBH

オーストリア国クラゲンフルト、レイクサイド、ペー07

(74)代理人 100117787

弁理士 勝沼 宏仁

(74)代理人 100082991

弁理士 佐藤 泰和

(74)代理人 100103263

弁理士 川崎 康

(74)代理人 100107582

弁理士 関根 毅

(74)代理人 100118843

弁理士 赤岡 明

(74)代理人 100124372

弁理士 山ノ井 傑

(72)発明者 パク、チャンウォン

大韓民国テジョン-シティー、ソ-グ、タンバン-ドン、978、サード、フロアー

(72)発明者 オー、セウォン

大韓民国テジョン-シティー、ソ-グ、ドンサン-ドン、パランセ、アパート、103-705

(72)発明者 チェ、ギルヤン

大韓民国テジョン-シティー、ユソソ-グ、ノユン-ドン、ヨルメメウル、アパート、803-1301

(72)発明者 ピョ、チョルシ

大韓民国テジョン-シティー、ソ-グ、マンヨン-ドン、ガンボン、アパート、109-701

(72)発明者 チェ、ジョンスク

大韓民国テジョン-シティー、ユソソ-グ、ドリョン-ドン、391、タウン、ハウス、11-201

(72)発明者 ダーフィット、チシェ

オーストリア国クラゲンフルト、クリストフ、マルティン、ビーラントシュトラーセ、12

審査官 木村 励

(56)参考文献 国際公開第2007/081119 (WO, A1)

特開2007-241392 (JP, A)

Dong-Her Shih, Po-Ling Sun, David C. Yen, Shi-Ming Huang, "Taxonomy and survey of RFID anti-collision protocols", Computer Communications, NL, 2006年 1月18日, Vol.29, p. 2150-2166

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06K 17/00

H04B 5/02