



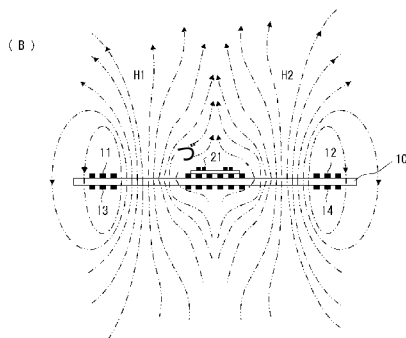
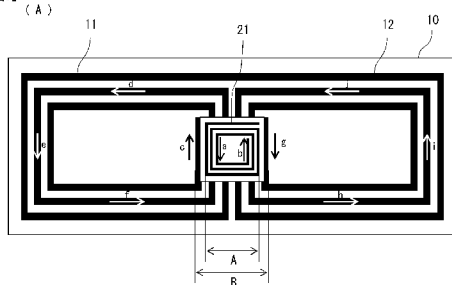
- (51) 国際特許分類 :
H01Q 1/38 (2006.01) H01Q 3/44 (2006.01)
G06K 19/07 (2006.01) H01Q 7/00 (2006.01)
G06K 19/077 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 11/06543 1 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (22) 国際出願日 : 2011 年 7 月 6 日 (06.07.2011)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :
特願 2010-155342 2010 年 7 月 8 日 (08.07.2010) JP
特願 2011-010458 2011 年 1 月 21 日 (21.01.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (Murata Manufacturing Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- () 発明者 ; および
() 発明者 / 出願人 (米国についてのみ): 加藤登 (KATO Noboru) [JP/JP]; 〒6178555 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 Kyoto (JP).

[続葉有]

(54) Title: ANTENNA AND RFID DEVICE

(54) 発明の名称 : アンテナ及び R F I D デバイス

[図5]



(57) Abstract: A power feeding coil (21) couples with a first booster coil (coils (11, 13)) and a second booster coil (coils (12, 14)) through an electromagnetic field. The power feeding coil (21) is arranged such that a first area (left half) thereof is superimposed onto the first booster coil (coils (11, 13)), and a second area (right half) thereof is superimposed onto the second booster coil (coils (12, 14)). The first area of the power feeding coil (21) couples with the first booster coil (coils (11, 13)) through an electromagnetic field, and the second area of the power feeding coil (21) couples with the second booster coil (coils (12, 14)) through an electromagnetic field. This configures an antenna and an RFID device provided therewith, wherein the degree of coupling between the power feeding coil and the booster antenna is high, transfer efficiency of RF signals is excellent, and generation of a null point is inhibited.

(57) 要約 : 給電コイル (21) は、第1ブースターコイル (コイル (11, 13)) 及び第2ブースターコイル (コイル (12, 14)) と電磁界を介して結合する。給電コイル (21) のうち第1領域 (左半分) が第1ブースターコイル (コイル (11, 13)) と重なり、第2領域 (右半分) が第2ブースターコイル (コイル (12, 14)) と重なるように配置されている。給電コイル (21) の第1領域が第1ブースターコイル (コイル (11, 13)) と電磁界を介して結合し、給電コイル (21) の第2領域が第2ブースターコイル (コイル (12, 14)) と電磁界を介して結合する。これにより、給電コイルとブースターアンテナとの結合度が高く、RF信号の伝達効率に優れ、さらにはヌル点の発生を抑制したアンテナ、及びそれを備えたRFIDデバイスを構成する。



添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第 21 条 (3))

明 細 書

発 明 の 名 称 ： アンテナ及び R F I D デバイス

技 術 分 野

[0001] 本発明は、R F I D (Radio Frequency Ident ificat ion) システムのような無線通信システムに用いられるアンテナ及びそれを備えた R F I D デバイスに関し、特に H F 帯の R F I D システムに適用されるアンテナ及び R F I D デバイスに関する。

背景技術

[0002] 近年、物品の情報管理を行うための無線通信システムとして、誘導磁界を発生するリーダライタと、物品に付された R F I D タグ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 システムが実用化されている。ここで、R F I D タグは、所定の情報を記憶し、所定の R F 信号を処理する R F I C チップと、R F 信号の送受信を行うアンテナとを備えている。

[0003] たとえば特許文献 1 には、プースターコイルを用いた R F I D タグが開示されている。図 1 はその R F I D タグに備えられたプースターコイルと I C 素子との配列を示す平面図である。この R F I D タグは、アンテナコイルが一体形成された R F I C 2 と、プースターコイル 3 及び静電容量接続用の導体膜 4 a , 4 b が形成された絶縁部材 6 と、これらを一体にケーシングする基体とで構成されている。R F I C 2 には、矩形スパイラル状のアンテナコイルが一体に形成されていて、そのアンテナコイルが絶縁部材 6 のプースターコイル形成面側に向けて取り付けられている。

[0004] 絶縁部材 6 の裏面には表面に導体膜 4 a , 4 b に対向する静電容量接続用の導体膜 5 a , 5 b が形成される。また、絶縁部材 6 の表面側に形成された静電容量接続用の導体膜 4 a , 4 b は、前記したように、プースターコイル 3 を介して電氣的に接続され、絶縁部材 6 の裏面側に形成された静電容量接続用の導体膜は導線を介して電氣的に接続されている。

[0005] このRFIDタグにおいては、RFIC2のアンテナコイルとブースターコイル3とが電磁界結合して、RFIC2とブースターコイル3との間で信号が伝達される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2002_042083号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、図1に示したようなRFIDタグにおいては、アンテナコイルはRFICチップと同サイズ、ブースターコイルはカードサイズであるため、両者のサイズが大きく異なる。そのため、アンテナコイルとブースターコイルとの結合度を高くすることが難しい。なお、特許文献1には、ブースターコイルのうちRFICチップが搭載される部分の形状をアンテナコイルに近似した形状とし、RFICチップ側のアンテナコイルとブースターコイルとの結合度を高くする構造が開示されているが、この構造では、ブースターコイルの形状が複雑化するとともに、ブースターコイルの外形寸法が大きくなってしまう傾向にある。

[0008] また、アンテナコイルとブースターコイルを備えたアンテナにおいては、一般に、アンテナコイルとブースターコイルとが重なる領域またはその近傍を通る磁束が互いに打ち消し合う状況が生じる。図1に示したアンテナにおいても、例えば磁束B0とB1は何れもアンテナコイルとブースターコイルを同方向に通過するが、磁束B2はアンテナコイルとブースターコイルを逆方向に通過する。そのため、アンテナコイルによって形成される磁界とブースターコイルによって形成される磁界とが打ち消し合うヌル点が生じる場合がある。このヌル点ではリードライトができなくなってしまう。

[0009] 本発明は、上述した実情に鑑み、給電コイルとブースターアンテナとの結合度が高く、RF信号の伝達効率に優れ、さらにはヌル点の発生を抑制した

アンテナ、及びそれを備えたRFIDデバイスを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[001 0] 本発明のアンテナは次のように構成する。

第1ブースターコイルと第2ブースターコイルとで構成されるブースターアンテナと、このブースターアンテナに結合する給電コイルとを備え、

前記第1ブースターコイルと前記第2のブースターコイルは直列接続され、

前記第1ブースターコイルと前記第2ブースターコイルとは互いに隣接配置され、

前記給電コイルは、前記第1ブースターコイルと前記第2ブースターコイルとの隣接する位置に重ねて配置され、

前記第1ブースターコイルに対する前記第2ブースターコイルの巻回方向は、前記給電コイルが前記第1ブースターコイル及び前記第2ブースターコイルに対して電磁界を介して同相で結合する方向とする。

[001 1] この構成により、給電コイルとブースターアンテナとの結合度が高く、RF信号の伝達効率に優れたアンテナが得られる。

[001 2] 前記第1ブースターコイル及び前記第2ブースターコイルは複数の層に積層配置された構造とすれば、ブースターアンテナに対して給電コイルを小型にしつつ、ブースターアンテナと給電コイルとの結合度を高めることができる。

[001 3] また、層方向に隣接する第1のブースターコイル同士または層方向に隣接する第2のブースターコイル同士の少なくとも一方を容量を介して結合させると、例えばビア電極を形成する必要がなく、構成を簡素にでき、製造が容易になる。

[0014] 前記第1ブースターコイルと前記第2ブースターコイルとが隣接する部分における前記第1ブースターコイルの内周から前記第2ブースターコイルの内周までの距離は、前記給電コイルの外周の幅よりも大きいことが好ましい

。この構成によれば、ヌル点の発生を抑制できる。

[001 5] 前記第 1 ブースターコイルと前記第 2 ブースターコイルとの間隔は前記第 1 ブースターコイル及び第 2 ブースターコイルの導体間隔より広いことが好ましい。そのことにより、アンテナの共振周波数と反共振周波数との差が広がり、なだらかな共振特性になる。このため、通信相手（リーダーアンテナ）との磁気結合の度合いによる中心周波数のずれが小さくなり、その結果、読み取り距離変化（ぶれ）が小さくなる。

[001 6] 前記給電コイルの共振周波数、または前記給電コイルとこの給電コイルに接続される給電回路とによる回路の共振周波数は、前記ブースターアンテナの共振周波数よりも高くする。この構成により、給電コイルとブースターアンテナとが磁界結合して互いの結合度を高めることができ、ブースターアンテナとリーダライタアンテナ間も磁界を介した通信が可能となる。

[001 7] また、本発明の R F I D デバイスは、前記アンテナと、その給電コイルに接続された給電回路とを備え、前記給電回路は R F I C を備える。

発明の効果

[001 8] 本発明によれば、給電コイルとブースターアンテナとの結合度が高く、R F 信号の伝達効率に優れ、さらにはヌル点の発生が抑制されたアンテナ、及びそのアンテナを備えた R F I D デバイスが構成できる。

図面の簡単な説明

[001 9] [図1] 図 1 は従来の R F I D タグに備えられたブースターコイルと I C 素子との配列を示す平面図である。

[図2] 図 2 は第 1 の実施形態に係る R F I D デバイス 3 0 1 の斜視図である。

[図3] 図 3 は、給電アンテナの基材及びブースターアンテナの基材を除く部分の分解斜視図である。

[図4] 図 4 は R F I D デバイス 3 0 1 のアンテナ部分の等価回路図である。

[図5] 図 5 は給電アンテナ及びブースターアンテナとリーダライタアンテナとの結合の様子を示す図である。

[図6] 図 6 は給電コイル 2 1 の共振周波数、ブースターアンテナの共振周波数

、及びリーダライタアンテナと結合して通信する周波数の関係を示す図である。

[図7] 図7は第2の実施形態に係るRFIDデバイス302の分解斜視図である。

[図8] 図8はRFIDデバイス302のアンテナ部分の等価回路図である。

[図9] 図9は第3の実施形態に係るRFIDデバイス303の斜視図である。

[図10] 図10はRFIDデバイス303の分解斜視図である。

[図11] 図11(A)は給電アンテナ220の斜視図、図11(B)は給電コイルとブースターコイルとの位置関係を示す図である。

[図12] 図12はRFIDデバイス303のアンテナ部分の等価回路図である。

[図13] 図13はRFIDデバイス303のリターンロス特性(S11)をスミスチャート上に表した図である。

[図14] 図14はRFIDデバイス303の通過特性(S21)を示す図である。

[図15] 図15は第4の実施形態のRFIDデバイス304の平面図である。

[図16] 図16はRFIDデバイス304のリターンロス特性(S11)をスミスチャート上に表した図である。

[図17] 図17はRFIDデバイス303の通過特性(S21)を示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] 《第1の実施形態》

図2は第1の実施形態に係るRFIDデバイス301の斜視図である。図3は、給電アンテナの基材及びブースターアンテナの基材を除く部分の分解斜視図である。このRFIDデバイス301は、HF帯のRFIDシステムに用いられるRFIDタグとして用いられる。例えばRFIDデバイス301は携帯電子機器内に備えられる。

[0021] このRFIDデバイス301は、図2に示すように、RFICチップ23

と、RFICチップ23に接続された給電アンテナ210と、給電アンテナ210に結合するブースターアンテナ110とを備える。

[0022] RFICチップ23は、RFID用ICチップであって、メモリ回路やロジック回路、クロック回路等を有し、RF信号を処理する集積回路チップとして構成されている。

給電アンテナ210は、給電アンテナ基材20、給電コイル21及びRFICチップ23を備えている。給電コイル21は複数層に亘って複数ターンの矩形スパイラル状の導体パターンが形成されている。複数層の矩形スパイラル状の導体パターンは、同方向の磁束の通過により生じる誘導電流の方向が同方向になるように、層間接続導体を介して接続されている。この給電コイル21の両端に入出力電極22A, 22Bとして形成されていて、この入出力電極22A, 22BにRFICチップ23が接続されている。

[0023] ブースターアンテナ110は、第1ブースターコイル111と第2ブースターコイル112を含んで構成されている。第1ブースターコイル111はコイル11とコイル13とで構成されていて、第2ブースターコイル112はコイル12とコイル14とで構成されている。コイル11とコイル12とは互いに隣接配置されているとともに、直列接続されている。同様に、コイル13とコイル14とは互いに隣接配置されているとともに、直列接続されている。

[0024] 給電コイル21は、第1ブースターコイル111と第2ブースターコイル112との隣接する位置に重ねて配置されている。

[0025] 第1ブースターコイル111(11, 13)に対する第2ブースターコイル112(12, 14)の巻回方向は、給電コイル21が第1ブースターコイル111及び第2ブースターコイル112に対して電磁界を介して同相で結合する方向である。

[0026] 図4はRFIDデバイス301のアンテナ部分の等価回路図である。ここでインダクタL0は給電コイル21に相当し、給電回路23FはRFICチップ23の給電回路である。また、インダクタL1, L2, L3, L4はコ

イル 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 にそれぞれ相当する。キャパシタ C 1 はコイル 1 1 とコイル 1 3 との間に生じる容量に相当し、キャパシタ C 2 はコイル 1 2 とコイル 1 4 との間に生じる分布容量またはパターンでの容量に相当する。

[0027] 相互インダクタンス M 3 はコイル 1 1 , 1 2 間の磁界結合に相当し、相互インダクタンス M 5 はコイル 1 3 , 1 4 間の磁界結合に相当する。相互インダクタンス M 4 はコイル 1 1 , 1 3 間の磁界結合に相当し、相互インダクタンス M 6 はコイル 1 2 , 1 4 間の磁界結合に相当する。

[0028] 相互インダクタンス M 1 は給電コイル 2 1 と第 1 ブースターコイル 1 1 1 (コイル 1 1 , 1 3) との間の磁界結合に相当し、相互インダクタンス M 2 は給電コイル 2 1 と第 2 ブースターコイル 1 1 2 (コイル 1 2 , 1 4) との間の磁界結合に相当する。

[0029] 図 5 は給電アンテナ及びブースターアンテナとリーダライタアンテナとの結合の様子を示す図である。図 5 (A) は給電コイル 2 1 とコイル 1 1 , 1 2 に流れる電流の方向を矢印で表している。図 5 (B) はリーダライタアンテナの磁束が給電アンテナ及びブースターアンテナを通る様子を磁力線で表した図である。

[0030] 図 5 (A) に示すように、給電コイル 2 1 は、第 1 ブースターコイル (コイル 1 1 , 1 3) 及び第 2 ブースターコイル (コイル 1 2 , 1 4) と電磁界を介して結合する。すなわち、給電コイル 2 1 のうち、図 5 における左半分を第 1 領域、右半分を第 2 領域とすると、第 1 領域が第 1 ブースターコイル (コイル 1 1 , 1 3) と重なるように、第 2 領域が第 2 ブースターコイル (コイル 1 2 , 1 4) と重なるように配置されている。よって、給電コイル 2 1 の第 1 領域が第 1 ブースターコイル (コイル 1 1 , 1 3) と電磁界を介して結合し、給電コイル 2 1 の第 2 領域が第 2 ブースターコイル (コイル 1 2 , 1 4) と電磁界を介して結合する。

[0031] 給電コイル 2 1 は、コイル自身が持つインダクタンス成分 (図 4 に示したインダクタ L O) と給電コイル 2 1 の線間容量で構成されるキャパシタンス

成分と、さらにはRFICチップ自身が有する浮遊容量とを有するので、これらによりLC共振回路を構成し、共振周波数を有する。以下、この共振周波数を「給電コイルの共振周波数」と呼ぶ。

[0032] ブースターアンテナ110は、インダクタ $L_1 \sim L_4$ 及びキャパシタ C_1 、 C_2 によるLC共振回路で構成される共振周波数を有する。

[0033] したがって、図5(A)・図5(B)に示すように、ある瞬間、給電コイル21に図中矢印a、bの方向に電流が流れると、ブースターアンテナのコイル11～14には図中矢印c～jの方向に電流が誘起される。すなわち、給電コイル21に矢印a及び矢印bの電流が流れると、矢印aの電流によって、第1ブースターコイル(コイル11、13)に矢印c、矢印d、矢印e及び矢印fの電流が流れ、矢印bの電流によって第2ブースターコイル(コイル12、14)に矢印g、矢印h、矢印i、矢印jの電流が流れる。つまり、第1ブースターコイルと第2ブースターコイルには同方向に電流が流れ、その結果、図5(B)に示すような磁界 H_1 及び磁界 H_2 が発生する。リーダライタアンテナの磁束は給電コイル21を直接通過しない。換言すると、リーダライタアンテナから給電コイル21は等価的に見えない。そのため、従来のアンテナのようなヌル点は生じない。

[0034] リーダライタアンテナの磁束が給電コイル21を直接通過しないための条件は、第1ブースターコイルと第2ブースターコイルとが隣接する部分における第1ブースターコイル(コイル11、13)の内周から第2ブースターコイル(コイル12、14)の内周までの距離Bが、給電コイル21の外周の幅Aよりも大きいことである。この条件を満たすように、給電コイル21とコイル11～14の大きさや位置関係を定めればよい。

[0035] 第1の実施形態に係るアンテナによれば、給電コイルとブースターコイルとの結合度を大きくすることができ、RF信号の伝達効率が高い。また、ヌル点が発生しにくし。特に図5のように、給電コイル21の一部が、第1ブースターコイル11、13と第2ブースターコイル12、14とが隣接する部分にそれぞれ重なっており、各ブースターコイル11～14が隣接する部

分においては互いに逆方向の電流が流れるため、給電コイル 2 1 においては給電コイル 2 1 を周回するような電流が流れる。すなわち、給電コイル 2 1 に流れる電流がブースターコイル 1 1 ~ 1 4 に流れる電流によって打ち消されにくいようになっているため、給電コイル 2 1 とブースターコイル 1 1 ~ 1 4 との結合度を大きくできる。

[0036] 図 6 は給電コイル 2 1 の共振周波数、ブースターアンテナの共振周波数、及びリーダライタアンテナと結合して通信する周波数の関係を示す図である。図 6 の横軸は周波数、縦軸はアンテナのリターンロスである。給電コイル 2 1 の共振周波数（または、給電コイル 2 1 と給電回路 2 3 F とによる共振周波数） f_a はブースターアンテナの共振周波数 f_b より高い。例えば $f_a = 14 \text{ MHz}$ 、 $f_b = 13.6 \text{ MHz}$ 、通信周波数 f_o は 13.56 MHz である。

[0037] 仮に、給電コイルの共振周波数とブースターアンテナの共振周波数が同じであると、縮退が解け、給電コイルとブースターアンテナとが結合しにくくなってしまう。また、給電コイルの共振周波数 f_a がブースターアンテナの共振周波数 f_b より低いと、給電コイルとブースターアンテナとの結合が容量性で結合することになるが、コイル同士の容量結合は強くならず、その結果、高い結合強度が得られない。

[0038] 第 1 の実施形態では上述のとおり、給電コイル 2 1 の共振周波数 f_a はブースターアンテナの共振周波数 f_b より高いので、給電コイルとブースターアンテナとが誘導性で結合することになり、高い結合強度が得られる。

[0039] また、リーダライタアンテナの共振周波数は通信周波数 f_o または f_o 付近に設定されていて、ブースターアンテナの共振周波数 f_b は通信周波数 f_o に等しいかまたは略等しく設定されている。そして給電コイル 2 1 の共振周波数 f_a がブースターアンテナの共振周波数 f_b より高く、通信周波数 f_o より高く設定されているので、ブースターアンテナがリーダライタアンテナと近接して強く結合したときのブースターアンテナの共振周波数 f_b が高周波側にシフトする量が抑制される。そのため、リーダライタアンテナと強

く結合したときのヌル点が発生しにくいという効果を奏する。これは、近接する二つの共振器（この場合、ブースターアンテナと給電コイル）が磁気結合しているので、互いの共振周波数に近づく方向の周波数変化を抑制しあうという効果を利用している。

[0040] また、図4に示したように、ブースターアンテナにおけるインダクタ $L_1 \sim L_4$ は、相互インダクタンス $M_3 \sim M_6$ で互いに結合しているため、インダクタ $L_1 \sim L_4$ を単純に合わせたインダクタンス値よりも、全体の実効的なインダクタンス値は大きい。その結果、小型でも十分なインダクタンス値を有するブースターアンテナを実現できる。

[0041] 《第2の実施形態》

図7は第2の実施形態に係るRFIDデバイス302の分解斜視図である。

[0042] このRFIDデバイスは、RFICチップ23と、RFICチップ23に接続された給電アンテナ210と、給電アンテナ210の給電コイル21に結合するブースターアンテナ120とを備える。図7においては、給電アンテナ210の基材を図示していない。

[0043] 第2の実施形態では、コイル11が第1のブースターコイルであり、コイル12が第2のブースターコイルである。

[0044] 図8はRFIDデバイス302のアンテナ部分の等価回路図である。ここでインダクタ L_0 は給電コイル21に相当し、給電回路23FはRFICチップ23の給電回路である。また、インダクタ L_1, L_2 はコイル11, 12にそれぞれ相当する。キャパシタ C_1 はコイル11, 12の線間分布容量またはパターンでの容量に相当する。

[0045] このように、一層に形成した二つのコイル11, 12のみでブースターアンテナを構成してもよい。但し、第1の実施形態で示したように、複数層に形成したコイルでブースターアンテナを構成した方が、必要なインダクタンス成分及びキャパシタンス成分を得るために要する面積を縮小化できる。

[0046] 《第3の実施形態》

図 9 は第 3 の実施形態に係る R F I D デバイス 3 0 3 の斜視図である。図 1 0 は R F I D デバイス 3 0 3 の分解斜視図である。但し、図 9 ・ 図 1 0 の何れも、ブースターアンテナの基材の図示を省略し、導体部分のみを図示している。

[0047] この R F I D デバイス 3 0 3 は、給電アンテナ 2 2 0 と、給電アンテナ 2 2 0 に結合するブースターアンテナ 1 3 0 とを備える。

[0048] 給電アンテナ 2 2 0 は、給電アンテナ基材 2 0、給電コイル 2 1 及び R F I C チップ 2 3 を備えている。給電コイル 2 1 は複数層に亘って複数ターンの矩形スパイラル状の導体パターンが形成されている。この給電コイル 2 1 の両端に R F I C チップ 2 3 が接続されている。

[0049] ブースターアンテナ 1 3 0 は、第 1 ブースターコイル 1 2 1 と第 2 ブースターコイル 1 2 2 を含んで構成されている。第 1 ブースターコイル 1 2 1 はコイル 1 1 とコイル 1 3 とで構成され、第 2 ブースターコイル 1 2 2 はコイル 1 2、1 4 及びパッド電極 1 5、1 6 で構成されている。コイル 1 1 とコイル 1 2 とは互いに隣接配置されているとともに、直列接続されている。同様に、コイル 1 3 とコイル 1 4 とは互いに隣接配置されているとともに、直列接続されている。

[0050] 第 1 ブースターコイル 1 2 1 は 9 ターン巻回されたコイル 1 1 と 9 ターン巻回されたコイル 1 3 とで構成されている。第 2 ブースターコイル 1 2 2 は 9 ターン巻回されたコイル 1 2 と 9 ターン巻回されたコイル 1 4 とで構成されている。いずれのコイルも図 9 においては図面の煩雑化を避けるためターン数を減らして描いている。

[0051] 給電アンテナ 2 2 0 は、第 1 ブースターコイル 1 2 1 と第 2 ブースターコイル 1 2 2 との隣接する位置に重ねて配置されている。この状態で、給電アンテナ 2 2 0 の給電コイル 2 1 の一部が、第 1 ブースターコイル 1 2 1 のコイル 1 1、1 3 の一部と重なり、給電アンテナ 2 2 0 の給電コイル 2 1 の一部が、第 2 ブースターコイル 1 2 2 のコイル 1 2、1 4 の一部と重なる。

[0052] 第 1 ブースターコイル 1 2 1 (コイル 1 1、1 3) に対する第 2 ブースタ

ーコイル 122 (コイル 12, 14) の巻回方向は、給電コイル 21 が第 1 ブースターコイル 121 及び第 2 ブースターコイル 122 に対して電磁界を介して同相で結合する方向である。

[0053] コイル 12 の内周端にはパッド電極 15 が接続されていて、コイル 14 の内周端はパッド電極 16 が接続されている。この二つのパッド電極 15, 16 はバウチングされていて、直流的に導通している。第 1 ブースターコイル 121 の構成は、第 1 の実施形態で図 3 に示した第 1 ブースターコイル 111 と基本的に同様である。

[0054] 図 11 (A) は給電アンテナ 220 の斜視図、図 11 (B) は給電コイルとブースターコイルとの位置関係を示す図である。

図 11 (A) に示すように、給電アンテナ 220 は、7 ターン巻回された 2 層の矩形スパイラル状導体パターンで構成されている。この給電アンテナ 220 の外形寸法は 5 mm 角である。2 層の矩形スパイラル状導体パターンは同方向の磁束の通過により生じる誘導電流の方向が同方向になるように、層間接続導体を介して接続されている。矩形スパイラル状導体パターンは、銅、銀、アルミニウム等の金属箔をエッチング等によりパターンニングしたものであり、この矩形スパイラル状パターンはポリイミドや液晶ポリマ等の熱可塑性樹脂シートからなる給電アンテナ基材 20 に設けられている。

[0055] 給電アンテナ 220 にはコンデンサチップ 24 を備えている。コンデンサチップ 24 は給電コイル 21 及び RF IC チップ 23 に対して並列に接続されている。このコンデンサチップ 24 は、給電アンテナ 220 の共振周波数を調整するために設けられている。この給電アンテナ 220 の共振周波数は 14 MHz に設定されている。

[0056] 図 10、図 11 (B) から明らかなように、給電コイル 21 は、第 1 ブースターコイル (コイル 11, 13) 及び第 2 ブースターコイル (コイル 12, 14) と電磁界を介して結合している。すなわち、給電コイル 21 のうち、図 11 (B) に示す下半分を第 1 領域とし、上半分を第 2 領域とすると、第 1 領域が第 1 ブースターコイル (コイル 11, 13) と重なるように、第

2 領域が第 2 ブースターコイル (コイル 12, 14) と重なるように配置されている。よって、給電コイル 21 の第 1 領域が第 1 ブースターコイル (コイル 11, 13) と電磁界を介して結合し、給電コイル 21 の第 2 領域が第 2 ブースターコイル (コイル 12, 14) と電磁界を介して結合する。

[0057] 第 1 ブースターコイル 121 と第 2 ブースターコイル 122 とが隣接する部分における第 1 ブースターコイル (コイル 11, 13) の内周から第 2 ブースターコイル (コイル 12, 14) の内周までの距離を B、給電コイル 21 の外周の幅を A で表すと、 $A < B$ の関係とする。この関係により、リーダライタアンテナの磁束が給電コイル 21 を直接通過しない。そのため、ヌル点は生じない。

[0058] 図 12 は RFID デバイス 303 のアンテナ部分の等価回路図である。ここでインダクタ L_0 は給電コイル 21 に相当し、給電回路 23F は RFIC チップ 23 の給電回路である。また、インダクタ L_1, L_2, L_3, L_4 はコイル 11, 12, 13, 14 にそれぞれ相当する。キャパシタ C_1 はコイル 11 とコイル 13 との間に生じる容量に相当する。

[0059] キャパシタ C_0 は給電アンテナ 220 に設けられているコンデンサチップ 24 に相当する。図 10 に示したパッド電極 15, 16 はパウチングされているので、図 4 に示したキャパシタ C_2 に相当するキャパシタは無い。そのため、ブースターアンテナ 130 のキャパシタンス成分を大きくでき、所定の共振周波数を得るために要するブースターアンテナのサイズをより小さくできる。

[0060] ブースターアンテナを構成する矩形スパイラル状導体パターンは、銅、銀、アルミニウム等の金属箔をエッチング等によりパターンニングしたものであり、PET 等の熱硬化性樹脂シートからなる給電アンテナ基材 20 に設けられている。なお、ブースターアンテナ 130 は Y 方向の幅 W_1 が 25 mm、X 方向の幅 W_2 が 10 mm である。このブースターアンテナの共振周波数は 13.56 MHz に設定されている。

[0061] なお、パッド電極 15 とパッド電極 16 とはビアホール電極等の層間接続

導体を利用して接続してもよい。

[0062] 図 13 は R F I D デバイス 3 0 3 の リターンロス特性 (S 1 1) をスミスチャート上に表した図である。この例では周波数を 9 . 0 M H z から 2 5 . 0 M H z までスイープしている。図中 m 1 で示す点が 1 3 . 5 6 M H z である。このように、インピーダンス軌跡の途中の m 1 で示す位置に一つのループが生じていることから、共に L C 共振回路である給電アンテナ 2 2 0 とブースターアンテナ 1 3 0 との結合により、共振点が二つできていることがわかる。また、図 14 は R F I D デバイス 3 0 3 の通過特性 (S 2 1) を示す図である。この図において周波数 f_r は共振周波数、 f_a は反共振周波数である。このように共振周波数 f_r は使用周波数である 1 3 . 5 6 M H z 付近の周波数としている。

[0063] 《第 4 の実施形態》

図 15 は第 4 の実施形態の R F I D デバイス 3 0 4 の平面図である。この R F I D デバイス 3 0 4 は、給電アンテナ 2 2 0 と、この給電アンテナ 2 2 0 に結合するブースターアンテナ 1 3 4 とを備える。

[0064] 給電アンテナ 2 2 0 は、給電アンテナ基材 2 0、給電コイル 2 1 及び R F I C チップ 2 3 を備えている。給電コイル 2 1 は複数層に亘って複数ターンの矩形スパイラル状の導体パターンが形成されている。この給電コイル 2 1 の両端に R F I C チップ 2 3 が接続されている。この給電アンテナ 2 2 0 は第 3 の実施形態で示した給電アンテナ 2 2 0 と同じものである。

[0065] ブースターアンテナ 1 3 4 は、第 1 ブースターコイル 1 2 1 と第 2 ブースターコイル 1 2 2 を含んで構成されている。第 1 ブースターコイル 1 2 1 はコイル 1 1 とコイル 1 3 とで構成され、第 2 ブースターコイル 1 2 2 はコイル 1 2、1 4 及びパッド電極 1 5、1 6 で構成されている。コイル 1 1 とコイル 1 2 とは互いに隣接配置されているとともに、直列接続されている。同様に、コイル 1 3 とコイル 1 4 とは互いに隣接配置されているとともに、直列接続されている。

[0066] 第 1 ブースターコイル 1 2 1 は 9 ターン巻回されたコイル 1 1 と 9 ターン

巻回されたコイル 13 とで構成されている。第 2 ブースターコイル 122 は 9 ターン巻回されたコイル 12 と 9 ターン巻回されたコイル 14 とで構成されている。但し、図 15 においては、図面の煩雑化を避けるため各コイルのターン数を減らして描いている。

[0067] 第 3 の実施形態と異なり、第 4 の実施形態の RFID デバイス 304 では、ブースターアンテナ 134 のコイル 11, 13 の形成領域とコイル 12, 14 の形成領域との間の間隔 S を設けている。

[0068] 給電アンテナ 220 は、第 1 ブースターコイル 121 と第 2 ブースターコイル 122 とにそれぞれ重なる位置に配置されている。この状態で、給電アンテナ 220 の給電コイル 21 の一部が、第 1 ブースターコイル 121 のコイル 11, 13 の一部と重なり、給電アンテナ 220 の給電コイル 21 の一部が、第 2 ブースターコイル 122 のコイル 12, 14 の一部と重なる。

[0069] 図 16 は RFID デバイス 304 のリターンロス特性 (S_{11}) をスミスチャート上に表した図である。この例では周波数を 9.0 MHz から 25.0 MHz までスイープしている。図中 m1 で示す点が 13.56 MHz である。この構造によっても、インピーダンス軌跡の途中の m1 で示す位置に一つのループが生じていることから共振点が二つできていることがわかる。また、図 17 は RFID デバイス 303 の通過特性 (S_{21}) を示す図である。この図において周波数 f_r は共振周波数、 f_a は反共振周波数である。共振周波数 f_r は使用周波数である 13.56 MHz 付近の周波数としている。第 3 の実施形態で図 14 に示した通過特性と比較して明らかなように、第 1 ブースターアンテナ 121 と第 2 ブースターアンテナ 122 との間隔 S を第 1 ブースターコイル及び第 2 ブースターコイルの導体間隔より広げたことにより、共振周波数 f_r と反共振周波数 f_a との間隔が広がる。この理由は、第 1 ブースターアンテナ 121 と第 2 ブースターアンテナ 122 との間隔 S が広くなり、第 1 ブースターアンテナ 121 と第 2 ブースターアンテナ 122 の渦巻き部間の磁気結合が弱くなるので、反共振点の周波数が下がるものと考えられる。

[0070] このように共振周波数 f_r と反共振周波数 f_a との差が大きくなることにより、アンテナの共振周波数と反共振周波数との差が広がり、なだらかな共振特性になる。このため、通信相手（リーダーアンテナ）との磁気結合の度合いによる中心周波数のずれが小さくなり、その結果、読み取り距離変化（ぶれ）が小さくなる。

[0071] 《他の実施形態》

以上に示した各実施形態では、給電コイル、ブースターコイルの何れも矩形スパイラル状の導体/《ターンで構成したが、これらはループ状の導体/《ターンで構成してもよい。また、ターン数は必要に応じて1ターンであってもよい。

[0072] また、以上に示した各実施形態では、給電コイルが第1ブースターコイル及び第2ブースターコイルに対して主に磁界を介して結合する例を示したが、周波数帯域によっては主に電界を介して結合するようにしてもよい。さらには電界及び磁界の両方を介して結合するようにしてもよい。これは高周波信号の場合に、給電コイルとブースターアンテナとの間の静電容量でも十分にエネルギーが伝達されるからである。

[0073] また、以上に示した各実施形態では、 f_{RF} 帯の f_{RF} RFID デバイスに適用する例を示したが、本発明はHF帯に限らず例えばUHF帯のRFIDデバイスにも同様に適用できる。

[0074] また、RFIDタグ用のアンテナとして利用することもできるし、リーダーライタ用のアンテナとして利用することもできる。また、RFIDシステム以外の通信システム用アンテナとして利用してもよい。

符号の説明

[0075] B_0 , B_1 , B_2 …磁束

C_0 , C_1 , C_2 …キャパシタ

f_a …給電コイルの共振周波数

f_b …ブースターアンテナの共振周波数

f_o …通信周波数

H 1 , H 2 …磁界

L 0 ~ L 4 …インダクタ

M 1 ~ M 6 …相互インダクタンス

1 1 ~ 1 4 …コイル

1 5 , 1 6 …ノツド電極

2 0 …給電アンテナ基材

2 1 …給電コイル

2 2 A , 2 2 B …入出力電極

2 3 --- R F I C チップ

2 3 F …給電回路

2 4 …コンデンサチップ

1 1 0 , 1 2 0 , 1 3 0 …ブースターアンテナ

1 1 1 , 1 2 1 …第 1 ブースターコイル

1 1 2 , 1 2 2 …第 2 ブースターコイル

2 1 0 , 2 2 0 …給電アンテナ

3 0 1 ~ 3 0 3 --- R F I D デバイス

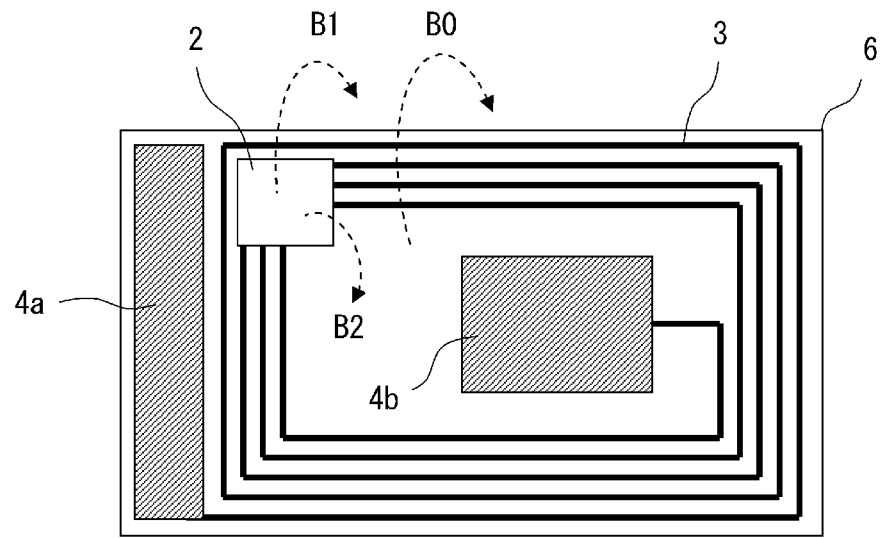
請求の範囲

- [請求項1] 第 1 ブースターコイルと第 2 ブースターコイルとで構成されるブースターアンテナと、このブースターアンテナに結合する給電コイルとを備え、
- 前記第 1 ブースターコイルと前記第 2 のブースターコイルは直列接続され、
- 前記第 1 ブースターコイルと前記第 2 ブースターコイルとは互いに隣接配置され、
- 前記給電コイルは、前記第 1 ブースターコイルと前記第 2 ブースターコイルとの隣接する位置に重ねて配置され、
- 前記第 1 ブースターコイルに対する前記第 2 ブースターコイルの巻回方向は、前記給電コイルが前記第 1 ブースターコイル及び前記第 2 ブースターコイルに対して電磁界を介して同相で結合する方向である、アンテナ。
- [請求項2] 前記第 1 ブースターコイル及び前記第 2 ブースターコイルは複数の層に積層配置された、請求項 1 に記載のアンテナ。
- [請求項3] 層方向に隣接する第 1 のブースターコイル同士または層方向に隣接する第 2 のブースターコイル同士の少なくとも一方は容量を介して結合している、請求項 2 に記載のアンテナ。
- [請求項4] 前記第 1 ブースターコイルと前記第 2 ブースターコイルとが隣接する部分における前記第 1 ブースターコイルの内周から前記第 2 ブースターコイルの内周までの距離は、前記給電コイルの外周の幅よりも大きい、請求項 1～3 のいずれかに記載のアンテナ。
- [請求項5] 前記第 1 ブースターコイルと前記第 2 ブースターコイルとの間隔は前記第 1 ブースターコイル及び第 2 ブースターコイルの導体間隔より広い、請求項 1～4 のいずれかに記載のアンテナ。
- [請求項6] 前記給電コイルの共振周波数、または前記給電コイルとこの給電コイルに接続される給電回路とによる回路の共振周波数は、前記ブー

ターアンテナの共振周波数よりも高い、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のアンテナ。

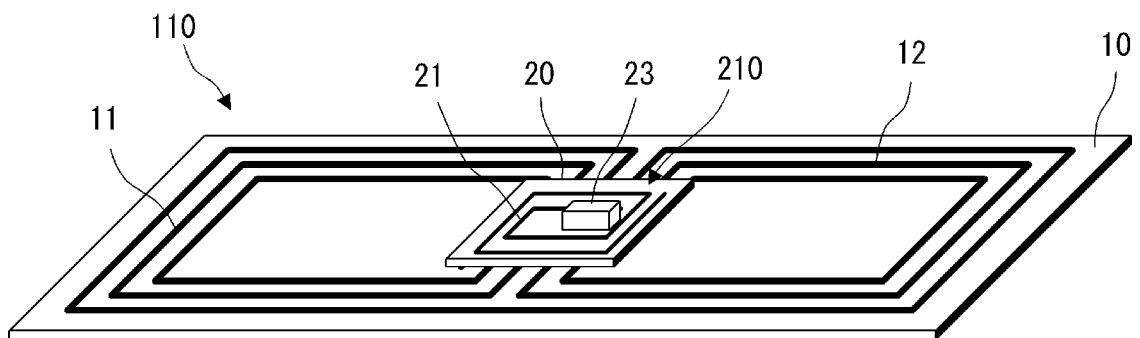
[請求項 7] 請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のアンテナと、前記アンテナの給電コイルに接続された給電回路とを備え、前記給電回路に R F I C を備えた R F I D デバイス。

[図1]

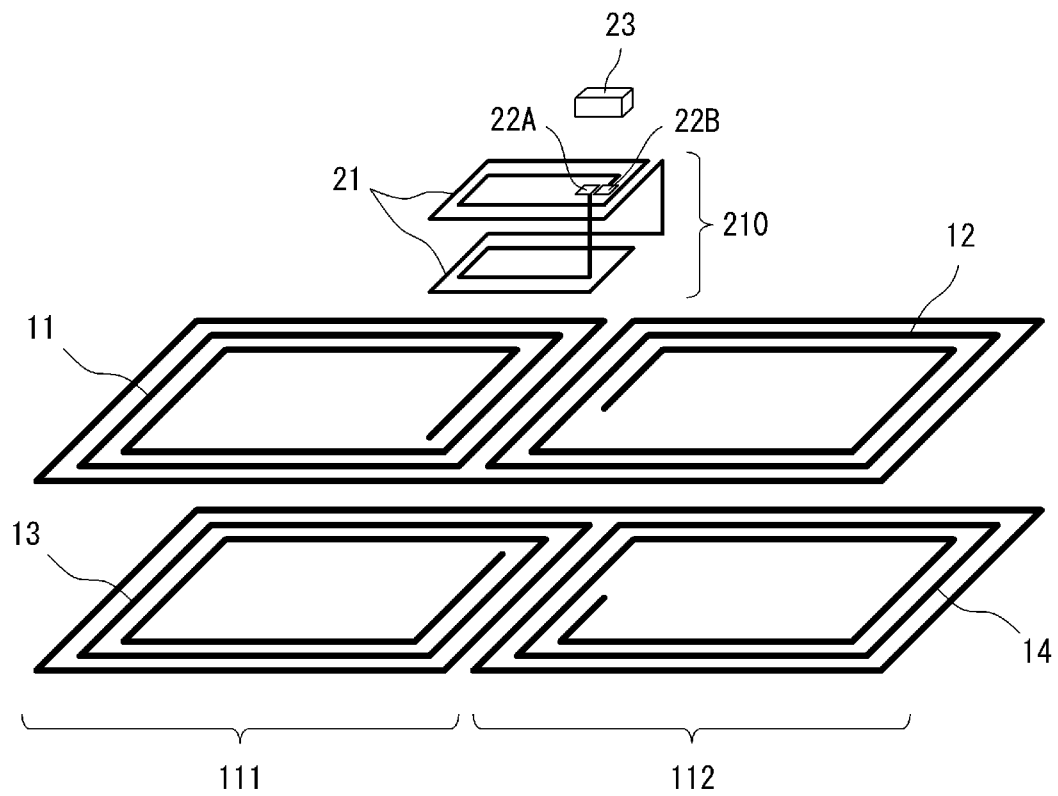


[図2]

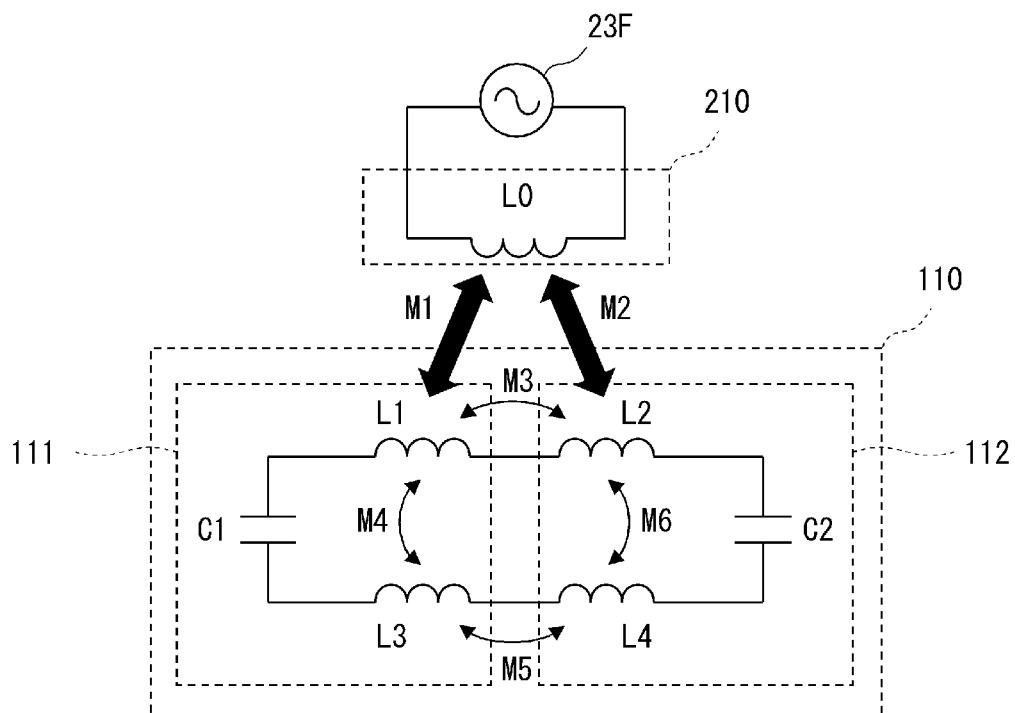
301



[図3]

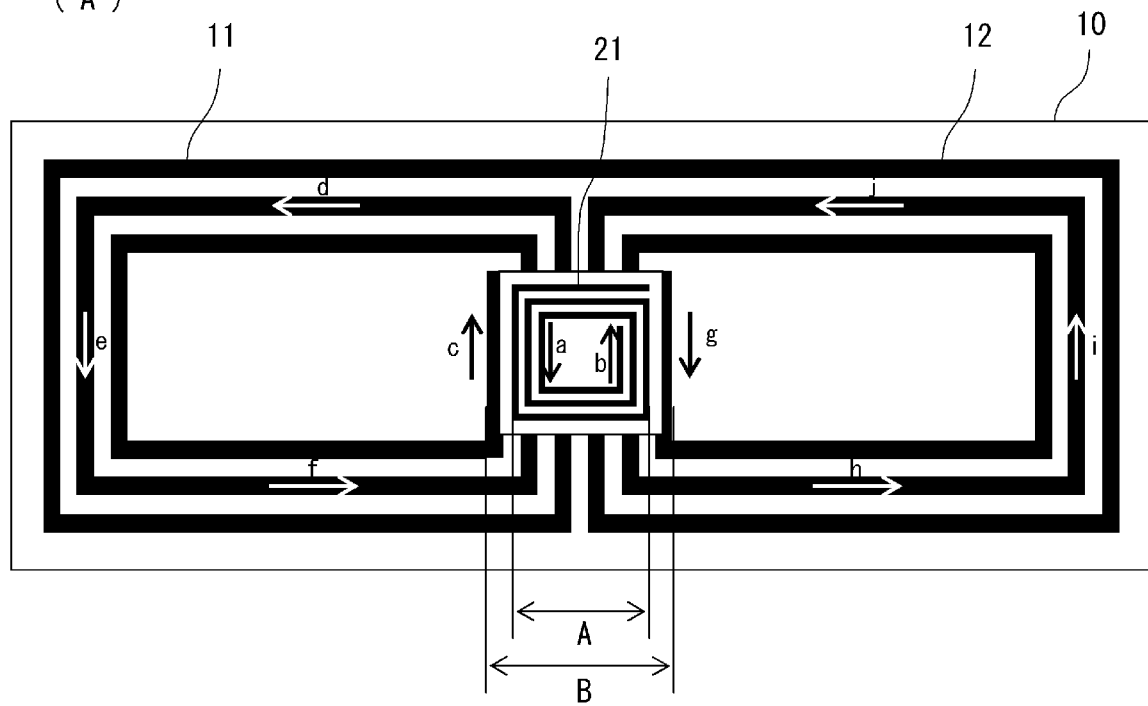


[図4]

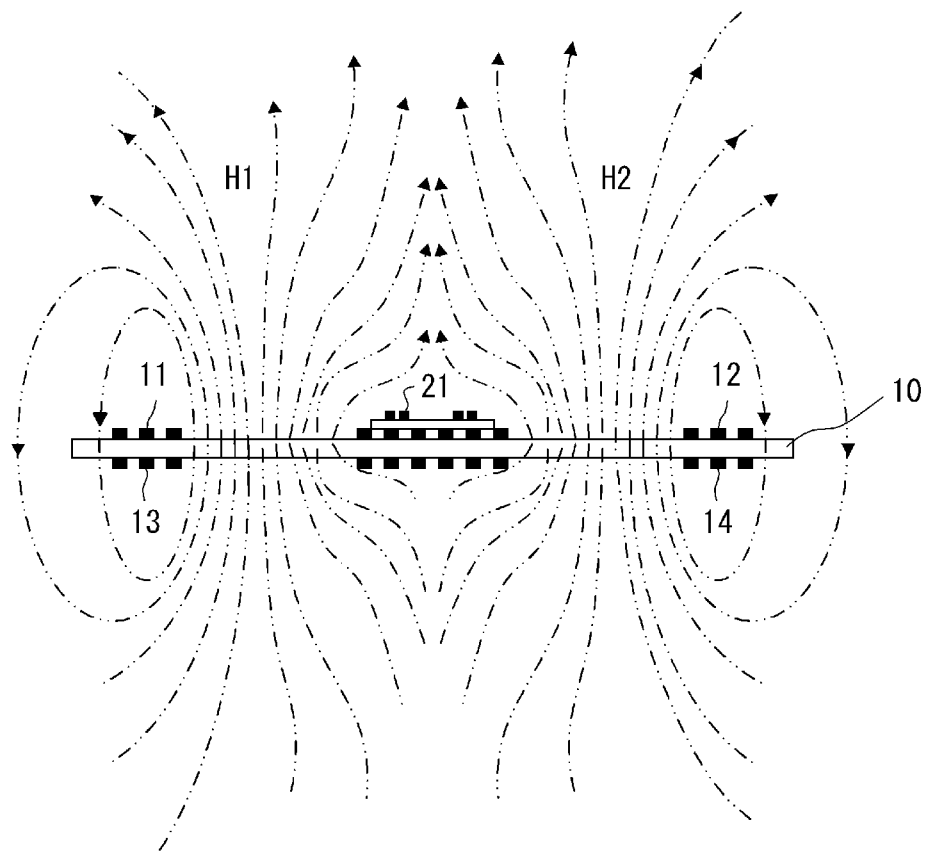


[図5]

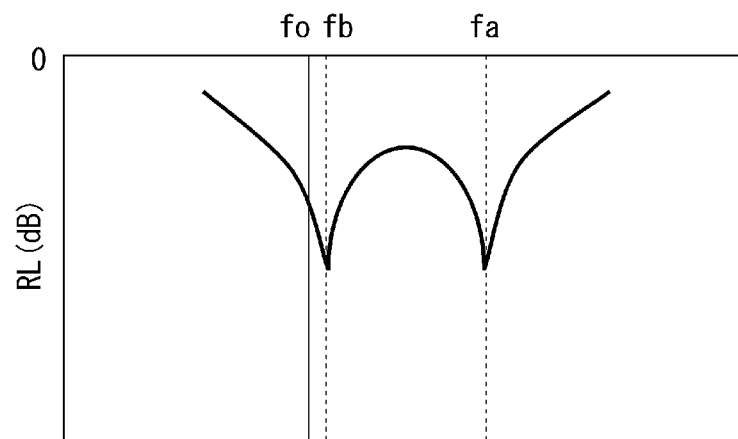
(A)



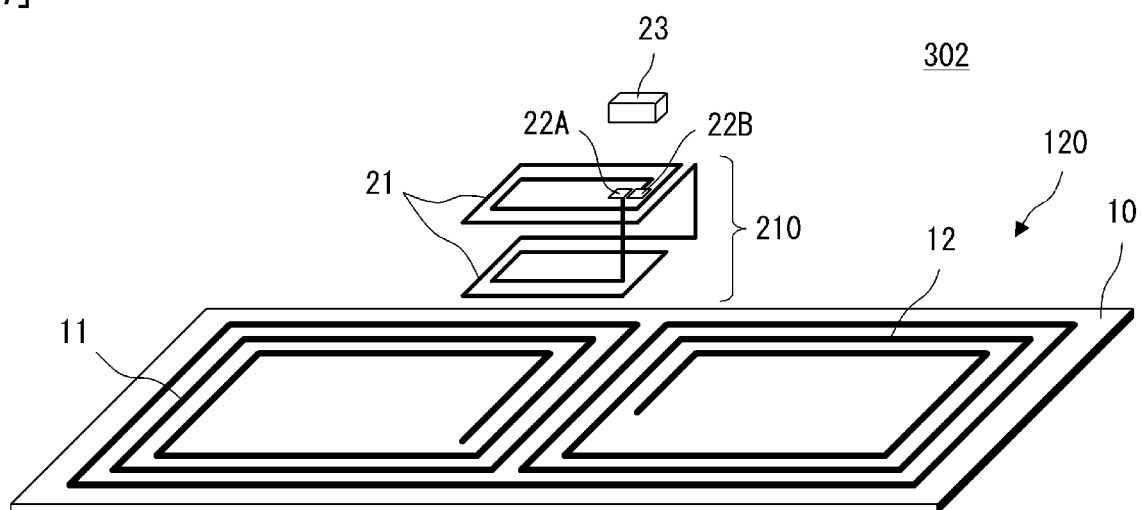
(B)



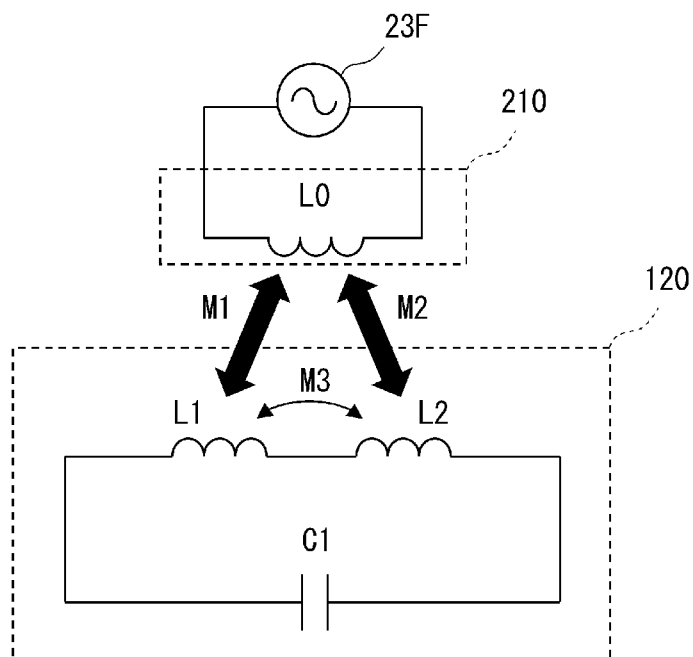
[図6]



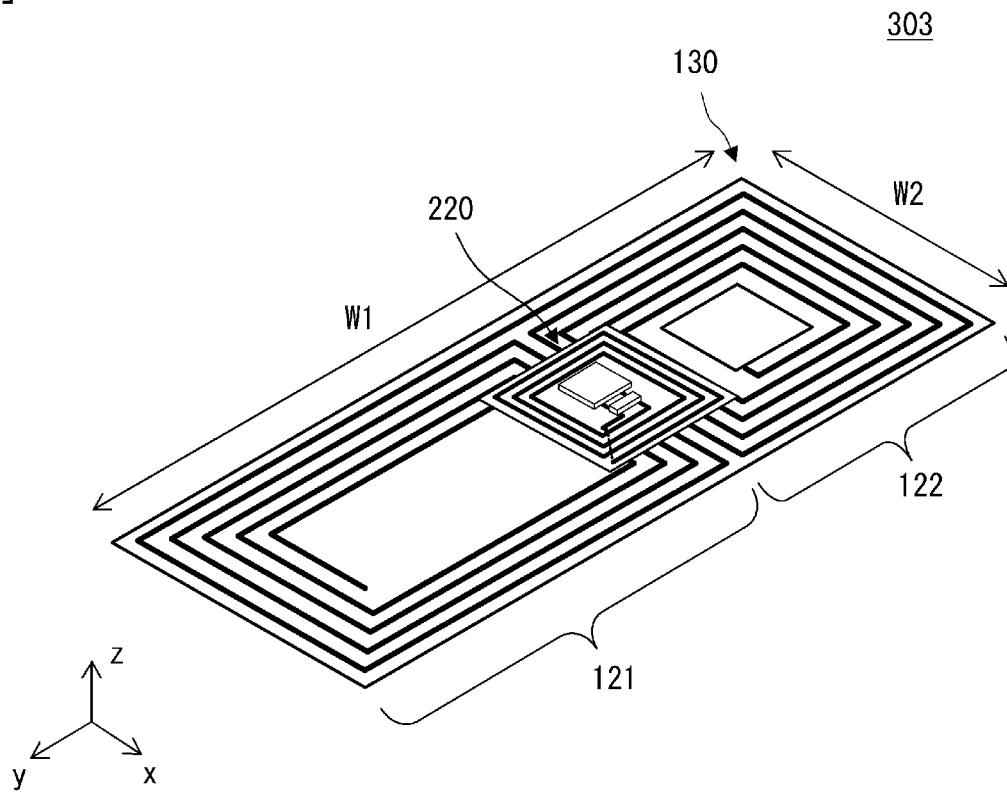
[図7]



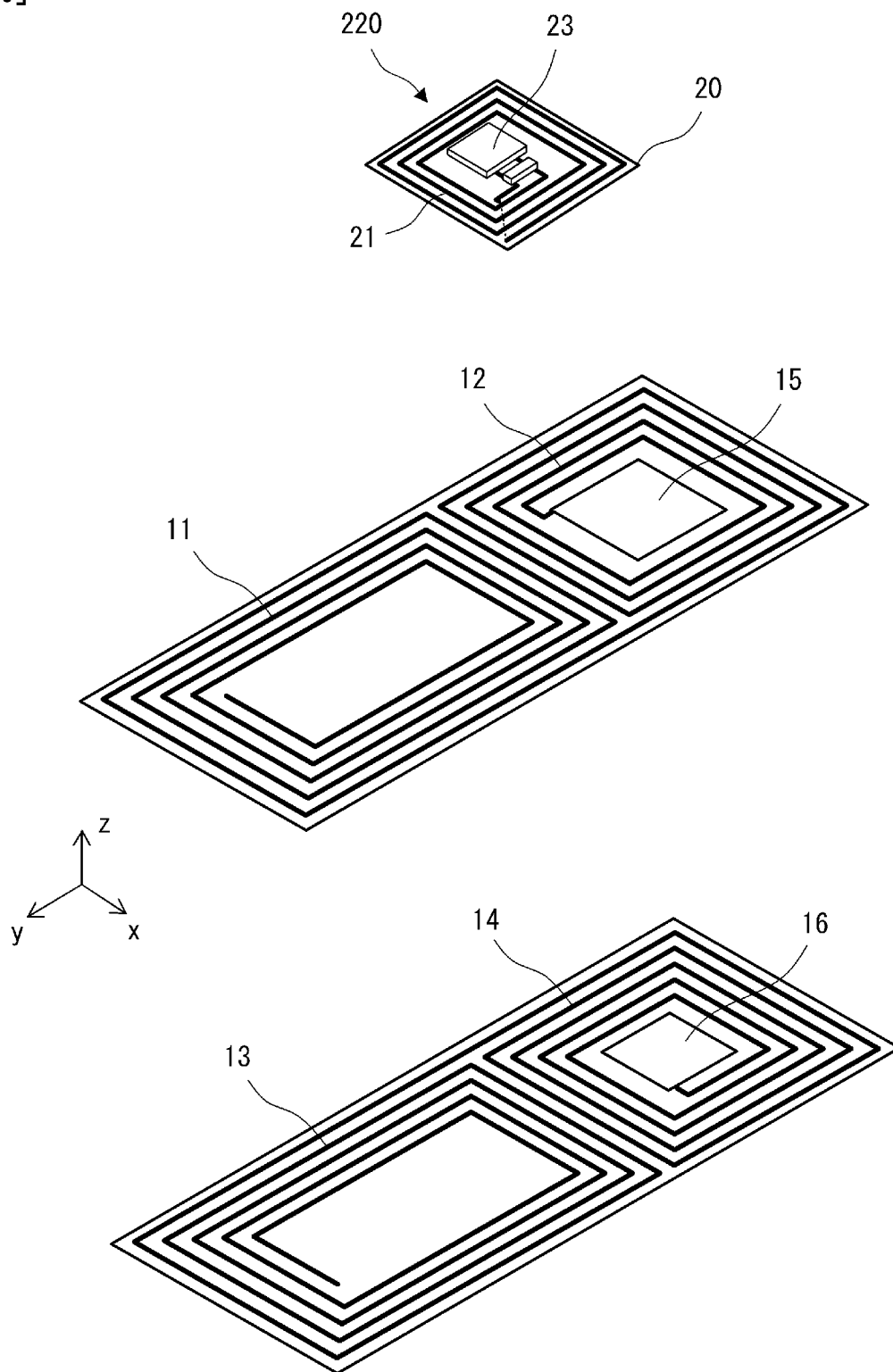
[図8]



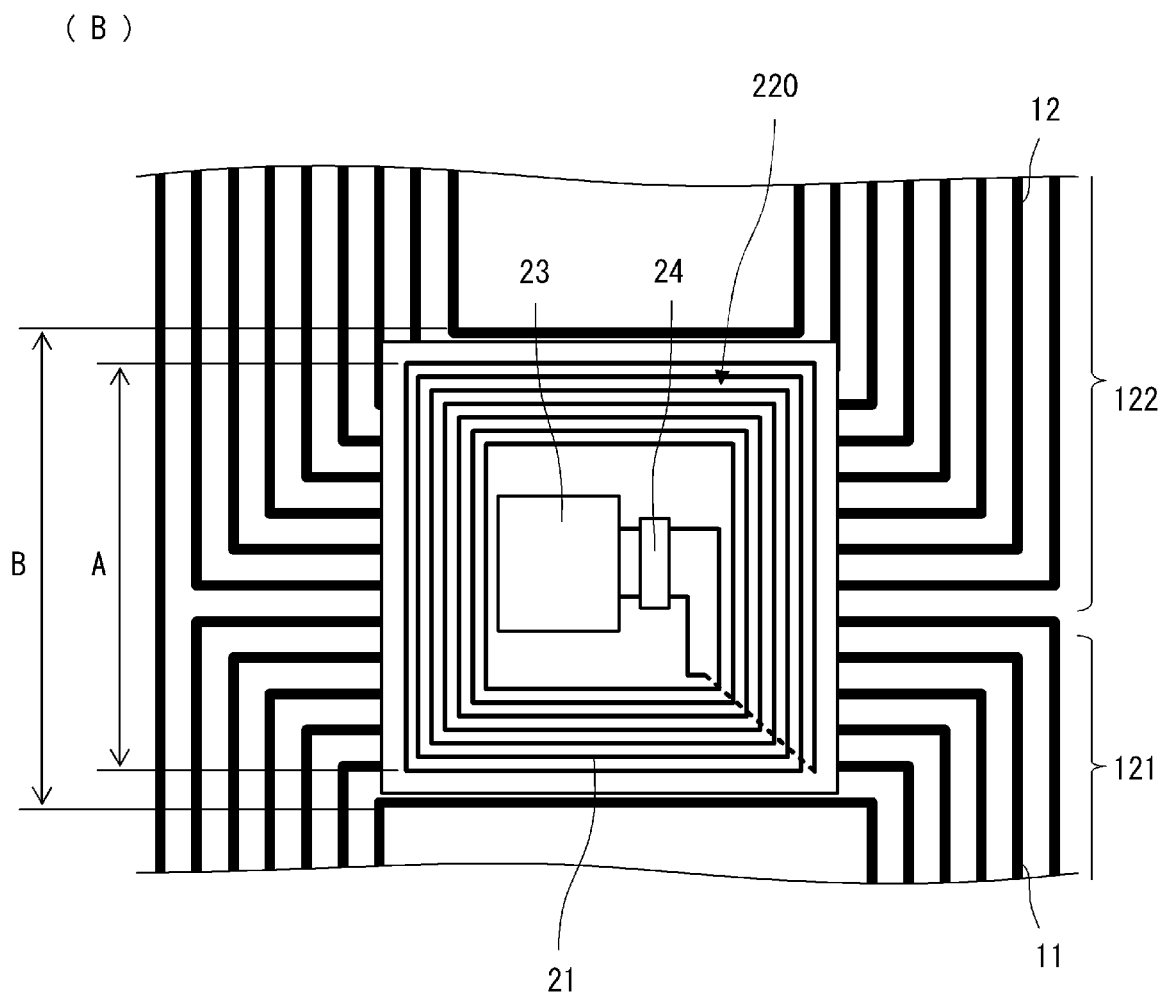
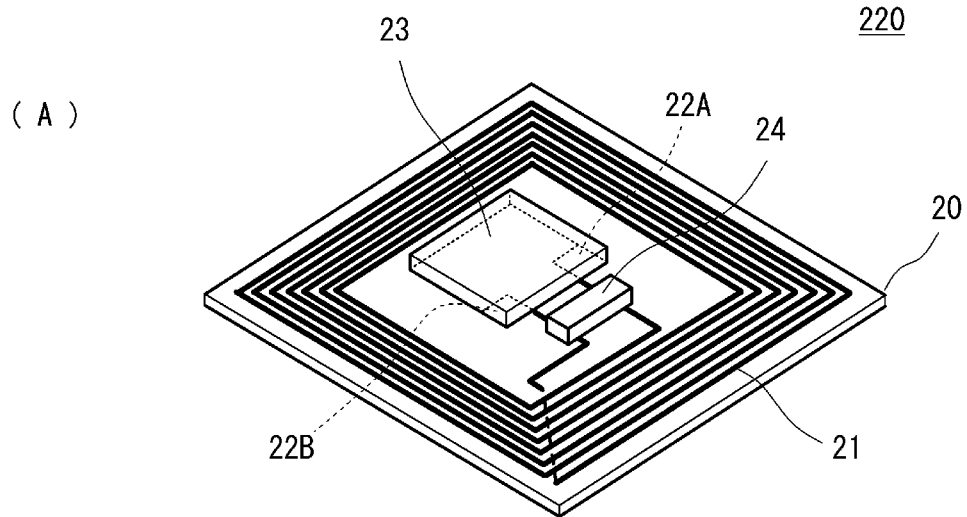
[図9]



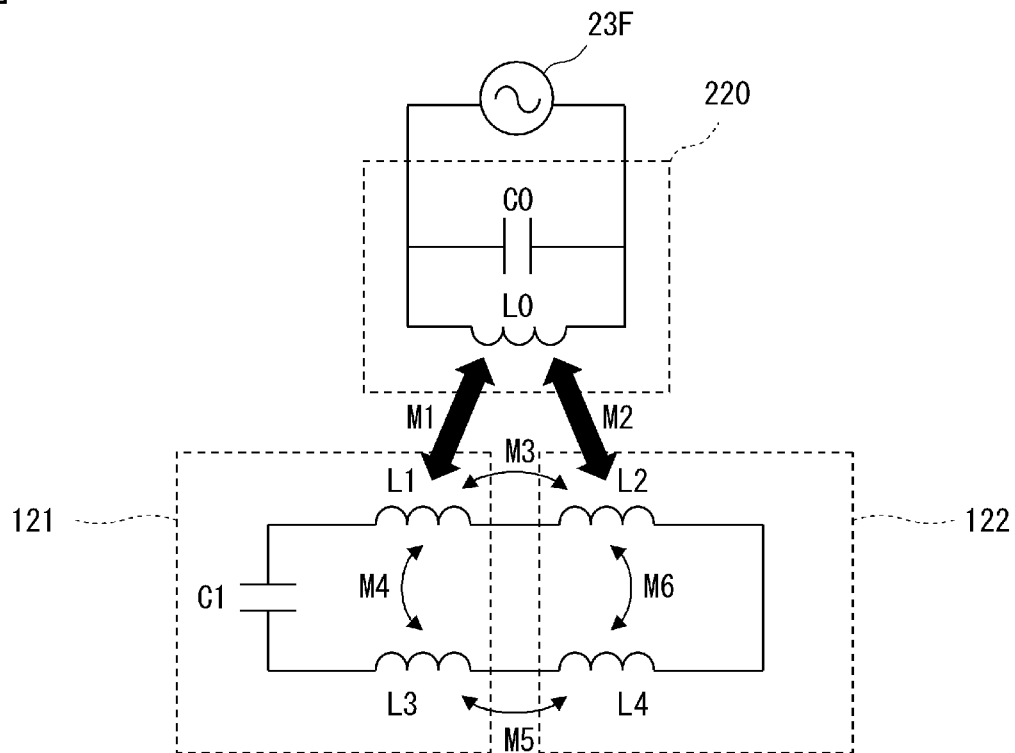
[図10]



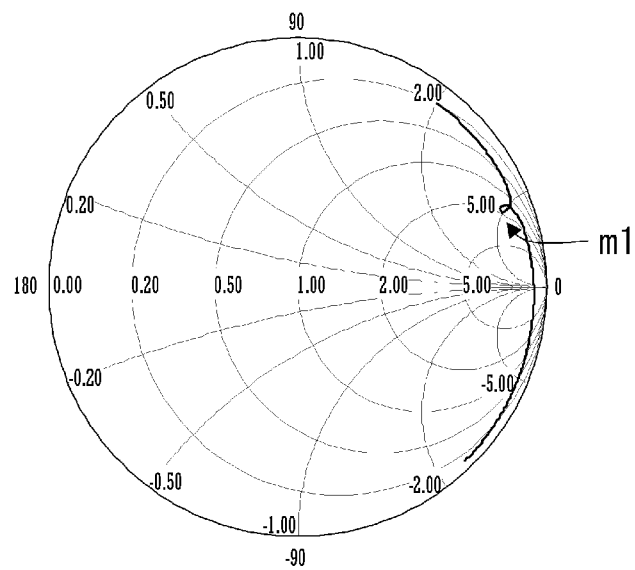
[図11]



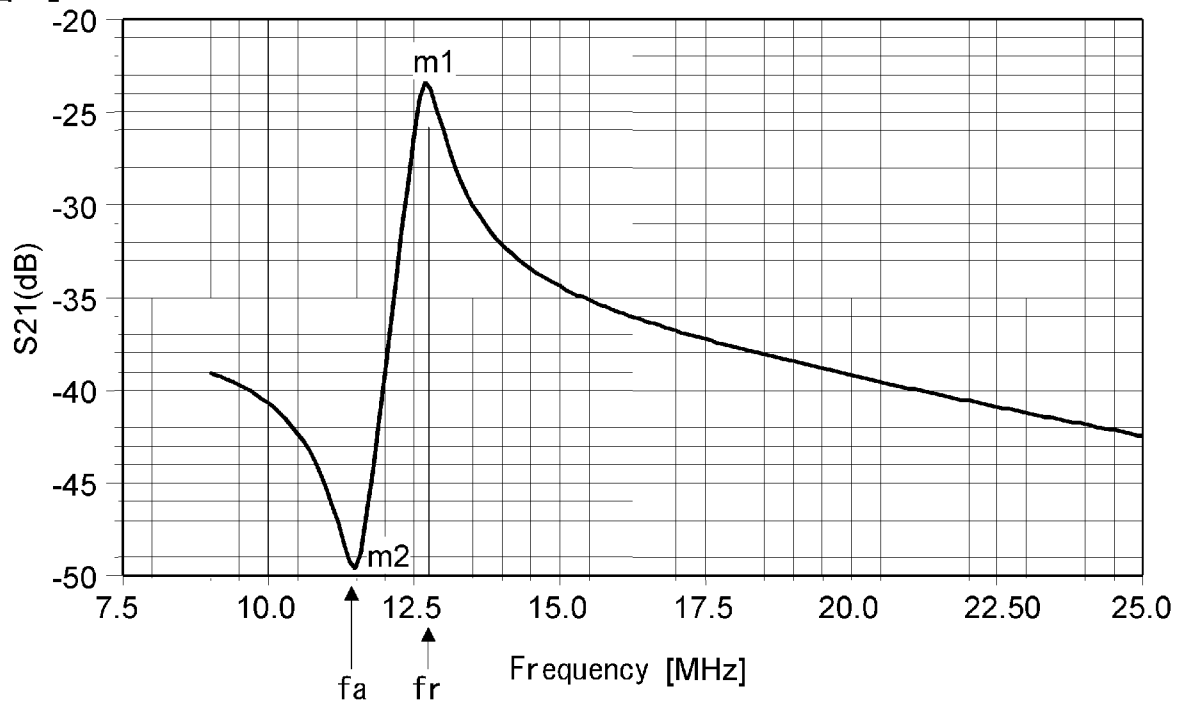
[図12]



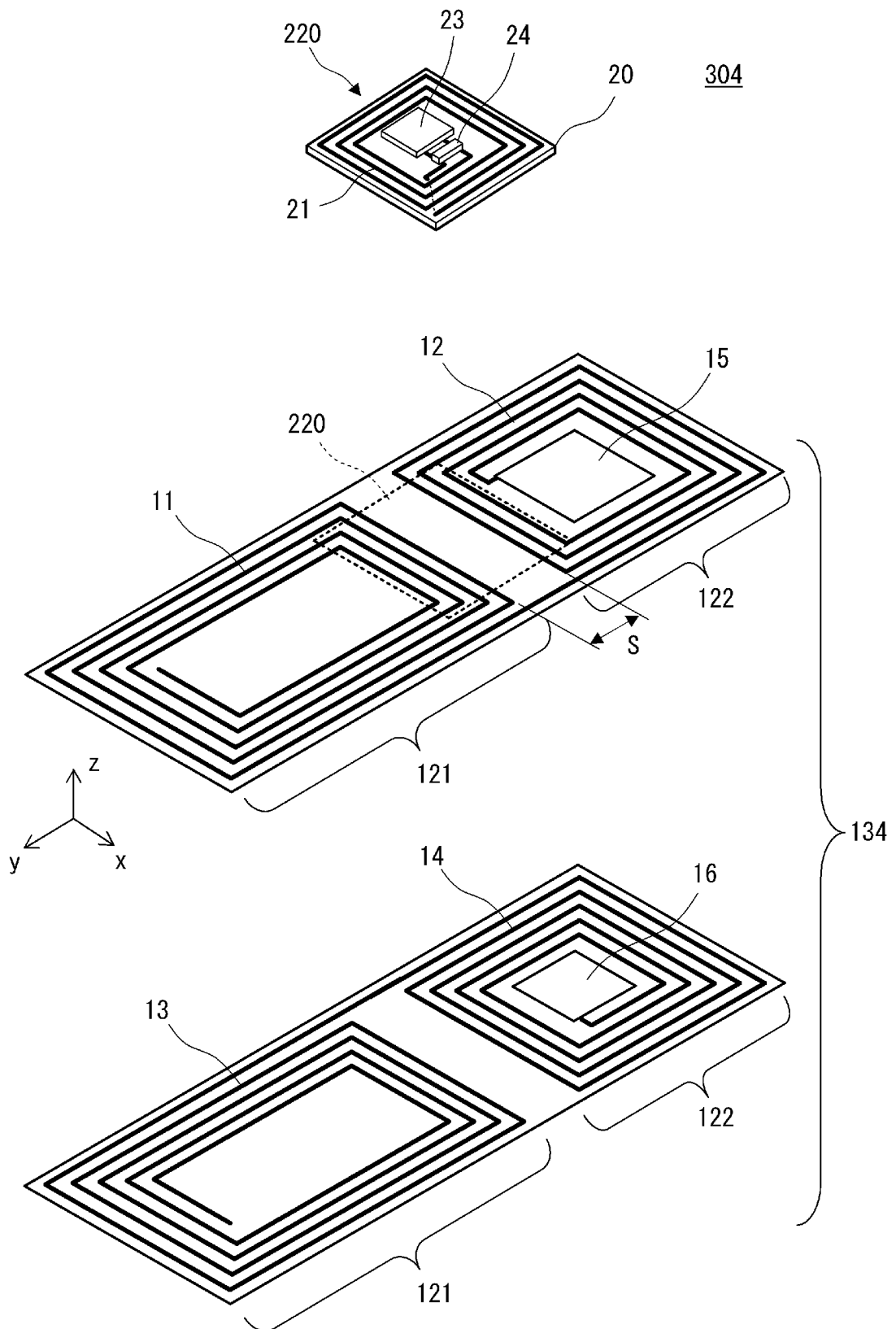
[図13]

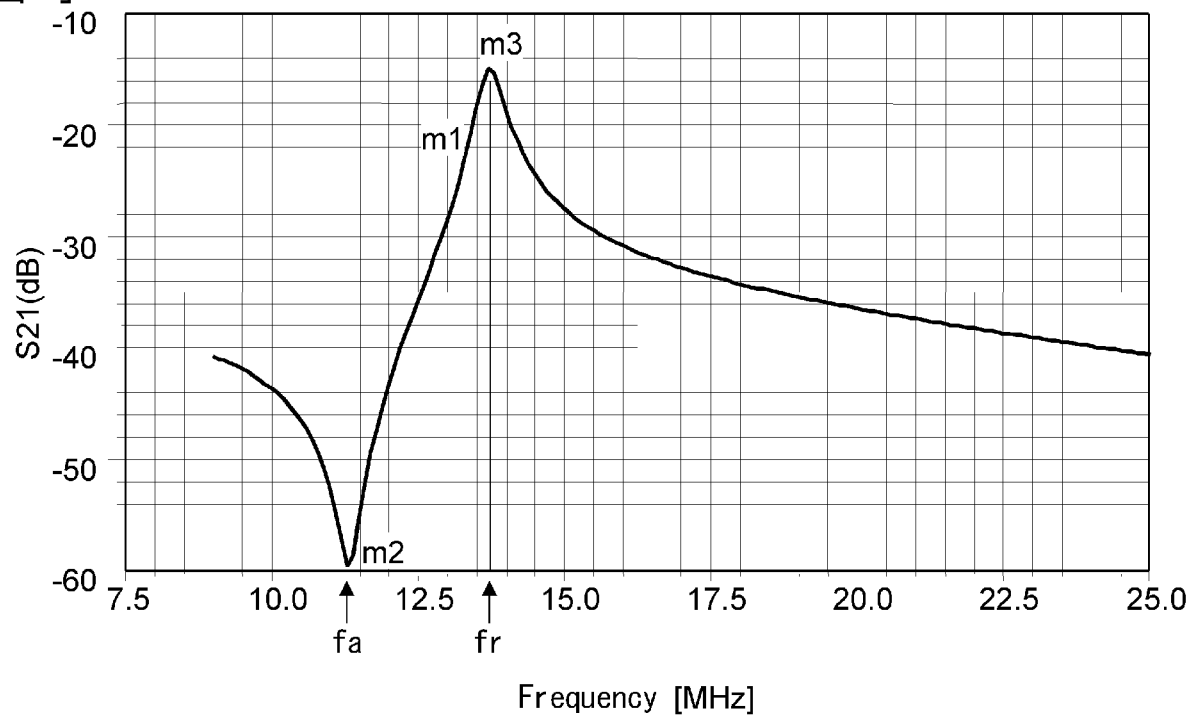
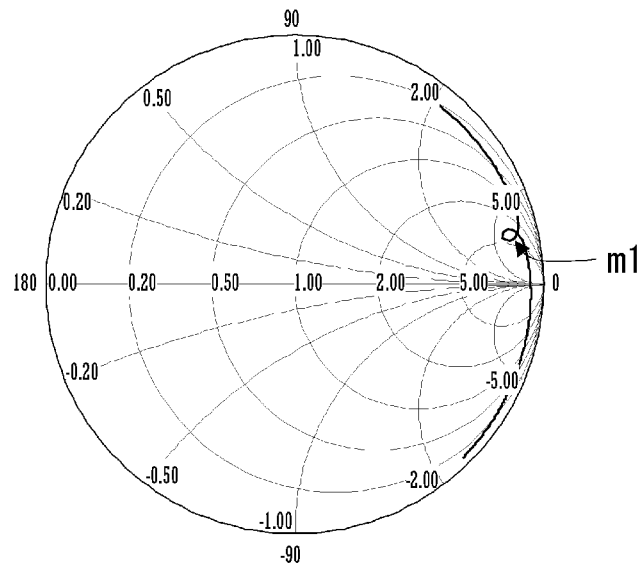


[図14]



[図15]





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/065431

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01 Q1/38(2006.01)i, G06K1 9/07(2006.01)i, G06K1 9/077(2006.01)i, H01 Q3/44(2006.01)i, H01 Q7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01Q1/38, G06K1 9/07, G06K1 9/077, H01Q3/44, H01Q7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2011
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2011	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-137779 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 16 May 2000 (16.05.2000), paragraph [0055]; fig. 3 & US 6837438 B1	1, 2, 4, 7
Y	JP 2008-197714 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 28 August 2008 (28.08.2008), paragraphs [0027] to [0045]; figs. 1, 2 (Family: none)	1, 2, 4, 7
A	JP 2002-175508 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 21 June 2002 (21.06.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 October, 2011 (04.10.11)

Date of mailing of the international search report
18 October, 2011 (18.10.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/065431

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-213169 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 17 September 2009 (17.09.2009), entire text; all drawings & US 2007/0164414 A1 & EP 1976056 A1 & WO 2007/083574 A1	1-7
A	JP 2009-021970 A (Tamura Corp.), 29 January 2009 (29.01.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A . 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01Q1/38 (2006. 01) i , G06K19/07 (2006. 01) i , G06K19/077 (2006. 01) i , H01Q3/44 (2006. 01) i ,
H01Q7/00 (2006. 01) i

B . 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01Q1/38, G06K19/07, G06K19/077, H01Q3/44, H01Q7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 — 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 — 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 — 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 — 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2000-137779 A (日立マクセル株式会社) 2000. 05. 16, 段落 D055 1, 図 3 & US 6837438 B1	1, 2, 4, 7
Y	JP 2008-197714 A (大日本印刷株式会社) 2008. 08. 28, 段落 【0027】 - D045 , 図 1, 2 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 7
A	JP 2002-175508 A (大日本印刷株式会社) 2002. 06. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7

☒ c 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

IA 「特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの」
IE 「国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの」
I 「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」
IΘ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
P 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
IX 「特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの」
IY 「特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」
I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

0 4 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 8 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 — 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

安井 雅史

電話番号 0 3 — 3 5 8 1 — 1 1 0 1 内線 3 5 6 8

5 T

4 0 5 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-213169 A (株式会社村田製作所) 2009. 09. 17, 全文, 全図 & US 2007/0164414 AI & EP 1976056 AI & wo 2007/083574 AI	1-7
A	JP 2009-021970 A (株式会社タムラ製作所) 2009. 01. 29, 全文, 全 図 (ファミリーなし)	1-7