

(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  
2013年10月3日(03.10.2013)

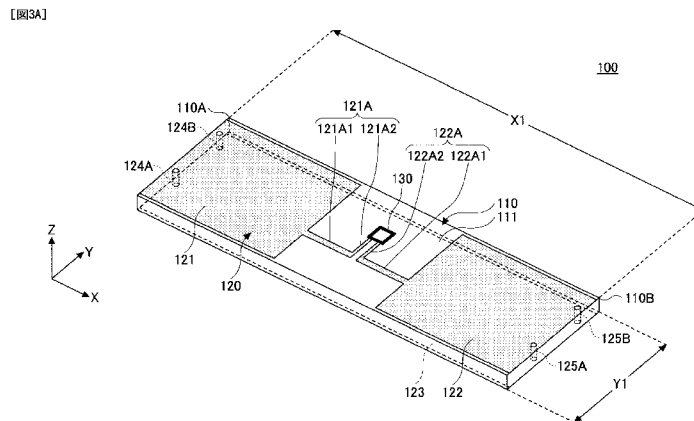


(10) 国際公開番号  
WO 2013/145311 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01Q 9/02 (2006.01) H01Q 1/38 (2006.01)  
G06K 19/07 (2006.01) H01Q 7/00 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/058733
  - (22) 国際出願日: 2012年3月30日(30.03.2012)
  - (25) 国際出願の言語: 日本語
  - (26) 国際公開の言語: 日本語
  - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
  - (72) 発明者; および
  - (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 甲斐 学 (KAI, Manabu) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
  - (74) 代理人: 伊東 忠彦(ITOH, Tadahiko); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内MY PLAZA (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (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, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: RFID TAG

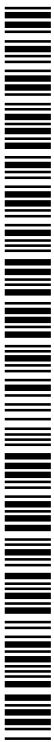
(54) 発明の名称: R F I D タ グ



(57) Abstract: The present invention addresses the issue of providing a RFID tag having cost thereof reduced. This RFID tag includes: a substrate; a pair of first antenna elements, which are formed on one surface of the substrate; an IC chip connected between the pair of first antenna elements; a second antenna element formed on the other surface of the substrate; a pair of first connecting sections, which are formed between the first antenna elements and the second antenna element, and which form a first loop with the pair of first antenna elements, the IC chip, and the second antenna element; and a pair of second connecting sections, which are formed between the pair of first antenna elements and the second antenna element, and which form a second loop with the pair of first antenna elements, the IC chip, and the second antenna element, said second loop being longer than the first loop. The lengths of the first loop and the second loop are respectively shorter than the wavelengths of frequencies used.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2013/145311 A1



---

低コスト化を図ったRFIDタグを提供することを課題とする。RFIDタグは、基板と、前記基板の一方の面に形成される一対の第1アンテナエレメントと、前記一対の第1アンテナエレメントの間に接続されるICチップと、前記基板の他方の面に形成される第2アンテナエレメントと、前記一対の第1アンテナエレメントと前記第2アンテナエレメントとの間に形成され、前記一対の第1アンテナエレメント、前記ICチップ、及び前記第2アンテナエレメントと第1ループを形成する一対の第1接続部と、前記一対の第1アンテナエレメントと前記第2アンテナエレメントとの間に形成され、前記一対の第1アンテナエレメント、前記ICチップ、及び前記第2アンテナエレメントと前記第1ループよりも長い第2ループを形成する一対の第2接続部とを含み、前記第1ループ及び前記第2ループの長さは、それぞれ、使用周波数における波長よりも短い。

## 明 細 書

**発明の名称**：RFIDタグ

### 技術分野

[0001] 本発明は、RFID (Radio Frequency Identifier) タグに関する。

### 背景技術

[0002] 従来より、誘電体素体の表面に設けた一对の表面側導体と、裏面に設けた一对の裏面側導体との間をビアホール導体又はスルーホール導体で接続したアンテナ装置があった。誘電体素体の裏面には、一对の裏面側導体の間に、中立導体が設けられている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2006-053833号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来のアンテナ装置は、低コスト化が十分に図られていない。

[0005] そこで、低コスト化を図ったRFIDタグを提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0006] 本発明の実施の形態のRFIDタグは、基板と、前記基板の一方の面に形成される一对の第1アンテナエレメントと、前記一对の第1アンテナエレメントの間に接続されるICチップと、前記基板の他方の面に形成される第2アンテナエレメントと、前記一对の第1アンテナエレメントと前記第2アンテナエレメントとの間に形成され、前記一对の第1アンテナエレメント、前記ICチップ、及び前記第2アンテナエレメントと第1ループを形成する一对の第1接続部と、前記一对の第1アンテナエレメントと前記第2アンテナエレメントとの間に形成され、前記一对の第1アンテナエレメント、前記ICチップ、及び前記第2アンテナエレメントと前記第1ループよりも長い第

2ループを形成する一对の第2接続部とを含み、前記第1ループ及び前記第2ループの長さは、それぞれ、使用周波数における波長よりも短い。

### 発明の効果

[0007] 低コスト化を図ったRFIDタグを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0008] [図1A]比較例1のRFIDタグ10及び10Aを示す斜視透視図である。  
[図1B]比較例1のRFIDタグ10及び10Aを示す斜視透視図である。  
[図1C]比較例1のRFIDタグ10の等価回路を示す図である。  
[図2A]比較例2のRFIDタグ10B及び10Cを示す斜視透視図である。  
[図2B]比較例2のRFIDタグ10B及び10Cを示す斜視透視図である。  
[図2C]比較例2のRFIDタグ10Bの等価回路を示す図である。  
[図3A]実施の形態1のRFIDタグ100を示す斜視透視図である。  
[図3B]実施の形態1のRFIDタグ100の等価回路を示す図である。  
[図4]比較例1のRFIDタグ10Aのビア34A、35Aの本数を2本に減らした比較用のRFIDタグ10Dを示す斜視透視図である。  
[図5]実施の形態1のRFIDタグ100の第1ループと第2ループを示す図である。  
[図6A]実施の形態2のRFIDタグ200を示す斜視透視図である。  
[図6B]実施の形態2のRFIDタグ200のキャパシタ240を示す拡大図である。  
[図6C]比較例2のRFIDタグ10Bのキャパシタ50の拡大図である。  
[図7A]実施の形態2のRFIDタグ200の等価回路を示す図である。  
[図7B]実施の形態2のRFIDタグ200の第1ループと第2ループを示す図である。  
[図8A]実施の形態3のRFIDタグ300を示す斜視透視図である。  
[図8B]実施の形態4のRFIDタグ400を示す斜視透視図である。  
[図9A]実施の形態5のRFIDタグ500を示す斜視透視図である。  
[図9B]実施の形態6のRFIDタグ600を示す斜視透視図である。

## 発明を実施するための形態

- [0009] 以下、本発明のRFIDタグを適用した実施の形態について説明する。
- [0010] 実施の形態のRFIDタグについて説明する前に、比較例1、2のRFIDタグを用いて、比較例のRFIDタグの問題点について説明する。
- [0011] <比較例1>
- 図1A及び図1Bは、それぞれ、比較例1のRFIDタグ10及び10Aを示す斜視透視図である。図1A及び図1Bでは図示するようにXYZ座標系（直交座標系）を定義する。
- [0012] 図1Aに示すように、比較例1のRFIDタグ10は、基板20、アンテナ30、及びIC（Integrated Circuit：集積回路）チップ40を含む。
- [0013] 基板20は、絶縁性の基板であればよく、例えば、FR-4（Flame Retardant type 4）規格の基板を用いることができる。基板20は、例えば、表面21及び裏面（表面21の反対側の面）に銅箔が形成されているものを用いることができる。
- [0014] アンテナ30は、アンテナエレメント31～35を含む。アンテナエレメント31、32は、基板20の表面21に形成される。アンテナエレメント31と32の直線部31D、32Dの間には、ICチップ40が接続される。アンテナエレメント31、32は、例えば、基板20の表面21に貼り付けられる銅箔をパターンニングすることによって形成される。
- [0015] アンテナエレメント33は、基板20の裏面（表面21の反対側の面）に形成される。アンテナエレメント33は、例えば、基板20の裏面に貼り付けられる銅箔を用いることができる。
- [0016] アンテナエレメント34は、基板20のX軸負方向側の側面に形成され、アンテナエレメント35は基板20のX軸正方向側の側面に形成される。アンテナエレメント34、35は、基板20の側面に、例えば、無電解めっき処理及び電解めっき処理により、銅めっき層を形成することによって作製される。
- [0017] アンテナエレメント31～35は、ICチップ40とともにループを形成

する。すなわち、アンテナ30は、ループ状のアンテナである。

[0018] ICチップ40は、基板20の表面21に実装されてアンテナエレメント31、32に電氣的に接続されており、固有のIDを表すデータを内部のメモリチップに格納している。ICチップ40は、アンテナ30を介してRFIDタグ10のリーダライタからRF (Radio Frequency) 帯域の読み取り用の信号を受信すると、受信信号の電力で作動し、IDを表すデータをアンテナ30を介して発信する。これにより、リーダライタでRFIDタグ10のIDを読み取ることができる。

[0019] このような比較例1のRFIDタグ10は、例えば、金属製の物品の表面に貼り付けることを想定しているため、基板20でアンテナ30の高さを稼ぎ、アンテナ30をループ状にしている。RFIDタグ10は、アンテナエレメント33を底面にした状態で金属製の物品の表面に貼り付けられる。

[0020] ここで、比較例1のRFIDタグ10とは異なり、薄いシート状の基板の表面にダイポールアンテナとICチップを実装したごく薄いRFIDタグを金属製の物品に貼り付けると、金属表面とアンテナとの間に十分な電位差が得られず、アンテナの放射特性が低下し、通信距離が極端に短くなってしまふ。

[0021] このような理由から、金属製の物品の表面にRFIDタグを貼り付ける場合は、金属表面とアンテナとの間に電位差を生じさせて、通信距離を稼ぐために、ある程度の高さが必要になる。

[0022] このため、比較例1のRFIDタグ10は、ある程度の高さを有する基板20の周囲に、ループ状のアンテナ30を形成している。

[0023] アンテナ30をループ状にすることにより、基板20の厚さを、例えば、5mm程度に薄くすることができる。ループ状のアンテナ30を用いると、金属物品の表面に対して垂直な部分(アンテナエレメント34、35)が生じるため、RFIDタグ10が通信を行う際に、鏡像効果により、アンテナ30に流れる電流に対する鏡像電流が流れる。

[0024] 比較例1のRFIDタグ10は、この鏡像効果を利用して、アンテナ30

の放射特性を改善している。

[0025] なお、アンテナ30のアンテナエレメント34、35の代わりに、図1Bに示すRFIDタグ10Aのように、複数のビア34A、35Aを設けてもよい。図1Bに示す比較例1のRFIDタグ10Aでは、一例として、10本のビア34Aと、10本のビア35Aとによって、アンテナエレメント31、32と、アンテナエレメント33との間を接続している。

[0026] ビア34A、35Aは、例えば、ドリル加工又はレーザ加工等によって基板20にスルーホールを形成し、スルーホールの内側壁に、無電解めっき処理及び電解めっき処理を行うことにより、銅めっき層を形成することによって作製することができる。

[0027] ここで、ビア34A、35Aをそれぞれ10本形成しているのは、銅めっき層で形成されるアンテナエレメント34、35を用いた場合とアンテナ30の特性を略同一にするために、多くのビア34A、35Aが必要だからである。ビア34A、35Aの数は、10本に限られず、さらに多くてもよいが、少なくともY軸方向の全体にわたって形成されることが必要である。

[0028] 図1Cは、比較例1のRFIDタグ10の等価回路を示す図である。

[0029] 図1Cに示すように、RFIDタグ10のアンテナ30は、抵抗器 $R_a$ とインダクタ $L_1$ で表すことができ、RFIDタグ10のICチップ40は、抵抗器 $R_c$ とキャパシタ $C_c$ で表すことができる。すなわち、アンテナ30は、抵抗成分とインダクタンス成分を含んでおり、ICチップ40は、抵抗成分とキャパシタンス成分とで表すことができる。

[0030] ここで、抵抗器 $R_a$ は抵抗値 $R_a$ の抵抗器であり、インダクタ $L_1$ はインダクタンスが $L_1$ のインダクタである。また、抵抗器 $R_c$ は抵抗値 $R_c$ の抵抗器であり、キャパシタ $C_c$ はキャパシタンスが $C_c$ のキャパシタである。

[0031] なお、比較例1のRFIDタグ10A（図1B参照）の等価回路は、図1Cに示すRFIDタグ10の等価回路と同様である。

[0032] <比較例2>

図2A及び図2Bは、それぞれ、比較例2のRFIDタグ10B及び10

Cを示す斜視透視図である。以下、比較例1のRFIDタグ10及び10Aと同様の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

[0033] 図2Aに示すように、比較例2のRFIDタグ10Bは、基板20B、アンテナ30B、ICチップ40、及びキャパシタ50を含む。

[0034] 基板20Bは、比較例1の基板20と同様の基板であるが、X軸方向の長さが基板20よりも短くされている。

[0035] アンテナ30Bは、アンテナエレメント31B~35Bを含む。アンテナエレメント31B、32Bは、基板20Bの表面21Bに形成される。アンテナエレメント31Bと32Bの間には、ICチップ40が接続される。アンテナ30Bは、比較例1のアンテナ30と同様に、ループ状のアンテナである。

[0036] アンテナエレメント31B、32Bは、例えば、基板20Bの表面21Bに貼り付けられる銅箔をパターンニングすることによって形成される。アンテナエレメント33Bは、例えば、基板20Bの裏面に貼り付けられる銅箔をそのまま用いることができる。アンテナエレメント34B、35Bは、基板20Bの側面に、例えば、無電解めっき処理及び電解めっき処理により、銅めっき層を形成することによって形成される。

[0037] 比較例2のRFIDタグ10Bでは、比較例1のRFIDタグ10Aの基板20よりも基板20BがX軸方向において短くされているため、アンテナ30Bのアンテナエレメント31B、32B、及び33Bは、X軸方向における長さが比較例1のアンテナエレメント31、32、及び33よりも短くされている。なお、アンテナエレメント31B、32B、33BのY軸方向の長さ（幅）は、比較例1のアンテナエレメント31、32、33の幅と同一である。

[0038] また、アンテナエレメント34B、35Bは、比較例1のアンテナエレメント34、35と同様である。

[0039] ICチップ40は、基板20Bの表面21Bに実装され、アンテナエレメント31Bと32Bとの間に接続されている。

- [0040] キャパシタ50は、アンテナエレメント31Bと32Bとの間で、基板20Bの表面21Bに形成されている。キャパシタ50は、互いに平行に配列されるパターン部51、52、53を有する。パターン部52はアンテナエレメント31Bの延出部31B1から延在しており、パターン部51、53はアンテナエレメント32Bの延出部32B1から延在している。
- [0041] パターン部51、52、53は、互い平行に配列されることにより、平面視で2つのキャパシタを構築する。また、パターン部51~53と、延出部31B1、32B1との間にも平面視でキャパシタが構築される。
- [0042] なお、アンテナエレメント34B、35Bの代わりに、図2Bに示すRFIDタグ10Cのように、ビア34C、35Cを含んでもよい。ビア34C、35Cは、比較例1のビア34A、35A（図1B参照）と同様である。
- [0043] 図2Cは、比較例2のRFIDタグ10Bの等価回路を示す図である。
- [0044] 図2Cに示すように、RFIDタグ10Bのアンテナ30Bは、抵抗器 $R_a$ 、インダクタ $L_2$ 、及びキャパシタ $C_a$ で表すことができる。また、RFIDタグ10BのICチップ40は、抵抗器 $R_c$ とキャパシタ $C_c$ で表すことができる。すなわち、アンテナ30Bは、抵抗成分とインダクタンス成分に加えて、キャパシタ50に対応するキャパシタンス成分を含んでいる。ここでは、キャパシタ50をアンテナ30Bのキャパシタンス成分として取り扱うこととする。
- [0045] 抵抗器 $R_a$ は抵抗値 $R_a$ の抵抗器であり、インダクタ $L_2$ はインダクタンスが $L_2$ のインダクタであり、キャパシタ $C_a$ はキャパシタンスが $C_a$ のキャパシタである。また、抵抗器 $R_c$ は抵抗値 $R_c$ の抵抗器であり、キャパシタ $C_c$ はキャパシタンスが $C_c$ のキャパシタである。
- [0046] ここで、比較例2のアンテナエレメント31B、32B、33BのY軸方向の長さ（幅）は、比較例1のアンテナエレメント31、32、33と同一であるが、アンテナエレメント31B、32B、33BのX軸方向の長さは、アンテナエレメント31、32、33よりも短い。
- [0047] 従って、アンテナ30Bのインダクタンス成分（ $L_2$ ）は、アンテナ30

のインダクタンス成分（L 1）よりも小さい。これは、インダクタンスは、導体の幅が等しい場合には、長さが短い導体の方が小さいからである。

[0048] また、図 1 A に示す R F I D タグ 1 0 の共振周波数と、図 2 A に示す R F I D タグ 1 0 B の共振周波数  $f$  とは、一般式（1）で得られる。

[0049] [数1]

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \dots(1)$$

R F I D タグ 1 0 の場合は、L は、図 1 C に示すインダクタ L 1 のインダクタンス（L 1）であり、C は、キャパシタ C c のキャパシタンスである。

[0050] また、R F I D タグ 1 0 B の場合は、L は、図 2 C に示すインダクタ L 2 のインダクタンス（L 2）であり、C は、キャパシタ C a とキャパシタ C c の合成容量である。

[0051] インダクタンス L 2 は、インダクタンス L 1 より小さい。また、キャパシタ C a とキャパシタ C c は並列接続されているため、キャパシタ C a とキャパシタ C c の合成容量は、キャパシタ C c のキャパシタンスよりも大きい。

[0052] すなわち、比較例 2 の R F I D タグ 1 0 B は、比較例 1 のアンテナ 3 0 よりも小さいアンテナ 3 0 B を含むことによるインダクタンスの減少分を、キャパシタ 5 0 のキャパシタンスで補うことにより、比較例 1 の R F I D タグ 1 0 と同一の共振周波数を得ることを可能にしている。

[0053] 換言すれば、比較例 2 の R F I D タグ 1 0 B は、キャパシタ 5 0 を含むことにより、アンテナ 3 0 B の小型化を可能にし、この結果、R F I D タグ 1 0 B の Y 軸方向における小型化を実現している。

[0054] 例えば、使用周波数が 9 5 3 M H z である場合に、図 1 A に示す比較例 1 の R F I D タグ 1 0 の X 軸方向の長さは 6 5 m m であり、Y 軸方向の幅は 1

7 mmである。これに対して、図2Aに示す比較例2のRFIDタグ10BのX軸方向の長さは45 mmであり、Y軸方向の幅は17 mmである。

[0055] このように、比較例2のRFIDタグ10Bは、キャパシタ50を含むことにより、比較例1のRFIDタグ10と同一の使用周波数を保持したまま、X軸方向の長さを短縮して小型化を図っている。

[0056] ところで、比較例1、2のRFIDタグ10、10Bのアンテナ30、30Bは、アンテナエレメント34、34B、35、35Bがめっき処理で形成されているため、製造コストが高かった。

[0057] また、比較例1、2のRFIDタグ10A、10Cのアンテナ30、30Bは、アンテナエレメント34A、34C、35A、35Cがビアで構築されているため、製造コストが高かった。

[0058] これらのRFIDタグ10、10A、10B、10Cは、製造コストの低減が十分ではなく、まだ改善の余地がある。

[0059] そこで、以下で説明する実施の形態1、2では、低コスト化を図ったRFIDタグを提供することを目的とする。

[0060] <実施の形態1>

図3Aは、実施の形態1のRFIDタグ100を示す斜視透視図である。図3Aでは、比較例1、2と同様に、図示するようにXYZ座標系（直交座標系）を定義する。

[0061] 実施の形態1のRFIDタグ100は、基板110、アンテナ120、及びIC（Integrated Circuit：集積回路）チップ130を含む。

[0062] 基板110は、絶縁性の基板であればよく、例えば、FR-4（Flame Retardant type 4）規格の基板を用いることができる。基板110は、例えば、表面111及び裏面（表面111の反対側の面）に銅箔が形成されているものを用いることができる。

[0063] このような基板110としては、例えば、一枚の絶縁層の表面と裏面にそれぞれ銅箔を貼り付けた基板を用いることができる。絶縁層としては、例えば、プリプレグを用いることができる。プリプレグは、例えば、ガラス繊維

や炭素繊維等の織布や不織布に、エポキシやポリイミド等の絶縁性樹脂を含ませられた絶縁層である。絶縁性樹脂は、熱硬化性樹脂が好適である。プリプレグを絶縁層として用いる場合には、銅箔と絶縁層を熱圧着することにより、基板110を作製することができる。

[0064] なお、基板110は、FR-4規格の基板に限られず、例えばFR-5等の他の規格の基板であってもよい。また、基板110は、ポリカーボネート等の樹脂製であってもよい。

[0065] アンテナ120は、アンテナエレメント121~123、及びビア124A、124B、125A、125Bを含む。

[0066] アンテナエレメント121、122は、基板110の表面111に形成される。アンテナエレメント121、122は、一对の第1アンテナエレメントの一例である。アンテナエレメント121は、X軸正方向に延出する延出部121Aを有し、アンテナエレメント122は、X軸負方向に延出する延出部122Aを有する。アンテナエレメント121の延出部121Aと、アンテナエレメント122の延出部122Aとは、ICチップ130が接続されている。

[0067] 延出部121A、122Aは、それぞれ、アンテナエレメント121、122からX軸方向に直線状に延出する直線部121A1、122A1と、直線部121A1、122A1の先端からY軸正方向に折れ曲がる直線部121A2、122A2とを有し、平面視でL字型の形状を有する。直線部121A1、122A1は、それぞれ、直線状の接続部の一例である。

[0068] しかしながら、直線部121A2、122A2は必ずしも必要ではなく、直線部121A1、122A1だけを含み、平面視で直線状の形状を有していてもよい。

[0069] このようなアンテナエレメント121、122は、例えば、基板110の表面111に貼り付けられる銅箔をパターンングすることによって形成される。

[0070] アンテナエレメント123は、基板110の裏面（表面111の反対側の

面)に形成される。アンテナエレメント123は、第2アンテナエレメントの一例である。アンテナエレメント123は、例えば、基板110の裏面の一面に貼り付けられる銅箔をそのまま用いることができる。

[0071] なお、アンテナエレメント121~123の材質は銅に限られず、例えば、アルミニウム等の銅以外の金属であってもよい。

[0072] ビア124A、124Bは、基板110のX軸負方向側の端部(端辺の近傍)に形成され、ビア125A、125Bは、基板110のX軸正方向側の端部(端辺の近傍)に形成される。ビア124A、124B、125A、125Bは、例えば、ドリル加工又はレーザ加工等によって基板110にスルーホールを形成し、スルーホールの内側壁に、無電解めっき処理及び電解めっき処理を行うことにより、銅めっき層を形成することによって作製することができる。

[0073] ここで、ビア124Aとビア125Aは、Y軸方向における位置が等しい。すなわち、ビア124AがY軸方向(RFIDタグ100の幅方向)においてアンテナエレメント121とアンテナエレメント123との間に形成される位置は、ビア125AがY軸方向においてアンテナエレメント122とアンテナエレメント123との間に形成される位置と等しい。

[0074] ビア124A及び125Aは、直線部121A1、122A1とともに、X軸に平行な同一直線上に配置されている。ビア124Aとビア125Aは、一对の第1接続部の一例である。

[0075] 同様に、ビア124Bとビア125Bは、Y軸方向における位置が等しい。すなわち、ビア124BがY軸方向(RFIDタグ100の幅方向)においてアンテナエレメント121とアンテナエレメント123との間に形成される位置は、ビア125BがY軸方向においてアンテナエレメント122とアンテナエレメント123との間に形成される位置と等しい。

[0076] ビア124B及び125Bは、Y軸方向において、直線部121A1、122A1を含む直線よりも、Y軸正方向側に位置する。ビア124Bとビア125Bは、一对の第2接続部の一例である。ビア124B及び125Bは

、平面視で矩形状の基板 110 の角部に形成されている。

[0077] ここで、ビア 124 B が形成される角部とは、基板 110 の X 軸負方向側及び Y 軸正方向側の頂点 110 A よりも少し内側に入った部分であり、頂点 110 A の近傍である。また、ビア 125 B が形成される角部とは、基板 110 の X 軸正方向側及び Y 軸正方向側の頂部 110 B よりも少し内側に入った部分であり、頂部 110 B の近傍である。

[0078] ビア 124 B、125 B は、それぞれ、基板 110 の頂部 110 A、110 B には形成できないため、頂部 110 A、110 B から少し内側に入った角部に形成されている。

[0079] このように、ビア 124 B 及び 125 B の位置は、直線部 121 A1、122 A1 に対して、Y 軸正方向側にずらされている。

[0080] 従って、アンテナエレメント 121～123 と、ビア 124 B 及び 125 B とによって形成されるループの長さは、アンテナエレメント 121～123 と、ビア 124 A 及び 125 A とによって形成されるループの長さよりも長い。

[0081] ここで、アンテナエレメント 121～123 と、ビア 124 A 及び 125 A とによって形成されるループは第 1 ループの一例であり、アンテナエレメント 121～123 と、ビア 124 B 及び 125 B とによって形成されるループは第 2 ループの一例である。ビア 124 B、125 B を基板 110 の角部に形成することは、第 2 ループの長さを長く取るために有効である。

[0082] なお、第 1 ループと第 2 ループの長さを上述のように設定する理由については後述する。

[0083] このようなアンテナエレメント 121～123 と、ビア 124 A、124 B、125 A、125 B を含むアンテナ 120 は、ループ状のアンテナである。

[0084] アンテナ 120 の長さは、RFID タグ 100 の無線通信に用いる周波数に応じて設定すればよい。アンテナ 120 の実効長は、延出部 121 A の IC チップ 130 に接続される点と、延出部 121 B の IC チップ 130 に接

続される点との間の長さである。ここでは、アンテナ120の実効長をループ長と称す。

[0085] 図3Aに示すアンテナ120は、所謂ダイポールアンテナを2つ合わせたループアンテナとは異なり、インダクタンスとして働くループアンテナである。このため、アンテナ120のループ長は、使用周波数における波長 $\lambda$ よりも短く設定される。

[0086] ここで、アンテナ120には、アンテナエレメント121~123と、ビア124A及び125Aとによって形成されるループ（第1ループ）と、アンテナエレメント121~123と、ビア124B及び125Bとによって形成されるループ（第2ループ）とがある。

[0087] このため、アンテナ120のループ長は、第1ループ及び第2ループともに、使用周波数における波長 $\lambda$ よりも短く設定される。

[0088] 実施の形態1のRFIDタグ100は、ループ長を1波長分の長さに設定する所謂ループアンテナとは異なり、アンテナ120のループ長を1波長分の長さ（ $\lambda$ ）よりも短くすることにより、アンテナ120をインダクタンスとして働かせている。

[0089] 所謂ループアンテナでは、ループ長と1波長の長さ（ $\lambda$ ）が一致することにより、電流分布はループの長さ方向において不均一になる。これは、所謂ループアンテナでは、定在波が生じて、ダイポールアンテナの端で電流が最小となり、ダイポールアンテナの中央部で電流が最大になるためである。

[0090] これに対して、インダクタンスとして働くアンテナ120の電流密度の分布は、アンテナ120の長さ方向で全体的に略均一になる。これは、アンテナ120の長さは1波長の長さ（ $\lambda$ ）に満たないため、定在波は生じないからである。

[0091] このように、ループアンテナ120は、所謂ループアンテナとは長さが異なり、電流分布が異なる。以上のように、アンテナ120のループ長は、使用周波数における波長 $\lambda$ よりも短くすればよい。

[0092] また、アンテナ120のループ長は、ループアンテナ120とICチップ

130のインピーダンス整合にも影響する。ループアンテナ120とICチップ130のインピーダンスを整合させるには、アンテナ120のループ長以外にも、例えば、ICチップ130の抵抗成分及びキャパシタ成分も影響する。

[0093] 例えば、ICチップ130の抵抗成分は約2000Ωであり、キャパシタンスは約1.0pFである場合には、アンテナ120の長さを、例えば、使用周波数における波長 $\lambda$ の $1/3$  ( $\lambda/3$ ) 以下に設定することが好ましい。このようなループ長に設定した場合には、インダクタンスとして働くアンテナ120と、ICチップ130の抵抗成分及びキャパシタ成分とのインピーダンスを整合させることができる。

[0094] そして、このようなループ長に設定した場合には、アンテナ120の電流密度の分布は、アンテナ120の長さ方向で全体的に略均一になる。

[0095] これは、ループアンテナ120とICチップ130の抵抗成分及びキャパシタ成分とのインピーダンスが整合するように、インダクタンスとして働くループアンテナ120の長さが設定されるからである。

[0096] また、実施の形態1のRFIDタグ100のアンテナ120のループ長は、アンテナ120を保持する基板110の大きさと、基板110の誘電率とによって決まる。

[0097] 日本では、例えば、952MHz~954MHz、又は2.45GHzの周波数帯がRFIDタグ用に割り当てられているため、使用周波数に応じてアンテナ120のループ長を設定すればよい。また、米国では915MHz、欧州(EU)では868MHzが代表的な周波数として割り当てられているため、これらの周波数に応じてアンテナ120のループ長を設定すればよい。

[0098] 実施の形態1のRFIDタグ100の共振周波数は、953MHzであるものとする。

[0099] ICチップ130は、基板110の表面111に実装されてアンテナエレメント121、122に電氣的に接続されており、固有のIDを表すデータ

を内部のメモリチップに格納している。ICチップ130は、アンテナ120を介してRFIDタグ100のリーダライタからRF (Radio Frequency) 帯域の読み取り用の信号を受信すると、受信信号の電力で作動し、IDを表すデータをアンテナ120を介して発信する。これにより、リーダライタでRFIDタグ100のIDを読み取ることができる。

[0100] 次に、このような実施の形態1のRFIDタグ100の等価回路について説明する。

[0101] 図3Bは、実施の形態1のRFIDタグ100の等価回路を示す図である。

[0102] 図3Bに示すように、RFIDタグ100のアンテナ120は、抵抗器 $R_a$ とインダクタ $L_{a1}$ 、 $L_{a2}$ で表すことができ、RFIDタグ100のICチップ130は、抵抗器 $R_c$ とキャパシタ $C_c$ で表すことができる。

[0103] ここで、抵抗器 $R_a$ は抵抗値 $R_a$ の抵抗器であり、インダクタ $L_{a1}$ はインダクタンスが $L_{a1}$ のインダクタであり、インダクタ $L_{a2}$ はインダクタンスが $L_{a2}$ のインダクタである。また、インダクタンス $L_{a1}$ は、アンテナ120の第1ループのインダクタンスとして取り扱い、インダクタンス $L_{a2}$ は、アンテナ120の第2ループのインダクタンスとして取り扱う。なお、抵抗器 $R_c$ は抵抗値 $R_c$ の抵抗器であり、キャパシタ $C_c$ はキャパシタンスが $C_c$ のキャパシタである。

[0104] ここで、図4を用いて、比較例1のRFIDタグ10A (図1B参照) のビア34A、35Aの本数を2本に減らしたRFIDタグ10Dと、図3Aに示す実施の形態1のRFIDタグ100とを比較し、実施の形態1のRFIDタグ100の大きさについて説明する。

[0105] 図4は、比較例1のRFIDタグ10Aのビア34A、35Aの本数を2本に減らしたRFIDタグ10Dを示す斜視透視図である。

[0106] 図4に示すRFIDタグ10Dのアンテナ30は、ビア34A1、34A2、35A1、35A2を含む。ビア34A1、34A2、35A1、35A2は、比較例1のRFIDタグ10Aの10本のビア34A、35Aをそ

れぞれ2本に減らしたものである。ビア34A1、34A2、35A1、35A2は、それぞれ、実施の形態1のRFIDタグ100のビア124A、124B、125A、125BとY軸方向における位置が等しい。

[0107] すなわち、ビア34A1、35A1は、アンテナエレメント31、32の直線部31D、32Dと同一直線上に位置するように形成されている。また、ビア34A2、35A2は、直線部31D、32Dを含む直線よりも、Y軸正方向側に形成されている。

[0108] また、ここでは、アンテナエレメント31、32、33と、ビア34A1、35A1を含むループを第1ループとし、アンテナエレメント31、32、33と、ビア34A2、35A2を含むループを第2ループとする。第2ループの長さは、第1ループよりも長い。

[0109] 図4に示すRFIDタグ10Dは、図1Bに示すRFIDタグ10Aよりもビアの本数が少ないため、RFIDタグ10Dのアンテナ30のインダクタンスは、RFIDタグ10Aのアンテナ30のインダクタンスよりも大きい。これは、ビアの本数が減ったためである。インダクタンスは、長さが等しければ導体の幅が狭い方が大きくなり、幅が等しければ長さが長い方が大きくなる。

[0110] 図4に示すRFIDタグ10Dのアンテナ30の第1ループ及び第2ループのインダクタンスをそれぞれ $L_{a1A}$ 、 $L_{a2A}$ とする。また、図1Bに示すRFIDタグ10Aのアンテナ30のインダクタンスを $L_1$ とする。

[0111] ここで、インダクタンス $L_{a1A}$ 、 $L_{a2A}$ 、 $L_1$ の間には、 $L_{a2A} > L_{a1A} > L_1$ が成立する。これは、第1ループよりも第2ループの方が長いために $L_{a2A} > L_{a1A}$ が成立し、また、ビアの本数を減らしたことにより、図4に示すRFIDタグ10Dのアンテナ30と、図1Bに示すRFIDタグ10Aのアンテナ30との間には、 $L_{a1A} > L_1$ が成立するからである。

[0112] 従って、図4に示すRFIDタグ10Dのように、図1Bに示すRFIDタグ10Aよりもビアの本数を少なくすると、アンテナ30のインダクタン

スが増大することになり、式（１）で表される共振周波数は低下し、 $953\text{ MHz}$ よりも低い周波数で共振が生じることになる。

[0113] このため、図３Ａに示す実施の形態１のRFIDタグ１００で、図１Ｂに示す比較例１のRFIDタグ１０Ａと同一の共振周波数を得るためには、アンテナ１２０のループ長を短くして、アンテナ１２０のインダクタンスを比較例１のRFIDタグ１０Ａのアンテナ３０のインダクタンスよりも小さくする必要がある。

[0114] すなわち、図４に示すRFIDタグ１０Ｄと、図３Ａに示すRFIDタグ１００との比較では、RFIDタグ１００のＹ軸方向の長さをRFIDタグ１０Ｄよりも短くする必要がある。

[0115] 図４に示す比較例１のRFIDタグ１０Ｄは、図１Ｂに示す比較例１のRFIDタグ１０Ａと同一の大きさを有するため、Ｘ軸方向の長さは $65\text{ mm}$ であり、Ｙ軸方向の幅は $17\text{ mm}$ である。

[0116] このため、例えば、実施の形態１のRFIDタグ１００のＸ軸方向の長さ $X1$ を $55\text{ mm}$ 、Ｙ軸方向の幅 $Y1$ を $17\text{ mm}$ にすることができる。

[0117] ここで、図５を用いて、実施の形態１のRFIDタグ１００のアンテナ１２０のアドミタンスについて考える。

[0118] 図５は、実施の形態１のRFIDタグ１００の第１ループと第２ループを示す図である。

アンテナ１２０の第１ループのインダクタンス $L_{a1}$ 、第２ループのインダクタンス $L_{a2}$ 、アンテナ１２０の抵抗値 $R_a$ 、及び使用周波数における角周波数 $\omega$ を用いると、アンテナ１２０のアドミタンス $Y_{in}$ は、式（２）で表すことができる。

[0119]

[数2]

$$Y_{in} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{j\omega L_{a1}} + \frac{1}{j\omega L_{a2}} \quad \dots(2)$$

ここで、 $L_{a2} > L_{a1}$ であるため、アンテナ120のアドミタンス $Y_{in}$ は、第2ループのインダクタンス $L_{a2}$ よりも、第1ループのインダクタンス $L_{a1}$ の影響をより大きく受けることが式(2)から分かる。

[0120] また、実施の形態1のRFIDタグ100の共振周波数は953MHzであり、953MHzにおける波長 $\lambda$ は約300mmであるところ、アンテナ120の長さは、一波長よりも短いため、ループ長の長い第2ループの方が、第1ループよりもゲインが高くなると考えられる。これは、第1ループの長さよりも第2ループの長さの方が一波長の長さに近いためである。

[0121] 以上より、第1ループは、主に、アンテナ120の共振周波数 $f$ を決めるため（すなわち、インピーダンス整合を取るため）に働き、第2ループは、主に、アンテナ120のゲインを決定するために働く。

[0122] 実際には、アンテナ120を全体的に見ると、アンテナ120は、第1ループと第2ループの合成ループによるインダクタンスを有するが、第1ループと第2ループは上述のような傾向で役割が異なると考えることができる。

[0123] 従って、主に、第1ループに含まれるビア124A及び125Aで共振周波数を決定するとともに、第2ループに含まれるビア124B、125Bでアンテナ120のゲインを決定するように、ビア124A、124B、125A、125Bの位置を決定すればよい。

[0124] 以上のように、実施の形態1によれば、一对の第1ビアの一例であるビア124A及び125Aと、一对の第2ビアの一例であるビア124B及び125Bを用いてアンテナ120を構築するので、比較例1、2のRFIDタ

グ10、10A、10B、10Cに比べて、ビアの本数を減らすことによって低コスト化を図ることができる。

[0125] 比較例1、2のRFIDタグ10（図1A参照）、10B（図2A参照）は、めっき処理によって基板20、20BのX軸方向にある側面の全体にアンテナエレメント34、35を形成する。

[0126] これに比べると、実施の形態1のRFIDタグ100は、二対のビア124A、124B、125A、125Bを形成するだけであるので、低コスト化を図ることができる。

[0127] また、比較例1、2のRFIDタグ10A（図1B参照）、10C（図2B参照）は、基板20、20BのX軸方向にある側面の全体に沿って、10本のビア34A、35A、34C、35Cを形成する。

[0128] これに比べると、実施の形態1のRFIDタグ100は、二対のビア124A、124B、125A、125Bを形成するだけであるので、低コスト化を図ることができる。

[0129] また、実施の形態1のRFIDタグ100（図5参照）は、図4に示す比較用のRFIDタグ10Dに比べて、RFIDタグ100の小型化を達成することができる。

[0130] 上述のように、実施の形態1のRFIDタグ100（図5参照）は、X軸方向の長さX1を55mmにすることができる。これは、図4に示す比較用のRFIDタグ10DのX軸方向の長さ（65mm）に比べると、約20%小さい値である。すなわち、約20%の小型化を達成することができ、また、これにより軽量化を図ることができる。

[0131] また、このようなRFIDタグ100の小型化によっても低コスト化を図ることができる。

[0132] すなわち、実施の形態1のRFIDタグ100は、基板110、及び、アンテナ120を約20%小さくできる分だけ、材料費を低減することができる、これにより低コスト化を達成することができる。

[0133] 実施の形態1のRFIDタグ100は、ループ状のアンテナ120を含む

。このようなループ状のアンテナ120を含むのは、RFIDタグ100を金属製の物品の表面に貼り付けた場合でも、通信を可能にするためである。

[0134] 一般に、ループ状のアンテナを含むRFIDタグは、薄いシート状の基板の表面にダイポールアンテナとICチップを実装したごく薄いRFIDタグに比べると、製造コストが高くなる。

[0135] しかしながら、実施の形態1によれば、ループ状のアンテナ120を含み、低コスト化を図ったRFIDタグ100を提供することができる。

[0136] また、一般に、ループ状のアンテナを含むRFIDタグは、薄いシート状の基板の表面にダイポールアンテナとICチップを実装したごく薄いRFIDタグに比べると、大型化し、重くなる傾向がある。

[0137] しかしながら、実施の形態1によれば、ループ状のアンテナ120を含み、小型軽量化を図ったRFIDタグ100を提供することができる。

[0138] また、実施の形態1のRFIDタグ100は、アンテナ120の直線部121A1、121A1に対してY軸方向にオフセットした位置に形成されるビア124B及び125Bを含む。ビア124B及び125Bは、第2ループを形成する。

[0139] このような第2ループは、比較例1、2のRFIDタグ10、10A、10B、10Cのアンテナ30、30Bのループと略同様の長さを有する。これは、第2ループに含まれるビア124B及び125Bが、直線部121A1、121A1に対してY軸方向にオフセットしているからである。

[0140] 従って、実施の形態1のRFIDタグ100は、比較例1、2のRFIDタグ10、10A、10B、10Cと略同一のゲインを得ることができる。

[0141] このため、実施の形態1のRFIDタグ100は、金属製の物品の表面に貼り付けても、比較例1、2のRFIDタグ10、10A、10B、10Cと略同一の通信距離を有する。

[0142] また、実施の形態1のRFIDタグ100では、ビア124A及び125Aが直線部121A1、122A1とともに、X軸に平行な同一直線上に配置されている。

- [0143] このようにビア124A及び125Aが直線部121A1、122A1とともに、X軸に平行な同一直線上に配置されていると、アンテナ120のQ値を低くすることができ、アンテナ120の帯域が広がる。なお、ここで、Q値は $Q = \omega L / R$ で表され、 $\omega$ は使用周波数における角周波数、Lはアンテナ120のインダクタンス、Rはアンテナ120の抵抗値である。
- [0144] 以上のように、実施の形態1のRFIDタグ100は、二対のビア124A、124B、125A、125Bを用いてアンテナ120に2つのループ（第1ループと第2ループ）を形成することによって、低コスト化を図っている。また、小型化を図ることによっても、低コスト化を図っている。従来のRFIDタグは、このように十分な低コスト化は図られていなかった。
- [0145] 従って、実施の形態1によれば、十分に低コスト化を図ったRFIDタグ100を提供することができる。実施の形態1のRFIDタグ100は、金属製の物品の表面に貼り付けても、通信を行うことができる。
- [0146] なお、以上では、ビア124A及び125Aが直線部121A1、122A1とともに、X軸に平行な同一直線上に配置され、ビア124B及び125Bが、Y軸方向において、直線部121A1、122A1を含む直線よりも、Y軸正方向側に位置する形態について説明した。これにより、ビア124A及び125Aを含む第1ループよりも、ビア124B及び125Bを含む第2ループの方が長くされている。
- [0147] しかしながら、ビア124A及び125Aを含む第1ループよりも、ビア124B及び125Bを含む第2ループの方が長ければ、ビア124A及び125Aは、直線部121A1、122A1とともに、X軸に平行な同一直線上に配置されていなくてもよい。
- [0148] すなわち、ビア124A及び125Aを含む第1ループよりも、ビア124B及び125Bを含む第2ループの方が長ければ、ビア124A及び125Aは、直線部121A1、122A1を含む直線上に位置せずに、Y軸方向にずれた位置に形成されてもよい。
- [0149] <実施の形態2>

図6Aは、実施の形態2のRFIDタグ200を示す斜視透視図である。図6Aでは、実施の形態1と同様に、図示するようにXYZ座標系（直交座標系）を定義する。また、以下では、実施の形態1のRFIDタグ100の構成要素と同様の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

- [0150] 実施の形態2のRFIDタグ200は、基板210、アンテナ220、ICチップ130、及びキャパシタ240を含む。
- [0151] 実施の形態2のRFIDタグ200は、キャパシタ240を含むことにより、X軸方向の長さX2が実施の形態1のRFIDタグ100の長さX1（図3A参照）よりも短くなっている。長さX2は、一例として、45mmである。すなわち、これは、比較例2のRFIDタグ10B（図2A参照）と同一の長さである。
- [0152] なお、実施の形態2のRFIDタグ200のY軸方向の長さY2は、実施の形態1のRFIDタグ100のY軸方向の長さY1（図3A参照）と同一（17mm）である。
- [0153] 基板210は、実施の形態1の基板110と同様に、絶縁性の基板であればよく、例えば、FR-4規格の基板を用いることができる。基板210は、例えば、表面211及び裏面（表面211の反対側の面）に銅箔が形成されているものを用いることができる。
- [0154] 実施の形態2のRFIDタグ200は、実施の形態1のRFIDタグ100よりもX軸方向の長さが短いため、基板210のX軸方向の長さは、実施の形態1の基板110のX軸方向の長さより短い。
- [0155] アンテナ220は、アンテナエレメント221～223、及びビア224A、224B、225A、225Bを含む。
- [0156] アンテナエレメント221、222は、基板210の表面211に形成される。アンテナエレメント221、222は、一对の第1アンテナエレメントの一例である。アンテナエレメント221は、X軸正方向に延出する延出部221Aを有し、アンテナエレメント222は、X軸負方向に延出する延出部222Aを有する。アンテナエレメント221の延出部221Aと、ア

ンテナエレメント 222 の延出部 222 A とには、IC チップ 130 が接続されている。

[0157] 延出部 221 A、222 A は、それぞれ、アンテナエレメント 221、222 から X 軸方向に直線状に延出する直線部 221 A 1、222 A 1 と、直線部 221 A 1、222 A 1 の先端から Y 軸正方向に折れ曲がる直線部 221 A 2、222 A 2 とを有し、平面視で L 字型の形状を有する。直線部 221 A 1、222 A 1 は、それぞれ、直線状の接続部の一例である。

[0158] アンテナエレメント 223 は、基板 210 の裏面（表面 211 の反対側の面）に形成される。アンテナエレメント 223 は、第 2 アンテナエレメントの一例である。

[0159] なお、実施の形態 2 の RFID タグ 200 は、実施の形態 1 の RFID タグ 100 よりも X 軸方向の長さが短いため、アンテナエレメント 221、222、223 の X 軸方向の長さは、それぞれ、実施の形態 1 のアンテナエレメント 121、122、123 の X 軸方向の長さより短い。

[0160] ビア 224 A、224 B は、基板 210 の X 軸負方向側の端部（端辺の近傍）に形成され、ビア 225 A、225 B は、基板 210 の X 軸正方向側の端部（端辺の近傍）に形成される。

[0161] ここで、ビア 224 A とビア 225 A は、Y 軸方向における位置が等しい。すなわち、ビア 224 A が Y 軸方向（RFID タグ 200 の幅方向）においてアンテナエレメント 221 とアンテナエレメント 223 との間に形成される位置は、ビア 225 A が Y 軸方向においてアンテナエレメント 222 とアンテナエレメント 223 との間に形成される位置と等しい。

[0162] ビア 224 A 及び 225 A は、直線部 221 A 1、222 A 1 とともに、X 軸に平行な同一直線上に配置されている。ビア 224 A とビア 225 A は、一对の第 1 接続部の一例である。

[0163] 同様に、ビア 224 B とビア 225 B は、Y 軸方向における位置が等しい。すなわち、ビア 224 B が Y 軸方向（RFID タグ 200 の幅方向）においてアンテナエレメント 221 とアンテナエレメント 223 との間に形成さ

れる位置は、ビア225BがY軸方向においてアンテナエレメント222とアンテナエレメント223との間に形成される位置と等しい。

[0164] ビア224B及び225Bは、Y軸方向において、直線部221A1、222A1を含む直線よりも、Y軸正方向側に位置する。ビア224Bとビア225Bは、一对の第2接続部の一例である。

[0165] このように、ビア224B及び225Bの位置は、直線部221A1、222A1に対して、Y軸正方向側にずらされている。

[0166] 従って、アンテナエレメント221~223と、ビア224B及び225Bとによって形成される第2ループの長さは、アンテナエレメント221~223と、ビア224A及び225Aとによって形成される第1ループの長さよりも長い。

[0167] このようなアンテナエレメント221~223と、ビア224A、224B、225A、225Bを含むアンテナ220は、ループ状のアンテナである。

[0168] アンテナ220の長さは、RFIDタグ200の無線通信に用いる周波数に応じて設定すればよい。アンテナ220の実効長は、延出部221AのICチップ130に接続される点と、延出部221BのICチップ130に接続される点との間の長さである。

[0169] 実施の形態2のRFIDタグ200の共振周波数は、953MHzであるものとする。

[0170] 次に、キャパシタ240について説明する。ここでは、適宜、図6Aに加えて、図6B及び図6Cの拡大図を用いる。図6Bは、実施の形態2のRFIDタグ200のキャパシタ240を示す拡大図であり、図6Cは、比較例2のRFIDタグ10Bのキャパシタ50の拡大図である。なお、図6B及び図6Cでは、ICチップ130を省略する。

[0171] キャパシタ240は、アンテナエレメント221と222との間で、基板210の表面211に形成されている。キャパシタ240は、互いに平行に配列されるパターン部241、242、243を有する。パターン部242

は、アンテナエレメント 221 の直線部 221A1 から分岐する分岐部 221A3 から延在しており、パターン部 241、243 は、アンテナエレメント 222 の直線部 222A1 から分岐する分岐部 222A3 から延在している。

[0172] パターン部 241、242、243 は、互い平行に配列されることにより、平面視で 2 つのキャパシタを構築する。また、パターン部 241～243 と、直線部 221A1、222A1 との間にも平面視でキャパシタが構築される。

[0173] このようなキャパシタ 240 は、例えば、基板 210 の表面 211 に貼り付けられる銅箔をパターンニングすることによって、アンテナ 220 と同時に形成される。

[0174] また、実施の形態 2 のキャパシタ 240 は、比較例 2 のキャパシタ 50 (図 2A 及び図 6C 参照) に比べると、パターン部 241、242、243 の Y 軸方向の幅が、キャパシタ 50 のパターン部 51、52、53 の Y 軸方向の幅よりも細い。なお、パターン部 241、242、243 と、パターン部 241、242、243 の X 軸方向の長さは同一である。

[0175] 換言すれば、パターン部 241、242、243 の Y 軸方向の間隔は、パターン部 51、52、53 の Y 軸方向の間隔よりも広がっている。

[0176] すなわち、実施の形態 2 のキャパシタ 240 のキャパシタンスは、比較例 2 のキャパシタ 50 のキャパシタンスよりも小さい。これは、キャパシタ 240 の電極間の距離が比較例 2 のキャパシタ 50 の電極間の距離より長いためである。

[0177] 実施の形態 2 の RFID タグ 200 のアンテナ 220 は、二対のビア 224A、224B、225A、225B を形成することにより、実施の形態 1 の RFID タグ 100 と同様に、比較例 2 の RFID タグ 10B (図 2A 参照) のアンテナ 20B よりもインダクタンスが大きい。

[0178] このようにインダクタンスの大きいアンテナ 220 を用いて、比較例 2 の

RFIDタグ10B（図2A参照）と同一の共振周波数を保持するためには、ビア224A、224B、225A、225Bを形成することによるアンテナ220のインダクタンスの増大分をキャパシタ240のキャパシタンスを低減することによって相殺する必要がある。

[0179] このようにして、実施の形態2のRFIDタグ200は、比較例2のRFIDタグ10B（図2A参照）と同一のX軸方向の長さを保持しつつ、同一の共振周波数を保持している。

[0180] ICチップ130は、基板210の表面211に実装されてアンテナエレメント221、222に電氣的に接続されており、固有のIDを表すデータを内部のメモリチップに格納している。ICチップ130は、アンテナ220を介してRFIDタグ200のリーダライタからRF（Radio Frequency）帯域の読み取り用の信号を受信すると、受信信号の電力で作動し、IDを表すデータをアンテナ220を介して発信する。これにより、リーダライタでRFIDタグ200のIDを読み取ることができる。

[0181] 次に、図7Aを用いて、このような実施の形態2のRFIDタグ200の等価回路について説明する。

[0182] 図7Aは、実施の形態2のRFIDタグ200の等価回路を示す図である。

[0183] 図7Aに示すように、RFIDタグ200のアンテナ220は、抵抗器 $R_a$ 、インダクタ $L_{a11}$ 、インダクタ $L_{a21}$ 、及びキャパシタ $C_{a1}$ で表すことができ、RFIDタグ200のICチップ130は、抵抗器 $R_c$ とキャパシタ $C_c$ で表すことができる。インダクタ $L_{a11}$ 、インダクタ $L_{a21}$ は、それぞれ、第1ループ、第2ループのインダクタンス成分を表す。

[0184] すなわち、アンテナ220は、抵抗成分とインダクタンス成分に加えて、キャパシタ240に対応するキャパシタンス成分を含んでいる。ここでは、キャパシタ240をアンテナ220のキャパシタンス成分として取り扱うこととする。

[0185] 抵抗器 $R_a$ は抵抗値 $R_a$ の抵抗器であり、インダクタ $L_{a11}$ はインダク

タンスが $L_{a11}$ のインダクタである。インダクタ $L_{a21}$ はインダクタンスが $L_{a21}$ のインダクタであり、キャパシタ $C_{a1}$ はキャパシタンスが $C_{a1}$ のキャパシタである。なお、 $L_{a21} > L_{a11}$ である。

[0186] また、抵抗器 $R_c$ は抵抗値 $R_c$ の抵抗器であり、キャパシタ $C_c$ はキャパシタンスが $C_c$ のキャパシタである。

[0187] キャパシタ $C_{a1}$ のキャパシタンスは、比較例2のキャパシタ $C_a$ より小さい。すなわち、 $C_a > C_{a1}$ が成立する。

[0188] 実施の形態2のRFIDタグ200のアンテナ220のインダクタンス ( $L_{a11}$ と $L_{a21}$ の合成インダクタンス) は、比較例2のアンテナ20Bのインダクタンス $L_2$  (図2C参照) よりも大きい。これは、二対のビア224A、224B、225A、225Bでアンテナエレメント221、222、223を接続しているからである。

[0189] このようなアンテナ220のインダクタンスの増大分を相殺して、比較例2と同一の共振周波数を得るために、実施の形態2では、キャパシタ $C_{a1}$ のキャパシタンスを、比較例2のキャパシタ $C_a$ より小さくすべく、キャパシタ240のキャパシタンスを比較例2のキャパシタ50よりも小さくしている。

[0190] 図7Bは、実施の形態2のRFIDタグ200の第1ループと第2ループを示す図である。

[0191] アンテナ220のアドミタンスは、実施の形態1と同様に、第2ループのインダクタンス $L_{a21}$ よりも、第1ループのインダクタンス $L_{a11}$ の影響をより大きく受ける。

[0192] また、実施の形態2のRFIDタグ200の共振周波数は953MHzであり、953MHzにおける波長 $\lambda$ は約300mmであるところ、アンテナ220の長さは、一波長よりも短いため、ループ長の長い第2ループの方が、第1ループよりもゲインが高くなると考えられる。これは、第1ループの長さよりも第2ループの長さの方が一波長の長さに近いためである。

[0193] 以上より、第1ループは、主に、アンテナ220の共振周波数 $f$ を決める

ため（すなわち、インピーダンス整合を取るため）に働き、第2ループは、主に、アンテナ220のゲインを決定するために働く。

[0194] 実際には、アンテナ220を全体的に見ると、アンテナ220は、第1ループと第2ループの合成ループによるインダクタンスを有するが、第1ループと第2ループは上述のような傾向で役割が異なると考えることができる。

[0195] 従って、主に、第1ループに含まれるビア224A及び225Aで共振周波数を決定するとともに、第2ループに含まれるビア224B、225Bでアンテナ220のゲインを決定するように、ビア224A、224B、225A、225Bの位置を決定すればよい。

[0196] また、実施の形態2のRFIDタグ200は、ビア224A、224B、225A、225Bを形成したことによるアンテナ220のインダクタンスの増大分をキャパシタ240のキャパシタンスで調整している。

[0197] 実施の形態2のキャパシタ240は、比較例2のキャパシタ50よりも、パターン部241～243の製造公差を大きく取ることにより、エッチング処理の工程のコストダウンを図っている。

[0198] 以上のように、実施の形態2によれば、ビア224A、224B、225A、225Bを形成したことによるアンテナ220のインダクタンスを増大させつつ、キャパシタ240の製造公差を大きく取ることにより、低コスト化を図ったRFIDタグ200を提供することができる。

[0199] <実施の形態3>

図8Aは、実施の形態3のRFIDタグ300を示す斜視透視図である。実施の形態3は、実施の形態2の変形例である。図8Aにおいて、実施の形態2のRFIDタグ200（図6A参照）と同様の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

[0200] 実施の形態3のRFIDタグ300は、実施の形態2のRFIDタグ200のビア224A、224B、225A、225Bの代わりに、基板210のX軸方向の側面に、めっき処理で接続部324A、324B、325A、325Bを形成したものである。

- [0201] このようにビア224A、224B、225A、225Bの代わりに接続部324A、324B、325A、325Bを形成した場合も、比較例2に比べるとアンテナ220のインダクタンスが増大するので、製造公差を大きく取ったキャパシタ240で共振周波数を合わせることができる。
- [0202] 実施の形態3のRFIDタグ300の接続部324A、324B、325A、325Bは、比較例2のRFIDタグ10Bのアンテナエレメント34B、35Bに比べると、めっき処理を行う面積が小さいので、低コスト化を図ることができる。
- [0203] <実施の形態4>
- 図8Bは、実施の形態4のRFIDタグ400を示す斜視透視図である。実施の形態4は、実施の形態2の変形例である。図8Bにおいて、実施の形態2のRFIDタグ200（図6A参照）と同様の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。
- [0204] 実施の形態4のRFIDタグ400は、実施の形態2のRFIDタグ200のビア224Bと、ビア225BのY軸正方向側に、それぞれ、ビア401B及び403Bと、ビア402B及び404Bとを形成したものである。
- [0205] ビア401B、402B、403B、404Bは、ビア224B、225Bとともに、第2接続部の一例である。すなわち、実施の形態4では、第2接続部を複数対含む。複数対の第2接続部であるビア224B、225B、401B、402B、403B、404Bは、基板210の短手方向（Y軸方向）に配列されている。
- [0206] ビア401B及び403Bと、ビア402B及び404Bとは、それぞれ、ビア224B、225Bの近傍に形成されるため、ビア224B、225Bとともに、第2ループを形成すると考えてよい。
- [0207] 第2ループは、RFIDタグ400のゲインを主に決定するループであるため、実施の形態2に比べてビアの数を増やすことにより、アンテナ220のゲインを増大させることができる。
- [0208] なお、このようにビアの数が少し増えても、比較例2のRFIDタグ10

Cよりはビアの数が断然少ないため、低コスト化を図ることができる。

[0209] <実施の形態5>

図9Aは、実施の形態5のRFIDタグ500を示す斜視透視図である。実施の形態5は、実施の形態2の変形例である。図9Aにおいて、実施の形態2のRFIDタグ200（図6A参照）と同様の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

[0210] 実施の形態5のRFIDタグ500は、実施の形態2のRFIDタグ200のビア224Aと、ビア224BのY軸負方向側に、それぞれ、ビア501Aと、ビア502Aとを形成したものである。

[0211] ビア501A、502Aは、第1ループ及び第2ループとは別の第3ループを形成する。

[0212] 第3ループは、Y軸方向における位置が直線部221A1、222A1とずれているため、第2ループと同様に、アンテナ220のゲインの増大に寄与する。

[0213] このように、ビア224A、224B、225A、225Bに対して、ビア501A、502Aを付け加えてもよい。

[0214] なお、このようにビアの数が少し増えても、比較例2のRFIDタグ10Cよりはビアの数が断然少ないため、低コスト化を図ることができる。

[0215] <実施の形態6>

図9Bは、実施の形態6のRFIDタグ600を示す斜視透視図である。実施の形態6は、実施の形態2の変形例である。図9Bにおいて、実施の形態2のRFIDタグ200（図6A参照）と同様の構成要素には同一符号を付し、その説明を省略する。

[0216] 実施の形態6のRFIDタグ600は、実施の形態2のRFIDタグ200を拡大したものである。

[0217] ビア601A、602Aの位置は、それぞれ、実施の形態2のビア224A、225Aと同一である。

[0218] すなわち、実施の形態6のRFIDタグ600は、実施の形態2のRFID

Dタグ200において、ビア224A、225Aの位置を変えずに、ビア224A、225A以外の構成要素を大きくした構成を有する。ビア601A、602Aは、実施の形態2のビア224A、225Aに対応する。

[0219] このようなRFIDタグ600では、ビア224B、225Bの間の距離が長くなるため、第2ループによるゲインを大きく取ることができる。

[0220] 実施の形態6のRFIDタグ600は、全体を大きくしても問題の生じない用途に適している。

[0221] なお、ビアの数は、実施の形態2と同一であり、比較例2のRFIDタグ10Cよりはビアの数が断然少ないため、低コスト化を図ることができる。

### 符号の説明

- [0222] 100 RFIDタグ  
110 基板  
120 アンテナ  
121、122、123 アンテナエレメント  
124A、124B、125A、125B ビア  
130 ICチップ  
200 RFIDタグ  
210 基板  
220 アンテナ  
240 キャパシタ  
221、222、223 アンテナエレメント  
224A、224B、225A、225B ビア  
241、242、243 パターン部  
300 RFIDタグ  
324A、324B、325A、325B 接続部  
400 RFIDタグ  
401B、402B、403B、404B ビア  
500 RFIDタグ

501A、502A ビア

600 RFIDタグ

601A、602A ビア

## 請求の範囲

- [請求項1] 基板と、  
前記基板の一方の面に形成される一対の第1アンテナエレメントと、  
、  
前記一対の第1アンテナエレメントの間に接続されるICチップと、  
、  
前記基板の他方の面に形成される第2アンテナエレメントと、  
前記一対の第1アンテナエレメントと前記第2アンテナエレメントとの間に形成され、前記一対の第1アンテナエレメント、前記ICチップ、及び前記第2アンテナエレメントと第1ループを形成する一対の第1接続部と、  
前記一対の第1アンテナエレメントと前記第2アンテナエレメントとの間に形成され、前記一対の第1アンテナエレメント、前記ICチップ、及び前記第2アンテナエレメントと前記第1ループよりも長い第2ループを形成する一対の第2接続部と  
を含み、  
前記第1ループ及び前記第2ループの長さは、それぞれ、使用周波数における波長よりも短い、RFIDタグ。
- [請求項2] 前記一対の第1アンテナエレメントは、それぞれ、前記ICチップの端子と接続される直線状の接続部を有し、前記一対の接続部と、前記一対の第1接続部は、一直線上に配列される、請求項1記載のRFIDタグ。
- [請求項3] 前記基板は平面視で矩形状であり、  
前記一対の第2接続部は、それぞれ、平面視で前記基板の角部に形成される、請求項1又は2記載のRFIDタグ。
- [請求項4] 前記一対の第1アンテナエレメントに並列に接続されるキャパシタをさらに含む、請求項1乃至3のいずれか一項記載のRFIDタグ。
- [請求項5] 前記キャパシタは、前記第1アンテナエレメントと同一の導電層を

パターンニングすることによって形成される、請求項4記載のRFIDタグ。

[請求項6] 前記第2接続部を複数対含む、請求項1乃至4のいずれか一項記載のRFIDタグ。

[請求項7] 前記基板は平面視で矩形状であるとともに、前記一对の第1アンテナエレメントは、前記基板の前記一方の面に、前記基板の長手方向に配列されており、

前記複数対の第2接続部は、前記基板の短手方向に配列される、請求項6記載のRFIDタグ。

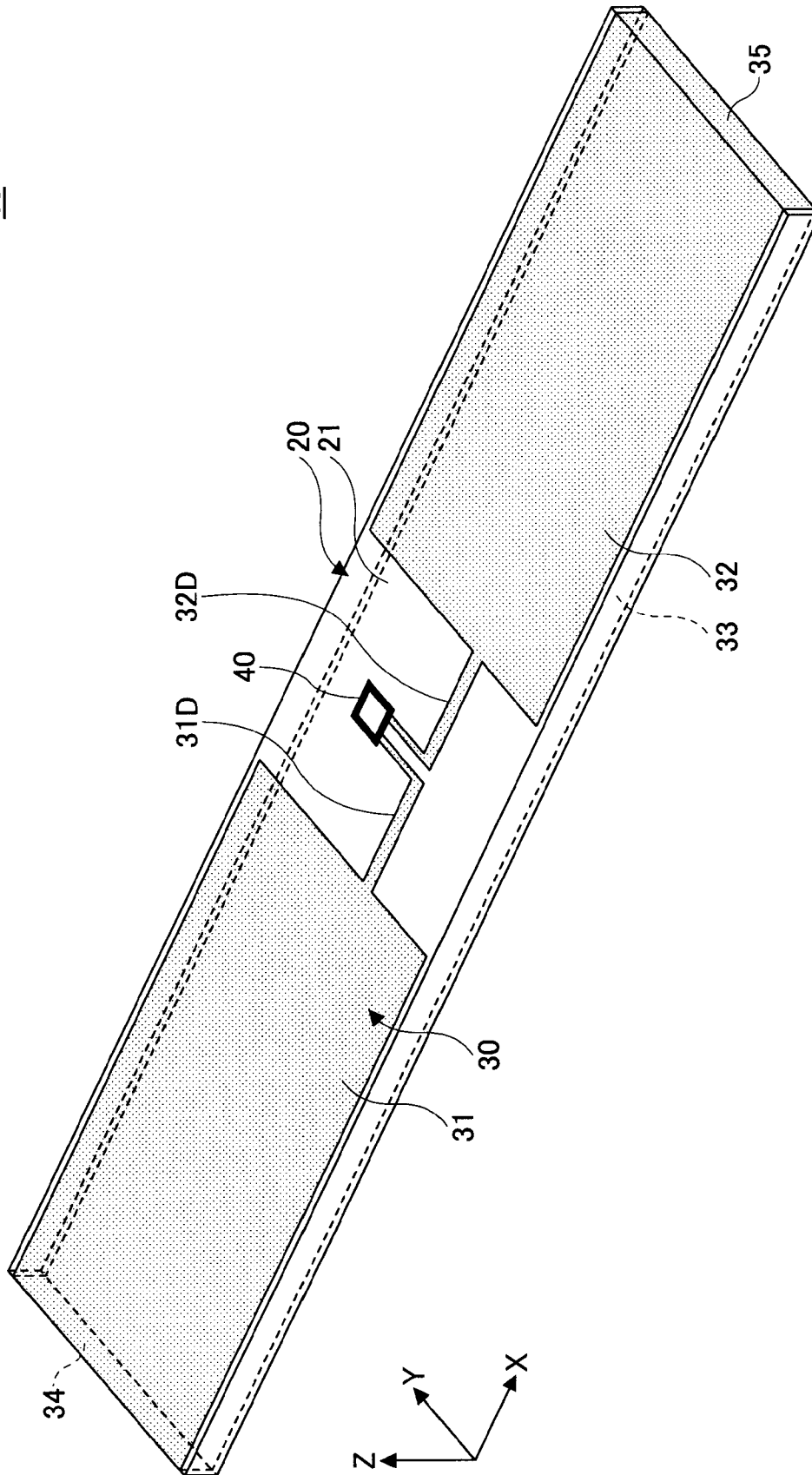
[請求項8] 前記第1接続部及び前記第2接続部は、前記基板を厚さ方向に貫通する貫通孔に形成されるビアである、請求項1乃至7のいずれか一項記載のRFIDタグ。

[請求項9] 前記第1接続部及び前記第2接続部は、前記基板の側面に形成される、請求項1乃至7のいずれか一項記載のRFIDタグ。

[請求項10] 前記第1ループ及び前記第2ループの長さは、それぞれ、使用周波数における波長の $1/3$ 以下の長さに設定される、請求項1乃至9のいずれか一項記載のRFIDタグ。

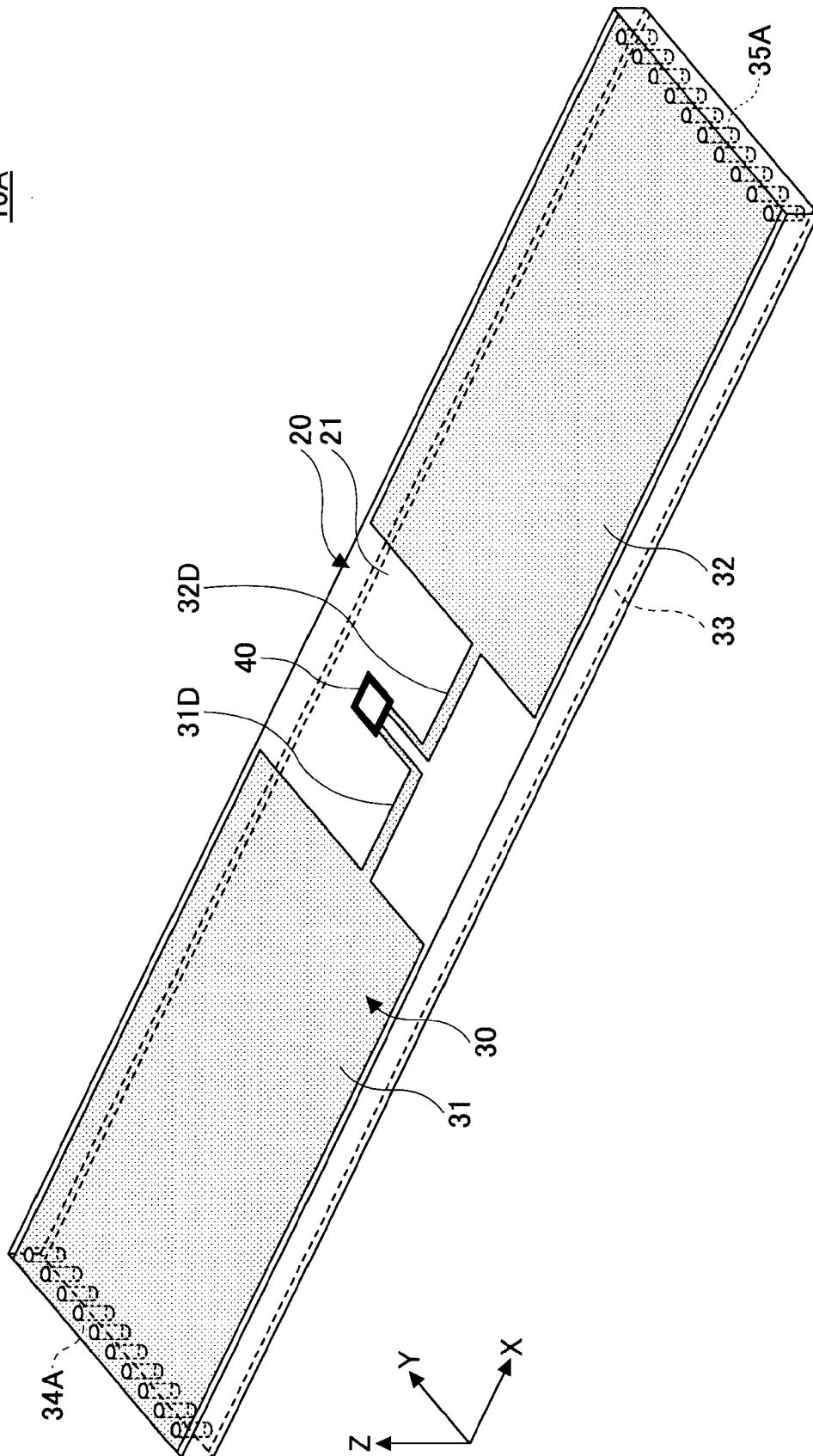
[図1A]

10

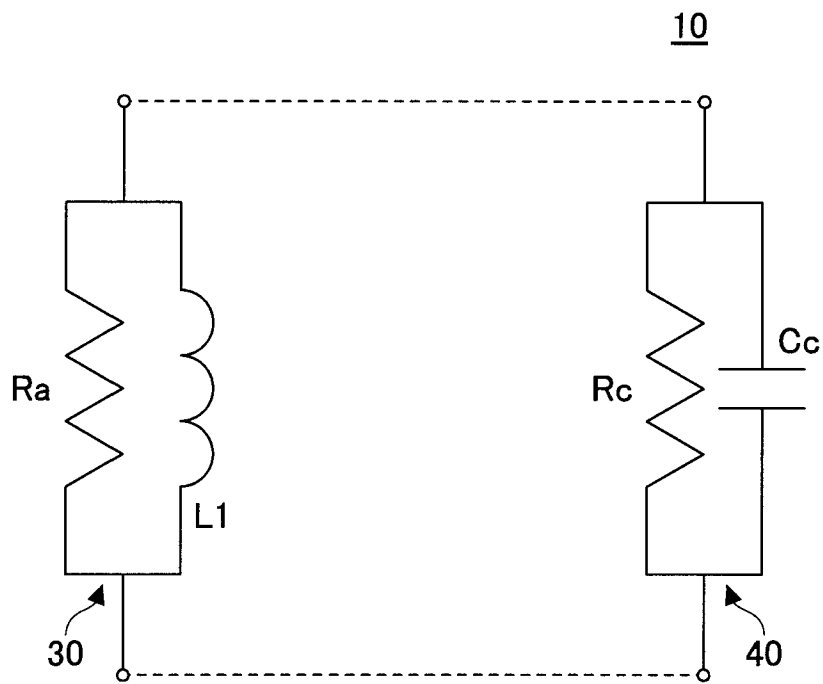


[ 1B]

10A

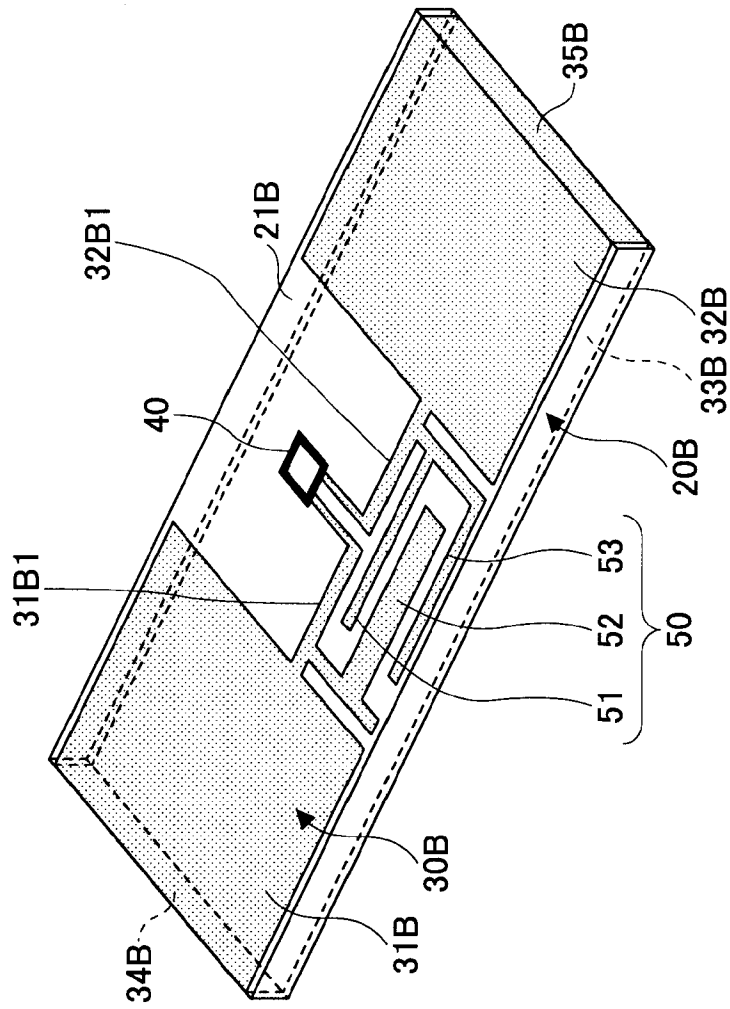


[図1C]



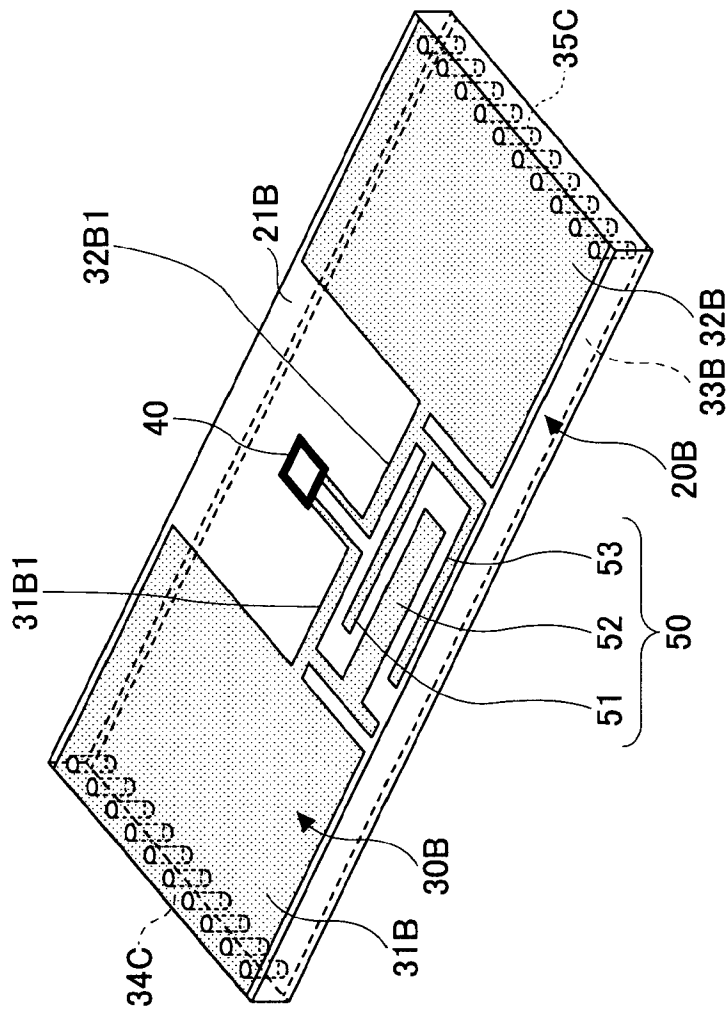
[図2A]

10B

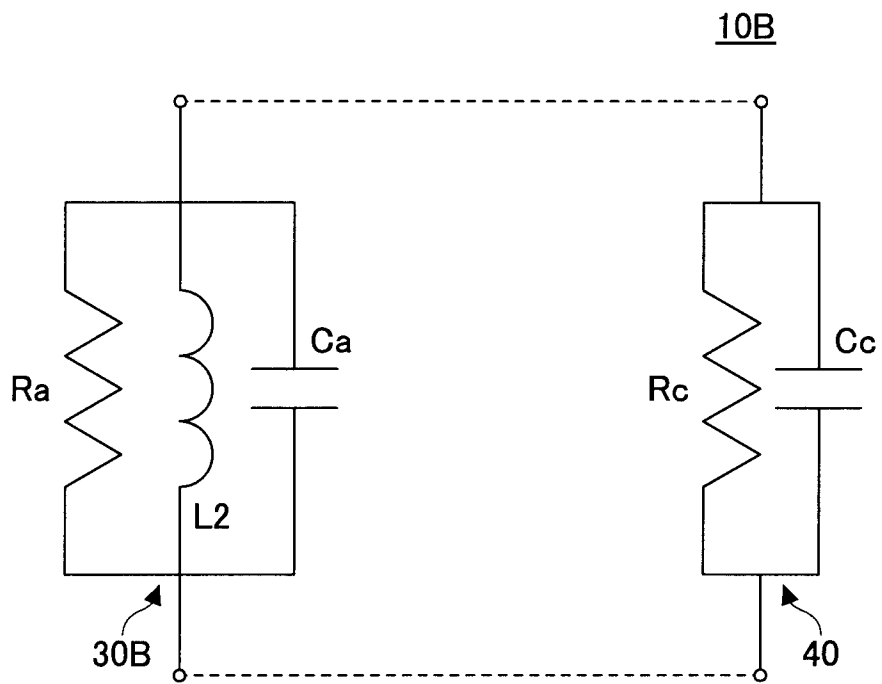


[図2B]

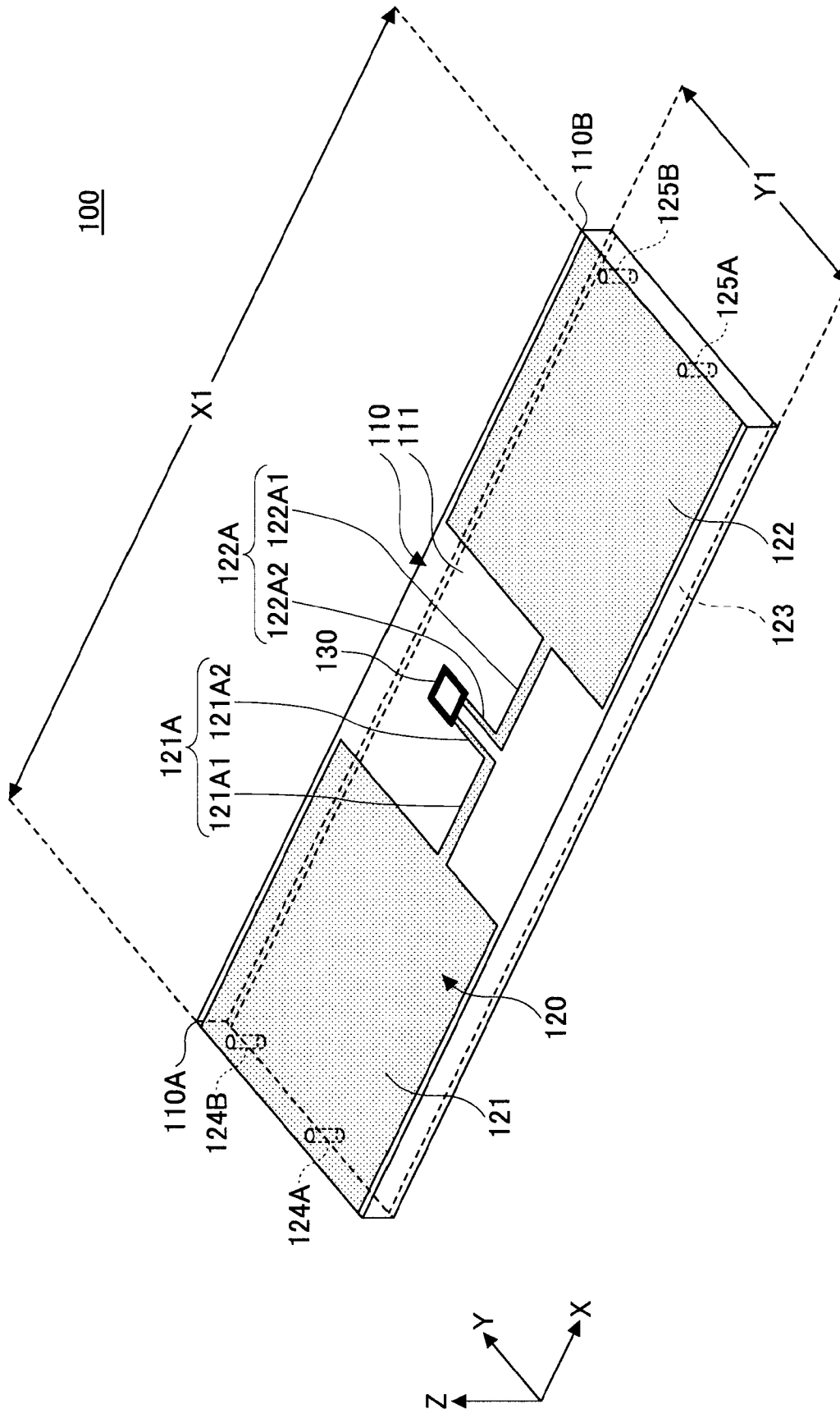
10C



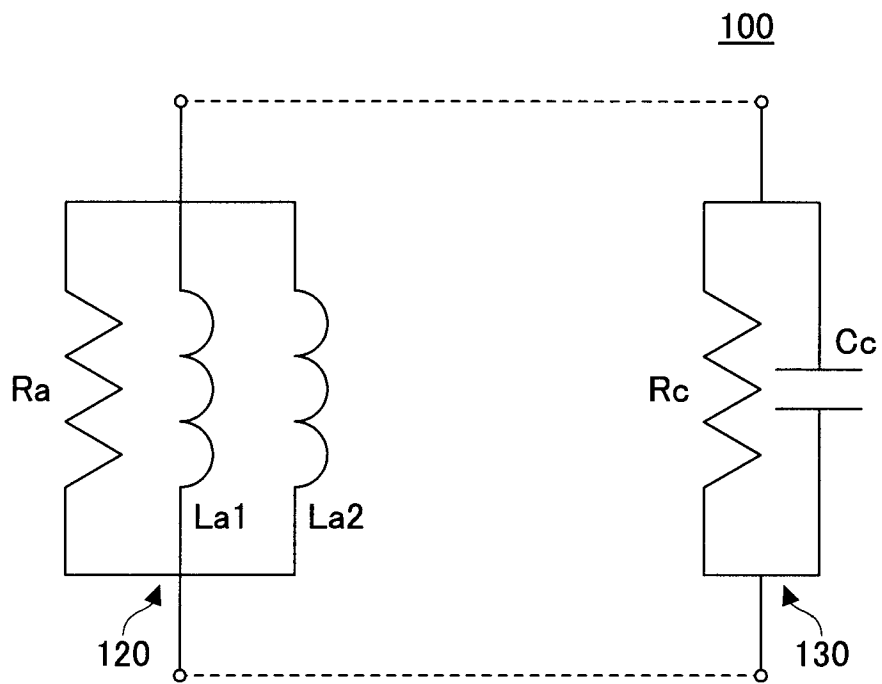
[図2C]



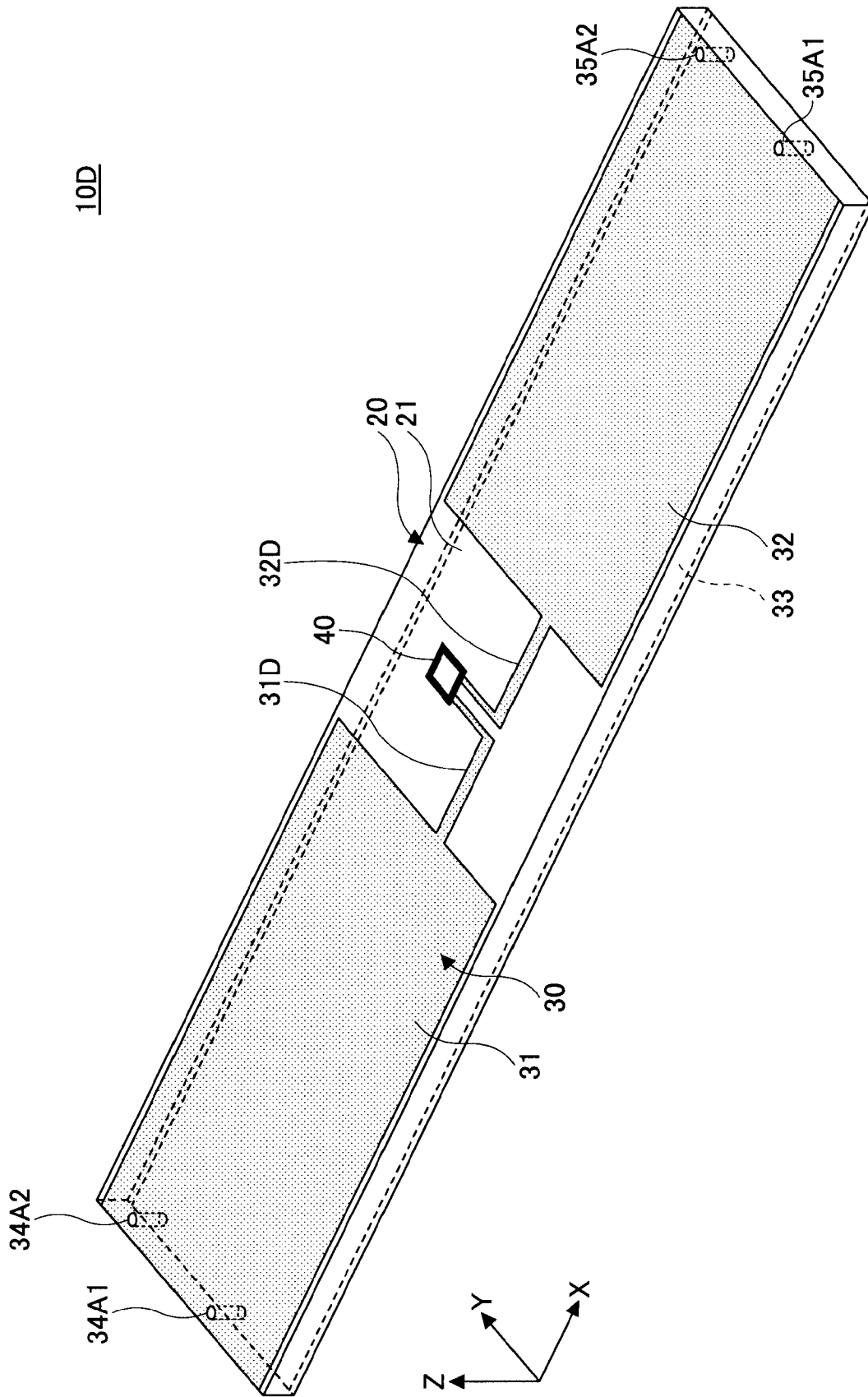
[図3A]



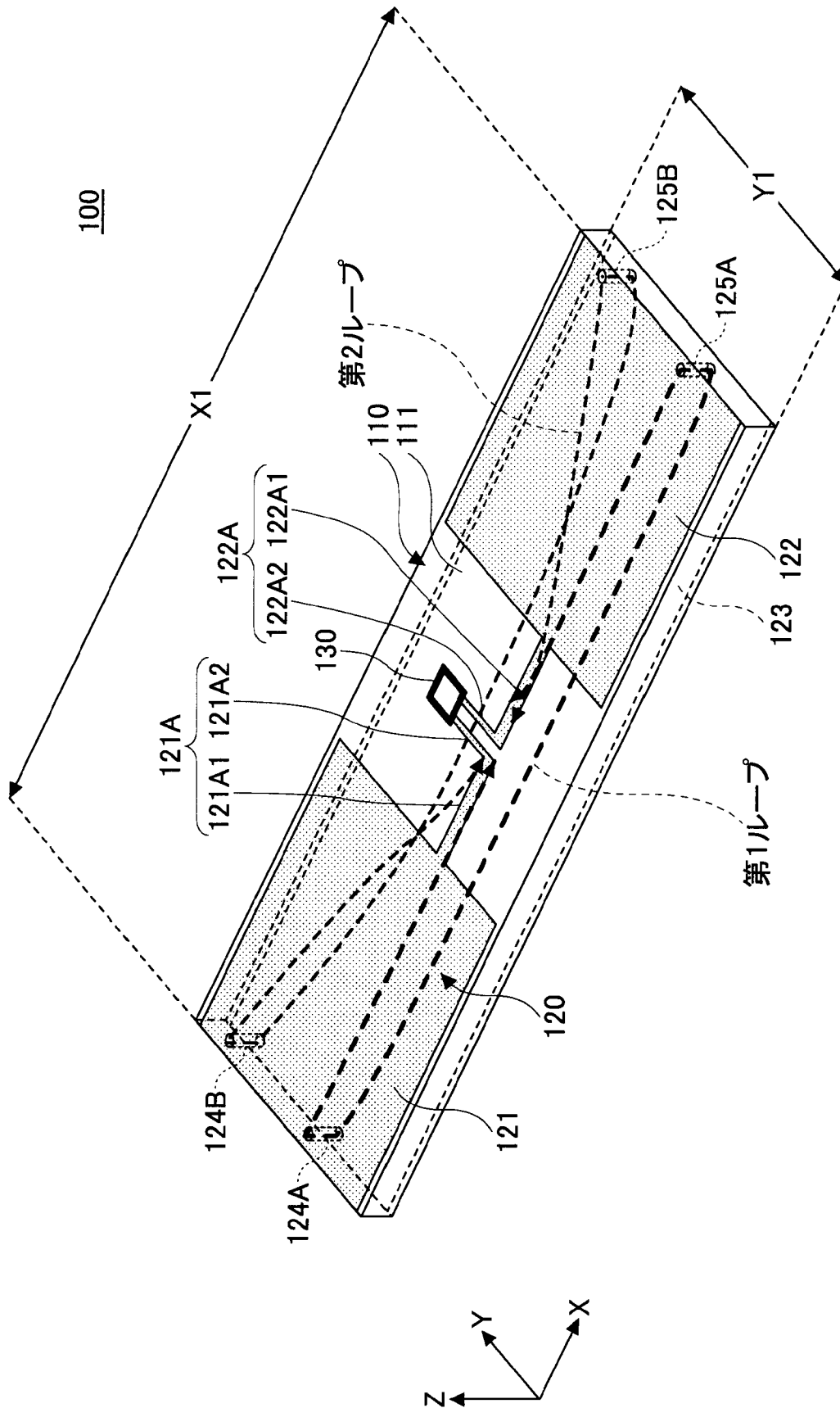
[図3B]



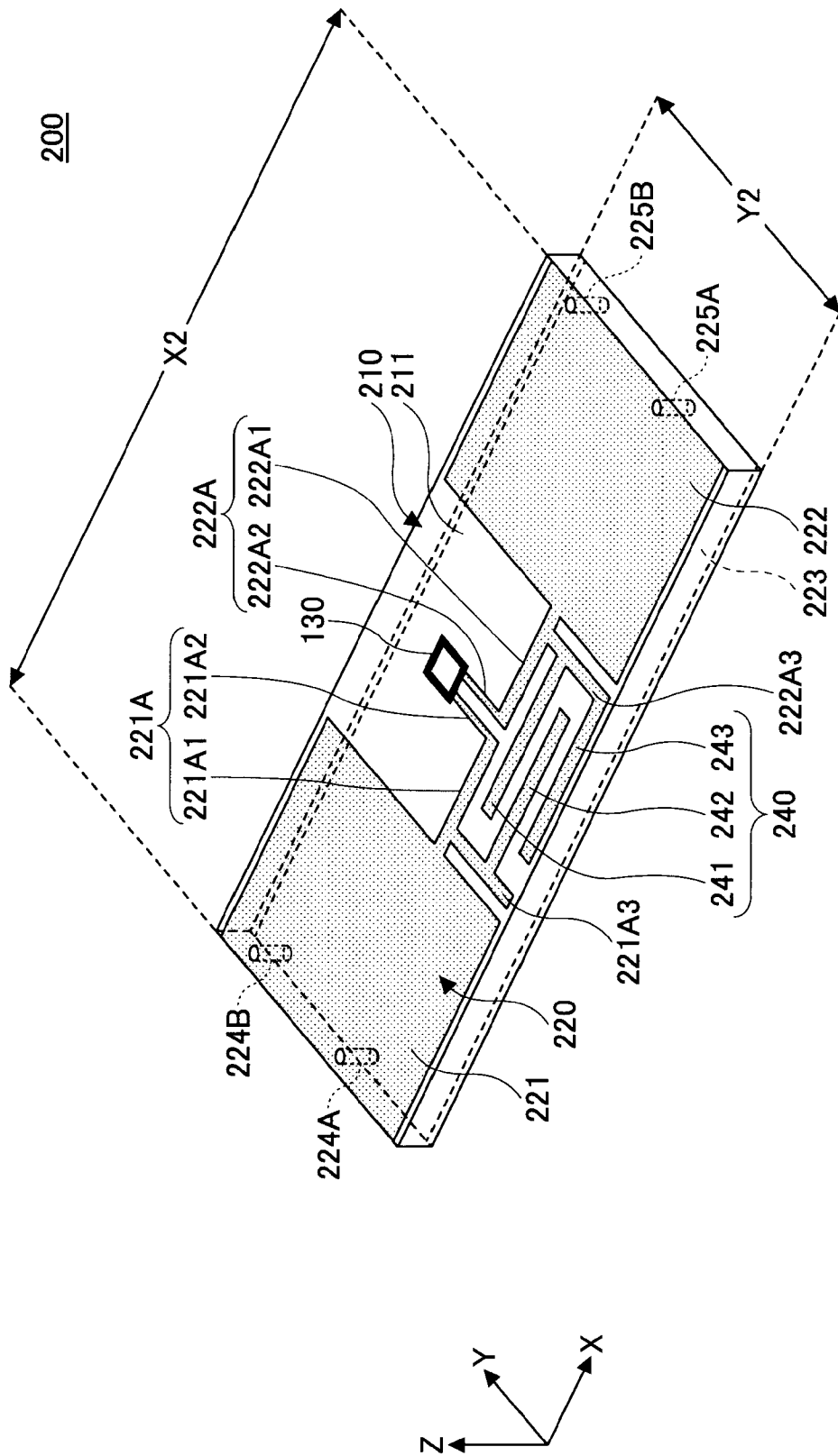
[図4]



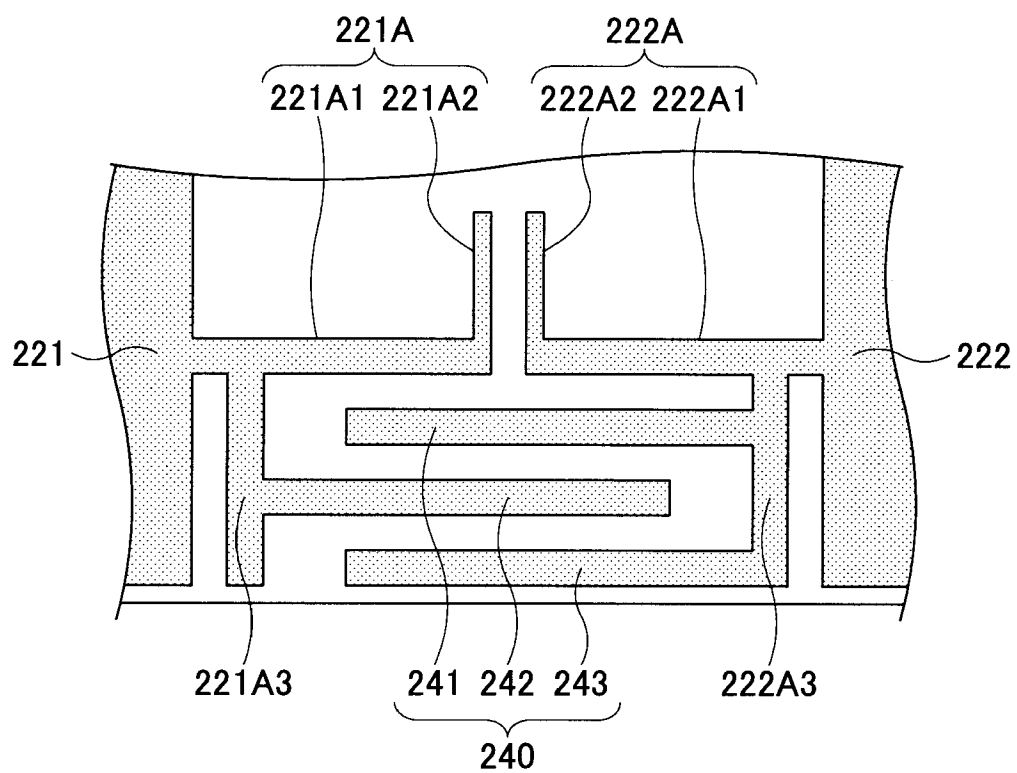
[図5]



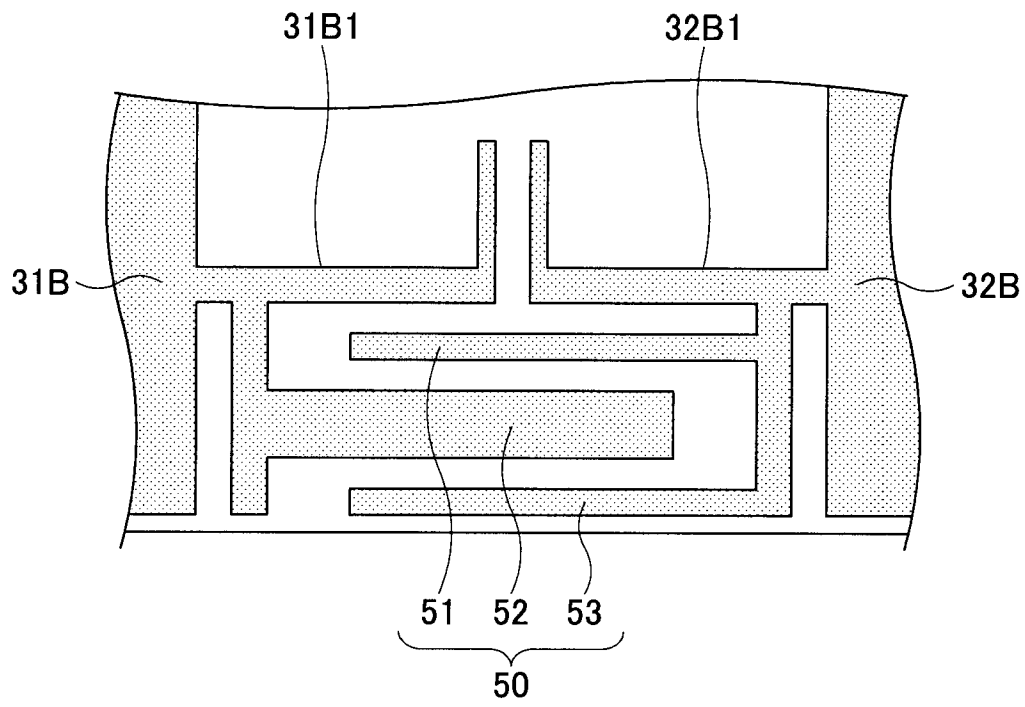
[図6A]



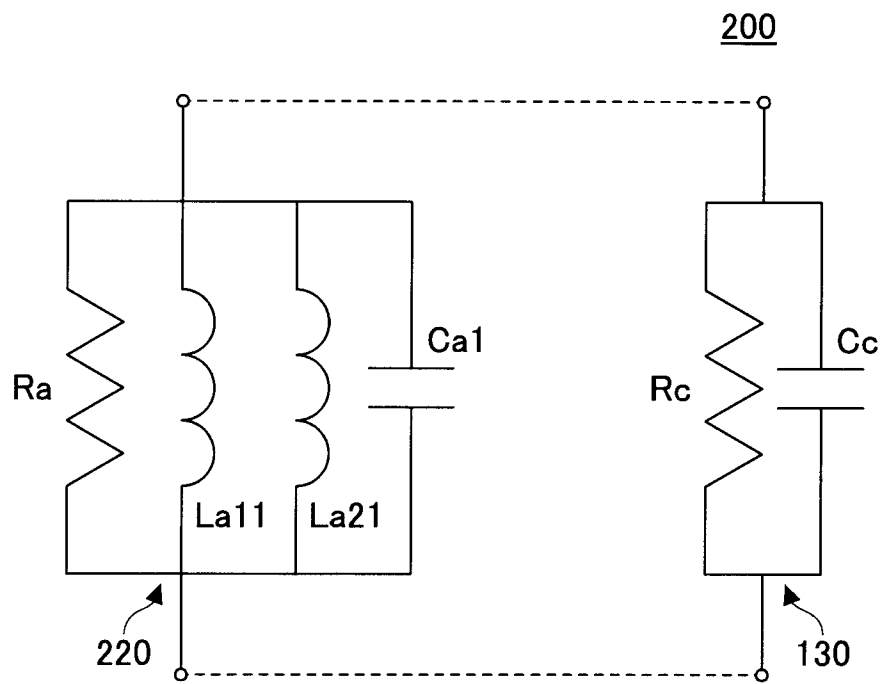
[図6B]



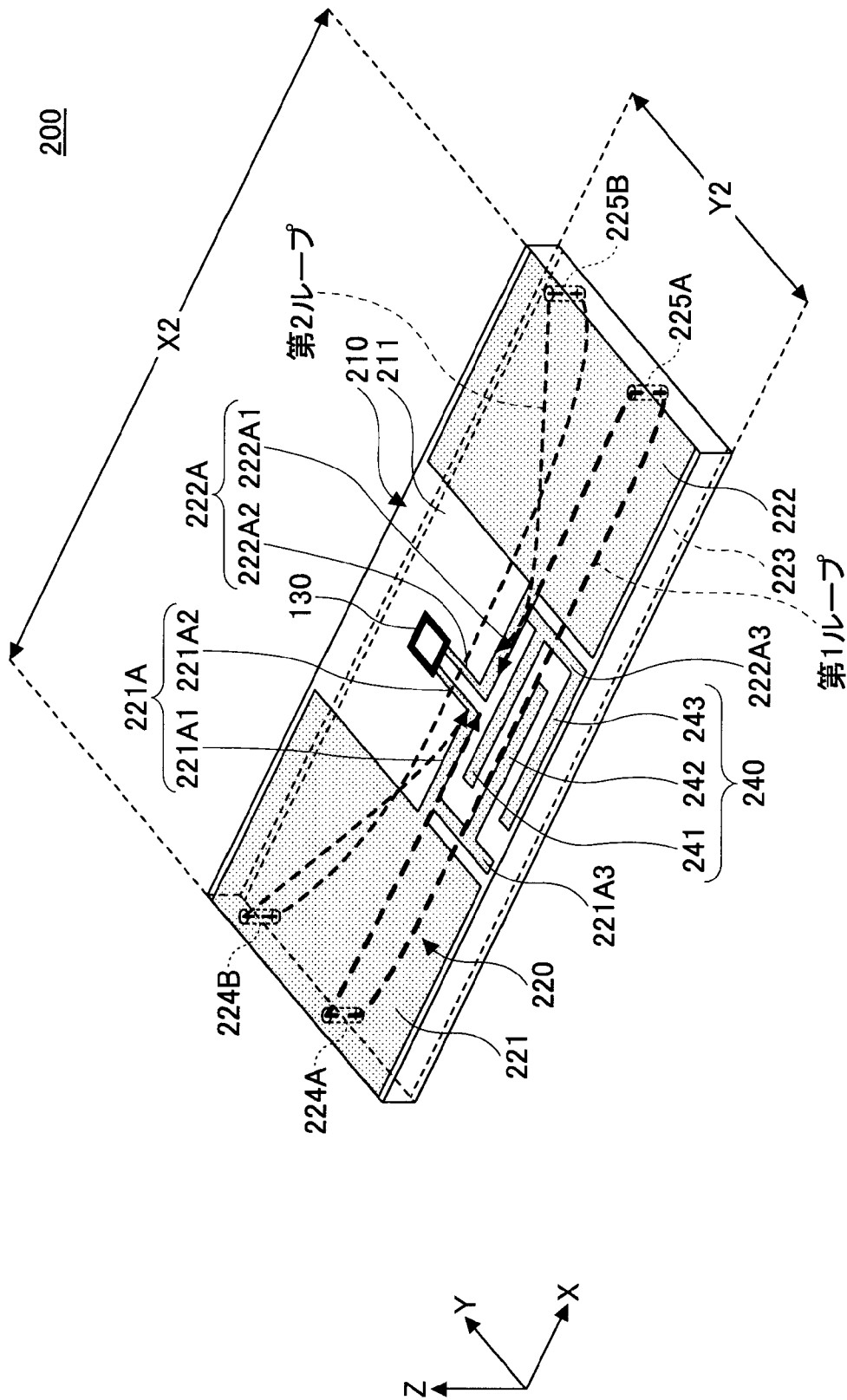
[図6C]



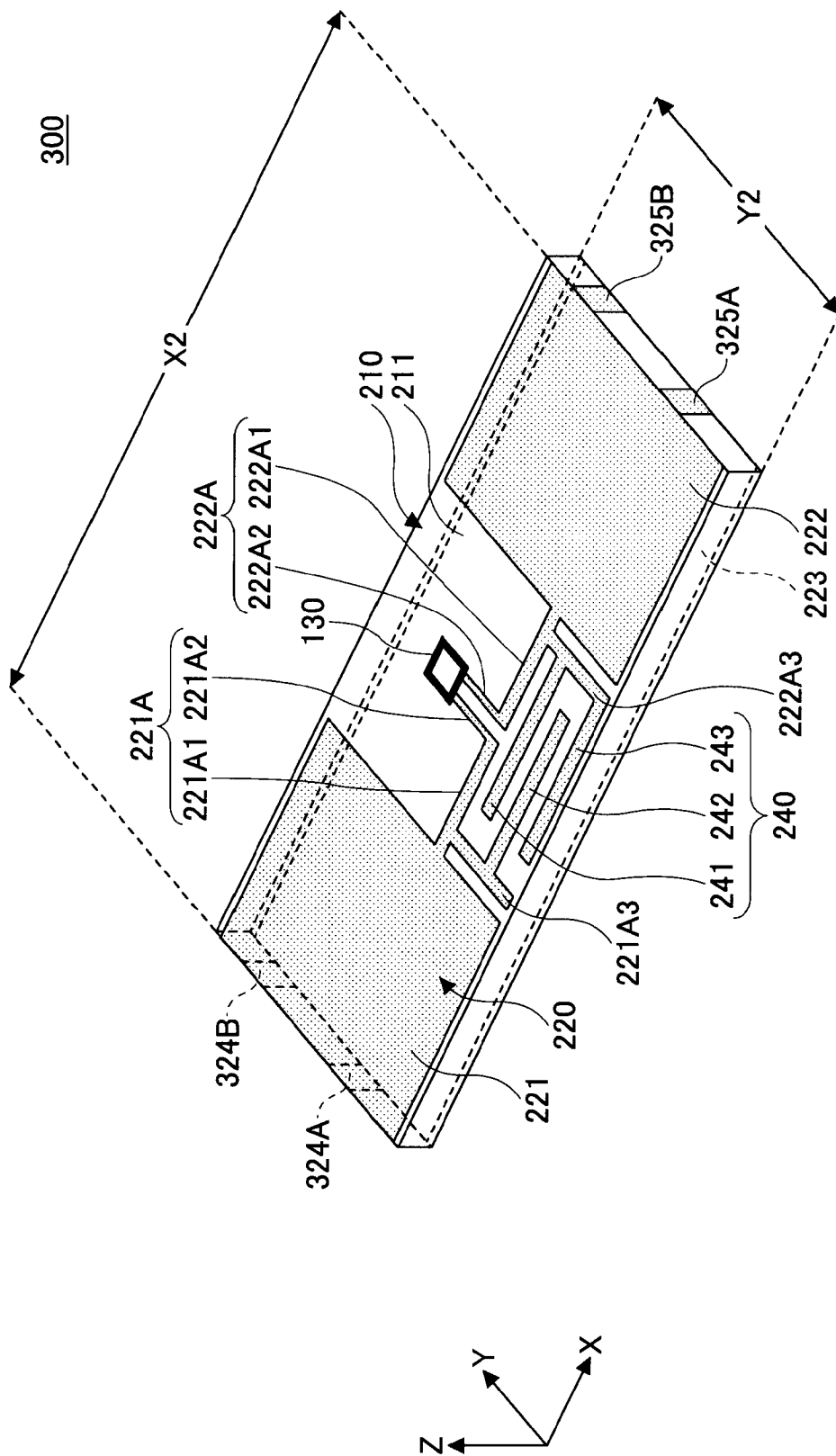
[図7A]



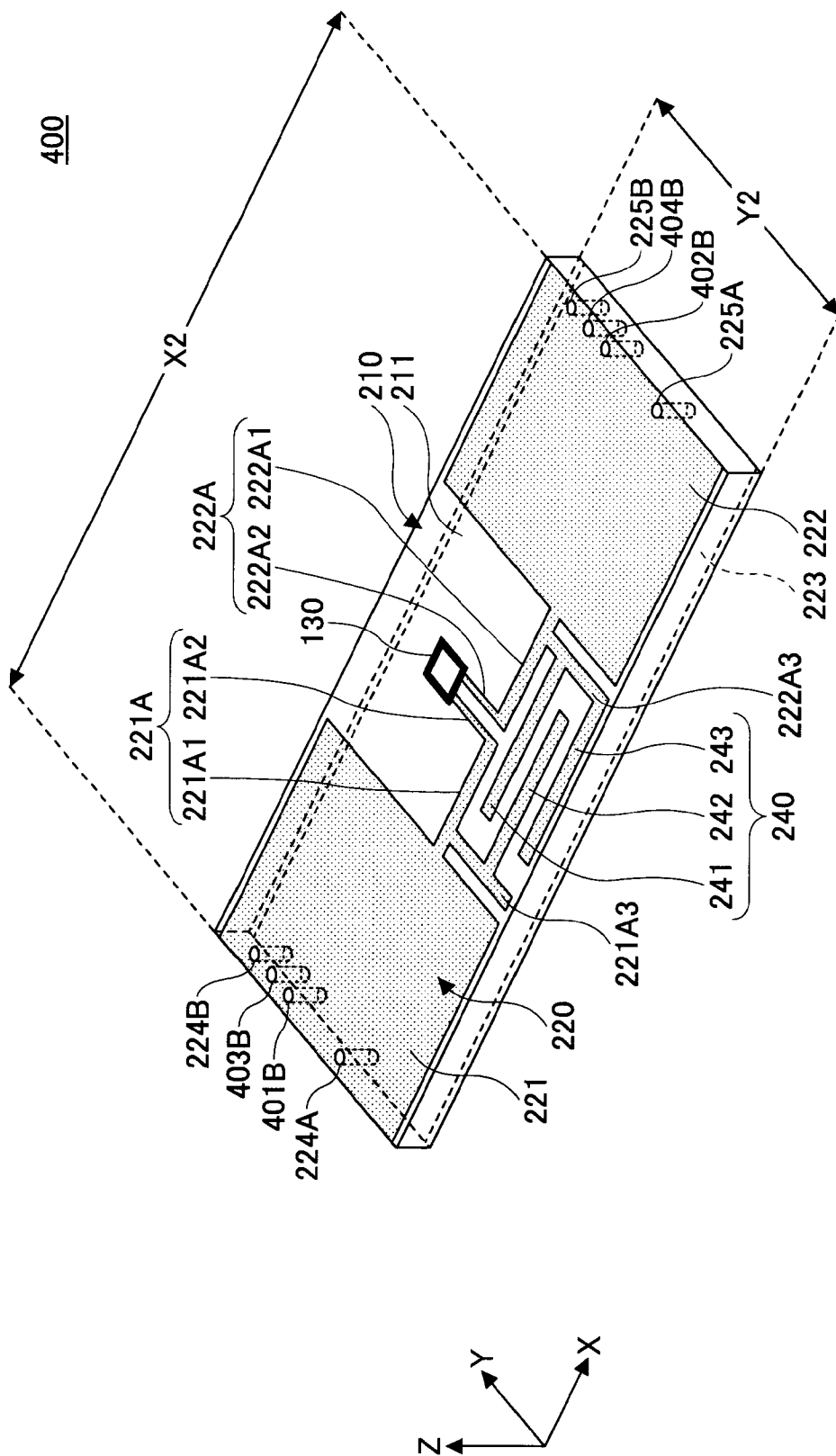
[図7B]



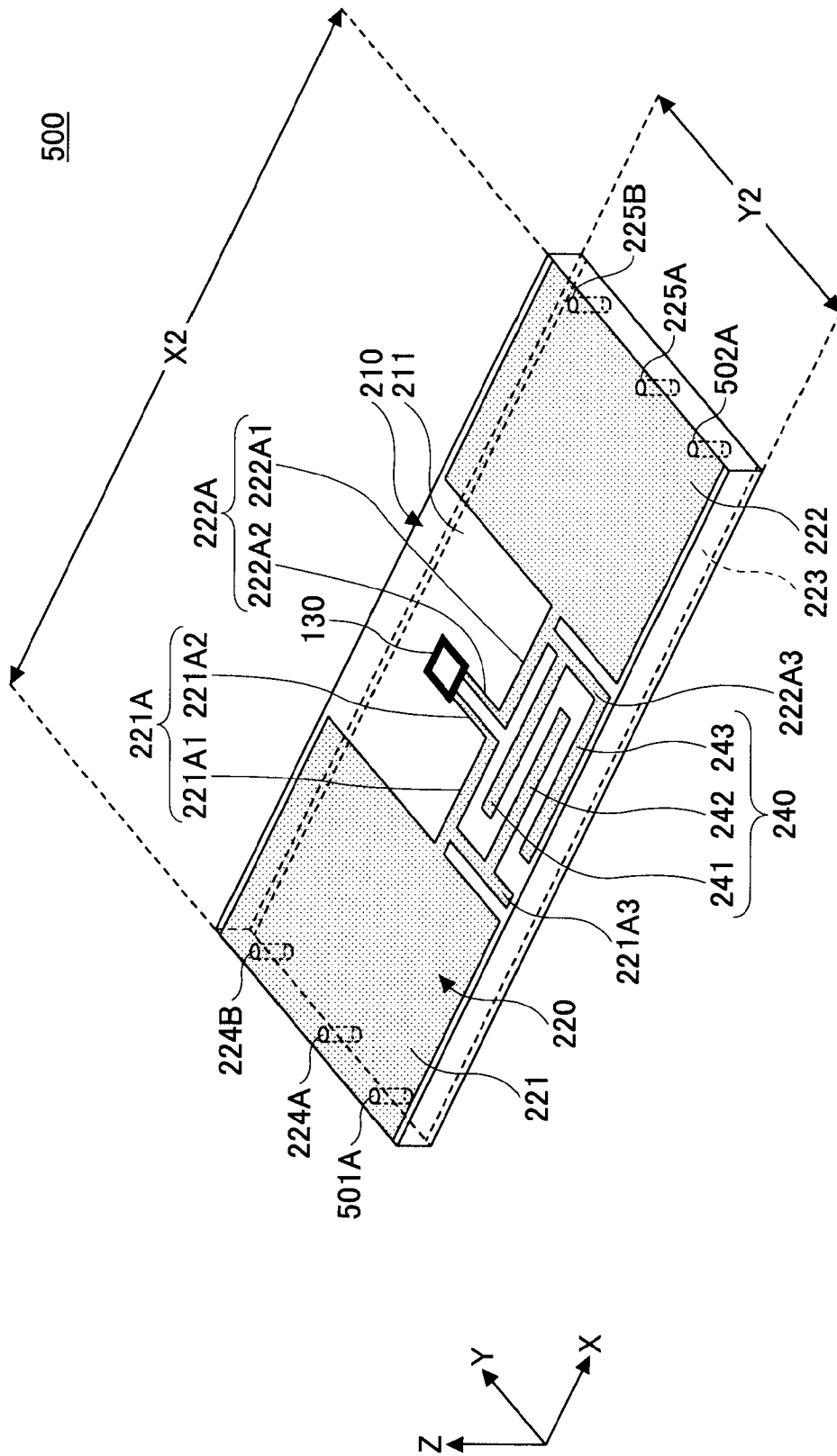
[ 8A]



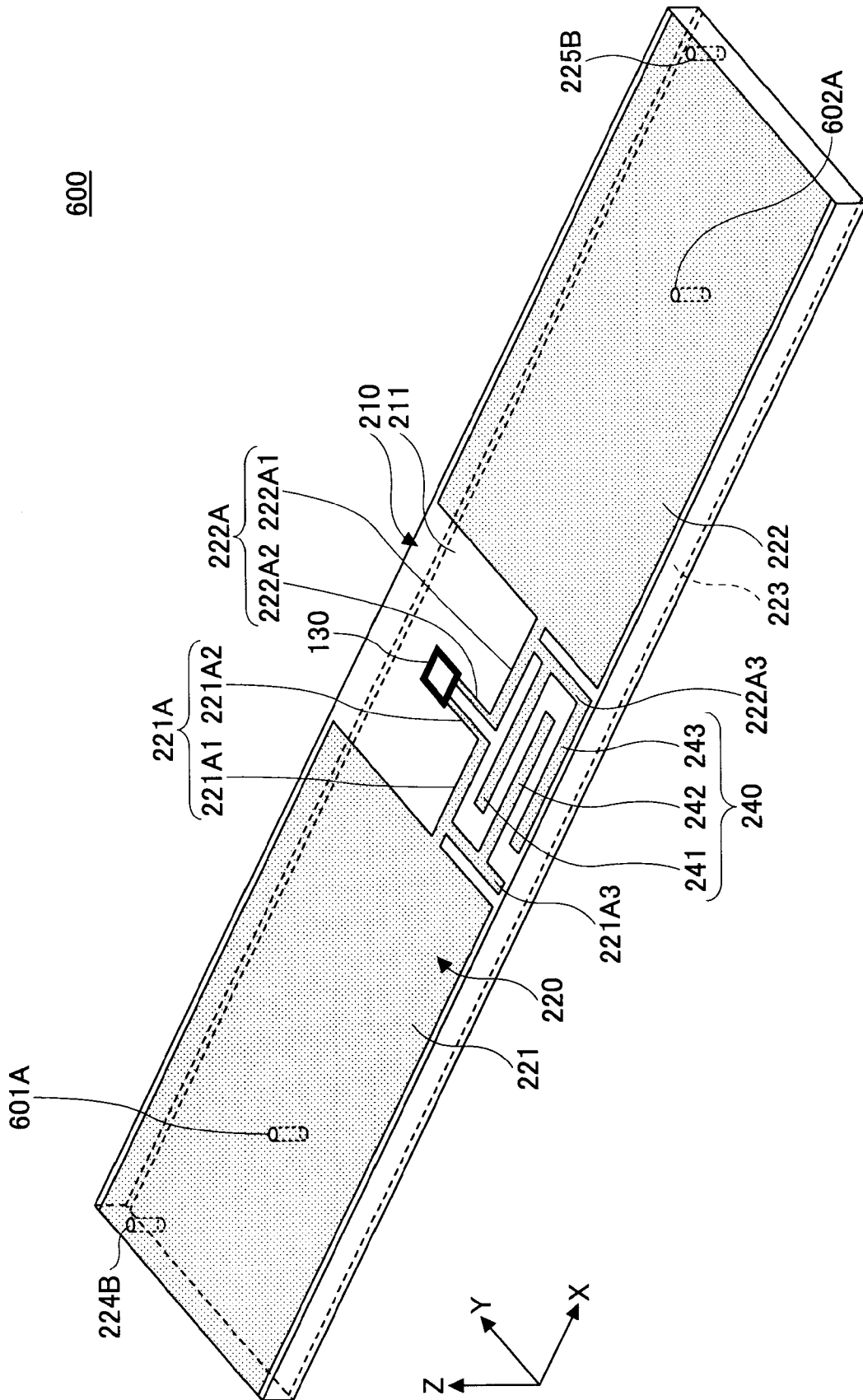
[ 8B]



[ 9A]



[ 9B ]



600

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/058733

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01Q9/02(2006.01) i, G06K19/07(2006.01) i, H01Q1/38(2006.01) i, H01Q7/00(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)

H01Q9/02, G06K19/07, H01Q1/38, 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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2006-053833 A (Fujitsu Ltd.), 23 February 2006 (23.02.2006), entire text; all drawings & US 2006/0032926 A1 & US 2008/0122630 A1 & EP 1626364 A2 & EP 1947733 A1 & EP 2190060 A2	1-10
Y	WO 2010/079830 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 15 July 2010 (15.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
Y	WO 2009/004666 A1 (Fujitsu Ltd.), 08 January 2009 (08.01.2009), entire text; all drawings & US 2010/0072287 A1 & EP 2164131 A1	4, 5

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  
19 June, 2012 (19.06.12)

Date of mailing of the international search report  
26 June, 2012 (26.06.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H01Q9/02(2006.01)i, G06K19/07(2006.01)i, H01Q1/38(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 (IPC))  
 Int.Cl. H01Q9/02, G06K19/07, H01Q1/38, 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 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 2006-053833 A (富士通株式会社) 2006.02.23, 全文, 全図 & US 2006/0032926 A1 & US 2008/0122630 A1 & EP 1626364 A2 & EP 1947733 A1 & EP 2190060 A2	1-10
Y	WO 2010/079830 A1 (株式会社村田製作所) 2010.07.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
Y	WO 2009/004666 A1 (富士通株式会社) 2009.01.08, 全文, 全図 & US 2010/0072287 A1 & EP 2164131 A1	4, 5

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 19.06.2012	国際調査報告の発送日 26.06.2012
--------------------------	--------------------------

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) 吉村 美香	5 K	3 6 6 3
	電話番号 03-3581-1101 内線 3556		