

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4535209号  
(P4535209)

(45) 発行日 平成22年9月1日(2010.9.1)

(24) 登録日 平成22年6月25日(2010.6.25)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 Q	1/38 (2006.01)	HO 1 Q	1/38
HO 1 Q	7/00 (2006.01)	HO 1 Q	7/00
GO 6 K	19/07 (2006.01)	GO 6 K	19/00 H
GO 6 K	19/077 (2006.01)	GO 6 K	19/00 K
HO 1 Q	23/00 (2006.01)	HO 1 Q	23/00

請求項の数 22 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2010-506731 (P2010-506731)	(73) 特許権者	000006231
(86) (22) 出願日	平成21年4月14日(2009.4.14)		株式会社村田製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/057482		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(87) 国際公開番号	W02009/128437	(74) 代理人	100091432
(87) 国際公開日	平成21年10月22日(2009.10.22)		弁理士 森下 武一
審査請求日	平成22年2月15日(2010.2.15)	(74) 代理人	100124729
(31) 優先権主張番号	特願2008-104955 (P2008-104955)		弁理士 谷 和紘
(32) 優先日	平成20年4月14日(2008.4.14)	(72) 発明者	片矢 猛
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
早期審査対象出願		(72) 発明者	株式会社村田製作所内
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線ICデバイス、電子機器及び無線ICデバイスの共振周波数の調整方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送受信信号を処理する無線ICチップと、  
前記無線ICチップを実装した回路基板と、  
前記回路基板に形成されたグランド電極と、  
前記無線ICチップと結合されるとともに、前記グランド電極と結合するように前記回路基板に形成されたループ状電極と、  
を備え、  
前記グランド電極にその共振周波数を調整するためのスリット及びノ又は切欠きが形成されていること、  
を特徴とする無線ICデバイス。

【請求項2】

送受信信号を処理する無線ICと、インダクタンス素子を含み、該インダクタンス素子が前記無線ICと結合されている給電回路基板とで構成された電磁結合モジュールと、  
前記電磁結合モジュールを実装した回路基板と、  
前記回路基板に形成されたグランド電極と、  
前記給電回路基板と結合されるとともに、前記グランド電極と結合するように前記回路基板に形成されたループ状電極と、  
を備え、  
前記グランド電極にその共振周波数を調整するためのスリット及びノ又は切欠きが形成

されていること、

を特徴とする無線ＩＣデバイス。

【請求項 3】

前記ループ状電極がインピーダンス整合機能を備えていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 4】

前記ループ状電極と前記グランド電極とが互いに絶縁状態で配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 5】

前記ループ状電極と前記グランド電極とが互いに電氣的に導通状態で配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

10

【請求項 6】

前記ループ状電極は前記グランド電極に形成された開口部の周囲に形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 7】

前記ループ状電極の内側に整合電極を有することを特徴とする請求項 6 に記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 8】

前記スリット及びノッチ又は切欠きは前記無線ＩＣチップ又は前記電磁結合モジュールを配置した側辺に形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

20

【請求項 9】

前記スリット及びノッチ又は切欠きは前記無線ＩＣチップ又は前記電磁結合モジュールを配置した側辺とは反対側の側辺に形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 10】

前記スリット及びノッチ又は切欠きは前記無線ＩＣチップ又は前記電磁結合モジュールを配置した側辺に直交する側辺に形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 11】

30

前記スリットはＬ字形状をなしていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 10 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 12】

前記スリット及びノッチ又は切欠きは前記グランド電極が複数の共振周波数を持つように複数形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 11 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 13】

前記回路基板は複数の誘電体層又は磁性体層を積層してなる多層基板であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 12 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 14】

40

前記グランド電極は前記回路基板の複数の層に配置されていることを特徴とする請求項 13 に記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 15】

前記スリット及びノッチ又は切欠きに回路配線が配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 14 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 16】

前記回路基板に実装された金属部材が前記グランド電極と導通状態にあることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 15 のいずれかに記載の無線ＩＣデバイス。

【請求項 17】

前記グランド電極は、並列に接続されたインダクタンス成分及びキャパシタンス成分と

50

、これらに直列に接続されたいま一つのインダクタンス成分を有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 6 に記載の無線 IC デバイス。

【請求項 1 8】

さらに、整合電極を有し、

前記ループ状電極及び前記整合電極は、並列に接続されたインダクタンス成分及びキャパシタンス成分と、これらに直列に接続されたいま一つのインダクタンス成分を有すること、

を特徴とする請求項 1 ないし請求項 1 7 のいずれかに記載の無線 IC デバイス。

【請求項 1 9】

請求項 1 ないし請求項 1 8 のいずれかに記載の無線 IC デバイスを備えたことを特徴とする電子機器。 10

【請求項 2 0】

送受信信号を処理する無線 IC チップと、

前記無線 IC チップを実装した回路基板と、

前記回路基板に形成されたグラウンド電極と、

前記無線 IC チップと結合されるとともに、前記グラウンド電極と結合するように前記回路基板に形成されたループ状電極と、

を備えた無線 IC デバイスの共振周波数の調整方法であって、

前記グラウンド電極にスリット及びノ又は切欠きを形成することで共振周波数を調整すること、 20

を特徴とする無線 IC デバイスの共振周波数の調整方法。

【請求項 2 1】

送受信信号を処理する無線 IC と、インダクタンス素子を含み、該インダクタンス素子が前記無線 IC と結合されている給電回路基板とで構成された電磁結合モジュールと、

前記電磁結合モジュールを実装した回路基板と、

前記回路基板に形成されたグラウンド電極と、

前記給電回路基板と結合されるとともに、前記グラウンド電極と結合するように前記回路基板に形成されたループ状電極と、

を備えた無線 IC デバイスの共振周波数の調整方法であって、

前記グラウンド電極にスリット及びノ又は切欠きを形成することで共振周波数を調整すること、 30

を特徴とする無線 IC デバイスの共振周波数の調整方法。

【請求項 2 2】

前記グラウンド電極にスリット及びノ又は切欠きを形成することで、並列に接続されたインダクタンス成分及びキャパシタンス成分と、これらに直列に接続されたいま一つのインダクタンス成分を形成し、共振周波数を調整すること、を特徴とする請求項 2 0 又は請求項 2 1 に記載の無線 IC デバイスの共振周波数の調整方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】 40

本発明は、無線 IC デバイス、特に、RFID (Radio Frequency Identification) システムに用いられる無線 IC チップを有する無線 IC デバイス、該無線 IC デバイスを備えた電子機器、及び、無線 IC デバイスの共振周波数の調整方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、物品の管理システムとして、誘導電磁界を発生するリーダライタと物品や容器などに付された所定の情報を記憶した IC チップ (IC タグ、無線 IC チップとも称する) とを非接触方式で通信し、情報を伝達する RFID システムが開発されている。

【0 0 0 3】

特許文献 1 には、IC チップとプリント配線回路基板内に形成されたアンテナとを備え 50

たRFIDタグが記載されている。このRFIDタグでは、プリント配線回路基板内のアンテナと該基板の主面上に実装したICチップとを電氣的に導通状態で接続している。そして、アンテナをプリント配線回路基板内に配置することにより、RFIDタグを小型化している。

【0004】

しかしながら、このRFIDタグでは、専用のアンテナを設けているため、アンテナ作製工程が必要でコストが上昇し、かつ、設置スペースも必要で大型化する。また、ICチップを変更するとアンテナ形状なども変更する必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特表平11-515094号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

そこで、本発明の目的は、専用のアンテナを設けることなく、小型化を達成できるとともにアンテナとして機能する放射板（電極）の利得を向上させることのできる無線ICデバイス、該無線ICデバイスを備えた電子機器、及び、無線ICデバイスの共振周波数の調整方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

前記目的を達成するため、本発明の第1形態である無線ICデバイスは、  
送受信信号を処理する無線ICチップと、  
前記無線ICチップを実装した回路基板と、  
前記回路基板に形成されたグラウンド電極と、  
前記無線ICチップと結合されるとともに、前記グラウンド電極と結合するように前記回路基板に形成されたループ状電極と、  
を備え、  
前記グラウンド電極にその共振周波数を調整するためのスリット及び/又は切欠きが形成されていること、  
を特徴とする。

30

【0008】

本発明の第2形態である無線ICデバイスは、  
送受信信号を処理する無線ICと、インダクタンス素子を含み、該インダクタンス素子が前記無線ICと結合されている給電回路基板とで構成された電磁結合モジュールと、  
前記電磁結合モジュールを実装した回路基板と、  
前記回路基板に形成されたグラウンド電極と、  
前記給電回路基板と結合されるとともに、前記グラウンド電極と結合するように前記回路基板に形成されたループ状電極と、  
を備え、  
前記グラウンド電極にその共振周波数を調整するためのスリット及び/又は切欠きが形成されていること、  
を特徴とする。

40

【0009】

前記無線ICデバイスにおいては、無線ICチップ又は給電回路基板と回路基板に形成されたグラウンド電極とがループ状電極を介して結合され、グラウンド電極が無線IC（チップ）の放射板（アンテナ）として機能する。即ち、グラウンド電極で受信された信号によってループ状電極を介して無線IC（チップ）が動作され、該無線IC（チップ）からの応答信号がループ状電極を介してグラウンド電極から外部に放射される。従って、必ずしも専用のアンテナを作製する必要がなく、それを設置するスペースも必要としない。また、ル

50

ープ状電極にて無線IC(チップ)と前記グランド電極とのインピーダンスを整合させることができ、必ずしも別途整合部を設ける必要がなく、無線IC(チップ)と前記グランド電極との信号伝達効率が向上する。

【0010】

ところで、放射板(アンテナ)の利得は放射板が共振していると大きくなり、その共振周波数は放射板(グランド電極)の両端部を共振端とする特定の値となる。グランド電極をアンテナとして利用すると、該グランド電極のサイズは概ね回路基板のサイズによって決められる。この場合、グランド電極の共振周波数がRFIDシステムでの使用周波数とずれてしまい、アンテナとしての利得が低下するおそれがある。前記無線ICデバイスにあっては、アンテナとして機能させるグランド電極にその共振周波数を調整するためのスリット及び/又は切欠きを形成することによって共振モードを任意に設定することができ、グランド電極がRFIDシステムの使用周波数に近付いた好ましい共振周波数を持つことになり、利得が向上する。

10

【0011】

第2形態である無線ICデバイスにおいては、例えば無線ICチップなどの無線ICとループ状電極との間に給電回路基板が介在されている。この給電回路基板はインダクタンス素子を有する共振回路及び/又は整合回路を含むもので、共振回路及び/又は整合回路によって使用周波数が実質的に設定され、RFIDシステムの使用周波数に応じて無線ICを変更した場合、共振回路及び/又は整合回路の設計を変更するだけでよく、放射板(グランド電極)の形状やサイズ、配置、あるいは、ループ状電極とグランド電極又は給電回路基板との結合状態まで変更する必要はない。また、共振回路及び/又は整合回路は無線ICとグランド電極とのインピーダンス整合機能をも備えることができ、無線ICとグランド電極との信号伝達効率を向上させることができる。

20

【0012】

なお、無線IC(チップ)は、本無線ICデバイスが取り付けられる物品に関する各種情報がメモリされている以外に、情報が書き換え可能であってもよく、RFIDシステム以外の情報処理機能を有していてもよい。

【0013】

本発明の第3形態である電子機器は、前記第1形態又は第2形態である無線ICデバイスを備えたことを特徴とする。

30

【0014】

本発明の第4形態である無線ICデバイスの共振周波数の調整方法は、送受信信号を処理する無線ICチップと、前記無線ICチップを実装した回路基板と、前記回路基板に形成されたグランド電極と、前記無線ICチップと結合されるとともに、前記グランド電極と結合するように前記回路基板に形成されたループ状電極と、を備えた無線ICデバイスの共振周波数の調整方法であって、前記グランド電極にスリット及び/又は切欠きを形成することで共振周波数を調整すること、を特徴とする。

40

【0015】

本発明の第5形態である無線ICデバイスの共振周波数の調整方法は、送受信信号を処理する無線ICと、インダクタンス素子を含み、該インダクタンス素子が前記無線ICと結合されている給電回路基板とで構成された電磁結合モジュールと、前記電磁結合モジュールを実装した回路基板と、前記回路基板に形成されたグランド電極と、前記給電回路基板と結合されるとともに、前記グランド電極と結合するように前記回路基板に形成されたループ状電極と、を備えた無線ICデバイスの共振周波数の調整方法であって、

50

前記グラウンド電極にスリット及び／又は切欠きを形成することで共振周波数を調整すること、

を特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、回路基板に既設のグラウンド電極をアンテナとして利用することができ、必ずしも別部品としてアンテナを配置する必要がなくなり、無線ICデバイスないし該デバイスを搭載した機器を小型化することができる。しかも、スリット及び／又は切欠きを形成することによってアンテナとして機能するグラウンド電極の共振周波数を調整でき、利得が向上する。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】無線ICデバイスの第1の基本形態を示し、(A)は平面図、(B)は断面図である。

【図2】無線ICチップを示す斜視図である。

【図3】無線ICデバイスの第2の基本形態を示し、(A)は平面図、(B)は断面図である。

【図4】無線ICデバイスの第3の基本形態を示し、(A)は平面図、(B)は断面図である。

【図5】無線ICデバイスの第4の基本形態を示し、(A)は平面図、(B)は断面図である。

20

【図6】共振回路の第1例を内蔵した給電回路基板を示す分解斜視図である。

【図7】共振回路の第2例を設けた給電回路基板を示す平面図である。

【図8】無線ICデバイスの第1実施例を示す平面図である。

【図9】第1実施例の要部を示す拡大平面図である。

【図10】無線ICデバイスの第2実施例を示す平面図である。

【図11】無線ICデバイスの第3実施例を示す平面図である。

【図12】無線ICデバイスの第4実施例を示す平面図である。

【図13】無線ICデバイスの第5実施例を示す平面図である。

【図14】無線ICデバイスの第6実施例を示す平面図である。

30

【図15】無線ICデバイスの第7実施例を示す平面図である。

【図16】無線ICデバイスの第8実施例を示す平面図である。

【図17】無線ICデバイスの第9実施例を示す平面図である。

【図18】無線ICデバイスの第10実施例を示す平面図である。

【図19】無線ICデバイスの第11実施例を示す平面図である。

【図20】無線ICデバイスの第12実施例を示す平面図である。

【図21】無線ICデバイスの第13実施例を示す平面図である。

【図22】無線ICデバイスの第14実施例を示す平面図である。

【図23】ループ状電極の他の例を示す平面図である。

【図24】ループ状電極の他の例を示す平面図である。

40

【図25】ループ状電極の他の例を示す平面図である。

【図26】ループ状電極の他の例を示す平面図である。

【図27】ループ状電極の他の例を示す平面図である。

【図28】ループ状電極の他の例を示す平面図である。

【図29】無線ICデバイスの第15実施例を示す平面図である。

【図30】第15実施例を等価回路とともに示す平面図である。

【図31】第15実施例の特性を示すグラフである。

【図32】第15実施例の特性と比較例の特性を示すグラフである。

【図33】無線ICデバイスの第16実施例を示す平面図である。

【図34】無線ICデバイスの第17実施例を等価回路とともに示す平面図である。

50

【図 3 5】無線 IC デバイスの第 1 8 実施例を等価回路とともに示す平面図である。

【図 3 6】無線 IC デバイスの第 1 9 実施例を示す平面図である。

【図 3 7】第 1 9 実施例を等価回路とともに示す平面図である。

【図 3 8】第 1 9 実施例の特性を示すグラフである。

【図 3 9】第 1 9 実施例の特性と比較例の特性を示すグラフである。

【図 4 0】ループ状電極の一変形例を示す平面図である。

【図 4 1】無線 IC デバイスの第 2 0 実施例を示す平面図である。

【図 4 2】無線 IC デバイスの第 2 1 実施例を示す平面図である。

【図 4 3】無線 IC デバイスの第 2 2 実施例を等価回路とともに示す平面図である。

【図 4 4】無線 IC デバイスの第 2 3 実施例を等価回路とともに示す平面図である。

10

【図 4 5】無線 IC デバイスの第 2 4 実施例を等価回路とともに示す平面図である。

【図 4 6】本発明に係る電子機器の一実施例である携帯電話を示す斜視図である。

【図 4 7】前記携帯電話に内蔵されているプリント配線回路基板を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明に係る無線 IC デバイス、電子機器、及び、無線 IC デバイスの共振周波数の調整方法の実施例について添付図面を参照して説明する。なお、各図において、共通する部品、部分は同じ符号を付し、重複する説明は省略する。

【0019】

(第 1 の基本形態、図 1 及び図 2 参照)

20

図 1 に本発明に係る無線 IC デバイスの第 1 の基本形態を示す。この第 1 の基本形態は、プリント配線回路基板 2 0 上にループ状電極 2 2 をグランド電極 2 1 とは別体に設け、該ループ状電極 2 2 に所定周波数の送受信信号を処理する無線 IC チップ 5 を結合させたものである。グランド電極 2 1 及びループ状電極 2 2 は、それぞれ回路基板 2 0 の主面上に導体ペーストの塗布や、回路基板 2 0 上に設けた金属箔をエッチングすることなどで設けられている。

【0020】

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、図 2 に示すように、裏面に入出力端子電極 6 , 6 及び実装用端子電極 7 , 7 が設けられている。入出力端子電極 6 , 6 がループ状電極 2 2 の両端に設けた

30

接続用電極 2 2 a , 2 2 b に金属バンプ 8 にて電氣的に接続されている。また、回路基板 2 0 上には一対の接続用電極 2 2 c , 2 2 d が設けられ、無線 IC チップ 5 の端子電極 7 , 7 がこの接続用電極 2 2 c , 2 2 d に金属バンプ 8 を介して電氣的に接続されている。

【0021】

ループ状電極 2 2 はグランド電極 2 1 のエッジ部 2 1 a に対して平行に近接して設けられ、この両者は電界により結合している。即ち、ループ状電極 2 2 をグランド電極 2 1 のエッジ部 2 1 a に近接させることで、ループ状電極 2 2 から直交方向にループ状の磁界 H (図 1 (A) の点線参照) が発生し、その磁界 H がグランド電極 2 1 に対して直交方向に交わることによってグランド電極 2 1 のエッジ部 2 1 a にループ状の電界 E (図 1 (A) の一点鎖線参照) が励振される。このループ状電界 E によりさらにループ状磁界 H が誘起

40

されることにより、ループ状電界 E とループ状磁界 H とがグランド電極 2 1 の全面に広がっていき、高周波信号を空中に放射する。このようにグランド電極 2 1 とループ状電極 2 2 とを近接して、かつ、絶縁状態で配置することによって、両者を確実に電磁界結合させることができ、放射特性が向上する。

【0022】

以上のごとくループ状電極 2 2 がグランド電極 2 1 と電磁界により結合することにより、リーダライタから放射されてグランド電極 2 1 で受信された高周波信号がループ状電極 2 2 を介して無線 IC チップ 5 に供給され、無線 IC チップ 5 が動作する。一方、無線 IC チップ 5 からの応答信号がループ状電極 2 2 を介してグランド電極 2 1 に伝達され、グランド電極 2 1 からリーダライタに放射される。

50

## 【 0 0 2 3 】

グラウンド電極 2 1 は本無線 IC デバイスが收容される電子機器のプリント配線回路基板 2 0 に既設のものを利用してよい。あるいは、電子機器に搭載されている他の電子部品のグラウンド電極として使用されるものであってもよい。従って、この無線 IC デバイスにおいては、専用のアンテナを作製する必要がなく、それを設置するスペースも必要としない。しかも、グラウンド電極 2 1 は大きなサイズで形成されているため、放射利得が向上する。

## 【 0 0 2 4 】

また、ループ状電極 2 2 は、その長さ、電極幅及びグラウンド電極 2 1 との間隔などを調整することで、無線 IC チップ 5 とグラウンド電極 2 1 とのインピーダンスの整合をとることができる。さらに、回路基板 2 0 は複数の誘電体層又は磁性体層を積層してなる多層基板であってもよい。このような多層基板であれば、ループ状電極 2 2 やグラウンド電極 2 1 を多層の回路基板 2 0 の複数の層に配置し、周知のビアホール導体を用いて電氣的に導通状態を形成してもよい。また、ループ状電極 2 2 やグラウンド電極 2 1 を回路基板 2 0 の裏面に形成し、回路基板 2 0 の表面に搭載した無線 IC チップ 5 とループ状電極 2 2 とをビアホール導体で結合させてもよい。

## 【 0 0 2 5 】

(第 2 の基本形態、図 3 参照)

図 3 に本発明に係る無線 IC デバイスの第 2 の基本形態を示す。この第 2 の基本形態は、プリント配線回路基板 2 0 上に設けたグラウンド電極 2 1 の一側辺に開口部 2 1 b を形成することにより該開口部 2 1 b の周囲にループ状電極 3 1 を設けたもので、接続用電極 3 1 a , 3 1 b が無線 IC チップ 5 の入出力端子電極 6 , 6 (図 2 参照) と金属バンプ 8 を介して電氣的に接続されている。また、回路基板 2 0 の表面に形成した接続用電極 3 1 c , 3 1 d が無線 IC チップ 5 の実装用端子電極 7 , 7 と金属バンプ 8 を介して電氣的に接続されている。

## 【 0 0 2 6 】

第 2 の基本形態において、ループ状電極 3 1 はグラウンド電極 2 1 と電氣的に導通状態を結合し、このループ状電極 3 1 が介在することで無線 IC チップ 5 とグラウンド電極 2 1 とが結合する。第 2 の基本形態の動作は前記第 1 の基本形態と同様であり、その作用効果も第 1 の基本形態で説明したとおりである。

## 【 0 0 2 7 】

なお、ループ状電極 3 1 は以下に詳述するように種々の形状を採用することができる。また、グラウンド電極 2 1 やループ状電極 3 1 を回路基板 2 0 の内部や裏面に形成してもよいことは勿論である。

## 【 0 0 2 8 】

(第 3 の基本形態、図 4 参照)

図 4 に本発明に係る無線 IC デバイスの第 3 の基本形態を示す。この第 3 の基本形態は、無線 IC チップ 5 を給電回路基板 1 0 に搭載して電磁結合モジュール 1 を構成し、該電磁結合モジュール 1 をプリント配線回路基板 2 0 に設けたループ状電極 3 5 に電氣的に接続したものである。ループ状電極 3 5 は、前記第 1 の基本形態で示したループ状電極 2 2 (図 1 参照) と同様に、回路基板 2 0 の表面に設けたグラウンド電極 2 1 に近接して配置され、グラウンド電極 2 1 と磁界により結合している。

## 【 0 0 2 9 】

無線 IC チップ 5 は、図 2 に示した入出力端子電極 6 , 6 が給電回路基板 1 0 の表面に設けた電極 1 2 a , 1 2 b (図 6 及び図 7 参照) に金属バンプ 8 を介して電氣的に接続され、実装用端子電極 7 , 7 が電極 1 2 c , 1 2 d に金属バンプ 8 を介して電氣的に接続されている。さらに、給電回路基板 1 0 の表面と無線 IC チップ 5 の裏面との間には両者の接合強度を向上させる効果も有する保護膜 9 が設けられている。

## 【 0 0 3 0 】

給電回路基板 1 0 は、インダクタンス素子を有する共振回路 (図 4 では省略) を内蔵し

10

20

30

40

50



たもので、裏面には外部電極 19 a , 19 b ( 図 6 及び図 7 参照 ) が設けられ、表面には接続用電極 12 a ~ 12 d ( 図 6 及び図 7 参照 ) が形成されている。外部電極 19 a , 19 b は基板 10 に内蔵された共振回路と電磁界結合し、ループ状電極 35 の接続用電極 35 a , 35 b とは図示しない導電性接着剤を介して電氣的に導通状態で接続されている。なお、この電氣的な接続には半田などを用いてもよい。

【 0031 】

即ち、給電回路基板 10 には所定の共振周波数を有する共振回路が内蔵されており、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外部電極 19 a , 19 b 及びループ状電極 35 を介してグランド電極 21 に伝達し、かつ、グランド電極 21 で受けた信号から所定の周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。それゆえ、この無線 IC デバイスは、グランド電極 21 で受信された信号によって無線 IC チップ 5 が動作され、該無線 IC チップ 5 からの応答信号がグランド電極 21 から外部に放射される。

10

【 0032 】

前記電磁結合モジュール 1 にはあっては、給電回路基板 10 の裏面に設けた外部電極 19 a , 19 b が、基板 10 に内蔵された共振回路と電磁界結合するとともに、アンテナとして機能するグランド電極 21 と電界結合しているループ状電極 35 と電氣的に導通している。電磁結合モジュール 1 としては比較的サイズの大きいアンテナ素子を別部品として搭載する必要はなく、小型に構成できる。しかも、給電回路基板 10 も小型化されているので、無線 IC チップ 5 はこのような小型の給電回路基板 10 に搭載すればよく、従来から広く使用されている IC 実装機などを用いることができ、実装コストが低減する。また、使用周波数帯を変更するに際しては、共振回路の設計を変更するだけでよい。

20

【 0033 】

なお、給電回路基板 10 内に形成される素子としては、インダクタンス素子のみでもよい。インダクタンス素子は無線 IC チップ 5 と放射板 ( グランド電極 21 ) とのインピーダンス整合機能を有している。

【 0034 】

( 第 4 の基本形態、図 5 参照 )

図 5 に本発明に係る無線 IC デバイスの第 4 の基本形態を示す。この第 4 の基本形態は、プリント配線回路基板 20 上に設けたグランド電極 21 の一側辺に開口部 21 b を形成することにより該開口部 21 b の周囲にループ状電極 36 を設け、かつ、無線 IC チップ 5 を給電回路基板 10 に搭載した電磁結合モジュール 1 をループ状電極 36 に電氣的に接続したものである。ループ状電極 36 は、接続用電極 36 a , 36 b が給電回路基板 10 の裏面に設けた外部電極 19 a , 19 b と図示しない導電性接着剤を介して電氣的に導通状態で接続されている。なお、第 4 の基本形態における給電回路基板 10 の構成、作用は前記第 3 の基本形態と同様であり、ループ状電極 36 の作用は前記第 2 の基本形態で示したループ状電極 31 と同様である。

30

【 0035 】

( 共振回路の第 1 例、図 6 参照 )

給電回路基板 10 に内蔵された共振回路の第 1 例を図 6 に示す。この給電回路基板 10 は、誘電体からなるセラミックシート 11 A ~ 11 H を積層、圧着、焼成したもので、シート 11 A には接続用電極 12 a , 12 b と電極 12 c , 12 d とビアホール導体 13 a , 13 b が形成され、シート 11 B にはキャパシタ電極 18 a と導体パターン 15 a , 15 b とビアホール導体 13 c ~ 13 e が形成され、シート 11 C にはキャパシタ電極 18 b とビアホール導体 13 d ~ 13 f が形成されている。さらに、シート 11 D には導体パターン 16 a , 16 b とビアホール導体 13 e , 13 f , 14 a , 14 b , 14 d が形成され、シート 11 E には導体パターン 16 a , 16 b とビアホール導体 13 e , 13 f , 14 a , 14 c , 14 e が形成され、シート 11 F にはキャパシタ電極 17 と導体パターン 16 a , 16 b とビアホール導体 13 e , 13 f , 14 f , 14 g が形成され、シート 11 G には導体パターン 16 a , 16 b とビアホール導体 13 e , 13 f , 14 f , 14

40

50

g が形成され、シート 11 H には導体パターン 16 a , 16 b とビアホール導体 13 f が形成されている。

【 0036 】

以上のシート 11 A ~ 11 H を積層することにより、ビアホール導体 14 c , 14 d , 14 g で螺旋状に接続された導体パターン 16 a にてインダクタンス素子 L 1 が構成され、ビアホール導体 14 b , 14 e , 14 f で螺旋状に接続された導体パターン 16 b にてインダクタンス素子 L 2 が構成され、キャパシタ電極 18 a , 18 b にてキャパシタンス素子 C 1 が構成され、キャパシタ電極 18 b , 17 にてキャパシタンス素子 C 2 が構成される。

【 0037 】

インダクタンス素子 L 1 の一端はビアホール導体 13 d 、導体パターン 15 a 、ビアホール導体 13 c を介してキャパシタ電極 18 b に接続され、インダクタンス素子 L 2 の一端はビアホール導体 14 a を介してキャパシタ電極 17 に接続される。また、インダクタンス素子 L 1 , L 2 の他端は、シート 11 H 上で一つにまとめられ、ビアホール導体 13 e 、導体パターン 15 b 、ビアホール導体 13 a を介して接続用電極 12 a に接続されている。さらに、キャパシタ電極 18 a はビアホール導体 13 b を介して接続用電極 12 b に電氣的に接続されている。

【 0038 】

そして、接続用電極 12 a , 12 b が金属バンプ 8 を介して無線 IC チップ 5 の端子電極 6 , 6 と電氣的に接続される。電極 12 c , 12 d は無線 IC チップ 5 の端子電極 7 , 7 に接続される。

【 0039 】

また、給電回路基板 10 の裏面には外部電極 19 a , 19 b が導体ペーストの塗布などで設けられ、外部電極 19 a はインダクタンス素子 L ( L 1 , L 2 ) と磁界により結合し、外部電極 19 b はビアホール導体 13 f を介してキャパシタ電極 18 b に電氣的に接続される。外部電極 19 a , 19 b はループ状電極 35 又は 36 の接続用電極 35 a , 35 b 又は 36 a , 36 b に電氣的に接続されることは前述のとおりである。

【 0040 】

なお、この共振回路において、インダクタンス素子 L 1 , L 2 は 2 本の導体パターン 16 a , 16 b を並列に配置した構造としている。2 本の導体パターン 16 a , 16 b はそれぞれ線路長が異なっており、異なる共振周波数とすることができ、無線 IC デバイスを広帯域化できる。

【 0041 】

なお、各セラミックシート 11 A ~ 11 H は磁性体のセラミック材料からなるシートであってもよく、給電回路基板 10 は従来から用いられているシート積層法、厚膜印刷法などの多層基板の製作工程により容易に得ることができる。

【 0042 】

また、前記シート 11 A ~ 11 H を、例えば、ポリイミドや液晶ポリマなどの誘電体からなるフレキシブルなシートとして形成し、該シート上に厚膜形成法などで電極や導体を形成し、それらのシートを積層して熱圧着などで積層体とし、インダクタンス素子 L 1 , L 2 やキャパシタンス素子 C 1 , C 2 を内蔵させてもよい。

【 0043 】

前記給電回路基板 10 において、インダクタンス素子 L 1 , L 2 とキャパシタンス素子 C 1 , C 2 とは平面透視で異なる位置に設けられ、インダクタンス素子 L 1 , L 2 により外部電極 19 a と磁界的に結合し、外部電極 19 b はキャパシタンス素子 C 1 を構成する一方の電極となっている。

【 0044 】

従って、給電回路基板 10 上に前記無線 IC チップ 5 を搭載した電磁結合モジュール 1 は、図示しないリーダライタから放射される高周波信号 (例えば、UHF 周波数帯) をグラウンド電極 21 で受信し、ループ状電極 35 又は 36 を介して外部電極 19 a , 19 b と

10

20

30

40

50

磁界結合及び電界結合している共振回路を共振させ、所定の周波数帯の受信信号のみを無線ICチップ5に供給する。一方、この受信信号から所定のエネルギーを取り出し、このエネルギーを駆動源として無線ICチップ5にメモリされている情報を、共振回路にて所定の周波数に整合させた後、外部電極19a, 19b及びループ状電極35又は36を介してグランド電極21に伝え、該グランド電極21からリーダライタに送信、転送する。

【0045】

給電回路基板10においては、インダクタンス素子L1, L2とキャパシタンス素子C1, C2で構成された共振回路にて共振周波数特性が決定される。グランド電極21から放射される信号の共振周波数は、共振回路の自己共振周波数によって実質的に決まる。

【0046】

ところで、共振回路は無線ICチップ5のインピーダンスとグランド電極21のインピーダンスを整合させるためのマッチング回路を兼ねている。給電回路基板10は、インダクタンス素子やキャパシタンス素子で構成された共振回路とは別に設けられたマッチング回路を備えていてもよい(この意味で、共振回路を整合回路とも称する)。共振回路にマッチング回路の機能をも付加しようとする、共振回路の設計が複雑になる傾向がある。共振回路とは別にマッチング回路を設ければ、共振回路、マッチング回路をそれぞれ独立して設計できる。なお、前記ループ状電極35, 36はインピーダンス整合機能や共振回路としての機能を備えていてもよい。その場合、ループ状電極の形状や放射板となるグランド電極のサイズなども考慮して給電回路基板10内の共振回路(整合回路)の設計を行うことにより、放射特性を向上させることができる。

【0047】

(共振回路の第2例、図7参照)

給電回路基板70に設けた共振回路の第2例を、図7に示す。この給電回路基板70は、フレキシブルなPETフィルムなどからなり、基板70上に、インダクタ素子Lを構成する螺旋形状の導体パターン72と、キャパシタンス素子Cを構成するキャパシタ電極73とを形成したものである。導体パターン72及びキャパシタ電極73から引き出された電極12a, 12bは無線ICチップ5の端子電極6, 6と電氣的に接続される。また、基板70上に形成された電極12c, 12dは無線ICチップ5の端子電極7, 7に電氣的に接続される。

【0048】

給電回路基板70ではインダクタンス素子Lとキャパシタンス素子Cとで共振回路を構成し、それぞれに対向する前記電極35a, 35b又は前記電極36a, 36bとの間で磁界結合及び電界結合し、所定周波数の高周波信号を送受信する点は前記第1例と同様である。特に、第2例では給電回路基板70がフレキシブルなフィルムから構成されているため、電磁結合モジュール1が低背化される。また、インダクタンス素子Lに関しては、導体パターン72の線幅や線間隔を変更することでインダクタンス値を変更し、共振周波数を微調整することができる。

【0049】

なお、本第2例においても、インダクタンス素子Lは2本の導体パターン72を螺旋形状に配置し、螺旋中心部において2本の導体パターン72を接続している。これらの2本の導体パターン72はそれぞれ異なるインダクタンス値L1, L2を有しており、それぞれの共振周波数を異なる値に設定することができ、前記第1例と同様に無線ICデバイスの使用周波数帯を広帯域化することができる。

【0050】

(電磁結合モジュールの他の例)

電磁結合モジュールとしては、給電回路基板上に無線ICチップを搭載したもの以外に、無線ICの機能を給電回路基板に含めて無線ICと給電回路とを一つの基板に形成してもよい。これにより、無線ICデバイスを小型化、低背化することができる。

【0051】

(第1実施例、図8及び図9参照)

以下に本発明に係る無線ＩＣデバイスの第１実施例～第１４実施例を説明する。これらの実施例は、前記第２及び第４の基本形態（図３及び図５参照）で説明したように、グラウンド電極に形成した開口部によってループ状電極を形成したものである。

【００５２】

第１実施例である無線ＩＣデバイスは、図８及び図９に示すように、プリント配線回路基板２０上に設けたグラウンド電極２１の一側辺に開口部２１ｂを形成することにより該開口部２１ｂの周囲にループ状電極３１を設けたもので、接続用電極３１ａ，３１ｂが無線ＩＣチップ５又は電磁結合モジュール１と結合されている。

【００５３】

そして、アンテナとして機能するグラウンド電極２１にはその共振周波数を調整するためのスリット２３ａ，２３ｂが形成されている。仮に、スリット２３ａ，２３ｂが形成されていない場合、グラウンド電極２１は両端部２１ｃが共振端となる共振モードで共振する。グラウンド電極２１のサイズは概ね回路基板２０のサイズによって予め決められているため、両端部２１ｃを共振端とする共振モードでの共振周波数がＲＦＩＤシステムでの使用周波数と合致しない場合があり、この場合利得が低下してしまう。スリット２３ａ，２３ｂを無線ＩＣチップ５又は電磁結合モジュール１を配置した側辺に形成することにより、共振モードを図８に示すように短く調整し、共振周波数を高めてＲＦＩＤシステムの使用周波数に近付けることができる。これにて、利得が向上する。

【００５４】

ところで、図１を参照して説明すると、ループ状電極２２はグラウンド電極２１をアンテナとして機能させるために用いており、ループ状電極２２もインピーダンス変換の機能を有している。具体的には、ループ状電極２２はその接続用電極２２ａ，２２ｂの間でループ形状に起因するインピーダンスを有している。そして、電極２２ａ，２２ｂと結合される無線ＩＣチップ５又は給電回路基板１０から送信される信号に相当する電流はループ形状に沿って流れる。

【００５５】

接続用電極２２ａ，２２ｂにおけるインピーダンス（ $Z$ ）は実数部（ $R$ ）と虚数部（ $X$ ）の和で表され、ループ状電極２２の形状が小さくなると電流経路長も短くなるため、ループ状電極２２で発生する抵抗（ $R$ ）も小さくなる。電流経路長が短くなると、その電流により発生するインダクタンス（ $L$ ）によるインピーダンス（ $X = L$ ）も小さくなる。携帯電話などの機器の小型化などでループ状電極２２の配置スペースが小さくなった場合、ループ状電極２２のインピーダンスが小さくなりすぎてしまい、無線ＩＣチップや給電（共振／整合）回路とのインピーダンスの差が大きくなり、無線ＩＣチップ５や給電回路から放射板へ十分な電力の伝達ができなくなるという問題が発生する。

【００５６】

この問題を解決するためには、ループ状電極２２のインピーダンス（ $Z$ ）を大きくする必要があり、実数部（ $R$ ）又は虚数部（ $X$ ）を大きくする必要がある。本第１実施例ではこのような問題をも解決するようにした。即ち、ループ状電極３１の内側に環状の整合電極３２を配置した。この整合電極３２によってループ状電極３１の電流経路が長くなり、抵抗（ $R$ ）が大きくなるとともに実数部（ $R$ ）が大きくなり、結果的にインピーダンス（ $Z$ ）を大きくすることができる。なお、図９に示す整合電極３２の形状は、一例であり、開口部２１ｂの形状や大きさなどに合わせてミアンダ状などに変更しても構わない。

【００５７】

（第２実施例、図１０参照）

第２実施例である無線ＩＣデバイスは、図１０に示すように、プリント配線回路基板２０上に設けたグラウンド電極２１に、その共振周波数を調整するためのスリット２３ｃ，２３ｄが形成されている。スリット２３ｃ，２３ｄを無線ＩＣチップ５又は電磁結合モジュール１を配置した側辺とは反対側の側辺に形成することにより、共振モードが長くなり、グラウンド電極２１が小さなサイズであっても共振周波数を低め、ＲＦＩＤシステムの使用周波数に近付けることができる。これにて、利得が向上する。

## 【 0 0 5 8 】

( 第 3 実施例、図 1 1 参照 )

第 3 実施例である無線 IC デバイスは、図 1 1 に示すように、グランド電極 2 1 にスリット 2 3 a を形成したものである。1 本のスリット 2 3 a によって共振モードを短くして共振周波数を高め、RFID システムの使用周波数に近付けることができる。これにて、利得が向上する。

## 【 0 0 5 9 】

( 第 4 実施例、図 1 2 参照 )

第 4 実施例である無線 IC デバイスは、図 1 2 に示すように、グランド電極 2 1 にスリット 2 3 d を形成したものである。1 本のスリット 2 3 d によって共振モードを長くして共振周波数を低め、RFID システムの使用周波数に近付けることができる。これにて、利得が向上する。

## 【 0 0 6 0 】

( 第 5 実施例、図 1 3 参照 )

第 5 実施例である無線 IC デバイスは、図 1 3 に示すように、グランド電極 2 1 にスリット 2 3 d に加えて、スリット 2 3 e を側辺に形成したものである。このようにスリット 2 3 d , 2 3 e を形成することによって共振モードを長くして共振周波数を低め、RFID システムの使用周波数に近付けることができる。これにて、利得が向上する。

## 【 0 0 6 1 】

( 第 6 実施例、図 1 4 参照 )

第 6 実施例である無線 IC デバイスは、図 1 4 に示すように、グランド電極 2 1 にスリット 2 3 c , 2 3 d , スリット 2 3 e を形成したものである。このようにスリット 2 3 c , 2 3 d , 2 3 e を形成することによって二つの共振モードを得ることができ、グランド電極 2 1 が異なる二つの共振周波数を持つことになる。これにて、利得が向上するとともに使用周波数帯域が広がる。

## 【 0 0 6 2 】

( 第 7 実施例、図 1 5 参照 )

第 7 実施例である無線 IC デバイスは、図 1 5 に示すように、グランド電極 2 1 にスリット 2 3 c , 2 3 d , スリット 2 3 e に加えていま一つの側辺にもスリット 2 3 f を形成したものである。このようにスリット 2 3 c , 2 3 d , 2 3 e , 2 3 f を形成することによって四つの共振モードを得ることができ、グランド電極 2 1 が異なる四つの共振周波数を持つことになる。これにて、利得が向上するとともに使用周波数帯域が広がる。

## 【 0 0 6 3 】

( 第 8 実施例、図 1 6 参照 )

第 8 実施例である無線 IC デバイスは、図 1 6 に示すように、グランド電極 2 1 の無線 IC チップ 5 又は電磁結合モジュール 1 を配置した側辺に L 字形状をなすスリット 2 3 g , 2 3 h を形成したものである。これにて、共振モードを短く調整し、共振周波数を高めて RFID システムの使用周波数に近付けることができ、利得が向上する。特に、本第 8 実施例では、スリット 2 3 g , 2 3 h を L 字形状とすることにより、共振端が明確になって鋭い共振特性が得られる。また、共振部分の周囲に配置された配線 ( 図示せず ) との相互影響を小さくすることができる。

## 【 0 0 6 4 】

( 第 9 実施例、図 1 7 参照 )

第 9 実施例である無線 IC デバイスは、図 1 7 に示すように、グランド電極 2 1 に前記第 8 実施例と同様の L 字形状をなすスリット 2 3 g' , 2 3 h' を形成したもので、第 8 実施例と同様の作用効果を奏する。さらに、スリット 2 3 g' , 2 3 h' は、電極 2 1 の側辺に繋がり部分 2 1 d を有している。この繋がり部分 2 1 d のインピーダンスは低周波では低いので、グランド電極としての効果は前記第 1 実施例よりも高い。

## 【 0 0 6 5 】

( 第 1 0 実施例、図 1 8 参照 )

第10実施例である無線ICデバイスは、図18に示すように、プリント配線回路基板20を多層基板とし、その表面に設けたグラウンド電極21にスリット23cを形成するとともに、該グラウンド電極21の端部と内部層に形成した電極24とをビアホール導体25にて電氣的に接続したものである。これにて、共振モードを長くすることができる。しかも、回路基板20の複数の層を利用して共振モードを設定するため、共振周波数の調整自由度が高くなり、複雑な共振モードを設計することが可能である。

【0066】

(第11実施例、図19参照)

第11実施例である無線ICデバイスは、図19に示すように、共振周波数を調整するためのスリット23iに回路配線26を配置したものである。小型のグラウンド電極21であっても低い共振周波数に調整することができる。換言すれば、本第11実施例は、回路配線26が配置された複数のスリット23iを共振周波数を調整するためのスリットとして利用したものであり、共振周波数を調整するための専用のスリットを形成する必要がない。

10

【0067】

(第12実施例、図20参照)

第12実施例である無線ICデバイスは、図20に示すように、回路配線26を配置したスリット23iをグラウンド電極21の内側に閉じ込めたものである。本第12実施例は、前記第11実施例の作用効果を奏するとともに、回路配線26の全てがグラウンド電極21に囲まれているため、これらの回路部分の電氣的安定性が向上する。

20

【0068】

(第13実施例、図21参照)

第13実施例である無線ICデバイスは、図21に示すように、グラウンド電極21に比較的面積の大きい切欠き27a, 27bを形成したものである。この切欠き27a, 27bは、無線ICチップ5又は電磁結合モジュール1を配置した側辺に形成されており、その作用効果は前記第1実施例と同様である。

【0069】

なお、プリント配線回路基板20の外形が切欠き27a, 27bに沿った形状であってもよい。この場合には回路基板20の外形を利用して共振周波数を調整することになる。また、共振周波数を調整するための切欠きは、前記第2実施例(図10参照)に示したように、無線ICチップ5又は電磁結合モジュール1を配置した側辺とは反対側の側辺に形成してもよい。

30

【0070】

(第14実施例、図22参照)

第14実施例である無線ICデバイスは、図22に示すように、プリント配線回路基板20に実装された金属部材とグラウンド電極21とを導通状態としたものである。詳しくは、回路基板20に搭載したパワーアンプなどの電子部品の金属ケース28とグラウンド電極21の一端とが電氣的に接続されている。また、グラウンド電極21の他端は、前記第10実施例(図18参照)と同様に、回路基板20の内部層に形成した電極24とビアホール導体25にて電氣的に接続されている。

40

【0071】

本第14実施例では、電極24の端部と金属ケース28の端部とを共振端とする共振モードが形成される。これにて、共振周波数が短く調整されることになる。

【0072】

(ループ状電極の各種形状、図23~図28参照)

ループ状電極は図9に示した形状以外の種々の形状とすることができる。そのような形状を以下に説明する。勿論、ここに示す以外の形状であってもよい。

【0073】

図23に示すループ状電極31は、比較的短い整合電極32を形成したものである。図24及び図25に示すループ状電極31は、整合電極32を比較的長く形成したもので、

50

前記第1実施例で説明したように、インピーダンス( $Z$ )を大きくすることができる。

【0074】

図26に示すループ状電極31は、開口部21bを比較的大きくしたものである。

【0075】

図27に示すループ状電極31はその内側にミアンダ状の整合電極32を配置したものであり、インピーダンス( $Z$ )を大きくすることができる。

【0076】

図28に示すループ状電極33は、周囲をグランド電極21に囲まれた開口部21eに形成され、ミアンダ状の整合電極34を有し、整合電極34の端部である接続用電極34a, 34bに無線ICチップ5又は電磁結合モジュール1が結合される。このループ状電極33は、第1の基本形態(図1参照)で示したループ状電極22と同様に、グランド電極21と電界により結合する。

【0077】

(第15実施例、図29~図32参照)

第15実施例である無線ICデバイスは、図29に示すように、フレキシブルな回路基板120の表面に、放射板として機能するミアンダ状の電極121を形成するとともに、主にインピーダンスの調整を行うループ状電極131を形成したものである。ループ状電極131の両端部は、接続用電極131a, 131bとされ、前記無線ICチップ5又は前記電磁結合モジュール1と結合される。接続用電極131a, 131bとループ状電極131との間には整合電極132が形成されている。

【0078】

本第15実施例において、放射板として機能する電極121の共振周波数がRFIDシステムの動作周波数と一致するとき、効率よく動作し、長距離での通信が可能となる。電極121で形成される等価回路は図30に示すとおりである。即ち、電極121に複数のスリットを設けることにより、並列に接続されるインダクタンス成分L11及びキャパシタンス成分C11を生じさせ、これらに直列に接続されるインダクタンス成分L12が形成される。

【0079】

回路の各定数は、本無線ICデバイスを貼着する物品の誘電率により変化する。物品の誘電率が大きい場合、インダクタンス成分及びキャパシタンス成分がともに大きくなる。そして、インダクタンス成分L11及びキャパシタンス成分C11を適切に設計すると、並列部分のインピーダンスは誘電率の変化とともに図31に示すように変化する。並列部分(L11, C11)のインピーダンスと直列接続のインダクタンス成分L12のインピーダンスを合わせたインピーダンス(虚数部)は、適切に設計すると、図32の曲線Yaに示すように、誘電率1、誘電率3~4でほぼ同じになる。誘電率の変化に伴うインピーダンスの変化をL11, C11が互いにキャンセルし合うことになるのである。比較例として、L11, C11が形成されていない電極を想定すると、そのインピーダンス(虚数部)は図32の曲線Ybに示すように、誘電率の上昇に伴って大きくなる。それゆえ、共振周波数が低くなる。これに対して、本第15実施例では、貼着対象物品の誘電率が異なってもインピーダンス(虚数部)がほとんど変化しないため、共振周波数が変化することはない。このように、電極に複数のスリットを形成することによって、放射板として機能する電極の共振周波数を調整することができる。

【0080】

(第16実施例、図33参照)

第16実施例である無線ICデバイスは、図33に示すように、電極121とループ状電極131とをそれぞれ独立して隣接した位置に形成したものである。電極121とループ状電極131は互いに近接した部分で電磁結合する。その作用効果は前記第15実施例と同様である。

【0081】

(第17実施例、図34参照)

10

20

30

40

50

第17実施例である無線ICデバイスは、図34に示すように、キャパシタンス成分C11を形成する部分を近接させたものである。その作用効果は前記第15実施例と同様であり、特に、キャパシタンス成分C11が大きくなる。なお、図34や次に示す図35などにはループ状電極131に無線ICチップ5を接続した状態が描かれている。

【0082】

(第18実施例、図35参照)

第18実施例である無線ICデバイスは、図35に示す形状とし、インダクタンス成分L11、L12とキャパシタンス成分C11を形成したものである。その作用効果は前記第15実施例と同様である。

【0083】

(第19実施例、図36～図39参照)

第19実施例である無線ICデバイスは、図36に示すように、フレキシブルな回路基板120の表面に、放射板として機能するミアンダ状の電極121を形成するとともに、主にインピーダンスの調整を行うループ状電極131を形成したものである。ループ状電極131の両端部は接続用電極131a、131bとされ、前記無線ICチップ5又は前記電磁結合モジュール1と結合される。接続用電極131a、131bとループ状電極131との間には整合電極132が形成されている。

【0084】

本第19実施例において、インピーダンスの虚数部はループ状電極131及び整合電極132によっておおよそ決定される。無線ICデバイスとして効率よく動作させるためには、このインピーダンスが無線ICチップ5や電磁結合モジュール1とマッチングする必要がある。ループ状電極131及び整合電極132で形成される等価回路は図37に示すとおりであり、並列に接続されるインダクタンス成分L11及びキャパシタンス成分C11と、これらに直列に接続されるインダクタンス成分L12とから構成されている。

【0085】

回路の各定数は、本無線ICデバイスを貼着する物品の誘電率により変化する。物品の誘電率が大きい場合、インダクタンス成分及びキャパシタンス成分がともに大きくなる。そして、インダクタンス成分L11及びキャパシタンス成分C11を適切に設計すると、並列部分のインピーダンスは誘電率の変化とともに図38に示すように変化する。並列部分(L11、C11)のインピーダンスと直列接続のインダクタンス成分L12のインピーダンスを合わせ、無線ICチップ5や電磁結合モジュール1の端子から見たインピーダンス(虚数部)は、適切に設計すると、図39の曲線Yaに示すように、誘電率1、誘電率3～4でほぼ同じになる。誘電率の変化に伴うインピーダンスの変化をL11、C11が互いにキャンセルし合うことになるのである。比較例として、L11、C11が形成されていない電極を想定すると、そのインピーダンス(虚数部)は図39の曲線Ybに示すように、誘電率の上昇に伴って大きくなる。これに対して、本第19実施例では、貼着対象物品の誘電率が異なってもループ状電極131のインピーダンス(虚数部)がほとんど変化しないため、無線ICチップ5や電磁結合モジュール1でのインピーダンス整合が不要であり、無線ICチップ5や電磁結合モジュール1においてインピーダンス調整のための工程が不要になる。

【0086】

なお、前記ループ状電極131は、図40に示すように、単独で用いることも可能である。また、本実施例では、電極に複数のスリットを設けて、ミアンダ状の電極にしたが、電極は他の実施例の形状でもよい。

【0087】

(第20実施例、図41参照)

第20実施例である無線ICデバイスは、図41に示すように、電極121とループ状電極131とをそれぞれ独立して隣接した位置に形成したものである。電極121とループ状電極131は互いに近接した部分で電磁結合する。その作用効果は前記第19実施例と同様である。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 8 8 】

(第 2 1 実施例、図 4 2 参照)

第 2 1 実施例である無線 IC デバイスは、図 4 2 に示すように、前記第 2 0 実施例で示した、ループ状電極 1 3 1 の一部を電極 1 2 1 の一部に重ね合わせて配置したものである。電極 1 2 1 とループ状電極 1 3 1 は互いに重なり合った部分で電磁結合する。その作用効果は前記第 1 9 実施例と同様である。

## 【 0 0 8 9 】

(第 2 2 実施例、図 4 3 参照)

第 2 2 実施例である無線 IC デバイスは、図 4 3 に示すように、並列に接続されるインダクタンス成分 L 1 1 及びキャパシタンス成分 C 1 1 を、ループ状電極 1 3 1 と整合電極 1 3 2 との間に形成したものである。その作用効果は前記第 1 9 実施例と同様である。

## 【 0 0 9 0 】

(第 2 3 実施例、図 4 4 参照)

第 2 3 実施例である無線 IC デバイスは、図 4 4 に示すように、キャパシタンス成分 C 1 1 をループ状電極 1 3 1 の中央部分に配置し、インダクタンス成分 L 1 1 とで並列共振回路を形成したもので、これに直列に接続されるインダクタンス成分 L 1 2 は 2 箇所形成されている。その作用効果は前記第 1 9 実施例と同様である。

## 【 0 0 9 1 】

(第 2 4 実施例、図 4 5 参照)

第 2 4 実施例である無線 IC デバイスは、図 4 5 に示すように、キャパシタンス成分 C 1 1 をループ状電極 1 3 1 の外側に配置し、中央部に配置したインダクタンス成分 L 1 1 とで並列共振回路を形成したもので、これに直列に接続されるインダクタンス成分 L 1 2 は 2 箇所形成されている。その作用効果は前記第 1 9 実施例と同様である。

## 【 0 0 9 2 】

(電子機器、図 4 6 及び図 4 7 参照)

次に、本発明に係る電子機器の一実施例として携帯電話を説明する。図 4 6 に示す携帯電話 8 0 は、複数の周波数に対応しており、地上波デジタル信号、GPS 信号、WiFi 信号、CDMA や GSM などの通信用信号が入力される。

## 【 0 0 9 3 】

筐体 8 1 内には、図 4 7 に示すように、プリント配線回路基板 2 0 が設置されている。このプリント配線回路基板 2 0 には、無線通信用回路 9 0 と電磁結合モジュール 1 とが配置されている。無線通信用回路 9 0 は、IC 9 1 と回路基板 2 0 に内蔵されたバラン 9 2 と BPF 9 3 とコンデンサ 9 4 とで構成されている。無線 IC チップ 5 を搭載した給電回路基板 1 0 は、プリント配線回路基板 2 0 上に設けたグラウンド電極 2 1 と結合しているループ状電極上に搭載され、無線 IC デバイスを構成している。

## 【 0 0 9 4 】

(他の実施例)

なお、本発明に係る無線 IC デバイス、電子機器及び無線 IC デバイスの共振周波数の調整方法は前記実施例に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

## 【 0 0 9 5 】

例えば、高周波信号を送受信するための電極は、グラウンド電極だけではなく、回路基板に設けられている種々の電極を使用することができる。また、共振回路は様々な構成のものを採用できる。前記実施例に示した外部電極や給電回路基板の材料はあくまで例示であり、必要な特性を有する材料であれば、任意のものを使用することができる。

## 【 0 0 9 6 】

無線 IC チップを給電回路基板に実装するのに、金属バンプ以外の処理を用いてもよい。また、無線 IC チップの電極と給電回路基板の接続用電極との間に誘電体を配置して該両電極を容量結合しても構わない。さらに、無線 IC チップとループ状電極と、あるいは、給電回路基板とループ状電極とを容量結合しても構わない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 7 】

また、無線 I C デバイスが実装される機器は、携帯電話などの無線通信機器に限らず、グランド電極などを有する回路基板を備えた種々の機器（例えば、テレビや冷蔵庫などの家電製品）であってもよい。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 9 8 】

本発明は、無線 I C デバイス、電子機器及び無線 I C デバイスの共振周波数の調整方法に有用であり、特に、専用のアンテナを設けることなく、小型化を達成できるとともにアンテナとして機能する放射板（電極）の利得を向上させる点で優れている。

## 【 符号の説明 】

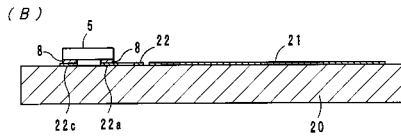
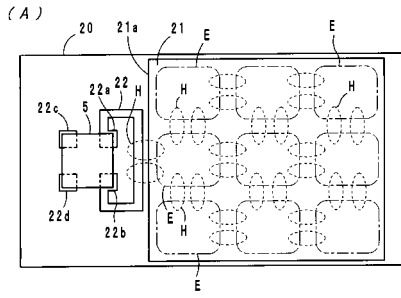
10

## 【 0 0 9 9 】

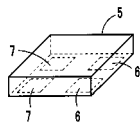
- 1 ... 電磁結合モジュール
- 5 ... 無線 I C チップ
- 1 0 ... 給電回路基板
- 2 0 ... プリント配線回路基板
- 2 1 ... グランド電極
- 2 1 b , 2 1 e ... 開口部
- 2 2 , 3 1 , 3 3 , 3 5 , 3 6 ... ループ状電極
- 2 3 a ~ 2 3 i ... スリット
- 2 4 ... 電極
- 2 7 a , 2 7 b ... 切欠き
- 2 8 ... 金属ケース
- 3 2 , 3 4 ... 整合電極
- 1 2 0 ... 回路基板
- 1 2 1 ... 電極
- 1 3 1 ... ループ状電極
- 1 3 2 ... 整合電極
- L 1 1 , L 1 2 ... インダクタンス成分
- C 1 1 ... キャパシタンス成分

20

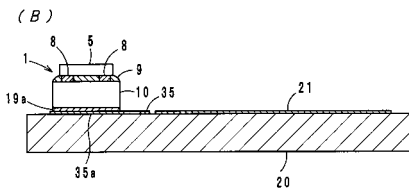
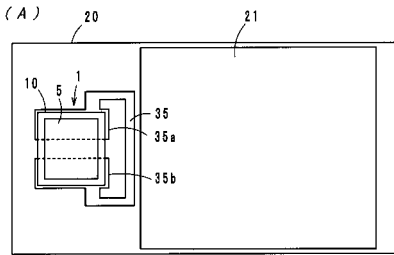
【 図 1 】



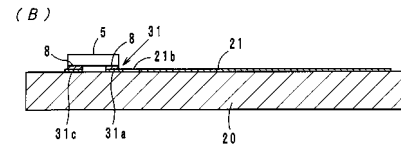
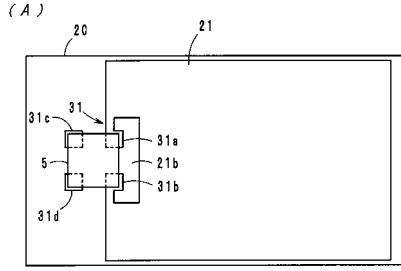
【 図 2 】



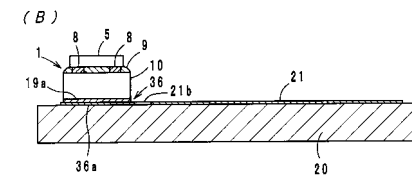
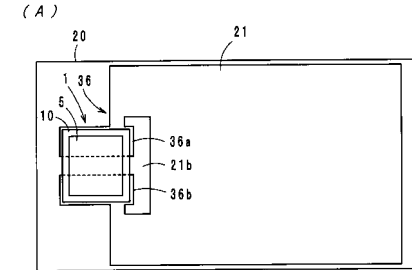
【 図 4 】



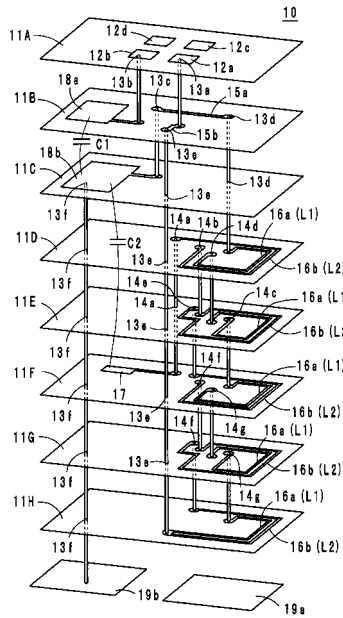
【 図 3 】



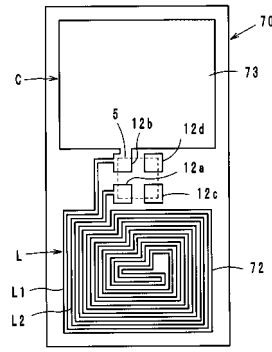
【 図 5 】



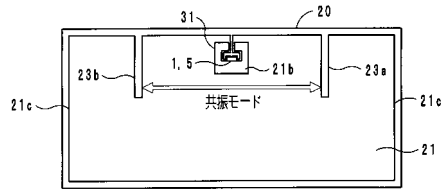
【図 6】



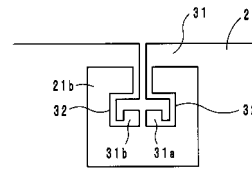
【図 7】



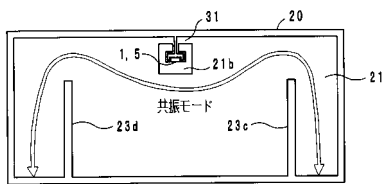
【図 8】



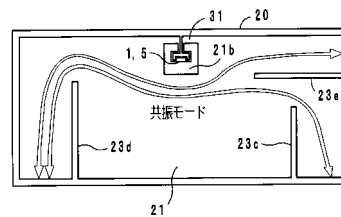
【図 9】



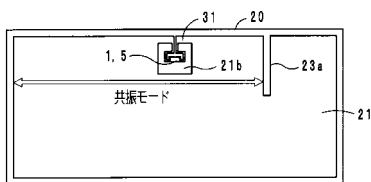
【図 10】



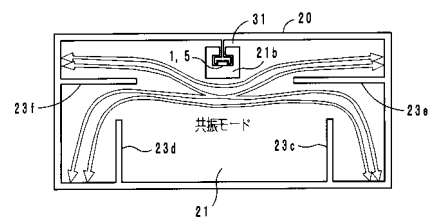
【図 14】



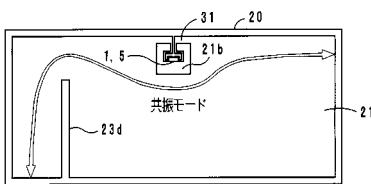
【図 11】



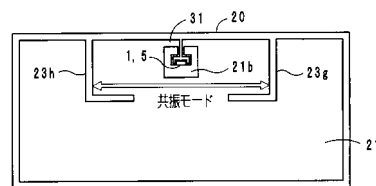
【図 15】



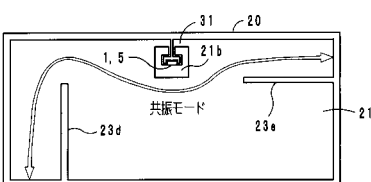
【図 12】



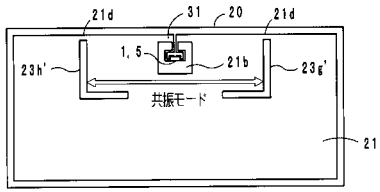
【図 16】



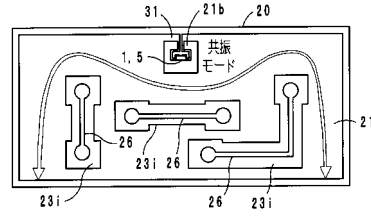
【図 13】



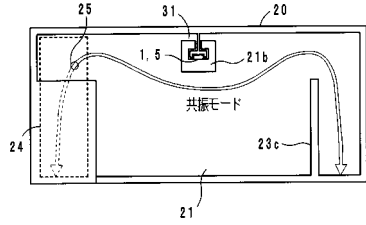
【図17】



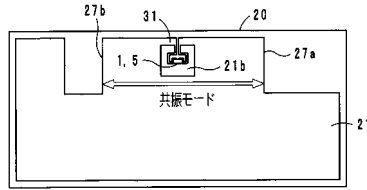
【図20】



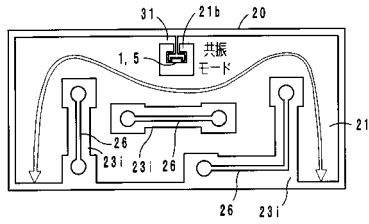
【図18】



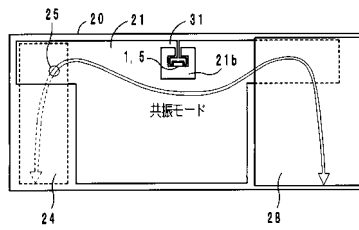
【図21】



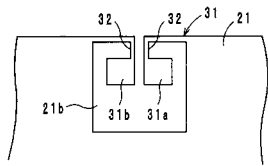
【図19】



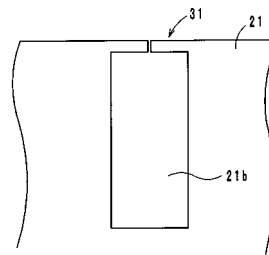
【図22】



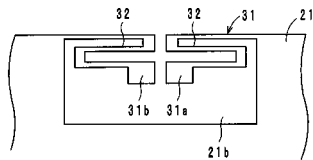
【図23】



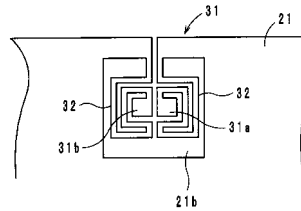
【図26】



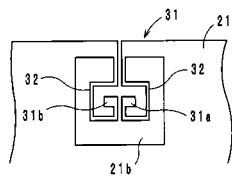
【図24】



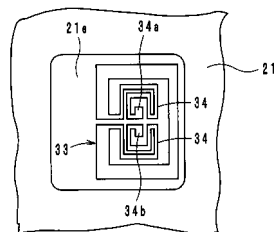
【図27】



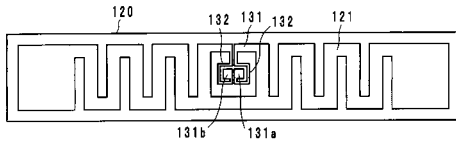
【図25】



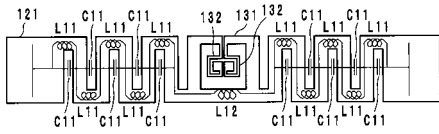
【図28】



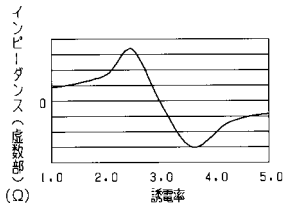
【図 29】



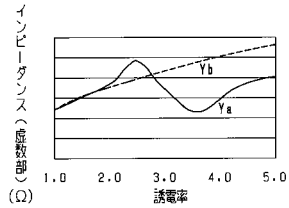
【図 30】



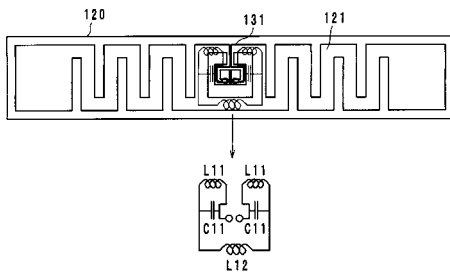
【図 31】



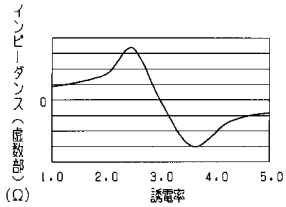
【図 32】



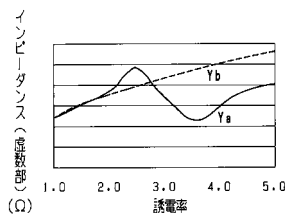
【図 37】



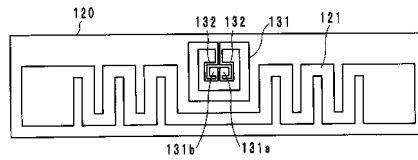
【図 38】



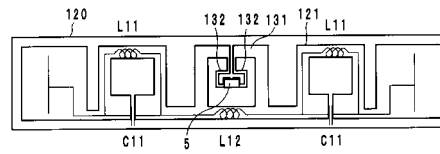
【図 39】



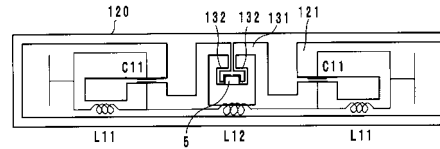
【図 33】



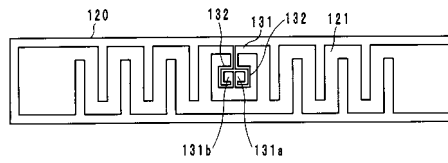
【図 34】



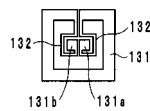
【図 35】



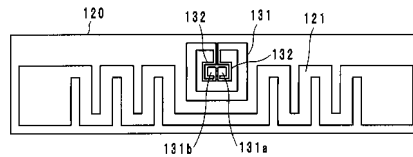
【図 36】



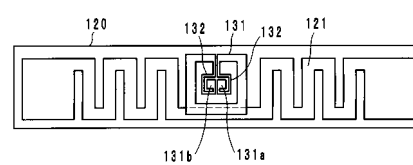
【図 40】



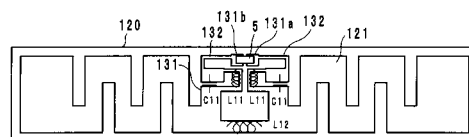
【図 41】



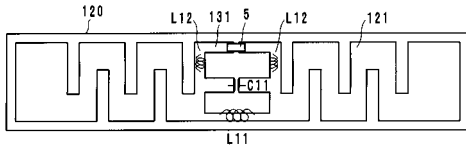
【図 42】



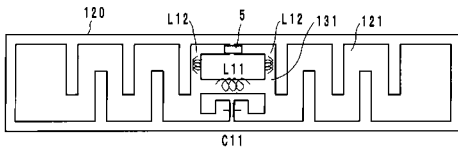
【図 43】



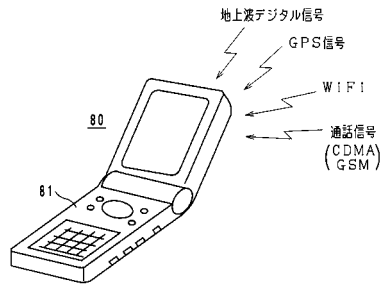
【 44 】



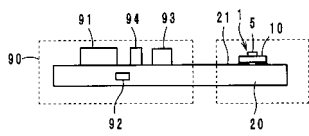
【 45 】



【 46 】



【 47 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 Q 1/50 (2006.01) H 0 1 Q 1/50  
H 0 1 Q 1/44 (2006.01) H 0 1 Q 1/44

(72)発明者 石野 聡  
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  
(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  
(72)発明者 木村 育平  
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  
(72)発明者 白木 浩司  
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  
(72)発明者 道海 雄也  
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

審査官 吉村 美香

(56)参考文献 特開2007-228325(JP,A)  
特開2007-312350(JP,A)  
特開2007-013120(JP,A)  
特開2001-168628(JP,A)  
特開2004-040597(JP,A)  
特開2007-052660(JP,A)  
特開2006-195795(JP,A)  
特開2003-198230(JP,A)  
特開2003-087044(JP,A)  
特開2002-150245(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01Q 1/38  
G06K 19/07  
G06K 19/077  
H01Q 1/50  
H01Q 7/00  
H01Q 23/00  
H01Q 1/44