

(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2010-56683

(P2010-56683A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04B 5/02 (2006.01)	H04B 5/02	5B035
G06K 19/07 (2006.01)	G06K 19/00 H	5K012
	G06K 19/00 M	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-217228 (P2008-217228)	(71) 出願人	000111085
(22) 出願日	平成20年8月26日 (2008.8.26)		ニッタ株式会社
			大阪府大阪市浪速区桜川4丁目4番26号
		(74) 代理人	100075557
			弁理士 西教 圭一郎
		(74) 代理人	100072235
			弁理士 杉山 毅至
		(72) 発明者	吉田 隆彦
			奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株
			式会社奈良工場内
		(72) 発明者	佐藤 真一
			奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株
			式会社奈良工場内

最終頁に続く

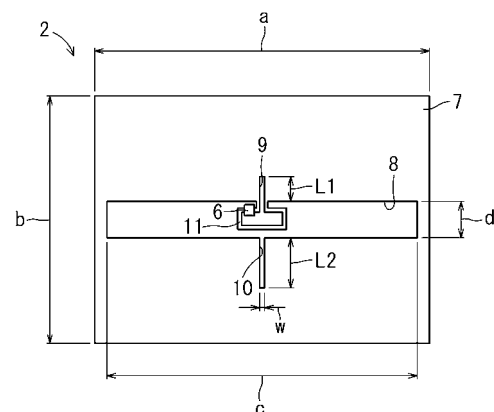
(54) 【発明の名称】 無線ICタグおよび無線通信システム

(57) 【要約】

【課題】 厚みが薄く、通信可能距離を改善することができる無線ICタグおよび無線通信システムを提供する。

【解決手段】 ICタグ層2の電界型パターンアンテナは、金属導体層で構成されるパッチアンテナ部7であり、磁界型パターンアンテナは、パッチアンテナ部7の中央部に設けられたスロットで構成されるスロットアンテナ部8である。ICチップ6は、このスロットアンテナ部7のスロット開口の内側に実装され、ループ部10を介してパッチアンテナ部7に接続されている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の周波数帯の電磁波によって無線通信を行う無線 I C タグであって、

電界型パターンアンテナおよび磁界型パターンアンテナ含む複合アンテナと、この複合アンテナを介して無線通信する集積回路とを有する I C タグ層と、

前記 I C タグ層に積層され、非導電性で、かつ、前記無線通信に用いられる所定の周波数で前記複合アンテナが共振するために必要な誘電率および透磁率を有するインピーダンス調整層と、

前記インピーダンス調整層を挟んで前記 I C タグ層とは反対側に設けられ、前記無線通信に用いられる電磁波を反射する導電性反射層とを含むことを特徴とする無線 I C タグ。

10

【請求項 2】

前記複合アンテナは、電界型パターンアンテナおよび磁界型パターンアンテナのそれぞれの共振周波数が同じか、通信可能周波数帯域が少なくとも部分的に重なるように構成されることを特徴とする請求項 1 記載の無線 I C タグ。

【請求項 3】

前記複合アンテナは、導体層で構成される電界型パターンアンテナと、その導体層に単数または複数のスロットとして形成された磁界型パターンアンテナとを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の無線 I C タグ。

【請求項 4】

前記複合アンテナは、スロット内にリアクタンス構造部を装荷し、インピーダンス調整機能を付与したことを特徴とする請求項 3 記載の無線 I C タグ。

20

【請求項 5】

導体層の面積に対するスロットの開口面積の比が $2/10 \sim 8/10$ であることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の無線 I C タグ。

【請求項 6】

前記複合アンテナは、前記スロットから外方に向かって延びる切り欠きが設けられることを特徴とする請求項 3 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の無線 I C タグ。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 つに記載の無線 I C タグを用いることを特徴とする無線通信システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線 I C タグおよびこれを用いた無線通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

情報通信の分野のみならず、物流管理などの分野でも無線通信技術が応用され、無線通信の I C タグ（以下では単に「I C タグ」という。）は、RFID（Radio Frequency Identification）技術の一翼を担う製品として広く知られる、物流管理や、安価な情報記憶媒体として使用用途は多岐にわたることから、無線通信機器は、様々な使用環境に置かれることになる。

40

【0003】

I C タグは、識別番号などのデータを記憶するチップと、電波を送受信するためのアンテナとからなり、薄型、軽量で実現できることが大きな利点となっている。

【0004】

このような利点を十分に生かすためには、タグの貼り付け位置に制限がなく、どこにどのように貼り付けても、通信可能に構成されていることが好ましいとされる。

【0005】

しかしながら、I C タグは、本来周囲に金属などの障害物のない自由空間に近い環境で使用するよう設計されており、超短波帯、極超短波帯、マイクロ波帯の電波を利用する

50

場合、汎用タグはいわゆるダイポールアンテナ用いて電波方式の通信による送受信を行っているので、金属などがアンテナ近傍に存在すると、アンテナの通信特性が劣化し、通信可能距離が短くなってしまふ。

【0006】

一般にダイポールアンテナ、モノポールアンテナおよびループアンテナ構成のICタグは特定周波数の電波を受信することで、アンテナ内に共振電流が発生し、これがICチップを流れる際に、自由空間におけるアンテナの給電点インピーダンスとチップインピーダンスとの整合が取れるように設計されている。

【0007】

アンテナやチップの近傍に導電性材料が存在すると、アンテナを流れる電流と逆向きの電流が導電性材料表面に誘導されることになり、さらにアンテナと向かいあふ導電性材料表面の、それぞれの電界の高い箇所と低い箇所とが高周波的に繋がることになり、アンテナおよび導電性材料を介して立体的なループ状の電気路が発生してしまう。

【0008】

このループ状の電気路の発生がアンテナを流れる電流のインピーダンスを大幅に低下させるため、導電性材料がICタグの近傍に存在するような使用環境では、自由空間に近い環境での使用を念頭において設計されたICチップとのインピーダンスと整合がとれなくなり、情報信号の伝達ができなくなってしまう。これにより無線ICタグの通信可能距離が短くなる。

【0009】

また、金属に限らず、紙、ガラス、樹脂、液体なども近傍に存在することで、ICタグの通信特性を劣化させ、通信可能距離を短くする材質となりうる。

【0010】

導電性材料以外のこれらの材質の場合は、これらの材質がもつ誘電性および磁性によってアンテナの共振周波数が変化し、読み取り機や質問器などの通信相手が使用する電波の周波数と、アンテナの共振周波数とがずれることによって通信可能距離が短くなってしまふ。

【0011】

特許文献1記載の無線用ICタグのように、ICチップとこれに接続された第1のアンテナと、第1のアンテナとICチップを取り付ける部材との間に設けられる第1のスペーサとを有し、さらに第2のアンテナと、第1のアンテナと第2のアンテナとの間に設けられる第2のスペーサを有することで、ICタグが金属近傍に実装されたとしても、通信距離を改善することができる。

【0012】

特許文献2記載のRFIDタグは、誘電体部材の第1の面、第2の面に所定の間隔を有して形成される第1、第2のループパターンアンテナとを備え、一方の面において、第1、第2のループパターンアンテナに電氣的にICチップが接続されている。

【0013】

【特許文献1】特開2005-210676号公報

【特許文献2】特開2007-272264号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

特許文献1は、通信周波数が2.45GHz帯のICタグであり、通信距離は130mと短く、近距離での通信にしか使用できない。

【0015】

また、特許文献1のICタグは、積層数も多く部材点数が多いため、全体的に厚くなり、製造工程も複雑化してしまう。特許文献2記載のRFIDタグは、ループアンテナの構造が複雑であり、2つのループアンテナを対象位置に形成すると、製造工程が複雑化してしまう。

10

20

30

40

50

【0016】

本発明の目的は、厚みが薄く、通信可能距離を改善することができる無線ＩＣタグおよび無線通信システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明は、所定の周波数帯の電磁波によって無線通信を行う無線ＩＣタグであって、電界型パターンアンテナおよび磁界型パターンアンテナ含む複合アンテナと、この複合アンテナを介して無線通信する集積回路とを有するＩＣタグ層と、

前記ＩＣタグ層に積層され、非導電性で、かつ、前記無線通信に用いられる所定の周波数で前記複合アンテナが共振するために必要な誘電率および透磁率を有するインピーダンス調整層と、

前記インピーダンス調整層を挟んで前記ＩＣタグ層とは反対側に設けられ、前記無線通信に用いられる電磁波を反射する導電性反射層とを含むことを特徴とする無線ＩＣタグである。

【0018】

また本発明は、前記複合アンテナは、電界型パターンアンテナおよび磁界型パターンアンテナのそれぞれの共振周波数が同じか、通信可能周波数帯域が少なくとも部分的に重なるように構成されることを特徴とする。

【0019】

また本発明は、前記複合アンテナは、導体層で構成される電界型パターンアンテナと、その導体層に単数または複数のスロットとして形成された磁界型パターンアンテナとを含むことを特徴とする。

【0020】

また本発明は、前記複合アンテナは、スロット内にリアクタンス構造部を装荷し、インピーダンス調整機能を付与したことを特徴とする。

【0021】

また本発明は、導体層の面積に対するスロットの開口面積の比が $2/10 \sim 8/10$ であることを特徴とする。

【0022】

また本発明は、前記複合アンテナは、前記スロットから外方に向かって延びる切り欠きが設けられることを特徴とする。

また本発明は、上記の無線ＩＣタグを用いることを特徴とする無線通信システムである。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、ＩＣタグ層と、インピーダンス調整層と、導電性反射層とを含む無線ＩＣタグである。ＩＣタグ層は、電界型パターンアンテナおよび磁界型パターンアンテナ含む複合アンテナと、この複合アンテナを介して無線通信する集積回路とを有し、インピーダンス調整層は、前記ＩＣタグ層に積層され、非導電性で、かつ、前記無線通信に用いられる所定の周波数で前記複合アンテナが共振するために必要な誘電率および透磁率を有する。たとえば、複素比誘電率 ϵ および複素比透磁率 μ の実数部が 80 以下であり、誘電損失および磁性損失 $\tan \delta$ が 1 以下である。導電性反射層は、前記インピーダンス調整層を挟んで前記ＩＣタグ層とは反対側に設けられ、前記無線通信に用いられる電磁波を反射する。

【0024】

電界型パターンアンテナおよび磁界型パターンアンテナ含む複合アンテナを用いることにより、共振周波数を合わせることが可能でアンテナからのエネルギー放射がしやすくなる。また、インピーダンス調整層が低損失であるとともに、電磁波を集めて通過させ、導電性反射層が電磁波を反射することにより、さらにエネルギー放射特性が向上し、通信可能距離を改善することができる。

【0025】

さらに導電性反射層を設けることで、金属近傍に実装されたとしても、通信距離を改善することができる。

【0026】

また本発明によれば、前記複合アンテナは、電界型パターンアンテナおよび磁界型パターンアンテナのそれぞれの共振周波数が同じか、通信可能周波数帯域が少なくとも部分的に重なるように構成される。

【0027】

これにより、それぞれのアンテナにおいて、送受信特性が向上し、その結果、通信距離をさらに改善することができる。

10

【0028】

また本発明によれば、前記複合アンテナは、導体層で構成される電界型パターンアンテナであり、磁界型パターンアンテナは、その導体層に単数または複数のスロットとして形成される。

【0029】

これにより、より単純な構造で複合アンテナを形成することができる。

また本発明によれば、前記複合アンテナは、スロット内にリアクタンス構造部を装荷し、インピーダンス調整機能を付与したことにより、インピーダンスの整合性が向上し、その結果、通信距離をさらに改善することができる。

【0030】

20

また本発明によれば、導体層の面積に対するスロットの開口面積の比が $2/10 \sim 8/10$ である。

【0031】

これにより、電界型アンテナおよび磁界型アンテナのようにメカニズムの異なる2種類のアンテナを重ねさせることが可能となる。ここで導体層の面積は電界型アンテナの面積に当たり、スロットの開口面積が磁界型アンテナの面積に相当することから、導体層の面積に対するスロットの開口面積の比が $2/10 \sim 8/10$ の範囲にあるとき、両アンテナの特性を併存することが可能となるといえる。比が $2/10$ より小さい場合は、磁界型アンテナの特性が不十分であり、比が $8/10$ より大きくなると、共振電流の流れる部分の面積が不十分になり、電界型アンテナの特性が劣ってしまう。

30

【0032】

また本発明によれば、前記複合アンテナは、前記スロットから外方に向かって延びる切り欠きが設けられる。

【0033】

これにより、インピーダンスの整合性が向上し、その結果、通信距離をさらに改善することができる。

【0034】

また本発明によれば、上記の無線ICタグを用いることで、読み取り間違いや、読み取り不良が発生しない無線通信システムを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0035】

図1は、本発明の実施の一形態である無線ICタグ1の構成を示す平面図である。図2は、図1の平面図の切断面線I-Iで切断した無線ICタグ1の断面図である。

【0036】

本発明は、所定の周波数帯の電磁波によって無線通信を行う無線ICタグであり、アンテナと集積回路（ICチップ）とが設けられるICタグ層2と、このICタグ層2に積層されて、非導電性で、かつ無線通信に用いられる電磁波を集めて通過させる非導電層3と、非導電層3を挟んでICタグ層2とは反対側に設けられ、無線通信に用いられる電磁波を反射する導電性反射層4とを含んで構成される。

【0037】

50

ＩＣタグ層２に設けられるアンテナ５は、複合アンテナであり、パッチアンテナなどの電界型パターンアンテナと、スロットアンテナなどの磁界型パターンアンテナ含んで構成される。集積回路（ＩＣチップ）６は、この複合アンテナに接続され、読み取り機（リーダー）から発信される電波を複合アンテナに受信し、集積回路で記憶している識別番号（ＩＤ）などの情報を付加してリーダーに送信する。

【００３８】

ＩＣタグ層２は、金属など導電性を有する材料であって、容易にパターン形状を形成することが可能な材料を使用することができ、非導電層３表面に直接設ける場合には、非導電層３を構成する材料との接合強度を十分に有し、基材を介する場合には、基材を構成する材料との接合強度を十分に有するものが好適である。

10

【００３９】

基材を介する場合とは、たとえば、基材となるＰＥＴ（ポリエチレンテレフタレート）などの樹脂フィルムの表面に金属薄膜を所定のパターン形状に蒸着させたもの、導電インクを基材上に塗布したものなどを用いる場合である

ＩＣタグ層２を構成する具体的な材料としては、金、白金、銀、ニッケル、クロム、アルミニウム、銅、亜鉛、鉛、タングステン、鉄などの金属であってもよく、樹脂に上記金属の粉末、導電性カーボンブラックなどの導電性材料の混入された樹脂混合物、導電性複合物、炭素繊維などの導電性基材、公知の導電性インクあるいは導電性樹脂のフィルムなどであってもよく、ＩＴＯやＺｎＯなどの導電性酸化物でもよい。

【００４０】

20

アンテナ５の形状の詳細については、後述する。

インピーダンス調整層である非導電層３は、非導電性材料で構成され、無線通信に用いられる電磁波を集めて通過させる機能を有し、さらにアンテナのインピーダンスを調整する機能も有する。

【００４１】

具体的には、非導電性である誘電体層からなる層であり、複素比誘電率の実数部 ϵ' および／または複素比透磁率の実数部 μ' を有するが、それぞれの損失成分である複素比誘電率の虚数部 ϵ'' および／または複素比透磁率の虚数部 μ'' はできるだけ低く抑えられた材料から構成される。

【００４２】

30

非導電層３は、ＩＣタグ層２の近傍に位置し、その複素比誘電率の実数部 ϵ' および／または複素比透磁率の実数部 μ' により無線ＩＣタグ１に受信した電磁波の伝播経路を曲げることが可能となり、さらに波長短縮効果により無線ＩＣタグ１の厚さを薄型化することができる。

【００４３】

非導電層３を構成する材料の複素比誘電率の実数部 ϵ' の範囲は、無線通信を行うための電磁波の周波数帯において、１．２～１００であり、好ましくは１．２～８０であり、複素比透磁率の実数部 μ' の範囲は、無線通信を行うための電磁波の周波数帯において１～１００であり、好ましくは１～８０である。誘電損失 $\tan \delta (= \epsilon'' / \epsilon')$ および磁性損失 $\tan \delta (= \mu'' / \mu')$ は、１以下である。

40

【００４４】

好適には、ＩＣタグ層２に近いところに高 ϵ' および／または高 μ' の材料からなる非導電層を位置させるのが、波長短縮効果を得やすくなり、本実施形態では、ＩＣタグ層２に非導電層３を隣接させて配置している。

【００４５】

アンテナであるＩＣタグ層２と導電性反射層４との間に非導電層３を配置することで、その間に形成されるコンデンサのキャパシタンス容量を変更したり、スロットアンテナ部分から導電性反射層４の間に磁界の通過し易い磁気特性を有する磁気経路を形成できたり、インピーダンスを変えることにより整合状態も変更でき、アンテナ特性を制御することが可能となる。また、アンテナに広帯域特性を付与するためには、Ｑ値を下げることを

50

行うが、そのため非導電層 3 の誘電損失 $\tan \delta$ や磁性損失 $\tan \delta$ を 1 に近づけるように大きくすることもある。

【0046】

上記のように非導電層 3 を構成する材料の複素比誘電率の実数部 ϵ' の範囲は、無線通信を行うための電磁波の周波数帯において 1.2 ~ 100 の範囲であり、複素比透磁率の実数部 μ' の範囲は、無線通信を行うための電磁波の周波数帯において 1 ~ 100 である。

【0047】

複素比誘電率の実数部 ϵ' が 1.2 より小さいと、電磁波を取り入れる能力を欠き、アンテナ近傍でアンテナ用部材として電磁波の進行（速度や向き）に制御する材料になり得ない。また複素比透磁率の実数部 μ' が 1 よりも小さい場合も同様である。さらに ϵ' および μ' を大きくする場合、酸化チタンなどの誘電損失材料やカーボンブラックや黒鉛などの導電損失材料や鉄などの金属や鉄系アロイ、フェライトなどの酸化鉄などの磁性損失材料などをバインダーに配合することになる。ただし、UHF 帯などの高周波数で ϵ' および μ' を 100 よりも大きくすると、波長短縮効果は大きくなるが、Q 値が大きく且つ鋭くなるため、共振周波数帯域が非常に狭くなり、品質安定が難しくなり、アンテナとして使用することが難しくなる。

【0048】

非導電層 3 は、単層でも多層でもよく、空気層を含有する構成も可能である。例えば、誘電体層として発泡体、樹脂、紙、接着剤、粘着剤などを用いることができる。

【0049】

非導電層 3 を構成する具体的な材料としては、EVA（エチレン-酢酸ビニル共重合体）樹脂、塩素化ポリエチレン、ポリエステルエラストマー、ウレタン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂等の樹脂、NBR、CR、NR、アクリルゴム、シリコンゴムなどのゴム、熱可塑性エラストマー、あるいは樹脂組成物やブレンド、アロイ系材料などを用いることができる。好ましくは EVA である。

【0050】

導電性反射層 4 は、非導電層 3 の IC タグ層 2 とは反対側の表面上に、全面にわたって導電性膜が形成されて構成される。この導電性反射層 4 は、非導電層 3 との界面において、無線 IC タグ 1 が無線通信を行うための電磁波であって、IC タグ層 2 を介して受信した電磁波を反射する。

【0051】

導電性反射層 4 は、金属など導電性を有する材料であって電磁波を反射することが可能な材料であれば使用することができ、たとえば、IC タグ層 2 と同様に金、白金、銀、ニッケル、クロム、アルミニウム、銅、亜鉛、鉛、タングステン、鉄などの金属であってもよく、樹脂に上記金属の粉末、導電性カーボンブラックの混入された樹脂混合物、公知の導電性インクあるいは導電性樹脂のフィルムなどであってもよく、ITO や ZnO などの導電性酸化物でもよい。これらの金属等が、板、シート、フィルム、不織布、クロスなどに加工されたものであってもよい。また金属箔とガラスクロスを組み合わせた形態でもよい。さらに蒸着、メッキ、溶着、積層等にて導電性を付与したものであってよく、また単独に導電性を発現する材料であってもよい。

【0052】

非導電層 3 と、IC タグ層 2 および導電性反射層 4 とはそれぞれ接着剤を介して接着固定される。

【0053】

導電性反射層 4 のさらに外側には、貼付層（不図示）を設けてもよい。本発明の無線 IC タグ 1 は、タグ単体で使用されることは少なく、管理対象、識別対象となる物品に貼り付けて使用されることがほとんどである。貼付層は、粘着性または接着性を有し、無線 IC タグを物品に貼着するための貼着材から成る層である。貼着材は、粘着剤および接着剤の少なくとも 1 種類を含み、粘着性または接着性による接合力を有している。

10

20

30

40

50

【0054】

貼付層は、導電性反射層4のさらに外側に設けられるので、無線ICタグ1の通信特性には影響を与えず、種々の粘着剤、接着剤を選択することができる。

【0055】

本発明の無線ICタグ1が無線通信を好適に行うために対象とする電磁波は、用途によって決定されるものであるが、たとえば高MHz帯に含まれる周波数の電磁波であって、さらに具体的には、日本国内では953MHzを中心とする950MHz以上956MHz以下の範囲に含まれる周波数帯の電磁波である。このような例示の周波数以外の周波数帯の電磁波、たとえばヨーロッパで主に用いられる868MHzを中心とする866MHz以上868MHz以下の範囲に含まれる周波数帯の電磁波を対象とする構成も本発明に 10
含まれる。世界の主要な地域のRFID用途のUHF帯は、860MHz以上960MHz以下の範囲に含まれ、このような周波数帯の電磁波を対象とする構成は、本発明に含まれる。

【0056】

また本発明の無線ICタグ1は、2.4GHz帯の周波数の電磁波による無線通信を好適に行うために用いられることがある。2.4GHz帯は、2400MHz以上2500MHz未満の周波数範囲である。RFIDシステムで用いられる電磁波は、2400MHz以上2483.5MHz以下の範囲に含まれる。

【0057】

さらに、無線通信の対象とするこれらの電磁波の周波数帯は例示であり、本発明の無線ICタグ1が通信の対象とする電磁波の周波数帯は、特に限定されるものではないが、300MHz以上300GHz以下の範囲を含み、任意の単数または複数の周波数を選択することができる。この300MHz以上300GHz以下の範囲には、UHF帯(300MHz~3GHz)、SHF帯(3GHz~30GHz)およびEHF帯(30GHz~ 20
300GHz)が含まれる。

【0058】

ICタグ層2、非導電層3および導電性反射層4のそれぞれの厚み寸法、ならびに無線ICタグ1の総厚み寸法は、従来の無線ICタグに比べて薄く形成される。

【0059】

本実施の形態では、ICタグ層2の厚み寸法は、20μm以上200μm以下であり、非導電層3の厚み寸法は、10μm以上1mm以下であり、導電性反射層4の厚み寸法は、20μm以上200μm以下であり、ICタグ1の総厚み寸法は、50μm以上1.5mm以下である。無線ICタグ1は、総厚み寸法が薄く、可撓性を有しており、自在に変形させることができる。 30

【0060】

上記のように、無線ICタグ1は、物品に貼り付けて使用されるので、物品自体の形状が曲面を有する場合は、物品表面の曲面に沿って貼り付けることが好ましい。総厚み寸法が薄く、さらには、各層が上記のような材料から構成されるので、無線ICタグ1全体として可撓性を有し、変形することで、物品表面の曲面に沿って貼り付けることができる。

【0061】

図3は、ICタグ層2の形状を示す平面図である。

ICタグ層2は、外形が矩形状に形成され、パッチアンテナなどの電界型パターンアンテナと、スロットアンテナなどの磁界型パターンアンテナによって構成される。

【0062】

本実施形態において、電界型パターンアンテナは、金属導体層で構成されるパッチアンテナ部7であり、磁界型パターンアンテナは、パッチアンテナ部7の中央部に設けられたスロットで構成されるスロットアンテナ部8である。

【0063】

そして、ICチップ6は、このスロットアンテナ部7のスロット開口の内側に実装され、ループ部(リアクタンス装荷部)10を介してパッチアンテナ部7に接続されている。 40 50

【0064】

パッチアンテナ部7の外形寸法は、ICタグ層2の外形寸法と同じであり、横方向寸法 a 、縦方向寸法 b ($a > b$) とすると、たとえば $180 \text{ (mm)} \geq a \geq 30 \text{ (mm)}$ であり、 $100 \text{ (mm)} \geq b \geq 15 \text{ (mm)}$ である。

【0065】

スロット部8のスロット開口は、パッチアンテナ部7の縦横両方向の中央に設けられ、パッチアンテナ部7の短辺および長辺と、スロット開口の短辺および長辺とはそれぞれ平行に設けられる。

【0066】

また、横方向寸法 c 、縦方向寸法 d ($c > d$ であり、 $c < a$ および $d < b$) とすると、たとえば $178 \text{ (mm)} \geq c \geq 32 \text{ (mm)}$ であり、 $25 \text{ (mm)} \geq d \geq 4 \text{ (mm)}$ である。

10

【0067】

このような寸法で設けられるスロット部8は、上記のような寸法範囲を満たすとともに、金属導体層の面積 ($a \times b - c \times d$) に対するスロット開口面積 ($c \times d$) の比が $2/10 \sim 8/10$ となるように設けられることが好ましい。

【0068】

面積比をこのような範囲とすることで、電界型アンテナおよび磁界型アンテナのようにメカニズムの異なる2種類のアンテナを重ねさせることが可能となる。電界型アンテナは、線形、方形、多角形、棒状、楕円形、円形、不定形等様々な形状を取りうるが、共振電流は高周波電流としてアンテナの縁部（エッジ部）を主に流れることになる。この流れる距離や経路により共振周波数が決まるため縁部（エッジ部）の面積が重要となるが、逆に電界型アンテナの縁部（エッジ部）以外の例えば中央部付近の形状や導電率などの因子がアンテナ特性に影響することは少ない。

20

【0069】

一方の磁界型アンテナは、スロット型アンテナのように、スロット周囲に共振電流が流れ、その電流の周囲に誘導される磁界を利用するため、磁界の通る部分の面積など、スロット部分より内周側の因子が重要となる。

【0070】

アンテナを重ねさせることから、それぞれのアンテナの占める面積をいかに大きくするかが、アンテナ特性を確保するために必要となる。

30

【0071】

ここで金属導体層の面積は電界型アンテナの面積に当たり、スロット部8の開口面積が磁界型アンテナの面積に相当することから、金属導体層の面積に対するスロット部8の開口面積の比が $2/10 \sim 8/10$ の範囲にあるとき、両アンテナの特性を併存することが可能となる。比が $2/10$ より小さい場合は、磁界型アンテナの特性が不十分であり、比が $8/10$ より大きくなると、共振電流の流れる部分の面積が不十分になり、電界型アンテナの特性が劣ってしまう。

【0072】

さらに、スロット部8の2つの対向する長辺（寸法 c ）の中央には、スロット開口に向かって一端部が開放し、スロット開口から外方に向かって、パッチアンテナ部7の短辺（スロット開口の短辺）に平行延びて所定の長さを有する切り欠きであるスリット9、10が設けられる。スリット9、10の幅は、それぞれ同じ幅であり、幅 w とすると、たとえば、 $10 \text{ (mm)} \geq w \geq 0.1 \text{ (mm)}$ である。

40

【0073】

ICチップ6が接続されるループ部10は、一定の幅を有する配線パターンが矩形状に配置され、ループ部10の両端部は、スロット開口の内側に、スロット開口の縦横両方向の中央に設けられ、スロット開口の短辺および長辺と、ループ部10の短辺および長辺とはそれぞれ平行に設けられる。

【0074】

50

ループ部 10 の一方の長辺中央において所定のギャップを設けるとともに、ギャップ両端からループの外方に向かって延びる接続部によって、ループ部 10 がパッチアンテナ部 7 に電氣的に接続される。このギャップは、スリット 9 の幅 w と同じ寸法に形成され、ギャップ両端から延びる 2 つの接続部は、スリット 9 の開放端の両側に位置するように、パッチアンテナ部 7 に接続される。

【0075】

以下では、ループ部 10 が接続する側に設けられたスリット 9 を第 1 スリット、反対側に設けられるスリット 10 を第 2 スリットと呼ぶ。

【0076】

第 1 スリット 9 のスリット長さを L_1 、第 2 スリット 10 の長さを L_2 としたとき、 L_1 よりも L_2 を長く設けることが好ましい。 L_1 よりも L_2 を長くすることによって、ループ部 10 を介して IC チップ 6 に流れる電流のインピーダンスを調整することが可能となり、通信特性を向上させることができる。

【0077】

無線通信を行うための通信周波数や、IC チップ 6 の特性にもよるが、 L_1 に対する L_2 の長さの比 L_2/L_1 は、たとえば 1.0 ~ 1.0 に設定することが好ましい。

【0078】

本発明は、IC タグ層 2 のアンテナ形状を特徴としており、このようなアンテナ形状とすることで、薄型で、かつ貼り付け場所によらず十分な通信距離を確保できる無線 IC タグを実現できる。

【0079】

上記のような IC タグ層 2 の形状効果を確認するために、以下のようなシミュレーションを行った。

【0080】

(検討例 1)

検討例 1 の演算モデルは、以下の通りである。

・ IC タグ層 2

外形寸法：長辺 $a = 107 \text{ mm}$ 、短辺 $b = 79 \text{ mm}$

スロット開口寸法：長辺 $c = 104 \text{ mm}$ 、短辺 $d = 11.5 \text{ mm}$

第 1 スリット寸法：幅 $w = 1 \text{ mm}$ 、長さ $L_1 = 8 \text{ mm}$

第 2 スリット寸法：幅 $w = 1 \text{ mm}$ 、長さ $L_2 = 16 \text{ mm}$

金属材料：アルミニウム

厚み： $20 \mu\text{m}$

【0081】

・ 非導電層 3

複素比誘電率の実数部： $\epsilon' = 2.2$

誘電損失： $\tan \delta = 0.001$

厚み： $500 \mu\text{m}$

【0082】

・ 導電性反射層 4

金属材料：アルミニウム

厚み： $20 \mu\text{m}$

IC チップのインピーダンスを $33 - j112 \Omega$ とし、周波数は、 $0.7 \text{ GHz} \sim 1.15 \text{ GHz}$ までとして、S パラメータを算出した。

【0083】

(検討例 2)

IC タグ層 2 に第 1 スリットおよび第 2 スリットを設けないこと以外は、検討例 1 と同様の演算モデルを用いた。

【0084】

(検討例 3)

第1スリットの長さ L_1 と第2スリットの長さ L_2 とを同じ8mmとしたこと以外は、検討例1と同様の演算モデルを用いた。

【0085】

(検討例4)

第1スリットの長さ L_1 を6mmとしたこと以外は、検討例1と同様の演算モデルを用いた。

【0086】

(検討例5)

第1スリットの長さ L_1 を4mmとしたこと以外は、検討例1と同様の演算モデルを用いた。

【0087】

(検討例4)

第1スリットの長さ L_1 を2mmとしたこと以外は、検討例1と同様の演算モデルを用いた。

【0088】

図4は、第1および第2スリットが周波数特性に与える影響を示すグラフである。

横軸は、周波数(GHz)を示し、縦軸は、反射特性 S_{11} (dB)を示す。グラフ20は、検討例1の周波数特性を示し、グラフ21は、検討例2の周波数特性を示す。

【0089】

スリットを設けない検討例2は、スリットを設けた検討例1に比べて共振周波数が高くなったが、これは検討例2がスリットを設けないことにより、電流が強く流れるスロット周囲部分の長さが短くなったことによる。また、スリットを設けない検討例2は、ポートに電流がより強く流れるようになり、インピーダンスの実部 R は小さくなった。このため、インピーダンスの整合が困難となり反射特性が悪化したものと考えられる。

【0090】

このように、検討例1, 2を比較すると、スリットを設けることが重要であることがわかる。

【0091】

図5は、第1および第2スリットの長さが同じ場合の周波数特性を示すグラフである。

横軸は、周波数(GHz)を示し、縦軸は、反射特性 S_{11} (dB)を示す。グラフ20は、検討例1の周波数特性を示し、グラフ22は、検討例3の周波数特性を示す。

【0092】

第1および第2スリットの長さを同じ8mmにした検討例3は、共振周波数が高くなったが、これは第2スリット10の長さ L_2 を8mmに短くしたことにより、電流が強く流れるスロット周囲部分の長さが短くなったことによる。

【0093】

また、第1および第2スリットの長さを同じにしたことにより、スロット周囲の第1スリット側半分と第2スリット側半分の縁に分布する電流の差が少なくなったため、ポートに流れる電流がより弱くなり、インピーダンスの実部 R は大きくなった。その結果、インピーダンスの整合が困難となり反射特性が悪化したものと考えられる。

【0094】

このように、検討例1, 3を比較すると、第1および第2スリットの長さを異ならせることが重要であることがわかる。

【0095】

図6は、第1スリットの長さを変化させた場合の周波数特性を示すグラフである。

横軸は、周波数(GHz)を示し、縦軸は、反射特性 S_{11} (dB)を示す。グラフ20は、検討例1の周波数特性を示し、グラフ23は、検討例4の周波数特性を示し、グラフ24は、検討例5の周波数特性を示し、グラフ25は、検討例6の周波数特性を示す。

【0096】

検討例1と比較すると、検討例4, 5, 6と第1スリットの長さが短くなるに従って、

10

20

30

40

50

共振周波数が、徐々に高周波数側へとシフトしていることがわかる。これは、検討例 1, 2 の比較と同様に、強い電流が流れるスロット周囲部分の長さが短くなっていったことによる。

【0097】

検討例 1, 2 の比較と同様に、第 1 スリットの長さを短くした検討例 4, 5, 6 は、ポートに電流がより強く流れるようになり、インピーダンスの実部 R は小さくなった。このため、インピーダンスの整合が困難となり反射特性が悪化したものと考えられる。

【0098】

スリットが長くなれば、電流はより多くスリットへと集中し、結果としてポート付近に流れる電流は制限されると考えられる。このため、スリット長さを調整することにより、
10
所望のインピーダンス（本検討例では、実部 $R = 33 \Omega$ ）に整合できるようになるものと考えられる。

【0099】

本発明の他の実施形態として、図 7 に示す無線通信システムが挙げられる。無線通信システムとしては、例えば複数の金属製容器にそれぞれ無線 IC タグ 1 を貼り付け、これらを一括してリーダー 42 を設置したアンテナゲート部 41 を通過させて、情報の読み取りや書き込みを行うような RF ID 無線通信システム 40 を挙げることができる。また多数の金属製物品に無線 IC タグ 1 を貼り付け、それらを順次（一定間隔を開けながら）コンベア上を流し、それらを任意の場所に設置されたアンテナゲート部にて、物流管理（入出庫管理）やトレーサビリティ管理などを行う RF ID 無線通信システムも構成できる。
20

【実施例】

【0100】

以下では本発明の実施例について説明する。

（実施例 1）

・ IC タグ層 2

外形寸法：長辺 $a = 96 \text{ mm}$ 、短辺 $b = 79 \text{ mm}$

スロット開口寸法：長辺 $c = 93 \text{ mm}$ 、短辺 $d = 11.5 \text{ mm}$

第 1 スリット寸法：幅 $w = 1 \text{ mm}$ 、長さ $L_1 = 8 \text{ mm}$

第 2 スリット寸法：幅 $w = 1 \text{ mm}$ 、長さ $L_2 = 16 \text{ mm}$

金属材料：アルミニウム

厚み： $75 \mu\text{m}$

【0101】

・ 非導電層 3

誘電材料：EVA

複素比誘電率の実数部（ 950 MHz 帯）： $\epsilon' = 2.31$

複素比透磁率の実数部（ 950 MHz 帯）： $\mu' = 1.06$

誘電損失： $\tan \delta = 0$

厚み： $400 \mu\text{m}$

【0102】

・ 導電性反射層 4

金属材料：アルミニウム

厚み： $20 \mu\text{m}$

【0103】

（実施例 2）

非導電層 3 の厚みを $800 \mu\text{m}$ にしたこと以外は、実施例 1 と同様にした。

【0104】

（実施例 3）

外形寸法：長辺 $a = 107 \text{ mm}$ 、短辺 $b = 79 \text{ mm}$

スロット開口寸法：長辺 $c = 104 \text{ mm}$ 、短辺 $d = 11.5 \text{ mm}$

第 1 スリット寸法：幅 $w = 1 \text{ mm}$ 、長さ $L_1 = 8 \text{ mm}$

10

20

30

40

50

第2スリット寸法：幅 $w = 1\text{ mm}$ 、長さ $L_2 = 16\text{ mm}$

以上のように寸法を変えたこと以外は、実施例1と同様にした。

【0105】

(実施例4)

非導電層3の厚みを $800\text{ }\mu\text{m}$ にしたこと以外は、実施例3と同様にした。

【0106】

(比較例1)

非導電層3の材料を発泡ポリエチレンにし、厚みを $600\text{ }\mu\text{m}$ にしたこと以外は、実施例1と同様にした。

【0107】

(比較例2)

非導電層3の材料を発泡ポリエチレンにし、厚みを $1000\text{ }\mu\text{m}$ にしたこと以外は、実施例1と同様にした。

【0108】

(比較例3)

非導電層3の材料を発泡ポリエチレンにし、厚みを $2000\text{ }\mu\text{m}$ にしたこと以外は、実施例1と同様にした。

【0109】

図8は、通信距離の測定方法を示す概略図である。

SUS板($210\text{ mm} \times 300\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$ 厚)上に実施例、比較例の無線ICタグを設置し、所定の高さに設置したリーダアンテナによって、通信可能な距離から徐々にSUS板ごと距離を離し、読み取りができる最大距離を通信距離とした。

【0110】

また、リーダを 22.5 dBm の出力として読み取りを行った。測定周波数は、日本のRFID用途に認可されたUHF帯($952 \sim 955\text{ MHz}$)を使用した。

【0111】

また参考例1として自由空間で実施例1のICタグ層2のみを用いて測定し、参考例2として自由空間で実施例2のICタグ層2のみを用いて測定した。

【0112】

測定結果を表1に示す。

【0113】

【表1】

	通信距離 [mm]
実施例1	80
実施例2	90
実施例3	160
実施例4	630
比較例1	0
比較例2	0
比較例3	0
参考例1	800
参考例2	760

【0114】

発泡ポリエチレンを用いた比較例1～3は、いずれも通信距離が0であり、全く通信が行えなかった。これは、発泡ポリエチレンの950MHz帯の複素比誘電率の実数部 ϵ' は1.1であり且つ磁性もなく、共振周波数およびインピーダンスの調整能力が不足している材料だからである。

【0115】

実施例1～4について、タグ厚みに応じて通信距離の増加が観測された。特に実施例4では、通信距離が630mmと参考例2の760mmに比べても十分に通信距離を確保できた。

【図面の簡単な説明】

10

【0116】

【図1】本発明の実施の一形態である無線ICタグ1の構成を示す平面図である。

【図2】図1の平面図の切断面線I-Iで切断した無線ICタグ1の断面図である。

【図3】ICタグ層2の形状を示す平面図である。

【図4】第1および第2スリットが周波数特性に与える影響を示すグラフである。

【図5】第1および第2スリットの長さが同じ場合の周波数特性を示すグラフである。

【図6】第1スリットの長さを変化させた場合の周波数特性を示すグラフである。

【図7】無線通信システムの例を示す図である。

【図8】通信距離の測定方法を示す概略図である。

【符号の説明】

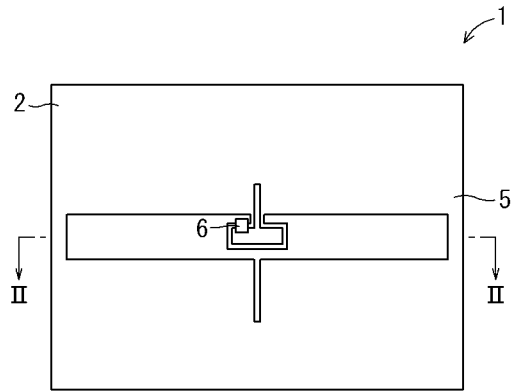
20

【0117】

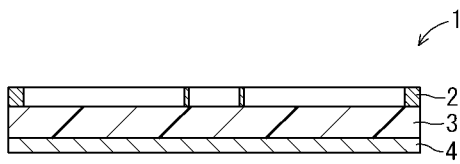
- 1 無線ICタグ
- 2 ICタグ層
- 3 非導電層
- 4 導電性反射層
- 5 アンテナ
- 7 パッチアンテナ部
- 8 スロットアンテナ部
- 9 第1スリット
- 10 第2スリット
- 40 無線通信用システム

30

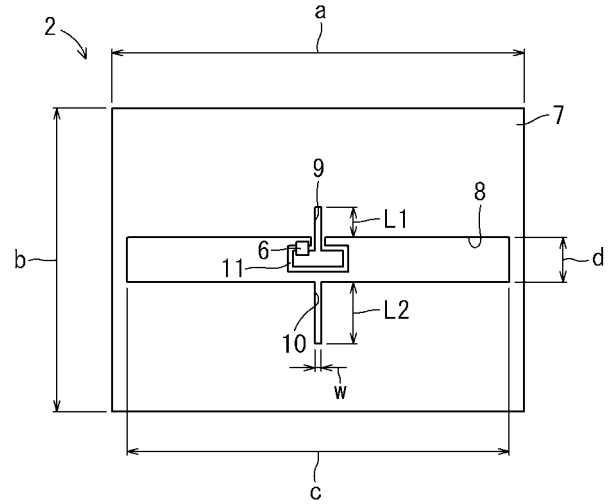
【図 1】



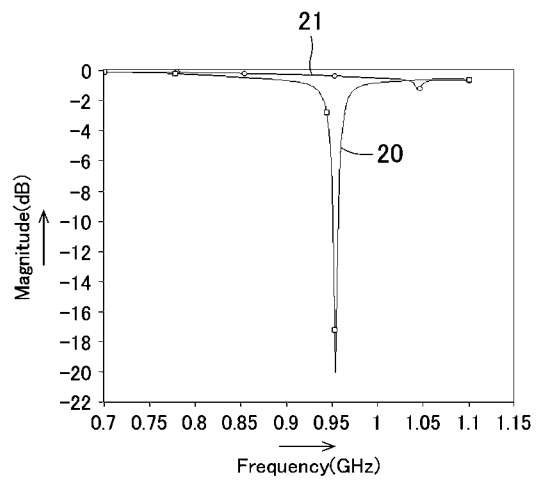
【図 2】



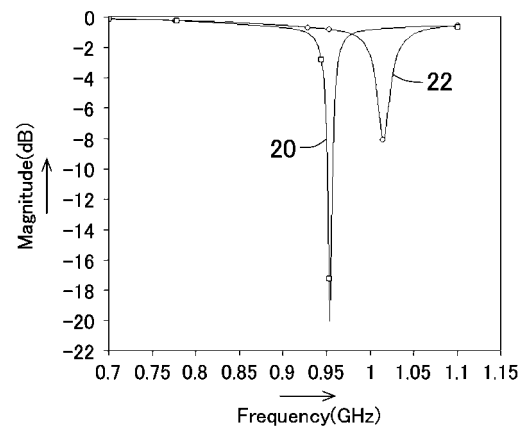
【図 3】



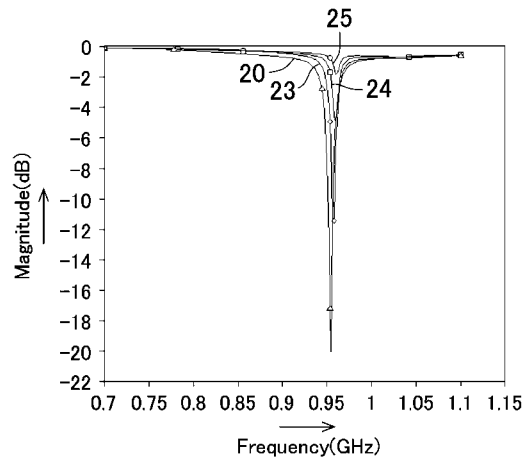
【図 4】



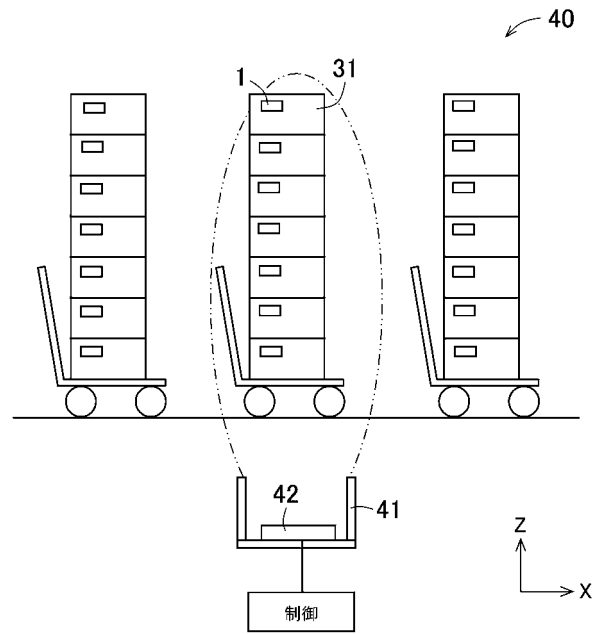
【図 5】



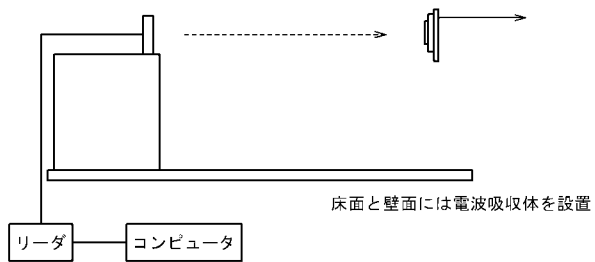
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 島井 俊治

奈良県大和郡山市池沢町 1 7 2 ニッタ株式会社奈良工場内

(72)発明者 松下 正人

奈良県大和郡山市池沢町 1 7 2 ニッタ株式会社奈良工場内

(72)発明者 小暮 裕明

東京都大田区田園調布 5-3 7-5-3 0 3 小暮技術士事務所内

Fターム(参考) 5B035 AA11 BA03 BB09 CA01 CA23 CA31

5K012 AA01 AB03 AB04 AC06 AC07 AE02