

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年1月24日(24.01.2019)



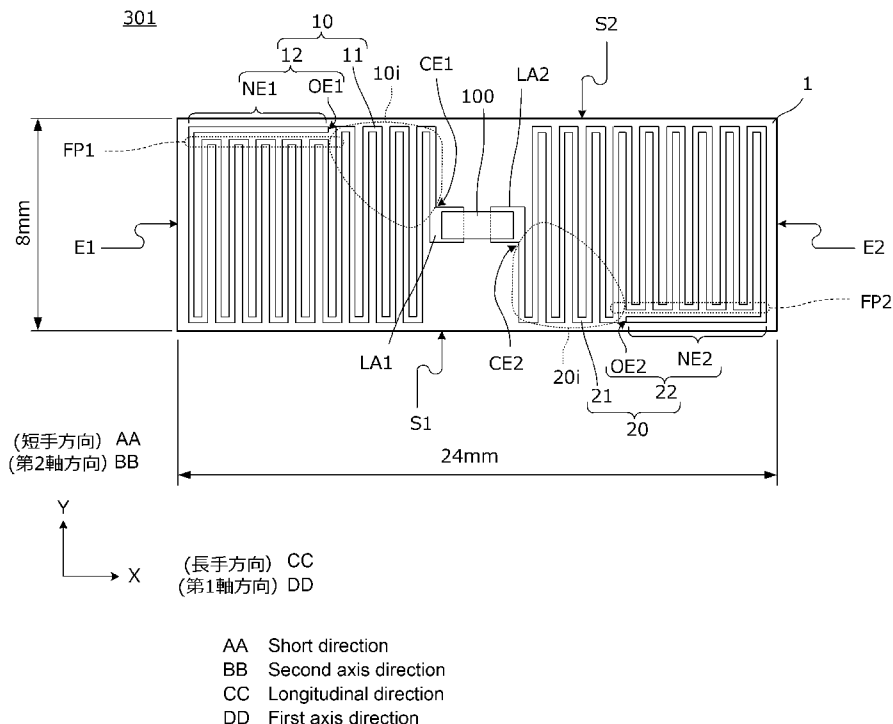
(10) 国際公開番号

WO 2019/017022 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 9/16 (2006.01) H01Q 9/26 (2006.01)
G06K 19/077 (2006.01) H01Q 9/28 (2006.01)
H01Q 1/38 (2006.01) H01Q 5/364 (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/015367
- (22) 国際出願日: 2018年4月12日(12.04.2018)
- (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 2017-141551 2017年7月21日(21.07.2017) JP
- (71) 出願人: 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).
- (72) 発明者: 加藤 登(KATO Noboru); 〒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).
- (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1 丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).
- (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 無線通信デバイス



(57) Abstract: An RFID tag (301) is provided with: a base material (1); an RFIC element (100); and a dipole-type antenna. The dipole-type antenna includes a first dipole element (10) and a second dipole element (20). The first dipole element (10) has a first folding part (12), and forms a capacity between the first folding part (12) and a first opposing part (FP1). The first dipole element (10) has a first interposition part (10i) that is interposed between a first open end (OE1) and the second dipole element (20). Similarly, the second dipole element (20) has a second folding part (22), and forms a capacity



HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

- (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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

between the second folding part (22) and a second opposing part (FP2). The second dipole element (20) has a second interposition part (20i) that is interposed between a second open end (OE2) and the first dipole element (10).

(57) 要約: RFIDタグ(301)は、基材(1)とRFIC素子(100)とダイポール型アンテナとを備える。ダイポール型アンテナは、第1ダイポールエレメント(10)および第2ダイポールエレメント(20)で構成される。第1ダイポールエレメント(10)は第1折り返し部(12)を有し、第1折り返し部(12)と第1対向部(FP1)との間に容量を形成する。また、第1ダイポールエレメント(10)は第1開放端(OE1)と第2ダイポールエレメント(20)との間に介在する第1介在部(10i)を有する。同様に、第2ダイポールエレメント(20)は第2折り返し部(22)を有し、第2折り返し部(22)と第2対向部(FP2)との間に容量を形成する。また、第2ダイポールエレメント(20)は第2開放端(OE2)と第1ダイポールエレメント(10)との間に介在する第2介在部(20i)を有する。

明 細 書

発明の名称：無線通信デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、ＲＦＩＤ（Radio Frequency IDentification）タグや通信モジュール等の無線通信デバイスに関し、特に、ダイポール型アンテナを備える無線通信デバイスに関する。

背景技術

[0002] ＵＨＦ帯を利用するＲＦＩＤタグのアンテナは、通常、ダイポール型アンテナである。特許文献１には、ダイポール型アンテナとして作用する導体パターンが形成された基材にＲＦＩＣ素子が搭載されたＲＦＩＤタグが示されている。このＲＦＩＤタグは例えば物流管理のために物品に貼付され、必要に応じてリーダ／ライタで読み取り／書き込みが行われる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特許第５９０４３１６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記ダイポール型アンテナは、ＲＦＩＣ素子の二つの接続端に接続される二つのダイポールエレメントで構成される。ダイポール型アンテナを小型化するため、特許文献１に示されているように、各ダイポールエレメントはミアンダ状にパターンニングされる。

[0005] しかし、ＲＦＩＤタグや通信モジュール等の無線通信デバイスを設ける適用先のスペースが限定されている場合や、小型の物品や装置へ適用するためには、より小型の無線通信デバイスが必要になる。

[0006] 無線通信デバイスを小型化するためにはダイポールエレメントのパターンを微細化すればよいが、無線通信デバイスの製造上、寸法精度などの制約がある。また、ダイポールエレメントのパターンの微細化に伴って、ダイポー

ルエレメントの抵抗値が増大するため、抵抗値をある程度に抑えるためには、無線通信デバイスの小型化には自ずと限界がある。

[0007] そこで、本発明の目的は、ダイポールエレメントの抵抗値の増大を抑えつつ小型化を図った無線通信デバイスを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] (1) 本発明の無線通信デバイスは、

第1入出力端子および第2入出力端子を有するRFIC素子と、

一端が前記第1入出力端子に接続される第1接続端であり、他端が第1開放端である第1ダイポールエレメント、および、一端が前記第2入出力端子に接続される第2接続端であり、他端が第2開放端である第2ダイポールエレメントで構成されるダイポール型アンテナと、

を備え、

前記第1ダイポールエレメントは、

前記第1開放端および当該第1開放端の近傍である第1開放端近傍部と、前記第1ダイポールエレメントの中途部分との対向によって形成される、第1キャパシタンス成分および第1並列インダクタンス成分による第1LC並列回路と、

前記第1LC並列回路と前記第1接続端との間に直列に繋がる第1直列インダクタンス成分と、で構成され、

前記第2ダイポールエレメントは、

前記第2開放端および当該第2開放端の近傍である第2開放端近傍部と、前記第2ダイポールエレメントの中途部分との対向によって形成される、第2キャパシタンス成分および第2並列インダクタンス成分による第2LC並列回路と、

前記第2LC並列回路と前記第2接続端との間に直列に繋がる第2直列インダクタンス成分と、で構成され、

前記第1LC並列回路の共振周波数および前記第2LC並列回路の共振周波数は、前記ダイポール型アンテナの使用周波数の2倍以上である、

ことを特徴とする。

[0009] このように、LC並列回路の形成により、第1ダイポールエレメントおよび第2ダイポールエレメントの線路長を短くしつつ、ダイポール型アンテナの所定の共振周波数が得られる。したがって、第1ダイポールエレメント、第2ダイポールエレメントの線幅を細くし、長くすることによる抵抗値の増大がなく、無線通信デバイスを小型化できる。

[0010] (2) また、本発明の無線通信デバイスは、

基材と、

前記基材に搭載され、第1入出力端子および第2入出力端子を有するRFIC素子と、

前記基材上に設けられ、一端が前記第1入出力端子に接続される第1接続端であり、他端が第1開放端である第1ダイポールエレメント、および、一端が前記第2入出力端子に接続される第2接続端であり、他端が第2開放端である第2ダイポールエレメントで構成されるダイポール型アンテナと、

を備え、

前記第1ダイポールエレメントは、

前記第1開放端が前記第1ダイポールエレメントの中途部分に対向するように構成された第1折り返し部と、

前記第1開放端と前記第2ダイポールエレメントの外縁とを結ぶエリア内に介在する第1介在部と、

を有し、

前記第2ダイポールエレメントは、

前記第2開放端が前記第2ダイポールエレメントの中途部分に対向するように構成された第2折り返し部と、

前記第2開放端と前記第1ダイポールエレメントの外縁とを結ぶエリア内に介在する第2介在部と、

を有する、

ことを特徴とする。

- [0011] 上記構成により、第1ダイポールエレメントおよび第2ダイポールエレメントの線路長を短くしつつ、ダイポール型アンテナの共振周波数は所定値に定められる。したがって、第1ダイポールエレメント、第2ダイポールエレメントの線幅を細くし、長くすることによる抵抗値の増大がなく、無線通信デバイスを小型化できる。また、第1ダイポールエレメントの第1開放端および第1開放端近傍部と第2ダイポールエレメント（特に第2開放端）との間に生じる不要な容量が抑制され、同様に、第2ダイポールエレメントの第2開放端および第2開放端近傍部と第1ダイポールエレメント（特に第1開放端）との間に生じる不要な容量が抑制されるので、指向性や利得の変化が抑制される。
- [0012] (3) 前記RFIC素子は、前記基材の中央に配置され、前記第1折り返し部と前記第2折り返し部とは、前記RFIC素子の位置に対して点对称関係の位置にあることが好ましい。この構造により、第1ダイポールエレメントの開放端と第2ダイポールエレメントの開放端とが効果的に離れ、第1ダイポールエレメントの開放端と第2ダイポールエレメントの開放端とが容量結合することによるダイポール型アンテナの電磁波放射の障害が抑制される。
- [0013] (4) 前記ダイポール型アンテナの形成領域は、平面視で第1軸方向に互いに対向する第1端部および第2端部、前記第1軸方向に直交する第2軸方向に互いに対向する第1側部および第2側部を有し、前記第1ダイポールエレメントは、前記第1入出力端子と前記第1端部との間にミアンド状の蛇行部を有する第1導体パターンであり、前記第2ダイポールエレメントは、前記第2入出力端子と前記第2端部との間にミアンド状の蛇行部を有する第2導体パターンであることが好ましい。この構造により、小型のダイポール型アンテナが構成される。
- [0014] (5) 前記第1開放端は前記第1導体パターンの蛇行部の隙間に入り込み、前記第2開放端は前記第2導体パターンの蛇行部の隙間に入り込んでいてもよい。この構造によれば、第1、第2開放端が蛇行部の内側に入る量によって、ダイポール型アンテナの指向性および利得から独立して共振周波数の設

定ができる。

[0015] (6) 前記第1ダイポールエレメントは、前記RFIC素子と前記第1側部または前記第2側部との間に位置する第1副導体パターンを有し、前記第2ダイポールエレメントは、前記RFIC素子と前記第1側部または前記第2側部との間に位置する第2副導体パターンを有することが好ましい。これにより、ダイポール型アンテナの形成領域を有効に利用でき、その分、さらに小型化できる。

[0016] (7) 例えば、前記第1副導体パターンは、前記RFIC素子の第1入出力端子が接続されるランドを挟んで対向する二つの位置にあり、前記第2副導体パターンは、前記RFIC素子の第2入出力端子が接続されるランドを挟んで対向する二つの位置にある。この構造によれば、RFIC素子の第1入出力端子が接続されるランドを挟んで対向する二つの位置に形成された第1副導体パターン同士はランドで遮蔽され、不要な磁界結合が抑制されるので、第1、第2副導体パターンは放射素子の一部として、また、インダクタンス素子として、有効に作用する。

[0017] (8) 前記ダイポール型アンテナの形成領域は、平面視で長手方向と短手方向とをもち、前記長手方向は前記第1軸方向に対応し、前記短手方向は前記第2軸方向に対応し、前記長手方向の寸法は前記ダイポール型アンテナの使用周波数の $1/8$ 波長以下であることが好ましい。これにより、第1ダイポールエレメントおよび第2ダイポールエレメントの蛇行部が延びる方向がダイポール型アンテナとして放射に有効に寄与し、小型でありながら、長い通信距離が確保できる。

[0018] (9) 前記長手方向の寸法は前記短手方向の寸法の2倍以上であることが好ましい。この構造により、RFIC素子から互いに概略反対方向へ延びる第1ダイポールエレメントおよび第2ダイポールエレメントの範囲を長く確保でき、ダイポール型アンテナの所定の利得が得やすい。

[0019] (10) 前記RFIC素子は、RFICチップと、前記RFICチップと前記ダイポール型アンテナとのインピーダンスを整合させるインピーダンス整

合回路とを一体化した素子であることが好ましい。この構成により、無線通信デバイスを設ける部材の誘電率や透磁率の影響を受けず、無線通信デバイス単体での電気的特性を保てる。

[0020] (11) 前記RFIC素子は前記ダイポール型アンテナを介してUHF帯で通信することが好ましい。これにより、UHF帯を利用する無線通信デバイスに適合できる。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、第1ダイポールエレメントおよび第2ダイポールエレメントの線路長を短くしつつ、所定共振周波数のダイポール型アンテナが構成されるので、第1ダイポールエレメントおよび第2ダイポールエレメントの線幅を細くすることによる抵抗値の増大がなく、無線通信デバイスを小型化できる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1は第1の実施形態に係るRFIDタグ301の平面図である。

[図2]図2(A)は、第1の実施形態に係るダイポール型アンテナの等価回路図である。図2(B)は、図2(A)に示した等価回路を更に簡略化した等価回路図である。

[図3]図3は第1の実施形態に係るダイポール型アンテナの利得の周波数特性を示す図である。

[図4]図4は、RFIC素子100の斜視図である。

[図5]図5は、図4に示すRFIC素子の縦断面図である。

[図6A]図6Aは、多層基板120の上位の絶縁層を真上から見た状態を示す平面図である。

[図6B]図6Bは、多層基板120の中位の絶縁層の平面図である。

[図6C]図6Cは、多層基板120の下位の絶縁層の示す平面図である。

[図7A]図7Aは、図6Aに示す絶縁層のB1-B1線断面図である。

[図7B]図7Bは、図6Bに示す絶縁層のB2-B2線断面図である。

[図7C]図7Cは、図6Cに示す絶縁層のB3-B3線断面図である。

[図8]図8は、RFIC素子100の等価回路を示す図である。

[図9]図9は、RFIC素子100のインダクタL1～L4に生じる磁界の方向を示す図である。

[図10]図10は、RFIC素子100におけるリジッド領域およびフレキシブル領域の分布を示す図である。

[図11]図11は、RFIC素子100をランドLA1, LA2に取り付けたRFIDタグが撓んだ状態を示す図である。

[図12]図12は、図11のRFIDタグの等価回路を流れる電流の一例を示す図である。

[図13]図13は、図11のRFIDタグにおいて、RFICチップに接続される回路をRFICチップから見た反射損失の周波数特性を示す図である。

[図14]図14は第2の実施形態に係るRFIDタグ302の平面図である。

[図15]図15は第3の実施形態に係るRFIDタグ303Aの平面図である。
。

[図16]図16は第3の実施形態に係るRFIDタグ303Bの平面図である。
。

[図17]図17は第3の実施形態に係るRFIDタグ303Cの平面図である。
。

発明を実施するための形態

[0023] 以降、図を参照して幾つかの具体的な例を挙げて、本発明を実施するための複数の形態を示す。各図中には同一箇所には同一符号を付している。要点の説明または理解の容易性を考慮して、便宜上実施形態を分けて示すが、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせは可能である。第2の実施形態以降では第1の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

[0024] 《第1の実施形態》

図1は第1の実施形態に係るRFIDタグ301の平面図である。本実施

形態のRFIDタグ301は、矩形板状の基材1、この基材1に形成された第1ダイポールエレメント10、第2ダイポールエレメント20、および基材1に搭載されたRFIC素子100を備える。このRFIDタグ301は本発明に係る「無線通信デバイス」の一例である。

[0025] 基材1は、平面視で第1軸方向（図1におけるX軸方向）および第2軸方向（図1におけるY軸方向）をもち、第1軸方向の互いに対向する端部である第1端部E1および第2端部E2を有し、第2軸方向の互いに対向する側部である第1側部S1および第2側部S2を有する。本実施形態では、基材のほぼ全面が、ダイポール型アンテナの形成領域であるので、基材1の「第1軸方向」、「第2軸方向」、「第1端部E1」、「第2端部E2」、「第1側部S1」および「第2側部S2」は、本発明に係る「第1軸方向」、「第2軸方向」、「第1端部」、「第2端部」、「第1側部」および「第2側部」にそれぞれ対応する。

[0026] また、基材1は、平面視で長手方向および短手方向をもつ。長手方向は上記第1軸方向に対応し、短手方向は上記第2軸方向に対応する。

[0027] 基材1の中央には、RFIC素子100を実装するためのランドLA1、LA2が形成されている。このランドLA1、LA2にRFIC素子100の第1入出力端子および第2入出力端子がそれぞれ接続される。

[0028] 基材1に形成された第1ダイポールエレメント10および第2ダイポールエレメント20で1つのダイポール型アンテナが構成される。

[0029] 第1ダイポールエレメント10は、ランドLA1と第1端部E1との間にミアンダ状の蛇行部を有する第1導体パターンであり、第2ダイポールエレメント20は、ランドLA2と第2端部E2との間にミアンダ状の蛇行部を有する第2導体パターンである。例えば導体パターンの線幅は100 μ m、線間距離は200 μ mである。

[0030] 基材1は例えばポリエチレンナフタレート（PEN）フィルムである。導体パターンは、基材1に貼り付けられたCu箔がフォトリソグラフィおよびエッチングによってパターンニングされたものである。

- [0031] 第1ダイポールエレメント10の一端は、ランドLA1に接続される(RFIC素子の第1入出力端子に接続される)第1接続端CE1である。第1ダイポールエレメント10の他端は第1開放端OE1である。第2ダイポールエレメント20の一端は、ランドLA2に接続される(RFIC素子の第2入出力端子に接続される)第2接続端CE2である。第2ダイポールエレメント20の他端は第2開放端OE2である。
- [0032] 本実施形態のRFIDタグ301は、ダイポール型アンテナの形成領域の長手方向の寸法は24mm、短手方向の寸法は8mmであり、短手方向と長手方向の寸法比は1:3である。すなわち長手方向の寸法は短手方向の寸法の2倍以上である。この構造により、RFIC素子100から互いに概略反対方向へ延びる第1ダイポールエレメント10および第2ダイポールエレメント20の範囲を長く確保でき、ダイポール型アンテナの所定の利得が得やすい。このように、本発明によれば、長手方向の寸法が50mm以下、短手方向の寸法が25mm以下、さらには長手方向の寸法が30mm以下、短手方向の寸法が10mm以下の、平面寸法の極めて小さなタグを構成できる。
- [0033] また、このダイポール型アンテナの使用周波数(1/2波長基本共振周波数)は例えば920MHzであり、基材1と空間とで構成されるアンテナの周りの実効比誘電率は、約1.5であるので、長手方向の寸法(24mm)はダイポール型アンテナの使用周波数の1/8波長(約29mm)以下である。これにより、小型でありながら、長い通信距離を確保できる。
- [0034] 第1ダイポールエレメント10は主導体パターン部11と第1折り返し部12とで構成される。第2ダイポールエレメント20は主導体パターン部21と第2折り返し部22とで構成される。
- [0035] 第1折り返し部12は、第1開放端OE1が第1ダイポールエレメント10の中途部分に対向するように構成されたものである。この第1折り返し部12は、第1ダイポールエレメント10の形成領域のうち、その外縁(本実施形態では第1端部E1)からRFIC素子100へ近づく方向に折り返された形状である。この第1折り返し部12は、第1開放端OE1およびこの

第1開放端OE1の近傍である第1開放端近傍部NE1とで構成される。第1折り返し部12は第1ダイポールエレメントの対向部FP1と対向する。

[0036] 同様に、第2折り返し部22は、第2開放端OE2が第2ダイポールエレメント20の中途部分に対向するように構成されたものである。この第2折り返し部22は、第2ダイポールエレメント20の形成領域のうち、その外縁（本実施形態では第2端部E2）からRFIC素子100へ近づく方向に折り返された形状である。この第2折り返し部22は、第2開放端OE2およびこの第2開放端OE2の近傍である第2開放端近傍部NE2とで構成される。第2折り返し部22は第2ダイポールエレメントの対向部FP2と対向する。

[0037] 第1ダイポールエレメント10は、第1開放端OE1と第2ダイポールエレメント20との間に介在する第1介在部10iを有する。つまり、第1ダイポールエレメント10のうち、特に第1介在部10iは第1開放端OE1と第2ダイポールエレメント20の外縁（第2ダイポールエレメント20の形成領域）とを結ぶエリア内に介在する。

[0038] 同様に、第2ダイポールエレメント20は、第2開放端OE2と第1ダイポールエレメント10の外縁とを結ぶエリア内に介在する第2介在部20iを有する。

[0039] 上記RFIC素子は、基材1の中央に配置され、第1折り返し部12と第2折り返し部22とは、RFIC素子100の位置に対して点対称関係の位置にある。また、本実施形態では、第1ダイポールエレメント10と第2ダイポールエレメント20とは、それら全体がRFIC素子100の位置に対して点対称の関係にある。

[0040] 図2（A）は、本実施形態に係るダイポール型アンテナの等価回路図である。図2（B）は、図2（A）に示した等価回路を更に簡略化した等価回路図である。図2（A）、図2（B）において、キャパシタンス素子C1は、図1に示した第1折り返し部12と第1対向部FP1との間に生じる容量に相当する。つまり、第1開放端OE1およびこの第1開放端の近傍部と、第

第1ダイポールエレメント10の中途部分との対向によって形成される第1キャパシタンス成分に相当する。また、図2（A）、図2（B）においてインダクタンス素子L11は、第1ダイポールエレメント10のうち、第1対向部FP1を含む導体パターンに生じる第1並列インダクタンス成分に相当する。また、インダクタンス素子L12は、第1ダイポールエレメント10のうち、第1対向部FP1を含む導体パターン以外の導体パターンに生じる第1直列インダクタンス成分に相当する。

[0041] 同様に、図2（A）、図2（B）において、キャパシタンス素子C2は、図1に示した第2折り返し部22と第2対向部FP2との間に生じる容量に相当する。つまり、第2開放端OE2およびこの第2開放端の近傍部と、第2ダイポールエレメント20の中途部分との対向によって形成される第2キャパシタンス成分に相当する。また、図2（A）、図2（B）においてインダクタンス素子L21は、第2ダイポールエレメント20のうち、第2対向部FP2を含む導体パターンに生じる第2並列インダクタンス成分に相当する。また、インダクタンス素子L22は、第2ダイポールエレメント20のうち、第2対向部FP2を含む導体パターン以外の導体パターンに生じる第2直列インダクタンス成分に相当する。

[0042] キャパシタンス素子C1とインダクタンス素子L11とによって第1LC並列回路LC1が構成される。つまり、第1ダイポールエレメント10は第1LC並列回路LC1と、この第1LC並列回路LC1と第1接続端CE1との間に直列接続されるインダクタンス素子L12とで構成される。

[0043] 同様に、キャパシタンス素子C2とインダクタンス素子L21とによって第2LC並列回路LC2が構成され、第2ダイポールエレメント20は第2LC並列回路LC2と、この第2LC並列回路LC2と第2接続端CE2との間に直列接続されるインダクタンス素子L22とで構成される。

[0044] 図2（B）において、第1LC並列回路LC1の第1端Poは第1ダイポールエレメント10の開放端であるので、インピーダンスは無限大と表せる。第1LC並列回路LC1はその並列共振周波数（例えば1.8GHz）に

において両端間のインピーダンスは無限大となって、第1 LC 並列回路 LC 1 は放射素子として作用しないが、この共振周波数より低い周波数帯においては、第1 LC 並列回路 LC 1 は誘導性となって、第1 LC 並列回路の第2 端 P a 点のインピーダンスは、無限大より低い或る値（例えば 500Ω ）となる。すなわち、第1 LC 並列回路はその周波数における放射に寄与する。上述のことは第2 LC 並列回路 LC 2 についても同様である。

[0045] 図3は本実施形態に係るダイポール型アンテナの利得の周波数特性を示す図である。図3において、曲線G 0は図2（A）、図2（B）に示した第1 LC 並列回路 LC 1 および第2 LC 並列回路 LC 2 が無い場合のダイポール型アンテナの利得の周波数特性を示す。この例では周波数 f_0 はダイポール型アンテナの共振周波数であり、この周波数 f_0 で利得がピークとなる。曲線G 1、G 2 は、いずれも第1 LC 並列回路 LC 1 および第2 LC 並列回路 LC 2 を設けたダイポール型アンテナの利得の周波数特性を示す。曲線G 1 で示すダイポール型アンテナの例では、第1 LC 並列回路 LC 1 および第2 LC 並列回路 LC 2 の共振周波数が f_{s1} 、ダイポール型アンテナの共振周波数が f_{o1} である。また、曲線G 2 で示すダイポール型アンテナの例では、第1 LC 並列回路 LC 1 および第2 LC 並列回路 LC 2 の共振周波数が f_{s2} 、ダイポール型アンテナの共振周波数が f_{o2} である。

[0046] このように、第1 LC 並列回路 LC 1 および第2 LC 並列回路 LC 2 を備えることによって、ダイポール型アンテナの共振周波数は低下する。また、キャパシタンス素子C 1、C 2のキャパシタンスを大きくする（共振周波数を低くする）ほど、第1 LC 並列回路 LC 1 および第2 LC 並列回路 LC 2 の共振周波数が低下するとともに、ダイポール型アンテナの共振周波数は低下する。したがって、LC 並列回路の形成により、第1 ダイポールエレメントおよび第2 ダイポールエレメントの線路長を短くしつつ、所定共振周波数のダイポール型アンテナが得られる。

[0047] 本実施形態のRFIDタグはUHF帯を利用するRFIDタグであるので、上記ダイポール型アンテナの使用周波数は920MHz帯である。一方、

第1 LC並列回路LC1の共振周波数および第2 LC並列回路LC2の共振周波数は、ダイポール型アンテナの使用周波数の2倍以上である。例えば、1.5 GHz以上3 GHz以下の範囲内である。

[0048] このような関係であることで、第1 LC並列回路LC1の共振周波数および第2 LC並列回路LC2は920 MHz帯では誘導性を持ち、第1、第2のダイポールエレメントの線長（ミアンダ状の導体パターンの線長）が等価的に長くなる。

[0049] 上記構成により、第1 ダイポールエレメント10および第2 ダイポールエレメント20の線路長を短くしつつ、所定共振周波数のダイポール型アンテナが得られる。したがって、第1 ダイポールエレメント10、第2 ダイポールエレメント20の線幅を細くすることによる抵抗値の増大がなく、RFIDタグを小型化できる。

[0050] また、本実施形態によれば、図1に示したとおり、第1 介在部10iが、第1 開放端OE1と第2 ダイポールエレメント20との間に介在するので、第1 ダイポールエレメント10の第1 開放端OE1および第1 開放端近傍部NE1と第2 ダイポールエレメント20（特に第2 開放端OE2）との間に生じる不要な容量が抑制される。同様に、第2 ダイポールエレメント20の第2 開放端OE2および第2 開放端近傍部NE2と第1 ダイポールエレメント10（特に第1 開放端OE1）との間に生じる不要な容量が抑制される。そのため、ダイポール型アンテナの指向性の変化や利得の低下が抑制される。小さなRFIDにおいては、指向性の変化に伴い読み取り距離が短くなるので、指向性を保ったまま小形化されることは重要である。

[0051] また、本実施形態によれば、第1 開放端OE1と第1 接続端CE1との間に第1 ダイポールエレメント10のミアンダ状導体パターンが存在するので、第1 接続端CE1寄りの導体パターンと第1 開放端OE1との間に浮遊容量が生じにくい。同様に、第2 開放端OE2と第2 接続端CE2との間に第2 ダイポールエレメント20のミアンダ状導体パターンが存在するので、第2 接続端CE2寄りの導体パターンと第2 開放端OE2との間に浮遊容量が

生じにくい。そのため、第1折り返し部12の長さや第2折り返し部22の長さを変更しても、RFIC素子100とダイポール型アンテナとのインピーダンス整合特性は変化し難い。このことによっても、RFIDタグの読み取り距離の低下が抑制される。

[0052] なお、ダイポールエレメントの先端部にスパイラル状の導体パターンを形成した従来のダイポール型アンテナにおいては、スパイラル状導体パターンの長さによってキャパシタンス成分とインダクタンス成分の両方が変化するので、ダイポール型アンテナの共振周波数を所定値に設定し難い。これに対して、本実施形態によれば、折り返し部12は、インダクタンス素子としては殆ど作用せず、ミアンダ状導体パターンとの間で容量を形成する容量形成用導体パターンとして作用する。そのため、付加容量を独立して定めることができる。

[0053] 以降、RFIC素子100の構成と作用について説明する。

[0054] 図4は、RFIC素子100の斜視図である。RFIC素子100は、例えば、900MHz帯、すなわちUHF帯の通信周波数に対応するRFIC素子である。RFIC素子100は、主面が矩形をなす多層基板120を有する。多層基板120は、可撓性を有している。多層基板120は、例えば、ポリイミドや液晶ポリマ等の可撓性を有する樹脂絶縁層を積層した積層体の構造を有する。これらの材料で構成される各絶縁層の誘電率は、LTCCに代表されるセラミック基材層の誘電率よりも小さい。

[0055] ここでは、多層基板120の長さ方向をX軸とし、多層基板120の幅方向をY軸とし、多層基板120の厚み方向をZ軸とする。

[0056] 図5は、図4に示すRFIC素子の縦断面図である。図6Aは、多層基板120の上位の絶縁層を真上から見た状態を示す平面図である。図6Bは、多層基板120の中位の絶縁層の平面図である。図6Cは、多層基板120の下位の絶縁層の示す平面図である。図7Aは、図6Aに示す絶縁層のB1-B1線断面図である。図7Bは、図6Bに示す絶縁層のB2-B2線断面図である。図7Cは、図6Cに示す絶縁層のB3-B3線断面図である。

- [0057] 多層基板120には、図5に示すように、RFICチップ160およびインピーダンス整合回路180が内蔵されている。多層基板120の一方の主面には、第1端子電極140aおよび第2端子電極140bが形成されている。整合回路180はRFICチップ160と、第1ダイポールエレメント10および第2ダイポールエレメント20とをインピーダンス整合させるとともに、アンテナの共振周波数特性を定める。
- [0058] RFICチップ160は、シリコン等の半導体を素材とする硬質の半導体基板に各種の素子を内蔵した構造を有している。RFICチップ160の両主面は正方形である。また、RFICチップ160の他方の主面には、図6Cに示すように、第1入出力端子160aおよび第2入出力端子160bが形成されている。多層基板120の内部において、RFICチップ160は、正方形の各辺がX軸方向またはY軸方向に沿って延び、且つ一方の主面および他方の主面がX-Y面に平行な状態で、X軸、Y軸、およびZ軸の各々における中央に位置する。
- [0059] 整合回路180は、コイル導体200および層間接続導体240a、240bによって構成されている。コイル導体200は、図6Bまたは図6Cに示すコイルパターン200a~200cによって構成されている。コイルパターン200aの一部は、第1コイル部CIL1により構成されている。コイルパターン200bの一部は、第2コイル部CIL2により構成されている。コイルパターン200cの一部は、第3コイル部CIL3および第4コイル部CIL4により構成されている。
- [0060] 第1コイル部CIL1、第3コイル部CIL3、および層間接続導体240aは、Z軸方向に並ぶように配置されている。第2コイル部CIL2、第4コイル部CIL4、および層間接続導体240bも、Z軸方向に並ぶように配置されている。
- [0061] RFICチップ160は、多層基板120をZ軸方向から見たとき、第1コイル部CIL1と第2コイル部CIL2との間に配置されている。また、RFICチップ160は、多層基板120をY軸方向から見たとき、第3コ

イル部C I L 3と第4コイル部C I L 4との間に配置されている。

[0062] 第1端子電極140aおよび第2端子電極140bは、いずれも可撓性を有する銅箔を素材として短冊状に形成されている。第1端子電極140aおよび第2端子電極140bの各々の主面のサイズは、互いに一致する。第1端子電極140aおよび第2端子電極140bの短辺は、X軸方向に延びている。第1端子電極140aおよび第2端子電極140bの長辺は、Y軸方向に延びている。

[0063] 従って、RFICチップ160は、多層基板120をY軸方向から見たとき、整合回路180の一部と整合回路180の他の一部とによって挟まれる。また、RFICチップ160は、多層基板120をX軸方向から見たとき、整合回路180と重なる。整合回路180は、多層基板120を平面視したとき、第1端子電極140aおよび第2端子電極140bの各々と部分的に重なる。

[0064] 多層基板120は、図6A～図6Cに示すように、積層された3つのシート状の絶縁層120a～120cによって構成されている。絶縁層120aは上位に位置し、絶縁層120bは中位に位置し、絶縁層120cは下位に位置する。

[0065] 絶縁層120aの一方の主面には、第1端子電極140aおよび第2端子電極140bが形成されている。絶縁層120bの一方の主面の中央位置には、他方主面に達する矩形の貫通孔HL1が形成されている。貫通孔HL1は、RFICチップ160を包含するサイズに形成されている。また、絶縁層120bの一方の主面のうち貫通孔HL1の周辺には、コイルパターン200cが形成されている。コイルパターン200cは、可撓性を有する銅箔を素材として構成されている。

[0066] コイルパターン200cの一端部は、平面視において、第1端子電極140aと重なる位置に配置され、Z軸方向に延びる層間接続導体220aによって第1端子電極140aと接続されている。また、コイルパターン200cの他端部は、平面視において、第2端子電極140bと重なる位置に配置

され、Z軸方向に延びる層間接続導体220bによって第2端子電極140bと接続されている。層間接続導体220a, 220bは、Snを主成分とする硬質の金属バルクで構成されている。

[0067] 絶縁層120cの一方の主面には、コイルパターン200a, 200bが形成されている。コイルパターン200a, 200bは、可撓性を有する銅箔を素材として構成されている。

[0068] 第1コイル端T1および第2コイル端T2は、いずれも、絶縁層120cを平面視したとき、矩形に形成されている。

[0069] コイルパターン200aの一端部は、Z軸方向に延びる層間接続導体240aによってコイルパターン200cの一端部と接続されている。コイルパターン200bの一端部は、Z軸方向に延びる層間接続導体240bによってコイルパターン200cの他端部と接続されている。層間接続導体240a, 240bは、Snを主成分とする硬質の金属バルクで構成されている。

[0070] 絶縁層120b, 120cを平面視したとき、コイルパターン200aの一部の区間はコイルパターン200cの一部の区間と重なり、コイルパターン200bの一部の区間もコイルパターン200cの他の一部の区間と重なる。ここでは、コイルパターン200a, 200cが重なり合う区間のうち、コイルパターン200a側の区間を“第1コイル部CIL1”といい、コイルパターン200c側の区間を“第3コイル部CIL3”という。また、コイルパターン200b, 200cが重なり合う区間のうち、コイルパターン200b側の区間を“第2コイル部CIL2”といい、コイルパターン200c側の区間を“第4コイル部CIL4”という。さらに、コイルパターン200aの一端部またはコイルパターン200cの一端部の位置を“第1位置P1”といい、コイルパターン200bの一端部またはコイルパターン200cの他端部の位置を“第2位置P2”という。

[0071] 絶縁層120cの一方の主面には、矩形のダミー導体260a, 260bが形成されている。ダミー導体260a, 260bは、可撓性を有する銅箔を素材として構成されている。絶縁層120b, 120cを平面視したとき

、ダミー導体260a、260bは、矩形の貫通孔HL1の4つのコーナー部のうち、2つのコーナー部にそれぞれ重なるように配置されている。

[0072] R F I Cチップ160は、他方の主面の4つのコーナー部が第1コイル端T1、第2コイル端T2、およびダミー導体260a、260bとそれぞれ対向するように、絶縁層120cに実装されている。第1入出力端子160aは、平面視において第1コイル端T1と重なるように、R F I Cチップ160の他方の主面に配置されている。同様に、第2入出力端子160bは、平面視において第2コイル端T2と重なるように、R F I Cチップ160の他方の主面に配置されている。

[0073] その結果、R F I Cチップ160は、第1入出力端子160aによって第1コイル端T1と接続され、第2入出力端子160bによって第2コイル端T2と接続されている。

[0074] なお、絶縁層120a～120cの厚さは、10 μ m以上100 μ m以下である。このため、多層基板120に内蔵されたR F I Cチップ160および整合回路180は、外側から透けて見える。従って、R F I Cチップ160および整合回路180の接続状態（断線の有無）を容易に確認することができる。

[0075] 図8は、上述したように構成されるR F I C素子100の等価回路を示す図である。図8において、インダクタL1は、第1コイル部C I L1に対応している。インダクタL2は、第2コイル部C I L2に対応している。インダクタL3は、第3コイル部C I L3に対応している。インダクタL4は、第4コイル部C I L4に対応している。整合回路180によるインピーダンス整合の特性は、インダクタL1～L4の値によって規定される。

[0076] インダクタL1の一端部は、R F I Cチップ160に設けられた第1入出力端子160aに接続されている。インダクタL2の一端部は、R F I Cチップ160に設けられた第2入出力端子160bに接続されている。インダクタL1の他端部は、インダクタL3の一端部に接続されている。インダクタL2の他端部は、インダクタL4の一端部に接続されている。インダクタ

L 3 の他端部は、インダクタ L 4 の他端部に接続されている。第 1 端子電極 1 4 0 a は、インダクタ L 1, L 3 の接続点に接続されている。第 2 端子電極 1 4 0 b は、インダクタ L 2, L 4 の接続点に接続されている。

[0077] 図 8 に示す等価回路から分かるように、第 1 コイル部 C | L 1、第 2 コイル部 C | L 2、第 3 コイル部 C | L 3、および第 4 コイル部 C | L 4 は、磁界が同相となるように巻回され且つ互いに直列接続されている。従って、磁界は、ある時点において、図 9 において矢印で示す方向に向くように発生する。一方、磁界は、別の時点において、図 9 において矢印で示す方向とは反対の方向に向くように発生する。

[0078] また、図 6 B および図 6 C から分かるように、第 1 コイル部 C | L 1 および第 3 コイル部 C | L 3 は、ほぼ同一のループ形状で且つ同一の第 1 巻回軸を有している。同様に、第 2 コイル部 C | L 2 および第 4 コイル部 C | L 4 は、ほぼ同一のループ形状で且つ同一の第 2 巻回軸を有している。第 1 巻回軸および第 2 巻回軸は、RFIC チップ 1 6 0 を挟む位置に配置されている。

[0079] すなわち、第 1 コイル部 C | L 1 および第 3 コイル部 C | L 3 は、磁氣的且つ容量的に結合している。同様に、第 2 コイル部 C | L 2 および第 4 コイル部 C | L 4 は、磁氣的且つ容量的に結合している。

[0080] 以上の説明から分かるように、RFIC チップ 1 6 0 は、第 1 入出力端子 1 6 0 a および第 2 入出力端子 1 6 0 b を有し、多層基板 1 2 0 に内蔵されている。また、整合回路 1 8 0 は、コイルパターン 2 0 0 a ~ 2 0 0 c を含んで多層基板 1 2 0 に内蔵されている。このうち、コイルパターン 2 0 0 a は第 1 入出力端子 1 6 0 a に接続された他端部 (= 第 1 コイル端 T 1) を有し、コイルパターン 2 0 0 b は第 2 入出力端子 1 6 0 b に接続された他方に端部 (= 第 2 コイル端 T 2) を有する。また、第 1 端子電極 1 4 0 a および第 2 端子電極 1 4 0 b は、多層基板 1 2 0 の一方の主面に設けられている。第 1 端子電極 1 4 0 a は、コイルパターン 2 0 0 a の一端部 (= 第 1 位置 P 1) に接続されている。第 2 端子電極 1 4 0 b は、コイルパターン 2 0 0 b

の一端部（＝第2位置P2）にそれぞれ接続されている。

[0081] また、第1コイル部C1L1は、第1コイル端T1から第1位置P1までの区間に存在し、多層基板120の一方の主面と交差する方向に第1巻回軸を有する。第2コイル部C1L2は、第2コイル端T2から第2位置P2までの区間に存在し、多層基板120の一方の主面と交差する方向に第2巻回軸を有する。第3コイル部C1L3は、平面視において第1コイル部C1L1と重なるように配置されている。第4コイル部C1L4は、平面視において第2コイル部C1L2と重なるように配置されている。第1コイル部C1L1、第3コイル部C1L3と第2コイル部C1L2、第4コイル部C1L4とは、RFICチップ160を挟む位置に配置されている。多層基板120には、整合回路180と、RFICチップ160とが内蔵されている。

[0082] RFICチップ160は、半導体基板で構成されている。このため、第1コイル部C1L1、第2コイル部C1L2、第3コイル部C1L3、および第4コイル部C1L4にとって、RFICチップ160は、グランドまたはシールドとして機能する。その結果、第1コイル部C1L1および第2コイル部C1L2、並びに、第3コイル部C1L3および第4コイル部C1L4は、磁氣的にも容量的にも互いに結合し難くなる。これによって、通信信号の通過帯域の狭帯域化が抑制される。

[0083] 次に、RFIC素子100をはんだ等の導電性接合材13a、13bによってランドLA1、LA2上に取り付けた例について説明する。図10は、RFIC素子100におけるリジッド領域およびフレキシブル領域の分布を示す図である。図11は、RFIC素子100をランドLA1、LA2に取り付けたRFIDタグが撓んだ状態を示す図である。

[0084] 上述したように、多層基板120、コイルパターン200a～200c、第1端子電極140a、および第2端子電極140bは、可撓性を有する部材で構成されている。一方、層間接続導体220a、220b、240a、240b、およびRFICチップ160は、硬質の部材で構成されている。また、第1端子電極140aおよび第2端子電極140bは、比較的サイズ

が大きいため、可撓性が低い。また、第1端子電極140aおよび第2端子電極140bにNi/AuやNi/Sn等のめっき膜を施した場合には、第1端子電極140aおよび第2端子電極140bの可撓性はさらに低くなる。

[0085] このため、RFIC素子100には、図10に示すように、リジッド領域およびフレキシブル領域が形成される。より具体的には、第1端子電極140a、第2端子電極140b、およびRFICチップ160が配置された領域はリジッド領域になり、他の領域はフレキシブル領域となる。特に、第1端子電極140aおよび第2端子電極140bはRFICチップ160から離れた位置に設けられるため、第1端子電極140aとRFICチップ160との間、および第2端子電極140bとRFICチップ160との間はフレキシブル領域になる。

[0086] このため、RFIC素子100が基材1のランドLA1、LA2に貼り付けたRFIDタグを曲面に貼り付けた場合、RFIC素子100は、例えば、図11に示すように撓む。

[0087] 図12は、図11のRFIDタグの等価回路を流れる電流の一例を示す図である。図13は、図11のRFIDタグにおいて、RFICチップに接続される回路をRFICチップから見た反射損失の周波数特性を示す図である。

[0088] 図12に示すように、第1入出力端子160aとび第2入出力端子160bとの間には、RFICチップ160が有する寄生容量（浮遊容量） C_p が存在する。このため、RFIC素子100では2つの共振が発生する。1つ目の共振は、第1ダイポールエレメント10、第2ダイポールエレメント20、インダクタL3、L4で構成される電流経路に生じる共振である。2つ目の共振は、インダクタL1～L4および寄生容量 C_p で構成される電流経路（電流ループ）に生じる共振である。これらの2つの共振は、各電流経路に共有されるインダクタL3～L4によって結合される。2つの共振にそれぞれ対応する2つの電流I1およびI2は、図12において破線の矢印で示

すように流れる。

[0089] また、1つ目の共振周波数および2つ目の共振周波数のいずれも、インダクタ $L_3 \sim L_4$ の影響を受ける。これにより、図13に示すように、1つ目の共振周波数 f_1 と2つ目の共振周波数 f_2 との間には、数10MHz（具体的には5MHz以上50MHz以下程度）の差が生じる。このように二つの共振を結合させることで、図13に示すような広帯域の共振周波数特性が得られる。

[0090] 本実施形態によれば、RFIC素子100内にRFICチップ160と、第1ダイポールエレメント10および第2ダイポールエレメント20とのインピーダンスを整合させるとともに、アンテナの共振周波数特性を定めるインピーダンス整合回路を設けたので、次のような作用効果を奏する。

[0091] 先ず、インピーダンス整合および共振周波数特性設定用の回路を基材に形成する必要が無いので、基材の面積を、ダイポールエレメントを形成するためのスペースとして有効に利用でき、RFIDタグの小型化が図れる。また、同サイズであれば、高利得化が図れる。

[0092] また、RFIC素子100を実装するランド LA_1 、 LA_2 は、平面視でRFIC素子100の第1コイル部 CL_1 、第2コイル部 CL_2 、第3コイル部 CL_3 、および第4コイル部 CL_4 と重なるので、コイル部 $CL_1 \sim CL_4$ はランド LA_1 、 LA_2 で電磁氣的に遮蔽される、このことにより、RFIDタグの貼付先の物品の電磁氣的特性の影響を受けにくい。つまり、比誘電率や比透磁率の高い物品にRFIDタグ301を貼付する場合でも、その貼付した状態と貼付前の単体状態とで、RFIDタグの電磁氣的特性の変化が少ない。

[0093] 《第2の実施形態》

第2の実施形態では、ダイポール型アンテナの形状が第1の実施形態で示したものとは異なるRFIDタグについて示す。

[0094] 図14は第2の実施形態に係るRFIDタグ302の平面図である。本実施形態のRFIDタグ302は、矩形板状の基材1、この基材1に形成され

た第1ダイポールエレメント10および第2ダイポールエレメント20、基材1に搭載されたRFIC素子100を備える。

[0095] 基材1には第1ダイポールエレメント10および第2ダイポールエレメント20が形成されている。この第1ダイポールエレメント10および第2ダイポールエレメント20で1つのダイポール型アンテナが構成される。

[0096] 第1ダイポールエレメント10の一端は、ランドLA1に接続される(RFIC素子の第1入出力端子に接続される)第1接続端CE1である。第1ダイポールエレメント10の他端は第1開放端OE1である。第2ダイポールエレメント20の一端は、ランドLA2に接続される(RFIC素子の第1入出力端子に接続される)第2接続端CE2である。第2ダイポールエレメント20の他端は第2開放端OE2である。

[0097] 第1ダイポールエレメント10は第1副導体パターン10S1, 10S2を備える。第1副導体パターン10S1はRFIC素子100と第2側部S2との間に配置されていて、第1副導体パターン10S2はRFIC素子100と第1側部S1との間に配置されている。同様に、第2ダイポールエレメント20は第2副導体パターン20S1, 20S2を備える。第2副導体パターン20S1はRFIC素子100と第1側部S1との間に配置されていて、第2副導体パターン20S2はRFIC素子100と第2側部S2との間に配置されている。

[0098] 本実施形態によれば、第1副導体パターン10S1, 10S2および第2副導体パターン20S1, 20S2が形成されていることにより、ダイポール型アンテナの形成領域を有効に利用でき、その分、ダイポール型アンテナの形成領域をさらに小型化できる。

[0099] また、第1副導体パターン10S1と第1副導体パターン10S2との間には、ランドLA1が形成されているので、第1副導体パターン10S1と第1副導体パターン10S2との不要な磁界結合が抑制される。同様に、第2副導体パターン20S1と第2副導体パターン20S2の間には、ランドLA2が形成されているので、第2副導体パターン20S1と第2副導体

パターン20S2との不要な磁界結合が抑制される。したがって、これら第1副導体パターン10S1、10S2、第2副導体パターン20S1、20S2は放射素子の一部として、また、インダクタンス素子として有効に作用する。

[0100] 本実施形態においては、第1副導体パターン10S1は、第1開放端OE1と第2ダイポールエレメント20との間に介在する第1介在部の一部でもある。同様に、第2副導体パターン20S1は、第2開放端OE2と第1ダイポールエレメント10との間に介在する第2介在部の一部でもある。その他の構成は図1に示したRFIDタグ301と同じである。

[0101] 《第3の実施形態》

第3の実施形態では、ダイポール型アンテナの形状が第1、第2の実施形態で示したものとは異なるRFIDタグについて示す。

[0102] 図15は第3の実施形態に係るRFIDタグ303Aの平面図である。本実施形態のRFIDタグ303Aは、矩形板状の基材1、この基材1に形成された第1ダイポールエレメント10および第2ダイポールエレメント20、基材1に搭載されたRFIC素子100を備える。

[0103] 第1ダイポールエレメント10の第1開放端OE1とその近傍部NE11、NE12とによって第1折り返し部が構成されている。第1開放端近傍部NE12は、第1端部E1から第2ダイポールエレメント20方向（X軸方向）へ折り返された導体パターンである。第1開放端近傍部NE11は第1開放端近傍部NE12の先端から、ミアンダ状蛇行部の導体パターンに沿う方向（Y軸方向）に延伸する導体パターンである。このようにして、第1ダイポールエレメント10の第1開放端OE1および第1開放端近傍部NE11は、第1ダイポールエレメント10のミアンダ状蛇行部の隙間に入り込んでいる。

[0104] 同様に、第2ダイポールエレメント20の第2開放端OE2とその近傍部NE21、NE22とによって第2折り返し部が構成されている。第2開放端近傍部NE22は、第2端部E2から第1ダイポールエレメント10方向

(－X軸方向)へ折り返された導体パターンである。第2開放端近傍部NE 2 1は第2開放端近傍部NE 2 2の先端から、ミアンダ状蛇行部の導体パターンに沿う方向(－Y軸方向)に延伸する導体パターンである。このようにして、第2ダイポールエレメント20の第2開放端OE 2および第2開放端近傍部NE 2 1は、第2ダイポールエレメント20のミアンダ状蛇行部の隙間に入り込んでいる。

[0105] 上記第1折り返し部と、この第1折り返し部が対向する、第1ダイポールエレメントの一部との間に容量が生じる。同様に、上記第2折り返し部と、この第2折り返し部が対向する、第2ダイポールエレメントの一部との間に容量が生じる。

[0106] 図16は第3の実施形態に係る別のRFIDタグ303Bの平面図である。図15に示したRFIDタグ303Aとは、第1開放端OE 1の位置および第2開放端OE 2の位置が異なる。図16に示す例では、第1開放端近傍部NE 1 1の長さおよび第2開放端近傍部NE 2 1の長さが、図15に示したものより短い。

[0107] 図17は第3の実施形態に係るさらに別のRFIDタグ303Cの平面図である。図15に示したRFIDタグ303Aとは、第1開放端OE 1の位置および第2開放端OE 2の位置が異なる。図17に示す例では、第1ダイポールエレメント10の第1開放端OE 1および第1開放端近傍部NE 1は、第1ダイポールエレメント10のミアンダ状蛇行部の隙間に入り込んでいない。同様に、第2ダイポールエレメント20の第2開放端OE 2および第2開放端近傍部NE 2は、第2ダイポールエレメント20のミアンダ状蛇行部の隙間に入り込んでいない。

[0108] ここで、RFIDタグ303Aのダイポール型アンテナの共振周波数を f_{oA} 、RFIDタグ303Bのダイポール型アンテナの共振周波数を f_{oB} 、RFIDタグ303Cのダイポール型アンテナの共振周波数を f_{oC} で表すと、 $f_{oA} < f_{oB} < f_{oC}$ の関係にある。このように、折り返し部の長さを変えるだけで、アンテナの共振周波数を調整(設定)できる。また、第

1 ダイポールエレメント 10 の開放端 OE 1 は、第 2 ダイポールエレメント 20 から等価的に（電磁氣的に）見えず、第 2 ダイポールエレメント 20 の開放端 OE 2 は、第 1 ダイポールエレメント 10 から等価的に（電磁氣的に）見えないので、ダイポール型アンテナの利得および指向性は殆ど変化しない。そのため、利得・指向性から独立してダイポール型アンテナの周波数調整（設定）が可能となる。

[0109] また、上記第 1 折り返し部とそれに対向する第 1 ダイポールエレメントの部分との対向距離、および上記第 2 折り返し部とそれに対向する第 2 ダイポールエレメントの部分との対向距離はミアンダ状導体パターンのパターン間距離程度に近いので、外部の誘電体の影響を受けにくい。また、特に、図 15、図 16 に示したように、開放端がミアンダ状蛇行部の隙間に入り込んでいる構造であれば、ダイポールエレメントの先端部に容量付加用の幅広の導体パターンを形成した従来構造のダイポール型アンテナに比べて、ダイポールエレメントに付与される容量は、外部の誘電体の影響を受けにくい。

[0110] なお、以上の各実施形態では、RFID タグを例に挙げて説明したが、本発明は Bluetooth（登録商標）モジュールや無線 LAN モジュール等の無線通信デバイスにも同様に適用できる。

[0111] 最後に、上述の実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではない。当業者にとって変形および変更が適宜可能である。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲内と均等の範囲内での実施形態からの変更が含まれる。

符号の説明

[0112] C 1 , C 2 … キャパシタンス素子

CE 1 … 第 1 接続端

CE 2 … 第 2 接続端

CIL 1 … 第 1 コイル部

CIL 2 … 第 2 コイル部

C I L 3 …第3 コイル部
C I L 4 …第4 コイル部
C p …寄生容量
E 1 …第1 端部
E 2 …第2 端部
F P 1 …第1 対向部
F P 2 …第2 対向部
H L 1 …貫通孔
L 1 ～L 4 …インダクタ
L 1 1 , L 1 2 …インダクタンス素子
L 2 1 , L 2 2 …インダクタンス素子
L A 1 , L A 2 …ランド
L C 1 …第1 L C 並列回路
L C 2 …第2 L C 並列回路
N E 1 …第1 開放端近傍部
N E 1 1 , N E 1 2 …第1 開放端近傍部
N E 2 …第2 開放端近傍部
N E 2 1 , N E 2 2 …第2 開放端近傍部
O E 1 …第1 開放端
O E 2 …第2 開放端
P 1 …第1 位置
P 2 …第2 位置
P a …第2 端
P o …第1 端
S 1 …第1 側部
S 2 …第2 側部
T 1 …第1 コイル端
T 2 …第2 コイル端

1 0 …第 1 ダイポールエレメント
1 0 i …第 1 介在部
1 0 S 1, 1 0 S 2 …第 1 副導体パターン
1 1, 2 1 …主導体パターン部
1 2 …第 1 折り返し部
1 3 a, 1 3 b …導電性接合材
2 0 …第 2 ダイポールエレメント
2 0 i …第 2 介在部
2 0 S 1, 2 0 S 2 …第 2 副導体パターン
2 2 …第 2 折り返し部
1 0 0 …R F I C 素子
1 2 0 …多層基板
1 2 0 a …絶縁層
1 2 0 b, 1 2 0 c …絶縁層
1 4 0 a …第 1 端子電極
1 4 0 b …第 2 端子電極
1 6 0 …R F I C チップ
1 6 0 a …第 1 入出力端子
1 6 0 b …第 2 入出力端子
1 8 0 …インピーダンス整合回路
2 0 0 …コイル導体
2 0 0 a, 2 0 0 b, 2 0 0 c …コイルパターン
2 2 0 a, 2 2 0 b …層間接続導体
2 2 0 a, 2 2 0 b, 2 4 0 a, 2 4 0 b …層間接続導体
2 6 0 a, 2 6 0 b …ダミー導体
3 0 1, 3 0 2, 3 0 3 A, 3 0 3 B, 3 0 3 C …R F I D タグ

請求の範囲

[請求項1]

第1入出力端子および第2入出力端子を有するRFIC素子と、
一端が前記第1入出力端子に接続される第1接続端であり、他端が第1開放端である第1ダイポールエレメント、および、一端が前記第2入出力端子に接続される第2接続端であり、他端が第2開放端である第2ダイポールエレメントで構成されるダイポール型アンテナと、
を備え、

前記第1ダイポールエレメントは、

前記第1開放端および当該第1開放端の近傍である第1開放端近傍部と、前記第1ダイポールエレメントの中途部分との対向によって形成される、第1キャパシタンス成分および第1並列インダクタンス成分による第1LC並列回路と、

前記第1LC並列回路と前記第1接続端との間に直列に繋がる第1直列インダクタンス成分と、で構成され、

前記第2ダイポールエレメントは、

前記第2開放端および当該第2開放端の近傍である第2開放端近傍部と、前記第2ダイポールエレメントの中途部分との対向によって形成される、第2キャパシタンス成分および第2並列インダクタンス成分による第2LC並列回路と、

前記第2LC並列回路と前記第2接続端との間に直列に繋がる第2直列インダクタンス成分と、で構成され、

前記第1LC並列回路の共振周波数および前記第2LC並列回路の共振周波数は、前記ダイポール型アンテナの使用周波数の2倍以上である、

ことを特徴とする無線通信デバイス。

[請求項2]

基材と、

前記基材に搭載され、第1入出力端子および第2入出力端子を有するRFIC素子と、

前記基材上に設けられ、一端が前記第 1 入出力端子に接続される第 1 接続端であり、他端が第 1 開放端である第 1 ダイポールエレメント、および、一端が前記第 2 入出力端子に接続される第 2 接続端であり、他端が第 2 開放端である第 2 ダイポールエレメントで構成されるダイポール型アンテナと、

を備え、

前記第 1 ダイポールエレメントは、

前記第 1 開放端が前記第 1 ダイポールエレメントの中途部分に対向するように構成された第 1 折り返し部と、

前記第 1 開放端と前記第 2 ダイポールエレメントの外縁とを結ぶエリア内に介在する第 1 介在部と、

を有し、

前記第 2 ダイポールエレメントは、

前記第 2 開放端が前記第 2 ダイポールエレメントの中途部分に対向するように構成された第 2 折り返し部と、

前記第 2 開放端と前記第 1 ダイポールエレメントの外縁とを結ぶエリア内に介在する第 2 介在部と、

を有する、

ことを特徴とする無線通信デバイス。

[請求項3] 前記 R F I C 素子は、前記基材の中央に配置され、

前記第 1 折り返し部と前記第 2 折り返し部とは、前記 R F I C 素子の位置に対して点対称関係の位置にある、

請求項 2 に記載の無線通信デバイス。

[請求項4] 前記ダイポール型アンテナの形成領域は、平面視で第 1 軸方向に互いに対向する第 1 端部および第 2 端部、前記第 1 軸方向に直交する第 2 軸方向に互いに対向する第 1 側部および第 2 側部を有し、

前記第 1 ダイポールエレメントは、前記第 1 入出力端子と前記第 1 端部との間にミアンダ状の蛇行部を有する第 1 導体パターンであり、

前記第 2 ダイポールエレメントは、前記第 2 入出力端子と前記第 2 端部との間にミアンダ状の蛇行部を有する第 2 導体パターンである、請求項 2 または 3 に記載の無線通信デバイス。

[請求項 5] 前記第 1 開放端は前記第 1 導体パターンの蛇行部の隙間に入り込み、
前記第 2 開放端は前記第 2 導体パターンの蛇行部の隙間に入り込む、
請求項 4 に記載の無線通信デバイス。

[請求項 6] 前記第 1 ダイポールエレメントは、前記 R F I C 素子と前記第 1 側部または前記第 2 側部との間に位置する第 1 副導体パターンを有し、
前記第 2 ダイポールエレメントは、前記 R F I C 素子と前記第 1 側部または前記第 2 側部との間に位置する第 2 副導体パターンを有する、
請求項 4 または 5 に記載の無線通信デバイス。

[請求項 7] 前記第 1 副導体パターンは、前記 R F I C 素子の前記第 1 入出力端子が接続されるランドを挟んで対向する二つの位置にあり、
前記第 2 副導体パターンは、前記 R F I C 素子の前記第 2 入出力端子が接続されるランドを挟んで対向する二つの位置にある、
請求項 6 に記載の無線通信デバイス。

[請求項 8] 前記ダイポール型アンテナの形成領域は、平面視で長手方向と短手方向とをもち、前記長手方向は前記第 1 軸方向に対応し、前記短手方向は前記第 2 軸方向に対応し、
前記長手方向の寸法は前記ダイポール型アンテナの使用周波数の $1/8$ 波長以下である、
請求項 4 から 7 のいずれかに記載の無線通信デバイス。

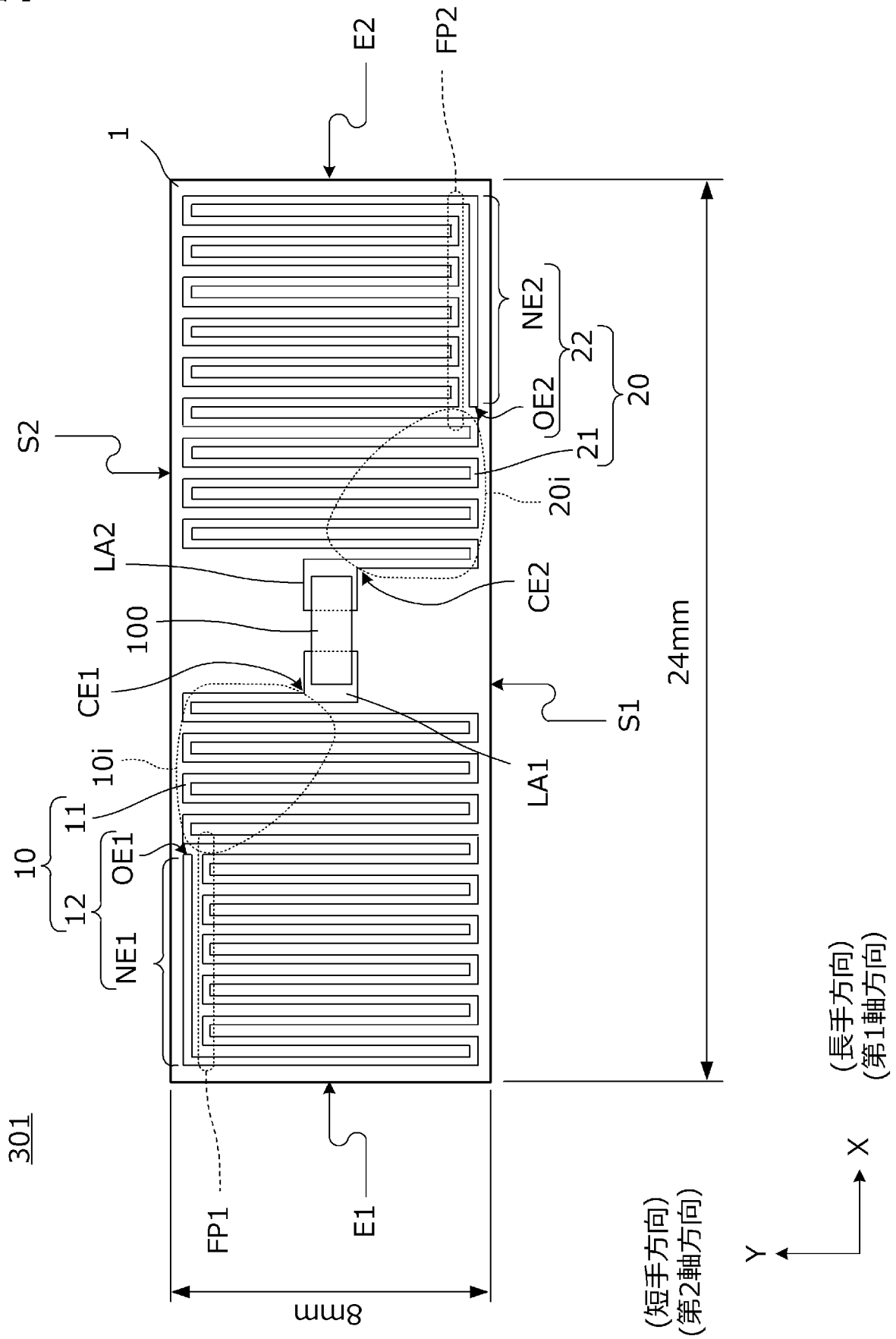
[請求項 9] 前記長手方向の寸法は前記短手方向の寸法の 2 倍以上である、
請求項 8 に記載の無線通信デバイス。

[請求項 10] 前記 R F I C 素子は、R F I C チップと、前記 R F I C チップと前

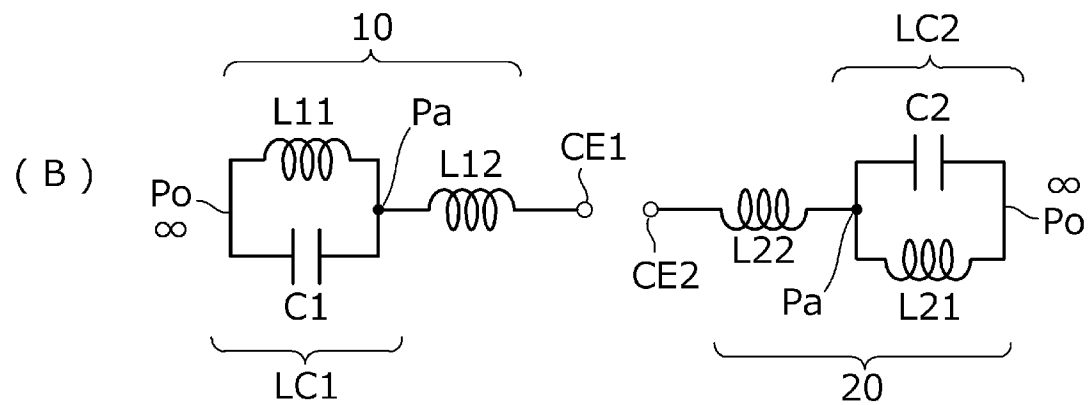
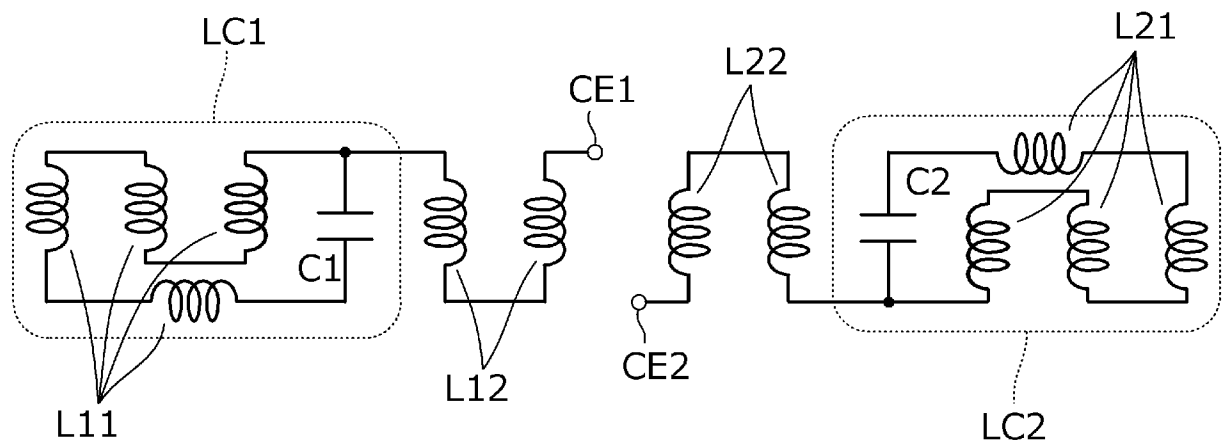
記ダイポール型アンテナとのインピーダンスを整合させるインピーダンス整合回路とを一体化した素子である、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の無線通信デバイス。

[請求項11] 前記 R F I C 素子は前記ダイポール型アンテナを介して U H F 帯で通信する、請求項 1 から 1 0 のいずれかに記載の無線通信デバイス。

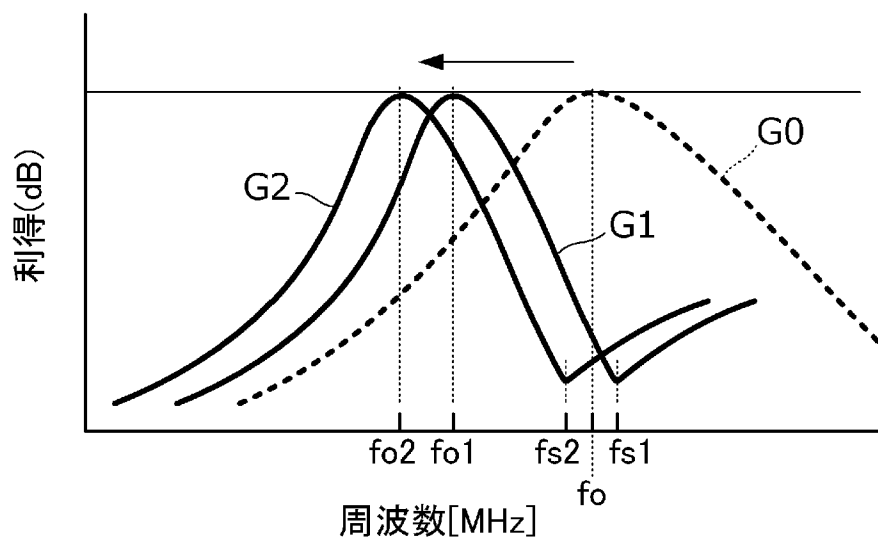
[図1]



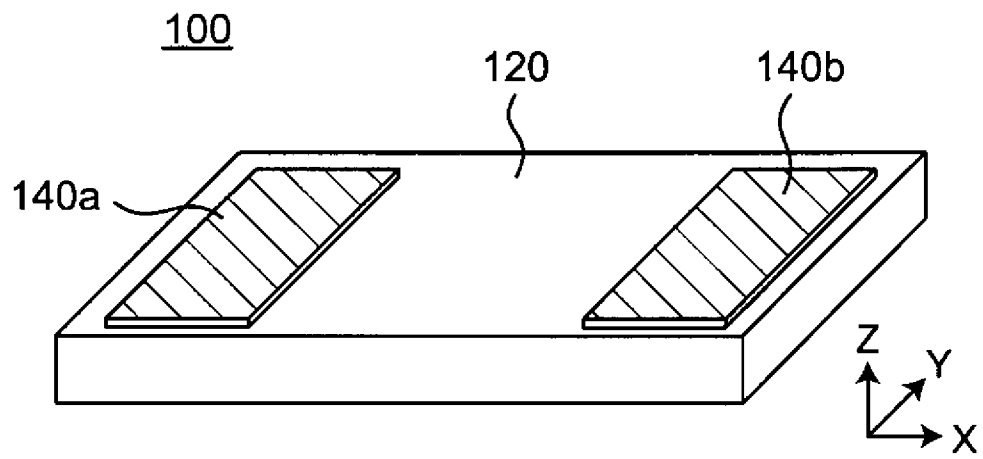
[図2]
(A)



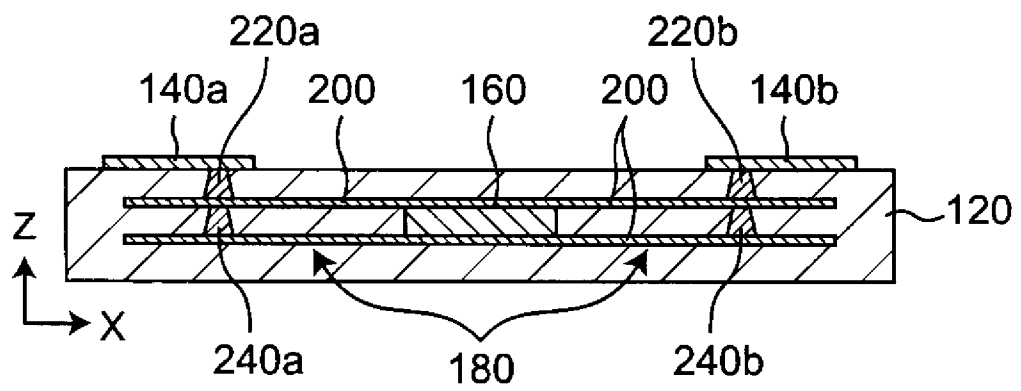
[図3]



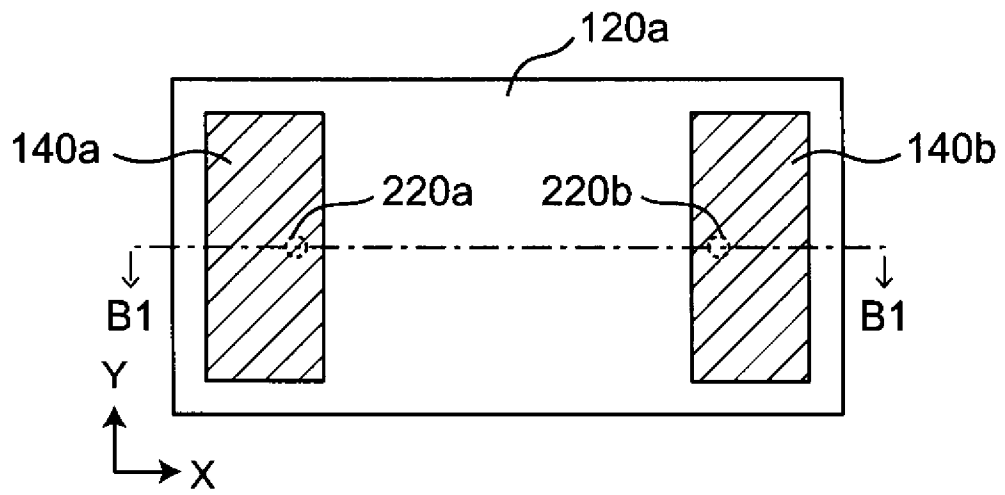
[図4]



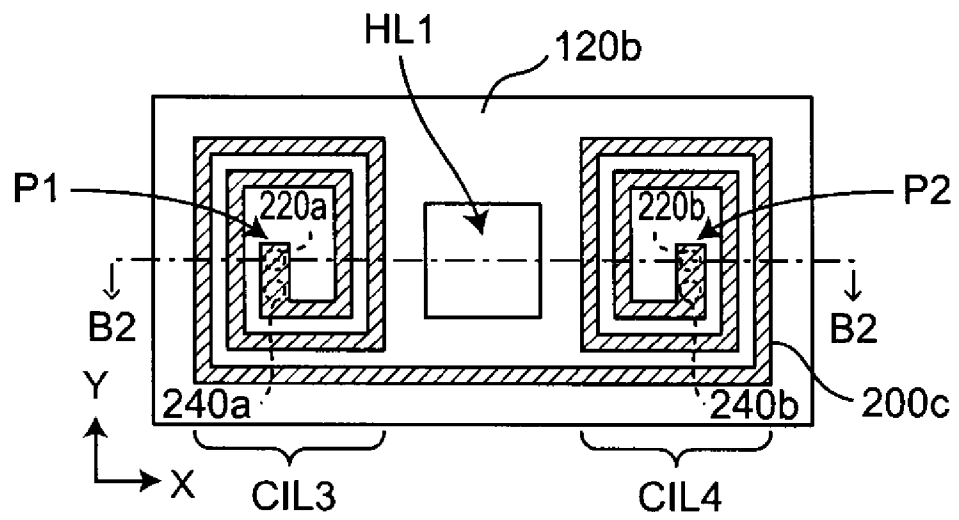
[図5]



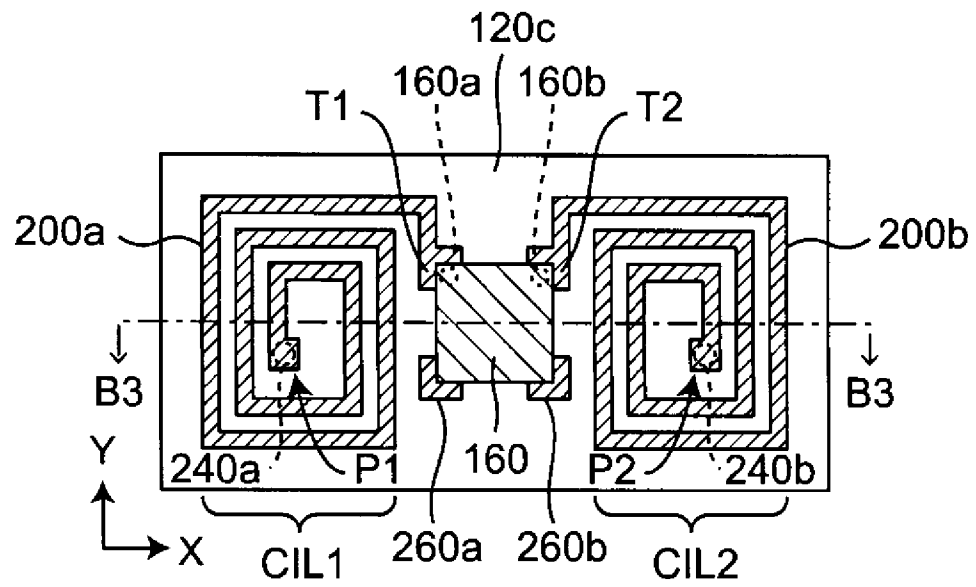
[図6A]



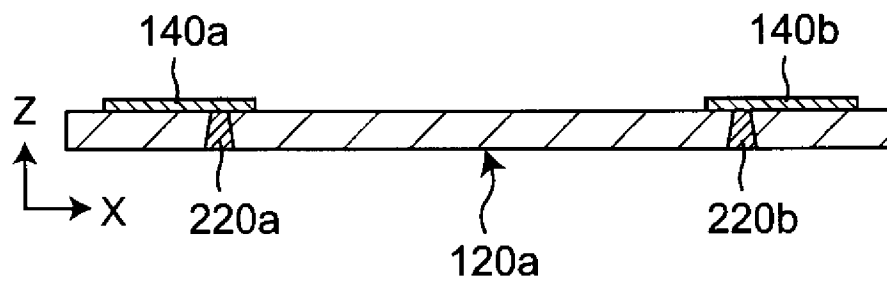
[図6B]



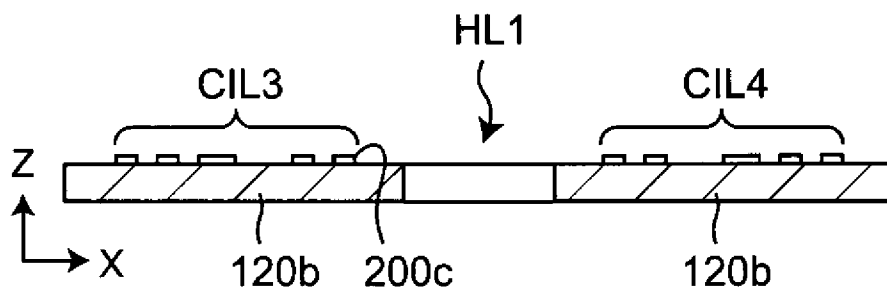
[図6C]



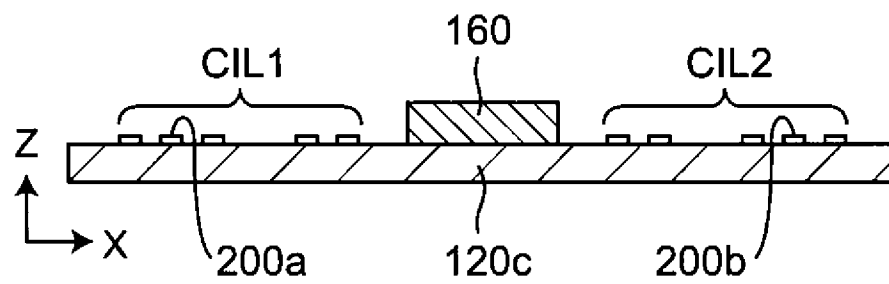
[図7A]



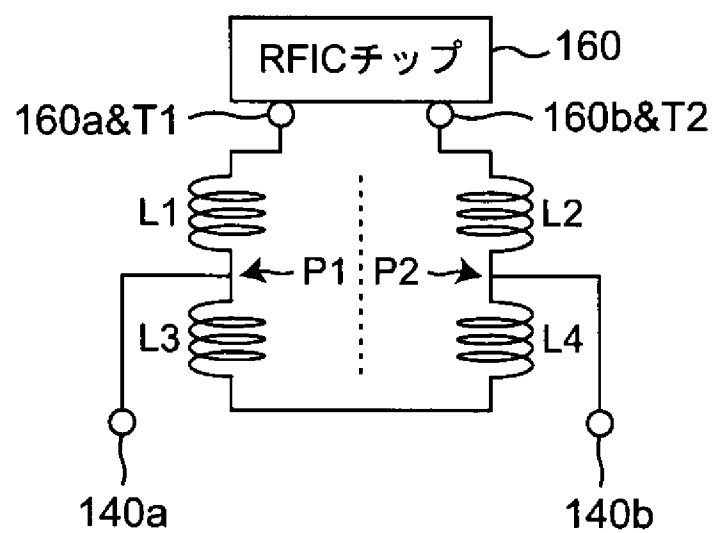
[図7B]



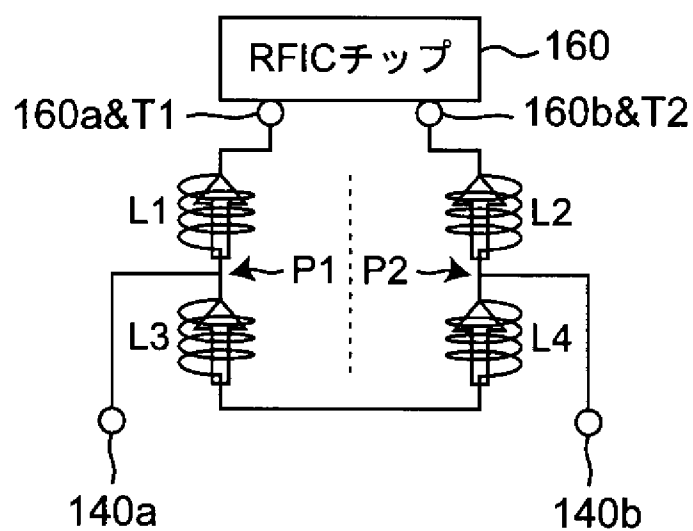
[図7C]



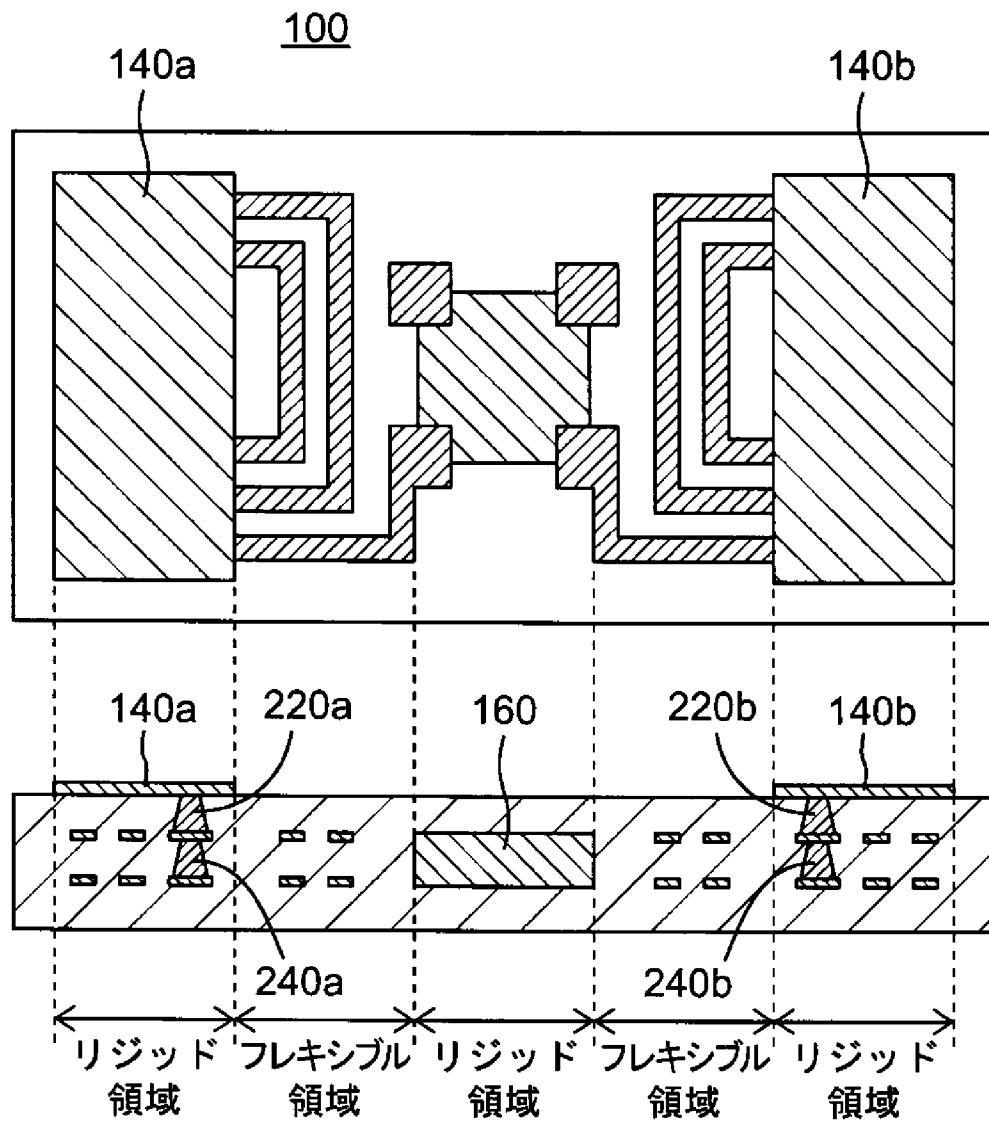
[図8]



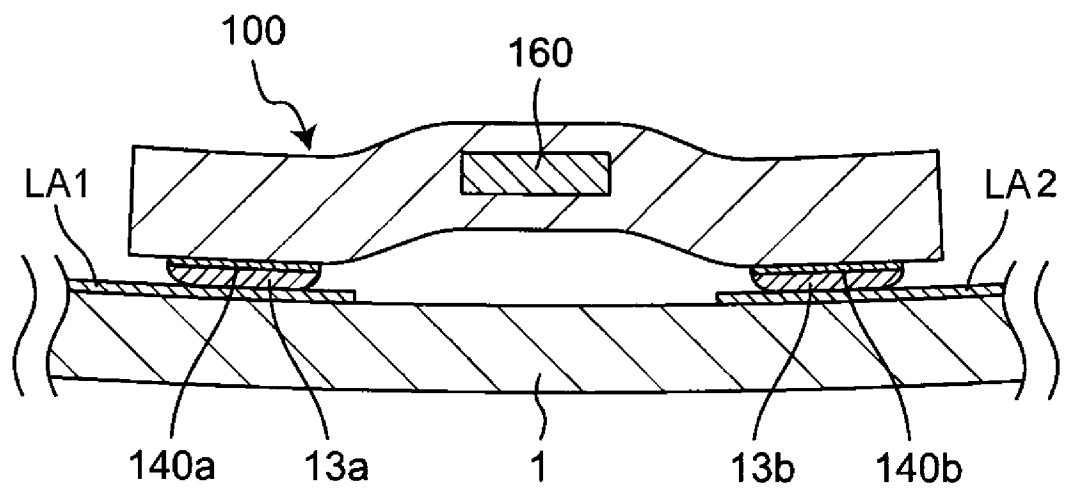
[図9]



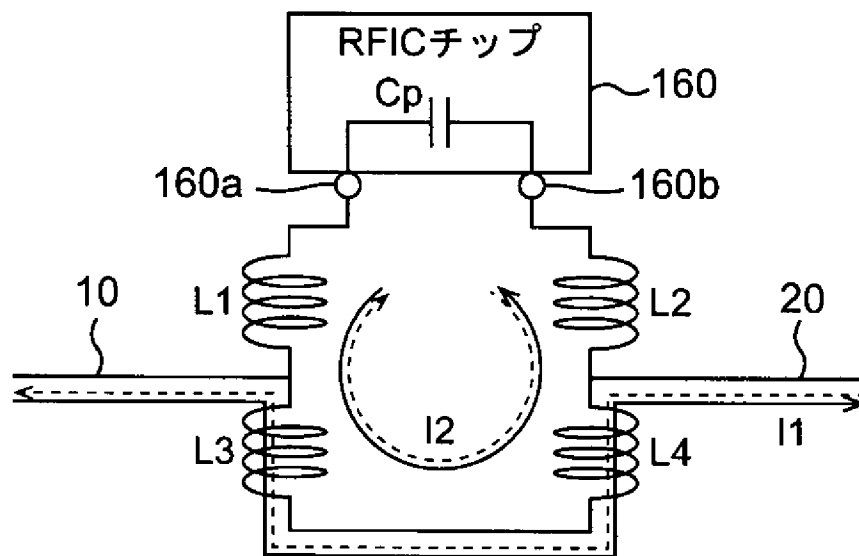
[図10]



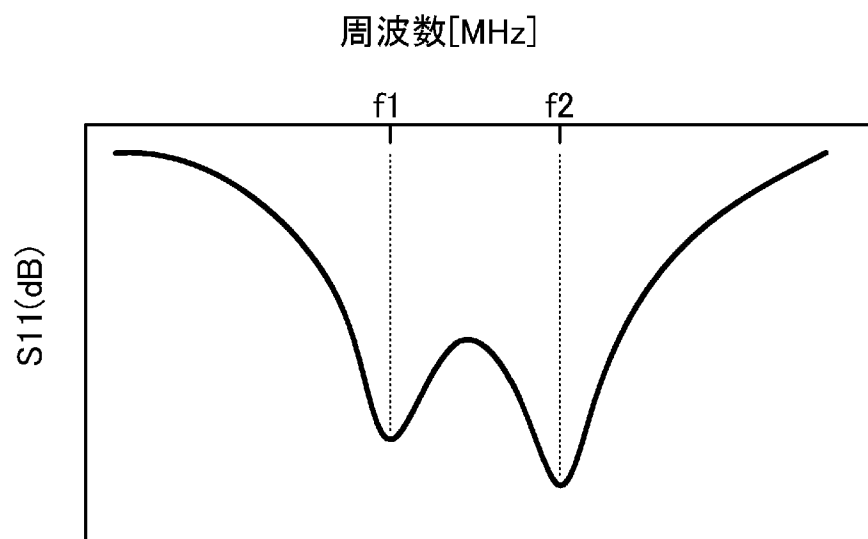
[図11]



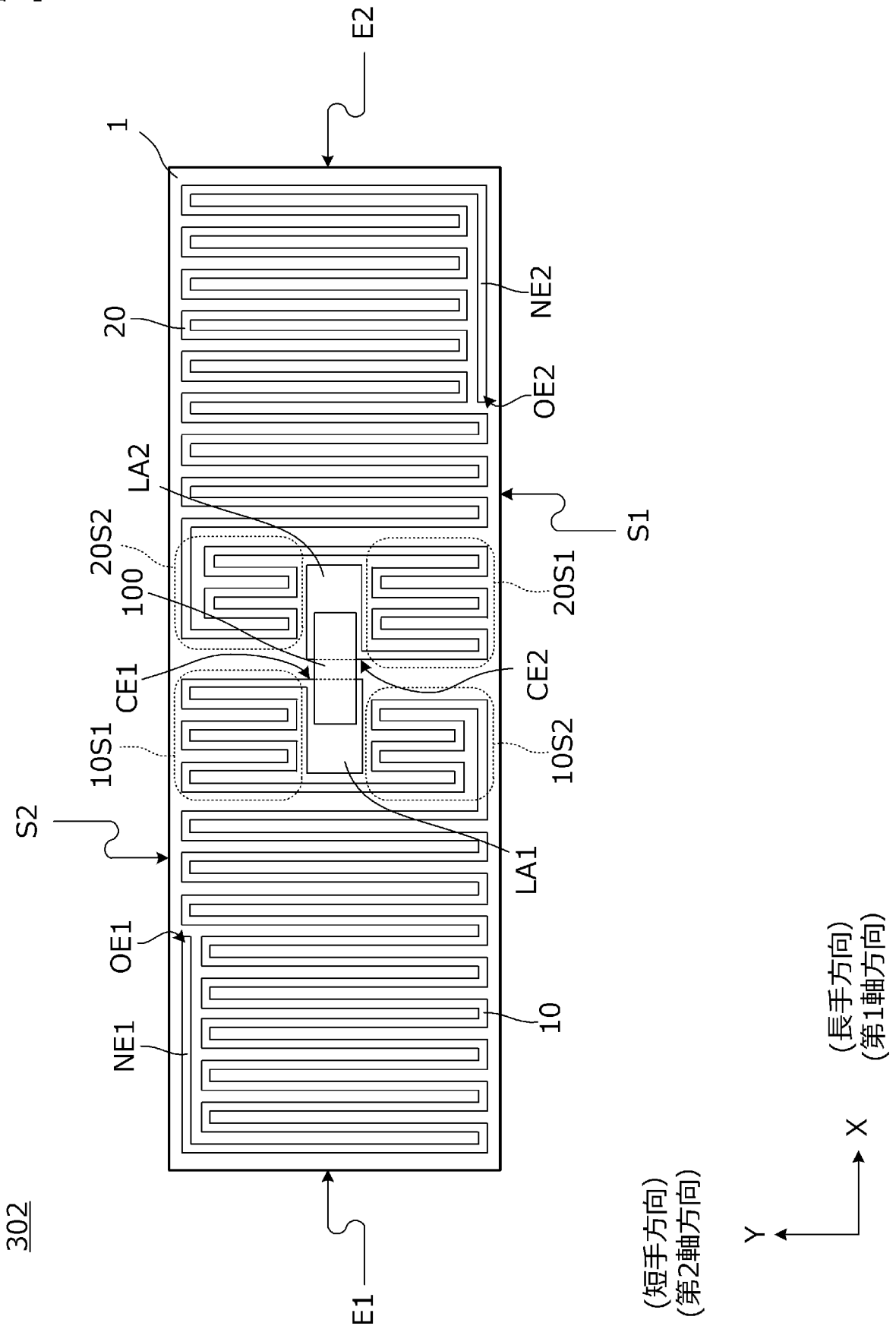
[図12]



[図13]

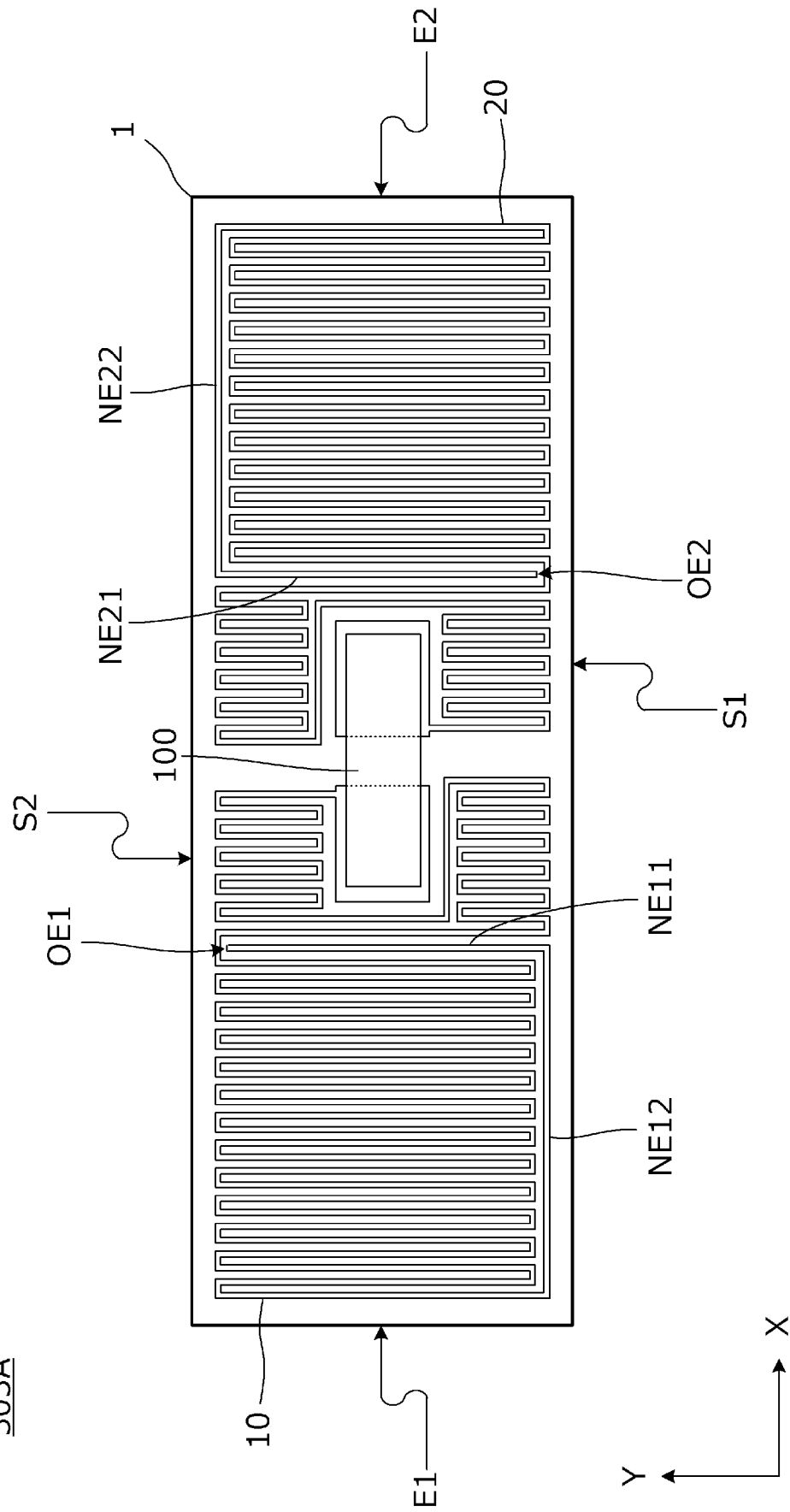


[図14]



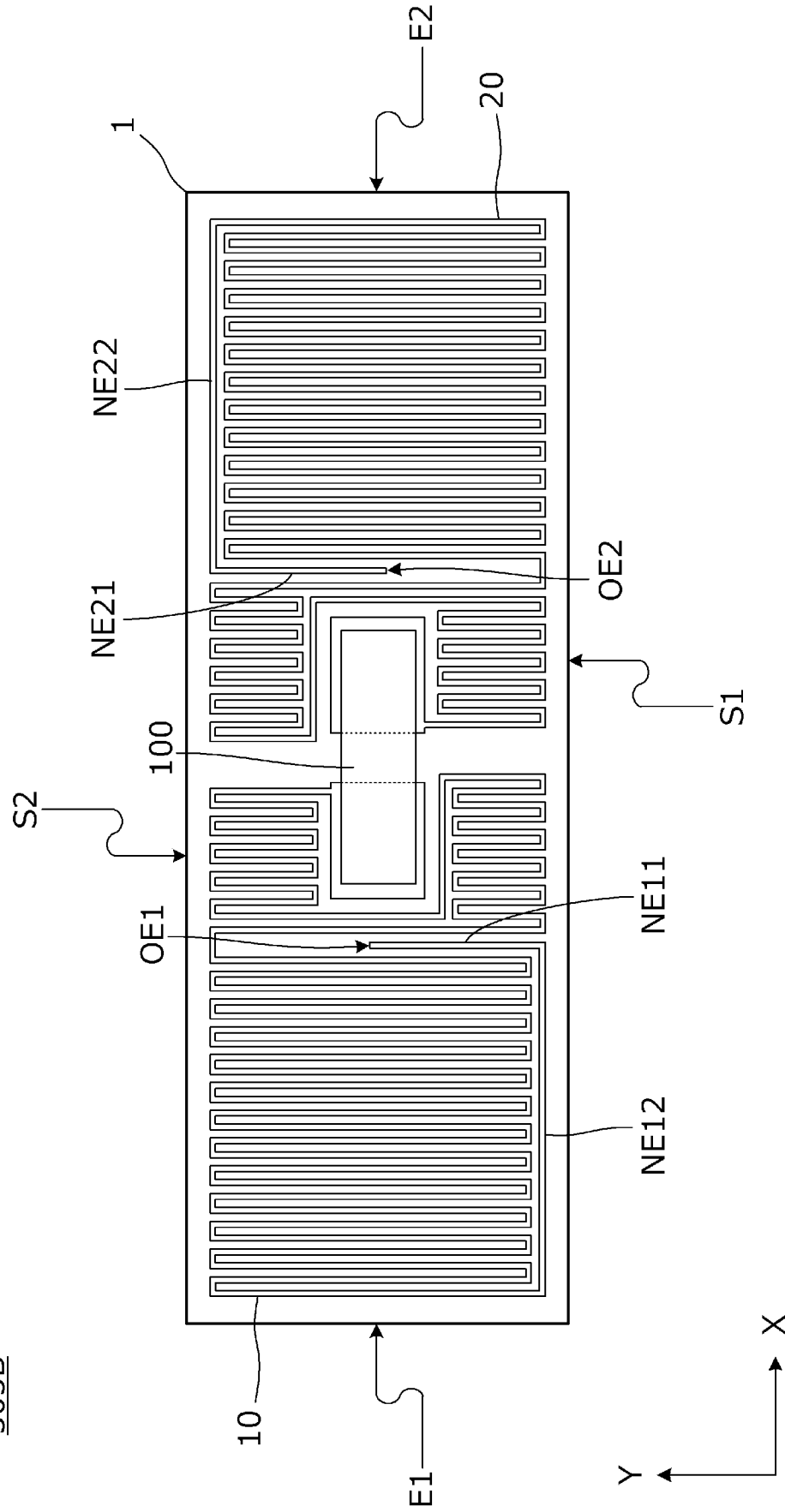
[図15]

303A



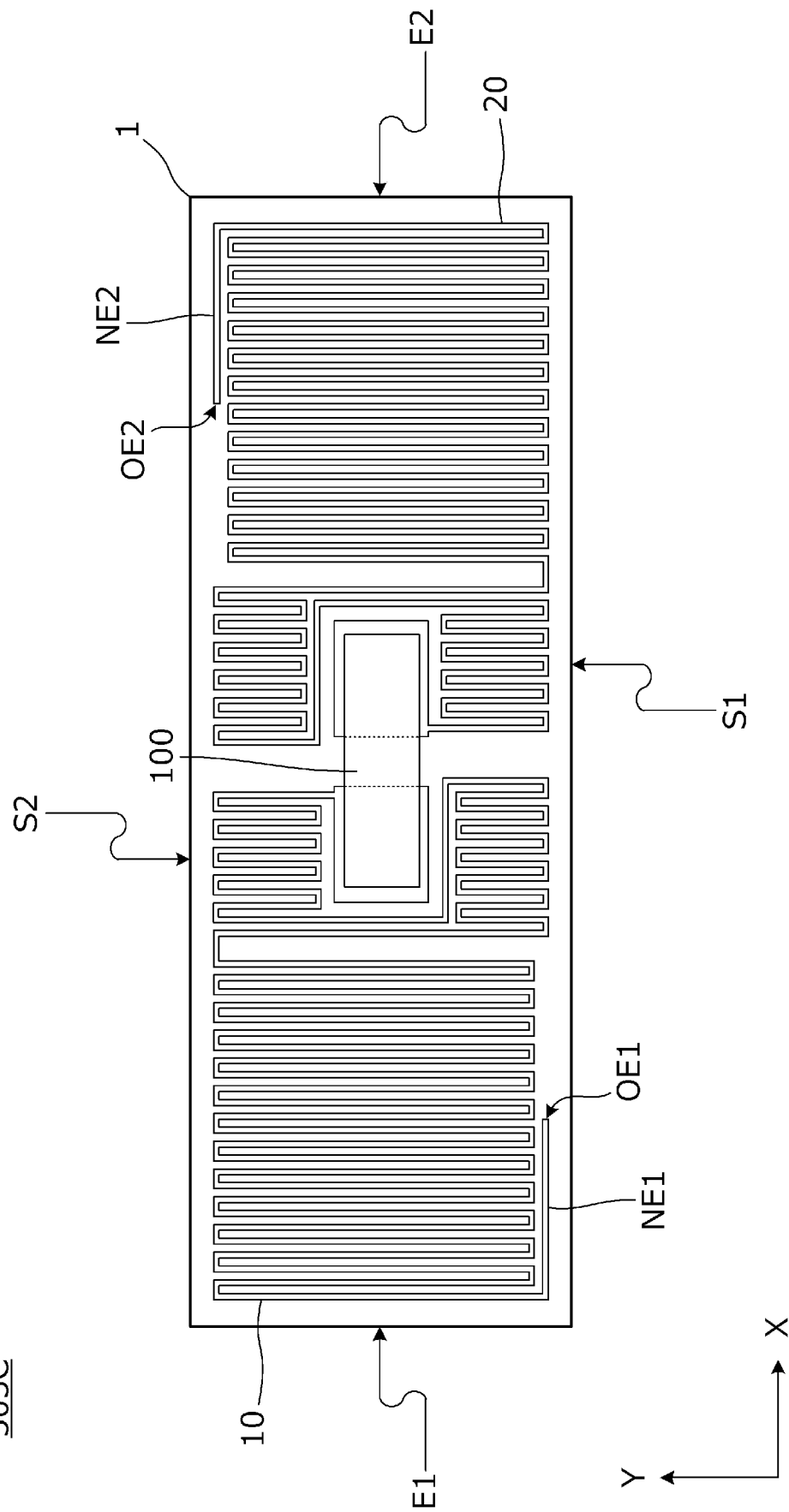
[図16]

303B



[図17]

303C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/015367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01Q9/16 (2006.01) i, G06K19/077 (2006.01) i, H01Q1/38 (2006.01) i,
H01Q9/26 (2006.01) i, H01Q9/28 (2006.01) i, H01Q5/364 (2015.01) n

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)

Int.Cl. H01Q9/16, G06K19/077, H01Q1/38, H01Q9/26, H01Q9/28, H01Q5/364

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
X Y	WO 2016/072335 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 12 May 2016, paragraphs [0023]-[0105], fig. 1, 10, 17 & JP 2016-167274 A & US 2016/0350638 A1, paragraphs [0049]-[0131], fig. 1, 10, 17 & EP 3091483 A1 & CN 106062785 A	1-6, 8-11 7
Y	WO 2009/001814 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 31 December 2008, fig. 11 & JP 4396785 B2 & US 2009/0201156 A1, fig. 11 & EP 2077602 A1 & KR 10- 2009-0080967 A & CN 101558530 A	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

14 May 2018 (14.05.2018)

Date of mailing of the international search report

22 May 2018 (22.05.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/015367

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 2015-511412 A (EXAX INC.) 16 April 2015 & US 2015/0069135 A1 & WO 2013/094812 A1 & EP 2797036 A1 & KR 20-2012-0000537 U & CN 104169947 A	1-11
A	WO 2017/018117 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 02 February 2017 (Family: none)	1-11
A	WO 2008/126458 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 23 October 2008 & US 2009/0278687 A1 & EP 2133827 A1	1-11
A	JP 2015-230502 A (KOBAYASHI CREATE CO., LTD.) 21 December 2015 (Family: none)	1-11
A	JP 2011-2958 A (TOPPAN FORMS CO., LTD.) 06 January 2011 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01Q9/16(2006.01)i, G06K19/077(2006.01)i, H01Q1/38(2006.01)i, H01Q9/26(2006.01)i, H01Q9/28(2006.01)i, H01Q5/364(2015.01)n

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（IPC））

Int.Cl. H01Q9/16, G06K19/077, H01Q1/38, H01Q9/26, H01Q9/28, H01Q5/364

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
X Y	W0 2016/072335 A1（株式会社村田製作所）2016.05.12, 段落 0023-0105, 図 1, 10, 17 & JP 2016-167274 A & US 2016/0350638 A1, 段落 0049-0131, 図 1, 10, 17 & EP 3091483 A1 & CN 106062785 A	1-6, 8-11 7
Y	W0 2009/001814 A1（株式会社村田製作所）2008.12.31, 図 11 & JP 4396785 B2 & US 2009/0201156 A1, 図 11 & EP 2077602 A1 & KR 10-2009-0080967 A & CN 101558530 A	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

「A」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
「E」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
「L」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）
「O」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

「T」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
「X」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
「Y」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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.05.2018

国際調査報告の発送日

22.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

岩井 一央

5 K

5290

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

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 2015-511412 A (イグジャックス インコーポレイテッド) 2015. 04. 16, & US 2015/0069135 A1 & WO 2013/094812 A1 & EP 2797036 A1 & KR 20-2012-0000537 U & CN 104169947 A	1-11
A	WO 2017/018117 A1 (株式会社村田製作所) 2017. 02. 02, (ファミリ ーなし)	1-11
A	WO 2008/126458 A1 (株式会社村田製作所) 2008. 10. 23, & US 2009/0278687 A1 & EP 2133827 A1	1-11
A	JP 2015-230502 A (小林クリエイト株式会社) 2015. 12. 21, (ファミ リーなし)	1-11
A	JP 2011-2958 A (トッパン・フォームズ株式会社) 2011. 01. 06, (フ ァミリーなし)	1-11