

(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 12 月 8 日(08.12.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/194470 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 1/00 (2006.01) H04B 1/52 (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061344
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 7 日(07.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-111055 2015 年 6 月 1 日(01.06.2015) 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 〇 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 尾仲健吾(ONAKA, Kengo); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 黒田克人(KURODA, Katsuhito); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 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 3 4 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: FRONT-END CIRCUIT, ANTENNA CIRCUIT AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: フロントエンド回路、アンテナ回路および通信装置

Fig.1

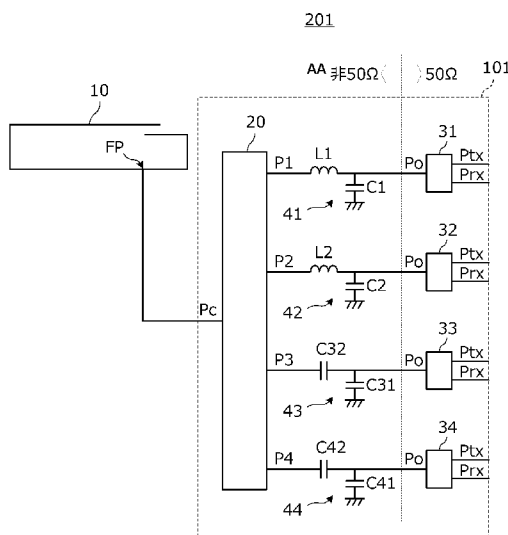


FIG. 1:
AA Non-50 Ω

(57) Abstract: A front-end circuit is provided with: a band switching unit (20) which is directly or indirectly connected to an antenna (10), and switches connection to a frequency band for transmission and reception among a plurality of frequency bands; a plurality of separators (31-34) which separate a transmission signal and a reception signal in each of the frequency bands; and an antenna matching circuit (41-44), wherein the antenna matching circuit (41-44) is disposed between at least one or more separators among the plurality of separators (31-34) and the band switching unit (20). For example, the antenna matching circuit (41-44) includes a reactance element (L1, L2, C32, C42) connected in series to a circuit connecting the band switching unit (20) and the separators (31-34) and a reactance element (C1, C2, C31, C41) connected in shunt thereto.

(57) 要約: アンテナ (10) に直接的または間接的に接続され、複数の周波数帯のうち送受信する周波数帯に接続を切り替える Band 切替え部 (20) と、各周波数帯における送信信号と受信信号とを分波する複数の分波器 (31~34) と、アンテナ整合回路 (41~44) と、を備え、アンテナ整合回路 (41~44) は、複数の分波器 (31~34) のうち少なくとも 1 以上の分波器と Band 切替え部 (20) との間に配置されている。例えば、アンテナ整合回路 (41~44) は、Band 切替え部 (20) と分波器 (31~34) とを結ぶ回路に直列接続されたリアクタンス素子 (L1, L2, C32, C42) および並列接続されたリアクタンス素子 (C1, C2, C31, C41) を含む。

明 細 書

発明の名称：フロントエンド回路、アンテナ回路および通信装置 技術分野

[0001] 本発明は、無線通信装置等において、一つのアンテナを、複数のバンドでの送受信に共用するフロントエンド回路、そのフロントエンド回路を備えるアンテナ回路および通信装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば携帯電子機器に設けられる、マルチバンド対応のアンテナ回路は、特許文献 1 に示されるように、アンテナと、そのアンテナに接続されるフロントエンド回路で構成される。

[0003] 従来、フロントエンド回路には、アンテナを各バンドに対応させるために、例えば図 15 に示すように、アンテナ 10 の直下にアンテナチューナ 80 が接続されることが多い。図 15 に示す例では、アンテナチューナ 80 にダイプレクサ 70 が接続され、ダイプレクサ 70 にローバンドの通信回路およびハイバンドの通信回路が接続される。

[0004] 図 16 は、アンテナチューナ 80 を、ダイプレクサ 70 側でシャントに接続される第 1 インダクタと、アンテナ 10 に対して直列（シリーズ）に接続される第 2 インダクタとで構成した場合に、第 2 インダクタのインダクタンスの値を切り替えたときのリターンロス特性を示す図である。このインダクタンスの値を切り替えることによって、2つの周波数帯域でアンテナ整合することができるので、アンテナの性能を発揮することができる。同様にして、リアクタンスを可変させることによって、所定の周波数帯域でアンテナ整合を図ることができる。

[0005] 上記アンテナチューナ 80 におけるリアクタンス素子の切り替えには半導体スイッチが用いられる。また、可変リアクタンス素子としては半導体の可変容量素子が用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第2006／013753号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述のように、従来は、アンテナ整合回路を含むアンテナチューナを、アンテナと、複数のBand（周波数帯）のうち、送受信する周波数帯に接続を切り替えるBand切替え部（スイッチやダイプレクサ等）との間に配置し、該アンテナ整合回路で複数Bandのアンテナ整合を共通化して行っていたが、実際はBand毎に最適なアンテナ整合値は異なる。そのため、Band切替え部の前でアンテナ整合をとった場合、Band毎に最適なアンテナ整合値に対応できないため、Band毎のアンテナ整合の精度が低くなってしまう。

[0008] 一方で、アンテナからアンテナ整合回路までの伝送線路が長くなると、位相が回転するとともにスミスチャート上のインピーダンス軌跡が伸びてしまう。そして、このインピーダンス軌跡が伸びた状態で整合させると、整合される周波数帯域が狭くなってしまう。

[0009] そのため、デュプレクサやダイプレクサ等を含む分波器の後（分波器よりもIC側）で、アンテナ整合をとろうとした場合には、インピーダンス軌跡が伸びた状態で整合させることになり、整合される周波数帯域が狭くなる、という課題がある。

[0010] 本発明の目的は、Band毎のアンテナ整合の精度を高めつつ、整合される周波数帯域を広くとることができるフロントエンド回路、アンテナ回路および通信装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] （1）本発明のフロントエンド回路は、

アンテナに直接的または間接的に接続され、複数の周波数帯のうち、送受信する周波数帯に接続を切り替える、Band切替え部と、

前記複数の周波数帯のうち各周波数帯における送信信号と受信信号とを分波する、複数の分波器と、

アンテナ整合回路と、

を備え、

前記アンテナ整合回路は、前記複数の分波器のうち少なくとも 1 以上の分波器と前記 B a n d 切替え部との間に配置されている、ことを特徴とする。

[0012] 上記構成によれば、アンテナ直下にアンテナチューナが無いことで歪が発生せず、アンテナの性能が向上する。また、スイッチの個別ポート毎に、すなわちデュプレクサ毎、バンド毎に整合されるので、整合の精度が高まる。さらに、各バンドの整合回路はスイッチで分離されるので、他のバンドの整合回路のことを考慮する必要がなく、他バンドの影響を受けることもない。

[0013] (2) 上記 (1) において、前記アンテナ整合回路は、前記複数の分波器よりも前記 B a n d 切替え部側に接続されていることが好ましい。これにより、アンテナからアンテナ整合回路までの伝送線路での位相回転が抑制され、アンテナ整合回路による整合の精度が高まる。

[0014] (3) 上記 (1) において、前記アンテナ整合回路は、前記 B a n d 切替え部に直接接続されていることが好ましい。これにより、伝送線路に不要な寄生成分が生じることがなく、アンテナ整合回路による整合の精度が高まる。

[0015] (4) 上記 (1) から (3) のいずれかにおいて、前記アンテナ整合回路は、例えば、前記 B a n d 切替え部と前記分波器とを結ぶ回路に直列接続されたりアクタンス素子と並列接続されたりアクタンス素子とを含む。この構成により、少ない素子数でアンテナ整合が構成される。

[0016] (5) 上記 (1) から (4) のいずれかにおいて、前記アンテナと前記 B a n d 切替え部との間の伝送線路の長さが 0. 05 波長以下であることが好ましい。

[0017] アンテナからアンテナ整合回路までの伝送線路が長くなると、位相が回転するとともにスミスチャート上のインピーダンス軌跡が伸びる。そして、このインピーダンス軌跡が伸びた状態で整合させると、整合される周波数帯域

が狭くなる。そこで、上記の構成によれば、アンテナからアンテナ整合回路までの伝送線路長が0.05波長以下と短いので、整合される周波数帯域を広くとることができる。

[0018] (6) 上記(1)から(5)のいずれかにおいて、前記アンテナと前記Band切替え部との間には、半導体を主成分とするアンテナチューナおよび受動素子を含むアンテナチューナが配置されていないことが重要である。このことにより、アンテナチューナによる歪の発生が無く、アンテナの性能が向上する。

[0019] (7) 上記(1)から(6)のいずれかにおいて、前記アンテナと前記Band切替え部との間には、伝送線路または受動素子のみで構成される回路が配置されていることが好ましい。これにより、アンテナとBand切替え部との間の回路での歪みの発生が無く、アンテナの性能が向上する。

[0020] (8) 上記(1)から(7)のいずれかにおいて、前記アンテナ整合回路は、前記すべての分波器と前記Band切替え部との間にそれぞれ挿入されていけば、バンド毎にアンテナ性能を的確にとることができる。

[0021] (9) 上記(1)から(7)にいずれかにおいて、前記アンテナ整合回路は、前記複数の分波器のうち低周波数帯における送信信号と受信信号とを分波する分波器と、前記Band切替え部との間にのみ挿入されていけば、品質特性を維持させながら、アンテナ整合回路の数を少なくできる。一般に、アンテナが組み込まれる電子機器の小型化に伴い、アンテナはその共振モードの波長よりも短く設計されるので、ハイバンドに比べてローバンドでの放射抵抗は低い。すなわち、ハイバンドはローバンドと比較して整合回路を設ける必要性が小さい。そのため、ローバンドにのみアンテナ整合回路を設けることで、品質特性を維持させながら、アンテナ整合回路の数を少なくできる。

[0022] (10) 上記(9)において、前記低周波数帯とは、例えば1GHz以下の周波数帯である。

[0023] (11) 上記(1)から(10)のいずれかにおいて、前記分波器の送信信

号ポートに接続されたパワーアンプを更に備えることが好ましい。これにより、部品点数が削減される。

[0024] (12) 本発明のアンテナ回路は、上記(1)から(11)のいずれかに記載のフロントエンド回路と当該フロントエンド回路に接続されたアンテナとで構成される。

[0025] (13) 本発明の通信装置は上記(1)から(11)のいずれかに記載のフロントエンド回路と当該フロントエンド回路に接続されたアンテナ、および前記分波器に接続された通信回路を備える。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、アンテナ整合回路をBand切替え部と分波器との間に配置することで、Band毎のアンテナ整合の精度を高めることができる。さらに、上記配置によって、アンテナからアンテナ整合回路までの伝送線路を短くできるので、分波器よりもIC側でアンテナ整合を取った場合と比べて、整合される周波数帯域を広くとることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は第1の実施形態に係るフロントエンド回路101およびアンテナ回路201の回路図である。

[図2]図2は、図1に示したアンテナ回路201のBand切替え部20が或るポートを選択している状態での等価回路図である。

[図3]図3は、給電回路9からアンテナ10側を視たリターンロスの周波数特性図である。

[図4]図4は第2の実施形態に係るフロントエンド回路102およびアンテナ回路202の回路図である。

[図5]図5は、図2における伝送線路60の線路長を0mmにしたときの、給電回路9からアンテナ10側を視たリターンロスの周波数特性図である。

[図6]図6は、図2における伝送線路60の線路長を35mmにしたときの、給電回路9からアンテナ10側を視たリターンロスの周波数特性図である。

[図7]図7は、図2における伝送線路60の線路長を105mmにしたときの、給

電回路 9 からアンテナ 10 側を視たリターンロスの周波数特性図である。

[図8]図 8 は、バンド 12（中心周波数 727MHz）について、伝送線路 60 の線路長を変化させたときのリターンロスの周波数特性の違いの例を示す図である。

[図9]図 9 は、バンド 12 おいて、伝送線路 60 の線路長が長くなるに伴う帯域幅の減少傾向を示す図である。

[図10]図 10 は第 3 の実施形態に係るフロントエンド回路 103 およびアンテナ回路 203 の回路図である。

[図11]図 11 は第 4 の実施形態に係るフロントエンド回路 104 およびアンテナ回路 204 の回路図である。

[図12]図 12 は第 5 の実施形態に係るフロントエンド回路 105 およびアンテナ回路 205 の回路図である。

[図13]図 13 は第 6 の実施形態に係るアンテナ回路 206 の回路図である。

[図14]図 14 は第 7 の実施形態に係る通信装置 307 のブロック図である。

[図15]図 15 は、アンテナの直下にアンテナチューナが設けられたアンテナ回路の回路図である。

[図16]図 16 は、アンテナチューナ 80 を、ダイプレクサ 70 側でシャントに接続される第 1 インダクタと、アンテナ 10 に対してシリーズに接続される第 2 インダクタとで構成された場合に、第 2 インダクタのインダクタンスを切り替えたときのリターンロス特性を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] 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は同一符号を付している。要点の説明または理解の容易性を考慮して、便宜上実施形態を分けて示すが、異なる実施形態で示した構成の部分的な置換または組み合わせが可能である。第 2 の実施形態以降では第 1 の実施形態と共通の事柄についての記述を省略し、異なる点についてのみ説明する。特に、同様の構成による同様の作用効果については実施形態毎には逐次言及しない。

[0029] 《第１の実施形態》

図１は第１の実施形態に係るフロントエンド回路１０１およびアンテナ回路２０１の回路図である。アンテナ回路２０１はフロントエンド回路１０１とアンテナ１０とで構成される。

[0030] フロントエンド回路１０１は、Ｂａｎｄ切替え部２０、分波器３１，３２，３３，３４、およびアンテナ整合回路４１，４２，４３，４４を備える。Ｂａｎｄ切替え部２０はアンテナ１０が接続される共通ポートＰｃと、複数の個別ポートＰ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４とを有する。Ｂａｎｄ切替え部２０は、スイッチ、ダイプレクサ等である。Ｂａｎｄ切替え部２０は、複数の分波器３１，３２，３３，３４との接続を切り替え、所定の周波数帯域を選択する。分波器３１，３２，３３，３４は、送受信信号ポートＰｏと、送信信号ポートＰｔｘおよび受信信号ポートＰｒｘを有し、送信信号と受信信号とをそれぞれ分波する。分波器３１，３２，３３，３４は、例えばバンドパスフィルタ、ハイパスフィルタ、ローパスフィルタ等のフィルタの組み合わせによるデュプレクサやダイプレクサ等である。

[0031] アンテナ整合回路４１，４２，４３，４４は、Ｂａｎｄ切替え部２０の個別ポートＰ１，Ｐ２，Ｐ３，Ｐ４と分波器３１，３２，３３，３４の送受信信号ポートＰｏとの間にそれぞれ挿入されている。なお、アンテナ整合回路４１，４２，４３，４４は、Ｂａｎｄ切替え部２０と直接接続されていてもよい。この場合は、後述するように、アンテナからアンテナ整合回路までの伝送線路が更に短くなるため、アンテナ特性がより向上する。

[0032] アンテナ１０は、両端が折り返されて、その両端部が近接するＴ字型の放射素子であり、給電点ＦＰに給電される。

[0033] そして、アンテナ１０とＢａｎｄ切替え部２０との間には、半導体を信号伝搬経路とする半導体素子を含むアンテナチューナは存在せず、伝送線路が配置されている。アンテナチューナが、リアクタンス素子と共に半導体スイッチを備える場合や、半導体の可変容量素子を備える場合、インピーダンスの非線形性に起因する高調波歪みや相互変調歪みが生じる。そのため、例え

ばキャリアアグリゲーションを行う場合には、歪みの周波数成分が、使用する他の受信帯に重なると、受信感度が劣化する等の不具合が発生してしまう。本実施形態によれば、上述のとおり、アンテナ10とBand切替え部20との間には、半導体を信号伝搬経路とする半導体素子を含むアンテナチューナは存在しないので、受信感度が劣化する等の上記不具合が防止される。

[0034] 図2は、図1に示したアンテナ回路201のBand切替え部20が或るポートを選択している状態での等価回路図である。図2においてアンテナ整合回路40は、図1におけるアンテナ整合回路41、42、43、44のうち、Band切替え部20で選択されたアンテナ整合回路を代表的に表したものである。アンテナ整合回路40は、直列（シリーズ）接続されるリアクタンス素子 X_s と並列（シャント）接続されるリアクタンス素子 X_p とで構成される。このアンテナ整合回路40に給電回路9が接続される。また、アンテナ整合回路40とアンテナ10との間に伝送線路60が接続される。この伝送線路60は、図1におけるアンテナ整合回路（41、42、43、44のいずれか）からアンテナ10までの経路に相当する。ここでは、伝送線路60の線路長を70mmとしている。

[0035] 図3は、給電回路9からアンテナ10側を視たリターンロスの周波数特性図である。アンテナ単体のインピーダンスは、シミュレーションで計算した典型的な分岐モノポールの結果を用いて計算している。図3において、特性 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 は、図1に示したBand切替え部20が個別ポート P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 を選択したときの特性である。図1に示したアンテナ整合回路41～44の各リアクタンス素子の値は次のとおりである。

[0036] $L_1 : 2\text{nH}$, $C_1 : 15\text{pF}$

$L_2 : 0.4\text{nH}$, $C_2 : 15\text{pF}$

$C_{32} : 15\text{pF}$, $C_{31} : 8\text{pF}$

$C_{42} : 5\text{pF}$, $C_{41} : 5\text{pF}$

Band切替え部20が個別ポート P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 を選択したときの、特性 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 による使用周波数帯域（バンド）は次の

とおりである。

- [0037] S 1 : 699MHz以上746MHz未満
S 2 : 746MHz以上787MHz未満
S 3 : 824MHz以上894MHz未満
S 4 : 880MHz以上960MHz未満

図3中の三角マーカーは、各バンドの帯域を表す。

- [0038] このようにして、アンテナ整合回路をB a n d切替え部と分波器との間に配置することで、B a n d毎のアンテナ整合の精度を高めることができる。さらに、上記配置によって、アンテナからアンテナ整合回路までの伝送線路を短くできるので、分波器よりもI C側でアンテナ整合を取った場合と比べて、整合される周波数帯域を広くとることができる。

- [0039] また、半導体材料を主成分とするアンテナチューナを、B a n d切替え部20とアンテナ10との間に配置しないことで、インピーダンスの非線形性に起因する高調波歪みや相互変調歪みの問題を低減することができるので、アンテナの性能が向上する。

- [0040] さらに、各バンドの整合回路はB a n d切替え部20で分離されるので、他のバンドの整合回路のことを考慮する必要がなく、他バンドの影響を受けることもない。

- [0041] また、整合回路の部品点数が削減され、周波数可変回路が削減され、伝送線路が短縮化されるので、総放射電力（TRP : Total Radiation Power）や総等方性感度（TIS : Total Isotropic Sensitivity）が向上し、コストが削減され、アンテナ設計時間が短縮化される。

- [0042] 《第2の実施形態》

第2の実施形態では、アンテナとB a n d切替え部の共通ポートとの間の伝送線路の長さがアンテナ整合に与える影響について示す。

- [0043] 図4は第2の実施形態に係るフロントエンド回路102およびアンテナ回路202の回路図である。アンテナ回路202はフロントエンド回路102とアンテナ10とで構成される。本実施形態のアンテナ回路202では、ア

ンテナ整合回路 4 1, 4 2, 4 3, 4 4 それぞれは、直列（シリーズ）接続されるリアクタンス素子 X_{s1} , X_{s2} , X_{s3} , X_{s4} と並列（シャント）接続されるリアクタンス素子 X_{p1} , X_{p2} , X_{p3} , X_{p4} とで構成される。また、アンテナ回路の B a n d 切替え部 2 0 が或るポートを選択している状態での等価回路図は図 2 に示したとおりである。

[0044] 図 5 は、図 2 における伝送線路 6 0 の線路長を 0mm にしたときの、給電回路 9 からアンテナ 1 0 側を視たりターンロスの周波数特性図である。図 5 において、特性 S_1 , S_2 , S_3 , S_4 は、図 4 に示した B a n d 切替え部 2 0 が個別ポート P_1 , P_2 , P_3 , P_4 を選択したときの特性である。図 4 に示したアンテナ整合回路 4 1, 4 2, 4 3, 4 4 の各リアクタンス素子の値は次のとおりである。

[0045] $X_{s1} : 12\text{nH}$, $X_{p1} : 5\text{nH}$
 $X_{s2} : 9\text{nH}$, $X_{p2} : 5\text{nH}$
 $X_{s3} : 3.5\text{nH}$, $X_{p3} : 5\text{nH}$
 $X_{s4} : 0.43\text{nH}$, $X_{p4} : 5\text{nH}$

図 6 は、図 2 における伝送線路 6 0 の線路長を 35mm にしたときの、給電回路 9 からアンテナ 1 0 側を視たりターンロスの周波数特性図である。図 6 において、特性 S_1 , S_2 , S_3 , S_4 は、図 4 に示した B a n d 切替え部 2 0 が個別ポート P_1 , P_2 , P_3 , P_4 を選択したときの特性である。図 4 に示したアンテナ整合回路 4 1, 4 2, 4 3, 4 4 の各リアクタンス素子の値は次のとおりである。

[0046] $X_{s1} : 2.2\text{nH}$, $X_{p1} : 3.4\text{nH}$
 $X_{s2} : 0.8\text{nH}$, $X_{p2} : 3.1\text{nH}$
 $X_{s3} : 3.5\text{nH}$, $X_{p3} : 10\text{pF}$
 $X_{s4} : 1.2\text{nH}$, $X_{p4} : 8\text{pF}$

図 7 は、図 2 における伝送線路 6 0 の線路長を 105mm にしたときの、給電回路 9 からアンテナ 1 0 側を視たりターンロスの周波数特性図である。図 7 において、特性 S_1 , S_2 , S_3 , S_4 は、図 4 に示した B a n d 切替え部 2

0が個別ポートP 1, P 2, P 3, P 4を選択したときの特性である。図4に示したアンテナ整合回路4 1, 4 2, 4 3, 4 4の各リアクタンス素子の値は次のとおりである。

[0047] Xs1 : 11pF , Xp1 : 13pF
Xs2 : 6.5pF , Xp2 : 10.5pF
Xs3 : 1.8pF , Xp3 : 1.8pF
Xs4 : 20nH , Xp4 : 1.2pF

図5、図6、図7において、Band切替え部20が個別ポートP 1, P 2, P 3, P 4を選択したときの、特性S 1, S 2, S 3, S 4による使用周波数帯域（バンド）は、第1の実施形態で示したとおりである。

[0048] 以上に示したとおり、伝送線路の線路長が0mmであるときに、各バンドでアンテナ整合を図ったとき、図5に示すように、各バンドのエッジでのリターンロス概ね-4dB~-5.7dBであり、良好なリターンロスが得られる。伝送線路の線路長が35mmであるときに、各バンドでアンテナ整合を図ったとき、図6に示すように、各バンドのエッジでのリターンロスは-3dB~-4.5dBであり、伝送線路の線路長が105mmであるときに、各バンドでアンテナ整合を図ったとき、図7に示すように、各バンドのエッジでのリターンロスは-2.2dB~-3dBである。すなわち、伝送線路60の線路長が長くなるに従い、各バンドのエッジでのリターンロスは低下する。なお、第1の実施形態で図3に示したように、伝送線路の線路長が70mmであるときの、各バンドのエッジでのリターンロスは-2.5dB~-4dBである。

[0049] 図8は、バンド12（中心周波数727MHz）について、伝送線路60の線路長を変化させたときのリターンロスの周波数特性の違いの例を示す図である。図8に表れているように、リターンロスが-3dBでの帯域幅は、伝送線路60の線路長が長くなるに伴って狭くなる。すなわち、伝送線路60の線路長が長いため、アンテナ整合がとれる周波数帯域が狭帯域化している。

[0050] 図9は、バンド12において、伝送線路60の線路長が長くなるに伴う帯域幅の減少傾向を示す図である。伝送線路60の線路長と-3dBでの帯域値との

関係は次のとおりである。

[0051]

線路長	帯域幅
0	71.5
35	61.0
70	49.2
105	39.7

伝送線路60の長さをx、帯域幅をyで表すと、図9に示す特性ラインは、
 $y = -0.3067x + 71.455$ である。

[0052] 図9に表れているように、伝送線路60の線路長を20mm以下（ここで、伝送線路の波長短縮率は1.00、中心周波数は727MHzであるので、0.05波長以下）にしておけば、帯域幅の劣化は10%以下（伝送線路の長さが0であるときを基準）に抑えられる（ほぼ劣化はないものとみなせる）。すなわち、帯域幅の劣化が10%以下というのは、一般的に、各装置の測定技術の誤差範囲内であるので、この範囲内であれば、ほぼ劣化がないものとみなせる。

[0053] 《第3の実施形態》

第3の実施形態では、第1の実施形態で示した例とは構成が異なるフロントエンド回路について示す。

[0054] 図10は第3の実施形態に係るフロントエンド回路103およびアンテナ回路203の回路図である。アンテナ回路203はフロントエンド回路103とアンテナ10とで構成される。

[0055] フロントエンド回路103は、Band切替え部20、分波器31, 32, 33, 34、およびアンテナ整合回路41, 42を備える。Band切替え部20はアンテナ10が接続される共通ポートPcと、複数の個別ポートP1～P6とを有する。フロントエンド回路103とアンテナ10との間に2way同軸スイッチコネクタCNTが設けられている。

- [0056] 分波器 3 1, 3 2, 3 3, 3 4 は、送受信信号ポート P o と、送信信号ポート P t x および受信信号ポート P r x を有し、送信信号と受信信号とをそれぞれ分波する。
- [0057] B a n d 切替え部 2 0 の個別ポート P 1, P 3 と分波器 3 1, 3 2 の送受信信号ポート P o との間にアンテナ整合回路 4 1, 4 2 がそれぞれ挿入されている。B a n d 切替え部 2 0 の個別ポート P 5, P 6 と分波器 3 3, 3 4 とは直接接続されている。B a n d 切替え部 2 0 の個別ポート P 2, P 4 は、アンテナ整合回路 4 1, 4 2 を介さずに分波器 3 1, 3 2 の送受信信号ポートに直接接続されている。その他の構成は第 1 の実施形態で示したアンテナ回路 2 0 1 と同じである。
- [0058] 分波器 3 1 には 699MHz~746MHz 帯 (Band12) の通信回路が接続され、分波器 3 2 には 746MHz~787MHz 帯 (Band13) の通信回路が接続される。分波器 3 3 には 824MHz~894MHz 帯 (Band5) の通信回路が接続され、分波器 3 4 には 880MHz~960MHz 帯 (Band8) の通信回路が接続される。すなわち、本実施形態のフロントエンド回路 1 0 3 では、Band12 と Band13 (ローバンド: 低周波数帯) にのみアンテナ整合回路 (4 1, 4 2) を設けていて、Band5 と Band8 (ハイバンド: 高周波数帯) にはアンテナ整合回路を設けていない。上記低周波数帯は 1GHz 以下の周波数帯であることが好ましい。
- [0059] 本実施形態のアンテナ回路 2 0 3 では、2way 同軸スイッチコネクタ C N T に測定器を接続し、B a n d 切替え部 2 0 がポート P 1 を選択し、整合回路 4 1 を伝送線路に一旦置換することにより、アンテナ整合回路 4 1 を介さない、回路の特性 (例えば出力パワー、入力感度) を測定する。また、B a n d 切替え部 2 0 がポート P 2 を選択し、整合回路 4 2 を伝送線路に一旦置換することにより、アンテナ整合回路 4 2 を介さない、回路の特性を測定する。
- [0060] 同軸スイッチコネクタ C N T に測定器と接続されている場合に、B a n d 切替え部は個別ポートに接続される、なお、同軸スイッチコネクタ C N T は 2 way コネクタであるので、アンテナ 1 0 側のインピーダンスと回路側のインピ

ーダンスのどちらもモニターできる。B a n d切替え部20での位相の回転は少ないので（ショートなので）、これにより最適な整合回路の値を決定できる。

[0061] 《第4の実施形態》

第4の実施形態では、複数のB a n d切替え部を備えるフロントエンド回路について示す。

[0062] 図11は第4の実施形態に係るフロントエンド回路104およびアンテナ回路204の回路図である。アンテナ回路204はフロントエンド回路104とアンテナ10とで構成される。

[0063] フロントエンド回路104は、ダイプレクサ70、ローパスフィルタ51、B a n d切替え部21、22、分波器31、32、33、34、35、36、37、38、およびアンテナ整合回路41、42、43、44、46を備える。B a n d切替え部21、22の共通ポートには、それぞれ2way同軸スイッチコネクタC N Tが設けられている。

[0064] ダイプレクサ70はローバンドの信号とミッド／ハイバンドの信号とを分波する。ローパスフィルタ51はミッド／ハイバンドの信号成分を減衰させる。キャリアアグリゲーションを行う場合、低域側のバンドと高域側のバンドとを分けるために、この例のようにダイプレクサ70を用いてもよい。

[0065] このように、入出力チェック用のスイッチコネクタC N T、ダイプレクサ70、ローパスフィルタ51をアンテナ10とバンド切り替え用のB a n d切替え部21、22との間に入れてもよい。スイッチコネクタC N Tは2wayコネクタであるので、アンテナ10側のインピーダンスと回路側のインピーダンスのどちらもモニターできる。

[0066] B a n d切替え部20での位相の回転は少ないので（ショートなので）、各バンドの分波器の手前にスイッチコネクタを設けなくても、スイッチコネクタC N Tをアンテナ10とB a n d切替え部20との間に設けることで、アンテナ10のインピーダンスをモニターし、そこから各バンドの最適な整合回路を決定できる。すなわち、アンテナ10側のインピーダンスを見て、

回路側のインピーダンスに整合するように、各バンドの最適なアンテナ整合回路 4 1, 4 2, 4 3, 4 4, 4 6 を決めることができる。

[0067] アンテナが組み込まれる電子機器の小型化に伴い、アンテナはその共振モードの波長よりも短く設計されるので、ローバンドに比べてハイバンドでの放射抵抗は高い。すなわち、ハイバンドはローバンドと比較して整合回路を設ける必要性が小さい。本実施形態によれば、品質特性を維持させながら、アンテナチューナを削減できる。

[0068] 《第 5 の実施形態》

第 5 の実施形態では、アンテナに対する給電構造が異なる例を示す。

[0069] 図 1 2 は第 5 の実施形態に係るフロントエンド回路 1 0 5 およびアンテナ回路 2 0 5 の回路図である。アンテナ回路 2 0 5 はフロントエンド回路 1 0 5 とアンテナ 1 1 とで構成される。アンテナ 1 1 は 2 つの給電点 F P 1, F P 2 を有し、ミッド／ハイバンドの信号は給電点 F P 1 に給電され、ローバンドの信号は給電点 F P 2 に給電される。

[0070] フロントエンド回路 1 0 5 は、ローパスフィルタ 5 1、B a n d 切替え部 2 1, 2 2、分波器 3 1, 3 2, 3 3, 3 4, 3 5, 3 6, 3 7, 3 8、およびアンテナ整合回路 4 1, 4 2, 4 6 を備える。

[0071] このように、アンテナ 1 1 の異なる給電点 F P 1, F P 2 にフロントエンド回路 1 0 5 を接続し、二つの給電点 F P 1, F P 2 間のアイソレーションを確保することで、ダイプレクサを不要にできる。そのため、ダイプレクサによる挿入損失を無くすことができる。

[0072] なお、給電点は周波数帯域毎に 2 つに限らず、3 つ以上あってもよい。

[0073] 《第 6 の実施形態》

第 6 の実施形態では、アンテナの直下に整合回路等を設けたアンテナ回路について示す。

[0074] 図 1 3 は第 6 の実施形態に係るアンテナ回路 2 0 6 の回路図である。アンテナ 1 0 と B a n d 切替え部 2 0 との間に（アンテナ 1 0 の直下に）整合回路 9 0 が接続されている。すなわち、B a n d 切替え部 2 0 はアンテナ 1 0

に間接的に接続されている。その他の構成は第1の実施形態で図1に示したアンテナ回路201と同じである。整合回路90はアクティブ回路を備えたアンテナチューナとは異なり、受動素子のみで構成される回路である。なぜならば、アンテナチューナがアクティブなリアクタンス素子を含む場合であって、Band切替え部20との間に（アンテナ10の直下に）配置される場合は、アンテナチューナにより整合できる周波数帯域に限られるので、周波数によっては最適な整合をとることができず、そのため、十分なリターンロスが得られない周波数では良好なアンテナ性能が得られないからである。

[0075] そのため、受動素子のみで構成される回路を、アンテナ10とBand切替え部20との間に（アンテナ10の直下に）配置することで、十分なリターンロスが得られない周波数でも良好なアンテナ性能が得られるようになる場合がある。このようにアンテナ10の直下に全バンドに共通の整合回路90を設けることにより、アンテナ10の周波数特性を適正化できる。

[0076] なお、Band切替え部20を構成するFETによっても高調波歪みや相互変調歪は生じるので、アンテナ10とBand切替え部20との間に、上記歪みの周波数成分を除去するローパスフィルタを挿入してもよい。アンテナ設計は、典型的な分岐モノポールの例を示したが、これに限定されない。

[0077] 《第7の実施形態》

第7の実施形態では通信装置について示す。

[0078] 図14は第7の実施形態に係る通信装置307のブロック図である。この通信装置307は例えば携帯電話端末である。

[0079] 通信装置307は、アンテナ10、フロントエンド回路107、RFIC91、BBIC92、表示装置93等を備える。RFIC91は本発明に係る通信回路の一例である。

[0080] フロントエンド回路107は、Band切替え部20、分波器31, 32, 33, 34、アンテナ整合回路41, 42, 43, 44、パワーアンプPA、およびローノイズアンプLNAを備え、これらが1つのモジュールとして構成されている。Band切替え部20、分波器31, 32, 33, 34、およ

びアンテナ整合回路 4 1, 4 2, 4 3, 4 4 の構成は第 1 の実施形態で示したとおりである。

[0081] パワーアンプ PA は、分波器 3 1, 3 2, 3 3, 3 4 の送信ポートにそれぞれ接続されていて、ローノイズアンプ LNA は分波器 3 1, 3 2, 3 3, 3 4 の受信ポートにそれぞれ接続されている。パワーアンプ PA は送信信号を電力増幅し、ローノイズアンプ LNA は受信信号を増幅する。

[0082] B B I C (Base Band Integrated Circuit) 9 2 には R F I C 9 1 や表示装置 9 3 が接続されている。

[0083] 最後に、上述の実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではない。当業者にとって変形および変更が適宜可能である。例えば、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。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲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

[0084] C N T …同軸スイッチコネクタ

F P, F P 1, F P 2 …給電点

P 1, P 2, P 3, P 4, P 5, P 6 …個別ポート

P c …共通ポート

P o …送受信信号ポート

P r x …受信信号ポート

P t x …送信信号ポート

X p, X p 1, X p 2, X p 3, X p 4 …リアクタンス素子

X s, X s 1, X s 2, X s 3, X s 4 …リアクタンス素子

9 …給電回路

1 0, 1 1 …アンテナ

2 0, 2 1, 2 2 …B a n d 切替え部

3 1, 3 2, 3 3, 3 4, 3 5, 3 6, 3 7, 3 8 …分波器

4 0, 4 1, 4 2, 4 3, 4 4, 4 6 …アンテナ整合回路

5 1 …ローパスフィルタ

6 0 …伝送線路

7 0 …ダイプレクサ

8 0 …アンテナチューナ

9 0 …整合回路

9 1 …R F I C

9 2 …B B I C

9 3 …表示装置

1 0 1, 1 0 2, 1 0 3, 1 0 4, 1 0 5, 1 0 7 …フロントエンド回路

2 0 1, 2 0 2, 2 0 3, 2 0 4, 2 0 5, 2 0 6 …アンテナ回路

3 0 7 …通信装置

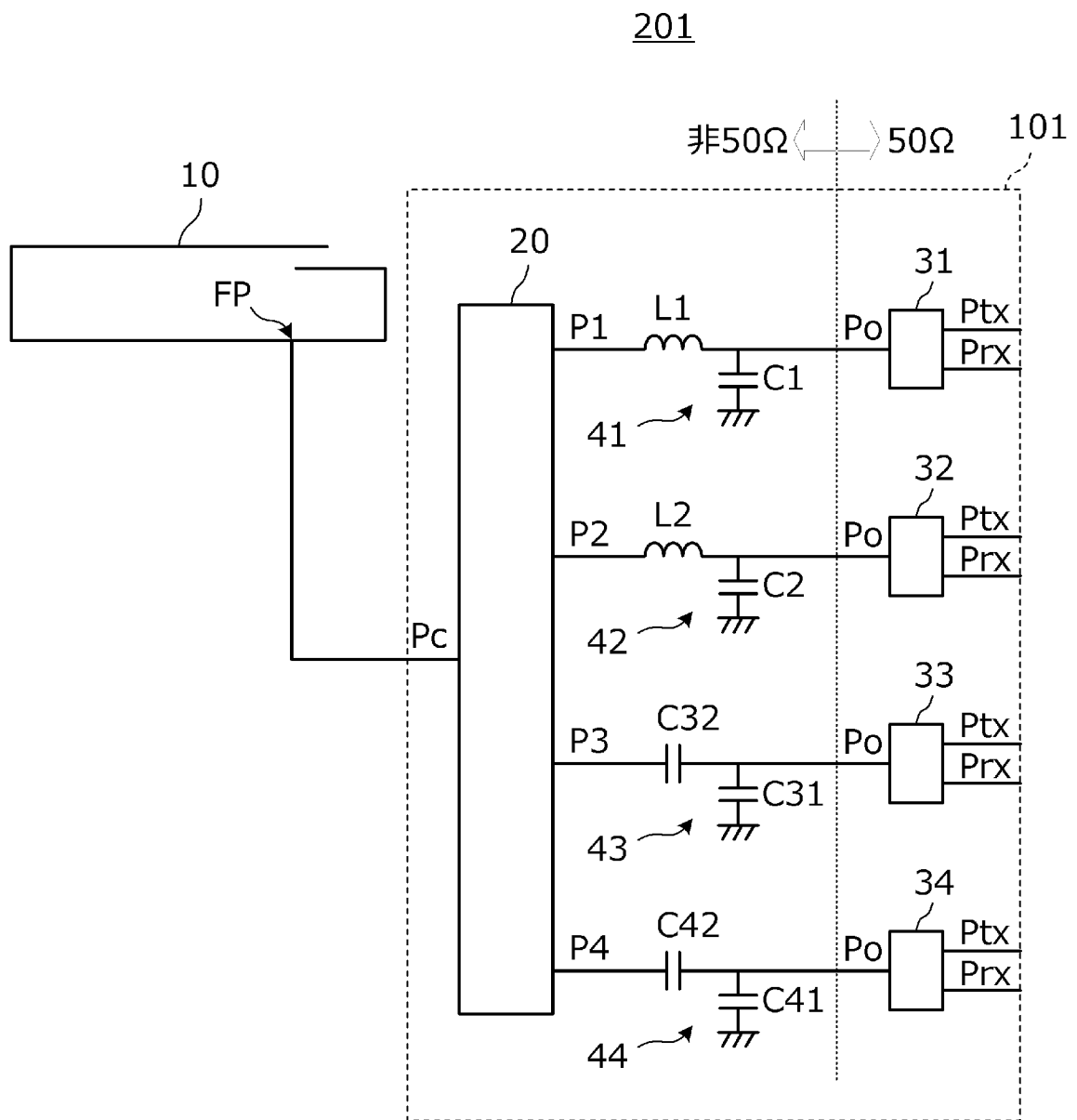
請求の範囲

- [請求項1] アンテナに直接的または間接的に接続され、複数の周波数帯のうち、送受信する周波数帯に接続を切り替える、B a n d切替え部と、
前記複数の周波数帯のうち各周波数帯における送信信号と受信信号とを分波する、複数の分波器と、
アンテナ整合回路と、
を備え、
前記アンテナ整合回路は、前記複数の分波器のうち少なくとも1以上の分波器と前記B a n d切替え部との間に配置されている、ことを特徴とするフロントエンド回路。
- [請求項2] 前記アンテナ整合回路は、前記複数の分波器よりも前記B a n d切替え部側に接続されている、請求項1に記載のフロントエンド回路。
- [請求項3] 前記アンテナ整合回路は、前記B a n d切替え部に直接接続されている、請求項1に記載のフロントエンド回路。
- [請求項4] 前記アンテナ整合回路は、前記B a n d切替え部と前記分波器とを結ぶ回路に直列接続されたりアクタンス素子と並列接続されたりアクタンス素子とを含む、請求項1から3のいずれかに記載のフロントエンド回路。
- [請求項5] 前記アンテナと前記B a n d切替え部との間の伝送線路の長さが0.05波長以下である、請求項1から4のいずれかに記載のフロントエンド回路。
- [請求項6] 前記アンテナと前記B a n d切替え部との間には、半導体を主成分とするアンテナチューナおよび受動素子を含むアンテナチューナが配置されていない、請求項1から5のいずれかに記載のフロントエンド回路。
- [請求項7] 前記アンテナと前記B a n d切替え部との間には、伝送線路または受動素子のみで構成される回路が配置された、請求項1から6のいずれかに記載のフロントエンド回路。

- [請求項8] 前記アンテナ整合回路は、前記すべての分波器と前記B a n d切替え部との間にそれぞれ挿入されている、請求項1から7のいずれかに記載のフロントエンド回路。
- [請求項9] 前記アンテナ整合回路は、前記複数の分波器のうち低周波数帯における送信信号と受信信号とを分波する分波器と、前記B a n d切替え部との間にのみ挿入される、請求項1から7のいずれかに記載のフロントエンド回路。
- [請求項10] 前記低周波数帯とは、1 G H z以下の周波数帯をいう、請求項9に記載のフロントエンド回路。
- [請求項11] 前記分波器の送信信号ポートに接続されたパワーアンプを更に備える、請求項1から10のいずれかに記載のフロントエンド回路。
- [請求項12] 請求項1から11のいずれかに記載のフロントエンド回路と当該フロントエンド回路に接続されたアンテナとで構成されたアンテナ回路。
- [請求項13] 請求項1から11のいずれかに記載のフロントエンド回路、当該フロントエンド回路に接続されたアンテナ、および前記分波器に接続された通信回路を備える通信装置。

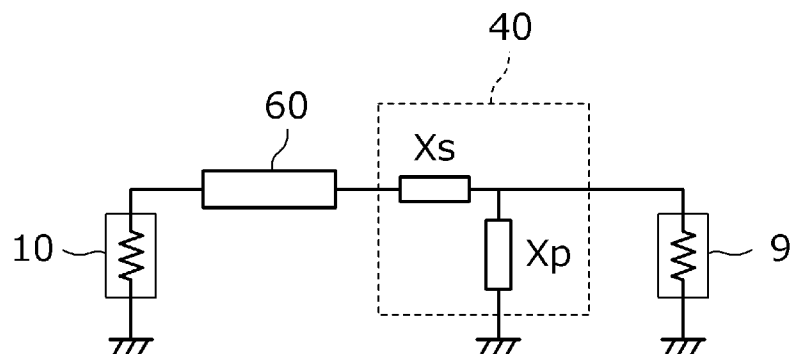
[図1]

Fig.1

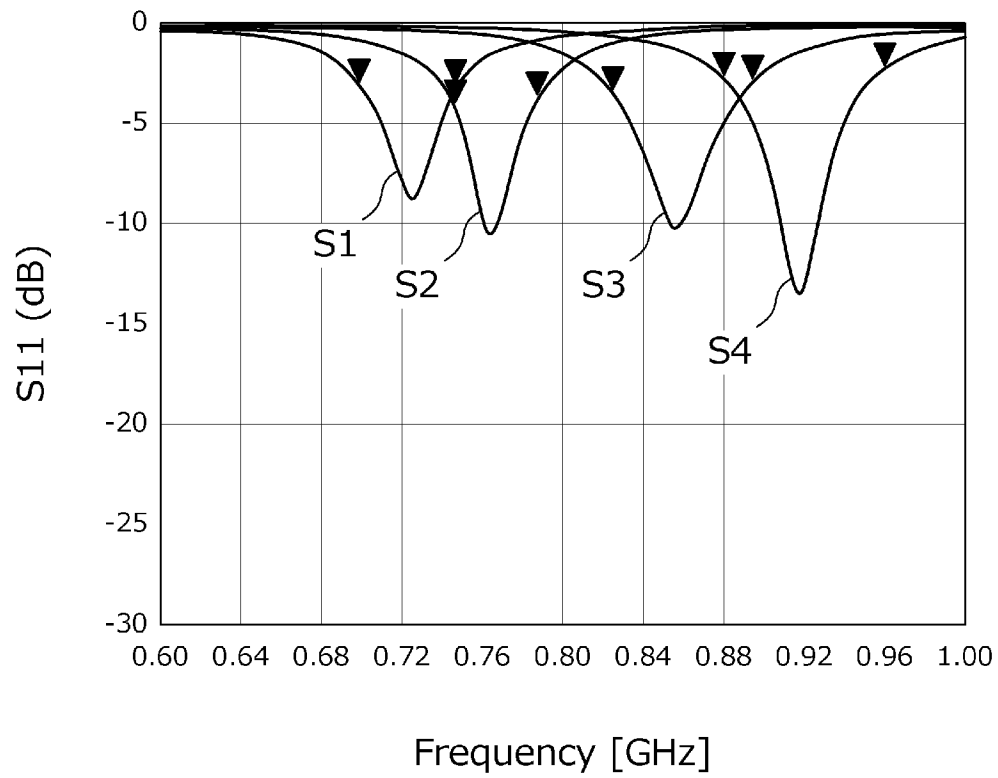


[図2]

Fig.2

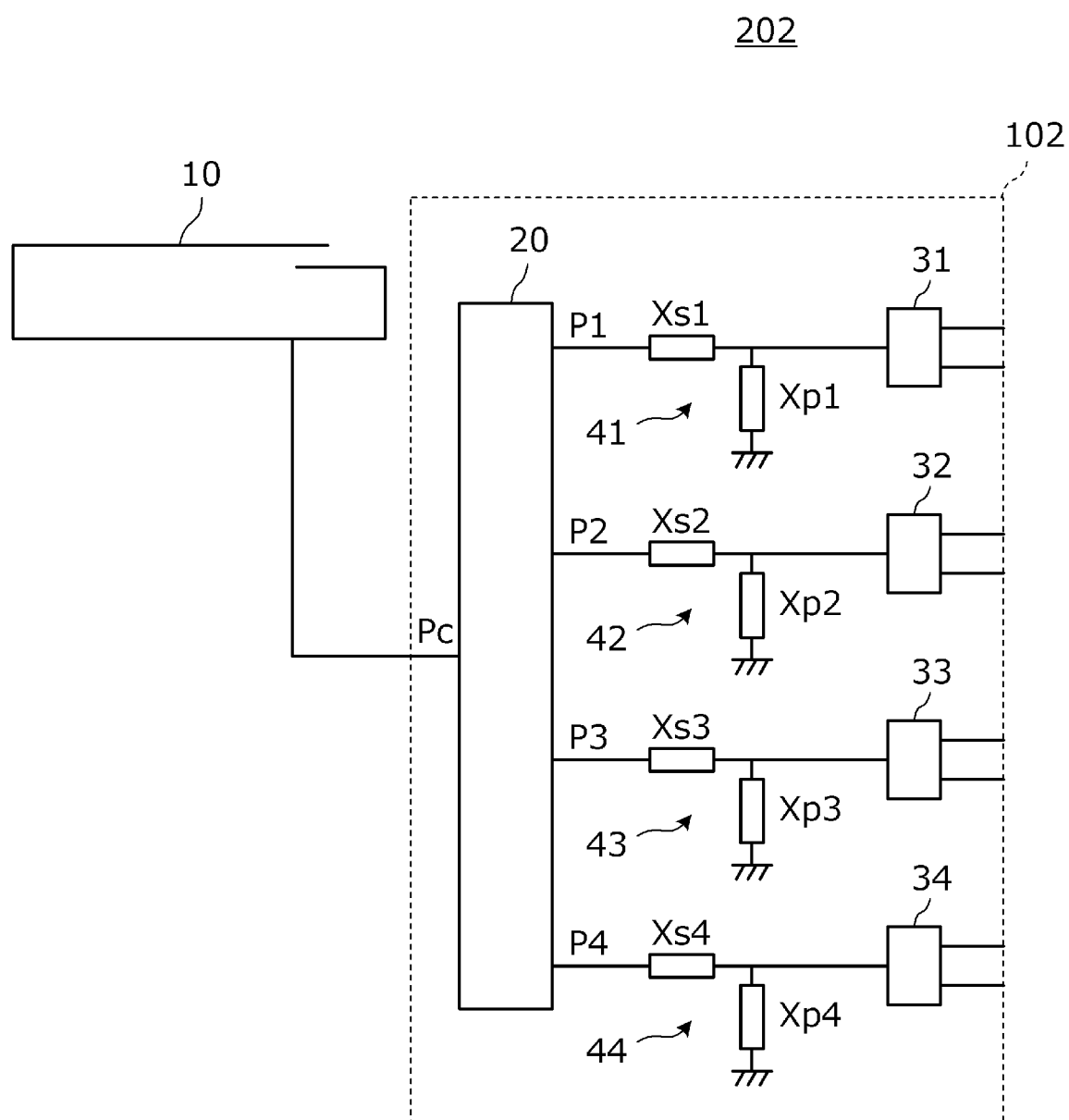


[図3]

Fig. 3

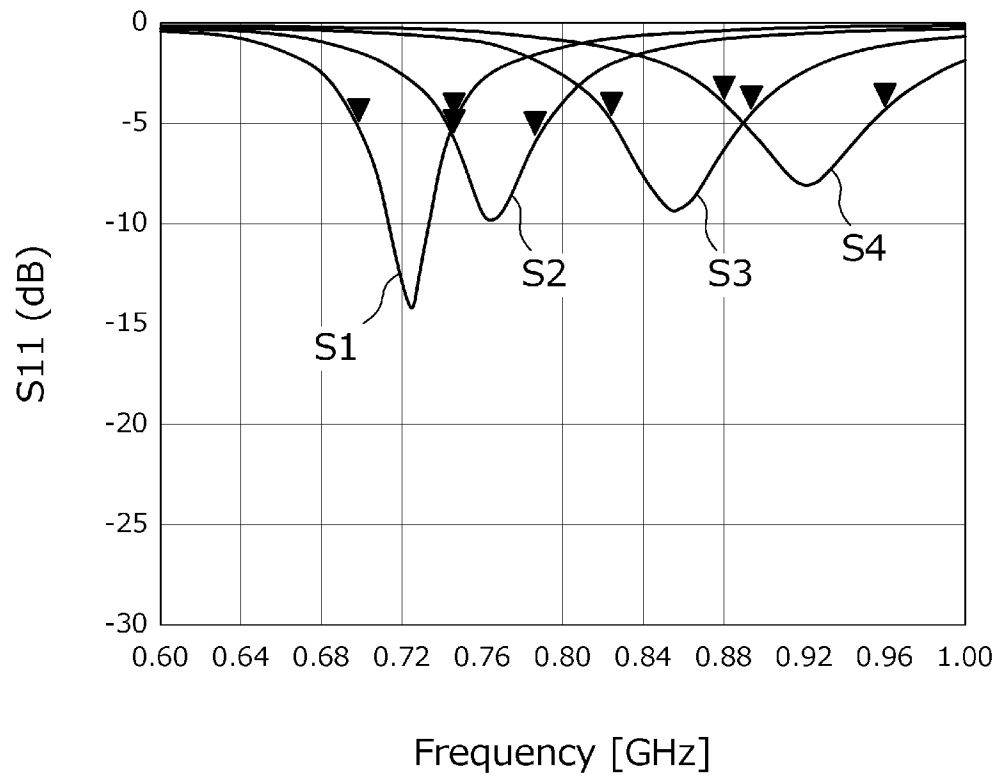
[図4]

Fig. 4



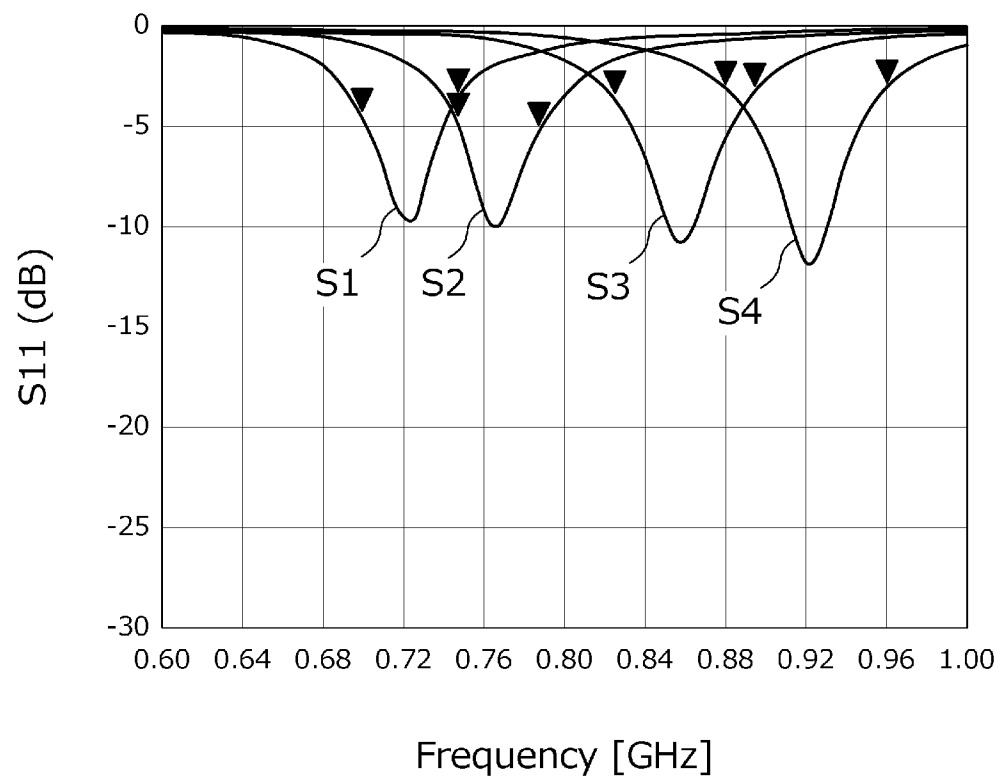
[図5]

Fig. 5



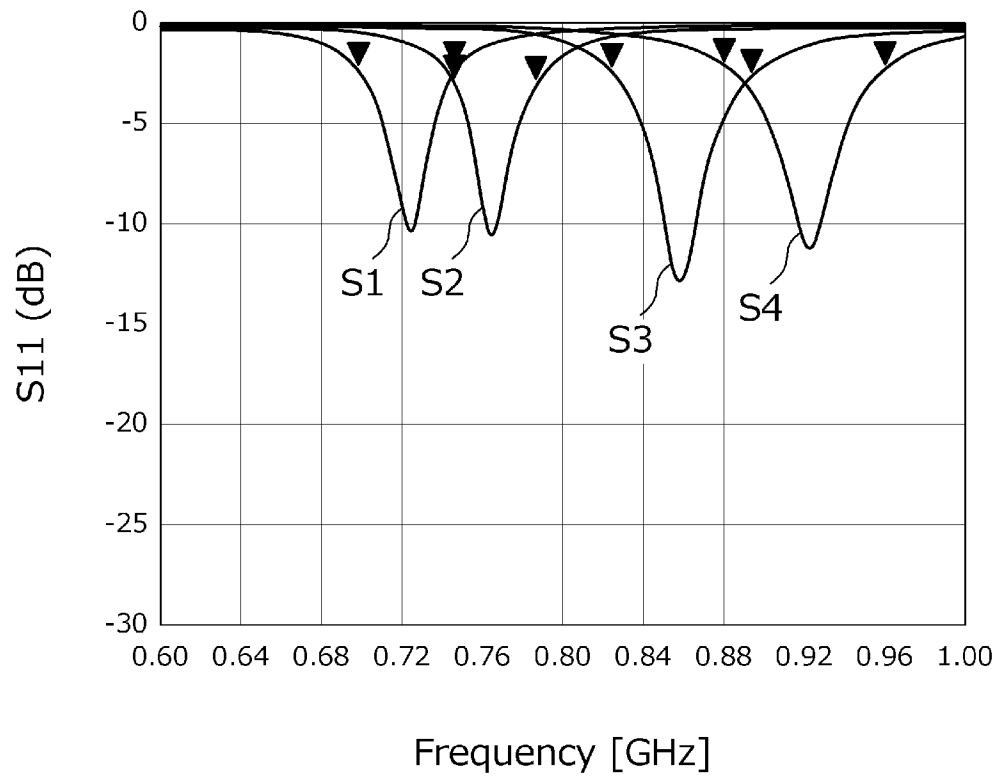
[図6]

Fig. 6



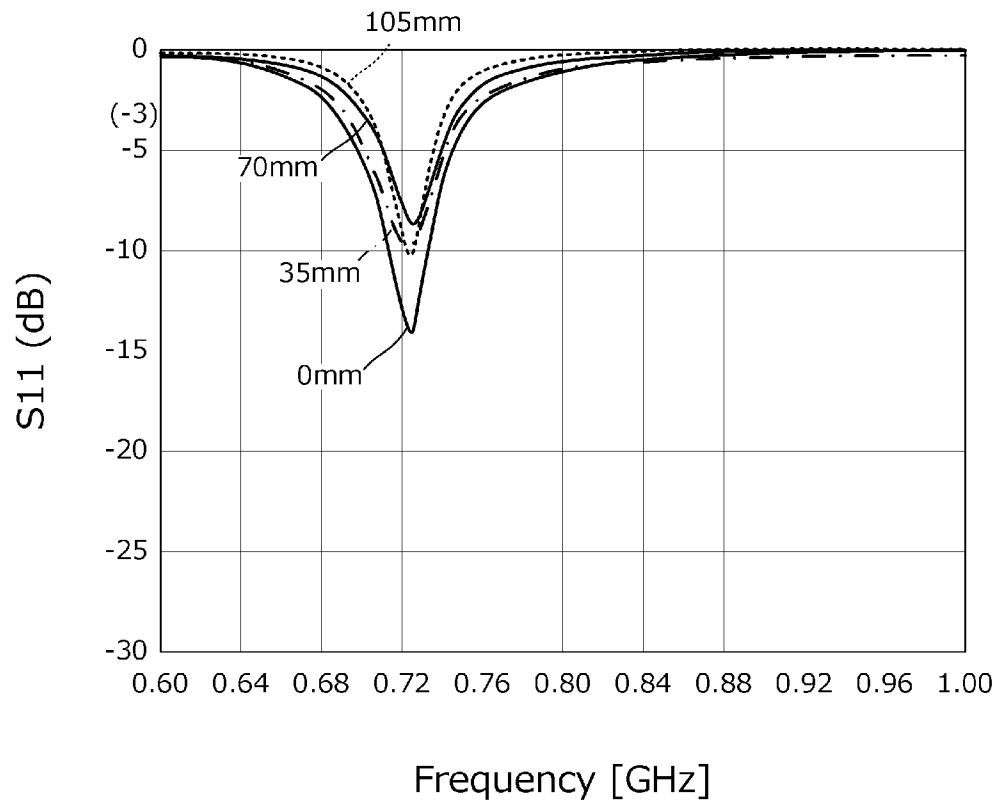
[図7]

Fig. 7



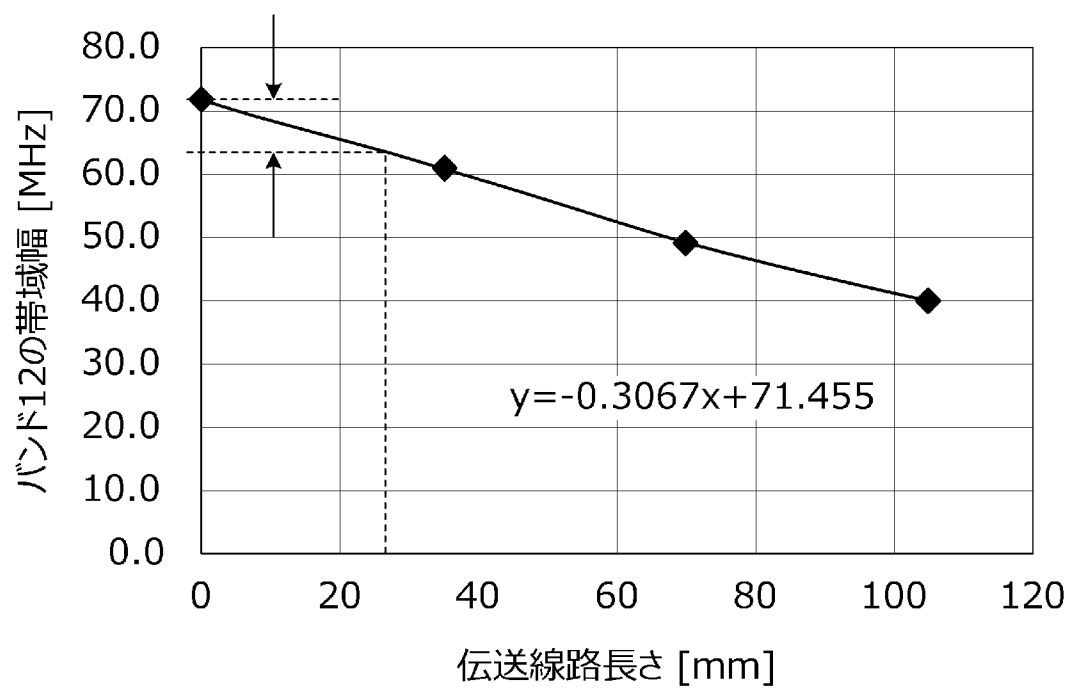
[図8]

Fig.8



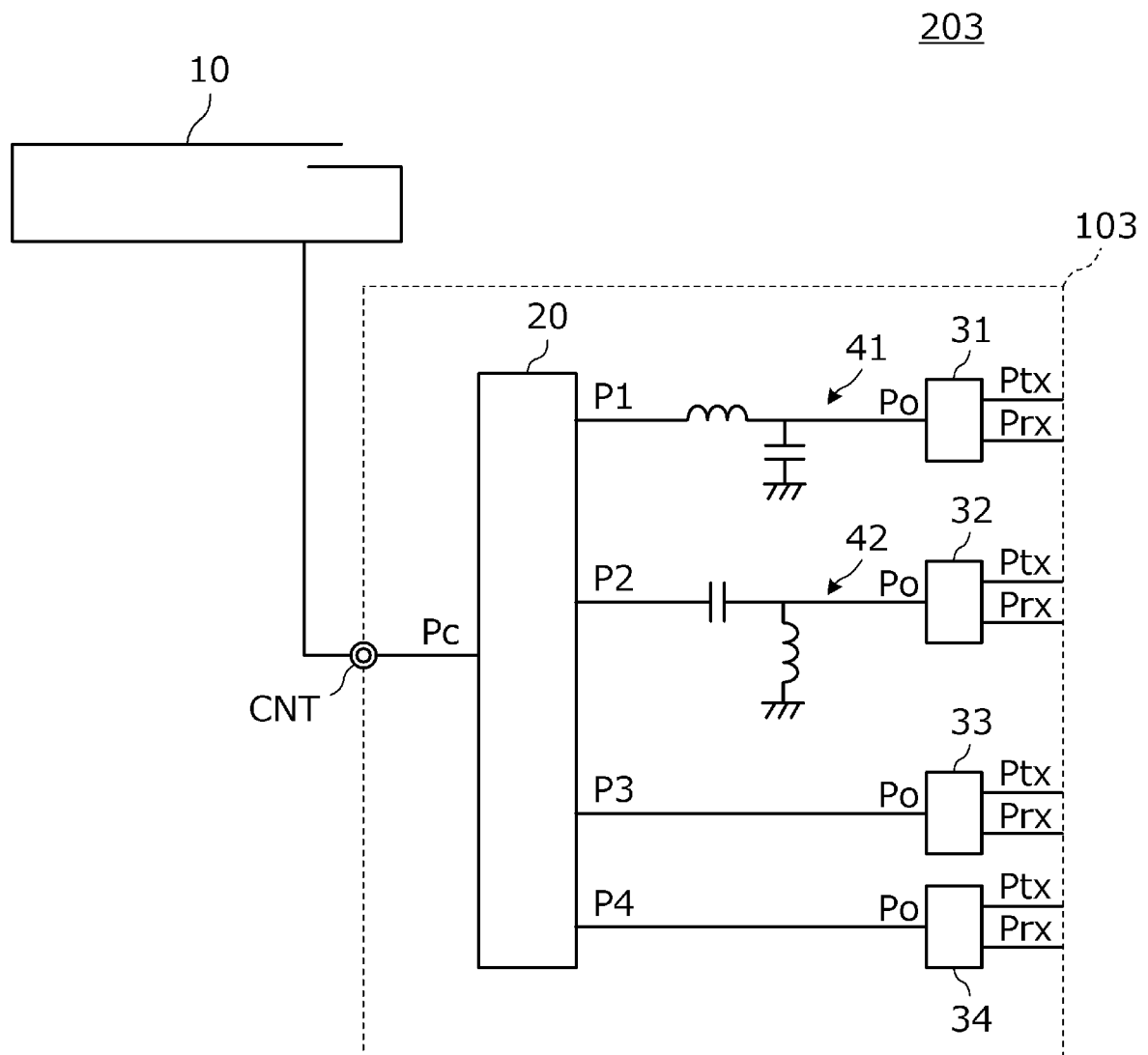
[図9]

Fig.9



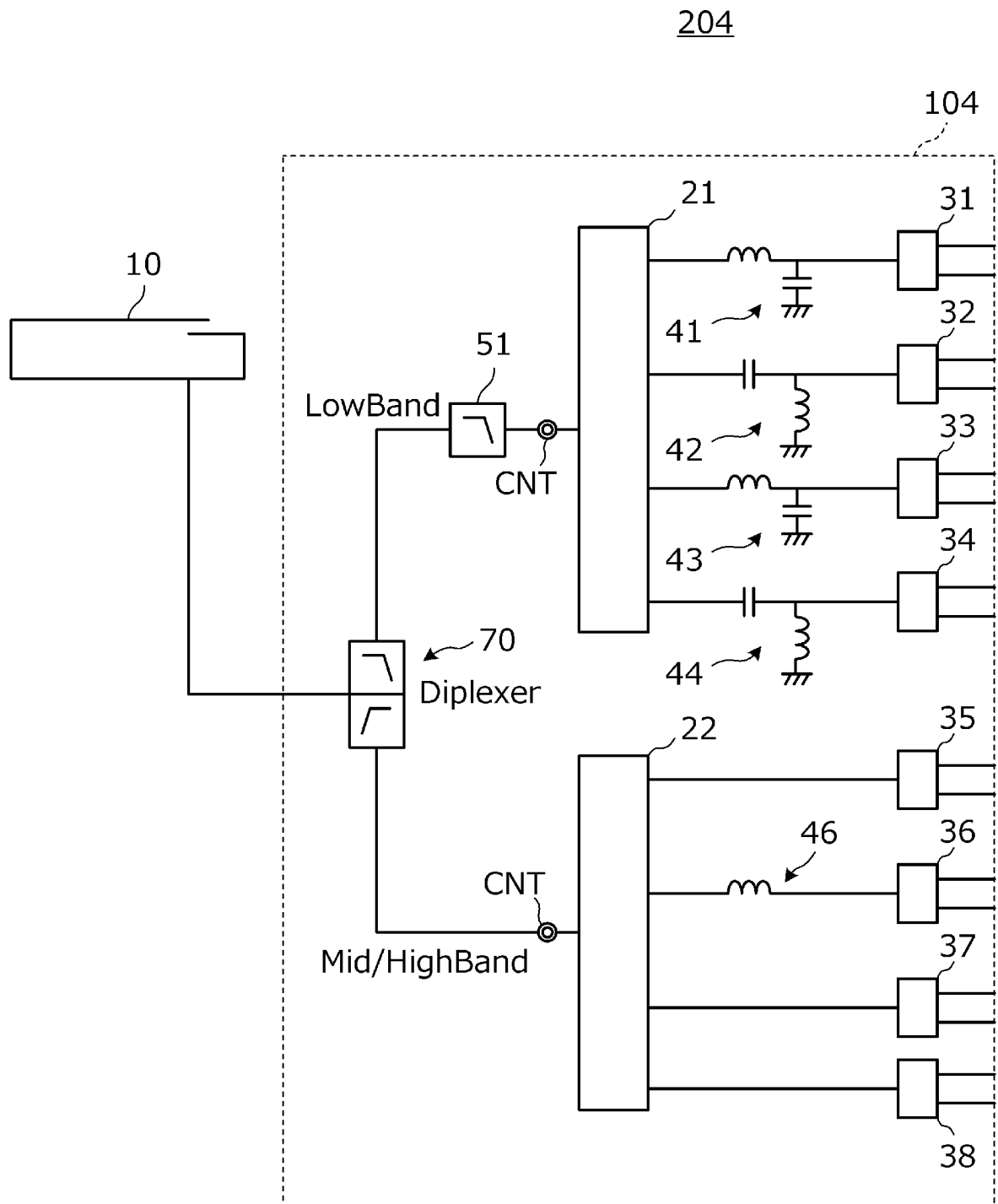
[図10]

Fig.10



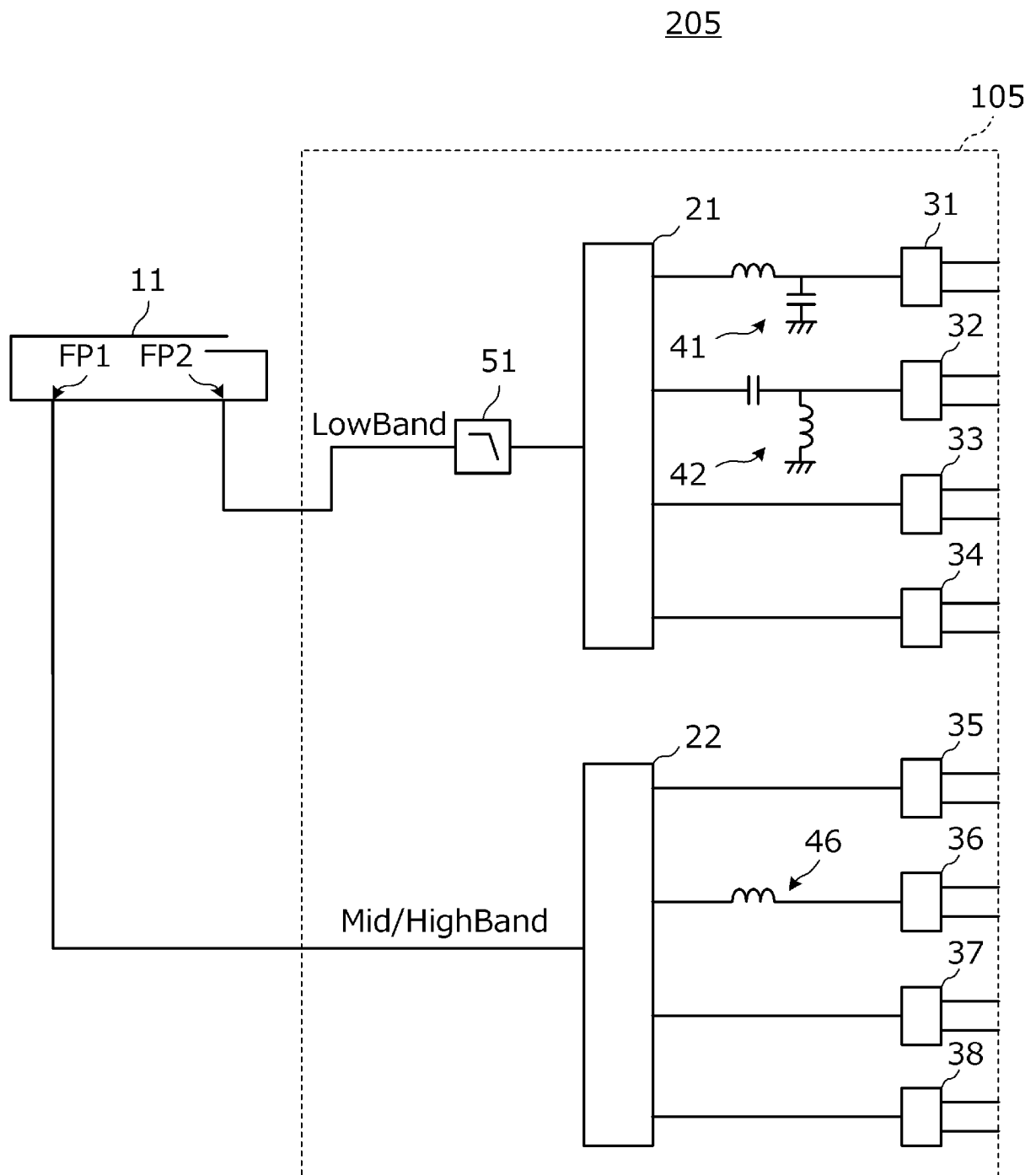
[図11]

Fig.11



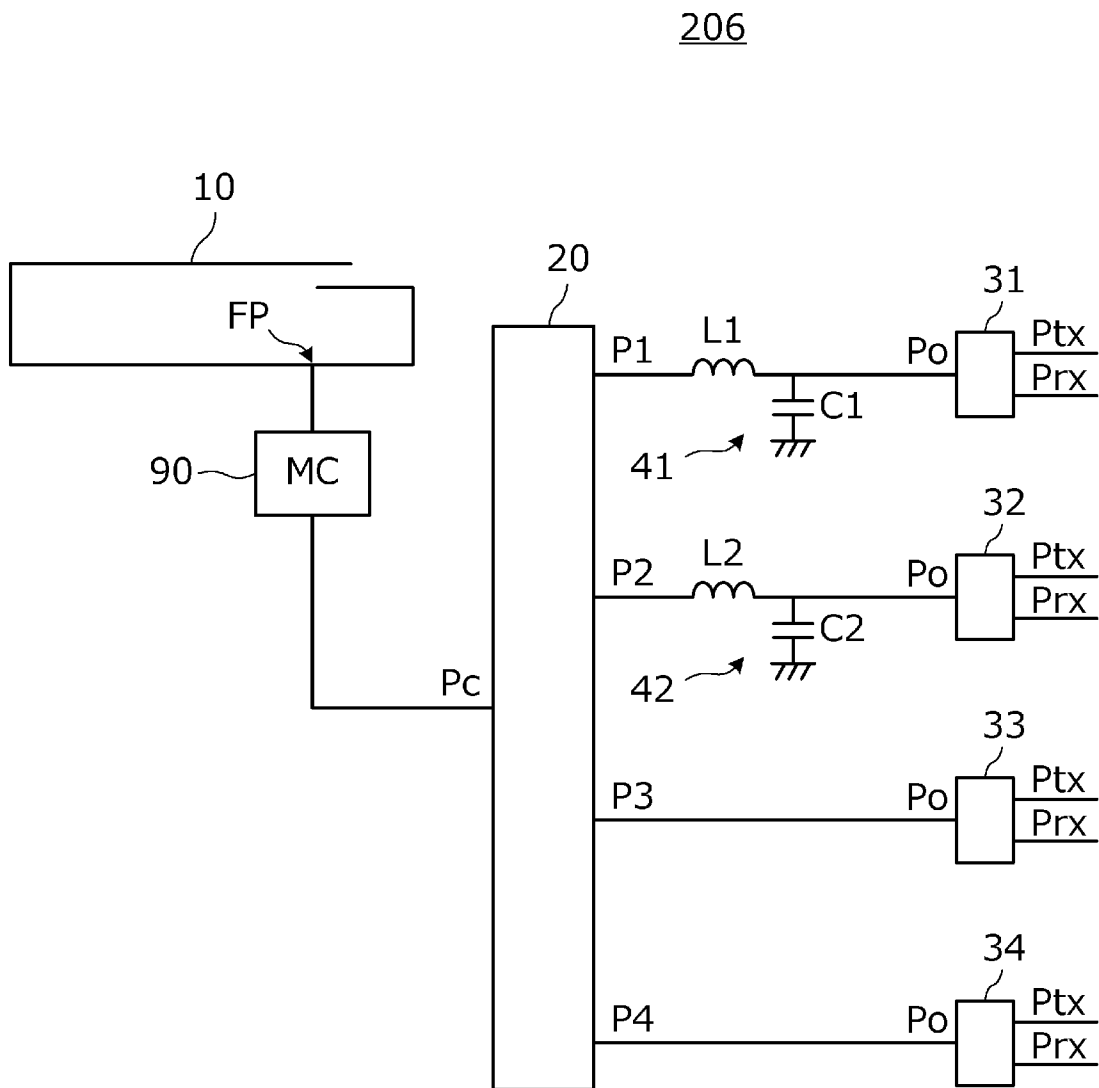
[図12]

Fig.12



[図13]

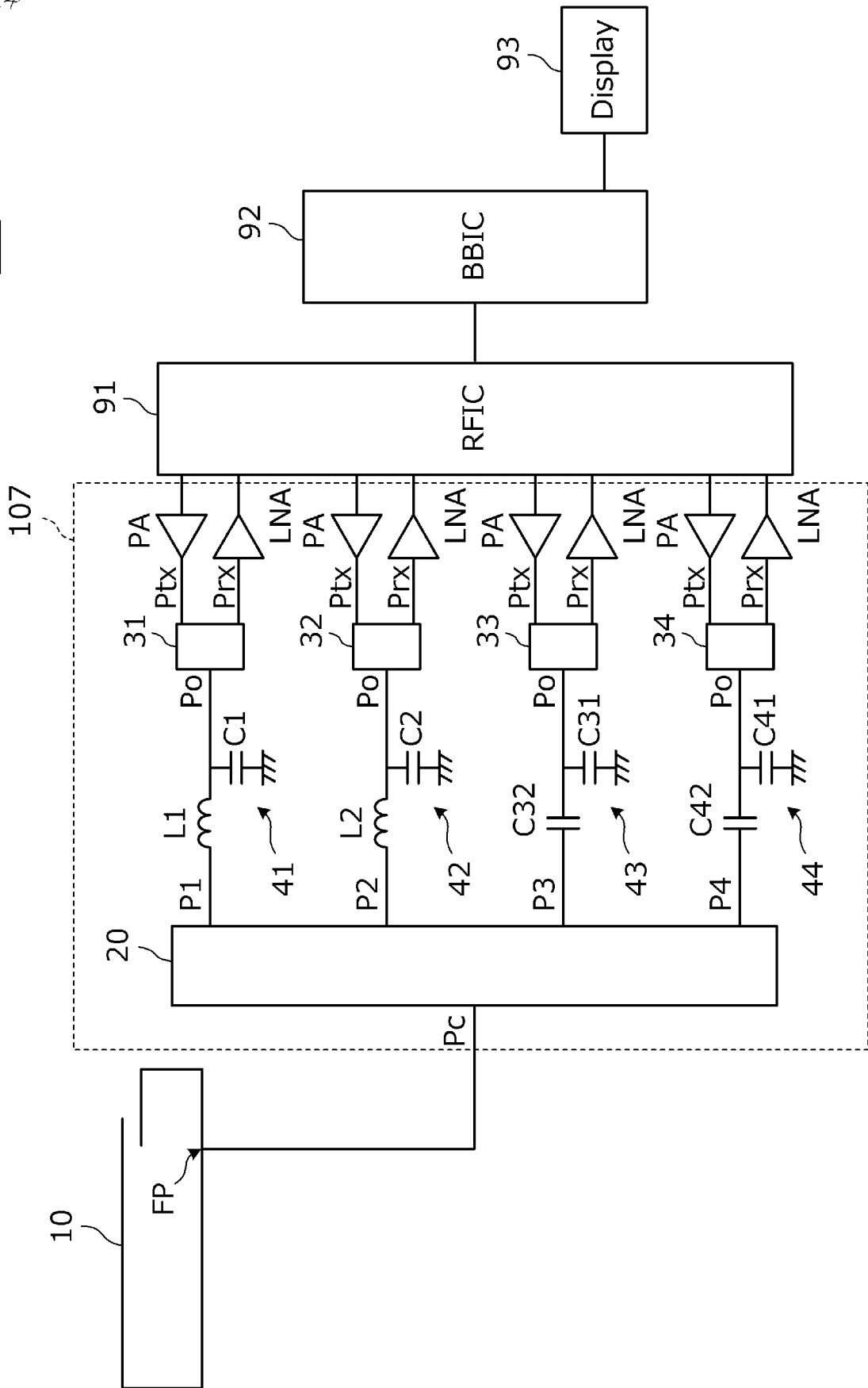
Fig.13



[図14]

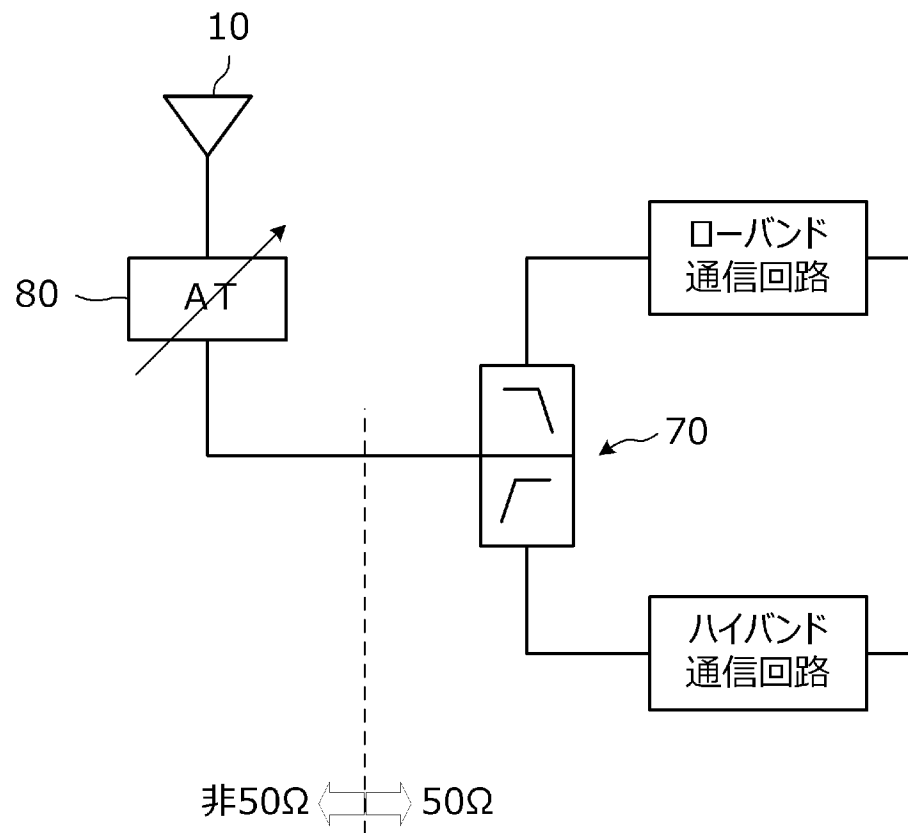
Fig.14

307



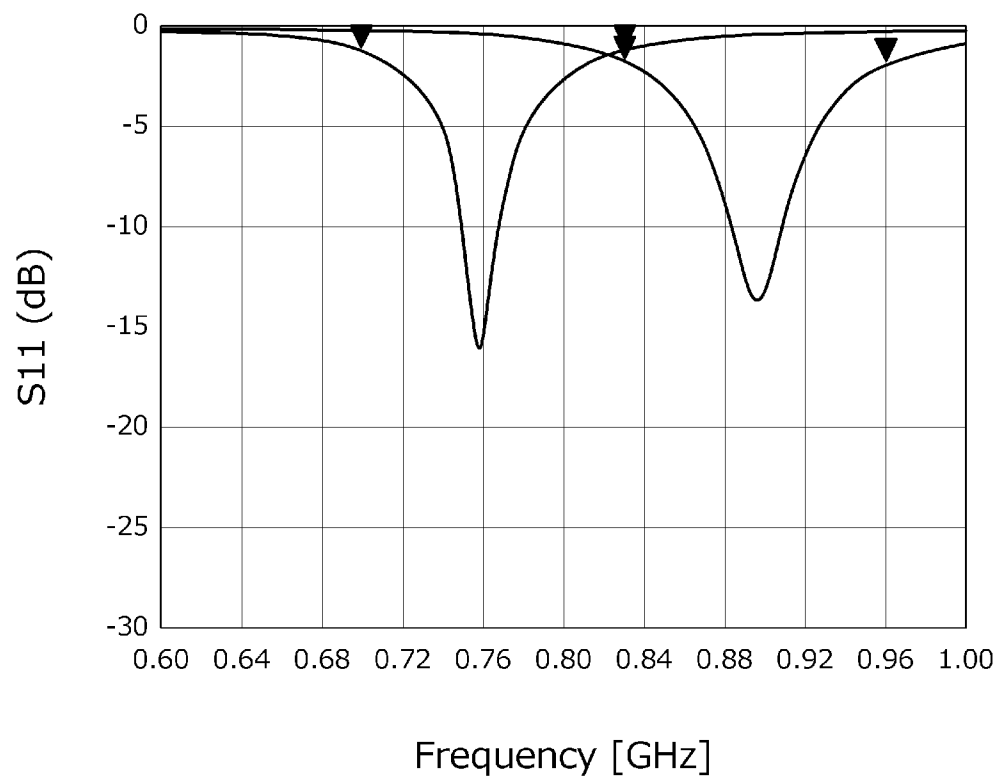
[図15]

Fig.15



[図16]

Fig.16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061344

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B1/00(2006.01)i, H04B1/52(2015.01)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)

H04B1/00, H04B1/52

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 2015-29233 A (Taiyo Yuden Co., Ltd.), 12 February 2015 (12.02.2015), paragraphs [0016] to [0031], [0038] & US 2015/0028963 A1 paragraphs [0045] to [0065], [0068]	1, 4-13 2, 3
X Y	US 2013/0272176 A1 (Murata Manufacturing Co., Ltd.), 17 October 2013 (17.10.2013), fig. 1 & JP 5561379 B & WO 2012/093539 A1 & EP 2662985 A1 & CN 103283152 A	1, 4-13 2, 3

☒ 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
16 June 2016 (16.06.16)

Date of mailing of the international search report
28 June 2016 (28.06.16)

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/JP2016/061344

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2014/049381 A1 (RENESAS MOBILE CORP.), 03 April 2014 (03.04.2014), fig. 8 & US 2015/0236747 A1 & CN 104685791 A & HK 1206498 A	1, 4-13 2, 3
Y	JP 2009-531882 A (Epcos AG.), 03 September 2009 (03.09.2009), paragraphs [0033] to [0038] & US 2009/0093270 A1 paragraphs [0078] to [0083] & WO 2007/112724 A1 & DE 102006015072 A & KR 10-2009-0027611 A	2, 3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04B1/00(2006.01)i, H04B1/52(2015.01)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. H04B1/00, H04B1/52

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	JP 2015-29233 A（太陽誘電株式会社）2015.02.12, [0016] - [0031], [0038] & US 2015/0028963 A1, [0045] - [0065], [0068]	1, 4-13 2, 3
X Y	US 2013/0272176 A1（Murata Manufacturing Co., Ltd.）2013.10.17, FIG.1 & JP 5561379 B & WO 2012/093539 A1 & EP 2662985 A1 & CN 103283152 A	1, 4-13 2, 3
X Y	WO 2014/049381 A1（RENESAS MOBILE CORPORATION）2014.04.03, Fig.8 & US 2015/0236747 A1 & CN 104685791 A & HK 1206498 A	1, 4-13 2, 3

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

16.06.2016

国際調査報告の発送日

28.06.2016

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 敬介

5 K

9196

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
Y	JP 2009-531882 A (エプコス アクチエンゲゼルシャフト) 2009.09.03, [0 0 3 3] - [0 0 3 8] & US 2009/0093270 A1, [0078] - [0083] & WO 2007/112724 A1 & DE 102006015072 A & KR 10-2009-0027611 A	2, 3