

(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
2018年7月5日(05.07.2018)



(10) 国際公開番号

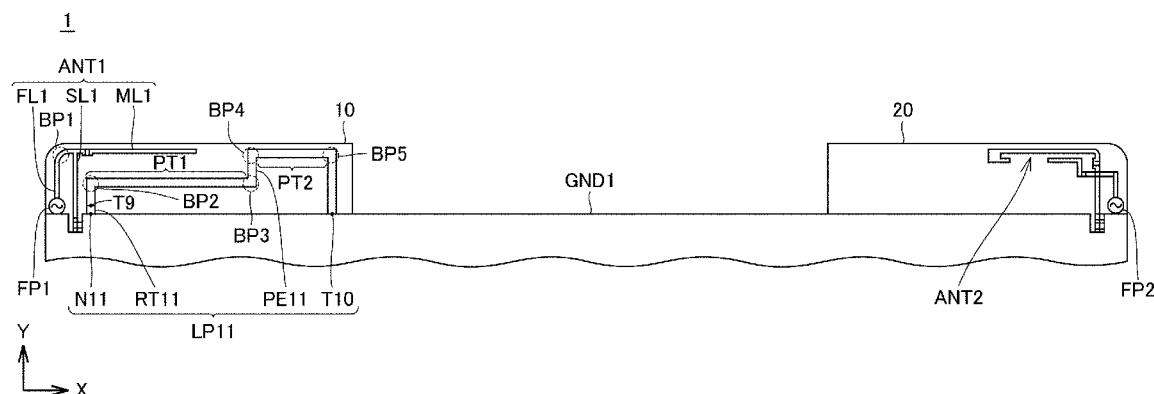
WO 2018/123345 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 21/28 (2006.01) H01Q 9/04 (2006.01)
H01Q 1/52 (2006.01) H01Q 9/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/041650
- (22) 国際出願日: 2017年11月20日(20.11.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-253809 2016年12月27日(27.12.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 伊澤 正裕 (IZAWA, Masahiro); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目 2 番 4 号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: ANTENNA DEVICE

(54) 発明の名称: アンテナ装置

FIG.2



(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to reduce the size of an antenna device while ensuring isolation between antennas. An antenna device (1) according to one embodiment of the present invention comprises: a ground conductor (GND1); a first antenna (ANT1); a second antenna (ANT2); and a loop part (LP11). The first antenna (ANT1) and the second antenna (ANT2) are electrically connected to the ground conductor. The loop part (LP11) includes a parasitic element (PE11) and a reactance element (RT11). For the parasitic element (PE11), an end part (T10) is electrically connected to the ground conductor (GND1). For the parasitic element (PE11) an end part (T9) is connected to the ground conductor (GND1) via the reactance element (RT11).

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: アンテナ間のアイソレーションを確保しながら、アンテナ装置を小型化する。本発明の一実施形態に係るアンテナ装置(1)は、グラウンド導体(GND1)と、第1アンテナ(ANT1)、第2アンテナ(ANT2)と、ループ部(LP11)とを備える。第1アンテナ(ANT1)、第2アンテナ(ANT2)は、グラウンド導体に電氣的に接続されている。ループ部(LP11)は、無給電素子(PE11)とリアクタンス素子(RT11)とを含む。無給電素子(PE11)は、端部(T10)がグラウンド導体(GND1)に電氣的に接続されている。無給電素子(PE11)は、端部(T9)がリアクタンス素子(RT11)を介してグラウンド導体(GND1)に接続されている。

明 細 書

発明の名称： アンテナ装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数のアンテナを備えるアンテナ装置に関する。

背景技術

[0002] 複数のアンテナを備えるアンテナ装置が知られている。たとえば、特開 2006-42111 号公報（特許文献 1）には、2つのアンテナを備えるアンテナ装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特開 2006-42111 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 複数のアンテナを備えるアンテナ装置においては、アンテナ間のアイソレーションを確保する必要がある。アイソレーションとは、アンテナ素子間において一方のアンテナ素子から他方のアンテナ素子への信号の漏れの程度を示す量である。アイソレーションは、一方のアンテナ素子への入力信号の電力と、一方のアンテナ素子から他方のアンテナ素子への漏洩信号の電力との比（dB）として表される。

[0005] 特許文献 1 に開示されているアンテナ装置においては、無給電素子および地板によって形成されたループ経路において生じる共振現象により、一方のアンテナから他方のアンテナへ励振される電流が低減される。その結果、アンテナ間のアイソレーションが確保される。

[0006] 特許文献 1 に開示されているようなアンテナ装置において、ループ経路の共振周波数は、アンテナが受信する信号の周波数に基づいて調整される必要がある。無給電素子の長さは、無給電素子のインダクタンス成分に影響を与える。無給電素子の長さを変更すると、ループ経路の共振周波数が変わって

しまう。そのため、無給電素子の長さを変更するとアンテナによって受信された信号にループ部が共振し難くなる。当該アンテナから他方のアンテナに伝達される信号量が増加しアンテナ間のアイソレーションが低下する可能性がある。特許文献１に開示されているようなアンテナ装置においては、無給電素子が、アンテナ間のアイソレーションを確保しながらアンテナ装置を小型化することの障害になり得る。

[0007] 本発明は上記のような課題を解決するためになされたものであり、その目的はアンテナ間のアイソレーションを確保しながら、アンテナ装置を小型化することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一実施形態に係るアンテナ装置は、グラウンド導体と、第１アンテナおよび第２アンテナと、第１ループ部とを備える。第１アンテナおよび第２アンテナは、グラウンド導体に電氣的に接続されている。第１ループ部は、第１無給電素子と第１リアクタンス素子とを含む。第１無給電素子は、第１無給電素子の一方端がグラウンド導体に電氣的に接続されている。第１無給電素子は、第１無給電素子の他方端が第１リアクタンス素子を介してグラウンド導体に接続されている。

[0009] 或る回路素子が他の回路素子に「電氣的に接続されている」とは、両者が直接に接続されていること、あるいは両者とは別の回路素子を介して間接に接続されていることを意味する。

発明の効果

[0010] 本発明に係るアンテナ装置においては、第１アンテナあるいは第２アンテナによって受信された信号が第１ループ部に伝達されることにより、当該信号のエネルギーが第１ループ部において消費される。一方のアンテナから他方のアンテナへ伝達される信号の電力が低減される。その結果、アンテナ間のアイソレーションを確保することができる。

[0011] また、本発明に係るアンテナ装置においては、第１無給電素子の他方端が第１リアクタンス素子を介してグラウンド導体に接続されている。第１ループ

部の共振周波数は、アンテナ装置の設計時において、第1無給電素子の長さ（インダクタンス成分）および第1リアクタンス素子のリアクタンスによって調整可能である。第1無給電素子を短くする場合でも、第1リアクタンス素子のリアクタンスを調整することにより、第1ループ部が第1アンテナによって受信された信号に共振するようにアンテナ装置を設計することができる。その結果、アンテナ装置を小型化することができる。

[0012] 本発明に係るアンテナ装置によれば、アンテナ間のアイソレーションを確保しながら、アンテナ装置を小型化することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施の形態1に係るアンテナ装置の等価回路図の一例を示す図である。

[図2]図1に示されるアンテナ装置の外観の一例を示す図である。

[図3]図1に示されるアンテナ装置のアイソレーション特性を示す図である。

[図4]実施の形態1の変形例に係るアンテナ装置の等価回路図の一例を示す図である。

[図5]実施の形態2に係るアンテナ装置の等価回路図の一例を示す図である。

[図6]図5に示されるアンテナ装置の外観の一例を示す図である。

[図7]図5に示されるアンテナ装置のアイソレーション特性、および図1に示されるアンテナ装置のアイソレーション特性を併せて示す図である。

[図8]実施の形態3に係るアンテナ装置の等価回路図の一例を示す図である。

[図9]図8に示されるアンテナ装置の外観の一例を示す図である。

[図10]図8に示されるアンテナ装置のアイソレーション特性、および図5に示されるアンテナ装置のアイソレーション特性を併せて示す図である。

[図11]実施の形態4に係るアンテナ装置の等価回路図の一例を示す図である。

[図12]図11に示されるアンテナ装置の外観の一例を示す図である。

[図13]実施の形態4の変形例1に係るアンテナ装置の等価回路図の一例を示す図である。

[図14]実施の形態4の変形例2に係るアンテナ装置の等価回路図の一例を示す図である。

す図である。

[図15]実施の形態4の変形例3に係るアンテナ装置の等価回路図の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は原則として繰り返さない。

[0015] [実施の形態1]

図1は、実施の形態1に係るアンテナ装置1の等価回路図の一例を示す図である。アンテナ装置1は、複数の通信方式に準拠して通信を行なうことができる。アンテナ装置1は、たとえば2400～2484MHz（2.4GHz帯）においてWi-Fi（登録商標）（Wireless Fidelity）およびBluetooth（登録商標）に準拠して通信を行なうことができる。

[0016] 図1に示されるように、アンテナ装置1は、グラウンド導体GND1と、アンテナANT1、ANT2と、ループ部LP11とを備える。図1においては、各構成要素間の接続関係をわかり易くするため、グラウンド導体GND1は、給電点FP1とFP2とを接続する直線として描かれている。図4、図5、図8、図11、および図13～図15においても同様である。

[0017] アンテナANT1は、給電点FP1を介してグラウンド導体GND1に接続されている。アンテナANT2は、給電点FP2を介してグラウンド導体GND1に接続されている。アンテナANT1の共振周波数とアンテナANT2の共振周波数とは近接している。

[0018] ループ部LP11は、無給電素子PE11と、リアクタンス素子RT11とを含む。無給電素子PE11の端部T9は、リアクタンス素子RT11を介してグラウンド導体GND1に接続されている。無給電素子PE11の端部T10は、グラウンド導体GND1に接続されている。リアクタンス素子RT11は、接続点N11においてグラウンド導体GND1に接続されている。リアクタンス素子RT11は、インダクタL11を含む。リアクタンス素子R

T 1 1 は、キャパシタを含んでいてもよい。

[0019] ループ部 L P 1 1 において、無給電素子 P E 1 1、リアクタンス素子 R T 1 1、および接続点 N 1 1 から無給電素子 P E 1 1 の端部 T 1 2 までのグラウンド導体 G N D 1 の部分により、ループ経路が形成されている。

[0020] ループ部 L P 1 1 とアンテナ A N T 1 との容量結合は、ループ部 L P 1 1 とアンテナ A N T 2 との容量結合よりも強い。図 1 において当該大小関係は、無給電素子 P E 1 1 とアンテナ A N T 1 とがキャパシタ C 1 を介して接続されている一方で、無給電素子 P E 1 1 とアンテナ A N T 2 とはキャパシタを介して接続されていないことによって表現されている。

[0021] アンテナ A N T 1、A N T 2 を備えるアンテナ装置 1 においては、アンテナ A N T 1 と A N T 2 との間のアイソレーションを確保する必要がある。アンテナ装置 1 においては、アンテナ A N T 1 あるいは A N T 2 によって受信された信号がループ部 L P 1 1 に伝達されることにより、当該信号の電力がループ部 L P 1 1 において消費される。一方のアンテナから他方のアンテナへ伝達される信号の電力が低減される。アンテナ装置 1 においては、ループ部 L P 1 1 によりアンテナ A N T 1 およびアンテナ A N T 2 の間のアイソレーションを確保することができる。

[0022] アンテナ装置 1 において、ループ部 L P 1 1 の共振周波数 f_1 は、アンテナ A N T 1 あるいは A N T 2 が受信する信号の周波数に基づいて調整される必要がある。ループ部 L P 1 1 に含まれる無給電素子 P E 1 1 の長さは、無給電素子 P E 1 1 のインダクタンス成分に影響を与える。無給電素子 P E 1 1 の長さを変更すると、ループ部 L P 1 1 の共振周波数 f_1 が変わってしまう。アンテナ A N T 1 およびアンテナ A N T 2 の間のアイソレーションを確保しながら、無給電素子 P E 1 1 の長さを短くすることによりアンテナ装置 1 を小型化するためには、ループ部 L P 1 1 の共振周波数 f_1 を無給電素子 P E 1 1 の長さの変更以外の方法で調整する必要がある。

[0023] そこでアンテナ装置 1 においては、リアクタンス素子 R T 1 1 のリアクタンスを変更することによってループ部 L P 1 1 の共振周波数 f_1 を調整する

。ループ部LP11の共振周波数 f_1 は、アンテナ装置1の設計時において、無給電素子PE11の長さ（インダクタンス成分）およびリアクタンス素子RT11のリアクタンスによって調整可能である。無給電素子PE11を短くする場合でも、リアクタンス素子RT11のリアクタンスを調整することにより、ループ部LP11がアンテナANT1あるいはANT2によって受信される信号に共振するようにアンテナ装置1を設計することができる。その結果、アンテナ装置を小型化することができる。

[0024] 図2は、図1に示されるアンテナ装置1の外観の一例を示す図である。図2において、X軸方向とY軸方向は互いに直交している。図6、図9、および図12においても同様である。

[0025] 図2に示されるように、グランド導体GND1は、X軸方向に伸びている。アンテナANT1、ならびにループ部LP11に含まれる無給電素子PE11、およびリアクタンス素子RT11は、誘電体基板10に配置されている。アンテナANT2は、誘電体基板20に配置されている。

[0026] アンテナANT1は、給電点FP1からY軸方向に伸び、Y軸方向からX軸方向に屈曲する逆F型のモノポールアンテナである。アンテナANT1は、本体部ML1と、短絡線SL1と、給電線FL1とを含む。本体部ML1は、アンテナANT1の屈曲部BP1からX軸方向に伸びている。給電線FL1は、給電点FP1から屈曲部BP1までY軸方向に伸びている。短絡線SL1は、本体部ML1とグランド導体GND1とを接続している。短絡線SL1にはインダクタンス成分があるため、短絡線SL1を形成することにより、アンテナANT1の共振周波数を所望の値に調整することができる。

[0027] アンテナANT1を逆F型のモノポールアンテナとすることにより、実装スペースを有効に活用することができる。その結果、デッドスペースが減少し、アンテナ装置1を小型化することができる。また、本体部ML1をグランド導体GND1から離して配置することができるため、本体部ML1とグランド導体GND1との容量結合を弱めることができる。その結果、本体部ML1の信号の放射能力を高めることができる。

- [0028] ループ部L P 1 1とアンテナA N T 1との距離は、ループ部L P 1 1とアンテナA N T 2との距離よりも小さい。そのため、ループ部L P 1 1とアンテナA N T 1との容量結合は、ループ部L P 1 1とアンテナA N T 2との容量結合よりも強い。実施の形態1においては、ループ部L P 1 1をアンテナA N T 1に近接させているため、ループ部L P 1 1とアンテナA N T 2との間に誘電体基板を形成する必要がない。そのため、たとえばループ部L P 1 1とアンテナA N T 2との間に誘電体基板の切り欠き（ノッチ）を形成することができるなど、誘電体基板の設計の自由度を高くすることができる。
- [0029] 無給電素子P E 1 1は、リアクタンス素子R T 1 1からY軸方向に伸び、屈曲部B P 2においてY軸方向からX軸方向に屈曲している。無給電素子P E 1 1は、屈曲部B P 2からX軸方向に伸び、屈曲部B P 3においてX軸方向からY軸方向に屈曲している。無給電素子P E 1 1は、屈曲部B P 3からY軸方向に伸び、屈曲部B P 4においてY軸方向からX軸方向に屈曲している。無給電素子P E 1 1は、グランド導体G N D 1からY軸方向に伸び、屈曲部B P 5においてY軸方向からX軸方向に屈曲している。無給電素子P E 1 1は、屈曲部B P 4からB P 5まで伸びている。
- [0030] 無給電素子P E 1 1は、部分P T 1および部分P T 2を含む。部分P T 1は、屈曲部B P 2からB P 3までの部分である。部分P T 2は、屈曲部B P 4からB P 5までの部分である。部分P T 1は、アンテナA N T 1の本体部M L 1とグランド導体G N D 1との間に配置されている。部分P T 2とグランド導体G N D 1との距離は、部分P T 1とグランド導体G N D 1との距離より大きい。
- [0031] 無給電素子P E 1 1が複数の屈曲部B P 2～B P 5を有することにより、限られた実装スペースの中で、できるだけ長くなるように無給電素子P E 1 1を配置することができる。また、実装スペースを有効に活用することができるため、デッドスペースが減少し、アンテナ装置1を小型化することができる。さらに、部分P T 1と本体部M L 1との距離を調整することにより、無給電素子P E 1 1とアンテナA N T 1との容量結合を所望の強さに調整す

ることができる。

[0032] 図3は、図1に示されるアンテナ装置1のアイソレーション特性 $|S_{11}|$ を示す図である。図3において縦軸の減衰量(dB)はマイナスの値として示されている。減衰量の絶対値が大きい程、一方のアンテナによって受信された信号が他方に伝わっていないことを意味するため、アンテナ間のアイソレーションは大きい。図7、図10においても同様である。図3に示されるように、減衰量は、ループ部LP11の共振周波数 f_1 において極小となり、 -20 dB程度の減衰量が実現されている。

[0033] アンテナ装置1においては、ループ部LP11がアンテナANT1とANT2との間に配置されている。ループ部LP11は、たとえば図4に示されるアンテナ装置1Aのように、アンテナANT1とANT2との間ではなく、アンテナANT1から見て、アンテナANT2とは反対側に配置されていてもよい。

[0034] 以上、実施の形態1および実施の形態1の変形例に係るアンテナ装置によれば、アンテナ間のアイソレーションを確保しながら、アンテナ装置を小型化することができる。

[0035] [実施の形態2]

実施の形態1においては、ループ部に含まれる無給電素子の一方端のみがリアクタンス素子を介してグラウンド導体に接続されている場合について説明した。実施の形態2においては、無給電素子の両端がそれぞれリアクタンス素子を介してグラウンド導体に接続されることにより、アンテナ間のアイソレーションをさらに大きくする場合について説明する。

[0036] 図5は、実施の形態2に係るアンテナ装置2の等価回路図の一例を示す図である。図5に示されるアンテナ装置2においては、図1に示されるアンテナ装置1のループ部LP11がループ部LP12に置き換えられている。ループ部LP12以外の構成についてはアンテナ装置1と同様であるため、当該構成の説明を繰り返さない。

[0037] ループ部LP12は、無給電素子PE12と、リアクタンス素子RT11

、 R_{T12} とを含む。無給電素子 PE_{12} の端部 T_{11} は、リアクタンス素子 R_{T11} を介してグラウンド導体 GND_1 に接続されている。無給電素子 PE_{12} の端部 T_{12} は、リアクタンス素子 R_{T12} を介してグラウンド導体 GND_1 に接続されている。

[0038] リアクタンス素子 R_{T12} は、接続点 N_{12} においてグラウンド導体と接続している。リアクタンス素子 R_{T12} は、インダクタ L_{12} を含む。リアクタンス素子 R_{T12} は、キャパシタを含んでいてもよい。

[0039] ループ部 LP_{12} において、無給電素子 PE_{12} 、リアクタンス素子 R_{T11} 、接続点 N_{11} から N_{12} までのグラウンド導体 GND_1 の部分、およびリアクタンス素子 R_{T12} により、ループ経路が形成されている。ループ部 LP_{12} の共振周波数は、実施の形態1と同様に共振周波数 f_1 である。

[0040] 図6は、図5に示されるアンテナ装置2の外観の一例を示す図である。図6に示されるように、ループ部 LP_{12} に含まれる無給電素子 PE_{12} 、およびリアクタンス素子 R_{T11} 、 R_{T12} は、誘電体基板10に配置されている。

[0041] 図7は、図5に示されるアンテナ装置2のアイソレーション特性 IS_2 、および図1に示されるアンテナ装置1のアイソレーション特性 IS_1 を併せて示す図である。図7に示されるアイソレーション特性 IS_1 は、図3に示されるアイソレーション特性 IS_1 と同様である。

[0042] 図7に示されるように、ループ部 LP_{12} の共振周波数 f_1 において、アイソレーション特性 IS_2 の減衰量の絶対値は、アイソレーション特性 IS_1 の減衰量の絶対値を15 dB程度上回っている。このようにアイソレーション特性 IS_2 の減衰量の絶対値がアイソレーション特性 IS_1 の減衰量の絶対値を上回るのは、無給電素子 PE_{12} の両端がそれぞれリアクタンス素子 R_{T11} 、 R_{T12} を介してグラウンド導体に接続されていることにより、実施の形態1よりも無給電素子 PE_{12} における電流分布の偏りが抑制されるためである。アンテナ装置2によれば、アンテナ ANT_1 と ANT_2 との間のアイソレーションをさらに大きくすることができる。

[0043] 以上、実施の形態 2 に係るアンテナ装置によっても、アンテナ間のアイソレーションを確保するとともに、アンテナ装置を小型化することができる。

[0044] さらに実施の形態 2 に係るアンテナ装置によれば、ループ部の無給電素子の両端がそれぞれリアクタンス素子を介してグラウンド導体に接続されていることにより、無給電素子における電流分布の偏りを抑制することができる。その結果、アンテナ間のアイソレーションをさらに大きくすることができる。

[0045] [実施の形態 3]

実施の形態 1 および実施の形態 2 においては、アンテナ装置が 1 つのループ部を備える場合について説明した。本発明に係るアンテナ装置は、複数のループ部を備えていてもよい。実施の形態 3 においては、アンテナ装置が 2 つのループ部を備え、アンテナ毎にループ部が配置される場合について説明する。

[0046] 図 8 は、実施の形態 3 に係るアンテナ装置 3 の等価回路図の一例を示す図である。図 8 に示されるアンテナ装置 3 においては、図 5 に示されるアンテナ装置 2 の構成にループ部 L P 2 2 が追加されている。ループ部 L P 2 2 以外の構成についてはアンテナ装置 2 と同様であるため、当該構成の説明を繰り返さない。

[0047] ループ部 L P 2 2 は、無給電素子 P E 2 2 と、リアクタンス素子 R T 2 1 , R T 2 2 とを含む。無給電素子 P E 2 2 の端部 T 2 1 は、リアクタンス素子 R T 2 1 を介してグラウンド導体 G N D 1 に接続されている。無給電素子 P E 2 2 の端部 T 2 2 は、リアクタンス素子 R T 2 2 を介してグラウンド導体 G N D 1 に接続されている。

[0048] リアクタンス素子 R T 2 1 は、接続点 N 2 1 においてグラウンド導体 G N D 1 に接続されている。リアクタンス素子 R T 2 1 は、インダクタ L 2 1 を含む。リアクタンス素子 R T 2 1 は、キャパシタを含んでいてもよい。

[0049] リアクタンス素子 R T 2 2 は、接続点 N 2 2 においてグラウンド導体 G N D 1 に接続されている。リアクタンス素子 R T 2 2 は、インダクタ L 2 2 を含

む。リアクタンス素子 $RT22$ は、キャパシタを含んでいてもよい。

[0050] ループ部 $LP22$ において、無給電素子 $PE22$ 、リアクタンス素子 $RT21$ 、接続点 $N21$ から $N22$ までのグラウンド導体 $GND1$ の部分、およびリアクタンス素子 $RT22$ により、ループ経路が形成されている。ループ部 $LP22$ の共振周波数は、共振周波数 $f2$ である。

[0051] ループ部 $LP22$ とアンテナ $ANT2$ と容量結合は、ループ部 $LP22$ とアンテナ $ANT1$ との容量結合よりも強い。図8において当該大小関係は、無給電素子 $PE22$ とアンテナ $ANT2$ とがキャパシタ $C2$ を介して接続されている一方で、無給電素子 $PE22$ とアンテナ $ANT1$ とはキャパシタを介して接続されていないことによって表現されている。

[0052] 図9は、図8に示されるアンテナ装置3の外観の一例を示す図である。図9に示されるようにループ部 $LP22$ に含まれる無給電素子 $PE21$ 、リアクタンス素子 $RT21$ 、 $RT22$ は、誘電体基板20に配置されている。

[0053] ループ部 $LP22$ とアンテナ $ANT2$ との距離は、ループ部 $LP22$ とアンテナ $ANT1$ との距離よりも小さい。そのため、ループ部 $LP22$ とアンテナ $ANT2$ との容量結合が、ループ部 $LP22$ とアンテナ $ANT1$ との容量結合よりも強い。実施の形態2においては、ループ部 $LP22$ をアンテナ $ANT2$ に近接させているため、ループ部 $LP22$ とアンテナ $ANT1$ の間に誘電体基板を形成する必要がない。そのため、たとえばループ部 $LP22$ とアンテナ $ANT1$ の間に誘電体基板の切り欠き（ノッチ）を形成することができるなど、誘電体基板の設計の自由度を高くすることができる。

[0054] 図10は、図8に示されるアンテナ装置3のアイソレーション特性 $IS3$ 、および図5に示されるアンテナ装置2のアイソレーション特性 $IS2$ を併せて示す図である。図10に示されるアイソレーション特性 $IS2$ は、図7に示されるアイソレーション特性 $IS2$ と同様である。図10に示される2000～3000MHzの周波数帯においては、アイソレーション特性 $IS3$ の方がアイソレーション特性 $IS2$ よりも減衰量の絶対値が大きい。アイソレーション特性 $IS3$ は、ループ部 $LP22$ の共振周波数 $f2$ において減

衰量の絶対値が最も大きくなっている。

[0055] アンテナ装置 3 は 2 つのループ部 L P 1 2, L P 2 2 を備えているため、アンテナ A N T 1 あるいは A N T 2 で受信された信号は、ループ部 L P 1 2 に伝達されたときに当該信号のエネルギーがループ部 L P 1 2 において消費されるとともに、ループ部 L P 2 2 に伝達されたときにもループ部 L P 2 2 において当該信号のエネルギーが消費される。その結果、アイソレーション特性 I S 3 の方がアイソレーション特性 I S 2 よりも減衰量の絶対値が大きくなり、アンテナ A N T 1 と A N T 2 との間のアイソレーションをさらに大きくすることができる。

[0056] 以上、実施の形態 3 に係るアンテナ装置によっても、アンテナ間のアイソレーションを確保するとともに、アンテナ装置を小型化することができる。

[0057] さらに実施の形態 3 に係るアンテナ装置によれば、複数のループ部により、アンテナ間のアイソレーションをさらに大きくすることができる。

[0058] [実施の形態 4]

実施の形態 1 ～実施の形態 3 においては、アンテナ装置が 2 本のアンテナを備える場合について説明した。本発明に係るアンテナ装置は、3 本以上のアンテナを備えていてもよい。実施の形態 4 においては、アンテナ装置が 3 本のアンテナを備える場合について説明する。

[0059] 図 1 1 は、実施の形態 4 に係るアンテナ装置 4 の等価回路図の一例を示す図である。図 1 1 に示されるアンテナ装置 4 においては、図 8 に示されるアンテナ装置 3 の構成にアンテナ A N T 3、ループ部 L P 3 2、および給電点 F P 3 が追加されている。これら以外の構成についてはアンテナ装置 3 と同様であるため、当該構成の説明を繰り返さない。

[0060] アンテナ A N T 3 は、給電点 F P 3 を介してグラウンド導体 G N D 1 に接続されている。ループ部 L P 3 2 は、無給電素子 P E 3 2 と、リアクタンス素子 R T 3 1, R T 3 2 とを含む。無給電素子 P E 3 2 の端部 T 3 1 は、リアクタンス素子 R T 3 1 を介してグラウンド導体 G N D 1 に接続されている。無給電素子 P E 3 2 の端部 T 3 2 は、リアクタンス素子 R T 3 2 を介してグラ

ンド導体GND1に接続されている。

- [0061] リアクタンス素子RT31は、接続点N31においてグラウンド導体GND1に接続されている。リアクタンス素子RT31は、インダクタL31を含む。リアクタンス素子RT31は、キャパシタを含んでいてもよい。
- [0062] リアクタンス素子RT32は、接続点N32においてグラウンド導体GND1に接続されている。リアクタンス素子RT32は、インダクタL32を含む。リアクタンス素子RT32は、キャパシタを含んでいてもよい。
- [0063] ループ部LP32において、無給電素子PE32、リアクタンス素子RT31、接続点N31からN32までのグラウンド導体GND1の部分、およびリアクタンス素子RT32により、ループ経路が形成されている。
- [0064] ループ部LP32とアンテナANT3と容量結合は、ループ部LP32とアンテナANT1との容量結合よりも強く、ループ部LP32とアンテナANT2との容量結合よりも強い。図11において当該大小関係は、無給電素子PE32とアンテナANT3とがキャパシタC3を介して接続されている一方で、無給電素子PE32とアンテナANT1、ANT2とはキャパシタを介して接続されていないことによって表現されている。
- [0065] 図12は、図11に示されるアンテナ装置4の外観の一例を示す図である。図12に示されるように、アンテナANT3、ならびにループ部LP32に含まれる無給電素子PE32、およびリアクタンス素子RT31、RT32は、誘電体基板30に配置されている。
- [0066] ループ部LP32とアンテナANT3との距離は、ループ部LP32とアンテナANT1との距離よりも小さく、ループ部LP32とアンテナANT2との距離よりも小さい。そのため、ループ部LP32とアンテナANT3との容量結合が、ループ部LP32とアンテナANT1との容量結合よりも強く、ループ部LP32とアンテナANT2との容量結合よりも強い。実施の形態4においては、ループ部LP32をアンテナANT3に近接させることにより、ループ部LP32とアンテナANT1の間およびループ部LP32とアンテナANT2との間に誘電体基板を形成する必要がない。そのた

め、たとえばループ部 L P 3 2 とアンテナ A N T 1 との間およびループ部 L P 3 2 とアンテナ A N T 2 との間に誘電体基板の切り欠きを形成するなど、誘電体基板の設計の自由度を高くすることができる。

[0067] 実施の形態 4 においては、3つのアンテナ毎にループ部が配置されている場合について説明した。3本のアンテナ毎にループ部が配置されている必要はなく、無給電素子の少なくとも一方端がリアクタンス素子を介してグラウンド導体に接続されているループ部が1つあれば、どのような構成であってもよい。たとえば図 1 3 に示される実施の形態 4 の変形例 1 に係るアンテナ装置 4 A（アンテナ A N T 2 に対応するループ部がない場合）および図 1 4 に示される実施の形態 4 の変形例 2 に係るアンテナ装置 4 B（アンテナ A N T 3 に対応するループ部がない場合）のように、3本のアンテナのうち1本のアンテナに対応するループ部がない構成であってもよい。あるいは、図 1 5 に示される実施の形態 4 の変形例 3 に係るアンテナ装置 4 C（アンテナ A N T 2 およびアンテナ A N T 3 に対応するループ部がない場合）のように、3本のアンテナのうち2本のアンテナに対応するループ部がない構成であってもよい。

[0068] 以上、実施の形態 4 および実施の形態 4 の変形例 1 ～変形例 3 に係るアンテナ装置によっても、アンテナ間のアイソレーションを確保するとともに、アンテナ装置を小型化することができる。

[0069] 今回開示された各実施の形態は、矛盾しない範囲で適宜組み合わせて実施することも予定されている。今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0070] 1 ～ 4, 1 A, 4 A ～ 4 C アンテナ装置、1 0, 2 0, 3 0 誘電体基板、A N T 1 ～ A N T 3 アンテナ、B P 1 ～ B P 5 屈曲部、C 1 ～ C 3 キャパシタ、F L 1 給電線、F P 1 ～ F P 3 給電点、G N D 1 グラ

ンド導体、 L_{11} , L_{12} , L_{21} , L_{22} , L_{31} , L_{32} インダクタ、 LP_{11} , LP_{12} , LP_{22} , LP_{32} ループ部、 ML_1 本体部、 PE_1 , PE_{11} , PE_{12} , PE_{21} , PE_{22} , PE_{32} 無給電素子、 PT_1 , PT_2 部分、 RT_{11} , RT_{12} , RT_{21} , RT_{22} , RT_{31} , RT_{32} リアクタンス素子、 SL_1 短絡線。

請求の範囲

- [請求項1] グランド導体と、
 前記グランド導体に電氣的に接続された第1アンテナおよび第2アンテナと、
 第1無給電素子と第1リアクタンス素子とを含む第1ループ部とを備え、
 前記第1無給電素子は、前記第1無給電素子の一方端が前記グランド導体に電氣的に接続されているとともに、前記第1無給電素子の他方端が前記第1リアクタンス素子を介して前記グランド導体に接続されている、アンテナ装置。
- [請求項2] 前記第1ループ部と前記第1アンテナとの距離は、前記第1ループ部と前記第2アンテナとの距離よりも小さい、請求項1に記載のアンテナ装置。
- [請求項3] 前記第1ループ部は、前記第1アンテナに近接している、請求項2に記載のアンテナ装置。
- [請求項4] 前記第1リアクタンス素子は、インダクタを有する、請求項1～請求項3のいずれか1項に記載のアンテナ装置。
- [請求項5] 前記グランド導体は、第1方向に伸び、
 前記第1無給電素子は、前記第1方向と直交する第2方向に伸び、前記第2方向から前記第1方向に屈曲している屈曲部を有する、請求項1～請求項4のいずれか1項に記載のアンテナ装置。
- [請求項6] 前記第1アンテナは、前記第2方向から前記第1方向に屈曲するモノポールアンテナである、請求項5に記載のアンテナ装置。
- [請求項7] 前記第1無給電素子は、前記第1方向に沿う第1部分および第2部分を含み、
 前記第1部分は、前記第1アンテナの前記第1方向に沿う特定部分と前記グランド導体との間に配置され、
 前記第2部分と前記グランド導体との距離は、前記第1部分と前記

グラウンド導体との距離より大きい、請求項 6 に記載のアンテナ装置。

[請求項 8] 前記特定部分を前記グラウンド導体に接続する短絡導体をさらに備える、請求項 7 に記載のアンテナ装置。

[請求項 9] 前記第 1 ループ部は、第 2 リアクタンス素子をさらに含み、
前記第 1 無給電素子の前記一方端は、前記第 2 リアクタンス素子を介して前記グラウンド導体に接続されている、請求項 1 ～請求項 8 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

[請求項 10] 第 2 ループ部をさらに備え、
前記第 2 ループ部と前記第 2 アンテナとの距離は、前記第 2 ループ部と前記第 1 アンテナとの距離よりも小さい、請求項 1 ～請求項 9 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置。

[請求項 11] 前記第 2 ループ部は、前記第 2 アンテナに近接している、請求項 10 に記載のアンテナ装置。

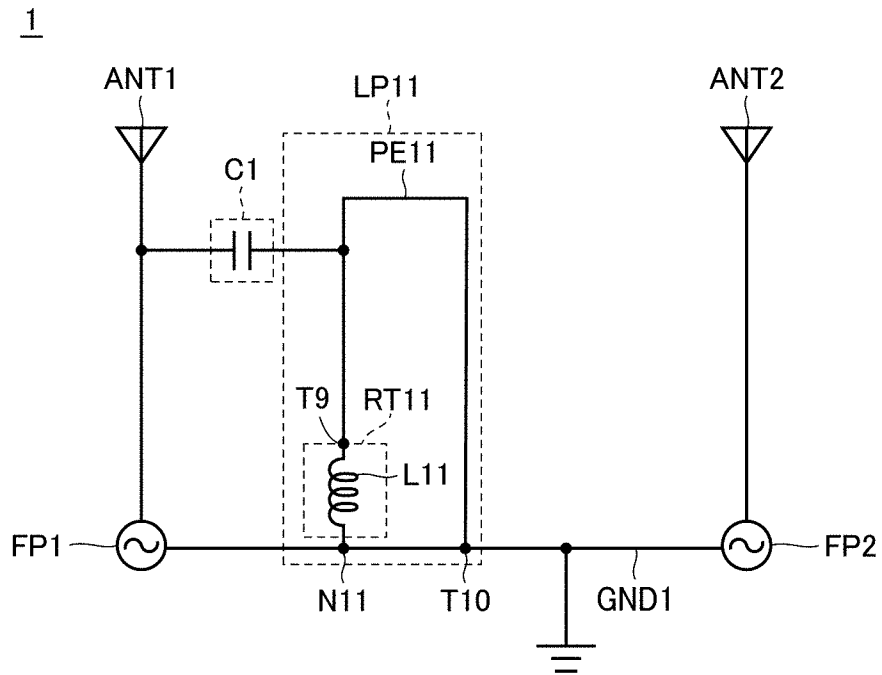
[請求項 12] 前記グラウンド導体に電氣的に接続された第 3 アンテナをさらに備え、
前記第 1 ループ部と前記第 1 アンテナとの距離は、前記第 1 ループ部と前記第 3 アンテナとの距離よりも小さく、
前記第 2 ループ部と前記第 2 アンテナとの距離は、前記第 2 ループ部と前記第 3 アンテナとの距離よりも小さい、請求項 10 または請求項 11 に記載のアンテナ装置。

[請求項 13] 第 3 ループ部をさらに備え、
前記第 3 ループ部と前記第 3 アンテナとの距離は、前記第 3 ループ部と前記第 1 アンテナとの距離よりも小さく、前記第 3 ループ部と前記第 2 アンテナとの距離よりも小さい、請求項 12 に記載のアンテナ装置。

[請求項 14] 前記第 3 ループ部は、前記第 3 アンテナに近接している、請求項 13 に記載のアンテナ装置。

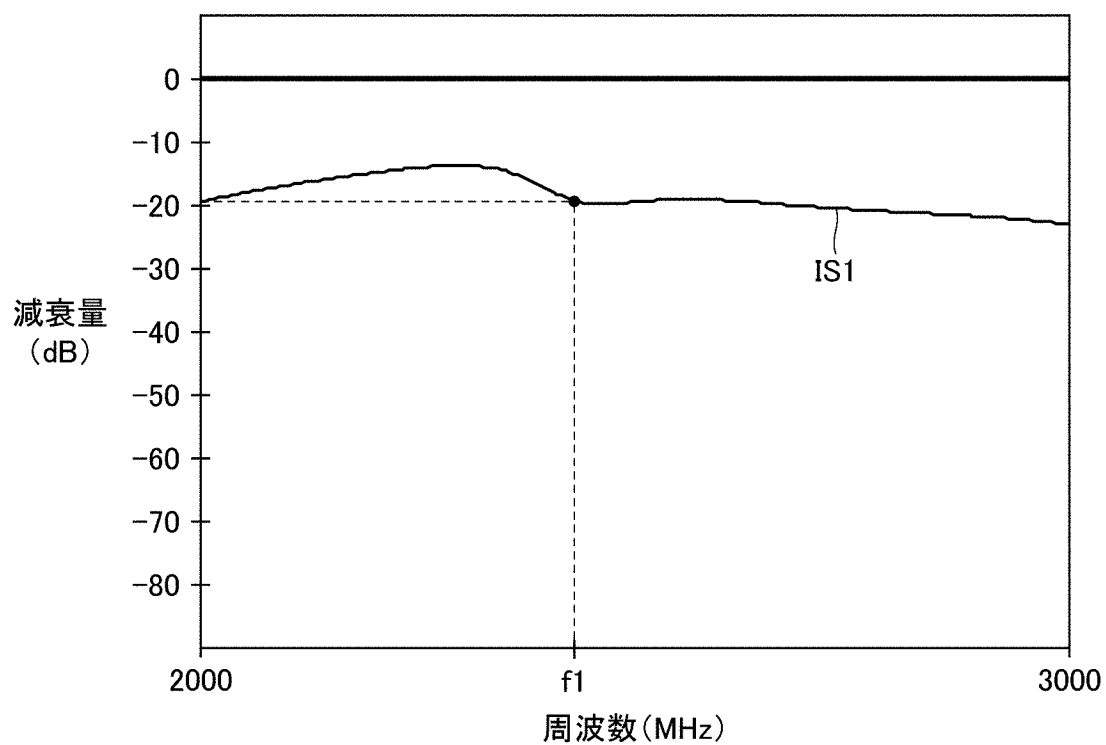
[図1]

FIG.1



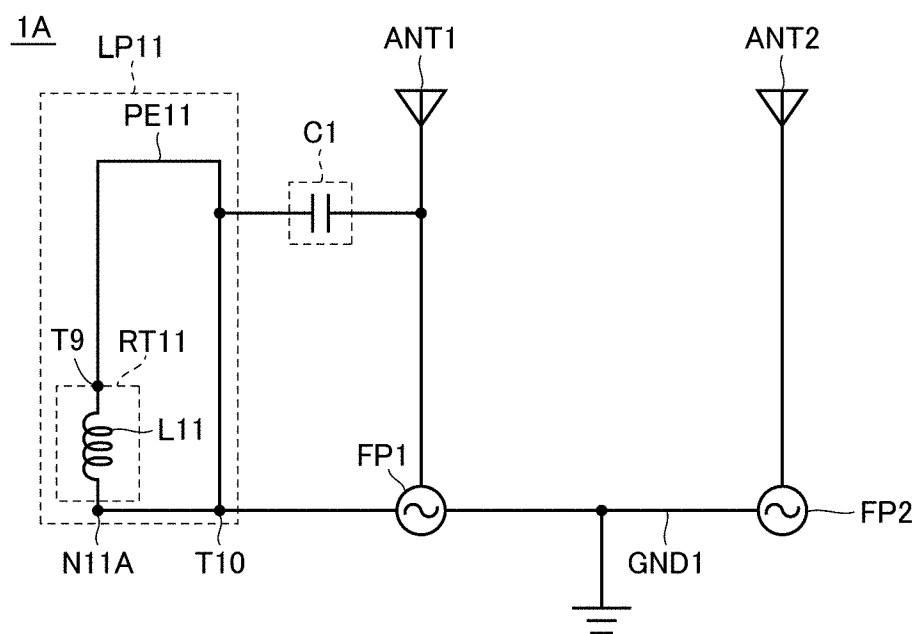
[図3]

FIG.3



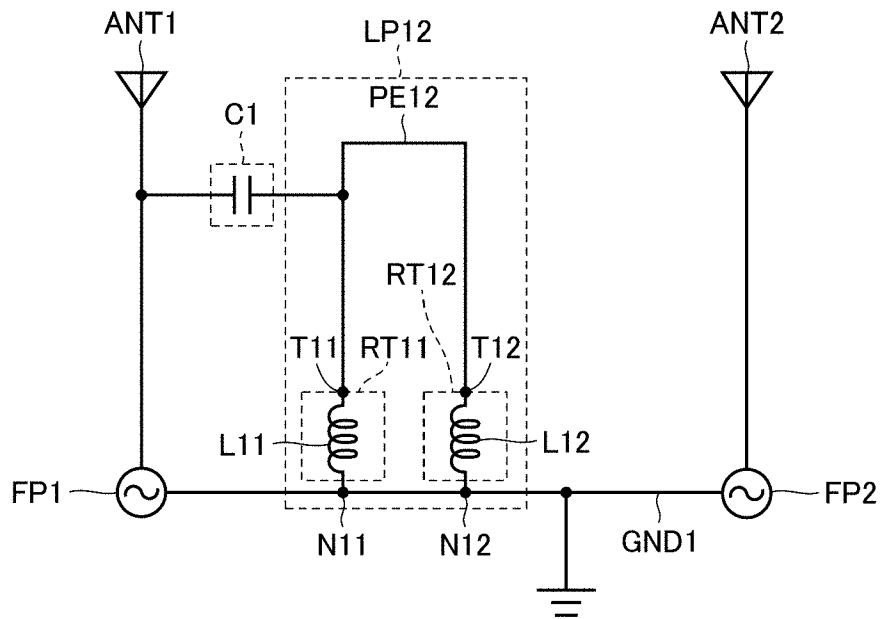
[図4]

FIG.4



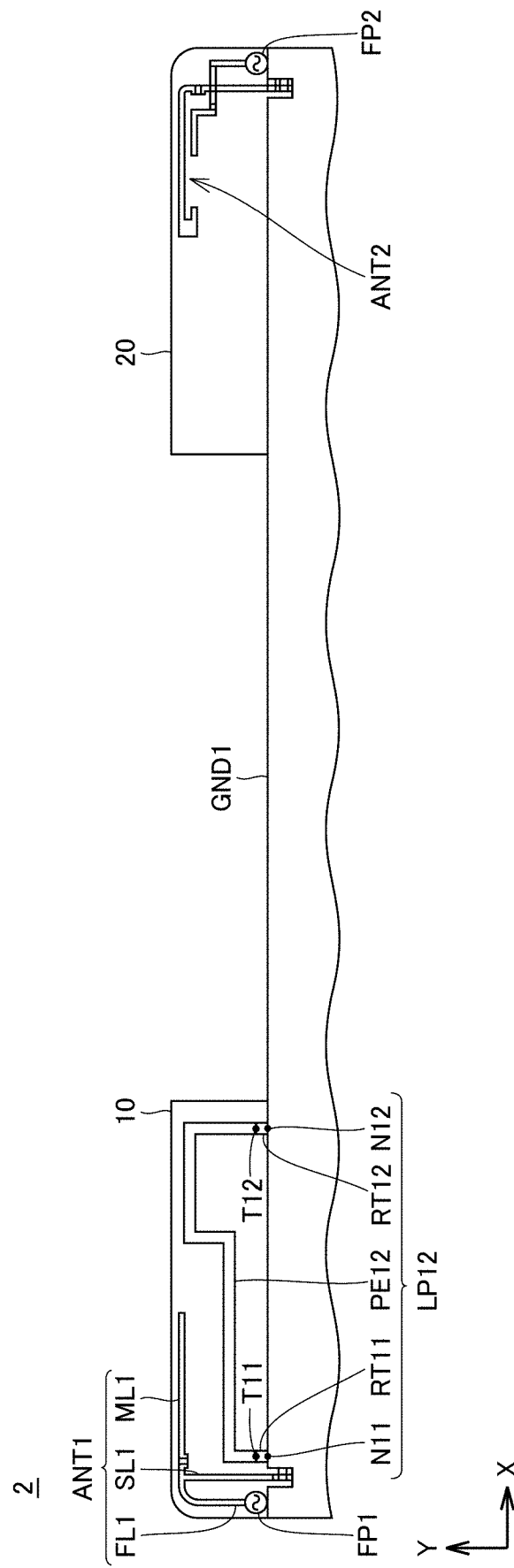
[図5]

FIG.5

2

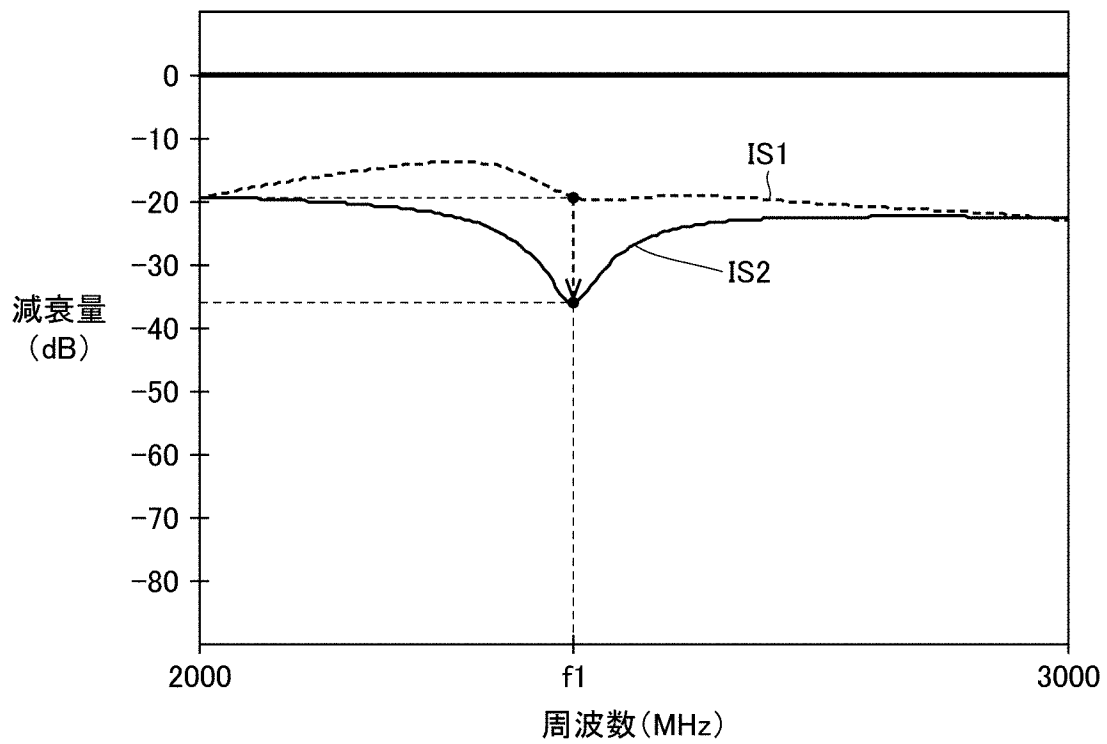
[図6]

FIG.6



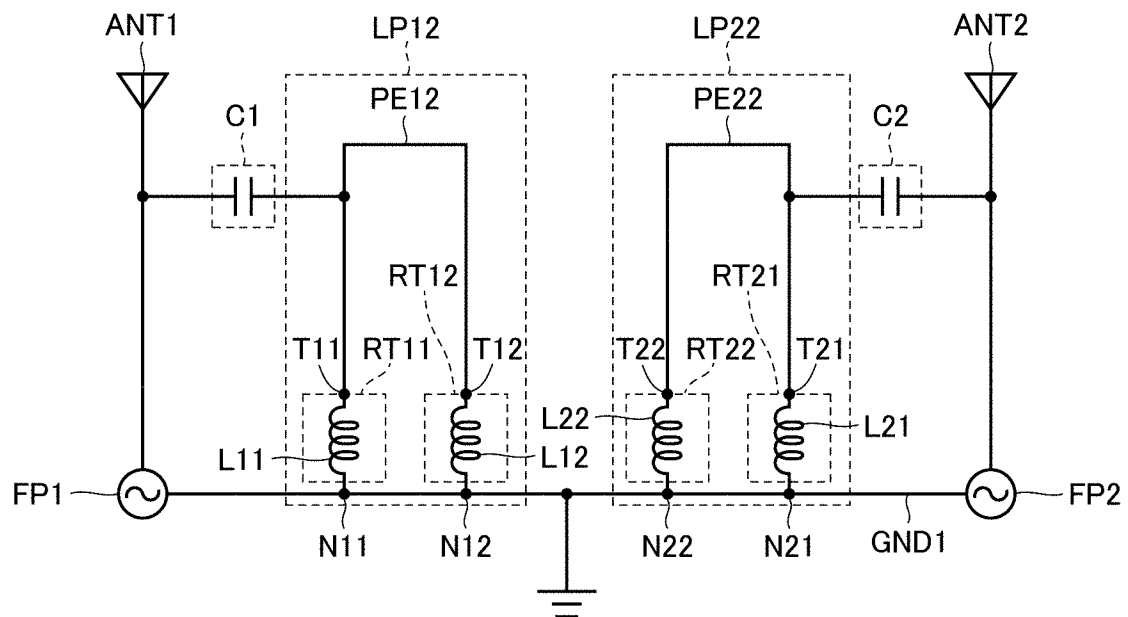
[図7]

FIG.7



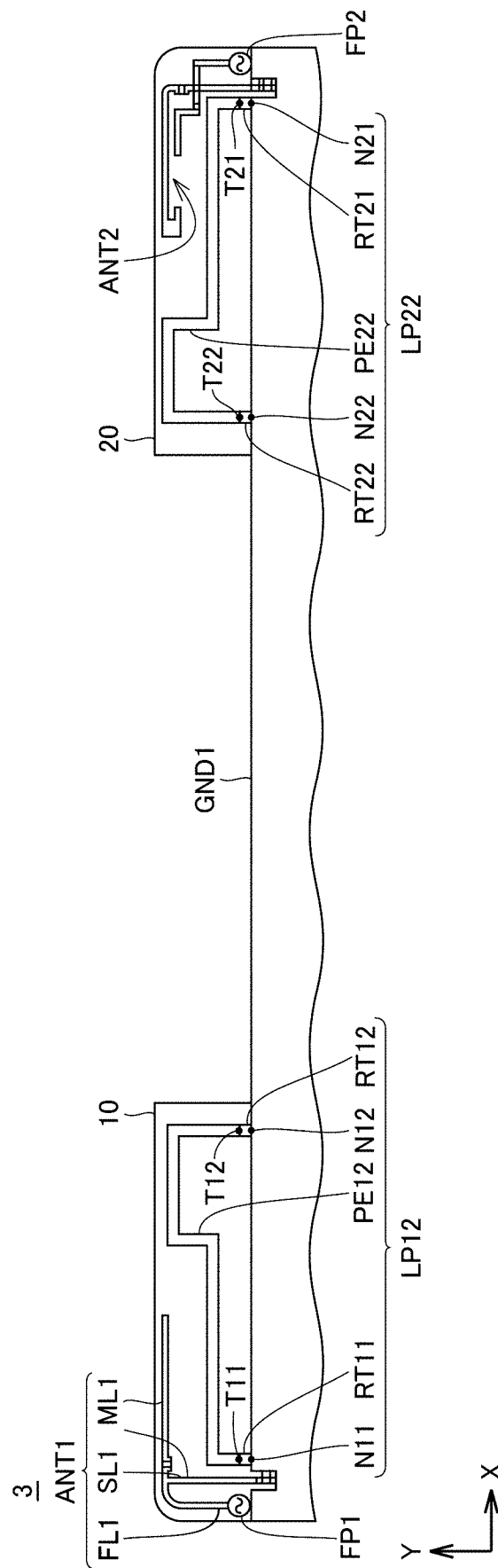
[図8]

FIG.8

3

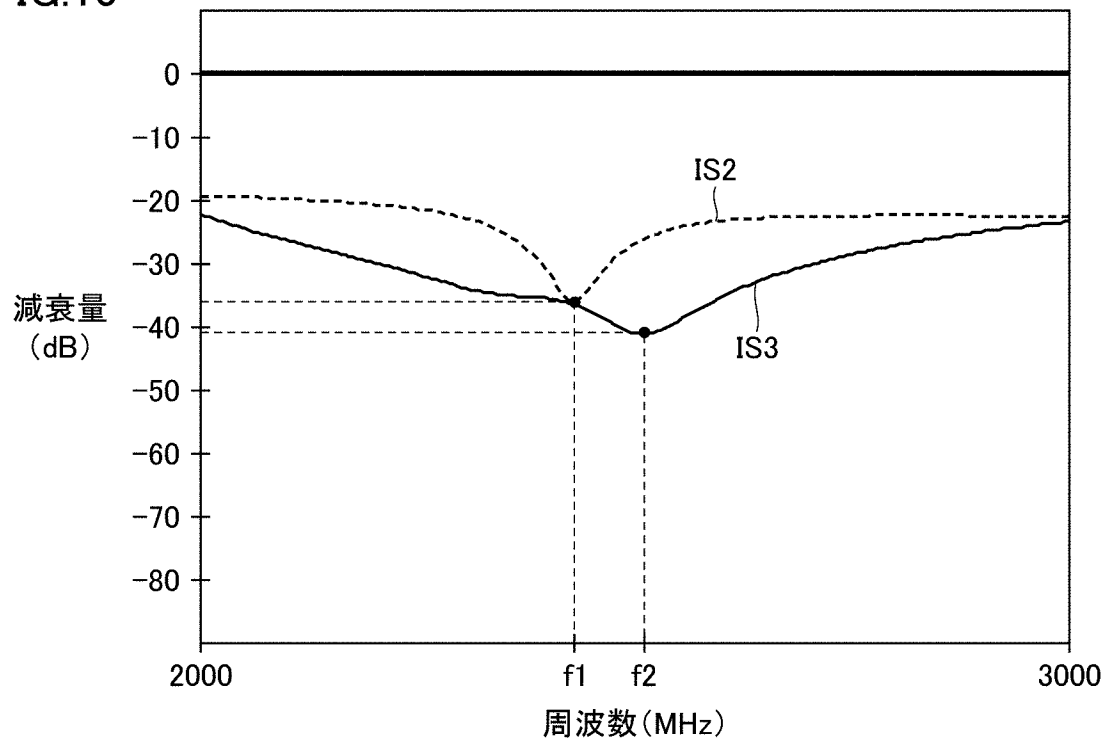
[図9]

FIG.9



[図10]

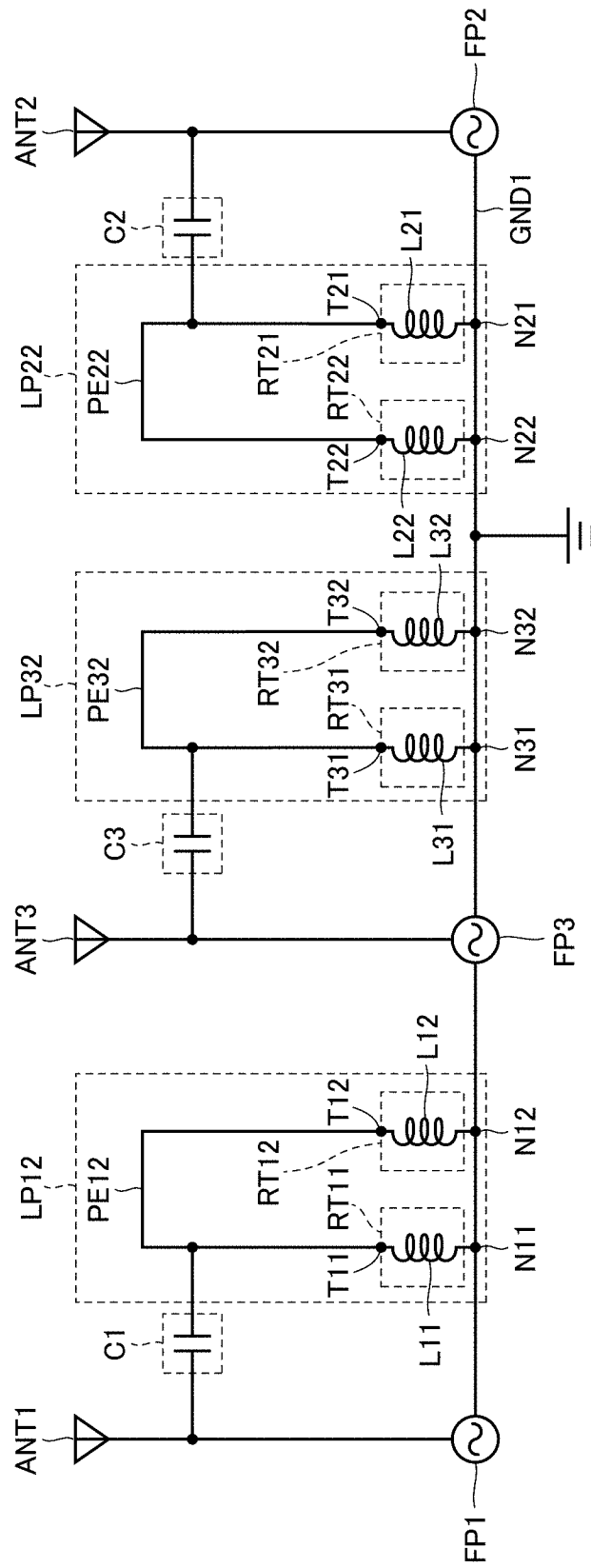
FIG.10



[図11]

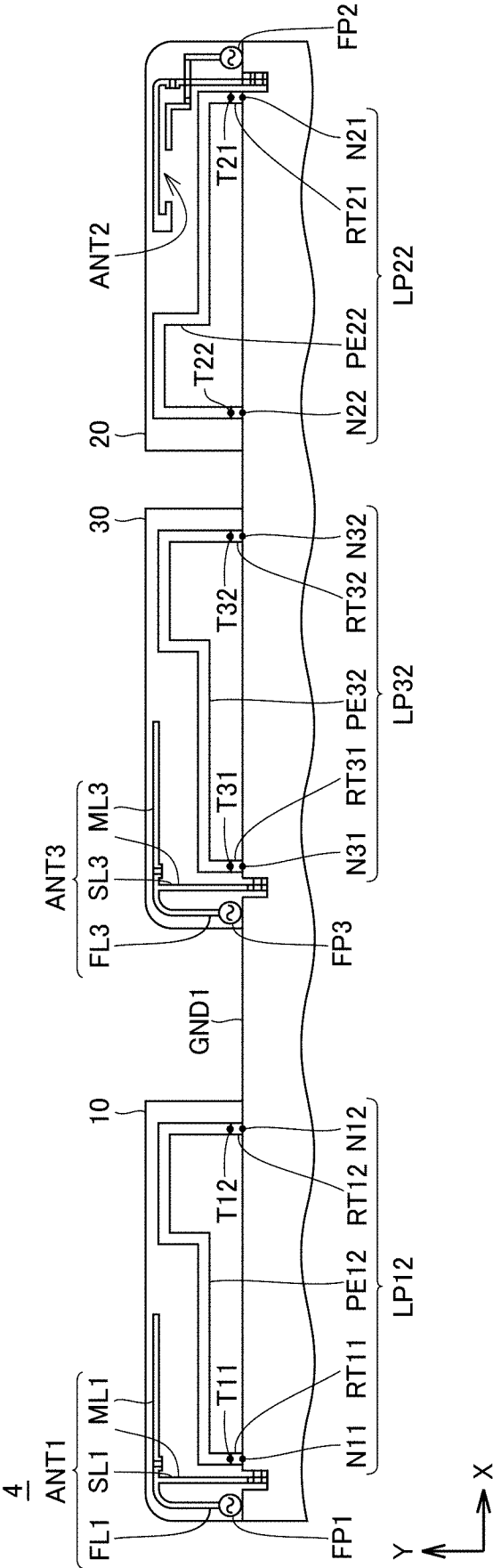
FIG.11

4



[図12]

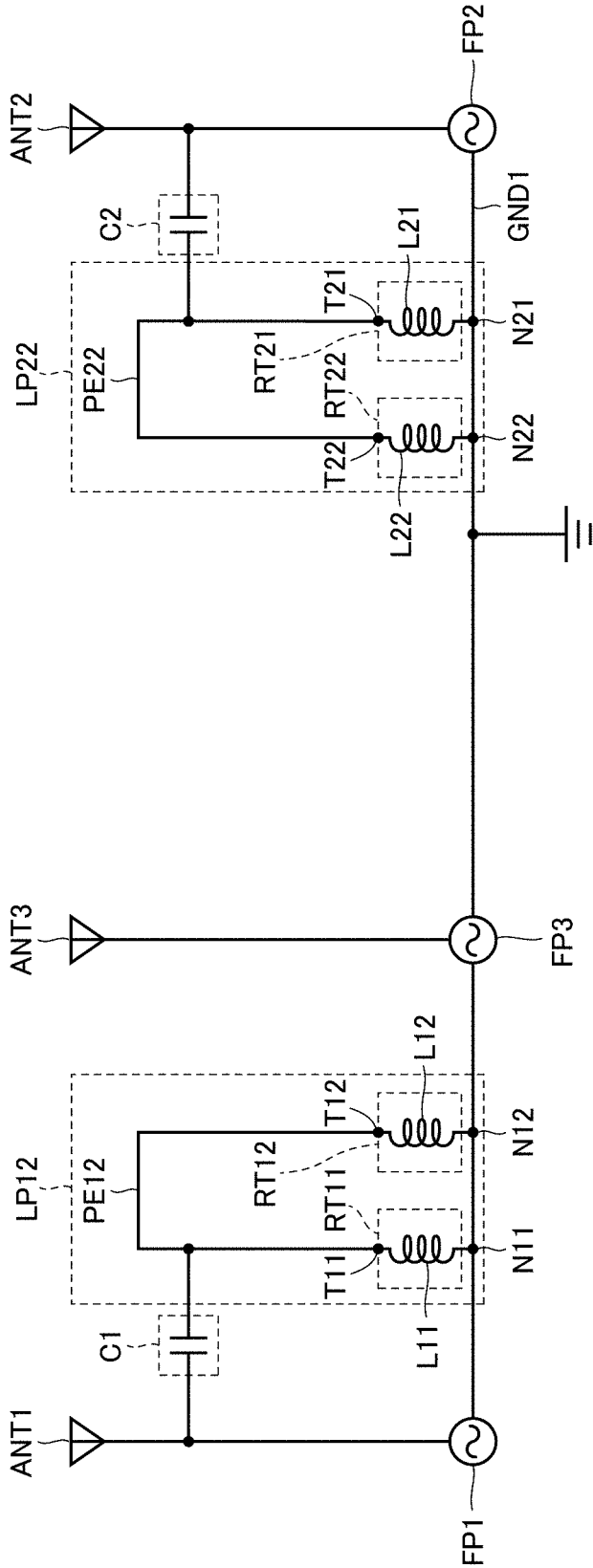
FIG.12



[図13]

FIG.13

4A



[図14]

FIG.14

4B

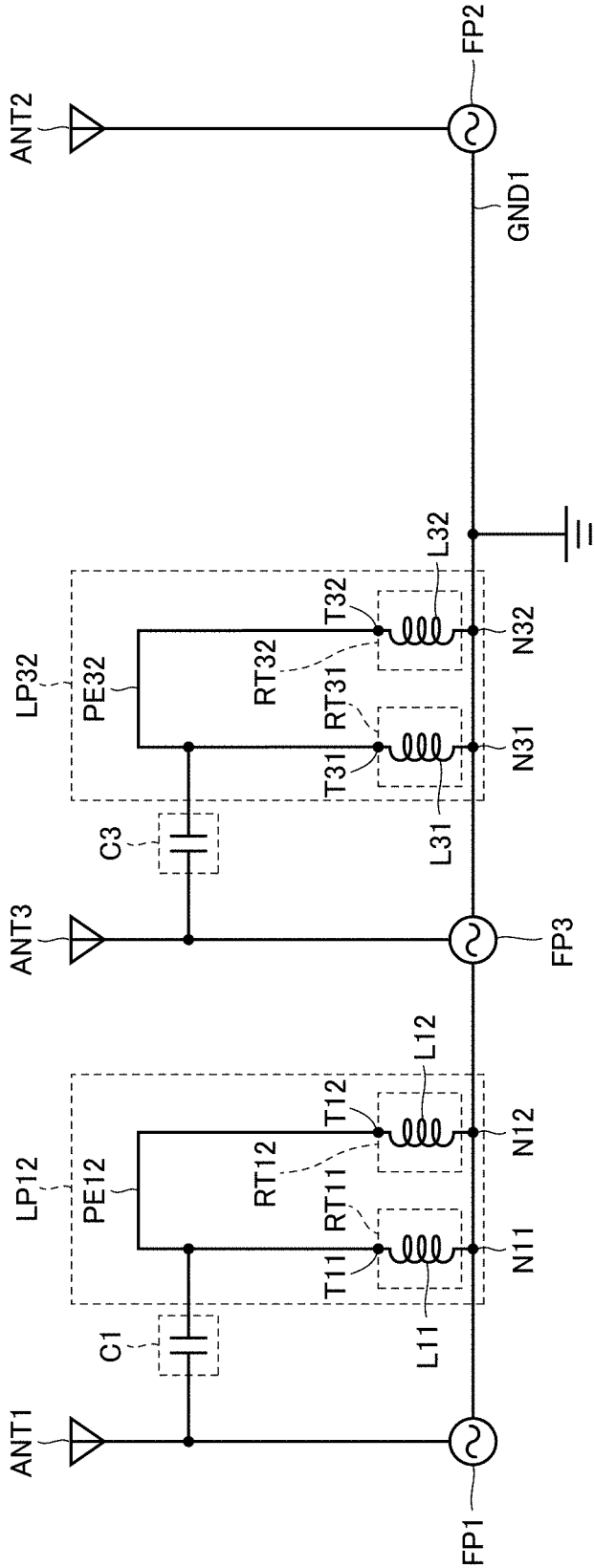
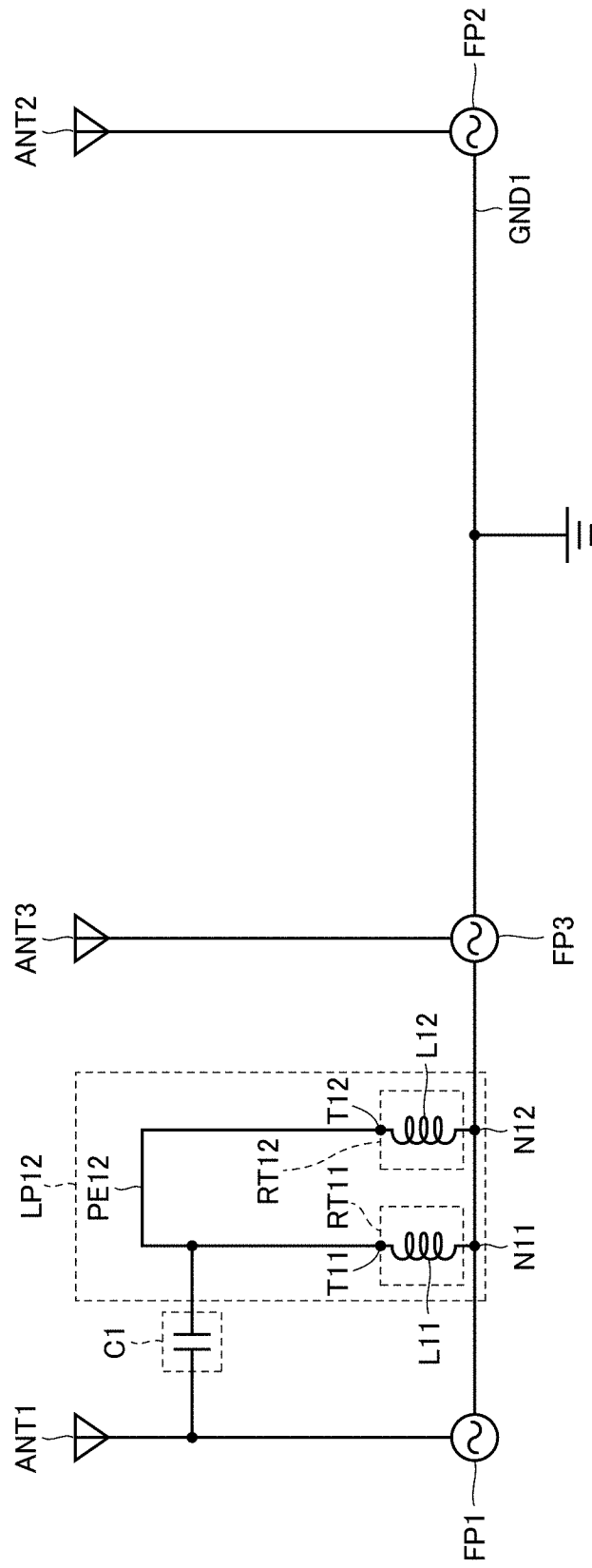


FIG. 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/041650

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01Q21/28 (2006.01) i, H01Q1/52 (2006.01) i, H01Q9/04 (2006.01) i, H01Q9/42 (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)

Int.Cl. H01Q21/28, H01Q1/52, H01Q9/04, H01Q9/42

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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.
A	JP 2005-252406 A (ATR ADVANCED TELECOMM RES INST) 15 September 2005 & US 2005/0190110 A1	1-14
A	JP 09-326632 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 16 December 1997 & FR 2749438 A1 & DE 19720773 A1 & US 5966097 A	1-14
A	JP 2005-198245 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 21 July 2005 & CN 1627558 A & US 2005/0128162 A1 & DE 102004059648 A1	1-14



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

23 January 2018

Date of mailing of the international search report

30 January 2018

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/041650

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-295002 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.; INTELLIGENT COSMOS RESEARCH INSTITUTE) 20 October 2005 (Family: none)	1-14
A	WO 2008/105126 A1 (NEC CORPORATION) 04 September 2008 & EP 2117075 A1 & CN 101652898 A & US 2010/0117922 A1	1-14
A	JP 2011-049864 A (NTT DOCOMO, INC.; YOKOHAMA NATIONAL UNIVERSITY) 10 March 2011 (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01Q21/28(2006.01)i, H01Q1/52(2006.01)i, H01Q9/04(2006.01)i, H01Q9/42(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01Q21/28, H01Q1/52, H01Q9/04, H01Q9/42

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2005-252406 A（株式会社国際電気通信基礎技術研究所） 2005.09.15 & US 2005/0190110 A1	1 - 14
A	JP 09-326632 A（三菱電機株式会社）1997.12.16 & FR 2749438 A1 & DE 19720773 A1 & US 5966097 A	1 - 14
A	JP 2005-198245 A（松下電器産業株式会社）2005.07.21 & CN 1627558 A & US 2005/0128162 A1 & DE 102004059648 A1	1 - 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

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

23.01.2018

国際調査報告の発送日

30.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 当秀

5 K

3784

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 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
A	JP 2005-295002 A (松下電器産業株式会社, 株式会社インテリジェント・コスモス研究機構) 2005. 10. 20 (ファミリーなし)	1 - 14
A	WO 2008/105126 A1 (日本電気株式会社) 2008. 09. 04 & EP 2117075 A1 & CN 101652898 A & US 2010/0117922 A1	1 - 14
A	JP 2011-049864 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ, 国立大学法人横浜国立大学) 2011. 03. 10 (ファミリーなし)	1 - 14