

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月21日(21.09.2017)



(10) 国際公開番号

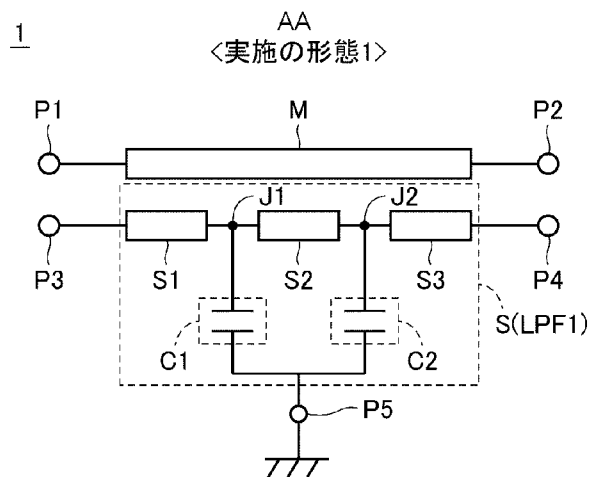
WO 2017/158974 A1

- (51) 国際特許分類:
H01P 5/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/087776
- (22) 国際出願日: 2016年12月19日(19.12.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-055214 2016年3月18日(18.03.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 田丸 育生(TAMARU, Ikuo); 〒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: 特許業務法人深見特許事務所(FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: DIRECTIONAL COUPLER

(54) 発明の名称: 方向性結合器

FIG.1



AA Embodiment 1

(57) Abstract: Provided is a directional coupler which is able to be reduced in size, while being also able to be planarized in coupling characteristics. A directional coupler (1) according to one embodiment of the present invention is used in a predetermined frequency band. This directional coupler (1) is provided with a first terminal (P1), a second terminal (P2), a third terminal (P3), a fourth terminal (P4), a main line (M) and a sub-line (S). The main line (M) is connected between the first terminal (P1) and the second terminal (P2). The sub-line (S) is connected between the third terminal (P3) and the fourth terminal (P4). A low pass filter (LPF1) is formed within the sub-line (S).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/158974 A1

カップリング特性の平坦化とともに、小型化が可能な方向性結合器を提供する。本発明の一実施形態による方向性結合器（１）は、所定の周波数帯域において用いられる。方向性結合器（１）は、第１端子（Ｐ１）と、第２端子（Ｐ２）と、第３端子（Ｐ３）と、第４端子（Ｐ４）と、主線路（Ｍ）と、副線路（Ｓ）とを備える。主線路（Ｍ）は、第１端子（Ｐ１）と第２端子（Ｐ２）との間に接続されている。副線路（Ｓ）は、第３端子（Ｐ３）と第４端子（Ｐ４）との間に接続されている。副線路（Ｓ）の内部には、ローパスフィルタ（ＬＰＦ１）が形成されている。

明 細 書

発明の名称： 方向性結合器

技術分野

[0001] この発明は、方向性結合器に関し、より特定的には、高周波信号により通信を行なう無線通信機器などに用いられる方向性結合器に関する。

背景技術

[0002] 方向性結合器として、主線路と、主線路に電磁氣的に結合する副線路とを含み、主線路を通過する信号の電力に比例した電力の信号を副線路から出力することができるものが知られている。方向性結合器は、たとえばスマートフォンのように高周波信号によって無線通信を行なう無線通信機器において送信信号の電力のレベルを一定に保つために用いられる。具体的には、送信信号が主線路を通過するときに副線路から出力される信号を用いて、送信信号の電力が一定となるようにフィードバック制御が行なわれる。

[0003] フィードバック制御の高精度化という観点から、主線路を通過する信号の電力と副線路から出力される信号の電力との比（減衰量）である結合度の周波数特性（カップリング特性）においては、主線路を通過する信号の周波数の変化に対して結合度の変化が抑制されている（以下では「平坦」ともいう。）ことが望ましい。

[0004] 主線路および副線路の各々の長さを、主線路を通過する周波数の信号の波長の4分の1程度（以下では「4分の1波長」ともいう。）とすることで、カップリング特性を平坦化できることが知られている。しかし、たとえば0.7～2.7GHzのような高周波数帯である場合、4分の1波長は約1.4cm以上となる。小型化の要請が強い携帯型の無線通信機器で使用される方向性結合器の許容サイズは数mm程度であるため、方向性結合器の主線路および副線路の各々の長さを4分の1波長とすることは設計上困難な場合が多い。

[0005] 無線通信機器の小型化を実現するため、主線路および副線路の各々の長さ

が4分の1波長よりも小さい方向性結合器が使用されることがある。しかし、このような方向性結合器のカップリング特性は、主線路を通過する信号の周波数が高くなるほど大きくなることが知られている。

[0006] このような問題を解決する方向性結合器として、特開2013-5076号公報（特許文献1）には、2つの副線路の間にローパスフィルタが接続されている構成が開示されている。当該ローパスフィルタは、通過する信号に位相のずれを生じさせる。ローパスフィルタのこのような作用により、方向性結合器のカップリング特性を平坦化することができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2013-5076号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特開2013-5076号公報（特許文献1）に開示されている方向性結合器において、ローパスフィルタはコイルを含む。コイルは、ローパスフィルタの機能の実現に必要なインダクタンスを確保するために線路を複数回巻回されて構成されるのが通常である。そのため、方向性結合器を誘電体の積層体として構成する場合、線路電極の巻回毎に誘電体層が必要となる。そのため、コイルは方向性結合器のさらなる小型化の障害になり得る。

[0009] 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、カップリング特性の平坦化とともに、小型化が可能な方向性結合器を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一実施形態による方向性結合器は、所定の周波数帯域において用いられる。方向性結合器は、第1ないし第4端子と、主線路と、副線路とを備える。主線路は、第1端子と第2端子との間に接続されている。副線路は、第3端子と第4端子との間に接続されている。副線路の内部には、ローパ

スフィルタが形成されている。

発明の効果

[0011] 本発明に係る方向性結合器によれば、カップリング特性の平坦化とともに、小型化が可能である。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]実施の形態1に係る方向性結合器の等価回路図である。

[図2]比較例に係る方向性結合器の等価回路図である。

[図3]実施の形態1に係る方向性結合器のカップリング特性、および比較例に係る方向性結合器のカップリング特性を併せて示す図である。

[図4]実施の形態1に係る方向性結合器の外観斜視図である。

[図5]実施の形態1に係る方向性結合器の分解斜視図である。

[図6]主線路層に対応する誘電体層を重ねて示した平面図である。

[図7]実施の形態1の変形例に係る方向性結合器の等価回路図である。

[図8]実施の形態2に係る方向性結合器の分解斜視図である。

[図9]実施の形態2に係る方向性結合器のカップリング特性、および実施の形態1に係る方向性結合器1のカップリング特性を併せて示す図である。

[図10]実施の形態3に係る方向性結合器の等価回路図である。

[図11]実施の形態3に係る方向性結合器の分解斜視図である。

[図12]実施の形態3に係る方向性結合器のカップリング特性、および実施の形態1に係る方向性結合器のカップリング特性を併せて示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 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。

[0014] [実施の形態1]

図1は、実施の形態1に係る方向性結合器1の等価回路図である。方向性結合器1は、たとえば0.7～2.7GHzにおいて通信を行なう無線通信機器において使用される。当該周波数帯で通信を行なう通信方式としては、

たとえばLTE (Long Term Evolution) を挙げることができる。

[0015] 図1に示されるように、方向性結合器1は、外部の機器と接続される電極(端子)P1～P5と、主線路Mと、副線路Sとを備える。副線路Sは、コンデンサC1、C2を含む。副線路Sは、副線路S1～S3に分割されている。副線路S1～S3、およびコンデンサC1、C2は、ローパスフィルタLPF1を形成している。

[0016] 端子P1は入力ポートとして用いられる。端子P2は出力ポートとして用いられる。端子P3はカップリングポートとして用いられる。端子P4は50Ωで終端されるターミネートポートとして用いられる。端子P5は接地電位に接続される接地ポートとして用いられる。端子P1からP2へ信号が通過すると、当該信号の電力に比例した電力の信号が端子P3から出力される。

[0017] 主線路Mは、端子P1とP2との間に接続されている。副線路S1～S3は、端子P3とP4との間に、この順に直列に接続されている。副線路S1～S3の各々は、主線路Mに電磁氣的に結合している。副線路S3と主線路Mとの結合は、副線路S1と主線路Mとの電磁氣的な結合よりも弱く、副線路S2と主線路Mとの電磁氣的な結合よりも強い。

[0018] 副線路S1は、副線路S2およびS3の各々にも電磁氣的に結合している。副線路S2は、副線路S3にも電磁氣的に結合している。副線路S2とS3との電磁氣的な結合は、副線路S1とS3との電磁氣的な結合よりも強い。副線路S1とS3との電磁氣的な結合は、副線路S1とS2との電磁氣的な結合よりも強い。

[0019] コンデンサC1は、接続点J1および端子P5の間に接続されている。接続点J1は、副線路S1とS2との接続点である。コンデンサC2は、接続点J2および端子P5の間に接続されている。接続点J2は、副線路S2とS3との接続点である。コンデンサC2の容量は、コンデンサC1の容量よりも大きい。

[0020] 端子P3とP4との間を流れる信号の減衰量(dB)が所定の値(たとえ

ば3 dB) 低下するカットオフ周波数は、方向性結合器1が使用される周波数帯に含まれないように設定される。実施の形態1においては、カットオフ周波数は6.8 GHzであり、方向性結合器1が使用される周波数帯(0.7~2.7 GHz)よりも高い周波数となっている。

[0021] 方向性結合器1は、信号が端子P1からP2へ出力された場合、副線路S1~S3の各々が主線路Mに電磁氣的に結合していることから、当該信号の電力に比例した電力の信号を端子P3から出力することができる。方向性結合器1は、たとえばスマートフォンのように高周波信号によって無線通信を行なう無線通信機器において送信信号の電力のレベルを一定に保つために用いられる。具体的には、送信信号の電力が一定となるように、端子P1(入力ポート)に入力された送信信号が主線路Mを通過することにより端子P3(カップリングポート)から出力される信号を用いて、フィードバック制御が行なわれる。以下の説明において結合度は、入力ポートから入力される信号の電力とカップリングポートから出力される信号の電力との比(減衰量)である。

[0022] たとえば主線路Mを通過する周波数が0.7~2.7 GHzの間で変化する場合、フィードバック制御の高精度化という観点から、カップリング特性は平坦であることが望ましい。

[0023] 主線路および副線路の各々の長さを、4分の1波長とすることでカップリング特性を平坦化することができることが知られている。しかし、たとえば送信信号の周波数帯が0.7~2.7 GHzのような高周波数帯である場合、4分の1波長は約1.4 cm以上となる。小型化の要請が強いスマートフォンのような携帯型の無線通信機器で使用される方向性結合器の許容サイズは数mm程度であるため、主線路および副線路の各々の長さを4分の1波長とすることは設計上困難である。

[0024] 主線路および副線路の各々の長さを4分の1波長よりも小さくすることにより、小型化を実現することができる。このような方向性結合器の一例として、図2(a)に比較例1に係る方向性結合器901の等価回路を示す。図

2 (a) に示されるように、方向性結合器 901 は、主線路MXおよび副線路SXを備える。主線路MXは、端子P1とP2との間に接続されている。副線路SXは、端子P3とP4との間に接続されている。主線路MXおよび副線路SXは電磁氣的に結合している。

[0025] 方向性結合器 901 は、主線路MXおよび副線路SXの各々の長さが4分の1波長よりも小さいため、主線路および副線路の各々の長さが4分の1波長である場合よりも小型化が可能である。しかしながら、方向性結合器 901 のカップリング特性は、主線路MXを通過する信号の周波数が高くなるほど大きくなることが知られている。

[0026] カップリング特性を平坦化する方法として、副線路を通過する信号の位相をずらす方法を挙げることができる。このような方向性結合器の一例として、図2 (b) に比較例2に係る方向性結合器 902 の等価回路を示す。図2 (b) に示されるように、方向性結合器 902 は、主線路MYと、副線路SY1、SY2と、ローパスフィルタLPFとを備える。主線路MYは、端子P1とP2との間に接続されている。副線路SY1、ローパスフィルタLPF、および副線路SY2は、端子P3とP4との間に、この順に直列に接続されている。副線路SY1およびSY2の各々は主線路MYと電磁氣的に結合している。しかしながら、副線路SY1およびSY2同士は電磁氣的な結合をしていない。

[0027] ローパスフィルタLPFは、コイルL1と、コンデンサC1、C2とを含む。コイルL1は、副線路SY1とSY2との間に接続されている。コンデンサC1は、接続点JY1と端子P5との間に接続されている。接続点JY1は、副線路SY1とコイルL1との接続点である。コンデンサC2は、接続点JY2と端子P5との間に接続されている。接続点JY2は、コイルL1と副線路SY2との接続点である。コイルL1は、主線路MYと電磁氣的に結合していない。

[0028] ローパスフィルタLPFを通過する信号には、位相のずれが生じる。主線路MYを端子P1からP2へ信号が通過したときに、主線路MYと副線路S

Y 1 とが電磁氣的に結合していることによって生じる第 1 Y 信号は、ローパスフィルタ L P F を通過しない。一方、主線路 M Y と副線路 S Y 2 とが電磁氣的に結合していることによって生じる第 2 Y 信号は、ローパスフィルタ L P F を通過するときに位相のずれが生じる。主線路 M Y を端子 P 1 から P 2 へ信号が通過したときに端子 P 3 から出力される信号は、位相差がある第 1 Y 信号と第 2 Y 信号とが合成された信号といえる。そのため、位相差がほとんどない場合と比べて第 1 Y 信号と第 2 Y 信号とを合成した信号の振幅は抑制される。その結果、方向性結合器 9 0 2 のカップリング特性を平坦に近づけることができる。

[0029] しかし、ローパスフィルタ L P F に含まれるコイル L 1 は、ローパスフィルタの機能を実現するために必要なインダクタンスを確保するために線路電極を複数回巻回されて構成されるのが通常である。そのため、方向性結合器 9 0 2 を誘電体の積層体として構成しようとする場合、線路電極の巻回毎に誘電体層が必要となる。また、ローパスフィルタ L P F の機能を維持するためには、主線路 M Y とコイル L 1 とが電磁氣的に結合しないように両者を十分に離して配置する必要がある。そのため、コイル L 1 は方向性結合器のさらなる小型化の障害になり得る。

[0030] そこで、実施の形態 1 に係る方向性結合器 1 においては、コイル L 1 に替えて、主線路 M に電磁氣的に結合する副線路 S 2 を用いる。主線路 M を端子 P 1 から P 2 へ信号が通過したときに副線路 S 3 と主線路 M とが電磁氣的に結合する。副線路 S 2 と S 3 との電磁氣的な結合は、副線路 S 1 と S 3 との電磁氣的な結合よりも強い。副線路 S 2 と S 3 との間の相互インダクタンスは、副線路 S 1 と S 3 との間の相互インダクタンスおよび副線路 S 1 と S 2 との間の相互インダクタンスよりも大きい。このような構成とすることにより、信号が副線路 S 2 を通過するときに生じる位相のずれを大きくすることができる。その結果、方向性結合器 1 のカップリング特性を平坦化することができる。

[0031] 主線路 M と副線路 S 1 ～ S 3 とが電磁氣的に結合していることによって生

じる信号を、それぞれ第1～3信号とする。主線路Mを端子P1からP2へ信号が通過したときに端子P3から出力される信号は、第1～3信号を合成した信号といえる。方向性結合器1において、副線路S3と主線路Mとの結合は、副線路S1と主線路Mとの電磁気的な結合よりも弱く、副線路S2と主線路Mとの電磁気的な結合よりも強い。このような構成とすることにより、副線路S2を通過して位相がずれる第3信号の振幅が第2信号の振幅よりも大きくなる。そのため、端子P3から出力される信号の振幅がより抑制される。その結果、方向性結合器1のカップリング特性をさらに平坦化することができる。

[0032] 実施の形態1においては、副線路S1は、副線路S2およびS3に電磁気的に結合している。このような構成とすることにより、副線路S1～S3によって構成される回路の合成インダクタンスは、各副線路の自己インダクタンスに加えて、各副線路が電磁気的に結合していることによる相互インダクタンスが加わった値となる。そのため、必要なインダクタンスを確保するために必要な線路長は、副線路間に電磁気的な結合がない場合と比べて短くすることができる。その結果、方向性結合器1をさらに小型化することができる。

[0033] 方向性結合器1において、副線路S2とS3との電磁気的な結合は、副線路S1とS3との電磁気的な結合よりも強い。副線路S1とS3との電磁気的な結合は、副線路S1とS2との電磁気的な結合よりも強い。このような構成とすることにより、副線路S2とS3との間の相互インダクタンスは、副線路S1とS3との間の相互インダクタンスおよび副線路S1とS2との間の相互インダクタンスよりも大きくなる。その結果、第3信号が副線路S2を通過するときに生じる位相のずれを大きくすることができる。その結果、方向性結合器1のカップリング特性をさらに平坦化することができる。

[0034] なお、副線路S2とS3との間の相互インダクタンスが、副線路S1とS2との間の相互インダクタンスよりも大きいことにもない、方向性結合器のインピーダンスを特性インピーダンス（たとえば50Ω）に調整するため

、コンデンサC 2の容量は、コンデンサC 1の容量よりも大きく設定されている。

[0035] 図3は、実施の形態1に係る方向性結合器1のカップリング特性（曲線C P 1）、および比較例に係る方向性結合器9 0 1のカップリング特性（曲線C P X）および方向性結合器9 0 2のカップリング特性（曲線C P Y）を併せて示す図である。図3に示されるように、方向性結合器9 0 2のカップリング特性C P Yは、方向性結合器9 0 1のカップリング特性C P Xと比較すると周波数の上昇に伴う結合度の上昇が抑制されている。同様に、方向性結合器1のカップリング特性C P 1も、方向性結合器9 0 1のカップリング特性C P Xと比較すると周波数の上昇に伴う結合度の上昇が抑制されている。

[0036] 方向性結合器1においては、位相をずらすために別個のコイルを備える必要がないため、コイルの巻回毎に誘電体層を形成する必要がなくなる。また、副線路S 2と主線路Mとを電磁気的な結合がほとんど生じなくなるまで離す必要がない。そのため、方向性結合器1を小型化することができる。

[0037] 以下では、方向性結合器1を複数の誘電体の積層体として構成する場合について説明する。以下では、図4のように、誘電体の積層方向（方向性結合器1の高さ方向）をZ軸方向とする。方向性結合器1の長辺（幅）方向をX軸方向とする。方向性結合器1の短辺（奥行）方向をY軸方向とする。X軸、Y軸、およびZ軸は互いに直交している。

[0038] 図4は、実施の形態1に係る方向性結合器1の外観斜視図である。図4に示されるように、方向性結合器1はたとえば直方体状である。方向性結合器1の面に関して、積層方向に垂直な面を底面B Fおよび上面U Fとする。積層方向に平行な面のうちZ X平面と平行な面を側面S F 1およびS F 2とする。積層方向に平行な面のうちY Z平面と平行な面を側面S F 3およびS F 4とする。端子P 1、P 3、およびP 4は、上面U F、側面S F 1、および底面B Fに亘って設けられている。端子P 2、P 7、およびP 8は、上面U F、側面S F 2、および底面B Fに亘って設けられている。端子P 5は、上面U F、側面S F 3、および底面B Fに亘って設けられている。端子P 6は

、上面UF、側面SF4、および底面BFに亘って設けられている。

[0039] 図5は、実施の形態1に係る方向性結合器1の分解斜視図である。図5に示されるように、方向性結合器1は、複数の誘電体層として誘電体層Ly r 1～Ly r 15を備える。誘電体層Ly r 1～Ly r 15は、Ly r 1を底面側、Ly r 15を上面側として、この順にZ軸方向に積層されている。誘電体層Ly r 1には、接地電極11が形成されている。接地電極11は端子P5およびP6に接続されている。誘電体層Ly r 2にはキャパシタ電極21が形成されている。誘電体層Ly r 3には接地電極31および接地電極32が形成されている。接地電極31は端子P5に接続され、接地電極32は端子P6に接続されている。接地電極31は本発明の第1接地電極に対応する。接地電極32は本発明の第3接地電極に対応する。積層方向からみたときに重なっている接地電極11、キャパシタ電極21、および接地電極31は、コンデンサC1を形成する。誘電体層Ly r 1～Ly r 3は本発明の第1コンデンサ層に対応する。

[0040] 誘電体層Ly r 4には、線路電極41および線路電極42が形成されている。線路電極41は端子P1に接続されている。線路電極42は端子P2に接続されている。誘電体層Ly r 5には、線路電極51が形成されている。線路電極51および線路電極41は、ビア電極201によって接続されている。線路電極51および線路電極42は、ビア電極202によって接続されている。線路電極41、線路電極42、ビア電極201、ビア電極202、および線路電極51は、主線路Mを形成する。誘電体層Ly r 4およびLy r 5は本発明の主線路層に対応する。

[0041] 誘電体層Ly r 6には線路電極61が形成されている。線路電極61は端子P3に接続されている。線路電極61およびキャパシタ電極21はビア電極203によって接続されている。線路電極61は副線路S1に対応する。誘電体層Ly r 6は本発明の第1副線路層に対応する。

[0042] 誘電体層Ly r 7には線路電極71および接地電極72が形成されている。接地電極72は本発明の第2接地電極に対応する。線路電極71は端子P

4に接続されている。接地電極72は端子P5に接続されている。誘電体層Ly r 8には線路電極81が形成されている。線路電極81および線路電極71は、ビア電極204によって接続されている。線路電極71、ビア電極204、および線路電極81は副線路S3を形成する。誘電体層Ly r 7およびLy r 8は本発明の第3副線路層に対応する。

[0043] 誘電体層Ly r 9には線路電極91が形成されている。線路電極91および線路電極61はビア電極205によって接続されている。線路電極91および線路電極81はビア電極206によって接続されている。線路電極91は副線路S2に対応する。誘電体層Ly r 9は、本発明の第2副線路層に対応する。

[0044] 誘電体層Ly r 10には接地電極101が形成されている。接地電極101は、端子P5に接続されている。誘電体層Ly r 11にはキャパシタ電極111が形成されている。キャパシタ電極111および線路電極91はビア電極207によって接続されている。誘電体層Ly r 12には接地電極121が形成されている。接地電極121は端子P5に接続されている。誘電体層Ly r 13にはキャパシタ電極131が形成されている。キャパシタ電極131およびキャパシタ電極111はビア電極208によって接続されている。誘電体層Ly r 14には接地電極141が形成されている。接地電極141は端子P5およびP6に接続されている。接地電極141は本発明の第4接地電極に対応する。積層方向からみたときに重なっている接地電極101、キャパシタ電極111、接地電極121、キャパシタ電極131および接地電極141は、コンデンサC2を形成する。誘電体層Ly r 10～Ly r 14は、本発明の第2コンデンサ層に対応する。コンデンサC2を構成するキャパシタ電極の数は、コンデンサC1を構成するキャパシタ電極の数よりも多い。そのため、コンデンサC2の容量は、コンデンサC1の容量よりも大きい。

[0045] 方向性結合器1において、第1コンデンサ層(Ly r 1～Ly r 3)と第2コンデンサ層(Ly r 10～Ly r 14)との間に、主線路層(Ly r 4

および L_{yr5} ）、第1副線路層（ L_{yr6} ）、第2副線路層（ L_{yr9} ）、および第3副線路層（ L_{yr7} および L_{yr8} ）とが配置されている。このような配置とすることにより、第1コンデンサ層と第2コンデンサ層との間に十分な距離がとれるため、たとえば主線路層および第1～第3副線路層の積層順序のような設計に関する自由度を向上させることができる。

[0046] 第1副線路層は主線路層と第3副線路層との間に配置されている。第3副線路層は第1副線路層と第2副線路層との間に配置されている。このような配置とすることにより、第3副線路層と主線路層との距離は、第1副線路層と主線路層との距離よりも大きく、第2副線路層と主線路層との距離よりも小さくすることができる。その結果、副線路 $S3$ と主線路 M との電磁気的な結合は、副線路 $S1$ と主線路 M との電磁気的な結合よりも弱く、副線路 $S2$ と主線路 M との電磁気的な結合よりも強くすることができる。

[0047] 誘電体層 L_{yr8} と L_{yr9} との距離 D_{23} は、誘電体層 L_{yr6} と L_{yr7} との距離 D_{12} よりも小さくなるように設定される。このような配置とすることで、第2副線路層と第3副線路層との距離は、第1副線路層と第3副線路層と距離よりも小さくなる。その結果、副線路 $S2$ と副線路 $S3$ との電磁気的な結合は、副線路 $S1$ と副線路 $S3$ との電磁気的な結合よりも強くすることができる。

[0048] 図6は、主線路層に対応する L_{yr5} および L_{yr4} を重ねて示した平面図である。図6に示されるように、主線路 M （線路電極41、線路電極42、ビア電極201、ビア電極202、および線路電極51）は、端子 $P1$ から中点 CP までの第1部分 $MP1$ と、端子 $P2$ から中点 CP までの第2部分 $MP2$ とに分けられる。端子 $P1$ から中点 CP までの線路長と端子 $P2$ から中点 CP までの線路長とは等しい。第1部分には、線路電極41、ビア電極201、および線路電極51の中点 CP からビア電極201までの部分が含まれる。第2部分には、線路電極42、ビア電極202、および線路電極51の中点 CP からビア電極202までの部分が含まれる。

[0049] 図5および図6を参照して、接地電極31（第1接地電極）および接地電

極 7 2（第 2 接地電極）は、複数の誘電体層の積層方向において重なっている。接地電極 3 2（第 3 接地電極）および接地電極 1 4 1（第 4 接地電極）は、積層方向において重なっている。接地電極 3 1 と接地電極 7 2 との間の距離は、接地電極 3 2 と接地電極 1 4 1 との距離より小さい。第 1 副線路層（L y r 6）、第 2 副線路層（L y r 9）、および第 3 副線路層（L y r 7 および L y r 8）は、接地電極 3 2 と接地電極 1 4 1 との間に配置されている。接地電極 3 1 および接地電極 7 2 は、積層方向において主線路 M の第 1 部分 M P 1 と重なっている。接地電極 3 1 および接地電極 7 2 は、副線路 S 1（線路電極 6 1）、副線路 S 2（線路電極 9 1）、および副線路 S 3（線路電極 7 1、ビア電極 2 0 4、および線路電極 8 1）と重なっていない。接地電極 3 2 および接地電極 1 4 1 は、積層方向において主線路 M の第 2 部分 M P 2、副線路 S 1、副線路 S 2、および副線路 S 3 と重なっている。

[0050] このような配置とすることにより、方向性結合器 1 のインピーダンスを特性インピーダンス（たとえば 50Ω ）に調整している。

[0051] 以上、実施の形態 1 に係る方向性結合器 1 によれば、カップリング特性の平坦化とともに、小型化が可能である。

[0052] [変形例]

上述の実施の形態 1 においては、端子 P 3 と P 4 との間に接続されている副線路が 3 つの副線路に分割されている場合について説明した。端子 P 3 と P 4 との間に接続される副線路は 4 つ以上の副線路に分割されていてもよい。図 7 は、端子 P 3 と P 4 との間の副線路が 4 つの副線路に分割されている方向性結合器 1 A の等価回路図である。図 7 に示されるように、方向性結合器 1 A は、副線路 S A を備える。副線路 S A は、コンデンサ C A 1 ~ C A 3 を含む。副線路 S A は、副線路 S A 1 ~ S A 4 に分割されている。端子 P 3 と P 4 との間に、この順に直列に接続されている。副線路 S A 1 ~ S A 4 の各々は、主線路 M に電磁氣的に結合している。副線路 S A の内部には、ローパスフィルタ L P F 2 が形成されている。

[0053] コンデンサ C A 1 は、接続点 J A 1 および端子 P 5 の間に接続されている

。接続点 J A 1 は、副線路 S A 1 と S A 2 との接続点である。コンデンサ C A 2 は、接続点 J A 2 および端子 P 5 の間に接続されている。接続点 J A 2 は、副線路 S A 2 と S A 3 との接続点である。コンデンサ C A 3 は、接続点 J A 3 および端子 P 5 の間に接続されている。接続点 J A 3 は、副線路 S A 3 と S A 4 との接続点である。副線路 S A 1 ～ S A 4 およびコンデンサ C A 1 ～ C A 3 は、ローパスフィルタ L P F 2 を形成している。

[0054] 方向性結合器 1 A によっても、カップリング特性の平坦化とともに、小型化が可能である。

[0055] [実施の形態 2]

実施の形態 1 においては、コンデンサ C 2 の容量がコンデンサ C 1 の容量よりも大きい場合について説明した。コンデンサ C 1 の容量とコンデンサ C 2 の容量との大小関係は、方向性結合器に求められる特性インピーダンスにより異なり得る。そこで、実施の形態 2 では、コンデンサ C 2 の容量がコンデンサ C 1 の容量よりも小さい場合について説明する。実施の形態 2 と実施の形態 1 との違いは、コンデンサ C 2 の容量がコンデンサ C 1 の容量よりも小さい点である。すなわち、実施の形態 1 の図 3 および図 5 が、実施の形態 2 の図 9 および図 8 にそれぞれ置き換わる。それ以外の点については同様であるため、説明を繰り返さない。

[0056] 図 8 は、実施の形態 2 に係る方向性結合器 2 の分解斜視図である。図 8 に示されるように、方向性結合器 2 は、複数の誘電体層として誘電体層 L y r 2 1 ～ L y r 3 5 を備える。誘電体層 L y r 2 1 ～ L y r 3 5 は、L y r 2 1 を底面側、L y r 3 5 を上面側として、この順に Z 軸方向に積層されている。

[0057] 誘電体層 L y r 2 1 には、接地電極 2 1 1 が形成されている。接地電極 2 1 1 は端子 P 5 および P 6 に接続されている。誘電体層 L y r 2 2 には、キャパシタ電極 2 2 1 が形成されている。誘電体層 L y r 2 3 には、接地電極 2 3 1 が形成されている。接地電極 2 3 1 は、端子 P 5 に接続されている。誘電体層 L y r 2 4 には、キャパシタ電極 2 4 1 が形成されている。キャパ

シタ電極 2 4 1 およびキャパシタ電極 2 2 1 は、ビア電極 3 5 1 によって接続されている。誘電体層 L y r 2 5 には、接地電極 2 5 1 および接地電極 2 5 2 が形成されている。接地電極 2 5 1 は端子 P 5 に接続され、接地電極 2 5 2 は端子 P 6 に接続されている。接地電極 2 5 1 は本発明の第 1 接地電極に対応する。接地電極 2 5 2 は本発明の第 3 接地電極に対応する。

[0058] 積層方向からみたときに重なっている接地電極 2 1 1、キャパシタ電極 2 2 1、接地電極 2 3 1、キャパシタ電極 2 4 1、および接地電極 2 5 1 は、コンデンサ C 1 を形成する。誘電体層 L y r 2 1 ~ L y r 2 5 は本発明の第 1 コンデンサ層に対応する。

[0059] 誘電体層 L y r 2 6 には、線路電極 2 6 1 および線路電極 2 6 2 が形成されている。線路電極 2 6 1 は、端子 P 1 に接続されている。線路電極 2 6 2 は、端子 P 2 に接続されている。誘電体層 L y r 2 7 には、線路電極 2 7 1 が形成されている。線路電極 2 7 1 および線路電極 2 6 1 は、ビア電極 3 5 2 によって接続されている。線路電極 2 7 1 および線路電極 2 6 2 は、ビア電極 3 5 3 によって接続されている。線路電極 2 6 1、線路電極 2 6 2、ビア電極 3 5 2、ビア電極 3 5 3、および線路電極 2 7 1 は、主線路 M を形成する。誘電体層 L y r 2 6 および L y r 2 7 は本発明の主線路層に対応する。

[0060] 誘電体層 L y r 2 8 には、線路電極 2 8 1 が形成されている。線路電極 2 8 1 は、端子 P 3 に接続されている。線路電極 2 8 1 およびキャパシタ電極 2 4 1 は、ビア電極 3 5 1 によって接続されている。線路電極 2 8 1 は、副線路 S 1 に対応する。誘電体層 L y r 2 8 は、本発明の第 1 副線路層に対応する。

[0061] 誘電体層 L y r 2 9 には、接地電極 2 9 1 および線路電極 2 9 2 が形成されている。接地電極 2 9 1 は、本発明の第 2 接地電極に対応する。接地電極 2 9 1 は、端子 P 5 に接続されている。線路電極 2 9 2 は、端子 P 4 に接続されている。誘電体層 L y r 3 0 には、線路電極 3 0 1 が形成されている。線路電極 3 0 1 および線路電極 2 9 2 は、ビア電極 3 5 5 によって接続され

ている。線路電極 292、ビア電極 355、および線路電極 301 は副線路 S3 を形成する。誘電体層 Lyr29 および Lyr30 は本発明の第3副線路層に対応する。

[0062] 誘電体層 Lyr31 には、線路電極 311 が形成されている。線路電極 311 および線路電極 281 は、ビア電極 354 によって接続されている。線路電極 311 および線路電極 301 は、ビア電極 356 によって接続されている。線路電極 311 は、副線路 S2 に対応する。誘電体層 Lyr31 は、本発明の第2副線路層に対応する。

[0063] 誘電体層 Lyr32 には、接地電極 321 が形成されている。接地電極 321 は、端子 P5 に接続されている。誘電体層 Lyr33 には、キャパシタ電極 331 が形成されている。キャパシタ電極 331 および線路電極 311 は、ビア電極 357 によって接続されている。誘電体層 Lyr34 には、接地電極 341 が形成されている。接地電極 341 は、端子 P5 および P6 に接続されている。接地電極 341 は、本発明の第4接地電極に対応する。積層方向からみたときに重なっている接地電極 321、キャパシタ電極 331、および接地電極 341 は、コンデンサ C2 を形成する。誘電体層 Lyr32 ~ Lyr34 は、本発明の第2コンデンサ層に対応する。コンデンサ C2 を構成するキャパシタ電極の数は、コンデンサ C1 を構成するキャパシタ電極の数よりも少ない。そのため、コンデンサ C2 の容量は、コンデンサ C1 の容量よりも小さい。

[0064] 図9は、実施の形態2に係る方向性結合器2のカップリング特性 CP2、および実施の形態1に係る方向性結合器1のカップリング特性 CP1 を併せて示す図である。方向性結合器2のカップリング特性 CP2 においても、方向性結合器1のカップリング特性 CP1 と同様に、周波数の上昇に伴う結合度の上昇が抑制されており、カップリング特性の平坦化が実現されている。

[0065] 以上、方向性結合器2によっても、カップリング特性の平坦化とともに、小型化が可能である。

[0066] [実施の形態3]

実施の形態 1 においては、内部にローパスフィルタが形成された副線路を 1 つ備える方向性結合器について説明した。本発明に係る方向性結合器は、内部にローパスフィルタが形成された副線路を複数備えることができる。実施の形態 3 では、内部にローパスフィルタが形成された副線路を 2 つ備える方向性結合器について説明する。

[0067] 実施の形態 3 と実施の形態 1 との違いは、方向性結合器が、内部にローパスフィルタが形成された副線路を 2 つ備える点である。すなわち、実施の形態 1 の図 1、図 3、および図 5 が、それぞれ図 10、図 12、および図 11 に置き換わる。それ以外の点については同様であるため、説明を繰り返さない。

[0068] 図 10 は、実施の形態 3 に係る方向性結合器 3 の等価回路図である。図 10 に示されるように、方向性結合器 3 は、外部の機器と接続される電極（端子）P1～P8 と、主線路 M3 と、副線路 S10、S20 とを備える。

[0069] 端子 P4、P8 は、カップリングポートとして用いられる。端子 P3、P7 は、50Ω で終端されるターミネートポートとして用いられる。端子 P5、P6 は、接地電位に接続される接地ポートとして用いられる。端子 P1 から P2 へ信号が通過すると、当該信号の電力に比例した電力の信号が端子 P4、P8 から出力される。

[0070] 主線路 M3 は、端子 P1 と P2 との間に接続されている。

副線路 S10 は、コンデンサ C11、C12 を含む。副線路 S10 は、副線路 S11～S13 に分割されている。副線路 S11～S13、およびコンデンサ C1、C2 は、ローパスフィルタ LPF10 を形成している。副線路 S11～S13 は、端子 P8 と P7 との間に、この順に直列に接続されている。コンデンサ C11 は、接続点 J11 および端子 P5 の間に接続されている。接続点 J11 は、副線路 S11 と S12 との接続点である。コンデンサ C12 は、接続点 J12 および端子 P5 の間に接続されている。接続点 J12 は、副線路 S12 と S13 との接続点である。

[0071] 副線路 S11～S13 の各々は、主線路 M3 に電磁氣的に結合している。

副線路S 1 3と主線路M 3との結合は、副線路S 1 1と主線路M 3との電磁気的な結合よりも弱く、副線路S 1 2と主線路M 3との電磁気的な結合よりも強い。

[0072] 副線路S 2 0は、コンデンサC 2 1, C 2 2を含む。副線路S 2 0は、副線路S 2 1～S 2 3に分割されている。副線路S 2 1～S 2 3、およびコンデンサC 2 1, C 2 2は、ローパスフィルタL P F 2 0を形成している。副線路S 2 1～S 2 3は、端子P 4とP 3との間に、この順に直列に接続されている。コンデンサC 2 1は、接続点J 2 1および端子P 6の間に接続されている。接続点J 2 1は、副線路S 2 1とS 2 2との接続点である。コンデンサC 2 2は、接続点J 2 2および端子P 6の間に接続されている。接続点J 2 2は、副線路S 2 2とS 2 3との接続点である。

[0073] 副線路S 2 1～S 2 3の各々は、主線路M 3に電磁気的に結合している。副線路S 2 3と主線路M 3との結合は、副線路S 2 1と主線路M 3との電磁気的な結合よりも弱く、副線路S 2 2と主線路M 3との電磁気的な結合よりも強い。

[0074] 副線路S 2 1は、副線路S 2 2およびS 2 3の各々にも電磁気的に結合している。副線路S 2 2は、副線路S 2 3にも電磁気的に結合している。副線路S 2 1とS 2 3との電磁気的な結合は、副線路S 2 1とS 2 2との電磁気的な結合よりも強い。

[0075] 図1 1は、実施の形態3に係る方向性結合器3の分解斜視図である。図1 1に示されるように、方向性結合器3は、複数の誘電体層として誘電体層L y r 4 1～L y r 5 4を備える。誘電体層L y r 4 1～L y r 5 4は、L y r 4 1を底面側、L y r 5 4を上面側として、この順にZ軸方向に積層されている。

[0076] 誘電体層L y r 4 1には、接地電極4 1 1が形成されている。接地電極4 1 1は、端子P 5およびP 6に接続されている。誘電体層L y r 4 2には、キャパシタ電極4 2 1およびキャパシタ電極4 2 2が形成されている。誘電体層L y r 4 3には、接地電極4 3 1および接地電極4 3 2が形成されてい

る。接地電極431は端子P5に接続され、接地電極432は端子P6に接続されている。積層方向からみたときに重なっている接地電極411、キャパシタ電極421、および接地電極431は、コンデンサC11を形成する。同様に接地電極411、キャパシタ電極422、および接地電極432は、コンデンサC21を形成する。誘電体層Ly r 41~Ly r 43は本発明の第1コンデンサ層に対応する。

[0077] 誘電体層Ly r 44には、線路電極441および線路電極442が形成されている。線路電極441は、端子P1に接続されている。線路電極442は、端子P2に接続されている。誘電体層Ly r 45には、線路電極451が形成されている。線路電極451および線路電極441は、ビア電極543によって接続されている。線路電極451および線路電極442は、ビア電極544によって接続されている。線路電極441、線路電極442、ビア電極543、ビア電極544、および線路電極451は、主線路M3を形成する。誘電体層Ly r 44およびLy r 45は本発明の主線路層に対応する。

[0078] 誘電体層Ly r 46には、線路電極461および線路電極462が形成されている。線路電極461は、端子P8に接続されている。線路電極462は、端子P4に接続されている。

[0079] 誘電体層Ly r 47には、線路電極471および線路電極472が形成されている。線路電極471および線路電極461は、ビア電極545によって接続されている。線路電極471およびキャパシタ電極421は、ビア電極541によって接続されている。線路電極461、ビア電極545、および線路電極471は、副線路S11を形成している。線路電極472および線路電極462は、ビア電極546によって接続されている。線路電極472およびキャパシタ電極422は、ビア電極542によって接続されている。線路電極462、ビア電極546、および線路電極472は、副線路S21を形成している。誘電体層Ly r 46およびLy r 47は、本発明の第1副線路層に対応する。

- [0080] 誘電体層L y r 4 8には、線路電極4 8 1および線路電極4 8 2が形成されている。線路電極4 8 1は、端子P 7に接続されている。線路電極4 8 2は、端子P 3に接続されている。
- [0081] 誘電体層L y r 4 9には、線路電極4 9 1および線路電極4 9 2が形成されている。線路電極4 9 1および線路電極4 8 1は、ビア電極5 4 9によって接続されている。線路電極4 8 1、ビア電極5 4 9、および線路電極4 9 1は、副線路S 1 3を形成している。線路電極4 9 2および線路電極4 8 2は、ビア電極5 5 0によって接続されている。線路電極4 8 2、ビア電極5 5 0、および線路電極4 9 2は、副線路S 2 3を形成している。誘電体層L y r 4 8およびL y r 4 9は、本発明の第3副線路層に対応する。
- [0082] 誘電体層L y r 5 0には、線路電極5 0 1および線路電極5 0 2が形成されている。線路電極5 0 1および線路電極4 7 1は、ビア電極5 4 7によって接続されている。線路電極5 0 1および線路電極4 9 1は、ビア電極5 5 1によって接続されている。線路電極5 0 1は、副線路S 1 2を形成している。線路電極5 0 2および線路電極4 7 2は、ビア電極5 4 8によって接続されている。線路電極5 0 2および線路電極4 9 2は、ビア電極5 5 2によって接続されている。線路電極5 0 2は、副線路S 2 2を形成している。誘電体層L y r 5 0は、本発明の第2副線路層に対応する。
- [0083] 誘電体層L y r 5 1には、接地電極5 1 1および接地電極5 1 2が形成されている。接地電極5 1 1は、端子P 5に接続されている。接地電極5 1 2は、端子P 6に接続されている。
- [0084] 誘電体層L y r 5 2には、キャパシタ電極5 2 1およびキャパシタ電極5 2 2が形成されている。キャパシタ電極5 2 1および線路電極5 0 1は、ビア電極5 5 3によって接続されている。キャパシタ電極5 2 2および線路電極5 0 2は、ビア電極5 5 4によって接続されている。
- [0085] 誘電体層L y r 5 3には、接地電極5 3 1が形成されている。接地電極5 3 1は、端子P 5およびP 6に接続されている。積層方向からみたときに重なっている接地電極5 1 1、キャパシタ電極5 2 1、および接地電極5 3 1

は、コンデンサC 1 2を形成している。同様に、接地電極5 1 2、キャパシタ電極5 2 2、および接地電極5 3 1は、コンデンサC 2 2を形成している。誘電体層L y r 5 1～L y r 5 3は、本発明の第2コンデンサ層に対応する。

[0086] 図1 2は、実施の形態3に係る方向性結合器3のカップリング特性C P 3 1, C P 3 2、および実施の形態1に係る方向性結合器1のカップリング特性C P 1を併せて示す図である。方向性結合器3のカップリング特性としては、カップリングポートが端子P 4の場合(C P 3 1)と端子P 8の場合(C P 3 2)がある。カップリング特性C P 3 1およびC P 3 2は、図1 2に示される周波数帯においてはほとんど同様に変化するため、図1 2においては同一の曲線で示している。方向性結合器3のカップリング特性C P 3 1, C P 3 2においても、方向性結合器1のカップリング特性C P 1と同様に、周波数の上昇に伴う結合度の上昇が抑制されており、カップリング特性の平坦化が実現されている。

[0087] 以上、方向性結合器3によっても、カップリング特性の平坦化とともに、小型化が可能である。さらに、方向性結合器3によれば、主線路を通過する信号の電力に比例した電力の信号を複数の副線路(カップリングポート)から出力することができる。

[0088] 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

[0089] 1, 1 A, 2, 3, 9 0 1, 9 0 2 方向性結合器、1 1, 3 1, 3 2, 7 2, 1 0 1, 1 2 1, 1 4 1, 2 1 1, 2 3 1, 2 5 1, 2 5 2, 2 9 1, 3 2 1, 3 4 1, 4 1 1, 4 3 1, 4 3 2, 5 1 1, 5 1 2, 5 3 1 接地電極、2 1, 1 1 1, 1 3 1, 2 2 1, 2 4 1, 3 3 1, 4 2 1, 4 2 2

, 521, 522 キャパシタ電極、41, 42, 51, 61, 71, 81, 91, 261, 262, 271, 281, 292, 301, 311, 441, 442, 451, 461, 462, 471, 472, 481, 482, 491, 492, 501, 502 線路電極、201~208, 351~357, 541~554 ビア電極、C1, C2, C11, C12, C21, C22, CA1~CA3 コンデンサ、L1 コイル、LPF, LPF1, LPF2, LPF10, LPF20 ローパスフィルタ、Lyr1~Lyr15, Lyr21~Lyr35, Lyr41~Lyr54 誘電体層、M, M3, MX, MY 主線路、P1~P8 端子、S, S1~S3, S10~S13, S20~S23, SA, SA1~SA4, SX, SY1, SY2 副線路。

請求の範囲

- [請求項1] 所定の周波数帯域において用いられる方向性結合器であって、
第1ないし第4端子と、
前記第1端子と前記第2端子との間に接続されている主線路と、
前記第3端子と前記第4端子との間に接続されている副線路とを備え、
前記副線路の内部には、ローパスフィルタが形成されている、方向性結合器。
- [請求項2] 前記副線路は、少なくとも第1副線路、第2副線路、および第3副線路に分割されており、
前記方向性結合器は、
前記第1副線路と前記第2副線路との第1接続点および接地電位の間に形成されている第1コンデンサと、
前記第2副線路と前記第3副線路との第2接続点および前記接地電位の間に形成されている第2コンデンサとをさらに備え、
前記第1副線路、前記第2副線路、および前記第3副線路は、この順に直列に接続されており、前記第1副線路、前記第2副線路、および前記第3副線路の各々は、前記主線路と電磁氣的に結合し、
前記第1副線路、前記第2副線路、前記第3副線路、前記第1コンデンサ、および前記第2コンデンサは、前記ローパスフィルタを形成している、請求項1に記載の方向性結合器。
- [請求項3] 前記第2副線路は、前記第3副線路と電磁氣的に結合している、請求項2に記載の方向性結合器。
- [請求項4] 前記第1副線路は、前記第2副線路および前記第3副線路の各々と電磁氣的に結合し、
前記第2副線路と前記第3副線路との電磁氣的な結合は、前記第1副線路と前記第3副線路との電磁氣的な結合よりも強く、
前記第1副線路と前記第3副線路との電磁氣的な結合は、前記第1

副線路と前記第 2 副線路との電磁気的な結合よりも強い、請求項 3 に記載の方向性結合器。

[請求項 5] 前記第 2 コンデンサの容量は、前記第 1 コンデンサの容量と異なる、請求項 4 に記載の方向性結合器。

[請求項 6] 前記第 3 副線路と前記主線路との電磁気的な結合は、前記第 2 副線路と前記主線路との電磁気的な結合よりも強い、請求項 2 に記載の方向性結合器。

[請求項 7] 前記第 3 端子と前記第 4 端子との間を通過する信号の減衰量が所定の値だけ低下するカットオフ周波数は、前記所定の周波数帯域外となるように設定される、請求項 2 に記載の方向性結合器。

[請求項 8] 前記方向性結合器は、積層された複数の誘電体層を備え、
前記複数の誘電体層は、
前記主線路を有する主線路層と、
前記第 1 副線路を有する第 1 副線路層と、
前記第 2 副線路を有する第 2 副線路層と、
前記第 3 副線路を有する第 3 副線路層と、
前記第 1 コンデンサを有する第 1 コンデンサ層と、
前記第 2 コンデンサを有する第 2 コンデンサ層とを含み、
前記第 1 コンデンサ層と前記第 2 コンデンサ層との間に、前記主線路層と、前記第 1 副線路層と、前記第 2 副線路層と、前記第 3 副線路層とが配置されている、請求項 2 に記載の方向性結合器。

[請求項 9] 前記複数の誘電体層は、第 1 ないし第 4 接地電極をさらに含み、
前記第 1 接地電極と前記第 2 接地電極とは、前記複数の誘電体層の積層方向において重なっており、
前記第 3 接地電極と前記第 4 接地電極とは、前記複数の誘電体層の積層方向において重なっており、
前記第 1 接地電極と前記第 2 接地電極との間の前記積層方向の距離は、前記第 3 接地電極と前記第 4 接地電極との間の前記積層方向の距

離よりも小さく、

前記主線路の、前記第 1 端子から前記主線路の midpoint までの第 1 部分は、前記積層方向において前記第 1 接地電極と前記第 2 接地電極との間に配置され、

前記主線路の、前記第 2 端子から前記 midpoint までの第 2 部分は、前記積層方向において、前記第 3 接地電極と前記第 4 接地電極との間に配置され、

前記第 1 ないし第 3 副線路層は、前記第 3 接地電極と前記第 4 接地電極との間に配置され、

前記第 1 接地電極および前記第 2 接地電極は、前記積層方向において前記第 1 部分と重なっていると同時に、前記第 1 副線路、前記第 2 副線路、および前記第 3 副線路と重なっておらず、

前記第 3 接地電極および前記第 4 接地電極は、前記積層方向において前記第 2 部分、前記第 1 副線路、前記第 2 副線路、および前記第 3 副線路と重なっている、請求項 8 に記載の方向性結合器。

[請求項 10] 前記第 1 副線路層は、前記主線路層と前記第 3 副線路層との間に配置されており、

前記第 3 副線路層は、前記第 1 副線路層と前記第 2 副線路層との間に配置されている、請求項 8 に記載の方向性結合器。

[請求項 11] 前記第 2 副線路層と前記第 3 副線路層との間の距離は、前記第 1 副線路層と前記第 3 副線路層との距離より小さい、請求項 10 に記載の方向性結合器。

[請求項 12] 第 5 および第 6 端子と、
前記第 5 端子と前記第 6 端子との間に接続されているもう一つの副線路とをさらに備え、

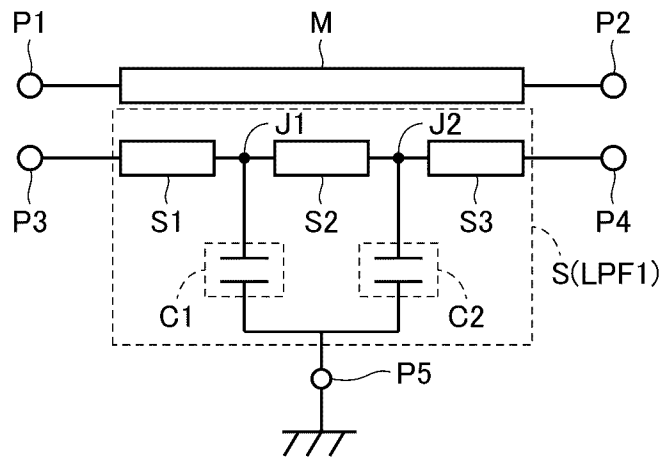
前記もう一つの副線路の内部には、もう一つのローパスフィルタが形成されている、請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の方向性結合器。

[図1]

FIG.1

1

<実施の形態1>



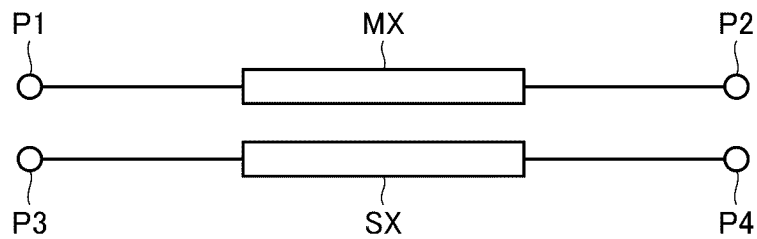
[図2]

FIG.2

(a)

901

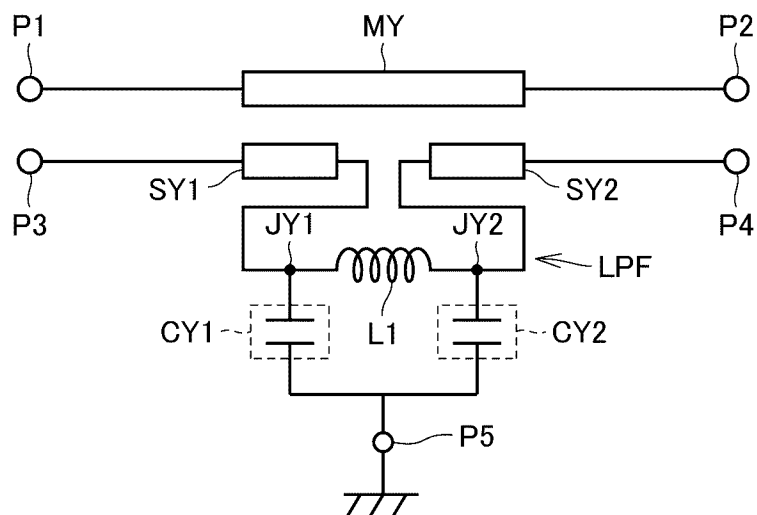
<比較例1>



(b)

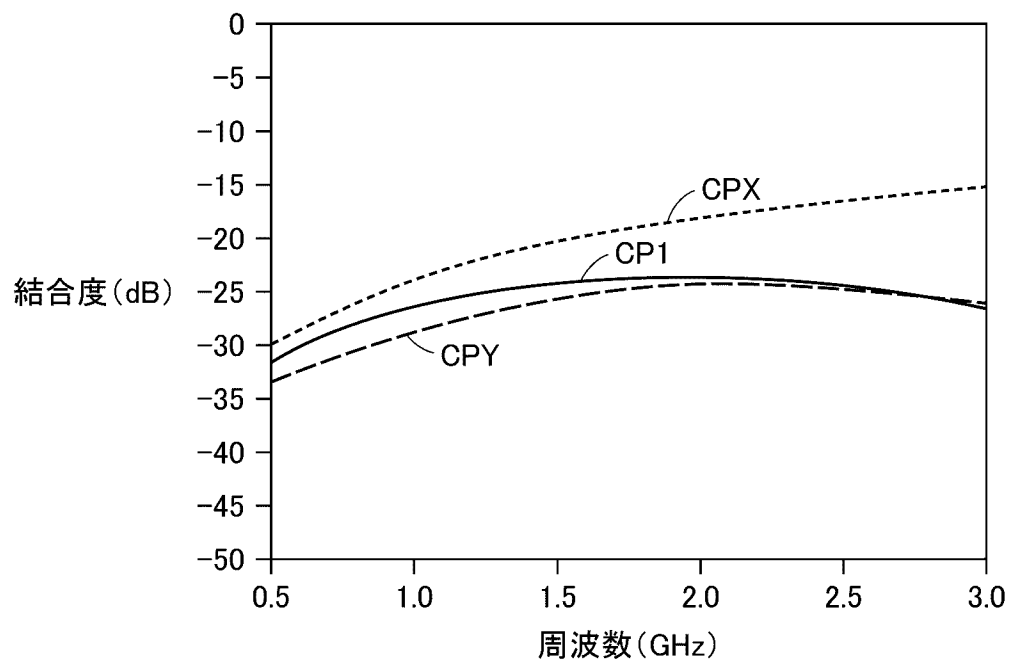
902

<比較例2>



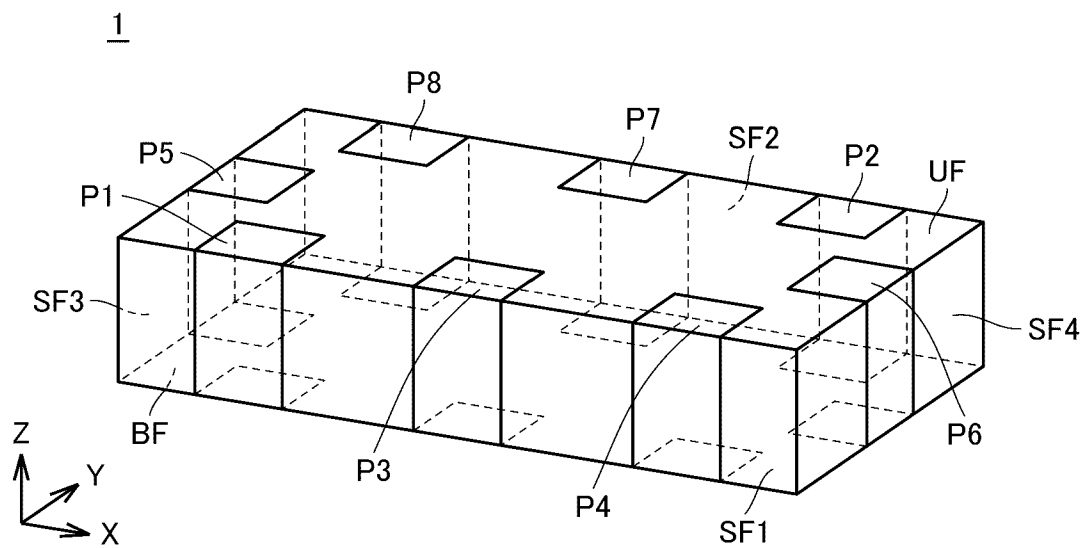
[図3]

FIG.3



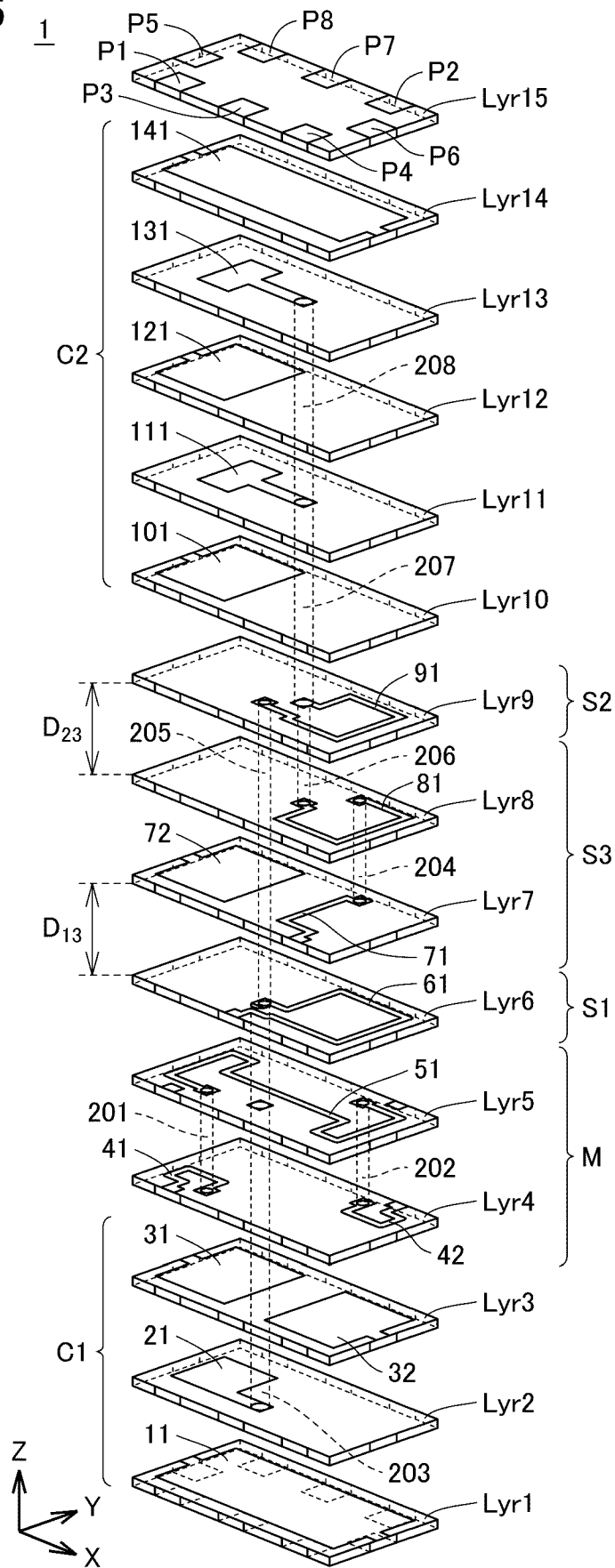
[図4]

FIG.4



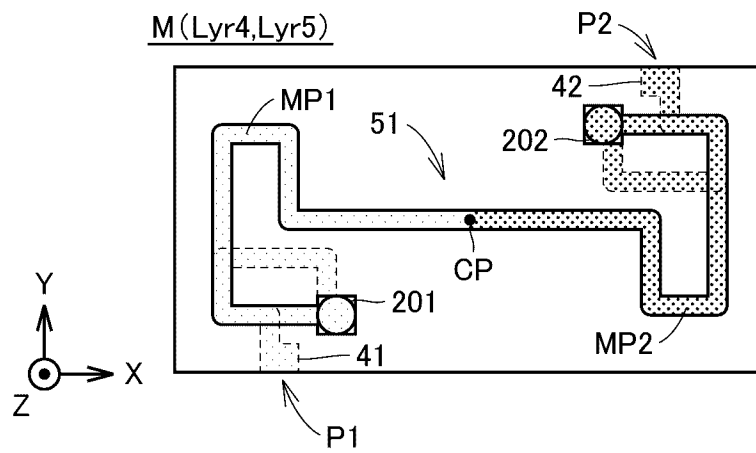
[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6

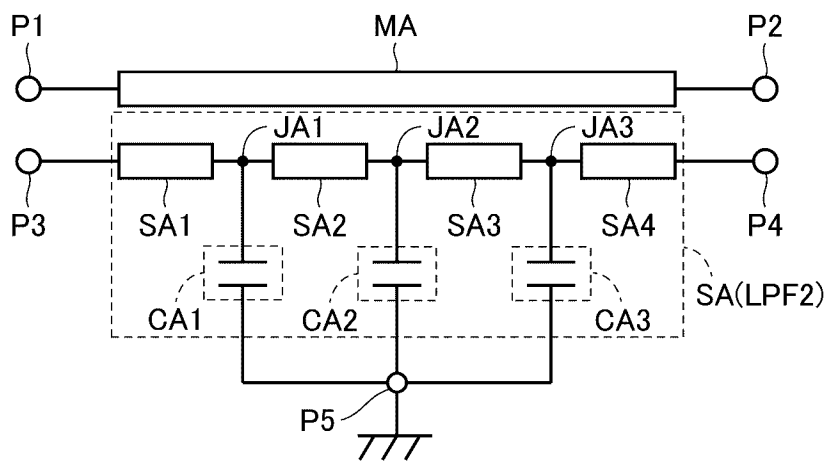


[図7]

FIG.7

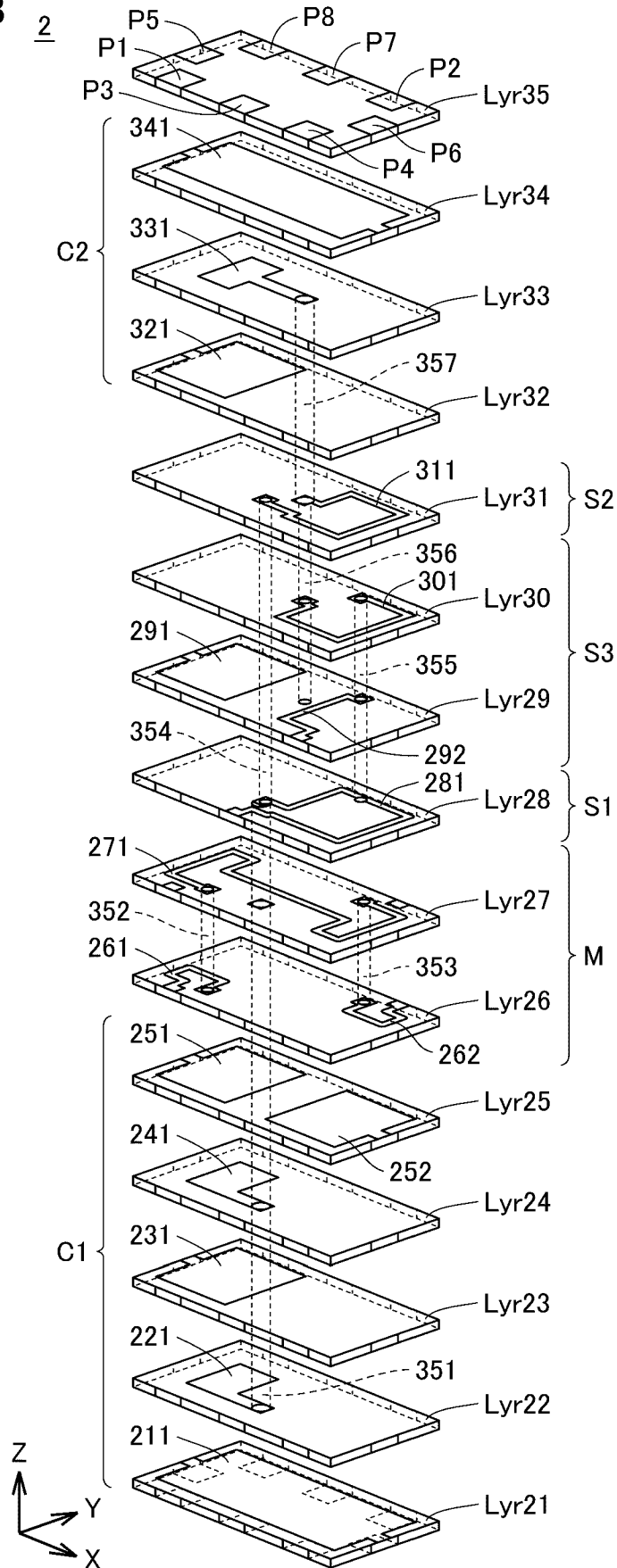
1A

<変形例>



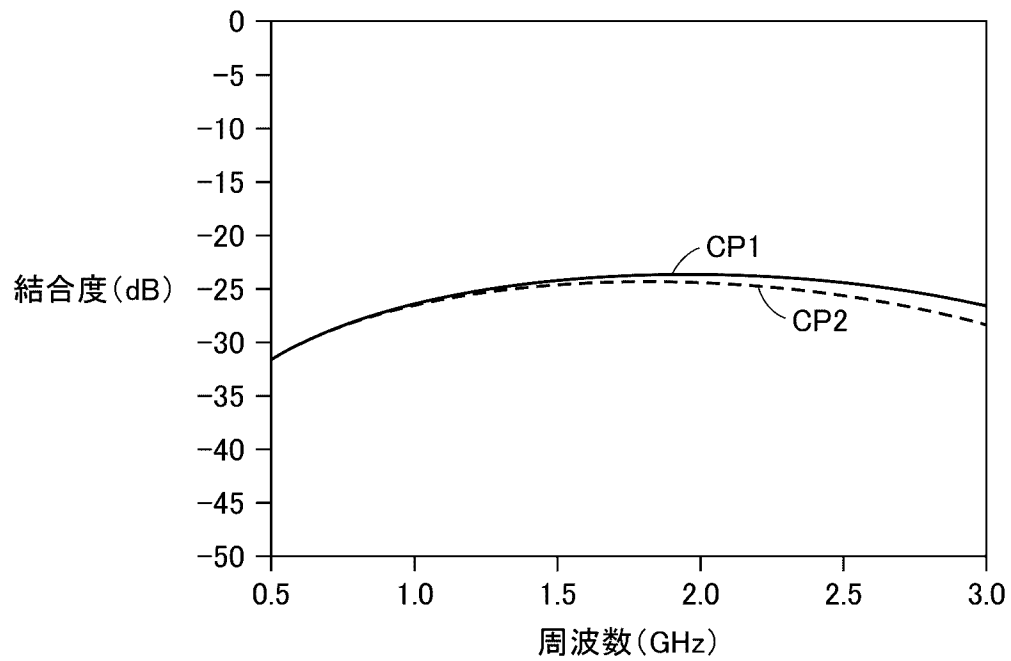
[図8]

FIG.8



[図9]

FIG.9

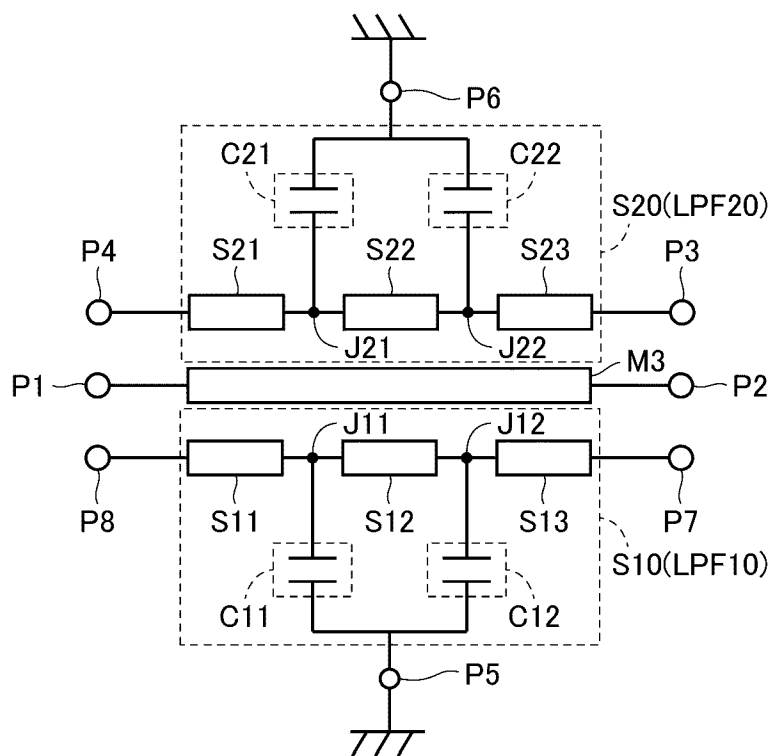


[図10]

FIG.10

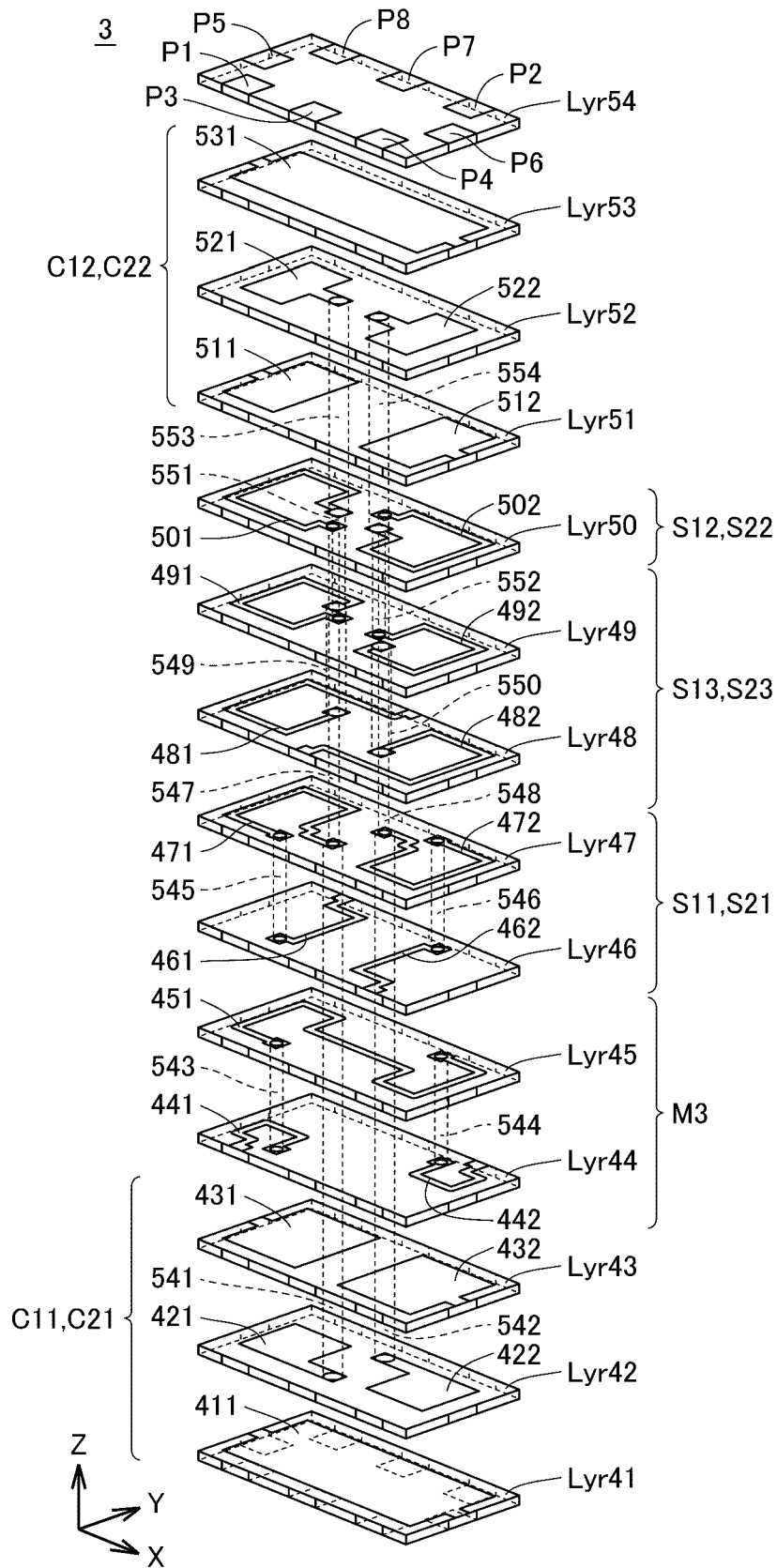
3

〈実施の形態3〉



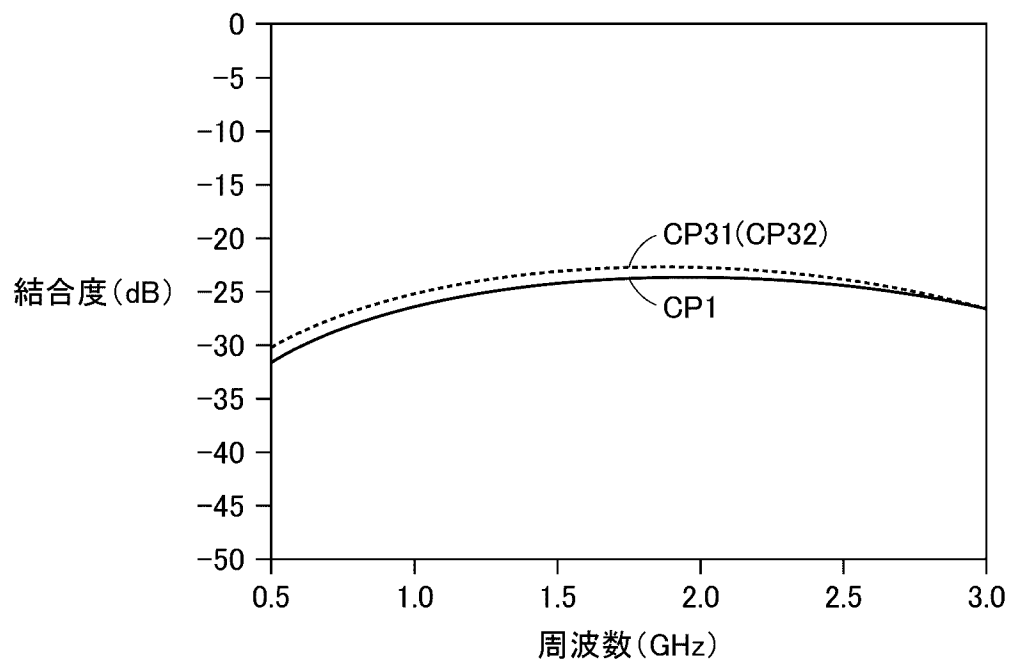
[図11]

FIG.11



[図12]

FIG.12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/087776

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P5/18(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)

H01P5/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2007-181063 A (Tokimec Inc.), 12 July 2007 (12.07.2007), paragraphs [0025] to [0028], [0045] to [0054]; fig. 1, 5 (Family: none)	1, 12 12 2-11
X Y A	JP 2013-5076 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 07 January 2013 (07.01.2013), paragraphs [0010] to [0015]; fig. 1 & US 2012/0319797 A1 paragraphs [0025] to [0030]; fig. 1 & EP 2535979 A1 & CN 102832435 A	1 12 2-11
A	JP 11-220312 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 10 August 1999 (10.08.1999), (Family: none)	1-12

☒ 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 January 2017 (16.01.17)

Date of mailing of the international search report
24 January 2017 (24.01.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/087776

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/124374 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 20 September 2012 (20.09.2012), & JP 5652542 B2 & US 2013/0300518 A1 & CN 103370832 A	1-12
A	JP 2002-280812 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 27 September 2002 (27.09.2002), (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01P5/18(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. H01P5/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-181063 A（株式会社トキメック）2007.07.12, 段落 0025-	1, 12
Y	0028, 0045-0054, 図 1, 5（ファミリーなし）	12
A		2-11
X	JP 2013-5076 A（株式会社村田製作所）2013.01.07, 段落 0010-0015,	1
Y	図 1 & US 2012/0319797 A1, 段落 0025-0030, 図 1 & EP 2535979 A1	12
A	& CN 102832435 A	2-11
A	JP 11-220312 A（日本特殊陶業株式会社）1999.08.10,（ファミリー なし）	1-12

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

16.01.2017

国際調査報告の発送日

24.01.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岩井 一央

5 K

5290

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	WO 2012/124374 A1 (株式会社村田製作所) 2012. 09. 20, & JP 5652542 B2 & US 2013/0300518 A1 & CN 103370832 A	1-12
A	JP 2002-280812 A (日本特殊陶業株式会社) 2002. 09. 27, (ファミリーなし)	1-12