

(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
2009年11月26日(26.11.2009)

PCT



(10) 国際公開番号

WO 2009/142288 A1

(51) 国際特許分類:

H01Q 7/00 (2006.01) *G06K 19/077* (2006.01)
G06K 19/07 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2009/059410

(22) 国際出願日:

2009年5月22日(22.05.2009)

(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 2008-133829 2008年5月22日(22.05.2008) 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).

(72) 発明者; および

(75) 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). 佐々木 純 (**SASAKI Jun**) [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).
石野 聰(**ISHINO Satoshi**) [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). 谷口 勝己 (**TANIGUCHI Katsumi**) [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).(74) 代理人: 森下 武一, 外(**MORISHITA Takekazu et al.**); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目2番18号 サンモトビル Osaka (JP).

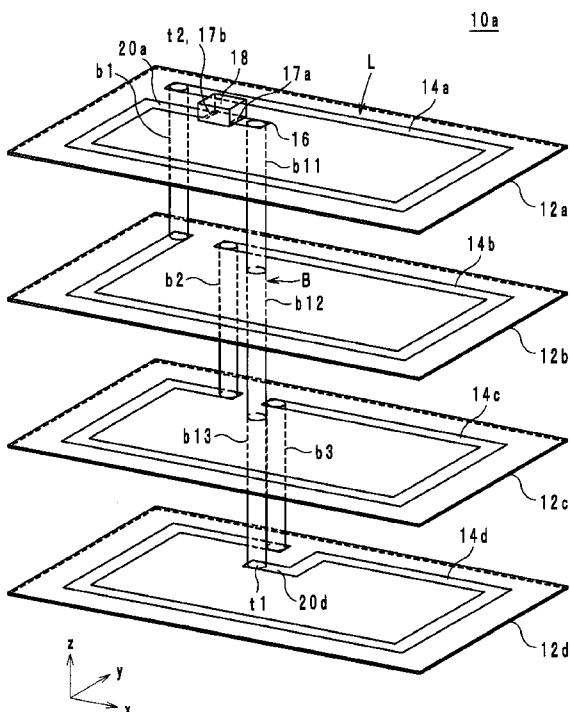
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS IC DEVICE

(54) 発明の名称: 無線ICデバイス

[図1]



(57) **Abstract:** Provided is a wireless IC device wherein deviation of a resonant frequency from a desired value is suppressed. An antenna coil (L) has a terminal section (t1) positioned on a connecting section (20d) arranged on the most negative direction side in a z axis direction, and a terminal section (t2) positioned on a connecting section (20a) arranged on the most positive direction side in the z axis direction. The wireless IC (18) is electrically connected to the terminal sections (t1 and t2). A via hole conductor (B) is arranged between the terminal section (t1) and the wireless IC (18), and penetrates a plurality of insulator layers (12a-12c). A via hole conductor (b1) is arranged such that the length of a current path from the terminal section (t2) is the shortest among the current paths of the via hole conductors (b1-b3), in the antenna coil (L). The distance between the via hole conductor (B) and the via hole conductor (b1) is larger than that between the through via hole conductor (B) and the via hole conductors (b2, b3).

(57) 要約:

[続葉有]



- (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, 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), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 國際調査報告(条約第 21 条(3))

共振周波数が所望の値からずれることを抑制できる無線 I C デバイスを提供する。アンテナコイル (L) は、z 軸方向の最も負方向側に設けられている接続部 (20d) に位置する端部 (t1)、及び、z 軸方向の最も正方向側に設けられている接続部 (20a) に位置する端部 (t2) を有している。無線 I C (18) は、端部 (t1, t2) に電気的に接続されている。ビアホール導体 (B) は、端部 (t1) と無線 I C (18)との間に設けられ、かつ、複数の絶縁体層 (12a ~ 12c) を貫通している。ビアホール導体 (b1) は、アンテナコイル (L) において、複数のビアホール導体 (b1 ~ b3) の内で、端部 (t2) からの電流経路の長さが最も短くなるように設けられている。ビアホール導体 (B) とビアホール導体 (b1) との距離は、貫通ビアホール導体 (B) とビアホール導体 (b2, b3) との距離よりも大きい。

明細書

発明の名称：無線ICデバイス

技術分野

[0001] 本発明は、無線IC（Integrated Circuit）デバイスに関し、より特定的には、RFID（Radio Frequency Identification）システムに用いられる無線ICを有する無線ICデバイスに関する。

背景技術

[0002] 入退室管理、定期券、クレジットカード等に使用される無線ICデバイスとしては、例えば、特許文献1に記載のRFIDタグが知られている。図14は、特許文献1に記載のRFIDタグ500の分解斜視図である。

[0003] 図14に示すRFIDタグ500は、アンテナ基板502（502a～502d）、チップ接続端子506a、506b、ICチップ508、封止樹脂510及びアンテナコイルLを備えている。アンテナコイルLは、図14に示すように、アンテナパターン504（504a～504d）及びスルーホールb501～b504により構成されている。

[0004] アンテナ基板502は、長方形状の絶縁体層である。アンテナパターン504a～504dはそれぞれ、渦巻状をなす線状導体であり、アンテナ基板502a～502d上に設けられている。スルーホールb501は、アンテナパターン504a、504b間を接続している。スルーホールb502は、アンテナパターン504b、504c間を接続している。スルーホールb503は、アンテナパターン504c、504d間を接続している。スルーホールb504は、アンテナパターン504a、504d間を接続している。

[0005] チップ接続端子506aは、アンテナ基板502aに設けられ、アンテナパターン504aに接続されている。チップ接続端子506bは、アンテナ基板502aに設けられ、スルーホールb504に電気的に接続されている

。 I Cチップ508は、チップ接続端子506a, 506bに実装される。そして、I Cチップ508は、封止樹脂510により覆われて保護されている。

[0006] 以上のようなRFIDタグ500では、アンテナコイルLとI Cチップ508とが接続されている。そして、RFIDタグ500は、図示しないリーダライタとの間で信号のやり取りを行う。

[0007] ところで、特許文献1に記載のRFIDタグ500では、スルーホールb501とスルーホールb502～b504とは、平行に延在している。故に、スルーホールb504とスルーホールb501～b503との間のそれには、浮遊容量が発生している。このような浮遊容量の発生は、RFIDタグ500の共振周波数が所望の値からずれる原因となる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2007-102348号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] そこで、本発明の目的は、共振周波数が所望の値からずれること抑制できる無線I Cデバイスを提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一形態に係る無線I Cデバイスは、複数の絶縁体層が積層される積層体と、複数の導体層及び複数のビアホール導体が接続されることにより構成されている螺旋状のアンテナコイルであって、積層方向の最も下側に設けられている前記導体層に位置する第1の端部、及び、積層方向の最も上側に設けられている前記導体層に位置する第2の端部を有しているアンテナコイルと、前記第1の端部及び前記第2の端部に電気的に接続されている無線I Cと、前記第1の端部と前記無線I Cとの間に設けられ、かつ、複数の前記絶縁体層を貫通している貫通ビアホール導体と、を備え、前記複数の

ビアホール導体は、前記アンテナコイルにおいて、前記複数のビアホール導体の内で、前記第2の端部からの電流経路の長さが最も短くなるように設けられている第1のビアホール導体と、前記第1のビアホール導体以外の第2のビアホール導体と、を含み、積層方向から平面視したときに、前記貫通ビアホール導体と前記第1のビアホール導体との距離は、該貫通ビアホール導体と前記第2のビアホール導体との距離よりも大きいこと、を特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明の一形態である無線 I C デバイスによれば、共振周波数が所望の値からずれること抑制できる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]第1の実施形態に係る無線 I C デバイスの分解斜視図である。

[図2]図2（a）は、図1に示す無線 I C デバイスを z 軸方向から平面視した図である。図2（b）は、図2（a）に示す無線 I C デバイスの A-A における断面構造図である。

[図3]図1に示す無線 I C デバイスの等価回路図である。

[図4]第2の実施形態に係る無線 I C デバイスの分解斜視図である。

[図5]図4に示す無線 I C デバイスの z-y 平面における断面構造図である。

[図6]第3の実施形態に係る無線 I C デバイスの分解斜視図である。

[図7]図6に示す無線 I C デバイスの z-y 平面における断面構造図である。

[図8]第4の実施形態に係る無線 I C デバイスの分解斜視図である。

[図9]図8に示す無線 I C デバイスの電磁結合モジュール近傍の x-z 平面における断面構造図である。

[図10]給電回路基板の分解斜視図である。

[図11]第5の実施形態に係る無線 I C デバイスの分解斜視図である。

[図12]第6の実施形態に係る無線 I C デバイスの分解斜視図である。

[図13]無線 I C カードの分解斜視図である。

[図14]特許文献1に記載のRFIDタグの分解斜視図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本発明の実施形態に係る無線 I C デバイスについて図面を参照しながら説明する。なお、各図において、共通する部品、部分は同じ参照符号を付し、重複する説明は省略する。

[0014] (第 1 の実施形態)

以下に、本発明の第 1 の実施形態に係る無線 I C デバイスについて図面を参照しながら説明する。図 1 は、第 1 の実施形態に係る無線 I C デバイス 10 a の分解斜視図である。図 1 において、x 軸は、無線 I C デバイス 10 a の長辺方向であり、y 軸は、無線 I C デバイス 10 a の短辺方向であり、z 軸は、無線 I C デバイス 10 a の積層方向である。図 2 (a) は、無線 I C デバイス 10 a を z 軸方向から平面視した図である。図 2 (b) は、図 2 (a) に示す無線 I C デバイスの A-A における断面構造図である。図 3 は、図 1 に示す無線 I C デバイス 10 a の等価回路図である。

[0015] 無線 I C デバイス 10 a は、13.56 MHz の共振周波数を有し、電磁誘導方式によりリーダライタとの間で送受信信号を伝達する。無線 I C デバイス 10 a は、図 1 に示すように、絶縁体層 12 a ~ 12 d、接続部 16、無線 I C 18、アンテナコイル L 及びビアホール導体 b 11 ~ b 13 を備えている。また、アンテナコイル L は、コイル導体（導体層）14 a ~ 14 d、接続部（導体層）20 a, 20 d、及び、ビアホール導体 b 1 ~ b 3 が接続されることにより、旋廻しながら z 軸方向に進行する螺旋状をなしている。以下、個別の構成要素を示す場合には、参照符号の後ろにアルファベットや数字を付し、構成要素を総称する場合には、参照符号の後ろのアルファベットや数字を省略する。

[0016] 絶縁体層 12 は、絶縁性材料からなる長方形状のシートであり、例えば、LCP（液晶ポリマー）やポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂シートで作製される。

[0017] コイル導体 14 a ~ 14 d はそれぞれ、絶縁体層 12 a ~ 12 d 上に銅箔やアルミ箔などの金属箔により同じ線幅を有するように形成されている。より詳細には、コイル導体 14 は、絶縁体層 12 の各辺に沿って延びる 4 本の

線状導体が接続されて環状（長方形）の一部が切り欠かれた形状を有している。すなわち、コイル導体14は、アンテナコイルLのコイル軸の周囲を1周未満の長さで周回している。更に、コイル導体14a～14dは、図2（a）に示すように、z軸方向から平面視したときに、互いに重なることにより一つの長方形状の環状の軌道Rを構成している。

- [0018] ビアホール導体b1は、絶縁体層12aを貫通するように形成された接続導体であり、コイル導体14aとコイル導体14bとを接続している。ビアホール導体b2は、絶縁体層12bを貫通するように形成された接続導体であり、コイル導体14bとコイル導体14cとを接続している。ビアホール導体b3は、絶縁体層12cを貫通するように形成された接続導体であり、コイル導体14cとコイル導体14dとを接続している。なお、ビアホール導体b1～b3は、z軸方向から平面視したときに、図1に示すように、コイル導体14a、14dと重なる位置に設けられていることが好ましい。
- [0019] 接続部16は、z軸方向の最も上側に位置する絶縁体層12a上において、コイル導体14により構成されている長方形状の環状の軌道内に金属箔により形成されている線状導体である。接続部16の一端は、ランド導体17aを構成している。
- [0020] 接続部20aは、z軸方向の最も上側に位置する絶縁体層12a上に金属箔により形成されている線状導体である。接続部20aの一端は、コイル導体14aのビアホール導体b1が接続されていない方の端部に接続されている。接続部20aの他端は、アンテナコイルLの端部t2を構成していると共に、ランド導体17bを構成している。
- [0021] 接続部20dは、z軸方向の最も下側に位置する絶縁体層12d上に金属箔により形成されている線状導体である。接続部20dの一端は、コイル導体14dのビアホール導体b3が接続されていない方の端部に接続されている。接続部20dの他端は、z軸方向から平面視したときに、接続部16と重なっており、アンテナコイルLの端部t1を構成している。
- [0022] 無線IC18は、ランド導体17a、17bに電気的に接続され、リーダ

ライタとの間でやり取りされる送受信信号を処理するための集積回路である。無線 I C 18 は、ランド導体 17 a, 17 b 上にはんだ等により直接に実装されている。無線 I C 18 は、無線 I C デバイス 10 a が定期券として用いられる場合には、定期券の利用可能な区間にに関する情報や定期券の持ち主に関する情報を記憶している。これらの情報は、書き換え可能であっても良く、また、リーダライタ及び無線 I C デバイス 10 a からなる R F I D システム以外の情報処理機能を有していてもよい。

[0023] ビアホール導体 b 11 ~ b 13 は、一本のビアホール導体（貫通ビアホール導体）B を構成しており、端部 t 1 と無線 I C 18 との間に設けられている。具体的には、ビアホール導体 b 11 ~ b 13 はそれぞれ、絶縁体層 12 a ~ 12 c を貫通するように設けられた接続導体であり、接続部 16 と接続部 20 d の端部 t 1 とを接続している。よって、ビアホール導体 b 11 ~ b 13 は、z 軸方向の最も正方向側に設けられている導体層である接続部 16 と、z 軸方向の最も負方向側に設けられている導体層である接続部 20 d とを接続している。

[0024] 図 1 に示す複数の絶縁体層 12 a ~ 12 d が積層されることにより、無線 I C デバイス 10 a が構成されている。これにより、無線 I C デバイス 10 a は、図 3 に示すような等価回路を構成する。より詳細には、アンテナコイル L のインダクタンス L 10 a と無線 I C 18 の抵抗 R 10 a との間に、コイル導体 14 の容量 C 10 a が並列に接続されている。なお、図 3 では、無線 I C 18 の有する寄生容量については省略してある。

[0025] ところで、無線 I C デバイス 10 a は、共振周波数が所望の値からずれること抑制するための構成を有している。以下に、かかる構成について図 2 (a) を参照しながら説明する。

[0026] 無線 I C デバイス 10 a では、ビアホール導体 b 1, b 2, b 3 は、アンテナコイル L において、端部 t 2 からの電流経路の長さがこの順に長くなっている。電流経路の長さとは、端部 t 2 からビアホール導体 b 1, b 2, b 3 までの間の存在するアンテナコイル L の長さである。そして、ビアホール

導体Bとビアホール導体b 1との距離D 1は、z軸方向から平面視したときに、図2(a)に示すように、ビアホール導体Bと他のビアホール導体b 2, b 3との距離D 2, D 3よりも大きくなっている。更に、本実施形態では、距離D 2は、距離D 3よりも大きくなっている。

[0027] 更に、無線ICデバイス10aでは、ビアホール導体Bは、図2(a)に示すように、ビアホール導体b 1～b 3よりも無線IC18の近くに設けられている。

[0028] (効果)

以上のような無線ICデバイス10aによれば、以下に説明するように、共振周波数が所望の値からずれることを抑制できる。

[0029] より詳細には、従来の図14に示すアンテナパターン504は、複数のアンテナ基板502に設けられ、スルーホールb 501～b 504により互いに接続されている。スルーホールb 504は、アンテナパターン504a, 504d間を接続しているので、スルーホールb 501と平行に延在している。そして、スルーホールb 501は、ICチップ508の一方の端子の近くに接続され、スルーホールb 504は、ICチップ508の他方の端子の近くに接続されている。RFIDタグ500内において、最も抵抗値が高いのは、ICチップ508である。よって、スルーホールb 501とスルーホールb 504との間の電位差は、スルーホールb 501と他のスルーホールb 502, b 503との間の電位差よりも大きくなる。

[0030] ここで、スルーホールb 501とスルーホールb 502～b 504との間のそれには、浮遊容量が発生している。故に、スルーホールb 501とスルーホールb 502～b 504との間のそれには、電位差によって、電荷の充放電が発生する。特に、最も大きな電位差が発生するスルーホールb 501とスルーホールb 504との間には、多量の電荷が充放電されやすい。このように、電荷の充放電が発生すると、スルーホールb 501とスルーホールb 504とがコンデンサとして機能してしまい、アンテナコイルLの共振周波数がずれてしまう。よって、大きな電位差が発生するスルーホー

ル b 501 とスルーホール b 504 との間に発生する浮遊容量をできるだけ小さくすることが望ましい。

[0031] そこで、無線 I C デバイス 10a では、ビアホール導体 B とビアホール導体 b 1 との距離 D 1 は、z 軸方向から平面視したときに、図 2 (a) に示すように、ビアホール導体 B と他のビアホール導体 b 2, b 3 との距離 D 2, D 3 よりも大きくなっている。これにより、ビアホール導体 B とビアホール導体 b 1 との間に発生する浮遊容量は、ビアホール導体 B と他のビアホール導体 b 2, b 3 との間に発生する浮遊容量よりも小さくなる。すなわち、無線 I C デバイス 10a では、最も大きな電位差が発生しうるビアホール導体 B とビアホール導体 b 1 との間に発生する浮遊容量を、その他のビアホール導体 B とビアホール導体 b 2, b 3 との間に発生する浮遊容量よりも小さくしている。そのため、ビアホール導体 B とビアホール導体 b 1 との間に多量の電荷が充放電されることが抑制される。その結果、ビアホール導体 B とビアホール導体 b 1 とがコンデンサとして機能することが抑制され、アンテナコイル L の共振周波数が所望の値からずれることが抑制される。

[0032] 以上のような無線 I C デバイス 10a によれば、以下に説明するように、使用状況によって共振周波数がばらつくことを低減できる。

[0033] より詳細には、無線 I C デバイス 10a では、コイル電極 14a ~ 14d は、図 2 (a) に示すように、z 軸方向において、互いに重なり合っている。したがって、アンテナコイル L に電流が流れると、図 2 (b) に示すように、互いに対向するコイル電極 14 同士の間 (図 2 (b) では、コイル電極 14a とコイル電極 14b との間) に、図 3 の容量 C10a の形成に寄与する電気力線 E10a が発生する。すなわち、電気力線 E10a は、コイル電極 14a よりも z 軸方向の上側には発生しない。その結果、図 2 (b) に示すように、コイル電極 14a に人の手 F1n1 が近づいてきても、電気力線 E10a が人の手 F1n1 を通過することがない。故に、容量 C10a は、無線 I C デバイス 10a の保持の仕方によってばらつくことがなくなり、無線 I C デバイス 10a の共振周波数が使用状況によってばらつくことが抑制

される。

[0034] また、無線 I C デバイス 10a では、ビアホール導体 B は、図 2 (a) に示すように、ビアホール導体 b1～b3 よりも無線 I C 18 の近くに設けられている。そのため、ビアホール導体 B と無線 I C 18 を接続する接続部 16 の長さが短くて済む。接続部 16 は、z 軸方向から平面視したときに、アンテナコイル L 内に設けられているので、アンテナコイル L が発生した磁束を妨げてしまう。よって、無線 I C デバイス 10a のように、接続部 16 を短くすることにより、接続部 16 が、アンテナコイル L の磁束を妨げることが抑制されるようになる。その結果、アンテナコイル L のインダクタンス値を大きくすることができます。

[0035] また、コイル導体 14a～14d は、z 軸方向から平面視したときに、重なり合っている。これにより、z 軸方向においてコイル導体 14a～14d によって挟まれた空間から、コイル導体 14a～14d が発生した磁束が漏れることが抑制される。すなわち、コイル導体 14a～14d が発生した磁束は、無線 I C デバイス 10a 外に漏れることができが抑制されている。その結果、無線 I C デバイス 10a に人の手が触れることにより、無線 I C デバイス 10a の周囲の誘電率が変化したとしても、磁束が人の手を通過しないため、コイル導体 14a～14d の間に発生している浮遊容量が変化しない。以上より、無線 I C デバイス 10a では、使用時において、コイル導体 14a～14d 間の浮遊容量が変化することによって、アンテナコイル L の共振周波数が変動することが抑制される。

[0036] また、無線 I C デバイス 10a では、z 軸方向の最も負方向側に設けられているコイル導体 14d は、アンテナコイル L のコイル軸の周囲を 1 周未満の長さで周回している。そのため、ビアホール導体 B とビアホール導体 b3 との間の電位差が小さくなる。よって、無線 I C デバイス 10a のように、ビアホール導体 B とビアホール導体 b3 とを近づけたとしても、アンテナコイル L の共振周波数が変動しにくい。

[0037] なお、ビアホール導体 B に流れる電流の向きとビアホール導体 b1～b3

に流れる電流の向きとは逆向きである。よって、アンテナコイルLでは、ビアホール導体Bとビアホール導体b₁～b₃との磁気結合によるインダクタンス値の変化が発生しやすくなる。よって、ビアホール導体Bとビアホール導体b₁～b₃との距離は、できるだけ大きいことが望ましい。

[0038] (第2の実施形態)

以下に、本発明の第2の実施形態に係る無線ICデバイスについて図面を参照しながら説明する。図4は、第2の実施形態に係る無線ICデバイス10bの分解斜視図である。図4において、x軸は、無線ICデバイス10bの長辺方向であり、y軸は、無線ICデバイス10bの短辺方向であり、z軸は、無線ICデバイス10bのxy平面における断面構造図である。なお、図4及び図5において、図1及び図2(a)と同じ構成については同じ参照符号が付してある。

[0039] 無線ICデバイス10aと無線ICデバイス10bとの相違点は、コイル導体14a, 14dがコイル導体24a, 24dに置き換えられている点である。より詳細には、コイル導体24a, 24dの線幅は、コイル導体14b, 14cの線幅よりも広く形成されている。これにより、z軸方向の両端に位置するコイル導体24a, 24dは、その他のコイル導体14b, 14cよりも広い線幅を有するようになる。

[0040] 更に、コイル導体24a, 24dは、z軸方向から平面視したときに、その他のコイル導体14b, 14cの少なくとも一部を、線幅方向において覆い隠している。一例として、コイル導体24aとコイル導体14bについて説明する。図5に示すように、コイル導体14bは、線幅方向において、その両端がコイル導体24a内に収まってはみ出さないように設けられている。これにより、コイル導体24aとコイル導体14bとの間に発生している電気力線E10bは、z軸方向から平面視したときに、コイル導体24a外にはみ出しにくくなる。その結果、無線ICデバイス10bが保持された際に、人の手を電気力線E10bが通過しにくくなる。その結果、無線ICデバイス10bの使用状況による共振周波数のばらつきをより効果的に抑制

できる。

- [0041] なお、コイル導体 24a, 24d が、z 軸方向から平面視したときに、その他のコイル導体 14b, 14c の少なくとも一部を覆い隠していると説明した。この「少なくとも一部を覆い隠している」とは、例えば、コイル導体 14b の z 軸方向の上側にコイル導体 24a が設けられていない部分（図 4 の α の部分）が存在するため、コイル導体 24a がコイル導体 14b を完全に覆い隠していなくてもよいことを意味している。

- [0042] なお、無線 IC デバイス 10b のその他の構成については、無線 IC デバイス 10a と同様であるので、説明を省略する。

- [0043] （第 3 の実施形態）

以下に、本発明の第 3 の実施形態に係る無線 IC デバイスについて図面を参照しながら説明する。図 6 は、第 3 の実施形態に係る無線 IC デバイス 10c の分解斜視図である。図 6において、x 軸は、無線 IC デバイス 10c の長辺方向であり、y 軸は、無線 IC デバイス 10c の短辺方向であり、z 軸は、無線 IC デバイス 10c の積層方向である。図 7 は、無線 IC デバイス 10c の z-y 平面における断面構造図である。なお、図 6 及び図 7において、図 4 及び図 5 と同じ構成については同じ参照符号が付してある。

- [0044] 無線 IC デバイス 10b と無線 IC デバイス 10cとの相違点は、絶縁体層 12c が設けられていない点、及び、コイル導体 14b がコイル導体 34b に置き換えられている点である。

- [0045] より詳細には、無線 IC デバイス 10b は、絶縁体層 12 を 4 枚重ねて構成されていたのに対して、無線 IC デバイス 10c は、図 6 に示すように、絶縁体層 12 を 3 枚重ねて構成されている。そのため、無線 IC デバイス 10c では、無線 IC デバイス 10b よりもコイル導体 24, 34 の数が 1 つ少ない。そこで、無線 IC デバイス 10c では、コイル導体 34b の長さを 2 周分とすることにより、無線 IC デバイス 10c のアンテナコイル L の巻き数を無線 IC デバイス 10b のアンテナコイル L の巻き数と等しくしている。

- [0046] なお、無線 I C デバイス 10 c のその他の構成については、無線 I C デバイス 10 b と同様であるので、説明を省略する。
- [0047] 無線 I C デバイス 10 c によれば、無線 I C デバイス 10 a と同様に、アンテナコイル L の共振周波数が所望の値からずれることが抑制される。
- [0048] また、z 軸方向の両端に位置するコイル導体 24 a, 24 d が、アンテナコイル L のコイル軸の周囲を 1 周未満の長さで周回してさえいれば、コイル導体 24 a, 24 d 以外のコイル導体 34 b は、アンテナコイル L のコイル軸の周囲を 1 周以上の長さで周回していてもよい。無線 I C デバイス 10 c が以上のような構成を有することにより、以下に説明するように、使用状況によって共振周波数がばらつくことを低減でき、かつ、少ない積層数でもアンテナコイル L の巻き数を多くすることが可能となる。
- [0049] より詳細には、コイル導体 34 b は、図 6 に示すようにコイル軸の周りを複数回周回しているので、コイル導体 34 b 同士は、図 7 に示すように、絶縁体層 12 b 上において近接した状態で並んでしまう。そのため、アンテナコイル L に電流が流れると、コイル導体 34 b の z 軸方向の上下方向において、電気力線 E 10 c が発生してしまう。
- [0050] しかしながら、コイル導体 34 b は、z 軸方向の両端に位置するコイル導体ではないので、コイル導体 34 b から無線 I C デバイス 10 c 外まで十分な距離がある。故に、図 7 に示すように、コイル導体 34 b 間に発生する電気力線 E 10 c は、無線 I C デバイス 10 c からはみ出すことは殆どない。そのため、無線 I C デバイス 10 c が人の手により保持された場合に、電気力線 E 10 c が人の手を通過することにより、アンテナコイル L の容量が変化することが抑制される。
- [0051] 特に、図 7 に示すように、コイル導体 24 a, 24 d が、z 軸方向から平面視したときに、他のコイル導体 34 b の少なくとも一部を、線幅方向に覆い隠すことにより、以下に説明するように、無線 I C デバイス 10 c の使用状況による共振周波数のばらつきをより効果的に抑制できる。より詳細には、図 7 に示すように、コイル導体 34 b は、線幅方向において、その両

端がコイル導体 24a, 24d（コイル導体 24d については図 7 に図示せず）内に収まつてはみ出さないように設けられている。これにより、電気力線 E10c は、コイル導体 24a, 24d により遮蔽され、無線 IC デバイス 10c 外にはみ出すことがより効果的に抑制されるようになる。その結果、無線 IC デバイス 10c の保持状態による共振周波数のばらつきをより効果的に抑制できる。なお、コイル導体 24a とコイル導体 34b との間にも電気力線が発生するが、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態と同様にコイル導体 24a 外にはみ出しにくいため、共振周波数のばらつきを抑制することができる。

[0052] （第 4 の実施形態）

以下に、本発明の第 4 の実施形態に係る無線 IC デバイスについて図面を参照しながら説明する。図 8 は、第 4 の実施形態に係る無線 IC デバイス 10d の分解斜視図である。図 8 において、x 軸は、無線 IC デバイス 10d の長辺方向であり、y 軸は、無線 IC デバイス 10d の短辺方向であり、z 軸は、無線 IC デバイス 10d の積層方向である。図 9 は、無線 IC デバイス 10d の電磁結合モジュール 60 近傍の x-z 平面における断面構造図である。なお、図 8 及び図 9 において、図 1 及び図 2 (a) と同じ構成については同じ参照符号が付してある。

[0053] 無線 IC デバイス 10a では、無線 IC 18 は、接続部 16, 20a のランド導体 17a, 17b に対して直接に接続されていたのに対して、無線 IC デバイス 10d では、図 8 に示すように、無線 IC 18 は、給電回路基板 70 を介して、接続部 16, 20a のランド導体 17a, 17b に対して電気的に接続されている。無線 IC デバイス 10d において、無線 IC 18 と給電回路基板 70 とは電磁結合モジュール 60 を構成している。

[0054] より詳細には、図 9 に示すように、無線 IC 18 の下面には、接続用電極 58 が設けられている。無線 IC 18 は、該接続用電極 58 を介して給電回路基板 70 に実装されている。給電回路基板 70 は、無線 IC 18 と接続されているインダクタンス素子を含んでおり、下面に外部電極 79a, 79b

を備えている。外部電極 79a, 79b はそれぞれ、接続部 16, 20a のランド導体 17a, 17b に接続されている。

[0055] 次に、給電回路基板 70 の詳細について、図 10 を参照しながら説明する。図 10 は、給電回路基板 70 の分解斜視図である。

[0056] 給電回路基板 70 は、誘電体からなるセラミックシート 71A～71H を積層、圧着、焼成したもので、シート 71A には接続用電極 72a, 72b と電極 72c, 72d とビアホール導体 73a, 73b が形成され、セラミックシート 71B にはキャパシタ電極 78a と導体パターン 75a, 75b とビアホール導体 73c～73e が形成され、セラミックシート 71C にはキャパシタ電極 78b とビアホール導体 73d～73f が形成されている。更に、セラミックシート 71D には導体パターン 76a, 76b とビアホール導体 73e, 73f, 74a, 74b, 74d が形成され、セラミックシート 71E には導体パターン 76a, 76b とビアホール導体 73e, 73f, 74a, 74c, 74e が形成され、セラミックシート 71F にはキャパシタ電極 77 と導体パターン 76a, 76b とビアホール導体 73e, 73f, 74f, 74g が形成され、セラミックシート 71G には導体パターン 76a, 76b とビアホール導体 73e, 73f, 74f, 74g が形成され、セラミックシート 71H には導体パターン 76a, 76b とビアホール導体 73f が形成されている。

[0057] 以上のセラミックシート 71A～71H を積層することにより、ビアホール導体 74c, 74d, 74g で螺旋状に接続された導体パターン 76a にてインダクタンス素子 L1 が構成され、ビアホール導体 74b, 74e, 74f で螺旋状に接続された導体パターン 76b にてインダクタンス素子 L2 が構成され、キャパシタ電極 78a, 78b にてキャパシタンス素子 C1 が構成され、キャパシタ電極 78b, 77 にてキャパシタンス素子 C2 が構成される。

[0058] インダクタンス素子 L1 の一端はビアホール導体 73d、導体パターン 75a、ビアホール導体 73c を介してキャパシタ電極 78b に接続され、イ

ンダクタンス素子L2の一端はビアホール導体74aを介してキャパシタ電極77に接続される。また、インダクタンス素子L1, L2の他端は、セラミックシート71H上で一つにまとめられ、ビアホール導体73e、導体パターン75b、ビアホール導体73aを介して接続用電極72aに接続されている。更に、キャパシタ電極78aはビアホール導体73bを介して接続用電極72bに電気的に接続されている。

[0059] また、接続用電極72a～72dは、接続用電極58を介して無線IC18と接続されている。

[0060] また、給電回路基板70の下面には外部電極79a, 79bが導体ペーストの塗布などで設けられ、外部電極79aはインダクタンス素子L1, L2と磁界により結合し、外部電極79bはビアホール導体73fを介してキャパシタ電極78bに電気的に接続される。

[0061] なお、この共振回路において、インダクタンス素子L1, L2は2本の導体パターン76a, 76bを並列に配置した構造としている。2本の導体パターン76a, 76bはそれぞれ線路長が異なっており、異なる共振周波数とすることができ、無線ICデバイスを広帯域化できる。

[0062] なお、各セラミックシート71A～71Hは磁性体のセラミック材料からなるシートであってもよく、給電回路基板70は従来から用いられているシート積層法、厚膜印刷法などの多層基板の製作工程により容易に得ることができる。

[0063] また、前記セラミックシート71A～71Hを、例えば、ポリイミドや液晶ポリマなどの誘電体からなるフレキシブルなシートとして形成し、該シート上に厚膜形成法などで電極や導体を形成し、それらのシートを積層して熱圧着などで積層体とし、インダクタンス素子L1, L2やキャパシタンス素子C1, C2を内蔵させてもよい。

[0064] 前記給電回路基板70において、インダクタンス素子L1, L2とキャパシタンス素子C1, C2とは平面透視で異なる位置に設けられ、インダクタンス素子L1, L2により外部電極79aと磁界的に結合し、外部電極79

bはキャパシタンス素子C1を構成する一方の電極となっている。

- [0065] したがって、給電回路基板70上に前記無線IC18を搭載した電磁結合モジュール60は、図示しないリーダライタからの高周波信号をアンテナコイルLで受信し、アンテナコイルLを介して外部電極79a, 79bと磁界結合している共振回路を共振させ、所定の周波数帯の受信信号のみを無線IC18に供給する。一方、この受信信号から所定のエネルギーを取り出し、このエネルギーを駆動源として無線IC18にメモリされている情報を、共振回路にて所定の周波数に整合させた後、外部電極79a, 79b及びアンテナコイルLを介してリーダライタに送信、転送する。
- [0066] 給電回路基板70においては、インダクタンス素子L1, L2とキャパシタンス素子C1, C2で構成された共振回路にて共振周波数特性が決定される。アンテナコイルLからの信号の周波数は、共振回路の自己共振周波数によって実質的に決まる。
- [0067] なお、無線ICデバイス10dのその他の構成については、無線ICデバイス10aと同様であるので、説明を省略する。また、給電回路基板70は、無線ICデバイス10a以外の無線ICデバイス10b, 10cに対しても適用可能である。
- [0068] 以上のような無線ICデバイス10dによても、無線ICデバイス10aと同様に、使用状況によって共振周波数がばらつくことを低減できる。
- [0069] (第5の実施形態)

以下に、本発明の第5の実施形態に係る無線ICデバイスについて図面を参照しながら説明する。図11は、第5の実施形態に係る無線ICデバイス10eの分解斜視図である。図11において、x軸は、無線ICデバイス10eの長辺方向であり、y軸は、無線ICデバイス10eの短辺方向であり、z軸は、無線ICデバイス10eの積層方向である。

- [0070] 無線ICデバイス10aと無線ICデバイス10eとの第1の相違点は、無線ICデバイス10aでは、コイル導体14a～14dは、アンテナコイルLのコイル軸の周囲を1周未満の長さで周回しているのに対して、無線I

Cデバイス10eでは、コイル導体114b, 114cは、アンテナコイルLのコイル軸の周囲を7/4周の長さで周回している点である。また、無線ICデバイス10aと無線ICデバイス10eとの第2の相違点は、無線ICデバイス10aでは、z軸方向の最も正方向側に設けられている絶縁体層112aにコイル導体114aが設けられているのに対して、無線ICデバイス10eでは、z軸方向の最も正方向側に設けられている絶縁体層112aにコイル導体114が設けられていない点である。以下に、無線ICデバイス10eの詳細について説明する。

- [0071] 無線ICデバイス10eは、図11に示すように、絶縁体層112a～112c、ランド導体17a, 19a, 19b、無線IC18、アンテナコイルL及びビアホール導体b31, b32を備えている。また、アンテナコイルLは、ランド導体17b、コイル導体（導体層）114b, 114c、及び、ビアホール導体b21, b22が接続されることにより、旋廻しながらz軸方向に進行する螺旋状をなしている。以下、個別の構成要素を示す場合には、参照符号の後ろにアルファベットや数字を付し、構成要素を総称する場合には、参照符号の後ろのアルファベットや数字を省略する。
- [0072] 絶縁体層112は、絶縁性材料からなる長方形形状のシートであり、例えば、LCP（液晶ポリマー）やポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂シートで作製される。
- [0073] ランド導体17a, 17b, 19a, 19bは、絶縁体層112a上に銅箔やアルミ箔などの金属箔などにより形成されている。ランド導体17bは、アンテナコイルLの端部t2を構成している。また、ランド導体19a, 19bは、アンテナコイルLとは電気的に接続されていないダミー導体である。
- [0074] コイル導体114b, 114cはそれぞれ、絶縁体層112b, 112c上に銅箔やアルミ箔などの金属箔により同じ線幅を有するように形成されている。コイル導体114は、アンテナコイルLのコイル軸の周囲を7/4周の長さで周回している。更に、コイル導体114b, 114cは、図11に

示すように、 z 軸方向から平面視したときに、互いに重なっている。

[0075] ビアホール導体 b_{21} は、絶縁体層 $112a$ を貫通するように形成された接続導体であり、ランド導体 $17b$ とコイル導体 $114b$ とを接続している。ビアホール導体 b_{22} は、絶縁体層 $112b$ を貫通するように形成された接続導体であり、コイル導体 $114b$ とコイル導体 $114c$ とを接続している。

[0076] 無線 IC 18 は、ランド導体 $17a$, $17b$ に電気的に接続され、リーダライタとの間でやり取りされる送受信信号を処理するための集積回路である。無線 IC 18 は、ランド導体 $17a$, $17b$, $19a$, $19b$ 上にはんだ等により直接に実装されている。無線 IC 18 は、無線 IC デバイス $10e$ が定期券として用いられる場合には、定期券の利用可能な区間にに関する情報や定期券の持ち主に関する情報を記憶している。これらの情報は、書き換え可能であっても良く、また、リーダライタ及び無線 IC デバイス $10e$ からなるRFIDシステム以外の情報処理機能を有していてもよい。

[0077] ビアホール導体 b_{31} , b_{32} は、一本のビアホール導体（貫通ビアホール導体）Bを構成しており、端部 t_1 と無線 IC 18 との間に設けられている。具体的には、ビアホール導体 b_{31} , b_{32} はそれぞれ、絶縁体層 $112a$, $112b$ を貫通するように設けられた接続導体であり、ランド導体 $17a$ とコイル導体 $114c$ の端部 t_1 とを接続している。よって、ビアホール導体 b_{31} , b_{32} は、 z 軸方向の最も正方向側に設けられている導体層であるランド導体 $17a$ と、 z 軸方向の最も負方向側に設けられている導体層であるコイル導体 $114c$ とを接続している。

[0078] 図11に示す複数の絶縁体層 $112a$ ~ $112c$ が積層されることにより、無線 IC デバイス $10e$ が構成されている。

[0079] ところで、無線 IC デバイス $10e$ は、無線 IC デバイス $10a$ と同様に、共振周波数が所望の値からずれることを抑制するための構成を有している。具体的には、無線 IC デバイス $10e$ では、ビアホール導体 b_{21} , b_{22} は、アンテナコイル Lにおいて、端部 t_2 からの電流経路の長さがこの順

に長くなっている。そして、ビアホール導体Bとビアホール導体b₂₁との距離D₁₁は、z軸方向から平面視したときに、図11に示すように、ビアホール導体Bとビアホール導体b₂₂との距離D₁₂よりも大きくなっている。

[0080] 以上のような無線ICデバイス10eにおいても、無線ICデバイス10aと同様に、共振周波数が所望の値からずれることを抑制できる。

[0081] また、無線ICデバイス10aのコイル導体14は、アンテナコイルLのコイル軸の周囲を1周の長さで周回しているのに対して、無線ICデバイス10eのコイル導体114は、アンテナコイルLのコイル軸の周囲を7/4周の長さで周回している。よって、無線ICデバイス10eでは、無線ICデバイス10aよりも、少ないコイル導体114により、無線ICデバイス10eと同じインダクタンス値を得ることができる。その結果、無線ICデバイス10eでは、無線ICデバイス10aよりも、z軸方向の厚みを低減することができる。

[0082] (第6の実施形態)

以下に、本発明の第6の実施形態に係る無線ICデバイスについて図面を参照しながら説明する。図12は、第6の実施形態に係る無線ICデバイス10fの分解斜視図である。図12において、x軸は、無線ICデバイス10fの長辺方向であり、y軸は、無線ICデバイス10fの短辺方向であり、z軸は、無線ICデバイス10fの積層方向である。

[0083] 無線ICデバイス10eと無線ICデバイス10fとの第1の相違点は、無線ICデバイス10eでは、ビアホール導体Bは、アンテナコイルLの内部においてz軸方向に延在しているのに対して、無線ICデバイス10fでは、ビアホール導体Bは、アンテナコイルLの外部においてz軸方向に延在している。無線ICデバイス10eと無線ICデバイス10fとの第2の相違点は、無線ICデバイス10eでは、ビアホール導体Bは、ランド導体17aに直接に接続されているのに対して、無線ICデバイス10fでは、ビアホール導体Bは、ランド導体17aに直接に接続されていない点である。

以下に、無線 I C デバイス 10 f の詳細について説明する。

- [0084] 無線 I C デバイス 10 f は、図 12 に示すように、絶縁体層 212 a ~ 212 e、ランド導体 17 a, 19 a, 19 b、無線 I C 18、接続部 120、アンテナコイル L 及びビアホール導体 b31 ~ b33, b41 を備えている。また、アンテナコイル L は、ランド導体 17 b、コイル導体（導体層）214 c ~ 214 e、及び、ビアホール導体 b21 ~ b24 が接続されることにより、旋廻しながら z 軸方向に進行する螺旋状をなしている。以下、個別の構成要素を示す場合には、参照符号の後ろにアルファベットや数字を付し、構成要素を総称する場合には、参照符号の後ろのアルファベットや数字を省略する。
- [0085] 絶縁体層 212 は、絶縁性材料からなる長方形形状のシートであり、例えば、LCP（液晶ポリマー）やポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂シートで作製される。
- [0086] ランド導体 17 a, 17 b, 19 a, 19 b は、絶縁体層 212 a 上に銅箔やアルミ箔などの金属箔などにより形成されている。ランド導体 17 b は、アンテナコイル L の端部 t2 を構成している。また、ランド導体 19 a, 19 b は、アンテナコイル L とは電気的に接続されていないダミー導体である。
- [0087] コイル導体 214 c ~ 214 e はそれぞれ、絶縁体層 212 c ~ 212 e 上に銅箔やアルミ箔などの金属箔により同じ線幅を有するように形成されている。コイル導体 214 c, 214 d は、アンテナコイル L のコイル軸の周囲を 7/4 周の長さで周回している。また、コイル導体 214 e は、アンテナコイル L のコイル軸の周囲を 2 周の長さで周回している。更に、コイル導体 214 c ~ 214 e は、図 12 に示すように、z 軸方向から平面視したときに、互いに重なっている。また、コイル導体 214 e の一端は、アンテナコイル L の端部 t1 を構成している。
- [0088] ビアホール導体 b21, b22 はそれぞれ、絶縁体層 212 a, 212 b を貫通するように形成された接続導体であり、ランド導体 17 b とコイル導

体 214c とを接続している。ビアホール導体 b23 は、絶縁体層 212c を貫通するように形成された接続導体であり、コイル導体 214c とコイル導体 214d とを接続している。ビアホール導体 b24 は、絶縁体層 212d を貫通するように形成された接続導体であり、コイル導体 214d とコイル導体 214e とを接続している。

- [0089] 無線 IC18 は、ランド導体 17a, 17b に電気的に接続され、リーダライタとの間でやり取りされる送受信信号を処理するための集積回路である。無線 IC18 は、ランド導体 17a, 17b, 19a, 19b 上にはんだ等により直接に実装されている。無線 IC18 は、無線 IC デバイス 10f が定期券として用いられる場合には、定期券の利用可能な区間に関する情報や定期券の持ち主に関する情報を記憶している。これらの情報は、書き換え可能であっても良く、また、リーダライタ及び無線 IC デバイス 10f からなるRFIDシステム以外の情報処理機能を有していてもよい。
- [0090] 接続部 120 は、絶縁体層 212b 上に銅箔やアルミ箔などの金属箔により形成されている線状導体である。該接続部 120 の一端は、z 軸方向から平面視したときに、ランド導体 17a に重なっている。接続部 120 の他端は、z 軸方向から平面視したときに、コイル導体 214e に重なっている。
- [0091] ビアホール導体 b31～b33 は、一本のビアホール導体（貫通ビアホール導体）B を構成しており、端部 t1 と無線 IC18 との間に設けられている。具体的には、ビアホール導体 b31～b33 はそれぞれ、絶縁体層 212b～212d を貫通するように設けられた接続導体であり、接続部 120 の他端とコイル導体 214e の端部 t1 とを接続している。
- [0092] ビアホール導体 b41 は、絶縁体層 212a を貫通するように設けられた接続導体であり、ランド導体 17a と接続部 120 の一端とを接続している。
- [0093] 図 12 に示す複数の絶縁体層 212a～212e が積層されることにより、無線 IC デバイス 10f が構成されている。
- [0094] ところで、無線 IC デバイス 10f は、無線 IC デバイス 10a と同様に

、共振周波数が所望の値からずれることを抑制するための構成を有している。具体的には、無線 I C デバイス 10 f では、ビアホール導体 b 2 1, b 2 2, b 2 3, b 2 4 は、アンテナコイル L において、端部 t 2 からの電流経路の長さがこの順に長くなっている。そして、ビアホール導体 B とビアホール導体 b 2 1, b 2 2 との距離 D 2 1 は、z 軸方向から平面視したときに、図 12 に示すように、ビアホール導体 B とビアホール導体 b 2 3, b 2 4 との距離 D 2 2, D 2 3 よりも大きくなっている。

[0095] 以上のような無線 I C デバイス 10 f においても、無線 I C デバイス 10 a と同様に、共振周波数が所望の値からずれることを抑制することを抑制できる。

[0096] (その他の実施形態)

本発明の実施形態に係る無線 I C デバイスは、第 1 の実施形態ないし第 6 の実施形態において説明した無線 I C デバイス 10 a ~ 10 f に限らず、その要旨の範囲内において変更可能である。

[0097] なお、コイル導体 1 4 が 1 周未満の長さであるとは、実質的に 1 周未満の長さであることを意味する。故に、使用状況によって無線 I C デバイス 10 の共振周波数がばらつかない程度で、コイル導体 1 4 の長さが僅かに 1 周を越えていることは許容される。

[0098] なお、無線 I C デバイス 10 a ~ 10 f では、コイル導体 1 4, 2 4, 3 4, 1 1 4, 2 1 4 は、z 軸方向から平面視したときに、線幅方向に一致するように設けられている。しかしながら、z 軸方向の下側のコイル導体 1 4, 2 4, 3 4, 1 1 4, 2 1 4 は、z 軸方向から平面視したときに、z 軸方向の上側のコイル導体 1 4, 2 4, 3 4, 1 1 4, 2 1 4 から少しだけはみ出していてもよい。ただし、コイル導体 1 4, 2 4, 3 4, 1 1 4, 2 1 4 のみ出している量は、共振周波数に影響を及ぼさない程度である必要がある。

[0099] (無線 I C デバイスの製造方法)

本発明の一実施形態に係る無線 I C デバイスの製造方法について、図面を

参照しながら説明する。以下では、本発明の一実施形態に係る無線 I C デバイスの一例として、無線 I C デバイス 10 a の製造方法について説明する。併せて、無線 I C デバイス 10 a が適用された無線 I C カード 80 の製造方法についても説明する。図 13 は、無線 I C カード 80 の分解斜視図である。

- [0100] ガラスエポキシ基盤、ポリイミド、塩化ビニール、ポリエチレンテレフタレート (PET) 、PET-G、液晶ポリマー樹脂等の絶縁体層 12 を準備する。絶縁体層 12 のそれぞれに、図 1 に示すコイル導体 14 を形成する。コイル導体 14 が銅箔である場合には、該コイル導体 14 は、例えば、エッチング処理により形成される。
- [0101] また、前記コイル導体 14 の形成と同時に、接続部 16, 20 a, 20 d も、例えば、エッチング処理により形成する。より詳細には、絶縁体層 12 a 上において、コイル導体 14 a と接続される接続部 20 a を形成すると共に、接続部 20 a から無線 I C 18 が実装される領域だけ離れた位置に接続部 16 を形成する。更に、絶縁体層 12 d 上において、z 軸方向から平面視したときに、接続部 16 と重なると共に、コイル導体 14 d に接続される接続部 20 d を形成する。
- [0102] なお、コイル導体 14 a ~ 14 d 及び接続部 16, 20 a, 20 d は、導電性ペーストを塗布するスクリーン印刷法によっても形成可能である。
- [0103] 次に、絶縁体層 12 a ~ 12 c のビアホール導体 b1 ~ b3, b11 ~ b13 が形成される位置に対して、裏面側からレーザービームを照射して、ビアホールを形成する。その後、絶縁体層 12 a ~ 12 c に形成したビアホールに対して、銅を主成分とする導電性ペーストを充填し、図 1 に示すビアホール導体 b1 ~ b3, b11 ~ b13 を形成する。
- [0104] 次に、z 軸方向から平面視したときに、複数のコイル導体 14 a ~ 14 d が、重なることにより一つの環を構成するように、複数の絶縁体層 12 a ~ 12 d を位置合わせして積層する。このとき、z 軸方向から平面視したときに、接続部 16, 20 d も互いに重なっている。絶縁体層 12 a ~ 12 d の

積層が完了すると、これらを加熱・圧着する。

- [0105] 次に、絶縁体層 12a の接続部 16, 20a 上に無線 IC 18 を実装する。具体的には、異方性導電フィルム (ACF) を用いたフリップチップ実装法により、無線 IC 18 を実装する。この際、無線 IC 18 が接続部 16, 20a に接続されるように位置合わせして仮貼りを行った後、熱圧をかけて無線 IC 18 を本接着する。以上の工程により、無線 IC デバイス 10a が完成する。
- [0106] 無線 IC デバイス 10a が完成したら、図 13 に示すように、オーバーレイシート 82a, 82b を接着シート 84a, 84b を用いて貼り付けて無線 IC カード 80 を作製する。より詳細には、無線 IC デバイス 10a の z 軸方向の上側に接着シート 84a 及びオーバーレイシート 82a を積層し、無線 IC デバイス 10a の下側に接着シート 84b 及びオーバーレイシート 82b を積層する。そして、これらを加熱・圧着する。これにより、無線 IC カード 80 が完成する。
- [0107] なお、前記無線 IC デバイスの製造方法では、無線 IC デバイス 10a の製造方法について説明したが、無線 IC デバイス 10b ~ 10f についても、略同様の製造方法により製造可能である。
- [0108] なお、無線 IC デバイス 10d の製造の際には、無線 IC 18 の代わりに、無線 IC 18 及び給電回路基板 70 からなる電磁結合モジュール 60 が実装される。

産業上の利用可能性

- [0109] 本発明は、無線 IC デバイスに有用であり、特に、共振周波数が所望の値からずれること抑制できる点において優れている。

符号の説明

- [0110] b 1 ~ b 3, b 11 ~ b 13, b 21 ~ b 24, b 31, b 32, b 33
, b 41 ビアホール導体
t 1, t 2 端部
L アンテナコイル

10 a ~ 10 f 無線 I C デバイス

12 a ~ 12 d, 112 a ~ 112 c, 212 a ~ 212 e 絶縁体層

14 a ~ 14 d, 24 a, 24 d, 34 b, 114 b, 114 c, 214
c ~ 214 e コイル導体

16, 20 a, 20 d, 120 接続部

17 a, 17 b, 19 a, 19 b ランド導体

60 電磁結合モジュール

70 納電回路基板

80 無線 I C カード

請求の範囲

- [請求項1] 複数の絶縁体層が積層されてなる積層体と、
複数の導体層及び複数のビアホール導体が接続されることにより構成されている螺旋状のアンテナコイルであって、積層方向の最も下側に設けられている前記導体層に位置する第1の端部、及び、積層方向の最も上側に設けられている前記導体層に位置する第2の端部を有しているアンテナコイルと、
前記第1の端部及び前記第2の端部に電気的に接続されている無線ICと、
前記第1の端部と前記無線ICとの間に設けられ、かつ、複数の前記絶縁体層を貫通している貫通ビアホール導体と、
を備え、
前記複数のビアホール導体は、
前記アンテナコイルにおいて、前記複数のビアホール導体の内で、前記第2の端部からの電流経路の長さが最も短くなるように設けられている第1のビアホール導体と、
前記第1のビアホール導体以外の第2のビアホール導体と、
を含み、
積層方向から平面視したときに、前記貫通ビアホール導体と前記第1のビアホール導体との距離は、該貫通ビアホール導体と前記第2のビアホール導体との距離よりも大きいこと、
を特徴とする無線ICデバイス。
- [請求項2] 前記貫通ビアホール導体は、積層方向から平面視したときに、前記複数のビアホール導体よりも前記無線ICの近くに設けられていること、
を特徴とする請求項1に記載の無線ICデバイス。
- [請求項3] 前記複数の導体層は、積層方向から平面視したときに、重なっていること、

を特徴とする請求項 1 又は請求項 2 のいずれかに記載の無線 I C デバイス。

[請求項4] 前記複数の導体層は、積層方向から平面視したときに、重なることにより一つの環状の軌道を構成していること、

を特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の無線 I C デバイス。

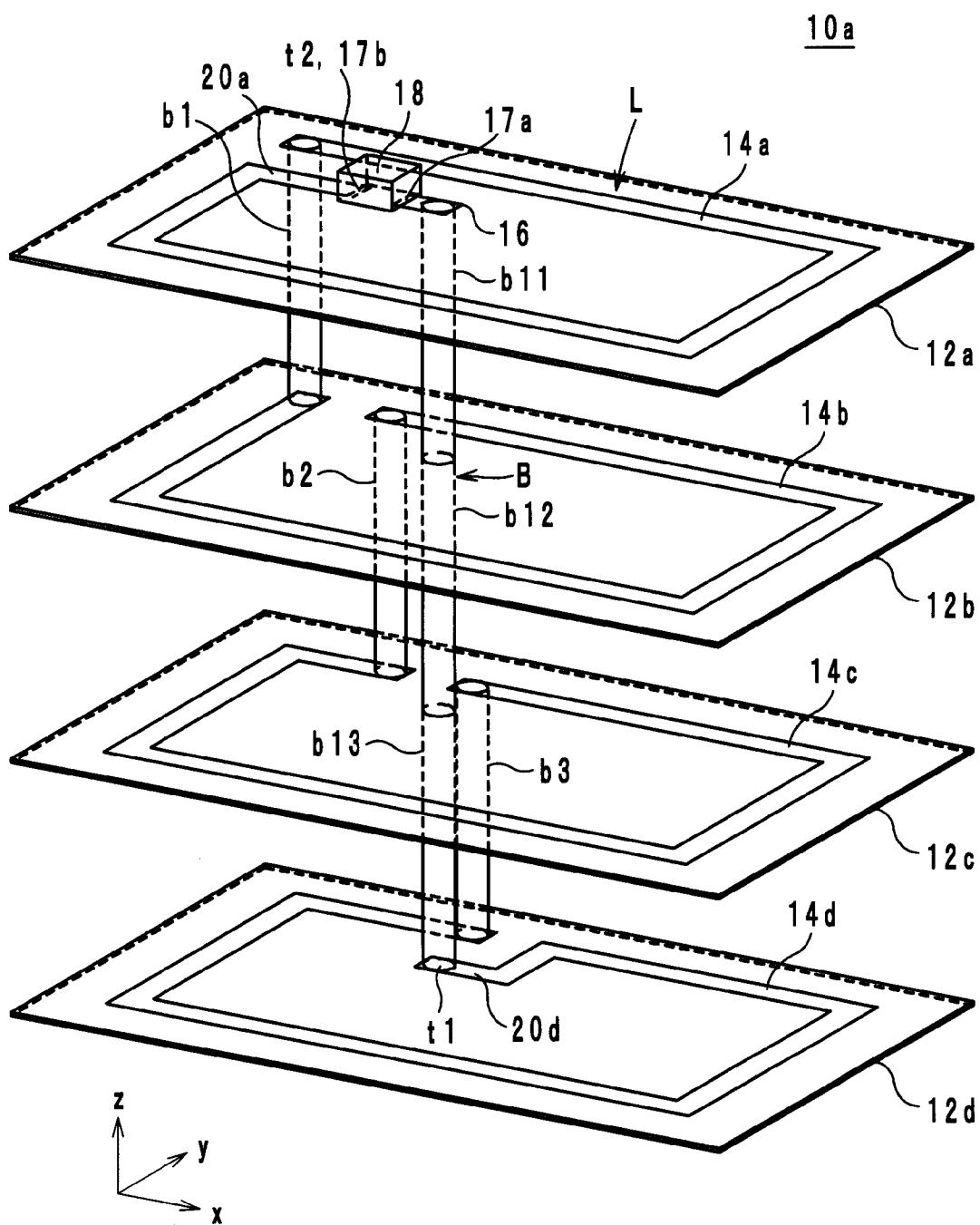
[請求項5] 積層方向の最も下側に設けられている前記導体層は、前記アンテナコイルのコイル軸の周囲を 1 周未満の長さで周回していること、
を特徴とする請求項 4 に記載の無線 I C デバイス。

[請求項6] 前記貫通ビアホール導体は、積層方向の最も上側に設けられている前記導体層と積層方向の最も下側に設けられている前記導体層とを接続していること、
を特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の無線 I C デバイス。

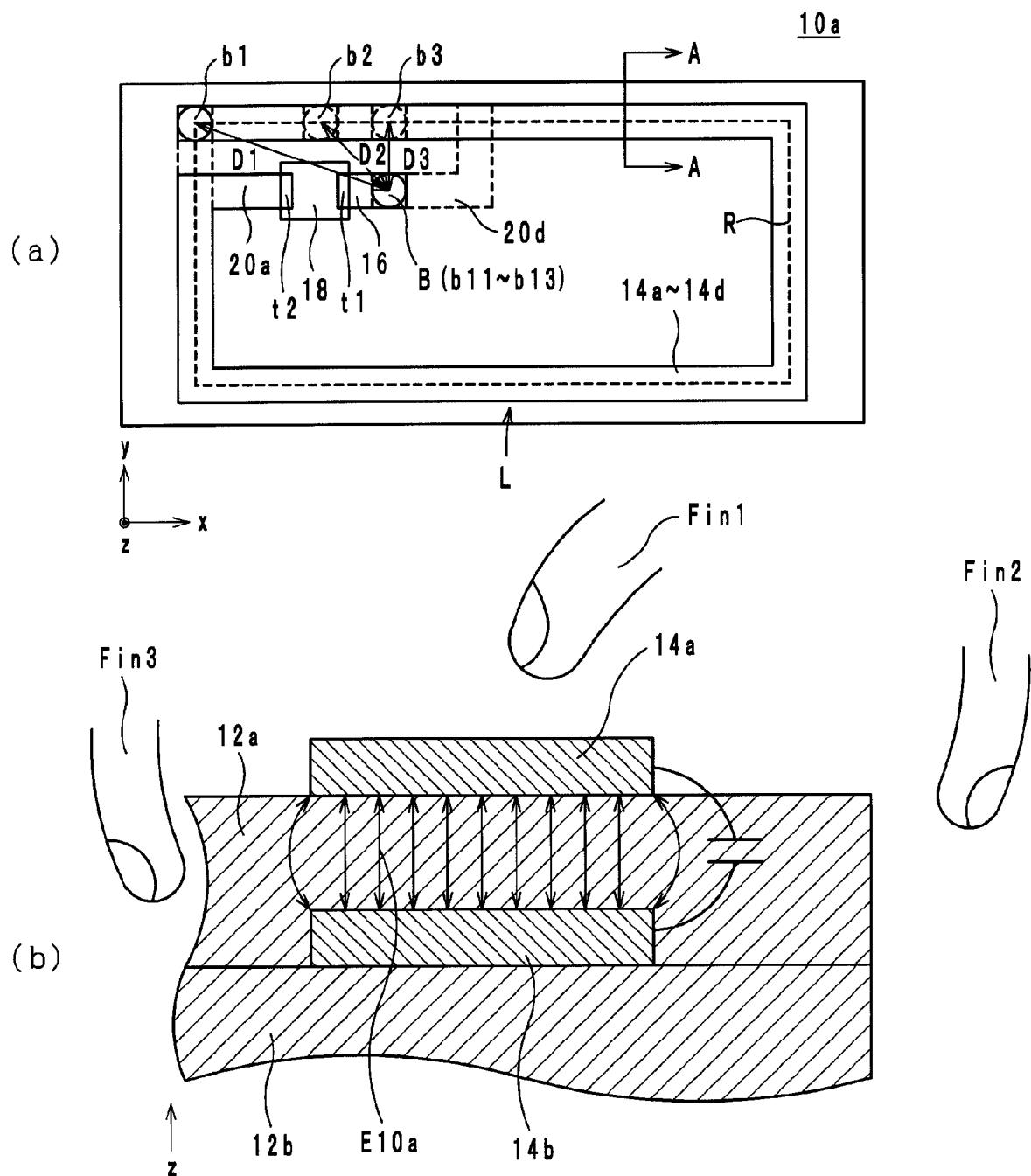
[請求項7] 前記第 2 の端部は、前記無線 I C が実装される第 1 のランド電極であること、
を特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれかに記載の無線 I C デバイス。

[請求項8] 前記無線 I C が実装され、かつ、前記貫通ビアホール導体と電気的に接続されている第 2 のランド電極を、
更に備えていること、
を特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれかに記載の無線 I C デバイス。

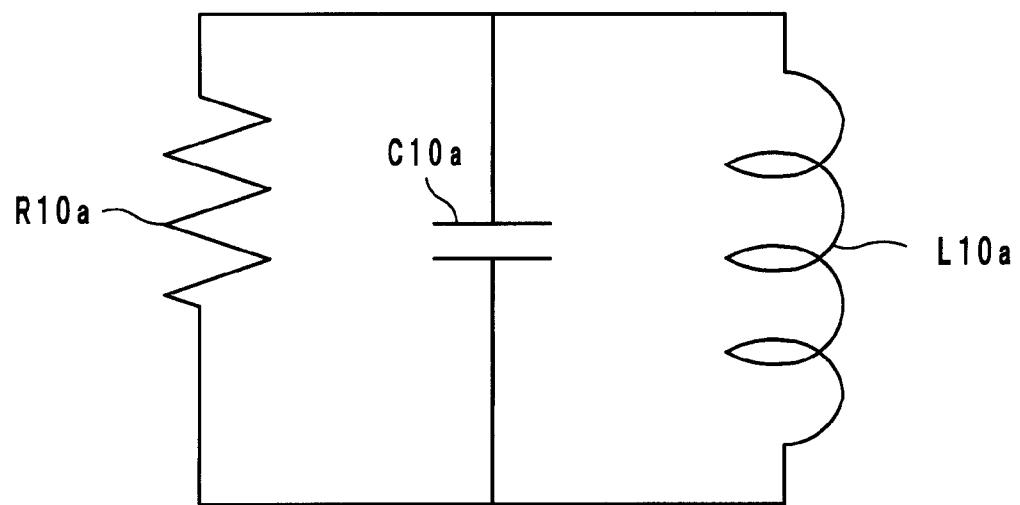
[図1]



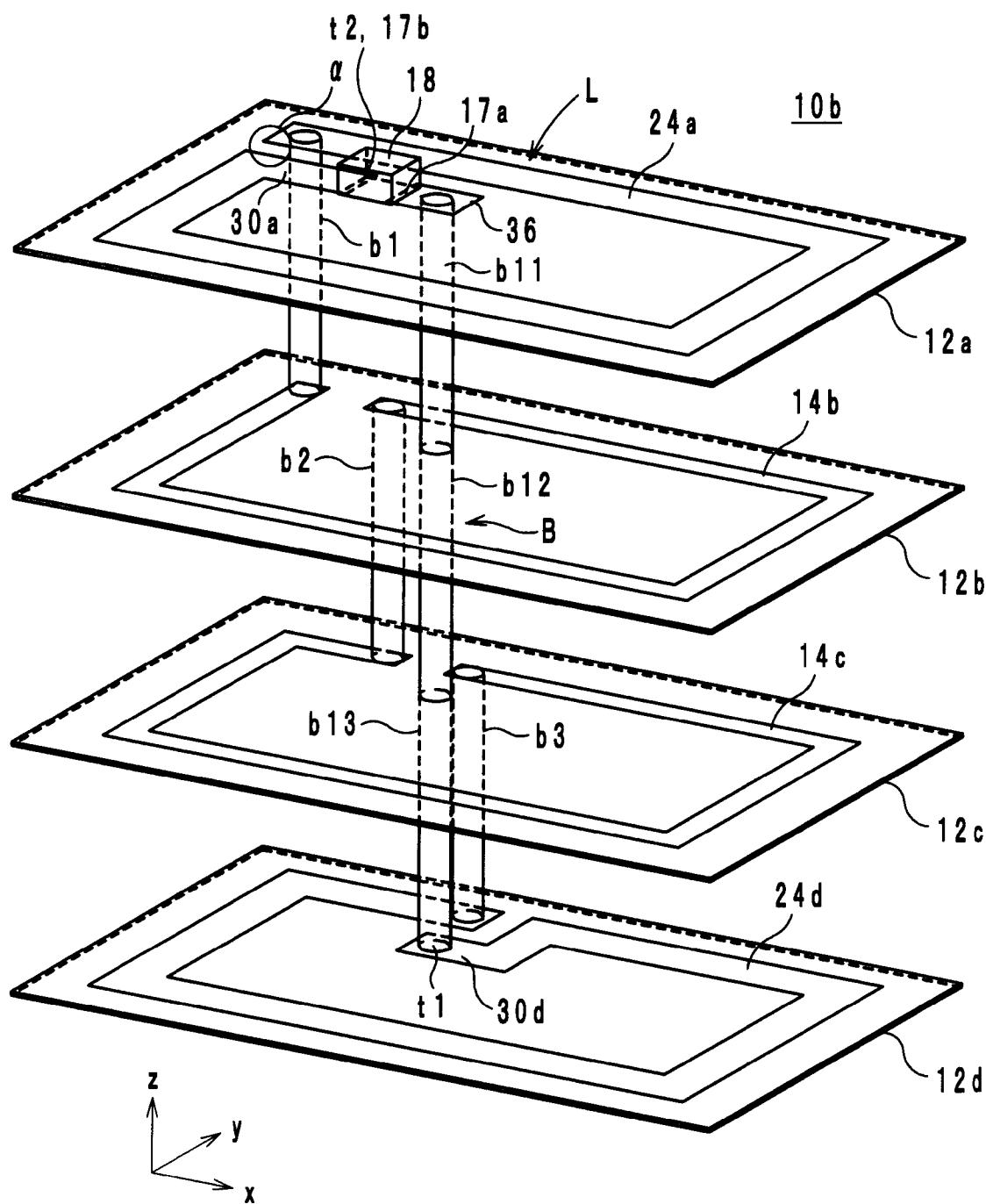
[図2]



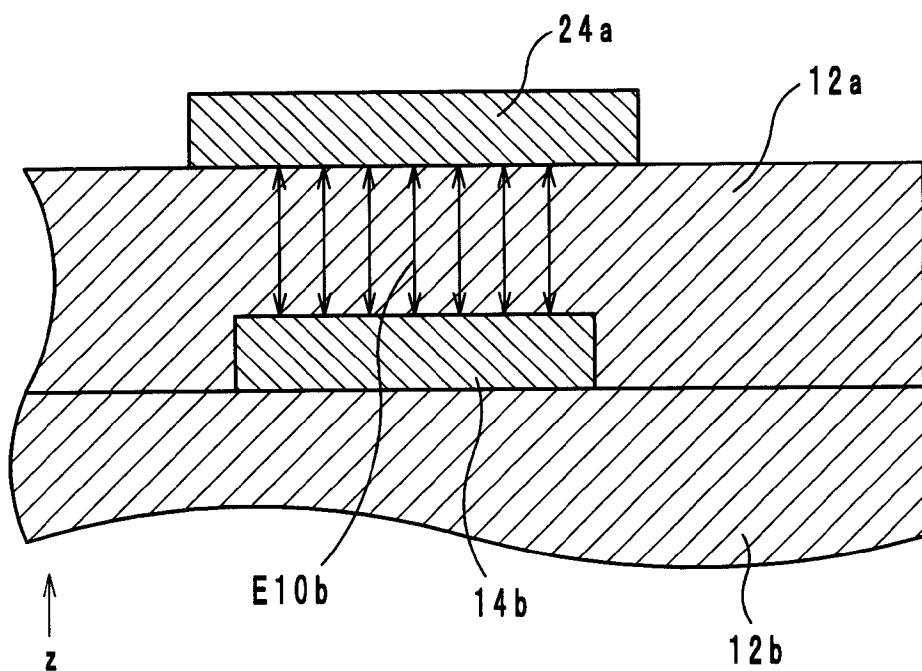
[図3]



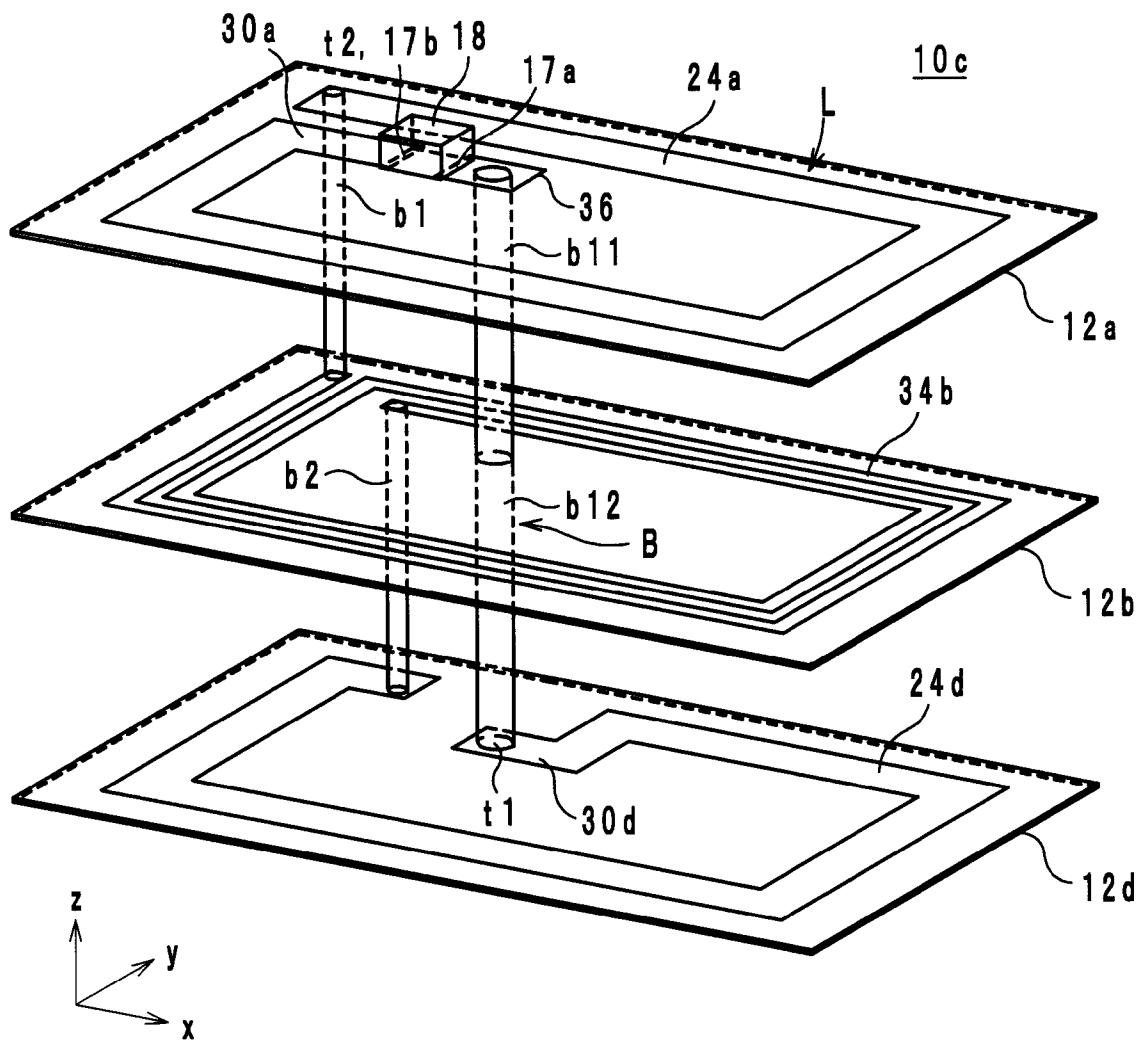
[図4]



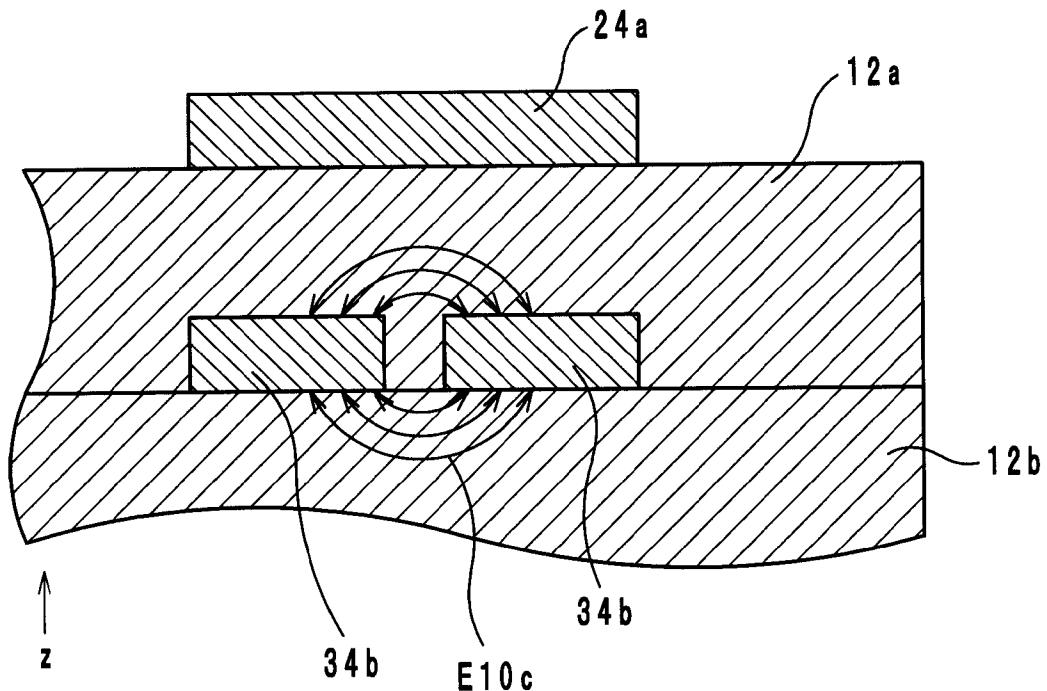
[図5]



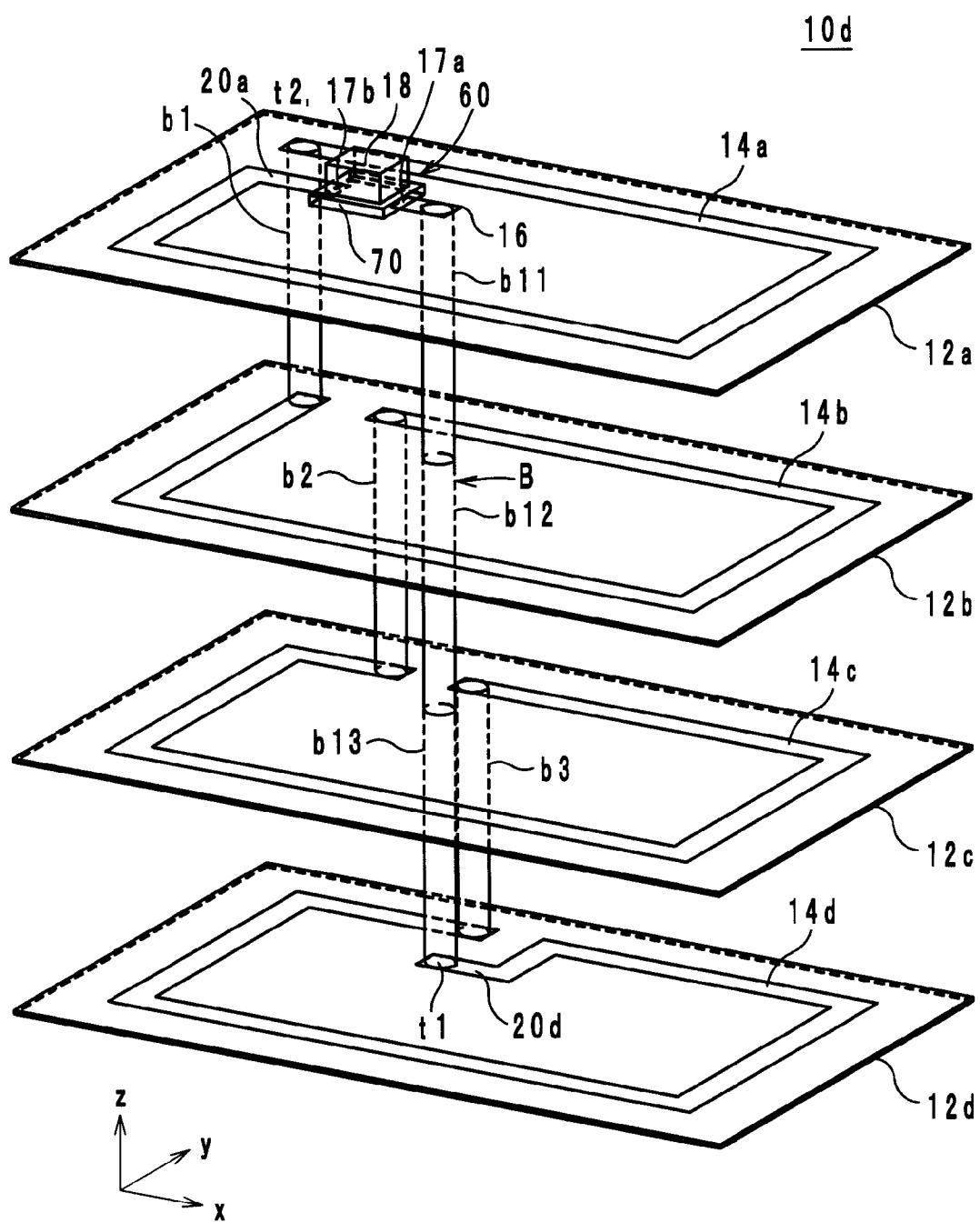
[図6]



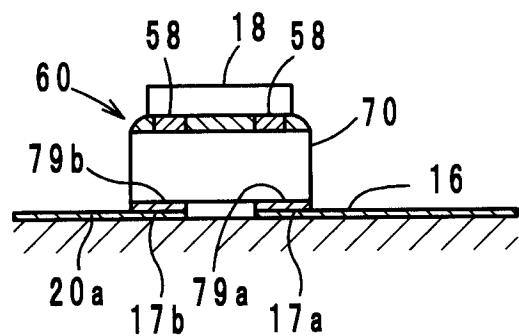
[図7]



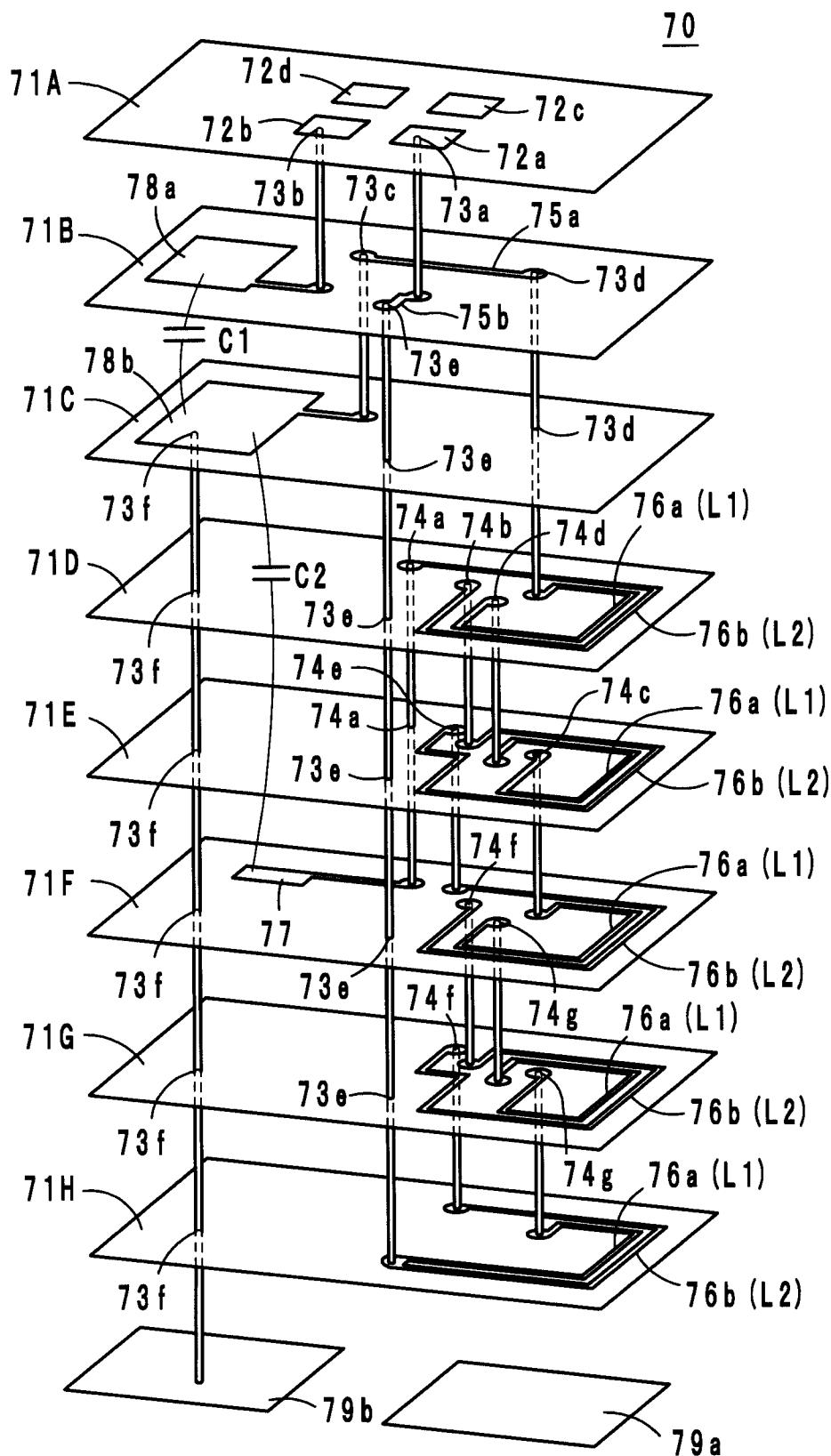
[図8]



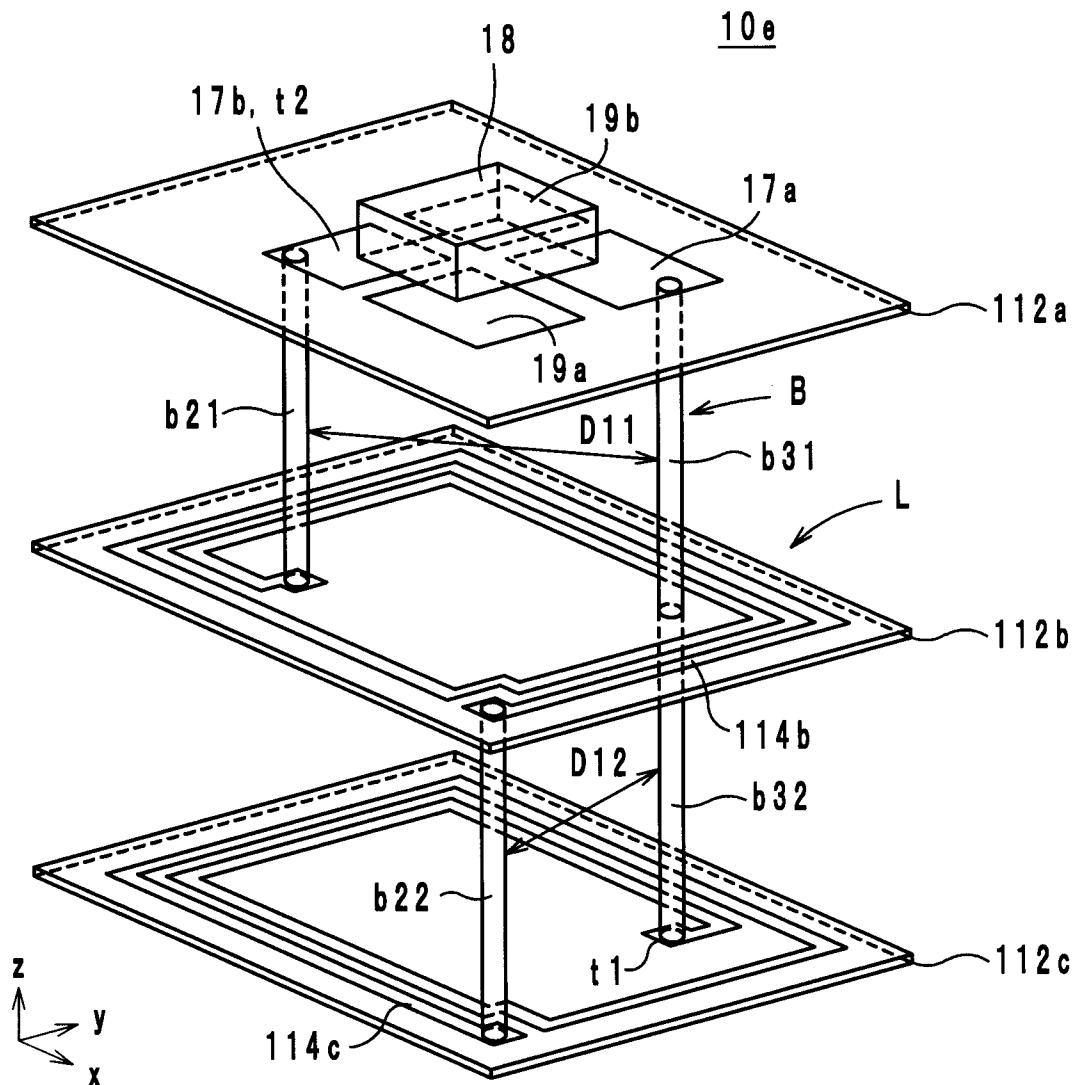
[図9]



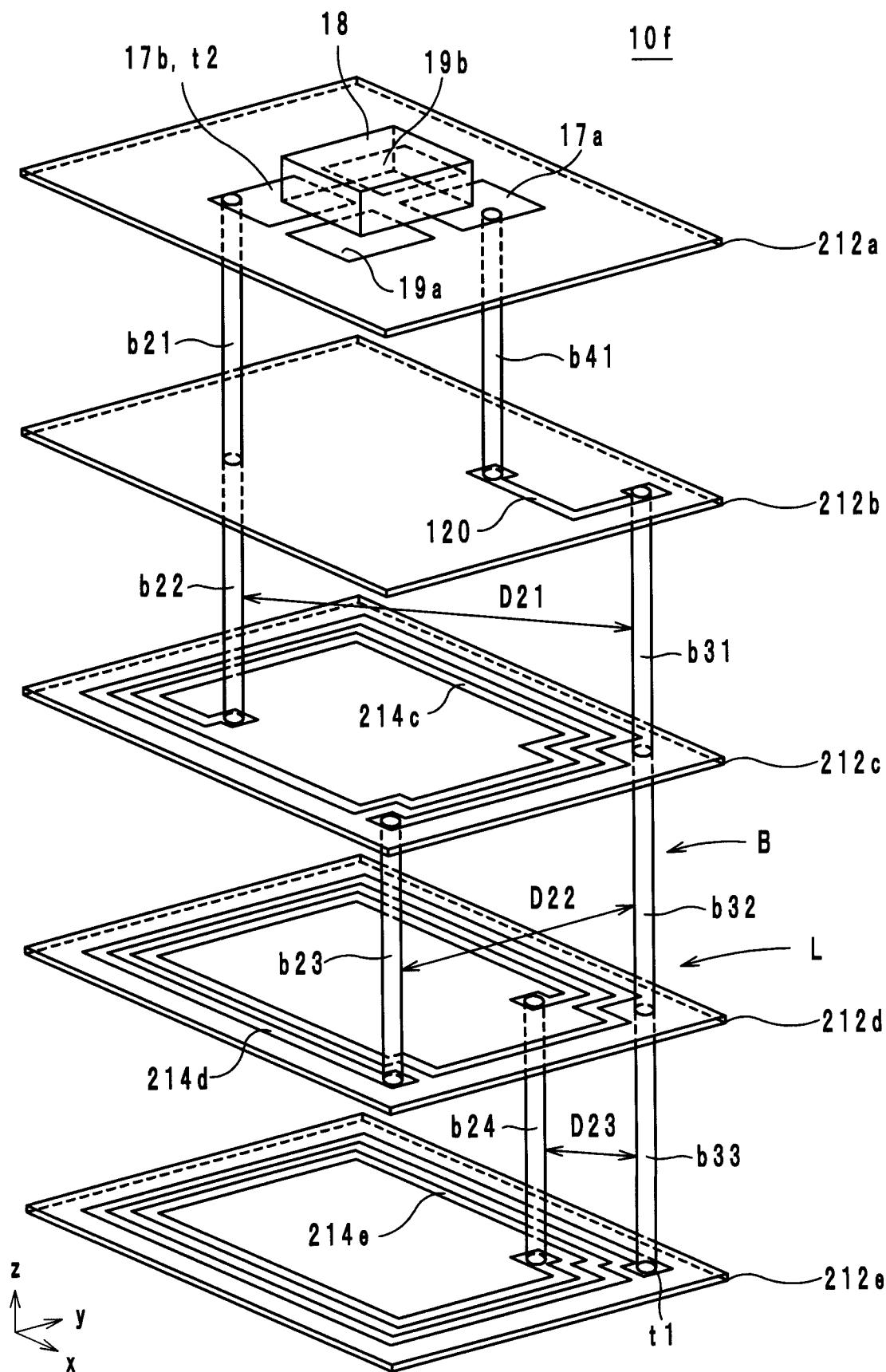
[図10]



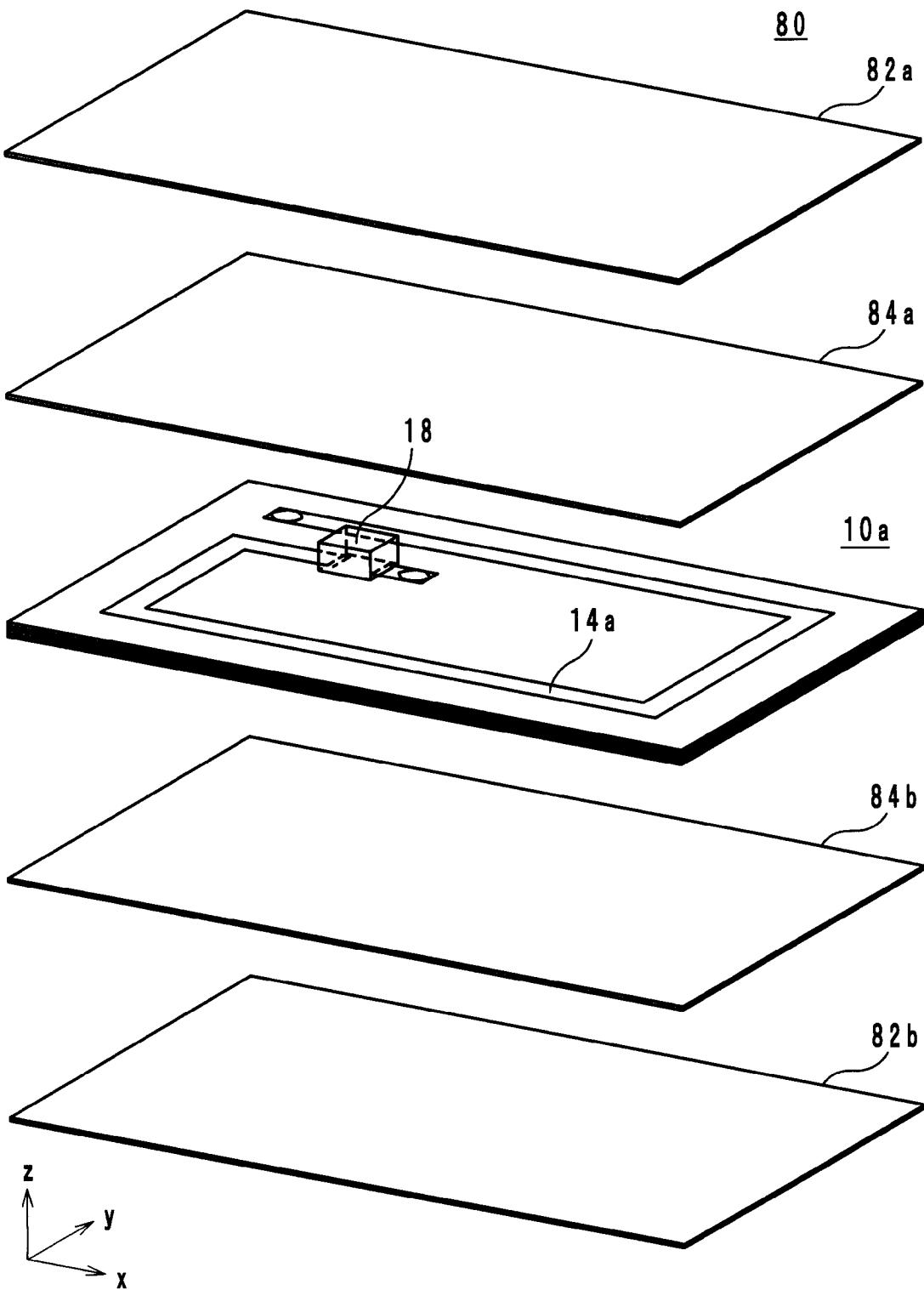
[図11]



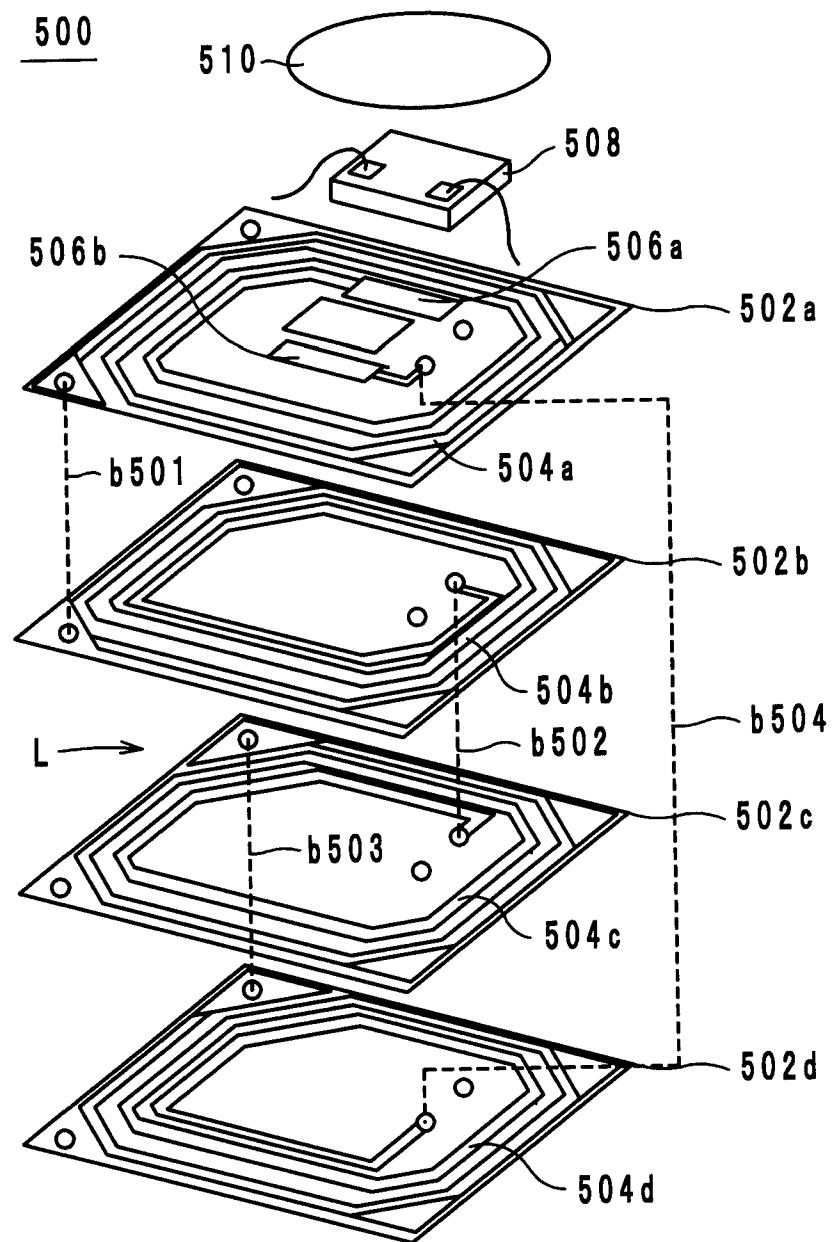
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/059410

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q7/00 (2006.01) i, G06K19/07 (2006.01) i, G06K19/077 (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)

H01Q7/00, G06K19/07, G06K19/077

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

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2009</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2009</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2009</i>

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	JP 2000-261230 A (Smart Card Technologies Co., Ltd.), 22 September, 2000 (22.09.00), Figs. 1 to 2; Par. Nos. [0018] to [0024] (Family: none)	1-8
P, A	JP 2009-25870 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 05 February, 2009 (05.02.09), Full text; all drawings (Family: none)	1-8

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

24 July, 2009 (24.07.09)

Date of mailing of the international search report

04 August, 2009 (04.08.09)

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. H01Q7/00(2006.01)i, G06K19/07(2006.01)i, G06K19/077(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. H01Q7/00, G06K19/07, G06K19/077

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	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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	JP 2000-261230 A (株式会社スマートカードテクノロジーズ) 2000.09.22, 図1-2, [0018]-[0024] (ファミリーなし)	1-8
P, A	JP 2009-25870 A (株式会社村田製作所) 2009.02.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8

□ 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 24. 07. 2009	国際調査報告の発送日 04. 08. 2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 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） 岸田 伸太郎 電話番号 03-3581-1101 内線 3568 5T 9183