

(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
2015年5月14日(14.05.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/068614 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 7/38 (2006.01) *H01F 17/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/078690
- (22) 国際出願日: 2014年10月29日(29.10.2014)
- (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 2013-228965 2013年11月5日(05.11.2013) 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: 石塚健一(ISHIZUKA, Kenichi); 〒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, 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, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

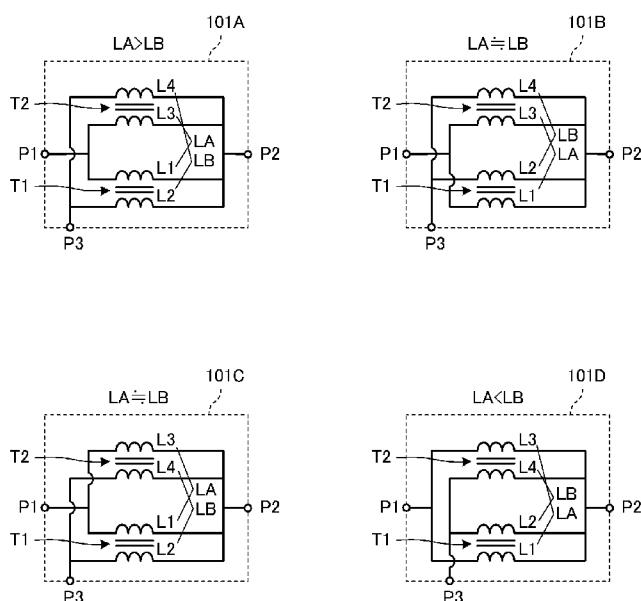
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: IMPEDANCE-CONVERSION-RATIO SETTING METHOD, IMPEDANCE CONVERSION CIRCUIT, AND COMMUNICATION-TERMINAL DEVICE

(54) 発明の名称: インピーダンス変換比設定方法、インピーダンス変換回路および通信端末装置

図5



(57) Abstract: In a planar view in a lamination direction, the areas enclosed by the primary winding (L1) of a first transformer (T1), the secondary winding (L2) of said first transformer (T1), the primary winding (L3) of a second transformer (T2), and the secondary winding (L4) of said second transformer (T2) overlap. The primary winding (L1) of the first transformer (T1) and the primary winding (L3) of the second transformer (T2) are connected in parallel, as are the secondary winding (L2) of the first transformer (T1) and the secondary winding (L4) of the second transformer (T2). An impedance conversion ratio is determined by the order in which the primary winding (L3) and the secondary winding (L4) of the second transformer (T2) are laminated within a laminate relative to the order in which the primary winding (L1) and the secondary winding (L2) of the first transformer (T1) are laminated within said laminate.

(57) 要約: 第1トランス(T1)の1次側コイル(L1)、第1トランス(T1)の2次側コイル(L2)、第2トランス(T2)の1次側コイル(L3)および第2トランス(T2)の2次側コイル(L4)は、それぞれのコイル開口が、積層方向からの平面視で重なり、第1トランス(T1)の1次側コイル(L1)と第2トランス(T2)の1次側コイル(L3)とを並列接続し、第1トランス(T1)の2次側コイル(L2)と第2トランス(T2)の2次側コイル(L4)とを並列接続し、積層体内での第1トランス(T1)の1次側コイル(L1)と2次側コイル(L2)との積層順に対する第2トランス(T2)の1次側コイル(L3)と2次側コイル(L4)との積層順によって、インピーダンス変換比を定める。

WO 2015/068614 A1

明 細 書

発明の名称：

インピーダンス変換比設定方法、インピーダンス変換回路および通信端末装置

技術分野

[0001] 本発明は、アンテナ装置等に適用するインピーダンス変換回路のインピーダンス変換比設定方法、インピーダンス変換回路およびそれを備えた通信端末装置に関する。

背景技術

[0002] 携帯電話端末などの無線通信機器の小型化に伴って、アンテナは小型化され、そのインピーダンスは低くなる傾向にある。そのため、給電回路と、この給電回路に比べてインピーダンスが非常に低いアンテナとを、リアクタンス素子で整合させようとする、狭帯域化してしまう。

[0003] 一方、1つのアンテナで複数の通信システムに対応させる場合が多い。ローバンド（例えば800MHz帯）とハイバンド（例えば2GHz帯）の通信システムに対応させる場合、1つの放射素子の基本共振モードと高次共振モードとが利用される。しかし放射素子のインピーダンスは周波数によって異なるため、一方の周波数帯に整合する整合回路を設けると他方周波数で整合できないといった問題も生じる。

[0004] 上記問題を解決するため、特許文献1に示されるように、整合回路にトランス回路を用いたインピーダンス変換回路が提案される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第4 7 6 1 0 0 9号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] アンテナおよびインピーダンス変換回路の小型化の要請に伴い、インピーダンス変換回路のトランスを構成する１次コイルおよび２次コイルのインダクタンスは数nHと非常に小さい。そのため、十分なコイルの巻き数が確保できず、磁束が集中しないという問題や、トランスの入出力部に生じるインダクタンスの全体のインダクタンスに対する割合が大きくなり、結合係数の実効値が小さくなる、といった問題がある。

[0007] 小さなコイルでありながらも所定の（大きな）結合係数を得るためには、１次コイルと２次コイルの形状を同一形状（合同に近い形状）にして互いに重なるように配置することが有効である。

[0008] しかし、１次コイルと２次コイルを同一形状にすると、１次コイルおよび２次コイルそれぞれについてインダクタンスを定めるための自由度は殆ど無い。インピーダンス変換比はトランスの１次コイルと２次コイルのインダクタンスに応じて定まるので、上記の理由から、所定のインピーダンス比を得るのは非常に困難である。

[0009] そこで、本発明の目的は、上述の課題を解決して、小型でありながら高い結合係数を維持しつつ、所定のインピーダンス変換比を定められるようにしたインピーダンス変換比設定方法、インピーダンス変換回路、およびそれを備えた通信端末装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] （１）本発明のインピーダンス変換比設定方法は、

複数の基材層が積層される積層体に、互いに電磁界結合する１次側コイル素子および２次側コイル素子で構成される第１トランスと、互いに電磁界結合する１次側コイル素子および２次側コイル素子で構成される第２トランスと、を備えたインピーダンス変換回路のインピーダンス変換比の設定方法であって、

前記第１トランスの前記１次側コイル素子（Ｌ１）、前記第１トランスの前記２次側コイル素子（Ｌ２）、前記第２トランスの前記１次側コイル素子（Ｌ３）および前記第２トランスの前記２次側コイル素子（Ｌ４）は、それ

それぞれのコイル開口が、積層方向からの平面視で重なり、

前記第1トランスの前記1次側コイル素子(L1)と前記第2トランスの前記1次側コイル素子(L3)とを並列接続し、前記第1トランスの前記2次側コイル素子(L2)と前記第2トランスの前記2次側コイル素子(L4)とを並列接続し、

前記積層体内での、前記第1トランスの前記1次側コイル素子(L1)と、前記第1トランスの前記2次側コイル素子(L2)との積層順、および前記第2トランスの前記1次側コイル素子(L3)と、前記第2トランスの前記2次側コイル素子(L4)との積層順によって、前記第1トランスおよび前記第2トランスによるインピーダンス変換の比を定める、ことを特徴とする。

[0011] (2) 本発明のインピーダンス変換回路は、

複数の基材層が積層される積層体に、互いに電磁界結合する1次側コイル素子および2次側コイル素子で構成される第1トランスと、互いに電磁界結合する1次側コイル素子および2次側コイル素子で構成される第2トランスと、を備え、

前記第1トランスの前記1次側コイル素子(L1)、前記第1トランスの前記2次側コイル素子(L2)、前記第2トランスの前記1次側コイル素子(L3)および前記第2トランスの前記2次側コイル素子(L4)は、それぞれのコイル開口が積層方向からの平面視で重なり、

前記第1トランスの前記1次側コイル素子(L1)と前記第2トランスの前記1次側コイル素子(L3)とは並列接続され、前記第1トランスの前記2次側コイル素子(L2)と前記第2トランスの前記2次側コイル素子(L4)とは並列接続され、

前記第1トランスの前記1次側コイル素子(L1)と前記第1トランスの前記2次側コイル素子(L2)とは前記積層体内で積層方向に隣接し、

前記第2トランスの前記1次側コイル素子(L3)と前記第2トランスの前記2次側コイル素子(L4)とは前記積層体内で積層方向に隣接する、こ

とを特徴とする。

[0012] (3) 本発明のインピーダンス変換回路は、上記(2)において、

前記積層体内での前記第1トランスの前記1次側コイル素子(L1)と前記第1トランスの前記2次側コイル素子(L2)との積層順は、前記積層体内での前記第2トランスの前記1次側コイル素子(L3)と前記第2トランスの前記2次側コイル素子(L4)との積層順と同じであることを特徴とする。

[0013] (4) 本発明のインピーダンス変換回路は、上記(2)において、

前記積層体内での前記第1トランスの前記1次側コイル素子(L1)と前記第1トランスの前記2次側コイル素子(L2)との積層順は、前記積層体内での前記第2トランスの前記1次側コイル素子(L3)と前記第2トランスの前記2次側コイル素子(L4)との積層順とは逆であることを特徴とする。

[0014] (5) 本発明のインピーダンス変換回路は、上記(2)～(4)のいずれかにおいて、

給電端子、アンテナ端子およびグランド端子を備え、

前記給電端子は、前記第1トランスの前記1次側コイル(L1)の第1端および前記第2トランスの前記1次側コイル(L3)の第1端に繋がり、

前記アンテナ端子は、前記第1トランスの前記1次側コイル(L1)の第2端、前記第2トランスの前記1次側コイル(L3)の第2端、前記第1トランスの前記2次側コイル(L2)の第1端、および前記第2トランスの前記2次側コイル(L4)の第1端に繋がり、

前記グランド端子は、前記第1トランスの前記2次側コイル(L2)の第2端および前記第2トランスの前記2次側コイル(L4)の第2端に繋がることを特徴とする。

[0015] (6) 本発明の通信端末装置は、高周波信号を送受信するアンテナと、前記アンテナに対する給電回路とを備え、前記給電回路と前記アンテナとの間に、上記インピーダンス変換回路を備えたことを特徴とする。

発明の効果

[0016] 本発明のインピーダンス変換比設定方法およびインピーダンス変換回路によれば、小型でありながら高い結合係数を維持しつつ、所定のインピーダンス変換比に定められる。また、所定インピーダンス変換比のインピーダンス変換回路を備えた通信端末装置を構成できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は第1の実施形態に係るインピーダンス変換回路101の内部透視斜視図である。

[図2]図2はインピーダンス変換回路101の各基材層に形成される導体パターンと電流経路を示す図である。

[図3]図3は、図1、図2に示したインピーダンス変換回路101の回路図である。

[図4]図4（A）はインピーダンス変換回路101の簡易回路図である。図4（B）はインピーダンス変換回路101の更なる簡易回路図である。図4（C）はインピーダンス変換回路101の等価回路図である。

[図5]図5は、第1トランスT1の1次側コイル（第1コイル素子L1）と第2トランスT2の1次側コイル（第3コイル素子L3）との積層順、および第1トランスT1の2次側コイル（第2コイル素子L2）と第2トランスT2の2次側コイル（第4コイル素子L4）との積層順が異なる4つのインピーダンス変換回路の例を示す図である。

[図6]図6はコイル素子L1、L2、L3、L4の積層順による、1次コイルと2次コイルのインダクタンスの違いについて示す図である。

[図7]図7は第2の実施形態に係る携帯電話端末等の通信端末装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 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に同一符号を付す。各実施形態は例示であり、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

が可能であることは言うまでもない。

[0019] 《第 1 の実施形態》

図 1 は第 1 の実施形態に係るインピーダンス変換回路 101 の内部透視斜視図である。但し、導体パターンが形成される誘電体の基材層は除いて描いている。また、積層構造の分かりやすさを考慮して、積層方向の寸法を誇張して表している。実際の寸法は、例えば実装面は $1.6 \times 0.8 \text{ mm}$ 、高さは 0.6 mm である。

[0020] 図 1 に表れるように、8つのコイル導体 LP1～LP8 が積層体 10 内に形成される。各コイル導体 LP1～LP8 は所定位置でビア V11, V12, V21, V22, V23, V31, V32, V41, V42, V43 等により層間接続される。

[0021] 積層体 10 の外面には、外部端子である、給電端子 P1、アンテナ端子 P2、グランド端子 P3 および空き端子 NC がそれぞれ形成される。具体的には、積層体 10 の第 1 側面に給電端子 P1、第 1 側面に対向する第 2 側面にアンテナ端子 P2、がそれぞれ形成される。第 3 側面にはグランド端子 P3、第 3 側面に対向する第 4 側面には空き端子 NC がそれぞれ形成される。積層体 10 の下面および上面には、側面の外部端子に繋がる、給電端子 P1、アンテナ端子 P2、グランド端子 P3 および空き端子 NC がそれぞれ形成される。

[0022] 図 2 はインピーダンス変換回路 101 の各基材層に形成される導体パターンと電流経路を示す図である。基材層 15 に第 1 コイル導体 LP1、基材層 14 に第 2 コイル導体 LP2、基材層 13 に第 3 コイル導体 LP3、基材層 12 に第 4 コイル導体 LP4、がそれぞれ形成される。また、基材層 16 に第 5 コイル導体 LP5、基材層 17 に第 6 コイル導体 LP6、基材層 18 に第 7 コイル導体 LP7、基材層 19 に第 8 コイル導体 LP8、がそれぞれ形成される。

[0023] コイル導体 LP1, LP2 は第 1 コイル素子 L1 の一部を構成する。コイル導体 LP3, LP4 は第 2 コイル素子 L2 の一部を構成する。そして、こ

の第1コイル素子L1と第2コイル素子L2とで第1トランスT1が構成され、第3コイル素子L3と第4コイル素子L4とで第2トランスT2が構成される。

[0024] 第1トランスT1と第2トランスT2は、各コイル導体の積層順が積層方向で逆であり、上下対称形である。そこで、第1トランスT1について主に説明する。

[0025] 第1コイル導体LP1は導体パターンL1A, L1B1で構成される。導体パターンL1Aの端部は給電端子P1に導通する。第2コイル導体LP2は導体パターンL1C, L1B2で構成される。第3コイル導体LP3は導体パターンL2B2, L2Cで構成される。導体パターンL2Cの端部はアンテナ端子P2に導通する。第4コイル導体LP4は導体パターンL2A, L2B1で構成される。導体パターンL2Aの端部はグランド端子P3に導通する。

[0026] 第1コイル導体LP1の一部である導体パターンL1B1および第2コイル導体LP2の一部である導体パターンL1B2は、ビアV11, V12を介して並列接続される。導体パターンL1Cの端部はビアV21を介して導体パターンL2Cに直列接続される。第3コイル導体LP3の一部である導体パターンL2B2および第4コイル導体LP4の一部である導体パターンL2B1は、ビアV22, V23を介して並列接続される。

[0027] 図1、図2に示すように、本実施形態のインピーダンス変換回路101のコイル導体LP1～LP8それぞれは実質的に1ターンのコイルを構成する。

[0028] 第1コイル導体LP1が形成するコイル開口と第2コイル導体LP2が形成するコイル開口とは、積層体の積層方向からの平面視で重なる。また、第3コイル導体LP3が形成するコイル開口と第4コイル導体LP4が形成するコイル開口とは、積層体の積層方向からの平面視で重なる。さらに、各コイル導体LP1～LP4が形成するコイル導体のコイル開口は積層体の積層方向からの平面視で重なる。

- [0029] コイル導体L P 5～L P 8についても同様に、それらが形成するコイル開口は、積層体の積層方向からの平面視で重なる。また、コイル導体L P 1～L P 8全体についても、それらが形成するコイル開口は、積層体の積層方向からの平面視で重なる。
- [0030] 図2において、第1コイル導体L P 1および第2コイル導体L P 2には、給電端子P 1→導体パターンL 1 A→導体パターン(L 1 B 1 + L 1 B 2)→導体パターンL 1 C→アンテナ端子P 2の経路で電流が流れる。また、第3コイル導体L P 3および第4コイル導体L P 4には、アンテナ端子P 2→導体パターンL 2 C→導体パターン(L 2 B 2 + L 2 B 1)→導体パターンL 2 A→グランド端子P 3の経路で電流が流れる。
- [0031] 上述のとおり、第2トランスT 2の構造は、コイル導体の積層順が異なること以外は第1トランスT 1と同じである。したがって、インピーダンス変換回路1 0 1は、第1トランスT 1の1次側コイル(第1コイル素子L 1)と第2トランスT 2の1次側コイル(第3コイル素子L 3)が並列接続され、且つ第1トランスT 1の2次側コイル(第2コイル素子L 2)と第2トランスT 2の2次側コイル(第4コイル素子L 4)が並列接続された回路である。
- [0032] 基材層1 1～2 0は誘電体(絶縁体)または磁性体の層である。例えば、誘電体セラミックスのグリーンシートを使用し、それらを積層圧着して焼成することにより積層体1 0を構成してもよいし、樹脂シートを圧着して積層体1 0を構成してもよい。また、磁性体セラミックスのグリーンシートを使用し、それらを積層圧着して焼成することにより積層体1 0を構成してもよいし、磁性体フィラーを分散させた樹脂シートを圧着して積層体1 0を構成してもよい。さらには、磁芯となるべき層のみを磁性体とし、その他の層を誘電体としてもよい。例えば複数の基材層のうち、基材層1 3～1 9を、磁性体を有する層とし、その他の基材層を非磁性体の層とする。
- [0033] このように、磁性体を有する積層体に、コイル素子L 1～L 4を設けることにより、第1コイル素子L 1と第2コイル素子L 2との結合度が高まり、

第3コイル素子 L_3 と第4コイル素子 L_4 との結合度が高まる。そのため、それらの相互インダクタンスが大きくなる。また、所定のインダクタンスを得るに要する、コイル素子 $L_1 \sim L_4$ のコイル導体長が短くなるので、インピーダンス変換回路101はより小型になる。

[0034] 積層体10は直方体形状であり、平面視での2つの短辺の中央に給電端子 P_1 とアンテナ端子 P_2 がそれぞれ配置され、2つの長辺の中央にグランド端子 P_3 と空き端子 NC がそれぞれ配置されている。そのため、給電回路とアンテナとの間の信号伝送経路の途中に、インピーダンス変換回路101を容易に配置できる。特に、給電回路とアンテナとの間の信号伝送経路がコプレーナラインである場合に、給電端子 P_1 とアンテナ端子 P_2 を中心導体に接続し、グランド端子 P_3 と空き端子 NC を回路基板のグランド導体に容易に接続できる。すなわち、各端子を接続するための引き回しパターンや特別なランドパターンを設ける必要がなく、回路基板へのインピーダンス変換回路101の実装が容易である。

[0035] 図3は、図1、図2に示したインピーダンス変換回路101の回路図である。インピーダンス変換回路101の給電端子 P_1 に給電回路30が接続され、アンテナ端子 P_2 にアンテナ40が接続される。グランド端子 P_3 はグランドに接続される。

[0036] 図1、図2に示したインピーダンス変換回路101の第1コイル素子 L_1 、第2コイル素子 L_2 、第3コイル素子 L_3 、第4コイル素子 L_4 はそれぞれ4つのインダクタで構成される。それぞれのコイル素子 $L_1 \sim L_4$ のうち、途中の並列接続部($L_1 B_1$, $L_1 B_2$) ($L_2 B_1$, $L_2 B_2$) ($L_3 B_1$, $L_3 B_2$) ($L_4 B_1$, $L_4 B_2$)の長さはビア V_{11} , V_{12} , V_{22} , V_{23} , V_{31} , V_{32} , V_{42} , V_{43} の位置によって定められる。

[0037] ここで、第1コイル導体 LP_1 の導体パターン $L_1 A$ と第2コイル導体 LP_2 の導体パターン $L_1 C$ のインダクタンスを L_{1A} , L_{1C} で表し、第1コイル導体 LP_1 の導体パターン $L_1 B_1$ と第2コイル導体 LP_2 の導体パターン

L 1 B 2 のインダクタンスをL1B1, L1B2で表すと、第 1 コイル素子L 1 のインダクタンスL1は次式で表される。

[0038]
$$L1 = L1A + L1C + L1B1 \cdot L1B2 / (L1B1 + L1B2)$$

したがって、前記 1 ターンのコイルの大きさだけでなく、層間接続導体 V 1 1, V 1 2 の位置によっても、並列接続部のインダクタンス $L1B1 \cdot L1B2 / (L1B1 + L1B2)$ および直列接続部のインダクタンス $L1A + L1C$ が定まるので、コイル開口を変えることなく、層間接続導体 V 1 1, V 1 2 の位置によって、第 1 コイル素子L 1 の合成インダクタンスを所定値に定めることができる。

[0039] 同様に、第 2 コイル素子L 2 のインダクタンスL2は次式で表される。

[0040]
$$L2 = L2A + L2C + L2B1 \cdot L2B2 / (L2B1 + L2B2)$$

したがって、前記 1 ターンのコイルの大きさだけでなく、層間接続導体 V 2 2, V 2 3 の位置によっても、並列接続部のインダクタンス $L2B1 \cdot L2B2 / (L2B1 + L2B2)$ および直列接続部のインダクタンス $L2A + L2C$ が定まるので、コイル開口を変えることなく、層間接続導体 V 2 2, V 2 3 の位置によって、第 2 コイル素子L 2 の合成インダクタンスを所定値に定めることができる。

[0041] 同様に、層間接続導体 V 3 1, V 3 2 の位置によって、第 3 コイル素子L 3 の合成インダクタンスを所定値に定めることができ、層間接続導体 V 4 2, V 4 3 の位置によって、第 4 コイル素子L 4 の合成インダクタンスを所定値に定めることができる。

[0042] 図 4 (A) はインピーダンス変換回路 101 の簡易回路図である。図 4 (B) はインピーダンス変換回路 101 の更なる簡易回路図である。図 4 (C) はインピーダンス変換回路 101 の等価回路図である。

[0043] 図 4 (A) に示すように、第 1 トランス T 1 の 1 次側コイル (第 1 コイル素子L 1) と第 2 トランス T 2 の 1 次側コイル (第 3 コイル素子L 3) が並列接続され、第 1 トランス T 1 の 2 次側コイル (第 2 コイル素子L 2) と第 2 トランス T 2 の 2 次側コイル (第 4 コイル素子L 4) が並列接続される。

[0044] 図4 (B) は並列接続されたインダクタを1つのインダクタで表した回路図である。1次側コイルL Aと2次側コイルL Bとでオートトランス型回路が構成される。

[0045] このオートトランス型回路は、図4 (C) に示すように、三つのインダクタンス素子Z 1, Z 2, Z 3によるT型回路に等価変換できる。すなわち、このT型回路は、給電回路30に接続される給電端子P 1、アンテナ端子P 2、グランド端子P 3、給電端子P 1と分岐点Aとの間に接続されたインダクタンス素子Z 1、アンテナ端子P 2と分岐点Aとの間に接続されたインダクタンス素子Z 2、およびグランド端子P 3と分岐点Aとの間に接続された第3インダクタンス素子Z 3で構成される。インピーダンス変換回路101の変圧比は、1次側コイルL AのインダクタンスをL A、2次側コイルL BのインダクタンスをL Bで表すと、

$$\{ (L A + M) + (L B + M) \} : \{ (-M) + (L B + M) \} \\ = (L A + L B + 2 M) : L B$$

である。

[0046] 図1に示した積層体10内での、第1トランスT 1の1次側コイル（第1コイル素子L 1）と第2トランスT 2の1次側コイル（第3コイル素子L 3）との積層順、および第1トランスT 1の2次側コイル（第2コイル素子L 2）と第2トランスT 2の2次側コイル（第4コイル素子L 4）との積層順は、図1、図2に示した順以外に数通りある。図5は、その積層順の例を示す図である。図5においてインピーダンス変換回路101Aは、図4 (A) に示したインピーダンス変換回路101の例と同じである。上記コイル素子L 1, L 2, L 3, L 4の積層順によって、第1トランスT 1および第2トランスT 2の1次側コイルのインダクタンスならびに2次側コイルのインダクタンスは変化する。

[0047] 図6は上記コイル素子L 1, L 2, L 3, L 4の積層順による、1次コイルと2次コイルのインダクタンスの違いについて示す図である。ここで(I)は単に1層の1次コイルと1層の2次コイルを積層して単一のトランスを構成

したときの、1次コイルと2次コイルのインダクタンスである。この場合を基準とする。(II)は図5のインピーダンス変換回路101B、101Cの1次側コイルL Aと2次側コイルL Bのインダクタンスである。(III)は図5のインピーダンス変換回路101Dの1次側コイルL Aと2次側コイルL Bのインダクタンスである。(IV)は図5のインピーダンス変換回路101Aの1次側コイルL Aと2次側コイルL Bのインダクタンスである。

[0048] 図5に示すインピーダンス変換回路101Aのように、第1トランスT1の1次側コイル（第1コイル素子L1）と第2トランスT2の1次側コイル（第3コイル素子L3）とが積層方向に隣接し、この2つのコイル素子を第1トランスT1の2次側コイル（第2コイル素子L2）と第2トランスT2の2次側コイル（第4コイル素子L4）とで挟み込むように配置されると、挟み込まれたコイル素子L1、L3は接近するので、コイル素子L1、L3による1次側コイルL Aのインダクタンスは、挟み込んだコイル素子L2、L4による2次側コイルL Bのインダクタンスより大きい。

[0049] 逆に、インピーダンス変換回路101Dのように、第1トランスT1の2次側コイル（第2コイル素子L2）と第2トランスT2の2次側コイル（第4コイル素子L4）とが積層方向に隣接し、この2つのコイル素子を第1トランスT1の1次側コイル（第1コイル素子L1）と第2トランスT2の1次側コイル（第3コイル素子L3）とで挟み込むように配置されると、挟み込まれたコイル素子L2、L4は接近するので、コイル素子L2、L4による2次側コイルL Bのインダクタンスは、挟み込んだコイル素子L1、L3による1次側コイルL Aのインダクタンスより大きい。

[0050] また、インピーダンス変換回路101Bのように、第1トランスT1の2次側コイル（第2コイル素子L2）と第2トランスT2の1次側コイル（第3コイル素子L3）とが積層方向に隣接し、この2つのコイル素子を第1トランスT1の1次側コイル（第1コイル素子L1）と第2トランスT2の2次側コイル（第4コイル素子L4）とで挟み込むように配置されると、1次側コイルL Aのインダクタンスと2次側コイルL Bのインダクタンスとは共

に小さく且つほぼ等しい。

[0051] 同様に、インピーダンス変換回路101Cのように、第1トランスT1の1次側コイル（第1コイル素子L1）と第2トランスT2の2次側コイル（第4コイル素子L4）とが積層方向に隣接し、この2つのコイル素子を第1トランスT1の2次側コイル（第2コイル素子L2）と第2トランスT2の1次側コイル（第3コイル素子L3）とで挟み込むように配置されると、1次側コイルLAのインダクタンスと2次側コイルLBのインダクタンスとは共に小さく且つほぼ等しい。

[0052] このように、積層体内での、第1トランスT1の1次側コイル素子L1と第1トランスT1の2次側コイル素子L2との積層順に対する、第2トランスT2の1次側コイル素子L3と第2トランスT2の2次側コイル素子L4との積層順が、等しいか異なるか、によって、1次側コイルLAのインダクタンスと2次側コイルLBのインダクタンスの大小関係を定めることができる。

[0053] したがって、積層体10内での、第1トランスT1の1次側コイルL1と第2トランスT2の1次側コイルL3との積層順、および第1トランスT1の2次側コイルL2と第2トランスT2の2次側コイルL4との積層順によって、第1トランスT1および第2トランスT2によるインピーダンス変換の比を定めることができる。

[0054] 図4（B）（C）に示したように、インピーダンス変換回路101の変圧比は $(L_A + L_B + 2M) : L_B$ であるので、 $L_A > L_B$ の関係にあるインピーダンス変換回路101Aを用いれば、インピーダンス変換比をより大きくできる。逆に、 $L_A < L_B$ の関係にあるインピーダンス変換回路101Dを用いれば、インピーダンス変換比を小さくできる。 $L_A \div L_B$ の関係にあるインピーダンス変換回路101B、101Cを用いれば、インピーダンス変換比をその中間に設定できる。

[0055] 以上に述べた効果以外に次のような効果を奏する。

[0056] （a）複数のコイル導体LP1～LP8は、それぞれのコイル開口が積層方

向からの平面視で重なるので、第1トランスT1および第2トランスT2の、1次側コイルと2次側コイルとの間の高い電磁界結合が得られる。

[0057] (b) 導体パターンを部分的に並列接続する2つのビアは導体パターンの形成位置上にあるので、ビア形成のための領域が不要であり、コイル導体の形成領域外に配線を形成する必要がない。そのため、限られた領域にループ状コイル導体を形成でき、小型化できる。

[0058] なお、複数のコイル導体LP1～LP8それぞれが形成するコイル開口は、積層体の積層方向からの平面視で、すべてが重なることが好ましいが、重ならない部分があってもよい。

[0059] 図1、図2では、第1トランスT1と第2トランスT2の各コイル導体の積層順が逆で、上下対称形である例を示したが、第1トランスT1と第2トランスT2の各コイル導体は上下非対称であってもよい。例えば、積層された4つのコイル素子のうち、第1層のコイル素子と第4層のコイル素子(図1、図2に示した例ではコイル素子L2とコイル素子L4)のインダクタンスが異なってもよい。また、第2層のコイル素子と第3層のコイル素子(図1、図2に示した例ではコイル素子L1とコイル素子L3)のインダクタンスが異なってもよい。これらの場合でも、積層体10内での、第1トランスT1の1次側コイルL1と第2トランスT2の1次側コイルL3との積層順、および第1トランスT1の2次側コイルL2と第2トランスT2の2次側コイルL4との積層順によって、第1トランスT1および第2トランスT2によるインピーダンス変換の比を定めることができる。

[0060] 《第2の実施形態》

図7は第2の実施形態に係る携帯電話端末等の通信端末装置の構成を示す図である。この図7では、通信端末装置の筐体内の主要部について表す。筐体内にアンテナ40および回路基板が設けられ、回路基板にはグラウンド導体50、インピーダンス変換回路101および給電回路30が設けられる。アンテナ40はT分岐型アンテナである。グラウンド導体50はアンテナ40のイメージ形成用導体として作用、またはアンテナ40とともに放射素子とし

て作用する。

[0061] インピーダンス変換回路101の構成は第1の実施形態で示したとおりである。インピーダンス変換回路101の給電端子P1は給電回路30に接続され、インピーダンス変換回路101のアンテナ端子P2はアンテナ40に接続され、インピーダンス変換回路101のグランド端子P3は回路基板のグランド導体50に接続される。

[0062] インピーダンス変換回路101は、小型でありながら大きな所定のインピーダンス変換比をもつことができるので、小型の（より低インピーダンスの）アンテナ40を備えることができ、全体に小型で低損失の通信端末装置が構成される。

[0063] 《他の実施形態》

第1の実施形態では、各コイル導体がほぼ矩形のループ状である例を示したが、コイル導体のループ形状はこれに限らない。例えば円形、楕円形、角に丸みをもつ四角形、角をカットした四角形などであってもよい。矩形であれば、限られたスペースでコイル開口を大きくすることができる。円形、楕円形、角に丸みをもつ四角形であれば、角部における損失を低減できる。

[0064] 第1の実施形態では、隣接する基材層に形成された2つのコイル導体を2つの層間接続導体で接続することにより、1つの並列接続部を構成した例を示したが、本発明はこの構成に限られない。第1コイル導体と第2コイル導体とが3個所以上で層間接続導体を介して接続されることで、第1コイル導体と第2コイル導体との並列接続部が2個所以上構成されてもよい。

符号の説明

[0065] L1…第1コイル素子

L2…第2コイル素子

L3…第3コイル素子

L4…第4コイル素子

L1A, L1B1, L1B2, L1C…導体パターン

L2A, L2B1, L2B2, L2C…導体パターン

L 3 A, L 3 B 1, L 3 B 2, L 3 C…導体パターン

L 4 A, L 4 B 1, L 4 B 2, L 4 C…導体パターン

L A…1次側コイル

L B…2次側コイル

L P 1～L P 8…コイル導体

P 1…給電端子

P 2…アンテナ端子

P 3…グランド端子

T 1…第1トランス

T 2…第2トランス

V 1 1, V 1 2, V 2 1, V 2 2, V 2 3, V 3 1, V 3 2, V 4 1, V 4
2, V 4 3…ビア

1 0…積層体

1 1～2 0…基材層

3 0…給電回路

4 0…アンテナ

5 0…グランド導体

1 0 1, 1 0 1 A～1 0 1 D…インピーダンス変換回路

請求の範囲

[請求項1]

複数の基材層が積層される積層体に、互いに電磁界結合する1次側コイル素子および2次側コイル素子で構成される第1トランスと、互いに電磁界結合する1次側コイル素子および2次側コイル素子で構成される第2トランスと、を備えたインピーダンス変換回路のインピーダンス変換比の設定方法であって、

前記第1トランスの前記1次側コイル素子、前記第1トランスの前記2次側コイル素子、前記第2トランスの前記1次側コイル素子および前記第2トランスの前記2次側コイル素子は、それぞれのコイル開口が、積層方向からの平面視で重なり、

前記第1トランスの前記1次側コイル素子と前記第2トランスの前記1次側コイル素子とを並列接続し、前記第1トランスの前記2次側コイル素子と前記第2トランスの前記2次側コイル素子とを並列接続し、

前記積層体内での、前記第1トランスの前記1次側コイル素子と、前記第1トランスの前記2次側コイル素子との積層順、および前記第2トランスの前記1次側コイル素子と、前記第2トランスの前記2次側コイル素子との積層順によって、前記第1トランスおよび前記第2トランスによるインピーダンス変換の比を定める、インピーダンス変換比設定方法。

[請求項2]

複数の基材層が積層される積層体に、互いに電磁界結合する1次側コイル素子および2次側コイル素子で構成される第1トランスと、互いに電磁界結合する1次側コイル素子および2次側コイル素子で構成される第2トランスと、を備え、

前記第1トランスの前記1次側コイル素子、前記第1トランスの前記2次側コイル素子、前記第2トランスの前記1次側コイル素子および前記第2トランスの前記2次側コイル素子は、それぞれのコイル開口が積層方向からの平面視で重なり、

前記第 1 トランスの前記 1 次側コイル素子と前記第 2 トランスの前記 1 次側コイル素子とは並列接続され、前記第 1 トランスの前記 2 次側コイル素子と前記第 2 トランスの前記 2 次側コイル素子とは並列接続され、

前記第 1 トランスの前記 1 次側コイル素子と前記第 1 トランスの前記 2 次側コイル素子とは前記積層体内で積層方向に隣接し、

前記第 2 トランスの前記 1 次側コイル素子と前記第 2 トランスの前記 2 次側コイル素子とは前記積層体内で積層方向に隣接する、

インピーダンス変換回路。

[請求項3] 請求項 2 に記載のインピーダンス変換回路であって、

前記積層体内での前記第 1 トランスの前記 1 次側コイル素子と前記第 1 トランスの前記 2 次側コイル素子との積層順は、前記積層体内での前記第 2 トランスの前記 1 次側コイル素子と前記第 2 トランスの前記 2 次側コイル素子との積層順と同じである。

[請求項4] 請求項 2 に記載のインピーダンス変換回路であって、

前記積層体内での前記第 1 トランスの前記 1 次側コイル素子と前記第 1 トランスの前記 2 次側コイル素子との積層順は、前記積層体内での前記第 2 トランスの前記 1 次側コイル素子と前記第 2 トランスの前記 2 次側コイル素子との積層順とは逆である。

[請求項5] 請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載のインピーダンス変換回路であって、

、

給電端子、アンテナ端子およびグランド端子を備え、

前記給電端子は、前記第 1 トランスの前記 1 次側コイルの第 1 端および前記第 2 トランスの前記 1 次側コイルの第 1 端に繋がり、

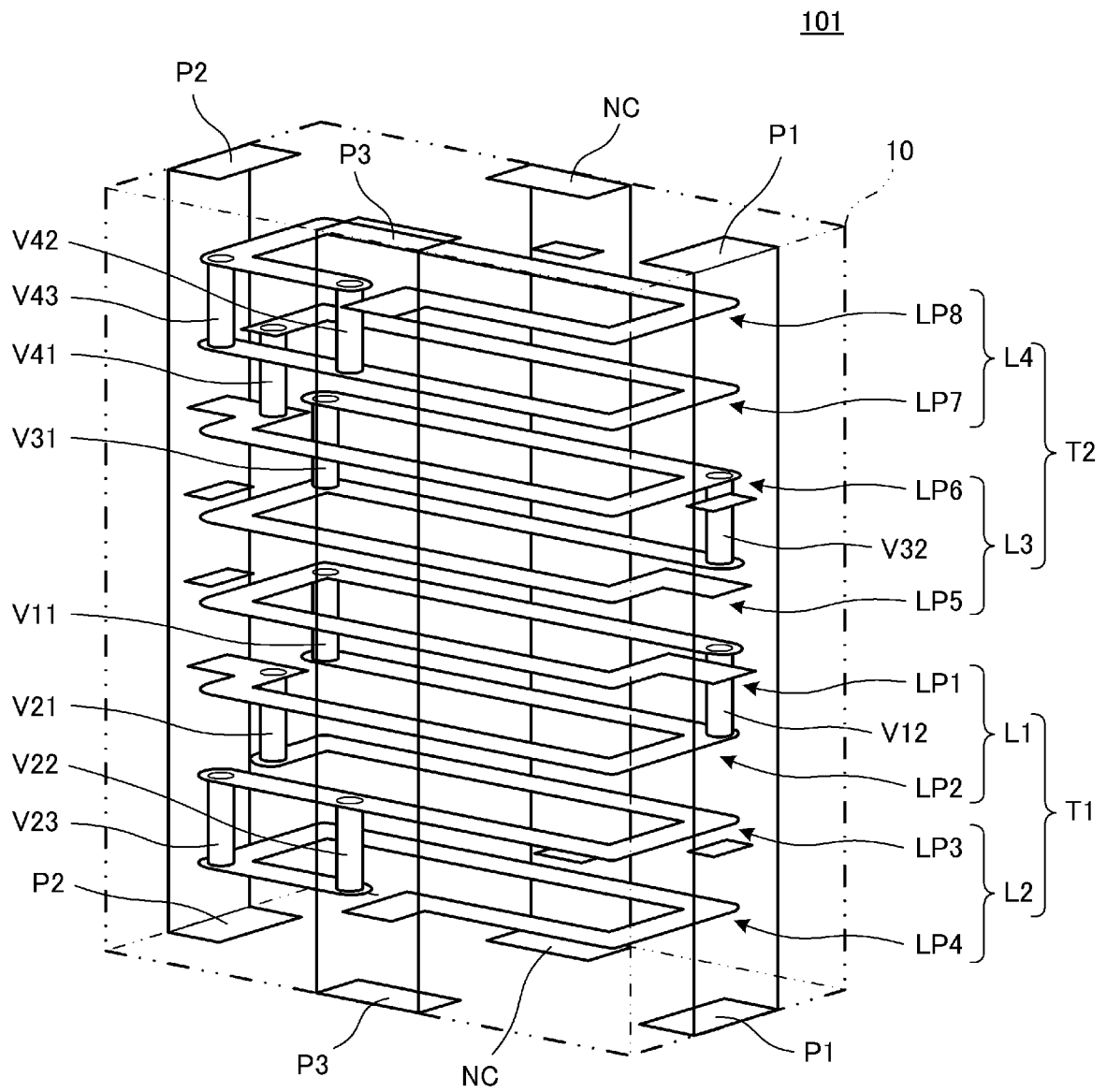
前記アンテナ端子は、前記第 1 トランスの前記 1 次側コイルの第 2 端、前記第 2 トランスの前記 1 次側コイルの第 2 端、前記第 1 トランスの前記 2 次側コイルの第 1 端、および前記第 2 トランスの前記 2 次側コイルの第 1 端に繋がり、

前記グランド端子は、前記第 1 トランスの前記 2 次側コイルの第 2 端および前記第 2 トランスの前記 2 次側コイルの第 2 端に繋がる。

- [請求項 6] 高周波信号を送受信するアンテナと、前記アンテナに対する給電回路とを備えた通信端末装置であって、
- 前記給電回路と前記アンテナとの間に、請求項 2 ～ 5 のいずれかに記載のインピーダンス変換回路を備える。

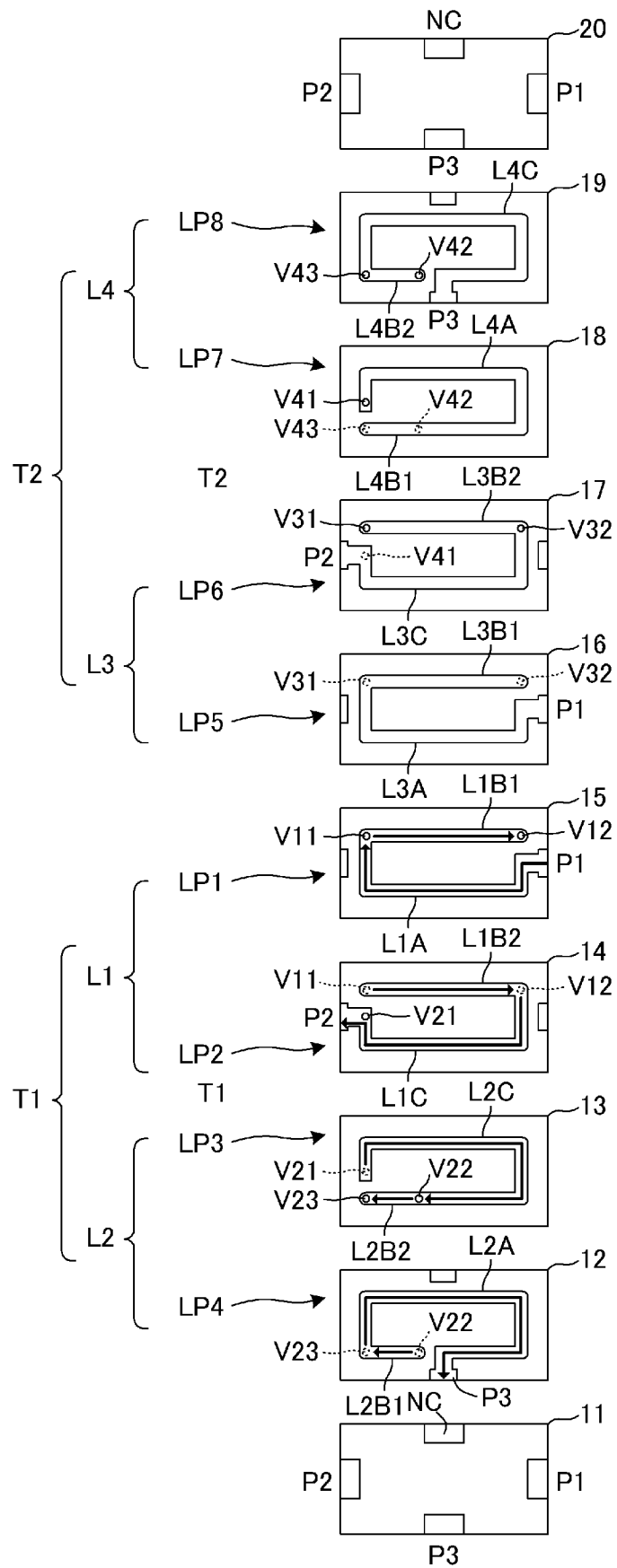
[図1]

図1



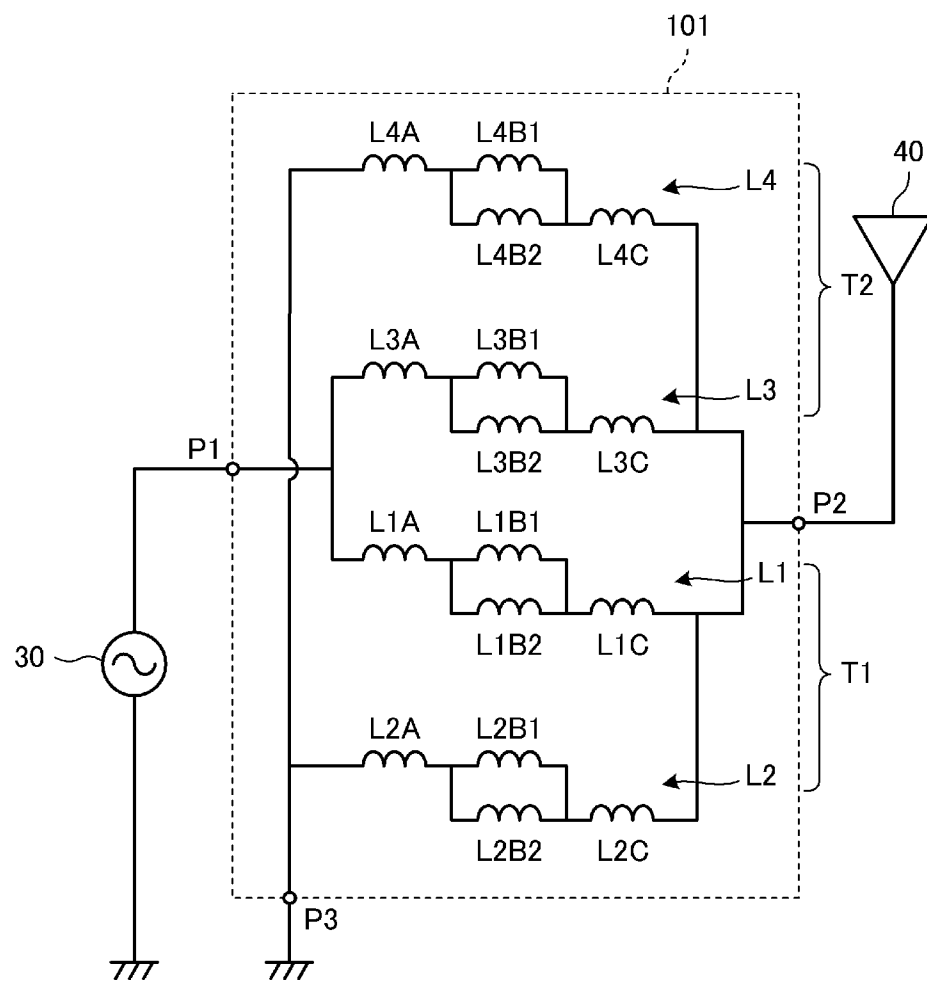
[図2]

図2



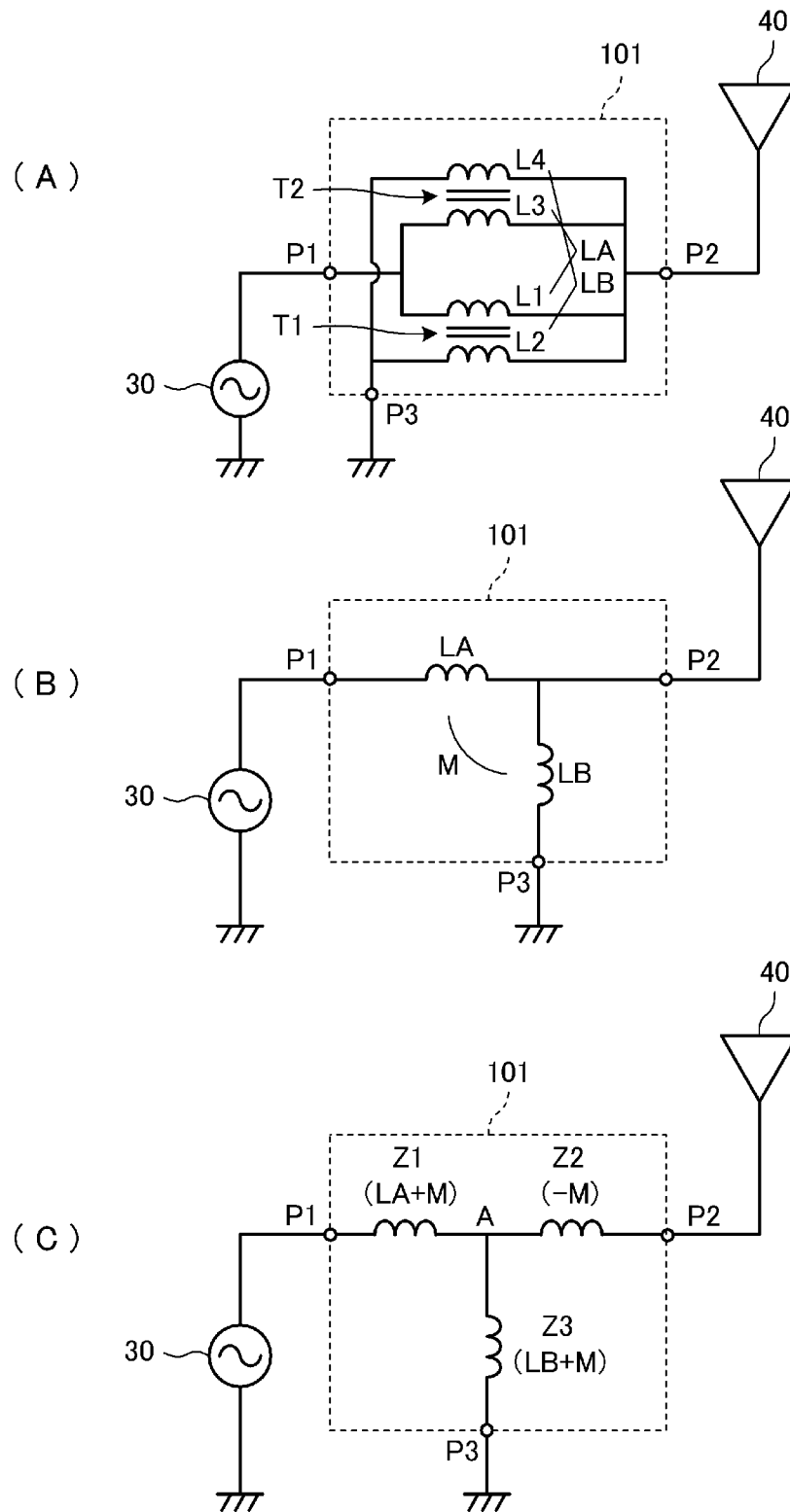
[図3]

図3



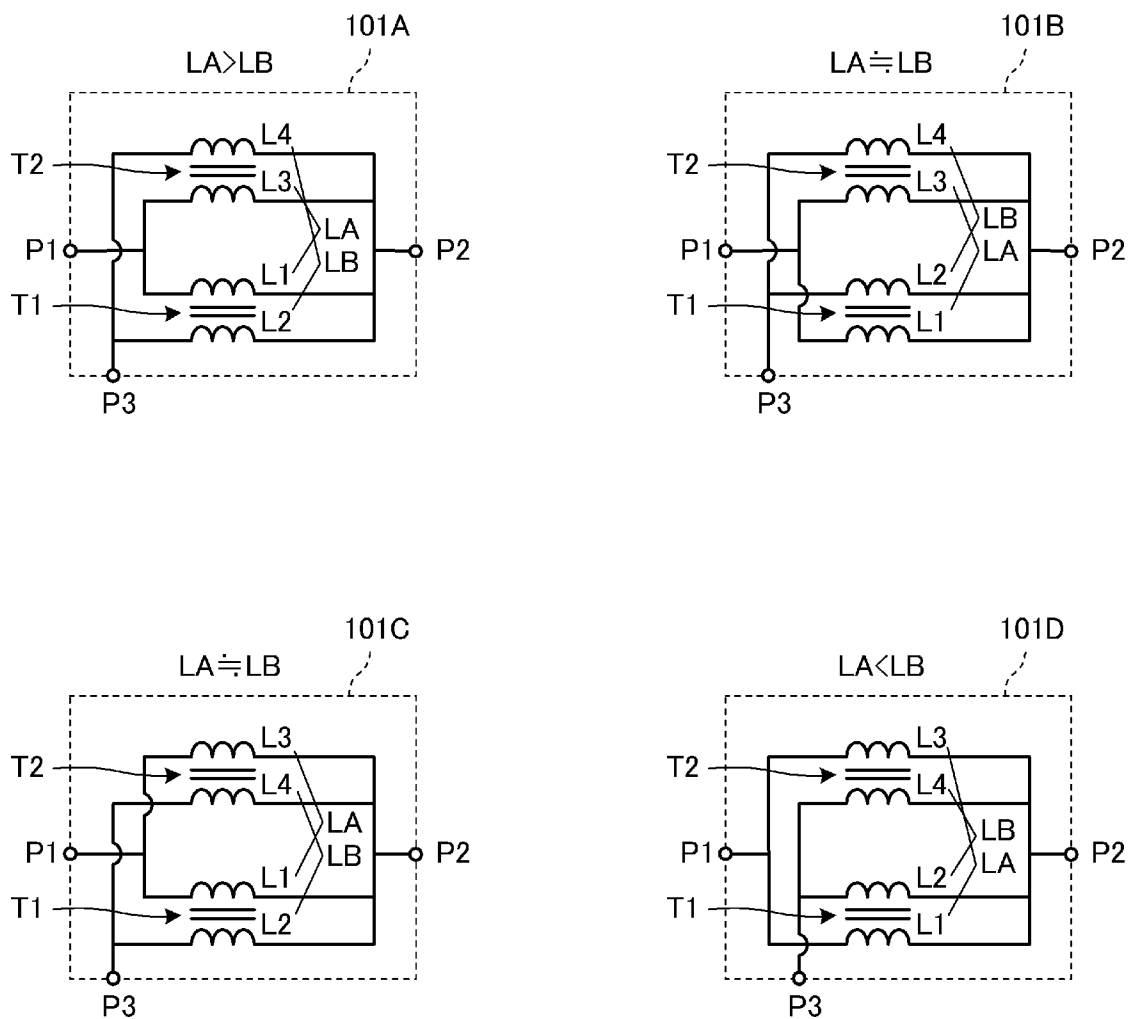
[図4]

図4



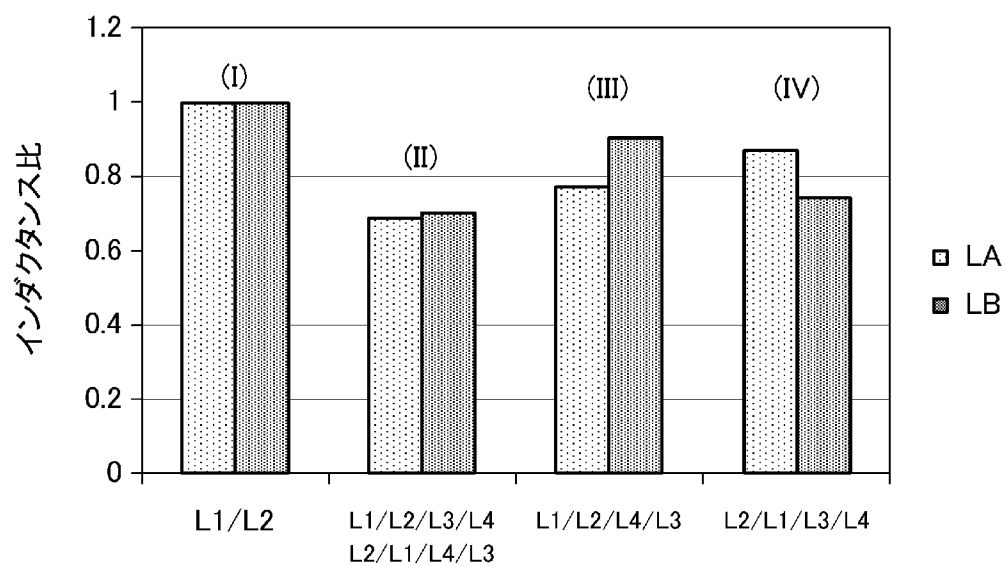
[図5]

図5



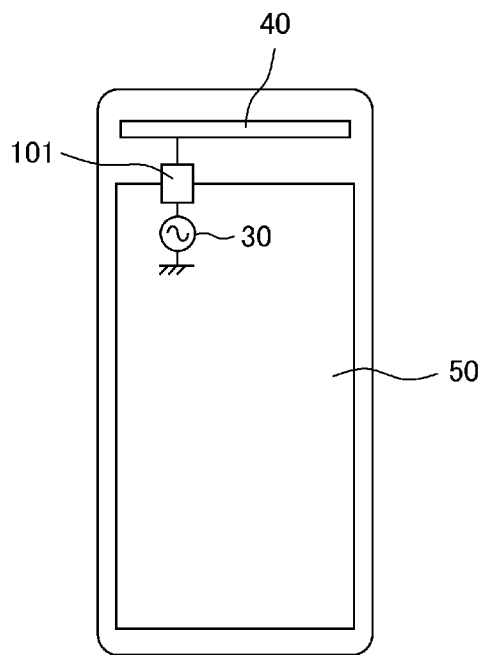
[図6]

図6



[図7]

図7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/078690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H7/38(2006.01)i, H01F17/00(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)

H03H7/38, H01F17/00

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y A	JP 04-206905 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 28 July 1992 (28.07.1992), page 5, upper right column, line 19 to lower right column, line 13; page 7, upper left column, lines 3 to 18; fig. 11 to 13 (Family: none)	2, 4 3, 5, 6 1
Y	JP 08-316054 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 November 1996 (29.11.1996), paragraph [0022]; fig. 3(a), 3(b) (Family: none)	3, 5, 6
Y	JP 2012-227352 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 15 November 2012 (15.11.2012), paragraph [0047]; fig. 8 (Family: none)	5, 6

☐ 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
23 January 2015 (23.01.15)

Date of mailing of the international search report
03 February 2015 (03.02.15)

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（I P C））

Int.Cl. H03H7/38(2006.01)i, H01F17/00(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. H03H7/38, H01F17/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 Y A	JP 04-206905 A（株式会社村田製作所）1992.07.28, 5頁右上欄1 9行ー同右下欄13行、7頁左上欄3ー18行、第11図ー第13 図（ファミリーなし）	2, 4 3, 5, 6 1
Y	JP 08-316054 A（松下電器産業株式会社）1996.11.29, 段落【00 22】、図3（a）、図3（b）（ファミリーなし）	3, 5, 6
Y	JP 2012-227352 A（株式会社村田製作所）2012.11.15, 段落【00 47】、図8（ファミリーなし）	5, 6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 2 . 2 0 1 5

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）

畑中 博幸

5 W

9 1 8 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6