

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4445672号
(P4445672)

(45) 発行日 平成22年4月7日(2010.4.7)

(24) 登録日 平成22年1月22日(2010.1.22)

(51) Int.Cl.
H04B 1/59 (2006.01)

F I
H04B 1/59

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2000-561598 (P2000-561598)	(73) 特許権者	396026846
(86) (22) 出願日	平成11年7月13日 (1999.7.13)		チエックポイント システムズ, インコ
(65) 公表番号	特表2002-521899 (P2002-521899A)		ーポレーテッド
(43) 公表日	平成14年7月16日 (2002.7.16)		アメリカ合衆国, 08086 ニュージャ
(86) 国際出願番号	PCT/US1999/015884		ージー州, ソロフエアー, ウルフドライブ
(87) 国際公開番号	W02000/005692		101
(87) 国際公開日	平成12年2月3日 (2000.2.3)	(74) 復代理人	100101454
審査請求日	平成18年7月11日 (2006.7.11)		弁理士 山田 卓二
(31) 優先権主張番号	09/122, 121	(74) 復代理人	100081422
(32) 優先日	平成10年7月24日 (1998.7.24)		弁理士 田中 光雄
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 復代理人	100098280
(31) 優先権主張番号	09/122, 310		弁理士 石野 正弘
(32) 優先日	平成10年7月24日 (1998.7.24)	(74) 復代理人	100125874
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 川端 純市

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低パワー共振タグ検出用高周波識別システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検知ゾーン(30)を有し、当該検知ゾーン(30)内の無線周波識別(RFID)タグ(28)の存在を検出するための無線周波識別(RFID)システム(16)であって、

n分割回路に接続された低雑音発振器を備え、デジタル送信信号を発生する信号発生器(68)と、

前記デジタル送信信号により駆動された時、前記検知ゾーン(30)内へ電磁信号を放射する送信アンテナ(34)とを備え、

前記RFIDシステムは、受信アンテナ(36)と、タグ応答信号解析モジュール(20)と、光インターフェース(22)とをさらに備え、

(a)前記受信アンテナ(36)は受信回路(24)に接続され、前記受信回路(24)は、前記受信アンテナ(36)によって受信された信号から前記検知ゾーン(30)内のRFIDタグ(28)を検出したとき、復調されたアナログのタグ応答信号を出力し、前記復調されたアナログのタグ応答信号は、前記RFIDタグの識別情報(ID)に対応する一連のパルスを含み、

(b)前記タグ応答信号解析モジュール(20)は、(i)入力部と、(ii)前記タグ応答信号をデジタルデータに変換して、デジタル化されたタグ応答信号を形成するコンバータ(65)と、(iii)前記デジタル化されたタグ応答信号を処理し、そしてそこからRFIDタグデータを出力するデジタル信号処理回路(38)とを含み、

(c)前記光インターフェース(22)は、前記アナログのタグ応答信号を前記受信回路(

24)から前記タグ応答信号解析モジュール(20)に伝送するために、一端が前記受信回路(24)の出力部に接続され、他端が前記タグ応答解析モジュール(20)の入力部に接続されたことを特徴とする無線周波識別(RFID)システム。

【請求項2】

前記光インターフェース(22)は、

光送信機(40)、

光受信機(42)、および

一端が前記光送信機(40)の出力部に接続され、他端が前記光受信機(42)の入力部に接続された光ファイバ(44)を備えたことを特徴とする請求項1記載のRFIDシステム。

10

【請求項3】

前記タグ応答信号は振幅変調されたことを特徴とする請求項1又は2記載のRFIDシステム。

【請求項4】

前記RFIDタグ(28)は、受動のRFIDタグであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のRFIDシステム。

【請求項5】

前記タグ応答信号は周波数変調されたことを特徴とする請求項1、2又は4記載のRFIDシステム。

【請求項6】

前記タグ応答信号はパルス変調されたことを特徴とする請求項1、2又は4記載のRFIDシステム。

20

【請求項7】

前記タグ応答信号は位相変調されたことを特徴とする請求項1、2又は4記載のRFIDシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野および発明の背景】

高周波識別(RFID; Radio Frequency Identification)システムが、各種小売業、衣料および量販店・スーパーマーケット、図書館、ビデオショップなどの施設における目録記載品逸失の検出と防止、各種小売業の商品目録管理機能の実行のため用いられている。一般に、このようなシステムでは、物品(または、その包装)に締結または貼付され、典型的には、予定の顧客または施設のユーザーによって容易に知覚し得るインテリジェントタグが用いられている。インテリジェントタグが物品(または、その包装)に締結または貼付されるプロセスは「タグ付け」と呼ばれている。一般に、このようなRFIDシステムは、特定のインテリジェントタグが、したがって保護さるべき物品が、監視保安領域、または検出(デテクション)ゾーン、以下では「インテロゲイション(問合わせ)ゾーン」と呼ばれている領域内で、存在するかどうか(存在しないかどうか)を検出するのに採用されている。本発明はこの技術分野で用いられる。

30

【0002】

40

【従来の技術】

チェックゾーンは施設あるいは施設の一部の出口あるいは入口またはその付近、ポイントオブセイル(POS)、あるいはハンドヘルドの可搬形インテロゲータ(問合わせ装置)に近接した場所などに位置している。

【0003】

広く普及しているRFIDシステムの1つのタイプは、ある周波数範囲で共振する小形の、一般的には、平面プリント回路の形状を持つ自己充足形の、ある周波数範囲で共振するところの受動形共振器を含んでいる。送信器もまた検出周波数に同調されており、電磁波エネルギー、すなわちチェック信号を検出ゾーンに送出する。検出周波数に同調されている受信器は識別タグによって引き起こされる電磁界の振幅の擾乱を検出する。

50

【 0 0 0 4 】

インテリジェントタグの取り付けられた物品が検出ゾーンに入ってくるか、または、通過すると、インテリジェントタグは送出されたエネルギーに曝される。すなわち、インテリジェントタグが問合わせ（インテロゲイト）されることになる。受信器によるこのような出力信号の検出は、検出ゾーン内にインテリジェントタグを伴う物品が存在していることを表しており、受信器は適当な保安装置またはその他の係員に警告を発する警報を作動させる。

【 0 0 0 5 】

1つのよく知られたRFIDシステムは、その送信と検出の周波数を高周波周波数領域に持っている。このようなシステムで用いられるインテリジェントタグはRF（高周波）タグ、またはRFインテリジェントタグと呼ばれている。個々の物品に取り付けられたRFタグが同一であること、すなわち、それらすべての物品がその物品の大きさや値段に無関係に、ある同一の信号を受信機に返すようにすることができる。

10

【 0 0 0 6 】

また、それとは逆に、RFタグがそれぞれ特定の識別コードを返すような受動形（パッシブ）共振インテリジェントタグであることも可能である。米国特許No.5,446,447(Carneyら)、No. 5,430,441(Bickleyら)および、No.5,347,263(Carrollら)はこのようなインテリジェントタグの3つの例を示している。これらのインテリジェントタグは、典型的には、一つずつが特定の（ユニークな）識別コードを発生する集積回路を含んでいる。このような「インテリジェントな（かしこい）」インテリジェントタグは、そのようなインテロゲータのゾーン内で検出された物品についての付加的な情報を提供する。

20

【 0 0 0 7 】

これらのインテリジェントタグは、典型的には、高周波領域で信号に応答し、信号を送出するものであり、それらは、当該技術において「高周波識別（RFID）タグ」または、「インテリジェントタグ」として知られている。RFIDタグはRFIDシステムで用いられている。インテリジェントタグはまた、非高周波帯で共振してもよく、それらは一般に、「EASマーカ―」と呼ぶことができる。

【 0 0 0 8 】

上に述べた形やその他の現存のRFIDシステムは、物品の窃盗あるいは物品の許可なき持ち出しを防止するのに効果的であることが示されてきた。

30

【 0 0 0 9 】

図1はRFIDシステムの通常を送受信アセンブリー10を示している。このアセンブリーは、一定の間隔を持つ一対のペDESTAL形（台形）の送受信アンテナ12と12'を含んでおり、それらの間に検出ゾーンを形成している。1つの従来法では、送信側と受信側のコイルがアンテナ12と12'のそれぞれの内部に置かれている。他の従来法では、送信コイルがアンテナ12中に置かれ、受信コイルがアンテナ12'中に置かれている。

【 0 0 1 0 】

検出ゾーン14のとり得る最大のサイズはそのRFIDシステムに用いられているインテリジェントタグの「読みとり距離」に大きく依存している。「読みとり距離」は信号受信装置によって受動（パッシブ）共振信号が正確に検出でき、弁別され得る距離である。

40

【 0 0 1 1 】

受動共振信号は比較的低パワーの信号であり、しかもその信号は比較的ノイズの多い環境で弁別されなければならない。検出ゾーン内14には、たとえば、他のインテリジェントタグからの信号や、送信器からの周波数と金属性の物体との間の相互作用によって発生する信号など、多くの潜在的ノイズ源が存在し得る。さらに、RFIDシステムそのものもかなりのノイズ源である。

【 0 0 1 2 】

RFIDシステムでは、かなりの振幅ノイズおよび位相ノイズが送信ループアンテナの基本波電界周波数発生用発振器から発生する。その上、かなりの量のノイズが送受信器エレクトロニクスとタグ信号を処理するための回路との間の信号経路上を伝搬する。

50

【 0 0 1 3 】

従来のRFIDシステムでは、この信号経路は電線でできている。たとえば、米国特許No.4,623,877(Buckens)を参照されたい。アースループと同相モード信号がこの信号経路に沿ってノイズを誘起する。アナログタグ信号に対するデジタル信号処理(DSP;Digital Signal Processor)回路からのスイッチングノイズもまたこの信号経路上にしばしば見られる。送受信器エレクトロニクスにパワーを供給する直流パワーラインもまたこの信号経路上にノイズを誘起する。

【 0 0 1 4 】

【 発明が解決すべき課題 】

このようなノイズは、タグ応答の信号対ノイズ比を低減させ、その結果、読みとり距離を制限する。このノイズについての問題点は、アンテナ12と12'を離せば離すほど悪くなる。というのは、タグ信号は受信側アンテナからの距離とともにが弱くなり、一方、潜在的な環境ノイズは受信側アンテナからの距離とともに増えるからである。

10

【 0 0 1 5 】

その上、連邦通信委員会(FCC)のような政府関係官庁がRFIDシステムで使われる周波数での輻射の放出レベルを規制しており、定められたある最大許容レベルを越える輻射は許可していない。このことが検出ゾーンで許される信号の強さをさらに制限し、それによっても読みとり距離が制約される。多くの通常のRFIDシステムはこのFCCの制限いっぱいその近くで動作している。

【 0 0 1 6 】

20

通常のRFIDシステムは、読みとり距離が許容範囲内であっても、タグ読みとりに問題を持っている。たとえば、検査ゾーン内の予期しないノイズの存在や、はじめから弱いかタグ応答信号がかなりの減衰を受けるなどの結果、信号対ノイズ比が低くなってしまいうために、ある1個の特定インテリジェントタグからの信号が読み落とされることがあり得る。したがって、通常のRFIDシステムは時として小さい信号の場合や、また、ふつうの強さの信号であっても環境ノイズが異常に高い場合には、これを「聞き」落とすことがある。

【 0 0 1 7 】

典型的には、送受信アンテナ12と12'間の距離は、個々のRFIDシステムや、そのシステムが使われる個々の適用対象に依存して3ないし6フィートの範囲内にある。しかし、店舗に対して入りにくい入口・出口となることを避けるためには、アンテナは、互いに少なくとも入口・出口の幅だけの間隔をとって設置することが望ましく、それは6フィートか、ある種の店舗(たとえば、ホームセンターナド)に対しては、それ以上になるだろう。あるいは、時として、アンテナ装置自体を隠したい場合もあり得る。

30

【 0 0 1 8 】

しかし、もし許容限度内の性能を得るために、アンテナ同士を非常に接近させなければならないような場合には、アンテナ装置を隠すなどのことは不可能である。したがって、アンテナ設置の選択は、通常のRFIDシステムでは、制約されている。

【 0 0 1 9 】

RFIDシステムの読みとり距離の拡大については、「複数ループアンテナ」と題した1998年1月14日受付のやはり出願中の米国特許出願No.08/783,423に記載されている。しかし、この方法はアンテナ設計に重点が置かれており、RFIDシステム自体によって誘起されたノイズや他の外部ノイズ源の問題には重点が置かれていない。

40

【 0 0 2 0 】

要するに、従来から、電界強度についての政府の規制を破ることなく、RFIDシステムの検出能力と読みとり距離を改善したいという、かなり長い間の、そして、未だ満足されていない要求がある。

【 0 0 2 1 】

本発明は、外部・環境ノイズ源やRFIDシステム内部成分によって発生される背景ノイズを大幅に減らし、それによって改善された読みとり距離を備え、より弱い信号を聞きとるこ

50

とのできる方法とシステムを提供することによって、上述の要求を満たそうとするものである。

【 0 0 2 2 】

【発明の概要と課題の解決手段】

本発明はRFIDシステムで用いるための信号発生器を提供する。RFIDシステムは基本電界周波数の送信アンテナアッセンブリを持っている。送信アンテナアッセンブリは180度の位相差を持つ2つの入力信号で励起される。信号発生器は発振器とn分割回路を含んでいて、n = 2である。

【 0 0 2 3 】

発振器は基本電界周波数の整数倍の出力周波数を持っている。n分割回路は、その入力が発振器の出力につながれている。n分割回路は位相が180度異なる同じ周波数の2つの出力信号を発生する。n分割回路のこれら両方の出力は送信アンテナアッセンブリを励起するのに用いられる。ループアンテナで形成される電界信号は連続波信号である。

【 0 0 2 4 】

n分割回路は1個か1個以上のカスケード接続されたフリップフロップを含んでいる。最終段のフリップフロップは送信アンテナを励起するのに用いられ、それによって連続波信号が発生される。

【 0 0 2 5 】

本発明はまた、共振インテリジェントタグでタグ付けされたの物品の存在を検出する物品検出ゾーンを含むRFIDシステムを提供している。このRFIDシステムは受信回路、タグ応答信号解析回路、およびそれらの間をつなぐ光ファイバーインターフェースを含んでいる。

【 0 0 2 6 】

受信回路は、検出ゾーン内にあるインテリジェントタグを検出すると、復調されたアナログタグ応答信号を出力する。タグ応答信号解析回路は、入力と、アナログタグ応答信号を処理しインテリジェントタグデータを出力するデジタル信号処理回路を含んでいる。

【 0 0 2 7 】

光ファイバーインターフェースは、その一端が受信回路の出力に接続され、他端が、受信回路からタグ応答信号解析回路へのアナログタグ応答信号を通信するための応答信号の入力に接続されている。

【 0 0 2 8 】

【発明の実施の形態と発明の効果】

前述の概要も、以下の本発明の好ましい実施例の詳細な記述も、添付の図面と共に読まれることによって、よりよい理解が得られる。本発明を図示して説明するために、現在好ましい実施例が図中に示されている。しかし、本発明は、そこに示される詳細な配置や手段に限られるものでないことを理解すべきである。

【 0 0 2 9 】

以下で、ある特定の用語が利便の目的だけから用いられているが、それらの用語は本発明に対する何等かの制限であるととられるべきではない。図においては、同一の引用番号が、いくつかの図にまたがる同一要素を指定するのに用いられる。

【 0 0 3 0 】

本発明におけるRFIDシステムのシステム構成は、RFIDシステム内にノイズ低減用の複数の要素を含む。その結果得られるRFIDシステムはよりよい検出能力、あるいは、言い換えれば、RFIDタグに対するより大きな読みとり可能距離を持っている。キーエレメントとなるものは以下のようにまとめられる。

【 0 0 3 1 】

1. 本システムは、振幅ならびに位相ノイズの低い局部発振器を提供する。ノイズ成分は、必要な高周波電界周波数のn倍（nは整数の係数）である出力周波数を持つ低ノイズの水晶発振器から出発することによって最小化される。つぎに、この周波数を整数係数nで割る。1つの開示された例では、n = 2であり、高周波電界周波数は13.56 MHzである。すなわち、水晶発振器は27.12 MHzの出力周波数を持っている。出力周波

10

20

30

40

50

数は周波数分割器（この例では、「2分割器」回路）を通過して、送信アンテナ励起用のノイズ低減された13.56MHzの信号が得られる。

【0032】

同じ原理は、 n が2より大きい時にも使うことができる。たとえば、もし、 $n = 4$ なら、54.24MHzの出力周波数を持つものを選ばなければならず、この信号は、 $4 \times$ の周波数分割（すなわち、「4分割」回路）を通過して、送信アンテナ励起用のノイズ低減された13.56MHzの信号が得られる。

【0033】

2. 受信回路（デジタル信号処理（DSP）を含む）の出力からのアナログタグ応答信号を通信するためにファイバー光学系が用いられる。一般的には、このシステムの構築で、アナログの部分とデジタルの部分は物理的に分離されている。ファイバー光学系はこれら2つの部分の間の電氣的な絶縁を確保し、アースによるループを断ち切り、DSPからの内部的なスイッチングノイズが高感度なフロントエンド検出器（すなわち、受信回路）に侵入するのを阻止し、所望のRFIDタグ信号に対するコモンモード信号の干渉を防止している。

【0034】

内部、外部にかかわらず、外的原因による信号の所望のタグ信号への干渉を防止すべきフィルター動作が直流電源線路上に具備されている。このフィルター動作は、同相信号、差動信号にかかわらず、高周波と低周波との干渉へと目標付けして設定されている。

【0035】

これら各要素はかなりノイズを低減するもので、本RFIDシステム中で単独で、またはシステムと組み合わせて用い得る。各要素の詳細な説明は以下に与えられる。

【0036】

図2は、本発明の上に示した3つの要素を選択的に強調して示すRFIDシステム16の選択された部分の模式的ブロック図である。図3A-1、図3A-2、図3A-3、図3A-4、および図3Bを一緒に見れば、図2に示した選択した部分を持つRFIDシステム16の1つの好適実施例の拡大した、部品レベルの回路図兼模式的ブロック組合せ図、および付加的部分を含む、本発明によるRFIDシステム16を示している。図3A-1、図3A-2、図3A-3、図3A-4、および図3Bの回路要素は図2の各要素と関連して説明される。

【0037】

図2、図3A-1、図3A-2、図3A-3、図3A-4、および図3Bおよび図4を参照すれば、システム16は、送受信モジュール18（図3A-1、3A-2、図3A-3、図3A-4）、タグ応答信号解析モジュール20（図3B）および光ファイバーインターフェース22による光インターフェース（図3A-1、図3A-2、図3A-3、図3A-4および図3B）を含んでいることがわかる。

【0038】

送受信モジュール18はAM受信器を持つ通常の実受回路24を含んでいる。受信回路24はインテリジェントタグ28（図4）からのデータを復調する。高周波搬送波上の振幅変化が検出され、増幅されるが、それは受信アンテナから直接得られるエネルギーによって制限される。検出、増幅、ならびに制限は、このように、受信回路24で行われる。受信回路24は、検出ゾーン30中のインテリジェントタグ28でタグ付けされた物品26が検出されると、復調されたタグ応答信号を出力する。

【0039】

送受信モジュール18は、検出ゾーンを形成する送信ループアンテナ34、および、1個か1個以上のインテリジェントタグ28から送信される応答信号をピックアップする受信ループアンテナ36を含む従来からの送受信兼用アンテナアセンブリー32に接続されている。アンテナ34と36とは分離してもよいし、一緒に配置してもよい（すなわち、両者は同一の物理アンテナ上に配置してもよい）。送受信モジュール18は、励起されるアンテナエレメントに近接して配置される。

10

20

30

40

50

【0040】

アンテナアセンブリ 32 は図 1 に示すように配置してもよいし、それ以外の従来技法で配置してもよい。送信ループアンテナ 36 はあらかじめ決められた基本電界周波数を持っている。ここで説明している例では、その周波数は、13.56 MHz である。しかし、本発明の請求範囲は、共振インテリジェントタグを検出するのに適当ないかなる周波数をも含んでいる。

【0041】

タグ応答信号解析モジュール 20 は、アンテナアセンブリ 32 および送受信モジュール 18 に近接して設置してもよいし、あるいは、アンテナアセンブリ 32 ならびに送受信モジュール 18 から離して設置してもよい。タグ応答信号解析モジュール 20 は光入力、A/Dコンバーター 65、および、ディジタル化され量子化されたアナログタグ応答信号を処理し、それからインテリジェントタグデータを出力する通常のディジタル信号処理回路（以後、ディジタルプロセッサ 38 または DSP 38）を含む。DSP 38 はシールドされた筐体に収容されるのが好ましい。

【0042】

本発明の 1 つの重要な要素は、従来の金属線インターフェースにかわって用いられている光ファイバーインターフェース 22 である。インターフェース 22 は光送信器 40、光受信器 42 および、その 1 端が光送信器 40 に接続され、他端が光受信器に 42 に接続されたファイバー光ケーブルまたは光ファイバー 44 を含んでいる。

【0043】

光送信器 40 と光受信器 42 は、図 2、図 3A - 1、図 3A - 2、図 3A - 3、図 3A - 4、図 3B に示すように、送受信モジュール 18 ならびにタグ応答信号分析モジュール 20 のそれぞれに関連するボード上に、それぞれ物理的にマウントされるか、または、送受信モジュール 18 ならびにタグ応答信号分析モジュール 20（図示されていない）に関連するボードの外部に設置される。

【0044】

光ファイバー 44 は、それぞれのボードを接続するのに適当であれば、どのような長さでもよく、信号強度を維持するのに必要とあれば、その経路上に接続された 1 台か 1 台以上の中継器または光増幅器を持ってもよい。

【0045】

以上に議論したように、光ファイバー 44 は、電氣的な絶縁、電線の接続に伴うアースループを防止し、DSP 38 からの内部的なスイッチングノイズが受信回路 24 に進入するのを阻止し、所望の RFID タグ信号に対する同相信号の干渉を防止している。

【0046】

実験データは、従来の金属線インターフェースに換えての光ファイバーインターフェースの使用が、1桁、すなわち、20 デシベル (db) のノイズ電圧の減少をもたらすことを示している。この大幅なノイズの減少によって、読みとり距離は、金属線インターフェースを持つ従来技術の RFID システムに比較して、かなりのパーセンテージの、すなわち、1つのインテロゲータあたり少なくとも 6 インチから 1 フィート (12 インチ) のオーダーの増大をもたらす。

【0047】

たとえば、2 台のインテロゲータを備えた店舗の入口兼出口に関しては、1 ないし 2 フィートの通路幅の改善、すなわち、各インテロゲータあたり 6 インチないし 1 フィートだけ多い読みとり距離、すなわち、読みとり距離の改善をもたらす。

【0048】

本発明とともに使われる好ましい共振インテリジェントタグは従来形の RFID タグである。

【0049】

図 4 は、本発明とともに使うのに適した 1 例の RFID タグ 28 の全体的な詳細を示している。インテリジェントタグ 28 は、当該技術においてよく知られているように、タグ 28 が、読みとり器またはインテロゲータでモニターされているゾーン内にあるとき、それを検

10

20

30

40

50

出するための受動共振高周波（ＲＦ）回路５０を含んでいる。

【００５０】

よく知られた１つのタイプの回路５０は、コイルアンテナ５２と容量５４を持っており、それらは一緒になってある１つの所定の（動作可能な）共振周波数（すなわち、選択された高周波の周波数）を持つ共振回路を形成している。インテリジェントタグ２８へのパワー供給は従来法では、アンテナ５２からなされていた。

【００５１】

その上、インテリジェントタグ２８は、インテリジェントタグ２８に「インテリジェンス」を与える集積回路（ＩＣ）５６を含んでいる。ＩＣ５６は回路５０に接続されている。そのＩＣ５６は、識別用その他のデータビットを収容する、以下に説明するようなプログラマブルメモリー５８を含んでいる。

10

【００５２】

ＩＣ５６は、十分なパワーが供給されると、収容データを含むデータストリームを出力する。本発明の１実施例では、データストリームが、コイルアンテナ５２にまたがる余分の容量（図示せず）をスイッチングすることによって、データパルスの継続時間だけの一連のデータパルスをつくりだす。これによって、高周波回路５０の共振周波数が変化し、共振回路を動作周波数から離調させる。その結果、高周波回路５０は単一の動作共振周波数を持つ単純な応答信号を返すかわりに、メモリー５８からの一連のプログラムされた情報を含む変調信号を返してくる。

【００５３】

20

一連の情報（データパルス）は、インテロゲータ受信回路によって処理され、復号処理されて、タグ付けされた物品についての識別ならびにその他のデータを提供することになる。ＩＣメモリー５８中のデータを使ってインテリジェントタグ２８からの識別信号を出力する他の方法もまた本発明の請求範囲内にある。ＩＣ５６は、受動形の回路であって、高周波回路５０と同様の方法で（すなわち、アンテナ５２で受信したインテロゲータ送信機からのエネルギーを用いることによって）パワーの供給されるものであることが好ましい。

【００５４】

インテリジェントタグ２８は、したがって、いわゆるRFIDタグである。他のタイプのRFIDタグも本発明とともに用いることができる。インテリジェントタグ２８の回路の一部として用いるための他のタイプのRFIDタグの例は米国特許のNo.5,446,447(Carneyら)、No.5,430,441(Bickleyら)および、No.5,347,263(Carrollら)に示されている。

30

【００５５】

図５Ａから図７Ｅは、インテリジェントタグ２８から始まって、図２、図３Ａ－１、図３Ａ－２、図３Ａ－３、図３Ａ－４、ならびに図３Ｂなどの回路要素の各段でのタグ応答信号の例を示している。

【００５６】

図５Ａは、図２、図３Ａ－１、図３Ａ－２、図３Ａ－３、図３Ａ－４、ならびに図５Ａの各図で信号６０という符号で示されている受信回路２４の出力での未処理の復調アナログタグ応答信号の１部分を示している。典型的なアナログタグ応答信号は１５４ビットからなっていて、ピーク電圧レベルはおおよそ５０ミリボルトの範囲にある。

40

【００５７】

その信号は、最終的には１団のビットのグループで表されるはっきりと定義された不連続な値（たとえば、１、２、３、．．．）を持ち、ハイとローの論理レベルで表されるデジタル信号に比べて、より連続的に変化する電圧レベルとノイズを持っているので、「アナログ」信号である。

【００５８】

図５Ｂは、光送信機４０で処理された後に光ファイバー４４中に現れたタグ応答信号を示している。この段階の信号は、図３Ａ－１、図３Ａ－２、図３Ａ－３、図３Ａ－４と図３Ｂならびに図５Ｂで信号６２という符号で示されている。信号６２は信号６０と同一

50

の波形を持っているが、その振幅は、電圧ではなく、光の強度を表している。

【 0 0 5 9 】

図 5 C は、光受信器 4 2 の出力で、タグ応答信号分析モジュール 2 0 への入力前の状態にあるタグ応答信号の 1 部分を示している。この段階でのタグ応答信号は、図 3 B と図 5 C では信号 6 4 という符号で示されている。

【 0 0 6 0 】

信号 6 4 は、信号 6 2 と同一の波形を持っているが、その振幅は、ここでは、アナログの電圧を表している。こうして、理想的に動作している変換回路と無損失な光ファイバー 4 4 があると仮定すれば、信号 6 4 は信号 6 0 と同一である。

【 0 0 6 1 】

アナログ電圧は、D S P 3 8 による処理のために、アナログ電圧をデジタルデータに変換する図 3 B に示す A / D コンバーター 6 5 中で量子化される。

【 0 0 6 2 】

図 3 B の回路中では、A / D コンバーター 6 5 の出力での信号は、図 5 D 中で不連続値で示されている信号 6 4 の量子化された値である 1 0 ビットワードのシーケンスであり、D S P 3 8 へ入力される。

【 0 0 6 3 】

図 5 E は、D S P 3 8 から出力されるインテリジェントタグデータ 6 6 の 1 部分を示している。このデータはインテリジェントタグ 2 8 (たとえば、インテリジェントタグ 2 8 が RFID タグである場合、RFID タグデータ) を供給する。タグ出力信号は図 3 B と図 5 E 中では出力 6 6 という符号で示されている。

【 0 0 6 4 】

図 5 D と図 5 E 中に示された量子化されデジタル化された値とデジタルな波形 6 4 は、図 5 A から図 5 C 中で示された時間上のそれぞれ同一の対応点での信号を示すものではなく、また、図 5 D と図 5 E の期間の互いに相関のある期間同士でもなく、またそれらは図 5 A から図 5 C 中の時間の期間に相関のあるものでもない。

【 0 0 6 5 】

図 5 D と図 5 E は、タグ応答信号のデジタルな性格を図で説明するために、図 5 A から図 5 C までの信号のアナログ的な性格に比べて説明するために、示したものである。

【 0 0 6 6 】

いくつかの従来形の RFID システムでは、システム構成装置間に信号を伝送するのにファイバー光学系を用いている。たとえば、米国特許 No. 5,288,980 (Patel ら) は、EDP (電子的データ処理装置) とバス / ストップ論理回路との間の通信リンクがファイバー光ケーブルで可能であることを開示している。

【 0 0 6 7 】

米国特許 No. 5,440,300 (Spillman, Jr) は、パネル中に埋め込まれた複数のスマート構造がパワー供給され、順応形のパワー供給とデータ受信検査インターフェースユニットが共通パワー (conformal powering) 兼バスケーブルに沿って配置されたノードによって結合されノードとして動作する複数埋め込み構造ネットワークを開示している。

【 0 0 6 8 】

そのケーブルはファイバー光ケーブルであってもよい。米国特許 No. 5,356,011 (Wheeler ら) は、ファイバー光学系ドライバ、ケーブル、および位相維持局部発振器 (複数) と関連づけられた分布同期信号に対する受信器の使用を開示している。

【 0 0 6 9 】

これら 3 つの特許では、すべて、ファイバー光学系中をデジタル信号だけが流れている。これら 3 つの特許のいずれにおいても、未処理の、アナログタグ応答信号が各ファイバー光学媒体中を伝送されているのではなく、したがって、これらの特許のいずれも、本特許で先に述べたノイズ低減の利点を提供するものではない。

【 0 0 7 0 】

図 2、図 3 A - 1、図 3 A - 2、図 3 A - 3、図 3 A - 4、ならびに図 3 B はまた本発明

10

20

30

40

50

の第2の注目すべきノイズ低減の要素、すなわち、アンテナアッセンブリー32の送信器をその基本電界周波数で励起する低ノイズ信号発生器68を示している。この信号発生器は基本電界周波数の整数倍係数 n 倍である出力周波数を持つ発振器70と、この発振器の出力に接続された周波数分割器72（以後「 n 分割回路72」）を含んでおり、ここに、 n は $n \geq 2$ である。

【0071】

信号発生器68の出力はアンテナアッセンブリー32の送信器を、発振器の n 分割周波数で励起するのに用いられる。詳しく述べると、信号発生器68の出力は共振回路ドライバー、すなわち、パワー励起回路86に接続されており、それは、つぎに、送信機アンテナを励起する。1つの好ましいパワー励起回路86は、1997年8月15日受付の「リアクティブ負荷に対する励起回路」と題され、本申請にも関連して参照している米国特許出願No.08/911,843に開示されている1種のE級増幅器である。

10

【0072】

このようなパワー励起回路86の1実施例が図3A-1、図3A-2、図3A-3、図3A-4に示されている。しかし、本発明の請求範囲は、ディジタル入力を受け付けることのできる、通常のC、D、またはE級増幅器を含むいかなる適当なスイッチング増幅器をも含むものである。

【0073】

発振器70は、図3A-1、図3A-2、図3A-3、図3A-4に示すように、送受信モジュール18に取り付けてもよいし、あるいは、送受信モジュール18の外部に設置してもよい（図示せず）。

20

【0074】

外部設置の場合には、発振器出力はファイバー光学回路76で受信することもできる。もしそうするなら、送受信モジュール18は、外部発振器が「はずれている」か付け忘れになっていることを感知し、隣接送受信モジュール18に、ジャンパーJ5を用いて同相で同期させるか、ジャンパーJ4を用いて180度、つまり、逆相で同期させる回路77を用いる必要がある。

【0075】

図3A-1、図3A-2、図3A-3および図3A-4は、 n 分割回路72が1個または1個以上のカスケード接続されたトグルフリップフロップで実行されているところの本発明の好適実施例を示している。図3A-1、図3A-2、図3A-3および図3A-4では、 $n = 2$ であり、したがって、フリップフロップ1個だけが使われている。

30

【0076】

図示の例では、電界周波数は13.56MHzである。したがって、発振器70には、27.12MHzの出力周波数を持つ発振器が選ばれる。回路の実際上の実現を簡単にするために、 n としては、偶数を使うのが好ましい。その結果、4、6、8などの分割回路をつくるために複数個のフリップフロップをカスケード接続すればよいことになる。

【0077】

フリップフロップの出力信号は、最終段のフリップフロップのQとQバー出力から得られる。もし、 n を奇数であるとする、回路の実際上の実現はもっと複雑なものとなってしまふ。奇数による1つの回路の実現法では、カウンターとカウンターの出力を復号するための復合器を用いている。本発明の範囲は $n \geq 2$ の n の値を含んでいる。 n に対する実用的な値の範囲は、 $16 \leq n < \infty$ である。

40

【0078】

信号発生器68のノイズ低減機能の背後にある理論は、周波数分割回路は、励起信号中のノイズパワーを減衰させるが、励起信号中の信号パワーを減衰させることはないということにある。 $n = 2$ の例を考えてみよう。

【0079】

発振器出力信号が2分割回路を通して供給された後では、いかなる所与の周波数オフセットでの位相ノイズ側帯波の振幅も半分に分割されるが、一方、信号部分の振幅は分割され

50

ることがない。

【0080】

もし、ある特定の周波数オフセットにおける励起信号のノイズが DS であるとすれば、2分割回路を通して供給された後の励起信号中のノイズは、同じ周波数オフセットのところで $1/2 DS$ である。 n が2以上でも、同じ原理が適用できる。たとえば、 $n = 3$ であれば、得られるノイズは $1/3 DS$ である。

【0081】

上に述べてきたこの低ノイズ発振器方式は高周波電界中のノイズを著しく低減させ、それによって、このような方式を何も使わない従来技術のRFIDシステムと比較して、読みとり距離のかなりのパーセンテージの増大をもたらす。この方式を用いて、たとえば、検出率において10から20%の改善を得ることができる。

10

【0082】

図2ならびに図3A-1、図3A-2、図3A-3ならびに図3A-4は、また本発明の第3の注目すべきノイズ低減の要素、すなわち、直流パワー供給ラインにフィルターを用いることを示している。タグ応答信号解析モジュール20は送受信モジュール18へ絶縁された直流パワーを供給し、つぎに、送受信モジュール18は、直流パワーを用いて送信アンテナ34中に基本電界周波数の高周波電流を合成し励起する。

【0083】

送受信モジュール18への直流パワー供給ラインは、高周波ならびに低周波の同相モードフィルター75と78、および低周波の差動モード抑圧フィルター80を含んでいる。

20

【0084】

図3A-1、図3A-2、図3A-3ならびに図3A-4は、またRFIDシステム16の回路にパワーを供給する電圧制御器82ならびに84を示している。

【0085】

図6は、1個か1個以上のトグルフリップフロップ72（図示の2分割回路の実施例では、1個のフリップフロップ）が、（1）周波数分割と、（2）送信機を励起するのに非位相反転と位相反転出力信号を供給する、という2重の機能を提供する、本発明の好適実施例の注目すべき部分を示す簡略化した回路図である。（図6の回路図は図3A-1、図3A-2、図3A-3ならびに図3A-4に詳しく示されている。）

【0086】

30

図6に示された2分割回路の出力は、フリップフロップ72のQ出力とQバー出力である。図7に示すように、2つの出力は180度の位相差を持っていて、周波数は同じである。簡単のために、Q出力は、0度の位相を持つとして名付け、「非位相反転出力」と呼び、Qバー出力は、180度の位相を持つとして名付け、「位相反転出力」と呼んでもよいだろう。

【0087】

得られる出力は、したがって、プッシュプル性格を持っている。送信アンテナ34を両方の出力で励起することによって、アンテナ34は連続波信号をつくりだす。

【0088】

連続波信号は、送信アンテナに対して、パルスモードの送信器出力信号を示している米国特許No.4,274,089(Giles)の図2に示されているようなパルス方式やバースト波形の方式に比べて、より良好なタグ検出時間チャンスを提供できる。

40

【0089】

米国特許No.4,274,089(Giles)の図3は、共振タグの送信器に対して周波数分割フリップフロップ72のQ出力を送出することを示しているが、Qバー出力（すなわち、位相反転出力）はタグ送信器に送出不されている。

【0090】

送信器アンテナに対して連続波信号を発生するために位相の分離した（プッシュプル）信号を得る1つの従来技術は、変圧器を用いることである。たとえば、米国特許No.4,274,089(Giles)の図6を参照のこと。

50

【0091】

変圧器はアナログの装置であって、それはかなりのノイズを発生し、その結果、システムノイズを減少させるという最終目標を無効にしてしまう。本発明では、最終段階のできるだけ近くまで、励起信号をデジタルの形に維持し、位相分離信号を発生させるのにデジタル装置（フリップフロップ）を使い、それによって、システム中でのノイズ発生のチャンスをできるだけ少なくするようにしている。

【0092】

図8と図9は、励起信号回路中のノイズを減らすために、本発明がどれほど最終段階のできるだけ近くまでデジタル信号を使っているかを説明するものである。図8は連続波信号を生成するRFID送信アンテナを励起する従来構成90である。

10

【0093】

この従来構成では、変圧器のようなアナログ装置92が位相分離信号を生成している。変圧器のアナログ出力がアナログ入力を受け取る共振形の回路ドライバ94によって増幅され、そのドライバの出力は送信アンテナ34へと送られる。

【0094】

図9は、本発明による構成を示している。この構成では、デジタル装置、すなわち、1個か1個以上のフリップフロップ72が位相分離信号を生成する。フリップフロップ（単数あるいは複数）72のデジタル出力は、デジタル入力を受け取ることのできるスイッチド増幅器96に輸入されるが、そのスイッチド増幅器はデジタル入力を受け取り得るC、DあるいはE級のいずれであってもよく、それらの適当なスイッチング（動作で働く）増幅器に輸入される。

20

【0095】

このような1つの増幅器は、1997年8月15日受付の「リアクティブ負荷に対する励起回路」と題された米国特許出願 No.08/911,843 に開示されていて、その実際例は図3A-1、図3A-2、図3A-3と図3A-4に示されている（パワードライバ回路86を参照）。

【0096】

本発明の請求範囲内にあるが、RFIDシステム16のもう少し不完全な実施例は、フリップフロップ72の1つだけの出力すなわち1つだけの位相を使うことである。この方式は、好ましい2位相方式に比べて、所与の入力電圧に対する信号電圧の半分を供給するにすぎないが、それでも所望の信号ノイズ低減ならびに連続波の提供を果たしている。

30

【0097】

RFIDシステム16は振幅変調応答信号を用いている。しかし、それ以外の、たとえば、周波数変調、パルス変調、あるいは位相変調などの変調方式も請求範囲内にある。

【0098】

ここで開示された光インターフェースは光ファイバインターフェースである。しかし、それ以外の、ある決められた距離にわたる共振アナログタグ応答信号の光送受信が可能な光学的すなわち光インターフェースを使うこともできる。

【0099】

上に述べたRFIDシステムはRFIDインテリジェントタグを用いているが、このノイズ低減方式は、それ以外のタイプの共振インテリジェントタグを使うRFIDシステムにも使うことができる。

40

【0100】

上に述べたノイズ低減方式は、タグ検出を改善し、読みとり距離をかなり増大するものである。本発明はしたがって、産業界でRFIDシステムに対して長らく待望され、したがって、満足されてこなかった要求を、述べてきたような改善能力で充足させるものである。

【0101】

上に述べてきた実施例に対して、その広範囲な発明の概念から逸脱することなく変更がなされ得ることは、当該技術分野に精通する何人（なんびと）によっても理解され得るところである。したがって、本発明は開示された特定の実施例に限られるものではなく、その

50

変形は、付属請求項で定義されるように、本発明の精神と請求範囲内に包含されることが意図されている。

【 0 1 0 2 】

【図面の簡単な説明】

【図 1】は従来のRFIDシステムの台形アンテナの斜視図

【図 2】は本発明によるRFIDシステムの選択された構成要素の模式的ブロック図

【図 3 A - 1】は送受信モジュール 1 8 の詳細な回路図の一部

【図 3 A - 2】は送受信モジュール 1 8 の詳細な回路図の一部

【図 3 A - 3】は送受信モジュール 1 8 の詳細な回路図の一部

【図 3 A - 4】は送受信モジュール 1 8 の詳細な回路図の一部

10

【図 3 B】はタグ応答信号解析モジュール 2 0 の詳細な回路図

【図 4】は本発明での使用に適したインテリジェントタグの模式的ブロック図

【図 5 A】は受信回路 2 4 の出力での未処理の復調アナログタグ応答信号を示す図

【図 5 B】は光送信機 4 0 で処理された後に光ファイバー 4 4 中に現れたタグ応答信号を示す図

【図 5 C】は光受信器 4 2 の出力で、タグ応答信号分析モジュール 2 0 への入力前の状態にあるタグ応答信号を示す図

【図 5 D】は信号 6 4 の量子化された値を示す図

【図 5 E】は D S P 3 8 から出力されるインテリジェントタグデータ 6 6 を示す図

【図 6】は、図 3 A - 1、図 3 A - 2、図 3 A - 3、図 3 A - 4、および図 3 B の部分の簡略化した回路ブロック図

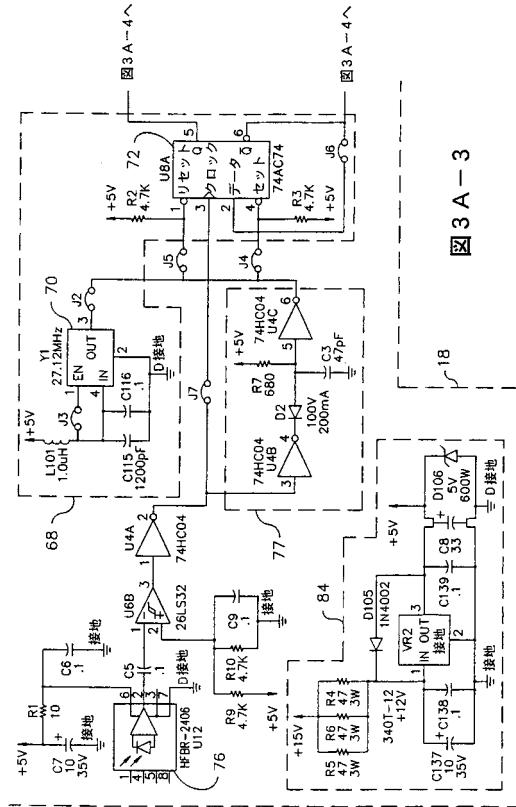
20

【図 7】は、図 6 におけるフリップフロップの出力のダイアグラム

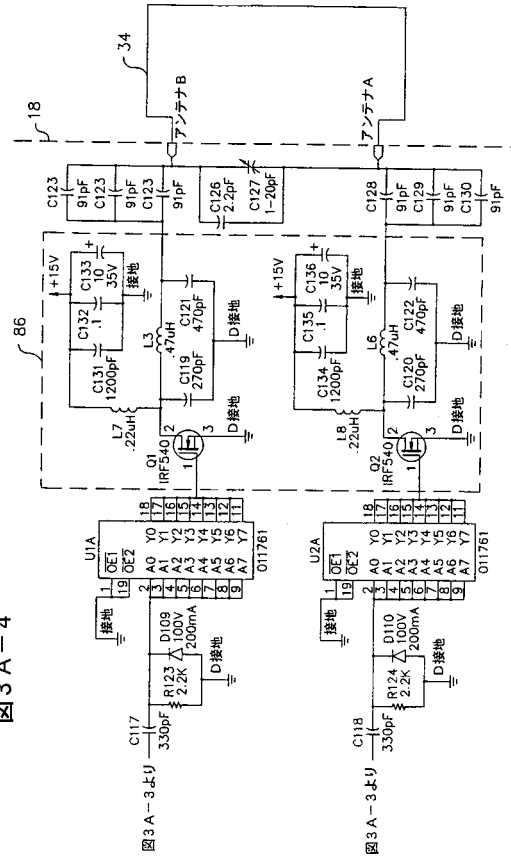
【図 8】は、RFID送信アンテナ励起用の位相分割信号発生用の従来の技術の模式的ブロック図

【図 9】は本発明によるRFID送信アンテナ励起用の位相分割信号発生用の方式の模式的ブロック図

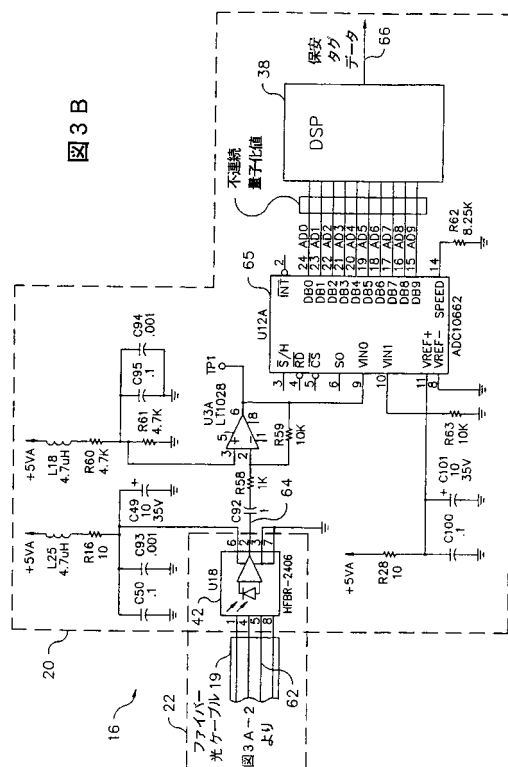
【 図 3 A - 3 】



【 図 3 A - 4 】



【 図 3 B 】



【 図 4 】

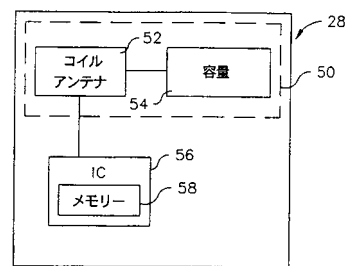


図 4

(従来の技術)

【 図 5 A 】

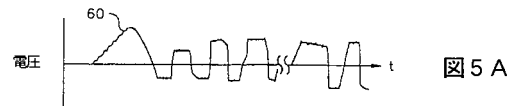


図 5 A

【 図 5 B 】

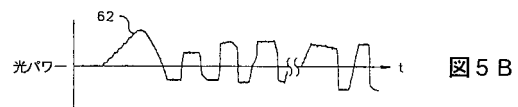
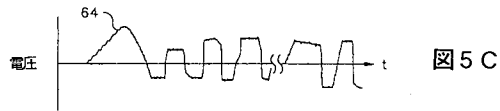
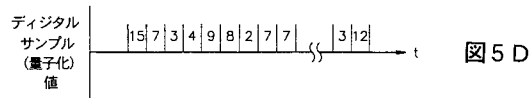


図 5 B

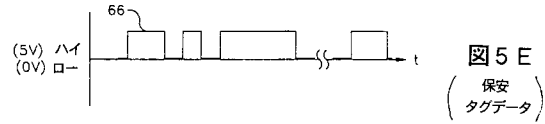
【図 5 C】



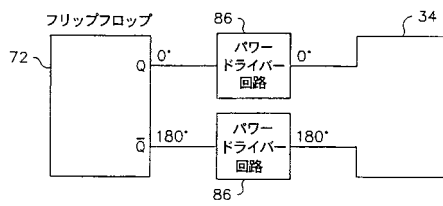
【図 5 D】



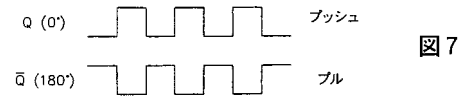
【図 5 E】



【図 6】



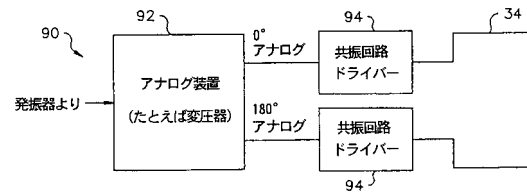
【図 7】



【図 8】

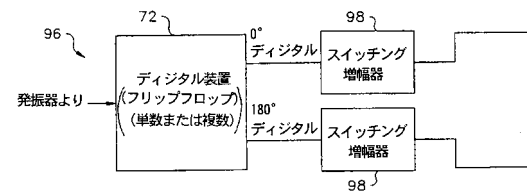
図 8

(従来の技術)



【図 9】

図 9



フロントページの続き

(74)代理人 100062926

弁理士 東島 隆治

(72)発明者 ギャラハー, ウィリアム エフ., ザ サード

アメリカ合衆国, ペンシルベニア州, フェニックスヴィル, サウス フォージ メイナー ドライブ 16

(72)発明者 バーバー, ラッセル, イー.

アメリカ合衆国, ニュージャージー州, ソロフエアー, ケネディー コート 8

(72)発明者 エクステイン, エリック

アメリカ合衆国, ペンシルベニア州, メリオン ステーション, イースト ウィニウツド ロード 513

審査官 山中 実

(56)参考文献 特表平06-510612(JP, A)

特開平07-123120(JP, A)

特開平09-181543(JP, A)

特開平08-191220(JP, A)

特開平08-019024(JP, A)

特開平08-167883(JP, A)

米国特許第05331453(US, A)

特開平08-172378(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 1/59

G06K 17/00

G08B 13/24

H04B 5/02