

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第766657号
(P766657)

(45)発行日 令和7年4月22日(2025.4.22)

(24)登録日 令和7年4月14日(2025.4.14)

(51)国際特許分類 F I
H 0 1 P 1/203(2006.01) H 0 1 P 1/203
H 0 1 P 7/08 (2006.01) H 0 1 P 7/08

請求項の数 6 (全17頁)

(21)出願番号	特願2023-575082(P2023-575082)	(73)特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(86)(22)出願日	令和4年11月11日(2022.11.11)	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/042081	(72)発明者	元山 洋人 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
(87)国際公開番号	WO2023/139901	審査官	齊藤 晶
(87)国際公開日	令和5年7月27日(2023.7.27)		
審査請求日	令和6年6月6日(2024.6.6)		
(31)優先権主張番号	特願2022-6334(P2022-6334)		
(32)優先日	令和4年1月19日(2022.1.19)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 フィルタ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘電体と、
前記誘電体に設けられた入力端子、出力端子および接地端子と、
前記誘電体において互いに対向して配置され、前記接地端子に接続された平板形状の第1電極および第2電極と、
前記入力端子に接続された第1共振器と、
前記出力端子に接続された第2共振器と、
前記誘電体において、前記第1共振器および前記第2共振器の間に配置された第3共振器と、
前記誘電体において、前記第2共振器および前記第3共振器の間に配置された第4共振器と、
前記誘電体において、前記第3共振器および前記第4共振器と磁気結合する第5共振器を備え、
前記第1共振器は、一方端が前記入力端子に接続され、他方端が前記接地端子に接続された第1平板導体を含み、
前記第2共振器は、一方端が前記出力端子に接続され、他方端が前記接地端子に接続された第2平板導体を含み、
前記第1平板導体および前記第2平板導体の各々は、前記誘電体において、第1方向に延在しており、

前記第 1 共振器、前記第 2 共振器および前記第 3 共振器は、前記第 1 方向と交差する第 2 方向に配列されており、

前記第 3 共振器は、

前記第 2 電極に対向して配置された第 1 キャパシタ電極と、

前記第 1 キャパシタ電極および前記第 1 電極に接続され、前記第 1 電極から前記第 2 電極に向かう第 3 方向に延在する第 1 インダクタピアとを含み、

前記第 4 共振器は、

前記第 2 電極に対向して配置された第 2 キャパシタ電極と、

前記第 2 キャパシタ電極および前記第 1 電極に接続され、前記第 3 方向に延在する第 2 インダクタピアとを含み、

前記第 5 共振器は、

前記第 2 電極に対向して配置された第 3 キャパシタ電極と、

前記第 3 キャパシタ電極および前記第 1 電極に接続され、前記第 3 方向に延在する第 3 インダクタピアとを含み、

前記第 3 キャパシタ電極は、前記第 2 方向に延在する矩形形状を有しており、前記第 1 キャパシタ電極および前記第 2 キャパシタ電極から前記第 1 方向に離間した位置に配置されている、フィルタ装置。

【請求項 2】

誘電体と、

前記誘電体に設けられた入力端子、出力端子および接地端子と、

前記誘電体において互いに対向して配置され、前記接地端子に接続された平板形状の第 1 電極および第 2 電極と、

前記入力端子に接続された第 1 共振器と、

前記出力端子に接続された第 2 共振器と、

前記誘電体において、前記第 1 共振器および前記第 2 共振器の間に配置された第 3 共振器と、

前記誘電体において、前記第 2 共振器および前記第 3 共振器の間に配置された第 4 共振器と、

前記誘電体において、前記第 3 共振器および前記第 4 共振器と磁気結合する第 5 共振器とを備え、

前記第 1 共振器は、一方端が前記入力端子に接続され、他方端が前記接地端子に接続された第 1 平板導体を含み、

前記第 2 共振器は、一方端が前記出力端子に接続され、他方端が前記接地端子に接続された第 2 平板導体を含み、

前記第 1 平板導体および前記第 2 平板導体の各々は、前記誘電体において、第 1 方向に延在しており、

前記第 1 共振器、前記第 2 共振器および前記第 3 共振器は、前記第 1 方向と交差する第 2 方向に配列されており、

前記第 3 共振器は、

前記第 2 電極に対向して配置された第 1 キャパシタ電極と、

前記第 1 キャパシタ電極および前記第 1 電極に接続され、前記第 1 電極から前記第 2 電極に向かう第 3 方向に延在する第 1 インダクタピアとを含み、

前記第 4 共振器は、

前記第 2 電極に対向して配置された第 2 キャパシタ電極と、

前記第 2 キャパシタ電極および前記第 1 電極に接続され、前記第 3 方向に延在する第 2 インダクタピアとを含み、

前記第 5 共振器は、前記誘電体において前記第 1 共振器と前記第 3 共振器との間、あるいは、前記第 2 共振器と前記第 4 共振器との間に配置され、前記第 1 方向に延在する第 4 平板導体を含み、

前記第 4 平板導体の一方端は前記接地端子に接続されており、他方端は開放されている、

10

20

30

40

50

フィルタ装置。

【請求項 3】

前記第 1 平板導体および前記第 2 平板導体の各々は、前記第 1 方向から前記第 2 方向に向かう屈曲部を有している、請求項 1 または請求項 2 に記載のフィルタ装置。

【請求項 4】

前記第 1 平板導体および前記第 2 平板導体は、前記誘電体において同一平面に配置されている、請求項 1 または請求項 2 に記載のフィルタ装置。

【請求項 5】

前記第 1 平板導体および前記第 2 平板導体と、前記第 1 キャパシタ電極とは、前記誘電体において異なる平面に配置されている、請求項 1 または請求項 2 に記載のフィルタ装置。 10

【請求項 6】

前記第 1 キャパシタ電極および前記第 2 キャパシタ電極の各々は、前記第 1 方向に延在する矩形形状を有している、請求項 1 または請求項 2 に記載のフィルタ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、フィルタ装置に関し、より特定的には、フィルタ装置における特性を向上させる技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特開 2018 - 125804 号公報（特許文献 1）には、誘電体の本体内のシールド電極間に配置された複数の共振器を有するバンドパスフィルタが開示されている。複数の共振器の各々は、一方端がビアを介してシールド電極に接続されるとともに他方端が開放された平板導体により構成されており、隣接する共振器同士が電磁界結合することによって、バンドパスフィルタとして機能する。 20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2018 - 125804 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特開 2018 - 125804 号公報（特許文献 1）に開示されたバンドパスフィルタにおいては、共振器を構成する平板導体が誘電体内の同一平面に配置されているため、隣接する共振器で生じる磁界の向きは異なっているものの、発生する磁界同士が互いに影響してしまい、フィルタの減衰特性が低下する場合が生じ得る。 30

【0005】

本開示は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、その目的は、複数の共振器を含んで構成されたフィルタ装置の特性を向上させることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示に係るフィルタ装置は、誘電体と、入力端子と、出力端子と、接地端子と、平板形状の第 1 電極および第 2 電極と、第 1 共振器～第 3 共振器とを備える。第 1 電極および第 2 電極は、誘電体において互いに対向して配置され、接地端子に接続されている。第 1 共振器および第 2 共振器は、第 1 電極と第 2 電極との間に配置されている。第 1 共振器は入力端子に接続され、第 2 共振器は出力端子に接続されている。第 3 共振器は、誘電体において、第 1 共振器および第 2 共振器の間に配置されている。第 1 共振器は、一方端が入力端子に接続され、他方端が接地端子に接続された第 1 平板導体を含む。第 2 共振器は、一方端が出力端子に接続され、他方端が接地端子に接続された第 2 平板導体を含む。第 1 平板導体および第 2 平板導体の各々は、誘電体において第 1 方向に延在している。第 1 共 40

10

20

30

40

50

振器、第2共振器および第3共振器は、上記第1方向と交差する第2方向に配列されている。第3共振器は、第2電極に対向して配置されたキャパシタ電極と、キャパシタ電極および第1電極に接続されたインダクタピアとを含む。インダクタピアは、第1電極から第2電極に向かう第3方向に延在している。

【発明の効果】

【0007】

本開示に係るフィルタ装置は、シールド電極（第1電極，第2電極）間に配置された第1～第3共振器を備えている。入力端子および出力端子にそれぞれ接続された第1共振器および第2共振器は、第1方向（X軸方向）に延在する平板導体で構成される共振器であり、2つの共振器間に配置される第3共振器は、第3方向（Z軸方向）に延在するインダクタピアを有する共振器である。そのため、第1共振器で生じる磁界と第3共振器で生じる磁界との向き、および、第2共振器で生じる磁界と第3共振器で生じる磁界との向きがねじれの関係となるため、共振器間における磁界の影響が抑制される。したがって、フィルタ装置の特性を向上させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施の形態1に係るフィルタ装置が搭載された高周波フロントエンド回路のブロック図である。

【図2】実施の形態1に係るフィルタ装置の内部を示す斜視図である。

【図3】実施の形態1に係るフィルタ装置の内部を示す平面図である。

20

【図4】比較例のフィルタ装置の内部を示す平面図である。

【図5】実施の形態1および比較例のフィルタ装置における各共振器で生じる磁界方向を説明するための図である。

【図6】変形例1のフィルタ装置の内部を示す平面図である。

【図7】変形例1のフィルタ装置における共振器の磁界方向を説明するための図である。

【図8】変形例2のフィルタ装置の内部を示す平面図である。

【図9】変形例2のフィルタ装置における共振器の磁界方向を説明するための図である。

【図10】変形例3のフィルタ装置の内部を示す平面図である。

【図11】変形例3のフィルタ装置における共振器の磁界方向を説明するための図である。

【図12】実施の形態2に係るフィルタ装置の内部を示す平面図である。

30

【図13】実施の形態3に係るフィルタ装置の内部を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本開示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繰り返さない。

【0010】

〔実施の形態1〕

（通信装置の基本構成）

図1は、実施の形態1のフィルタ装置が適用される高周波フロントエンド回路20を有する通信装置10のブロック図である。通信装置10は、たとえば、携帯電話基地局である。

40

【0011】

図1を参照して、通信装置10は、アンテナ12と、高周波フロントエンド回路20と、ミキサ30と、局部発振器32と、D/Aコンバータ(DAC)40と、RF回路50とを備える。また、高周波フロントエンド回路20は、バンドパスフィルタ22，28と、増幅器24と、減衰器26とを含む。なお、図1においては、高周波フロントエンド回路20が、アンテナ12から高周波信号を送信する送信回路を含む場合について説明するが、高周波フロントエンド回路20はアンテナ12を介して高周波信号を受信する受信回路を含んでもよい。

【0012】

50

通信装置 10 は、RF 回路 50 から伝達された送信信号を高周波信号にアップコンバートしてアンテナ 12 から放射する。RF 回路 50 から出力された送信信号である変調済みのデジタル信号は、D/A コンバータ 40 によってアナログ信号に変換される。ミキサ 30 は、D/A コンバータ 40 によってデジタル信号からアナログ信号に変換された送信信号を、局部発振器 32 からの発振信号と混合して高周波信号へとアップコンバートする。バンドパスフィルタ 28 は、アップコンバートによって生じた不要波を除去して、所望の周波数帯域の送信信号のみを抽出する。減衰器 26 は、送信信号の強度を調整する。増幅器 24 は、減衰器 26 を通過した送信信号を、所定のレベルまで電力増幅する。バンドパスフィルタ 22 は、増幅過程で生じた不要波を除去するとともに、通信規格で定められた周波数帯域の信号成分のみを通過させる。バンドパスフィルタ 22 を通過した送信信号は、アンテナ 12 から放射される。

10

【0013】

上記のような通信装置 10 におけるバンドパスフィルタ 22, 28 として、本開示に対応したフィルタ装置を採用することができる。

【0014】

(フィルタ装置の構成)

次に図 2 および図 3 を用いて、実施の形態 1 のフィルタ装置 100 の詳細な構成について説明する。図 2 および図 3 は、それぞれ、フィルタ装置 100 の内部を示す斜視図および平面図である。

【0015】

図 2 および図 3 を参照して、フィルタ装置 100 は、複数の誘電体層が積層方向に積層された、直方体または略直方体の誘電体 110 を備えている。誘電体 110 の各誘電体層は、たとえばセラミックにより形成されている。誘電体 110 の内部において、各誘電体層に設けられた複数の配線パターンおよび電極、ならびに誘電体層間に設けられた複数のビアによってインダクタおよびキャパシタが構成されている。これらのインダクタおよびキャパシタにより、LC 共振回路が構成される。

20

【0016】

以下の説明においては、誘電体 110 の積層方向を「Z 軸方向」とし、Z 軸方向に垂直であって誘電体 110 の短辺に沿った方向を「X 軸方向」とし、誘電体 110 の長辺に沿った方向を「Y 軸方向」とする。また、以下では、各図における Z 軸の正方向を上側、負方向を下側と称する場合がある。なお、図 2 および図 3、ならびに、後述する図 4, 図 6, 図 8, 図 10, 図 12, 図 13 においては、誘電体 110 は省略してあり、内部に形成される配線パターン、ビアおよび端子の導電体のみが示されている。

30

【0017】

誘電体 110 は、上面 111 および下面 112 を有する。誘電体 110 の下面 112 に、入力端子 T1、出力端子 T2 および接地端子 GND が設けられている。入力端子 T1、出力端子 T2 および接地端子 GND は、フィルタ装置 100 と外部機器とを接続するための外部端子であり、平板形状の電極である。具体的には、入力端子 T1、出力端子 T2 および接地端子 GND は、誘電体 110 の下面 112 に規則的に配置された LGA (Land Grid Array) 端子である。

40

【0018】

誘電体 110 の下面 112 に近接した誘電体層に、平板電極 PG2 が設けられている。平板電極 PG2 はビアを介して接地端子 GND に接続されている。また、誘電体 110 の上面 111 に近接した誘電体層に、平板電極 PG1 が設けられている。なお、図 2 においては、平板電極 PG1 は破線で示されている。

【0019】

平板電極 PG1 および平板電極 PG2 は、誘電体 110 の積層方向に延在するグランドビア VG11, VG12, VG21, VG22 によって接続されている。なお、平板電極 PG1 と平板電極 PG2 とを接続する他のグランドビアがさらに設けられていてもよい。

【0020】

50

平板電極 P G 2 は、誘電体 1 1 0 を Z 軸方向から平面視した場合に、略 H 字形状を有しており、入力端子 T 1 および出力端子 T 2 が、平板電極 P G 2 の開口部分に配置されている。

【 0 0 2 1 】

実施の形態 1 のフィルタ装置 1 0 0 は、誘電体 1 1 0 の内部に 5 つの共振器 R C 1 ~ R C 5 を含んでいる。共振器 R C 1 は入力端子 T 1 に接続され、共振器 R C 2 は出力端子 T 2 に接続されている。共振器 R C 3 ~ R C 5 は、誘電体 1 1 0 において、共振器 R C 1 と共振器 R C 2 との間に配置されている。共振器 R C 1 ~ R C 5 は互いに電磁界結合している。各共振器の共振周波数を調整することによって、フィルタ装置 1 0 0 は、特定の周波数帯域の信号を選択的に通過させるバンドパスフィルタとして機能する。入力端子 T 1 に入力された高周波信号は、共振器 R C 1、R C 3、R C 5、R C 4、R C 2 の順に伝播して出力端子 T 2 から出力される。

10

【 0 0 2 2 】

共振器 R C 1 は、平板電極 P G 1 と平板電極 P G 2 との間に配置された、帯状の平板導体 P L 1 を含んでいる。平板導体 P L 1 は、屈曲部を有する略 J 字形状を有しており、X 軸方向に沿った 2 つの導体とこれらを接続する Y 軸方向に沿った導体とから構成されている。平板導体 P L 1 の一方端は、ビア V 1 1、V 1 2 および平板電極 P 1 0 を介して、入力端子 T 1 に接続されている。平板導体 P L 1 の他方端は、グランドビア V G 1 1、V G 1 2 によって、平板電極 P G 1、P G 2 に接続されている。誘電体 1 1 0 を Z 軸方向から平面視した場合に、平板導体 P L 1 は、平板電極 P G 1 および平板電極 P G 2 と部分的に重なっている。平板導体 P L 1 と平板電極 P G 1、P G 2 との間のキャパシタンス成分と、平板導体 P L 1 のインダクタンス成分とによって、共振器 R C 1 はいわゆる「分布定数型の共振器」として機能する。

20

【 0 0 2 3 】

共振器 R C 2 は、平板電極 P G 1 と平板電極 P G 2 との間に配置された、帯状の平板導体 P L 2 を含んでいる。平板導体 P L 2 は、屈曲部を有する略 J 字形状を有しており、X 軸方向に沿った 2 つの導体とこれらを接続する Y 軸方向に沿った導体とから構成されている。平板導体 P L 2 の一方端は、ビア V 2 1、V 2 2 および平板電極 P 2 0 を介して、出力端子 T 2 に接続されている。平板導体 P L 2 の他方端は、グランドビア V G 2 1、V G 2 2 によって、平板電極 P G 1、P G 2 に接続されている。誘電体 1 1 0 を Z 軸方向から平面視した場合に、平板導体 P L 2 は、平板電極 P G 1 および平板電極 P G 2 と部分的に重なっており、平板導体 P L 2 と平板電極 P G 1、P G 2 との間のキャパシタンス成分と、平板導体 P L 2 のインダクタンス成分とによって、共振器 R C 2 は分布定数型の共振器として機能する。

30

【 0 0 2 4 】

共振器 R C 3 は、誘電体 1 1 0 において、共振器 R C 1 に対して Y 軸の正方向に隣接して配置されている。共振器 R C 3 は、キャパシタ電極 P C 3 と、インダクタビア V 3 0 とを含む。キャパシタ電極 P C 3 は、X 軸方向に延在する略矩形形状の平板電極である。誘電体 1 1 0 を Z 軸方向から平面視した場合に、キャパシタ電極 P C 3 の少なくとも一部は、平板電極 P G 2 と重なるように配置されている。キャパシタ電極 P C 3 と平板電極 P G 2 とによって、キャパシタが構成される。インダクタビア V 3 0 は、キャパシタ電極 P C 3 と平板電極 P G 1 との間に接続されている。すなわち、共振器 R C 3 は、平板電極 P G 1 と平板電極 P G 2 との間にインダクタおよびキャパシタが直列接続された、いわゆる「 π / 4 型の共振器」として機能する。

40

【 0 0 2 5 】

共振器 R C 4 は、誘電体 1 1 0 において、共振器 R C 2 に対して Y 軸の負方向に隣接して配置されている。言い換えれば、共振器 R C 4 は、共振器 R C 2 と共振器 R C 3 との間に配置されている。共振器 R C 4 は、キャパシタ電極 P C 4 と、インダクタビア V 4 0 とを含む。キャパシタ電極 P C 4 は、X 軸方向に延在する略矩形形状の平板電極である。誘電体 1 1 0 を Z 軸方向から平面視した場合に、キャパシタ電極 P C 4 の少なくとも一部は

50

、平板電極 P G 2 と重なるように配置されている。キャパシタ電極 P C 5 と平板電極 P G 2 とによって、キャパシタが構成される。インダクタビア V 4 0 は、キャパシタ電極 P C 4 と平板電極 P G 1 との間に接続されている。すなわち、共振器 R C 4 は、平板電極 P G 1 と平板電極 P G 2 との間にインダクタおよびキャパシタが直列接続された / 4 型の共振器として機能する。

【 0 0 2 6 】

共振器 R C 5 は、共振器 R C 3 , R C 4 と同様に、平板電極 P G 1 と平板電極 P G 2 との間にインダクタおよびキャパシタが直列接続された / 4 型の共振器である。共振器 R C 5 は、キャパシタ電極 P C 5 とインダクタビア V 5 1 , V 5 2 とを含む。キャパシタ電極 P C 5 は、Y 軸方向に延在する略矩形形状の平板電極である。キャパシタ電極 P C 5 は、誘電体 1 1 0 において、共振器 R C 3 , R C 4 よりも X 軸の負方向の領域に、共振器 R C 3 , R C 4 から離隔して配置されている。キャパシタ電極 P C 5 と平板電極 P G 2 とによって、キャパシタが構成される。インダクタビア V 5 1 , V 5 2 は、キャパシタ電極 P C 5 と平板電極 P G 1 とに接続されている。

10

【 0 0 2 7 】

共振器 R C 3 ~ R C 5 におけるキャパシタ電極 P C 3 ~ P C 5 は、誘電体 1 1 0 の内部において同一平面上に配置されており、互いに容量結合している。なお、共振器 R C 1 , R C 2 における平板導体 P L 1 , P L 2 は、誘電体 1 1 0 において、共振器 R C 3 ~ R C 5 におけるキャパシタ電極 P C 3 ~ P C 5 と同一平面上に配置されていてもよいし、異なる平面に配置されていてもよい。

20

【 0 0 2 8 】

また、フィルタ装置 1 0 0 は、共振器間の結合を調整するための平板電極 P C 1 3 , P C 2 4 , P C 1 2 をさらに含む。平板電極 P C 1 3 , P C 2 4 は略 L 字形状を有する帯状の電極であり、平板電極 P C 1 2 は Y 軸方向に延在する帯状の電極である。

【 0 0 2 9 】

平板電極 P C 1 3 は、誘電体 1 1 0 を Z 軸方向から平面視した場合に、一方端がビア V 1 2 を介して共振器 R C 1 の平板導体 P L 1 に接続されており、さらに共振器 R C 3 のキャパシタ電極 P C 3 と部分的に重なるように配置されている。平板電極 P C 1 3 によって、共振器 R C 1 と共振器 R C 3 との間の容量結合の度合いが調整される。

【 0 0 3 0 】

平板電極 P C 2 4 は、誘電体 1 1 0 を Z 軸方向から平面視した場合に、一方端がビア V 2 2 を介して共振器 R C 2 の平板導体 P L 2 に接続されており、さらに共振器 R C 4 のキャパシタ電極 P C 4 と部分的に重なるように配置されている。平板電極 P C 2 4 によって、共振器 R C 2 と共振器 R C 4 との間の容量結合の度合いが調整される。

30

【 0 0 3 1 】

平板電極 P C 1 2 は、誘電体 1 1 0 を Z 軸方向から平面視した場合に、平板電極 P C 1 3 、および、平板電極 P C 2 4 と部分的に重なるように配置されている。平板電極 P C 1 2 によって、共振器 R C 1 と共振器 R C 2 との間の容量結合の度合いが調整される。

【 0 0 3 2 】

このようなフィルタ装置 1 0 0 において、外部機器に接続される共振器 R C 1 , R C 2 においては、小型化および低背化に伴ってインピーダンスが低くなる傾向にあり、通過帯域幅を広く確保することが困難となる場合がある。そのため、インピーダンスをできるだけ高くすることが望ましい。これを実現するために、フィルタ装置 1 0 0 においては、入出力端子に接続される共振器 R C 1 , R C 2 は、共振器 R C 3 ~ R C 5 のようなキャパシタ電極を用いる構成とはなっておらず、帯状の平板導体の寄生容量のみで構成されている。当然ながら、平板導体の寄生容量は、共振器 R C 3 ~ R C 5 のようなキャパシタ電極よりも得られるキャパシタンスが小さいため、平板導体の線路長を長くしてインダクタンス成分を増加することで、共振器のインピーダンスを高く維持しながら、共振周波数が所望の共振周波数となるように調整することができる。具体的には、共振器 R C 1 , R C 2 においては、平板導体 P L 1 , P L 2 の屈曲部の位置を調整することによって共振周波数が

40

50

調整される。

【 0 0 3 3 】

共振器 R C 3 ~ R C 5 においては、インダクタピア V 3 0 , V 4 0 , V 5 1 , V 5 2 によってインダクタンス成分を得ているが、インダクタピアが延在する誘電体 1 1 0 の Z 軸方向の寸法は、X 軸および Y 軸方向の寸法よりも短い。そのため、所望の共振周波数を実現するためには、キャパシタンス成分を大きくすることが必要となる。したがって、共振器 R C 3 ~ R C 5 におけるキャパシタ電極 P C 3 ~ P C 5 として、比較的広い面積が必要となる。

【 0 0 3 4 】

共振器 R C 1 , R C 2 においては、上述のように平板導体 P L 1 , P L 2 の寄生容量によってキャパシタンス成分を得ており、平板導体 P L 1 , P L 2 の線路長を長くしてインダクタンス成分を大きくすることによって、所望の共振周波数を実現されている。そのため、誘電体 1 1 0 において、共振器 R C 1 , R C 2 に必要とされる面積が、キャパシタ電極を用いる場合に比べて小さくなるため、フィルタ装置 1 0 0 の全体のサイズの小型化に寄与することができる。

【 0 0 3 5 】

フィルタ装置 1 0 0 において、共振器 R C 1 , R C 2 における主な電流経路は平板導体の延在方向である X 軸に沿った方向であり、共振器 R C 3 ~ R C 5 における主な電流経路はインダクタピアの延在方向である Z 軸に沿った方向である。すなわち、共振器 R C 1 と共振器 R C 3 ~ R C 5 との間、および、共振器 R C 2 と共振器 R C 3 ~ R C 5 との間の電流経路はねじれの関係となっているため、発生する磁界の方向もねじれの関係となる。したがって、共振器 R C 1 と共振器 R C 3 ~ R C 5 との間の磁気結合、および、共振器 R C 2 と共振器 R C 3 ~ R C 5 との間の磁気結合が低減される。このように、発生する磁界方向がねじれの関係となるような共振器の組み合わせとすることによって、共振器間における意図しない磁気結合に伴う減衰特性の低下を抑制することができる。

【 0 0 3 6 】

本実施の形態 1 のフィルタ装置 1 0 0 における上記の特徴について、比較例を用いて詳細に説明する。図 4 は、比較例のフィルタ装置 2 0 0 の内部を示す平面図である。

【 0 0 3 7 】

図 4 を参照して、フィルタ装置 2 0 0 は、実施の形態 1 のフィルタ装置 1 0 0 と同様に、誘電体 1 1 0 の内部に、5 つの共振器 R C 1 A ~ R C 5 A を含んでおり、入力端子 T 1 で受けた高周波信号における特定の周波数帯域の信号を通過させて出力端子 T 2 から出力する。入力端子 T 1 で受けた高周波信号は、共振器 R C 1 A , R C 3 A , R C 5 A , R C 4 A , R C 2 A の順に伝搬し、出力端子 T 2 から出力される。

【 0 0 3 8 】

共振器 R C 1 A ~ R C 5 A の各々は、一方端が接地端子 G N D に接続され、他方端が開放された分布定数型の共振器である。共振器 R C 1 A , R C 2 A , R C 5 A の各々は、一方端が誘電体 1 1 0 の X 軸の負方向の長辺に沿って配置された平板電極 P 3 に接続された帯状の平板導体 P L 1 1 , P L 1 2 , P L 1 5 をそれぞれ含む。平板導体 P L 1 1 , P L 1 2 , P L 1 5 は、平板電極 P 3 から X 軸の正方向に延伸し、その他方端は開放されている。平板電極 P 3 は、複数のグランドピア V G によって、フィルタ装置 1 0 0 に含まれるような平板電極 P G 1 , P G 2 に接続される。

【 0 0 3 9 】

共振器 R C 3 A , R C 4 A は、一方端が誘電体 1 1 0 の X 軸の正方向の長辺に沿って配置された平板電極 P 4 に接続された帯状の平板導体 P L 1 3 , P L 1 4 をそれぞれ含む。平板導体 P L 1 3 , P L 1 4 は、平板電極 P 4 から X 軸の負方向に延在し、その他方端は開放されている。平板電極 P 4 は、複数のグランドピア V G によって、平板電極 P G 1 , P G 2 に接続される。

【 0 0 4 0 】

各共振器を構成する平板導体 P L 1 1 ~ P L 1 5 は、誘電体 1 1 0 において同じ平面上

10

20

30

40

50

に配置されている。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、実施の形態 1 および比較例のフィルタ装置における各共振器で生じる磁界方向を説明するための図である。図 5 は、図 3 および図 4 において X 軸の正方向から見た時の、各共振器に生じる磁界方向を示している。

【 0 0 4 2 】

比較例のフィルタ装置 2 0 0 においては、共振器を構成する平板導体が同一平面上に配置されている。平板導体 P L 1 1 , P L 1 2 , P L 1 5 と平板導体 P L 1 3 , P L 1 4 とは、接地端から延伸する方向が逆であるため、導体で生じる磁界の方向は反対になる。しかしながら、平板導体が同一平面上に配置されており、さらに導体に流れる電流の方向が X 軸方向で同じであるため、平板導体間における磁気結合が少なからず生じ得る。この導体間の磁気結合によって、非通過帯域の信号成分の一部が入力端子 T 1 から出力端子 T 2 へと伝播してしまい、非通過帯域における減衰特性が低下する可能性がある。

10

【 0 0 4 3 】

一方で、実施の形態 1 のフィルタ装置 1 0 0 の場合、入力端子 T 1 に接続される共振器 R C 1 および出力端子 T 2 に接続される共振器 R C 2 において平板導体 P L 1 , P L 2 に流れる電流の方向は X 軸方向であり、共振器 R C 3 ~ R C 5 のインダクタピア V 3 0 , V 4 0 , V 5 1 , V 5 2 に流れる電流の方向は Z 軸方向であるため、共振器 R C 1 , R C 2 で生じる磁界の方向と、共振器 R C 3 ~ R C 5 で生じる磁界の方向とは、互いにねじれの関係となる。そのため、少なくとも共振器 R C 1 と共振器 R C 3 との間、および、共振器 R C 2 と共振器 R C 4 との間における磁気結合が抑制され、その結果、磁気結合に伴う非通過帯域の信号の伝播を低減できる。したがって、実施の形態 1 のフィルタ装置 1 0 0 においては、比較例のフィルタ装置 2 0 0 のような構成に比べて、非通過帯域における減衰特性を向上させることができる。

20

【 0 0 4 4 】

なお、実施の形態 1 における「平板電極 P G 1 」および「平板電極 P G 2 」は、本開示における「第 1 電極」および「第 2 電極」にそれぞれ対応する。実施の形態 1 における「共振器 R C 1 ~ R C 5 」は、本開示における「第 1 共振器」~「第 5 共振器」にそれぞれ対応する。実施の形態 1 における「平板導体 P L 1 」および「平板導体 P L 2 」は、本開示における「第 1 平板導体」および「第 2 平板導体」にそれぞれ対応する。実施の形態 1 における「キャパシタ電極 P C 3 」~「キャパシタ電極 P C 5 」は、本開示における「第 1 キャパシタ電極」~「第 3 キャパシタ電極」にそれぞれ対応する。実施の形態 1 における「インダクタピア V 3 0 」、「インダクタピア V 4 0 」および「インダクタピア V 5 1 , V 5 2 」は、本開示における「第 1 インダクタピア」~「第 3 インダクタピア」にそれぞれ対応する。実施の形態 1 における「X 軸方向」、「Y 軸方向」および「Z 軸方向」は、本開示における「第 1 方向」、「第 2 方向」および「第 3 方向」にそれぞれ対応する。

30

【 0 0 4 5 】

(変形例 1)

実施の形態 1 のフィルタ装置 1 0 0 においては、入出力端子に接続される共振器 R C 1 , R C 2 が分布定数型の共振器で構成され、共振器 R C 1 と共振器 R C 2 との間に配置される共振器 R C 3 ~ R C 5 のすべてが / 4 型共振器で構成される例について説明した。しかしながら、入力端子から出力端子に至る信号の伝播経路において、分布定数型の共振器と / 4 型共振器とが混在する配置であれば、他の構成であっても同様の効果を奏することができる。

40

【 0 0 4 6 】

図 6 は、変形例 1 のフィルタ装置 1 0 0 B の内部を示す平面図である。フィルタ装置 1 0 0 B においては、実施の形態 1 のフィルタ装置 1 0 0 における共振器 R C 5 が共振器 R C 5 B に置き換わった構成を有している。図 6 のフィルタ装置 1 0 0 B において、フィルタ装置 1 0 0 と共通する要素についての説明は繰り返さない。

【 0 0 4 7 】

50

図 6 を参照して、共振器 R C 5 B は、図 4 の比較例における各共振器と同様に、一方端が接地端子に接続され、他方端が開放された分布定数型の共振器として構成されている。具体的には、共振器 R C 5 B は、X 軸方向に延在する帯状の平板導体 P L 1 5 B を含む。平板導体 P L 1 5 B における X 軸の負方向の端部は、Y 軸方向に延在する平板電極 P 5 に接続される。平板電極 P 5 は、複数のグランドビア V G によって、平板電極 P G 1 , P G 2 に接続される。平板導体 P L 1 5 B における X 軸の正方向の端部は開放されている。

【 0 0 4 8 】

平板導体 P L 1 5 B は、共振器 R C 3 と共振器 R C 4 との間に延伸しており、共振器 R C 5 B は、共振器 R C 3 および共振器 R C 4 と電磁界結合している。入力端子 T 1 で受けた高周波信号は、共振器 R C 1 , R C 3 , R C 5 B , R C 4 , R C 2 の順に伝播して、出力端子 T 2 から出力される。

10

【 0 0 4 9 】

図 7 は、変形例 1 のフィルタ装置 1 0 0 B における共振器の磁界方向を説明するための図である。図 7 に示されるように、フィルタ装置 1 0 0 B においては、入力端子 T 1 から出力端子 T 2 に至る信号経路において、分布定数型の共振器 R C 1 , R C 5 B , R C 2 と、 / 4 型の共振器 R C 3 , R C 4 とが交互に配置された構成となっている。そのため、共振器 R C 3 と共振器 R C 1 , R C 5 B との間、ならびに、共振器 R C 4 と共振器 R C 2 , R C 5 B との間における磁気結合が抑制される。したがって、非通過帯域における減衰特性を向上させることができる。

【 0 0 5 0 】

20

変形例 1 における「平板導体 P L 1 5 B」は、本開示における「第 3 平板導体」に対応する。

【 0 0 5 1 】

(変形例 2)

変形例 2 においては、変形例 1 における共振器 R C 5 B のような分布定数型共振器の異なる配置の例について説明する。

【 0 0 5 2 】

図 8 は、変形例 2 のフィルタ装置 1 0 0 C の内部を示す平面図である。フィルタ装置 1 0 0 C においては、変形例 1 のフィルタ装置 1 0 0 B における共振器 R C 5 B が共振器 R C 5 C に置き換わった構成を有している。図 8 のフィルタ装置 1 0 0 C において、フィルタ装置 1 0 0 B と共通する要素についての説明は繰り返さない。

30

【 0 0 5 3 】

図 8 を参照して、フィルタ装置 1 0 0 C における共振器 R C 5 C は、X 軸方向に延在する帯状の平板導体 P L 1 5 C を含む。平板導体 P L 1 5 C における X 軸の負方向の端部は、平板電極 P 5 に接続される。平板導体 P L 1 5 C における X 軸の正方向の端部は開放されている。平板導体 P L 1 5 C は、共振器 R C 1 と共振器 R C 3 との間に延伸しており、共振器 R C 5 C は、共振器 R C 1 および共振器 R C 3 と電磁界結合している。入力端子 T 1 で受けた高周波信号は、共振器 R C 1 , R C 5 C , R C 3 , R C 4 , R C 2 の順に伝播して、出力端子 T 2 から出力される。

【 0 0 5 4 】

40

図 9 は、変形例 2 のフィルタ装置 1 0 0 C における共振器の磁界方向を説明するための図である。図 9 に示されるように、フィルタ装置 1 0 0 C においては、共振器 R C 5 C と共振器 R C 3 との間、および、共振器 R C 4 と共振器 R C 2 との間において、発生する磁界の方向がねじれの関係となっているため、共振器間の磁気結合を抑制することができる。したがって、非通過帯域における減衰特性を向上させることができる。

【 0 0 5 5 】

変形例 2 における「平板導体 P L 1 5 C」は、本開示における「第 4 平板導体」に対応する。

【 0 0 5 6 】

(変形例 3)

50

変形例 3 においては、変形例 1 における共振器 R C 5 B のような分布定数型共振器の異なる配置の他の例について説明する。

【 0 0 5 7 】

図 1 0 は、変形例 3 のフィルタ装置 1 0 0 D の内部を示す平面図である。フィルタ装置 1 0 0 D においては、変形例 1 のフィルタ装置 1 0 0 B における共振器 R C 5 B が共振器 R C 5 D に置き換わった構成を有している。図 1 0 のフィルタ装置 1 0 0 D において、フィルタ装置 1 0 0 B と共通する要素についての説明は繰り返さない。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 を参照して、フィルタ装置 1 0 0 D における共振器 R C 5 D は、X 軸方向に延在する帯状の平板導体 P L 1 5 D を含む。平板導体 P L 1 5 D における X 軸の負方向の端部は、平板電極 P 5 に接続される。平板導体 P L 1 5 D における X 軸の正方向の端部は開放されている。平板導体 P L 1 5 D は、共振器 R C 2 と共振器 R C 4 との間に延伸しており、共振器 R C 5 D は、共振器 R C 2 および共振器 R C 4 と電磁界結合している。入力端子 T 1 で受けた高周波信号は、共振器 R C 1 , R C 3 , R C 4 , R C 5 D , R C 2 の順に伝播して、出力端子 T 2 から出力される。

10

【 0 0 5 9 】

図 1 1 は、変形例 3 のフィルタ装置 1 0 0 D における共振器の磁界方向を説明するための図である。図 1 1 に示されるように、フィルタ装置 1 0 0 D においては、共振器 R C 1 と共振器 R C 3 との間、および、共振器 R C 4 と共振器 R C 5 D との間において、発生する磁界の方向がねじれの関係となっているため、共振器間の磁気結合を抑制することができる。したがって、非通過帯域における減衰特性を向上させることができる。

20

【 0 0 6 0 】

変形例 3 における「平板導体 P L 1 5 D」は、本開示における「第 4 平板導体」に対応する。

【 0 0 6 1 】

なお、上記の変形例 1 ~ 3 においては、共振器 R C 1 と共振器 R C 2 との間に配置される 3 つの共振器のうちの 1 つが分布定数型の共振器である場合について説明したが、3 つの共振器のうちの 1 つの共振器だけが / 4 型の共振器であり、他の 2 つの共振器については分布定数型の共振器である構成であってもよい。

【 0 0 6 2 】

[実施の形態 2]

実施の形態 1 および変形例 1 ~ 3 のフィルタ装置においては、5 つの共振器が含まれる構成について説明したが、共振器の数は、必ずしも 5 つには限られない。実施の形態 2 においては、フィルタ装置が 4 つの共振器により構成される例について説明する。

30

【 0 0 6 3 】

図 1 2 は、実施の形態 2 に係るフィルタ装置 1 0 0 E の内部を示す平面図である。フィルタ装置 1 0 0 E においては、実施の形態 1 のフィルタ装置 1 0 0 における共振器 R C 5 が削除された構成となっている。すなわち、フィルタ装置 1 0 0 E においては、入力端子 T 1 で受けた高周波信号は、共振器 R C 1 , R C 3 , R C 4 , R C 2 の順に伝播して、出力端子 T 2 から出力される。

40

【 0 0 6 4 】

フィルタ装置 1 0 0 E の場合においても、分布定数型の共振器である共振器 R C 1 と共振器 R C 2 との間に、 / 4 型共振器である共振器 R C 3 , R C 4 が配置された構成となっている。そのため、フィルタ装置 1 0 0 E においては、共振器 R C 1 と共振器 R C 3 との間、および、共振器 R C 2 と共振器 R C 4 との間において、発生する磁界の方向がねじれの関係となっている。したがって、フィルタ装置 1 0 0 E においても、非通過帯域における減衰特性を向上させることができる。

【 0 0 6 5 】

なお、共振器の段数を増加させると減衰極を増やすことができるため、減衰極の周波数を調整することによって、非通過帯域における減衰量を増加させたり、減衰の急峻性を向

50

上させたりすることができる。一方で、信号が通過する共振器の数が増えると、通過帯域における損失が増加する。すなわち、共振器の数の増加に対して、非通過帯域の減衰特性と通過帯域における損失特性はトレードオフの関係となる。したがって、フィルタ装置を構成する共振器の数は、必要とされる減衰特性と挿入損失に応じて適宜決定される。

【 0 0 6 6 】

[実施の形態 3]

実施の形態 3 においては、フィルタ装置が 3 つの共振器によって構成される場合について説明する。

【 0 0 6 7 】

図 1 3 は、実施の形態 3 に係るフィルタ装置 1 0 0 F の内部を示す平面図である。フィルタ装置 1 0 0 F においては、実施の形態 2 のフィルタ装置 1 0 0 E の構成から、共振器 R C 4 がさらに削除された構成となっている。すなわち、フィルタ装置 1 0 0 F においては、入力端子 T 1 で受けた高周波信号は、共振器 R C 1 , R C 3、R C 2 の順に伝播して、出力端子 T 2 から出力される。

10

【 0 0 6 8 】

なお、共振器 R C 4 の削除に伴って、共振器 R C 2 と共振器 R C 4 との結合度合いを調整するための平板電極 P C 2 4 が削除され、代わりに、共振器 R C 2 と共振器 R C 3 との結合度合いを調整するための平板電極 P C 2 3 が追加されている。この場合、共振器 R C 1 と共振器 R C 2 との結合度合いを調整するための平板電極 P C 1 2 は、平板電極 P C 1 3 および平板電極 P C 2 3 に重なるように配置されている。

20

【 0 0 6 9 】

フィルタ装置 1 0 0 F の場合においても、分布定数型の共振器である共振器 R C 1 と共振器 R C 2 との間に、 / 4 型共振器である共振器 R C 3 が配置された構成となっている。そのため、フィルタ装置 1 0 0 E においては、共振器 R C 1 と共振器 R C 3 との間、および、共振器 R C 2 と共振器 R C 3 との間において、発生する磁界の方向がねじれの関係となっている。したがって、フィルタ装置 1 0 0 F においても、非通過帯域における減衰特性を向上させることができる。

【 0 0 7 0 】

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、上記した実施の形態の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。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

1 0 通信装置、1 2 アンテナ、2 0 高周波フロントエンド回路、2 2 , 2 8 バンドパスフィルタ、2 4 増幅器、2 6 減衰器、3 0 ミキサ、3 2 局部発振器、4 0 D / A コンバータ、5 0 R F 回路、1 0 0 , 1 0 0 B ~ 1 0 0 F , 2 0 0 フィルタ装置、1 1 0 誘電体、1 1 1 上面、1 1 2 下面、G N D 接地端子、P 3 ~ P 5 , P 1 0 , P 2 0 , P C 1 2 , P C 1 3 , P C 2 3 , P C 2 4 , P G 1 , P G 2 平板電極、P C 3 ~ P C 5 キャパシタ電極、P L 1 , P L 2 , P L 1 1 ~ P L 1 5 , P L 1 5 B ~ P L 1 5 D 平板導体、R C 1 ~ R C 5 , R C 1 A ~ R C 4 A , R C 5 A ~ R C 5 D 共振器、T 1 入力端子、T 2 出力端子、V 1 1 , V 1 2 , V 2 1 , V 2 2 ビア、V 3 0 , V 4 0 , V 5 1 , V 5 2 インダクタビア、V G , V G 1 1 , V G 1 2 , V G 2 1 , V G 2 2 グランドビア。

40

【図5】

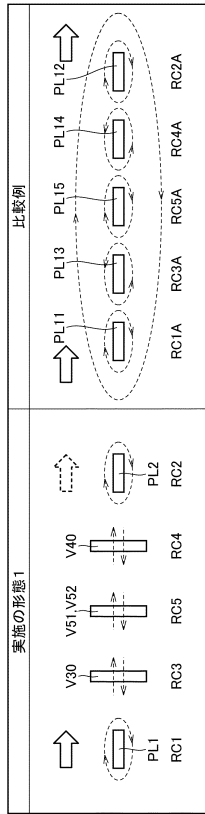
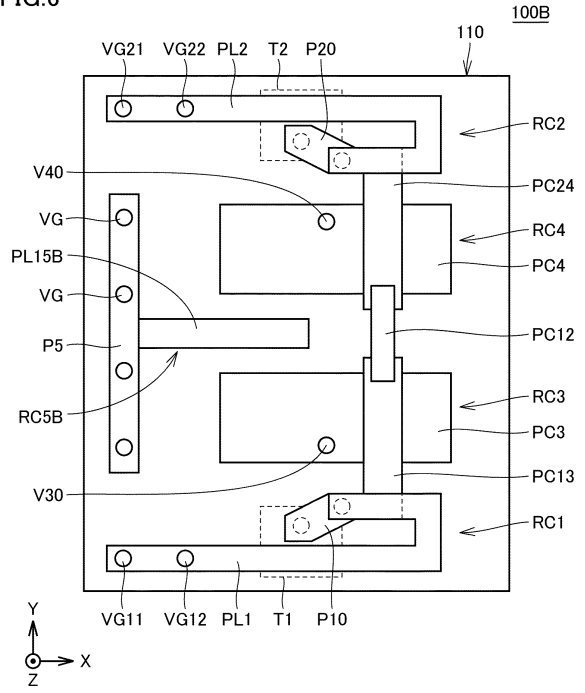


FIG. 5

【図6】

FIG. 6

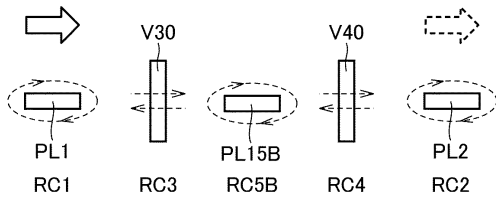


10

20

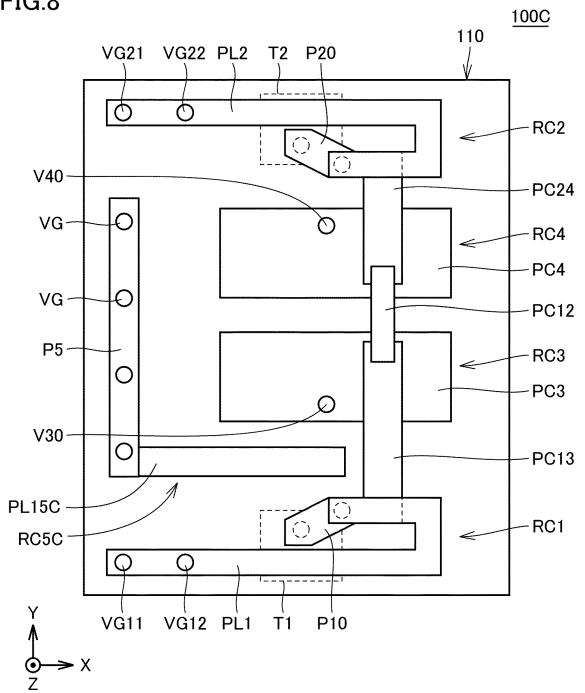
【図7】

FIG. 7



【図8】

FIG. 8



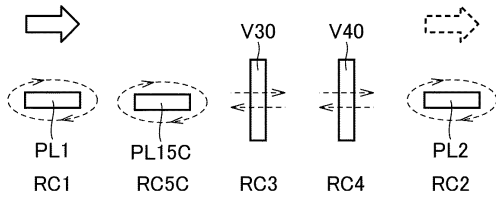
30

40

50

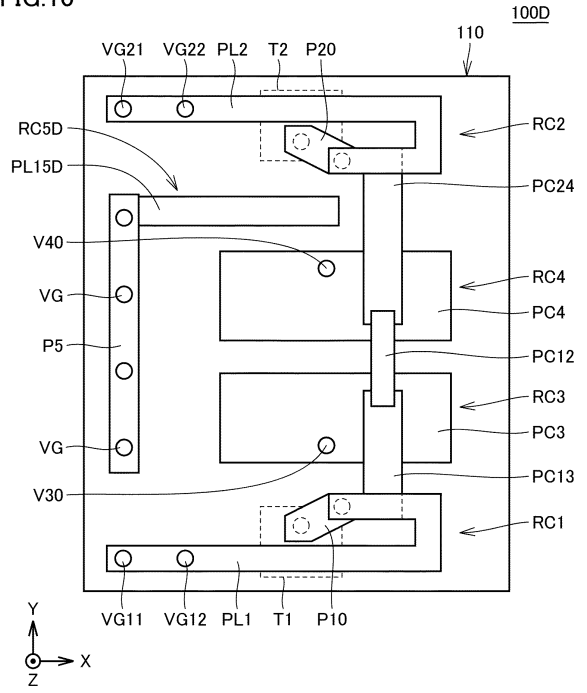
【 図 9 】

FIG.9



【 図 1 0 】

FIG.10

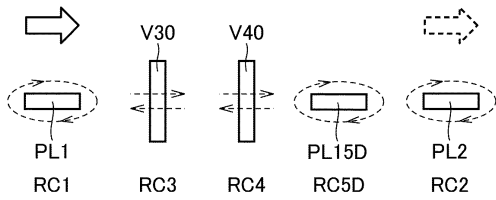


10

20

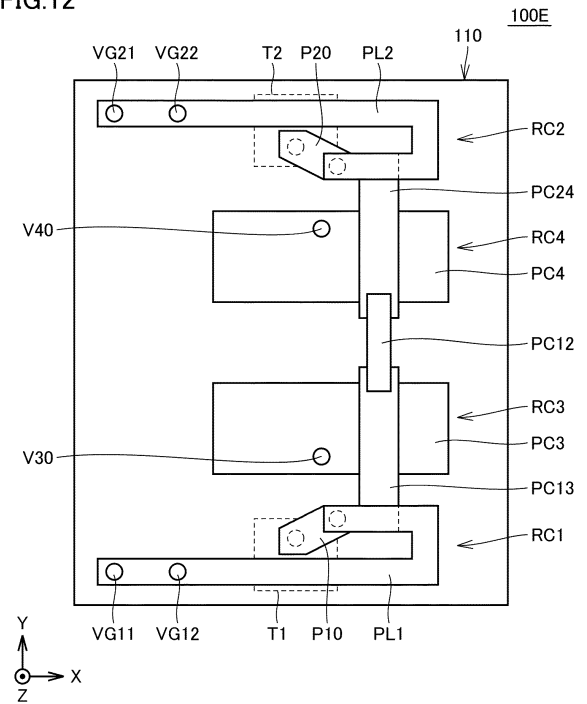
【 図 1 1 】

FIG.11



【 図 1 2 】

FIG.12



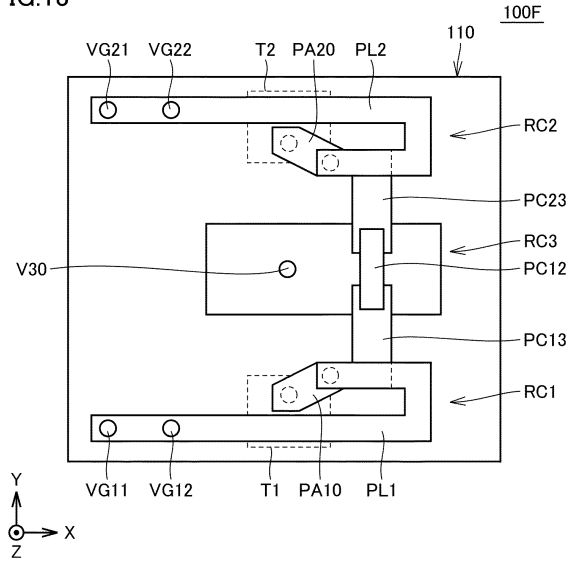
30

40

50

【 1 3 】

FIG.13



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2021/241208(WO, A1)
特開昭58-103202(JP, A)
特開平07-336104(JP, A)
特開平06-006104(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01P 1/203
H01P 7/08