

(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
2010年5月6日(06.05.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/050329 A1

- (51) 国際特許分類:
H01P 1/205 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/067025
- (22) 国際出願日: 2009年9月30日(30.09.2009)
- (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 2008-278115 2008年10月29日(29.10.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉川 博通 (YOSHIKAWA, Hiromichi) [JP/JP]; 〒8994312 鹿児島県霧島市国分山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内 Kagoshima (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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

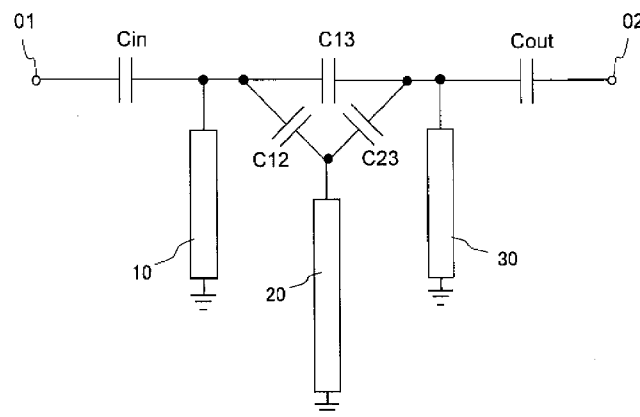
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: BANDPASS FILTER, RADIO COMMUNICATION MODULE AND RADIO COMMUNICATION DEVICE USING THE BANDPASS FILTER

(54) 発明の名称: バンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器

[図2]



(57) Abstract: Provided is a bandpass filter which can cope with a wide band and has a large degree of freedom in designing a pass band. Provided also are a radio communication module and a radio communication device using the bandpass filter. The bandpass filter includes a first, a second, and a third resonator (10, 20, 30). The first and the third resonator (10, 30) have a resonance frequency f_1 while the second resonator (20) has a resonance frequency f_2 which is different from f_1 . If f_e is the even-number mode resonance frequency of a resonance system formed by the first and the third resonator (10, 30) and f_o is the odd-number mode resonance frequency, f_2 is lower or higher than both of f_e and f_o . The bandpass filter has a pass band including f_e , f_o , and f_2 .

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/050329 A1



【課題】 広帯域化が可能で通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器を提供する。 【解決手段】 第1、第2、第3の共振器10、20、30を備え、第1、第3の共振器10、30は共振周波数 f_1 を有し、第2の共振器20は f_1 と異なる共振周波数 f_2 を有し、第1、第3の共振器10、30からなる共振系の偶モード共振周波数を f_e 、奇モード共振周波数を f_o とすると、 f_2 は f_e および f_o の両方よりも低いまたは高い周波数であり、 f_e 、 f_o 、 f_2 を含む通過帯域が形成されたバンドパスフィルタである。広帯域化が可能で通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタである。

明 細 書

発明の名称：

バンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器

技術分野

[0001] 本発明は、バンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器に関するものであり、特に、広帯域化が可能で通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器に関するものである。

背景技術

[0002] 通信機器等の電子装置においては、特定の周波数の電気信号のみを通過させるバンドパスフィルタが用いられている。特に、同一の共振周波数を有する2つの共振器が電磁氣的に結合された共振系における偶モード共振および奇モード共振を利用して、偶モード共振周波数および奇モード共振周波数を含む通過帯域を形成したバンドパスフィルタが広く用いられている。このようなバンドパスフィルタにおいては、2つの共振器間の電磁氣的な結合の強さに応じて偶モード共振周波数と奇モード共振周波数との差が変化し、これによって通過帯域の幅が決定される（例えば、特許文献1を参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平7-30303号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述した従来のバンドパスフィルタは、偶モード共振および奇モード共振の2つの共振ピークを利用して通過帯域を形成するため、広帯域化には限界があった。また、同一の共振周波数を有する3つの共振器が

電磁氣的に結合された共振系における、3つの共振モードによる3つの共振ピークを利用して通過帯域を形成したバンドパスフィルタも知られている。このようなバンドパスフィルタは更なる広帯域化が可能であるが、3つの共振ピークの周波数をそれぞれ任意に設定することは困難であり、通過帯域の設計の自由度が小さいものであった。

[0005] 本発明はこのような従来の技術における問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的は、広帯域化が可能であり、通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明のバンドパスフィルタは、相互に電磁氣的に結合された第1の共振器、第2の共振器および第3の共振器を備え、前記第1の共振器および前記第3の共振器はそれぞれ等しい共振周波数 f_1 を有し、前記第2の共振器は f_1 と異なる共振周波数 f_2 を有しており、前記第1の共振器および前記第3の共振器からなる共振系の偶モード共振周波数を f_e とし、前記第1の共振器および前記第3の共振器からなる共振系の奇モード共振周波数を f_o とすると、前記第2の共振器の共振周波数 f_2 は f_e および f_o の両方よりも低いかまたは高い周波数であり、前記第1の共振器に電気信号が入力され、前記第3の共振器から電気信号が出力されることによって、 f_e 、 f_o 、 f_2 を含む通過帯域が形成され、前記第1の共振器と前記第2の共振器との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{12}) = 1$ 、前記第1の共振器と前記第2の共振器との結合が主に容量性であるときは $S(k_{12}) = -1$ 、前記第2の共振器と前記第3の共振器との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{23}) = 1$ 、前記第2の共振器と前記第3の共振器との結合が主に容量性であるときは $S(k_{23}) = -1$ 、前記第1の共振器と前記第3の共振器との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{13}) = 1$ 、前記第1の共振器と前記第3の共振器との結合が主に容量性であるときは $S(k_{13}) = -1$ 、 $f_2 < f_1$ のときは $S(\delta f) = -1$ 、 $f_2 > f_1$ のときは $S(\delta f) = 1$ とすると、 $S(k_{12})$

$\times S(k_{23}) \times S(k_{13}) \times S(\delta f) = 1$ であることを特徴とするものである。

[0007] このような構成を備えるバンドパスフィルタによれば、 f_e 、 f_o 、 f_2 に位置する3つの共振ピークを用いて通過帯域を形成するので、広帯域なバンドパスフィルタを得ることができる。また、 f_e 、 f_o 、 f_2 の3つの周波数を任意に設定することができるので、通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタを得ることができる。また、このような構成を備えるバンドパスフィルタによれば、第1の共振器から直接第3の共振器へ伝達される電気信号と第1の共振器から第2の共振器を介して第3の共振器へ伝達される信号との間において、 f_e 、 f_o および f_2 の間の周波数では位相反転が生じず、 f_2 よりも外側の周波数で位相反転が生じるので、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内には減衰極がなく、 f_2 よりも外側の通過帯域外に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0008] 本発明の無線通信モジュールは、上記本発明のバンドパスフィルタを含むRF部と、該RF部に接続されたベースバンド部とを備えることを特徴とするものである。

[0009] 本発明の無線通信機器は、上記本発明のバンドパスフィルタを含むRF部と、該RF部に接続されたベースバンド部と、前記RF部に接続されたアンテナとを備えることを特徴とするものである。

[0010] このような構成を備える無線通信モジュールおよび無線通信機器によれば、通信に使用する広い周波数帯域の全体に渡って損失が少ないバンドパスフィルタを通信信号の濾波に用いることにより、バンドパスフィルタを通過する通信信号の減衰が少なくなるので、感度が高い高性能な無線通信モジュールおよび無線通信機器を得ることができる。

発明の効果

[0011] 本発明のバンドパスフィルタによれば、広帯域化が可能であり、通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1] 本発明の実施の形態の第1の例のバンドパスフィルタを模式的に示す等価回路図である。

[図2] 本発明の実施の形態の第2の例のバンドパスフィルタを模式的に示す等価回路図である。

[図3] 本発明の実施の形態の第3の例のバンドパスフィルタを模式的に示す等価回路図である。

[図4] 本発明の実施の形態の第4の例の無線通信モジュールおよび無線通信機器を模式的に示すブロック図である。

[図5] 本発明の実施の形態の第2の例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を示す図である。

[図6] 本発明の実施の形態の第3の例のバンドパスフィルタの電気特性のシミュレーション結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明のバンドパスフィルタならびにそれを用いた無線通信モジュールおよび無線通信機器を添付の図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0014] (実施の形態の第1の例)

図1は本発明の実施の形態の第1の例のバンドパスフィルタを示す等価回路図である。本例のバンドパスフィルタは、図1に示すように、第1の共振器10は、インダクタ L_{1a} 、 L_{1b} 、 L_{1c} およびキャパシタ C_{10} の直列回路で構成されている。第2の共振器20は、インダクタ L_{2a} 、 L_{2b} およびキャパシタ C_{20} の直列回路で構成されている。第3の共振器30は、インダクタ L_{3a} 、 L_{3b} 、 L_{3c} およびキャパシタ C_{30} の直列回路で構成されている。そして、第1の共振器10と第2の共振器20とは結合係数 k_{12} で電磁氣的に結合している。第2の共振器20と第3の共振器30とは結合係数 k_{23} で電磁氣的に結合している。第1の共振器10と第3の共振器30とは結合係数 k_{13} で電磁氣的に結合している。なお、 k_{12} 、 k_{23} 、 k_{13} の符号が+のときは誘導性の結合であること示し、 k_{12} 、 k_{23} 、 k_{13} の符号が-のときは容量性の結

合であることを示すものとする。また、入力端子01はインダクタ L_{in} を介して接地されている。出力端子02はインダクタ L_{out} を介して接地されている。そして、第1の共振器10はインダクタ L_{in} と電磁氣的に結合している。第3の共振器30はインダクタ L_{out} と電磁氣的に結合している。

[0015] また、第1の共振器10および第3の共振器30はそれぞれ等しい共振周波数 f_1 を有し、第2の共振器20は f_1 と異なる共振周波数 f_2 を有している。そして、第1の共振器10および第3の共振器30からなる共振系の偶モード共振周波数を f_e とし、第1の共振器10および第3の共振器30からなる共振系の奇モード共振周波数を f_o とすると、第2の共振器20の共振周波数 f_2 は、 f_e および f_o の両方よりも低いか、または f_e および f_o の両方よりも高い周波数となるように設定されている。すなわち、 f_2 は周波数軸上において、 f_e および f_o の間ではなく、 f_e および f_o の外側に位置する周波数である。そして、入力端子01からインダクタ L_{in} を介して第1の共振器10に電気信号が入力され、第3の共振器30からインダクタ L_{out} を介して電気信号が出力されることによって、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域が形成される。

[0016] このような構成を備える本例のバンドパスフィルタによれば、 f_e 、 f_o 、 f_2 に位置する3つの共振ピークを用いて通過帯域を形成するので、広帯域なバンドパスフィルタを得ることができる。また、 f_e 、 f_o 、 f_2 の3つの周波数を任意に設定することができるので、通過帯域の設計の自由度が大きいバンドパスフィルタを得ることができる。

[0017] また、本例のバンドパスフィルタによれば、第1の共振器10と第2の共振器20との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{12}) = 1$ 、第1の共振器10と第2の共振器20との結合が主に容量性であるときは $S(k_{12}) = -1$ 、第2の共振器20と第3の共振器30との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{23}) = 1$ 、第2の共振器20と第3の共振器30との結合が主に容量性であるときは $S(k_{23}) = -1$ 、第1の共振器10と第3の共振器30との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{13}) = 1$ 、第1の共振器10と第3の共振器30との結合が

主に容量性であるときは $S(k_{13}) = -1$ 、 $f_2 < f_1$ のときは $S(\delta f) = -1$ 、 $f_2 > f_1$ のときは $S(\delta f) = 1$ とすると、 $S(k_{12}) \times S(k_{23}) \times S(k_{13}) \times S(\delta f) = 1$ となるようにされている。これにより、第1の共振器10から直接第3の共振器30へ伝達される電気信号と第1の共振器10から第2の共振器20を介して第3の共振器30へ伝達される信号との間において、 f_e 、 f_o および f_2 の間の通過帯域内の周波数では位相反転が生じず、 f_2 よりも外側の通過帯域外の周波数で位相反転が生じる。これにより、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内には減衰極がなく、 f_2 よりも外側の通過帯域外に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。なお、本例のバンドパスフィルタにおいては、第1の共振器10と第2の共振器20との結合係数 k_{12} 、第2の共振器20と第3の共振器30との結合係数 k_{23} および第1の共振器10と第3の共振器30との結合係数 k_{13} の大きさ（絶対値）を実質的に全て等しく設定するのが望ましく、これによって良好な通過帯域を形成することが可能となる。

[0018] このような、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内には減衰極がなく、 f_2 よりも外側の通過帯域外に減衰極を有する通過特性を得るための条件を、本発明者は種々の検討により導出したが、この効果が得られるメカニズムについては、本発明者が実施した一連の回路シミュレーションによる検討により、次のように推定される。

[0019] すなわち、本例のバンドパスフィルタにおいては、第1の共振器10から直接第3の共振器30へ伝達される電気信号と第1の共振器10から第2の共振器20を介して第3の共振器30へ伝達される信号とが存在する。ここで、第1の共振器10から直接第3の共振器30へ伝達される電気信号の伝達ルートは、第1の共振器10および第3の共振器30からなる共振系の偶モード共振周波数 f_e および奇モード共振周波数 f_o の外側に位置する周波数領域において、第1の共振器10と第3の共振器30とが主として誘導性の結合をしている場合にはインダクタと等価になり、第1の共振器10と第3の共振器30とが主として容量性の結合をしている場合にはキャパシタと等価になる。

[0020] そして、第1の共振器10から第2の共振器20を介して第3の共振器30へ伝達される電気信号の伝達ルートは、第1の共振器10と第2の共振器20との主となる結合および第2の共振器20と第3の共振器30との主となる結合が、どちらも誘導性またはどちらも容量性の場合には、第2の共振器20の共振周波数 f_2 よりも低周波側でインダクタと等価になり、 f_2 よりも高周波側でキャパシタと等価になる。また、第1の共振器10から第2の共振器20を介して第3の共振器30へ伝達される電気信号の伝達ルートは、第1の共振器10と第2の共振器20との主となる結合および第2の共振器20と第3の共振器30との主となる結合の、一方が誘導性の結合であり他方が容量性の結合である場合には、第2の共振器20の共振周波数 f_2 よりも低周波側でキャパシタと等価になり、 f_2 よりも高周波側でインダクタと等価になる。

[0021] よって、第1の共振器10から直接第3の共振器30へ伝達される信号伝達ルートと、第1の共振器10から第2の共振器20を介して第3の共振器30へ伝達される信号の伝達ルートとの、2つの信号伝達ルートを、次のように設定すれば良いことがわかる。

[0022] まず、第1の共振器10と第3の共振器30との結合が主として誘導性の結合であり、第1の共振器10と第2の共振器20との主となる結合および第2の共振器20と第3の共振器30との主となる結合が、どちらも誘導性の結合またはどちらも容量性の結合である場合について考える。この場合は、第2の共振器20の共振周波数 f_2 を第1の共振器10および第2の共振器20の共振周波数 f_1 よりも高く設定する。より正確には、 f_e および f_o の両方よりも f_2 を高く設定する。これにより、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内では2つの信号伝達ルートを通じた電気信号の間で位相の反転が生じることはなく、 f_2 よりも高周波側の通過帯域外において2つの信号伝達ルートを通じた電気信号の間で位相の反転が生じることになる。よって、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内には減衰極がなく、 f_2 よりも高周波側の通過帯域外に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0023] 次に、第1の共振器10と第3の共振器30との結合が主として誘導性の結合であり、第1の共振器10と第2の共振器20との主となる結合および第2の共振器20と第3の共振器30との主となる結合の一方が誘導性の結合であり他方が容量性の結合である場合について考える。この場合には、第2の共振器20の共振周波数 f_2 を第1の共振器10および第2の共振器20の共振周波数 f_1 よりも低く設定する。より正確には、 f_e および f_o の両方よりも f_2 を低く設定する。これにより、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内では2つの信号伝達ルートを通じた電気信号の間で位相の反転が生じることはなく、 f_2 よりも低周波側の通過帯域外において2つの信号伝達ルートを通じた電気信号の間で位相の反転が生じることになる。よって、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内には減衰極がなく、 f_2 よりも低周波側の通過帯域外に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0024] 次に、第1の共振器10と第3の共振器30との結合が主として容量性の結合であり、第1の共振器10と第2の共振器20との主となる結合および第2の共振器20と第3の共振器30との主となる結合が、どちらも誘導性の結合またはどちらも容量性の結合である場合について考える。この場合には、第2の共振器20の共振周波数 f_2 を第1の共振器10および第2の共振器20の共振周波数 f_1 よりも低く設定する。より正確には、 f_e および f_o の両方よりも f_2 を低く設定する。これにより、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内では2つの信号伝達ルートを通じた電気信号の間で位相の反転が生じることはなく、 f_2 よりも低周波側の通過帯域外において2つの信号伝達ルートを通じた電気信号の間で位相の反転が生じることになる。よって、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内には減衰極がなく、 f_2 よりも低周波側の通過帯域外に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0025] 次に、第1の共振器10と第3の共振器30との結合が主として容量性の結合であり、第1の共振器10と第2の共振器20との主となる結合および第2の共

振器20と第3の共振器30との主となる結合の一方が誘導性の結合であり他方が容量性の結合である場合について考える。この場合には、第2の共振器20の共振周波数 f_2 を第1の共振器10および第2の共振器20の共振周波数 f_1 よりも高く設定する。より正確には、 f_e および f_o の両方よりも f_2 を高く設定する。これにより、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内では2つの信号伝達ルートを通じた電気信号の間で位相の反転が生じることはなく、 f_2 よりも高周波側の通過帯域外において2つの信号伝達ルートを通じた電気信号の間で位相の反転が生じることになる。よって、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内には減衰極がなく、 f_2 よりも高周波側の通過帯域外に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0026] これらをまとめると、第1の共振器10と第2の共振器20との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{12}) = 1$ 、第1の共振器10と第2の共振器20との結合が主に容量性であるときは $S(k_{12}) = -1$ 、第2の共振器20と第3の共振器30との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{23}) = 1$ 、第2の共振器20と第3の共振器30との結合が主に容量性であるときは $S(k_{23}) = -1$ 、第1の共振器10と第3の共振器30との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{13}) = 1$ 、第1の共振器10と第3の共振器30との結合が主に容量性であるときは $S(k_{13}) = -1$ 、 $f_2 < f_1$ のときは $S(\delta f) = -1$ 、 $f_2 > f_1$ のときは $S(\delta f) = 1$ としたときに、 $S(k_{12}) \times S(k_{23}) \times S(k_{13}) \times S(\delta f) = 1$ となるようにすればよいことがわかる。

[0027] (実施の形態の第2の例)

図2は本発明の実施の形態の第2の例のバンドパスフィルタを示す回路図である。なお、本例においては前述した第1の例と異なる点のみについて説明し、同様の構成要素については同一の参照符号を用いて重複する説明を省略する。

[0028] 本例のバンドパスフィルタは、図1に示した一般的な等価回路における一つの具体的な回路の例を示すものである。本例のバンドパスフィルタにおい

ては、第1の共振器10、第2の共振器20および第3の共振器30の全てが、一方端が接地された1/4波長線路で構成されている。そして、第1の共振器10と第2の共振器20との電磁気的な結合 k_{12} がキャパシタ C_{12} で構成されている。第2の共振器20と第3の共振器30との電磁気的な結合 k_{23} がキャパシタ C_{23} で構成されている。第1の共振器10と第3の共振器30との電磁気的な結合 k_{13} がキャパシタ C_{13} で構成されている。また、入力端子01と第1の共振器10との結合 Q_{ein} はキャパシタ C_{in} で構成されている。出力端子02と第3の共振器30との結合 Q_{eout} はキャパシタ C_{out} で構成されている。また、第2の共振器20の長さは第1の共振器10および第2の共振器20の長さよりも長くされており、これによって、第2の共振器20の共振周波数 f_2 は第1の共振器10および第3の共振器30の共振周波数 f_1 よりも低くされている。

[0029] この様な構成を備える本例のバンドパスフィルタは、 k_{12} 、 k_{23} および k_{13} の全てが容量性であり、 $f_2 < f_1$ であることから、 $S(k_{12}) \times S(k_{23}) \times S(k_{13}) \times S(\delta f) = -1 \times -1 \times -1 \times -1 = 1$ となるようにされている。よって、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内では、第1の共振器10から直接第3の共振器30に伝達された電気信号と第1の共振器10から第2の共振器20を介して第3の共振器30へ伝達された電気信号との間で位相の反転が生じることはない。そして、 f_2 よりも低周波側においては、第1の共振器10から直接第3の共振器30に伝達された電気信号と、第1の共振器10から第2の共振器20を介して第3の共振器30へ伝達された電気信号との間で位相の反転が生じる。よって、 f_e 、 f_o および f_2 を含む通過帯域内には減衰極がなく、 f_2 よりも低周波側の通過帯域外に減衰極を有する優れた通過特性を有するバンドパスフィルタを得ることができる。

[0030] (実施の形態の第3の例)

図3は本発明の実施の形態の第3の例のバンドパスフィルタを示す回路図である。なお、本例においては前述した第2の例と異なる点のみについて説明し、同様の構成要素については同一の参照符号を用いて重複する説明を省略する。

[0031] 本例のバンドパスフィルタは、図3に示すように、入力端子01と第2の共振器20とがキャパシタC40を介して接続されており、第2の共振器20と出力端子02とがキャパシタC50を介して接続されており、入力端子01と出力端子02とがキャパシタC60を介して接続されている。

[0032] この様な構成を備える本例のバンドパスフィルタによれば、バンドパスフィルタの通過特性において、第1の共振器10から直接第3の共振器30に伝達された電気信号と第1の共振器10から第2の共振器20を介して第3の共振器30へ伝達された電気信号との間で位相の反転が生じることによって第2の共振器20の共振周波数 f_2 よりも低周波側に形成される減衰極よりもさらに低周波側に、新たに2つの減衰極を形成することができる。これにより、通過帯域よりも低周波側の減衰特性がさらに優れたバンドパスフィルタを得ることができる。

[0033] (実施の形態の第4の例)

図4は本発明の実施の形態の第4の例の無線通信モジュール80および無線通信機器85を示すブロック図である。

[0034] 本例の無線通信モジュール80は、ベースバンド信号が処理されるベースバンド部81と、ベースバンド部81に接続されベースバンド信号の変調後および復調前のRF信号が処理されるRF部82とを備えている。RF部82には上述したバンドパスフィルタ821が含まれている。RF部82は、ベースバンド信号が変調されてなるRF信号または受信したRF信号における通信帯域以外の信号をバンドパスフィルタ821によって減衰させている。

[0035] 具体的な構成としては、ベースバンド部81にはベースバンドIC811が配置され、RF部82にはバンドパスフィルタ821とベースバンド部81との間にRFIC822が配置されている。なお、これらの回路間には別の回路が介在していてもよい。そして、無線通信モジュール80のバンドパスフィルタ821にアンテナ84を接続することによってRF信号の送受信がなされる無線通信機器85が構成される。

[0036] このような構成を有する本例の無線通信モジュール80および無線通信機器8

5によれば、通信に使用する広い周波数帯域の全体に渡って損失が少ないバンドパスフィルタ821を通信信号の濾波に用いることにより、バンドパスフィルタ821を通過する通信信号の減衰が少なくなるとともにノイズも減少する。このため、受信感度が向上するとともに送信信号および受信信号の増幅度を小さくできるため、増幅回路における消費電力が少なくなる。よって受信感度が高く消費電力が少ない高性能な無線通信モジュール80および無線通信機器85を得ることができる。

[0037] (変形例)

本発明は前述した実施の形態の第1～第4の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更、改良が可能である。

[0038] 例えば、前述した実施の形態の第2、第3の例においては、第1の共振器10、第2の共振器20および第3の共振器30として1/4波長線路を利用した例を示したが、これに限ることない。例えば、マイクロストリップ線路およびストリップ線路等を用いた1/2波長共振器ならびにリング共振器等の、線路状共振器を使用することができる。また、デュアルモード方形共振器等およびデュアルモード円形共振器等の、平面共振器を使用することができる。また、円柱、直方体およびリング状等の形状を有する誘電体共振器ならびに同軸共振器等の、立体共振器等を使用することができる。

実施例

[0039] 次に、本発明のバンドパスフィルタの具体例について説明する。

[0040] 図2に示した本発明の実施の形態の第2の例のバンドパスフィルタの電気特性をシミュレーションによって算出した。第1の共振器10、第2の共振器20および第3の共振器30はストリップラインを用いて構成した。誘電体の比誘電率は18.7とした。上下の接地導体の間隔は1mmとした。ストリップ線路の幅は0.2mmとした。第1の共振器10および第3の共振器30を構成するストリップ線路の長さは5.4mmとした。第2の共振器20を構成するストリップ線路の長さは6.85mmとした。キャパシタC_{in}、C_{out}はそれぞれ0.6pFとした。キャパシタC₁₂、C₂₃およびC₁₃はそれぞれ0.15pFとした。

[0041] 図5はそのシミュレーション結果を示すグラフである。グラフにおいて、横軸は周波数、縦軸は減衰量を表している。また、図5のグラフは、入力端子01をポート1、出力端子02をポート2としたときのバンドパスフィルタの通過特性（ S_{21} ）および反射特性（ S_{11} ）を示している。図5に示すグラフによれば、3つの共振ピークを用いて平坦で低損失な広い通過帯域が形成されているとともに、通過帯域よりも低周波側の通過帯域近傍に減衰極が形成されて減衰域から通過域にかけて急激に減衰量が増加する、優れたフィルタ特性が得られていることがわかる。これにより、本発明の有効性が確認できる。

[0042] また、図3に示した本発明の実施の形態の第3の例のバンドパスフィルタの電気特性をシミュレーションによって算出した。第1の共振器10、第2の共振器20および第3の共振器30はストリップラインを用いて構成した。誘電体の比誘電率は18.7とした。上下の接地導体の間隔は1mmとした。ストリップ線路の幅は0.2mmとした。第1の共振器10および第3の共振器30を構成するストリップ線路の長さは5.4mmとした。第2の共振器20を構成するストリップ線路の長さは6.9mmとした。キャパシタ C_{in} 、 C_{out} はそれぞれ0.6pFとした。キャパシタ C_{12} 、 C_{23} および C_{13} はそれぞれ0.15pFとした。キャパシタ C_{40} 、 C_{50} はそれぞれ0.02pFとした。キャパシタ C_{60} は0.001pFとした。

[0043] 図6はそのシミュレーション結果を示すグラフである。グラフにおいて、横軸は周波数、縦軸は減衰量を表している。また、図6のグラフは、入力端子01をポート1、出力端子02をポート2としたときのバンドパスフィルタの通過特性（ S_{21} ）および反射特性（ S_{11} ）を示している。図6に示すグラフによれば、通過帯域よりも低周波側に更に2つの減衰極が形成されており、通過帯域よりも低周波側における減衰量が改善されて、さらに優れたフィルタ特性が得られていることがわかる。

符号の説明

[0044] 10：第1の共振器

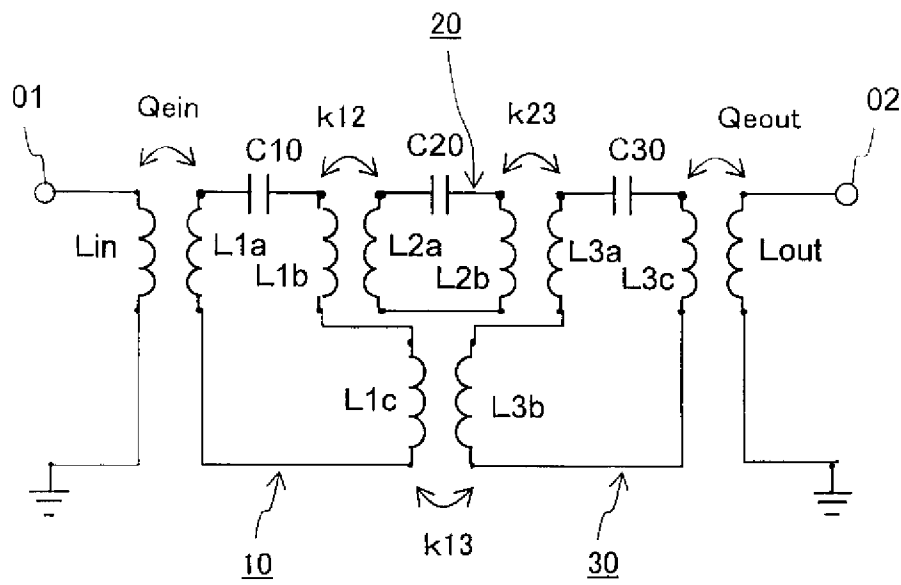
- 20 : 第 2 の共振器
- 30 : 第 3 の共振器
- 80 : 無線通信モジュール
- 81 : ベースバンド部
- 82 : R F 部
- 84 : アンテナ
- 85 : 無線通信機器

請求の範囲

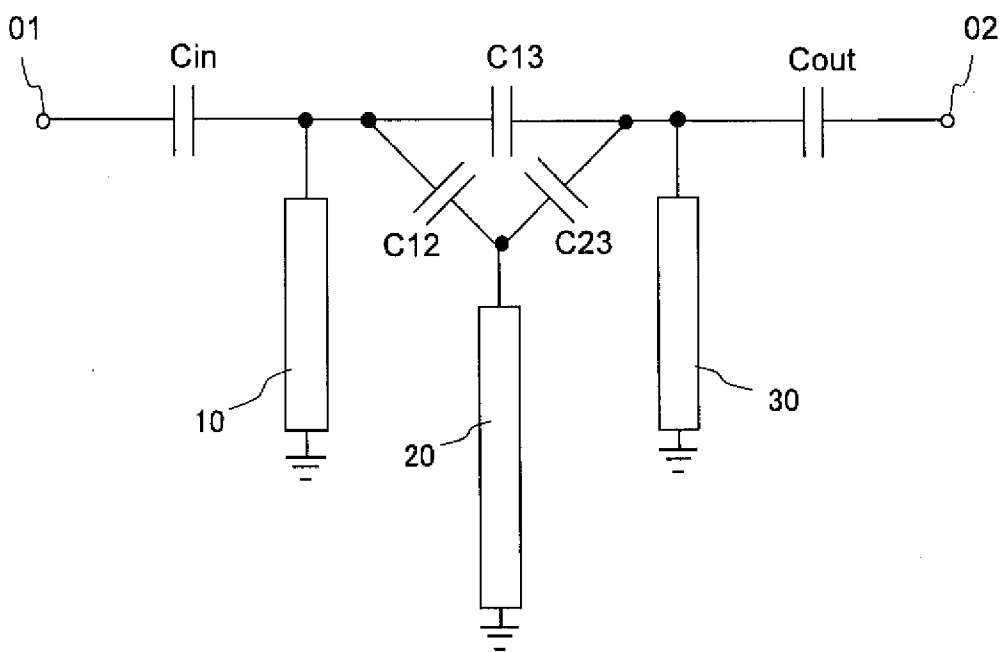
- [請求項1] 相互に電磁氣的に結合された第1の共振器、第2の共振器および第3の共振器を備え、
- 前記第1の共振器および前記第3の共振器はそれぞれ等しい共振周波数 f_1 を有し、前記第2の共振器は f_1 と異なる共振周波数 f_2 を有しており、
- 前記第1の共振器および前記第3の共振器からなる共振系の偶モード共振周波数を f_e とし、前記第1の共振器および前記第3の共振器からなる共振系の奇モード共振周波数を f_o とすると、前記第2の共振器の共振周波数 f_2 は f_e および f_o の両方よりも低いかまたは高い周波数であり、前記第1の共振器に電気信号が入力され、前記第3の共振器から電気信号が出力されることによって、 f_e 、 f_o 、 f_2 を含む通過帯域が形成され、
- 前記第1の共振器と前記第2の共振器との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{12}) = 1$ 、前記第1の共振器と前記第2の共振器との結合が主に容量性であるときは $S(k_{12}) = -1$ 、前記第2の共振器と前記第3の共振器との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{23}) = 1$ 、前記第2の共振器と前記第3の共振器との結合が主に容量性であるときは $S(k_{23}) = -1$ 、前記第1の共振器と前記第3の共振器との結合が主に誘導性であるときは $S(k_{13}) = 1$ 、前記第1の共振器と前記第3の共振器との結合が主に容量性であるときは $S(k_{13}) = -1$ 、 $f_2 < f_1$ のときは $S(\delta f) = -1$ 、 $f_2 > f_1$ のときは $S(\delta f) = 1$ とすると、
- $S(k_{12}) \times S(k_{23}) \times S(k_{13}) \times S(\delta f) = 1$ であることを特徴とするバンドパスフィルタ。
- [請求項2] 請求項1に記載のバンドパスフィルタを含むRF部と、該RF部に接続されたベースバンド部とを備えることを特徴とする無線通信モジュール。

[請求項3] 請求項 1 に記載のバンドパスフィルタを含む R F 部と、該 R F 部に接続されたベースバンド部と、前記 R F 部に接続されたアンテナとを備えることを特徴とする無線通信機器。

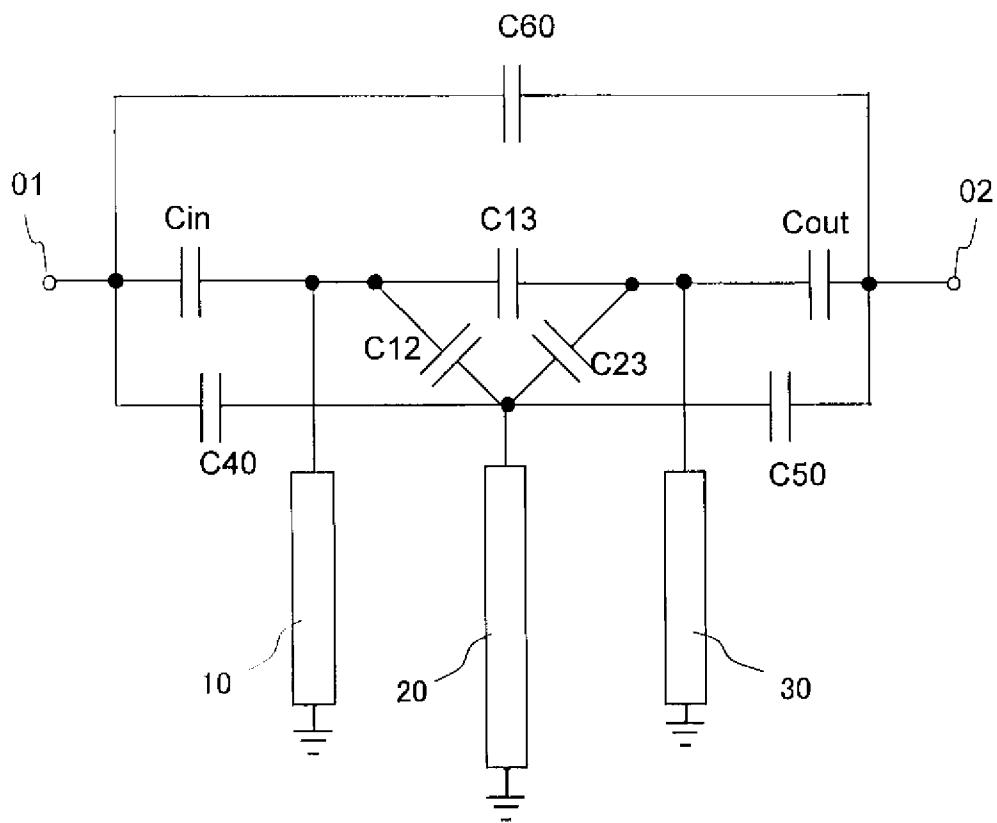
[図1]



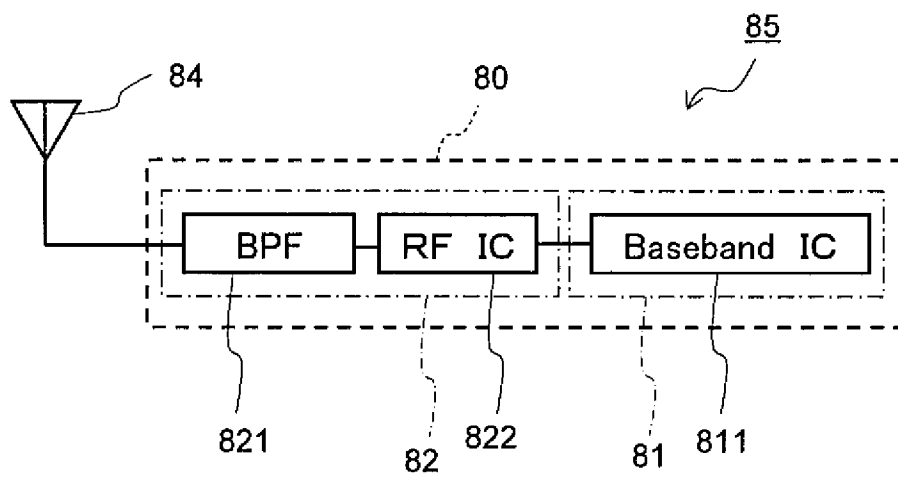
[図2]



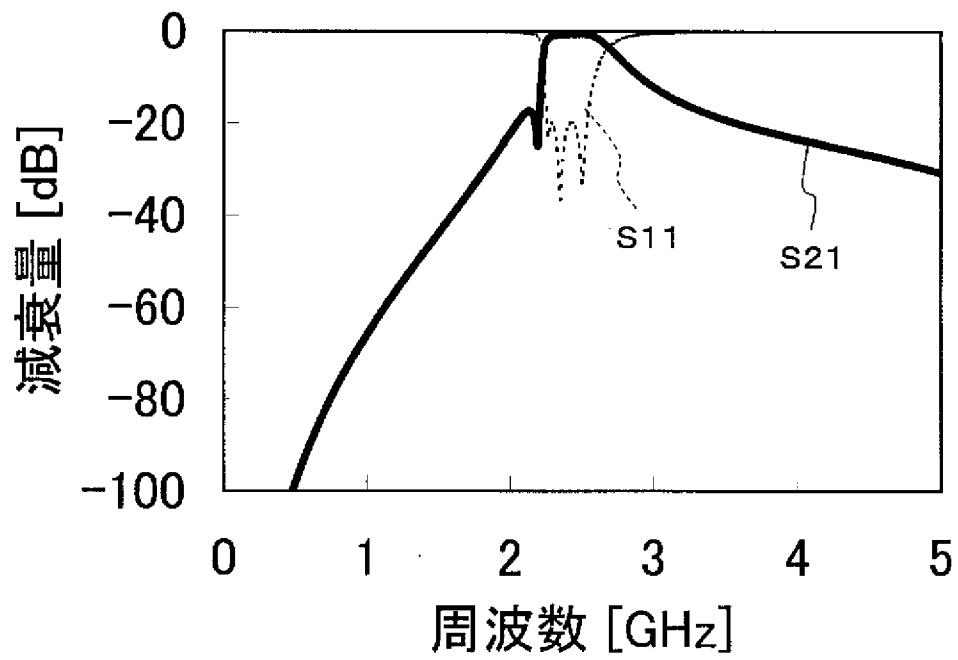
[図3]



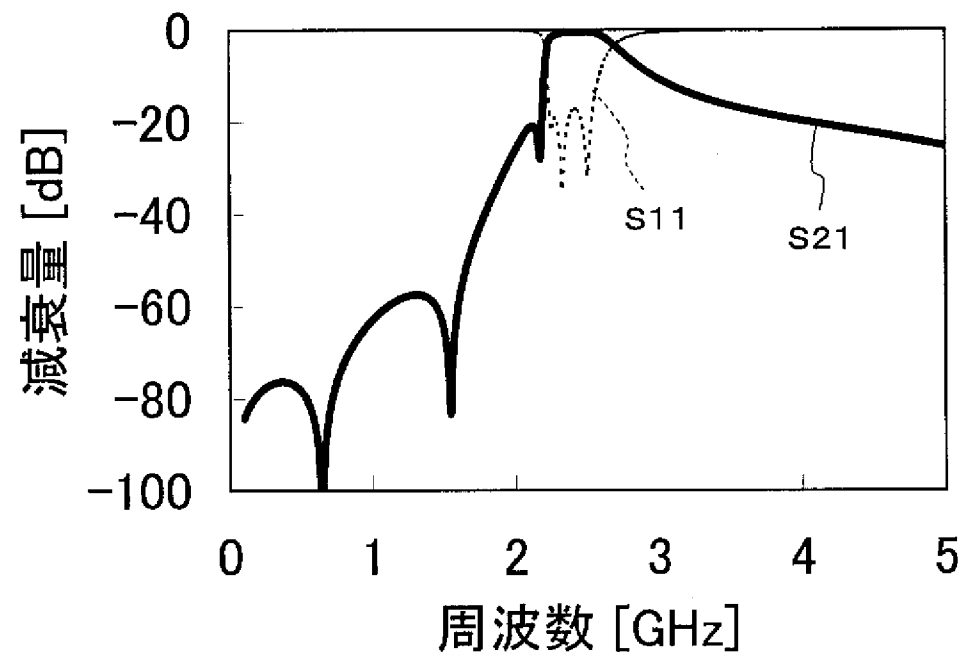
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/067025

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P1/205 (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)

H01P1/205

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 4-88701 A (Kyocera Corp.), 23 March 1992 (23.03.1992), fig. 1 to 3; page 3, lower right column, line 5 to page 5, upper left column, line 16 (Family: none)	1 2-3
Y	JP 2007-97113 A (Kyocera Corp.), 12 April 2007 (12.04.2007), fig. 35; paragraphs [0116] to [0119] & US 2006/0255885 A1 & KR 10-2006-0111850 A & CN 1855612 A	2-3
A	JP 2001-68903 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 16 March 2001 (16.03.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-3

☒ 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
17 December, 2009 (17.12.09)Date of mailing of the international search report
28 December, 2009 (28.12.09)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/067025

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 2006-140634 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 01 June 2006 (01.06.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01P1/205 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01P1/205

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 4-88701 A（京セラ株式会社）1992.03.23, 第1-3図, 第3頁 右下欄第5行-第5頁左上欄第16行（ファミリーなし）	1 2-3
Y	JP 2007-97113 A（京セラ株式会社）2007.04.12, 図 35, [0116]-[0119] & US 2006/0255885 A1 & KR 10-2006-0111850 A & CN 1855612 A	2-3
A	JP 2001-68903 A（三洋電機株式会社）2001.03.16, 全文, 全図（フ ァミリーなし）	1-3

☒ 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

「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

1 7 . 1 2 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 8 . 1 2 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

岸田 伸太郎

5 T

9 1 8 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

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 2006-140634 A (日本特殊陶業株式会社) 2006.06.01, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3