

(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2009-290864
(P2009-290864A)

(43) 公開日 平成21年12月10日(2009.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04B 5/02 (2006.01)	H04B 5/02	5B058
G06K 17/00 (2006.01)	G06K 17/00	5K012

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L 外国語出願 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2009-109569 (P2009-109569)	(71) 出願人	590000514
(22) 出願日	平成21年4月28日 (2009.4.28)		コミッサリア タ レネルジー アトミー ク
(31) 優先権主張番号	0853410		フランス・75015・パリ・パティマン ・”ル・ポナン・デー”・リュ・ルブラン ・25
(32) 優先日	平成20年5月26日 (2008.5.26)	(74) 代理人	100064908
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100108453
			弁理士 村山 靖彦
		(74) 代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

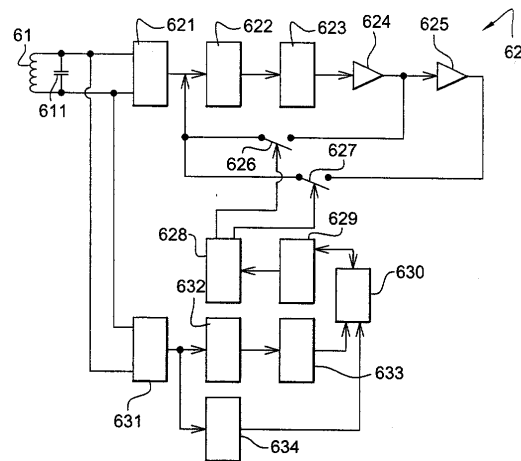
(54) 【発明の名称】 無線通信デバイス、システム及び方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、トランスポンダと通信するための誘導アンテナ(61)を具備する無線周波数通信デバイスに関する。

【解決手段】本発明によれば、前記アンテナは、送信器と弱結合を確立できる。前記送信機は、アンテナの大きさと実質的に均一磁場を生成する。前記アンテナは、デバイスの近傍に位置するトランスポンダと強結合を確立できる。前記デバイスは、トランスポンダ交信回路を具備し、前記トランスポンダ交信回路は、アンテナ端子の信号に応じて参照信号の生成が可能なアンテナ端子の信号のサンプリングおよび処理(621, 622, 623, 624)手段と、参照信号を変調可能な変調手段(625, 626, 627)と、変調された信号をアンテナ端子に適応可能なアプリケーション手段と、を具備する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

誘導アンテナ(61)を具備する無線周波数通信デバイスであって、
前記無線周波数通信デバイスは、トランスポンダ交信回路を具備し、
前記トランスポンダ交信回路は、
アンテナ端子の信号に応じて参照信号の生成の可能な前記アンテナ端子の信号のサンプリングおよび処理(621, 622, 623, 624; 637, 638)手段と、
参照信号を変調可能な変調手段(625, 626, 627; 626, 635, 636; 640, 639, 641)と、
アンテナ端子に変調された信号を適応可能なアプリケーション手段(621; 642)と、
を具備し、

10

前記アンテナ(61)は、アンテナの大きさにおいて実質的に均一な磁場を生成する送信器と弱結合を確立可能であるとともにデバイスの近傍に配置されたトランスポンダと強誘導結合を確立可能であることを特徴とする無線周波数通信デバイス。

【請求項 2】

前記アンテナは、
第 1 巻線と、
第 2 巻線と、

を具備し(613, 615; 713; 715)、

それぞれ直列に接続されるとともに、反対方向に巻かれていることを特徴とする請求項 1 に記載の無線周波数通信デバイス。

20

【請求項 3】

第 2 巻線(615; 715)の表面積は、第 1 巻線(613; 713)の表面積と実質的に等しいことを特徴とする請求項 2 に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項 4】

前記第 2 巻線は、複数のループからなり、

それぞれの前記表面積は、第 1 巻線の表面積の約数であることを特徴とする請求項 3 に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項 5】

第 1 巻線(613)は、ネストされている第 2 巻線(615)の内側の表面積を定めることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の無線周波数通信デバイス。

30

【請求項 6】

前記サンプリングおよび処理手段(621, 622, 623, 624)は、アンテナ端子の信号の整流及び平均化手段(621, 622, 623)を具備することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項 7】

前記整流及び平均化手段(621, 622, 623)は、
アンテナ(61; 71)の端子に接続されている整流器(621)と、
前記整流器(621)の出力に接続されている包絡線検出器(622)と、
前記包絡線検出器(622)の出力に接続されている平均化回路(623)と、
を具備することを特徴とする請求項 6 に記載の無線周波数通信デバイス。

40

【請求項 8】

前記サンプリングおよび処理手段(621, 622, 623, 624)は、
1 より小さい第 1 所定ゲインと乗算する第 1 乗算器(624)を具備し、
前記第 1 乗算器は、前記整流および平均化手段の出力と接続されていることを特徴とする請求項 6 または請求項 7 に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項 9】

変調手段(625, 626, 627)は、
第 2 所定ゲインと乗算する第 2 乗算器(625)と、前記サンプリングおよび処理手段(621, 622, 623, 624)の出力と接続されており、
前記サンプリングおよび処理手段(621, 622, 623, 624)とアンテナ(61)との間に設置さ

50

れている第1制御スイッチ(626)と、

前記第2乗算器(625)と前記アンテナ(61)との間に設置されている第2制御可能スイッチ(627)と、

を具備することを特徴とする請求項6から請求項8のいずれか1項に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項10】

前記変調手段(626, 635, 636)は、

前記サンプリングおよび処理手段(621, 622, 623, 624)とアンテナ(61)との間に設置されている第1制御可能スイッチ(626)と、

第2制御可能スイッチ(636)により前記アンテナ(61)と並列に接続可能なキャパシタ(635)と、

を具備することを特徴とする請求項6から請求項8のいずれか1項に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項11】

前記サンプリングおよび処理手段(637, 638)は、

アンテナ端子でサンプルされた信号のギャップを充填する信号を生成可能な充填手段(637, 638)を具備することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項12】

前記充填手段は、

アンテナ(61; 71)に接続された発振器(637)と、

可変ゲインと乗算する第1乗算器(638)と、

乗算器のゲインを制御する回路と、

を具備し、

前記発振器は、アンテナで受信されるキャリアと実質的に等しい周波数の正弦波信号を生成可能であり、後者と同期され、

前記第1乗算器は、前記発振器(637)の出力と接続されており、

前記乗算器のゲインを制御する回路は、アンテナ端子でサンプルされた信号間にギャップがある場合に、このゲインをゼロでない値に調整可能であることを特徴とする請求項11に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項13】

前記制御回路は、

アンテナ(61; 71)に接続されている整流器(645)と、

前記整流器(645)の出力に接続されている包絡線検出器(646)と、

前記整流器(645)の出力および減算器(648)に接続されている平均化回路(647)と、

を具備し、

前記検出器(646)の出力は、前記減算器(648)の非逆相端子に接続され、

平均化回路(647)の出力は、前記減算器(648)の逆相端子に接続され、

前記減算器(648)の出力は、乗算器(638)のゲインを制御するために乗算器(638)に接続されていることを特徴とする請求項12に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項14】

前記変調手段は、ギャップ充填信号を変調することが可能であり、

前記アプリケーション手段は、アンテナ端子でサンプルされた信号の和および変調されたギャップ充填信号をアンテナ端子に適用可能であることを特徴とする請求項11から請求項13のいずれか1項に記載の無線周波数通信デバイス。

【請求項15】

無線周波数通信システムであって、

搬送波を使用する無線周波数放射源と、

トランスポンダと

デバイスと、

10

20

30

40

50

を具備することを特徴とする請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の無線周波数通信システム。

【請求項 1 6】

請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の前記デバイスに従う、トランスポンダと通信するように設計された無線周波数通信デバイスからのコマンドを転送するための方法であって、

前記デバイスのアンテナの規模の実質的に均一な無線周波数磁場に前記トランスポンダおよび前記デバイスを置くステップと、

前記デバイスおよび前記トランスポンダ間で強誘導結合が確立されるように前記デバイスを前記トランスポンダの近くに置くステップと、

前記デバイスがコマンドを前記トランスポンダに送信した場合に、デバイスのサンプリングおよび処理手段、変調手段、およびアプリケーション手段を作動させるステップと、を具備することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非接触式無線通信に関する。より詳しくは、誘導結合による無線通信に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、ISO 14443, ISO 1593, または ISO 18000-X規格により定められるような非接触式通信デバイスは、通常 1 または 2 以上の巻線形状の誘電体により成形された誘導アンテナを具備し、集積回路に接続されている。これはアンテナ端子に渡り電圧および/または負荷(load)が振幅変調または位相変調磁場を発生させるために変化する原因となる。アンテナ間で起電力が発生するため第 1 デバイスの通信距離内に位置するこのタイプの他のデバイスと通信(communication)が確立可能である。

【0003】

例えば携帯電話, スマートフォンまたは携帯情報端末などといった携帯デバイスに非接触式通信技術を組み込むことにより、例えば、"非接触式カード"(支払い, コンピュータによる切符販売, クーポン, 入出管理, など)または"非接触式カードリーダー"(街中に、製品上に、または他の場所に配置されたRFIDラベルに含まれている情報を読み出す)といった他の目的にデバイスを使用できるようになる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、非接触式リーディングには、ISO 14443規格またはISO 15693規格に対応する非接触式カードまたはISO 18000-X規格に適合するRFIDラベルを使用した13.56 MHzの周波数帯域における通信に最低でも通常2Wが必要である。

【0005】

その電力が必要となることから、そのような機能を携帯デバイスに組み込む場合に問題となる。実際、実装においては、携帯デバイスのバッテリー寿命を減少させるか、非接触式リーダー機能に関係する超過電力消費を補うためにデバイスのエネルギー源の巨大化をまねく。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の目的は、そのような機能に関する超過電力消費問題を克服した内蔵型非接触式リード機能を有する携帯デバイスを提案することである。

【0007】

これを達成するために、本発明の目的は、誘導アンテナを具備する無線周波数通信デバイスである。

10

20

30

40

50

【0008】

本発明によると、前記アンテナは、送信器と弱結合(weak coupling)の確立が可能である。それは、アンテナの規模において実質的に均一(substantially homogeneous)な磁場を生成する。また前記アンテナは、デバイスの近傍に設置されたトランスポンダとの強誘導結合の確立も可能である。デバイスは、トランスポンダ交信回路を具備し、前記トランスポンダ交信回路は、

アンテナ端子の信号に応じて参照信号を生成可能なアンテナ端子の信号のサンプリングおよび処理手段と、

参照信号を変調可能な変調手段と、

変調された信号をアンテナ端子に適応可能なアプリケーション手段と、を具備する。

10

【0009】

言い換えると、非接触式リード機能に電力供給のために外部エネルギー源を使用するという思想である。さらに詳しくは、本発明に従うデバイスと前記カードが交信される場合の電力操作である。

【0010】

非接触式カードは、内部エネルギー源を備えていないことが知られている。エネルギーを得るために、前記カードは通常、そのアンテナに接続されている整流器と、平均化フィルタと、を具備する。したがって、前記カードが非接触式リーダなどの磁場内にさらされると、例えば、カードのアンテナの端子にわたり電圧が生成される。そしてその後この電圧は、カード上の種々の電子回路へ電力供給のために、整流されるとともに続いてフィルタされる。従って前記カードは、非接触式リーダにより生成される磁場に代表される(represent)外部エネルギー源により遠隔的に電力供給される。

20

【0011】

それゆえ携帯デバイスの内蔵型非接触式リーダの回路に遠隔的に電力供給するために同じ原理が使用されることが予想可能である。例えば、既にいくつかの店において、RFIDラベルの読取に使用されている多くの非接触式リーダがある。したがって、買い物客が、そのようなラベルを有する商品の価格を調べることを可能にしている。買い物客は、これらのラベルを読取可能であり、非接触式リーダ機能を備えた彼らの携帯電話を使用することにより、リーダの近傍に配置された非接触式カードに含まれている販売促進活動オファーからの利益も得ることが可能である。

30

【0012】

しかし、従来のリーダ部品が携帯デバイスに組み込まれている場合には、他の従来型の非接触式リーダから遠隔的にそれに電力供給するとともに非接触式カードと通信することは難しい。実際、非接触式リーダが外部エネルギー源として使用しているフィールドは、カードと通信するために生成された磁場上で重畳される。そのような理由で、リーダの磁場は、非接触式カードの磁場と干渉する。

【0013】

リーダにより生成される磁場は、アンテナのごく近傍においては後者の大きさにおいて実質的に均質であることが知られている。

【0014】

本発明によるデバイスに合致する携帯デバイスの設計により、そのアンテナの端子上の信号成分は、リーダのフィールドと比較して減少しているかまたは全くゼロである。したがって、非接触式カードの近傍に携帯デバイスが置かれた場合、前記デバイスは、リーダの磁場をほとんど見えないまたは、実質的にまったく見えない。そして前記デバイスは、リーダから干渉を直接受けない。

40

【0015】

携帯デバイスを非接触式カードのそばにおくと、それらの間で、強誘導結合が生じる。なぜならカードが、リーダの場にさらされると、前記リーダの場は、カードのアンテナに起電力を生じるからである。カードと強く結合しているため、この起電力によりデバイスのアンテナに起電力を生じる。

50

【 0 0 1 6 】

逆に、携帯デバイスのアンテナ端子上の変調された参照信号を与えることにより、誘導結合を介して実質的に比例した信号をカードのアンテナに適用可能となる。この方法は、カードのレベルにおいて、リーダにより生成されるいかなる磁場の変調も除去可能である局所的な磁場相当を生成する。

【 0 0 1 7 】

本発明における携帯デバイスは、カードを介してリーダのフィールドから事実上得られる、携帯デバイスの非接触式リード機能进行操作するのに使用されるエネルギーとともに少ないエネルギーでコマンドを出力可能である。実際に、前記携帯デバイスは、アンテナ端子の信号をサンプルし、受動素子を使用することによりサンプルされたその信号に応じて、参照信号を生成するとともに変調し、その変調された信号をアンテナに送り戻す。このフィードバックループは、磁場を増幅するとともに放射するのに他の電力要素を必要としない。要素を切り替えるとともに、カードからのメッセージを復号するまたは転送されるコマンドを符号化する論理回路のための超過消費だけが必要となる。この超過消費は、大電流を必要とする従来型の非接触式リーダによる磁場の放射を伴うものよりずっと少ない。

10

【 0 0 1 8 】

本発明における携帯デバイスは、リーダが他の非接触式カードと通信するのを防ぐわけではないことに注意する必要がある。

【 0 0 1 9 】

一実施例において、アンテナは、直列に接続されるとともに反対方向に巻かれている第1巻線及び第2巻線を具備する。

20

【 0 0 2 0 】

言い換えると、2つのアンテナ巻線は、直列に接続されており、反対方向に巻かれているということは、もし2つの巻線の表面積が等しければリーダにより誘起された起電力は、減算されるかまたは相殺されるということである。

【 0 0 2 1 】

本発明の一実施例において、第2巻線の表面積は第1巻線の表面積と実質的に等しい。さらに詳しくは、第2巻線は、複数のループからなり、それぞれの表面積は、第1巻線の表面積の約数である。

30

【 0 0 2 2 】

言い換えると、均一のフィールドにより誘起されたデバイスのアンテナの起電力は、相殺される。さらに、第1巻線は大きい表面積の形状であり、非接触式カードのフィールドを事実上みる(see)のに対し、第2巻線は、リーダのフィールドを事実上みる。また、第1巻線の中央にかつ範囲内においていくつかの小さい表面積のループを使用することは、リーダのフィールドをキャンセルしている間において、その均一性から、カードに関する信号成分の減算を減少させる。

【 0 0 2 3 】

一構成において、サンプリングおよび処理手段は、アンテナ端子上の信号の整流手段及び平均化手段を具備する。さらに詳しくは、整流及び平均化手段は、アンテナ端子に接続されている整流器と、前記整流器の出力に接続されている包絡線検出器と、前期包絡線検出器の出力に接続されている平均化回路と、を具備する。

40

【 0 0 2 4 】

言い換えると、アンテナによりみられるフィールドは通常変調された搬送波であるため、参照(reference)はこの方法により得られるとともに、カードにコマンドを送信する場合の変調の土台として使用されている。

【 0 0 2 5 】

都合のよいことに、サンプリング及び処理手段は、1より小さい第1所定ゲインで乗算する第1乗算器を具備し、整流及び平均化手段の出力と接続されている。この方法は、得られた参照信号は、アンテナ上で受信された搬送波の変調の低レベルよりも小さい。これ

50

は、参照信号のギャップを防ぐとともに干渉への減少された感度を確実にする。

【0026】

有利であるのは、変調手段は、第2所定ゲインで乗算する第2乗算器を具備し、サンプリングおよび処理手段とアンテナの間に設置されている第1制御可能スイッチと第2乗算器とアンテナの間に設置されている第2制御可能スイッチとともに、サンプリング及び処理回路と接続されている。

【0027】

言い換えるとサンプリングおよび処理回路の出力信号は、高変調レベル(high modulation level)の形状(form)であり、第2乗算器の出力信号は、低変調レベルの形状である。第1および第2スイッチの開閉は、変調目的のためのこれらのレベルの選択を可能にする。このタイプのデバイスは、ISO 14443規格に従うタイプBカードとタイプBリーダとの通信に特に適している。

10

【0028】

それとは別に、変調手段は、サンプリングおよび処理手段とアンテナとの間に設置されている第1制御可能スイッチと、制御可能スイッチを介しアンテナと並列に接続可能なキャパシタと、を具備する。

【0029】

言い換えると、サンプリングおよび処理回路の出力信号は、高変調レベルの形状であり、キャパシタをアンテナ端子と接続することにより低変調レベルが得られ、アンテナを離調(detune)する。このタイプのデバイスは、ISO 14443規格に従うタイプAカードとタイプBリーダとの通信に特に適している。

20

【0030】

本発明における一構成において、前記サンプリングおよび処理手段は、アンテナ端子上でサンプルされた信号のギャップを充填する信号を生成可能な充填手段を具備する。さらに詳しくは、前記充填手段は、アンテナに接続されている発振器と、前記発信機の出力と接続されている可変ゲインにより乗算する第1乗算器と、乗算器のゲインを制御するための回路と、を具備し、前記充填手段は、アンテナ上で受信された搬送波の周波数と実質的に同一の周波数を有する正弦波信号を生成可能であり、後者と同期され、前記回路は、アンテナ端子上でサンプルされた信号にギャップがある場合に、このゲインをゼロでない値に調整可能である。

30

【0031】

言い換えると、本発明におけるデバイスは、例えば、もしリーダが100%変調インデックスを使用する規格14443に従うタイプAリーダである場合において、アンテナ端子上に信号がない場合に信号を生成することが可能である。この方法は、本発明におけるデバイスの通信は、瞬間的なアンテナ端子上の信号の不存在により中断されない。

【0032】

都合のよいことに、前記制御回路は、アンテナと接続されている整流器と、前記整流器の出力と接続されている包絡線検出器と、前記整流器および減算器と接続されている平均化回路と、を具備し、前記検出器の出力は、非反転入力と接続され、平均化回路の出力は、反転出力と接続され、前記出力は、乗算器のゲインを制御するために乗算器と接続されている。

40

【0033】

アンテナ端子上の信号のギャップは、この方法により自動的に検出される。

【0034】

有利なのは、前記変調手段は、ギャップ充填信号を変調可能である。アプリケーション手段は、アンテナ端子上でサンプルされた信号の和と変調された充填信号をアンテナ端子に適用可能である。

【0035】

たとえリーダがタイプAリーダであっても、タイプAカードとの通信のための変調信号は、単純にこの方法により得られる。

50

【 0 0 3 6 】

本発明の目的は、搬送波を使用した無線周波数放射源と、トランスポンダと、上述したタイプのデバイスとを具備する無線周波数通信システムでもある。

【 0 0 3 7 】

本発明の目的は、トランスポンダと上述したタイプの前記デバイスが通信するように設計されている無線周波数通信デバイスからコマンドを送信するための方法でもある。前記方法は、トランスポンダおよびデバイスを、デバイスのアンテナの規模において実質的に均一の無線周波数磁場に置くステップと、デバイスとトランスポンダとの間で強誘導結合が確立できるように前記トランスポンダの近くにデバイスを置くステップと、デバイスがコマンドをトランスポンダに送信する場合に、デバイスのサンプリングおよび処理手段、
変調手段、およびアプリケーション手段を起動するステップと、を具備する。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 8 】

本発明は、単に例示として与えられる以下の説明とともに関連する図面により容易に理解できる。

【 0 0 3 9 】

【 図 1 】 従来型の非接触式リーダの概略図の一部である。

【 図 2 】 従来型のトランスポンダの概略図の一部である。

【 図 3 】 従来型の非接触式カードの上面概略図である。

【 図 4 】 本発明におけるデバイスの上面概略図である。

20

【 図 5 】 図 4 に示すデバイスの一部である通信回路の第 1 実施形態の概略図である。

【 図 6 】 図 4 に示すデバイスの一部である通信回路の第 2 実施形態の概略図である。

【 図 7 】 図 4 に示すデバイスの一部である通信回路の第 3 実施形態の概略図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 0 】

図 1 および図 2 は、例えば非接触式カードといった従来型の非接触式リーダ 1 およびトランスポンダ 2 の実施形態の概略図の一部である。

【 0 0 4 1 】

図 1 において、リーダ 1 は、増幅器の出力端子 1 2 またはアンテナカブラ 1 3 と、グラウンドなどの参照電位である端子 1 4 に接続されたアンテナ L 1 に基づく発信回路を有している。

30

【 0 0 4 2 】

増幅器 1 3 は、変調器 1 5 により送信された信号である T_x を受信する。主に変調器 1 5 は、転送されたデータ信号 D と搬送周波数 f_c を受信する。信号 T_x に基づき生成されたフィールドが、トランスポンダ 2 のためのエネルギー源として使用される限り、信号 T_x は、データ D があるかないかを問わず転送される(図 2)。転送される前記データ D は、通常例えばマイクロプロセサ(図示せず)などのデジタルモジュールが発生源である(originate)。

【 0 0 4 3 】

リーダ 1 は、復調器 1 6 を具備する。前記復調器は、トランスポンダ 2 から受信した任意のデータを検出するのに使用される。例えば、復調器 1 6 は、アンテナ L 1 端子上でサンプルされた電圧(信号 R_x)を受信し、前記復調器は、受信データ信号 R を供給する。

40

【 0 0 4 4 】

図 2 において、トランスポンダ 2 は、発信回路を具備する。前記発信回路は、リーダ 1 の発信回路により生成されるフィールドに反応するように設計されたアンテナ L 2 を備える。この実施形態において、アンテナ L 2 の端子 2 1, 2 2 は、信号分析集積回路 2 3 に接続されている。回路 2 3 は、具体的には、復調器 2 4 を備える。前記復調器は、端子により転送された信号を復調するのに使用される。復調器 2 4 から得られた信号は、リーダ 1 から受信したデータ信号 D' を構成するとともに、回路 2 3 の処理モジュール(図示せず)へ送られる。前記処理モジュールは、例えば、マイクロコントローラまたは固定配線

50

論理回路と、前記発信回路の端子上の信号から抽出されたオペレーティングクロックと、を具備する。

【0045】

リーダ1にデータを送信するために、トランスポンダ2は、その発信回路上の電子回路により形成された負荷の変更が可能である、可変インピーダンス要素25を具備する。

【0046】

トランスポンダ2がリーダ1のフィールドに位置するとき、高周波数電圧が、その発信回路の端子にわたり生成される。回路23により整流されるとともにフィルタされたこの電圧は、トランスポンダ2の種々の電子回路に電力供給電圧を提供する。

【0047】

リーダ1への通信方向におけるトランスポンダ2において、転送されるデータの変調は、通常"レトロ変調(retromodulation)"と呼ばれ、リーダ1の発信回路で励磁(excite)に使用する周波数 f_c より低い周波数で実施される。例えば、ISO 1443およびISO 15693規格における非接触式カードは、13.56 MHzの周波数の搬送波を変調することによりコマンドを受信するとともに、ISO 1443およびISO 15693規格における847.5 KHzの周波数の副搬送波をレトロ変調することにより返信する。

【0048】

レトロ変調回路として参照される回路25が、リーダ1の発信回路上のトランスポンダ2の負荷を増加させる場合には、トランスポンダ2の前記発信回路は、他の回路により構成される負荷と比べて追加的なダンピング(damping)にさらされる。これは、トランスポンダ2が大量の高周波数フィールドのエネルギーをサンプルする原因となる。リーダ1側において、増幅器13は、高周波数ドライバ信号の振幅を一定に保つかまたは振幅変調による2つの固定状態間で維持すると想定すると、このエネルギーの変化は、アンテナL1の電流の変異の原因となる。

【0049】

トランスポンダが非接触式カードである、カードリーダ通信システムにおいて、フィールドは、リーダ1およびトランスポンダ2のそれぞれに起因する2つの成分に分解することができる。リーダ1のアンテナL1の巻線により生成される"1次(primary)"フィールドと呼ぶ(arbitrarily)フィールドと、カードのアンテナL2の巻線により生成される"2次"フィールドと呼ぶフィールドとの区別が可能である。その後前記1次フィールドは、リーダからカード方向に対し通信中変調される。2次フィールドは、レトロ変調中に変調される(カードがリーダに送信する)。

【0050】

リーダにより生成されるとともにカードに適用される第1フィールドは、近距離を含むシステムにおいて、カードの巻線全体にわたり実質的に均一であるとみることが可能である。一方で、第2フィールドは、カード近傍において実質的に均一にはできない。

【0051】

図3は、非接触式カードの上面図を示している。前記非接触式カードは、通常スマートカードと同一フォーマットであるとともに、例えばプラスチックでできているメディア26を具備する。前記メディア26上または内部に集積回路23が組み込まれている。アンテナL2の終端は、例えば長方形の導体(rectangular conductor)の1または2巻以上の平形導線(flat conductor)により形成され、集積回路23に接続されている。

【0052】

図4は、本発明の第1実施形態におけるデバイス60の上面図を示している。例えば、携帯電話または携帯情報端末に取り付けられた非接触式リーダである。

【0053】

例えばプリント回路ウェーハ上に形成されたデバイス60は、第1ループ613および第1ループ613の内部にネストされた第2ループ615のような形状の1つの導体からなるアンテナ61を具備する。前記ループ613および615は、反対方向のフロー(flow)を有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

デバイス 6 0 は、アンテナ 6 1 の端子に接続された集積回路 6 2 も具備する。前記集積回路 6 2 は、以下に詳細に説明するように、アンテナ 6 1 によるデータの送信および受信を担当する。

【 0 0 5 5 】

アンテナ 6 1 が均一の磁場にさらされる場合に、ループ 6 1 3 および 6 1 5 に誘導される起電力が相殺するようにループ 6 1 3 および 6 1 5 の表面積は、実質的に等しいのが好ましい。均一の磁場へのアンテナ 6 1 の感度(sensitivity)は、それゆえ最小化される。

【 0 0 5 6 】

また、アンテナ 6 1 の大きさは、前記アンテナが、接触せずにデバイス 6 0 と通信するように設計されたカードのアンテナ L 2 の平均ループ(average loop)の内側に適合(fitting)できるように好適に選択される。したがって、カード 2 のアンテナ L 2 の平面と並列にアンテナ 6 1 を位置決めすることで、図 4 に示すように、外側ループ 6 1 3 は、中央ループ 6 1 5 よりもアンテナ L 2 に近くなる。カード 2 により外側ループ 6 1 3 に誘起される起電力は、それゆえ、中央ループ 6 1 5 により誘起される起電力より大きい。したがって、2 つの起電力が相殺するのを防ぐ。その上、均一(homogeneous)磁場によりループ 6 1 3 および 6 1 5 に誘起される起電力は、実質的に等しい表面積のために相殺し続ける。

【 0 0 5 7 】

代わりに、それらのフローの方向が反対であれば、1 つおよび / または他のループを備えるいくつかのサブループであってもよい。

【 0 0 5 8 】

特に、本発明におけるデバイスのアンテナは、反対方向に巻かれたいくつかの中央サブループを内側にネストされている大きい外側ループ(peripheral loop)を好適に備える。前記サブループの表面積は実質的に等しく、これらの表面積の和は実質的に大きい外側ループと等しい。いくつかのサブループを使用することは、小さな表面積を有するいくつかのサブループを大きいループの真ん中で使用することが、カードに関連する信号成分の小さな減算(less subtraction)の原因となる限りにおいて、非接触式カードとのカップリングを改善することが可能である。

【 0 0 5 9 】

ISO 14443 規格、ISO 15693 規格および ISO 18000-X 規格においていくつかの変調タイプあることが知られている。さらに詳しくは、通常 10 % のオーダーである変調指数が低いタイプ B 変調と、変調指数が 100% に等しいタイプ A 変調とが区別されている。非接触式デバイスがタイプ A 変調を使用するならば、"タイプ A" リーダまたはカードと呼ばれ、タイプ B 変調が使用される場合には、"タイプ B" リーダまたはカードと呼ばれる。

【 0 0 6 0 】

非接触式リーダおよびカードの特定のタイプと本発明によるデバイスの操作(operates)に従う集積回路 6 2 のいくつかの実施形態が以下に説明される。

【 0 0 6 1 】

図 5 は、非接触式リーダおよびカードの両方がタイプ B デバイスである場合に特に適した集積回路 6 2 の第 1 実施形態の概略図である。

【 0 0 6 2 】

非接触式カードと交信するために、回路 6 2 は、アンテナ 6 1 の端子に接続されている整流器 6 2 1 を具備する。キャパシタ 6 1 1 もその端子間に接続されており、発振回路の形状である。

【 0 0 6 3 】

R C タイプのローパスフィルタといった包絡線検出器 6 2 2 も、整流器 6 2 1 の出力に接続されており、それゆえアンテナ端子の信号の包絡線を供給する。これにより信号の搬送波変調の検出を可能にする。

【 0 0 6 4 】

回路 6 2 は、例えば、検出器 6 2 2 よりも低いカットオフ周波数の R C フィルタの形状

10

20

30

40

50

の平均化回路 6 2 3 のほかに、例えばゲインは 0.92 である所定のゲイン G で乗算される 2 つの乗算器 6 2 4 , 6 2 5 を具備する。前記乗算器 6 2 4 , 6 2 5 は、前記平均化回路 6 2 3 に直列に接続されており、それぞれ高電圧レベル及び低電圧レベルを定める(define)。これらのレベルは、デバイスが非接触式カードを制御している場合の変調中に使用される。

【 0 0 6 5 】

これを実現する(achieve)ために、乗算器 6 2 4 および 6 2 5 の出力は、例えば Graetz ブリッジ(ダイオードブリッジ)である整流器 6 2 1 の出力に制御可能スイッチ 6 2 6 , 6 2 7 を介しそれぞれ接続されている。それゆえ、スイッチ 6 2 6 をクローズするとともに、スイッチ 6 2 7 をオープン状態にすることで、アンテナ 6 1 の端子に高電圧レベルが設定される。同様に、スイッチ 6 2 7 をクローズするとともにスイッチ 6 2 6 をオープン状態にすることで、アンテナ 6 1 の端子に低電圧レベルが設定される。

10

【 0 0 6 6 】

第 1 乗算器 6 2 4 の出力信号は、それゆえ、第 2 乗算器および制御可能スイッチ 6 2 6 、 6 2 7 により変調される高レベル参照信号を提供する。

【 0 0 6 7 】

回路 6 2 は、コマンドをカードに送信するために、スイッチ 6 2 6 、 6 2 7 を制御する搬送波変調器 6 2 8 を具備する。変調器 6 2 8 は、シーケンサ 6 3 0 により制御されている第 1 データ処理モジュール 6 2 9 からの変調命令を受信する。

20

【 0 0 6 8 】

非接触式カードからデータを受信するために、回路 6 2 は、アンテナ 6 1 の端子に接続されている差動増幅器 6 3 1 を具備する。したがって、前記差動増幅器 6 3 1 はアンテナ端子の変調された信号をサンプルする。増幅器 6 3 1 に接続されている相関復調器(correlation demodulator) 6 3 2 は、非接触式カードによるレトロ変調により生成された副搬送波変調に含まれるデータを決定(determine)する。これを実現するために、本発明におけるデバイスがカードを受信(listening)している場合にはスイッチ 6 2 6 および 6 2 7 はオープンである。

【 0 0 6 9 】

回路 6 2 は、非接触式カードから受信したデータの適切な処理を実行する第 2 モジュール 6 3 3 も具備する。前記第 2 モジュール 6 3 3 は、シーケンサ 6 3 0 により制御されている。

30

【 0 0 7 0 】

最後に、回路 6 2 は、差動増幅器 6 3 1 の出力と接続されている、固定されたリーダの搬送波から得られるクロックをリカバーするのに使用されるクロックリカバリモジュール 6 3 4 を具備する。リカバーされたクロックは、回路 6 2 のデジタルセクションを順番付ける(sequences)。本発明におけるデバイスのアンテナは、実質的にカードのフィールドだけを見る(see)ことに注意する必要がある。なぜならカードは、本発明におけるデバイスのようにリーダのフィールドをみるからである。それゆえ、これは、リーダにより転送された搬送波のクロックのリカバーを可能にする。

【 0 0 7 1 】

図 6 は、非接触式リーダがタイプ B であるとともに非接触式カードがタイプ A である場合に特に適した回路 6 2 の第 2 実施形態を概略的に示している。

40

【 0 0 7 2 】

非接触式カードと交信するために、第 2 実施形態は、図 5 に関する説明とは異なる。アンテナチューニングを変えるために、第 2 乗算器 6 2 5 および関連する第 2 スイッチ 6 2 7 の代わりに、第 2 キャパシタ 6 3 5 が、スイッチ 6 3 6 を介しアンテナ 6 1 の端子に接続されている。それによりタイプ A 搬送波振幅変調を生成する。

【 0 0 7 3 】

従って、乗算器 6 2 4 の出力信号は、第 2 キャパシタ 6 3 5 および制御可能なスイッチにより変調されている高レベル参照信号を提供する。

50

【0074】

図7は、非接触式カードタイプに関係なく非接触式リーダがタイプAである場合に特に適した回路62の第3実施形態を概略的に示している。

【0075】

この第3実施形態において、非接触式カードと交信するために、回路62は、固定リーダの搬送波と実質的に等しい周波数を有する正弦波信号を生成する発信機637を具備し、例えば位相ロックループ(図示せず)によって搬送波と同期する。

【0076】

第1可変ゲイン乗算器638および第2乗算器639は、直列に発振器637に接続されている。前記第2乗算器639は、第1スイッチ640を介して接続されている。第1および第2乗算器638, 639の出力は、それぞれ第1減算器641の非反転端子および反転端子に接続されている。

10

【0077】

加算器642は、反転端子を介し、第1減算器641の出力に接続されている。第2減算器642の出力は、第2スイッチ643を介してアンテナ61の端子とその非反転端子で接続されている。前記アンテナ61の端子は、アンテナ信号の和を適用することによりアンテナ61の起電力を制御するために発振器637と接続されている。この信号の変調ギャップは、減算器641の出力上に生成される信号により充填される。

【0078】

第1乗算器638のゲインを調整するゲイン調整モジュール644は、アンテナ61と接続されている整流器645と、整流器645の出力と接続されている包絡検出器646と、検出器646の出力と接続されている平均化回路647と、例えば0.5のゲインなど1より小さいゲインと乗算する第2乗算器660と、第3減算器648と、を具備し、第3減算器648の非反転端子および反転端子はそれぞれ検出器646および平均化回路647と接続されている。前記第3減算器648の出力は、第1乗算器638に接続されるとともに後者のゲインを調整する。

20

【0079】

モジュール644は自動的にアンテナ端子上の信号のギャップを検出するとともに対応する時間間隔の間はゼロでないゲインを適用し、その他の時間はゼロのゲインを適用するのは明白である。減算器641の出力上の信号とアンテナ端子上の信号とを加算することで搬送波変調を生成する。

30

【0080】

回路62は、第1スイッチ640を制御するとともに第1データ処理モジュール629からの変調命令を受信する搬送波変調器649も具備する。前記第1データ処理モジュールは、シーケンサ630により制御されている。

【0081】

それゆえ、第1可変ゲイン乗算器638の出力信号は、高レベル参照信号を提供する。前記参照信号は、スイッチ640, 乗算器639, および減算器641により変調されている。

【0082】

非接触式カードからデータを受信するために、回路62は、差動増幅器631と、相関復調器632と、第2データ処理モジュール633と、固定リーダの搬送波からのクロックをリカバーするのに使用されるクロックリカバリモジュール634と、を具備する。これらの構成要素は、図5および図6で示した実施形態と類似している。

40

【0083】

したがって、回路62を備える本発明におけるデバイスは、非接触式リーダがISO 14443規格に従うタイプAリーダであるとともに例えば100%といった超高変調インデックスを使用する場合には、コマンドを送信するために操作可能である。100%変調インデックスを使用するこのタイプの変調では、リーダが信号を送信しない期間がある。実際に、そのような期間の間は、本発明における非接触式カードまたはデバイスのどちらも遠隔的な電

50

源供給(remotely powered)がされない。さらに、リーダが信号を送信しないために、本発明におけるデバイスと、非接触式カードとの間の通信を確立するために使用可能な土台がない。

【0084】

この問題に打ち勝つために、図7に関する回路62は、リーダがサイレントの期間は信号を生成しなおす。第2スイッチ643は、カードのコマンドフェーズの間はクローズされている。調整可能なゲインは、発振器637により生成される信号に適用される。したがって、前記信号は増幅され、減算器642によりサンプルされたアンテナ信号から減算される。第1スイッチ640がオープンの場合には、結果信号(resulting signal)は、一定の振幅を有し、リーダの信号のギャップは、その期間(duration)および振幅にかかわらず充填される。

10

【0085】

ゲイン調整モジュール644により、第1乗算器638のゲインの調整は、アンテナ端子の信号の包絡線の変位をモニタリングすることにより行なわれる(obtained)。このモジュール644は、この包絡線の変位をその平均に対し実際に測定する。第2減算器642の出力上に生成される信号は、この平均になる傾向がある。

【0086】

非接触式カードのための制御信号の変調は、第1スイッチ640の開閉により達成される。このスイッチをクローズすると、アンテナ71の端子上の信号の振幅がドロップする原因となり、これは低変調レベルに対応する。

20

【0087】

最後に、非接触式カードを受信(listening)しているフェーズの間、第2スイッチ643は、アンテナ71の端子上の信号と干渉しないようにオープンされている。

【0088】

明らかに、他の実施形態も可能である。特に、アンテナ端子上の信号のサンプリング及び処理の後で得られる前記参照信号は、例えば、電流であってもよい。

【符号の説明】

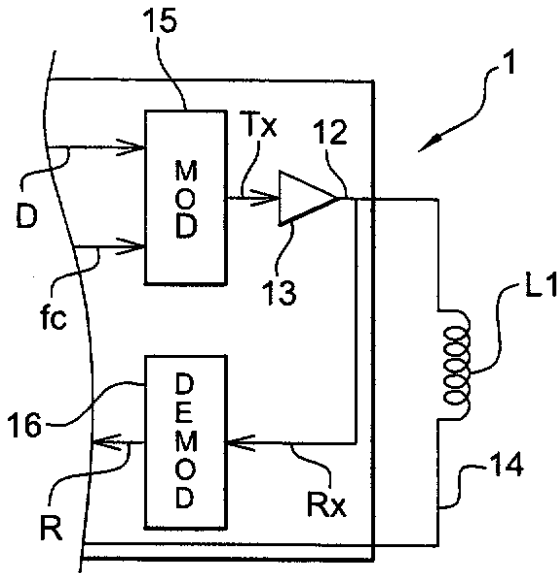
【0089】

60	デバイス	
61	アンテナ	
62	集積回路	
L2	カードのアンテナ	
611	キャパシタ	
613	第1ループ	
615	第2ループ	
621	整流器	
622	包絡線検出器	
623	平均化回路	
624	第1乗算器	
625	第2乗算器	
626, 627	制御可能スイッチ	
629	第1データ処理モジュール	
630	シーケンサ	
631	差動増幅器	
632	相関復調器	
634	クロックリカバリモジュール	

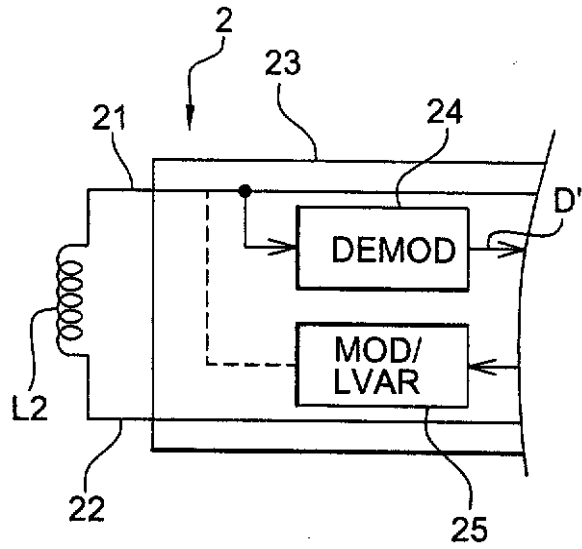
30

40

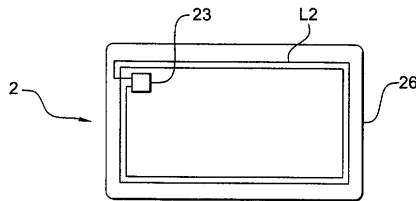
【 図 1 】



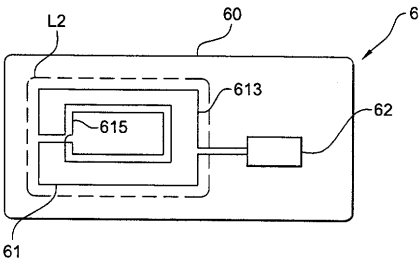
【 図 2 】



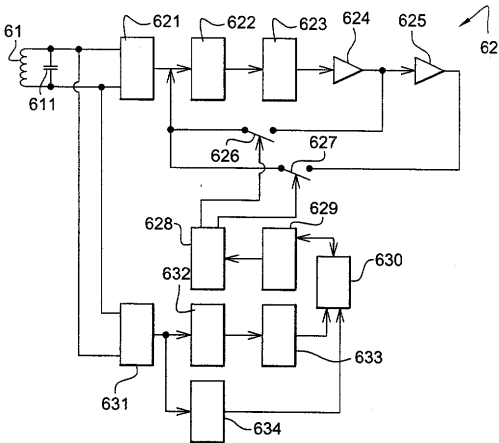
【 図 3 】



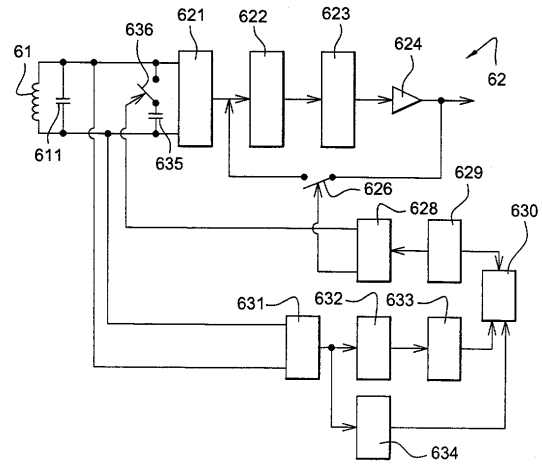
【 図 4 】



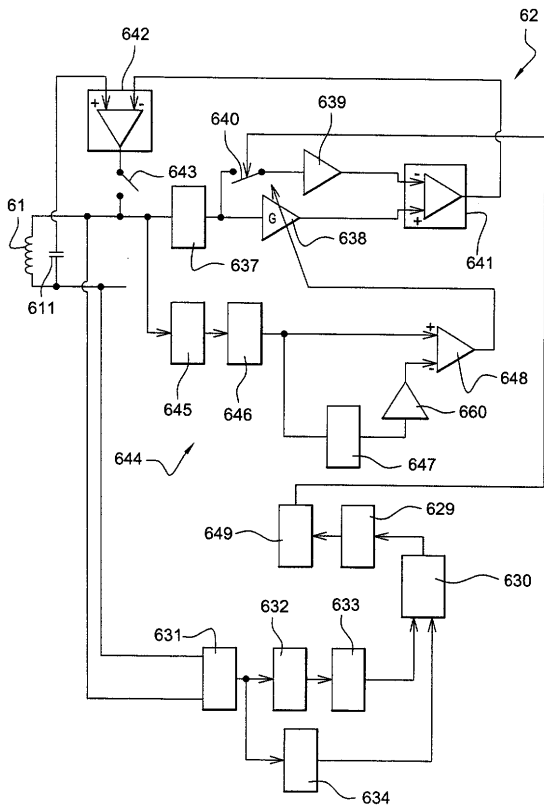
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 オリヴィエ・サヴリ

フランス・3 8 3 6 0・サセナジュ・リュ・デュ・ピソ・3 テール

Fターム(参考) 5B058 CA17 KA24

5K012 AB02 AC06 AC07 AC09 AE13

【外国語明細書】

RADIO-FREQUENCY COMMUNICATION DEVICE, SYSTEM AND METHOD

FIELD OF THE INVENTION

The invention relates to the field of radio-frequency contactless communication and, more especially, radio-frequency communication by inductive coupling.

DESCRIPTION OF THE PRIOR ART

A contactless communication device such as that defined by Standards ISO 14443, ISO 1593 or ISO 18000-X, for example, usually comprises an inductive antenna formed by an electrical conductor which forms one or more loops and is connected to an integrated circuit which causes the voltage and/or load across the terminals of the antenna to vary in order to generate an amplitude-modulated or phase-modulated magnetic field. Communication can thus be established with another device of this type located within the communication range of the first device because of the electromotive force produced between the antennas.

Integrating contactless communication technology in a mobile device such as, for instance, a mobile phone, a smart phone or a digital personal assistant, makes it possible to use the device for other purposes, e.g. as a "contactless card" (payment, computer ticketing, couponing, access control, etc.) or "contactless card reader" (reading information contained in RFID labels located in the street, on merchandise or elsewhere).

However, contactless reading usually requires a minimum of 2 W in order to communicate in the 13.56 MHz frequency band using contactless cards which comply with Standard ISO 14443 or Standard ISO 15693 or RFID labels which meet Standard ISO 18000-X.

The power required therefore makes integrating such a function in a mobile device problematic. In fact, implementation entails a reduction in the battery life of the mobile device or involves oversizing the device's energy source in order to compensate for the excess power consumption associated with the contactless reader function.

SUMMARY OF THE INVENTION

The object of the present invention is to propose a mobile device having a built-in contactless read function while mastering the problem of excess power consumption associated with such a function.

To achieve this, the object of the invention is a radio-frequency communication device comprising an inductive antenna.

According to the invention, the antenna is capable of establishing weak coupling with a transmitter which produces a magnetic field which is substantially homogeneous on the scale of the antenna and is also capable of establishing strong inductive coupling with a transponder located in the vicinity of the device, with the device comprising a transponder interrogation circuit comprising:

- Means of sampling and processing the signal on the antenna terminals which are capable of producing a reference signal as a function of said signal;
- Modulation means capable of modulating the reference signal; and
- Application means capable of applying the modulated signal to the antenna terminals.

In other words, the idea is to use an external energy source to power the contactless read function and, more especially, to power operations when the card is interrogated by the device according to the invention.

It is known that a contactless card does not comprise an internal energy source. To obtain energy, the card usually comprises a rectifier which is connected to its antenna and an averaging filter. Thus, when the card is immersed in a magnetic field such as that of a contactless reader, for example, a voltage is produced across the terminals of the card's antenna and this voltage is then rectified and subsequently filtered in order to supply power to the various electronic circuits on the card. The card is therefore remotely powered by the external energy source which represents the magnetic field produced by the contactless reader.

It is therefore possible to envisage using the same principle in order to remotely power the circuits which form the built-in contactless reader in a

mobile device. For example, in some stores there are already many contactless readers which are used to read RFID labels, thus enabling shoppers to find out the price of items which have such labels. Shoppers could read these labels and also benefit from sales promotion offers contained in a contactless card located in the vicinity of a reader by using their mobile phones equipped with a contactless reader function.

However, when conventional reader components are incorporated in a mobile device, it is difficult to remotely power them from another conventional contactless reader and to communicate with a contactless card. In fact, the field of the contactless reader used as an external energy source is superimposed on the magnetic field produced in order to communicate with the card. Because of this, the reader's magnetic field interferes with the magnetic field of the contactless card.

It is known that the magnetic field produced by the reader is substantially homogeneous outside the immediate vicinity of its antenna, given the latter's large size.

By designing a mobile device which is in conformity with the device according to the invention, the signal component on the terminals of its antenna is reduced or even zero relative to the field of the reader. When the mobile device is placed in the vicinity of a contactless card, the device therefore hardly sees the magnetic field of the reader or substantially does not see it at all and the device is not directly subjected to interference from the reader.

Placing the mobile device alongside the contactless card produces strong inductive coupling between them. Because the card is also immersed in the reader's field, the field of the reader produces an electromotive force in the card's antenna. This force in turn produces an electromotive force in the antenna of the device because it is strongly coupled to the card.

Conversely, by imposing a possibly modulated reference signal on the terminals of the antenna of the mobile device, it is also possible to apply a substantially proportional signal to the antenna of the card through inductive coupling. This way one creates, at the level of the card, the equivalent of a

local magnetic field which is capable of eliminating any modulation of the magnetic field which is produced by the reader.

The mobile device according to the invention is thus capable of outputting commands using little energy with the energy used to operate the contactless read function of the mobile device being obtained essentially from the field of the reader, via the card. In fact, the mobile device samples the signal on the antenna terminals, produces and modulates a reference signal as a function of the signal which is essentially sampled by using passive components and injects the modulated signal back into the antenna. This feedback loop does not involve using any power component to amplify and emit a magnetic field. The only excess consumption involved is that required in order to switch components and for the logic circuitry needed in order to decode messages from the card or in order to encode the commands that are to be transmitted. This excess consumption is much less than that involved in the emission of a magnetic field by a conventional contactless reader which requires a large current.

It should also be noted that a mobile device according to the invention does not prevent the reader from communicating with other contactless cards.

In one particular embodiment, the antenna comprises a first winding and a second winding which are connected in series and wound in opposite directions.

In other words, the fact that the two antenna windings are connected in series and are wound in opposite directions means that the electromotive forces induced therein by the reader are subtracted or even cancel each other out if the surface areas of the two windings are equal.

In one particular embodiment of the invention, the surface area of the second winding is substantially equal to the surface area of the first winding. More especially, the second winding comprises a plurality of loops, the surface area of each of which is a submultiple of the surface area of the first winding.

In other words, the electromotive forces induced in the device's antenna by a homogenous field cancel each other out. Furthermore, the first winding forms a large surface area which essentially sees the field of a contactless card

whereas the second winding essentially sees the field of the reader. Also, using several small surface-area loops which are preferably centered and contained within the first winding reduces subtraction of the signal component relating to the card while still cancelling the field of the reader because of its homogeneity.

In one particular embodiment, the sampling and processing means comprise means of rectifying and averaging the signal on the antenna terminals. More especially, the rectifying and averaging means comprise a rectifier connected to the antenna terminals, an envelope detector connected to the output of the rectifier and an averager circuit connected to the output of the envelope detector.

In other words, because the field seen by the antenna is usually a modulated carrier, a reference is obtained in this way and is used as the basis for modulation when sending a command to the card.

Advantageously, the sampling and processing means comprise a first multiplier, which multiplies by a first predetermined gain of less than 1, connected to the output of the rectifying and averaging means. This way, the reference signal obtained is less than the low level of the modulation of the carrier received on the antenna and this prevents gaps in the reference signal and ensures reduced sensitivity to interference.

Advantageously, the modulation means comprise a second multiplier, which multiplies by a second predetermined gain, connected to the output of the sampling and processing circuit with a first controllable switch being located between the sampling and processing means and the antenna and a second controllable switch being located between the second multiplier and the antenna.

In other words the output signal of the sampling and processing circuit forms the high modulation level and the output signal of the second multiplier forms the low modulation level. Opening and closing the first switch and the second switch makes it possible to select either of these levels for modulation purposes. A device of this type is especially suitable for communicating with a type B card and a type B reader according to ISO Standard 14443.

Alternatively, the modulation means comprise a first controllable switch located between the sampling and processing means and the antenna and a capacitor capable of being connected in parallel with the antenna via a controllable switch.

In other words, the output signal of the sampling and processing circuit forms the high modulation level and the low modulation level is obtained by connecting the capacitor to the antenna terminals, which detunes the antenna. A device of this type is especially suitable for communicating with a type A card and a type B reader according to ISO Standard 14443.

In one particular embodiment of the invention, the sampling and processing means comprise filling means capable of producing a signal to fill gaps in the signal sampled on the antenna terminals. More especially, the filling means comprise an oscillator which is connected to the antenna and capable of generating a sine-wave signal having a frequency substantially equal to that of a carrier received on the antenna and synchronized with the latter, a first multiplier, which multiplies by a variable gain, being connected to the output of the oscillator and a circuit for controlling the gain of the multiplier capable of adjusting this gain to a value which is not zero when there is a gap in the signal sampled on the antenna terminals.

In other words, the device according to the invention is capable of generating a signal when there is no signal on the antenna terminals, as may be the case, for instance, if the reader is a type A reader according to Standard 14443 which uses a 100% modulation index. This way, communication of the device according to the invention is not disrupted by momentary absences of a signal on the antenna terminals.

Advantageously, the control circuit comprises a rectifier connected to the antenna, an envelope detector connected to the output of the rectifier, an averager circuit connected to the output of the rectifier and a subtracter, the non-inverting input of which is connected to the output of the detector, the inverting output of which is connected to the output of the averager circuit, the output of which is connected to the multiplier in order to control the latter's gain.

Gaps in the signal on the antenna terminals are detected automatically this way.

Advantageously, the modulation means are capable of modulating the gap filling signal and the application means are capable of applying the sum of the signal sampled on the antenna terminals and the modulated filling signal to the antenna terminals.

A modulated signal for communicating with a type A card, even though the reader is a type A reader, is obtained simply this way.

The object of the invention is also a radio-frequency communication system comprising a radio-frequency emission source using a carrier, a transponder and a device of the above-mentioned type.

The object of the invention is also a method for sending a command from a radio-frequency communication device designed to communicate with a transponder, said device being of the above-mentioned type and the method consisting of:

- Placing the transponder and the device in a radio-frequency magnetic field which is substantially homogeneous on the scale of the device's antenna;
- Placing the device close to the transponder so as to establish strong inductive coupling between the device and the transponder; and
- Activating the sampling and processing means, modulation means and application means of the device when the device sends a command to the transponder.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The invention will be made more readily understandable by the following description which is given merely by way of example and relates to the accompanying drawings in which:

- Figure 1 is a partial schematic view of a contactless reader according to the prior art;
- Figure 2 is a partial schematic view of a transponder according to the prior art;

- Figure 3 is a schematic top view of a contactless card according to the prior art;
- Figure 4 is a schematic top view of a device according to the invention;
- Figure 5 is a schematic view of a first embodiment of the communications circuit which is part of the device shown in Figure 4;
- Figure 6 is a schematic view of a second embodiment of the communications circuit which is part of the device shown in Figure 4; and
- Figure 7 is a schematic view of a third embodiment of the communications circuit which is part of the device shown in Figure 4.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

Figures 1 and 2 are partial schematic views of examples of a contactless reader 1 and transponder 2 according to the state of the art, such as a contactless card, for example.

In Figure 1, reader 1 has an oscillating circuit based on antenna L1 connected to an output terminal 12 of an amplifier or antenna coupler 13 and to a terminal 14 which is at a reference potential such as ground.

Amplifier 13 receives the signal to be transmitted Tx which is provided by a modulator 15. Modulator 15 mainly receives a data signal D which is to be transmitted and a carrier frequency f_c . Signal Tx is transmitted regardless whether or not there is data D to be transmitted insofar as the field generated on the basis of signal Tx is used as an energy source for transponder 2 (Figure 2). The data D to be transmitted usually originates from a digital module such as a microprocessor for example (not shown).

Reader 1 also comprises a demodulator 16 which is used to detect any data received from transponder 2. For example, demodulator 16 receives the voltage sampled on the antenna L1 terminals (signal Rx) and the demodulator supplies a received data signal R.

In Figure 2, transponder 2 comprises an oscillating circuit which has an antenna L2 designed to pick up the field generated by the oscillating circuit of reader 1. In this example, terminals 21, 22 of antenna L2 are connected to a signal-analysis integrated circuit 23. Circuit 23 comprises, in particular, a demodulator 24 which is used to demodulate the signals transmitted by the

terminal. The signals obtained from demodulator 24 constitute the data signals D' received from reader 1 and are fed to a processing module (not shown) of circuit 23 which includes, for instance, a microcontroller or a hardwired logic circuitry, the operating clock of which is extracted from the signal on the terminals of the oscillating circuit.

In order to send data to reader 1, transponder 2 comprises a variable-impedance element 25 capable of modifying the load formed by its own electronic circuits on its oscillating circuit.

When transponder 2 is located in the field of reader 1, a high-frequency voltage is generated across the terminals of its oscillating circuit. This voltage, having been rectified and filtered by circuit 23, provides a power supply voltage for the various electronic circuits of transponder 2.

In the transponder 2 to reader 1 communication direction, modulation of the data to be transmitted is generally referred to as "retromodulation" and is performed at a frequency which is lower than frequency f_c which is used to excite the oscillating circuit of reader 1. For example, a contactless card receives commands by modulating a carrier having a frequency of 13.56 MHz in case of Standards ISO 1443 and ISO 15693 and replies by retromodulating a subcarrier having a frequency of 847.5 KHz in case of Standards ISO 1443 and ISO 15693.

When circuit 25, which is also referred to as a retromodulation circuit, increases the load of transponder 2 on the oscillating circuit of reader 1, the oscillating circuit of transponder 2 is subjected to additional damping compared with the load constituted by the other circuits and this causes transponder 2 to sample a larger amount of the energy of the high-frequency field. On the reader 1 side, this change in energy results in variation of the current in antenna L1 assuming amplifier 13 keeps the amplitude of the high-frequency driver signal constant or maintains it between two fixed states by amplitude modulation.

In a card-reader communication system in which the transponder is a contactless card, the field can be broken down into two components which are attributable to reader 1 and transponder 2 respectively. It is possible to distinguish a field which is referred to arbitrarily as the "primary" field

produced by the winding of antenna L1 of reader 1 and a field which is referred to arbitrarily as the "secondary" field produced by the winding of antenna L2 of the card. The primary field is then modulated during communication in the reader-to-card direction. The secondary field is modulated during retromodulation (card transmits to reader).

The primary field produced by the reader and applied to the card can, in systems which involve short distances, be regarded as substantially homogeneous over the entire winding of the card. In contrast, the secondary field cannot be regarded as homogeneous in the vicinity of the card.

Figure 3 shows a highly schematic top view of the contactless card. The contactless card usually has the same format as a smart card and comprises a medium 26, made of plastic for instance, on or in which integrated circuit 23 is embedded. The ends of antenna L2, formed by one or more turns of a flat conductor, a rectangular conductor for example, are connected to integrated circuit 23.

Figure 4 is a highly schematic top view of a device 60 according to a first embodiment of the invention, for example a contactless reader fitted in a mobile phone or a digital personal assistant.

Device 60 formed, for example, on a printed circuit wafer, comprises an antenna 61 consisting of a single conductor shaped as first loop 613 and second loop 615 nested inside first loop 613 with loops 613 and 615 having opposite flow directions.

Device 60 also comprises an integrated circuit 62 connected to the terminals of antenna 61 which is in charge of transmission and reception of data by antenna 61 as explained below in greater detail.

The surface areas of loops 613 and 615 are preferably substantially equal so that, when antenna 61 is exposed to a homogeneous magnetic field, the electromotive forces induced in loops 613 and 615 cancel each other out. The sensitivity of antenna 61 to a homogeneous magnetic field is thus minimized.

Also, the dimensions of antenna 61 are preferably chosen so that said antenna is capable of fitting inside the average loop of antenna L2 of the card without

any contact 2 designed to communicate with device 60. Thus, by locating antenna 61 parallel to the plane of antenna L2 of card 2, as shown in Figure 4, peripheral loop 613 is closer to antenna L2 than central loop 615. The electromotive force induced in peripheral loop 613 by card 2 is therefore larger than the electromotive force induced in central loop 615, thus preventing the two electromotive forces from cancelling each other out. What is more, the electromotive forces induced in loops 613 and 615 by a homogeneous magnetic field continue to cancel each other out because of their substantially equal surface area.

Alternatively, several sub-loops comprising one and/or other loops are possible, as long as their flow directions are opposite.

In particular, the antenna of the device according to the invention preferably comprises a large peripheral loop in which several central sub-loops which turn in an opposite direction are nested, the surface areas of the sub-loops being substantially equal and the sum of these surface areas being substantially equal to the surface area of the large peripheral loop. Using several sub-loops actually makes it possible to improve coupling with the contactless card insofar as using several sub-loops having small surface areas centered in the large loop causes less subtraction of the card-related signal component.

It is known that there are several types of modulation in Standard ISO 14443, Standard ISO 15693 and Standard ISO 18000-X. More especially, a distinction is made between type B modulation where the modulation index is low, generally of the order of 10%, and type A modulation where the modulation index equals 100%. If a contactless device, reader or card uses type A modulation, it is referred to as a "type A" reader or card and if it uses type B modulation it is referred to as a "type B" reader or card.

Various embodiments of integrated circuit 62 depending on the particular type of contactless reader and card with which the device according to the invention operates are described below.

Figure 5 is a schematic view of a first embodiment of integrated circuit 62 which is especially suitable if the contactless reader and card are both type B devices.

In order to interrogate the contactless card, circuit **62** comprises a rectifier **621** connected to the terminals of antenna **61** which, together with a capacitor **611** connected across its terminals, forms an oscillating circuit which is, in itself, known.

An envelope detector **622**, such as an RC type low-pass filter, is also connected to the output of rectifier **621** and thus supplies the envelope of the signal on the antenna terminals; this makes it possible to detect the signal's carrier modulation.

Circuit **62** also comprises an averager circuit **623**, for example in the form of an RC filter having a cut-off frequency lower than that of detector **622**, as well as two multipliers **624**, **625**, which multiply by a predetermined gain G , for example a gain equal to 0.92. Multipliers **624**, **625** are connected in series to the output of averager circuit **623** and define a high voltage level and a low voltage level respectively, these levels being used during modulation when the device controls a contactless card.

To achieve this, the outputs of multipliers **624** and **625** are connected to the output of rectifier **621**, for example a Graetz bridge (diode bridge), via controllable switches **626**, **627** respectively. Thus, by closing switch **626** and leaving switch **627** open, a high voltage level is set on the terminals of antenna **61**. Similarly, by closing switch **627** and leaving switch **626** open, a low voltage level is set on the terminals of antenna **61**.

The output signal of the first multiplier **624** therefore provides a high-level reference signal which is modulated by means of the second multiplier and controllable switches **626**, **627**.

Circuit **62** also comprises a carrier modulator **628** which controls switches **626**, **627** in order to send commands to the card. Modulator **628** receives modulation instructions from a first data processing module **629** which is controlled by a sequencer **630** in a manner which is, in itself, known.

In order to receive data from the contactless card, circuit **62** comprises a differential amplifier **631** which is connected to the terminals of antenna **61** and therefore samples the modulated signal on the antenna terminals. A correlation demodulator **632** which is connected to amplifier **631** determines

the data contained in the subcarrier modulation produced by retromodulation by the contactless card. To achieve this, switches **626** and **627** are open when the device according to the invention is listening to the card.

Circuit **62** also comprises a second module **633** which performs appropriate processing on data received from the contactless card; the second processing module **633** is controlled by sequencer **630** in a manner which is, in itself, known.

Finally, circuit **62** comprises, connected to the output of differential amplifier **631**, a clock recovery module **634** used to recover the clock obtained from the carrier of the fixed reader; the recovered clock sequences the digital sections of circuit **62** in a manner which is, in itself, known. Note that the antenna of the device according to the invention substantially sees only the field of the card. Because the card sees the field of the reader, as does the device according to the invention, this therefore makes it possible to recover the clock of the carrier transmitted by the reader.

Figure 6 schematically shows a second embodiment of circuit **62** which is especially suitable if the contactless reader is type B and the contactless card is type A.

In order to interrogate the contactless card, the second embodiment differs from that described in relation to Figure 5 in that, instead of second multiplier **625** and associated second switch **627**, a second capacitor **635** is connected to the terminals of antenna **61** via switch **636** in order to vary the antenna tuning, thereby producing type A carrier amplitude modulation.

The output signal of multiplier **624** therefore provides a high-level reference signal which is modulated by means of the second capacitor **635** and controllable switches **626**, **636**.

Figure 7 schematically shows a third embodiment of circuit **62** which is especially suitable if the contactless reader is type A, regardless of contactless-card type.

In this third embodiment, in order to interrogate the contactless card, circuit **62** comprises an oscillator **637** which generates a sine-wave signal having a

frequency substantially equal to that of the carrier of the fixed reader and synchronized with the carrier, for example by means of a phase-locked loop (not shown).

A first variable-gain multiplier **638** and a second multiplier **639** are connected in series to oscillator **637**; the second multiplier **639** is connected via a first switch **640**. The outputs of the first and second multipliers **638**, **639** are also connected respectively to the non-inverting and inverting terminals of a first subtracter **641**.

Adder **642** is connected, via its inverting terminal, to the output of the first subtracter **641**. The output of second subtracter **642** is connected, via a second switch **643**, by its non-inverting terminal to the terminal of antenna **61** to which oscillator **637** is connected in order to control the electromotive force of antenna **61** by applying the sum of the antenna signal, the modulation gaps in this signal being filled by the signal produced on the output of subtracter **641**.

A gain adjustment module **644** to adjust the gain of first multiplier **638** comprises a rectifier **645** connected to antenna **61**, an envelope detector **646** connected to the output of rectifier **645**, an averager circuit **647** connected to the output of detector **646**, a second multiplier **660**, which multiplies by a gain of less than 1, for example a gain of 0.5, and a third subtracter **648**, the non-inverting and inverting terminals of which are connected respectively to the outputs of detector **646** and averager circuit **647**. The output of the third subtracter **648** is connected to first multiplier **638** and adjusts the latter's gain.

It is apparent that module **644** automatically detects gaps in the signal on the antenna terminals and applies a non-zero gain during the corresponding time intervals and zero gain at other times. Adding the signal on the output of subtracter **641** and the signal on the antenna terminals thus produces a carrier modulation.

Circuit **62** also comprises a carrier modulator **649** which controls first switch **640** and receives modulation instructions from a first data processing module **629** which is controlled by a sequencer **630** in a manner which is, in itself, known.

The output signal of the first variable-gain multiplier **638** therefore provides a high-level reference signal which is modulated by means of switch **640**, multiplier **639** and subtracter **641**.

In order to receive data from the contactless card, circuit **62** comprises a differential amplifier **631**, a correlation demodulator **632**, a second data processing module **633** and a clock recovery module **634** used to recover the clock from the carrier of the fixed reader; these components are similar to those in the embodiments shown in Figures 5 and 6.

A device according to the invention equipped with such a circuit **62** can therefore operate if the contactless reader is a type A reader according to Standard ISO 14443 and uses a very high modulation index, such as 100% for example, in order to send commands. With this type of modulation with a 100% modulation index, there are periods during which the reader sends no signal. In fact, during such periods, neither the contactless card or the device according to the invention are remotely powered. In addition, because the reader does not send a signal, there is therefore no basis which can be used in order to establish communication between the device according to the invention and the contactless card.

In order to overcome this problem, circuit **62** described in relation to Figure 7 recreates the signal during periods when the reader is silent. Second switch **643** is thus closed during the card's command phases. An adjustable gain is then applied to the signal produced by oscillator **637** and the signal, thus amplified, is subtracted from the antenna signal sampled by subtracter **642**. When first switch **640** is open, the resulting signal has a constant amplitude and gaps in the reader's signal are filled regardless of their duration and amplitude.

Adjustment of the gain of first multiplier **638** is obtained by monitoring variations in the envelope of the signals on the antenna terminals thanks to gain adjustment module **644**. This module **644** actually determines the variations in this envelope relative to its mean and the signal generated on the output of second subtracter **642** tends towards this mean.

Modulation of the control signal for the contactless card is also obtained by opening and closing first switch **640**. Closing this switch actually causes a

drop in the amplitude of the signal on the terminals of antenna 71 and this corresponds to the low modulation level.

Finally, during phases when listening to the contactless card, second switch 643 is opened in order not to interfere with the signal on the terminals of antenna 71.

Obviously, other embodiments are possible. More especially, the reference signal obtained subsequent to sampling and processing the signal on the antenna terminals can be a current, for example.

1. Radio-frequency communication device comprising an inductive antenna (61), *characterized* in that the antenna (61) is capable of establishing weak coupling with a transmitter which produces a magnetic field which is substantially homogeneous on the scale of the antenna and is capable of establishing strong inductive coupling with a transponder located in the vicinity of the device, and in that it comprises a transponder interrogation circuit comprising:
 - Means of sampling and processing (621, 622, 623, 624; 637, 638) the signal on the antenna terminals which are capable of producing a reference signal as a function of said signal;
 - Modulation means (625, 626, 627; 626, 635, 636; 640, 639, 641) capable of modulating the reference signal; and
 - Application means (621; 642) capable of applying the modulated signal to the antenna terminals.
2. Radio-frequency communication device as claimed in claim 1, *characterized* in that the antenna comprises a first winding and a second winding (613, 615; 713; 715) which are connected in series and wound in opposite directions.
3. Radio-frequency communication device as claimed in claim 2, *characterized* in that the surface area of second winding (615; 715) is substantially equal to the surface area of first winding (613; 713).
4. Radio-frequency communication device as claimed in claim 3, *characterized* in that the second winding comprises a plurality of loops, the surface area of each of which is a submultiple of the surface area of the first winding.
5. Radio-frequency communication device as claimed in any of the above claims, *characterized* in that first winding (613) defines a surface area inside which second winding (615) is nested.
6. Radio-frequency communication device as claimed in any of the above claims, *characterized* in that sampling and processing means (621, 622,

623, 624) comprise means of rectifying and averaging (621, 622, 623) the signal on the antenna terminals.

7. Radio-frequency communication device as claimed in claim 6, *characterized* in that rectifying and averaging means (621, 622, 623) comprise a rectifier (621) connected to the terminals of antenna (61; 71), an envelope detector (622) connected to the output of rectifier (621) and an averager circuit (623) connected to the output of envelope detector (622).
8. Radio-frequency communication device as claimed in claim 6 or 7, *characterized* in that sampling and processing means (621, 622, 623, 624) comprise a first multiplier (624), which multiplies by a first predetermined gain which is less than 1, connected to the output of the rectifying and averaging means.
9. Radio-frequency communication device as claimed in any of claims 6, 7 or 8, *characterized* in that modulation means (625, 626, 627) comprise a second multiplier (625), which multiplies by a second predetermined gain, connected to the output of sampling and processing means (621, 622, 623, 624), a first control switch (626) located between sampling and processing means (621, 622, 623, 624) and antenna (61) and a second controllable switch (627) located between second multiplier (625) and antenna (61).
10. Radio-frequency communication device as claimed in any of claims 6, 7 or 8, *characterized* in that modulation means (626, 635, 636) comprise a first controllable switch (626) located between sampling and processing means (621, 622, 623, 624) and antenna (61) and a capacitor (635) capable of being connected in parallel with antenna (61) by means of a second controllable switch (636).
11. Radio-frequency communication device as claimed in any of claims 1 to 5, *characterized* in that sampling and processing means (637, 638) comprise filling means (637, 638) capable of producing a signal to fill gaps in the signal sampled on the antenna terminals.

12. Radio-frequency communication device as claimed in claim 11, *characterized* in that the filling means comprise an oscillator (637) which is connected to antenna (61; 71) and capable of generating a sine-wave signal having a frequency substantially equal to that of a carrier received on the antenna and synchronized with the latter, a first multiplier (638), which multiplies by a variable gain, being connected to the output of the oscillator (637) and a circuit for controlling the gain of the multiplier capable of adjusting this gain to a value which is not zero when there is a gap in the signal sampled on the antenna terminals.
13. Radio-frequency communication device as claimed in claim 12, *characterized* in that the control circuit comprises a rectifier (645) connected to antenna (61; 71), an envelope detector (646) connected to the output of rectifier (645), and averager circuit (646) connected to the output of rectifier (645) and a subtracter (648), the non-inverting terminal of which is connected to the output of detector (646), the inverting terminal of which is connected to the output of averager circuit (647) and the output of which is connected to multiplier (638) in order to control the latter's gain.
14. Radio-frequency communication device as claimed in any of claims 11, 12 or 13, *characterized* in that the modulation means are capable of modulating the gap filling signal and in that the application means are capable of applying the sum of the signal sampled on the antenna terminals and the modulated gap filling signal to the antenna terminals.
15. Radio-frequency communication system comprising a radio-frequency emission source using a carrier, a transponder and a device according to any of the above claims.
16. Method for transmitting a command from a radio-frequency communication device designed to communicate with a transponder, said device being in conformity with any of claims 1 to 14 and the method consisting of:
 - Placing the transponder and the device in a radio-frequency magnetic field which is substantially homogeneous on the scale of the device's antenna;

- Placing the device close to the transponder so as to establish strong inductive coupling between the device and the transponder; and
- Activating the sampling and processing means, modulation means and application means of the device when the device sends a command to the transponder.

1 Abstract

The invention relates to a radio-frequency communication device comprising an inductive antenna (61) in order to communicate with a transponder.

According to the invention, the antenna is capable of establishing weak coupling with a transmitter which produces a magnetic field which is substantially homogeneous on the scale of the antenna and is also capable of establishing strong inductive coupling with a transponder located in the vicinity of the device, with the device comprising a transponder interrogation circuit comprising:

- Means of sampling and processing (621, 622, 623, 624) the signal on the antenna terminals which are capable of producing a reference signal as a function of said signal;
- Modulation means (625, 626, 627) capable of modulating the reference signal; and
- Application means (621) capable of applying the modulated signal to the antenna terminals.

2 Representative Drawing

Fig. 5

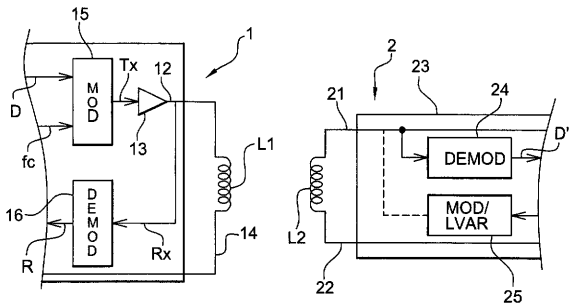


Fig. 1

Fig. 2

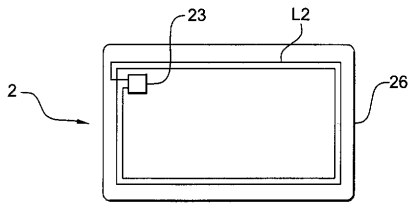


Fig. 3

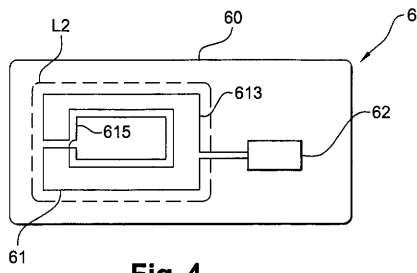


Fig. 4

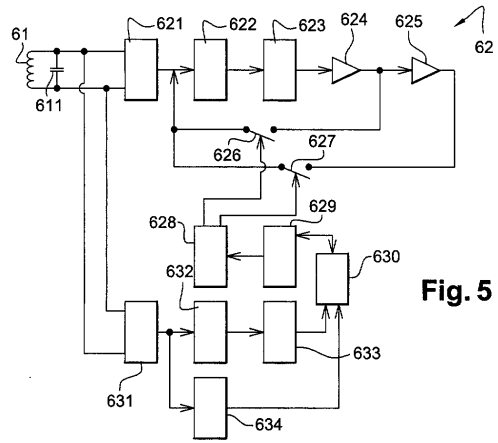


Fig. 5

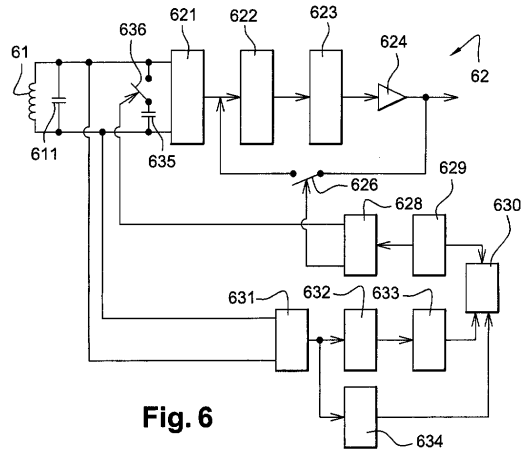


Fig. 6

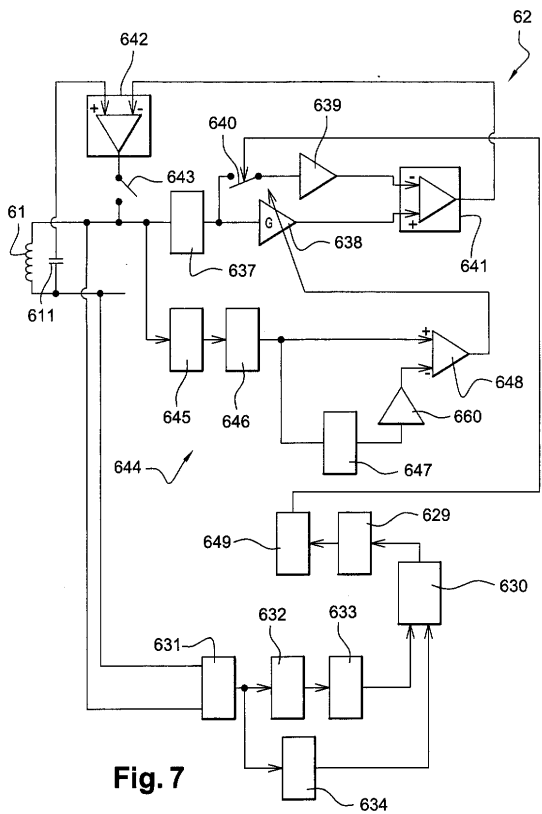


Fig. 7