

(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
2017年8月31日(31.08.2017)

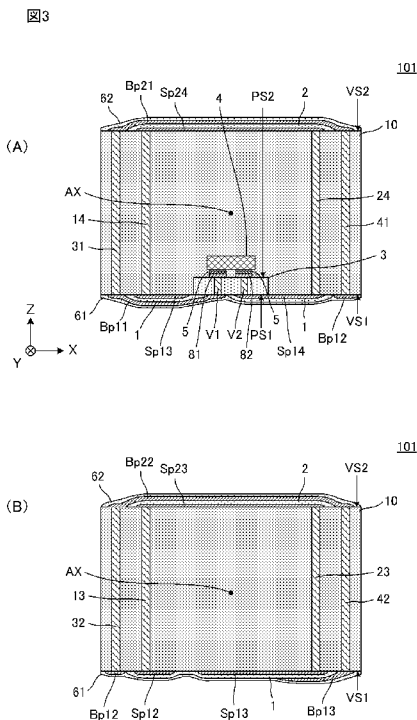


(10) 国際公開番号
WO 2017/145505 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 1/40 (2006.01) H01Q 1/24 (2006.01)
G06K 19/077 (2006.01) H01Q 7/00 (2006.01)
H01P 11/00 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/087703
 - (22) 国際出願日: 2016年12月19日(19.12.2016)
 - (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 2016-034401 2016年2月25日(25.02.2016) JP
 - (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
 - (72) 発明者: 加藤 登(KATO Noboru); 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
 - (74) 代理人: 特許業務法人 楓国際特許事務所 (KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE); 〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋1丁目4番34号 Osaka (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

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

(54) 発明の名称: 無線 IC デバイスおよび無線 IC デバイスの製造方法



(57) Abstract: This wireless IC device (101) is provided with a resin main body (10) having a first surface (VS1), a helical coil and an RFIC (4) which is connected to the helical coil. The helical coil comprises a large-diameter loop and a small-diameter loop. The large-diameter loop is configured of: a first large-diameter columnar conductor (31) or the like and a second large-diameter columnar conductor (41) or the like, which are embedded in the resin main body (10); and first large-diameter conductor patterns (Bp11, Bp12) or the like, which are formed on the first surface (VS1). The small-diameter loop is configured of: a first small-diameter columnar conductor (14) or the like and a second small-diameter columnar conductor or the like, which are embedded in the resin main body (10); and first small-diameter conductor patterns (Sp13, Sp14) or the like, which are formed on the first surface (VS1). A first insulating layer (1) is sandwiched in at least portions where the first large-diameter conductor patterns (Bp11, Bp12) or the like and the first small-diameter conductor patterns (Sp13, Sp14) or the like overlap each other.

(57) 要約: 本発明の無線 (IC) デバイス (101) は、第1面 (VS1) を有する樹脂本体 (10)、ヘリカル状コイル、ヘリカル状コイルに接続されるRFIC (4) を備える。ヘリカル状コイルは、大径ループおよび小径ループを備える。大径ループは、樹脂本体 (10) に埋設される第1大径柱状導体 (31) 等および第2大径柱状導体 (41) 等と、第1面 (VS1) に形成される第1大径導体パターン (Bp11, Bp12) 等とで構成される。小径ループは、樹脂本体 (10) に埋設される第1小径柱状導体 (14) 等および第2小径柱状導体等と、第1面 (VS1) に形成される第1小径導体パターン (Sp13, Sp14) 等とで構成される。少なくとも第1大径導体パターン (Bp11, Bp12) 等と第1小径導体パターン (Sp13, Sp14) 等とが重なる部分には、第1絶縁層 (1) が挟まれる。

WO 2017/145505 A1

明 細 書

発明の名称：

無線 I C デバイスおよび無線 I C デバイスの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、RFID (Radio Frequency Identification) タグをはじめとする近距離無線通信装置等に用いられるヘリカル状コイルを備える無線 I C デバイスに関する発明である。

背景技術

[0002] HF 帯の RFID タグはカードサイズのものが一般的であるが、商品管理等に用いるために、占有面積の小さな小型の RFID タグが求められることがある。小型の HF 帯 RFID タグとしては、特許文献 1, 2 に示されるような形状の RFID タグが知られている。これら小型の RFID タグは、いわゆるシート積層工法を利用した RFID タグであり、積層型のヘリカル状コイル (コイルアンテナ) を多層基板に内蔵し、RFIC チップを多層基板に搭載したものである。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2007-102348 号公報
特許文献 2：国際公開第 2011/108340 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 発明者は、上記小型の RFID タグを開発する過程で、特許文献 1, 2 に示されるような RFID タグにおいては、次のような課題があることを見いだした。

[0005] (a) 特許文献 1, 2 に示される RFID タグは、RFIC チップの主面がヘリカル状コイルの中心軸と交差する位置に配置されたものである。そのため、RFIC チップを実装するための電極 (ランドパターン) がヘリカル状

コイルの巻回軸と交差する。その結果、RFICチップ実装用電極およびRFICチップが、ヘリカル状コイルによる磁界の形成を妨げてしまう傾向にある。なお、RFICチップをコイル開口の外側に配置すれば、磁界の形成を妨げにくくなるが、体積が大きくなってしまふ。

[0006] (b) 特に、ヘリカル状コイルをシート積層工法で製造する場合に、シートの積みずれ（積層位置精度）や積層体の平坦性を考慮する必要があり、シートの積層数の増加やコイルパターンの厚膜化には限界がある。そのため、得られるインダクタンス値には制限があり、特に直流抵抗（DCR: direct current resistance）の小さなヘリカル状コイルを得ることは難しい。なお、シートの面方向にコイル巻回軸が向くようにコイルパターンを形成することは可能であるが、この場合には上記シートの積層数の限界により、コイル開口面積を大きくすることは困難であり、直流抵抗の小さなヘリカル状コイルを得ることは難しい。

[0007] 本発明の目的は、所望のインダクタンス値を有し、且つ、優れた電気特性を有する、特に直流抵抗の低減が可能な小型のヘリカル状コイルを備える無線ICデバイスを提供することにある。また、上記無線ICデバイスの製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] (1) 本発明の無線ICデバイス(101)は、
第1面(VS1)および前記第1面(VS1)に対向する第2面(VS2)を有する樹脂本体(10)と、
前記樹脂本体(10)に埋設される第1部分と、前記樹脂本体(10)の表面にパターンニングされる第2部分とを有し、且つ、前記第1面(VS1)に沿った巻回軸(AX)を有するヘリカル状コイル(HC1)と、
第1絶縁層(1)と、
前記ヘリカル状コイル(HC1)に接続されるRFIC(4)と、
を備え、
前記ヘリカル状コイル(HC1)は、

大径ループ（BL 1， BL 2， BL 3， BL 4）と、

前記大径ループ（BL 1， BL 2， BL 3， BL 4）に導通し、前記巻回軸（AX）方向（Y軸方向）から視て、前記大径ループ（BL 1， BL 2， BL 3， BL 4）の外径の内側に配置される小径ループ（SL 1， SL 2， SL 3， SL 4）と、

を備え、

前記第1部分は、前記小径ループ（SL 1， SL 2， SL 3， SL 4）の一部を構成する第1小径柱状導体（11， 12， 13， 14）および第2小径柱状導体（21， 22， 23， 24）、ならびに前記大径ループ（BL 1， BL 2， BL 3， BL 4）の一部を構成する第1大径柱状導体（31， 32， 33， 34）および第2大径柱状導体（41， 42， 43， 44）を含み、

前記第2部分は、前記第1面（VS 1）に形成され、前記大径ループ（BL 1， BL 2， BL 3， BL 4）の一部を構成する第1大径導体パターン（Bp 11， Bp 12， Bp 13， Bp 14）と、前記第1面（VS 1）に形成され、前記小径ループ（SL 1， SL 2， SL 3， SL 4）の一部を構成する第1小径導体パターン（Sp 11， Sp 12， Sp 13， Sp 14）とを含み、

少なくとも前記第1大径導体パターン（Bp 11， Bp 12， Bp 13， Bp 14）と前記第1小径導体パターン（Sp 11， Sp 12， Sp 13， Sp 14）とが重なる部分には、第1絶縁層（1）が挟まれることを特徴とする。

[0009] この構成では、小径導体パターンと大径導体パターンとが同一平面上に形成されておらず、小径導体パターンと大径導体パターンとが重なる部分に絶縁層が介在するため、小径導体パターンと大径導体パターンとが接触（線間ショート）する可能性は低い。したがって、ジャンパーチップ等の接続部材を別途設けることなく、大径導体パターンと小径導体パターンとの絶縁が確保される。そのため、大径ループおよび小径ループを、巻回軸方向に狭いピ

ッチで配列することができ、所期のターン数・所期のインダクタンス値を有するヘリカル状コイルを得やすくなる。また、この構成では、第1面に直交する方向から視て、小径導体パターンと大径導体パターンとが一部重なるため、小径導体パターンおよび大径導体パターンの線幅を容易に太くでき、ヘリカル状コイルのDCRをさらに低減できる。

[0010] また、本実施形態では、ヘリカル状コイルを構成する大径ループおよび小径ループの少なくとも一部が、金属部材（柱状導体）で構成されている。そのため、導電性ペーストの焼成による焼結金属体や、導電性薄膜のエッチングによる薄膜金属体等で構成する場合に比べて大径ループおよび小径ループのDCRを小さくできるので、Q値が高く、低損失のヘリカル状コイルが得られる。また、ヘリカル状コイル全体の低抵抗化が可能となるため、高感度の無線ICデバイス、または高感度の割に小型の無線ICデバイスが得られる。

[0011] (2) 上記(1)において、前記第2部分は、前記第2面に形成され、前記小径ループの一部を構成する第2小径導体パターンと、前記第2面に形成され、前記大径ループの一部を構成する第2大径導体パターンとを含んでいてもよい。

[0012] (3) 上記(2)において、少なくとも前記第2大径導体パターンと前記第2小径導体パターンとが重なる部分には、第2絶縁層が挟まれることが好ましい。この構成では、第1面に直交する方向から視て、小径導体パターンと大径導体パターンとが一部重なるため、小径導体パターンおよび大径導体パターンの線幅を容易に太くでき、ヘリカル状コイルのDCRをさらに低減できる。

[0013] (4) 本発明の無線ICデバイスは、

第1面(VS1)および前記第1面(VS1)に対向する第2面(VS2)を有する樹脂本体(10)と、

前記樹脂本体(10)に埋設される第1部分と、前記樹脂本体(10)の表面にパターンニングされる第2部分とを有し、且つ、前記第1面(VS1)

に沿った巻回軸（AX）を有するヘリカル状コイル（HC1）と、
前記ヘリカル状コイル（HC1）に接続されるRFIC（4）と、
を備え、

前記ヘリカル状コイル（HC1）は、

大径ループ（BL1, BL2, BL3, BL4）と、

前記大径ループ（BL1, BL2, BL3, BL4）に導通し、前記
巻回軸方向（Y軸方向）から視て、前記大径ループ（BL1, BL2, BL
3, BL4）の外径の内側に配置される小径ループ（SL1, SL2, SL
3, SL4）と、

を備え、

前記第1部分は、前記大径ループ（BL1, BL2, BL3, BL4）の
一部を構成する一連の金属部材である大径U字状導体（Bb1等）と、前記
小径ループ（SL1, SL2, SL3, SL4）の一部を構成する一連の金
属部材である小径U字状導体（Sb4等）とを含む、

前記第2部分は、前記第1面（VS1）に形成され、前記大径ループ（
BL1, BL2, BL3, BL4）の一部を構成する第1大径導体パターン
（Bp11, Bp12等）と、前記第1面に形成され、前記小径ループ（S
L1, SL2, SL3, SL4）の一部を構成する第1小径導体パターン（
Sp13, Sp14等）とを含み、

少なくとも前記第1大径導体パターン（Bp11, Bp12等）と前記
第1小径導体パターン（Sp13, Sp14等）とが重なる部分には、第1
絶縁層（1）が挟まれることを特徴とする。

[0014] この構成では、ヘリカル状コイルを構成する大径ループおよび小径ループの少なくとも一部が、金属部材（U字状導体）で構成されている。そのため、導電性ペーストの焼成による焼結金属体や、導電性薄膜のエッチングによる薄膜金属体等で構成する場合に比べて大径ループおよび小径ループのDCRを小さくできるので、Q値が高く、低損失のヘリカル状コイルが得られる。また、ヘリカル状コイル全体の低抵抗化が可能となるため、高感度の無線

ICデバイス、または高感度の割に小型の無線ICデバイスが得られる。

[0015] (5) 上記(1)から(4)のいずれかにおいて、第1主面および第2主面を有する配線板をさらに備え、前記配線板は、前記第2主面が前記樹脂本体の内側に埋設し、前記第1主面が前記樹脂本体から露出するように配置され、前記RFICは、前記第2主面に実装され、少なくとも一部が前記樹脂本体に埋設されていてもよい。

[0016] (6) 上記(1)から(5)のいずれかにおいて、前記大径ループおよび前記小径ループは、前記第2面を平面視して、前記巻回軸方向に沿って隙間なく配列されることが好ましい。この構成により、ヘリカル状コイルに発生した磁束、互いに隣接する大径ループと小径ループとの間隙から漏れ難い。そのため、高いインダクタンス値を有するヘリカル状コイルを構成できる。

[0017] (7) 上記(1)から(6)のいずれかにおいて、前記大径ループおよび前記小径ループは、前記第1面に平行な方向、且つ前記巻回軸方向に直交する方向から視て、前記巻回軸方向に沿って隙間なく配列されることが好ましい。この構成により、ヘリカル状コイルに発生した磁束が、互いに隣接する大径ループと小径ループとの間隙から漏れ難い。そのため、高いインダクタンス値を有するヘリカル状コイルを構成できる。

[0018] (8) 上記(1)から(7)のいずれかにおいて、前記ヘリカル状コイルは、前記大径ループおよび前記小径ループが、前記巻回軸方向に交互に順次配列され、且つ、交互に順次接続されて構成されることが好ましい。この構成により、ターン数の割に占有面積(特に巻回軸方向の寸法)が小さなヘリカル状コイルを実現できる。また、この構成により、インダクタンスに寄与しない導体を短くできるため、ヘリカル状コイルのDCRをさらに低減できる。

[0019] (9) 上記(1)から(8)のいずれかにおいて、前記大径ループの数および前記小径ループの数は複数であり、複数の前記大径ループは、互いに接続されてヘリカル状の大径コイルを構成し、複数の前記小径ループは、互いに接続されてヘリカル状の小径コイルを構成し、前記ヘリカル状コイルは、前

記大径コイルに前記小径コイルが接続されて構成されることが好ましい。この構成により、小型の割にターン数の多いヘリカル状コイルを容易に構成できる。

[0020] (10) 上記(9)において、前記巻回軸方向における前記大径コイルの第1端から第2端へ向かう延伸方向は、前記巻回軸方向における前記小径コイルの第1端から第2端へ向かう延伸方向とは逆方向であり、前記大径コイルの前記第2端は、前記小径コイルの前記第1端に接続され、前記巻回軸方向における大径コイルの形成領域の少なくとも一部は、前記巻回軸方向における小径コイルの形成領域に重なることが好ましい。この構成により、インダクタンスに寄与しない導体を短くできるため、ヘリカル状コイルのDCRをさらに低減できる。

[0021] (11) 第1面および前記第1面に対向する第2面を有する樹脂本体と、
第1小径柱状導体、第2小径柱状導体、第1小径導体パターンおよび第2小径導体パターンで構成される小径ループと、第1大径柱状導体、第2大径柱状導体、第1大径導体パターンおよび第2大径導体パターンで構成される大径ループとを有するヘリカル状コイルと、
前記ヘリカル状コイルに接続されるRFICと、
を備え、
少なくとも前記第1大径導体パターンと前記第1小径導体パターンとが重なる部分には、第1絶縁層が挟まれ、
少なくとも前記第2大径導体パターンと前記第2小径導体パターンとが重なる部分には、第2絶縁層が挟まれる、本発明の無線ICデバイスの製造方法は、
支持台に前記RFICを実装する第1工程と、
前記支持台に、前記第1小径柱状導体、前記第2小径柱状導体、前記第1大径柱状導体および前記第2大径柱状導体の各々の第1端側を立てる第2工程と、
前記第1工程および前記第2工程の後に、前記支持台に、前記RFIC、

前記第 1 小径柱状導体、前記第 2 小径柱状導体、前記第 1 大径柱状導体および前記第 2 大径柱状導体の各々の少なくとも一部が埋設する高さまで前記樹脂本体を被覆する第 3 工程と、

前記第 3 工程の後に、前記第 2 面に、前記第 1 小径柱状導体の第 2 端と前記第 2 小径柱状導体との間を接続する前記第 2 小径導体パターンを形成する第 4 工程と、

前記第 4 工程の後に、少なくとも前記第 2 小径導体パターンの表面の一部に、前記第 2 絶縁層を形成する第 5 工程と、

前記第 5 工程の後に、前記第 2 面および前記第 2 絶縁層の表面に、前記第 1 大径柱状導体の第 2 端と前記第 2 大径柱状導体の第 2 端との間を接続する前記第 2 大径導体パターンを形成する第 6 工程と、

前記第 3 工程の後に、前記樹脂本体から前記支持台を取り除く第 7 工程と、

前記第 7 工程の後に、前記第 1 面に、前記第 1 小径柱状導体の第 1 端または前記第 2 小径柱状導体の第 1 端の少なくとも一方に接続される前記第 1 小径導体パターンを形成する第 8 工程と、

前記第 8 工程の後に、少なくとも前記第 1 小径導体パターンの表面の一部に、前記第 1 絶縁層を形成する第 9 工程と、

前記第 9 工程の後に、前記第 1 面および前記第 1 絶縁層の表面に、前記第 1 大径柱状導体の第 1 端または前記第 2 大径柱状導体の第 1 端の少なくとも一方に接続される前記第 1 大径導体パターンを形成する第 10 工程と、

を備えることを特徴とする。

[0022] 上記製造方法によれば、所望のインダクタンス値を有し、且つ、優れた電気特性を有する、特に直流抵抗の低減が可能な小型のヘリカル状コイルを備える無線 IC デバイスを容易に製造できる。

[0023] (12) 第 1 面および前記第 1 面に対向する第 2 面を有する樹脂本体と、
小径 U 字状導体および第 1 小径導体パターンで構成される小径ループと、
大径 U 字状導体および第 1 大径導体パターンで構成される大径ループとを有

するヘリカル状コイルと、

前記ヘリカル状コイルに接続される R F I C と、

を備え、

少なくとも前記第 1 大径導体パターンと前記第 1 小径導体パターンとが重なる部分には、第 1 絶縁層が挟まれる、本発明の無線 I C デバイスの製造方法は、

支持台に前記 R F I C を実装する第 1 工程と、

前記支持台に、一連の金属部材である前記大径 U 字状導体および前記小径 U 字状導体の各々の両端を立てる第 1 1 工程と、

前記第 1 工程および前記第 1 1 工程の後に、前記支持台に、前記 R F I C 、前記大径 U 字状導体および前記小径 U 字状導体の各々の少なくとも一部が埋設する高さまで前記樹脂本体を被覆する第 1 2 工程と、

前記第 1 2 工程の後に、前記樹脂本体から前記支持台を取り除く第 1 3 工程と、

前記第 1 3 工程の後に、前記第 1 面に、前記小径 U 字状導体の一端に接続される前記第 1 小径導体パターンを形成する第 1 4 工程と、

前記第 1 4 工程の後に、少なくとも前記第 1 小径導体パターンの表面の一部に、前記第 1 絶縁層を形成する第 1 5 工程と、

前記第 1 5 工程の後に、前記第 1 面および前記第 1 絶縁層の表面に、前記大径 U 字状導体の一端に接続される前記第 1 大径導体パターンを形成する第 1 6 工程と、

を備えることを特徴とする。

[0024] 上記製造方法によれば、所望のインダクタンス値を有し、且つ、さらに優れた電気特性を有する、特に直流抵抗の低減が可能な小型のヘリカル状コイルを備える無線 I C デバイスを容易に製造できる。

[0025] (1 3) 上記 (1 2) において、前記無線 I C デバイスは、前記第 1 小径柱状導体、前記第 2 小径柱状導体、前記第 1 大径柱状導体および前記第 2 大径柱状導体が埋設された樹脂ブロックをさらに備え、前記第 2 工程は、前記支

持台に前記樹脂ブロックを実装する工程をさらに有することが好ましい。上記製造方法によれば、予め柱状導体が埋設された樹脂ブロックを用いるため、柱状導体を支持台に建てる際に、隣接する柱状導体同士の接触を考慮する必要がない。したがって、隣接する柱状導体同士の間隙が小さい無線ICデバイスを容易に実現できる。

[0026] (14) 上記(11)から(13)のいずれかにおいて、前記第1工程は、第1主面および前記第1主面に対向する第2主面を有する配線板の前記第2主面に、前記RFICを実装する工程と、第1主面側を前記支持台に実装する工程と、をさらに有していてもよい。

[0027] (15) 上記(14)において、前記支持台は主面に粘着層を有し、前記第1工程は、前記配線板の第1主面側を前記粘着層側にして固着する工程をさらに有していてもよい。

[0028] (16) 上記(11)において、前記支持台は主面に粘着層を有し、前記第2工程は、前記第1小径柱状導体、前記第2小径柱状導体、前記第1大径柱状導体および前記第2大径柱状導体の各々の第1端側を、前記粘着層側にして固着する工程をさらに有することが好ましい。上記製造方法によれば、粘着層を有する支持台を用いることにより、柱状導体を強固に固定することができる。そのため、小径の柱状導体もヘリカル状コイルの製造に使用することができ、巻回数が多く、インダクタンスの高いヘリカル状コイルを製造することができる。

[0029] (17) 上記(12)において、前記支持台が主面に粘着層を有し、前記第11工程は、前記大径U字状導体および前記小径U字状導体の各々の両端を、前記粘着層側にして固着する工程をさらに有することが好ましい。上記製造方法によれば、粘着層を有する支持台を用いることにより、大径U字状導体および小径U字状導体を強固に固定することができる。そのため、小径のU字状導体もヘリカル状コイルの製造に使用することができ、巻回数が多く、インダクタンスの高いヘリカル状コイルを製造することができる。

発明の効果

[0030] 本発明によれば、所望のインダクタンス値を有し、且つ、優れた電気特性を有する、特に直流抵抗の低減が可能な小型のヘリカル状コイルを備える無線LCデバイスを実現できる。

[0031] 本発明の無線LCデバイスの製造方法によれば、所望のインダクタンス値を有し、且つ、優れた電気特性を有する、特に直流抵抗の低減が可能な小型のヘリカル状コイルを備える無線LCデバイスを容易に製造できる。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]図1は第1の実施形態に係る無線LCデバイス101の斜視図である。

[図2]図2(A)は無線LCデバイス101の平面図であり、図2(B)は無線LCデバイス101の右側面図であり、図2(C)は無線LCデバイス101の底面図である。

[図3]図3(A)は無線LCデバイス101の断面図であり、図3(B)は無線LCデバイス101の異なる部分の断面図である。

[図4]図4は、無線LCデバイス101が備えるヘリカル状コイルHC1の各導体部分を模式的に示した斜視図である。

[図5]図5(A)は、ヘリカル状コイルHC1が備える大径ループの導体部分を模式的に示した斜視図であり、図5(B)はヘリカル状コイルHC1が備える小径ループの導体部分を模式的に示した斜視図である。

[図6]図6は無線LCデバイス101の回路図である。

[図7]図7(A)図2(A)におけるDP1部の拡大図であり、図7(B)は図7(A)におけるA-A断面詳細図である。

[図8]図8は無線LCデバイス101の製造工程を順に示す断面図である。

[図9]図9は無線LCデバイス101の製造工程を順に示す断面図である。

[図10]図10(A)は第2の実施形態に係る無線LCデバイス102の断面図であり、図10(B)は、図10(A)におけるB-B部分での無線LCデバイス102の断面図である。

[図11]図11は無線LCデバイス102の製造工程の一部を順に示す断面図である。

[図12]図12は第3の実施形態に係る無線ICデバイス103の断面図である。

[図13]図13は無線ICデバイス103の製造工程を順に示す断面図である。

[図14]図14は無線ICデバイス103の製造工程を順に示す断面図である。

[図15]図15は無線ICデバイス103の製造工程を順に示す断面図である。

[図16]図16は第4の実施形態に係る無線ICデバイス104の断面図である。

[図17]図17は第5の実施形態に係るヘリカル状コイルHC5の各導体部分を模式的に示した斜視図である。

[図18]図18(A)は、ヘリカル状コイルHC5が備える大径ループの導体部分を模式的に示した斜視図であり、図18(B)は、ヘリカル状コイルHC5が備える小径ループの導体部分を模式的に示した斜視図である。

[図19]図19は第6の実施形態に係る無線ICデバイス106の断面図である。

[図20]図20は無線ICデバイス106の製造工程を順に示す断面図である。

[図21]図21は無線ICデバイス106の製造工程を順に示す断面図である。

[図22]図22は第7の実施形態に係る無線ICデバイス107の断面図である。

発明を実施するための形態

[0033] 以降、図を参照して幾つかの具体的な例を挙げて、本発明を実施するための複数の形態を示す。各図中には同一箇所同一符号を付している。要点の説明または理解の容易性を考慮して、便宜上実施形態を分けて示すが、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能である。第

2の実施形態以降では第1の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

[0034] 以降に示す幾つかの実施形態に係るヘリカル状コイルは、例えば磁束の放射素子としてHF帯やLF帯、UHF帯、SHF帯等で使用することのできるコイルアンテナである。また、上記ヘリカル状コイルはインダクタ素子として使用することもできる。そのため、特に説明がない場合、以降に示す幾つかの実施形態に係るヘリカル状コイルはコイルアンテナおよびインダクタ素子の両方についての例示である。また、以降に示す幾つかの実施形態に係る無線ICデバイスは、RFICと樹脂本体とヘリカル状コイルとを備え、例えば管理対象の物品に設けられるチップ状のRFIDタグ等のRFID通信用デバイスである。上記RFIDタグが付される物品とは、例えば玩具や携帯電話等の携帯型情報端末、足場材のような建材、ガスボンベ等の産業材である。

[0035] 《第1の実施形態》

図1は第1の実施形態に係る無線ICデバイス101の斜視図である。図2(A)は無線ICデバイス101の平面図であり、図2(B)は無線ICデバイス101の右側面図であり、図2(C)は無線ICデバイス101の底面図である。図3(A)は無線ICデバイス101の断面図であり、図3(B)は無線ICデバイス101の異なる部分の断面図である。なお、図2(A)および図2(C)では、構造を分かりやすくするために、第1絶縁層1および第2絶縁層2をハッチングして図示している。図3(A)および図3(B)において、一部の厚みは誇張して図示している。以降の各実施形態における断面図についても同様である。また、図1、図2(A)、図2(B)および図2(C)では、構造を分かりやすくするため、保護層62の図示を省略している。

[0036] 無線ICデバイス101は、長手方向がX軸方向に一致する直方体状であり、樹脂本体10、ヘリカル状コイル（後に詳述する）、第1絶縁層1、第

- 2絶縁層2、配線板3、RFIC4、保護層61、62を備える。
- [0037] 樹脂本体10は長手方向がX軸方向に一致する直方体状であり、第1面VS1、および第1面VS1に対向する第2面VS2を有する。樹脂本体10は例えばエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂である。
- [0038] 図4は、無線ICデバイス101が備えるヘリカル状コイルHC1の各導体部分を模式的に示した斜視図である。図5(A)は、ヘリカル状コイルHC1が備える大径ループの導体部分を模式的に示した斜視図であり、図5(B)はヘリカル状コイルHC1が備える小径ループの導体部分を模式的に示した斜視図である。図4では、ヘリカル状コイルHC1の構造を解りやすくするため、小径ループを破線で図示している。
- [0039] ヘリカル状コイルHC1は、樹脂本体10の第1面VS1に沿った巻回軸AXを有し、複数の大径ループBL1、BL2、BL3、BL4、複数の小径ループSL1、SL2、SL3、SL4を備える。ヘリカル状コイルHC1は、樹脂本体10に埋設される第1部分（後に詳述する）と、樹脂本体10の表面にパターンニングされる第2部分（後に詳述する）とを有する。本実施形態に係るヘリカル状コイルHC1の巻回軸AXは、Y軸方向に平行である。
- [0040] 複数の小径ループSL1、SL2、SL3、SL4は、後に詳述するように、Y軸方向（本発明における「巻回軸方向」に相当する）から見て、大径ループBL1、BL2、BL3、BL4の外径の内側に配置される。本実施形態では、小径ループSL1、SL2、SL3、SL4の各々が略同形状であり、樹脂本体10の第1面VS1に対して垂直である。
- [0041] 複数の小径ループSL1、SL2、SL3、SL4は、第1小径柱状導体11、12、13、14、第2小径柱状導体21、22、23、24、第1小径導体パターンSp11、Sp12、Sp13、Sp14および第2小径導体パターンSp21、Sp22、Sp23、Sp24で構成される。具体的には、小径ループSL1は、第1小径柱状導体11、第2小径柱状導体、第1小径導体パターンSp11および第2小径導体パターンSp21で構成

される。小径ループSL2は、第1小径柱状導体12、第2小径柱状導体22、第1小径導体パターンSp12および第2小径導体パターンSp22で構成される。小径ループSL3は、第1小径柱状導体13、第2小径柱状導体23、第1小径導体パターンSp13および第2小径導体パターンSp23で構成される。小径ループSL4は、第1小径柱状導体14、第2小径柱状導体、第1小径導体パターンSp14および第2小径導体パターンSp24で構成される。

[0042] 第1小径柱状導体11, 12, 13, 14および第2小径柱状導体21, 22, 23, 24は、Z軸方向（本発明における樹脂本体の「第1面に直交する方向」に相当する）に延伸し、且つ、Y軸方向に配列される柱状の金属体である。第1小径柱状導体11, 12, 13, 14および第2小径柱状導体21, 22, 23, 24は、各々の第1端および第2端以外が樹脂本体10に埋設されている。第1小径柱状導体11, 12, 13, 14および第2小径柱状導体21, 22, 23, 24は、いずれも例えば円柱状のCu製ピンであり、例えば、断面円形のCuワイヤーを所定長単位で切断することで得られる。なお、この断面形状は矩形や多角形等であってもよい。

[0043] 本実施形態では、これら第1小径柱状導体11, 12, 13, 14および第2小径柱状導体21, 22, 23, 24が、樹脂本体10に埋設されるヘリカル状コイルHC1の「第1部分」に相当する。

[0044] 第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14は、図2(A)および図2(B)に示すように、樹脂本体10の第1面VS1に形成される導体パターンであり、柱状導体（第1小径柱状導体または第2小径柱状導体）の第1端に接続される。本実施形態では、第1小径導体パターンSp11が、第1小径柱状導体12第1端と第2小径柱状導体21の第1端とを接続する。第1小径導体パターンSp12は、第1小径柱状導体13の第1端と第2小径柱状導体22の第1端とを接続する。第1小径導体パターンSp13は、第1小径柱状導体14の第1端と第2小径柱状導体23の第1端とを接続する。第1小径導体パターンSp14は、第2小径柱状導体24

の第1端とRFICとを接続する。第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14は例えばAgペーストの印刷により形成した導体パターンにCu等のめっき膜を被覆したものである。

[0045] 第2小径導体パターンSp21, Sp22, Sp23, Sp24は、図2(A)および図2(B)に示すように、樹脂本体10の第2面VS2に形成される導体パターンであり、柱状導体(第1小径柱状導体および第2小径柱状導体)の第2端に接続される。本実施形態では、第2小径導体パターンSp21が、第1小径柱状導体11の第2端と第2小径柱状導体21の第2端との間を接続する。第2小径導体パターンSp22は、第1小径柱状導体12の第2端と第2小径柱状導体22の第2端との間を接続する。第2小径導体パターンSp23は、第1小径柱状導体13の第2端と第2小径柱状導体23の第2端との間を接続する。第2小径導体パターンSp24は、第1小径柱状導体14の第2端と第2小径柱状導体24の第2端との間を接続する。第2小径導体パターンSp21, Sp22, Sp23, Sp24は例えばAgペーストの印刷により形成した導体パターンにCu等のめっき膜を被覆したものである。

[0046] 本実施形態では、これら第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14および第2小径導体パターンSp21, Sp22, Sp23, Sp24が、樹脂本体10の表面にパターンニングされるヘリカル状コイルHC1の「第2部分」に相当する。

[0047] 樹脂本体10の第1面VS1および第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14の表面には、第1絶縁層1が形成されている。第1絶縁層1は、少なくとも第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14の表面の一部を被覆する絶縁体膜である。本実施形態では、図2(A)、図2(B)および図3(C)等に示すように、第1絶縁層1が第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14全体を被覆する。第1絶縁層1は例えばエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂である。

[0048] 図2(C)、図3(A)および図3(B)に示すように、少なくとも第1

小径導体パターンS_{p11}, S_{p12}, S_{p13}, S_{p14}と第1大径導体パターンB_{p11}, B_{p12}, B_{p13}, B_{p14}（後に詳述する）とが重なる部分には、第1絶縁層1が挟まれる。

[0049] 樹脂本体10の第2面V_{S2}および第2小径導体パターンS_{p21}, S_{p22}, S_{p23}, S_{p24}の表面には、第2絶縁層2が形成されている。第2絶縁層2は、少なくとも第2小径導体パターンS_{p21}, S_{p22}, S_{p23}, S_{p24}の表面の一部を被覆する絶縁体膜である。本実施形態では、図2(A)、図2(B)および図3(A)等を示すように、第2絶縁層2が第2小径導体パターンS_{p21}, S_{p22}, S_{p23}, S_{p24}全体を被覆する。第2絶縁層2は例えばエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂である。

[0050] 図2(A)、図3(A)および図3(B)を示すように、少なくとも第2小径導体パターンS_{p21}, S_{p22}, S_{p23}, S_{p24}と第2大径導体パターンB_{p21}, B_{p22}, B_{p23}, B_{p24}（後に詳述する）とが重なる部分には、第2絶縁層2が挟まれる。

[0051] 本実施形態では、大径ループB_{L1}, B_{L2}, B_{L3}, B_{L4}の各々が略同形状であり、樹脂本体10の第1面V_{S1}に対して垂直である。

[0052] 複数の大径ループB_{L1}, B_{L2}, B_{L3}, B_{L4}は、第1大径柱状導体3₁, 3₂, 3₃, 3₄、第2大径柱状導体4₁, 4₂, 4₃, 4₄、第1大径導体パターンB_{p11}, B_{p12}, B_{p13}, B_{p14}, B_{p15}および第2大径導体パターンB_{p21}, B_{p22}, B_{p23}, B_{p24}で構成される。具体的には、大径ループB_{L1}は、第1大径柱状導体3₁、第2大径柱状導体4₁、第1大径導体パターンB_{p11}および第2大径導体パターンB_{p21}で構成される。大径ループB_{L2}は、第1大径柱状導体3₂、第2大径柱状導体4₂、第1大径導体パターンB_{p12}および第2大径導体パターンB_{p22}で構成される。大径ループB_{L3}は、第1大径柱状導体3₃、第2大径柱状導体4₃、第1大径導体パターンB_{p13}および第2大径導体パターンB_{p23}で構成される。大径ループB_{L4}は、第1大径柱状導体3₄、第2大径柱状導体4₄、第1大径導体パターンB_{p14}, B_{p15}およ

び第2大径導体パターンB p 2 4で構成される。

- [0053] 第1大径柱状導体3 1, 3 2, 3 3, 3 4および第2大径柱状導体4 1, 4 2, 4 3, 4 4は、Z軸方向に延伸し、且つ、Y軸方向に配列される柱状の金属体である。第1大径柱状導体3 1, 3 2, 3 3, 3 4および第2大径柱状導体4 1, 4 2, 4 3, 4 4は、各々の第1端および第2端以外が樹脂本体1 0に埋設されている。第1大径柱状導体3 1, 3 2, 3 3, 3 4および第2大径柱状導体4 1, 4 2, 4 3, 4 4は、いずれも例えば円柱状のCu製ピンであり、例えば、断面円形のCuワイヤーを所定長単位で切断することで得られる。なお、この断面形状は矩形や多角形等であってもよい。
- [0054] 本実施形態では、これら第1大径柱状導体3 1, 3 2, 3 3, 3 4および第2大径柱状導体4 1, 4 2, 4 3, 4 4が、樹脂本体1 0に埋設されるヘリカル状コイルHC 1の「第1部分」に相当する。
- [0055] 第1大径導体パターンB p 1 1, B p 1 2, B p 1 3, B p 1 4, B p 1 5は、図2 (A) および図2 (B) に示すように、樹脂本体1 0の第1面VS 1および第1絶縁層1の表面に亘って形成される導体パターンであり、柱状導体(第1大径柱状導体または第2大径柱状導体)第1端に接続される。本実施形態では、第1大径導体パターンB p 1 1が、RFICと第1大径柱状導体3 1の第1端とを接続する。第1大径導体パターンB p 1 2は、第1大径柱状導体3 2の第1端と第2大径柱状導体4 1の第1端とを接続する。第1大径導体パターンB p 1 3は、第1大径柱状導体3 3の第1端と第2大径柱状導体4 2の第1端とを接続する。第1大径導体パターンB p 1 4は、第1大径柱状導体3 4の第1端と第2大径柱状導体4 3の第1端とを接続する。第1大径導体パターンB p 1 5は、第2大径柱状導体の第1端と上述した第1小径柱状導体1 1の第1端とを接続する。第1大径導体パターンB p 1 1, B p 1 2, B p 1 3, B p 1 4, B p 1 5は例えばAgペーストの印刷により形成した導体パターンにCu等のめっき膜を被覆したものである。
- [0056] 第2大径導体パターンB p 2 1, B p 2 2, B p 2 3, B p 2 4は、図2 (A) および図2 (B) に示すように、樹脂本体1 0の第2面VS 2および

第2絶縁層2に亘って形成される導体パターンであり、柱状導体（第1大径柱状導体および第2大径柱状導体）の第2端に接続される。本実施形態では、第2大径導体パターンB p 2 1が、第1大径柱状導体3 1の第2端と第2大径柱状導体4 1の第2端との間を接続する。第2大径導体パターンB p 2 2は、第1大径柱状導体3 2の第2端と第2大径柱状導体4 2の第2端との間を接続する。第2大径導体パターンB p 2 3は、第1大径柱状導体3 3の第2端と第2大径柱状導体4 3の第2端との間を接続する。第2大径導体パターンB p 2 4は、第1大径柱状導体3 4の第2端と第2大径柱状導体4 4の第2端との間を接続する。第2大径導体パターンB p 2 1, B p 2 2, B p 2 3, B p 2 4は例えばA gペーストの印刷により形成した導体パターンにC u等のめっき膜を被覆したものである。

[0057] 本実施形態では、これら第1大径導体パターンB p 1 1, B p 1 2, B p 1 3, B p 1 4, B p 1 5および第2大径導体パターンB p 2 1, B p 2 2, B p 2 3, B p 2 4が、樹脂本体1 0の表面にパターンニングされるヘリカル状コイルH C 1の「第2部分」に相当する。

[0058] これら小径ループS L 1, S L 2, S L 3, S L 4の外径寸法は、Y軸方向から視て、大径ループB L 1, B L 2, B L 3, B L 4の外径寸法よりも小さい。また、小径ループS L 1, S L 2, S L 3, S L 4の内径寸法は、Y軸方向から視て、大径ループB L 1, B L 2, B L 3, B L 4の内径寸法よりも小さい。そして、小径ループS L 1, S L 2, S L 3, S L 4は、Y軸方向から視て、大径ループB L 1, B L 2, B L 3, B L 4の外径の内側に配置される。なお、本実施形態では、小径ループS L 1, S L 2, S L 3, S L 4が、Y軸方向から視て、大径ループB L 1, B L 2, B L 3, B L 4の内径の内側に配置されている。

[0059] 複数の大径ループB L 1, B L 2, B L 3, B L 4は、互いに接続されて約4ターンのヘリカル状の大径コイルB Cを構成し、複数の小径ループS L 1, S L 2, S L 3, S L 4は、互いに接続されて約4ターンのヘリカル状の小径コイルS Cを構成する。大径コイルB Cの第2端B e 2が小径コイル

SCの第1端Se1に接続されてヘリカル状コイルHC1を構成する。

[0060] 図4に示すように、Y軸方向における大径コイルBCの第1端Be1から第2端Be2へ向かう延伸方向(+Y方向)は、Y軸方向における小径コイルSCの第1端Se1から第2端Se2へ向かう延伸方向(-Y方向)とは逆方向である。また、図4に示すように、Y軸方向における大径ループの形成領域BFEの少なくとも一部は、Y軸方向における小径ループの形成領域SFEに重なる。

[0061] また、図2(A)に示すように、本実施形態では、複数の第2大径導体パターンBp21, Bp22, Bp23, Bp24および複数の第2小径導体パターンSp21, Sp22, Sp23, Sp24が、Y軸方向に対してそれぞれ交互に順次配列される。そして、大径ループおよび小径ループは、Z軸方向から視て(本発明の樹脂本体の「第2面を平面視して」に相当する)、Y軸方向に沿って隙間なく配列されている。

[0062] また、図2(B)に示すように、本実施形態では、複数の第2小径柱状導体21, 22, 23, 24および複数の第2大径柱状導体41, 42, 43, 44が、Y軸方向に対してそれぞれ交互に配列される。また、図示は省略するが、複数の第1小径柱状導体11, 12, 13, 14および複数の第1大径柱状導体31, 32, 33, 34が、Y軸方向に対してそれぞれ交互に配列される。そして、大径ループおよび小径ループは、X軸方向(本発明における「第1面に平行な方向、且つ巻回軸方向に直交する方向」に相当する)から視て、Y軸方向に沿って隙間なく配列されている。

[0063] 配線板3は、第1主面PS1および第1主面PS1に対向する第2主面PS2を有する、平面形状が矩形状の平板である。配線板3は、実装用電極81, 82および層間接続導体V1, V2等を有する。実装用電極81, 82はRFIC4を実装するための電極であり、配線板3の第2主面PS2に形成されている。配線板3は例えばエポキシ樹脂等の熱硬化性のプリント配線板であり、代表的には両面スルーホール基板である。但し、配線板3はこれに限定されるものではなく、ポリイミド樹脂等の熱可塑性樹脂を基材とする

プリント配線板やセラミック基板であってもよい。また、配線板3は単層基板でもよく、多層基板でもよい。

[0064] 配線板3は、第2主面PS2が樹脂本体10の内側に埋設され、第1主面PS1が樹脂本体10から露出するように配置される。本実施形態では、配線板3の第1主面PS1と樹脂本体10の第1面VS1とが同一面になるように、配線板3が樹脂本体10に埋設されている。また、本実施形態では、配線板3の第1主面PS1および第2主面PS2がX軸方向およびY軸方向に平行となるように配置される。すなわち、第1主面PS1および第2主面PS2は、ヘリカル状コイルHC1の巻回軸に平行となるように配置される。配線板3は、Y軸方向から見て、大径ループBL1, BL2, BL3, BL4および小径ループSL1, SL2, SL3, SL4の内側に配置される。

[0065] RFI C4は、図1および図2(A)に示すように、配線板3の第2主面PS2に実装され、樹脂本体10に埋設される。RFI C4のアンテナポートは、配線板3の第2主面PS2に形成される実装用電極81, 82にそれぞれ接続される。これら実装用電極81, 82は、層間接続導体V1, V2を介して、図4に示すヘリカル状コイルHC1の第1端E1および第2端E2にそれぞれ接続される。すなわち、RFI C4は、ヘリカル状コイルHC1の第1端および第2端にそれぞれ接続される。RFI C4は例えばパッケージングされたRFI Cである。なお、RFI C4は、ベアチップ状のRFI Cチップであってもよい。RFI Cチップと実装用電極81, 82(ランドパターン)とがワイヤーで接続されていてもよい。

[0066] 保護層61, 62は、樹脂本体10の第1面VS1および第2面VS2に形成され、導体パターン(第1大径導体パターン、第2大径導体パターン、第1小径導体パターン、第2小径導体パターン)の形成面を被覆する。保護層61, 62は、導体パターンの酸化防止、耐熱性の向上、金属異物による導体間のショート防止を目的として設けられる樹脂膜であり、例えばソルダーレジスト膜等である。なお、保護層61, 62は必須ではない。

- [0067] 図6は無線ICデバイス101の回路図である。
- [0068] 無線ICデバイス101は、HF帯RFIDシステム用の例えばHF帯のRFICを備える。RFIC4に上記ヘリカル状コイルHC1が接続され、上記ヘリカル状コイルHC1とRFIC4が有する容量成分とでLC共振回路が構成される。その共振周波数はRFIDシステムの通信周波数に実質的に等しい。通信周波数帯域は例えば13.56MHz帯である。
- [0069] なお、「無線ICデバイス」は、ヘリカル状コイルHC1とRFICチップとで構成されていてもよいし、ヘリカル状コイルHC1と、整合回路等を設けた基板にRFICチップを搭載し、一体化したモジュールとで構成されていてもよい。また、「RFIDタグ」は、RFICとRFICに接続されたヘリカル状コイルとを有したものであって、電波（電磁波）または磁界を用いて、内蔵したメモリのデータを非接触で読み書きする情報媒体と定義する。つまり、本実施形態の無線ICデバイスはRFIDタグとして構成される。
- [0070] 次に、第1大径導体パターン、第2大径導体パターン、第1小径導体パターンおよび第2小径導体パターンの構造について、図を参照して説明する。図7(A)は図2(A)におけるDP1部の拡大図であり、図7(B)は図7(A)におけるA-A断面詳細図である。また、図7(A)および図7(B)では、構造を分かりやすくするため、保護層62の図示を省略している。
- [0071] 大径導体パターンおよび小径導体パターンは、樹脂本体10の表面に形成される下地電極層と、下地電極層に積層されるめっき電極層とを備える。例えば、図7(A)に示す第2大径導体パターンBp21を例として説明すると、第2大径導体パターンBp21は、下地電極層BA1とめっき電極層BC1とを備え、下地電極層BA1は端部の線幅が、第2大径柱状導体41の上端面の直径より小さい。すなわち、下地電極層BA1の端部は、第2大径柱状導体41の上端面の一部を被覆するように形成される。そして、めっき電極層BC1は、下地電極層BA1に被覆されていない第2大径柱状導体4

1の上端面と下地電極層BA1とを被覆するように形成される。下地電極層は例えばAg等の導電性ペーストをスクリーン印刷することにより形成する。めっき電極層は例えばCu等のめっきによって、下地電極層や柱状導体の上端面を被覆するめっき膜である。

[0072] このように、大径導体パターンおよび小径導体パターンは、全てCuめっき膜を形成することにより、膜厚を厚くできる。そのため、ヘリカル状コイルのDCRをさらに低減できる。

[0073] また、本実施形態では、柱状導体がCu製ピンであり、Cuめっき膜であるめっき電極層が下地電極層だけでなく、下地電極層に被覆されていない柱状導体の上端面を被覆するように形成される。そのため、この構成により、Agの導体パターンである下地電極層をCu製ピンである柱状導体の上端面全体に被覆した場合に比べて、大径導体パターンおよび小径導体パターンと柱状導体との接合強度を高くできる。

[0074] 本実施形態に係る無線ICデバイス101によれば、次のような効果を奏する。

[0075] (a) 本実施形態では、少なくとも小径導体パターン（第1小径導体パターン、第2小径導体パターン）と大径導体パターン（第1大径導体パターン、第2大径導体パターン）とが重なる部分に、絶縁層（第1絶縁層、第2絶縁層）が挟まれる。この構成では、小径導体パターンと大径導体パターンとが同一平面上に形成されておらず、小径導体パターンと大径導体パターンとが重なる部分に絶縁層が介在するため、小径導体パターンと大径導体パターンとが接触（線間ショート）する可能性は低い。したがって、ジャンパーチップ等の接続部材を別途設けることなく、大径導体パターンと小径導体パターンとの絶縁が確保される。そのため、大径ループおよび小径ループを、Y軸方向に狭いピッチで配列することができ、所期のターン数・所期のインダクタンス値を有するヘリカル状コイルを得やすくなる。また、この構成では、Z軸方向から視て、小径導体パターンと大径導体パターンとが一部重なるため、小径導体パターンおよび大径導体パターンの線幅を容易に太くでき、ヘ

リカル状コイルHC1のDCRをさらに低減できる。

[0076] (b) また、本実施形態では、ヘリカル状コイルHC1を構成する大径ループBL1, BL2, BL3, BL4および小径ループSL1, SL2, SL3, SL4の少なくとも一部が、柱状導体で構成されている。そのため、導電性ペーストの焼成による焼結金属体や、導電性薄膜のエッチングによる薄膜金属体等で構成する場合に比べて大径ループおよび小径ループのDCRを小さくできるので、Q値が高く、低損失のヘリカル状コイルが得られる。また、ヘリカル状コイル全体の低抵抗化が可能となるため、高感度の無線ICデバイス、または高感度の割に小型の無線ICデバイスが得られる。

[0077] (c) また、本実施形態では、図2(A)および図2(C)等を示すように、第1小径柱状導体と第1大径柱状導体、および第2小径柱状導体と第2大径柱状導体とが、それぞれY軸方向に配列され、且つ、Z軸方向から視て千鳥状に配置されている。また、本実施形態では、上述したように、ジャンパーチップ等の接続部材を別途設けることなく、隣接する大径導体パターンと小径導体パターンとの絶縁が確保される。そのため、大径ループと小径ループをY軸方向に狭いピッチで配列することができる。

[0078] (d) 本実施形態では、大径ループの一部および小径ループの一部に柱状導体を利用する構造であるため、多層基板にコイルを形成する必要がなく、複雑な配線を引き回す必要もない。そのため、コイル開口サイズ的设计上の自由度に優れたコイル構造を容易に実現できる。さらに、比較的大きな高さ寸法を持った部分を柱状導体によって形成できるので、たとえば層間導体を有する複数の基材層を積層して高さ方向の接続部を形成する場合に比べて、接続箇所を減らすことができ、ヘリカル状コイルの電氣的信頼性が高まる。

[0079] (e) 本実施形態では、大径ループの一部および小径ループの一部に利用される大径導体パターン(第1大径導体パターンおよび第2大径導体パターン)および小径導体パターン(第1小径導体パターンおよび第2小径導体パターン)が、ワイヤ等ではなく、ともに樹脂本体10の表面等に形成される導体パターンである。そのため、隣接する大径導体パターン同士、または隣接

する小径導体パターン同士の接触（線間ショート）の可能性は低いため、Y軸方向に配列される大径導体パターン同士の間隙を容易に小さくでき、Y軸方向に配列される小径導体パターン同士の間隙を容易に小さくできる。また、大径導体パターン同士の間隙や小径導体パターン同士の間隙を選定することにより、占有面積（Y軸方向の寸法）が同じであっても、所期のターン数・所期のインダクタンス値を有するヘリカル状コイルを得やすくなる。

[0080] (f) 本実施形態では、RFIC4が実装された配線板3の第2主面PS2が、Y軸方向（ヘリカル状コイルHC1の巻回軸AX）に平行であるため、RFIC4の実装用電極81, 82（ランドパターン）等がヘリカル状コイルHC1の磁界の形成を妨げにくい。また、ヘリカル状コイルHC1の磁界によるRFIC4への悪影響（誤動作や不安定動作等）は小さい。さらに、RFIC4のデジタル回路部から発生するノイズによるヘリカル状コイルへの悪影響（受信感度の低下・送信信号の受信回路への回り込み等）は小さい。

[0081] (g) 無線ICデバイス101は、RFIC4がヘリカル状コイルの内側に配置されている。そのため、RFIC4の保護機能が高い。また、RFIC4が無線ICデバイス101の外方へ露出しないため、RFIC4をヘリカル状コイルの外部に搭載することによる大型化が避けられる。

[0082] (h) 無線ICデバイス101は、RFIC4等の表面実装部品、大径ループの一部（第1大径柱状導体、第2大径柱状導体）および小径ループの一部（第1小径柱状導体、第2小径柱状導体）が樹脂本体10で保護されるため、無線ICデバイス全体が堅牢である。特に、この無線ICデバイスを樹脂成型物品に埋設する際、射出成型時に流動する高温の樹脂（例えば300℃以上の高温樹脂）に対して上記表面実装チップ部品のはんだ接続部が保護される。つまり、RFIC4は、ヘリカル状コイルHC1を構成する大径ループBL1, BL2, BL3, BL4、小径ループSL1, SL2, SL3, SL4、第1大径導体パターンBp11, Bp12, Bp13, Bp14, Bp15、第2大径導体パターンBp21, Bp22, Bp23, Bp24

、第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14および第2小径導体パターンSp21, Sp22, Sp23, Sp24等によって囲まれたエリアに配置され、且つ、樹脂本体10および配線板3によって囲まれている。この構成により、RFIC4と実装用電極81, 82との間の接続部やRFIC4に、大きな熱的負荷が加わり難くなる。そのため、無線ICデバイス101を樹脂成型物品（玩具や容器等）に埋め込んだ場合でも、RFIC4の動作信頼性を確保でき、RFIC4と実装用電極との間の接続部の信頼性を高めることができる。すなわち、樹脂成型体に内蔵可能な、つまり、射出成型時の高温下にも耐えられる、高耐熱性の無線ICデバイスを実現できる。また、はんだ接合部は高温化で一旦溶融する場合でも、樹脂本体10と配線板3は樹脂同士の接合により接着しており、表面実装部品や小径ループが外れたり変形したりしないので、冷却後、はんだ接合部の接合状態は正常に戻る。また、そのため、ヘリカル状コイルのインダクタンス値を維持できる。

[0083] (i) 無線ICデバイス101は、大径ループを構成する大径導体パターン（第1大径導体パターンBp11, Bp12, Bp13, Bp14, Bp15および第2大径導体パターンBp21, Bp22, Bp23, Bp24）が、樹脂本体10の表面および絶縁層（第1絶縁層1および第2絶縁層2）の表面に亘って形成されている。そのため、ヘリカル状コイルHC1の実質的な開口径は大きい。よって、チップ状の無線ICデバイス101のサイズと略同等のサイズを持ったヘリカル状コイル（コイルアンテナ）を構成することができ、小型のチップ状部品であるにも関わらず、大きな通信距離を確保することができ、また、通信相手のアンテナに対して相対的に広い位置関係で通信できる。

[0084] (j) 本実施形態では、パターニングによって樹脂本体10の表面に第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14および第2小径導体パターンSp21, Sp22, Sp23, Sp24を形成する。そのため、第1小径柱状導体11, 12, 13, 14の第1端と第2小径柱状導体2

1, 22, 23, 24の第1端との接続、および第1小径柱状導体11, 12, 13, 14の第2端と第2小径柱状導体21, 22, 23, 24の第2端との接続が容易になる。

[0085] (k) また、本実施形態では、パターニングによって、樹脂本体10の表面および絶縁層の表面に亘って第1大径導体パターンBp11, Bp12, Bp13, Bp14, Bp15および第2大径導体パターンBp21, Bp22, Bp23, Bp24を形成する。そのため、第1大径柱状導体31, 32, 33, 34の第1端と第2大径柱状導体41, 42, 43, 44の第1端との接続、および第1大径柱状導体31, 32, 33, 34の第2端と第2大径柱状導体41, 42, 43, 44の第2端との接続が容易になる。

[0086] (l) 大径ループおよび小径ループを構成するパターンのうち、X軸方向に延伸する第1大径導体パターンBp11, Bp12, Bp13, Bp14, Bp15、第2大径導体パターンBp21, Bp22, Bp23, Bp24、第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14および第2小径導体パターンSp21, Sp22, Sp23, Sp24は、全てCu等のめっき膜を形成することにより、膜厚を厚くできる。そのため、ヘリカル状コイルのDCRをさらに低減できる。

[0087] (m) 本実施形態に係るヘリカル状コイルHC1は、Y軸方向における大径コイルBCの第1端Be1から第2端Be2へ向かう延伸方向(+Y方向)は、Y軸方向における小径コイルSCの第1端Se1から第2端Se2へ向かう延伸方向(-Y方向)とは逆方向である。また、Y軸方向における大径ループの形成領域BFEの少なくとも一部は、Y軸方向における小径ループの形成領域SFEに重なる。この構成により、小型の割にターン数の多いヘリカル状コイルを容易に構成できる。また、ターン数の割に占有面積(特にY軸方向の寸法)が小さなヘリカル状コイルを実現できる。また、この構成により、インダクタンスに寄与しない導体を短くできるため、ヘリカル状コイルのDCRをさらに低減できる。

[0088] (n) 無線ICデバイス101は、配線板3の第1主面PS1と樹脂本体1

0の第1面VS1とが同一面になるように配線板3を樹脂本体10に埋設した構造である。この構成により、第1面VS1および第1主面PS1に亘って形成される第1小径導体パターンや第1大径導体パターン等がパターンニングにより容易に形成できるため、ヘリカル状コイルHC1の第1端および第2端とRFIC4との接続が容易となる。

[0089] (o) 本実施形態では、大径ループBL1, BL2, BL3, BL4および小径ループSL1, SL2, SL3, SL4が、Z軸方向から見て、Y軸方向に沿って隙間なく配列されている。この構成により、ヘリカル状コイルに発生した磁束が、互いに隣接する大径ループと小径ループとの間隙から漏れ難い。そのため、高いインダクタンス値を有するヘリカル状コイルを構成できる。また、ヘリカル状コイルをコイルアンテナとして利用した場合には、通信相手側のコイルアンテナに対して相対的に広い位置関係で磁界結合できる。なお、互いに隣接する大径ループと小径ループとの間隙から磁束がより漏れ難くするため、Z軸方向から見て、大径ループのY軸方向における縁端部と小径ループのY軸方向における縁端部とが、一部重なることが好ましい(図2(A)を参照)。

[0090] (p) また、本実施形態では、大径ループBL1, BL2, BL3, BL4および小径ループSL1, SL2, SL3, SL4が、X軸方向から見て、Y軸方向に沿って隙間なく配列されている。上述した通り、この構成により、高いインダクタンス値を有するヘリカル状コイルを構成できる。また、ヘリカル状コイルをコイルアンテナとして利用した場合には、通信相手側のコイルアンテナに対して相対的に広い位置関係で磁界結合できる。なお、互いに隣接する大径ループと小径ループとの間隙から磁束がより漏れ難くするため、X軸方向から見て、大径ループのY軸方向における縁端部と小径ループのY軸方向における縁端部とが、一部重なることが好ましい(図2(B)を参照)。

[0091] また、本実施形態では、約4ターンの大径コイルBCと約4ターンの小径コイルSCとを備えるヘリカル状コイルHC1を示したが、これに限定され

るものではない。大径コイルBCのターン数および小径コイルのターン数は、1よりも大きければ適宜変更可能である。また、本実施形態では、1つの大径コイルBCと1つの小径コイルSCとを接続した構成を示したが、これに限定されるものではない。複数の大径コイルおよび複数の小径コイルが、交互に順次接続される構成であってもよい。また、大径コイルの数と小径コイルの数が同数である必要はない。複数の大径コイルのターン数がそれぞれ異なってもよく、複数の小径コイルのターン数がそれぞれ異なってもよい。

[0092] 本実施形態に係る無線ICデバイス101は、例えば次の工程で製造される。図8および図9は無線ICデバイス101の製造工程を順に示す断面図である。

[0093] まず、図8中の(1)に示すように、RFIC4を実装した配線板3を準備する。具体的には、第1主面PS1および第1主面PS1に対向する第2主面PS2を有する配線板3の第2主面PS2に、RFIC4を実装するための実装用電極81, 82(ランドパターン)等を形成する。さらに、配線板3の厚み方向には、配線板3の内部に形成され、実装用電極81, 82に接続される層間接続導体V1, V2を形成する。

[0094] その後、RFIC4を実装するための実装用電極81, 82等に、はんだペースト等の導電性接合材5を形成する。このとき、配線板3の第1主面PS1側に導体パターンは形成されていない。

[0095] 配線板3は、例えばガラスエポキシ基板やエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を基材とするプリント配線板であるが、ポリイミド樹脂等の熱可塑性樹脂を基材とする基板やセラミック基板に厚膜パターンを形成したものであってもよい。また、配線板3は、単層基板でも多層基板でもよい。実装用電極81, 82は例えばCuやAg等の比抵抗の小さな金属箔をパターンニングしたものであるが、配線板3の第2主面PS2にめっき膜をパターンニングしたものや、導体ペーストをパターンニングしたものであってもよい。例えば、実装用電極81, 82の断面寸法は、 $18\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ である。これらのパ

ターニングを行った後に、Cu等のめっきを施してトータル膜厚を40～50 μ mに厚くすることが好ましい。層間接続導体V1、V2は、例えば配線板3を貫通する貫通孔の内壁にめっき膜を付与したスルーホールである。

[0096] その後、配線板3の第2主面PS2に、RFIC4をはんだ等の導電性接合材5を介して実装する。具体的には、配線板3の第2主面PS2にRFIC4等の部品をマウンターで実装した後、これら部品をリフロープロセスではんだ付けする。この工程により、RFIC4を配線板3に電氣的に導通させ、且つ構造的に接合する。

[0097] RFIC4はRFIDタグ用のRFICをパッケージングしたものである。また、RFIC4は、ベアチップ状のRFICチップであってもよい。

[0098] 次に、図8中の(2)に示すように、主面に粘着層を有する支持台6を準備し、RFIC4が実装された配線板3を支持台6に実装する。具体的には、配線板3の第1主面PS1側を支持台6の粘着層側にして固着する。支持台6が有する粘着層は、例えば粘着性を有する樹脂等である。この工程により、RFIC4が配線板3および粘着層を介して支持台6に強固に固定した状態で実装される。

[0099] 支持台6にRFIC4を実装するこの工程が、本発明における「第1工程」の例である。

[0100] 次に、図8中の(3)に示すように、支持台6に第1小径柱状導体14等、第2小径柱状導体24等、第1大径柱状導体31等および第2大径柱状導体41等を立てる。具体的には、柱状導体(第1小径柱状導体14等、第2小径柱状導体24等、第1大径柱状導体31等および第2大径柱状導体41等)の各々の第1端側を、支持台6の粘着層側にして固着して立てる。これにより、柱状導体の各々の第1端側が粘着層を介して支持台6に強固に固定した状態で実装される。柱状導体は、それぞれCu製の円柱状のポストである。柱状導体は、Cuを主成分としたものに限定されるわけではないが、導電性や加工性の点でCuを主成分としたものが好ましい。

[0101] 支持台6に、第1小径柱状導体、第2小径柱状導体、第1大径柱状導体お

よび第2大径柱状導体の各々の第1端側を立てるこの工程が、本発明における「第2工程」の例である。

[0102] 次に、図8中の(4)および図9中の(5)に示すように、支持台6に、柱状導体と同じ高さ(少なくともRFIC4および柱状導体の一部が埋設する高さ)まで樹脂本体10を形成(樹脂を被覆)する。具体的には、支持台6上に、エポキシ樹脂等を所定高さ(少なくとも柱状導体の高さ以上)に塗付した樹脂本体10を柱状導体ごと、図8中の(4)に示した研削線PL1まで平面的に研削(または切削、研磨)することで、樹脂本体10の第2面VS2から柱状導体の第2端を露出させる。なお、エポキシ樹脂等を所定高さ(柱状導体の高さ以下)に塗布し、その後、樹脂本体10を柱状導体ごと平面的に研削(または切削、研磨)することで、樹脂本体10の第2面VS2に柱状導体の第2端を露出させてもよい。なお、樹脂本体10は、液状樹脂の塗布により設けてもよいし、半硬化シート状樹脂の積層によって設けてもよい。

[0103] 第1工程および第2工程の後に、支持台6に、RFIC4、第1小径柱状導体14等、第2小径柱状導体24等、第1大径柱状導体31等および第2大径柱状導体41等の各々の少なくとも一部が埋設する高さまで樹脂本体10を被覆するこの工程が、本発明における「第3工程」の一例である。

[0104] また、図8中の(4)および図9中の(5)に示すように、樹脂本体10から支持台6を取り除き、柱状導体の第1端および層間接続導体V1、V2等を、樹脂本体10の第1面VS1および配線板3の第1主面PS1から露出させる。具体的には、樹脂本体10を支持台6、配線板3および柱状導体ごと、図9中の(5)に示した研削線PL2まで平面的に研削(または切削、研磨)していくことで、柱状導体の第1端および層間接続導体V1、V2を、樹脂本体10の第1面VS1および配線板3の第1主面PS1から露出させる。

[0105] 第3工程の後に、樹脂本体10から支持台6を取り除くこの工程が、本発明における「第7工程」の一例である。

- [0106] 次に、図9中の(5)に示すように、樹脂本体10の第2面VS2に、第1小径柱状導体14等の第2端と第2小径柱状導体24等の第2端との間を接続する第2小径導体パターンSp24等を形成する。具体的には、第1小径柱状導体14等の第2端および第2小径柱状導体24等の第2端が露出する樹脂本体10の第2面VS2にAg等の導電性ペーストをスクリーン印刷することによって、第2小径導体パターンSp24等を形成する。
- [0107] なお、その後、Cu等のめっきによって、第2小径導体パターンSp24等にめっき膜を形成することが好ましい。Cuめっき膜の場合は、Cu等のめっき膜の表面にAuめっき膜をさらに形成してもよい。これらのことで、第2小径導体パターンSp24等の膜厚が厚くなり、それらのDCRが小さくなって、導体損失が低減できる。これにより、第1小径柱状導体14等および第2小径柱状導体24等のDCRと同等程度にまで、第2小径導体パターンSp24等のDCRを小さくできる。すなわち、この段階では、樹脂本体10の外表面に第2小径導体パターンSp24等が露出したものであるため、この樹脂本体10をめっき液に浸漬することにより、第2小径導体パターンSp24等の厚みを選択的に厚くすることができる。
- [0108] 第3工程の後に、第2面VS2に、第1小径柱状導体14等の第2端と第2小径柱状導体24等の第2端との間を接続する第2小径導体パターンSp24等を形成するこの工程が、本発明における「第4工程」の一例である。
- [0109] また、図9中の(5)に示すように、樹脂本体10の第1面VS1に、第1小径柱状導体14等の第1端と第2小径柱状導体の第1端の少なくとも一方に接続される第1小径導体パターンSp13, Sp14等を形成する。第1小径導体パターンSp14は、第2小径柱状導体24と配線板3に設けられた層間接続導体V2とを接続する。具体的には、第1小径柱状導体14等の第1端および第2小径柱状導体24等の第1端が露出する樹脂本体10の第1面VS1にAg等の導電性ペーストをスクリーン印刷することによって、第1小径導体パターンSp13, Sp14等を形成する。
- [0110] なお、その後、Cu等のめっきによって、第1小径導体パターンSp13

、Sp14等にめっき膜を形成することが好ましい。Cuめっき膜の場合は、Cu等のめっき膜の表面にAuめっき膜をさらに形成してもよい。これら
のことで、第1小径導体パターンSp13、Sp14等の膜厚が厚くなり、
それらのDCRが小さくなって、導体損失が低減できる。これにより、第1
小径柱状導体14等および第2小径柱状導体24等のDCRと同等程度にま
で、第1小径導体パターンSp13、Sp14等のDCRを小さくできる。
すなわち、この段階では、樹脂本体10の外表面に第1小径導体パターンS
p13、Sp14等が露出したものであるため、この樹脂本体10をめっき
液に浸漬することにより、第1小径導体パターンSp13、Sp14等の厚
みを選択的に厚くすることができる。

[0111] 第7工程の後に、第1面VS1に、第1小径柱状導体14等の第1端と第
2小径柱状導体等の第1端の少なくとも一方に接続される第1小径導体パ
ターンSp14等を形成するこの工程が、本発明における「第8工程」の一
例である。

[0112] 次に、図9中の(6)に示すように、少なくとも第2小径導体パターンS
p24等の表面の一部に、第2絶縁層2を形成する。第2絶縁層2は、第2
小径導体パターンSp24等の表面等を被覆する絶縁体膜であり、例えばエ
ポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂である。

[0113] 第4工程の後に、少なくとも第2小径導体パターンSp24等の表面の一
部に、第2絶縁層2を形成するこの工程が、本発明における「第5工程」の
一例である。

[0114] また、図9中の(6)に示すように、少なくとも第1小径導体パターンS
p14等の表面の一部に、第1絶縁層1を形成する。第1絶縁層1は、第1
小径導体パターンSp14等の表面等を被覆する絶縁体膜であり、例えばエ
ポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂である。

[0115] 第8工程の後に、少なくとも第1小径導体パターンSp14等の表面の一
部に、第1絶縁層1を形成するこの工程が、本発明における「第9工程」の
一例である。

- [0116] 次に、図9中の(7)に示すように、樹脂本体10の第2面VS2および第2絶縁層2の表面に、第1大径柱状導体31等の第2端と第2大径柱状導体41等の第2端との間を接続する第2大径導体パターンBp21等を形成する。具体的には、第1大径柱状導体31等の第2端および第2大径柱状導体41等の第2端が露出する第2面VS2および第2絶縁層2の表面に、Ag等の導電性ペーストをスクリーン印刷することによって、第2大径導体パターンBp21等を形成する。
- [0117] なお、その後、Cu等のめっきによって、第2大径導体パターンBp21等にめっき膜を形成することが好ましい。Cuめっき膜の場合は、Cu等のめっき膜の表面にAuめっき膜をさらに形成してもよい。これらのことで、第2大径導体パターンBp21等の膜厚が厚くなり、それらのDCRが小さくなって、導体損失が低減できる。これにより、第1大径柱状導体31等および第2大径柱状導体41等のDCRと同等程度にまで、第2大径導体パターンBp21等のDCRを小さくできる。すなわち、この段階では、樹脂本体10の外表面に第2大径導体パターンが露出したものであるため、この樹脂本体10をめっき液に浸漬することにより、第2大径導体パターンの厚みを選択的に厚くすることができる。
- [0118] 第5工程の後に、第2面VS2および第2絶縁層2の表面に、第1大径柱状導体31等の第2端と第2大径柱状導体41等の第2端との間を接続する第2大径導体パターンBp21等を形成するこの工程が、本発明における「第6工程」の一例である。
- [0119] また、図9中の(7)に示すように、樹脂本体10の第1面VS1および第1絶縁層1の表面に、第1大径柱状導体31等の第1端および第2大径柱状導体41等の第1端の少なくとも一方に接続される第1大径導体パターンBp11等を形成する。また、第1面VS1および第1絶縁層1の表面に、第1大径柱状導体31と配線板3に設けられた層間接続導体V1とを接続する接続導体71を形成する。具体的には、第1大径柱状導体31等の第1端および第2大径柱状導体41等の第1端が露出する第1面VS1および第1

絶縁層 1 の表面に、A g 等の導電性ペーストをスクリーン印刷することによって、第 1 大径導体パターン B p 1 1, B p 1 2 等を形成する。

[0120] なお、その後、C u 等のめっきによって、第 1 大径導体パターン B p 1 1, B p 1 2 等にめっき膜を形成することが好ましい。C u めっき膜の場合は、C u 等のめっき膜の表面に A u めっき膜をさらに形成してもよい。これら のことで、第 1 大径導体パターン B p 1 1, B p 1 2 等の膜厚が厚くなり、それらの D C R が小さくなって、導体損失が低減できる。これにより、第 1 大径柱状導体 3 1 等および第 2 大径柱状導体 4 1 等の D C R と同等程度にまで、第 1 大径導体パターン B p 1 1, B p 1 2 等の D C R を小さくできる。すなわち、この段階では、樹脂本体 1 0 の外表面に第 1 大径導体パターン B p 1 1, B p 1 2 等が露出したものであるため、この樹脂本体 1 0 をめっき液に浸漬することにより、第 1 大径導体パターン B p 1 1, B p 1 2 等の厚みを選択的に厚くすることができる。

[0121] 第 9 工程の後に、第 1 面 V S 1 および第 1 絶縁層 1 の表面に、第 1 大径柱状導体 3 1 等の第 1 端および第 2 大径柱状導体 4 1 等の第 1 端の少なくとも一方に接続される第 1 大径導体パターン B p 1 1 等を形成するこの工程が、本発明における「第 1 0 工程」の一例である。

[0122] その後、必要に応じて、樹脂本体 1 0 のうち、導体パターン（第 1 大径導体パターン B p 1 1 等、第 2 大径導体パターン B p 2 1 等、第 1 小径導体パターン S p 1 3, S p 1 4 等、第 2 小径導体パターン S p 2 4 等）の形成面（第 1 面 V S 1 や第 2 面 V S 2）に保護層 6 1, 6 2 を形成する。保護層 6 1, 6 2 は例えば酸化防止用の保護用樹脂膜（ソルダーレジスト膜等）である。

[0123] なお、上記の工程は、マザー基板状態のまま処理される。上記の工程の後、マザー基板を個々の無線 I C デバイス 1 0 1（個片）に分離する。

[0124] 上記製造方法によれば、所望のインダクタンス値を有し、且つ、優れた電気特性を有する、特に直流抵抗の低減が可能な小型のヘリカル状コイルを備える無線 I C デバイス 1 0 1 を容易に製造できる。

[0125] また、上記製造方法では、粘着層を有する支持台 6 を用いて柱状導体を強固に固定することができる。そのため、径の小さな柱状導体もヘリカル状コイルの製造に使用することができ、巻回数が多く、インダクタンスの高いヘリカル状コイルを製造することができる。

[0126] 《第 2 の実施形態》

第 2 の実施形態では、樹脂ブロック 7 A、7 B および樹脂層 10 E を備える無線 IC デバイス 10 2 について示す。その他の構成については無線 IC デバイス 10 1 と実質的に同じである。

[0127] 図 10 (A) は第 2 の実施形態に係る無線 IC デバイス 10 2 の断面図であり、図 10 (B) は、図 10 (A) における B-B 部分での無線 IC デバイス 10 2 の断面図である。

[0128] 本実施形態に係る樹脂本体 10 は、樹脂ブロック 7 A、7 B および樹脂層 10 E を有する。

[0129] 樹脂ブロック 7 A は、長手方向が Z 軸方向に一致する直方体状であり、絶縁体が被覆された第 1 小径柱状導体 14 等および第 1 大径柱状導体 31 等が埋設されている。樹脂ブロック 7 A に埋設された第 1 小径柱状導体 14 等および第 1 大径柱状導体 31 等は、Z 軸方向に延伸するように配置され、各々の第 1 端および第 2 端が樹脂ブロック 7 A の長手方向の面から露出している。

[0130] 樹脂ブロック 7 B は、長手方向が Z 軸方向に一致する直方体状であり、絶縁体が被覆された第 2 小径柱状導体 24 等および第 2 大径柱状導体 41 等が埋設されている。樹脂ブロック 7 B に埋設された第 2 小径柱状導体 24 等および第 2 大径柱状導体 41 等は、Z 軸方向に延伸するように配置され、各々の第 1 端および第 2 端が樹脂ブロック 7 B の長手方向の面から露出している。

[0131] 樹脂層 10 E は、長手方向が Z 軸方向に一致する直方体状である。

[0132] 樹脂ブロック 7 A、7 B および樹脂層 10 E は例えばエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂であり、柱状導体に被覆された絶縁体は例えばポリウレタンであ

る。

[0133] 本実施形態に係る無線 I C デバイス 1 0 2 によれば、第 1 の実施形態で述べた効果以外に、次のような効果を奏する。

[0134] (q) 本実施形態に係る無線 I C デバイス 1 0 2 では、柱状導体が埋設された樹脂ブロック 7 A, 7 B を備えるため、後に詳述するように、第 1 の実施形態に係る無線 I C デバイス 1 0 1 よりも、隣接する柱状導体同士の間隙を小さくできる。したがって、この構成により、ターン数の割にはコイルの占有面積 (X 軸方向および Y 軸方向の寸法) をさらに小さくできる。また、この構成により、ヘリカル状コイルのコイル開口が大きな無線 I C デバイスを容易に形成できる。なお、樹脂ブロック 7 A, 7 B に埋設された柱状導体には、絶縁体が被覆されているため、隣接する柱状導体同士が接触しても電氣的にショートする可能性は低い。すなわち、本実施形態では、樹脂ブロック 7 A, 7 B に埋設される柱状導体が束ねられ、互いに接触していてもよい。

[0135] 本実施形態に係る無線 I C デバイス 1 0 2 は、例えば次の工程で製造される。図 1 1 は、無線 I C デバイス 1 0 2 の製造工程の一部を順に示す断面図である。

[0136] 図 1 1 中の (1) に示すように、主面に粘着層を有する支持台 6 に、第 2 主面 P S 2 に R F I C 4 を実装した配線板 3、樹脂ブロック 7 A, 7 B を実装する。樹脂ブロック 7 A, 7 B には、絶縁体で被覆された柱状導体 (第 1 小径柱状導体 1 4 等、第 2 小径柱状導体 2 4 等、第 1 大径柱状導体 3 1 等および第 2 大径柱状導体 4 1 等) が埋設されている。具体的には、配線板 3 の第 1 主面 P S 1 側を支持台 6 の粘着層側にして固着し、柱状導体の各々の第 1 端側を支持台 6 の粘着層側にして立てる (本発明における「第 1 工程」および「第 2 工程」に相当する)。

[0137] 樹脂ブロック 7 A, 7 B は、ポリウレタン等の絶縁体で被覆された C u ワイヤーをエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂に埋設し、それを所定長単位で切断することで得られる。

[0138] 次に、図 1 1 中の (2) および (3) に示すように、支持台 6 に、柱状導

体の高さと同じ高さまで樹脂層10Eを形成する。具体的には、支持台6上の樹脂ブロック7A、7B以外の部分に、エポキシ樹脂等を所定高さ（少なくともRFIC4および樹脂ブロック7A、7Bの一部が埋設する高さ）まで塗付して樹脂層10Eを形成する。その後、樹脂ブロック7A、7Bおよび樹脂層10Eごと、図11中の(2)に示した研削線PL1まで平面的に研削（または切削、研磨）することで、樹脂本体10の第2面VS2から柱状導体の第2端を露出させる（本発明における「第3工程」に相当する）。

[0139] また、図11中の(2)および(3)に示すように、樹脂本体10から支持台6を取り除き、柱状導体の第1端および層間接続導体V1、V2等を、樹脂本体10の第1面VS1および配線板3の第1主面PS1から露出させる。具体的には、樹脂ブロック7A、7Bおよび樹脂層10Eを支持台6、配線板3および柱状導体ごと、図11中の(2)に示した研削線PL2まで平面的に研削（または切削、研磨）していくことで、柱状導体の第1端および層間接続導体V1、V2を、樹脂本体10の第1面VS1および配線板3の第1主面PS1から露出させる（本発明における「第7工程」に相当する）。

[0140] その後の製造工程は、第1の実施形態において図9(5)から(7)で示した内容と同様である。

[0141] 上記製造方法では、予め柱状導体が埋設された樹脂ブロック7A、7Bを用いるため、柱状導体を支持台6に立てる際に、隣接する柱状導体同士の接触を考慮する必要がない。なお、樹脂ブロック7A、7Bに埋設された柱状導体には、絶縁体が被覆されているため、隣接する柱状導体同士が接触しても電氣的にショートする可能性は低い。したがって、上記製造方法により、隣接する柱状導体同士の隙間が小さい無線ICデバイスを容易に実現できる。

[0142] また、上記製造方法では、予め柱状導体が埋設された樹脂ブロック7A、7Bを用いるため、第1の実施形態で示した無線ICデバイス101の製造方法よりも、柱状導体を支持台6に容易に立てることができる。また、粘着層を有する支持台6に柱状導体をさらに強固に固定することができる。

[0143] 《第3の実施形態》

第3の実施形態では、磁性体コア8を備える無線ICデバイス103について示す。その他の構成については無線ICデバイス101と実質的に同じである。

[0144] 図12は第3の実施形態に係る無線ICデバイス103の断面図である。

[0145] 本実施形態に係る樹脂本体10は、内部にヘリカル状コイルに対する磁芯として作用するフェライト焼結体等の焼結体系の磁性体コア8を有する。また、樹脂本体10は非磁性体である樹脂層10A、10B、10Cを有する。

[0146] 本実施形態に係る無線ICデバイス103によれば、第1の実施形態で述べた効果以外に、次のような効果を奏する。

[0147] (r) 磁性体コア8を備えるため、ヘリカル状コイルを大型化することなく、所期のインダクタンス値を有するヘリカル状コイルを備える無線ICデバイスが得られる。また、無線ICデバイスを低背にしても所期のインダクタンス値を得ることができる。

[0148] (s) 磁性体コア8の集磁効果により、通信相手のアンテナとの磁界結合を高めることができる。

[0149] 本実施形態に係る無線ICデバイス103は、例えば次の工程で製造される。図13、図14および図15は、無線ICデバイス103の製造工程を順に示す断面図である。

[0150] 図13中の(1)に示すように、主面に粘着層を有する支持台6に、第2主面PS2にRFIC4を実装した配線板3、柱状導体(第1小径柱状導体14等、第2小径柱状導体24等、第1大径柱状導体31等および第2大径柱状導体41等)を実装する。具体的には、配線板3の第1主面PS1側を支持台6の粘着層側にして固着し、柱状導体の各々の第1端側を支持台6の粘着層側にして立てる(本発明における「第1工程」および「第2工程」に相当する)。

[0151] 次に、図13中の(2)に示すように、支持台6に非磁性体の樹脂層10

Aを形成する。具体的には、支持台6上に、エポキシ樹脂等を所定高さ（少なくともRFIC4および柱状導体の一部が埋設する高さ）まで樹脂層10Aを形成（樹脂を被覆）する。これにより、RFIC4が樹脂層10Aに埋設される。

[0152] 次に、図13中の(3)に示すように、樹脂層10Aの硬化後、直方体形状の磁性体コア8を載置する。この磁性体コア8は、小型で高い透磁率（例えば比透磁率50以上300以下程度）を有するフェライト焼結体であることが好ましい。磁性体コア8の載置は、樹脂層10Aの硬化前であってもよい。

[0153] 次に、図14中の(4)に示すように、磁性体コア8の厚みまでエポキシ樹脂等の樹脂層10Bを被覆する。

[0154] 続いて、図14中の(5)に示すように、柱状導体の高さと同じ高さまで樹脂層10Cを形成（樹脂を被覆）する。具体的には、エポキシ樹脂等を所定高さ（少なくとも柱状導体の高さ以上）に塗付した樹脂層10Cを柱状導体ごと、図14中の(5)に示した研削線PL1まで平面的に研削（または切削、研磨）することで、樹脂本体10の第2面VS2から柱状導体の第2端を露出させる（本発明における「第3工程」に相当する）。

[0155] また、図14中の(5)に示すように、樹脂本体10から支持台6を取り除き、柱状導体の第1端および層間接続導体V1、V2等を、樹脂本体10の第1面VS1および配線板3の第1主面PS1から露出させる。具体的には、樹脂層10Aを支持台6、配線板3および柱状導体ごと、図14中の(5)に示した研削線PL2まで平面的に研削（または切削、研磨）していくことで、柱状導体の第1端および層間接続導体V1、V2を、樹脂本体10の第1面VS1および配線板3の第1主面PS1から露出させる（本発明における「第7工程」に相当する）。

[0156] 次に、図14中の(6)に示すように、樹脂本体10の第2面VS2に、第1小径柱状導体14等の第2端と第2小径柱状導体24等の第2端との間を接続する第2小径導体パターンSp21等を形成する（本発明における「

第4工程」に相当する)。

[0157] また、図14中の(6)に示すように、樹脂本体10の第1面VS1に、第1小径柱状導体14等の第1端と第2小径柱状導体24等の第1端の少なくとも一方に接続される第1小径導体パターンSp13, Sp14等を形成する(本発明における「第8工程」に相当する)。

[0158] 次に、図15中の(7)に示すように、少なくとも第2小径導体パターンSp21等の表面の一部に、第2絶縁層2を形成する(本発明における「第5工程」に相当する)。

[0159] また、図15中の(7)に示すように、少なくとも第1小径導体パターンSp13等の表面の一部に、第1絶縁層1を形成する(本発明における「第9工程」に相当する)。

[0160] 次に、図15中の(8)に示すように、樹脂本体10の第2面VS2および第2絶縁層2の表面に、第1大径柱状導体31等の第2端と第2大径柱状導体41等の第2端との間を接続する第2大径導体パターンBp21等を形成する(本発明における「第6工程」に相当する)。

[0161] また、図15中の(8)に示すように、樹脂本体10の第1面VS1および第1絶縁層1の表面に、第1大径柱状導体31等の第1端および第2大径柱状導体41等の第1端の少なくとも一方に接続される第1大径導体パターンBp11, Bp12等を形成する(本発明における「第10工程」に相当する)。

[0162] その後、必要に応じて、樹脂本体10のうち導体パターン(第1大径導体パターンBp11等、第2大径導体パターンBp21等、第1小径導体パターンSp13, Sp14等、第2小径導体パターンSp24等)の形成面(第1面VS1や第2面VS2)に保護層61, 62を形成する。保護層61, 62は例えば酸化防止用の保護用樹脂膜(ソルダーレジスト膜等)である。

[0163] なお、上記の工程は、マザー基板状態のまま処理される。上記の工程の後、マザー基板を個々の無線ICデバイス103(個片)に分離する。

[0164] 《第4の実施形態》

第4の実施形態では、樹脂本体10Dの長手方向がZ軸方向に一致する樹脂本体10Dを備えた無線ICデバイス104について示す。その他の構成については、無線ICデバイス101と実質的に同じである。

[0165] 図16は第4の実施形態に係る無線ICデバイス104の断面図である。

[0166] 本実施形態では、柱状導体（第1小径柱状導体11等、第2小径柱状導体21等、第1大径柱状導体31等および第2大径柱状導体41等）の高さ寸法（Z軸方向の高さ）が第1の実施形態に比べて大きい。すなわち、本実施形態に係る柱状導体は、第1の実施形態と比べて、アスペクト比（高さ／底面の直径）が大きい。したがって、本実施形態に係るヘリカル状コイルのコイル開口は、図16に示すように、長手方向がZ軸方向に一致する矩形状である。

[0167] また、本実施形態に係る無線ICデバイス104本体は、長手方向がZ軸方向に一致する直方体状である。なお、本実施形態に係る樹脂本体10Dの第1面VS1（または第2面VS2）の面積は、第1の実施形態に係る樹脂本体10の第1面VS1（または第2面VS2）の面積と、略同じである。

[0168] 本実施形態に係る無線ICデバイス104によれば、第1の実施形態で述べた効果以外に、次のような効果を奏する。

[0169] (t) 本実施形態では、ヘリカル状コイルに対して柱状導体が占める割合が大きい。そのため、本実施形態に係るヘリカル状コイルのコイル開口面積が、第1の実施形態に係るヘリカル状コイルHC1と同じ場合には、ヘリカル状コイル全体のDCRをヘリカル状コイルHC1よりも小さくでき、Q値が高い（低損失の）ヘリカル状コイルを得ることができる。換言すると、本実施形態に係るヘリカル状コイル全体のDCRがヘリカル状コイルHC1と同じ場合には、ヘリカル状コイルHC1に比べて、本実施形態に係るヘリカル状コイルのコイル開口面積は大きい。そのため、通信相手のアンテナに対して相対的に広い位置関係で通信できる。

[0170] (u) 上述したように、本実施形態に係る樹脂本体10Dの第1面VS1の

面積は、第1の実施形態に係る樹脂本体10の第1面VS1の面積と、略同じである。すなわち、第1の実施形態に係る無線ICデバイス101と同じ個数の無線ICデバイス104を、マザー基板から分離することができる。換言すると、本実施形態では、無線ICデバイス101に比べて、樹脂本体10Dの第1面VS1の面積が小さくても、無線ICデバイス101と略同じ大きさのコイル開口面積を有する無線ICデバイスを製造できる。したがって、本実施形態では、無線ICデバイス101と略同じ大きさのコイル開口面積を有する無線ICデバイスを同じ面積（XY平面上の面積）のマザー基板から、より多く分離することができる。

[0171] 以上に示したように、無線ICデバイスのZ軸方向の長さは、X軸方向の長さと同じか、それよりも長いことが好ましい。この構成により、上記（u）で記載したように、同じ面積のマザー基板からの無線ICデバイスの取り個数を多くできる。また、この構成により、大径ループおよび小径ループのZ軸方向の長さが長くなるため、上記（t）で記載したように、ヘリカル状コイル（大径ループや小径ループ）に対する柱状導体の割合が多くなり、ヘリカル状コイルのDCRをさらに低減できる。

[0172] 《第5の実施形態》

第5の実施形態では、複数の大径ループと複数の小径ループとの接続関係が、第1の実施形態に係るヘリカル状コイルHC1とは異なる例を示す。その他の構成についてはヘリカル状コイルHC1と実質的に同じである。

[0173] 図17は第5の実施形態に係るヘリカル状コイルHC5の各導体部分を模式的に示した斜視図である。図18（A）は、ヘリカル状コイルHC5が備える大径ループの導体部分を模式的に示した斜視図であり、図18（B）は、ヘリカル状コイルHC5が備える小径ループの導体部分を模式的に示した斜視図である。図17では、ヘリカル状コイルHC5の構造を解りやすくするため、小径ループを破線で図示している。

[0174] ヘリカル状コイルHC5は、複数の大径ループBL1、BL2、BL3、BL4、複数の小径ループSL1、SL2、SL3、SL4を備える。ヘリ

カル状コイルHC5は、図17に示すように、複数の大径ループBL1, BL2, BL3, BL4および複数の小径ループSL1, SL2, SL3, SL4が、Y軸方向に交互に順次交互に配列され、且つ、交互に順次接続されて導通する。

[0175] この構成により、第1の実施形態に係るヘリカル状コイルHC1と同様の作用・効果を奏することができる。

[0176] なお、本実施形態では、4つの大径ループと4つの小径ループを備える構成例を示したが、これに限定されるものではない。大径ループの数と小径ループの数が同数である必要はない。大径ループの数と小径ループの数が1であり、1つの大径ループと1つの小径ループとを接続して2ターンのヘリカル状のコイルを構成してもよい。また、1つの大径ループに1つの小径ループを接続してスパイラル状のコイルを構成してもよい。

[0177] また、第1の実施形態では、大径コイルと小径コイルとを備えるヘリカル状コイルHC1を示し、本実施形態では、大径ループと小径ループとを備えるヘリカル状コイルHC4を示したが、これに限定されるものではない。本発明におけるヘリカル状コイルは、大径ループ、小径ループ、大径コイルおよび小径コイルの2つ以上を組み合わせる構成であればよい。なお、大径ループ、小径ループ、大径コイルおよび小径コイルの2つ以上を組み合わせる場合、それらを接続する順序についても適宜変更が可能である。

[0178] 《第6の実施形態》

第6の実施形態では、大径ループおよび小径ループの構造が、第1の実施形態に係る無線ICデバイス101とは異なる例を示す。その他の構成については無線ICデバイス101と実質的に同じである。

[0179] 図19は第6の実施形態に係る無線ICデバイス106の断面図である。

[0180] 本実施形態に係る大径ループ（図19では、大径ループBL1が表れている）は、大径U字状導体および第1大径導体パターンで構成される。大径U字状導体Bb1等は、それぞれ一連の金属部材であり、X軸方向およびZ軸方向に延伸し、且つ、Y軸方向に配列されるコの字（または逆U字状）の金

属体である。本実施形態では、大径U字状導体全体が、いずれも樹脂本体10に埋設される。本実施形態に係る大径U字状導体は、例えば断面円形のCuワイヤーを逆U字状に屈曲させた後、切断することで得られる。なお、この断面形状は矩形や多角形等であってもよい。

[0181] 本実施形態に係る小径ループ（図19では、小径ループSL4が表れている）は、小径U字状導体Sb4等および第1小径導体パターンで構成される。小径U字状導体Sb4等は、それぞれ一連の金属部材であり、X軸方向およびZ軸方向に延伸し、且つ、Y軸方向に配列されるコの字（または逆U字状）の金属体である。本実施形態では、小径U字状導体全体が、いずれも樹脂本体10に埋設される。また、本実施形態では、図19に示すように、小径U字状導体が、Y軸方向から視て、大径U字状導体の内側に配置される。本実施形態に係る小径U字状導体は、例えば断面円形のCuワイヤーを逆U字状に屈曲させた後、切断することで得られる。なお、この断面形状は矩形や多角形等であってもよい。

[0182] 本実施形態では、これら大径U字状導体Bb1等および小径U字状導体Sb4等が、樹脂本体10に埋設されるヘリカル状コイルHC1の「第1部分」に相当する。

[0183] 本実施形態に係る無線ICデバイス106によれば、第1の実施形態で述べた効果以外に、次のような効果を奏する。

[0184] (v) 本実施形態では、大径U字状導体が一連の金属部材であり、小径U字状導体が一連の金属部材である。この構成により、導電性ペーストの焼成による焼結金属体や、導電性薄膜のエッチングによる薄膜金属体等で構成する場合に比べて大径U字状導体および小径U字状導体のDCRを十分に小さくできるので、さらにQ値が高く、低損失のヘリカル状コイルが得られる。

[0185] (w) また、本実施形態では、大径U字状導体および小径U字状導体に一連の金属部材を利用する構造であるため、多層基板にヘリカル状コイルを形成する必要がなく、複雑な配線を引回す必要もない。そのため、コイル開口サイズの設計上の自由度に優れたコイル構造を容易に実現できる。また、この

構成により、層間導体を有する複数の基材層を積層して高さ方向の接続部を形成する場合に比べて、接続箇所を減らすことができるため、ヘリカル状コイルの電氣的信頼性がさらに高まる。

[0186] なお、本実施形態では、大径U字状導体および小径U字状導体がどちらも一連の金属部材である例を示したが、この構成に限定されるものではない。大径U字状導体または小径U字状導体のいずれか一方が、一連の金属部材であってもよい。

[0187] 本実施形態に係る無線ICデバイス106は、例えば次の工程で製造される。図20および図21は無線ICデバイス106の製造工程を順に示す断面図である。

[0188] まず、図20中の(1)に示すように、主面に粘着層を有する支持台6に、第2主面PS2にRFIC4を実装された配線板3を実装する。具体的には、RFIC4が実装された配線板3の第1主面PS1側を、支持台6の粘着層側にして固着する(本実施形態に係る「第1工程」に相当する)。

[0189] 次に、図20中の(2)に示すように、支持台6に、一連の金属部材である小径U字状導体Sb4等および一連の金属部材である大径U字状導体Bb1等の各々の両端を立てる。具体的には、大径U字状導体Bb1等および小径U字状導体Sb4等の各々の両端を、支持台6の粘着層側にして固着する。これにより、大径U字状導体Bb1等および小径U字状導体Sb4等の各々の両端が粘着層を介して支持台6に強固に固定した状態で実装される。大径U字状導体Bb1等および小径U字状導体Sb4等は一連の金属部材であり、例えば逆U字状に屈曲させた断面円形のCuワイヤーである。大径U字状導体および小径U字状導体は、Cuを主成分としたものに限定されるわけではないが、導電率や加工性の点でCuを主成分としたものが好ましい。

[0190] 支持台6に、一連の金属部材である大径U字状導体Bb1等、および一連の金属部材である小径U字状導体Sb4等の各々の両端を立てるこの工程が、本発明における「第11工程」の一例である。

[0191] 次に、図20中の(3)に示すように、支持台6に、RFIC4、大径U

字状導体 B b 1 等および小径 U 字状導体 S b 4 等の各々の少なくとも一部が埋設する高さまで、樹脂本体 10 を形成（樹脂を被覆）する。具体的には、支持台 6 上に、エポキシ樹脂等を所定高さ（R F I C 4、大径 U 字状導体 B b 1 等および小径 U 字状導体 S b 4 等の高さ以上）に塗布する。

[0192] 第 1 工程および第 1 1 工程の後に、支持台 6 に、R F I C 4、大径 U 字状導体 B b 1 等および小径 U 字状導体 S b 4 等の各々の少なくとも一部が埋設する高さまで、樹脂本体 10 を被覆するこの工程が、本発明における「第 1 2 工程」の一例である。

[0193] 次に、図 20 中の (3) および図 21 中の (4) に示すように、樹脂本体 10 から支持台 6 を取り除き、大径 U 字状導体 B b 1 等の両端、小径 U 字状導体 S b 4 等の両端および層間接続導体 V 1, V 2 を、樹脂本体 10 の第 1 面 V S 1 および配線板 3 の第 1 主面 P S 1 から露出させる。具体的には、樹脂本体 10 を支持台 6、配線板 3、大径 U 字状導体 B b 1 等および小径 U 字状導体 S b 1 等ごと、図 20 中の (3) に示した研削線 P L 2 まで平面的に研削（または切削、研磨）していくことで、大径 U 字状導体 B b 1 等の両端、小径 U 字状導体 S b 4 等の両端および層間接続導体 V 1, V 2 を、第 1 面 V S 1 および第 1 主面 P S 1 から露出させる。

[0194] 第 1 2 工程の後に、樹脂本体 10 から支持台 6 を取り除くこの工程が、本発明における「第 1 3 工程」の一例である。

[0195] 続いて、図 21 中の (4) に示すように、樹脂本体 10 の第 1 面 V S 1 に、小径 U 字状導体 S b 4 等の一端に接続される第 1 小径導体パターン S p 1 3, S p 1 4 等を形成する。

[0196] 第 1 3 工程の後に、第 1 面 V S 1 に、小径 U 字状導体 S b 4 等の一端に接続される第 1 小径導体パターン S p 1 3 等を形成するこの工程が、本発明における「第 1 4 工程」の一例である。

[0197] 次に、図 21 中の (5) に示すように、少なくとも第 1 小径導体パターン S p 1 3 等の表面の一部に、第 1 絶縁層 1 を形成する。第 1 絶縁層 1 は、第 1 小径導体パターン S p 1 3 等の表面等を被覆する絶縁体膜である。

- [0198] 第14工程の後に、第1面VS1および第1小径導体パターンSp13等の表面に、第1絶縁層1を形成するこの工程が、本発明における「第15工程」の一例である。
- [0199] 次に、図21中の(6)に示すように、樹脂本体10の第1面VS1および第1絶縁層1の表面に、大径U字状導体Bb1等の一端に接続される第1大径導体パターンBp11, Bp12等を形成する。
- [0200] 第15工程の後に、第1面VS1および第1絶縁層1の表面に、大径U字状導体Bb1等の一端に接続される第1大径導体パターンBp11を形成するこの工程が、本発明における「第16工程」の一例である。
- [0201] その後、必要に応じて、樹脂本体10のうち導体パターン(第1大径導体パターンBp11, Bp12等、第1小径導体パターンSp13, Sp14等)の形成面(第1面VS1)に保護層61を形成する。保護層61は例えば酸化防止用の保護用樹脂膜(ソルダーレジスト膜等)である。
- [0202] なお、上記の工程は、マザー基板状態のまま処理される。上記の工程の後、マザー基板を個々の無線ICデバイス106(個片)に分離する。
- [0203] 上記製造方法によれば、所望のインダクタンス値を有し、且つ、さらに優れた電気特性を有する、特に直流抵抗の低減が可能な小型のヘリカル状コイルを備える無線ICデバイス106を容易に製造できる。
- [0204] 《第7の実施形態》
- 第7の実施形態では、大径U字状導体および小径U字状導体の構造が、第6の実施形態に係る無線ICデバイス106とは異なる例を示す。その他の構成については無線ICデバイス106と実質的に同じである。
- [0205] 図22は第7の実施形態に係る無線ICデバイス107の断面図である。
- [0206] 図22に示すように、大径U字状導体(図22では、大径U字状導体Bb1が表れている)および小径U字状導体(図22では、小径U字状導体Sb4が表れている)は、円弧状(または逆U字状)の導体である。
- [0207] このような構成であっても、無線ICデバイス107の基本的な構成は、第6の実施形態に係る無線ICデバイス106と同様であり、無線ICデバ

イス106と同様の作用・効果を奏する。

[0208] 《その他の実施形態》

以上に示した各実施形態では、大径U字状導体B b 1, B b 2, B b 3, B b 4 および小径U字状導体S b 1, S b 2, S b 3, S b 4 が、樹脂本体10の第1面V S 1に対して垂直である構成を示したが、これに限定されるものではない。大径U字状導体B b 1, B b 2, B b 3, B b 4 および小径U字状導体S b 1, S b 2, S b 3, S b 4 は、樹脂本体10の第1面V S 1に対して非平行であればよく、樹脂本体10の第1面V S 1との間の成す角度が0°を超え、且つ、90未満であればよい。

[0209] また、以上に示した第1から第4の各実施形態では、柱状導体（第1大径柱状導体、第2大径柱状導体、第1小径柱状導体および第2小径柱状導体）がCu製ピンである例を示したが、この構成に限定されるものではない。柱状導体は、例えば樹脂本体10に貫通孔を形成し、めっき処理により形成したスルーホール型の導体であってもよい。また、柱状導体は、樹脂本体10に貫通孔を形成し、ここに導電性ペースト等を充填してなるビアホール型の導体であってもよい。

[0210] 以上に示した各実施形態では、ヘリカル状コイルの巻回軸A Xが、Y軸方向に平行である例を示したが、この構成に限定されるものではない。ヘリカル状コイルの巻回軸A Xは、樹脂本体10の第1面V S 1に沿っていればよく、例えばX軸方向に平行であってもよい。なお、ヘリカル状コイルの巻回軸A Xが第1面V S 1に完全に平行である必要はない。本発明における第1面V S 1に「沿った」状態とは、例えばヘリカル状コイルの巻回軸A Xが第1面V S 1（X軸方向、Y軸方向またはZ軸方向）に対して0°から±45°未満の範囲内をいう。

[0211] また、以上に示した各実施形態では、配線板3を備える無線ICデバイス101を示したが、本発明の無線ICデバイスにおいて、配線板3は必須ではない。RFIC4のアンテナポートが、大径導体パターンまたは小径導体パターン等を介してヘリカル状コイルHC1の第1端および第2端に直接接

続される構造であってもよい。

[0212] また、以上に示した各実施形態では、小径U字状導体が、Y軸方向から見て、大径U字状導体の内側に配置されている構成例を示したが、これに限定されるものではない。小径U字状導体の内外径寸法が、Y軸方向から見て、大径U字状導体の内外径寸法よりも小さければよく、小径U字状導体の一部が、Y軸方向から見て、大径U字状導体に重なっていてもよい。

[0213] 以上に示した各実施形態では、RFIC4が配線板3の第2主面PS2に実装（搭載）されている構成について示したが、これに限定されるものではない。RFIC4は、例えば配線板3に内蔵されていてもよい。また、配線板3の第1主面PS1または第2主面PS2のいずれかにキャビティが形成され、このキャビティ内にRFIC4が収容される構成であってもよい。

[0214] また、以上に示した各実施形態では、複数の大径U字状導体Bb1, Bb2, Bb3, Bb4のそれぞれが略同形状であり、複数の小径U字状導体Sb1, Sb2, Sb3, Sb4のそれぞれが略同形状である構成例を示したが、これに限定されるものではない。本発明の作用・効果を奏する範囲において、複数の大径U字状導体はそれぞれが異なる形状でもよく、複数の小径U字状導体はそれぞれが異なる形状でもよい。なお、ヘリカル状コイルHC1の製造の容易性等の観点から、複数の大径U字状導体はそれぞれが略同形状であることが好ましく、複数の小径U字状導体はそれぞれが略同形状であることが好ましい。

[0215] 以上に示した各実施形態では、第1絶縁層1が樹脂本体10の第1面VS1の一部に形成され、第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14全体を被覆する例を示したが、この構成に限定されるものではない。第1絶縁層1は樹脂本体10の第1面VS1の略全面に形成されていてもよい。なお、第1絶縁層1は、少なくとも第1小径導体パターンSp11, Sp12, Sp13, Sp14と第1大径導体パターンBp11, Bp12, Bp13, Bp14との間に介在するように形成されていけばよい。

[0216] また、以上に示した各実施形態では、第2絶縁層2が樹脂本体10の第2

面VS2の一部に形成され、第2小径導体パターンSp21, Sp22, Sp23, Sp24全体を被覆する例を示したが、この構成に限定されるものではない。第2絶縁層2は樹脂本体10の第2面VS2の略全面に形成されていてもよい。なお、第2絶縁層2は、少なくとも第2小径導体パターンSp21, Sp22, Sp23, Sp24と第2大径導体パターンBp21, Bp22, Bp23, Bp24との間に介在するように形成されていればよい。

[0217] また、以上に示した各実施形態では、大径ループと小径ループとを備え、Y軸方向から視て、二重巻きのヘリカル状コイルの例を示したが、この構成に限定されるものではない。本発明におけるヘリカル状コイルは、複数のループ（複数種の内外径を有したループ）を備え、Y軸方向から視て、三重巻き以上であってもよい。

[0218] さらに、以上に示した各実施形態では、RFIC4とヘリカル状コイルとを備える無線ICデバイスを示したが、この構成に限定されるものではない。例えば、チップキャパシタおよびDC/DCコンバータ用集積回路素子を、無線ICデバイス内に設けることによってDC/DCコンバータモジュールを構成することもできる。

[0219] 最後に、本発明の範囲は、以上に示した各実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲内と均等の範囲内で各実施形態からの変更が含まれる。

符号の説明

[0220] BL1, BL2, BL3, BL4…大径ループ

SL1, SL2, SL3, SL4…小径ループ

AX…ヘリカル状コイルの巻回軸

BC…大径コイル

Be1…大径コイルの第1端

Be2…大径コイルの第2端

BFE…大径コイルの形成領域

S C…小径コイル

S e 1…小径コイルの第1端

S e 2…小径コイルの第2端

S F E…小径コイルの形成領域

B p 1 1, B p 1 2, B p 1 3, B p 1 4, B p 1 5…第1大径導体パターン (ヘリカル状コイルの第2部分)

B p 2 1, B p 2 2, B p 2 3, B p 2 4…第2大径導体パターン (ヘリカル状コイルの第2部分)

S p 1 1, S p 1 2, S p 1 3, S p 1 4…第1小径導体パターン (ヘリカル状コイルの第2部分)

S p 2 1, S p 2 2, S p 2 3, S p 2 4…第2小径導体パターン (ヘリカル状コイルの第2部分)

1 1, 1 2, 1 3, 1 4…第1小径柱状導体 (ヘリカル状コイルの第1部分)

2 1, 2 2, 2 3, 2 4…第2小径柱状導体 (ヘリカル状コイルの第1部分)

3 1, 3 2, 3 3, 3 4…第1大径柱状導体 (ヘリカル状コイルの第1部分)

4 1, 4 2, 4 3, 4 4…第2大径柱状導体 (ヘリカル状コイルの第1部分)

B b 1, B b 2, B b 3, B b 4…大径U字状導体 (ヘリカル状コイルの第1部分)

S b 1, S b 2, S b 3, S b 4…小径U字状導体 (ヘリカル状コイルの第1部分)

H C 1, H C 5…ヘリカル状コイル

E 1…ヘリカル状コイルの第1端

E 2…ヘリカル状コイルの第2端

P L 1, P L 2…研削線

V 1, V 2 …層間接続導体

1 …第 1 絶縁層

2 …第 2 絶縁層

3 …配線板

P S 1 …配線板の第 1 主面

P S 2 …配線板の第 2 主面

4 …R F I C

5 …導電性接合材

6 …支持台

7 A, 7 B …樹脂ブロック

8 …磁性体コア

1 0, 1 0 D …樹脂本体

V S 1 …樹脂本体の第 1 面

V S 2 …樹脂本体の第 2 面

1 0 A, 1 0 B, 1 0 C, 1 0 E …樹脂層

6 1, 6 2 …保護層

8 1, 8 2 …実装用電極

1 0 1, 1 0 2, 1 0 3, 1 0 4, 1 0 6, 1 0 7 …無線 I C デバイス

請求の範囲

- [請求項1] 第1面および前記第1面に対向する第2面を有する樹脂本体と、
前記樹脂本体に埋設される第1部分と、前記樹脂本体の表面にパターンニングされる第2部分とを有し、且つ、前記第1面に沿った巻回軸を有するヘリカル状コイルと、
前記ヘリカル状コイルに接続されるRFICと、
を備え、
前記ヘリカル状コイルは、
大径ループと、
前記大径ループに導通し、前記巻回軸方向から見て、前記大径ループの外径の内側に配置される小径ループと、
を備え、
前記第1部分は、前記小径ループの一部を構成する第1小径柱状導体および第2小径柱状導体、ならびに前記大径ループの一部を構成する第1大径柱状導体および第2大径柱状導体を含み、
前記第2部分は、前記第1面に形成され、前記大径ループの一部を構成する第1大径導体パターンと、前記第1面に形成され、前記小径ループの一部を構成する第1小径導体パターンとを含み、
少なくとも前記第1大径導体パターンと前記第1小径導体パターンとが重なる部分には、第1絶縁層が挟まれることを特徴とする、無線ICデバイス。
- [請求項2] 前記第2部分は、前記第2面に形成され、前記小径ループの一部を構成する第2小径導体パターンと、前記第2面に形成され、前記大径ループの一部を構成する第2大径導体パターンとを含む、請求項1に記載の無線ICデバイス。
- [請求項3] 少なくとも前記第2大径導体パターンと前記第2小径導体パターンとが重なる部分には、第2絶縁層が挟まれる、請求項2に記載の無線ICデバイス。

- [請求項4] 第1面および前記第1面に対向する第2面を有する樹脂本体と、
前記樹脂本体に埋設される第1部分と、前記樹脂本体の表面にパターンニングされる第2部分とを有し、且つ、前記第1面に沿った巻回軸を有するヘリカル状コイルと、
前記ヘリカル状コイルに接続されるRFICと、
を備え、
前記ヘリカル状コイルは、
大径ループと、
前記大径ループに導通し、前記巻回軸方向から見て、前記大径ループの外径の内側に配置される小径ループと、
を備え、
前記第1部分は、前記大径ループの一部を構成する一連の金属部材である大径U字状導体と、前記小径ループの一部を構成する一連の金属部材である小径U字状導体とを含む、
前記第2部分は、前記第1面に形成され、前記大径ループの一部を構成する第1大径導体パターンと、前記第1面に形成され、前記小径ループの一部を構成する第1小径導体パターンとを含み、
少なくとも前記第1大径導体パターンと前記第1小径導体パターンとが重なる部分には、第1絶縁層が挟まれることを特徴とする、無線ICデバイス。
- [請求項5] 第1主面および前記第1主面に対向する第2主面を有する配線板を備え、
前記配線板は、前記第2主面が前記樹脂本体の内側に埋設し、前記第1主面が前記樹脂本体から露出するように配置され、
前記RFICは、前記第2主面に実装され、少なくとも一部が前記樹脂本体に埋設される、請求項1から4のいずれかに記載の無線ICデバイス。
- [請求項6] 前記大径ループおよび前記小径ループは、前記第2面を平面視して

、前記巻回軸に沿って隙間なく配列される、請求項1から5のいずれかに記載の無線ICデバイス。

[請求項7] 前記大径ループおよび前記小径ループは、前記第1面に平行な方向、且つ前記巻回軸方向に直交する方向から視て、前記巻回軸方向に沿って隙間なく配列される、請求項1から6のいずれかに記載の無線ICデバイス。

[請求項8] 前記ヘリカル状コイルは、前記大径ループおよび前記小径ループが、前記巻回軸方向に交互に順次配列され、且つ、交互に順次接続されて構成される、請求項1から7のいずれかに記載の無線ICデバイス。

[請求項9] 前記大径ループの数および前記小径ループの数は複数であり、
複数の前記大径ループは、互いに接続されてヘリカル状の大径コイルを構成し、

複数の前記小径ループは、互いに接続されてヘリカル状の小径コイルを構成し、

前記ヘリカル状コイルは、前記大径コイルに前記小径コイルが接続されて構成される、請求項1から7のいずれかに記載の無線ICデバイス。

[請求項10] 前記巻回軸方向における前記大径コイルの前記第1端から第2端へ向かう延伸方向は、前記巻回軸方向における前記小径コイルの第1端から第2端へ向かう延伸方向とは逆方向であり、

前記大径コイルの前記第2端は、前記小径コイルの前記第1端に接続され、

前記巻回軸方向における大径コイルの形成領域の少なくとも一部は、前記巻回軸方向における小径コイルの形成領域に重なる、請求項9に記載の無線ICデバイス。

[請求項11] 第1面および前記第1面に対向する第2面を有する樹脂本体と、
第1小径柱状導体、第2小径柱状導体、第1小径導体パターンおよ

び第2小径導体パターンで構成される小径ループと、第1大径柱状導体、第2大径柱状導体、第1大径導体パターンおよび第2大径導体パターンで構成される大径ループとを有するヘリカル状コイルと、

前記ヘリカル状コイルに接続されるRFICと、

を備え、

少なくとも前記第1大径導体パターンと前記第1小径導体パターンとが重なる部分には、第1絶縁層が挟まれ、

少なくとも前記第2大径導体パターンと前記第2小径導体パターンとが重なる部分には、第2絶縁層が挟まれることを特徴とする無線ICデバイスの製造方法であって、

支持台に前記RFICを実装する第1工程と、

前記支持台に、前記第1小径柱状導体、前記第2小径柱状導体、前記第1大径柱状導体および前記第2大径柱状導体の各々の第1端側を立てる第2工程と、

前記第1工程および前記第2工程の後に、前記支持台に、前記RFIC、前記第1小径柱状導体、前記第2小径柱状導体、前記第1大径柱状導体および前記第2大径柱状導体の各々の少なくとも一部が埋設する高さまで前記樹脂本体を被覆する第3工程と、

前記第3工程の後に、前記第2面に、前記第1小径柱状導体の第2端と前記第2小径柱状導体との間を接続する前記第2小径導体パターンを形成する第4工程と、

前記第4工程の後に、少なくとも第2小径導体パターンの表面の一部に、前記第2絶縁層を形成する第5工程と、

前記第5工程の後に、前記第2面および前記第2絶縁層の表面に、前記第1大径柱状導体の第2端と前記第2大径柱状導体の第2端との間を接続する前記第2大径導体パターンを形成する第6工程と、

前記第3工程の後に、前記樹脂本体から前記支持台を取り除く第7工程と、

前記第7工程の後に、前記第1面に、前記第1小径柱状導体の第1端または前記第2小径柱状導体の第1端の少なくとも一方に接続される前記第1小径導体パターンを形成する第8工程と、

前記第8工程の後に、少なくとも前記第1小径導体パターンの表面の一部に、前記第1絶縁層を形成する第9工程と、

前記第9工程の後に、前記第1面および前記第1絶縁層の表面に、前記第1大径柱状導体の第1端または前記第2大径柱状導体の第1端の少なくとも一方に接続される前記第1大径導体パターンを形成する第10工程と、

を備える無線ICデバイスの製造方法。

[請求項12]

第1面および前記第1面に対向する第2面を有する樹脂本体と、

小径U字状導体および第1小径導体パターンで構成される小径ループと、大径U字状導体および第1大径導体パターンで構成される大径ループとを有するヘリカル状コイルと、

前記ヘリカル状コイルに接続されるRFICと、

を備え、

少なくとも前記第1大径導体パターンと前記第1小径導体パターンとが重なる部分には、第1絶縁層が挟まれることを特徴とする無線ICデバイスの製造方法であって、

支持台にRFICを実装する第1工程と、

前記支持台に、一連の金属部材である大径U字状導体および小径U字状導体の各々の両端を立てる第11工程と、

前記第1工程および前記第11工程の後に、前記支持台に、前記RFIC、前記大径U字状導体および前記小径U字状導体の各々が埋設する高さまで樹脂本体を被覆する第12工程と、

前記第12工程の後に、前記樹脂本体から前記支持台を取り除く第13工程と、

前記第13工程の後に、前記第1面に、前記小径U字状導体の一端

に接続される第1小径導体パターンを形成する第14工程と、

前記第14工程の後に、少なくとも前記第1小径導体パターンの表面の一部に、第1絶縁層を形成する第15工程と、

前記第15工程の後に、前記第1面および前記第1絶縁層の表面に、前記大径U字状導体の一端に接続される第1大径導体パターンを形成する第16工程と、

を備える無線ICデバイスの製造方法。

[請求項13]

前記無線ICデバイスは、

前記第1小径柱状導体、前記第2小径柱状導体、前記第1大径柱状導体および前記第2大径柱状導体が埋設された樹脂ブロックをさらに備え、

前記第2工程は、

前記支持台に前記樹脂ブロックを実装する工程をさらに有する、請求項11に記載の無線ICデバイスの製造方法。

[請求項14]

前記第1工程は、

第1主面および前記第1主面に対向する第2主面を有する配線板の前記第2主面に、前記RFICを実装する工程と、

第1主面側を前記支持台に実装する工程と、

をさらに有する、請求項11から13のいずれかに記載の無線ICデバイスの製造方法。

[請求項15]

前記支持台は主面に粘着層を有し、

前記第1工程は、前記配線板の第1主面側を前記粘着層側にして固着する工程をさらに有する、請求項14に記載の無線ICデバイスの製造方法。

[請求項16]

前記支持台は主面に粘着層を有し、

前記第2工程は、

前記第1小径柱状導体、前記第2小径柱状導体、前記第1大径柱状導体および前記第2大径柱状導体の各々の第1端側を、前記粘着層側

にして固着する工程をさらに有する、請求項 1 1 に記載の無線 I C デバイスの製造方法。

[請求項17]

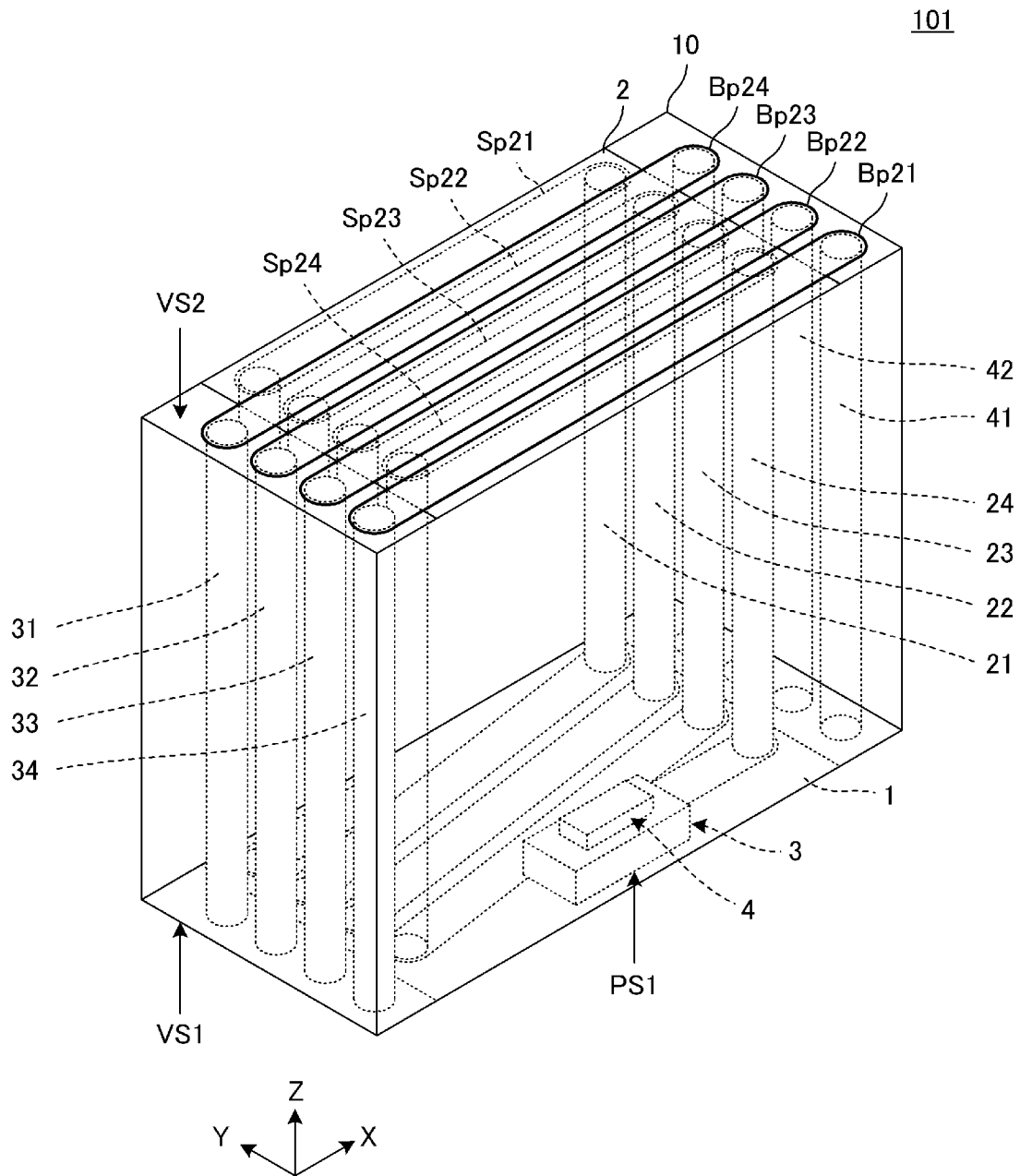
前記支持台は主面に粘着層を有し、

前記第 1 1 工程は、

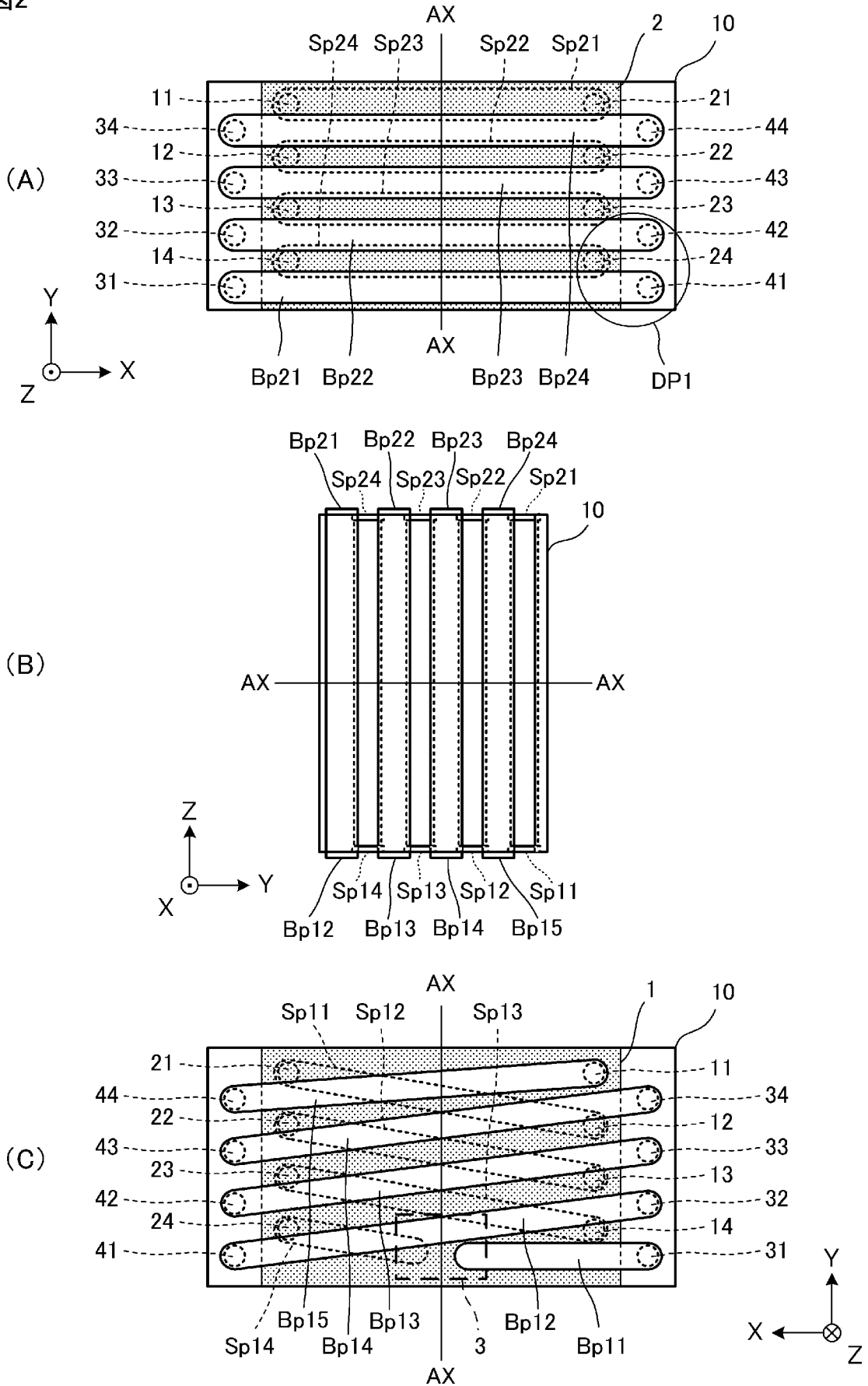
前記大径 U 字状導体および前記小径 U 字状導体の各々の両端を、前記粘着層側にして固着する工程をさらに有する、請求項 1 2 に記載の無線 I C デバイスの製造方法。

[図1]

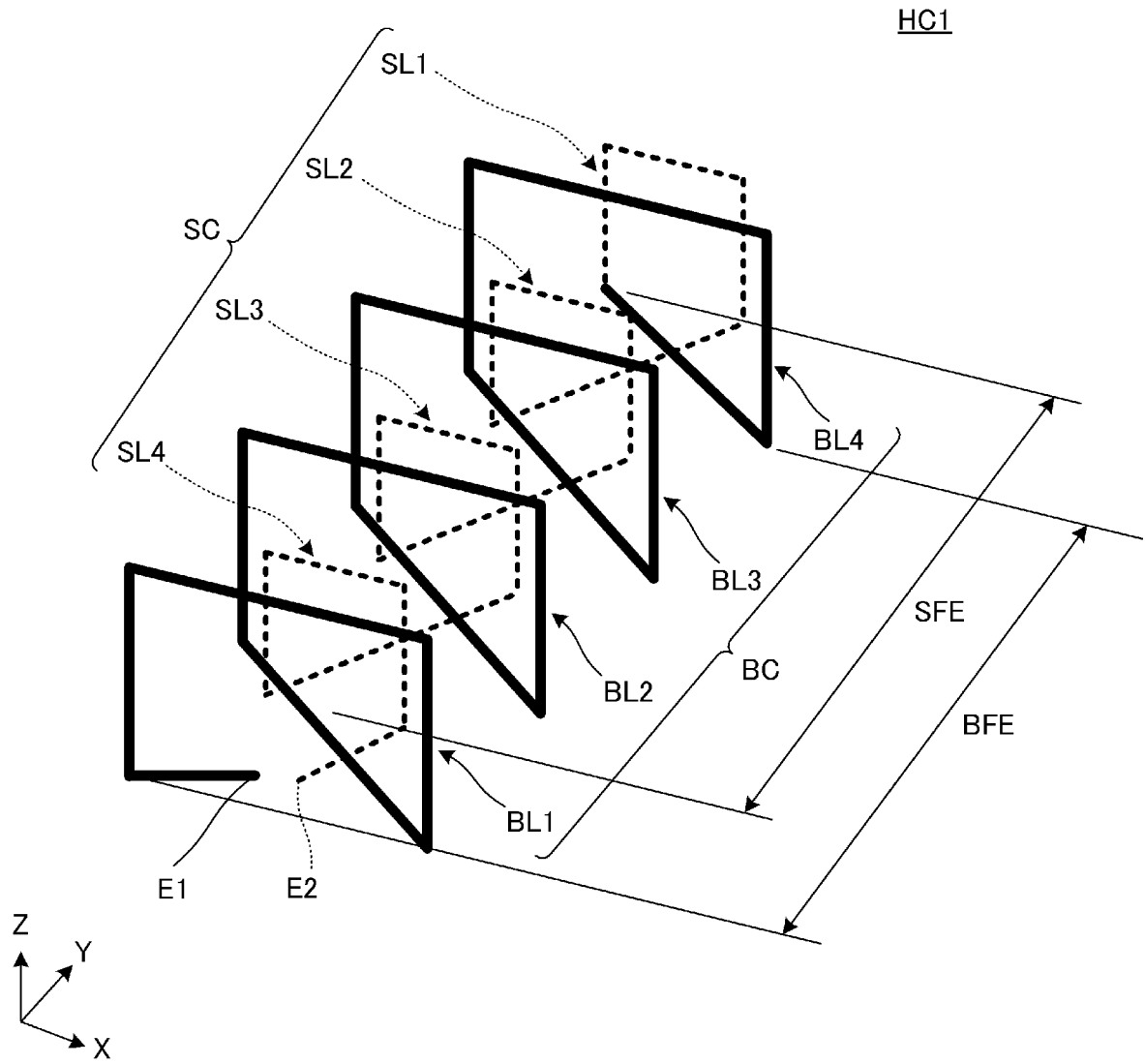
図1



[図2]
図2

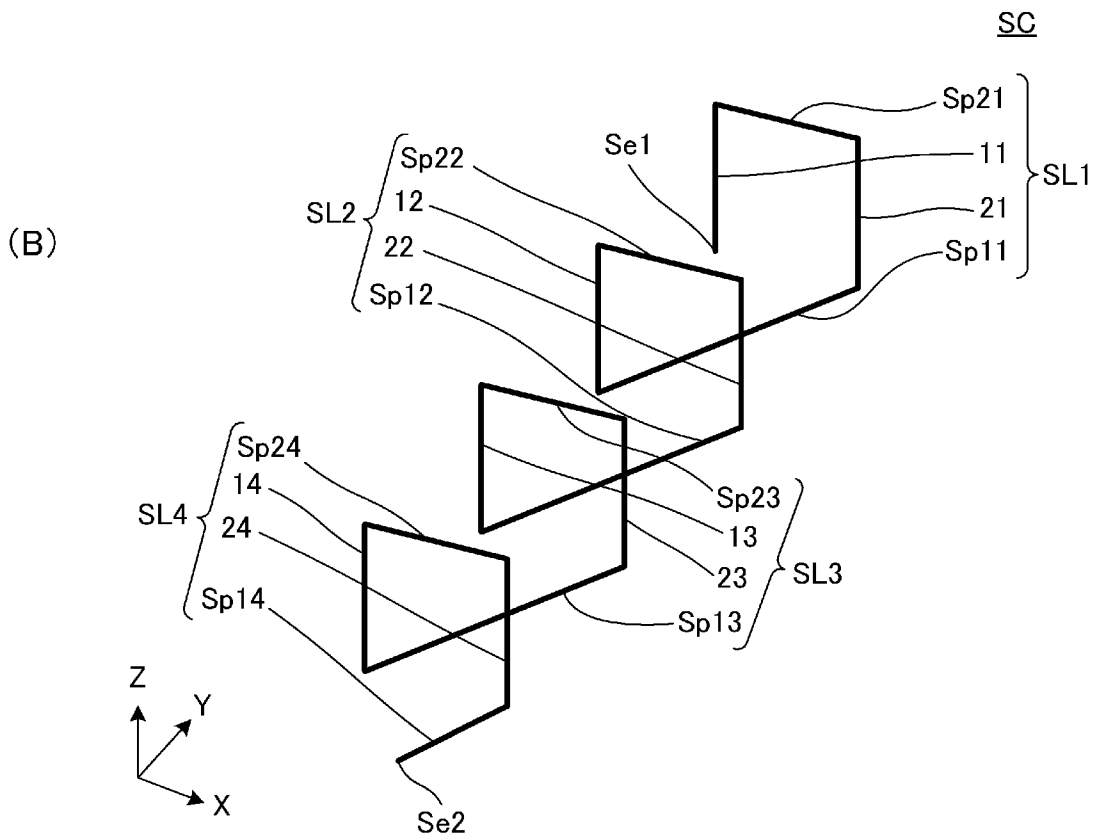
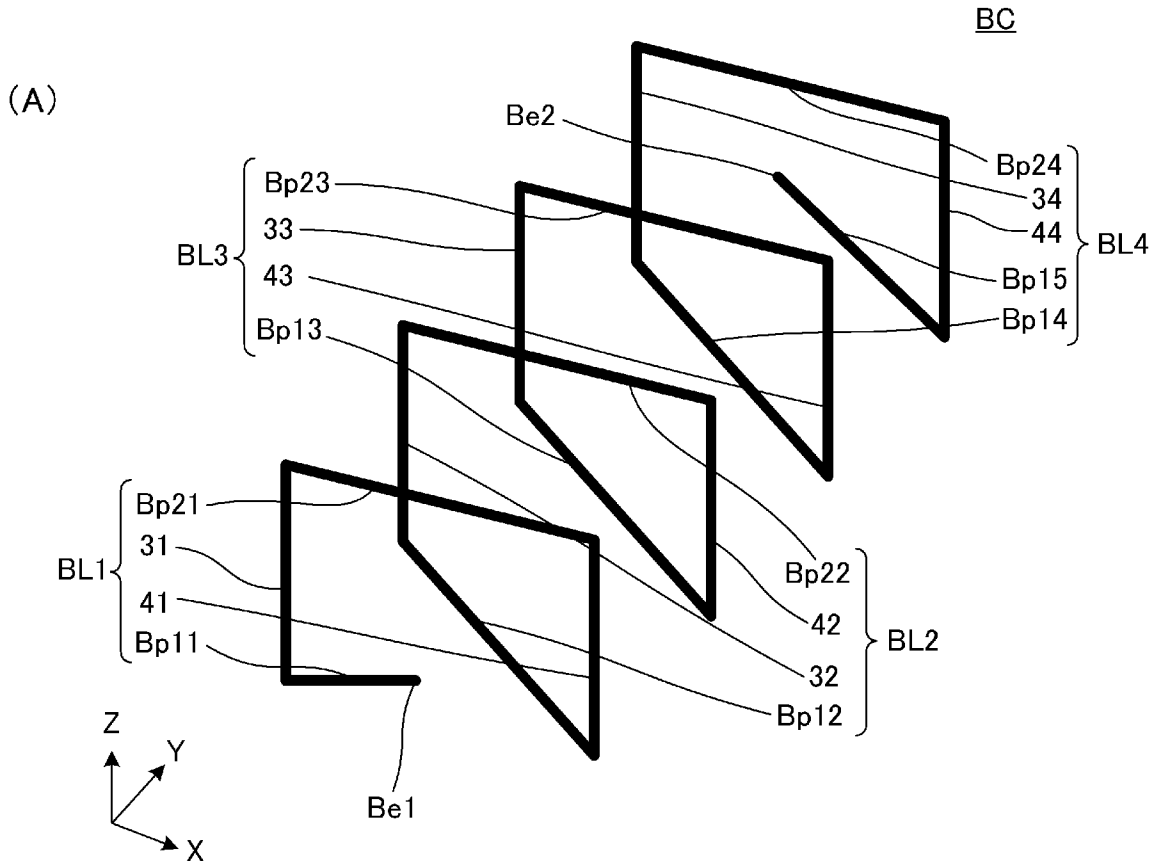


[図4]
図4



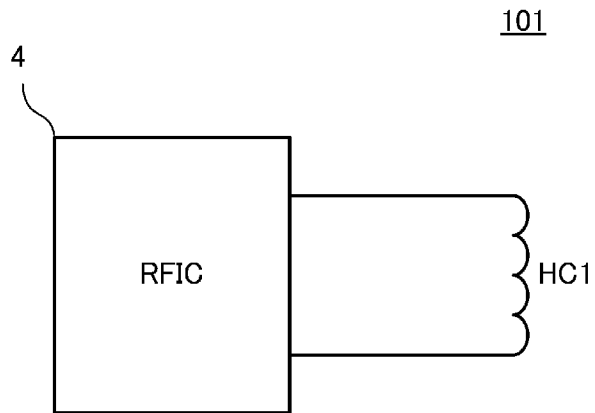
[図5]

図5



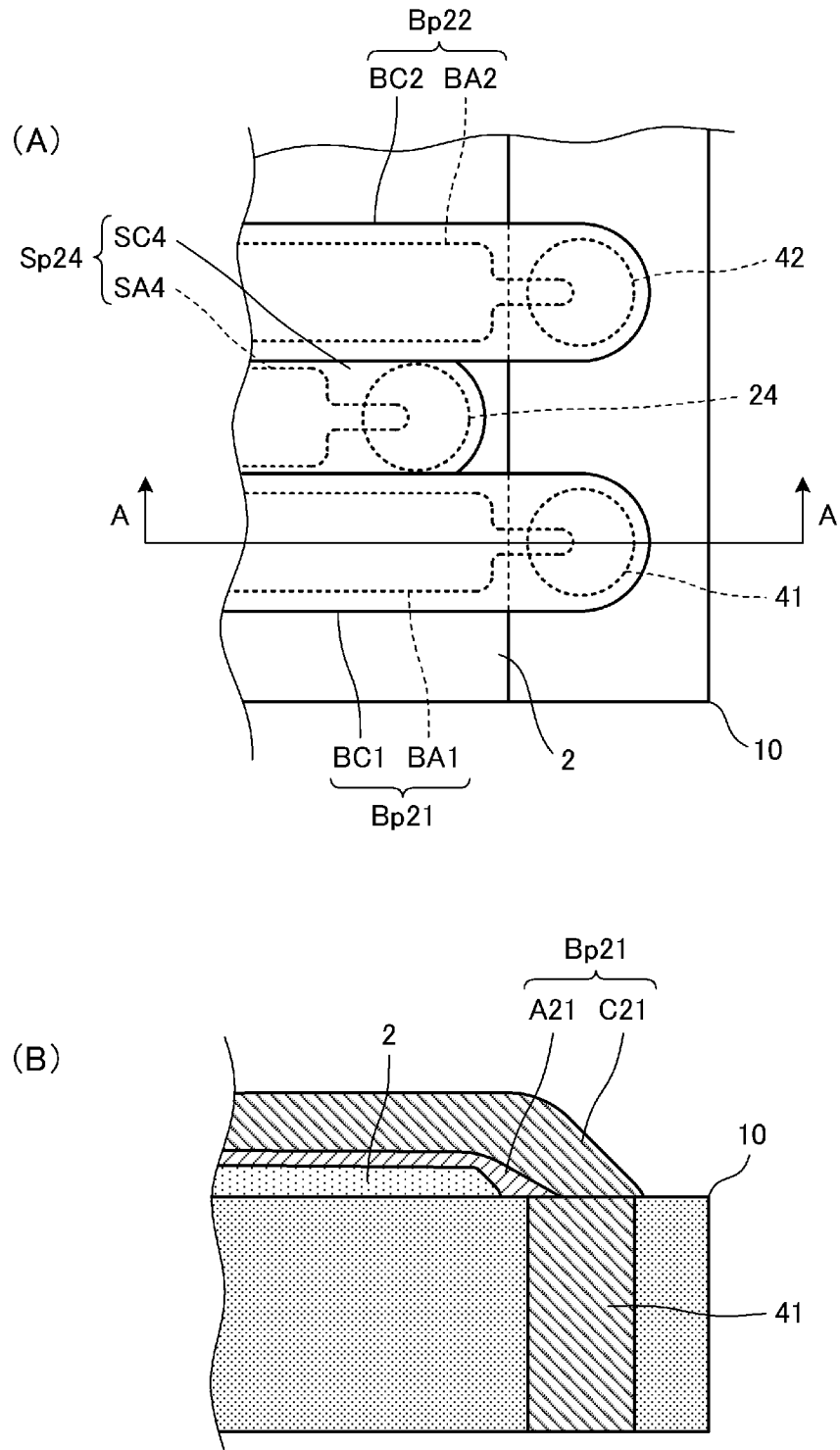
[図6]

図6

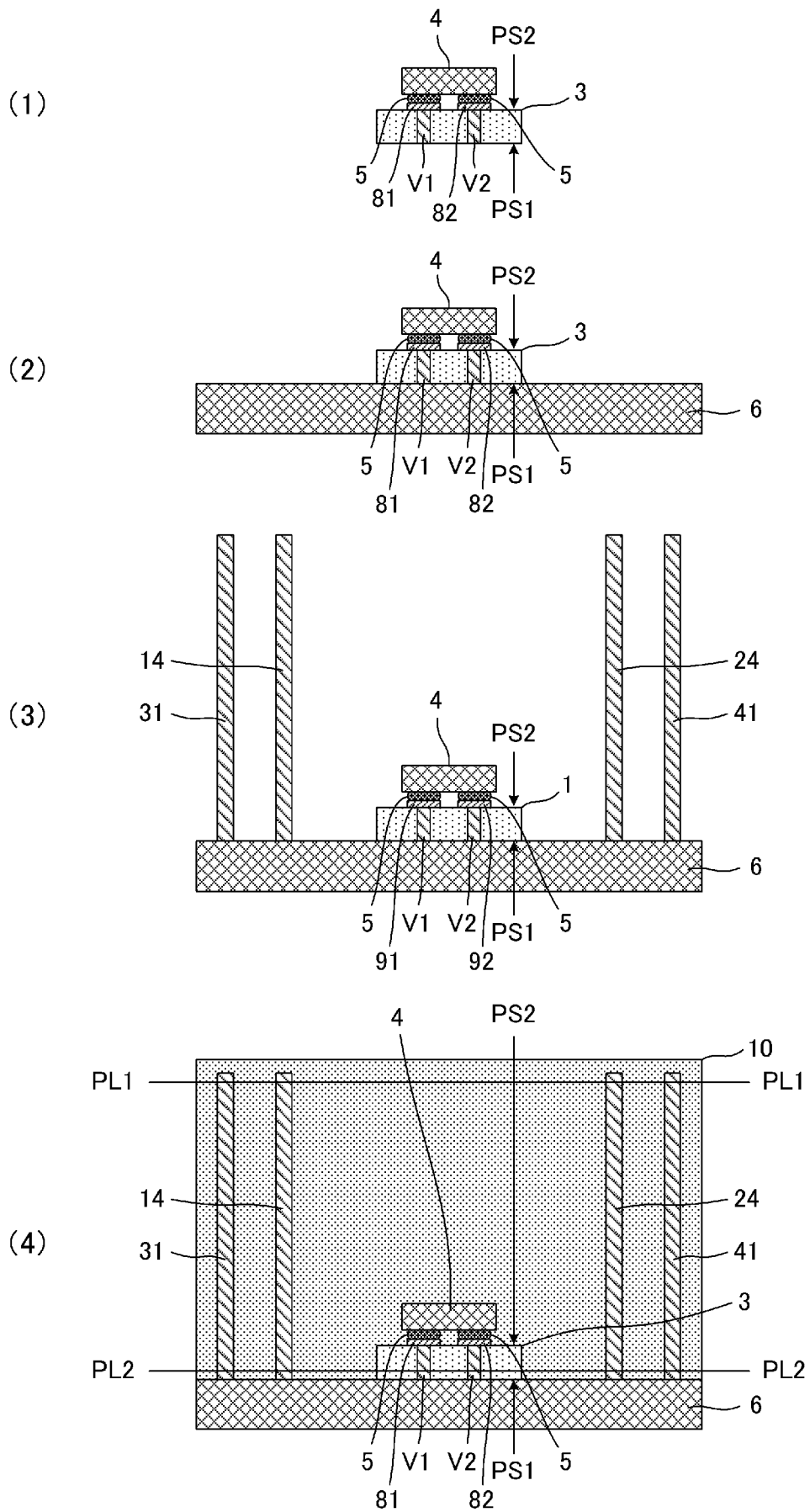


[図7]

図7

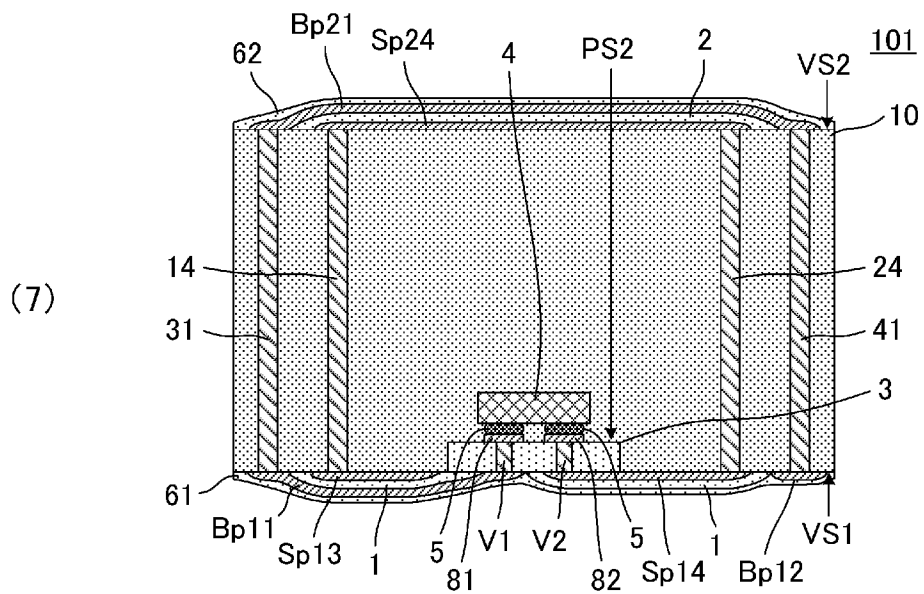
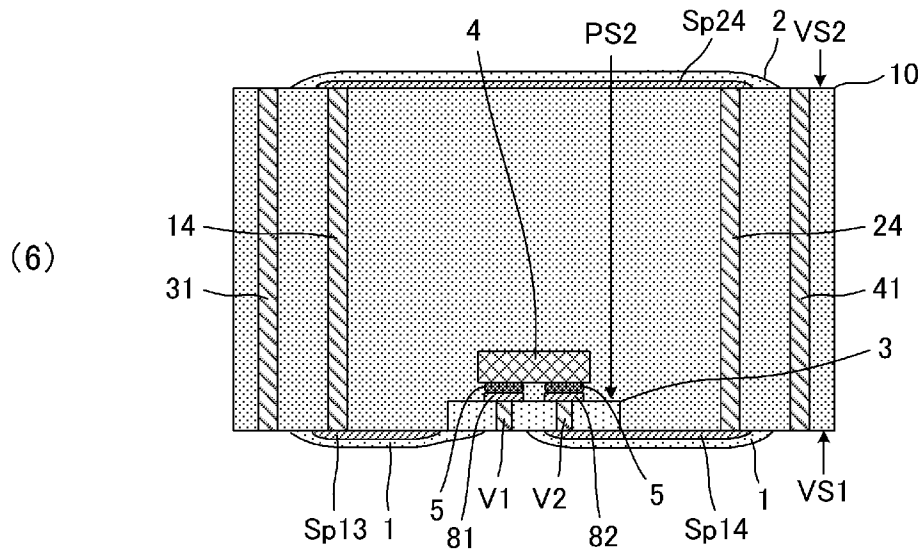
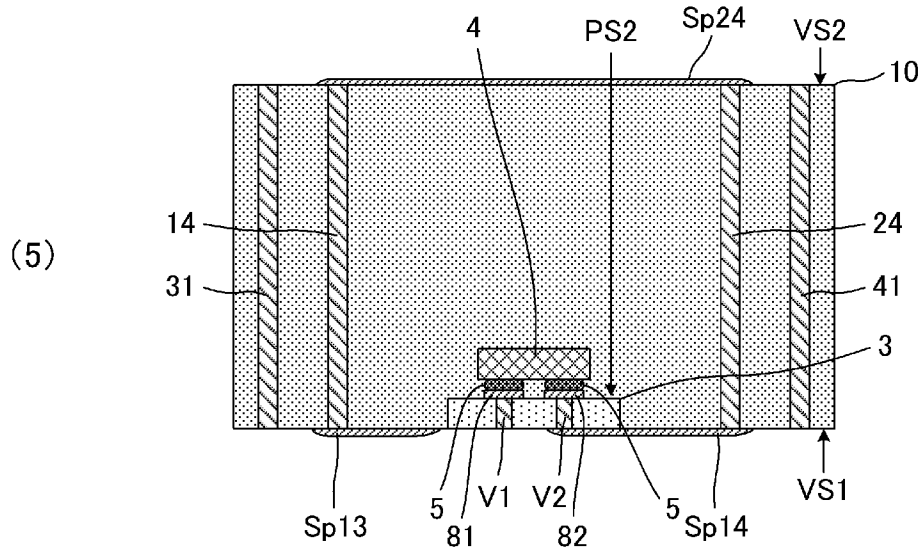


[図8]
図8



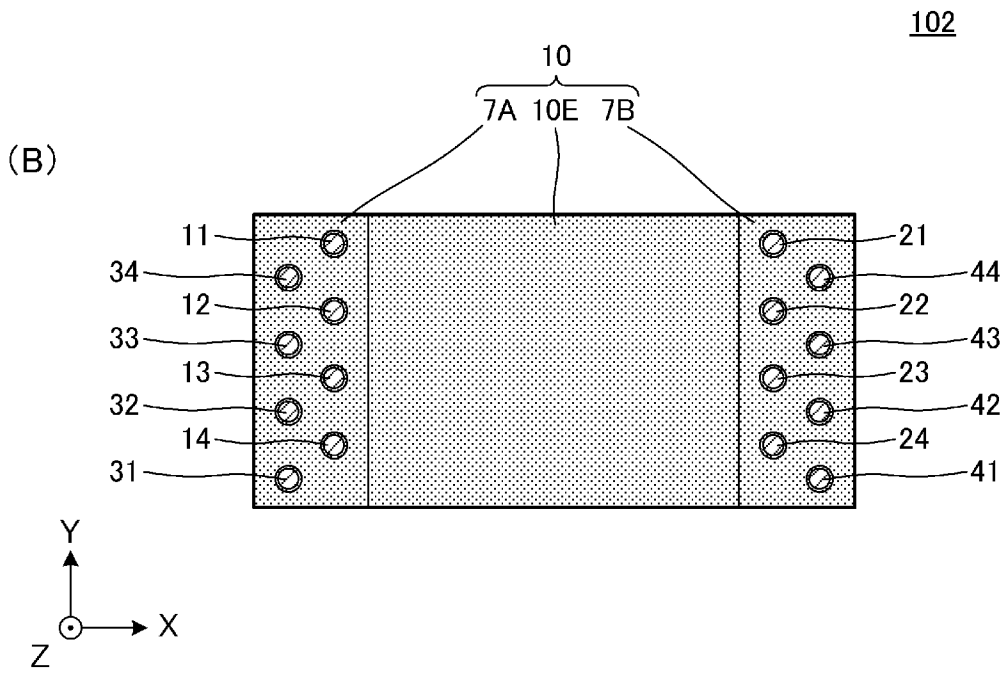
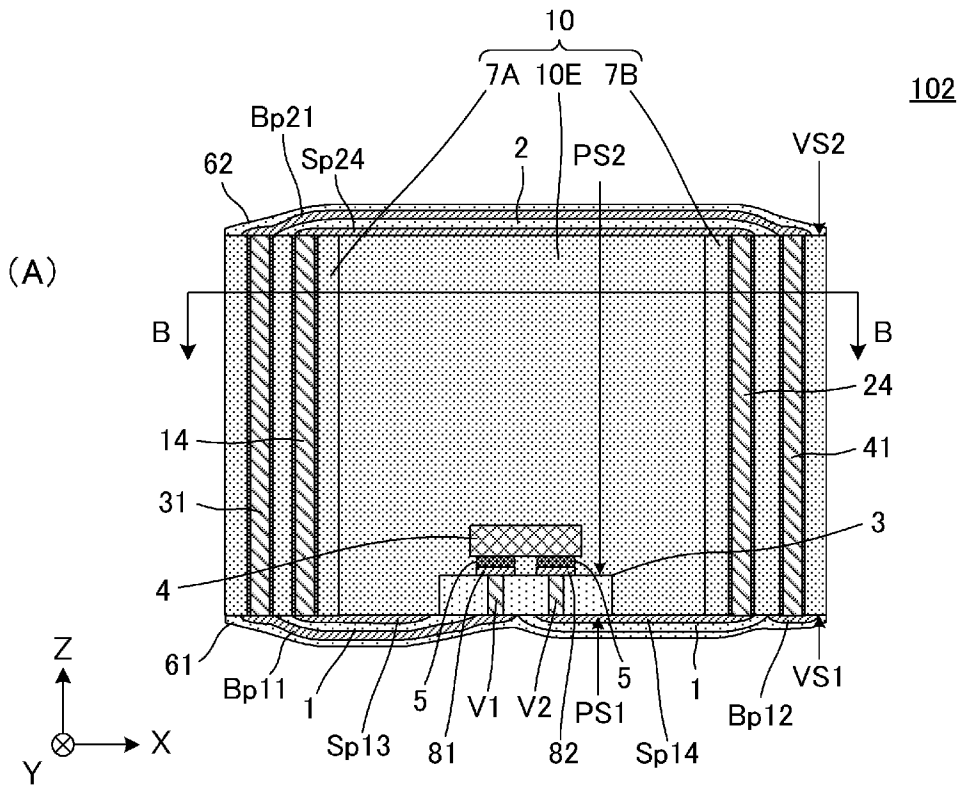
[図9]

図9



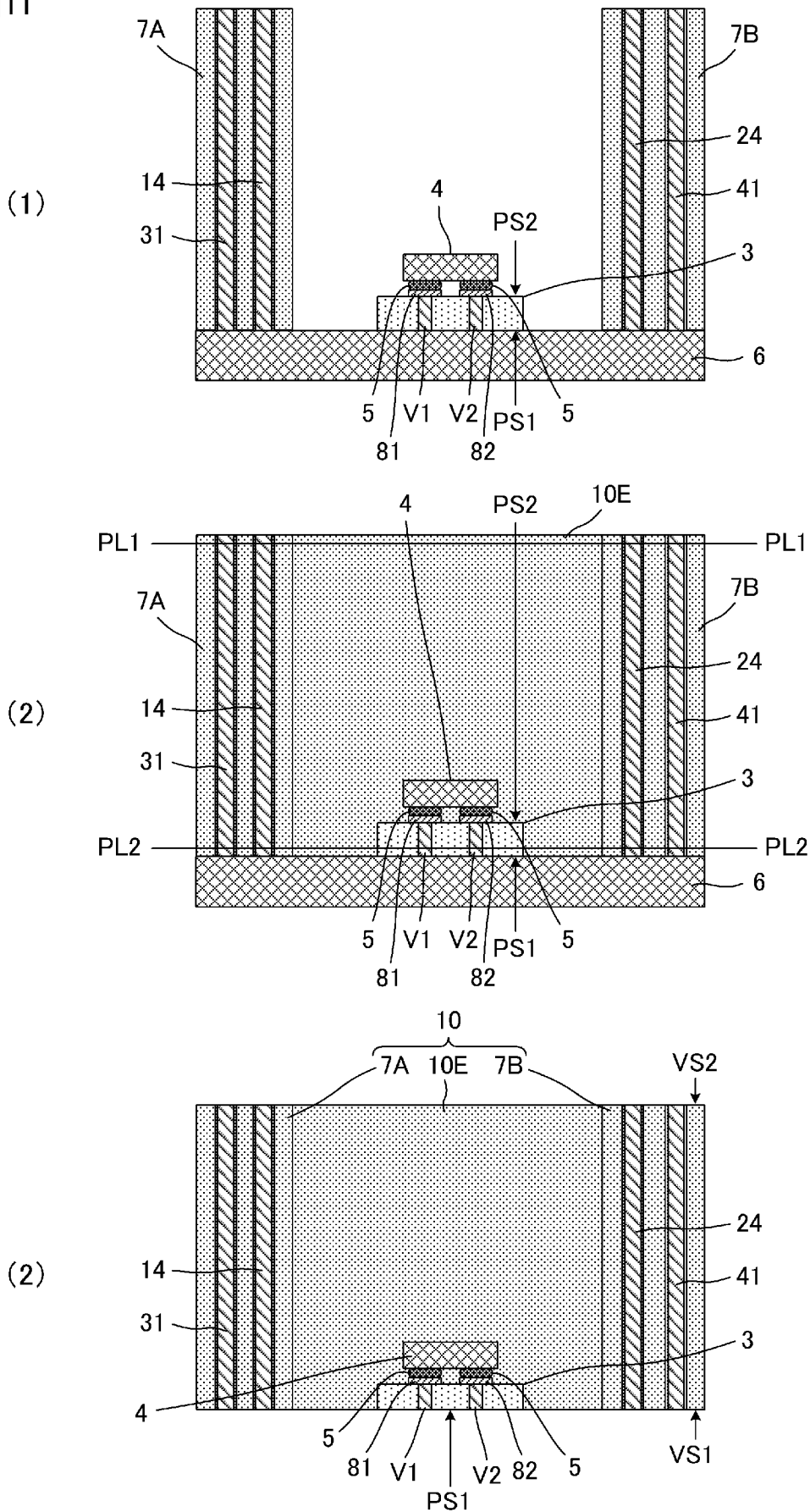
[図10]

図10



[図11]

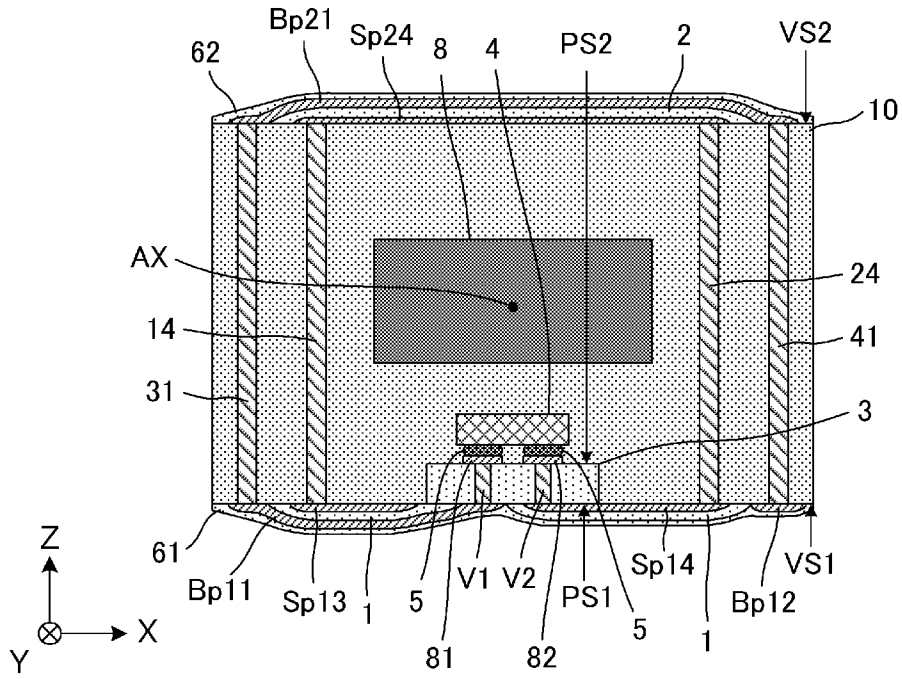
図11



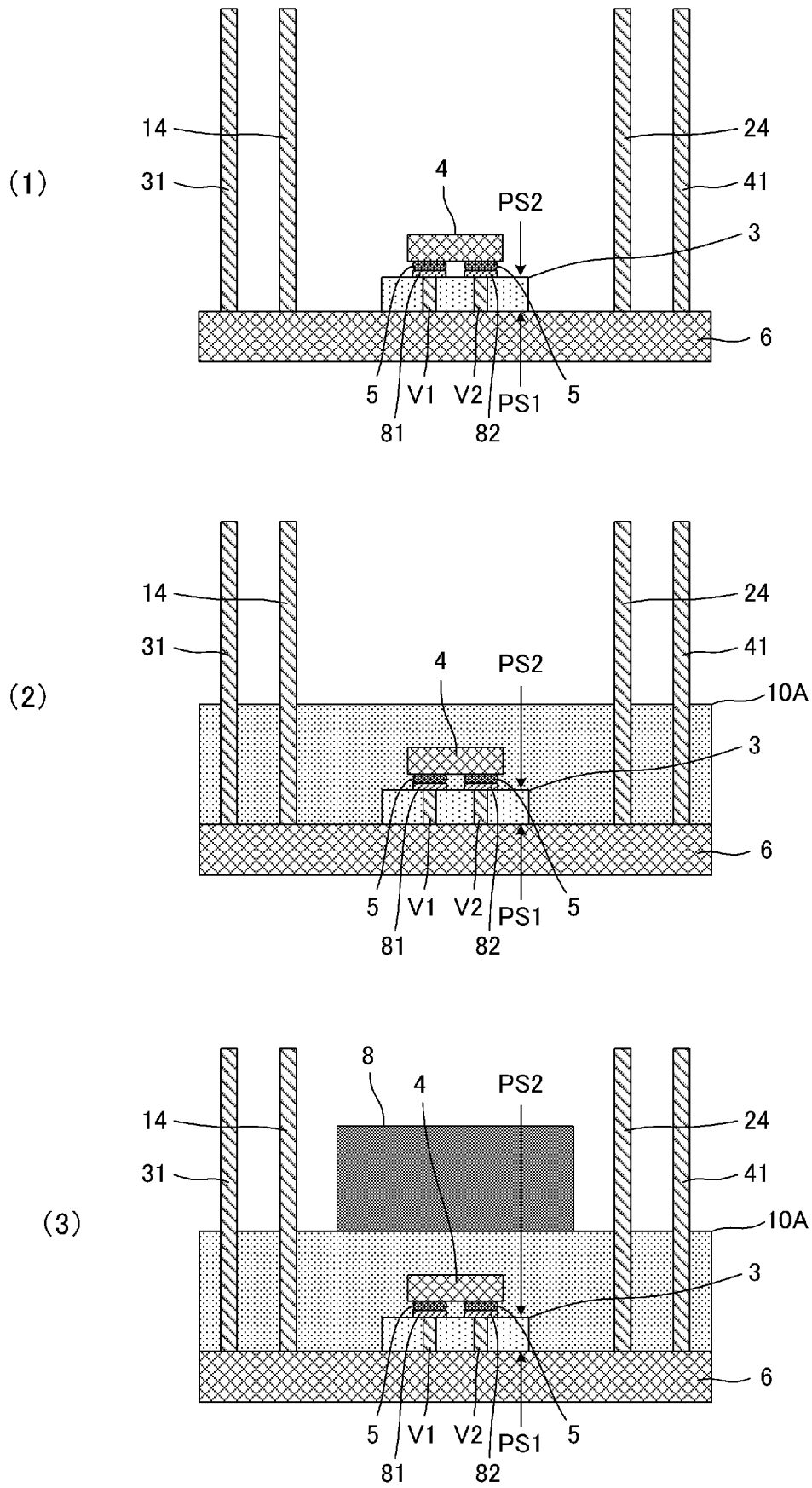
[図12]

図12

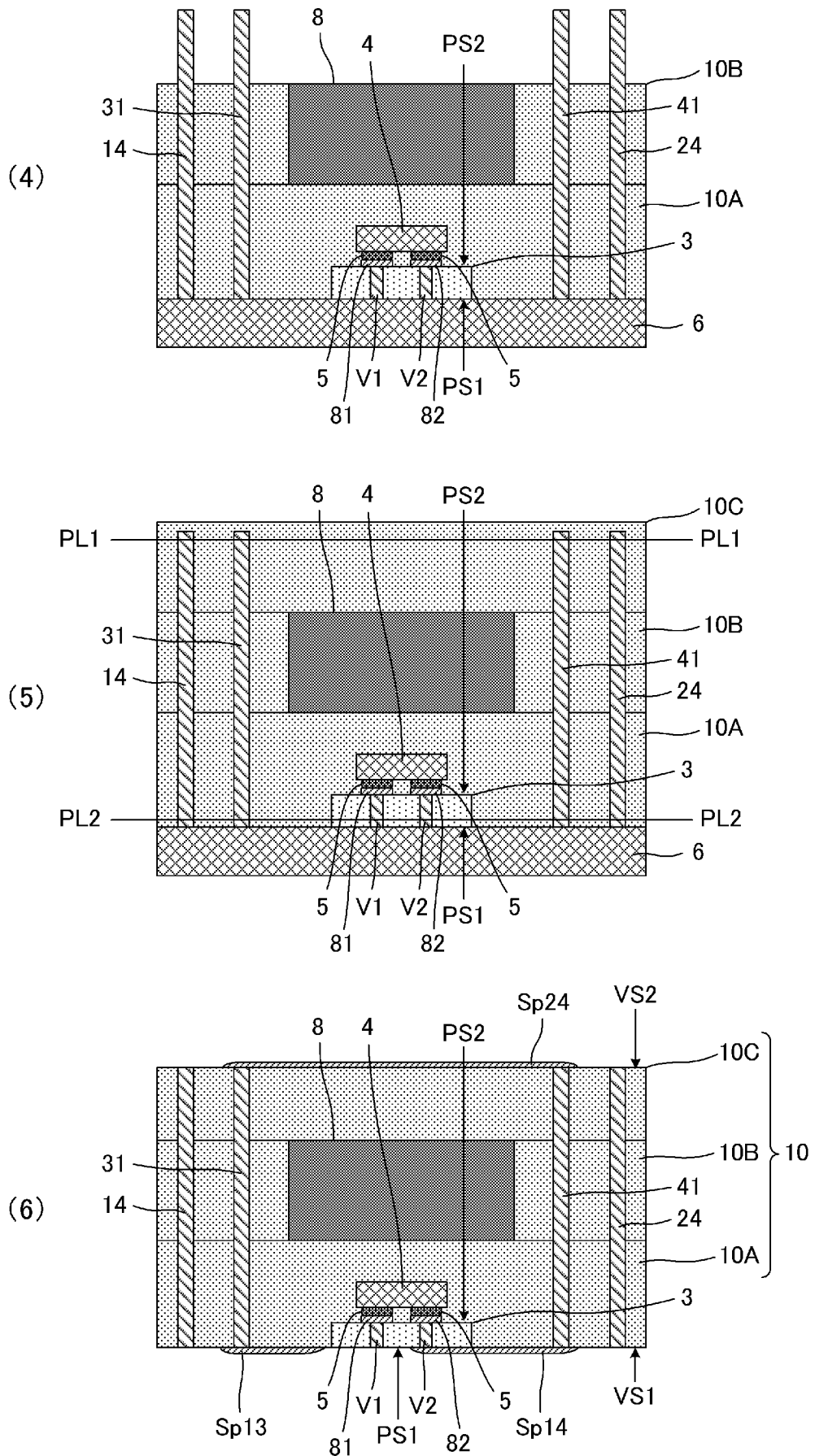
103



[図13]
図13

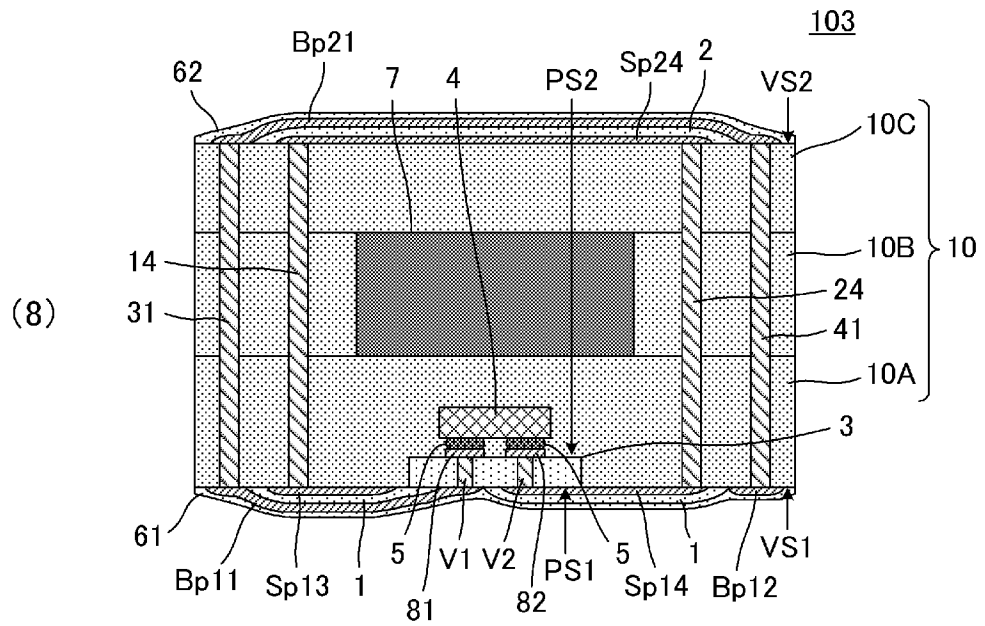
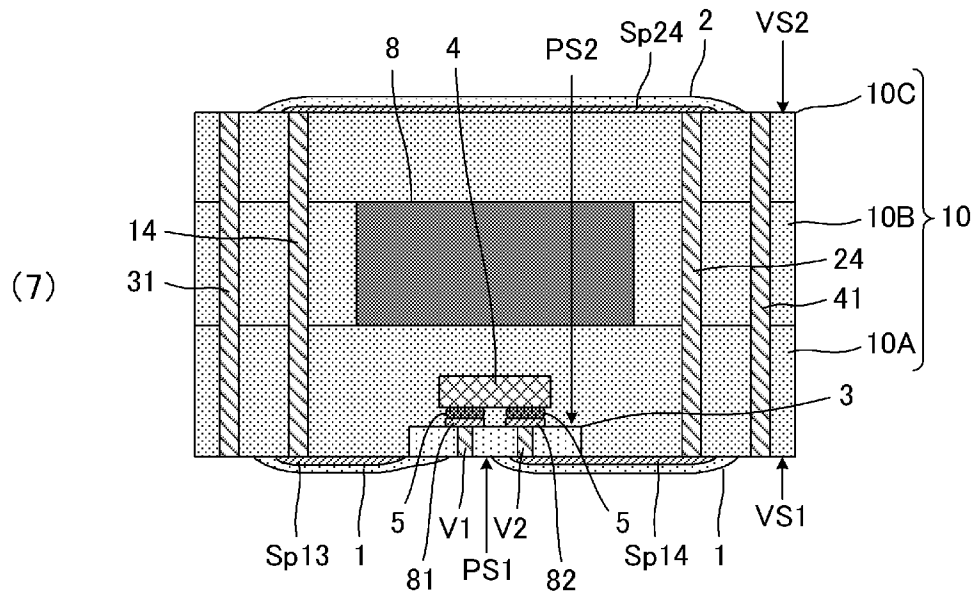


[図14]
 図14



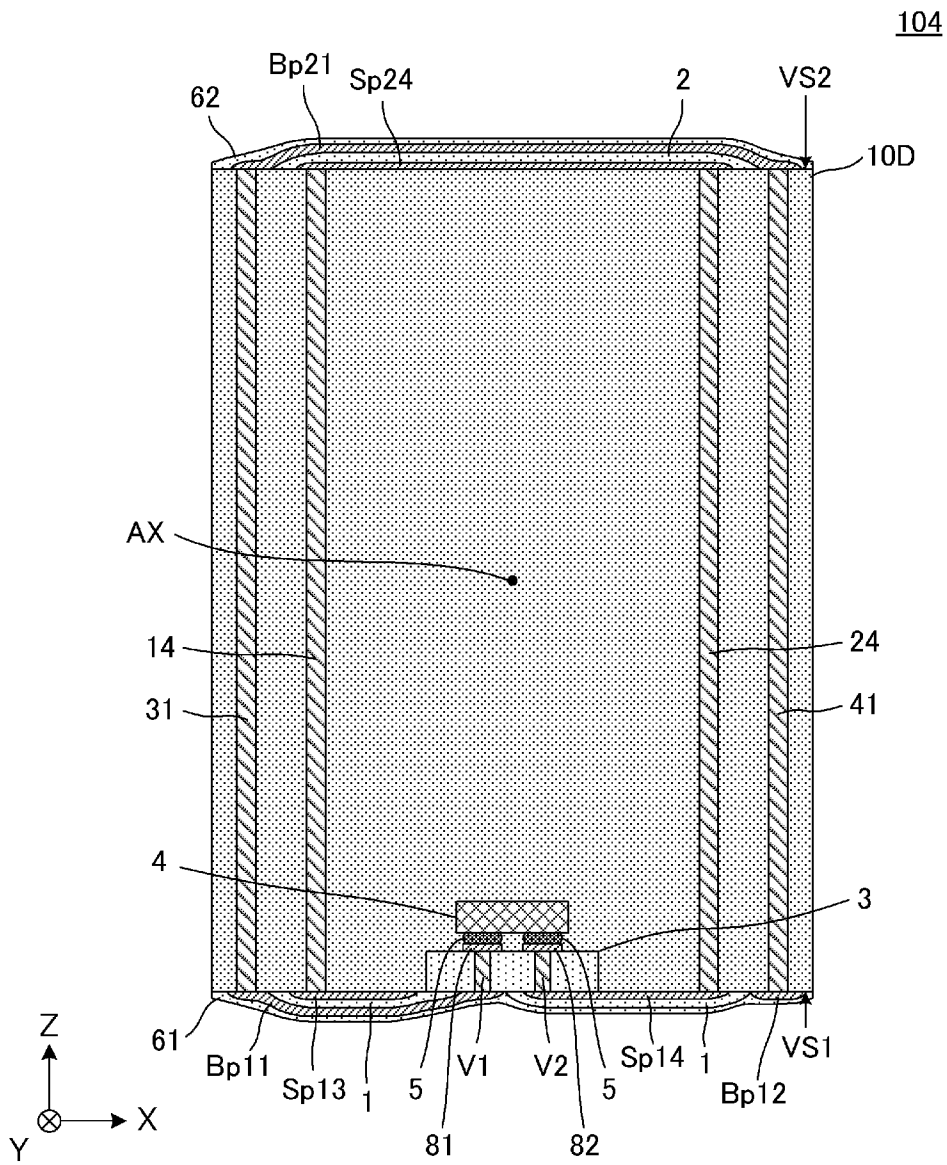
[図15]

図15



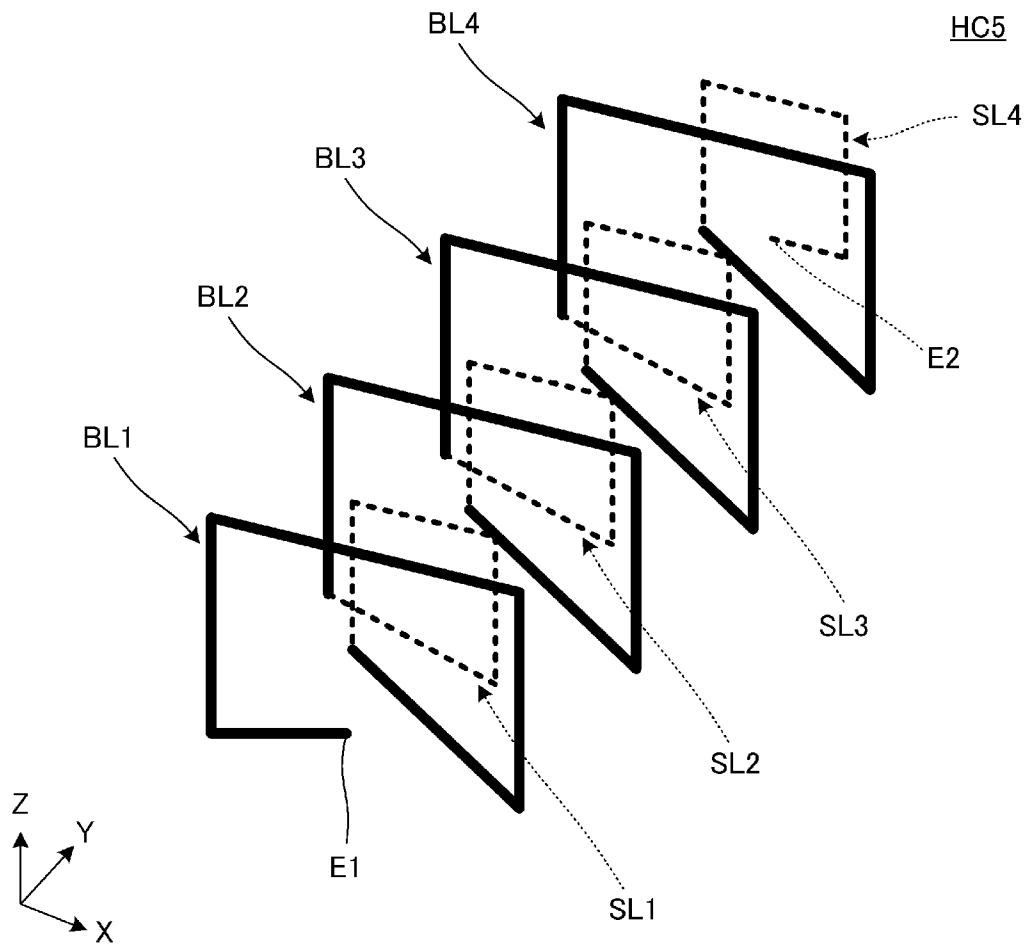
[図16]

図16



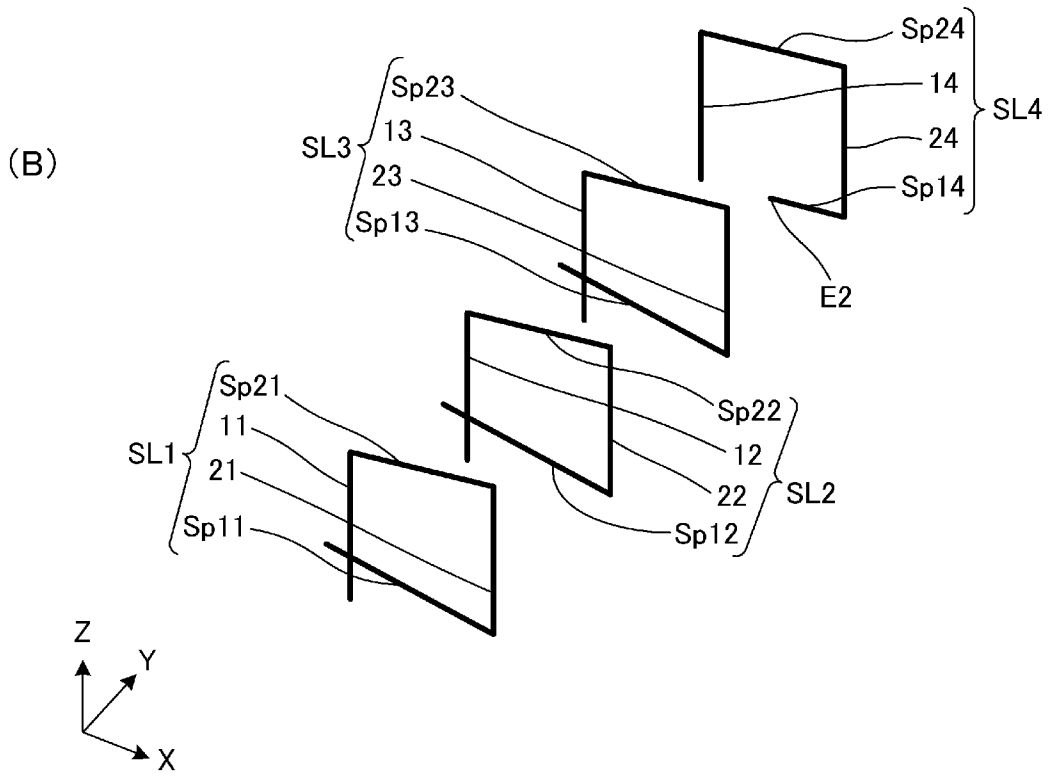
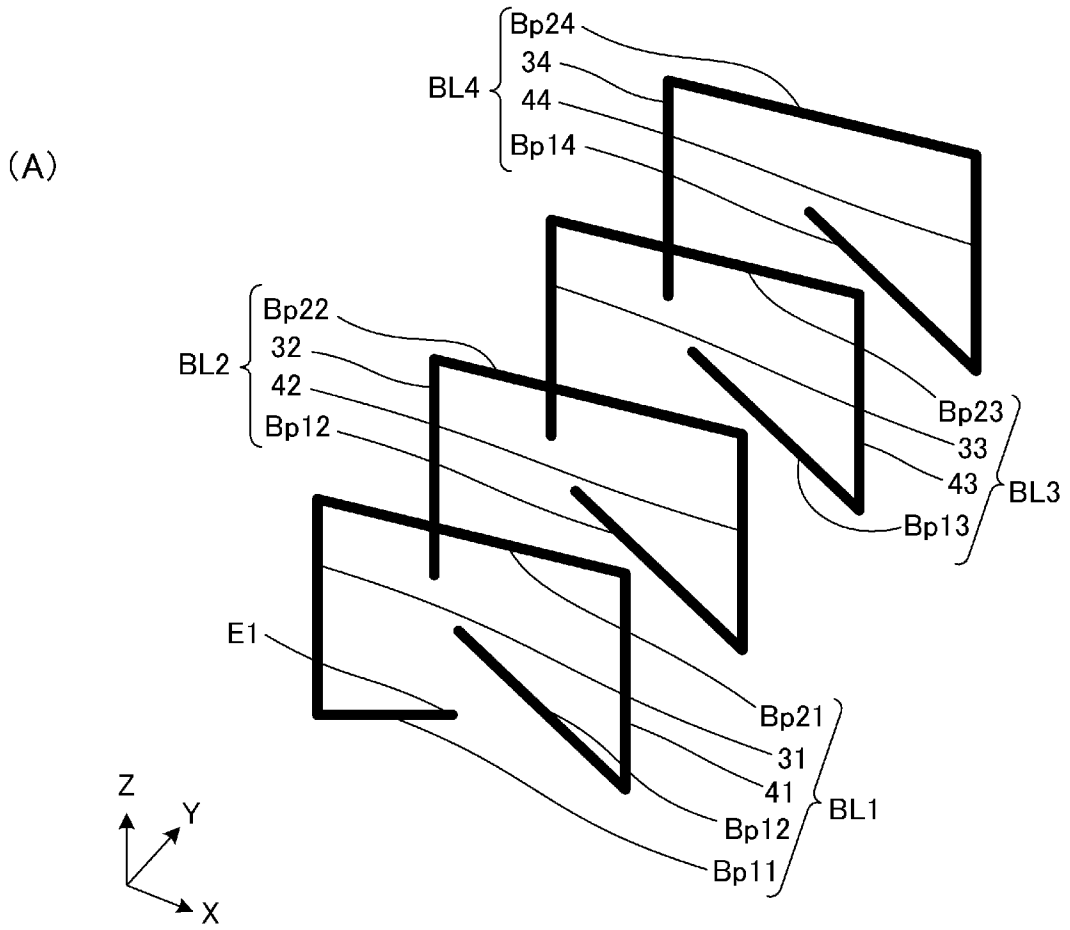
[図17]

図17



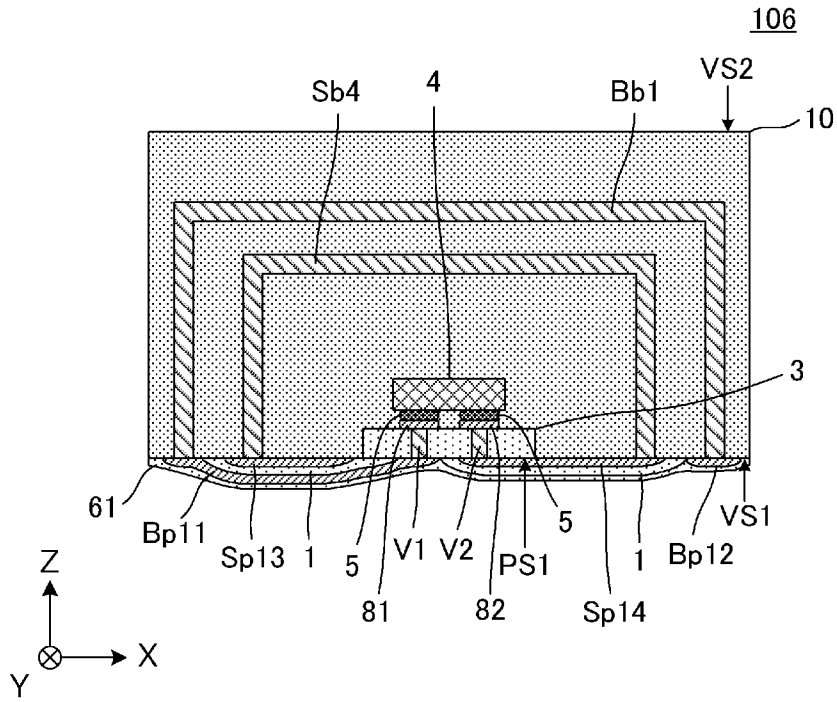
[図18]

図18

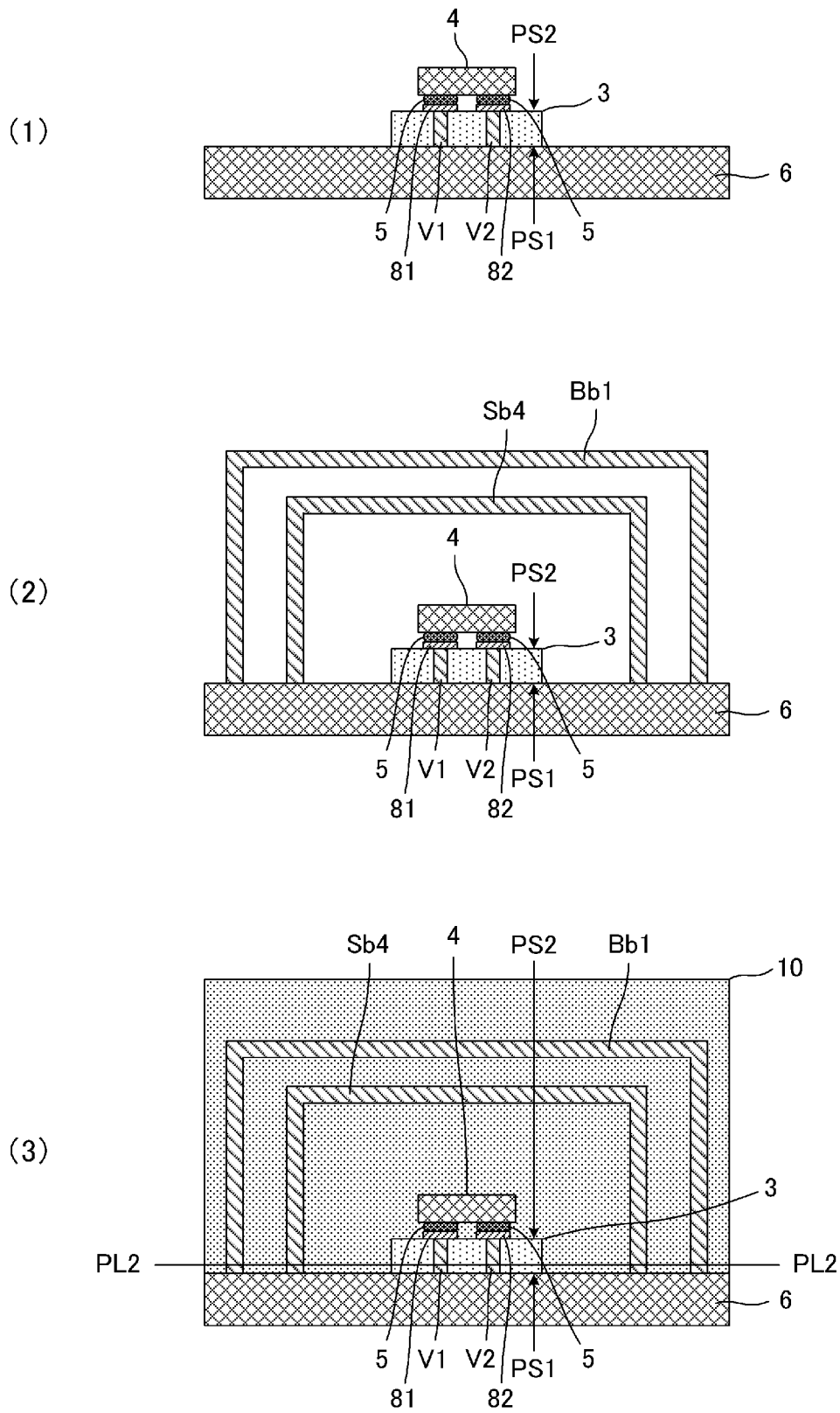


[図19]

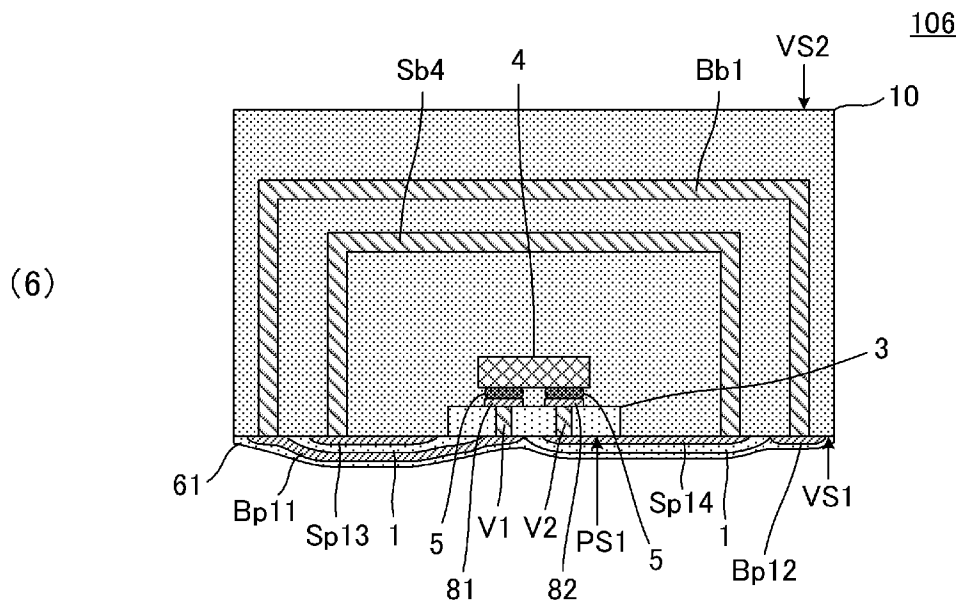
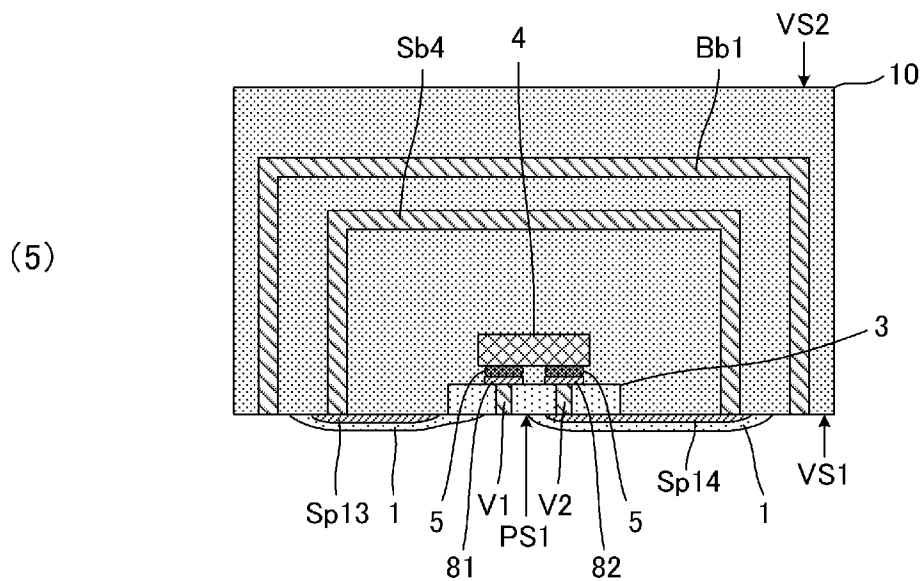
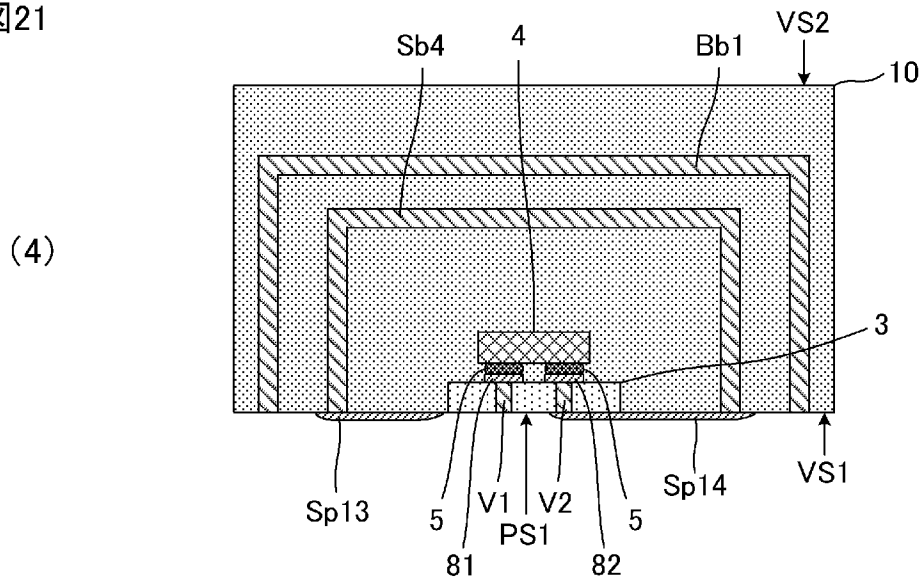
図19



[図20]
図20

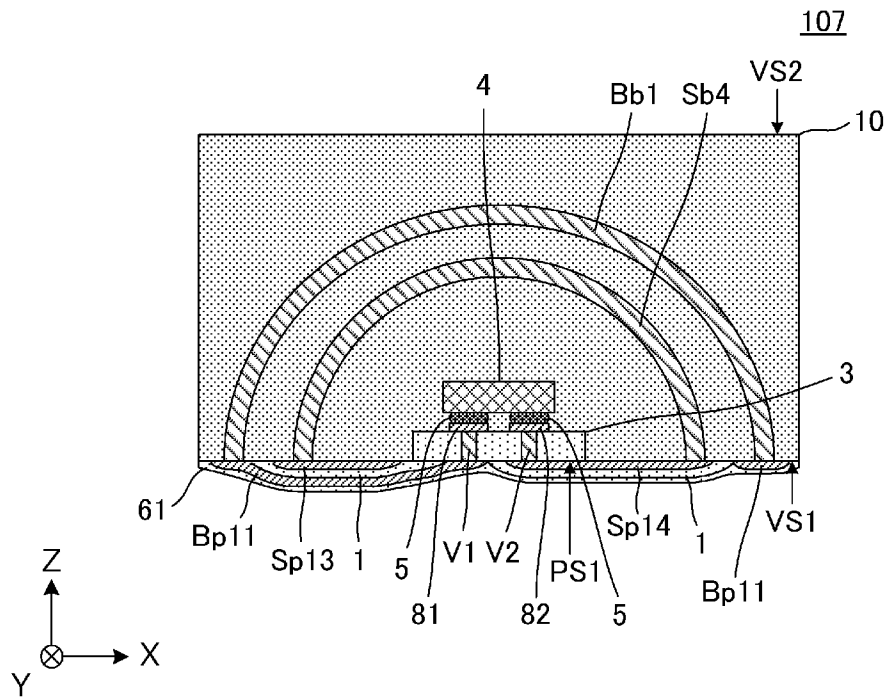


[図21]
図21



[図22]

図22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/087703

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01Q1/40(2006.01)i, G06K19/077(2006.01)i, H01P11/00(2006.01)i, H01Q1/24(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)
H01Q1/40, G06K19/077, H01P11/00, H01Q1/24, 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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2013-172241 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 02 September 2013 (02.09.2013), fig. 1, 2, 11, 14 (Family: none)	1-10 11-17
Y A	WO 2015/146736 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 01 October 2015 (01.10.2015), fig. 12 to 19 & US 2017/0018349 A1 fig. 12 to 19	1-10 11-17
Y	JP 2009-099752 A (Kyushu Institute of Technology), 07 May 2009 (07.05.2009), fig. 3 to 7 (Family: none)	5

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 20 February 2017 (20.02.17)	Date of mailing of the international search report 28 February 2017 (28.02.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01Q1/40(2006.01)i, G06K19/077(2006.01)i, H01P11/00(2006.01)i, H01Q1/24(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. H01Q1/40, G06K19/077, H01P11/00, H01Q1/24, 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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2013-172241 A (株式会社村田製作所) 2013.09.02, 第1, 2, 11, 14 図 (ファミリーなし)	1-10 11-17
Y A	WO 2015/146736 A1 (株式会社村田製作所) 2015.10.01, 第12-19 図 & US 2017/0018349 A1, FIG. 12-19	1-10 11-17
Y	JP 2009-099752 A (国立大学法人九州工業大学) 2009.05.07, 第3-7 図 (ファミリーなし)	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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

20.02.2017

国際調査報告の発送日

28.02.2017

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)

赤穂 美香

5K

3663

電話番号 03-3581-1101 内線 3556