

(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)

(10) 国際公開番号
WO 2009/142235 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 7/00 (2006.01) H01Q 1/38 (2006.01)
G06K 19/07 (2006.01) H01Q 23/00 (2006.01)
G06K 19/077 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/059259
- (22) 国際出願日: 2009年5月20日(20.05.2009)
- (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
PCT/JP2009/056698 2009年3月31日(31.03.2009) 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 聡 (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).

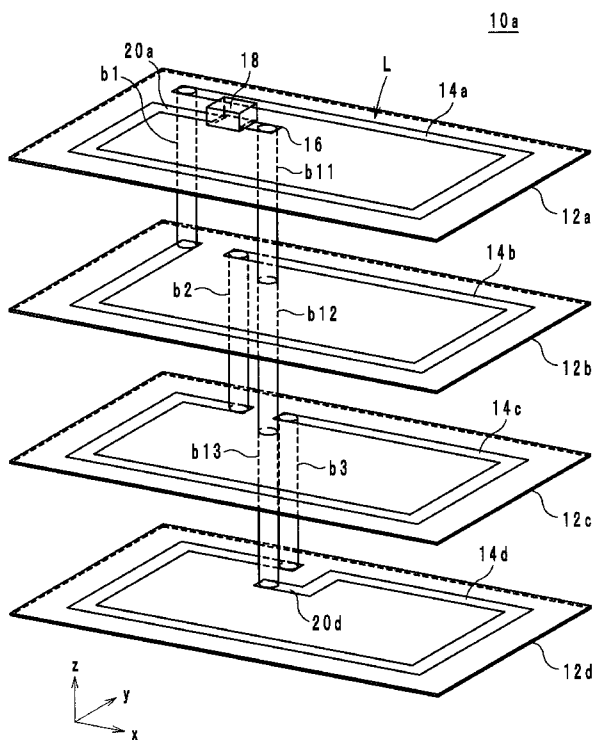
- (74) 代理人: 森下 武一, 外(MORISHITA Takekazu et al.); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町4丁目2番18号 サンモトビル Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, 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,

[続葉有]

(54) Title: WIRELESS IC DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称: 無線ICデバイス及びその製造方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is a wireless IC device wherein fluctuation of a resonance frequency due to conditions under which the device is used is reduced. A method for manufacturing such wireless IC device is also provided. A plurality of insulating sheets (12a-12d) are laminated. Coil electrodes (14a-14d) are arranged to sandwich the insulating sheets (12a-12d), and configure an antenna coil (L) by being connected to each other. The coil electrodes (14a-14d) configure one loop by overlapping with each other in plane view from a z-axis direction.

(57) 要約: 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無線ICデバイス及びその製造方法を提供する。複数の絶縁シート(12a~12d)は、積層されている。コイル電極(14a~14d)は、絶縁シート(12a~12d)を挟んで設けられると共に、互いに接続されることによりアンテナコイル(L)を構成している。複数のコイル電極(14a~14d)は、z軸方向から平面視したときに、重なることにより一つの環を構成している。

WO 2009/142235 A1



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.

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).

(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,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：無線 I C デバイス及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、無線 I C (Integrated Circuit) デバイス及びその製造方法に関し、より特定的には、RFID (Radio Frequency Identification) システムに用いられる無線 I C を有する無線 I C デバイス及びその製造方法に関する。

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 I C デバイスとしては、例えば、特許文献 1 に記載の非接触 I C カードが知られている。図 19 (a) は、特許文献 1 に記載の非接触 I C カード 100 の上面図であり、図 19 (b) は、特許文献 1 に記載の非接触 I C カード 100 の下面図である。

[0003] 図 19 に示す非接触 I C カード 100 では、基板 102 の主面上に複数回だけ渦巻状に周回するアンテナコイル 104 が形成され、該アンテナコイル 104 に調整用抵抗 (図 19 には図示せず) 及び調整用コンデンサ 108 が接続されている。また、アンテナコイル 104 には、I C 106 が接続されている。該非接触 I C カードによれば、調整用抵抗及び調整用コンデンサ 108 の一部を製造時に切断することにより、非接触 I C カード 100 の抵抗値及び容量値を調整して、共振周波数や先鋭度 (Q) を調整することができる。

[0004] しかしながら、前記非接触 I C カード 100 では、以下に図面を参照しながら説明するように、使用時に共振周波数が変動してしまうことを本願発明者は発見した。図 20 (a) は、非接触 I C カード 100 のアンテナコイル及び基板の B-B における断面構造図であり、図 20 (b) は、非接触 I C カード 100 の等価回路図である。図 20 (a) には、基板 102 及びアンテナコイル 104 が記載されている。また、図 20 (b) には、アンテナコ

イル104のインダクタンスL100、IC106の抵抗R100及びアンテナコイル104の容量C100が記載されている。

[0005] 前記非接触ICカード100では、アンテナコイル104が基板102の主面上において複数回だけ渦巻状に周回している。このような非接触ICカード100では、図20(a)に示すように、アンテナコイル104を構成する配線が、主面上において近接して並んでいる。近接した配線に電流が流れると、配線間の電位差により、矢印に示すように配線間を繋ぐ電気力線E100が発生し、配線間において容量C100が発生する。このような容量C100は、図20(b)に示すように、インダクタンスL100と抵抗R100との間に並列に接続された状態となっている。そして、非接触ICカード100では、所望の共振周波数となるインダクタンスL100及び容量C100が得られるように、アンテナコイル104の形状が設計されている。

[0006] しかしながら、所望の共振周波数を得ることができるようアンテナコイル104の形状を設計したとしても、非接触ICカード100の共振周波数が、使用状況によってばらついてしまうことを本願発明者は発見した。そこで、本願発明者は、実験及びコンピュータシミュレーションを行って、非接触ICカード100の共振周波数がばらつく原因を調査した。その結果、共振周波数がばらつく原因として、以下に説明する現象が非接触ICカード100に発生していることを発見した。

[0007] より詳細には、非接触ICカード100は、例えば、入退室管理、定期券、クレジットカード等として用いられる。このような非接触ICカード100は、通常、人の手により保持された状態で専用のリーダライタに近づけて用いられる。そのため、図20(a)に示すように、使用時には、アンテナコイル104の近くに人の手が位置し、該人の手の中を電気力線E100が通過している。人の手の誘電率は、空気の誘電率よりもはるかに大きいため、人の手がアンテナコイル104の配線間に近づくと、アンテナコイル104の配線間に発生している容量C100が増加する。その結果、非接触IC

カード100の共振周波数が、所望の共振周波数よりも低くなってしまふ。

- [0008] ここで、非接触ICカード100の保持の仕方は、使用状況によって異なっていることが多いため、アンテナコイル104の配線と人の手との位置関係は、一定ではない。そのため、容量C100の増加量も使用状況によってばらついてしまい、非接触ICカード100の共振周波数の低下量も使用状況によってばらついてしまふ。すなわち、非接触ICカード100の共振周波数が使用状況によってばらついてしまふ。このように、非接触ICカード100の共振周波数がばらつくと、もはや、調整用コンデンサの一部を製造時に切断して、共振周波数を調整することでは対応できない。

先行技術文献

特許文献

- [0009] 特許文献1：特開2001-10264号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] そこで、本発明の目的は、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無線ICデバイス及びその製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明の一形態である無線ICデバイスは、絶縁シートと、前記絶縁シートを挟んで設けられると共に、互いに接続されることによりアンテナコイルを構成している複数のコイル電極と、を備え、前記複数のコイル電極は、前記絶縁シートの法線方向から平面視したときに、重なることにより一つの環を構成していること、を特徴とする。

- [0012] また、前記無線ICデバイスの製造方法は、複数の絶縁シート上にコイル電極を形成する工程と、前記絶縁シートの法線方向から平面視したときに、前記複数のコイル電極が、重なることにより一つの環を構成するように、前記複数の絶縁シートを積層する工程と、を備えること、を特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明の一形態である無線 I C デバイス及びその製造方法によれば、複数のコイル電極は、絶縁シートの法線方向から平面視したときに、重なることにより一つの環を構成している。したがって、該無線 I C デバイスでは、絶縁シートの主面が広がる方向にコイル電極が近接した状態で並ばない。これにより、コイル電極間に発生する電気力線が無線 I C デバイスの外部に漏れることが抑制される。その結果、無線 I C デバイスの保持の仕方によりコイル電極に発生する容量が変化して無線 I C デバイスの共振周波数がばらつくことが抑制される。

図面の簡単な説明

- [0014] [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 の無線 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] 図 4 (a) は、第 1 のサンプルの損失特性を示したグラフであり、図 4 (b) は、第 2 のサンプルの損失特性を示したグラフである。
- [図5] 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6] 図 5 の無線 I C デバイスの z y 平面における断面構造図である
- [図7] 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8] 図 7 の無線 I C デバイスの z y 平面における断面構造図である。
- [図9] 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10] 図 9 の無線 I C デバイスの接続部近傍の z y 平面における断面構造図である。
- [図11] 図 1 1 (a) は、第 5 の実施形態に係る無線 I C デバイスの上面図である。図 1 1 (b) は、第 5 の実施形態に係る無線 I C デバイスの下面図である。
- [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] 図 1 2 の無線 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14]給電回路基板の分解斜視図である。

[図15]第7の実施形態に係る無線ICデバイスの分解斜視図である。

[図16]図16(a)は、参考例に係る無線ICデバイスの無線IC近傍のz-y平面における断面構造図であり、図16(b)は、無線ICデバイスの無線IC近傍のz-y平面における断面構造図である。

[図17]図1の無線ICデバイスのコイル電極の拡大図である。

[図18]無線ICカードの分解斜視図である。

[図19]図19(a)は、特許文献1に記載の非接触ICカードの上面図であり、図19(b)は、特許文献1に記載の非接触ICカードの下面図である。

[図20]図20(a)は、非接触ICカードのアンテナコイル及び基板のB-Bにおける断面構造図であり、図20(b)は、非接触ICカードの等価回路図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、本発明の実施形態に係る無線ICデバイス及びその製造方法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。

[0016] (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IC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ICデバイス10aの分解斜視図である。図1において、x軸は、無線ICデバイス10aの長辺方向であり、y軸は、無線ICデバイス10aの短辺方向であり、z軸は、無線ICデバイス10aの積層方向である。図2(a)は、無線ICデバイス10a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ICデバイス10aのA-Aにおける断面構造図である。図2において、人の手が記載されているが、実際よりもはるかに小さく記載してある。図3は、図1に示す無線ICデバイス10aの等価回路図である。

- [0017] 無線 I C デバイス 1 0 a は、1 3 . 5 6 M H z 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 1 0 a は、図 1 に示すように、絶縁シート 1 2 a ~ 1 2 d、コイル電極 1 4 a ~ 1 4 d、接続部 1 6、無線 I C 1 8、接続部 2 0 a、2 0 d、及び、ビアホール導体 b 1 ~ b 3、b 1 1 ~ b 1 3 を備えている。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。
- [0018] 絶縁シート 1 2 は、絶縁性材料からなる長形状のシートであり、例えば、塩化ビニールやポリエチレンテレフタレート (P E T) 樹脂シートで作製される。絶縁シート 1 2 の法線方向は、z 軸方向と一致している。
- [0019] コイル電極 1 4 a ~ 1 4 d はそれぞれ、絶縁シート 1 2 a ~ 1 2 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、互いに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のアンテナコイル L を構成している。より詳細には、コイル電極 1 4 は、絶縁シート 1 2 の各辺に沿って延びる 4 本の線状電極が接続されて円環 (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、コイル電極 1 4 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。
- [0020] 更に、コイル電極 1 4 a ~ 1 4 d 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形状の環を構成している。すなわち、コイル電極 1 4 a ~ 1 4 d は、z 軸方向から平面視したときに、互いに x y 平面内において近接した状態で並ばないように構成されて、図 2 (b) に示すように、絶縁層 1 2 (図 2 では絶縁層 1 2 a) を挟んで対向するように設けられている。なお、接続部 1 6、2 0 は、コイル電極 1 4 と無線 I C 1 8 とを接続したり、コイル電極 1 4 同士を接続したりする性質上、アンテナコイル L の内部又は外部に引き出す必要がある。この際、接続部 1 6、2 0 は、コイル電極 1 4 と x y 平面内において近接した状態で並んでしまう。しかしながら、この程度の近接は、共振周波数に大きな影

響を及ぼさないため、本実施形態に係る無線 IC デバイス 10 a では、許容される。

[0021] ビアホール導体 b 1 は、絶縁シート 12 a を貫通するように形成された接続導体であり、コイル電極 14 a とコイル電極 14 b とを接続している。ビアホール導体 b 2 は、絶縁シート 12 b を貫通するように形成された接続導体であり、コイル電極 14 b とコイル電極 14 c とを接続している。ビアホール導体 b 3 は、絶縁シート 12 c を貫通するように形成された接続導体であり、コイル電極 14 c とコイル電極 14 d とを接続している。これにより、コイル電極 14 a ~ 14 d は、電氣的に接続されてアンテナコイル L を構成している。なお、ビアホール導体 b 1 ~ b 3 は、z 軸方向から平面視したときに、図 1 に示すように、コイル電極 14 a, 14 d と重なる位置に設けられていることが好ましい。

[0022] 無線 IC 18 は、絶縁シート 12 a 上に実装され、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。該無線 IC 18 は、無線 IC 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 10 a 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。

[0023] 接続部 16 は、z 軸方向の最も上側に位置する絶縁シート 12 a 上に金属箔により形成され、無線 IC 18 に接続されている。

[0024] 接続部 20 a は、z 軸方向の最も上側に位置する絶縁シート 12 a 上に金属箔により形成され、コイル電極 14 a 及び無線 IC 18 に接続されている。より詳細には、接続部 20 a の一端は、コイル電極 14 a のビアホール導体 b 1 が接続されていない方の端部に接続されており、接続部 20 a の他端は、無線 IC 18 に接続されている。

[0025] 接続部 20 d は、z 軸方向の最も下側に位置する絶縁シート 12 d 上に金属箔により形成され、コイル電極 14 d に接続されている。より詳細には、

接続部 20 d の一端は、コイル電極 14 d のビアホール導体 b 3 が接続されていない方の端部に接続されている。また、接続部 20 d の他端は、z 軸方向から平面視したときに、接続部 16 と重なっている。

[0026] ビアホール導体 b 11 ~ b 13 はそれぞれ、絶縁シート 12 a ~ 12 d を貫通するように形成された接続導体であり、接続部 16 と接続部 20 d とを接続している。該ビアホール導体 b 11 ~ b 13 は、z 軸方向から平面視したときに同じ位置に設けられている。

[0027] 図 1 に示す複数の絶縁シート 12 a ~ 12 d が積層されることにより、無線 IC デバイス 10 a が構成されている。これにより、無線 IC 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 IC 18 の抵抗 R 10 a との間に、コイル電極 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 IC 18 の有する寄生容量については省略してある。

[0028] また、無線 IC デバイス 10 a では、絶縁シート 12 a ~ 12 d が積層された状態では、図 2 (a) に示すコイル電極 14 により形成される環の外縁と絶縁シート 12 の外縁との距離の最小値は、コイル電極 14 間の z 軸方向の距離よりも大きい。より具体的には、図 2 (b) に示すように、コイル電極 14 の外縁と絶縁シート 12 の外縁との距離 D 1 は、コイル電極 14 間の z 軸方向の距離 D 2 よりも大きく形成されている。

[0029] (効果)

以上のような無線 IC デバイス 10 a 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。

[0030] より詳細には、従来の非接触 IC カード 100 では、アンテナコイル 104 が基板 102 の主面上において複数回だけ渦巻状に周回しているため、図 20 (a) に示すように、アンテナコイル 104 を構成する配線が、主面上において近接して並んでいる。近接した配線に電流が流れると、配線間の電位差により、矢印に示すように配線間を繋ぐ電気力線 E 100 が発生し、配線間において容量 C 100 を発生する。このような電気力線 E 100 は、非

接触 ICカード 100 の主面よりも上側を回るように発生している。そのため、非接触 ICカード 100 を保持すると、人の手の中を電気力線 E 100 が通過するようになる。人の手の誘電率は、空気の誘電率よりもはるかに大きいので、人の手がアンテナコイル 104 の配線間に近づくと、アンテナコイル 104 の配線間に発生している容量 C 100 が増加する。その結果、非接触 ICカード 100 の共振周波数が、所望の共振周波数よりも低くなってしまふ。

[0031] そして、非接触 ICカード 100 の保持の仕方は、使用状況によって異なっていることが多いので、アンテナコイル 104 の配線と人の手との位置関係は、一定ではない。そのため、容量 C 100 の増加量も使用状況によってばらついてしまふ、非接触 ICカード 100 の共振周波数の低下量も使用状況によってばらついてしまふ。すなわち、非接触 ICカード 100 の共振周波数が使用状況によってばらついてしまふ。

[0032] 一方、無線 IC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 C 10a の形成に寄与する電気力線 E 10a が発生する。すなわち、電気力線 E 10a 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 F i n 1 が近づいてきても、電気力線 E 10a が人の手 F i n 1 を通過することがない。故に、容量 C 10a は、無線 IC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 IC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。

[0033] 以上のような効果をより明確にするために、本願発明者は、以下に示す実験を行った。具体的には、図 20 に示す非接触 ICカード 100 のサンプル (第 1 のサンプル) を作製すると共に、図 1 に示す無線 ICデバイス 10a のサンプル (第 2 のサンプル) を作製した。第 1 のサンプルのアンテナコイ

ル104の線幅を1mmとし、第2のサンプルのコイル電極14の線幅を3mmとした。これら第1のサンプル及び第2のサンプルにおいて、手を当てた状態での共振周波数と手を当てていない状態での共振周波数とを計測した。図4(a)は、第1のサンプルの損失特性を示したグラフであり、図4(b)は、第2のサンプルの損失特性を示したグラフである。縦軸は挿入損失(dB)であり、横軸は周波数(MHz)である。

[0034] 図4に示すように、手を当てていない状態での共振周波数は、第1のサンプル及び第2のサンプル共に、13.56MHzよりやや高い周波数となっていることが理解できる。ここで、第1のサンプル及び第2のサンプルに手を当てると、第1のサンプルでは、約1.8MHzだけ共振周波数が低下している。一方、第2のサンプルでは、共振周波数は、殆ど(約0.11MHz)低下していない。これにより、従来の非接触ICカード100では、手を当てることにより共振周波数が低下するのに対して、本実施形態に係る無線ICデバイス10aでは、手を当てても殆ど共振周波数が低下しないことが理解できる。

[0035] 以上より、無線ICデバイス10aでは、手により保持されている状態と、手により保持されていない状態とで殆ど共振周波数が変化しないことを、理論的にも実験的にも明らかにすることができた。更に、手により保持されている状態と、手により保持されていない状態とで無線ICデバイス10aの共振周波数が殆ど変化しないことより、無線ICデバイス10aの保持の仕方によって、無線ICデバイス10aの共振周波数がばらつくことがなくなることも理解できる。

[0036] また、無線ICデバイス10aによれば、以下に説明するように、オーバーレイシートの材質によって、共振周波数のばらつきが発生しにくい。より詳細には、非接触ICカード100や無線ICデバイス10aは、一般的に、図柄が印刷されたオーバーレイシートにより上下から挟まれた状態で使用される。オーバーレイシートは、例えば、樹脂や紙等により作製されるので、空気よりも大きな誘電率を有する。したがって、従来の非接触ICカード

100では、オーバーレイシートが貼り付けられると、容量C100の形成に寄与する電気力線E100がオーバーレイシートを通過するようになるので、非接触ICカード100の容量C100が大きくなり、非接触ICカード100の共振周波数が低下してしまう。そこで、従来の非接触ICカード100では、所望の共振周波数が得られるように、所望の共振周波数よりも少しだけ高い共振周波数となるように設計されていた。

[0037] しかしながら、オーバーレイシートは、樹脂や紙等の誘電率の異なる種々の材質により作製され得るので、オーバーレイシートの誘電率は材質によりばらつく。したがって、非接触ICカード100では、オーバーレイシートの材質により、共振周波数がばらついてしまい、所望の共振周波数を得ることができない場合があった。

[0038] これに対して、無線ICデバイス10aでは、容量C10aの形成に寄与する電気力線E10aは、図2(b)に示すように、無線ICデバイス10aの外部に漏れることなく、互いに対向するコイル電極14間のみで発生している。故に、オーバーレイシートが貼り付けられたとしても、電気力線E10aがオーバーレイシート内を通過することがないため、オーバーレイシートの貼り付けの前後において共振周波数が変化することが抑制される。すなわち、無線ICデバイス10aによれば、オーバーレイシートの材質による共振周波数のばらつきが発生しにくい。

[0039] 更に、無線ICデバイス10aによれば、オーバーレイシートを貼り付ける前後において共振周波数が殆ど変化しないので、オーバーレイシートによる共振周波数の低下を予測して無線ICデバイス10aの設計を行う必要がなくなる。その結果、無線ICデバイス10aの設計が容易になり、無線ICデバイス10aの設計コストを低減することが可能となる。

[0040] また、無線ICデバイス10aでは、オーバーレイシートを貼り付ける前後において共振周波数が殆ど変化しないので、特許文献1に記載の非接触ICカード100のように、調製用コンデンサ108を製造時に切断して共振周波数を調整する必要もない。調整用コンデンサ108の切断は、例えば、

レーザービームを照射して調整用コンデンサ108を焼き切ることによって行われることが多いため、絶縁シートに孔が空いてしまい、コンデンサがショートすることで製品不良となるなどの問題があった。しかしながら、無線ICデバイス10aでは、調整用コンデンサ108が不要であるので、このような問題は生じない。

[0041] また、無線ICデバイス10aでは、図2に示すコイル電極14により形成される環の外縁と絶縁シート12の外縁との距離D1の最小値は、コイル電極14間のz軸方向の距離D2よりも大きくなっている。これにより、以下に説明するように、無線ICデバイス10a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。

[0042] より詳細には、無線ICデバイス10aは、例えば、図2(a)の長辺又は短辺を挟むように保持される場合がある。この場合、図2(b)に示すように、人の手Fin2が無線ICデバイス10aの側面に位置する。ここで、図2(b)に示すように、電気力線E10aは、コイル電極14aとコイル電極14bとの間において直線的に発生しているものの他に、コイル電極14aとコイル電極14bとに挟まれた領域から外にはみ出しているものも僅かに存在する。そのため、コイル電極14により形成される環の外縁と絶縁シート12の外縁との距離が小さい場合には、絶縁シート12外に電気力線E10aがはみ出してしまうおそれがある。その結果、人の手Fin2の存在により、容量C10が変化してしまい、無線ICデバイス10aの共振周波数が変化してしまうおそれがある。

[0043] そこで、無線ICデバイス10aでは、図2に示すように、距離D1を距離D2よりも大きくすることにより、コイル電極14間に挟まれた領域外及び無線ICデバイス10a外に電気力線E10aがはみ出ることを抑制している。これにより、無線ICデバイス10aが長辺又は短辺を挟むように保持されたとしても、電気力線E10aが人の手Fin2を通過することが抑制される。その結果、無線ICデバイス10a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。

[0044] また、無線 I C デバイス 10 a では、ビアホール導体 b 1 ~ b 3 は、z 軸方向から平面視したときに、図 1 に示すように、コイル電極 14 a, 14 d と重なる位置に設けられている。そのため、ビアホール導体 b 1 ~ b 3 とコイル電極 14 との間で発生し無線 I C デバイス 10 a 外へと向かう電気力線は、コイル電極 14 により遮蔽されるようになる。その結果、無線 I C デバイス 10 a の使用状況による共振周波数のばらつきを抑制できる。

[0045] (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 I C デバイスについて図面を参照しながら説明する。図 5 は、第 2 の実施形態に係る無線 I C デバイス 10 b の分解斜視図である。図 5 において、x 軸は、無線 I C デバイス 10 b の長辺方向であり、y 軸は、無線 I C デバイス 10 b の短辺方向であり、z 軸は、無線 I C デバイス 10 b の積層方向である。図 6 は、無線 I C デバイス 10 b の z y 平面における断面構造図である。なお、図 5 及び図 6 において、図 1 及び図 2 と同じ構成については同じ参照符号が付してある。

[0046] 無線 I C デバイス 10 a と無線 I C デバイス 10 b との相違点は、コイル電極 14 a, 14 d がコイル電極 24 a, 24 d に置き換えられている点である。より詳細には、コイル電極 24 a, 24 d の線幅は、コイル電極 14 a, 14 b 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電極 24 a, 24 d は、その他のコイル電極 14 b, 14 c よりも広い線幅を有するようになる。

[0047] 更に、コイル電極 24 a, 24 d は、z 軸方向から平面視したときに、その他のコイル電極 14 b, 14 c 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、コイル電極 24 a とコイル電極 14 b について説明する。図 6 に示すように、コイル電極 14 b は、線幅方向において、その両端がコイル電極 24 a 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、コイル電極 24 a とコイル電極 14 b との間に発生している電気力線 E 10 b は、z 軸方向から平面視したときに、コイル電極 24 a 外にはみ出しにくくなる。その結果、図 2 (b) を用いて説明したように、

無線 I C デバイス 1 0 b が長辺又は短辺を挟むように保持されたとしても、人の手を電気力線 E 1 0 b が通過しにくくなる。その結果、無線 I C デバイス 1 0 b 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。

[0048] なお、コイル電極 2 4 a, 2 4 d が、z 軸方向から平面視したときに、その他のコイル電極 1 4 b, 1 4 c 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、コイル電極 1 4 b の z 軸方向の上側にコイル電極 2 4 a が設けられていない部分（図 5 の α の部分）が存在するため、コイル電極 2 4 a がコイル電極 1 4 b 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。

[0049] なお、無線 I C デバイス 1 0 b のその他の構成については、無線 I C デバイス 1 0 a と同様であるので、説明を省略する。

[0050] （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 I C デバイスについて図面を参照しながら説明する。図 7 は、第 3 の実施形態に係る無線 I C デバイス 1 0 c の分解斜視図である。図 7 において、x 軸は、無線 I C デバイス 1 0 c の長辺方向であり、y 軸は、無線 I C デバイス 1 0 c の短辺方向であり、z 軸は、無線 I C デバイス 1 0 c の積層方向である。図 8 は、無線 I C デバイス 1 0 c の z y 平面における断面構造図である。なお、図 7 及び図 8 において、図 5 及び図 6 と同じ構成については同じ参照符号が付してある。

[0051] 無線 I C デバイス 1 0 b と無線 I C デバイス 1 0 c との相違点は、絶縁シート 1 2 c が設けられていない点、及び、コイル電極 1 4 b がコイル電極 3 4 b に置き換えられている点である。

[0052] より詳細には、無線 I C デバイス 1 0 b は、絶縁シート 1 2 を 4 枚重ねて構成されていたのに対して、無線 I C デバイス 1 0 c は、図 7 に示すように、絶縁シート 1 2 を 3 枚重ねて構成されている。そのため、無線 I C デバイス 1 0 c では、無線 I C デバイス 1 0 b よりもコイル電極 1 4, 3 4 の数が 1 つ少ない。そこで、無線 I C デバイス 1 0 c では、コイル電極 3 4 b 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。

[0053] なお、無線ICデバイス10cのその他の構成については、無線ICデバイス10bと同様であるので、説明を省略する。

[0054] 以上のように、z軸方向の両端に位置するコイル電極24a, 24d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、コイル電極24a, 24d以外のコイル電極34b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ICデバイス10c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。

[0055] より詳細には、コイル電極34bは、図7に示すようにコイル軸の周りを複数回周回しているため、コイル電極34b同士は、図8に示すように、絶縁シート12b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、コイル電極34bのz軸方向の上下方向において、電気力線E10cが発生してしまう。

[0056] しかしながら、コイル電極34bは、z軸方向の両端に位置するコイル電極ではないので、コイル電極34bから無線ICデバイス10c外まで十分な距離がある。故に、図8に示すように、コイル電極34b間に発生する電気力線E10cは、無線ICデバイス10cからはみ出すことは殆どない。そのため、無線ICデバイス10cが人の手により保持された場合に、電気力線E10c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。

[0057] 特に、図8に示すように、コイル電極24a, 24dが、z軸方向から平面視したときに、その他のコイル電極34b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ICデバイス10c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8に示すように、コイル電極34bは、線幅方向において、その両端がコイル電極24a, 24d（コイル電極24dについては図8に図示せず）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、電気力線E10cは、コイル電極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、コイル電極24aとコイル電極34bとの間にも電気力線が発生するが、第1の実施形態および第2の実施形態と同様にコイル電極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。

[0058]（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9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9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10は、無線ICデバイス10dの接続部16近傍のzy平面における断面構造図である。なお、図9及び図10において、図1及び図2と同じ構成については同じ参照符号が付してある。

[0059] 無線ICデバイス10aと無線ICデバイス10dとの相違点は、無線ICデバイス10dでは、ビアホール導体bでコイル電極14同士が接続される代わりにパウチング処理によりコイル電極14同士が接続される点である。以下にかかる相違点について説明する。

[0060] パウチング処理とは、絶縁シートを挟んで対向している2つ以上の電極を接続するための処理である。具体的には、一方の電極に対して針又は刃を押し付けることにより、該一方の電極及び絶縁シートを貫通する小さな孔を形成する。この際、該一方の電極は、孔の内周に沿って他方の電極まで到達するように塑性変形する。その結果、絶縁シートを挟んだ2つの電極が接続さ

れる。

- [0061] ここで、パウチング処理では、絶縁シート12に針を貫通させる。そのため、接続対象となっていないコイル電極14を傷つけないために、無線ICデバイス10dでは、図9に示すように、接続部20b, 20c, 20d, 40c, 40d, 42b, 42cが設けられている。
- [0062] より詳細には、接続部20bは、コイル電極14bに接続され、コイル電極14a, 14c, 14dとz軸方向において重ならないように、コイル電極14bの内側へと延在している。接続部20cは、コイル電極14cに接続され、コイル電極14a, 14b, 14dとz軸方向において重ならないように、コイル電極14cの内側へと延在している。接続部20bと接続部20cとの端部は、z軸方向において重なっており、パウチング処理により形成された接続部c2により接続されている。
- [0063] また、接続部40cは、コイル電極14cに接続され、コイル電極14a, 14b, 14dとz軸方向において重ならないように、コイル電極14cの内側へと延在している。接続部40dは、コイル電極14dに接続され、コイル電極14a, 14b, 14cとz軸方向において重ならないように、コイル電極14dの内側へと延在している。接続部40cと接続部40dとの端部は、z軸方向において重なっており、パウチング処理により形成された接続部c3により接続されている。
- [0064] また、接続部16は、z軸方向の最も上側に位置する絶縁シート12a上において、無線IC18に接続されている。接続部42b, 42cはそれぞれ、z軸方向から平面視したときに、接続部16と重なるように、z軸方向の最も上側及び下側に位置する絶縁シート12a, 12d以外の絶縁シート12b, 12c上に設けられている。更に、接続部20dは、z軸方向の最も下側に位置する絶縁シート12d上において、z軸方向から平面視したときに、接続部16と重なりと共に、コイル電極14dに接続されている。そして、接続部16, 42b, 42c, 20dは、図10に示すように、パウチング処理により形成された接続部c11, c12, c13により、z軸方

向から平面視したときに、同じ位置において一括して接続されている。

[0065] なお、無線 I C デバイス 10 d のその他の構成については、無線 I C デバイス 10 a と同様であるので、説明を省略する。

[0066] 以上のような無線 I C デバイス 10 d によっても、無線 I C デバイス 10 a 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。

[0067] 更に、無線 I C デバイス 10 d では、接続部 16, 42 b, 42 c, 20 d は、z 軸方向から平面視したときに、互いに重なるように設けられている。そのため、これらを 1 度のパウチング処理により接続することが可能となる。その結果、無線 I C デバイス 10 d の製造工程を減らすことができ、該無線 I C デバイス 10 d の製造コストを低減することが可能となる。

[0068] (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 I C デバイスについて図面を参照しながら説明する。図 11 (a) は、第 5 の実施形態に係る無線 I C デバイス 10 e の上面図である。図 11 (b) は、第 5 の実施形態に係る無線 I C デバイス 10 e の下面図である。図 11 において、x 軸は、無線 I C デバイス 10 e の長辺方向であり、y 軸は、無線 I C デバイス 10 e の短辺方向であり、z 軸は、x 軸及び y 軸に直交する方向である。なお、図 11 において、図 1 と同じ構成については同じ参照符号が付してある。

[0069] 本発明の実施形態に係る無線 I C デバイスは、無線 I C デバイス 10 a ~ 10 d において説明したように、複数の絶縁シート 12 により構成されている必要はない。すなわち、図 11 に示す無線 I C デバイス 10 e に示すように、一枚の絶縁シート 12 により構成されていてもよい。以下に、該無線 I C デバイス 10 e について説明する。

[0070] 無線 I C デバイス 10 e は、絶縁シート 12、接続部 16、20 a、無線 I C 18、コイル電極 54 a, 54 b、接続部 56、及び、ビアホール導体 b21, b22 を備えている。絶縁シート 12、接続部 16、20 a 及び無線 I C 18 は、無線 I C デバイス 10 a の絶縁シート 12、接続部 16、20 a 及び無線 I C 18 と同じであるので説明を省略する。

[0071] コイル電極54aは、図11に示すように、絶縁シート12のz軸方向の上側の主面上に形成されている。コイル電極54bは、図11に示すように、絶縁シート12のz軸方向の下側の主面上に形成されている。すなわち、コイル電極54a、54bは、絶縁シート12を挟むように設けられている。そして、コイル電極54a、54bは、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環を構成している。

[0072] 接続部56は、コイル電極54bに接続されており、コイル電極54bの内側へと延びている。ビアホール導体b21は、コイル電極54aとコイル電極54bとを接続している。ビアホール導体b22は、接続部16と接続部56とを接続している。

[0073] 以上のような無線ICデバイス10eによっても、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。

[0074] (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。図13は、無線ICデバイス10fの電磁結合モジュール60近傍のxz平面における断面構造図である。なお、図12及び図13において、図1及び図2と同じ構成については同じ参照符号が付してある。

[0075] 無線ICデバイス10aでは、無線IC18は、接続部16、20a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10fでは、図12に示すように、無線IC18は、給電回路基板70を介して、接続部16、20aに対して接続されている。無線ICデバイス10fにおいて、無線IC18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。

[0076] より詳細には、図13に示すように、無線IC18の下面には、接続用電極58が設けられている。無線IC18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、下面に接続用電極 79 a, 79 b を備えている。接続用電極 79 a, 79 b はそれぞれ、接続部 16, 20 a に接続されている。

[0077] 次に、給電回路基板 70 の詳細について、図 14 を参照しながら説明する。図 14 は、給電回路基板 70 の分解斜視図である。

[0078] 給電回路基板 70 は、誘電体からなるセラミックシート 71 A ~ 71 H を積層、圧着、焼成したもので、シート 71 A には接続用電極 72 a, 72 b と電極 72 c, 72 d とビアホール導体 73 a, 73 b が形成され、セラミックシート 71 B にはキャパシタ電極 78 a と導体パターン 75 a, 75 b とビアホール導体 73 c ~ 73 e が形成され、セラミックシート 71 C にはキャパシタ電極 78 b とビアホール導体 73 d ~ 73 f が形成されている。更に、セラミックシート 71 D には導体パターン 76 a, 76 b とビアホール導体 73 e, 73 f, 74 a, 74 b, 74 d が形成され、セラミックシート 71 E には導体パターン 76 a, 76 b とビアホール導体 73 e, 73 f, 74 a, 74 c, 74 e が形成され、セラミックシート 71 F にはキャパシタ電極 77 と導体パターン 76 a, 76 b とビアホール導体 73 e, 73 f, 74 f, 74 g が形成され、セラミックシート 71 G には導体パターン 76 a, 76 b とビアホール導体 73 e, 73 f, 74 f, 74 g が形成され、セラミックシート 71 H には導体パターン 76 a, 76 b とビアホール導体 73 f が形成されている。

[0079] 以上のセラミックシート 71 A ~ 71 H を積層することにより、ビアホール導体 74 c, 74 d, 74 g で螺旋状に接続された導体パターン 76 a にてインダクタンス素子 L1 が構成され、ビアホール導体 74 b, 74 e, 74 f で螺旋状に接続された導体パターン 76 b にてインダクタンス素子 L2 が構成され、キャパシタ電極 78 a, 78 b にてキャパシタンス素子 C1 が構成され、キャパシタ電極 78 b, 77 にてキャパシタンス素子 C2 が構成される。

- [0080] 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に電氣的に接続されている。
- [0081] 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。
- [0082] 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L(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に電氣的に接続される。
- [0083] 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。
- [0084] 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。
- [0085] 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。
- [0086] 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C 1, C 2とは平面透視で異なる位置に設けられ、インダクタンス素子L 1, L 2により外部電極79 aと磁界的に結合し、外部電極79 bはキャパシタンス素子C 1を構成する一方の電極となっている。

[0087] 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79 a, 79 b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79 a, 79 b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。

[0088] 給電回路基板70においては、インダクタンス素子L 1, L 2とキャパシタンス素子C 1, C 2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。

[0089] なお、無線ICデバイス10 fのその他の構成については、無線ICデバイス10 a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10 a以外の無線ICデバイス10 b~10 eに対しても適用可能である。

[0090] 以上のような無線ICデバイス10 fによっても、無線ICデバイス10 a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。

[0091] (第7の実施形態)

以下に、本発明の第7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15は、第7の実施形態に係る無線ICデバイス10 gの分解斜視図である。図15において、x軸は、無線ICデバイス10 gの長辺方向であり、y軸は、無線ICデバイス10 gの短辺方向であり、z軸は、無線ICデバイス10 gの積層方向である。図16(a)は、参考例に係る無線ICデバイスの無線IC近傍のzy平面における断面構造図

であり、図16(b)は、無線ICデバイス10gの無線IC18近傍のz-y平面における断面構造図である。なお、図15及び図16において、図1及び図2と同じ構成については同じ参照符号が付してある。

- [0092] 無線ICデバイス10aと無線ICデバイス10gとの相違点は、無線ICデバイス10gでは、無線IC18は、z軸向から平面視したときに、複数のコイル電極14a~14cにより構成されている一つの環と重なるように設けられている点である。以下にかかる相違点について説明する。
- [0093] 無線ICデバイス10gでは、無線IC18は、前記の通り、z軸向から平面視したときに、複数のコイル電極14a~14cにより構成されている一つの環と重なるように設けられている。そのため、無線IC18は、コイル電極14aの一端に接続されている。
- [0094] また、接続部16の一端は、複数のコイル電極14a~14cにより構成されている一つの環と重なるように設けられ、無線IC18と接続されている。接続部16の他端は、該一つの環の内部に引き出され、ビアホール導体b11、b12を介して、接続部20cと接続されている。
- [0095] なお、無線ICデバイス10g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。
- [0096] 以上のような無線ICデバイス10gによっても、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。
- [0097] 更に、無線ICデバイス10gによれば、以下に説明するように、絶縁シート12が曲げられた際に、無線IC18に負荷がかかることが抑制される。より詳細には、絶縁シート12は、フレキシブルなシートであるので、使用時に曲げられる場合がある。無線IC18は、半導体基板により構成されているので、絶縁シート12よりも硬い。よって、絶縁シート12が曲げられた場合には、無線IC18、及び、無線IC18とアンテナコイルLとの接続部分に応力が集中し、無線IC18が破損するおそれ、又は、無線IC18がアンテナコイルLから外れるおそれがある。
- [0098] そこで、無線ICデバイス10gでは、無線IC18は、コイル電極14

a～14cにより構成されている一つの環と重なるように設けられている。該一つの環は、コイル電極14a～14cが重なっているため、無線ICデバイス10gの他の部分に比べて曲がりにくい。そのため、絶縁シート12が曲げられたとしても、無線IC18が設けられている部分は大きく曲げられることが抑制される。その結果、無線IC18、及び、無線IC18とアンテナコイルLとの接続部分に負荷がかかることが抑制される。

[0099] 更に、無線ICデバイス10gでは、以下に説明するように、磁界の乱れが発生しにくい。より詳細には、磁界は、コイル電極14の周囲を周回するように発生する。よって、無線IC18は、z軸方向から平面視したときに、コイル14a～14cと重ならないように設けられていると、図16(a)に示す参考例に係る無線ICデバイスのように、コイル電極14が発生した磁界を妨げてしまう。すなわち、参考例に係る無線ICデバイスでは、磁束の乱れが発生してしまう。

[0100] 一方、無線ICデバイス10gでは、無線IC18は、z軸方向から平面視したときに、コイル電極14a～14cと重なるように設けられている。そのため、図16(b)に示すように、磁界は、コイル電極14a～14c及び無線IC18の周囲を周回するように発生する。よって、無線IC18は、磁界を妨げない。その結果、無線ICデバイス10gでは、磁界の乱れが発生しにくい。

[0101] (その他の実施形態)

本発明の実施形態に係る無線ICデバイスは、第1の実施形態ないし第7の実施形態において説明した無線ICデバイス10a～10gに限らず、その要旨の範囲内において変更可能である。

[0102] なお、コイル電極14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ICデバイス10の共振周波数がばらつかない程度で、コイル電極14の長さが僅かに1周を越えていることは許容される。

[0103] なお、共振周波数がばらつく原因として、人の手が無線ICデバイス10

に触れることを挙げたが、共振周波数がばらつく原因はこれに限らない。例えば、無線 IC デバイス 10 がカードケース等に入れて用いられる場合には、カードケース等が無線 IC デバイス 10 に触れることによっても、共振周波数はばらつく。

[0104] なお、絶縁シート 12 の形状は、必ずしも長形状である必要はないが、アンテナコイル L の内側に大きな孔や切り欠きなどが形成されていないことが好ましい。アンテナコイル L の内側に大きな孔や切り欠きが絶縁シート 12 に設けられていると、例えば、孔や切り欠きを介して、図 2 (b) の左側から人の手 Fin 3 が近づいて、電気力線 E 10 a が人の手を通過してしまうおそれがあるからである。

[0105] なお、無線 IC デバイス 10 a ~ 10 g では、コイル電極 14, 24, 34 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電極 14, 24, 34 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電極 14, 24, 34 から少しだけはみ出している。ただし、コイル電極 14, 24, 34 のはみ出している量は、共振周波数に影響を及ぼさない程度である必要がある。

[0106] 特に、前記のようにコイル電極 14, 24, 34 がずらして配置される場合には、図 17 に示す無線 IC デバイス 10 a のコイル電極 14 a の拡大図のように、z 軸方向から平面視したときに、z 軸方向の最も上側に位置しているコイル電極 14 a は、コイル電極 14 a ~ 14 d により構成される環の通過領域内において、絶縁シート 12 を挟んで、コイル電極 14 a ~ 14 d と離間して並んでいてはいけぬ。図 17 のように、コイル電極 14 が並んでいると、コイル電極 14 間において、無線 IC デバイス 10 a 外にはみ出す電気力線が発生してしまうからである。また、同様の理由により、z 軸方向から平面視したときに、z 軸方向の最も下側に位置しているコイル電極 14 d は、コイル電極 14 a ~ 14 d により構成される環の内部において、絶縁シート 12 を挟んで、コイル電極 14 a ~ 14 d と離間して並んでいては

いけない。また、図17では、無線ICデバイス10aを例にとって説明したが、無線ICデバイス10b~10gについても同様のことが言える。

[0107] (無線ICデバイスの製造方法)

本発明の一実施形態に係る無線IC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ICデバイスの一例として、無線ICデバイス10dの製造方法について説明する。併せて、無線ICデバイス10dが適用された無線ICカード80の製造方法についても説明する。図18は、無線ICカード80の分解斜視図である。

[0108] 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シート12を準備する。絶縁シート12のそれぞれに、図9に示すコイル電極14を形成する。コイル電極14が銅箔である場合には、該コイル電極14は、例えば、エッチング処理により形成される。

[0109] また、前記コイル電極14の形成と同時に、接続部16、20a、20b、20c、20d、40c、40d、42b、42cも、例えば、エッチング処理により形成する。より詳細には、絶縁シート12a上において、コイル電極14aと接続される接続部20aを形成すると共に、接続部20aから無線IC18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、絶縁シート12b、12c上に、絶縁シート12a~12dが積層された場合において、z軸方向から平面視したときに、接続部16と重なるように、接続部42b、42cを形成する。また、絶縁シート12b、12c上には、接続部42b、42cの形成と同時に、コイル電極14b、14cに接続される接続部20b、20cが形成される。更に、絶縁シート12d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、コイル電極14dに接続される接続部20dを形成する。絶縁シート12d上には、該接続部20dの形成と同時に、コイル電極14dに接続される接続部40dも形成される。

- [0110] なお、コイル電極 14 a ~ 14 d 及び接続部 16, 20 a, 20 b, 20 c, 20 d, 40 c, 40 d, 42 b, 42 c 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。
- [0111] 次に、z 軸方向から平面視したときに、複数のコイル電極 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、複数の絶縁シート 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, 42 b, 42 c, 20 d も互いに重なっている。絶縁シート 12 a ~ 12 d の積層が完了すると、これらを加熱・圧着する。
- [0112] 次に、コイル電極 14 a とコイル電極 14 b、接続部 20 b と接続部 20 c、接続部 40 c と 40 d、及び、接続部 16 と接続部 42 b と接続部 42 c と接続部 20 d の 4 箇所を、パウチング処理により接続する。この際、接続部 16 と接続部 42 b と接続部 42 c と接続部 20 d は、z 軸方向から平面視したときに重なっているため、一度のパウチング処理により一括して接続される。
- [0113] 次に、絶縁シート 12 a の接続部 16, 20 a 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, 20 a 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 10 d が完成する。
- [0114] 無線 IC デバイス 10 d が完成したら、図 18 に示すように、オーバーレイシート 82 a, 82 b を接着シート 84 a, 84 b 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 10 d の z 軸方向の上側に接着シート 84 a 及びオーバーレイシート 82 a を積層し、無線 IC デバイス 10 d の下側に接着シート 84 b 及びオーバーレイシート 82 b 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。
- [0115] 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 10 d の

製造方法について説明したが、無線 IC デバイス 10 a ~ 10 c についても、略同様の製造方法により製造可能である。ただし、無線 IC デバイス 10 a ~ 10 c では、パウチング処理ではなくビアホール導体 b によりコイル電極 14, 24, 34 が接続されている。したがって、パウチング処理が施される工程の代わりに、各絶縁シート 12 に対して、ビアホール導体 b を形成する工程が行われる。ビアホール導体 b は、絶縁シート 12 に対してレーザービームが照射されてビアホールが形成され、該ビアホールに導電性ペーストが充填されることにより形成される。特に、スクリーン印刷法によりコイル電極 14, 24, 34 が形成される場合には、ビアホールに対して導電性ペーストを充填する工程と同時に、絶縁シート 12 に導電性ペーストを塗布してコイル電極 14, 24, 34 を形成することが可能である。

[0116] なお、無線 IC デバイス 10 f 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

[0117] 本発明は、無線 IC デバイス及びその製造方法に有用であり、特に、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点において優れている。

符号の説明

[0118] b 1 ~ b 3, b 11 ~ b 13, b 21, b 22 ビアホール導体
10 a ~ 10 g 無線 IC デバイス
12 a ~ 12 d 絶縁シート
14 a ~ 14 d, 24 a, 24 d, 34 b, 54 a, 54 b コイル電極
16, 20 a ~ 20 d, 40 c, 40 d, 42 b, 42 c, 56 接続部
60 電磁結合モジュール
70 給電回路基板
80 無線 IC カード

請求の範囲

- [請求項1] 絶縁シートと、
前記絶縁シートを挟んで設けられると共に、互いに接続されることによりアンテナコイルを構成している複数のコイル電極と、
を備え、
前記複数のコイル電極は、前記絶縁シートの法線方向から平面視したときに、重なることにより一つの環を構成していること、
を特徴とする無線 I C デバイス。
- [請求項2] 前記絶縁シートは、複数積層されており、
法線方向の両端に位置する前記コイル電極は、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 1 に記載の無線 I C デバイス。
- [請求項3] 法線方向の両端に位置する前記コイル電極は、その他の前記コイル電極よりも広い線幅を有していること、
を特徴とする請求項 2 に記載の無線 I C デバイス。
- [請求項4] 法線方向の両端に位置する前記コイル電極は、法線方向から平面視したときに、その他の前記コイル電極の少なくとも一部を覆い隠していること、
を特徴とする請求項 3 に記載の無線 I C デバイス。
- [請求項5] 法線方向の両端に位置する前記コイル電極以外の前記コイル電極は、前記コイル軸の周囲を 1 周以上の長さで周回していること、
を特徴とする請求項 2 ないし請求項 4 のいずれかに記載の無線 I C デバイス。
- [請求項6] 前記アンテナコイルと接続され、かつ、送受信信号を処理する無線 I C を、
更に備えること、
を特徴とする請求項 2 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] 法線方向の最も上側に位置する前記絶縁シート上において、前記無線 I C 及び前記コイル電極に接続されている第 1 の接続部と、
法線方向の最も上側に位置する前記絶縁シート上において、前記無線 I C に接続されている第 2 の接続部と、
法線方向から平面視したときに、前記第 2 の接続部と重なるように、法線方向の最も上側及び下側に位置する前記絶縁シート以外の前記絶縁シート上に設けられている第 3 の接続部と、
法線方向の最も下側に位置する前記絶縁シート上において、法線方向から平面視したときに、前記第 2 の接続部と重なりと共に、前記コイル電極に接続されている第 4 の接続部と、
を更に備え、
前記第 1 の接続部、前記第 2 の接続部、前記第 3 の接続部、及び、前記第 4 の接続部は、法線方向から平面視したときに、同じ位置において接続されていること、
を特徴とする請求項 6 に記載の無線 I C デバイス。
- [請求項8] 送受信信号を処理する無線 I C と、該無線 I C と接続され、かつ、前記アンテナコイルと接続されているインダクタンス素子を含む給電回路基板と、を含む電磁結合モジュールを、
更に備えること、
を特徴とする請求項 2 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9] 法線方向の最も上側に位置する前記絶縁シート上において、前記給電回路基板及び前記コイル電極に接続されている第 1 の接続部と、
法線方向の最も上側に位置する前記絶縁シート上において、前記給電回路基板に接続されている第 2 の接続部と、
法線方向から平面視したときに、前記第 2 の接続部と重なるように、法線方向の最も上側及び下側に位置する前記絶縁シート以外の前記絶縁シートに設けられている第 3 の接続部と、

法線方向の最も下側に位置する前記絶縁シート上において、法線方向から平面視したときに、前記第2の接続部と重なると共に、前記コイル電極に接続されている第4の接続部と、

を更に備え、

前記第1の接続部、前記第2の接続部、前記第3の接続部、及び、前記第4の接続部は、法線方向から平面視したときに、同じ位置において接続されていること、

を特徴とする請求項6に記載の無線ICデバイス。

[請求項10]

前記無線ICは、法線方向から平面視したときに、前記複数のコイル電極により構成されている一つの環と重なるように設けられていること、

を特徴とする請求項6に記載の無線ICデバイス。

[請求項11]

前記環の外縁と前記絶縁シートの外縁との距離の最小値は、前記複数のコイル電極間の法線方向の距離よりも大きいこと、

を特徴とする請求項1ないし請求項10のいずれかに記載の無線ICデバイス。

[請求項12]

法線方向から平面視したときに、法線方向の両端に位置する前記コイル電極と重なる位置に設けられると共に、前記複数のコイル電極を接続する接続導体を、

更に備えること、

を特徴とする請求項1ないし請求項11のいずれかに記載の無線ICデバイス。

[請求項13]

法線方向から平面視したときに、法線方向の最も上側に位置する前記コイル電極又は法線方向の最も下側に位置する前記コイル電極は、前記環の通過領域内において、前記コイル電極と離間して並んでいないこと、

を特徴とする請求項1ないし請求項12のいずれかに記載の無線ICデバイス。

- [請求項14] 複数の絶縁シート上にコイル電極を形成する工程と、
前記絶縁シートの法線方向から平面視したときに、前記複数のコイル電極が、重なることにより一つの環を構成するように、前記複数の絶縁シートを積層する工程と、
を備えること、
を特徴とする無線 I C デバイスの製造方法。
- [請求項15] 法線方向の最も上側に位置する前記絶縁シート上において、前記コイル電極に接続されている第 1 の接続部を形成する工程と、
法線方向の最も上側に位置する前記絶縁シート上に第 2 の接続部を形成する工程と、
法線方向から平面視したときに、前記第 2 の接続部と重なるように、法線方向の最も上側及び下側に位置する前記絶縁シート以外の前記絶縁シートに第 3 の接続部を形成する工程と、
法線方向の最も下側に位置する前記絶縁シート上において、法線方向から平面視したときに、前記第 2 の接続部と重なりと共に、前記コイル電極に接続されている第 4 の接続部と、
前記複数の絶縁シートの積層後に、前記第 1 の接続部、前記第 2 の接続部、前記第 3 の接続部、及び、前記第 4 の接続部を一括して接続する工程と、
を更に備えること、
を特徴とする請求項 14 に記載の無線 I C デバイスの製造方法。
- [請求項16] 送受信信号を処理する無線 I C を前記第 1 の接続部及び前記第 2 の接続部に接続されるように実装する工程を、
更に備えること、
を特徴とする請求項 15 に記載の無線 I C デバイスの製造方法。
- [請求項17] 送受信信号を処理する無線 I C と、該無線 I C と接続されるインダクタンス素子とを含む給電回路基板を含む電磁結合モジュールを、前記第 1 の接続部及び前記第 2 の接続部に接続されるように実装する工

程を、

更に備えること、

を特徴とする請求項 15 に記載の無線 IC デバイスの製造方法。

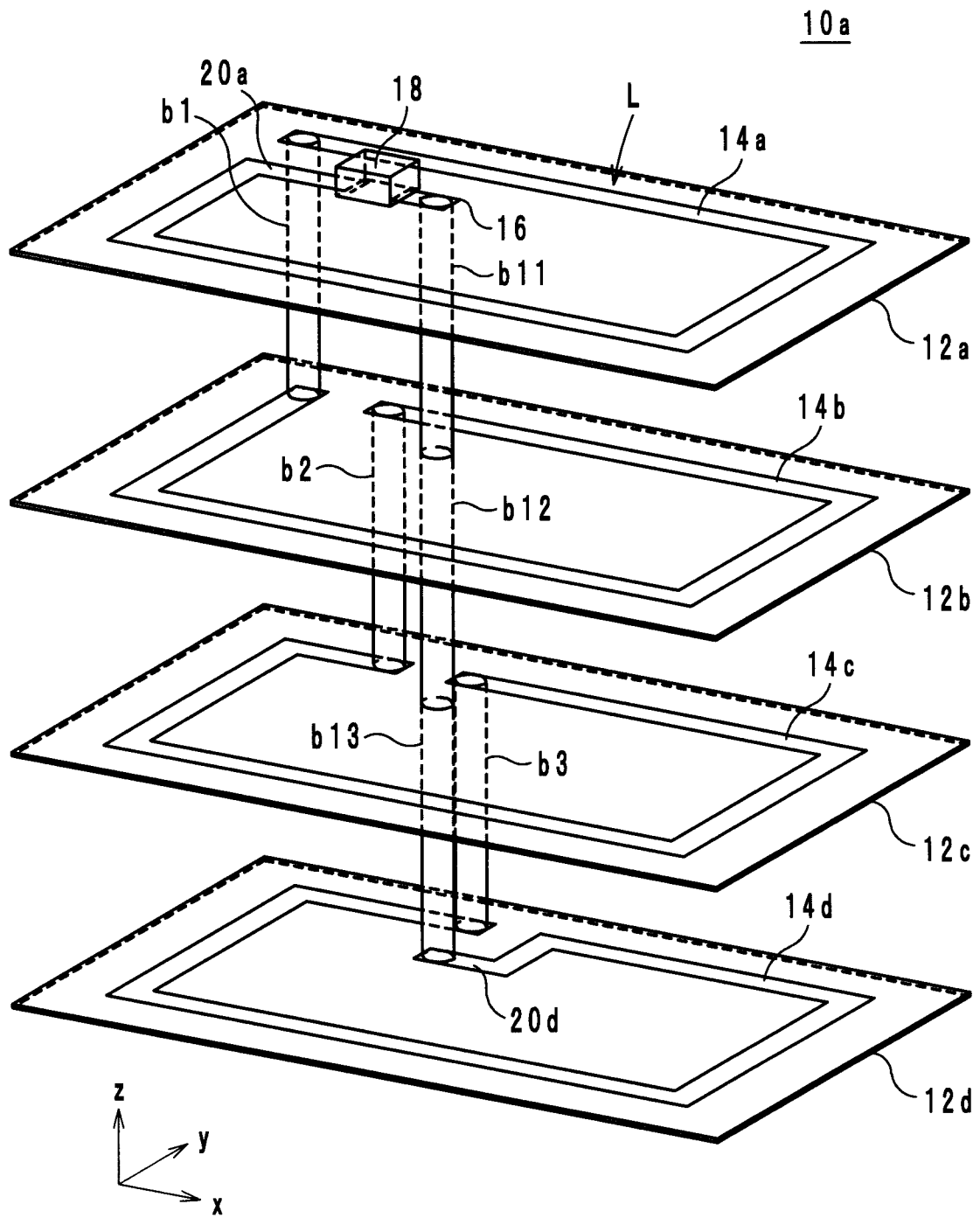
[請求項 18]

前記複数の絶縁シートに前記複数のコイル電極を接続するための接続導体を形成する工程を、

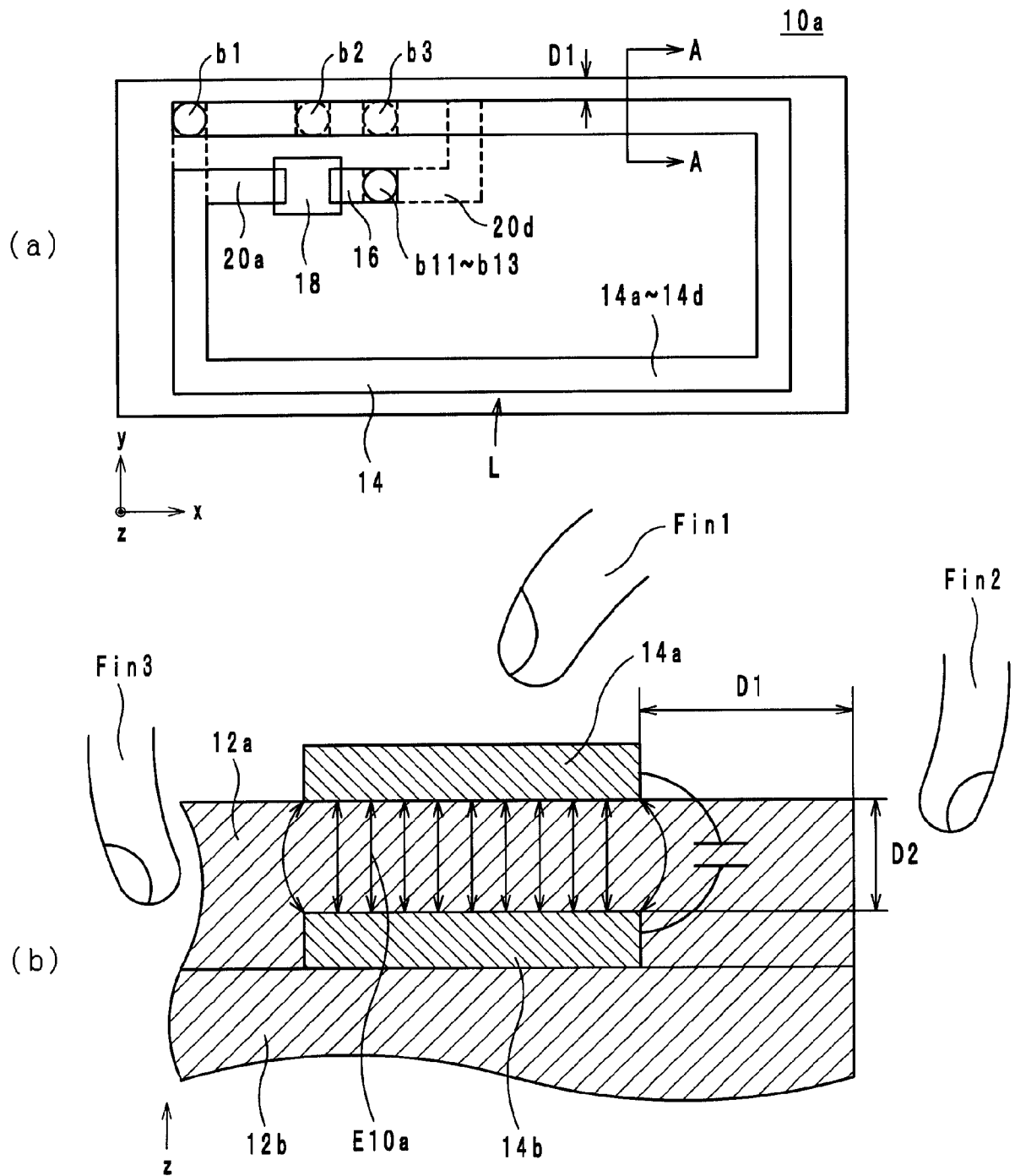
更に備えること、

を特徴とする請求項 14 に記載の無線 IC デバイスの製造方法。

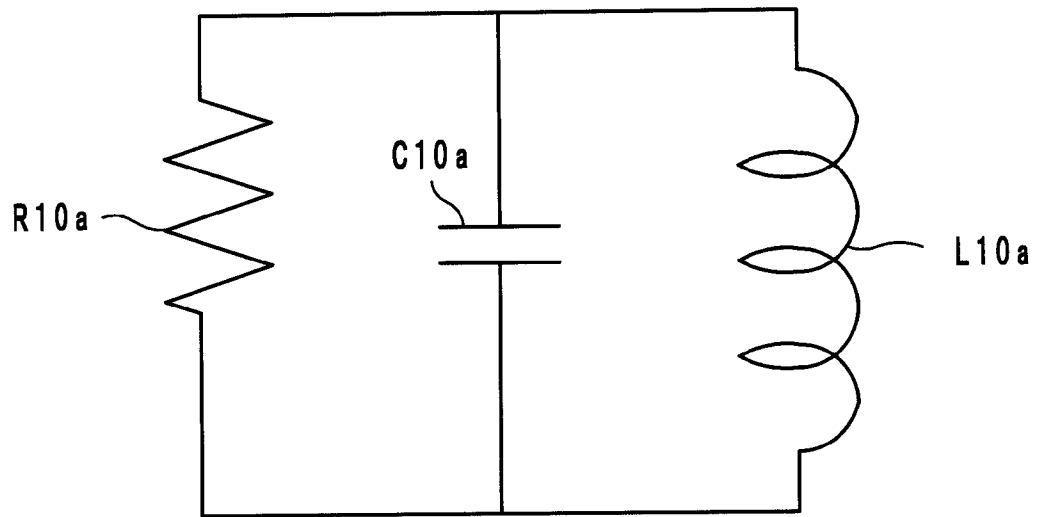
[図1]



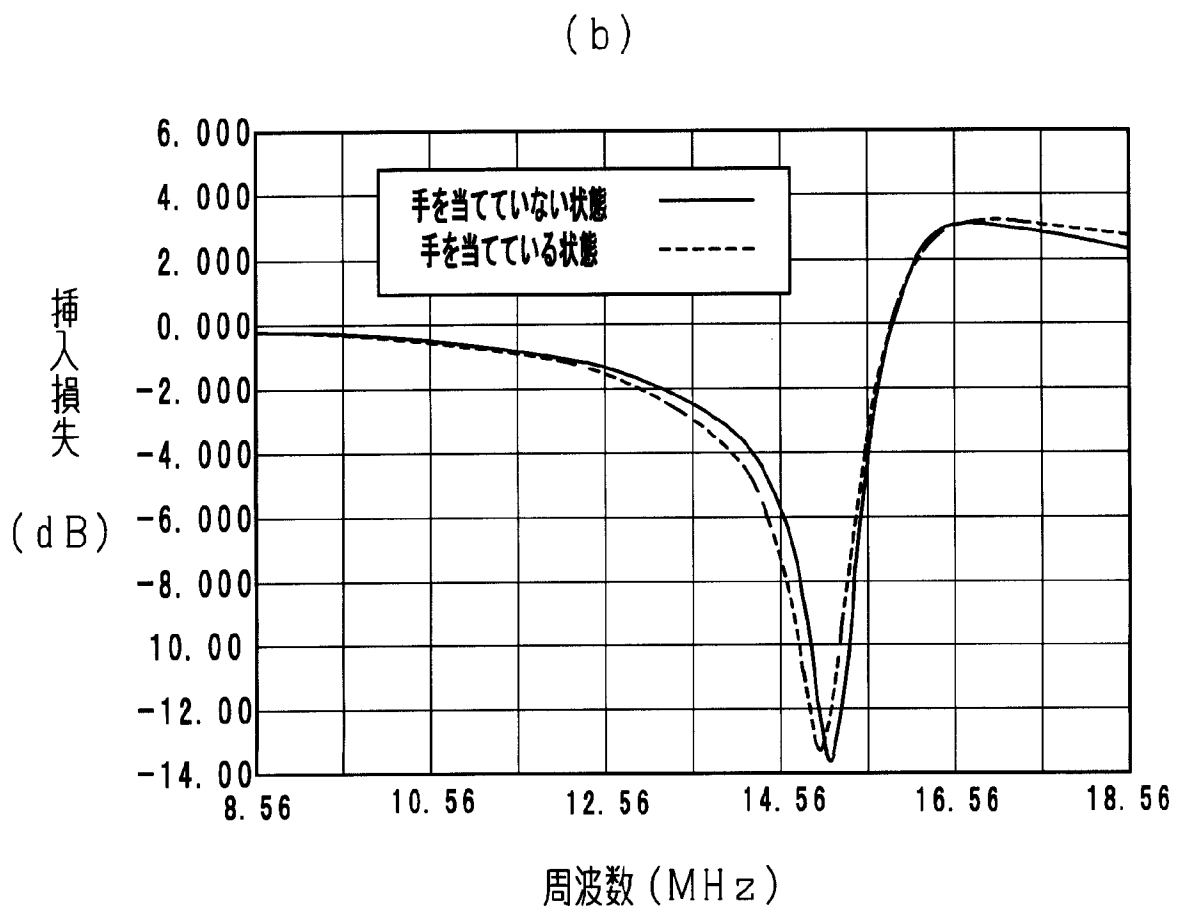
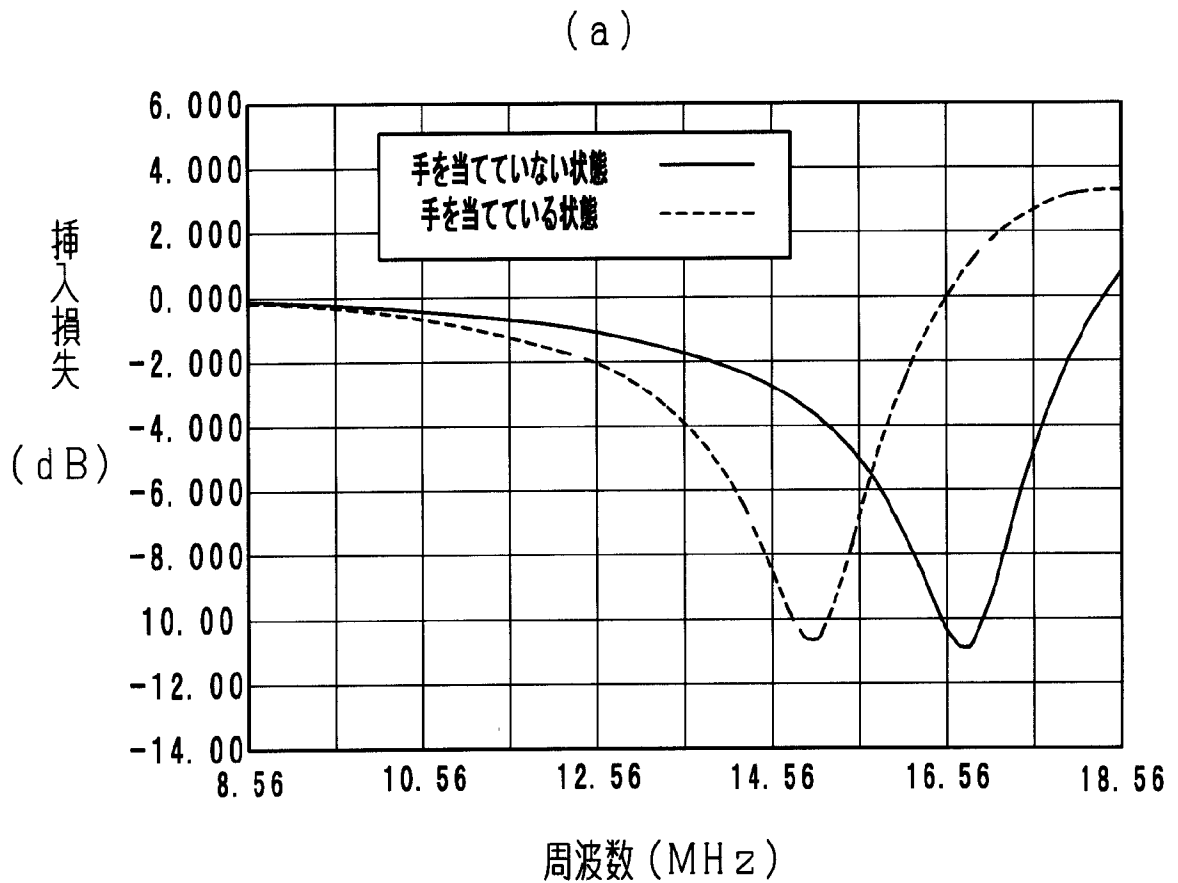
[図2]



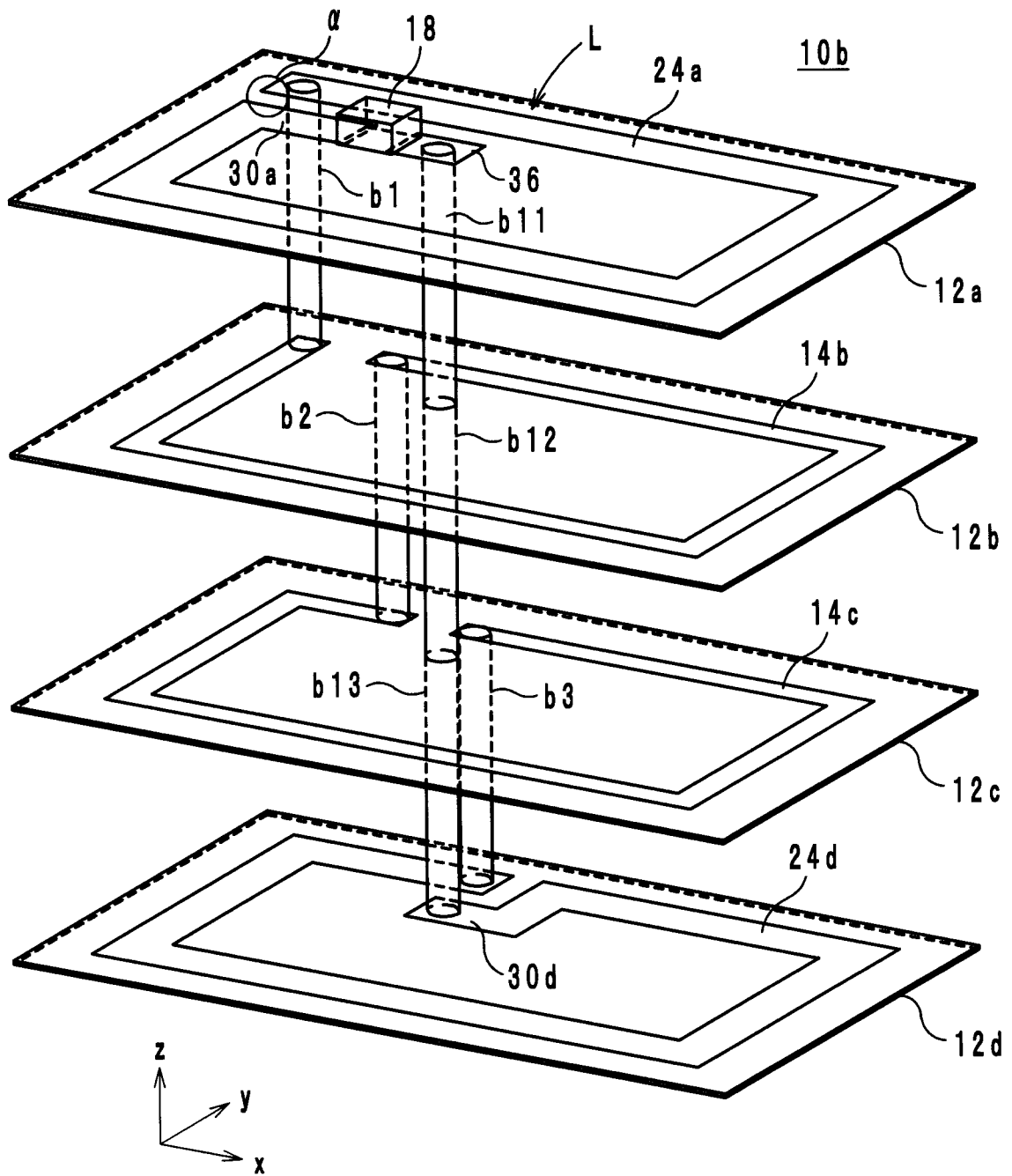
[図3]



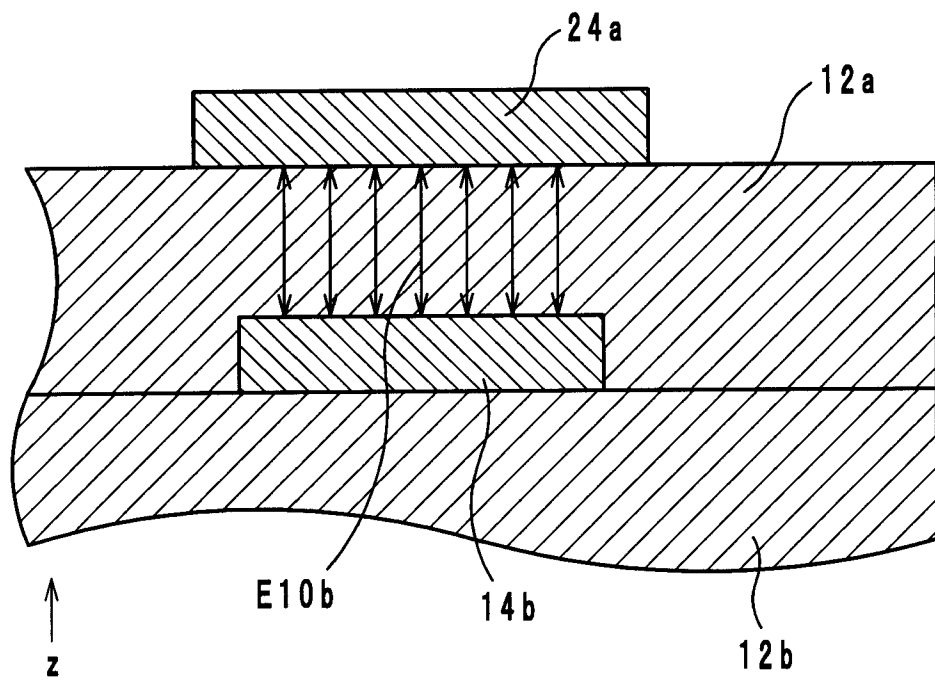
[図4]



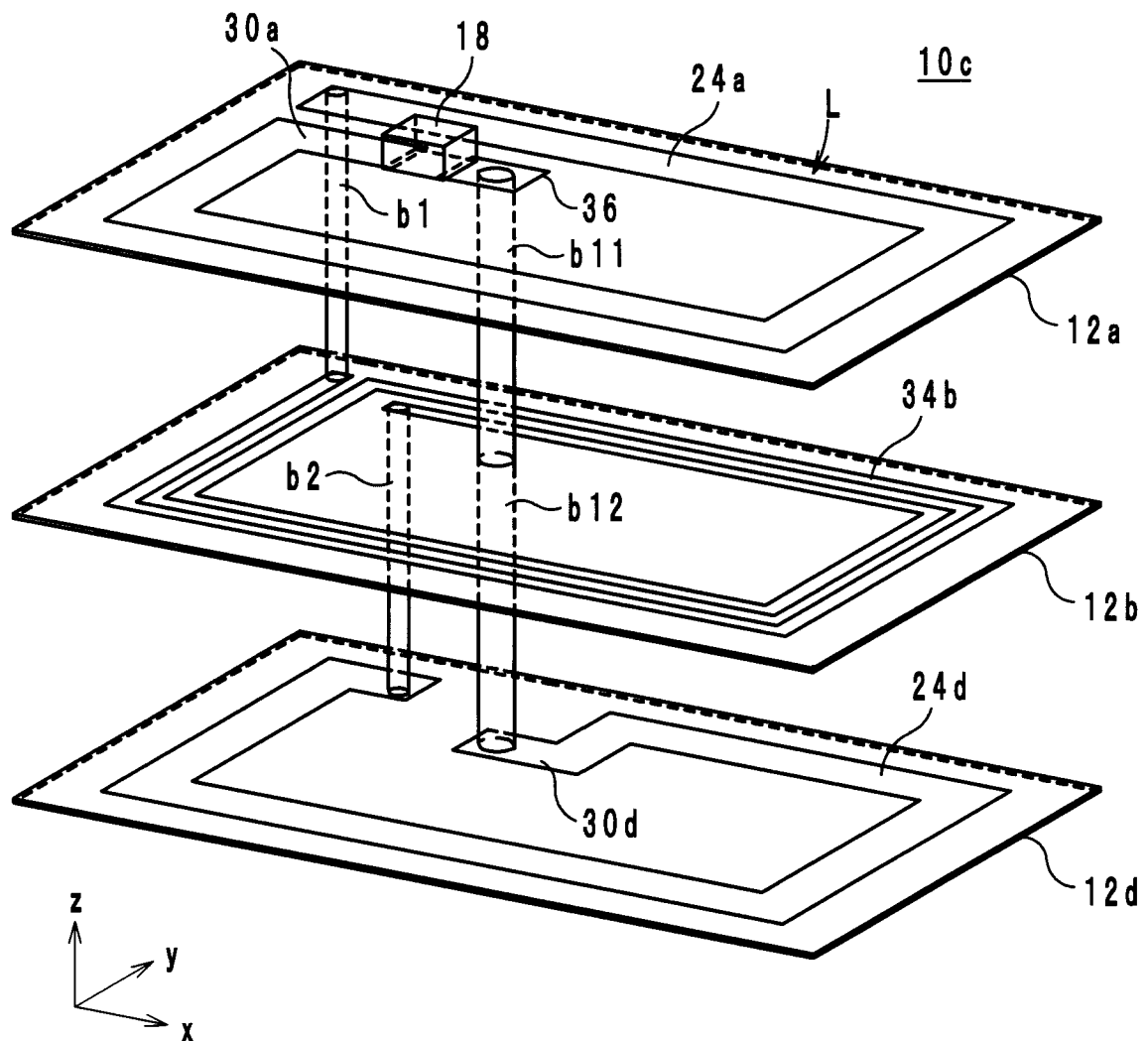
[図5]



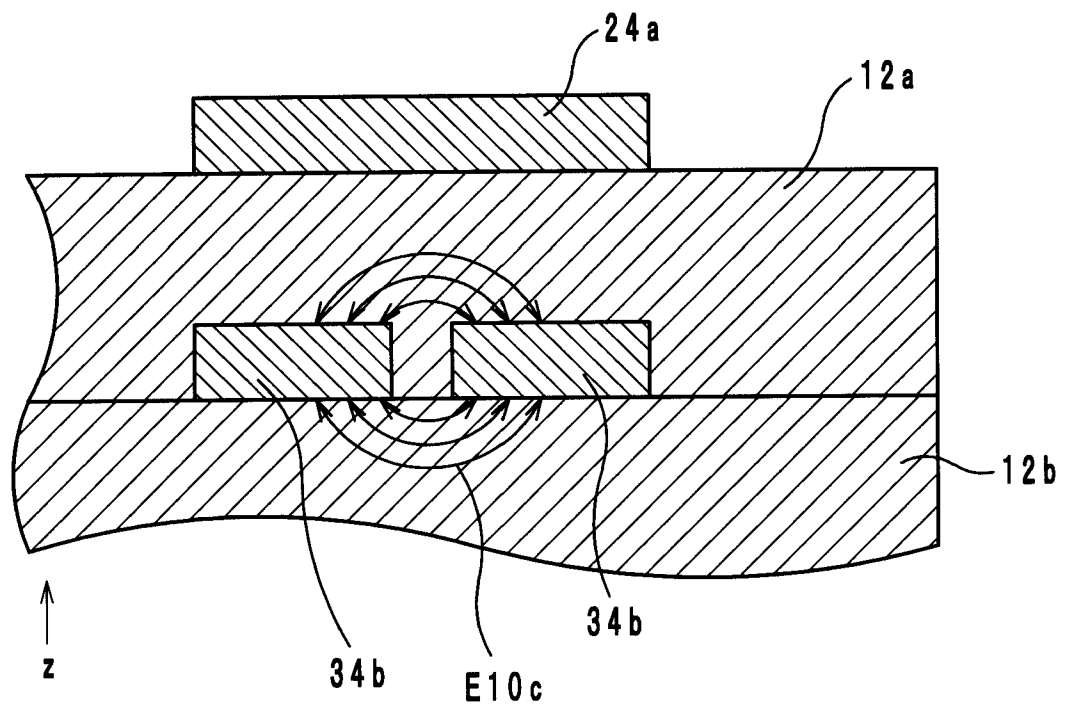
[図6]



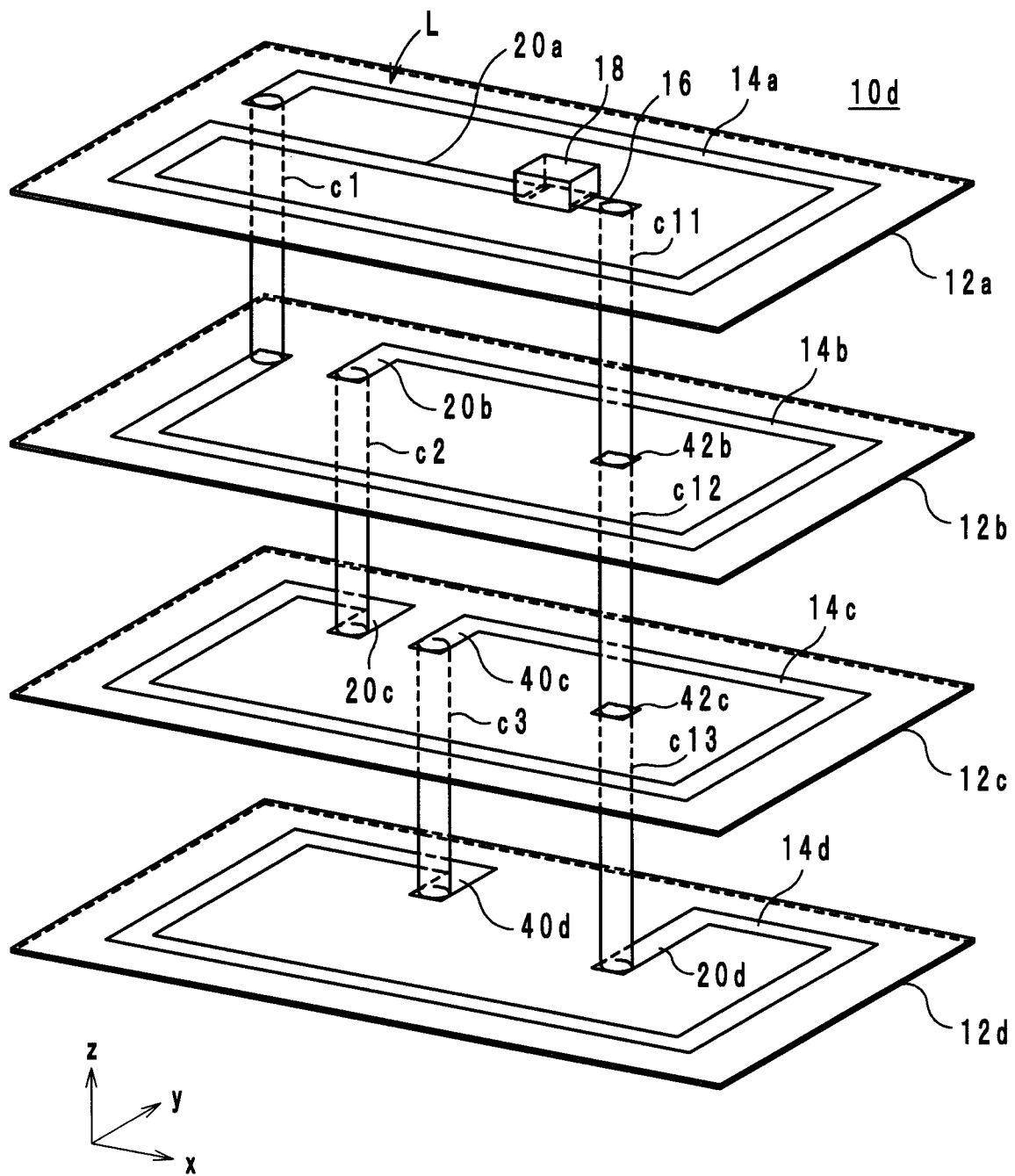
[図7]



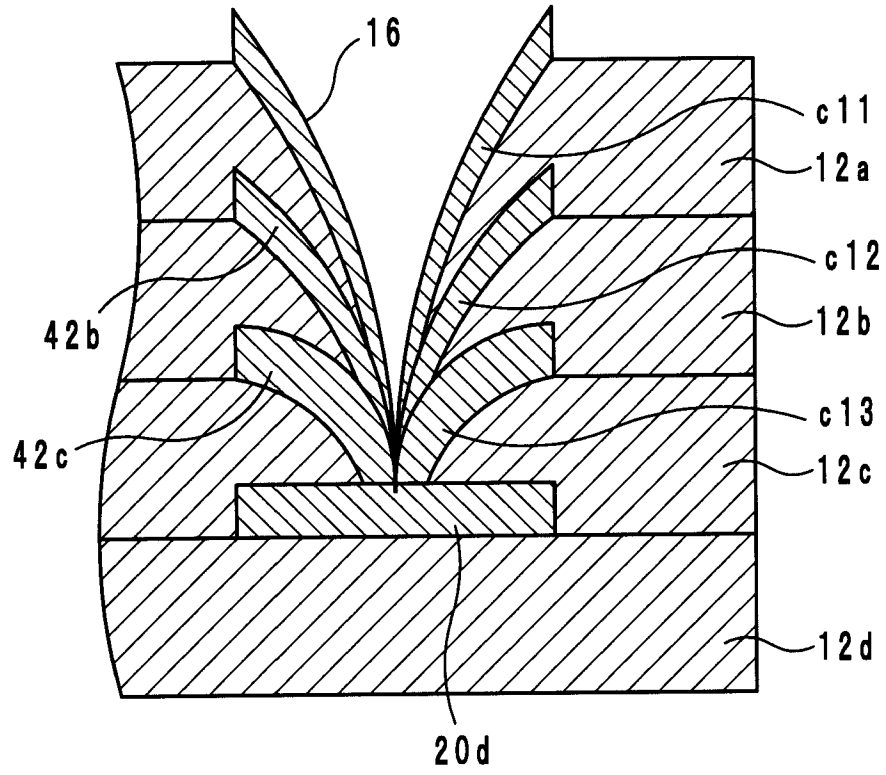
[図8]



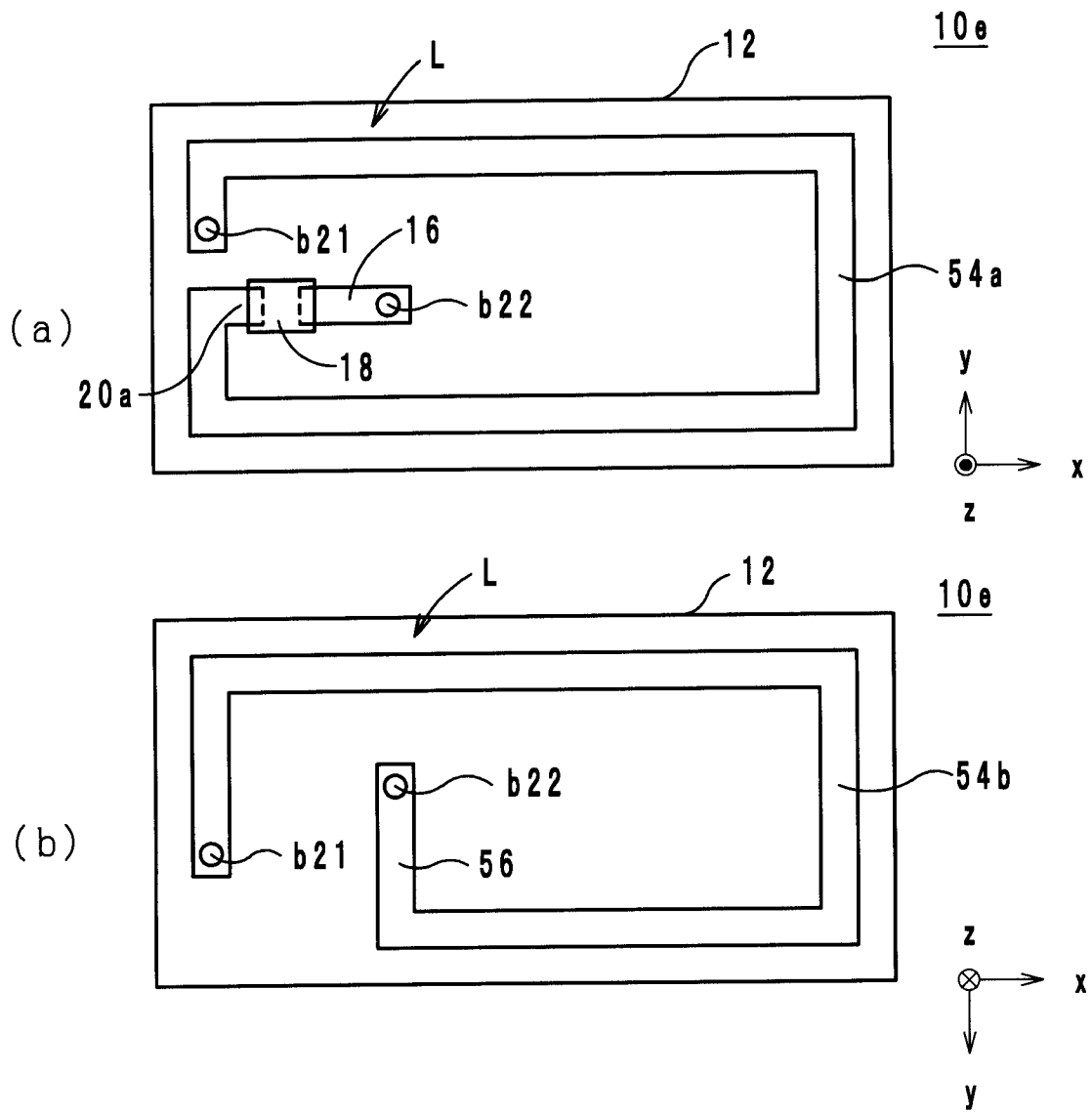
[図9]



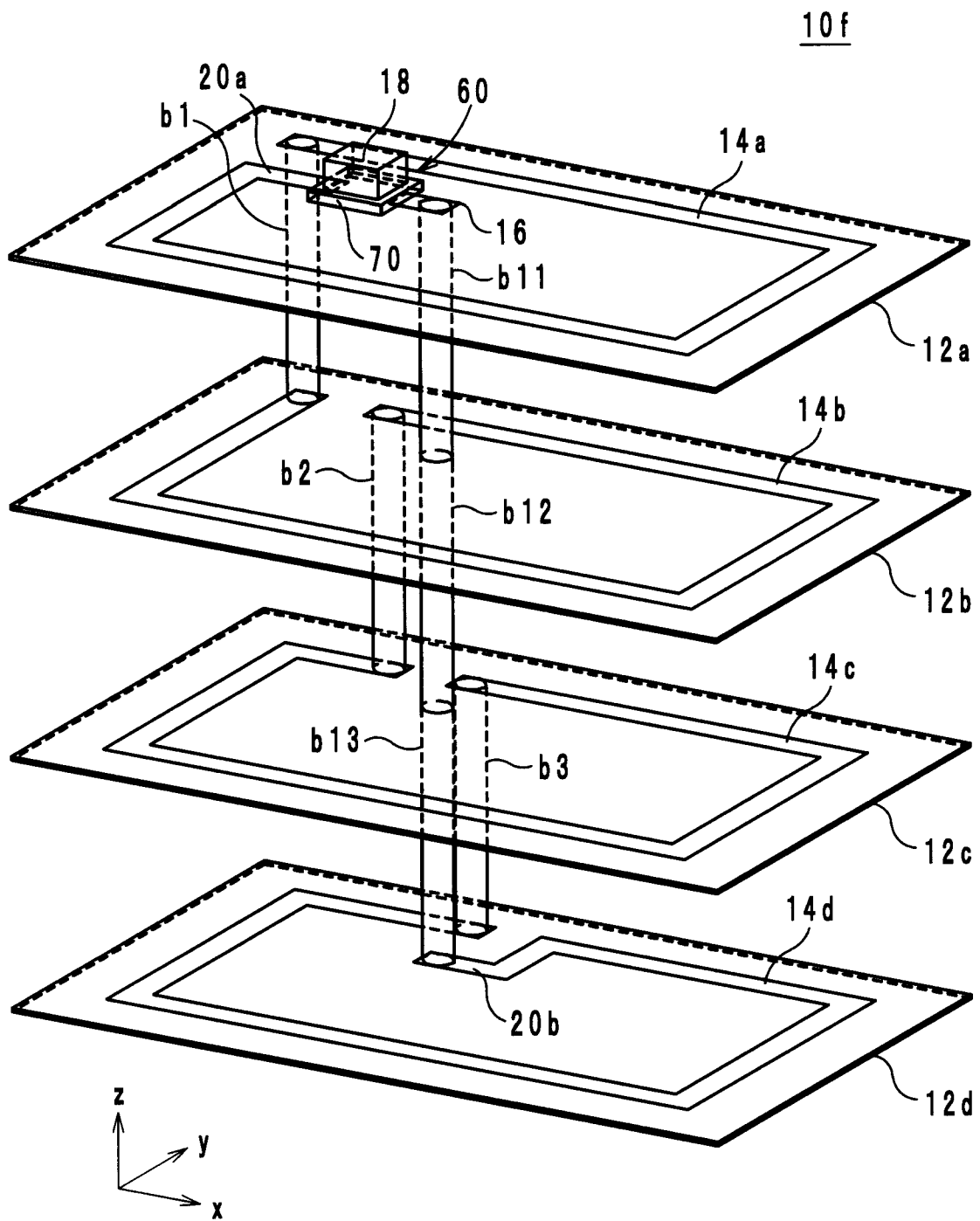
[図10]



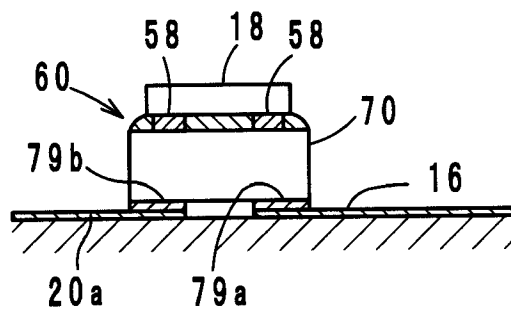
[図11]



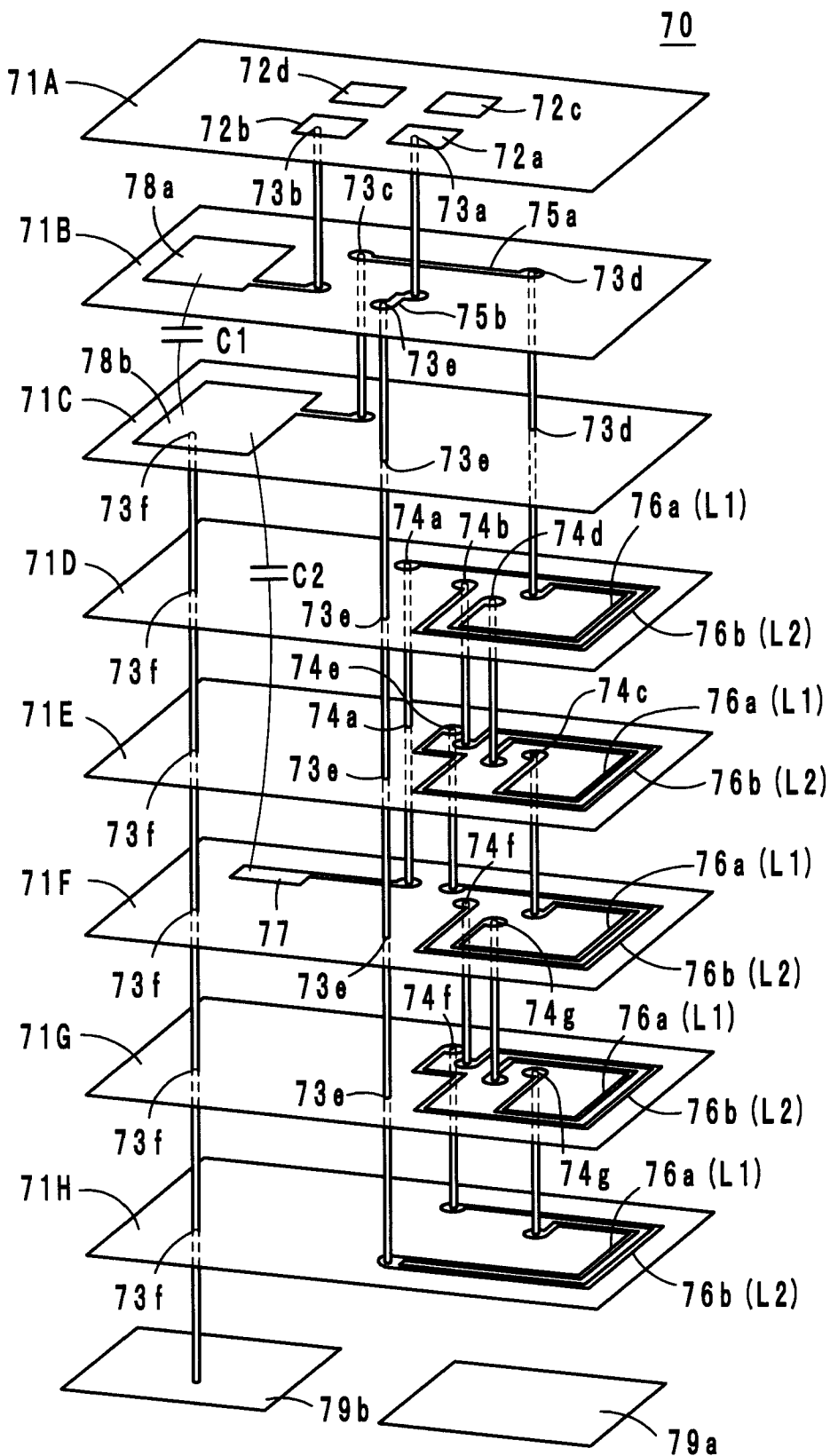
[図12]



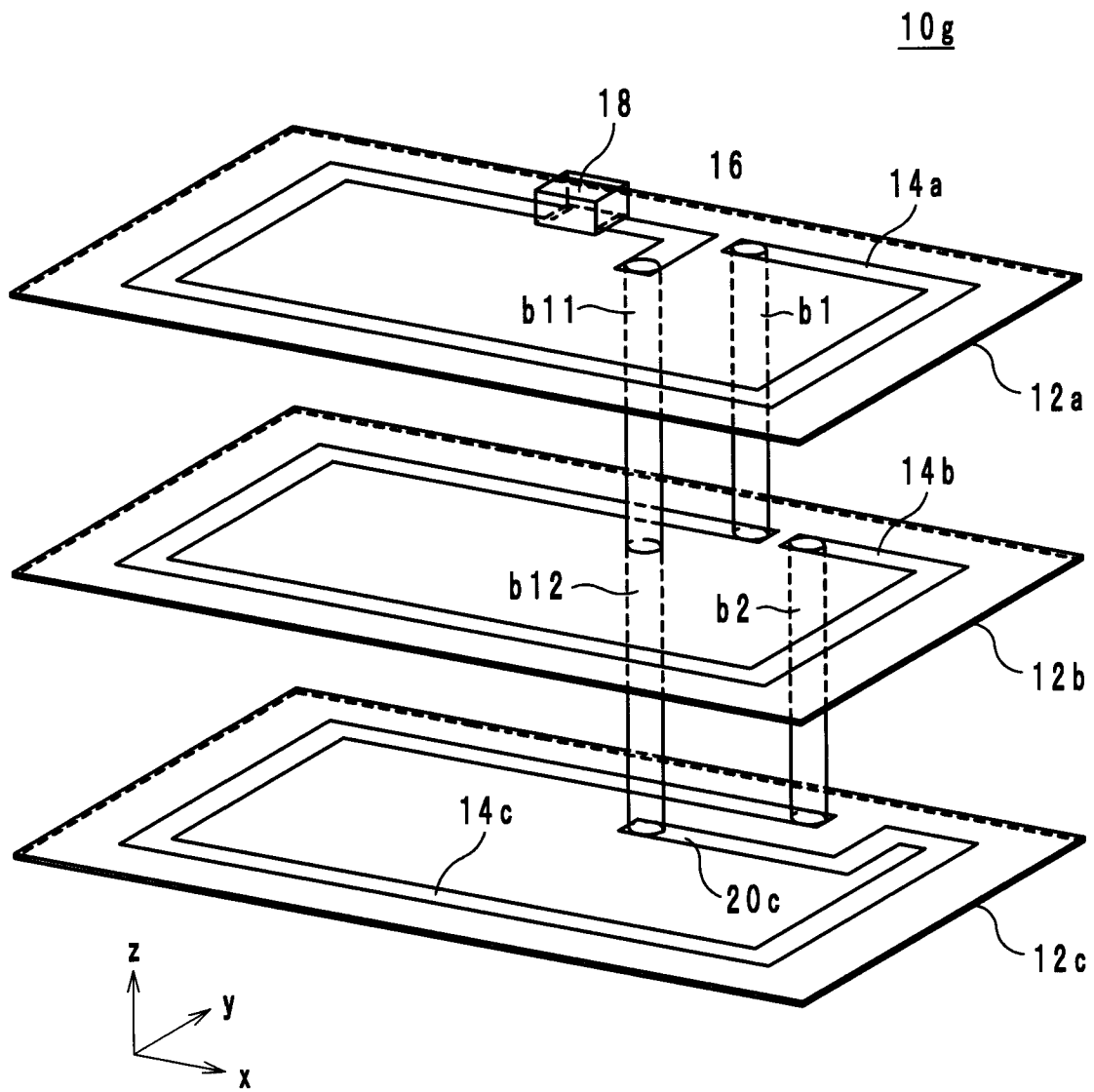
[図13]



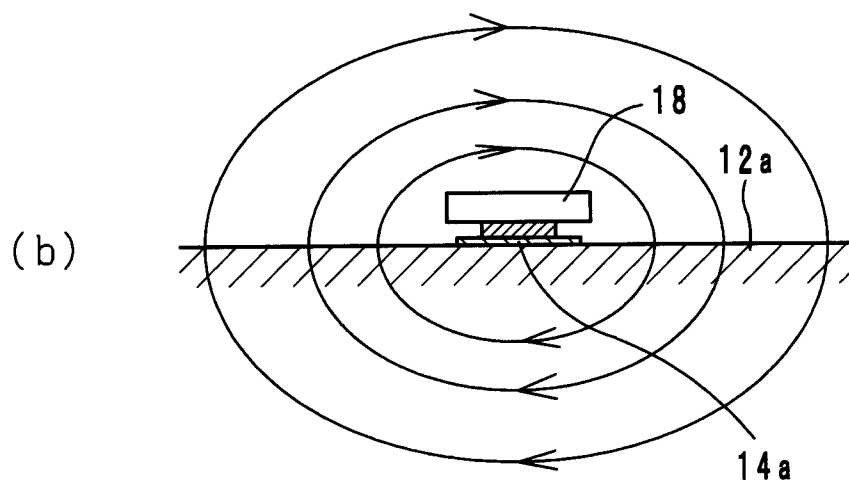
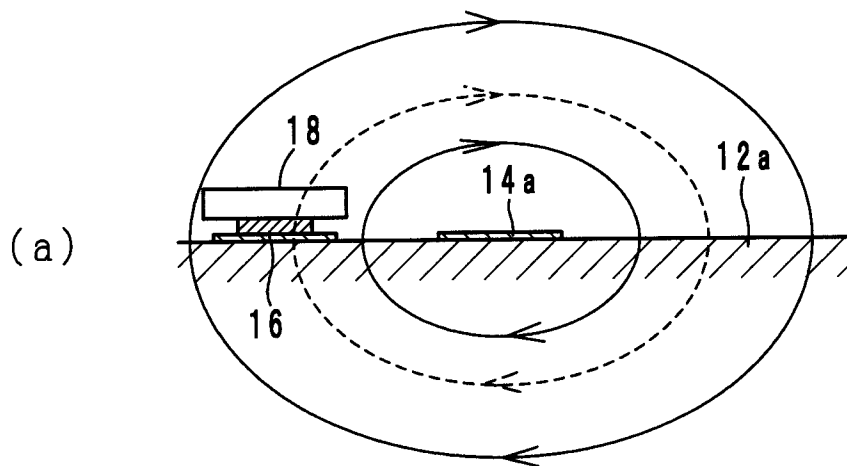
[図14]



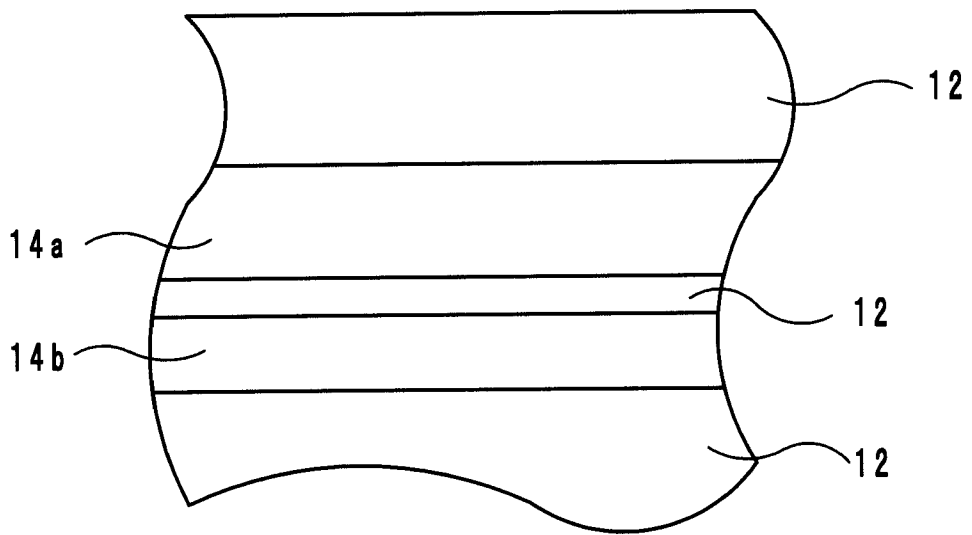
[図15]



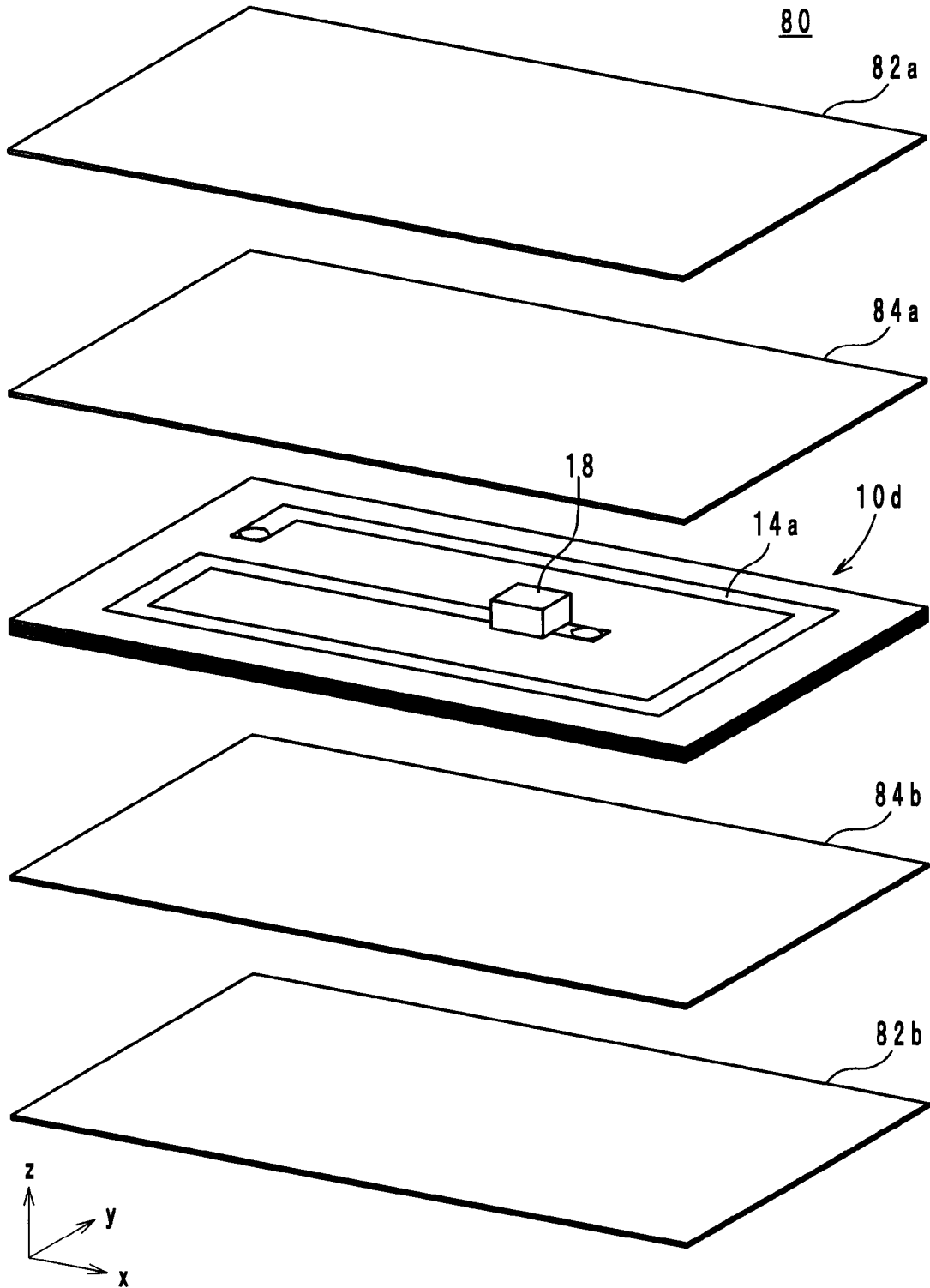
[図16]



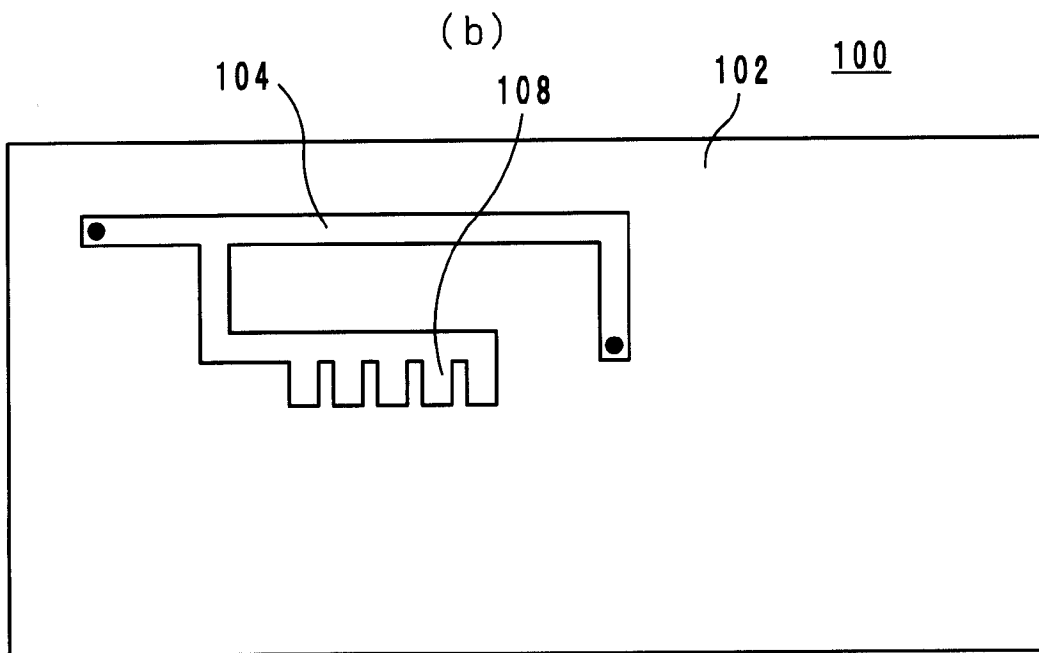
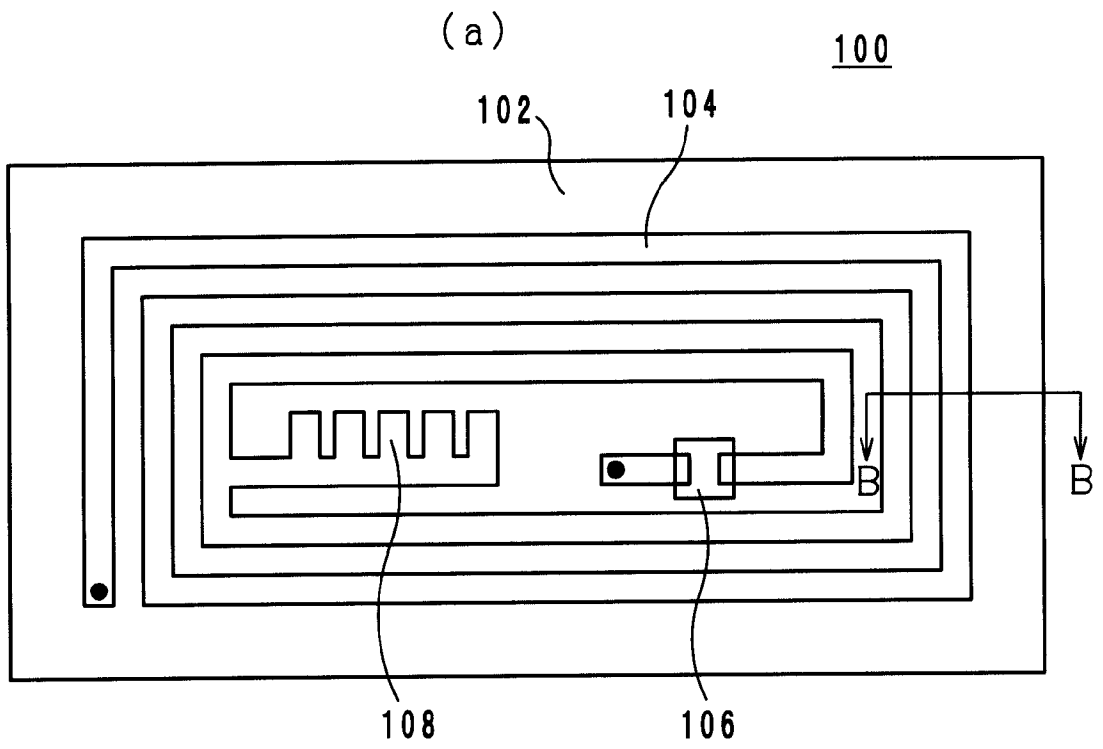
[図17]



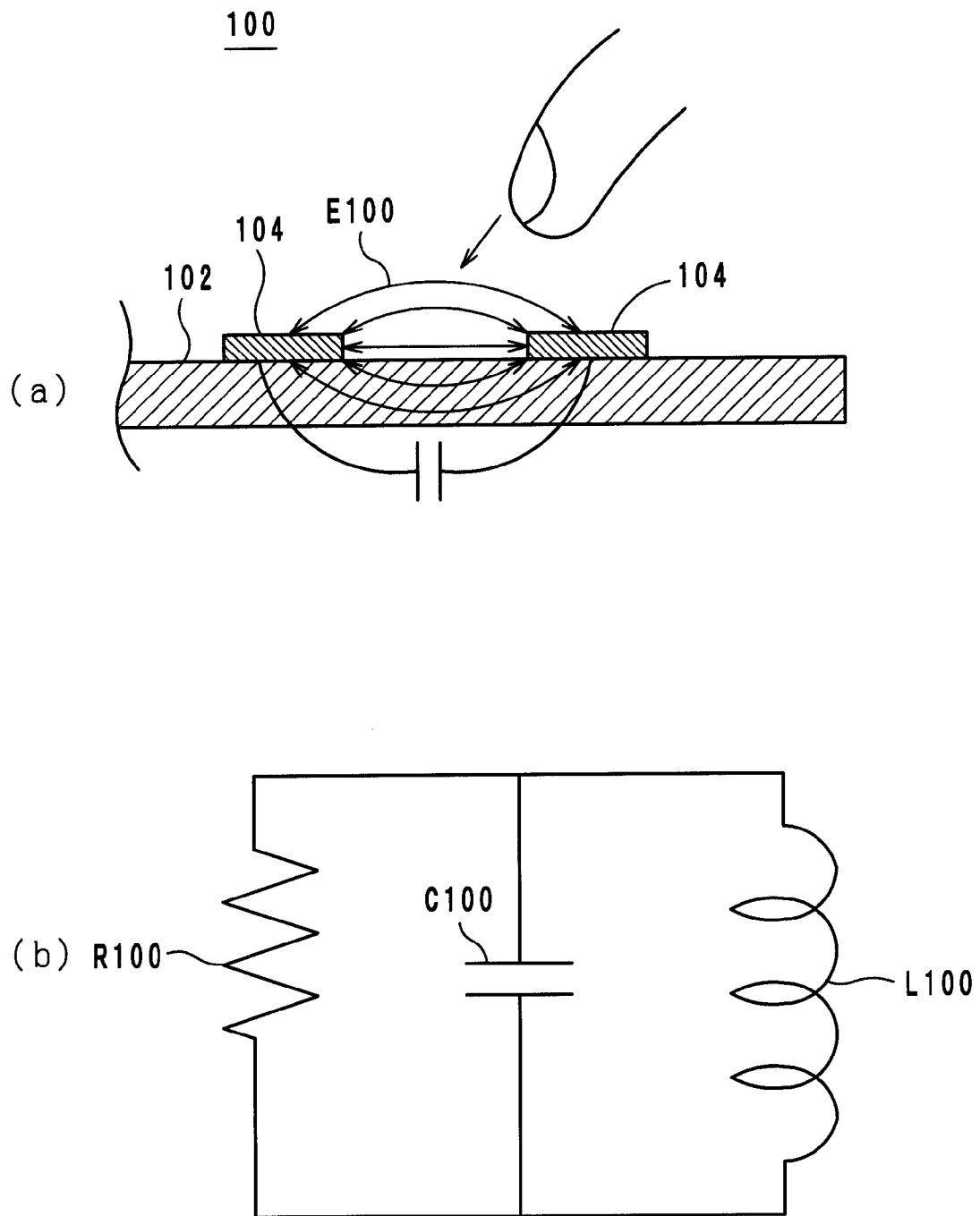
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/059259

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01Q7/00(2006.01) i, G06K19/07(2006.01) i, G06K19/077(2006.01) i, H01Q1/38(2006.01) i, H01Q23/00(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)
H01Q7/00, G06K19/07, G06K19/077, H01Q1/38, H01Q23/00

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.
Y A	JP 10-193851 A (Denso Corp.), 28 July, 1998 (28.07.98), Figs. 1, 4 (Family: none)	1, 2, 6-10, 12-18 3-5, 11
Y	JP 2006-042097 A (Kyocera Corp.), 09 February, 2006 (09.02.06), Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 6-10, 12-18
Y	JP 2008-072243 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 27 March, 2008 (27.03.08), Full text; all drawings (Family: none)	8, 9, 17

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 03 August, 2009 (03.08.09)	Date of mailing of the international search report 11 August, 2009 (11.08.09)
---	--

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, H01Q1/38(2006.01)i, H01Q23/00(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. H01Q7/00, G06K19/07, G06K19/077, H01Q1/38, H01Q23/00

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	1971-2009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
Y A	JP 10-193851 A (株式会社デンソー) 1998.07.28, 第1, 4 図 (ファミリーなし)	1, 2, 6-10, 12-18 3-5, 11
Y	JP 2006-042097 A (京セラ株式会社) 2006.02.09, 第1 図 (ファミリーなし)	1, 2, 6-10, 12-18
Y	JP 2008-072243 A (株式会社村田製作所) 2008.03.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	8, 9, 17

☐ 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、一般的な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

03.08.2009

国際調査報告の発送日

11.08.2009

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

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

5 T

3663