

(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
2016 年 2 月 4 日(04.02.2016)



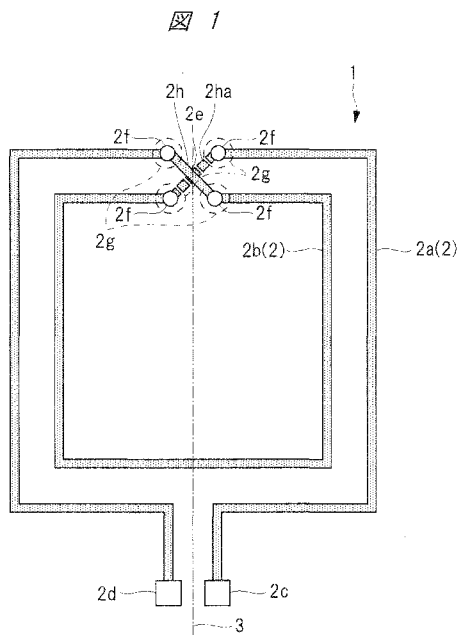
(10) 国際公開番号

WO 2016/016964 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/070041
- (22) 国際出願日: 2014 年 7 月 30 日(30.07.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: ルネサスエレクトロニクス株式会社
(RENESAS ELECTRONICS CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1350061 東京都江東区豊洲三丁目 2 番
2 4 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 佃 龍明(TSUKUDA, Tatsuaki); 〒1350061
東京都江東区豊洲三丁目 2 番 2 4 号 ルネサ
スエレクトロニクス株式会社内 Tokyo (JP). 佐々
木 英樹(SASAKI, Hideki); 〒1350061 東京都江東
区豊洲三丁目 2 番 2 4 号 ルネサスエレクト
ロニクス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 筒井 大和, 外(TSUTSUI, Yamato et al.);
〒1600022 東京都新宿区新宿 2 丁目 3 番 1 0 号
新宿御苑ビル 3 階 筒井国際特許事務所 Tokyo
(JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, 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, 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, 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: LOOP ANTENNA AND COMMUNICATION CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: ループアンテナおよび通信制御装置



(57) Abstract: Provided is a loop antenna (1), comprising: a first electrode terminal (2c) and a second electrode terminal (2d) which is disposed as a pair with the first electrode terminal (2c); and a loop-shaped member (2), one end whereof is connected to the first electrode terminal (2c), the other end whereof is connected to the second electrode terminal (2d), which is coiled in a plurality of loops, and which is formed from a conductive material. The first electrode terminal (2c) and the second electrode terminal (2d) are disposed as a pair about a center line (3) of the loop-shaped member (2). The loop-shaped member (2) further comprises a first loop-shaped member (2a), a second loop-shaped member (2b), and a cross point part (2e). The cross point part (2e) is positioned upon the center line (3) in plan view. The loop-shaped member (2) is joined in an uninterrupted manner, and is formed in a bilaterally symmetrical shape about the center line (3).

(57) 要約: 第 1 電極端子 2 c と、第 1 電極端子 2 c と一対に設けられた第 2 電極端子 2 d と、一端が第 1 電極端子 2 c に接続され、他端が第 2 電極端子 2 d に接続され、かつ、複数の巻き数で巻かれ、導体材料から成るループ状部材 2 と、を有したループアンテナ 1 であり、第 1 電極端子 2 c と第 2 電極端子 2 d は、ループ状部材 2 の中心線 3 に対して一対に設けられている。さらに、ループ状部材 2 は、第 1 ループ状部材 2 a と、第 2 ループ状部材 2 b と、交差点部 2 e とを備え、かつ交差点部 2 e は、平面視で中心線 3 上に配置され、また、ループ状部材 2 は、一続きで繋がっており、かつ、中心線 3 に対して左右対称な形状に形成されている。

明 細 書

発明の名称：ループアンテナおよび通信制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、ループアンテナおよび通信制御装置に関し、例えば、無線で電力を伝送する多重ループアンテナとそれを用いる通信制御装置に適用して有効な技術に関する。

背景技術

[0002] 多重ループアンテナについて、その構造が、例えば、特開 2010-200207 号公報（特許文献 1）および特開 2000-269724 号公報（特許文献 2）に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2010-200207 号公報
特許文献 2：特開 2000-269724 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 携帯電話器等の携帯端末機器において、無線による給電システムが開発されているが、無線に用いられるアンテナとしては、スパイラル構造が多く用いられている。

[0005] ところが、スパイラル構造のアンテナを無線の給電システムに適用すると、強いノイズが発生することを、本願発明者は見出した。

[0006] 上記特許文献 1 および 2 には、スパイラル構造以外のアンテナ構造（ループ構造）が示されているが、アンテナから発生される電磁波ノイズやその影響については、特に言及されていない。

[0007] その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

課題を解決するための手段

[0008] 一実施の形態によるループアンテナは、第1電極端子とこれと一对に設けられた第2電極端子と、一端が前記第1電極端子に接続され、かつ、他端が前記第2電極端子に接続され、導体材料から成るループ状部材と、を有している。また、ループアンテナは、その上記第1および第2電極端子は、上記ループ状部材のループ形状の中心線に対して一对に設けられ、上記ループ状部材は、複数の巻き数で巻かれ、かつ、相互に隣り合うループ状部材が平面視で交差して形成された交差部を備えている。さらに、ループアンテナは、その上記交差部は、平面視で上記中心線に重なるように配置され、上記ループ状部材は、一続きで繋がっており、かつ、上記中心線に対して対称な形状に形成されている。

[0009] また、一実施の形態による通信制御装置は、配線基板と、上記配線基板の主面に形成され、ループアンテナの一方の電極端子と接続される第1接続端子および上記ループアンテナの他方の電極端子と接続される第2接続端子と、上記第1および第2接続端子に接続される電源回路と、上記第1および第2接続端子に接続される通信回路と、を有している。さらに、上記第1接続端子と接続される第1配線および上記第2接続端子と接続される第2配線と、上記第1配線と接続される第1整流回路および上記第2配線と接続される第2整流回路と、上記第1および第2配線と接続され、かつ上記第1および第2接続端子と上記第1および第2整流回路との間に設けられたノイズフィルタ回路と、を有している。さらに、上記第1および第2接続端子、上記第1および第2配線、上記ノイズフィルタ回路、上記第1および第2整流回路のそれぞれが、仮想中心線に対して一对に配置されている。

[0010] また、他の実施の形態による通信制御装置は、第1電極端子および第2電極端子を備えた基板と、第1配線が形成された第1配線層および第2配線が形成された第2配線層、上記第1配線層と上記第2配線層の間を貫通し、かつ上記第1配線と上記第2配線とを接続する複数の貫通電極を含む一続きの導体配線と、を有している。さらに、上記導体配線の一方の電極端子と接続される第1接続端子、上記導体配線の他方の電極端子と接続される第2接続

端子、上記第 1 および第 2 接続端子に接続される電源回路、上記第 1 および第 2 接続端子に接続される通信回路が主面に形成された配線基板と、を有している。さらに、前記基板の前記第 1 面と前記第 2 面との間に積層された複数の配線層は、上記第 1 配線、第 2 配線および上記複数の貫通電極から構成され、かつ一端が上記第 1 電極端子と接続され、他端が上記第 2 電極端子と接続され、上記導体配線は、上記第 1 電極端子から上記基板の外周に沿って少なくとも 2 周以上周回する。さらに、前記複数の貫通電極は、2 つの貫通電極から成る一对の貫通電極を有する複数の貫通電極対を含んでいる。さらに、上記複数の貫通電極対の少なくとも 1 つは上記第 1 配線と上記第 2 配線を接続し、かつ上記導体配線は、上記複数の貫通電極対の少なくとも 1 つを介して上記第 1 配線層から上記第 2 配線層に、および上記第 2 配線層から上記第 1 配線層に一続きで延在しており、上記第 1 および上記第 2 電極端子は、平面視において上記第 1 面上の外周に沿って一对で配置されている。さらに、上記複数の貫通電極対は、平面視において一对を成す上記第 1 電極端子と上記第 2 電極端子と対向して配置されているか、もしくは、上記複数の貫通電極対の少なくとも 2 つのそれぞれが、一对を成す上記第 1 電極端子と上記第 2 電極端子それぞれから等しい距離に配置されている。もしくは、上記複数の貫通電極対は、一对を成す上記第 1 電極端子と上記第 2 電極端子と対向して配置され、かつ、上記複数の貫通電極対の少なくとも 2 つのそれぞれが、一对を成す上記第 1 電極端子と上記第 2 電極端子のそれぞれから等しい距離に配置されている。

発明の効果

[0011] 上記一実施の形態によれば、ループアンテナから発生される電磁波ノイズの低減化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態 1 のループアンテナの基本構造の一例を示す平面図である。

[図2]実施の形態 1 のループアンテナの具体例の構造を示す平面図である。

[図3]比較例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図4]図3に示す比較例のループアンテナにおける電界の分布状態のシミュレーションの結果を示す電界分布図である。

[図5]図2に示すループアンテナにおける電界の分布状態のシミュレーションの結果を示す電界分布図である。

[図6]ループアンテナにおける電界分布のシミュレーションの位置を示す斜視図である。

[図7]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図8]図7に示すA-A線に沿って切断した断面の構造を示す断面図である。

[図9]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図10]図9に示すA-A線に沿って切断した断面の構造を示す断面図である。

[図11]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図12]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図13]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図14]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図15]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図16]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図17]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図18]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図19]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図20]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図21]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図22]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図23]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図24]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図25]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図26]実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図である。

[図27]実施の形態2の給電システムの構造の一例を示す構成ブロック図であ

る。

[図28]図 2 7 に示す給電システムにおける通信制御装置（受電側）の構造の一例を示す構成ブロック図である。

[図29]図 2 8 に示す通信制御装置における実装基板上の主部品の配置状態の一例を示す平面図である。

[図30]図 2 8 に示す通信制御装置を用いた給電システムにおけるノイズレベルの測定結果の一例を示すノイズ測定図である。

[図31]比較例の給電システムにおけるノイズレベルの測定結果を示すノイズ測定図である。

[図32]実施の形態 2 の変形例における実装基板上の主部品の配置状態を示す平面図である。

[図33]実施の形態 2 の変形例における実装基板上の主部品の配置状態を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下の実施の形態では特に必要なとき以外は同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。

[0014] さらに、以下の実施の形態では便宜上その必要があるときは、複数のセクションまたは実施の形態に分割して説明するが、特に明示した場合を除き、それらはお互いに無関係なものではなく、一方は他方の一部または全部の変形例、詳細、補足説明などの関係にある。

[0015] また、以下の実施の形態において、要素の数など（個数、数値、量、範囲などを含む）に言及する場合、特に明示した場合および原理的に明らかに特定の数に限定される場合などを除き、その特定の数に限定されるものではなく、特定の数以上でも以下でも良いものとする。

[0016] また、以下の実施の形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合および原理的に明らかに必須であると考えられる場合等を除き、必ずしも必須のものではないことは言うまでもない。

[0017] また、以下の実施の形態において、構成要素等について、「Aから成る」

、「Aより成る」、「Aを有する」、「Aを含む」と言うときは、特にその要素のみである旨明示した場合等を除き、それ以外の要素を排除するものではないことは言うまでもない。同様に、以下の実施の形態において、構成要素等の形状、位置関係等に言及するときは、特に明示した場合および原理的に明らかにそうでないと考えられる場合等を除き、実質的にその形状等に近似または類似するもの等を含むものとする。このことは、上記数値および範囲についても同様である。

[0018] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、図面をわかりやすくするために平面図であってもハッチングを付す場合がある。

[0019] (実施の形態1)

図1は実施の形態1のループアンテナの基本構造の一例を示す平面図である。

[0020] <ループアンテナの基本構造>

図1は、本実施の形態1のループアンテナの基本構造を示すものである。本実施の形態1のループアンテナ1は、例えば、携帯電話器等の携帯端末機器において、無線による給電システムに用いられるものであり、所謂、非接触で電力を伝送する際に用いられるものである。

[0021] ただし、電力以外の、無線で信号の伝送を行う他のシステム（装置）に用いられてもよいことは言うまでもない。

[0022] 図1に示すループアンテナ1の構造について説明すると、給電が行われる第1電極端子2cおよび第1電極端子2cと一対に設けられた第2電極端子2dと、一端が第1電極端子2cに接続され、他端が第2電極端子2dに接続され、かつ、複数の巻き数で巻かれ、さらに、導体材料から成るループ状部材（導体配線、アンテナ本体）2と、を有している。

[0023] すなわち、ループ状部材2は、ループ状に複数回巻かれたアンテナ本体であり、本実施の形態1では、2周巻かれた構造である。

[0024] そして、第1電極端子2cおよび第2電極端子2dは、ループ状部材2の中心線3に対して一対に設けられている。ここで、中心線3は、ループ状部材2のループ形状における平面視での仮想の中心線3である。したがって、ループ状部材2のループ形状は、中心線3に対して左右対称の形状となっている。

[0025] なお、第1電極端子2cおよび第2電極端子2dが中心線3に対して一対に設けられているというのは、中心線3を介して左右対称な位置に設けられている、もしくは、第1電極端子2cおよび第2電極端子2dは、中心線3から等しい距離に配置されている、あるいは、第1電極端子2cおよび第2電極端子2dは、中心線3に対して左右対称となるような形状に設けられている、等である。

[0026] また、ループ状部材2は、相互に隣り合うループ状部材2のうちの外側に配置された第1ループ状部材2aと、第1ループ状部材2aの内側に配置された第2ループ状部材2bとを備えている。すなわち、図1に示すループアンテナ1は、2重ループのアンテナである。

[0027] また、ループ状部材2は、第1ループ状部材2aおよび第2ループ状部材2bが交差する交差部2eを備えており、交差部2eは、平面視で中心線3に重なるように配置されている。つまり、第1ループ状部材2aと第2ループ状部材2bとが交差して成る交差部2eは、平面視で中心線3上に配置されている。

[0028] そして、本実施の形態1のループアンテナ1のループ状部材2は、第1電極端子2cからループ状部材2を経て第2電極端子2dに至るまでが、一続きで繋がっており、かつ、そのループ形状が、仮想の中心線3に対して左右対称な形状に形成されている。

[0029] また、ループ状部材2は、第1ループ状部材2aおよび第2ループ状部材2bにおいて、第1ループ状部材2aから第2ループ状部材2b、もしくは、第2ループ状部材2bから第1ループ状部材2aに切り替わる切り替わり部2hを備えている。なお、ループ状部材2は、少なくとも2つの切り替わ

り部（導体部）2 hを備え、交差部2 eは、2つの切り替わり部2 hが平面視で交差して形成された部分である。

[0030] 次に、ループアンテナ1の詳細構造について説明する。

ここで、ループアンテナ1は、例えば、プリント配線基板で構成される。プリント配線基板は、ガラス繊維に、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、マレイミド樹脂等を含浸させたリジット基板で構成される。つまり、ループアンテナ1はリジット基板で構成される。ただし、アンテナ効率に影響がない場合等にはフレキシブル基板やワイヤ線を用いてもよい。ワイヤ線の構造は単線、練り線、リッツ線等の何れを用いてもよい。アンテナ本体を形成する配線は、例えば、銅（Cu）、アルミニウム（Al）、金（Au）、あるいは金属ワイヤの表面に絶縁性樹脂を被覆した被覆ワイヤ等で形成される。

[0031] アンテナ本体は、リジット基板に2ターン以上のループ配線で配置され、中心線3付近で第1ループ状部材2 aと第2ループ状部材2 bとが交差している。クロスポイント（交差部2 e）は、例えば、ビア（ビア配線、貫通電極2 f）を介してNターンの配線と、N-1ターンの配線とが物理的かつ電氣的にショートしないよう交差して配置される。例えば、4層リジット基板で2ターンのループ配線が第1層に設けられた場合、中心線3付近で第1層から第4層まで貫通されたビアが4個設けられ、外周ループ配線（第1ループ状部材2 a）と内周ループ配線（第2ループ状部材2 b）とが第2層と第3層で接続配線される。

[0032] そして、外周ループ配線と内周ループ配線とを接続する2本の配線は、平面視で直交配置（交差）される。なお、特性による影響がない場合には、直交配線される外周と内周を接続する2本の配線の角度は平面視で直交とならなくてもよい（直交以外の交差でもよい）。物理的かつ電氣的にショートしない場合等にはループ配線および内周と外周を接続するクロス配線（交差部2 e）は、リジット基板の何れの配線層に配置されてもよい。例えば、クロス配線を第1層と第3層とに形成し、かつループ配線を第2層に形成しても

よく、クロス配線を第1層と第2層とに形成し、かつループ配線を第3層に形成してもよい。

[0033]

別の表現を使うと、切り替わり部2hと平面視で交差する他方の切り替わり部（導体部）2haを、表面以外の配線層（例えば、下層の配線層）に形成してこの切り替わり部2haを、貫通電極（ビア配線またはスルーホール配線）2fを介して第1ループ状部材2aと第2ループ状部材2bとを接続する。

[0034] この時、切り替わり部2hと切り替わり部2haとによって平面視で交差部2eが形成される。すなわち、切り替わり部2hと切り替わり部2haは、両者を異なる配線層に形成することで平面視で交差させることができる。

[0035] そして、ループアンテナ1では、切り替わり部2hと切り替わり部2haとから成る交差部2eが、中心線3上に配置されている。

[0036] なお、切り替わり部2hや切り替わり部2haは、上述のように、ビア配線を介して他の配線層に形成してもよいし、ジャンパー線等を用いて表面上に形成してもよい。

[0037] また、ループアンテナ1において、巻き数（ターン数）は、送受アンテナ位置やアンテナサイズ、インダクタンス値等によって決定される。

[0038] 図1に示す構造のループアンテナ1では、巻き数が偶数の場合、交差部（クロスポイント）2eを奇数個備えている。また、巻き数が奇数の場合、交差部（クロスポイント）2eを偶数個備えている。

[0039] <ループアンテナの具体例の構造>

図2は実施の形態1のループアンテナの具体例の構造を示す平面図である。すなわち、図2は、図1に示す基本構造に基づいた具体例のループアンテナ1の構造を示すものである。

[0040] 図2に示すループアンテナ1は、リジッド基板等の基板4に配線等から設けられた4重のループアンテナ1を示している。図2のループアンテナ1の構造は、表面（第1面）4a、表面4aの反対側の裏面（第2面：後述する

図10参照) 4b、表面4a上に設置された第1電極端子2cおよび第2電極端子2dを備えた基板4と、一続きのループ状部材(導体配線)2とを有している。

[0041] また、ループ状部材2は、そのループ形状のうち、図2に示すように、中心線3の向かって左側に配置された第1配線2iと、中心線3の向かって右側に配置された第2配線2jとを有している。そして、第1配線2iおよび第2配線2jは、例えば、図8に示す配線層2qに形成されている。すなわち、第1配線2iと第2配線2jとは、同一配線層に形成されている。

[0042] また、第1配線2iおよび第2配線2jは、それぞれ一端が第1電極端子2cもしくは第2電極端子2dに接続されている(図2に示すアンテナ構造では、第1配線2iが第2電極端子2dと接続し、第2配線2jが第1電極端子2cと接続されている)。

[0043] 以上のようにループ状部材2は、図2に示す第1配線2iおよび第2配線2jが形成された図8に示す配線層2qを有しており、さらに配線層2qとこの配線層2qより下層の配線層2rとの間を貫通し、かつ、交差部2e付近で第1配線2iと第2配線2jとを接続する図2に示す複数の貫通電極(例えば、ビア配線)2fを含んでいる。

[0044] つまり、図8に示す基板4の表面4aと裏面4bとの間に積層された複数の配線層(例えば、配線層2q、配線層2r)には、第1配線2i、第2配線2jおよび複数の貫通電極2f等が形成されており、かつ、一端(一部)が第1電極端子2cと接続され、他端(一部)が第2電極端子2dと接続されている。

[0045] そして、ループ状部材(導体配線)2は、第1電極端子2cから基板4の外周に沿って、少なくとも2周以上周回している。図2に示す具体例のループアンテナ1では、4周周回している。すなわち、巻き数4回の4重のループアンテナ1である。

[0046] また、複数の貫通電極2fは、2つの貫通電極2fから成る一对の貫通電極2fを有する複数の貫通電極対2gを含んでいる。そして、これら複数の

貫通電極対 2 g の少なくとも 1 つは第 1 配線 2 i と第 2 配線 2 j とを図 8 に示す配線層 2 r の配線を介して接続している。さらに、ループ状部材 2 は、複数の貫通電極対 2 g の少なくとも 1 つを介して第 1 配線 2 i から第 2 配線 2 j に、および第 2 配線 2 j から第 1 配線 2 i に一続きで延在している。

[0047] また、第 1 電極端子 2 c および第 2 電極端子 2 d は、平面視において表面 4 a 上の外周に沿って、一対で配置されている。

[0048] そして、複数の貫通電極対 2 g は、平面視において一対を成す第 1 電極端子 2 c と第 2 電極端子 2 d と対向して配置されている。もしくは、複数の貫通電極対 2 g のうちの少なくとも 2 つのそれぞれが、一対を成す第 1 電極端子 2 c と第 2 電極端子 2 d それぞれから等しい距離に配置されている。もしくは、一対を成す第 1 電極端子 2 c と第 2 電極端子 2 d と対向して配置され、かつ、複数の貫通電極対 2 g のうちの少なくとも 2 つのそれぞれが、一対を成す第 1 電極端子 2 c と第 2 電極端子 2 d のそれぞれから等しい距離に配置されている。

[0049] また、導体配線であるループ状部材 2 は、複数の貫通電極対 2 g のうちの何れか 2 つの貫通電極対 2 g において、それぞれの貫通電極対 2 g のうちの一对の貫通電極 2 f を接続する切り替わり部（導体部）2 h が、平面視で交差して形成された交差部 2 e を備えている。

[0050] 具体的に説明すると、図 2 に示すループアンテナ 1 には、3 つの貫通電極対 2 g が形成されており、3 つの貫通電極対 2 g のそれぞれにおいて、一对の貫通電極 2 f を接続する切り替わり部（導体部）2 h もしくは切り替わり部（導体部）2 h a が、切り替わり部 2 h a もしくは切り替わり部 2 h と交差部 2 e を形成している。なお、図 2 に示すアンテナ構造では、交差部 2 e において一对の貫通電極 2 f を接続する切り替わり部 2 h または切り替わり部 2 h a は、例えば図 8 に示す下層の配線層 2 r に形成されており、平面視で、上層の配線層 2 q に形成された切り替わり部 2 h または切り替わり部 2 h a と交差している。

[0051] そして、図 2 に示すアンテナ構造では、第 1 配線 2 i と第 2 配線 2 j 、お

よび貫通電極 2 f を介さずに直接第 1 配線 2 i と第 2 配線 2 j を接続する切り替わり部 2 h または切り替わり部 2 h a は、同一配線層（例えば、図 8 に示す配線層 2 q）に形成されている。したがって、図 2 に示すループアンテナ 1 においても、ループ状部材 2 のループ形状は、中心線 3 に対して左右対称の形状となっている。さらに、ループ状部材 2 の断面構造においても、例えば図 8 に示すアンテナ構造と同様に、中心線 3 に対して左右対称の形状となっている。

[0052] また、図 2 に示すループアンテナ 1 においても、ループ状部材（導体配線）2 の基板 4 の外周に沿った周回数が偶数の場合、交差部 2 e を奇数個備えている。図 2 に示すアンテナ構造の場合、ループ状部材 2 の基板 4 の外周に沿った周回数は 4 回であり、その際の交差部 2 e の数は、3 つである。

[0053] 一方、ループ状部材 2 の基板 4 の外周に沿った周回数が奇数の場合には、交差部 2 e を偶数個備えている。

[0054] 次に、図 2 に示すループアンテナ 1 において、巻き数（ターン数）と交差部（クロスポイント）2 e のそれぞれの数と位置関係について説明する。

[0055] 巻き数が 2 回（2 ターン）の場合、端子側（第 1 電極端子 2 c および第 2 電極端子 2 d が配置されている側）に交差部（クロスポイント）2 e が 0 個であり、端子側と反対側に交差部 2 e が 1 個である。

[0056] また、巻き数が 3 回（3 ターン）の場合、端子側に交差部 2 e が 1 個であり、端子側と反対側に交差部 2 e が 1 個である。

[0057] また、巻き数が 4 回（4 ターン）の場合（図 2 に示す構造）、端子側に交差部 2 e が 1 個であり、端子側と反対側に交差部 2 e が 2 個である。

[0058] また、巻き数が 5 回（5 ターン）の場合、端子側に交差部 2 e が 2 個であり、端子側と反対側に交差部 2 e が 2 個である。

[0059] また、巻き数が 6 回（6 ターン）の場合、端子側に交差部 2 e が 2 個であり、端子側と反対側に交差部 2 e が 3 個である。

[0060] すなわち、巻き数（ターン数）を N （ N は 2 以上）とすると、 $N - 1$ 個の交差部 2 e が端子側とこれに対向する位置（反対側）とに存在する。

[0061] そして、本実施の形態1のループアンテナ1において、ループの直径や巻き数を増加すると、受信電圧が上昇する。この時、受信電圧は、ループアンテナ1の面積 A (m^2)、ループの巻き数 N (回) に比例し、 $V \propto A \times N$ である (V は A と N に比例する)。したがって、図2に示すループアンテナ1では、基板4の外周に沿ってループ状部材2を周回させることで、面積 A と巻き数 N が大きくなるようにし、これにより、受信電圧を上げている。

[0062] <ループアンテナによって形成される電界の分布>

図3は比較例のループアンテナの構造を示す平面図、図4は図3に示す比較例のループアンテナにおける電界の分布状態のシミュレーションの結果を示す電界分布図、図5は図2に示すループアンテナにおける電界の分布状態のシミュレーションの結果を示す電界分布図、図6はループアンテナにおける電界分布のシミュレーションの位置を示す斜視図である。

[0063] まず、図3に示す本願発明者が比較検討したループアンテナ50 (比較例) について説明する。ループアンテナ50は、スパイラル (螺旋) 構造のものであり、したがって、平面視のアンテナ形状が、中心線3に対して左右対称にはなっていない。すなわち、アンテナ形状が左右非対称のものである。

[0064] なお、図4 (比較例) に示すループアンテナ50の電界分布と、図5 (本実施の形態1の図2) に示すループアンテナ1の電界分布のシミュレーションにおいて、各アンテナにおけるシミュレーションの位置は、図6に示すものである。すなわち、図6に示すように、シミュレーションでは、送電側ループアンテナ6と受電側ループアンテナ7とを対向して配置し、それぞれのアンテナのループ形状の対向する位置に形成される電界分布をシミュレーションしている。

[0065] そして、シミュレーションの条件として、送受電のアンテナ間の距離を5 mm、送受電のアンテナサイズを3 mm × 3 mm、送受電のアンテナの巻き数をそれぞれ4回としている。

[0066] この条件の基でシミュレーションを行った結果、図4のスパイラル構造のループアンテナ50 (比較例) の電界分布と、図5の左右対称構造 (図2に

示す構造)のループアンテナ1の電界分布とでは、図5の左右対称構造のループアンテナ1のアンテナ周辺の電界5の分布の拡がりの方が、図4のスパイラル構造のループアンテナ50の電界(磁界)5の分布の拡がりより小さいことが分かる。

[0067] 言い換えると、図5の左右対称構造(図2に示す構造)のループアンテナ1の電界分布の方が、図4のスパイラル構造のループアンテナ50の電界分布の拡がりより拡がり方が均一であり、拡がる面積が小さい。つまり、ループアンテナ1では、電界(磁界)5の拡がりを抑制することができる。

[0068] これは、第1ループ状部材2aと第2ループ状部材2bとが交差する交差部(クロスポイント、クロス配線)2eをループ状部材2の中心線3上に配置して、ループ状部材2の平面視の形状を、中心線3に対して左右対称にしたためであり、図1や図2に示す左右対称構造のアンテナにすることで、ループアンテナ1の周囲に形成される電界5および磁界の分布を均一にすることができる。

[0069] その結果、コモンモード電流が小さくなり、本実施の形態1のループアンテナ1から放射されるノイズの低減化を図ることができる。

[0070] なお、ループアンテナ1の断面構造においても、中心線3に対して左右対称な構造とすることで、さらにノイズの低減化を図ることができる。

[0071] また、ループアンテナ1を採用することで、電界(磁界)5の拡がりを抑制することができるため、作業者の人体防護にも有効である。

[0072] <ループアンテナの変形例>

図7は実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図、図8は図7に示すA-A線に沿って切断した断面の構造を示す断面図、図9は実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図、図10は図9に示すA-A線に沿って切断した断面の構造を示す断面図である。

[0073] 図7に示す変形例のループアンテナ8aは、図1に示すループアンテナ1と略同様の形状のアンテナであるが、貫通電極対2gが1つのみとなっている。すなわち、図7のループアンテナ8aは、そのループ状部材2が、第1

ループ状部材 2 a と、第 2 ループ状部材 2 b と、交差部 2 e とを備えており、交差部 2 e は、平面視で仮想の中心線 3 上に配置されている。

[0074] なお、ループアンテナ 8 a は、外周と内周とを接続する交差部 2 e の配線が 1 本の場合である。つまり、外周と内周を接続する 2 本のクロス配線（切り替わり部 2 h と切り替わり部 2 h a）のうちの 1 本は、ループ配線と接続し、かつループ配線と同じ配線層に形成されていてもよい。さらに、外周と内周を接続する 2 本のクロス配線はワイヤ線等でジャンパ接続されてもよい。

[0075] また、ループ配線（第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b）のコーナー部は直角、45 度、R 形状等、何れの角度や形状で形成されていてもよい。そして、ターン数（巻き数）とクロスポイント（交差部 2 e）数の関係は、ターン数が偶数のときはクロスポイント数が奇数、ターン数が奇数のときはクロスポイント数が偶数となる。

[0076] そして、図 7 に示すループアンテナ 8 a において、そのループ状部材 2 は、一続きで繋がっており、かつ、そのループ形状が中心線 3 に対して左右対称な形状に形成されている。また、ループ状部材 2 は、切り替わり部 2 h と、この切り替わり部 2 h と交差部 2 e で交差し、かつ切り替わり部 2 h が形成された配線層（例えば、図 8 に示す配線層 2 q）とは異なる他の配線層（例えば、図 8 に示す配線層 2 r）に形成された切り替わり部 2 h a とを備えており、切り替わり部 2 h と切り替わり部 2 h a とによって交差部 2 e が形成されている。

[0077] つまり、第 1 ループ状部材 2 a（第 1 配線 2 i および第 2 配線 2 j）と第 2 ループ状部材 2 b（第 1 配線 2 i および第 2 配線 2 j）と切り替わり部 2 h とが同一の配線層（例えば、図 8 に示す配線層 2 q）に形成され、切り替わり部 2 h a は、2 つの貫通電極 2 f である貫通電極対 2 g を介して他の配線層（例えば、図 8 に示す配線層 2 r）に形成されている。ただし、第 1 ループ状部材 2 a と、第 2 ループ状部材 2 b と、切り替わり部 2 h と、切り替わり部 2 h a と、2 つの貫通電極 2 f とは、一続きで繋がっている。

- [0078] なお、図7のループアンテナ8aは、巻き数が2回（2ターン）、交差部（クロスポイント）2eが1つのアンテナ形状となっている。
- [0079] 図7のループアンテナ8aによれば、第1ループ状部材2aと第2ループ状部材2bにおいて、ループ状部材2の配線（第1配線2i、第2配線2j）を、図8に示すように1つの配線層2qに形成できるため、ループアンテナ8aそのものを薄く形成することができる。
- [0080] さらに、ループアンテナ8aのループ形状が中心線3に対して左右対称な形状に形成されているため、ループアンテナ8aの周囲に形成される図4に示す電界5および磁界の分布を均一にすることができる。
- [0081] その結果、コモンモード電流が小さくなり、ループアンテナ8aから放射されるノイズの低減化を図ることができる。
- [0082] また、ループアンテナ8aの断面構造においても、中心線3に対して左右対称な構造とすることで、さらにノイズの低減化を図ることができる。
- [0083] 次に、図9に示す変形例のループアンテナ8bは、第1ループ状部材2aと第2ループ状部材2bとを別々の配線層に形成したものである。この時、配線層の切り替えは、貫通電極2fを介して行っている。
- [0084] 例えば、第1ループ状部材2a（第1配線2iおよび第2配線2j）を、図10に示す配線層2qに形成し、第2ループ状部材2b（第1配線2iおよび第2配線2j）を配線層2rに形成する。その際、切り替わり部2hは、配線層2qに形成し、切り替わり部2haは、例えば配線層2rに形成する。
- [0085] なお、図9のループアンテナ8bも、ループ状部材2は、一続きで繋がっており、かつ、そのループ形状が中心線3に対して左右対称な形状に形成されている。さらに、図10に示すように、アンテナの断面構造においても、例えば図8に示すアンテナ構造と同様に中心線3に対して左右対称の形状となっている。つまり、第1ループ状部材2aは上層の配線層2qに形成され、一方、第2ループ状部材2bは、下層の配線層2rに形成されている。これにより、アンテナの断面構造においても中心線3に対して左右対称の形状

となる。また、ループ状部材 2 は、切り替わり部 2 h と切り替わり部 2 h a とによって形成される 1 つの交差部 2 e を備えている。

[0086] そして、図 9 のループアンテナ 8 b も、巻き数が 2 回（2 ターン）、交差部（クロスポイント） 2 e が 1 つのアンテナ形状となっている。

[0087] つまり、ループアンテナ 8 b は、2 ターンのループ配線を 2 層の配線層を有するリジット基板で構成した場合であり、例えば、ループ配線を 1 層で配置し、かつクロス配線のうちの 1 本（切り替わり部 2 h）をループ配線と接続、他方の 1 本を 2 層で配置し、2 つのビアで接続させた構造である。この場合、ループ配線（第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b）を 1 層と 2 層それぞれに平面視で重ならないよう配置し、クロス配線のうち 1 本をループ配線と接続、他方の 1 本を 2 層で配置し、1 層目と 2 層目をビア（貫通電極 2 f）で接続させてもよい。クロスポイントは、アンテナ入力端子側でも、アンテナ入力端子と反対側でもよい。

[0088] 図 9 のループアンテナ 8 b によれば、そのループ形状が中心線 3 に対して左右対称な形状に形成されているため、ループアンテナ 8 b の周囲に形成される図 4 に示す電界 5 および磁界の分布を均一にすることができる。

[0089] その結果、コモンモード電流が小さくなり、ループアンテナ 8 b から放射されるノイズの低減化を図ることができる。

[0090] また、ループアンテナ 8 b の断面構造においても、中心線 3 に対して左右対称な構造とすることで、さらにノイズの低減化を図ることができる。

[0091] ここで、図 9 のループアンテナ 8 b において、そのアンテナ効率を図 7 のループアンテナ 8 a のアンテナ効率と同じにしようとすると、両者の第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b との距離を同一にすればよい。

[0092] この時、図 9 のループアンテナ 8 b では、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b が異なった配線層に形成されるため、図 8 の CL 1 と図 10 の CL 2 とを、 $CL 1 = CL 2$ となるように外側の第 1 ループ状部材 2 a を配置すればよい。つまり、両者で、内側の第 2 ループ状部材 2 b の径（大きさ）を同じとし、かつ $CL 1 = CL 2$ を維持した場合、図 9 のループアンテナ

ナ 8 b の第 1 ループ状部材 2 a の平面的な径（大きさ）を、図 7 のループアンテナ 8 a の第 1 ループ状部材 2 a より小さくすることができる。

[0093] したがって、図 7 のループアンテナ 8 a において、図 8 に示すように、中心線 3 から第 1 ループ状部材 2 a の外周までの距離を P とし、一方、図 9 のループアンテナ 8 b において、図 10 に示すように、中心線 3 から第 1 ループ状部材 2 a の外周までの距離を Q とすると、 $P - Q = R$ となる。したがって、図 9 のループアンテナ 8 b では、そのループ形状の平面視でのアンテナサイズを、図 7 のループアンテナ 8 a に比べて、 $R (P - Q)$ の 2 倍分小さくすることができる。

[0094] つまり、図 9 のループアンテナ 8 b は、図 7 のループアンテナ 8 a に比べて、アンテナサイズの小型化を図ることができる。

[0095] 次に、図 11 は実施の形態 1 の変形例のループアンテナ 9 の構造を示す平面図であり、このループアンテナ 9 について説明する。

[0096] 図 11 に示すループアンテナ 9 は、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b とが平面視で重なる位置に配置されている。すなわち、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b とが、異なる配線層に、かつ同じアンテナサイズで、さらに平面視で重なる位置に設けられているアンテナである。

[0097] したがって、平面視では、1 つのループ形状しか見えないアンテナ形状である。

[0098] これにより、ループアンテナ 9 は、巻き数が 2 回（2 ターン）であるが、クロスポイントは備えていない。

[0099] なお、ループアンテナ 9 においても、中心線 3 に対して左右対称なアンテナ形状となっており、さらに、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b とが一続きで繋がった形状である。

[0100] 図 11 に示すループアンテナ 9 では、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b とが平面視で重なって配置されているため、図 9 のループアンテナ 8 b に比べて、さらに平面的なアンテナサイズを小さくすることができる。

[0101] 次に、図 1 2 および図 1 3 は、それぞれ実施の形態 1 の変形例のループアンテナの構造を示す平面図であり、図 1 2 と図 1 3 に示す変形例のアンテナ形状について説明する。

[0102] 図 1 2 に示すループアンテナ 1 0 a は、そのループ状部材 2 が、一続きで繋がっており、かつ、そのループ形状が平面視で中心線 3 に対して左右対称な形状となっている。

[0103] さらに、ループ状部材 2 は、複数の交差部 2 e を含んでおり、これら複数の交差部 2 e には、第 1 交差部 2 e a と第 2 交差部 2 e b とが含まれている。

[0104] 図 1 2 に示すアンテナ形状では、第 1 交差部 2 e a は、平面視で中心線 3 に重なるように配置されている。一方、第 2 交差部 2 e b は複数設けられており、これら複数の第 2 交差部 2 e b は、中心線 3 に対して一対に設けられている。

[0105] 具体的には、1 つの第 1 交差部 2 e a が中心線 3 上に配置され、一方、2 つの第 2 交差部 2 e b が、中心線 3 に対して左右対称となる位置に一対に設けられている。

[0106] そして、図 1 2 のループアンテナ 1 0 a は、巻き数が 2 回（2 ターン）、交差部（クロスポイント）2 e が 3 つのアンテナ形状となっている。

[0107] つまり、図 1 2 のループアンテナ 1 0 a に示すように、2 ターンのループ配線を 2 層の配線層を有したリジット基板で構成する場合、クロスポイントは、アンテナ入力辺を除く 3 辺それぞれの中央部分に形成され、合計 3 つ配置される。

[0108] 以上のように、図 1 2 のループアンテナ 1 0 a では、交差部 2 e が 3 つ形成されており、交差部 2 e の数を増やしている。特に、2 つの第 2 交差部 2 e b が左右対称となる位置に設けられたことにより、3 つの交差部 2 e それぞれのアンテナ配線の間隔を短くすることができ、発生するノイズの周波数を高周波帯にシフトすることができる。

[0109] ノイズは、低周波帯にシフトすると、干渉してしまう電子機器が多いため

、低周波帯へのシフトは、好ましくない。

[0110] したがって、発生するノイズを高周波帯にシフトすることで、他の機器へのノイズの干渉を抑制することができる。

[0111] また、図13に示すループアンテナ10bは、そのループ状部材2が、一続きで繋がっており、かつそのループ形状が平面視で中心線3に対して左右対称な形状となっている。さらに、ループ状部材2は、図12のアンテナ形状と同様に、複数の交差部2eを含んでおり、これら複数の交差部2eには、第1交差部2eaと第2交差部2ebとが含まれている。

[0112] 図13に示すアンテナ形状では、第1交差部2eaは複数設けられており、これら複数の第1交差部2eaは、平面視で中心線3に重なるように配置されている。一方、第2交差部2ebも複数設けられており、これら複数の第2交差部2ebは、中心線3に対して一対に設けられている。

[0113] 具体的には、2つの第1交差部2eaが中心線3上に配置されている。2つの第1交差部2eaのうちの一方は、第1電極端子2cおよび第2電極端子2dが位置する端子側に配置され、他方は、その反対側、つまり端子側から遠い反対側の位置に配置されている。なお、2つの第2交差部2ebは、中心線3に対して左右対称となる位置に一対に設けられている。

[0114] したがって、図13のループアンテナ10bは、巻き数が3回（3ターン）、交差部（クロスポイント）2eが4つのアンテナ形状となっている。

[0115] つまり、図13のループアンテナ10bは、3ターンのループ配線を2層の配線層を有したリジット基板で構成した場合であり、このときのクロスポイントは、ループ状部材2の4辺それぞれの中央部分に形成され、合計4つ配置されている。

[0116] 以上のように、図13のループアンテナ10bでは、交差部2eが4つ形成されており、交差部2eの数をさらに増やしたアンテナ形状である。

[0117] 図12のループアンテナ10aに比べて、図13のループアンテナ10bは、交差部2eが4つ設けられたことで、さらに、交差部2eそれぞれのアンテナ配線の間隔を短くできる部分が増えたため、発生するノイズの周波数

をさらに高周波帯にシフトすることができる。

[0118] したがって、他の機器へのノイズの干渉をさらに抑制することができる。

[0119] また、図 13 のループアンテナ 10 b では、図 12 のアンテナ形状より巻き数が 1 回増えたことにより、受信電圧をさらに上げることができる。

[0120] 次に、図 14 および図 15 は、それぞれ実施の形態 1 の変形例のループアンテナの構造を示す平面図であり、図 14 と図 15 に示す変形例のアンテナ形状について説明する。

[0121] 図 14 に示すループアンテナ 11 a は、そのループ状部材 2 が、2 つのアンテナから構成されている。すなわち、ループ状部材 2 は、最外周に配置され、かつ給電も行われる給電ループアンテナ 2 k と、共鳴用の共鳴ループアンテナ 2 m とから構成される。なお、共鳴ループアンテナ 2 m は、給電ループアンテナ 2 k に対して絶縁されており、閉ループ配線となっている。

[0122] したがって、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とは、一続きで繋がっていない。ただし、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とから成るループ状部材 2 は、そのループ形状が平面視で中心線 3 に対して左右対称な形状となっている。そして、ループ状部材 2 のうち共鳴ループアンテナ 2 m には、1 つの交差部 2 e が形成されており、この交差部 2 e は、平面視で中心線 3 に重なるように配置されている。つまり、共鳴ループアンテナ 2 m の交差部 2 e は、中心線 3 上に配置されている。

[0123] なお、外周に配置された給電ループアンテナ 2 k は、巻き数が 1 回（1 ターン）であり、一方、内側に配置された共鳴ループアンテナ 2 m は、巻き数が 2 回（2 ターン）であり、かつクロスポイントが 1 つのアンテナ形状である。

[0124] つまり、ループアンテナ 11 a は、2 つのアンテナから成る構成であり、1 ターンのループ配線の同一層の内側に、1 ターン以上の閉ループ配線が配置されるものである。アンテナ効率に影響がない場合等には、1 ターン以上の開ループ配線でもよい。1 ターン以上の閉ループ配線は、例えば、図 14 のように 2 ターンの場合、1 ターンのループ配線のアンテナ入力端子側にク

ロスポイントが配置される。特性に影響がない場合等にはクロスポイントは、アンテナ入力端子と反対側でもよい。アンテナ効率に影響がない場合等には、1ターンのループ配線と1ターン以上の閉ループ配線とは同一層で配置されなくてもよい。

[0125] 以上のように、図14のループアンテナ11aは、共鳴ループアンテナ2mが設けられていることにより、共振周波数により共鳴させて増幅することができ、より遠くまで電波を送ることができる。

[0126] 次に、図15に示すループアンテナ11bは、図14のアンテナ形状と同様に、そのループ状部材2が、給電ループアンテナ2kと共鳴ループアンテナ2mとの2つのアンテナから構成されている。ただし、外周側に共鳴ループアンテナ2mが配置され、共鳴ループアンテナ2mの内側で、かつ共鳴ループアンテナ2mの配線層とは異なる他の配線層に、給電ループアンテナ2kが配置されている。

[0127] したがって、共鳴ループアンテナ2mは、給電ループアンテナ2kに対して絶縁されており、閉ループ配線となっている。

[0128] そして、図14のアンテナ形状と同様に、給電ループアンテナ2kと共鳴ループアンテナ2mとは、一続きで繋がっていない。ただし、図15のアンテナ形状においても、給電ループアンテナ2kと共鳴ループアンテナ2mとから成るループ状部材2は、そのループ形状が平面視で中心線3に対して左右対称な形状となっている。さらに、外周側に配置された共鳴ループアンテナ2mに、1つの交差部2eが形成されており、この交差部2eは、平面視で中心線3に対応して配置されている。つまり、共鳴ループアンテナ2mの交差部2eは、中心線3上に配置されている。

[0129] なお、図15のループアンテナ11bにおいても、内周に配置された給電ループアンテナ2kは、巻き数が1回（1ターン）であり、一方、外周側に配置された共鳴ループアンテナ2mは、巻き数が2回（2ターン）であり、かつクロスポイントが1つのアンテナ形状である。

[0130] つまり、ループアンテナ11bは、1ターンのループ配線を、平面視で、

1 ターン以上の閉ループ配線の内側に配置したものである。2 層の配線層を有したリジット基板で構成する場合、例えば 1 ターンのループ配線は第 2 層に配置され、1 ターン以上の閉ループ配線は第 1 層に配置され、クロスポイントはアンテナ入力側に配置される。第 2 層の 1 ターンのループ配線は、第 1 層の閉ループ配線と平面視で重なって配置される。クロスポイントはアンテナ入力と反対側に配置されてもよい。アンテナ効率に影響がない場合等には、第 2 層のループ配線は、第 1 層の閉ループ配線と平面視で重なる位置に配置されていてもよい。

[0131] 図 1 5 のループアンテナ 1 1 b は、図 1 4 のアンテナ形状と同様に、共鳴ループアンテナ 2 m が設けられていることにより、共振周波数により共鳴させて増幅することができ、より遠くまで電波を送ることができる。

[0132] さらに、図 1 5 のループアンテナ 1 1 b は、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とが異なる配線層に設けられているため、図 1 4 のアンテナ形状と比べてアンテナサイズを小さくすることができる。

[0133] 次に、図 1 6 および図 1 7 は、それぞれ実施の形態 1 の変形例のループアンテナの構造を示す平面図であり、図 1 6 と図 1 7 に示す変形例のアンテナ形状について説明する。

[0134] 図 1 6 に示すループアンテナ 1 2 a は、図 1 4 のアンテナ形状と同様に、そのループ状部材 2 が、2 つのアンテナから構成されている。すなわち、給電が行われる給電ループアンテナ 2 k と、共鳴用の共鳴ループアンテナ 2 m とから構成されている。

[0135] ただし、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とは、相互に異なる配線層に形成されており、かつ平面視で、2 ターンの共鳴ループアンテナ 2 m のターン間の位置に、1 ターンの給電ループアンテナ 2 k が配置されている。

[0136] つまり、図 1 6 のループアンテナ 1 2 a においては、共鳴ループアンテナ 2 m は、巻き数が 2 回（2 ターン）であり、かつクロスポイント（交差部 2 e）が 1 つである。一方、平面視で、共鳴ループアンテナ 2 m の 2 本のアン

テナ配線の間位置に配置された給電ループアンテナ 2 k は、その巻き数は 1 回（1 ターン）である。

[0137] なお、図 1 6 のループアンテナ 1 2 a においても、図 1 4 のアンテナ形状と同様に、共鳴ループアンテナ 2 m は、閉ループ配線となっており、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とは、一続きで繋がっていない。ただし、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とから成るループ状部材 2 は、平面視で中心線 3 に対して左右対称な形状となっている。そして、共鳴ループアンテナ 2 m の 1 つの交差部 2 e は、平面視で中心線 3 に重なるように配置されている。つまり、共鳴ループアンテナ 2 m の交差部 2 e は、中心線 3 上に配置されている。

[0138] 以上のように、図 1 6 のループアンテナ 1 2 a は、図 1 4 のアンテナ形状と同様に、共鳴ループアンテナ 2 m が設けられていることにより、共振周波数により共鳴させて増幅することができ、より遠くまで電波を送ることができる。

[0139] さらに、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とが異なる配線層に形成されているため、ループアンテナ 1 2 のアンテナサイズの小型化を図ることができる。

[0140] 次に、図 1 7 に示すループアンテナ 1 2 b についても、図 1 6 のアンテナ形状と同様に、そのループ状部材 2 が 2 つのアンテナから構成されている。すなわち、給電が行われる給電ループアンテナ 2 k と、共鳴用の共鳴ループアンテナ 2 m とから構成されている。

[0141] ただし、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とは、同一の配線層に形成されている。そして、図 1 7 のループアンテナ 1 2 b においても、平面視で、2 ターンの共鳴ループアンテナ 2 m の 2 本のアンテナ配線の間位置に、1 ターンの給電ループアンテナ 2 k が配置されている。

[0142] つまり、図 1 7 のループアンテナ 1 2 b においても、共鳴ループアンテナ 2 m は、巻き数が 2 回（2 ターン）であり、かつクロスポイント（交差部 2 e）が 1 つである。一方、平面視で、共鳴ループアンテナ 2 m の 2 本のアン

テナ配線の間位置に配置された給電ループアンテナ 2 k は、その巻き数は 1 回（1 ターン）である。

[0143] そして、図 1 7 のループアンテナ 1 2 b においても、図 1 4 のアンテナ形状と同様に、共鳴ループアンテナ 2 m は閉ループ配線となっており、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とは、一続きで繋がっていない。ただし、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とから成るループ状部材 2 は、平面視で中心線 3 に対して左右対称な形状となっている。さらに、共鳴ループアンテナ 2 m の 1 つの交差部 2 e は、平面視で中心線 3 に重なるように配置されている。つまり、共鳴ループアンテナ 2 m の交差部 2 e は、中心線 3 上に配置されている。

[0144] 以上のように、図 1 7 のループアンテナ 1 2 b においても、図 1 4 のアンテナ形状と同様に、共鳴ループアンテナ 2 m が設けられていることにより、共振周波数により共鳴させて増幅することができ、より遠くまで電波を送ることができる。

[0145] 次に、図 1 8 および図 1 9 は、それぞれ実施の形態 1 の変形例のループアンテナの構造を示す平面図であり、図 1 8 と図 1 9 に示す変形例のアンテナ形状について説明する。

[0146] 図 1 8 に示すループアンテナ 1 3 a は、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b とから成るループ状部材 2 のループ形状が、平面視で中心線 3 に対して左右対称な形状となっている。そして、巻き数は 2 回（2 ターン）であるが、クロスポイントは備えていない。

[0147] ループアンテナ 1 3 a においては、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b は、同一の配線層に形成されており、かつ内側の第 2 ループ状部材 2 b は、外側の第 1 ループ状部材 2 a から枝分かれした配線として形成されている。したがって、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b とを同一の配線層に形成できる。

[0148] 以上により、ループアンテナ 1 3 a は、1 つのアンテナから成る構造である。そして、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b とが平面視で重

ならない位置に配置されたアンテナである。

[0149] これにより、1つの配線層のみを有した1層基板にループアンテナ13aを形成することができ、アンテナを含めた基板の厚さを薄く形成することができる。

[0150] 次に、図19に示すループアンテナ13bは、そのループ状部材2が、給電ループアンテナ2kと共鳴ループアンテナ2mとの2つのアンテナから構成されている。その際、外周側に給電ループアンテナ2kが配置され、給電ループアンテナ2kの内側で、かつ給電ループアンテナ2kの配線層と同一の配線層に、共鳴ループアンテナ2mが配置されている。

[0151] つまり、給電ループアンテナ2kと共鳴ループアンテナ2mとは絶縁されており、かつ共鳴ループアンテナ2mは閉ループ配線となっている。したがって、給電ループアンテナ2kと共鳴ループアンテナ2mは、一続きで繋がっていない。ただし、両者は、同一の配線層に形成されている。

[0152] さらに、図19に示すループアンテナ13bにおいても、給電ループアンテナ2kと共鳴ループアンテナ2mとから成るループ状部材2は、そのループ形状が平面視で中心線3に対して左右対称な形状となっている。ただし、ループ状部材2は、クロスポイントは備えていない。

[0153] また、ループアンテナ13bでは、その外側に配置された給電ループアンテナ2kは、巻き数が1回（1ターン）であり、一方、内側に配置された共鳴ループアンテナ2mも巻き数が1回（1ターン）である。

[0154] 以上により、ループアンテナ13bにおいても、図18のループアンテナ13aと同様に、1つの配線層のみを有した1層基板にループアンテナ13bを形成することができ、アンテナを含めた基板の厚さを薄く形成することができる。

[0155] さらに、共鳴ループアンテナ2mが設けられていることにより、共振周波数により共鳴させて増幅することができ、より遠くまで電波を送ることができる。

[0156] 次に、図20および図21は、それぞれ実施の形態1の変形例のループア

ンテナの構造を示す平面図であり、図 20 と図 21 に示す変形例のアンテナ形状について説明する。

[0157] 図 20 に示すループアンテナ 14 a は、そのループ状部材 2 が、第 1 ループ状部材 2 a と、第 2 ループ状部材 2 b と、交差部 2 e とを備えており、交差部 2 e は、平面視で仮想の中心線 3 上に配置されている。さらに、ループ状部材 2 は、一続きで繋がっており、かつ、そのループ形状が中心線 3 に対して左右対称な形状に形成されている。

[0158] また、ループ状部材 2 は、切り替わり部 2 h と、この切り替わり部 2 h と平面視で交差し、かつ切り替わり部 2 h が形成された配線層とは異なる他の配線層に形成された切り替わり部 2 h a とを備えており、切り替わり部 2 h と切り替わり部 2 h a とによって交差部 2 e が形成されている。

[0159] したがって、ループ状部材 2 において、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b とが同一の配線層に形成され、また、切り替わり部 2 h が他の配線層に形成され、かつ、切り替わり部 2 h a がさらに別の配線層に形成されている。つまり、第 1 ループ状部材 2 a および第 2 ループ状部材 2 b と、切り替わり部 2 h と、切り替わり部 2 h a とがそれぞれ異なる配線層に形成されているアンテナ形状である。

[0160] なお、ループアンテナ 14 a は、巻き数が 2 回（2 ターン）、交差部（クロスポイント） 2 e が 1 つのアンテナ形状となっている。

[0161] したがって、ループアンテナ 14 a は、例えば、4 層の配線層を備えた多層基板の何れか 3 つの配線層に、第 1 ループ状部材 2 a および第 2 ループ状部材 2 b と、切り替わり部 2 h と、切り替わり部 2 h a とが振り分けられて形成されたアンテナである。

[0162] 図 20 のループアンテナ 14 a によれば、第 1 ループ状部材 2 a および第 2 ループ状部材 2 b と、切り替わり部 2 h と、切り替わり部 2 h a とを、それぞれ異なる配線層に振り分けて形成することにより、アンテナサイズの小型化を図ることができる。

[0163] 次に、図 21 に示すループアンテナ 14 b についても、第 1 ループ状部材

2 a と第 2 ループ状部材 2 b とを同一の配線層に形成し、また、切り替わり部 2 h を他の配線層に形成し、かつ、切り替わり部 2 h a をさらに別の配線層に形成したものである。

[0164] すなわち、図 20 のループアンテナ 14 a と同様に、第 1 ループ状部材 2 a および第 2 ループ状部材 2 b と、切り替わり部 2 h と、切り替わり部 2 h a とがそれぞれ異なる配線層に形成されたアンテナ形状である。例えば、図 21 に示すアンテナ形状では、切り替わり部 2 h が第 1 層に形成され、一方、切り替わり部 2 h a が第 3 層に形成され、さらに、第 1 ループ状部材 2 a および第 2 ループ状部材 2 b が、第 1 層と第 3 層との間の第 2 層に形成されている。

[0165] つまり、ループアンテナ 14 b においても、第 1 ループ状部材 2 a および第 2 ループ状部材 2 b と、切り替わり部 2 h と、切り替わり部 2 h a とが、それぞれ異なる配線層に振り分けられて形成されており、例えば、4 層の配線層を備えた多層基板の何れか 3 つの配線層に、第 1 ループ状部材 2 a および第 2 ループ状部材 2 b と、切り替わり部 2 h と、切り替わり部 2 h a とが振り分けられている。

[0166] また、ループアンテナ 14 b においても、そのループ状部材 2 は、切り替わり部 2 h と切り替わり部 2 h a とが平面視で交差して成る交差部 2 e を備えている。そして、交差部 2 e は、平面視で仮想の中心線 3 上に配置されている。

[0167] また、ループ状部材 2 は、一続きで繋がっており、かつ、そのループ形状が中心線 3 に対して左右対称な形状に形成されている。

[0168] なお、ループアンテナ 14 b についても、巻き数は 2 回（2 ターン）、交差部（クロスポイント）2 e が 1 つのアンテナ形状となっている。

[0169] 図 21 のループアンテナ 14 b によれば、図 20 のループアンテナ 14 a と同様に、第 1 ループ状部材 2 a および第 2 ループ状部材 2 b と、切り替わり部 2 h と、切り替わり部 2 h a とを、それぞれ異なる配線層に振り分けて形成することにより、アンテナサイズの小型化を図ることができる。

[0170] 次に、図 2 2、図 2 3 および図 2 4 は、それぞれ実施の形態 1 の変形例のループアンテナの構造を示す平面図であり、図 2 2、図 2 3 および図 2 4 に示す変形例のアンテナ形状について説明する。

[0171] 図 2 2 に示すループアンテナ 1 5 a は、4 つのループ形状が形成された、巻き数が 4 回（4 ターン）のアンテナ形状のものである。すなわち、外側から順に、第 1 ループ状部材 2 a、第 2 ループ状部材 2 b、第 3 ループ状部材 2 n および第 4 ループ状部材 2 p が形成されている。

[0172] そして、各ループ状部材は、それぞれ異なる配線層に形成されている。例えば、4 層の配線層を有する基板の上記 4 つの配線層に、第 1 ループ状部材 2 a、第 2 ループ状部材 2 b、第 3 ループ状部材 2 n および第 4 ループ状部材 2 p が振り分けられて形成されており、各ループ状部材が、複数の貫通電極 2 f を介してそれぞれ接続されている（繋がっている）。

[0173] なお、ループアンテナ 1 5 a は、巻き数が 4 回（4 ターン）であるが、クロスポイントは備えていない。

[0174] また、ループアンテナ 1 5 a においても、そのループ状部材 2 は、中心線 3 に対して左右対称なアンテナ形状となっている。

[0175] 図 2 2 に示すループアンテナ 1 5 a では、巻き数を増やしたため、受信電圧を上げることができる。

[0176] さらに、各ループ状部材を、4 つの配線層にそれぞれ振り分けて形成しているため、平面的なアンテナサイズを小さくすることができる。

[0177] 次に、図 2 3 に示すループアンテナ 1 5 b は、図 2 2 のループアンテナ 1 5 a と同様に、4 つのループ形状が形成された、巻き数が 4 回（4 ターン）のアンテナ形状のものである。

[0178] ただし、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b とを同じアンテナサイズとして重なる位置に配置し、同様に、第 3 ループ状部材 2 n と第 4 ループ状部材 2 p とを同じアンテナサイズとして重なる位置で、かつ第 1 ループ状部材 2 a および第 2 ループ状部材 2 b の内側に配置している。したがって、平面視では、2 つのループ形状が見えているが、4 つの配線層のそれぞれ

れに各ループ状部材が振り分けて形成され、かつ貫通電極 2 f を介して接続されている。

[0179] つまり、ループアンテナ 1 5 b も、例えば、4 層の配線層を有する基板に形成されたものである。また、ループアンテナ 1 5 b においても、そのループ状部材 2 は、中心線 3 に対して左右対称なアンテナ形状となっている。

[0180] 図 2 3 に示すループアンテナ 1 5 b においても、巻き数を増やしたため、受信電圧を上げることができる。

[0181] さらに、各ループ状部材を、4 つの配線層に振り分けて形成しているため、平面的なアンテナサイズを小さくすることができる。

[0182] また、2 つのループ状部材が同じアンテナサイズであり、かつ両者を重なる位置に配置しているため、ループアンテナ 1 5 b は、図 2 2 のループアンテナ 1 5 a に比べて平面的なアンテナサイズを小さくすることができる。

[0183] 次に、図 2 4 に示すループアンテナ 1 5 c は、第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b と第 3 ループ状部材 2 n と第 4 ループ状部材 2 p とが同じアンテナサイズのものであり、かつ 4 つのループ状部材が平面視で重なる位置に配置されているものである。すなわち、それぞれ同じアンテナサイズの第 1 ループ状部材 2 a と第 2 ループ状部材 2 b と第 3 ループ状部材 2 n と第 4 ループ状部材 2 p とが、それぞれ 4 つの配線層に振り分けられて、かつ平面視で重なる位置に配置されているものである。

[0184] したがって、平面視では、1 つのループ形状しか見えないアンテナ形状である。

[0185] これにより、ループアンテナ 1 5 c も、巻き数が 4 回（4 ターン）となっている。さらに、中心線 3 に対して左右対称なアンテナ形状となっている。

[0186] そして、ループアンテナ 1 5 c も、例えば、4 層の配線層を有する基板に形成されたものである。

[0187] このようにループアンテナ 1 5 c は、クロスポイントを持たず、アンテナ入力端子側で各ループ状部材が、ビア（貫通電極 2 f）を介して、かつ平面視で重なって配置されたアンテナである。

- [0188] 図24に示すループアンテナ15cにおいても、巻き数を増やしたため、受信電圧を上げることができる。
- [0189] さらに、各ループ状部材を、4つの配線層に振り分けて形成しているため、平面的なアンテナサイズを小さくすることができる。
- [0190] また、4つのループ状部材がそれぞれ同じアンテナサイズであり、かつそれら4つのループ状部材を重ねる位置に配置しているため、ループアンテナ15cは、図22のループアンテナ15aや図23のループアンテナ15bに比べてさらに平面的なアンテナサイズを小さくすることができる。
- [0191] 次に、図25および図26は、それぞれ実施の形態1の変形例のループアンテナの構造を示す平面図であり、図25と図26に示す変形例のアンテナ形状について説明する。
- [0192] 図25に示すループアンテナ16aは、そのループ状部材2が、2つのアンテナから構成されている。すなわち、ループ状部材2は、最外周に配置され、かつ給電も行われる給電ループアンテナ2kと、給電ループアンテナ2kの内側に配置された共鳴用の共鳴ループアンテナ2mとから構成される。なお、共鳴ループアンテナ2mは、給電ループアンテナ2kに対して絶縁されており、閉ループ配線となっている。
- [0193] したがって、給電ループアンテナ2kと共鳴ループアンテナ2mとは、一続きで繋がっていない。ただし、給電ループアンテナ2kと共鳴ループアンテナ2mとから成るループ状部材2は、そのループ形状が平面視で中心線3に対して左右対称な形状となっている。そして、ループ状部材2のうち共鳴ループアンテナ2mには、3つの交差部2eが形成されており、これら3つの交差部2eのうちの第1交差部2eaが、平面視で中心線3に重なるように配置されている。つまり、共鳴ループアンテナ2mの第1交差部2eaは、中心線3上に配置されている。一方、3つの交差部2eのうちの他の2つの交差部2eは、中心線3に対して左右対称の位置に配置された第2交差部2ebである。
- [0194] なお、外周に配置された給電ループアンテナ2kは、巻き数が1回（1タ

ーン)であり、一方、内側に配置された共鳴ループアンテナ2 mは、巻き数が2回(2ターン)であり、かつクロスポイント(交差部2 e)を3つ備えている。

[0195] また、給電ループアンテナ2 kと給電ループアンテナ2 kとが同一の配線層に形成され、さらに平面視で交差して交差部2 eを形成する切り替わり部2 hと切り替わり部2 h aとがそれぞれ異なる配線層に形成されている。したがって、4つの配線層を有した基板の何れか3つの配線層に、給電ループアンテナ2 kと給電ループアンテナ2 k、切り替わり部2 h、切り替わり部2 h aが振り分けられて形成されている。

[0196] また、ループアンテナ1 6 aでは、給電ループアンテナ2 kの内側に配置された共鳴ループアンテナ2 mが、中心線3の左右対称な位置にそれぞれループ形状を有している。すなわち、共鳴ループアンテナ2 mは、給電ループアンテナ2 kの内側において、中心線3に対して左右対称な位置にそれぞれ2ターンのループ形状を備えている。

[0197] ループアンテナ1 6 aでは、その中心線3上に第1交差部2 e aが形成されているため、この第1交差部2 e aによって、ループアンテナ1 6 aが中心線3を介した2つの領域に区分けされたような状態となっている。

[0198] したがって、ループアンテナ1 6 aのループ状部材2において、その領域を2つに分けているため、ループアンテナ1 6 aに印加する電流を少なくすることができる。

[0199] その結果、ループアンテナ1 6 aの消費電力の低減化を図ることができる。

[0200] また、ループアンテナ1 6 aにおいても、共鳴ループアンテナ2 mが設けられていることにより、共振周波数により共鳴させて増幅することができ、より遠くまで電波を送ることができる。

[0201] 次に、図2 6に示すループアンテナ1 6 bは、図2 5のループアンテナ1 6 aと同様に、そのループ状部材2が、2つのアンテナから構成されている。すなわち、ループ状部材2は、最外周に配置され、かつ給電も行われる給

電ループアンテナ 2 k と、給電ループアンテナ 2 k の内側に配置された共鳴用の共鳴ループアンテナ 2 m とから構成される。なお、共鳴ループアンテナ 2 m は、給電ループアンテナ 2 k に対して絶縁されており、閉ループ配線となっている。

[0202] したがって、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とは、一続きで繋がっていない。ただし、給電ループアンテナ 2 k と共鳴ループアンテナ 2 m とから成るループ状部材 2 は、そのループ形状が平面視で中心線 3 に対して左右対称な形状となっている。なお、ループアンテナ 1 6 b では、ループ状部材 2 のうち共鳴ループアンテナ 2 m には、2 つの交差部 2 e が形成されており、これら 2 つの交差部 2 e は、中心線 3 に対して左右対称の位置に配置された第 2 交差部 2 e b である。

[0203] ここで、ループアンテナ 1 6 b には、中心線 3 上のクロスポイントは形成されていない。

[0204] また、外周に配置された給電ループアンテナ 2 k は、巻き数が 1 回（1 ターン）であり、一方、内側に配置された共鳴ループアンテナ 2 m は、巻き数が 2 回（2 ターン）であり、かつクロスポイント（交差部 2 e）を 2 つ備えている。

[0205] また、図 2 5 のループアンテナ 1 6 a と同様に、給電ループアンテナ 2 k と給電ループアンテナ 2 k とが同一の配線層に形成され、さらに平面視で交差して交差部 2 e を形成する切り替わり部 2 h と切り替わり部 2 h a とがそれぞれ異なる配線層に形成されている。すなわち、4 つの配線層を有した基板の何れか 3 つの配線層に、給電ループアンテナ 2 k と給電ループアンテナ 2 k、切り替わり部 2 h、切り替わり部 2 h a が振り分けられて形成されている。

[0206] また、ループアンテナ 1 6 b では、ループアンテナ 1 6 a と同様に、給電ループアンテナ 2 k の内側に配置された共鳴ループアンテナ 2 m が、中心線 3 の左右対称な位置にそれぞれループ形状を有している。すなわち、共鳴ループアンテナ 2 m は、給電ループアンテナ 2 k の内側において、中心線 3 に

対して左右対称な位置にそれぞれ２ターンのループ形状を備えている。

[0207] ただし、ループアンテナ１６ｂでは、その中心線３上にクロスポイントが形成されていないため、中心線３に対して左右に形成された２ターンのループ形状が見かけ上１つの領域となっている。

[0208] したがって、一方の第２交差部２ｅｂと他方の第２交差部２ｅｂとの距離が長いため、ループアンテナ１６ｂに印加する電流が大きくなる。これにより、ループアンテナ１６ｂの全体の磁界を強くすることができ、給電可能な面積を大きく確保することができる。

[0209] また、ループアンテナ１６ｂにおいても、共鳴ループアンテナ２ｍが設けられていることにより、共振周波数により共鳴させて増幅することができ、より遠くまで電波を送ることができる。

[0210] 以上のように、上述の全ての変形例のループアンテナにおいても、アンテナ形状を左右対称とすることにより、電界（磁界）５の拡がりを抑制することができ、ループアンテナから放射されるノイズの低減化を図ることができる。

[0211] さらに、電界（磁界）５の拡がりを抑制することができるため、作業者の人体防護にも有効である。

[0212] （実施の形態２）

<無線給電システムの構成>

図２７は実施の形態２の給電システムの構造の一例を示す構成ブロック図、図２８は図２７に示す給電システムにおける通信制御装置（受電側）の構造の一例を示す構成ブロック図である。

[0213] 図２７に示す給電システムについて説明する。給電システム２０は、送電側のワイヤレス通信装置（以下、「送電側装置」と称する）３０と、受電側のワイヤレス通信装置（以下、「受電側装置」と称する）２１と、を含む。給電システム２では、近距離無線（ワイヤレス）通信によって、送電側装置３０と受電側装置２１との間で相互にデータの送信と受信が可能とされる。上記近距離無線通信は、例えば、ＮＦＣ（Near Field Communication）によ

る近距離無線通信（以下、単に、「NFC通信」と称する）である。

[0214] また、給電システム20では、送電側装置30から受電側装置21への非接触（ワイヤレス、無線）による電力供給が可能とされる。特に制限されないが、ワイヤレスの給電システム20は、電磁共鳴方式の給電システムであり、NFCによる通信に用いるアンテナと電磁共鳴方式のワイヤレス給電に用いるアンテナとを共用し、電力の送電・受電と、情報伝達のための通信とを切り替えて行うことが可能である。

[0215] 送電側装置30は、例えば、電源回路32、ドライブ回路33、フィルタ回路31、整合回路34、およびアンテナ35を含んで構成されている。

[0216] 整合回路34は、アンテナ35とそれに接続される内部回路との間のインピーダンス整合を行うための回路であり、例えば、アンテナ35に並列接続されて共振回路を形成する。特に制限されないが、アンテナ35は、ループアンテナである。図27には、アンテナ35が電力の送電とNFC通信による信号の送受信とを行うための共用アンテナである場合を例示するが、アンテナ周辺の構成は特に限定されない。例えば、電力を行うためのアンテナとNFC通信を行うためのアンテナを別個に設け、通信の種類に応じてそれらのアンテナを切り替えて駆動する構成を採用しても良い。

[0217] ドライブ回路33は、アンテナ35を駆動するための駆動信号を生成する。例えば、NFC通信における信号の送信時には送信すべきデータに応じて駆動信号を生成し、電力の送電時には供給すべき電力の大きさに応じた駆動信号を生成する。この駆動信号によってアンテナ35が励振される。また、ドライブ回路33は、例えば、電源回路32から出力される出力電圧を電源として動作する。

[0218] 電源回路32は、例えば電源アダプタやユニバーサルシリアルバス（USB）等から供給された入力電圧VINに基づいて、送電側装置30内の各機能部の動作電源となる複数の電圧を生成する。例えば、ドライブ回路33の動作電源となる電圧等を生成する。

[0219] フィルタ回路31は、ノイズの低減化を図る回路であり、ドライブ回路3

3のアンプ内の最終段の直前に設けられている。

[0220] 一方、受電側装置21は、例えば、携帯端末などの小型携帯機器であり、NFC通信とワイヤレス給電（非接触給電）によるバッテリーの充電が可能にされる。受電側装置21は、例えば、ループアンテナ1、通信制御装置22、バッテリー26、および内部回路を含む。ループアンテナ1は、送電側装置30のアンテナ35によって発生された電磁波の共鳴作用によって起電力（交流信号）を生ずるとともに、NFC通信に係る信号の送信および受信を行う。また、上記内部回路は、受電側装置21（例えばスマートフォン等）としての特有の機能を実現するための電子回路である。

[0221] バッテリー26は、直流電圧に基づいて充電が可能にされる二次電池である。特に制限されないが、バッテリー26は、例えば1セルの電池（4.0～4.2V）とされ、例えばリチウムイオン電池である。

[0222] 通信制御装置22は、1つのループアンテナ1を用いて電力の受電を行う給電動作と、情報伝達のための通信を行う通信動作とを切り替えて行う。具体的に、通信制御装置22は、データ通信時にはループアンテナ1を介してデータの送受信を行い、給電時にはループアンテナ1を介して受信した電力に基づいて所望の電圧を生成するとともに、生成した電圧によって通信制御装置22内の各ブロックの駆動や上記内部回路の駆動、バッテリー26の充電等を行う。

[0223] 具体的に、通信制御装置22は、図28に示すように、アンテナ電極AP、AN、整合回路23a、23b、23c、フィルタ回路28、電源回路25、スイッチ部SW、および通信回路29が実装基板等を実装された通信モジュールとして構成される。

[0224] アンテナ電極AP、ANは、ループアンテナ1を接続するための電極である。ループアンテナ1の一端がアンテナ電極APに接続され、他端がアンテナANに接続される。アンテナ電極AP、ANは、通信回路29と電氣的に接続されるとともに、電源回路25と電氣的に接続される。

[0225] 以下、アンテナ電極AP、ANと通信回路29とを接続する信号経路（ア

ンテナ電極 A P、A N と通信回路 2 9 との間で信号が伝達される経路) を “通信系経路” と称し、アンテナ電極 A P、A N と電源回路 2 5 とを接続する信号経路 (アンテナ電極 A P、A N と電源回路 2 5 との間で信号が伝達される経路) を “給電系経路” と称する。

[0226] 通信系経路 4 1 は、アンテナ電極 A P、A N と通信回路 2 9 との間に接続される各種の信号線 (配線パターン) のみならず、それらの信号線に接続される整合回路 2 3 a、2 3 b、2 3 c やスイッチ部 S W 等も含まれる。また、通信系経路 4 1 は、ループアンテナ 1 で受信した信号をアンテナ電極 A P、A N を介して通信回路 2 9 に供給する受信用信号経路 L R x と、通信回路 2 9 から送信された信号をアンテナ電極 A P、A N を介してループアンテナ 1 に供給する送信用信号経路 L T x と、を含んでいる。

[0227] 受信用信号経路 L R x は、整合回路 2 3 a、スイッチ部 S W、および整合回路 2 3 b と、それらの間を結ぶ各種の信号線 (配線パターン) を含む。送信用信号経路 L T x は、整合回路 2 3 a、スイッチ部 S W、および整合回路 2 3 c と、それらの間を結ぶ各種の信号線 (配線パターン) を含む。給電系経路 4 2 は、アンテナ電極 A P、A N と電源回路 2 5 との間に接続される各種の信号線 (配線パターン) のみならず、それらの信号線に接続される整合回路 2 3 a 等も含まれる。

[0228] 通信回路 2 9 は、ループアンテナ 1 を介して送電側装置 3 0 との間で N F C 通信を行う。具体的に、通信回路 2 9 は、通信部 2 9 a と、メモリ 2 9 b、および制御部 2 9 c を含んでいる。通信部 2 9 a は、N F C 通信による信号の送受信を行う。例えば、通信部 2 9 a は、N F C 通信によるデータ受信時において、ループアンテナ 1 で受信した信号を正側の外部端子と負側の外部端子から入力し、入力したアナログ信号をデジタル信号に変換し、制御部 2 9 c に与える。

[0229] また、N F C 通信によるデータ送信時において、通信部 2 9 a は、制御部 2 9 c から与えられたデータ (デジタル信号) をアナログ信号に変換し、正側の外部端子と負側の外部端子から出力する。制御部 2 9 c は、例えば中央

処理装置（CPU）によって構成され、プログラムを実行することにより、NFC通信によって送信すべきデータの生成や受信したデータに基づく各種のデータ処理を行う。

[0230] メモリ29bは、ROMやRAM等を含んでいる。上記ROMには、上記中央処理装置で実行されるプログラムが格納されている。上記RAMは、上記中央処理装置で行われる演算処理の作業領域等に利用される。特に制限されないが、通信回路29は、公知のCMOS集積回路の製造技術によって1個の単結晶シリコンのような半導体基板に形成された半導体チップをモールドレジンの絶縁性樹脂により封止したBGA（Ball Grid Array）型パッケージの半導体装置である。

[0231] 整合回路23aは、ループアンテナ1と電源回路25との間のインピーダンスを整合するための回路である。整合回路23a、23b、23cは、ループアンテナ1と通信回路29との間のインピーダンスを整合するための回路である。整合回路23a、23b、23cは、例えば容量素子やインダクタ等を含んで構成される。例えば、整合回路23aは、アンテナ端子AP、ANと電源回路25との間に直列に接続される容量素子を含む。

[0232] 整合回路23bは、アンテナ端子AP、ANと通信回路29の外部端子との間に直列に接続される容量素子を含み、また、整合回路23cは、アンテナ端子AP、ANと通信回路29の外部端子との間に直列に接続される容量素子と、送信端子との間に接続される容量とを含む。なお、整合回路23a、23b、23cは、図28に例示された回路構成に限定されず、所望の特性を得るために種々の変更が可能である。

[0233] フィルタ回路28は、給電系経路42においてノイズの低減化を図る回路である。

[0234] 電源回路25は、ループアンテナ1を介して受信した交流信号に基づいて各種の直流電圧を生成するとともに、生成した直流電圧を受電側装置2における各機能部に供給するための制御を行う。

[0235] 整流回路24は、ループアンテナ1を介して得られた交流信号を整流して

出力する。特に制限されないが、整流回路 24 は、4 つの整流ダイオードを用いて構成されたブリッジ型の全波整流回路である。また、容量（コンデンサ）27 は、整流回路 24 と電源回路 25 との間に接続される平滑化容量である。これにより、整流回路 24 によって整流された電圧が平滑化される。

[0236] スイッチ部 SW は、アンテナ電極 AP と通信回路 29 との間に設けられるスイッチ回路 SWP と、アンテナ電極 AN と通信回路 29 との間に設けられるスイッチ回路 SWN と、を含んでいる。そして、ループアンテナ 1 を介して通信を行う場合、スイッチ回路 SWP、SWN は、アンテナ電極 AP、AN と通信回路 29 との間を接続する。一方、電源回路 25 がループアンテナ 1 で受信した交流信号に基づいて直流電圧を生成する場合、スイッチ回路 SWP、SWN は、アンテナ電極 AP、AN と通信回路 29 との間を遮断する。

[0237] <通信制御装置における部品配置について>

図 29 は、図 28 に示す通信制御装置における実装基板上の主部品の配置状態の一例を示す平面図である。

[0238] ここでは、図 29 に示す実装基板 40 上に実装される給電系経路（図 28 参照）42 の実装部品について、図 28 と照らし合わせながら説明する。なお、図 29 に示す通信制御装置 22 では、その実装基板（配線基板）40 の主面 40a に形成された配線の給電系経路（図 28 参照）42 において、アンテナ電極 AP、AN に接続する配線パターンや主要部品を、部品配置の中心線 43 に対して左右対称となるように形成・配置している。

[0239] まず、実装基板 40 において、ループアンテナ 1 の一方の電極端子と接続されるアンテナ電極（第 1 接続端子）AP と、ループアンテナ 1 の他方の電極端子と接続されるアンテナ電極（第 2 接続端子）AN とが中心線 43 に対して一対（例えば、同じ距離、同じ形状）に、左右対称となる位置に設けられている。

[0240] この時、アンテナ電極 AP とアンテナ電極 AN は、実装基板 40 の主面 40a の端部に設けられている。これにより、部品配置のスペースを確保して

、部品を左右対称に配置し易くすることができる。

[0241] また、アンテナ電極 A P に接続する第 1 配線 4 0 b と、アンテナ電極 A N に接続する第 2 配線 4 0 c とが、中心線 4 3 に対して一対（例えば、同じ距離、同じ形状）に、または左右対称となるように配置されている。

[0242] また、整合回路 2 3 a である第 1 共振用コンデンサ（共振用部品）2 3 a a が第 1 配線 4 0 b を介してアンテナ電極 A P と接続して設けられ、一方、整合回路 2 3 a である第 2 共振用コンデンサ（共振用部品）2 3 a b が第 2 配線 4 0 c を介してアンテナ電極 A N と接続して設けられている。そして、第 1 共振用コンデンサ 2 3 a a と第 2 共振用コンデンサ 2 3 a b とが、中心線 4 3 に対して一対（例えば、同じ距離）に、もしくは左右対称となるように配置されている。

[0243] さらに、フィルタ回路 2 8 として、抵抗である第 1 フェライトビーズ（ノイズフィルタ回路）2 8 a が、第 1 配線 4 0 b に接続されている。同様に、フィルタ回路 2 8 として、抵抗である第 2 フェライトビーズ（ノイズフィルタ回路）2 8 b が、第 2 配線 4 0 c に接続されている。そして、第 1 フェライトビーズ 2 8 a と第 2 フェライトビーズ 2 8 b とが、中心線 4 3 に対して一対（例えば、同じ距離）に、または左右対称となるように配置されている。

[0244] 第 1 フェライトビーズ 2 8 a および第 2 フェライトビーズ 2 8 b は、アンテナ電極 A P, A N と整流回路 2 4 との間の位置に配置されている。

[0245] 同様に、フィルタ回路 2 8 として、インダクタ（コイル）であるコモンモードチョーク（ノイズフィルタ回路）2 8 c が、第 1 配線 4 0 b と第 2 配線 4 0 c を介してアンテナ電極 A P, A N に接続されている。コモンモードチョーク 2 8 c は、アンテナ電極 A P, A N と整流回路 2 4 との間の位置に配置されている。

[0246] コモンモードチョーク 2 8 c を配置することで、目的の周波数より低い周波数の電流を通し、かつ目的の周波数より高い電流を阻止することができる。

- [0247] これにより、第1共振用コンデンサ23aは、アンテナ電極APとノイズフィルタ回路との間の位置に設けられ、一方、第2共振用コンデンサ23abも、アンテナ電極ANとノイズフィルタ回路との間の位置に設けられている。
- [0248] そして、整流回路24である第1整流ダイオード24aが第1配線40bを介してアンテナ電極APと接続して設けられ、一方、整流回路24である第2整流ダイオード24bが第2配線40cを介してアンテナ電極ANと接続して設けられている。そして、第1整流ダイオード24aと第2整流ダイオード24bとが、中心線43に対して一対（例えば、同じ距離）に、または左右対称となるように配置されている。ここでは、2つの第1整流ダイオード24aと2つの第2整流ダイオード24bとが、中心線43に対して一対（例えば、同じ距離）に、または左右対称となるように配置されている。すなわち、整流回路24として、合計4つの整流ダイオードが搭載されており、これらの整流ダイオードによって交流（サイン波）を直流（DC）に変換する。
- [0249] また、整流回路24の後段には、電圧平滑化のための容量（コンデンサ）27が第1配線40bおよび第2配線40cを介してアンテナ電極AP、ANに接続するように設けられている。
- [0250] また、容量（コンデンサ）27の後段には、電源回路25として、整流回路24により整流された電圧に基づいて直流電圧を生成するDC／DCコンバータ25aが、第1配線40bおよび第2配線40cを介してアンテナ電極AP、ANに接続して設けられている。
- [0251] また、アンテナ電極AP、ANには、第1配線40bおよび第2配線40cを介して図28に示す通信回路29が接続されている。
- [0252] 以上のように、通信制御装置22の実装基板40においては、搭載される主要部品や配線パターンが、部品配置の中心線43に対して一対（例えば、同じ距離）、または左右対称になるように形成・配置されている。
- [0253] 特に、ノイズフィルタ回路であるノイズ対策部品（フェライトビーズやコ

モンモードチョーク)が、アンテナ電極A P, A Nと整流回路2 4との間、好ましくは、整合回路2 3 aと整流回路2 4との間に、中心線4 3に対してそれぞれ一対(例えば、同じ距離)、または左右対称となるように配置されている。

[0254] その結果、中心線4 3の両側でのインピーダンスを略等しくする(整合すること)ことができ、図2 8の給電系経路4 2において発生するノイズを抑制することができる。さらに、ループアンテナ1からのノイズが整流回路2 4に影響することを低減できる。

[0255] また、給電系経路4 2に流れるコモンモード電流を減らすことができるため、人体防護に加えて、遠方に対するノイズの影響も抑制することができる。

[0256] また、ノイズ対策部品(フェライトビーズやコモンモードチョーク)を配置したことにより、アンテナ電極A P, A Nに接続されるループアンテナ1へのノイズの影響を抑制することができる。

[0257] 次に、図2 9に示す実装基板4 0上に実装される通信系経路(図2 8参照)4 1の実装部品について、図2 8と照らし合わせながら説明する。

[0258] まず、給電系経路4 2において、コンデンサ(第1共振用コンデンサ2 3 a a、第2共振用コンデンサ2 3 a b)とフェライトビーズ(第1フェライトビーズ2 8 a、第2フェライトビーズ2 8 b)を接続する第1配線4 0 b、第2配線4 0 cにそれぞれ別個に接続する第3配線4 0 d、第4配線4 0 eが設けられ、このうち、第3配線4 0 dには、図2 8に示すSWのSWNであるSW用I C 3 6 aが設けられている。一方、第4配線4 0 eには、SWのSWPであるSW用I C 3 6 bが設けられている。

[0259] さらに、SW用I C 3 6 aには第3配線4 0 dを介して整合回路2 3 cであるコンデンサ2 3 c a、および整合回路2 3 bであるコンデンサ2 3 b aが接続されている。一方、SW用I C 3 6 bにも第4配線4 0 eを介して同様に整合回路2 3 cであるコンデンサ2 3 c a、および整合回路2 3 bであるコンデンサ2 3 b aが接続されている。

[0260] そして、コンデンサ 23 c a、コンデンサ 23 b a のそれぞれには、第 3 配線 40 d および第 4 配線 40 e を介して通信回路 29 である通信用 IC 29 d が接続されている。この通信用 IC 29 d は、内部に通信部 29 a、メモリ 29 b、制御部 29 c を備えている。なお、通信用 IC 29 d は、他の配線 40 f 等を介して DC/DC コンバータ 25 a とも接続されている。

[0261] <ノイズの測定について>

実施の形態 1 のループアンテナ 1 と実施の形態 2 の通信制御装置 22 とを組み合わせた構造によるノイズの測定結果について説明する。

[0262] 図 30 は図 28 に示す通信制御装置を用いた給電システムにおけるノイズレベルの測定結果の一例を示すノイズ測定図、図 31 は比較例の給電システムにおけるノイズレベルの測定結果を示すノイズ測定図である。

[0263] 図 31 に示すノイズの測定は、本願発明者が比較検討を行った給電システムに対するものである。図 31 のノイズ測定に用いた構造は、アンテナがスパイラル構造のものであり、かつ、通信制御装置における実装基板上の部品配置が、中心線に対して一対（例えば、同じ距離）、もしくは左右対称にはなっていないものである。

[0264] 図 31 の比較例のノイズの測定結果では、CISPR 22 規格に対して、周波数が特に 150 MHz 付近でノイズレベルが大きく規格オーバーとなっていることが分かる。

[0265] これに対して、図 30 は、実施の形態 1 のアンテナ形状として左右対称のループアンテナ 1 を適用し、かつ実施の形態 2 の部品配置が一対（例えば、同じ距離）、もしくは左右対称となっている通信制御装置 22 を組み合わせた構造に対するノイズの測定を示している。

[0266] 図 30 によれば、測定対象の全周波数帯において、ノイズレベルが CISPR 22 規格を下回っていることが分かる。

[0267] これは、左右対称形状のループアンテナ 1 を適用したことで、電界分布を均一化することができ、また、通信制御装置 22 において、コモンモードチョーク 28 c を搭載したことにより、250/650/800 MHz 付近で

のノイズの低減化を図ることができたことが要因と考えられる。

[0268] さらに、左右対称形状のループアンテナ 1 の適用に加えて、通信制御装置 22 において、共振用コンデンサを中心線 43 に対して一対（例えば、同じ距離）に、もしくは左右対称に配置したことで、部品実装におけるインピーダンスの整合を図ることができ、周波数が 150MHz 付近でのノイズレベルを低減化することができる。

[0269] 以上により、測定対象の全周波数帯において、ノイズレベルを CISPR 22 規格より下げることができる。

[0270] また、本実施の形態 2 の通信制御装置 22 のように、基板パターン配置、ノイズ対策部品配置、共振用部品配置、整流回路部品配置等を左右対称とし、かつ実施の形態 1 のループアンテナ 1 を左右線対称アンテナ構造とすることにより、給電システム（通信制御装置 22）の給電系経路 42 に流れるコモンモード電流を減らすことができる。その結果、人体防護に加え、遠方へのノイズの影響も抑制化することができる。

[0271] <実施の形態 2 の変形例>

図 32 は実施の形態 2 の変形例における実装基板上の主部品の配置状態を示す平面図、図 33 は実施の形態 2 の変形例における実装基板上の主部品の配置状態を示す平面図である。

[0272] 図 32 に示す変形例は、通信制御装置 22 の実装基板 40 上での部品配置において、実装基板 40 の主面 40a の端部（角部）付近にアンテナ電極 AP、AN を配置し、実装基板 40 の長手方向の外周に沿って整流回路 24 や DC/DC コンバータ 25a を配置するものである。

[0273] これにより、実装基板 40 の基板面積を有効に活用できるため、基板面積の縮小化、もしくは基板の小型化を図ることができる。

[0274] また、図 33 に示す変形例は、通信制御装置 22 の実装基板 40 上での部品配置において、実装基板 40 の主面 40a の 1 辺の中央部付近にアンテナ電極 AP、AN を配置し、実装基板 40 の長手方向の中央に整流回路 24 や DC/DC コンバータ 25a を配置するものである。

[0275] この場合、整流回路24やDC／DCコンバータ25aの左右対称配置を行うためのスペース確保が容易であり、その結果、基板の配線設計を容易にすることができる。

[0276] <変形例>

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明はこれまで記載した実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

[0277] (変形例1)

上記実施の形態2において、アンテナ電極AP、ANと整流回路24との間におけるフィルタ回路（ノイズフィルタ回路）28の配置位置、すなわち、フェライトビーズ（第1フェライトビーズ28aおよび第2フェライトビーズ28b）とコモンモードチョーク28cの配置の位置については、どちらが前段（アンテナ電極AP、AN寄り）であっても、後段であってもよい。

[0278] (変形例2)

さらに、上記実施の形態で説明した技術思想の要旨を逸脱しない範囲内において、変形例同士を組み合わせ適用することができる。

[0279] (変形例3)

また、上記実施の形態で説明した図1、2、7、9、11～26に示すアンテナ構造では、それらの何れにおいても、そのループ形状が、平面視で中心線3に対して左右対称な形状に形成されており、したがって、アンテナの周囲に形成される電界および磁界の分布を均一にすることができ、ループアンテナから放射されるノイズの低減化を図ることができる。

[0280] さらに、上記何れのアンテナの断面構造においても、中心線3に対して左右対称な構造となっており、ノイズの低減化をさらに図ることができる。

符号の説明

[0281] 1 ループアンテナ

2 ループ状部材（導体配線、アンテナ本体）

- 2 a 第1ループ状部材
- 2 b 第2ループ状部材
- 2 c 第1電極端子
- 2 d 第2電極端子
- 2 e 交差部
- 2 f 貫通電極（ビア）
- 2 h, 2 h a 切り替わり部（導体部）
- 3 中心線
- 4 基板
- 4 a 表面（第1面）
- 4 b 裏面（第2面）
- 5 電界
- 2 1 受電側装置
- 2 2 通信制御装置
- 2 3 a, 2 3 b, 2 3 c 整合回路
 - 2 3 a a 第1共振用コンデンサ（整合回路）
 - 2 3 a b 第2共振用コンデンサ（整合回路）
- 2 4 整流回路
 - 2 4 a 第1整流ダイオード（整流回路）
 - 2 4 b 第2整流ダイオード（整流回路）
- 2 5 電源回路
 - 2 5 a DC／DCコンバータ（電源回路）
- 2 7 容量（コンデンサ）
- 2 8 フィルタ回路（ノイズフィルタ回路）
 - 2 8 a 第1フェライトビーズ（フィルタ回路、抵抗）
 - 2 8 b 第2フェライトビーズ（フィルタ回路、抵抗）
 - 2 8 c コモンモードチョーク（フィルタ回路、インダクタ、コイル）
- 2 9 通信回路

4 0 実装基板（配線基板）

請求の範囲

- [請求項1] 第1電極端子および前記第1電極端子と一対に設けられた第2電極端子と、
- 一端が前記第1電極端子に接続され、かつ、他端が前記第2電極端子に接続され、導体材料から成るループ状部材と、
- を有し、
- 前記第1電極端子と前記第2電極端子は、前記ループ状部材のループ形状の中心線に対して一対に設けられ、
- 前記ループ状部材は、複数の巻き数で巻かれ、かつ、相互に隣り合うループ状部材が平面視で交差して形成された交差部を備え、
- 前記交差部は、平面視で前記中心線に重なるように配置され、
- 前記ループ状部材は、一続きで繋がっており、かつ、前記中心線に対して対称な形状に形成されている、ループアンテナ。
- [請求項2] 請求項1に記載のループアンテナにおいて、
- 前記ループ状部材は、第1交差部と第2交差部とを含む複数の前記交差部を備え、
- 前記第1交差部は、平面視で前記中心線に重なるように配置され、
- 前記第2交差部は複数設けられ、前記複数の前記第2交差部は、前記中心線に対して一対に設けられている、ループアンテナ。
- [請求項3] 請求項2に記載のループアンテナにおいて、
- 前記巻き数が偶数の場合、前記交差部を奇数個備えている、ループアンテナ。
- [請求項4] 請求項2に記載のループアンテナにおいて、
- 前記巻き数が奇数の場合、前記交差部を偶数個備えている、ループアンテナ。
- [請求項5] 請求項2に記載のループアンテナにおいて、
- 前記第1交差部は複数設けられ、前記複数の前記第1交差部は、前記中心線に重なり、かつ、前記第1および第2電極端子が位置する端

子側と、その反対側とに分散して配置されている、ループアンテナ。

[請求項6]

請求項1に記載のループアンテナにおいて、

前記ループ状部材は、相互に隣り合う第1ループ状部材および第2ループ状部材を備え、かつ、前記第1ループ状部材から前記第2ループ状部材、もしくは、前記第2ループ状部材から前記第1ループ状部材に切り替わる切り替わり部を備えている、ループアンテナ。

[請求項7]

請求項6に記載のループアンテナにおいて、

前記ループ状部材は、2つの前記切り替わり部を備え、

前記交差部は、前記2つの前記切り替わり部が平面視で交差して形成された部分である、ループアンテナ。

[請求項8]

請求項1に記載のループアンテナにおいて、

前記複数の巻き数を備えた前記ループ状部材のうちの何れかのループ状部材は、平面視で重なって配置されている、ループアンテナ。

[請求項9]

配線が形成された配線基板と、

前記配線基板の主面に形成され、ループアンテナの一方の電極端子と接続される第1接続端子および前記ループアンテナの他方の電極端子と接続される第2接続端子と、

前記第1および第2接続端子に接続される電源回路と、

前記第1および第2接続端子に接続される通信回路と、

前記第1接続端子と接続される第1配線および前記第2接続端子と接続される第2配線と、

前記第1配線と接続される第1整流回路および前記第2配線と接続される第2整流回路と、

前記第1および第2配線と接続され、かつ、前記第1および第2接続端子と、前記第1および第2整流回路との間に設けられたノイズフィルタ回路と、

を有し、

前記第1および第2接続端子、前記第1および第2配線、前記ノイ

ズフィルタ回路、前記第 1 および第 2 整流回路のそれぞれが、部品配置の中心線に対して一対に配置されている、通信制御装置。

[請求項10] 請求項 9 に記載の通信制御装置において、
前記ノイズフィルタ回路は、前記中心線に対して一対に設けられた抵抗である、通信制御装置。

[請求項11] 請求項 9 に記載の通信制御装置において、
前記ノイズフィルタ回路は、インダクタである、通信制御装置。

[請求項12] 請求項 9 に記載の通信制御装置において、
前記第 1 接続端子と前記ノイズフィルタ回路との間の位置に設けられ、かつ、前記第 1 配線に接続する第 1 共振用コンデンサと、
前記第 2 接続端子と前記ノイズフィルタ回路との間の位置に設けられ、かつ、前記第 2 配線に接続する第 2 共振用コンデンサと、
を有し、
前記第 1 および第 2 共振用コンデンサは、前記中心線に対して一対に配置されている、通信制御装置。

[請求項13] 請求項 9 に記載の通信制御装置において、
前記第 1 および第 2 配線に接続され、前記第 1 および第 2 整流回路によって整流された電圧に基づいて直流電圧を生成する DC/DC コンバータが設けられている、通信制御装置。

[請求項14] 請求項 9 に記載の通信制御装置において、
前記第 1 および第 2 接続端子は、前記配線基板の前記主面の端部に設けられている、通信制御装置。

[請求項15] 第 1 面、前記第 1 面の反対側の第 2 面、前記第 1 面上に設置された第 1 電極端子および第 2 電極端子を備えた基板と、
第 1 配線が形成された第 1 配線層および第 2 配線が形成された第 2 配線層、前記第 1 配線層と前記第 2 配線層の間を貫通し、かつ、前記第 1 配線と前記第 2 配線とを接続する複数の貫通電極を含む一続きの導体配線と、

前記導体配線の一方の電極端子と接続される第1接続端子、前記導体配線の他方の電極端子と接続される第2接続端子、前記第1および第2接続端子に接続される電源回路、前記第1および第2接続端子に接続される通信回路が主面に形成された配線基板と、

を有し、

前記基板の前記第1面と前記第2面との間に積層された複数の配線層は、前記第1配線、第2配線および前記複数の貫通電極から構成され、かつ、一端が前記第1電極端子と接続され、他端が前記第2電極端子と接続され、

前記導体配線は、前記第1電極端子から前記基板の外周に沿って、少なくとも2周以上周回し、

前記複数の貫通電極は、2つの貫通電極から成る一对の貫通電極を有する複数の貫通電極対を含み、

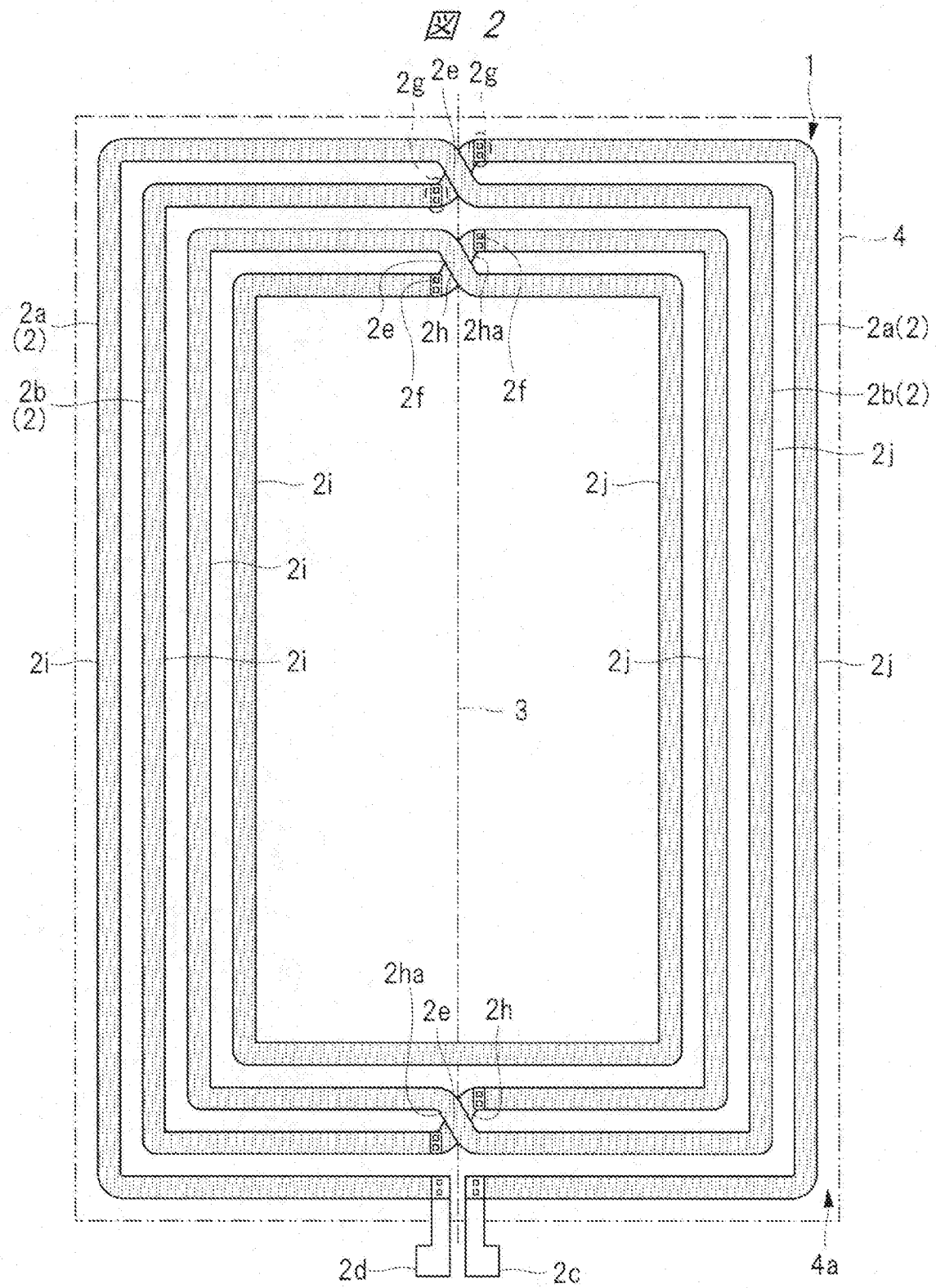
前記複数の貫通電極対の少なくとも1つは前記第1配線と前記第2配線を接続し、かつ、前記導体配線は、前記複数の貫通電極対の少なくとも1つを介して前記第1配線層から前記第2配線層に、および前記第2配線層から前記第1配線層に一続きで延在しており、

前記第1および前記第2電極端子は、平面視において前記第1面上の外周に沿って、一对で配置されており、

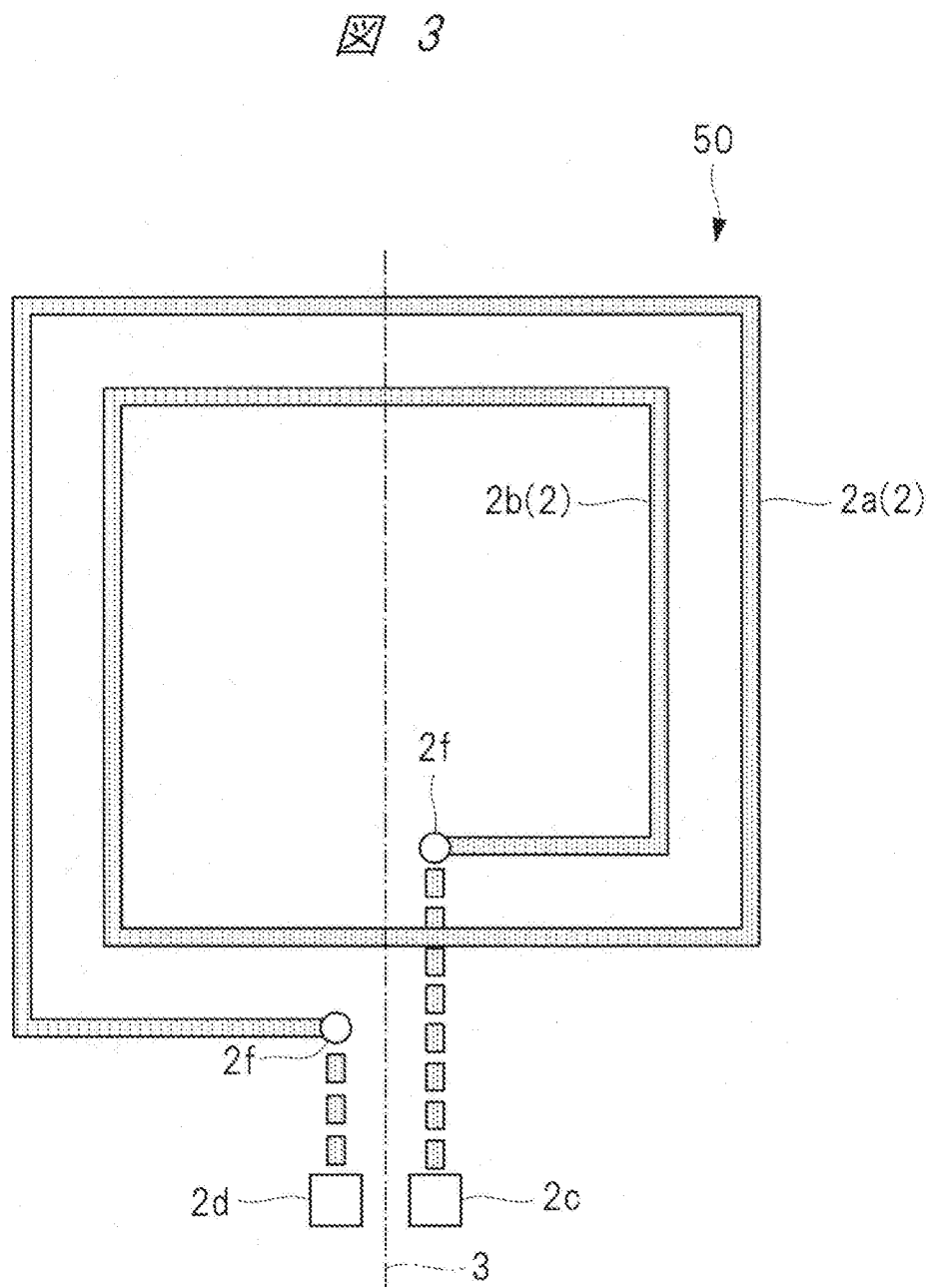
前記複数の貫通電極対は、平面視において一对を成す前記第1電極端子と前記第2電極端子と対向して配置されているか、もしくは、前記複数の貫通電極対の少なくとも2つのそれぞれが、一对を成す前記第1電極端子と前記第2電極端子それぞれから等しい距離に配置されているか、若しくは、一对を成す前記第1電極端子と前記第2電極端子と対向して配置され、かつ、前記複数の貫通電極対の少なくとも2つのそれぞれが、一对を成す前記第1電極端子と前記第2電極端子のそれぞれから等しい距離に配置されている、通信制御装置。

- [請求項16] 請求項 1 5 に記載の通信制御装置において、
前記導体配線は、前記複数の貫通電極対のうちの何れか 2 つの貫通電極対において、それぞれの前記貫通電極対のうちの一对の貫通電極を接続する導体部が、平面視で交差して形成された交差部を備える、通信制御装置。
- [請求項17] 請求項 1 6 に記載の通信制御装置において、
前記導体配線の前記基板の外周に沿った前記周回の数が偶数の場合、前記交差部を奇数個備えている、通信制御装置。
- [請求項18] 請求項 1 6 に記載の通信制御装置において、
前記導体配線の前記基板の外周に沿った前記周回の数が奇数の場合、前記交差部を偶数個備えている、通信制御装置。

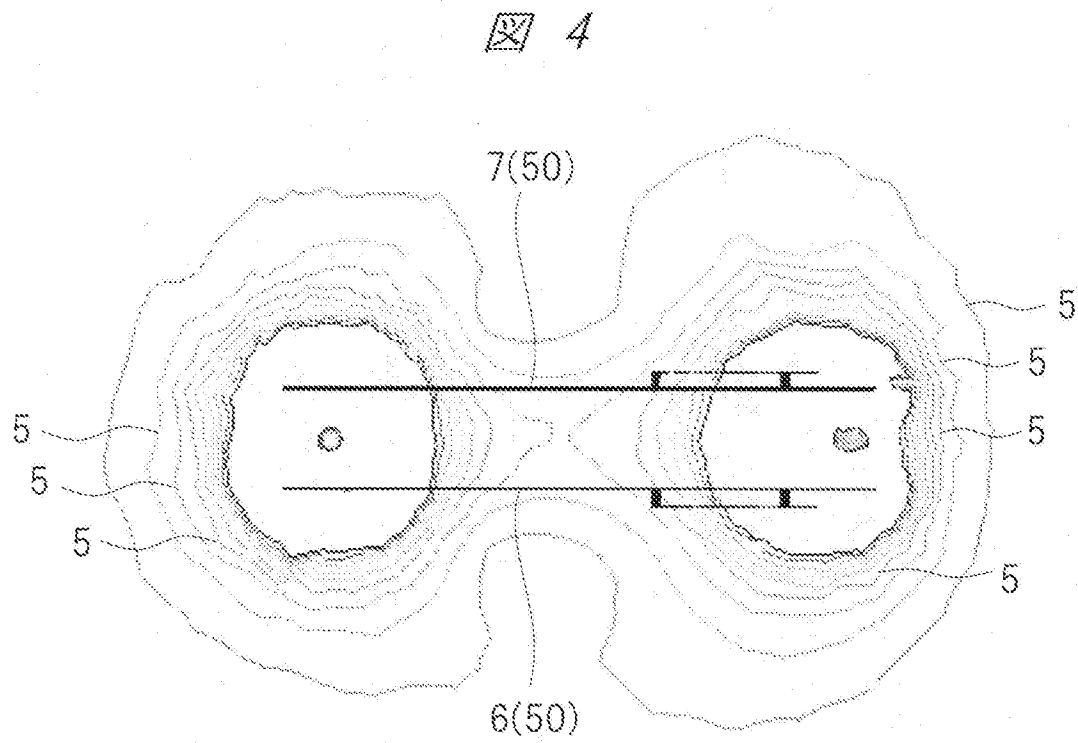
[図2]



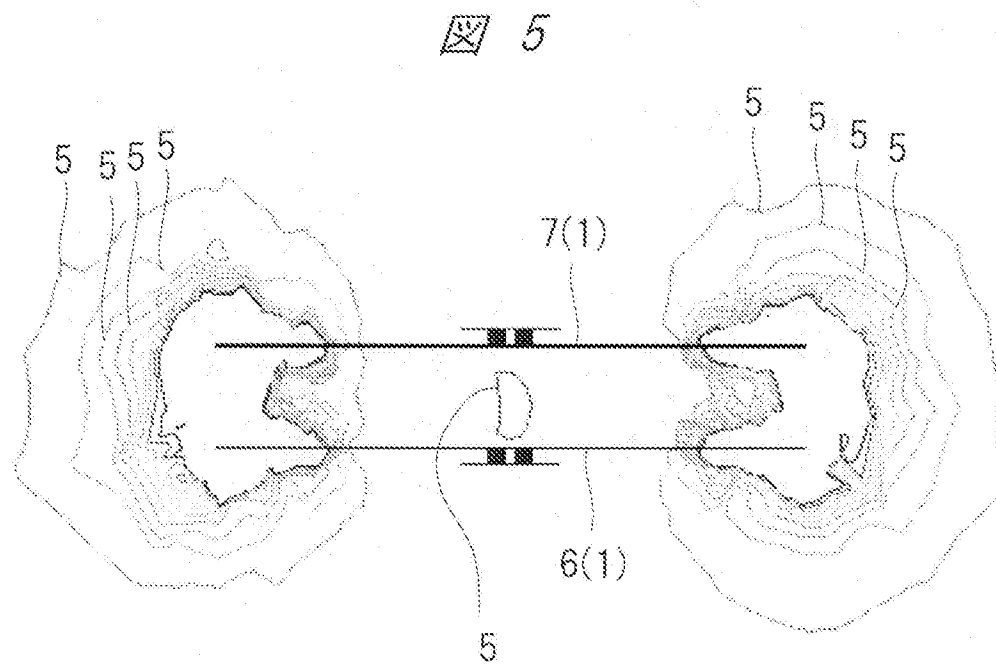
[図3]



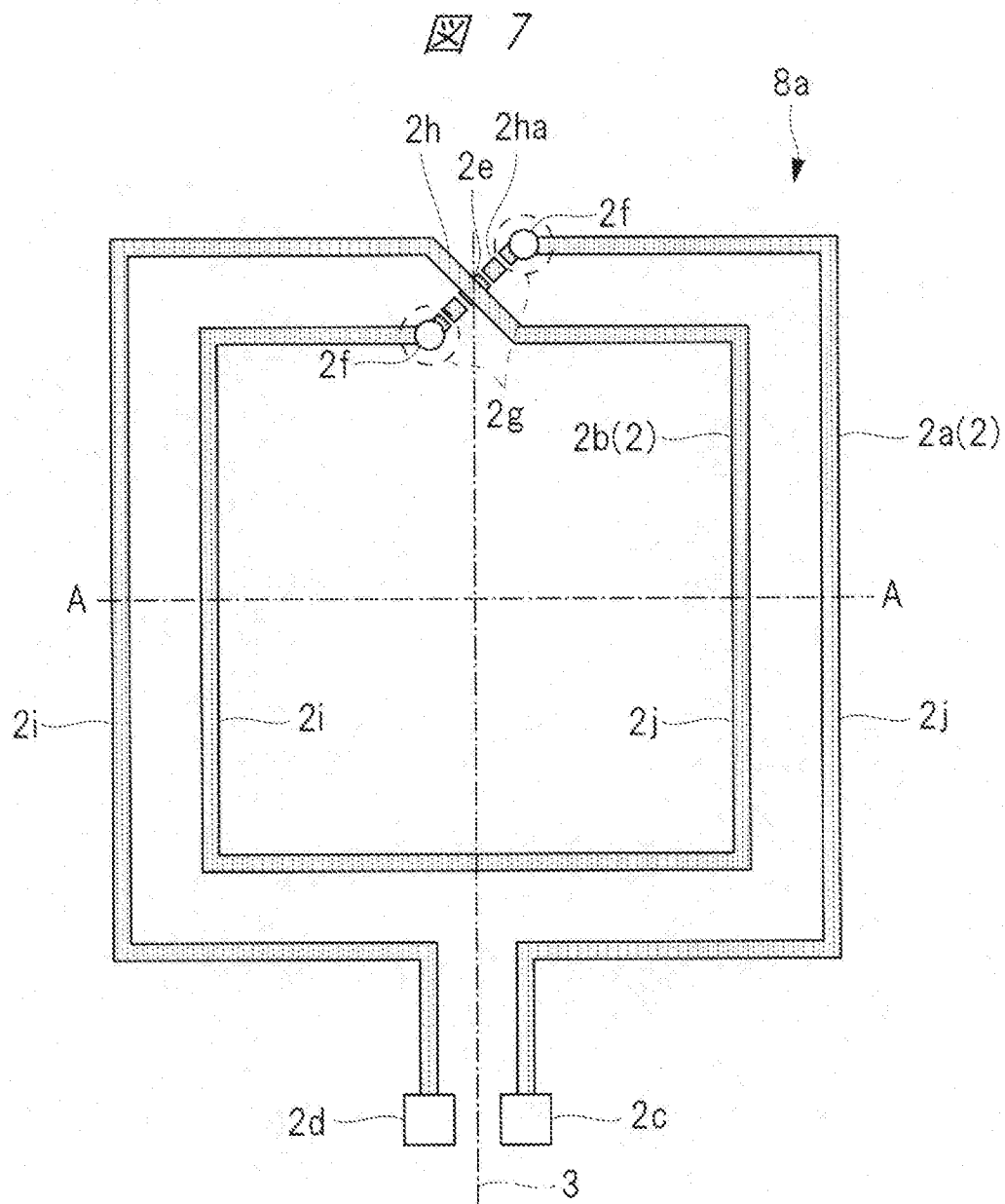
[図4]



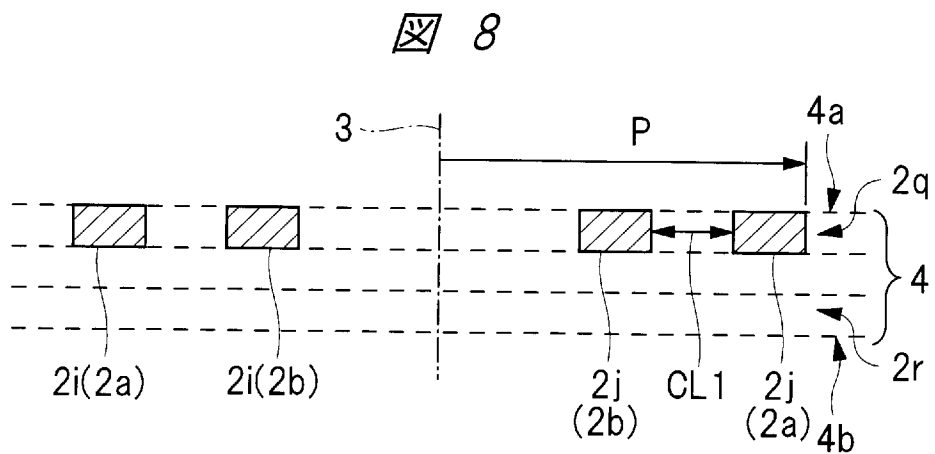
[図5]



[図7]

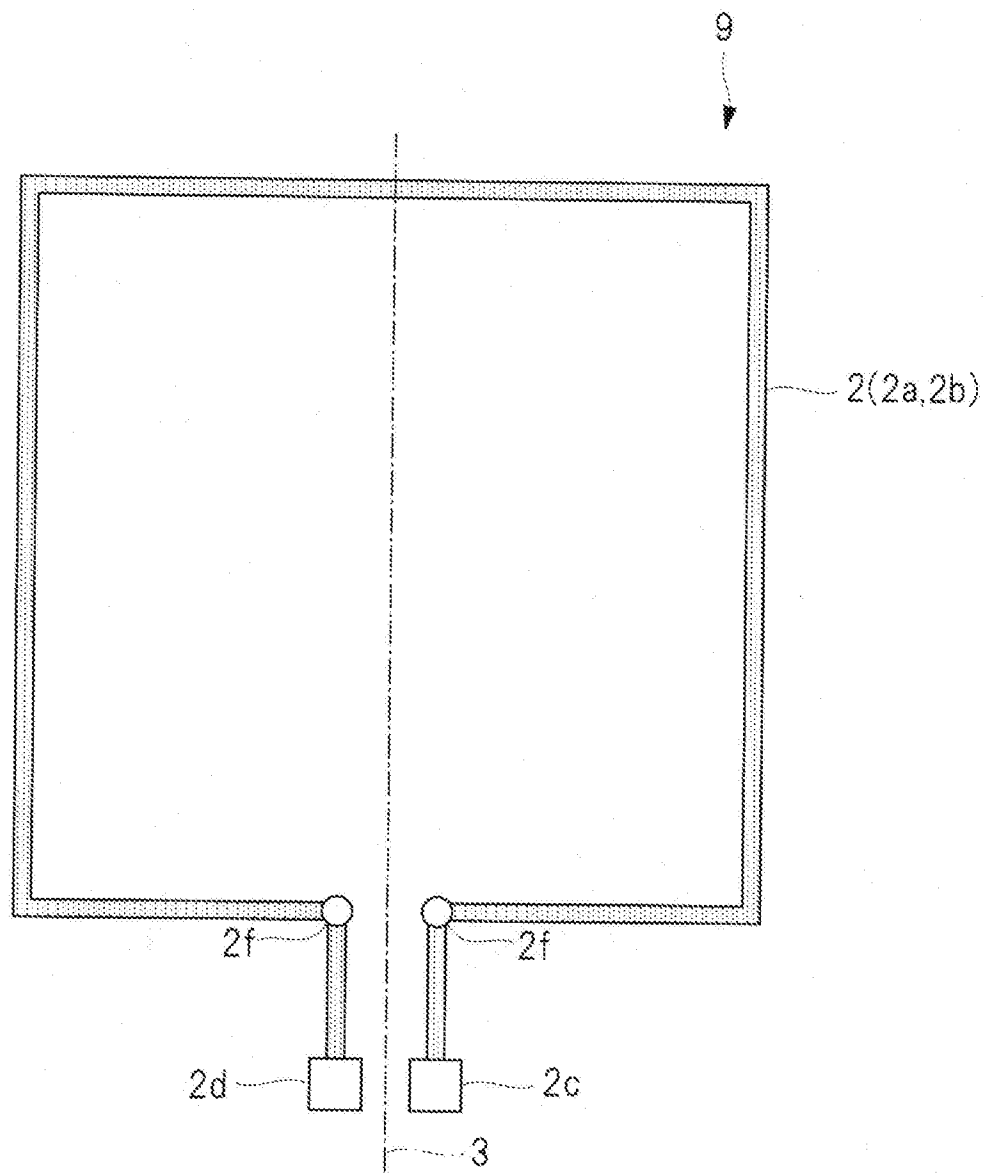


[図8]

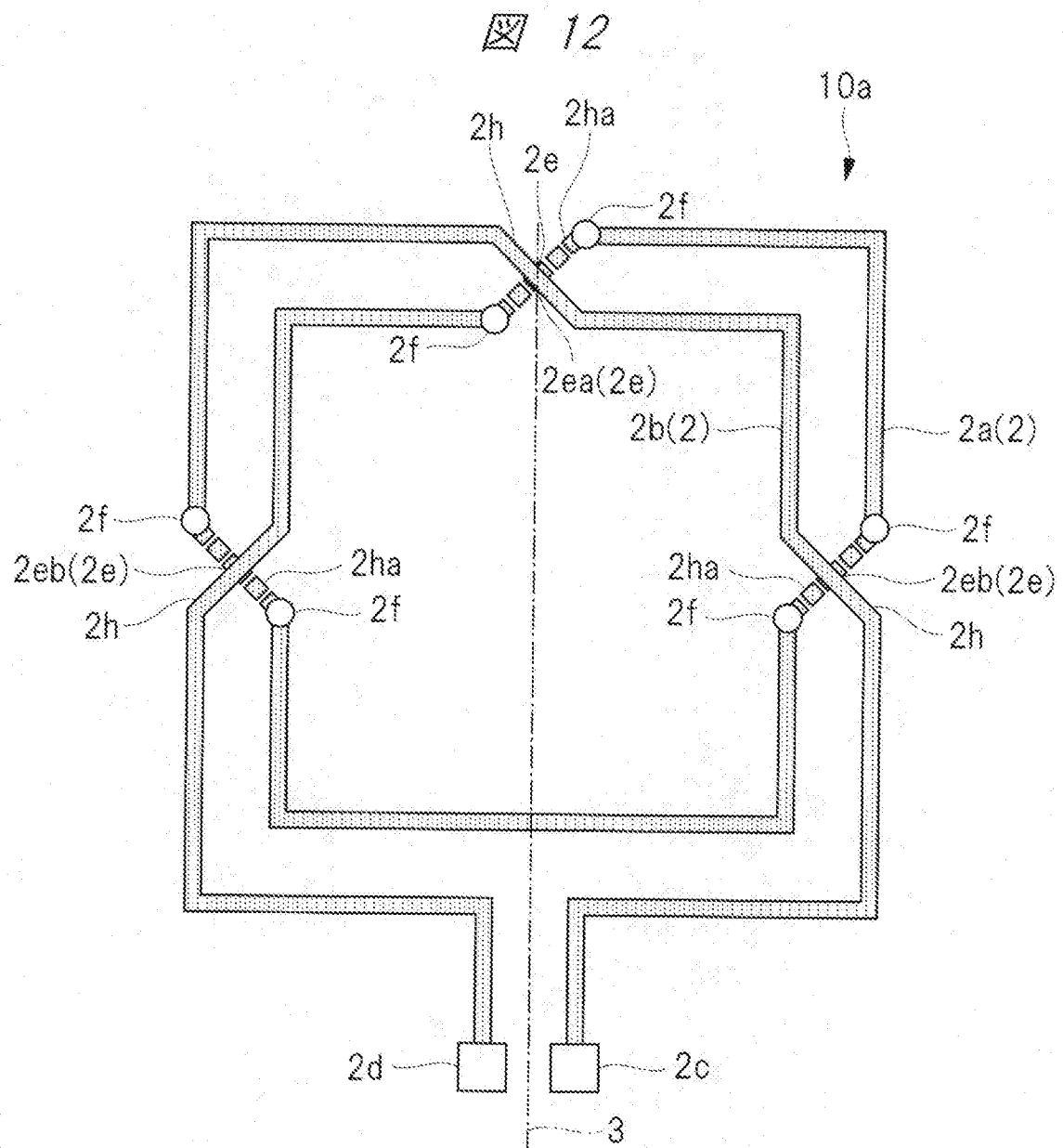


[図11]

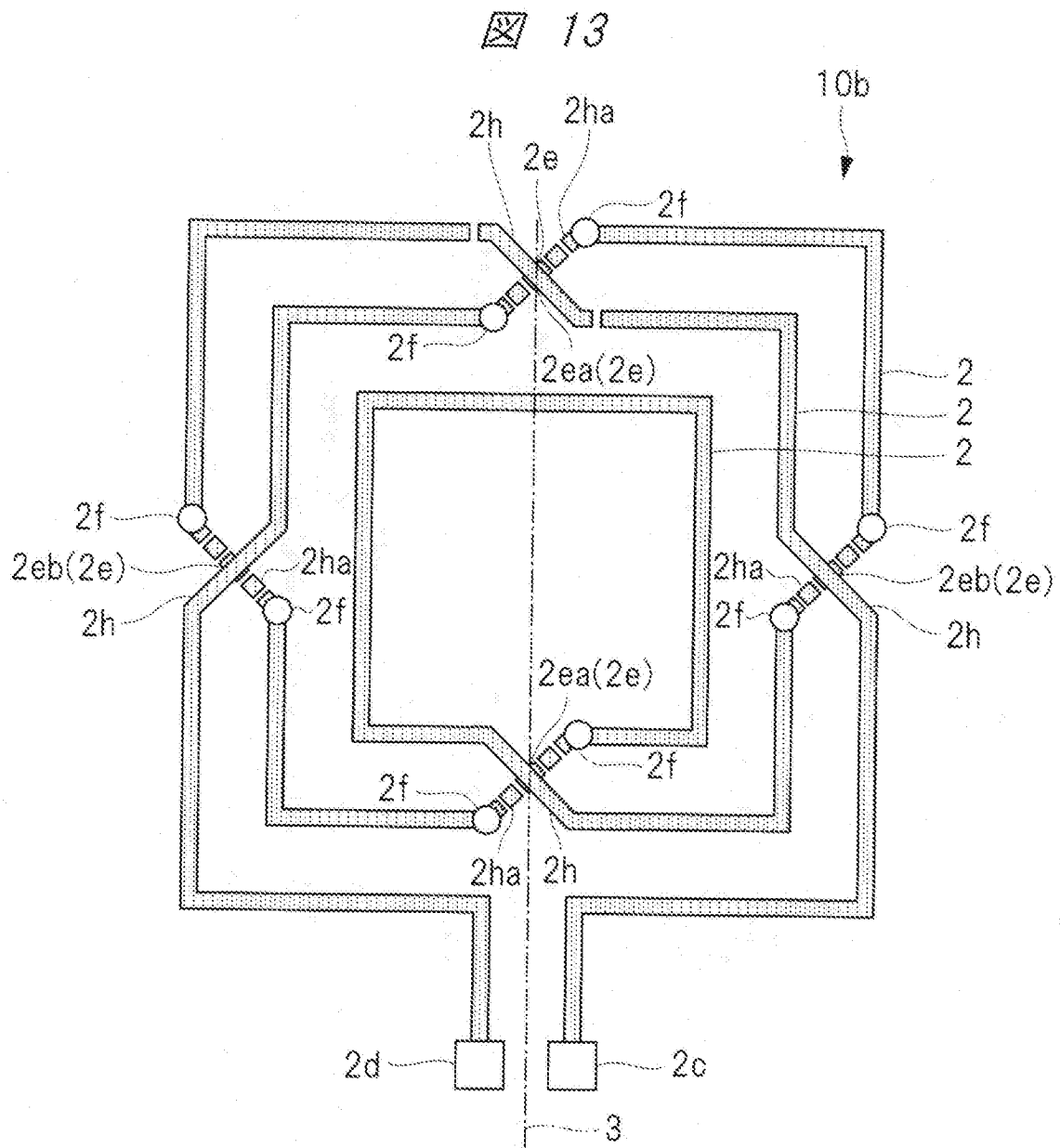
図 11



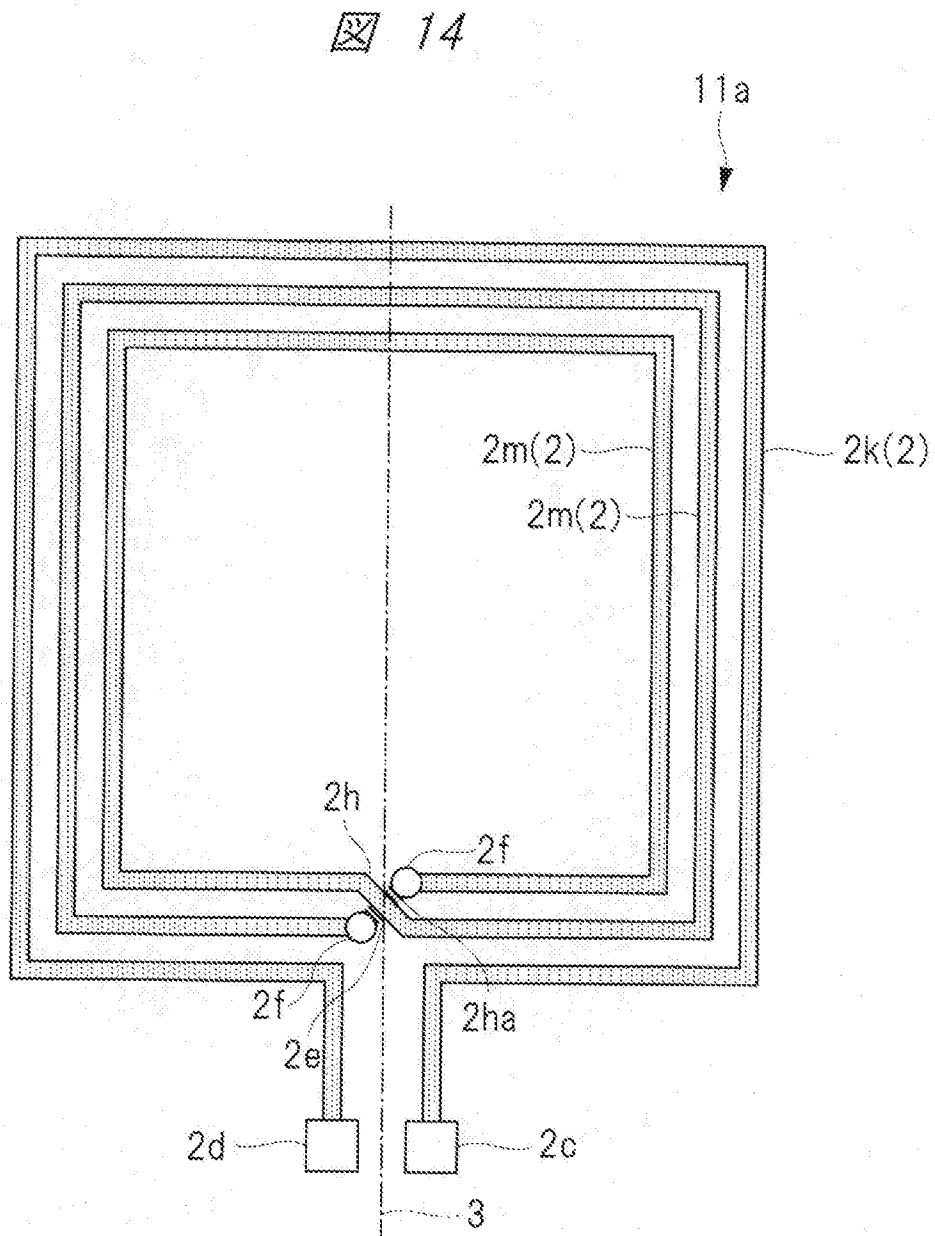
[図12]



[図13]

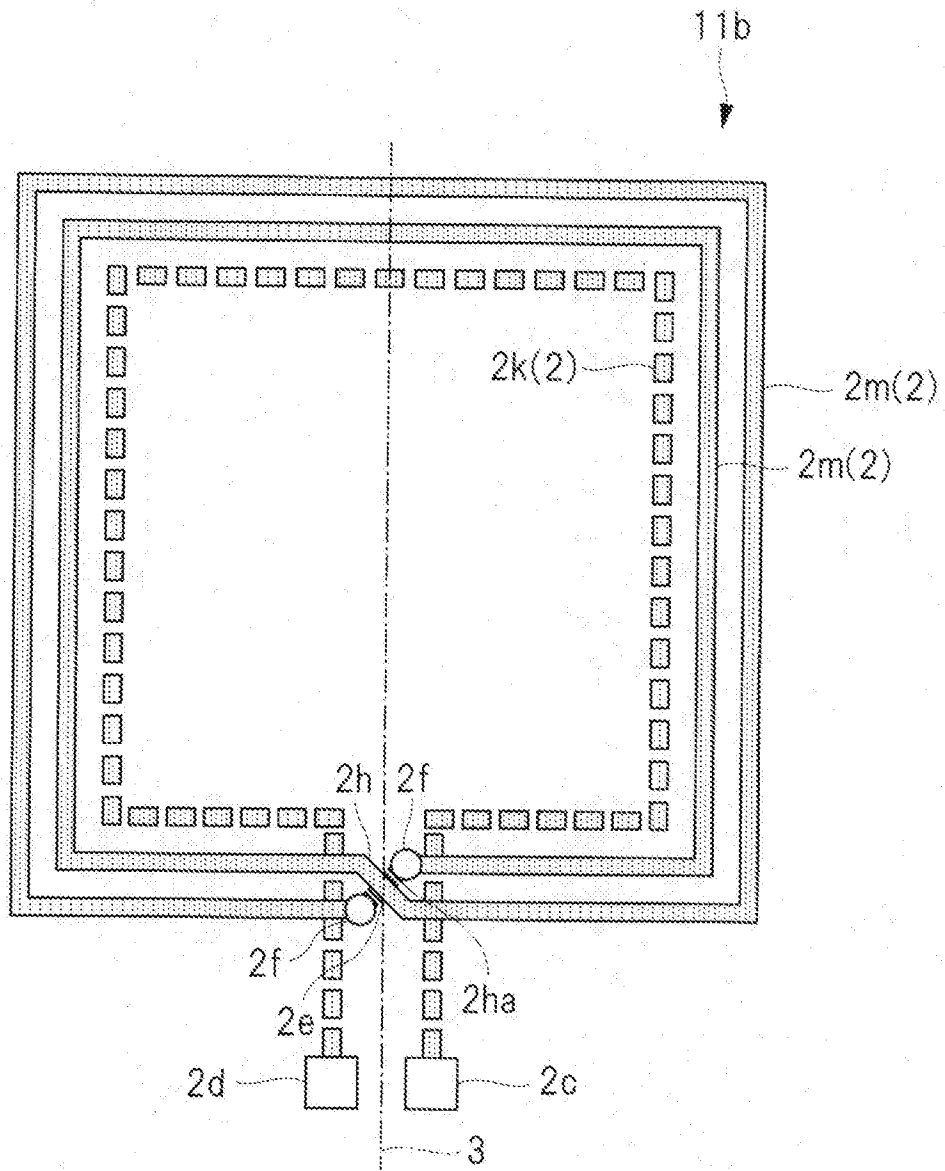


[図14]

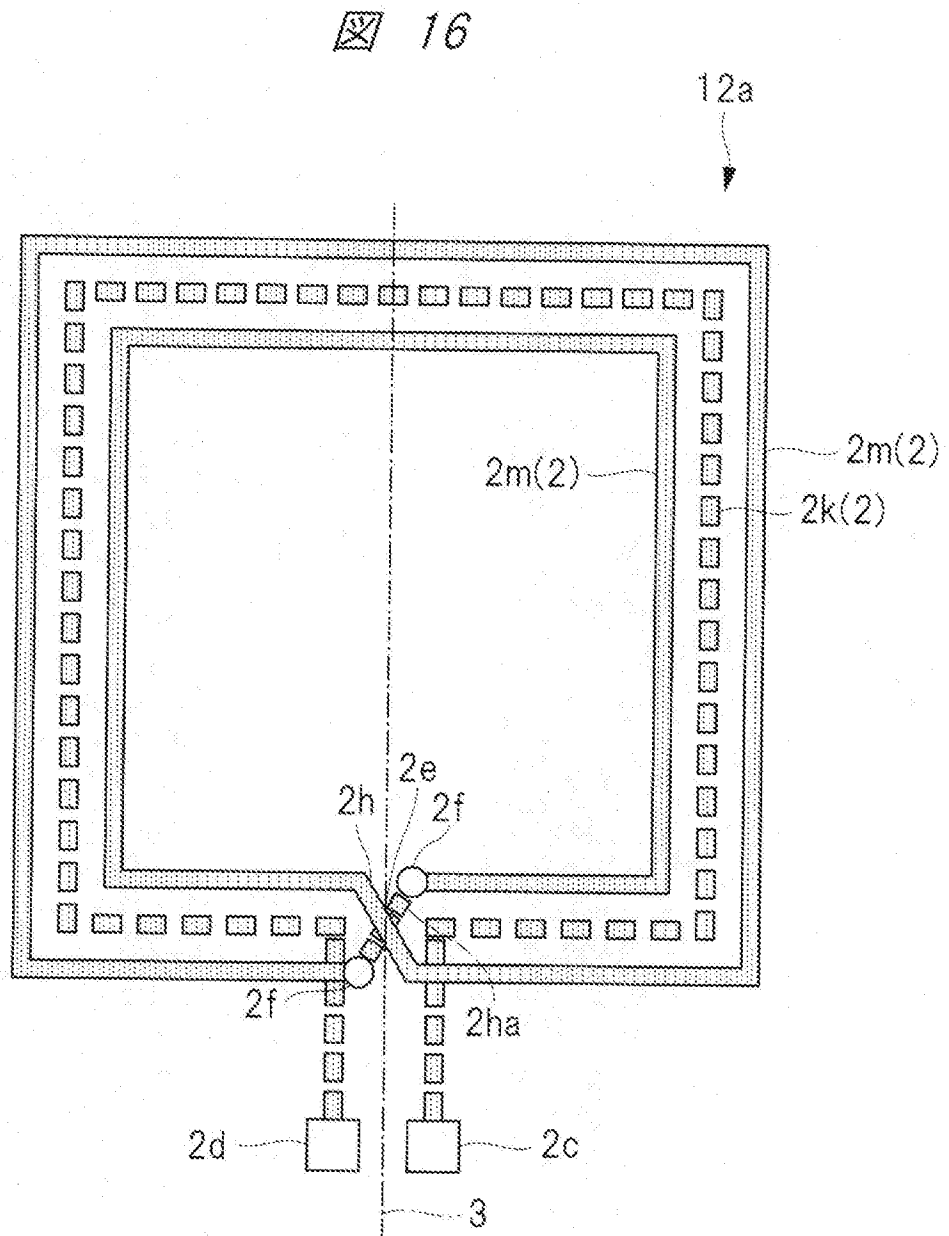


[図15]

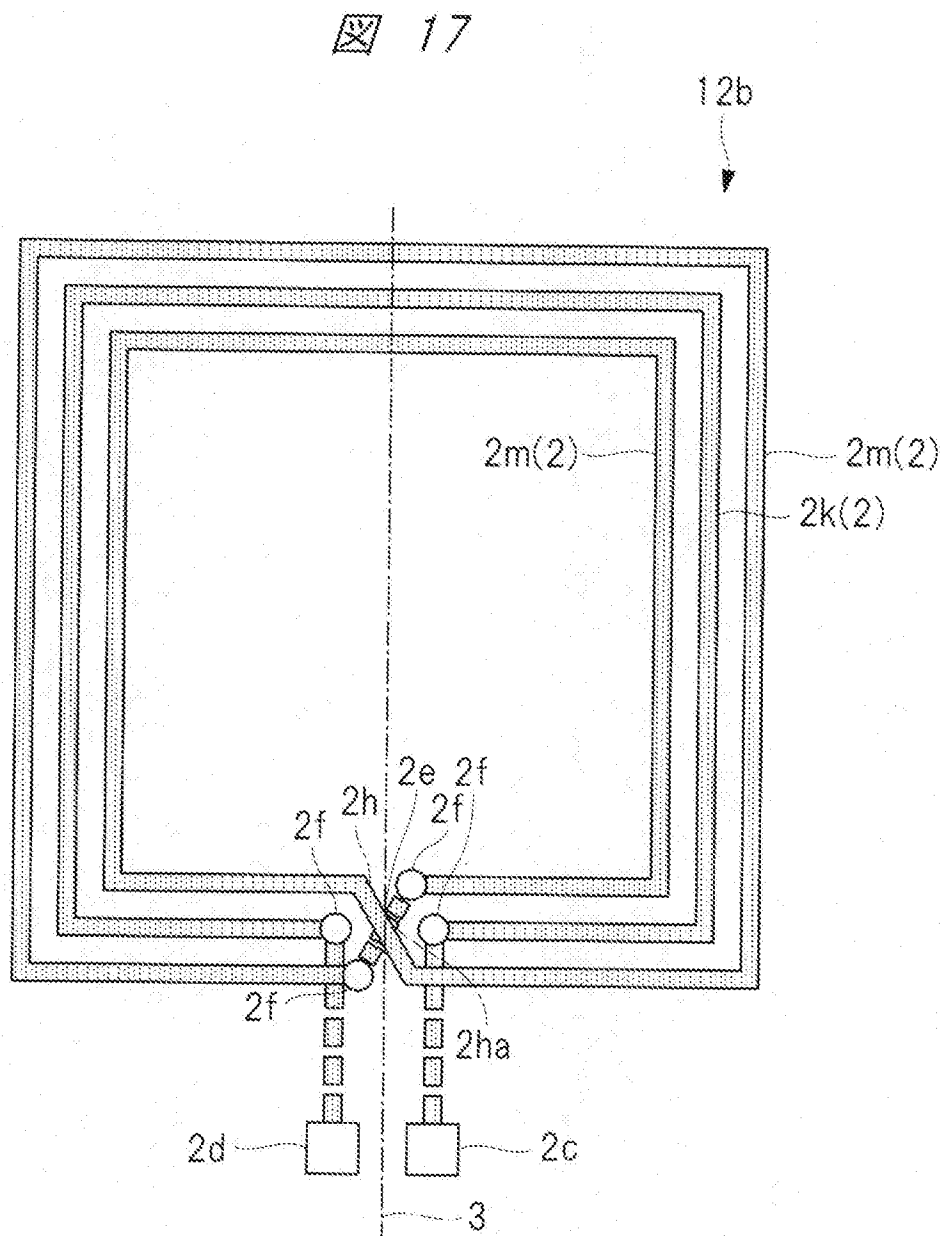
図 15



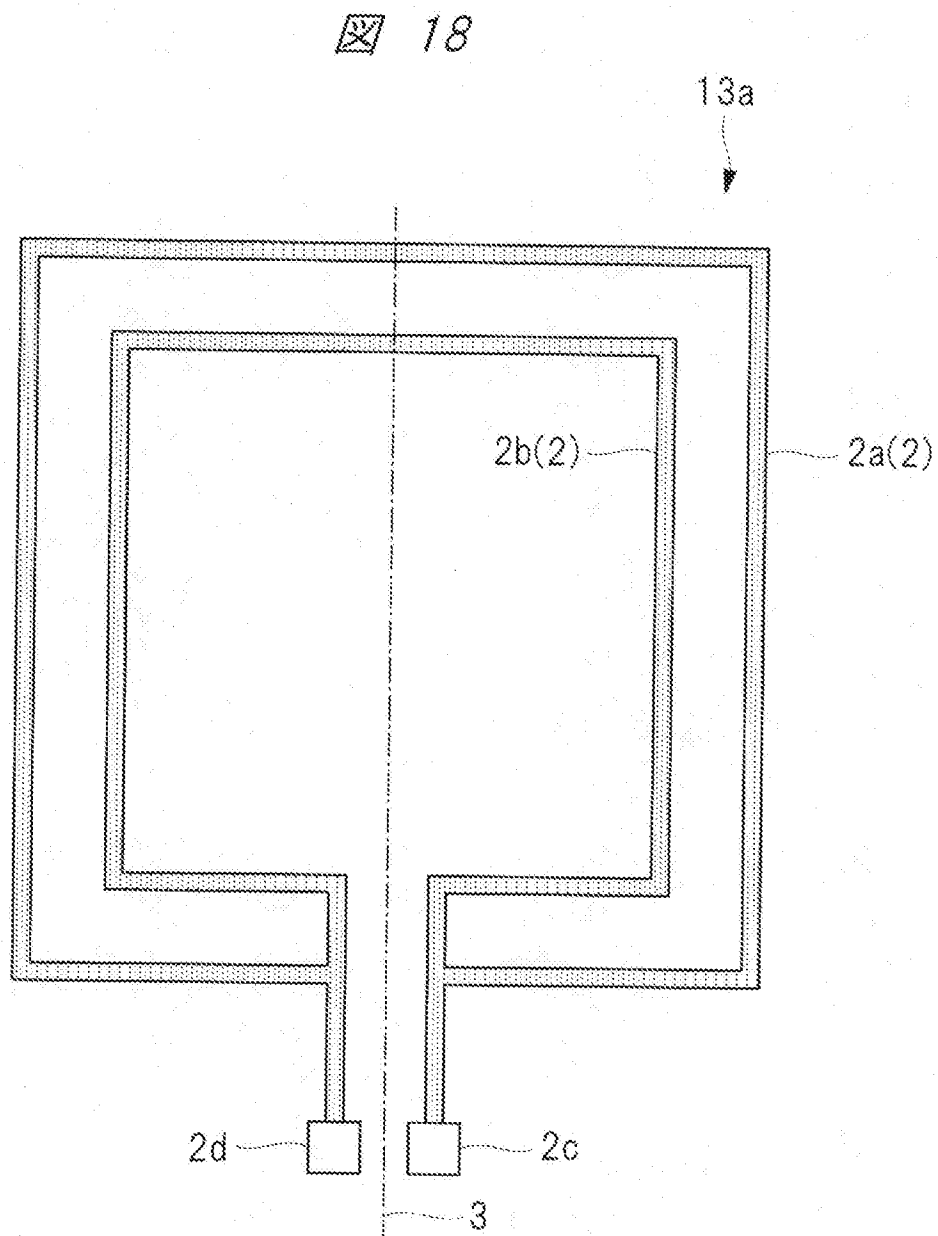
[図16]



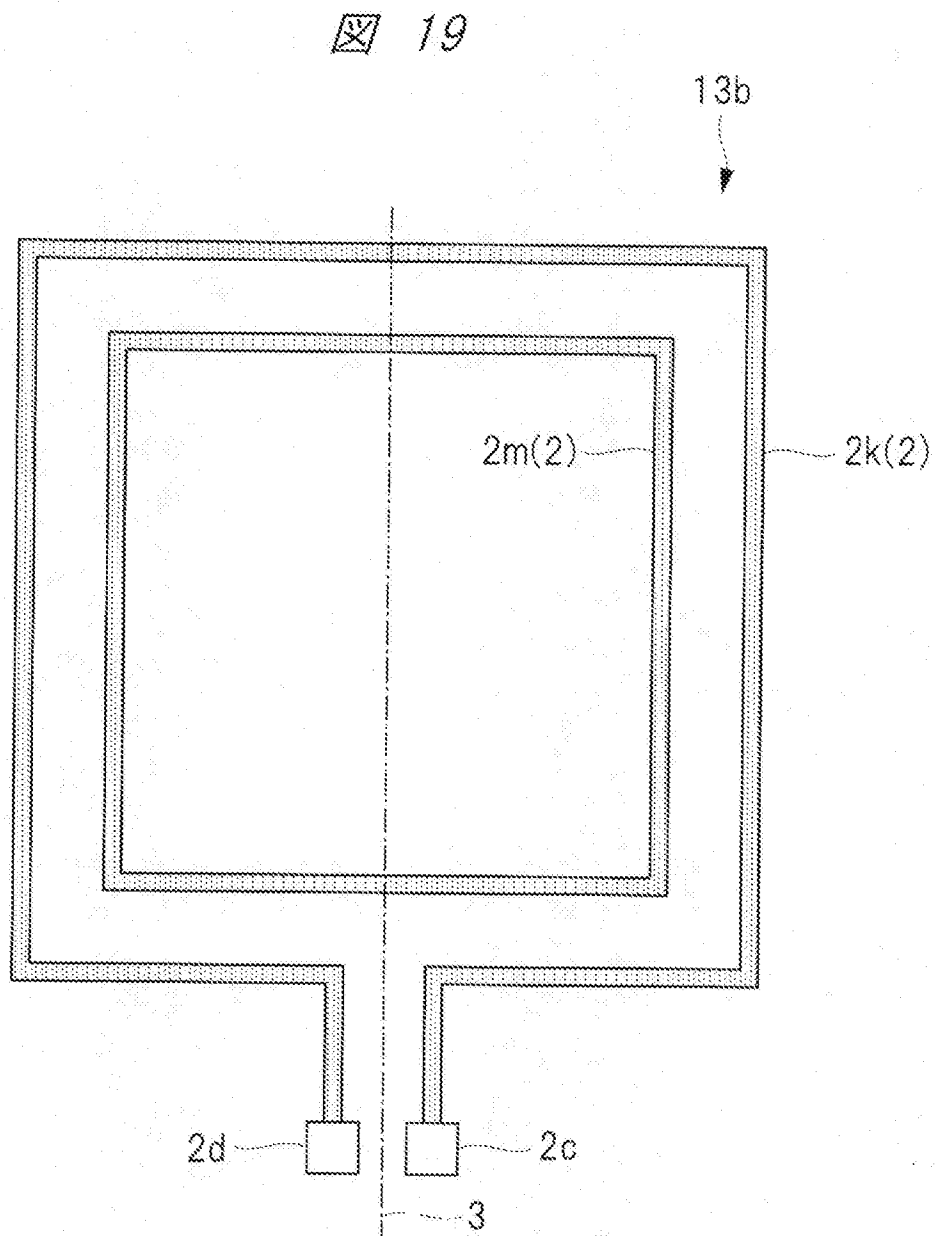
[図17]



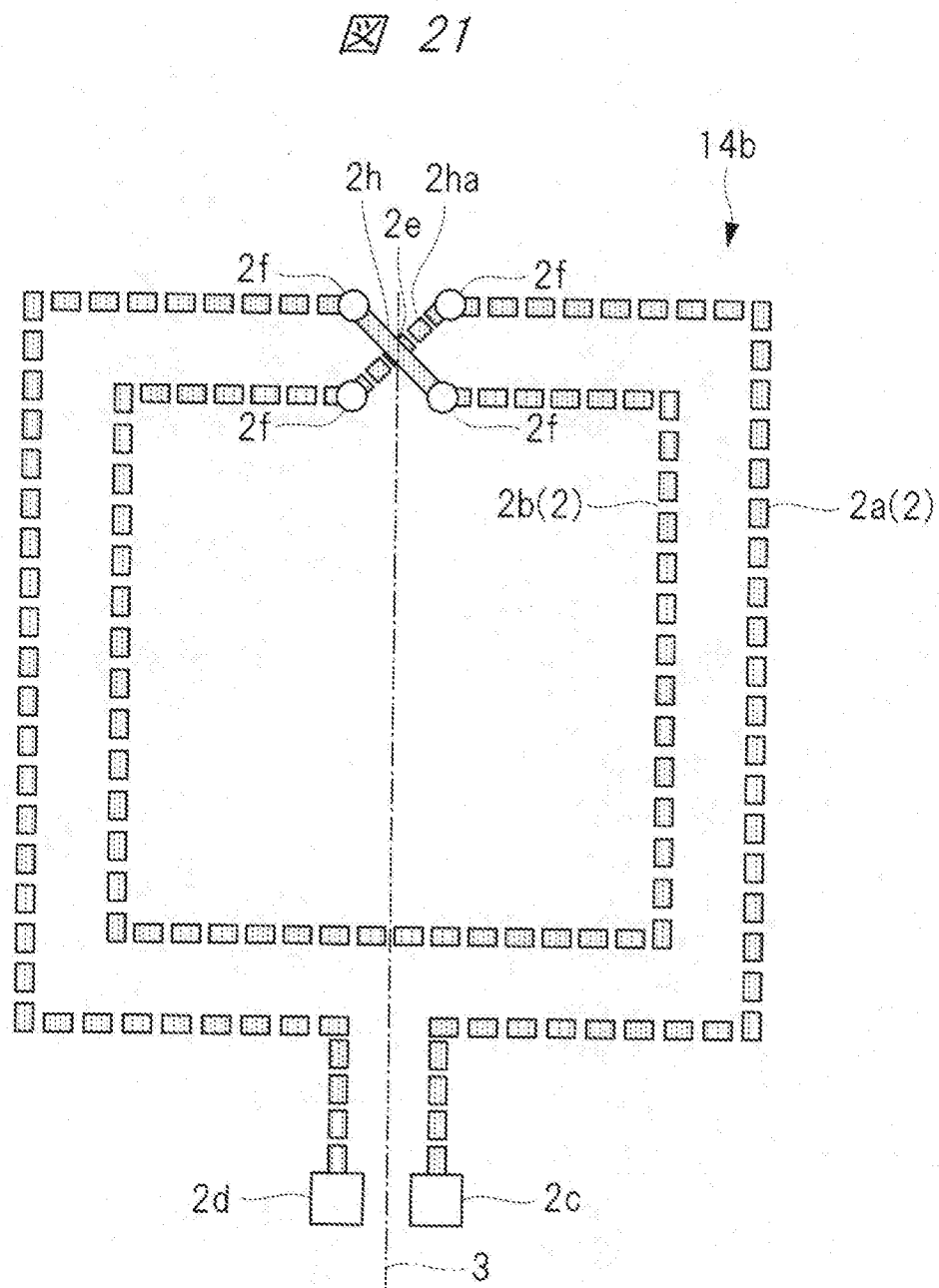
[図18]



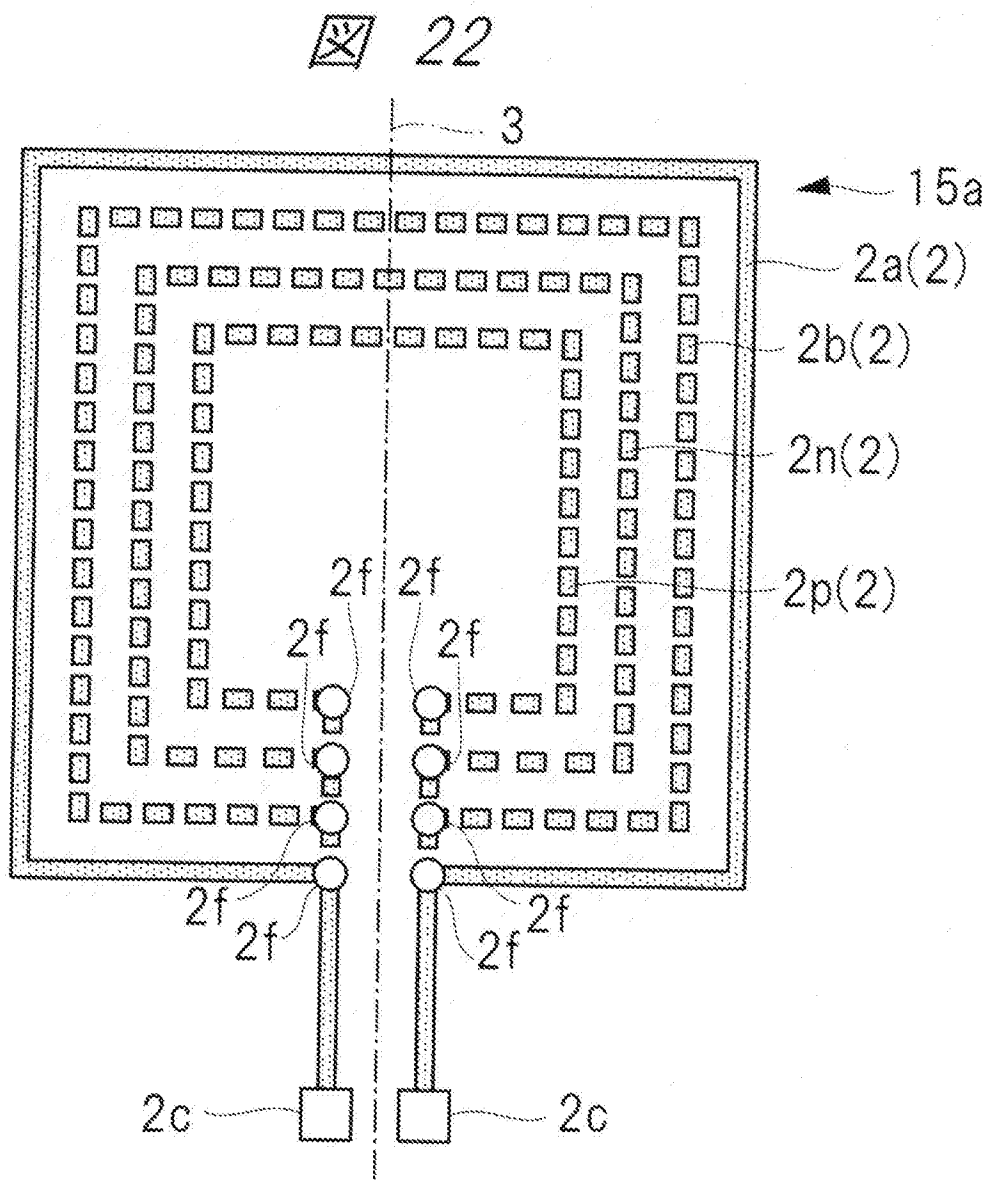
[図19]



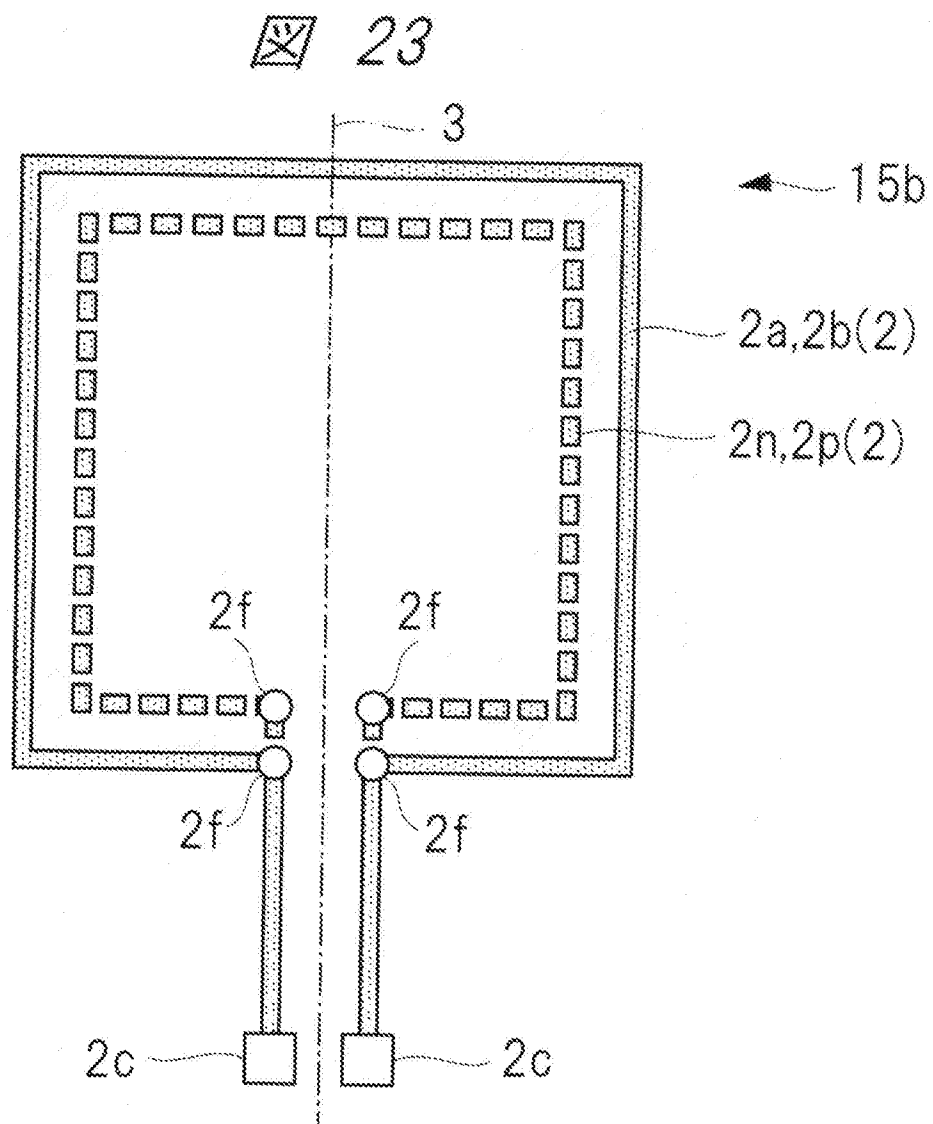
[図21]



[図22]

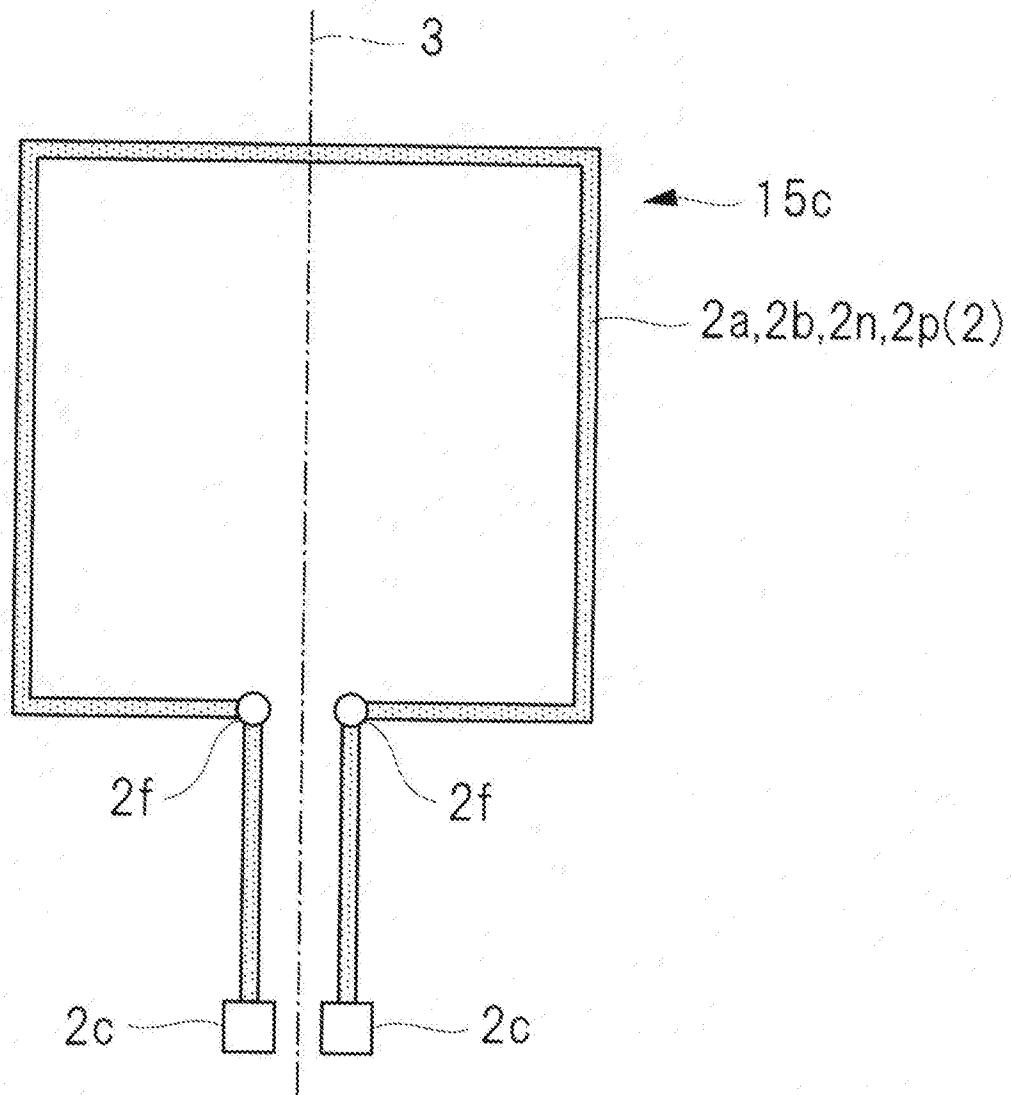


[図23]



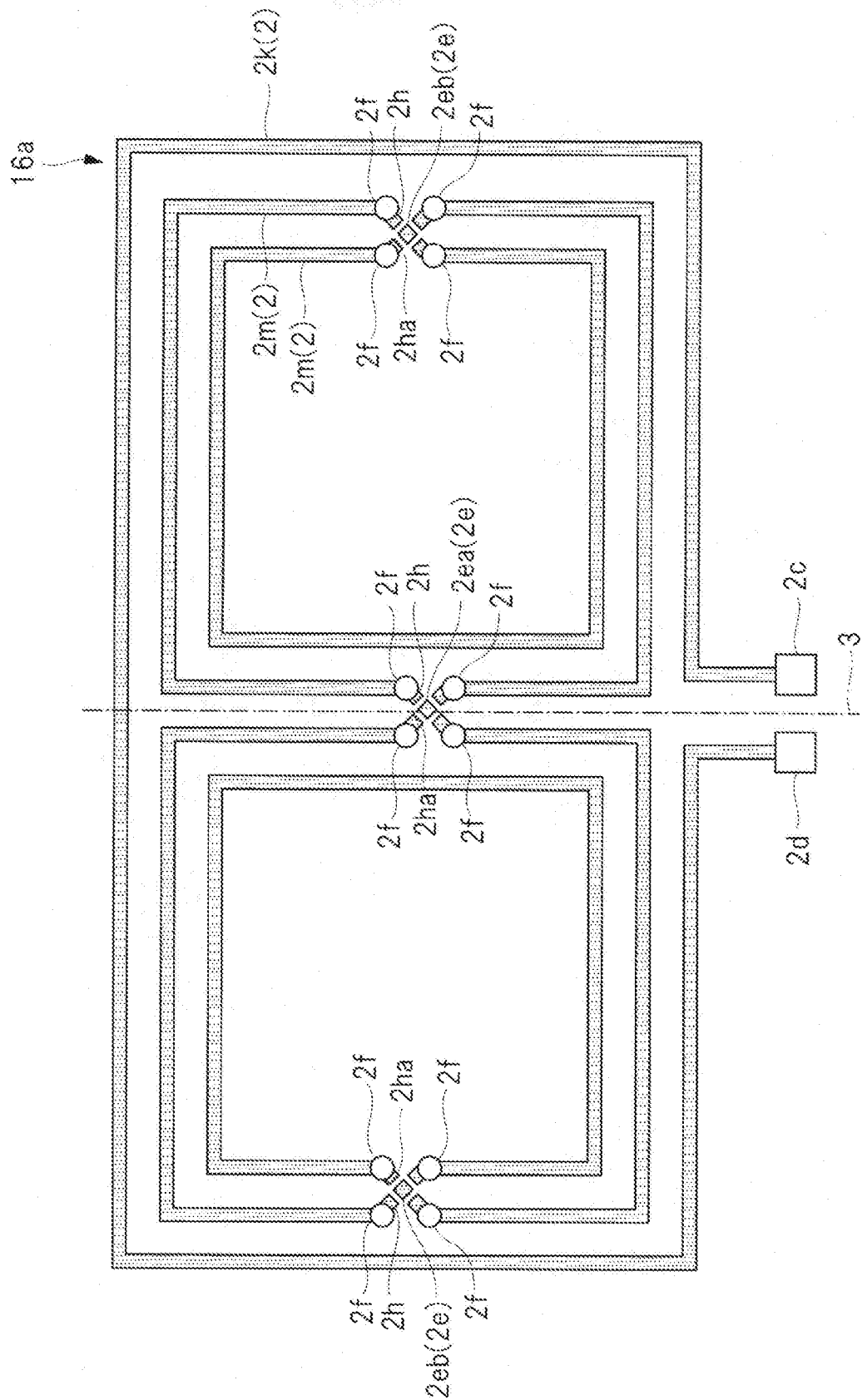
[図24]

24



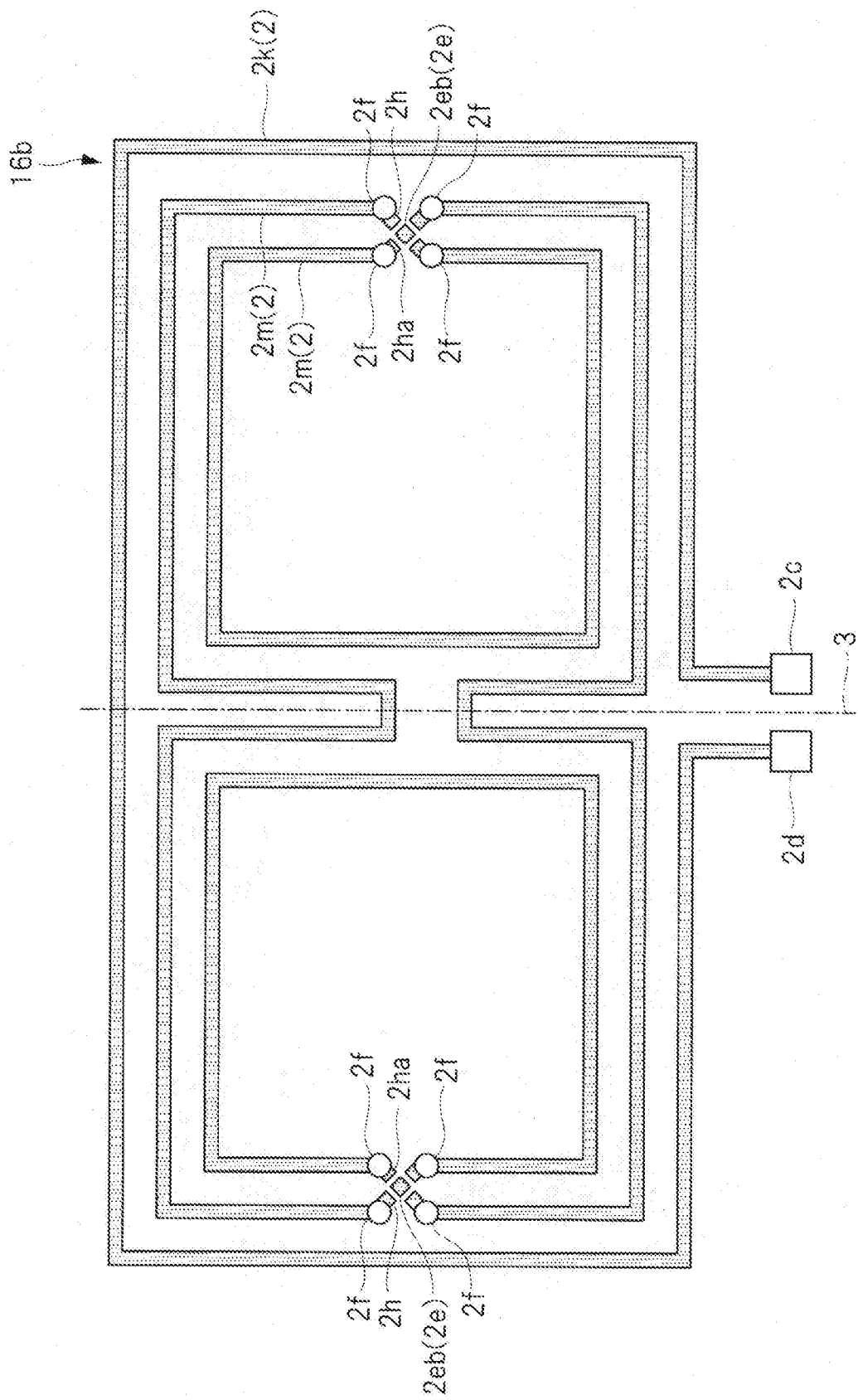
[図25]

図 25

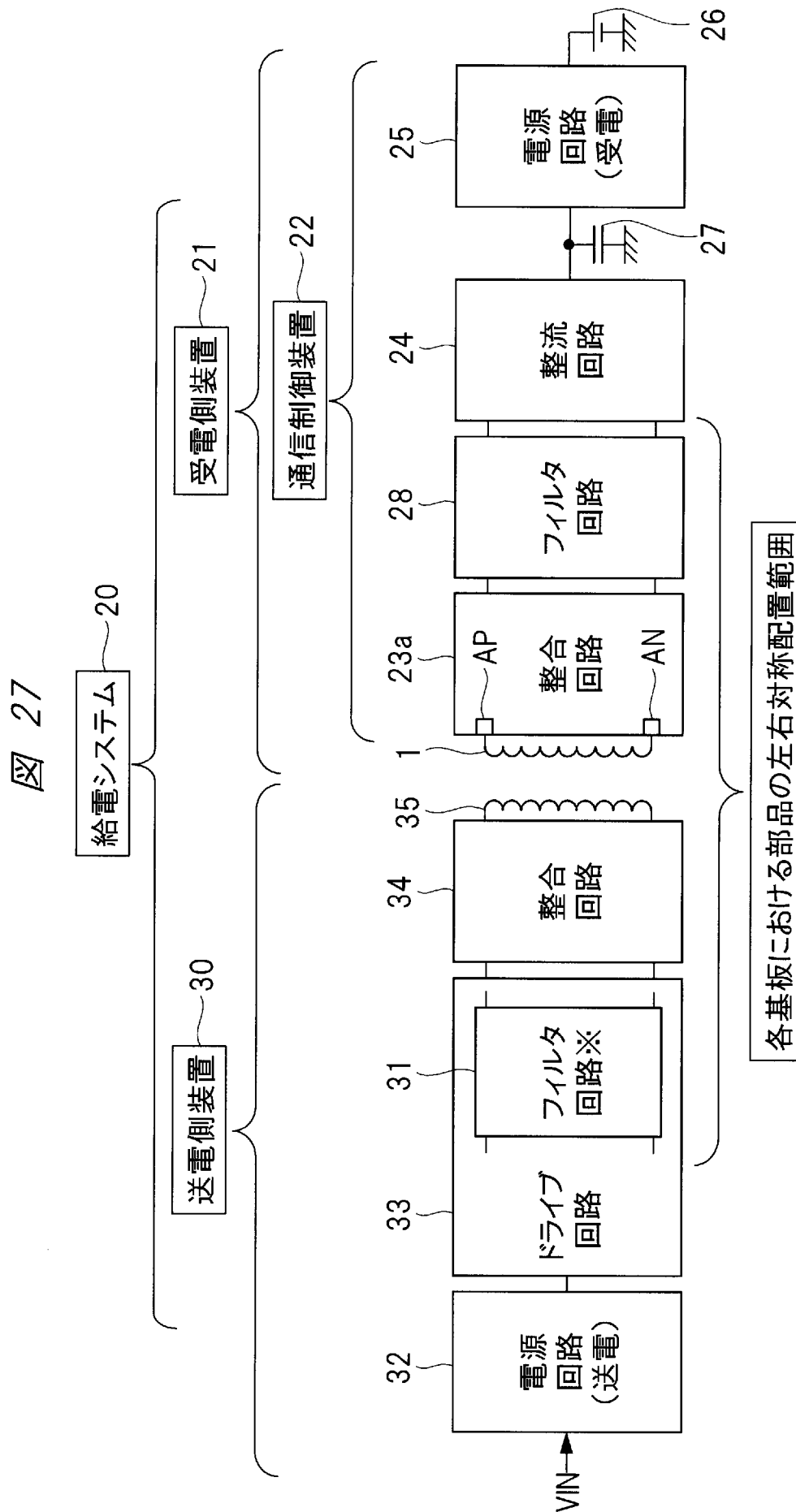


[図26]

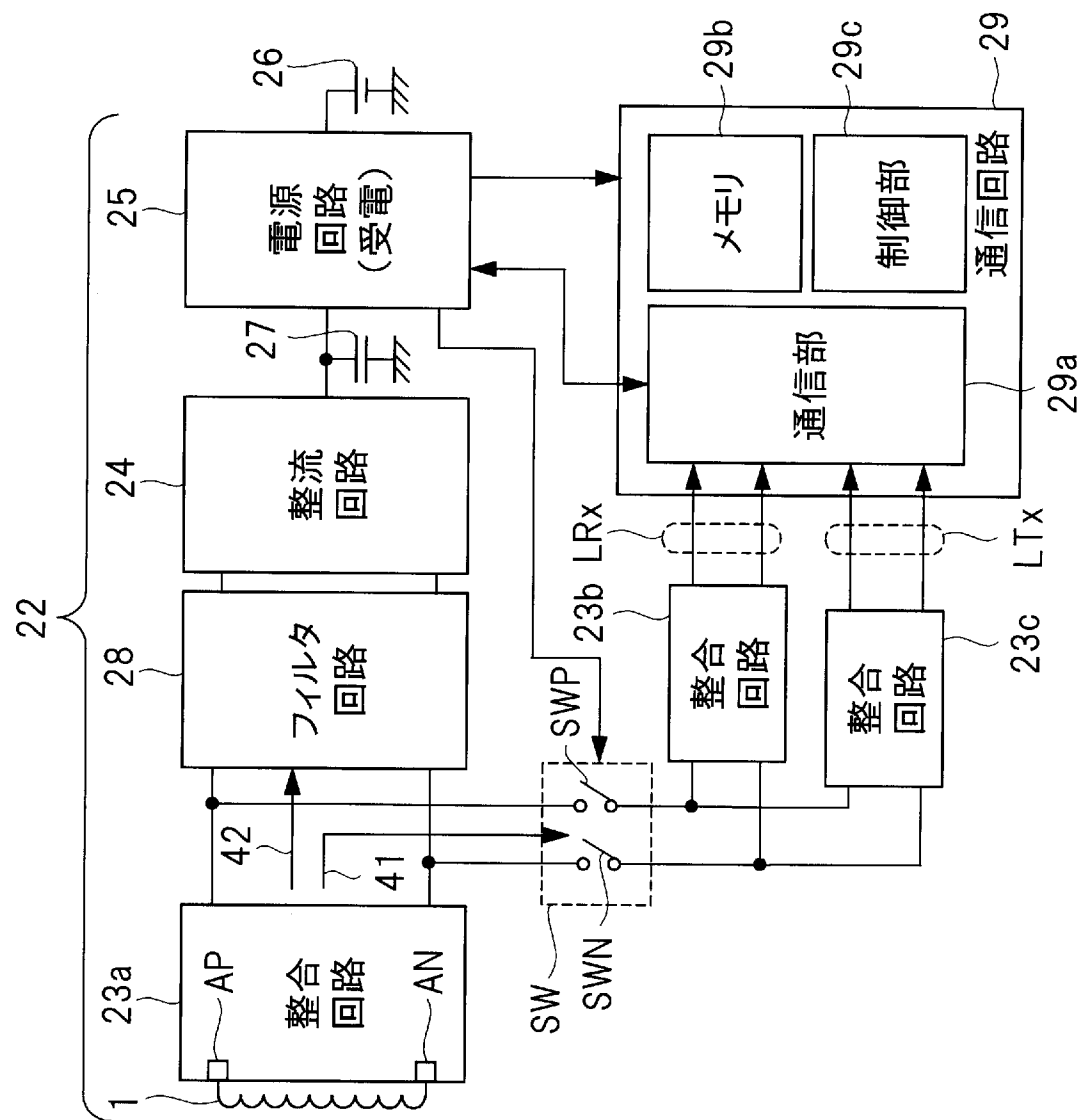
図 26



[図27]

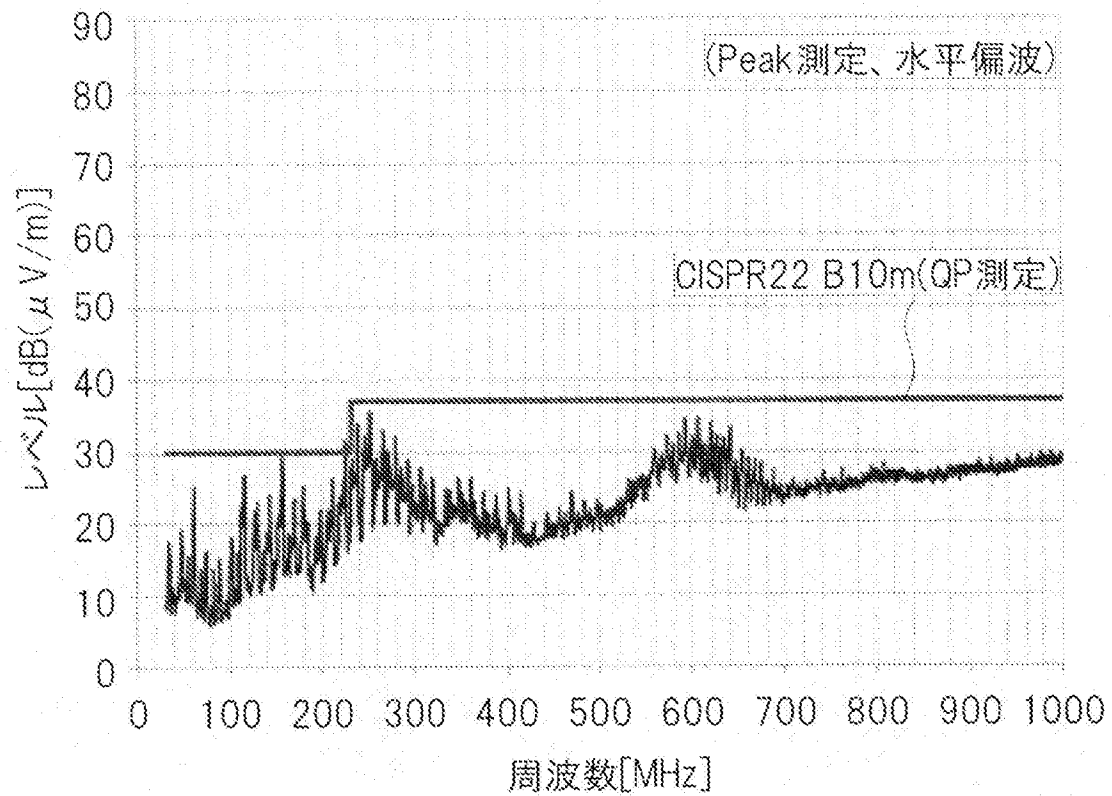


28



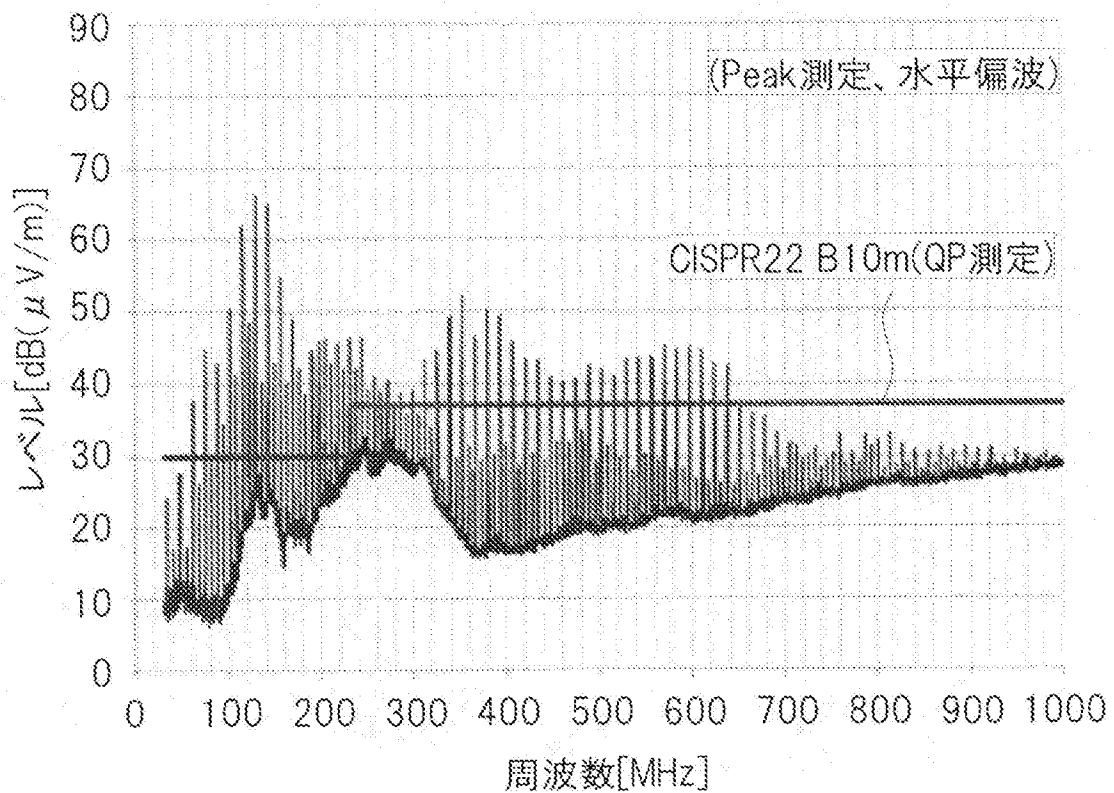
[図30]

図 30



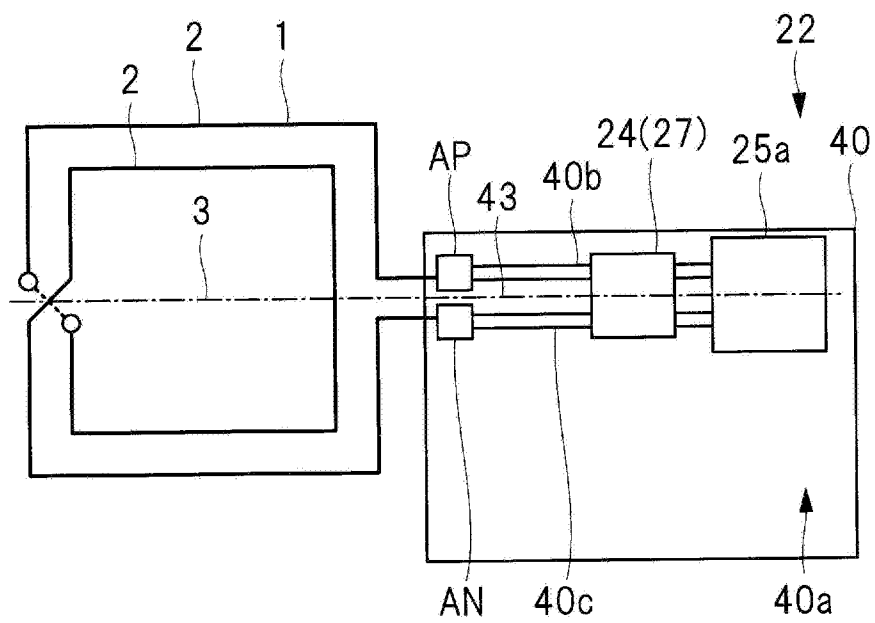
[図31]

図 31



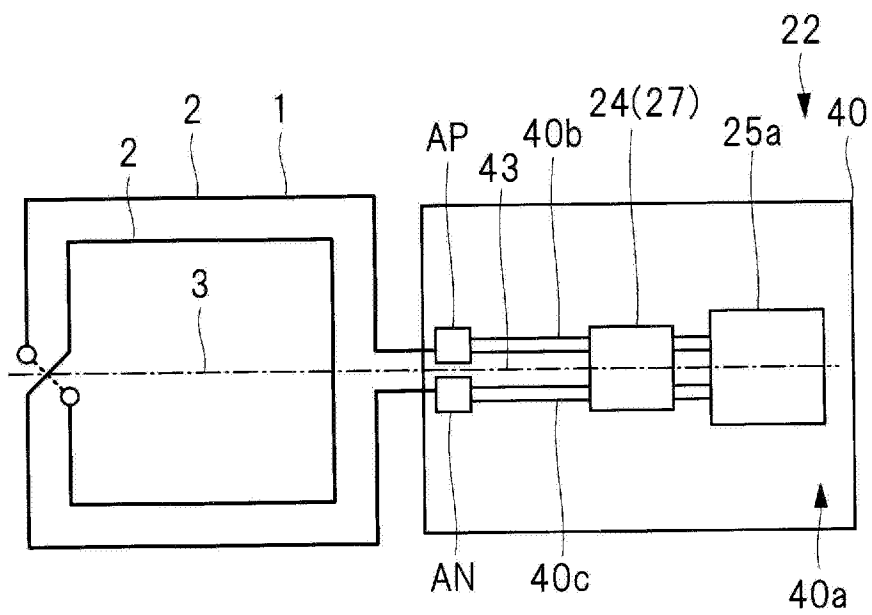
[図32]

図 32



[図33]

図 33



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER 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) H01Q7/00, G06K19/00, H02J17/00		
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 1996-2014 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 7973722 B1 (Apple Inc.), 05 July 2011 (05.07.2011), column 7, line 27 to column 9, line 15; fig. 4, 5 (Family: none)	1-8
A	JP 2012-147295 A (Panasonic Corp.), 02 August 2012 (02.08.2012), entire text (Family: none)	1-8
Y	WO 2014/083916 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 05 June 2014 (05.06.2014), paragraphs [0014] to [0042]; fig. 1 to 4 (Family: none)	9-14
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 October, 2014 (15.10.14)		Date of mailing of the international search report 28 October, 2014 (28.10.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070041

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-134809 A (Kabushiki Kaisha Panetto), 12 May 2000 (12.05.2000), paragraphs [0009] to [0013]; fig. 1 to 6 (Family: none)	9-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070041

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 15-18
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
See extra sheet.

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070041

Continuation of Box No.II-2 of continuation of first sheet (2)

Scope of Search:

It is not possible to ascertain the technical meaning of the following recitations of Claim 15: "the plurality of through-hole electrodes include a plurality of through-hole electrode pairs comprising pairs of through-hole electrodes formed from two through-hole electrodes"; and "the plurality of through-hole electrode pairs are positioned facing the first electrode terminal and the second electrode terminal, which are paired with each other, in plan view, or at least two of the plurality of through-hole electrode pairs are respectively positioned equidistantly from the first electrode terminal and the second electrode terminal, which are paired with each other, or the plurality of through-hole electrode pairs are positioned facing the first electrode terminal and the second electrode terminal, which are paired with each other, and at least two of the plurality of through-hole electrode pairs are respectively positioned equidistantly from the first electrode terminal and the second electrode terminal, which are paired with each other". Thus, the invention according to Claims 15-18 lacks clarity pursuant to Article 6 of the PCT. Accordingly, it is not possible to carry out a meaningful search with respect to the invention according to Claims 15-18.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070041

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The invention according to Claim 1, the invention according to Claim 9, and the invention according to Claim 15 have a common technical feature of "a device comprising an electrode terminal". However, upon reference to the content of the disclosure of the cited reference (JP 2011-217014 A (NEC Tokin Corp.), 27 October 2011 (27.10.2011), paragraph [0027], fig. 1), the said technical feature does not contribute to the related art, and thus, cannot be said to be a special technical feature. In addition, no other common or corresponding special technical feature is present among these inventions. Hence, the claims are grouped into three inventions having the following respective special technical features:

Invention 1, Claims 1-8: a loop antenna wherein a first electrode terminal and a second electrode terminal are disposed as a pair upon a central line of a loop shape of a loop member, the loop member comprises an intersection part which is formed by mutually adjacent loop members intersecting in plan view, wherein the intersection part is positioned to overlap with the central line in plan view.

Invention 2, Claims 9-14: a communication control device, comprising a first rectifier circuit which is connected to a first wire and a second rectifier circuit which is connected to a second wire, and a noise filter circuit which is connected to the first and second wires and which is disposed between the first and second connection terminals and the first and second rectifier circuits, wherein the first and second connection terminals, the first and second wires, the noise filter circuit, and the first and second rectifier circuits are respectively positioned as pairs about a central line of a component device.

Claims 9-14 are not an invention of the same category including all of the special items of the invention according to Claim 1. Thus, Claims 9-14 are not an invention whereupon it would be possible to carry out, as a result of a search carried out on the claims grouped into invention 1, a search without an additional related art search or determination being effectively required, nor does any other circumstance exist whereby it could be said that carrying out a search together with Claims 9-14 would be efficient, and therefore, it is not possible to group Claims 9-14 into invention 1.

Invention 3, Claims 15-18:

A communication control device, wherein the plurality of through silicon via pairs are positioned with either the first electrode terminal and the second electrode terminal which form the pair being positioned facing one another in plan view or at least two of the plurality of through silicon via pairs being respectively positioned equidistantly from the first electrode element and the second electrode element which form the pair, or the first electrode terminal and the second electrode terminal which form the pair being positioned facing one another and at least two of the plurality of through silicon via pairs being respectively positioned equidistantly from the first electrode element and the second electrode element which form the pair.

(Continued to next extra sheet)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/070041

Claims 15-18 are not an invention of the same category including all of the special items of the invention according to Claim 1 or Claim 9. Thus, Claims 15-18 are not an invention whereupon it would be possible to carry out, as a result of a search carried out on the claims grouped into invention 1 or Invention 2, a search without an additional related art search or determination being effectively required, nor does any other circumstance exist whereby it could be said that carrying out a search together with Claims 1-8 or Claims 9-14 would be efficient, and therefore, it is not possible to group Claims 15-18 into invention 1 or invention 2.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. 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（I P C）） Int.Cl. H01Q7/00, G06K19/00, H02J17/00			
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X	US 7973722 B1 (Apple Inc.) 2011.07.05, 7 欄 27 行-9 欄 15 行, 図 4, 5 (ファミリーなし)	1-8	
A	JP 2012-147295 A (パナソニック株式会社) 2012.08.02, 全文 (ファミリーなし)	1-8	
Y	WO 2014/083916 A1 (株式会社村田製作所) 2014.06.05, 段落[0014]-[0042], 図 1-4 (ファミリーなし)	9-14	
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 15. 10. 2014		国際調査報告の発送日 28. 10. 2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (I S A / 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） 富澤 哲生 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	5K 9378

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2000-134809 A (株式会社パネット) 2000.05.12, 段落[0009]-[0013], 図 1-6 (ファミリーなし)	9-14

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☒ 請求項 15-18 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
特別ページ参照
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第 II 欄の補足：

<調査の対象について>

請求項 15 の「前記複数の貫通電極は、2つの貫通電極から成る一对の貫通電極を有する複数の貫通電極対を含み、」との記載、及び、「前記複数の貫通電極対は、平面視において一对を成す前記第 1 電極端子と前記第 2 電極端子と対向して配置されているか、もしくは、前記複数の貫通電極対の少なくとも 2つのそれぞれが、一对を成す前記第 1 電極端子と前記第 2 電極端子それぞれから等しい距離に配置されているか、若しくは、一对を成す前記第 1 電極端子と前記第 2 電極端子と対向して配置され、かつ、前記複数の貫通電極対の少なくとも 2つのそれぞれが、一对を成す前記第 1 電極端子と前記第 2 電極端子のそれぞれから等しい距離に配置されている、」との記載の、それぞれの技術的意味を把握することができない。そのため、請求項 15-18 に係る発明は、PCT 第 6 条における明確性の要件を欠いている。

したがって、前記請求項 15-18 に係る発明について有意義な調査をすることができない。

第 III 欄の補足：

請求項 1 に係る発明、請求項 9 に係る発明、請求項 15 に係る発明は、「電極端子を有する装置」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献（JP2011-217014 A（NEC トーキン株式会社），2011.10.27，段落[0027]，図 1）の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

そして、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する 3 の発明に区分される。

（発明 1）請求項 1-8

第 1 電極端子と第 2 電極端子が、ループ状部材のループ形状の中心線に対して一対に設けられ、前記ループ状部材は、相互に隣り合うループ状部材が平面視で交差して形成された交差部を備え、前記交差部は、平面視で前記中心線に重なるように配置される、ループアンテナ。

（発明 2）請求項 9-14

第 1 配線と接続される第 1 整流回路および第 2 配線と接続される第 2 整流回路と、前記第 1 および第 2 配線と接続され、かつ、前記第 1 および第 2 接続端子と、前記第 1 および第 2 整流回路との間に設けられたノイズフィルタ回路と、を有し、前記第 1 および第 2 接続端子、前記第 1 および第 2 配線、前記ノイズフィルタ回路、前記第 1 および第 2 整流回路のそれぞれが、部品配置の中心線に対して一対に配置されている、通信制御装置。

請求項 9-14 は、請求項 1 の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項 9-14 は、発明 1 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項 9-14 とまとめて調査を行うことが効率的であるとはいえる他の事情もないから、請求項 9-14 を発明 1 に区分することはできない。

（発明 3）請求項 15-18

複数の貫通電極対が、平面視において一対を成す第 1 電極端子と第 2 電極端子と対向して配置されているか、もしくは、前記複数の貫通電極対の少なくとも 2 つのそれぞれが、一対を成す前記第 1 電極端子と前記第 2 電極端子それぞれから等しい距離に配置されているか、若しくは、一対を成す前記第 1 電極端子と前記第 2 電極端子と対向して配置され、かつ、前記複数の貫通電極対の少なくとも 2 つのそれぞれが、一対を成す前記第 1 電極端子と前記第 2 電極端子のそれぞれから等しい距離に配置されている、通信制御装置。 請求項 15-18 は、請求項 1 又は 9 の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項 15-18 は、発明 1 又は 2 に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項 1-8 又は請求項 9-14 とまとめて調査を行うことが効率的であるとはいえる他の事情もないから、請求項 15-18 を発明 1 又は 2 に区分することはできない。