

(43) 国際公開日
2007年3月1日 (01.03.2007)

PCT

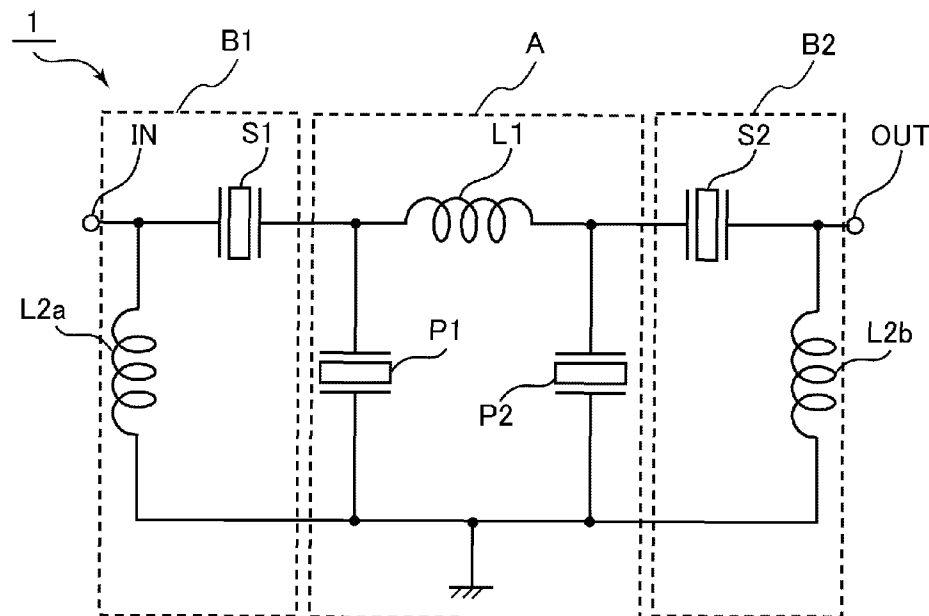
(10) 国際公開番号
WO 2007/023643 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/64 (2006.01) H03H 9/25 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/315098
- (22) 国際出願日: 2006年7月31日 (31.07.2006)
- (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2005-241483 2005年8月23日 (23.08.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 春田 一政 (HARUTA, Kazumasa) [JP/JP]; 〒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: 宮▲崎▼主税 (MIYAZAKI, Chikara); 〒5400012 大阪府大阪市中央区谷町1丁目5番4号 大同生命ビル6階 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY,

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC WAVE FILTER

(54) 発明の名称: 弾性波フィルタ



(57) Abstract: There is provided an elastic wave filter having a passing band at a lower outer side of the trap band. Steepness of the filter characteristic in the low frequency range in the trap band is increased and the insert loss at the pass band high range side end portion is sufficiently reduced. The elastic wave filter (1) includes: a trap circuit section (A) having a first inductance L1 and a first and a second parallel arm resonator (P1, P2); and a filter circuit section having series arm resonators (S1, S2) and a second inductance (L2a or L2b), and connected between an input terminal and/or an output terminal and the trap circuit section (A). The series arm resonators (S1, S2) have a resonance frequency which substantially coincides with the pass band high range side end portion.

(57) 要約: トラップ帯域の低域外側に通過帯域が設けられている弾性波フィルタであってトラップ帯域内の低周波数領域におけるフィルタ特性の急峻性が高められており、通過

[続葉有]



TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

帯域高域側端部における挿入損失が充分小さくされている弾性波フィルタを提供する。第1のインダクタンスL1と、第1、第2の並列腕共振子P1、P2とを有するトラップ回路部分Aと、直列腕共振子S1、S2と、第2のインダクタンスL2aまたはL2bとを有し、入力端子及び／または出力端子とトラップ回路部分Aとの間に接続されたフィルタ回路部分とを備えており、直列腕共振子S1、S2の共振周波数が通過帯域高域側端部と略一致されている弾性波フィルタ1。

明 細 書

弾性波フィルタ

技術分野

- [0001] 本発明は、弾性表面波フィルタ装置や弾性境界波フィルタ装置などの弾性波フィルタに関し、より詳細には、入力端と出力端との間を結ぶ直列腕に少なくとも1つのインダクタが配置されており、直列腕とグラウンド電位との間に並列腕共振子が接続されている、弾性波フィルタに関する。

背景技術

- [0002] 従来、携帯電話機などの通信機器のRF段の帯域フィルタとして弾性表面波フィルタが用いられている。例えば、下記の特許文献1には、入出力端の間にインダクタンスが接続されており、インダクタンスの一端とグラウンド電位との間及びインダクタンスの他端とグラウンド電位との間にそれぞれ並列腕共振子が接続されている帯域阻止型フィルタが開示されている。
- [0003] 図15(a)は、この帯域阻止型フィルタ100の回路構成を示す回路図である。入力端子INと出力端子OUTとの間にインダクタ101が接続されている。また、入力端子INとグラウンド電位との間に並列腕共振子P1が接続されている。また、出力端子OUTとグラウンド電位との間に並列腕共振子P2が接続されている。
- [0004] 並列腕共振子P1, P2は、それぞれ、圧電基板上にIDT電極を形成してなる弾性表面波共振子により構成されている。また、並列腕共振子P1, P2の共振周波数F1, F2が略等しくされており、阻止域に位置されている。図15(b)は、上記帯域阻止型フィルタ100の周波数特性を示す図である。

特許文献1:特開2004-129238号公報

発明の開示

- [0005] 図15(b)に示すように、上記帯域阻止型フィルタ100では、トラップが880MHz付近に設けられている。このトラップは、通過帯域の高域側に配置されている。すなわち、帯域阻止型フィルタ100は、通過帯域の高域側にトラップを設けるために用いられている。

- [0006] しかしながら、特許文献1に記載の帯域阻止型フィルタ100では、矢印Xで示すように、トラップ帯域内の低域側の周波数域におけるフィルタ特性の急峻性が充分でなかった。そのため、通過帯域内の通過帯域高域側端部近傍における挿入損失が大きくなりがちであるという問題があった。
- [0007] 本発明の目的は上述した従来技術の欠点を解消し、通過帯域とトラップ帯域の低域側に設けられた通過帯域とを有する弾性波フィルタであって、トラップ帯域内の低域側周波数域側におけるフィルタ特性の急峻性が高められており、それによって通過帯域内の高域側端部近傍における挿入損失を小さくすることが可能とされている、弾性波フィルタを提供することにある。
- [0008] 本発明によれば、トラップ帯域と、該トラップ帯域の低域外側に設けられた通過帯域とを有する弾性波フィルタであって、入力端子と出力端子とを結ぶ直列腕に配置された少なくとも1個の第1のインダクタと、少なくとも1個の前記第1のインダクタが設けられている部分の一端とグラウンド電位との間に設けられた第1の並列腕共振子と、少なくとも1個の前記第1のインダクタが設けられている部分の他端とグラウンド電位との間に設けられた第2の並列腕共振子と、前記第1のインダクタが複数の場合に、隣り合う第1のインダクタ間とグラウンド電位との間に接続された第3の並列腕共振子とを有するトラップ回路部分と、前記入力端子と前記トラップ回路部分との間及び前記出力端子と前記トラップ回路部分との間の少なくとも一方に設けられたフィルタ回路部分を備え、該フィルタ回路部分が、前記直列腕において、前記入力端子または前記出力端子と前記トラップ回路部分との間に配置された直列腕共振子と、前記直列腕共振子の一端または他端とグラウンド電位との間に接続された第2のインダクタとを有し、前記直列腕共振子の共振周波数が前記弾性波フィルタの通過帯域の高域側端部と略一致されていることを特徴とする、弾性波フィルタが提供される。
- [0009] 本発明に係る弾性波フィルタのある特定の局面では、前記入力端子と前記トラップ回路部分との間及び前記出力端子と前記トラップ回路部分との間の双方に前記フィルタ回路部分が設けられている。
- [0010] 本発明の他の特定の局面では、前記直列腕共振子の容量と、前記第2のインダクタとで構成される共振回路の共振周波数が、前記通過帯域の低域側端部よりも低い

周波数とされている。

[0011] 本発明に係る弾性波フィルタのさらに別の特定の局面によれば、前記並列腕共振子及び前記直列腕共振子が形成されている圧電基板をさらに備え、圧電基板上または圧電基板内に、前記第1、第2のインダクタが形成されている。

[0012] 本発明に係る弾性波フィルタのさらに別の特定の局面では、前記直列腕共振子の容量を C_s 、前記第1のインダクタのインダクタンス値を L_s 、並列腕共振子の容量を C_p 、第2のインダクタのインダクタンス値を L_p としたときに、 $C_s/C_p > 1$ かつ $L_p/L_s > 1$ とされている。

(発明の効果)

[0013] 本発明に係る弾性波フィルタでは、トラップ回路部分が、上記少なくとも1個のインダクタと、第1の並列腕共振子と、第2の並列腕共振子と、インダクタが複数の場合に設けられる第3の並列腕共振子とを有し、第1、第2の並列腕共振子あるいは第1～第3の並列腕共振子の共振周波数において、減衰量が大きくなり、トラップが形成されている。

[0014] もっとも、このようにして形成されるトラップ内の低域側の周波数領域においては、急峻性が充分でない。そこで、本発明では、上記第2のインダクタンスと、直列腕共振子とを有するフィルタ回路部分が、入力端子とトラップ回路部分との間及び出力端子とトラップ回路部分との間の少なくとも一方に設けられており、直列腕共振子の共振周波数が弾性波フィルタの通過帯域の高域側端部と略一致されている。従って、トラップ帯域内の低域側の周波数域におけるフィルタ特性の急峻性が高められ、弾性波フィルタの通過帯域内の通過帯域高域側端部近傍の挿入損失が小さくされ得る。

[0015] すなわち、上記直列腕共振子のインピーダンスは、トラップ帯域内の低域側の周波数域においては共振周波数と反共振周波数との間の誘導性インピーダンスである。誘導性インピーダンスは、その値が周波数により大きく変化する。従って、直列腕共振子の共振周波数を、通過帯域高域側端部に略一致させることにより、トラップ帯域内の低域側におけるフィルタ特性の急峻性が効果的に高められると共に、通過帯域内の通過帯域高域側端部近傍における挿入損失を小さくすることが可能となる。

[0016] 従って、本発明によれば、トラップ帯域の低域外側に通過帯域が設けられている弾

性波フィルタにおいて、トラップ帯域内の低周波数域の急峻性を高め、通過帯域内の高域側端部近傍における挿入損失を効果的に小さくすることができ、良好なフィルタ特性を有する弾性波フィルタを提供することが可能となる。

[0017] 本発明において、上記入力端子と上記トラップ回路部分との間及び上記出力端子と上記トラップ回路部分との間の双方に上記フィルタ回路部分が設けられている場合には、通過帯域内の高域側端部近傍における挿入損失をより一層効果的に小さくすることが可能となる。

[0018] 本発明において、直列腕共振子の容量と、第2のインダクタとで構成される共振回路の共振周波数が、通過帯域の低域側端部よりも低い周波数とされている場合には、通過帯域よりも低い周波数域における減衰量を十分な大きさとすることが可能となる。

[0019] 並列腕共振子及び直列腕共振子が形成されている圧電基板をさらに備え、圧電基板上または圧電基板内に上記第1、第2のインダクタが形成されている場合には、第1、第2のインダクタが圧電基板上または圧電基板内に形成されているため、弾性波フィルタの小型化を図ることができる。

[0020] 直列腕共振子の容量を C_s 、第1のインダクタンスを L_s 、並列腕共振子の容量を C_p 、第2のインダクタのインダクタンスを L_p としたときに、 $C_s/C_p > 1$ かつ $L_p/L_s > 1$ とされている場合には、挿入損失の小さい弾性波フィルタを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性表面波フィルタの回路図である。

[図2]図2(a)は、直列インダクタと並列容量とからなる低域通過型LCフィルタの回路構成を示す図であり、(b)はその周波数特性を模式的に示す図である。

[図3]図3(a)は、直列容量と並列インダクタンスとからなるLCフィルタの回路構成を示す図であり、(b)はその周波数特性を模式的に示す図である。

[図4]図4は、第1の実施形態で用いられている直列腕共振子 S_1 、 S_2 及び並列腕共振子 P_1 、 P_2 のインピーダンス特性を示す図である。

[図5]図5は、第1の実施形態で用いられているトラップ回路部分の周波数特性と、直

列腕共振子と第2のインダクタンスで構成されるフィルタ回路部分の周波数特性をそれぞれ実線あるいは破線で示す図である。

[図6]図6は、第1の実施形態の弾性表面波フィルタの周波数特性を示す図である。

[図7]図7は、第1の実施形態の弾性表面波フィルタにおいて、直列腕共振子S1, S2及び並列腕共振子P1, P2が圧電基板の下面に構成されている構造を圧電基板を透かして示す模式的平面図である。

[図8]図8は、表面波共振子の電極構造を模式的に示す平面図である。

[図9]図9は、図7に示した圧電基板が搭載されるパッケージ基板の平面図である。

[図10]図10(a)は、圧電基板に外付けされたインダクタを説明するための模式的平面図であり、(b)は、パッケージ基板上に弾性表面波チップが搭載されている構造を略図的に示す模式的正面断面図である。

[図11]図11は、第1の実施形態で第1, 第2のインダクタンスが圧電基板上に電極として形成されている構造を模式的に示す平面図であり、圧電基板の下面の電極構造を模式的に示す平面図である。

[図12]図12は、本発明の第2の実施形態に係る弾性表面波フィルタの回路図である。

[図13]図13は、第2の実施形態の弾性表面波フィルタの周波数特性を示す図である。

[図14]図14は、本発明の弾性表面波フィルタの変形例を説明するための回路図である。

[図15]図15(a)は、従来の弾性表面波フィルタの一例を説明するための回路図、(b)はその周波数特性を示す図である。

符号の説明

- [0022] 1…弾性表面波フィルタ
11…弾性表面波チップ
12…圧電基板
13a…IDT電極
13b, 13c…反射器

14a～14f…金属バンプ

15…パッケージ基板

16a～16e…電極ランド

21…弾性表面波フィルタ

L1…第1のインダクタンス

P1, P2…第1, 第2の並列腕共振子

P3…第3の並列腕共振子

S1, S2…直列腕共振子

L2a, L2b…第2のインダクタンス

発明を実施するための最良の形態

[0023] 図面を参照しつつ本発明の具体的な実施形態を説明することにより、本発明を明らかにする。

[0024] 図1は、本発明の第1の実施形態に係る弾性表面波フィルタの回路図である。本実施形態の弾性表面波フィルタ1では、入力端子INと、出力端子OUTとの間に第1のインダクタL1が接続されている。第1のインダクタL1の一端とグラウンド電位との間に第1の並列腕共振子P1が接続されており、第1のインダクタL1の他端とグラウンド電位との間に第2の並列腕共振子P2が接続されている。上記第1のインダクタL1及び第1, 第2の並列腕共振子P1, P2を有するトラップ回路部分Aは、図15に示した従来の帯域阻止型フィルタ100とほぼ同様である。

[0025] 本実施形態の弾性表面波フィルタ1では、前記第1のインダクタL1及び第1, 第2の並列腕共振子P1, P2とで構成されるトラップ回路部分Aの両側に、インダクタL2a, L2b及び直列腕共振子S1, S2からなるフィルタ回路部分B1, B2が設けられている。

[0026] すなわち、入力端子INと第1のインダクタL1との間に直列腕共振子S1が接続されており、入力端子INと直列腕共振子S1との間の接続点とグラウンド電位との間に第2のインダクタL2aが接続されている。

[0027] また、第1のインダクタL1と出力端子OUTとの間にも直列腕共振子S2が接続されており、かつ出力端子OUTと直列腕共振子S2との間の接続点とグラウンド電位との

間に、第2のインダクタL2bが接続されている。

[0028] また、弾性表面波フィルタ1では、入力端子INと出力端子OUTとを結んでいる直列腕に、直列腕共振子S1、第1のインダクタL1及び直列腕共振子S2がこの順序で配置されていることになる。

[0029] ところで、図2(a)に示すように、入力端子INと、出力端子OUTとの間に直列にインダクタンス L_x を接続し、入力端子INとグラウンド電位との間に並列容量C1を接続した場合、インダクタンス L_x と容量C1とのLC回路により、図2(b)に示すような低域通過帯域型のフィルタ特性が得られる。

[0030] 他方、図3(a)に示すように、入力端子INと出力端子OUTとの間に直列に直列容量C2を接続し、入力端子INとグラウンド電位との間にインダクタンス L_y を接続した場合には、容量C2と、インダクタンス L_y とからなるLC回路により図3(b)に示す高域通過帯域型のフィルタ特性が得られる。

[0031] 図1に示した弾性表面波フィルタ1では、インダクタL1、L2a、L2bのインダクタンス、直列腕共振子S1、S2及び並列腕共振子P1、P2の容量とで、それぞれ、前記低域通過帯域型フィルタあるいは高域通過型フィルタが構成され、全体として、通過帯域を有する特性が得られている。

[0032] より具体的には、第1のインダクタL1及び並列腕共振子P1、P2を有するトラップ回路部分Aにより、図15に示した従来の帯域阻止型フィルタ100と同様に、トラップ帯域と、トラップ帯域の低域外側の通過帯域とが形成されることとなる。

[0033] そして、本実施形態では、直列腕共振子S1及び第2のインダクタL2aからなるフィルタ回路部分と直列腕共振子S2及び第2のインダクタL2bとからなるフィルタ回路部分B2とが前記トラップ回路部分Aの両側に接続されており、直列腕共振子S1、S2の共振周波数が、弾性表面波フィルタ1の通過帯域の高域側端部と略一致されているため、トラップ帯域内の低域側周波数域におけるフィルタ特性の急峻性が高められ、かつ通過帯域高域側端部における挿入損失が効果的に小さくされている。

[0034] 弾性表面波フィルタ1として、携帯電話に搭載される地上波デジタル1セグメントチューナー用弾性表面波フィルタに適用した例を考えることとする。この場合、通過帯域は470～770MHzであり、該通過帯域よりも高域側に、携帯電話の送信帯域であ

る830～845MHzがトラップ帯域として構成される必要がある。このようなトラップ帯域と通過帯域とを有する弾性表面波フィルタを構成する場合、直列腕共振子S1, S2及び並列腕共振子P1, P2の図4に示すインピーダンス特性が利用される。

- [0035] 弾性表面波共振子のインピーダンス特性においては、共振周波数よりも低い周波数域では、容量性インピーダンスとなり周波数の変化に対してインピーダンスは緩やかに変化する。これに対して、共振周波数と反共振周波数との間の周波数領域では、インピーダンスは誘導性インピーダンスとなり、周波数の変化に対してインピーダンスが大きく変化する。
- [0036] トラップ回路部分Aでは、並列腕共振子P1, P2の共振周波数よりも低い周波数域におけるインピーダンス特性、すなわち、容量性インピーダンスを利用してトラップ帯域内の低域側が構成されていることになる。そのため、トラップ帯域内の低域側周波数域における急峻性が充分でなく、従来の弾性表面波フィルタ100では、通過帯域内の通過帯域高域側端部近傍における挿入損失が大きくなりがちであった。
- [0037] これに対して、本実施形態では、上記直列腕共振子S1, S2の共振周波数が通過帯域高域側端部に略一致されている。従って、直列腕共振子S1, S2のインピーダンスは、トラップ帯域内の低域側周波数域において誘導性インピーダンスとなっているため、その変化に対してインピーダンスが大きく変化する。よって、トラップ帯域内の低域側周波数域におけるフィルタ特性の急峻性が高められ、かつ通過帯域内の通過帯域高域側端部近傍における弾性表面波フィルタ1の挿入損失が著しく小さくされ得る。
- [0038] 共振子の共振抵抗が小さい場合、容量性インピーダンス及び誘導性インピーダンスは、それぞれ、容量性及び誘導性のリアクタンスとみなすことができる。従って、トラップ帯域内の低域側周波数域において、直列腕共振子S1, S2と並列腕共振子P1, P2との接続点の電圧は、入力端子に印加される電圧 $\times$ 〔並列腕共振子P1またはP2の容量性リアクタンス $\div$ (並列腕共振子P1またはP2の容量性リアクタンス $+$ 直列腕共振子S1またはS2の誘導性リアクタンス)〕で表されることになる。容量性リアクタンスと誘導性リアクタンスとは逆極性であるため、上記接続点の電圧は、入力端子電圧以上となり、通過帯域高域側における挿入損失を小さくし得ることがわかる。

[0039] なお、インダクタL1, L2a, L2bのインピーダンス値は、トラップ帯域で大きなインピーダンスとなるため、インダクタL1, L2a, L2bのインピーダンスによる影響は無視することができる。

[0040] より具体的には、図5の実線Cは、インダクタL1及び並列腕共振子P1, P2で構成されるトラップ回路部分Aによる特性を示す。これに対して、上記直列腕共振子S1またはS2の容量と、インダクタL2aまたはL2bとで構成される高域通過型のフィルタ回路部分B1, B2の特性を破線Dで示す。フィルタ回路部分B1, B2の周波数特性における遮断周波数は、直列腕共振子S1またはS2の容量と、インダクタL2aまたはL2bのインダクタンスとの共振による共振周波数となる。直列腕共振子S1またはS2の共振周波数 f_r を通過帯域高域側端部に略一致させることによりトラップ帯域内の低域型周波数域における急峻性を高めることができると共に、通過帯域内の通過帯域高域側端部近傍の挿入損失を小さくすることができる。

[0041] 図6は、上記弾性表面波フィルタ1の特性を示す減衰量周波数特性を示す図である。なお、図6に示されている特性は、共振子S1, S2及び並列腕共振子P1, P2の等価回路定数を下記の表1に示すように、かつインダクタL1のインダクタンス値は13 nH、インダクタL2aのインダクタンス値は27nH、インダクタL2bのインダクタンス値は27nHとした構成の特性である。

[0042] [表1]

	共振周波数 f_s [MHz]	電極容量C0[pF]	C1[pF]	L[nH]	共振子抵抗[Ω]
S1	756.5	5.34	0.93	0.048	0.65
S2	769.1	6.91	1.21	0.036	0.67
P1	855.3	4.41	0.58	0.06	0.42
P2	854.4	3.43	0.58	0.06	0.12

[0043] 図6から明らかなように、トラップ帯域における減衰量50dB以上とすることができ、トラップ帯域内の低周波数領域における急峻性を高めることが可能とされたため、通過帯域全域にわたり、挿入損失を2dB以下とし得ることがわかる。

[0044] なお、本実施形態の弾性表面波フィルタ1では、好ましくは、直列腕共振子S1, S2の容量を C_s 、第1のインダクタL1のインダクタンス値を L_s 、並列腕共振子P1, P2の容量をそれぞれ C_p 、第2のインダクタのインダクタンスの値を L_p としたときに $C_s/C_p > 1$ かつ $L_p/L_s > 1$ とされ、それによって、挿入損失をより一層小さくすることができ

る。これを以下において説明する。

[0045] いま、インダクタL1と並列腕共振子P1, P2とからなるLC共振回路の共振周波数は、直列腕共振子S1またはS2と、第2のインダクタL2aまたはL2bとからなるLC回路の共振周波数よりも高くなっている。従って、下記の式(1)が成立する。

[0046] [数1]

$$\frac{1}{\sqrt{L_p \cdot C_s}} < \frac{1}{\sqrt{L_s \cdot C_p}} \quad \dots \text{式 (1)}$$

[0047] なお、トラップ回路部分Aと、フィルタ回路部分B1, B2の特性インピーダンスはいずれも50Ωとされている。従って、下記の式(2)が成立する。

[0048] [数2]

$$Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{R + 1/j\omega C_s}{G + 1/j\omega L_p}} \cong \sqrt{\frac{L_p}{C_s}} = Z_0 = \sqrt{\frac{Z}{Y}} = \sqrt{\frac{R + j\omega L_s}{G + j\omega C_p}} \cong \sqrt{\frac{L_s}{C_p}} \quad \dots \text{式 (2)}$$

[0049] 式(1)を変形すると、

[0050] [数3]

$$\sqrt{(L_p \cdot C_s) / (L_s \cdot C_p)} > 1 \quad \dots \text{式 (3)}$$

[0051] となり、式(2)を変形すると、 $L_s/C_p = L_p/C_s$ となる。従って、 $L_p = (C_s/C_p) \cdot L_s$ 及び $C_p = C_s \cdot (L_s/L_p)$ を式(3)に代入すると、 $C_s C_p > 1$ 及び $L_p/L_s > 1$ となる。

[0052] 従って、 $C_s/C_p > 1$ かつ $L_p/L_s > 1$ とすることにより、トラップ回路部分Aとフィルタ回路部分B1, B2との特性インピーダンスが揃えられ、挿入損失を小さくすることができる。

[0053] 上記実施形態では、直列腕共振子S1, S2の共振周波数は、通過帯域高域側端部と略一致されているが、略一致とは必ずしも完全に一致している必要はなく、通過帯域高域側端部の周波数-5%以上、0%以下の範囲内であればよいことをいうものとする。また、通過帯域内の挿入損失を2dB以下とするには、通過帯域高域側端部の周波数-5%以上、0%以下の範囲とすればよいことが発明者の実験により確かめられている。

- [0054] 従って、好ましくは、前記直列腕共振子S1, S2の共振周波数は、弾性表面波フィルタ1の通過帯域の高域側端部の周波数－5%以上、0%以下の範囲とされる。
- [0055] 上記実施形態では、前記トラップ回路部分Aの入力側及び出力側の双方に、前記フィルタ回路部分B1, B2が接続されていたが、いずれか一方にのみフィルタ回路部分が接続されていてもよい。すなわち、直列腕共振子S1と、インダクタL2aからなるフィルタ回路部分B1のみがトラップ回路部分Aに接続されていてもよく、あるいは直列腕共振子S2とインダクタL2bとからなるフィルタ回路部分B2のみがトラップ回路部分Aに接続されていてもよい。
- [0056] 本実施形態の弾性表面波フィルタ1では、前記直列腕共振子S1, S2及び並列腕共振子P1, P2は、好ましくは、1枚の圧電基板上にインターデジタル電極(IDT電極)を形成することにより構成された弾性表面波共振子により構成される。図7は、弾性表面波チップ11において、圧電基板12の下面に形成されている電極構造を圧電基板12を透視して模式的に示す平面図である。
- [0057] 圧電基板12は、セラミックスまたは圧電単結晶により構成され、その下面にIDT電極を形成することにより、直列腕共振子S1, S2及び並列腕共振子P1, P2が形成されている。図7では、直列腕共振子S1, S2及び並列腕共振子P1, P2が形成されている部分が略図的に示されているが、図8にこのIDT電極の具体的な構造を模式的に示す。図8に示すように、IDT電極13aの両側に、反射器13b, 13cが形成されて、1つの弾性表面波共振子が構成される。直列腕共振子S1, S2及び並列腕共振子P1, P2は、いずれも、IDT電極とIDT電極の両側に配置された反射器とを有する。もっとも、前述した表1に示したように、直列腕共振子S1, S2及び並列腕共振子P1, P2の仕様は、求められる特性に応じて、異ならされている。
- [0058] 上記弾性表面波チップ11には、金属バンプ14a～14fが設けられている。この金属バンプ14a～14fを利用して弾性表面波チップ11は、パッケージ基板15にフリップチップボンディング工法により搭載される。パッケージ基板15は、適宜の絶縁性材料からなり、その上面に、電極ランド16a～16eを有する。金属バンプ14aが電極ランド16aに、金属バンプ14bが電極ランド16bに、グラウンド電位に接続される電極ランド16cに金属バンプ14c, 14dが、金属バンプ14eが電極ランド16dに、金属バンプ14

fが電極ランド16eにそれぞれ接合されることになる。

- [0059] なお、図10(b)は、上記弾性表面波チップ11をパッケージ基板15に搭載した構造の略図的正面断面図である。
- [0060] そして、図10(a)に略図的に示すように、上記パッケージ基板15の外側に、インダクタL1, L2a, L2bを構成する外付けの素子が電極ランド16a~16eに適宜接続される。
- [0061] 図7に示した弾性表面波チップ11では、弾性表面波共振子からなる直列腕共振子S1, S2及び並列腕共振子P1, P2のみが圧電基板12に構成されていたが、図11に平面図で示すように、インダクタL1, L2a, L2bもまた、圧電基板12の下面にミアンダ形状の形状すなわち蛇行形状等の電極を形成することにより設けてもよい。
- [0062] 図11は、図7と同様に、圧電基板12を透視して、圧電基板12の下面に形成されている電極を模式的に示す平面図である。ここでは、インダクタL1, L2a, L2bが、それぞれ、電極をミアンダ形状の形状とすることにより構成されている。なお、インダクタL1, L2a, L2bは、圧電基板12の下面にミアンダ形状の電極パターンを形成することにより構成される必要は必ずしもない。例えば、コイル状の電極パターンを圧電基板12の下面に形成してもよい。
- [0063] 図11に示したように、圧電基板表面に一体に電極材料を付与することによりインダクタL1, L2a, L2bを形成することにより、弾性表面波フィルタ1の小型化を図ることができる。
- [0064] 図12は、本発明の第2の実施形態に係る弾性表面波フィルタの回路図である。第2の実施形態の弾性表面波フィルタ21は、入力端子INと出力端子OUTとの間に、図1に示したトラップ回路部分Aと同様に構成されたトラップ回路部分Aを有する。トラップ回路部分Aは、第1のインダクタL1と、第1のインダクタL1の一端とグラウンド電位との間に接続された並列腕共振子P1と、第1のインダクタL2の他端とグラウンド電位との間に接続された並列腕共振子P2とを有する。
- [0065] 第2の実施形態では、上記トラップ回路部分Aの両側に、直列腕共振子S11と第2のインダクタL2aとからなるフィルタ回路部分B3及び直列腕共振子S12と、第2のインダクタL2bとからなるフィルタ回路部分B4がそれぞれ接続されている。第1の実施

形態と異なるところは、インダクタL2a, L2bの一端が、直列腕共振子S11, S12と第1のインダクタL1の一端または他端との間の接続点22, 23に接続されていることにある。

[0066] 本実施形態においても、直列腕共振子S11, S12の共振周波数を、通過帯域高域側端部と略一致させることにより、直列腕共振子S11, S12の共振周波数と反共振周波数との間の誘導性インピーダンスを利用することにより、トラップ帯域の低域周波数領域におけるフィルタ特性の急峻性を高めることができる。従って、通過帯域内の通過帯域高域側端部近傍における挿入損失を小さくすることができる。

[0067] 第1, 第2の実施形態から明らかなように、上記フィルタ回路部分における第2のインダクタは、直列腕共振子の一端または他端とグラウンド電位との間に接続される限り、直列腕共振子の一端または他端のいずれに接続されていてもよい。

[0068] 図13は、図12に示した弾性表面波フィルタ21の周波数特性を示す図である。図13から明らかなように、本実施形態においても、通過特性において、トラップ帯域内の低域側周波数域における急峻性が高められ、かつ通過帯内の高域側端部近傍の挿入損失が小さくされ、通過帯域の全域にわたり、挿入損失が2dB以下とされていることがわかる。なお、直列腕共振子S11, S12及び並列腕共振子P1, P2の等価回路定数を下記の表2に示す通りとした。また、インダクタL1のインダクタンス値は11nH、インダクタL2aのインダクタンス値は16nH、インダクタL2bのインダクタンス値は13nHとした。

[0069] [表2]

	共振周波数 f_s [MHz]	電極容量C0[pF]	C1[pF]	L[nH]	共振抵抗[Ω]
S11	763.2	3.93	0.63	0.069	0.89
S12	759.7	4.86	0.83	0.053	0.83
P1	866.3	3.56	0.61	0.055	0.23
P2	834.9	3.93	0.67	0.054	0.44

[0070] 図1及び図12に示した第1, 第2の実施形態の弾性表面波フィルタ1, 21では、トラップ回路部分Aは、第1のインダクタL1と、第1のインダクタL1の両端に接続された並列腕共振子P1, P2を有していたが、トラップ回路部分は、複数の第1のインダクタを接続した構造を有していてもよい。

[0071] すなわち、図14に示す変形例のように、トラップ回路部分Aが、第1のインダクタL1

a, L1b, L1cを有していてもよい。この場合、隣り合うインダクタL1a, L1b間及び隣り合うインダクタL1b, L1c間と、グラウンド電位との間のそれぞれに第3の並列腕共振子P3が接続されることになる。

[0072] このように、本発明においては、第1のインダクタと、並列腕共振子とからなるトラップ回路部分におけるインダクタ及び並列腕共振子からなるLC回路の段数は特に限定されるものではない。

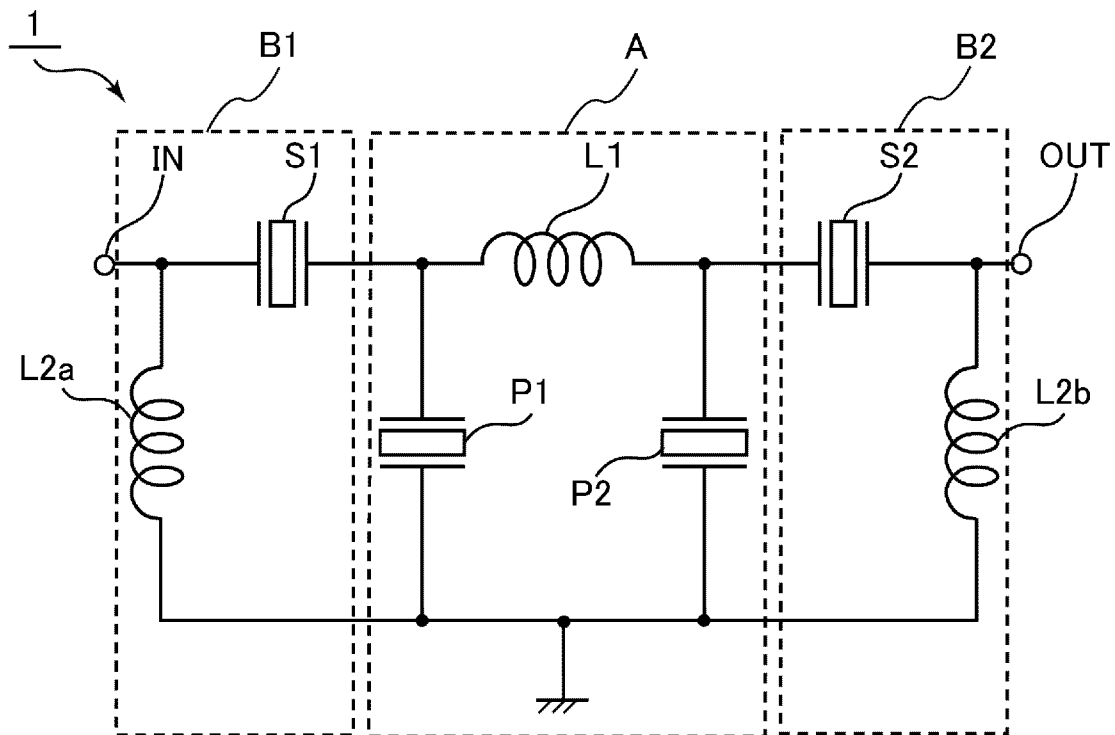
[0073] また、上記実施形態では、弾性表面波を利用した弾性表面波フィルタにつき説明したが、本発明は、弾性境界波を利用した弾性境界波フィルタに適用することも可能である。

請求の範囲

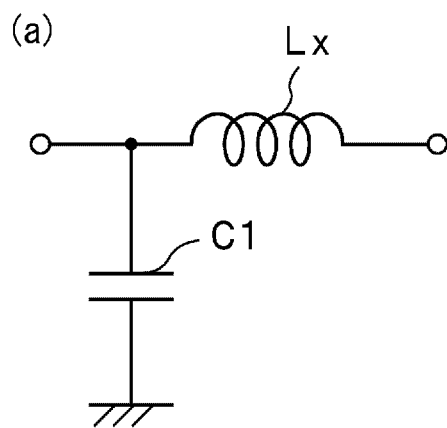
- [1] トラップ帯域と、該トラップ帯域の低域外側に設けられた通過帯域とを有する弾性波フィルタであって、
- 入力端子と出力端子とを結ぶ直列腕に配置された少なくとも1個の第1のインダクタと、少なくとも1個の前記第1のインダクタが設けられている部分の一端とグラウンド電位との間に設けられた第1の並列腕共振子と、少なくとも1個の前記第1のインダクタが設けられている部分の他端とグラウンド電位との間に設けられた第2の並列腕共振子と、前記第1のインダクタが複数の場合に、隣り合う第1のインダクタ間とグラウンド電位との間に接続された第3の並列腕共振子とを有するトラップ回路部分と、
- 前記入力端子と前記トラップ回路部分との間及び前記出力端子と前記トラップ回路部分との間の少なくとも一方に設けられたフィルタ回路部分を備え、
- 該フィルタ回路部分が、前記直列腕において、前記入力端子または前記出力端子と前記トラップ回路部分との間に配置された直列腕共振子と、
- 前記直列腕共振子の一端または他端とグラウンド電位との間に接続された第2のインダクタとを有し、
- 前記直列腕共振子の共振周波数が前記弾性波フィルタの通過帯域の高域側端部と略一致されていることを特徴とする、弾性波フィルタ。
- [2] 前記入力端子と前記トラップ回路部分との間及び前記出力端子と前記トラップ回路部分との間の双方に前記フィルタ回路部分が設けられている、請求項1に記載の弾性波フィルタ。
- [3] 前記直列腕共振子の容量と前記第2のインダクタとで構成される共振回路の共振周波数が、前記通過帯域の低域側端部よりも低い周波数とされている、請求項1または2に記載の弾性波フィルタ。
- [4] 前記並列腕共振子及び前記直列腕共振子が形成されている圧電基板をさらに備え、
- 該圧電基板上または圧電基板内に、前記第1、第2のインダクタが形成されている、請求項1～3のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ。
- [5] 前記直列腕共振子の容量を C_s 、前記第1のインダクタのインダクタンス値を L_s 、前

記並列腕共振子の容量を C_p 、前記第2のインダクタのインダクタンス値を L_p としたときに、 $C_s/C_p > 1$ かつ $L_p/L_s > 1$ とされている、請求項1～4のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ。

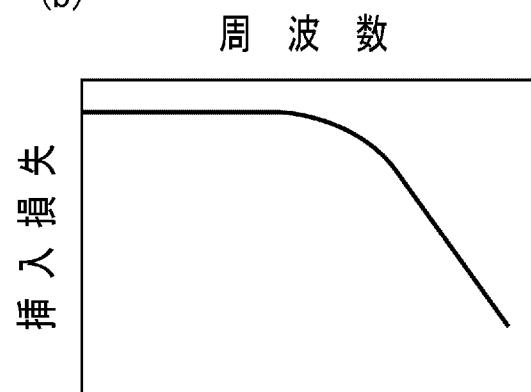
[図1]



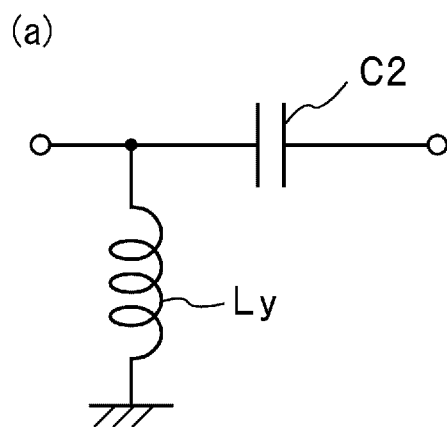
[図2]



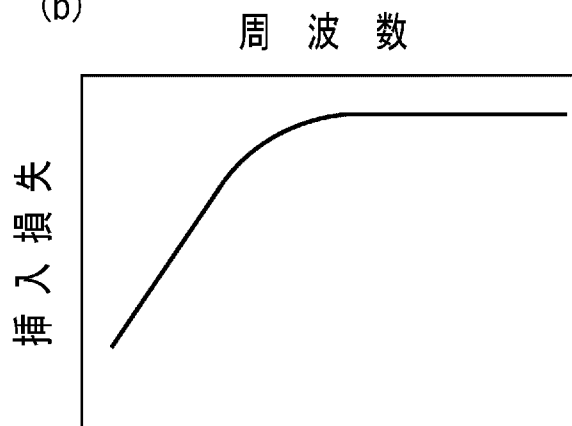
(b)



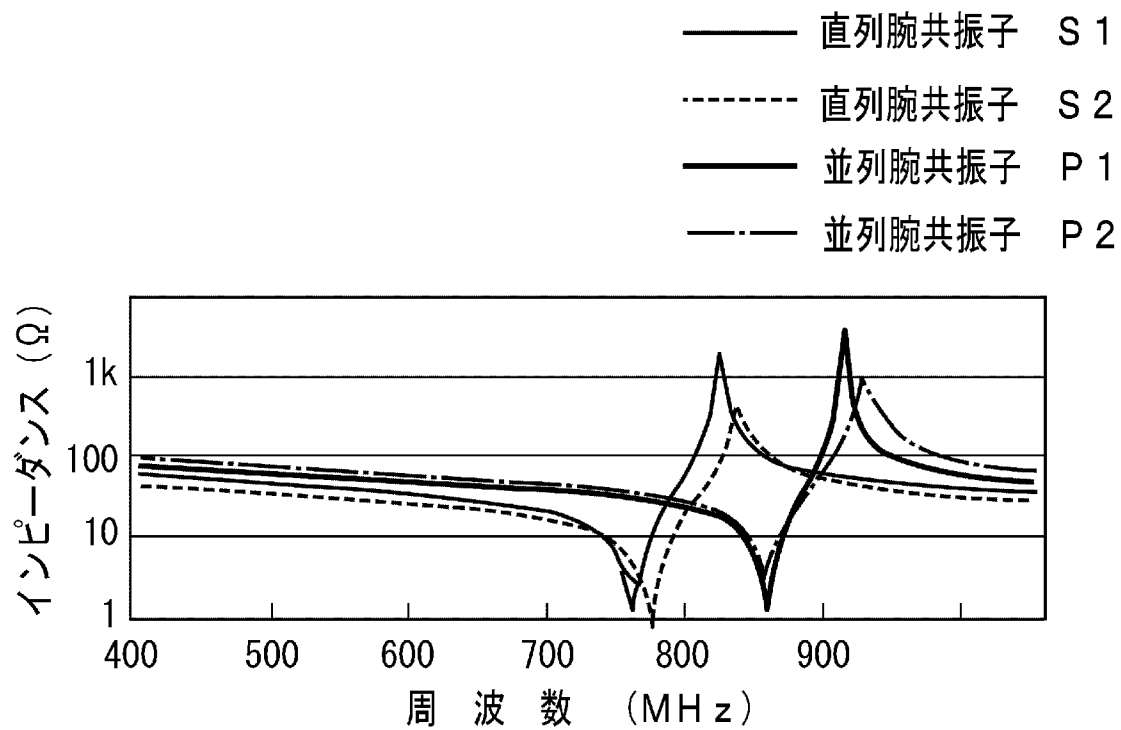
[図3]



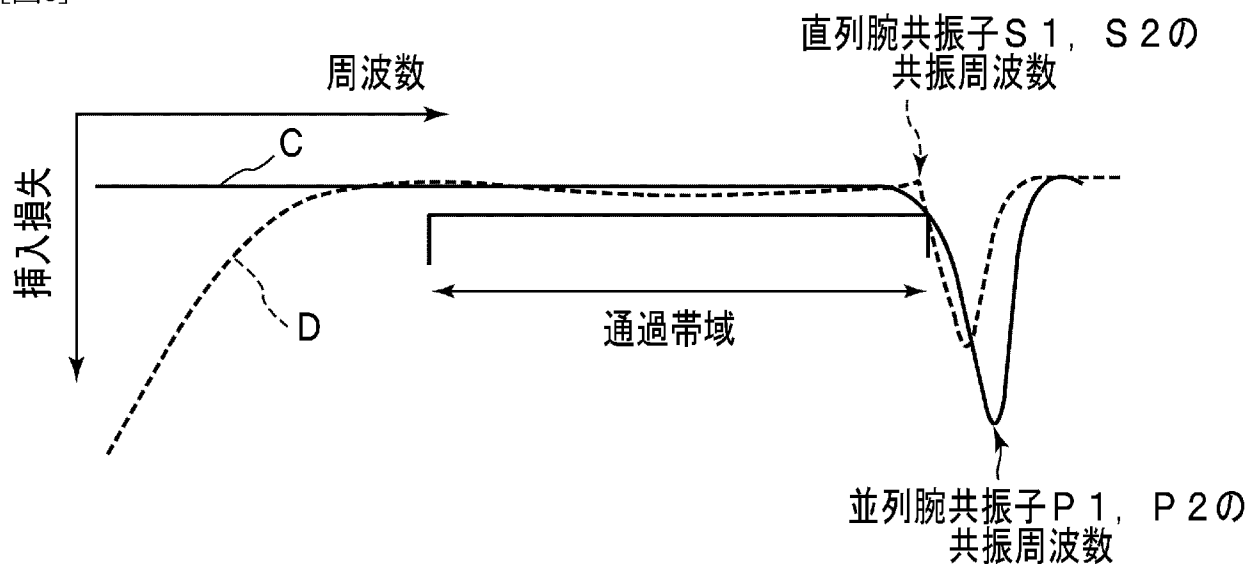
(b)



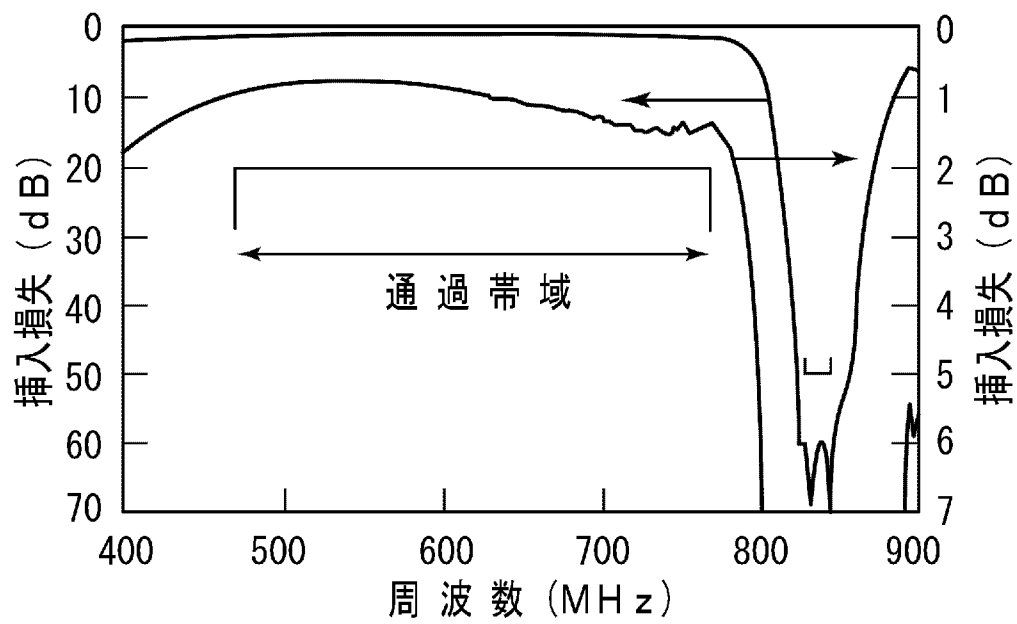
[図4]



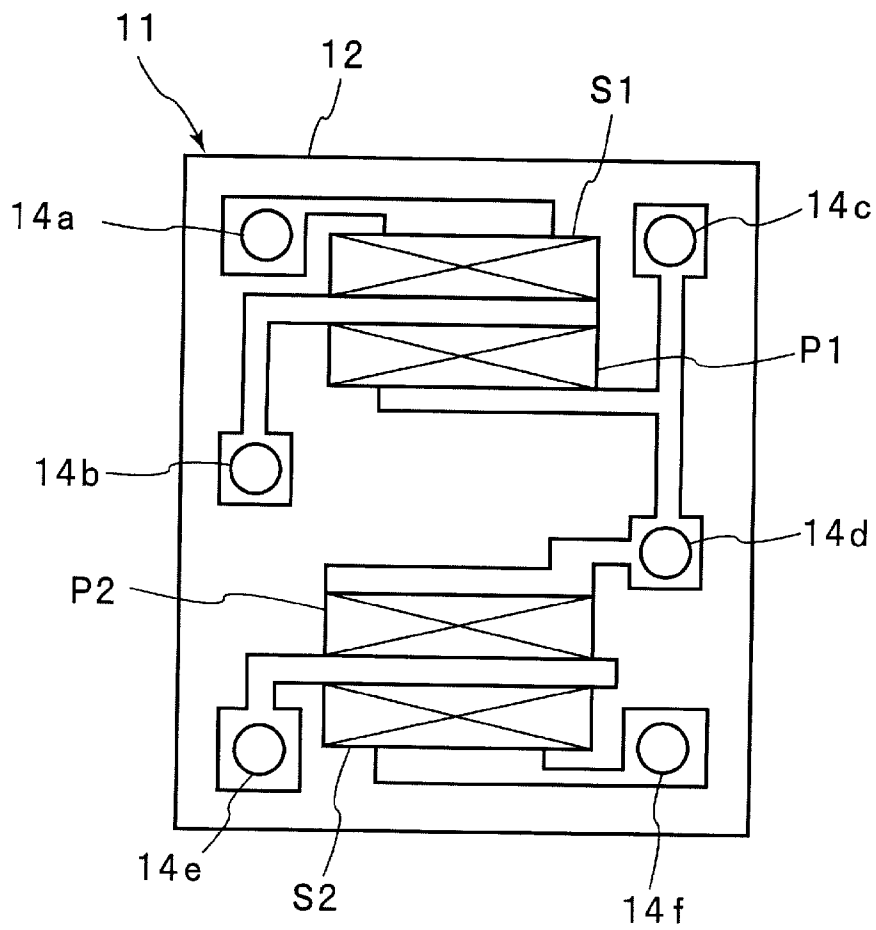
[図5]



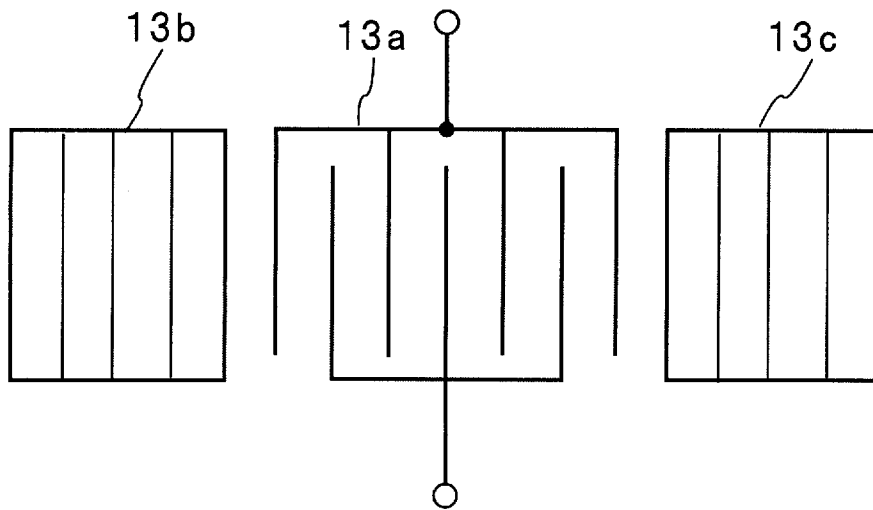
[図6]



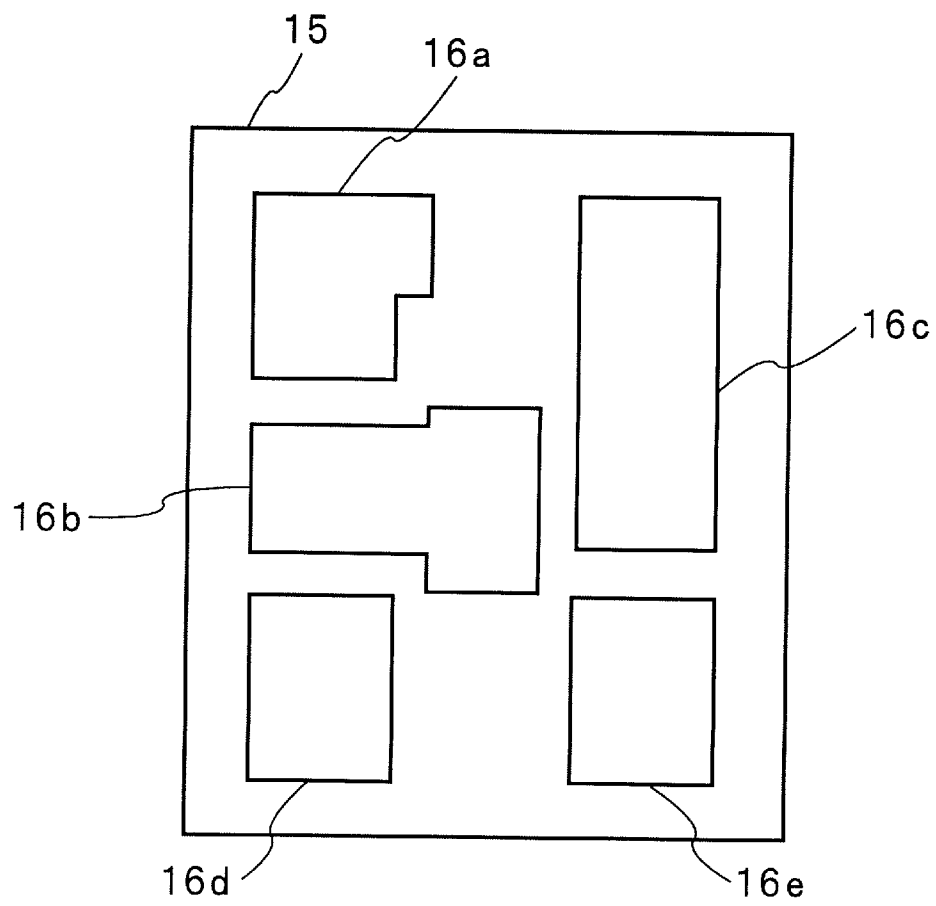
[図7]



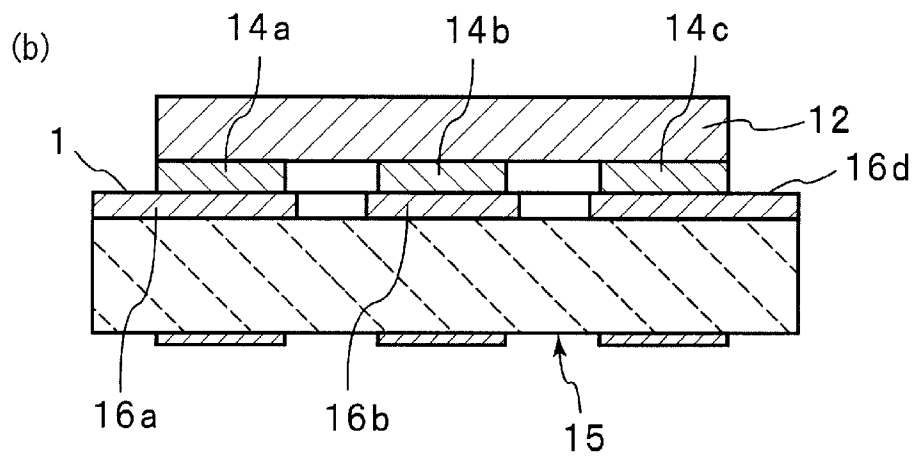
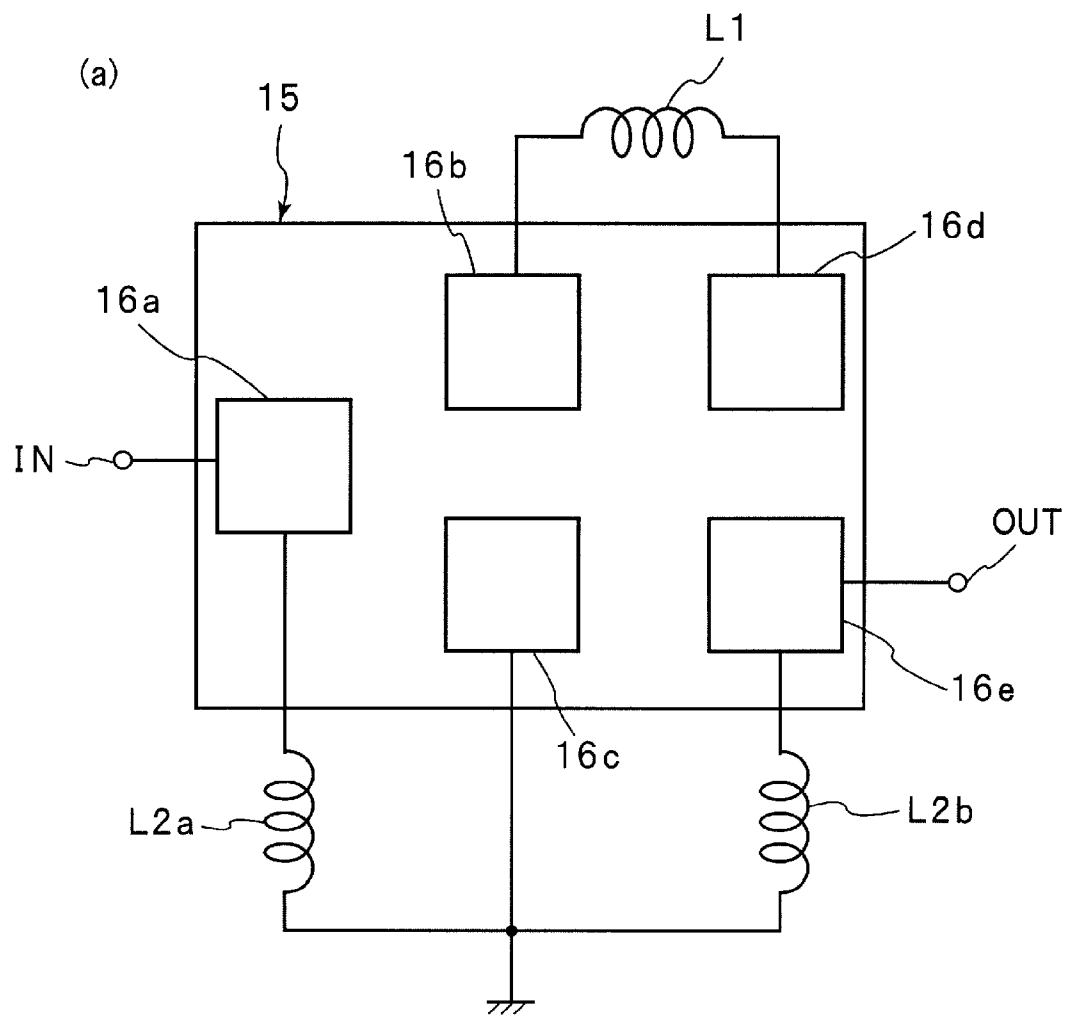
[図8]



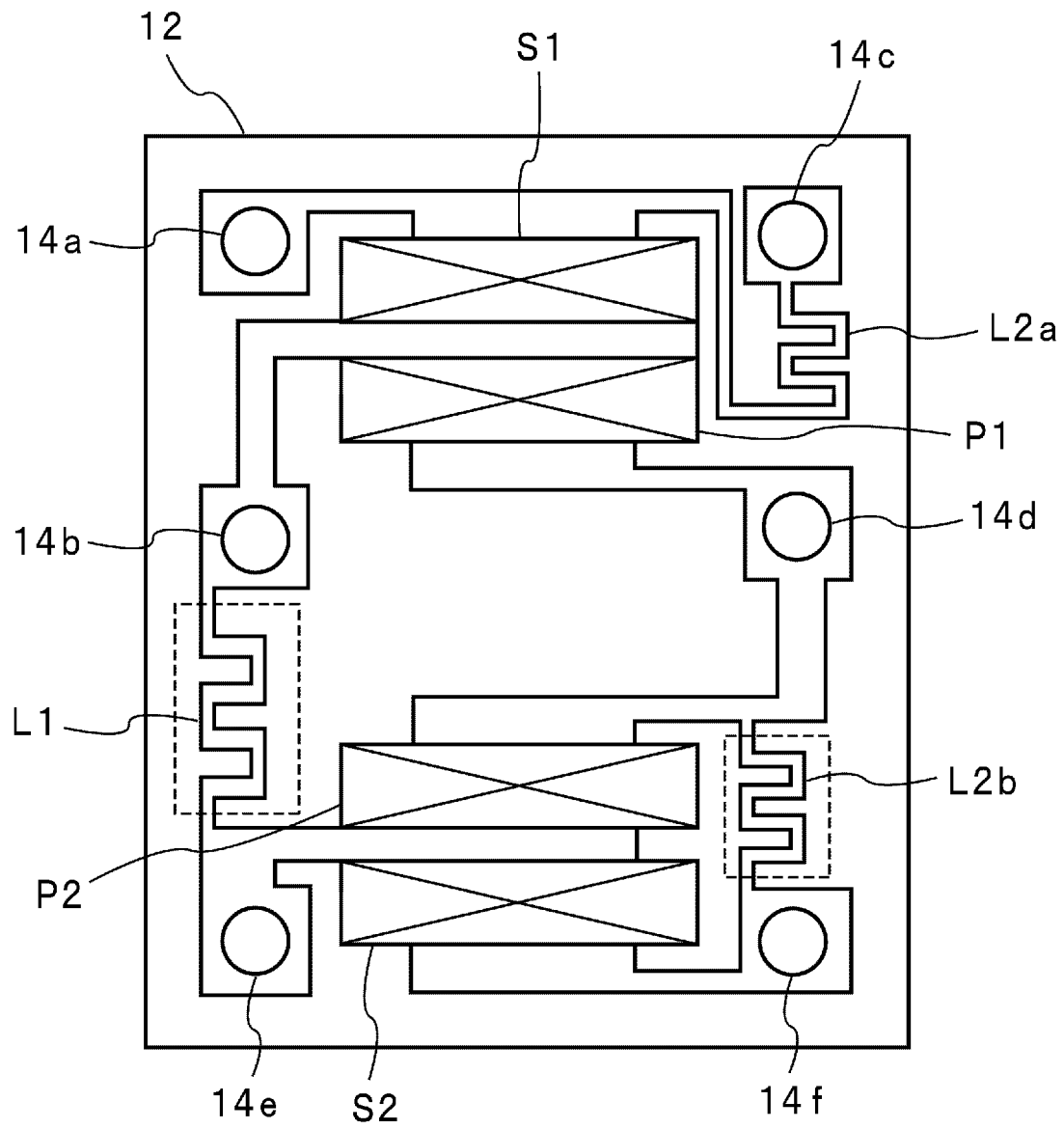
[図9]



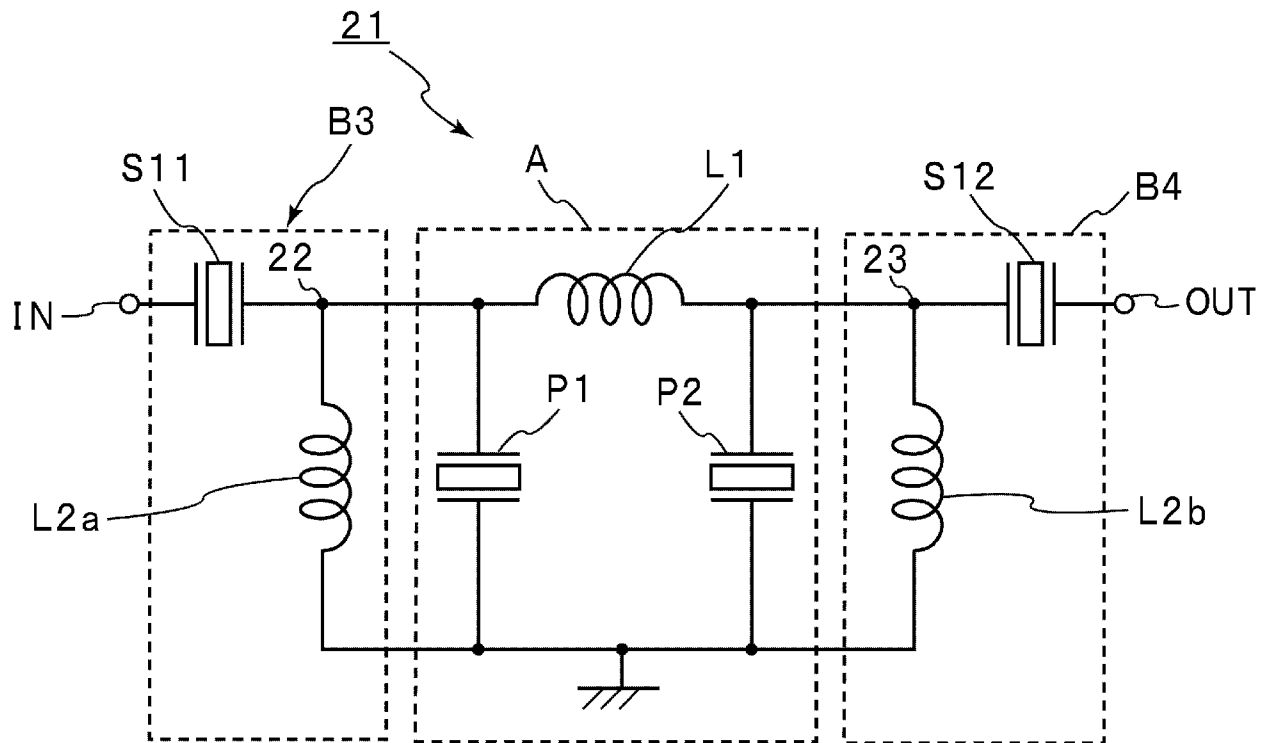
[図10]



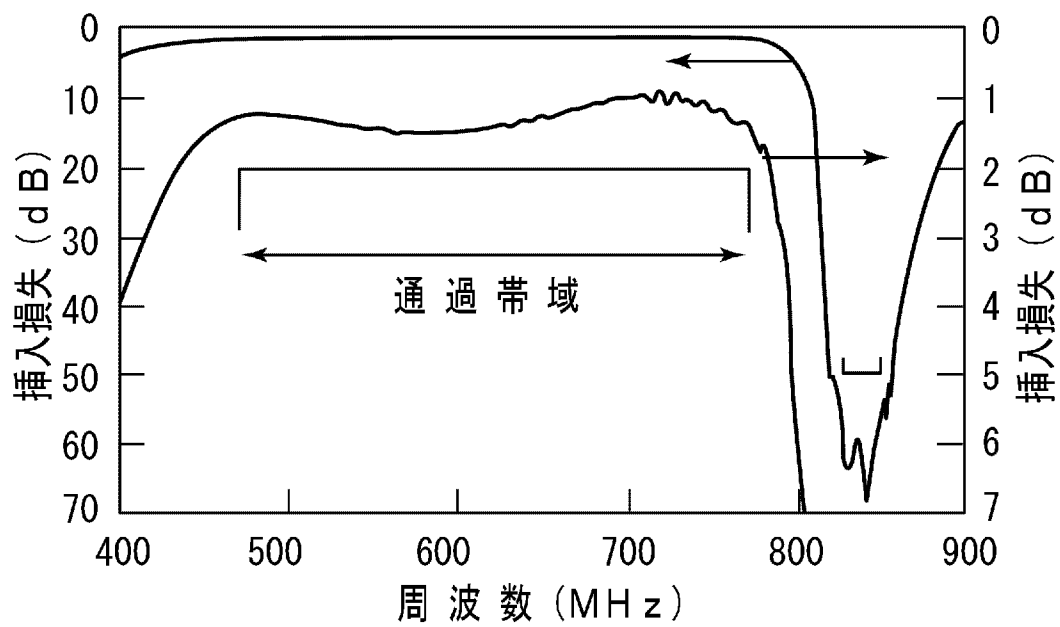
[図11]



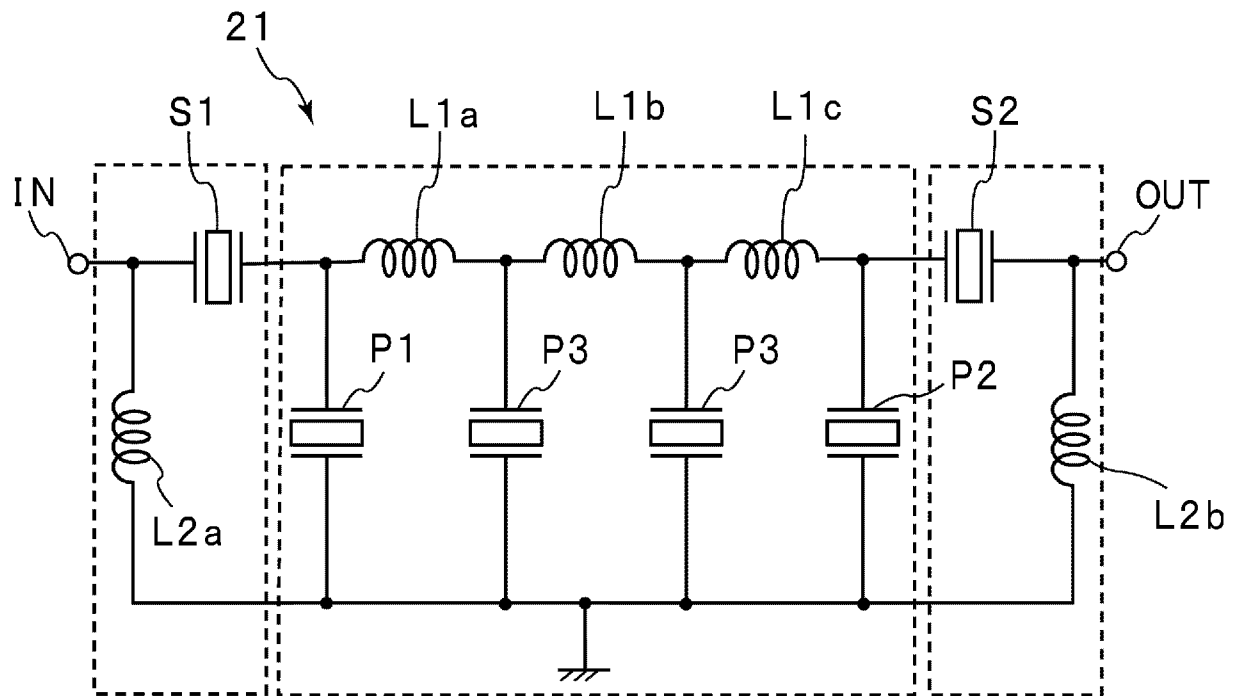
[図12]



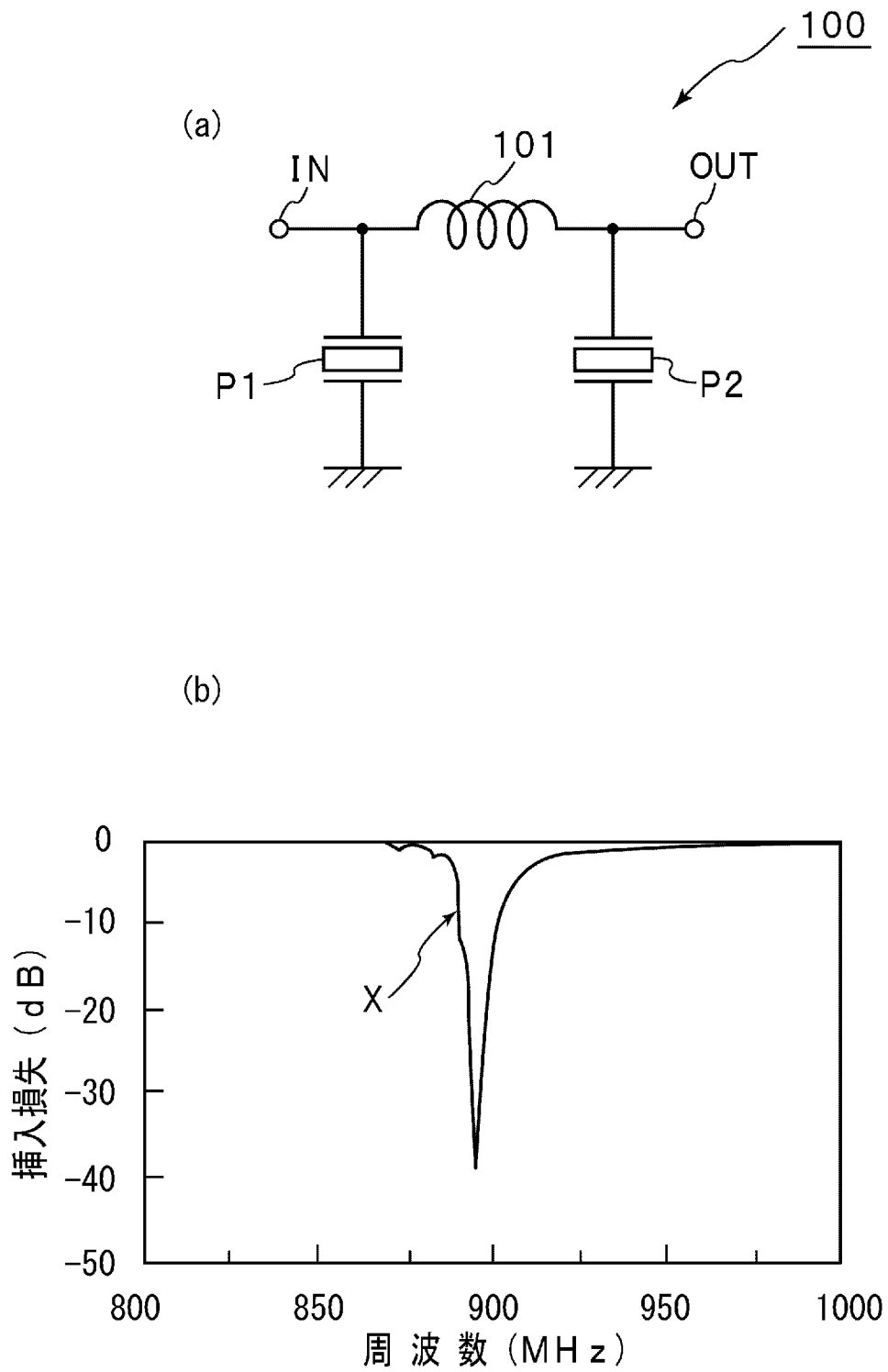
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/315098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/64(2006.01) i, H03H9/25(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)

H03H3/08, H03H3/10, H03H9/145, H03H9/25, H03H9/42, H03H9/44, H03H9/64, H03H9/68, H03H9/72, H03H9/76

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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.
Y	JP 2004-129238 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 April, 2004 (22.04.04), Par. Nos. [0043] to [0051], [0112]; Fig. 1 & US 2005/0099244 A1 & EP 1398876 A1	1-5
Y	JP 2004-088778 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 March, 2004 (18.03.04), Par. Nos. [0059] to [0060]; Figs. 10 to 11 & US 2004/0061572 A1	1-5
Y	JP 10-065490 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 March, 1998 (06.03.98), Par. No. [0029]; Fig. 3 (Family: none)	1-5

☒ 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
02 November, 2006 (02.11.06)

Date of mailing of the international search report
14 November, 2006 (14.11.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/315098

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-061782 A (Hitachi, Ltd.), 04 March, 1994 (04.03.94), Par. No. [0010]; Fig. 1 (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H03H9/64(2006.01) i, H03H9/25(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. H03H3/08, H03H3/10, H03H9/145, H03H9/25, H03H9/42, H03H9/44, H03H9/64, H03H9/68, H03H9/72, H03H9/76

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 6 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2004-129238 A (松下電器産業株式会社) 2004.04.22, [0043]-[0051], [0112]、図 1 & US 2005/0099244 A1 & EP 1398876 A1	1-5
Y	JP 2004-088778 A (松下電器産業株式会社) 2004.03.18, [0059]-[0060]、図 10-図 11 & US 2004/0061572 A1	1-5

☒ 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

0 2 . 1 1 . 2 0 0 6

国際調査報告の発送日

1 4 . 1 1 . 2 0 0 6

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

崎間 伸洋

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6

5 W

3 5 7 0

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 請求の範囲の番号
Y	JP 10-065490 A (松下電器産業株式会社) 1998. 03. 06, [0029]、図 3 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 6-061782 A (株式会社日立製作所) 1994. 03. 04, [0010]、図 1 (ファミリーなし)	4