

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4525869号  
(P4525869)

(45) 発行日 平成22年8月18日(2010.8.18)

(24) 登録日 平成22年6月11日(2010.6.11)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 1 Q 9/16 (2006.01) HO 1 Q 9/16  
 GO 6 K 19/07 (2006.01) GO 6 K 19/00 H

請求項の数 8 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-511406 (P2010-511406)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成21年10月14日(2009.10.14)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2009/067778</p> <p>(87) 国際公開番号 W02010/050361</p> <p>(87) 国際公開日 平成22年5月6日(2010.5.6)</p> <p>審査請求日 平成22年3月18日(2010.3.18)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2008-278603 (P2008-278603)</p> <p>(32) 優先日 平成20年10月29日(2008.10.29)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号</p> <p>(74) 代理人 100091432 弁理士 森下 武一</p> <p>(74) 代理人 100124729 弁理士 谷 和紘</p> <p>(72) 発明者 加藤 登 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内</p> <p>(72) 発明者 池本 伸郎 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内</p> <p>審査官 緒方 寿彦</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 無線ICデバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無線信号を処理する無線ICと、  
 前記無線ICに接続された補助電極パターンと、  
 前記補助電極パターンに結合されており、前記無線信号を放射する放射電極パターンと、  
 を備えており、  
 前記補助電極パターンの一部が前記放射電極パターンにおける電圧最大部に容量を介して結合されていることを特徴とする、無線ICデバイス。

【請求項2】

前記放射電極パターンは、所定の共振周波数  $f_1$  を有する磁界放射電極と所定の共振周波数  $f_2$  を有する電界放射電極とが互いに結合してなるアンテナパターンである、請求項1に記載の無線ICデバイス。

【請求項3】

前記補助電極パターンは第1支持体上に形成されたループ状電極からなり、前記放射電極パターンは第2支持体上に形成された前記磁界放射電極および前記電界放射電極からなる、請求項2に記載の無線ICデバイス。

【請求項4】

前記ループ状電極の一部が前記磁界放射電極における電圧最大部と容量を介して結合するように、前記第2支持体に前記第1支持体が貼り合わされている、請求項3に記載の無線ICデバイス。

## 【請求項 5】

前記ループ状電極は、前記磁界放射電極および前記電界放射電極の両方に電氣的に跨って配置されている、請求項 4 に記載の無線 IC デバイス。

## 【請求項 6】

前記ループ状電極は電流最大部と電圧最大部を有していて、前記ループ状電極の前記電流最大部は、前記電界放射電極における電流最大部に磁界結合されており、前記ループ状電極の前記電圧最大部は前記磁界放射電極における電圧最大部に容量結合されている、請求項 5 に記載の無線 IC デバイス。

## 【請求項 7】

前記無線 IC は、少なくとも 1 つのコイルパターンを含んだ給電回路を有する給電回路基板を介して、前記補助電極パターンに接続されている、請求項 1 に記載の無線 IC デバイス。

10

## 【請求項 8】

前記給電回路は所定の共振周波数を有しており、前記無線信号の周波数は、前記給電回路の前記共振周波数に実質的に相当する、請求項 7 に記載の無線 IC デバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、無線 IC と放射電極パターンとを含んで構成される無線 IC デバイス、特に R F I D (Radio Frequency Identification) システムに用いられる無線 IC デバイスに関する。

20

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、物品の管理システムとして、誘導磁界を発生するリーダライタと、物品に付され、所定の情報を記憶した IC タグ (以下、無線 IC デバイスと称する) とを電磁界を利用した非接触方式で通信し、所定の情報を伝達する R F I D システムが開発されている。

## 【0003】

この R F I D システムに用いられる無線 IC デバイスは、所定の無線信号を処理する無線 IC チップと、無線信号の送受信を行う放射電極パターンとを備えており、たとえば国際公開番号 W O 2 0 0 7 / 0 8 3 5 7 4 (特許文献 1) に記載のものが知られている。

30

## 【0004】

特許文献 1 の無線 IC デバイスは、無線 IC チップと、該無線 IC チップを搭載し、所定の共振周波数を有する共振回路を含む給電回路を備えた給電回路基板と、該給電回路基板の下面に貼着されており、給電回路から供給された送信信号を放射し、受信信号を受けて給電回路に供給する放射電極パターンとを備えており、給電回路基板の共振回路の共振周波数は送受信信号の周波数に実質的に相当するように設計されていて、極めて安定した周波数特性を有するものである。

## 【0005】

特許文献 1 に記載された無線 IC デバイスにおいて、放射電極パターンにて送受される無線信号の周波数は、給電回路基板の給電回路にて実質的に決められているため、放射電極パターンの大きさや形状にはほとんど依存しない。また、特許文献 1 には、放射電極パターンへの無線 IC チップの実装性を向上させることができる手法として、リジッドな給電回路基板に無線 IC チップを実装し、この給電回路と放射電極パターンとを磁界または電界を介して結合させる手法が開示されている。

40

## 【0006】

しかしながら、給電回路基板と放射電極パターンとを磁界または電界を介して結合させる場合、放射電極パターンに給電回路基板を搭載する際の位置精度が低下してしまうと、給電回路から放射電極パターンへの、あるいは、放射電極パターンから給電回路への信号エネルギーの伝達効率、つまりは、無線 IC チップから放射電極パターンへの、あるいは、放射電極パターンから無線 IC チップへの信号伝達効率が低下することがある。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】国際公開番号WO2007/083574

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は上述した実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、無線ICから放射電極パターンへの、あるいは、放射電極パターンから無線ICへの信号エネルギーの伝達効率を向上させることが可能な無線ICデバイスを提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

すなわち、本発明の一形態である無線ICデバイスは、無線信号を処理する無線ICと、前記無線ICに接続された補助電極パターンと、前記補助電極パターンに結合されており、前記無線信号を放射する放射電極パターンとを備えており、前記補助電極パターンの一部が前記放射電極パターンにおける電圧最大部に容量を介して結合されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明の無線ICデバイスによれば、補助電極パターンの一部が放射電極パターンにおける電圧最大部、すなわち放射電極パターンに信号が給電されたときに電圧がほぼ最大になる点付近に容量結合されているので、無線ICから放射電極パターンへの、あるいは、放射電極パターンから無線ICへの信号エネルギーの伝達効率を向上させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施例1に係る無線ICデバイスの概略図であり、(A)は放射電極パターンの概略平面図、(B)は補助電極パターンの概略平面図、(C)は電磁結合モジュールの概略平面図、(D)は補助デバイスの概略平面図である。

【図2】実施例1に係る無線ICデバイスの概略図であり、(A)は無線ICデバイスの概略平面図、(B)は図2(A)のI-I線断面図、(C)は電磁結合モジュールの概略断面図である。

30

【図3】実施例1に係る無線ICデバイスの給電回路を示す等価回路図である。

【図4】実施例1に係る無線ICデバイスの電磁結合モジュールを示す概略斜視図である。

【図5】実施例1に係る無線ICデバイスの放射利得の周波数特性を示すグラフである。

【図6】実施例1に係る無線ICデバイスの給電回路基板の積層構造を示す分解平面図である。

【図7】実施例1に係る無線ICデバイスの変形例を示す概略平面図である。

【図8】実施例1に係る無線ICデバイスの他の変形例を示す概略平面図である。

40

【図9】実施例1に係る無線ICデバイスのさらに他の変形例を示す概略平面図である。

【図10】実施例2に係る無線ICデバイスの補助デバイスの概略平面図である。

【図11】実施例3に係る無線ICデバイスの補助デバイスの概略平面図である。

【図12】実施例4に係る無線ICデバイスの概略図であり、(A)は放射電極パターンの概略平面図、(B)は補助デバイスの概略平面図、(C)は無線ICデバイスの概略平面図である。

【図13】実施例5に係る無線ICデバイスの概略図であり、(A)は放射電極パターンの概略平面図、(B)は補助デバイスの概略平面図、(C)は無線ICデバイスの概略平面図である。

【図14】実施例6に係る無線ICデバイスの概略図であり、(A)は放射電極パターン

50

の概略平面図、(B)は補助デバイスの概略平面図、(C)は無線ICデバイスの概略平面図である。

【図15】実施例7に係る無線ICデバイスの概略図であり、(A)は放射電極パターンの概略平面図、(B)は補助デバイスの概略平面図、(C)は無線ICデバイスの概略平面図である。

【図16】実施例8に係る無線ICデバイスの概略図であり、(A)は放射電極パターンの概略平面図、(B)は補助デバイスの概略平面図、(C)は無線ICデバイスの概略平面図である。

【図17】実施例9に係る無線ICデバイスの概略図であり、(A)は放射電極パターンの概略平面図、(B)は補助デバイスの概略平面図、(C)は無線ICデバイスの概略平面図である。

10

【図18】実施例10に係る無線ICデバイスの要部の概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の無線ICデバイスを具体的な実施例に基づいて説明する。なお、実施例、変形例を示すそれぞれの図において、同じ部材、部分には共通する符号を付し、重複する説明は省略する。

【0013】

(実施例1、図1～図9参照)

図1および図2に示すように、本実施例の無線ICデバイス130は、無線信号を処理する無線ICチップ5を含んだ電磁結合モジュール120と、電磁結合モジュール120に接続された補助電極パターン110と、補助電極パターン110に結合されており、無線信号を放射する放射電極パターン100とを備えている。

20

【0014】

具体的には、図1(A)に示すように、放射電極パターン100は、ループ型に形成された所定の共振周波数 $f_1$ を有する磁界放射電極103と、ダイポール型に形成された所定の共振周波数 $f_2$ を有する電界放射電極105とが、結合部104を介して結合してなる磁界-電界の結合型のアンテナパターンとして形成されている。磁界放射電極103および電界放射電極105は、第2支持体101上に金属材料を所定形状にパターンニングすることによって形成されている。

30

【0015】

磁界放射電極103は、直線部103a、直線部103b、直線部103c、直線部103dおよび直線部103eを環状に接続してなるループ型に形成されており、直線部103aの開放側端部と直線部103eの開放側端部とは、所定の間隔106を介して対向している。また、電界放射電極105は、幅広部105a、直線部105bおよび幅広部105cを直線状に接続してなるダイポール型に形成されている。

【0016】

ここで、磁界放射電極103の共振周波数 $f_1$ は、電界放射電極105の共振周波数 $f_2$ と異なっていることが好ましい。すなわち、共振周波数 $f_1$ と共振周波数 $f_2$ とが異なっており( $f_1 \neq f_2$ )かつ磁界放射電極103と電界放射電極105とが結合していると、放射電極パターン100の周波数特性を広帯域化することができる。なお、磁界放射電極103と電界放射電極105との結合は、電氣的に直接結合していてもよいし、磁界や電界を介して結合していてもよい。なお、放射電極パターン100を構成する磁界放射電極103および電界放射電極105はそれぞれ無線信号の周波数付近で共振するアンテナパターンであって、磁界放射電極103は、主として磁界を無線信号の送受信に利用する放射電極であって、その電気長 $L_1$ (ループ状の磁界放射電極103の一方端から他方端までの電気長)は共振周波数 $f_1$ における波長 $\lambda_1$ に相当する( $L_1 = \lambda_1$ )。また、電界放射電極105は、主として電界を無線信号の送受信に利用する放射電極であって、その電気長 $L_2$ (ダイポール型の電界放射電極105の一方端から他方端までの電気長)は共振周波数 $f_2$ における波長 $\lambda_2$ の二分の一に相当する( $L_2 = \lambda_2 / 2$ )ように設計

40

50

されている。

【0017】

補助電極パターン110は、図1(B)に示すように、第1支持体111上に設けられた金属材料によってパターンニングされたループ状電極112からなる。そして、ループ状電極112は、直線部112a、直線部112b、直線部112c、直線部112dおよび直線部112eを環状に接続してなるループ型に形成されており、直線部112aの開放側端部と直線部112eの開放側端部とは、所定の間隔116を介して対向している。

【0018】

なお、補助電極パターンを構成する第1支持体や放射電極パターンを構成する第2支持体は、プリント配線板のようなリジッドな基板だけではなく、PETフィルムのようなフレキシブルの基板であってもよい。同様に、補助電極パターンを構成するループ状電極や放射電極パターンを構成する磁界放射電極や電界放射電極自体も、焼結金属や金属板のようなリジッドのものだけではなく、金属箔のようなフレキシブルのものであってもよい。さまざまな物品への用途を考慮すると、第1支持体および第2支持体は、PETフィルムのようなフレキシブルなシートであることが好ましい。

【0019】

また、図1(C)に示す電磁結合モジュール120は、図1(D)に示すように、ループ状電極112における直線部112aの開放側端部と直線部112eの開放側端部付近、すなわち間隔116を挟んで対向する端部付近に配置され、補助デバイス118を構成している。すなわち、補助デバイス118は、第1支持体111上に形成されたループ状電極112と、さらにその所定位置に搭載された電磁結合モジュール120とからなる。

【0020】

そして、図2(A)に示すように、補助デバイス118は、補助電極パターン110におけるループ状電極112の一部が、放射電極パターン100における電圧最大部に容量を介して結合されるよう、放射電極パターン100に貼り付けられている。つまり、ループ状電極112の一部が磁界放射電極103における電圧最大部と容量結合するように、第2支持体101に第1支持体111が貼り合わされている。具体的には、補助デバイス118は、放射電極パターン100のうち、無線信号が給電されたときに電圧がほぼ最大になる点(電圧最大点)付近に容量結合している。つまり、ループ状電極112の直線部112aおよび直線部112eが、磁界放射電極103の直線部103aおよび直線部103eとそれぞれ容量結合している。ここで、磁界放射電極103の直線部103aおよび直線部103eは、磁界放射電極103の開放端部の近傍(間隔106を介して対向する部分)であり、無線信号が給電されたときに電圧がほぼ最大になる領域であるため、この領域で補助電極パターン110と放射電極パターン101とが容量結合していれば、無線ICチップ5から放射電極パターン101への、あるいは、放射電極パターン101から無線ICチップ5への信号エネルギーの伝達効率を向上させることができる。

【0021】

本実施例において、補助電極パターン110のループ状電極112は、磁界放射電極103および電界放射電極105の両方に電氣的に跨って配置されている。上述したように、ループ状電極112は、その直線部112aおよび112eが磁界放射電極103の直線部103aおよび103eにそれぞれ容量結合するように配置されており、さらに、ループ状電極112の直線部112cは磁界放射電極103の直線部103cに磁界結合するように配置されている。そして、磁界放射電極103の直線部103cは電界放射電極105の直線部105bと結合部104を介して結合されており、磁界放射電極103の直線部103cにおける電流値は電界放射電極105の中央部分の電流値と実質的に同等であるため、本実施例においても、補助電極パターン110のループ状電極112は、磁界放射電極103および電界放射電極105の両方に電氣的に跨って配置されているといえる。

【0022】

そして、補助電極パターン110のループ状電極112は、無線信号が給電されたとき

に電流値が最大となる部分（電流最大部）と電圧値が最大となる部分（電圧最大部）を有している。すなわち、ループ状電極 112 の開放端部近傍（直線部 112 a や直線部 112 e の近傍）は電圧最大部となり、それに対向する部分、つまり直線部 112 c は電流最大部となる。

【0023】

他方、磁界放射電極 103 も無線信号が給電されたときに電圧値が最大となる部分（電圧最大部）を有しており、電界放射電極 105 も無線信号が給電されたときに電流値が最大となる部分（電流最大部）を有している。すなわち、磁界放射電極 103 においては、間隔 106 を挟んで対向する部分、つまり直線部 103 a および直線部 103 e 近傍が電圧最大部となり、間隔 106 に対向する部分、つまり直線部 103 c 近傍が電流最大部となる。また、電界放射電極 105 においては、その両端部（幅広部 105 a および幅広部 105 c）近傍が電圧最大部となっており、その中央部（直線部 105 b）近傍が電流最大部となる。

10

【0024】

本実施例では、磁界放射電極 103 のうち電界放射電極 105 と結合する部分は、電界放射電極 105 の電流最大部と電流値がほぼ等しいので、補助電極パターン 110 を構成するループ状電極 112 の電流最大部は、電界放射電極 105 における電流最大部に磁界結合されており、補助電極パターン 110 を構成するループ状電極 112 の電圧最大部は磁界放射電極 103 における電圧最大部に容量結合されるよう構成されている。その結果、信号のエネルギー伝達効率が大幅に向上し、放射電極パターン 100 への補助デバイス 118 の搭載位置が多少変動しても、十分に信号エネルギーが伝達される。

20

【0025】

電磁結合モジュール 120 は、図 2 (C) に示したように、無線 IC チップ 5 が、はんだ等の接合剤 7 を介して、少なくとも 1 つのコイルパターンを含んだ給電回路を含んだ給電回路基板 10 に搭載されており、さらに無線 IC チップ 5 が樹脂等の封止部材 15 によって封止された構造を有している。

【0026】

給電回路基板 10 は、図 3 に等価回路として示すように、互いに異なるインダクタンス値を有し、かつ、互いに逆相で磁気結合（相互インダクタンス  $M$  で示す）されているインダクタンス素子  $L_1$ 、 $L_2$  を含む共振回路・整合回路を有する給電回路 11 を備えている。

30

【0027】

無線 IC チップ 5 は、クロック回路、ロジック回路、メモリ回路などを含み、必要な情報がメモリされており、裏面に図示しない一対の入出力端子電極および一対の実装用端子電極が設けられている。図 4 に示すように、入出力端子電極は給電回路基板 10 上に形成した給電端子電極 42 a、42 b に、実装用端子電極は実装電極 43 a、43 b に金属パンクなどを介して電氣的に接続されている。なお、無線 IC チップはチップ状のものではなく、補助電極パターン 110 と一体的に形成されているものであってもよい。

【0028】

給電回路 11 に含まれるインダクタンス素子  $L_1$ 、 $L_2$  は逆相で磁気結合して無線 IC チップ 5 が処理する信号の周波数に共振する。そして、電磁結合モジュール 120 は補助電極パターン 110 の所定位置に接着剤等を介して搭載され、その給電回路 11 が補助電極パターン 110 のループ状電極 112 における直線部 112 a の開放端部、直線部 112 e の開放端部と電磁界結合している。給電回路 11 は、無線 IC チップ 5 のインピーダンス（通常 50  $\Omega$ ）と放射電極パターン 100 のインピーダンス（空間のインピーダンス 377  $\Omega$ ）とのマッチングを図るよう構成されていることが望ましい。

40

【0029】

したがって、給電回路 11 は、無線 IC チップ 5 から発信された所定の周波数を有する送信信号を、補助電極パターン 110 を介して放射電極パターン 100 に伝達し、かつ、放射電極パターン 100 で受信し、補助電極パターン 110 を経由した信号から所定の周

50

波数を有する受信信号を選択し、無線ＩＣチップ５に供給する、といった役割を担う。それゆえ、無線ＩＣデバイス１３０は、放射電極パターン１００で受信した信号によって無線ＩＣチップ５が動作され、無線ＩＣチップ５からの応答信号が放射電極パターン１００から外部に放射される。

#### 【００３０】

放射電極パターン１００を構成する磁界放射電極１０３は、直線部１０３ａの開放端部から直線部１０３ｅの開放端部までの所定の長さを有し、この電気長に相当する所定の共振周波数を有している。また、電界放射電極１０５も同様にその電気長に相当する所定の共振周波数を有している。ここで、磁界放射電極１０３の共振周波数を $f_1$ 、電界放射電極１０５の共振周波数を $f_2$ としたとき、 $f_1$ が $f_2$ よりも低い共振周波数となるように設計することが好ましい。すなわち、磁界放射電極１０３と電界放射電極１０５とをそれぞれ単体でみたとき、磁界放射電極１０３の電気長を電界放射電極１０５の電気長と同じかそれより長く設計することが好ましい。

10

#### 【００３１】

さらに、本実施例では、磁界放射電極１０３と電界放射電極１０５とは、結合部１０４を介して電氣的に導通するように接続されている。磁界放射電極１０３と電界放射電極１０５とは、磁界放射電極１０３に流れる電流および電界放射電極１０５に流れる電流が最大となる点を接続部とすることが好ましい。これにより、電磁結合モジュール１２０から送信された信号は、磁界放射電極１０３を伝播し、電界放射電極１０５に伝達され、両者の電流が最大となる点を接続点とすることにより両者の結合をより強くすることができ、信号の伝達効率を向上させることができる。

20

#### 【００３２】

そして、磁界放射電極１０３からは、その信号の一部が無線ＩＣデバイス１３０の外部に磁界として放射され、かつ、電界放射電極１０５からも信号が外部に電界として放射される。

#### 【００３３】

図５には、本実施例である無線ＩＣデバイス１３０の放射利得の周波数特性が示されている。図５から明らかなように、磁界放射電極１０３と電界放射電極１０５とが結合している状態での磁界放射電極１０３による共振周波数と、電界放射電極１０５による共振周波数との間の周波数帯域１００MHzという広帯域にわたって１．５dB以上の高い放射利得が得られていることが分かる。なお、図５におけるマーカ１とマーカ２は、それぞれUHF帯のRFIDの上限と下限の使用周波数を示している。

30

#### 【００３４】

さらに、無線ＩＣデバイス１３０が送受信する信号の周波数を $f_0$ としたとき、 $f_0$ がマーカ１の周波数 $f_1'$ （０．８６GHz）とマーカ２の周波数 $f_2'$ （０．９６GHz）との間になるように設定することにより、所定の信号周波数 $f_0$ において十分な放射利得を得ることができる。また、磁界放射電極１０３および電界放射電極１０５の製造上のばらつきにより周波数 $f_1'$ 、 $f_2'$ が多少変動したとしても、二つの周波数 $f_1'$ 、 $f_2'$ 間では無線ＩＣデバイスとして問題なく動作させることができるため、無線ＩＣデバイスとしての信頼性が向上する。

40

#### 【００３５】

ところで、磁界放射電極１０３と電界放射電極１０５とは結合部１０４を介して接続されているため、磁界放射電極１０３と電界放射電極１０５とが結合することにより放射電極パターン１００の共振周波数 $f_2$ が単体での設計値よりも低くなる。このため、磁界放射電極１０３の単体での共振周波数 $f_1$ は、電界放射電極１０５の共振周波数 $f_2$ よりも低くなるように設計することが好ましい。それにより、無線ＩＣデバイス１３０に周波数 $f_1'$ 、 $f_2'$ の帯域内において十分な放射特性を持たせることができる。また、磁界放射電極１０３の単体での共振周波数 $f_1$ は、給電回路１１の有する共振回路の共振周波数よりも高く設計することが好ましい。前述のように、磁界放射電極１０３が電界放射電極１０５と結合することにより磁界放射電極１０３の共振周波数 $f_1$ が低くなる。そのため

50

、磁界放射電極 103 の単体での共振周波数  $f_1$  を共振回路の共振周波数  $f_0$  よりも高く設計しておくことにより、無線 IC デバイス 130 が動作している際、つまり、磁界放射電極 103 と電界放射電極 105 とが結合している状態では、共振周波数  $f_0$  を周波数  $f_1'$ 、 $f_2'$  の帯域内に設定することができ、高い放射利得を有した状態で安定した通信を行うことができる。なお、電界放射電極 105 の共振周波数  $f_2$  は、信号の波長 に対して、 $\lambda/2$  未満であることが好ましい。

#### 【0036】

以上のように、無線 IC デバイス 130 にあっては、給電回路基板 10 に設けた給電回路 11 で信号の共振周波数が設定されており、その共振周波数は、磁界放射電極 103 の共振周波数と電界放射電極 105 の共振周波数の間に位置しているため、無線 IC デバイス 130 を種々の物品に取り付けてもそのまま動作し、放射特性の変動が抑制され、個別の物品ごとに放射電極パターン 100 の設計変更をする必要がなくなる。そして、放射電極パターン 100 から放射する送信信号の周波数および無線 IC チップ 5 に供給する受信信号の周波数は、給電回路基板 10 における給電回路 11 の共振周波数に実質的に相当する。給電回路基板 10 において送受信信号の周波数が決まるため、磁界放射電極 103 および電界放射電極 105 の形状やサイズ、配置関係などによらず、例えば、無線 IC デバイス 130 を丸めたり、誘電体で挟んだりしても、周波数特性が変化することなく、安定した周波数特性が得られる。

#### 【0037】

なお、結合部 104 における磁界放射電極 103 と電界放射電極 105 との結合度は、結合部 104 における電極の幅および間隔が影響する。すなわち、その幅および間隔が大きくなると結合度は小さくなる。

#### 【0038】

次に、給電回路基板 10 の構成について図 6 を参照して説明する。給電回路基板 10 は、誘電体あるいは磁性体からなるセラミックシート 41a ~ 41h を積層、圧着、焼成したものである。ただし、給電回路基板 10 を構成する絶縁層はセラミックシートに限定されるものではなく、たとえば、熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂のような樹脂シートであってもよい。最上層のシート 41a には、給電端子電極 42a、42b、実装電極 43a、43b、ビアホール導体 44a、44b、45a、45b が形成されている。2層目 ~ 8層目のシート 41b ~ 41h には、それぞれ、インダクタンス素子 L1、L2 を構成する配線電極 46a、46b が形成され、必要に応じてビアホール導体 47a、47b、48a、48b が形成されている。

#### 【0039】

以上のシート 41a ~ 41h を積層することにより、配線電極 46a がビアホール導体 47a にて螺旋状に接続されたインダクタンス素子 L1 が形成され、配線電極 46b がビアホール導体 47b にて螺旋状に接続されたインダクタンス素子 L2 が形成される。また、配線電極 46a、46b の線間にキャパシタンスが形成される。

#### 【0040】

シート 41b 上の配線電極 46a の端部 46a-1 はビアホール導体 45a を介して給電端子電極 42a に接続され、シート 41h 上の配線電極 46a の端部 46a-2 はビアホール導体 48a、45b を介して給電端子電極 42b に接続される。シート 41b 上の配線電極 46b の端部 46b-1 はビアホール導体 44b を介して給電端子電極 42b に接続され、シート 41h 上の配線電極 46b の端部 46b-2 はビアホール導体 48b、44a を介して給電端子電極 42a に接続される。

#### 【0041】

以上の給電回路 11 において、インダクタンス素子 L1、L2 はそれぞれ逆方向に巻かれているため、インダクタンス素子 L1、L2 で発生する磁界が相殺される。磁界が相殺されるため、所望のインダクタンス値を得るためには配線電極 46a、46b をある程度長くする必要がある。これにて Q 値が低くなるので共振特性の急峻性がなくなり、共振周波数付近で広帯域化することになる。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 4 2 】

インダクタンス素子 L 1 , L 2 は、給電回路基板 1 0 を平面透視したときに、左右の異なる位置に形成されている。また、インダクタンス素子 L 1 , L 2 で発生する磁界はそれぞれ逆向きになる。これにて、給電回路 1 1 を磁界放射電極 1 0 3 の直線部 1 0 3 a および直線部 1 0 3 e に結合させたとき、直線部 1 0 3 a および直線部 1 0 3 e には逆向きの電流が励起され、磁界放射電極 1 0 3 にて電界放射電極 1 0 5 へ信号を送受信することができる。

## 【 0 0 4 3 】

なお、本実施例では、放射電極パターン 1 0 0 への補助デバイス 1 1 8 の搭載位置は、図 2 ( A ) で示した位置に限定されるものではない。

10

## 【 0 0 4 4 】

たとえば、図 7 に示すように、無線 IC デバイス 1 3 0 a において、ループ状電極 1 1 2 に電磁結合モジュール 1 2 0 を結合してなる補助デバイス 1 1 8 を、放射電極パターン 1 0 0 を構成する磁界放射電極 1 0 3 の直線部 1 0 3 d と電界放射電極 1 0 5 の幅広部 1 0 5 c とを跨ぐように配置してもよい。この場合、ループ状電極 1 1 2 の直線部 1 1 2 c が電界放射電極 1 0 5 の電界最大部である幅広部 1 0 5 c と容量結合しており、ループ状電極 1 1 2 の直線部 1 1 2 a および直線部 1 1 2 e が磁界放射電極 1 0 3 の直線部 1 0 3 d と電界および磁界を介して結合している。

## 【 0 0 4 5 】

また、図 8 に示すように、無線 IC デバイス 1 3 0 b において、ループ状電極 1 1 2 に電磁結合モジュール 1 2 0 を結合してなる補助デバイス 1 1 8 を、放射電極パターン 1 0 0 を構成する磁界放射電極 1 0 3 の直線部 1 0 3 b と電界放射電極 1 0 5 の幅広部 1 0 5 a とを跨ぐように配置してもよい。この場合、ループ状電極 1 1 2 の直線部 1 1 2 b が電界放射電極 1 0 5 の電界最大部である幅広部 1 0 5 a と容量結合しており、ループ状電極 1 1 2 の直線部 1 1 2 d が磁界放射電極 1 0 3 の直線部 1 0 3 b と電界および磁界を介して結合している。

20

## 【 0 0 4 6 】

また、図 9 に示すように、無線 IC デバイス 1 3 0 c において、ループ状電極 1 1 2 に電磁結合モジュール 1 2 0 を結合してなる補助デバイス 1 1 8 を、ループ状電極 1 1 2 の直線部 1 1 2 a および直線部 1 1 2 e が放射電極パターン 1 0 0 を構成する磁界放射電極 1 0 3 の電界最大部である直線部 1 0 3 a および 1 0 3 e と容量結合するように、放射電極パターン 1 0 0 に配置してもよい。

30

## 【 0 0 4 7 】

( 実施例 2、図 1 0 参照 )

本実施例の構成部品である補助デバイス 2 1 0 は、図 1 0 に示すように、実施例 1 の構成部品である補助デバイス 1 1 8 とは、補助電極パターン 2 1 1 を構成するループ状電極 2 1 2 の形状が異なっている。つまり、ループ状電極 2 1 2 の形状は、正方形に限定されるものではなく、本実施例のように横長の長方形状であってもよい。また、縦長の長方形状やひし形状、丸状、楕円状であってもよい。

## 【 0 0 4 8 】

( 実施例 3、図 1 1 参照 )

本実施例の構成部品である補助デバイス 2 2 0 は、図 1 1 に示すように、実施例 1 の構成部品である補助デバイス 1 1 8 とは、補助電極パターン 2 1 1 を構成するループ状電極 2 1 3 の形状が異なっている。つまり、ループ状電極 2 1 3 の形状は、本実施例のように、その一部がミアンダ状に形成されていてもよい。なお、ループ状電極の一部にはコンデンサや抵抗が直列あるいは並列に挿入されていてもよい。また、ループ状電極は、コイル電極を積層してなる積層構造を有していてもよい。

40

## 【 0 0 4 9 】

( 実施例 4、図 1 2 参照 )

図 1 2 に示すように、本実施例の無線 IC デバイス 2 3 0 は、磁界放射電極 2 3 3 およ

50

び電界放射電極 2 3 4 が結合部 2 3 5 を介して結合してなる放射電極パターン 2 3 1 に、ループ状電極 1 1 2 に電磁結合モジュール 1 2 0 を結合してなる補助デバイス 1 1 8 を搭載したものである。本実施例のように、電界放射電極 2 3 4 は、ほぼ同一幅の直線部 2 3 4 a、直線部 2 3 4 b および直線部 2 3 4 c から構成されており、かつ、直線部 2 3 4 b に対して直線部 2 3 4 a および直線部 2 3 4 c が 90° 折れ曲がった構造を有していてもよい。

【 0 0 5 0 】

( 実施例 5、図 1 3 参照 )

図 1 3 に示すように、本実施例の無線 IC デバイス 2 4 0 は、磁界放射電極 2 4 3 および電界放射電極 2 4 4 が結合部 2 4 5 を介して結合してなる放射電極パターン 2 4 1 に、ループ状電極 1 1 2 に電磁結合モジュール 1 2 0 を結合してなる補助デバイス 1 1 8 を搭載したものである。本実施例のように、電界放射電極 2 4 4 は、ほぼ同一幅の直線状の電極であってもよい。

10

【 0 0 5 1 】

( 実施例 6、図 1 4 参照 )

図 1 4 に示すように、本実施例の無線 IC デバイス 2 5 0 は、磁界放射電極 2 5 3 および電界放射電極 2 5 4 が 2 つの結合部 2 5 5 a および 2 5 5 b を介して結合してなる放射電極パターン 2 5 1 に、ループ状電極 1 1 2 に電磁結合モジュール 1 2 0 を結合してなる補助デバイス 1 1 8 を搭載したものである。このように、磁界放射電極 2 5 3 と電界放射電極 2 5 4 とを結合させるための結合部は複数個所設けられていてもよい。

20

【 0 0 5 2 】

( 実施例 7、図 1 5 参照 )

図 1 5 に示すように、本実施例の無線 IC デバイス 2 6 0 は、磁界放射電極 2 6 3 および電界放射電極 2 6 4 からなる放射電極パターン 2 6 1 に、ループ状電極 1 1 2 に電磁結合モジュール 1 2 0 を結合してなる補助デバイス 1 1 8 を搭載したものである。磁界放射電極 2 6 3 は、直線部 2 6 3 a、直線部 2 6 3 b、直線部 2 6 3 c、直線部 2 6 5 a、直線部 2 6 4 b、直線部 2 6 5 b、直線部 2 6 3 d、直線部 2 6 3 e および直線部 2 6 3 f で構成されており、電界放射電極 2 6 4 は、直線部 2 6 4 a、直線部 2 6 4 b および直線部 2 6 4 c で構成されている。すなわち、直線部 2 6 4 b は磁界放射電極 2 6 3 と電界放射電極 2 6 4 に共通の電極部である。この場合、直線部 2 6 5 a および直線部 2 6 5 b の間隔が大きくなると磁界放射電極 2 6 3 と電界放射電極 2 6 4 の結合度は大きくなる。

30

【 0 0 5 3 】

( 実施例 8、図 1 6 参照 )

図 1 6 に示すように、本実施例の無線 IC デバイス 2 7 0 は、磁界放射電極 2 7 3 および電界放射電極 2 7 4 からなる放射電極パターン 2 7 1 に、ループ状電極 1 1 2 に電磁結合モジュール 1 2 0 を結合してなる補助デバイス 1 1 8 を搭載したものである。磁界放射電極 2 7 3 は、直線部 2 7 3 a、直線部 2 7 3 b、直線部 2 7 4 b、直線部 2 7 3 c および直線部 2 7 3 d で構成されており、電界放射電極 2 7 4 は、直線部 2 7 4 a、直線部 2 7 4 b および直線部 2 7 4 c で構成されている。すなわち、直線部 2 7 4 b は磁界放射電極 2 7 3 と電界放射電極 2 7 4 に共通の電極部である。この場合も、直線部 2 7 3 a および直線部 2 7 3 c の間隔が大きくなると磁界放射電極 2 7 3 と電界放射電極 2 7 4 の結合度は大きくなる。

40

【 0 0 5 4 】

( 実施例 9、図 1 7 参照 )

図 1 7 に示すように、本実施例の無線 IC デバイス 2 8 0 は、磁界放射電極 2 8 3 および電界放射電極 2 8 4 からなる放射電極パターン 2 8 1 に、ループ状電極 1 1 2 に電磁結合モジュール 1 2 0 を結合してなる補助デバイス 1 1 8 を搭載したものである。磁界放射電極 2 8 3 は、直線部 2 8 3 a、直線部 2 8 3 b、直線部 2 8 4 b、直線部 2 8 3 c および直線部 2 8 3 d で構成されており、電界放射電極 2 8 4 は、ミアンダ部 2 8 4 a、直線部 2 8 4 b およびミアンダ部 2 8 4 c で構成されている。すなわち、直線部 2 8 4 b は磁

50

界放射電極 283 と電界放射電極 284 に共通の電極部である。この場合も、直線部 283 a および直線部 283 c の間隔が大きくなると磁界放射電極 283 と電界放射電極 284 の結合度は大きくなる。このように、電界放射電極 284 の両端部をミアンダ状に形成することにより、放射電極パターン 281 全体のサイズを小型化することができる。

【0055】

(実施例 10、図 18 参照)

図 18 に示すように、補助デバイス 225 は、第 1 支持体 111 上のループ状電極 112 に無線 IC チップ 5 を搭載したものであっても構わない。つまり、給電回路基板を用いず、ループ状電極 112 の直線部 112 a および直線部 112 e の端部に無線 IC チップ 5 の入出力電極をはんだ等の接合剤 6 を介して搭載しても構わない。この場合、補助電極パターンを構成するループ状電極 112 は、無線 IC チップ 5 の入出力インピーダンスと放射電極パターンのインピーダンスをマッチングさせるよう、整合回路の機能を有していることが好ましい。

10

【産業上の利用可能性】

【0056】

以上のように、本発明は、無線 IC デバイスに有用であり、特に、無線 IC と放射電極パターン間での信号エネルギーの伝達効率が向上する点で優れている。

【符号の説明】

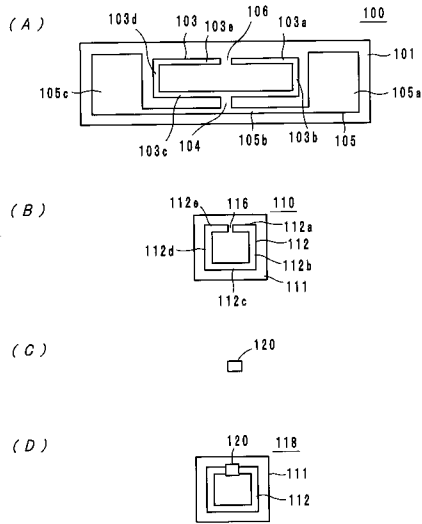
【0057】

5 ... 無線 IC チップ  
 100, 231, 241, 251, 261, 271, 281 ... 放射電極パターン  
 101 ... 第 2 支持体  
 111 ... 第 1 支持体  
 103, 233, 243, 253, 263, 273, 283 ... 磁界放射電極  
 105, 234, 244, 254, 264, 274, 284 ... 電界放射電極  
 110, 211 ... 補助電極パターン  
 112, 212, 213 ... ループ状電極  
 118, 210, 220, 225 ... 補助デバイス  
 120 ... 電磁結合モジュール  
 130, 130 a, 130 b, 130 c, 230, 240, 250, 260, 270, 280 ... 無線 IC デバイス

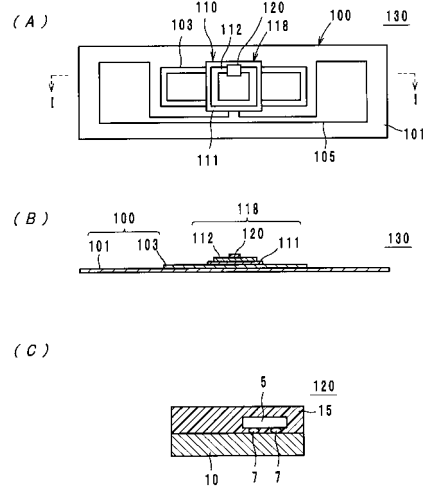
20

30

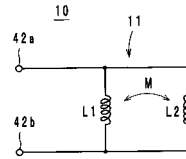
【図1】



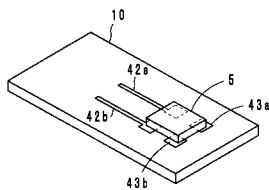
【図2】



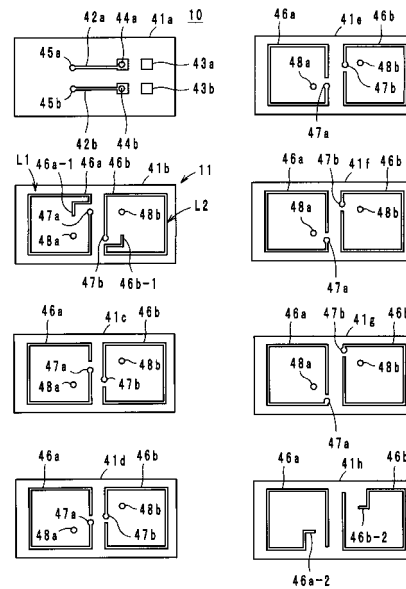
【図3】



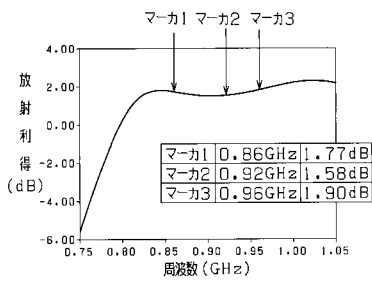
【図4】



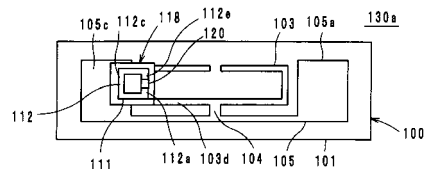
【図6】



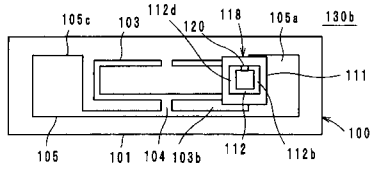
【図5】



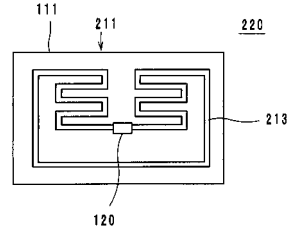
【図7】



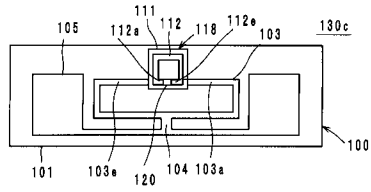
【図 8】



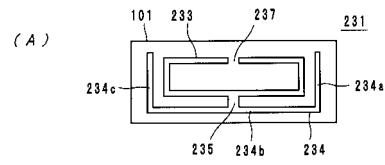
【図 11】



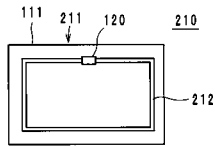
【図 9】



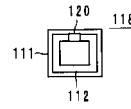
【図 12】



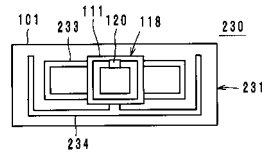
【図 10】



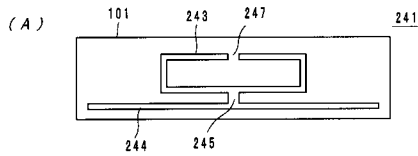
(B)



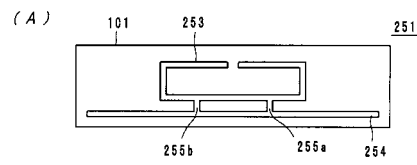
(C)



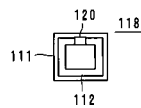
【図 13】



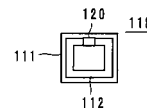
【図 14】



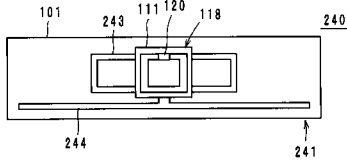
(B)



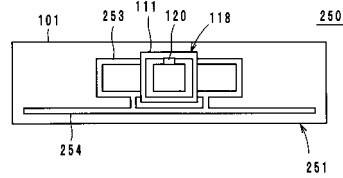
(B)



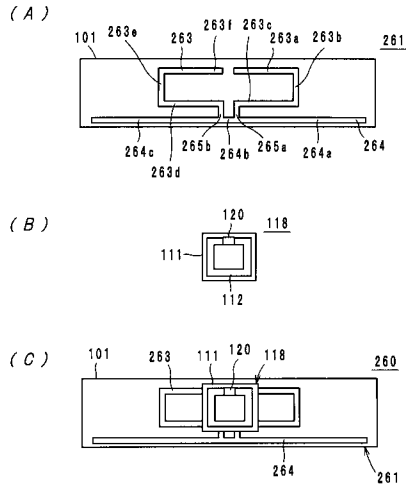
(C)



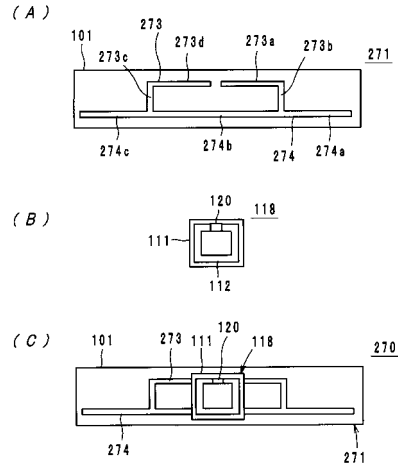
(C)



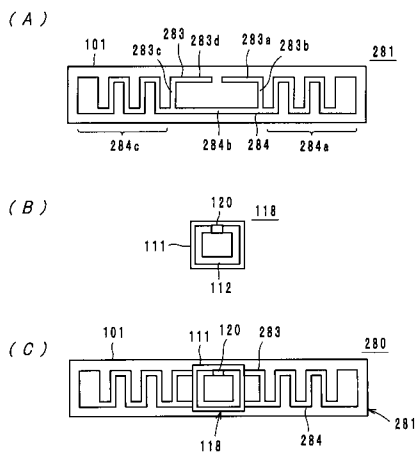
【 図 15 】



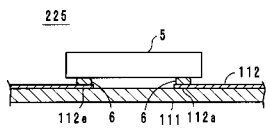
【 図 16 】



【 図 17 】



【 図 18 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-107947(JP,A)  
国際公開第2007/083575(WO,A1)  
国際公開第2009/110381(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 9/16

G06K 19/07