

(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12月23日(23.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/146826 A1

- (51) 国際特許分類:
H03H 9/145 (2006.01) H03H 9/72 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/003948
- (22) 国際出願日: 2010年6月15日(15.06.2010)
- (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 2009-144897 2009年6月18日(18.06.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鶴成哲也(TSURUNARI, Tetsuya). 後藤令(GOTO, Rei). 中村弘幸(NAKAMURA, Hiroyuki).
- (74) 代理人: 内藤浩樹, 外(NAITO, Hiroki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地パナソニック株式会社内 Osaka (JP).

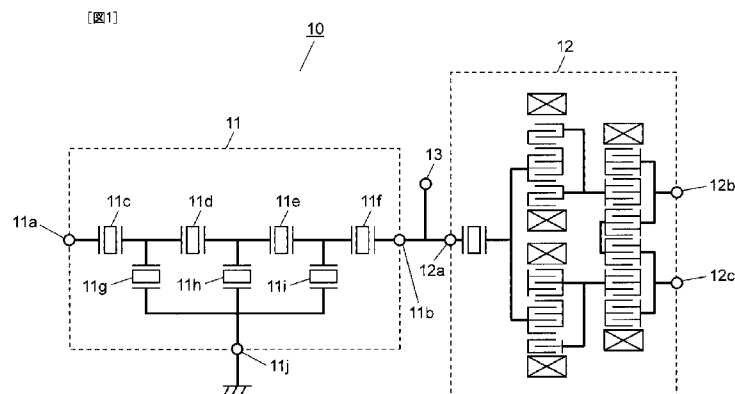
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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, 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, 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 (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, 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: LADDER TYPE SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER AND DUPLEXER USING SAME

(54) 発明の名称: ラダー型弾性波フィルタ及びこれを用いたデュプレクサ



(57) Abstract: Disclosed are a ladder type surface acoustic wave filter and a duplexer using the ladder type surface acoustic wave filter, wherein the pass characteristics at high temperatures are improved. Specifically disclosed is a ladder type surface acoustic wave filter which comprises a piezoelectric substrate, a first series surface acoustic wave resonator that is formed on the piezoelectric substrate and connected in series between an input terminal and an output terminal, a parallel surface acoustic wave resonator that is formed on the piezoelectric substrate and connected in parallel between the series surface acoustic wave resonator and a ground terminal, and a dielectric film that is formed on the piezoelectric substrate so as to cover the first series surface acoustic wave resonator. The piezoelectric substrate is formed using a material having a negative temperature coefficient, and the dielectric film is formed using a material having a positive temperature coefficient. The film thickness of the dielectric film is formed larger than the film thickness at which the temperature coefficient of frequency of the first series surface acoustic wave resonator is 0.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/146826 A1



本発明はラダー型弾性波フィルタ及びこれを用いたデュプレクサにおいて、高温時の通過特性を改善することを目的とする。本発明のラダー型弾性波フィルタは圧電基板と、圧電基板上に形成され、入力端子と出力端子との間に直列に接続された第1の直列弾性波共振器と、圧電基板上に形成され、直列弾性波共振器とグランド端子との間に並列に接続された並列弾性波共振器と、圧電基板上に第1の直列弾性波共振器を覆うように形成された誘電体膜を備える。圧電基板は、負の温度係数の材料を用いて形成されるとともに、誘電体膜は、正の温度係数の材料を用いて形成され、かつ、誘電体膜の膜厚は、第1の直列弾性波共振器の周波数温度係数が0となる膜厚よりも厚く形成されている。

明 細 書

発明の名称：

ラダー型弾性波フィルタ及びこれを用いたデュプレクサ

技術分野

[0001] 本発明は、ラダー型弾性波フィルタ及びこれを用いたデュプレクサに関する。

背景技術

[0002] 図１０に示すように、従来のラダー型弾性波フィルタ１００は、圧電基板１０１と、圧電基板１０１上に形成された直列弾性波共振器１０２ａと、圧電基板１０１上に直列弾性波共振器１０２ａを覆うように形成された誘電体膜１０３ａと、圧電基板１０１上に形成された並列弾性波共振器１０２ｂと、圧電基板１０１上に並列弾性波共振器１０２ｂを覆うように形成された誘電体膜１０３ｂとを備える。

[0003] この構成において、誘電体膜１０３ａの膜厚 H_a は、直列弾性波共振器１０２ａの周波数温度係数が０となるように形成されている。また、誘電体膜１０３ｂの膜厚 H_b は、膜厚 H_a よりも薄く、並列弾性波共振器１０２ｂの周波数温度係数が０となるように形成されている。

[0004] なお、この出願の発明に関する先行技術文献情報としては、例えば、特許文献１が知られている。

[0005] 従来のラダー型弾性波フィルタにおいて、高温時に抵抗損が増大し、通過特性が劣化するという問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２００８－７９２２７号公報

発明の概要

[0007] そこで、本発明は、高温時の通過特性を改善することを目的とする。本発明のラダー型弾性波フィルタは、圧電基板と、圧電基板上に形成され、入力

端子と出力端子との間に直列に接続された第 1 の直列弾性波共振器と、圧電基板上に形成され、直列弾性波共振器とグランド端子との間に並列に接続された並列弾性波共振器と、圧電基板上に第 1 の直列弾性波共振器を覆うように形成された誘電体膜を備える。圧電基板は、負の温度係数の材料を用いて形成されるとともに、誘電体膜は、正の温度係数の材料を用いて形成され、かつ、誘電体膜の膜厚は、第 1 の直列弾性波共振器の周波数温度係数が 0 となる膜厚よりも厚く形成されている。

[0008] この構成により、温度上昇に伴い直列弾性波共振器の通過帯域が高周波側に移動する。これにより、高温時に抵抗損が増大しても、通過帯域の右肩の通過特性の劣化を抑制することが可能となる。

[0009] また、本発明のラダー型弾性波フィルタは、圧電基板と、圧電基板上に形成され、入力端子と出力端子との間に直列に接続された直列弾性波共振器と、圧電基板上に形成され、直列弾性波共振器とグランド端子との間に並列に接続された第 1 の並列弾性波共振器と、圧電基板上に前記第 1 の並列弾性波共振器を覆うように形成された誘電体膜を備える。圧電基板は、負の温度係数の材料を用いて形成されるとともに、誘電体膜は、正の温度係数の材料を用いて形成され、かつ、誘電体膜の膜厚は、第 1 の並列弾性波共振器の周波数温度係数が 0 となる膜厚よりも薄く形成される。

[0010] この構成により、温度上昇に伴い並列弾性波共振器の通過帯域が低周波側に移動する。これにより、高温時に抵抗損が増大しても、通過帯域の左肩の通過特性の劣化を抑制することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1] 図 1 は実施の形態 1 におけるデュプレクサのブロック図である。

[図2] 図 2 は実施の形態 1 におけるデュプレクサの通過特性を説明する図である。

[図3A] 図 3 A は弾性波共振器を覆う誘電体膜を説明する図である。

[図3B] 図 3 B は弾性波共振器を覆う誘電体膜を説明する図である。

[図4] 図 4 は弾性波共振器を覆う誘電体膜の膜厚と周波数温度特性の関係を示

す図である。

[図5A] 図5 Aは実施の形態1における送信フィルタの送信特性を説明する図である。

[図5B] 図5 Bは実施の形態1における送信フィルタの送信特性を説明する図である。

[図5C] 図5 Cは実施の形態1における送信フィルタの送信特性を説明する図である。

[図6] 図6 は実施の形態1における送信フィルタの送信特性を説明する図である。

[図7] 図7 は実施の形態2におけるデュプレクサのブロック図である。

[図8A] 図8 Aは実施の形態2における送信フィルタの送信特性を説明する図である。

[図8B] 図8 Bは実施の形態2における送信フィルタの送信特性を説明する図である。

[図8C] 図8 Cは実施の形態2における送信フィルタの送信特性を説明する図である。

[図9] 図9 は実施の形態3におけるデュプレクサのブロック図である。

[図10] 図1 0は従来の弾性波共振器を覆う誘電体膜を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。本発明はこれら実施の形態によって限定されるものではない。

[0013] (実施の形態1)

図1は、実施の形態1におけるW-CDMA標準規格のBand 2用のデュプレクサ10のブロック図である。

[0014] デュプレクサ10は、Band 2の送信帯域(1.85GHz~1.91GHz)の信号を通過させる送信フィルタ11と、Band 2の受信帯域(1.93GHz~1.99GHz)の信号を通過させる受信フィルタ12と、送信フィルタ11の出力端子11b及び受信フィルタ12の入力端子12

aに接続されたアンテナ端子13とを備える。

[0015] 送信フィルタ11は、圧電基板（図示せず）上に形成され、入力端子11aと出力端子11bとの間に直列に接続された4つの直列弾性波共振器11c、11d、11e、11fとを備えている。なお、ここで最も容量の大きい直列弾性波共振器11eを第1の直列弾性波共振器、それ以外を第2の直列弾性波共振器とする。また、送信フィルタ11は、これら直列弾性波共振器11c～fとグランド端子11jとの間に並列に接続された3つの並列弾性波共振器11g、11h、11iとを備えている。

[0016] 図2は、横軸が周波数（GHz）、縦軸が通過特性（dB）のグラフであり、送信フィルタ11の送信特性21及び受信フィルタ12の受信特性22を示している。

[0017] 送信フィルタ11は、送信帯域の信号を低ロスで通過させるとともに、受信帯域の信号を十分に抑圧する必要がある。また、受信フィルタ12は、受信帯域の信号を低ロスで通過させるとともに、送信帯域の信号を十分に抑圧する必要がある。

[0018] 送信フィルタ11において、受信帯域の信号を十分に抑圧する観点からは、W-CDMA標準規格のBand2の送信帯域（1.85GHz～1.91GHz）と受信帯域（1.93GHz～1.99GHz）との間隔（クロスバンド）が20MHzと非常に狭い点が問題となる。従って、送信特性21の右肩R2を十分に急峻にすることにより、受信帯域における減衰を確保する必要がある。送信特性21において、R2の急峻度（通過特性が-3dBとなる周波数と、通過特性が最初に減衰極となる周波数との差）は15MHzであり、送信帯域の左肩R1の急峻度22MHzと比べて急峻度が大きくなっている。

[0019] 一方、送信フィルタ11の通過帯域における低ロス化の観点からも、送信特性21の右肩R2の特性が重要となる。送信特性21においては、送信帯域の低周波側（1.85GHz）の通過特性は1.9dBであるのに対し、送信帯域の高周波側（1.91GHz）の通過特性は2.4dBとなってい

る。これは、送信帯域の右肩 R 2 の急峻度を左肩 R 1 の急峻度よりも大きくしているためである。このように、送信フィルタ 1 1 においては、送信特性 2 1 の右肩 R 2 の通過特性が、送信帯域全体の通過特性のボトルネックとなっている。

[0020] ここで、送信フィルタ 1 1 の送信特性 2 1 は温度に依存する。図 1 に示すように、送信フィルタ 1 1 は直列弾性波共振器 1 1 c、1 1 d、1 1 e、1 1 f 及び並列弾性波共振器 1 1 g、1 1 h、1 1 i を備え、それぞれ圧電基板の上にアルミニウムや銅などの金属を主成分とした櫛歯電極を備えている。このため、温度が上昇するにつれて、櫛歯電極の抵抗率が増大し、送信特性 2 1 のロスが増大する。従って、送信フィルタ 1 1 の設計においては、動作保障する温度範囲の上限温度において、送信特性の高周波側（1. 9 1 G H z）のロスが設計仕様を満たすようにする必要がある。

[0021] 本発明の実施の形態 1 における送信フィルタ 1 1 は、直列弾性波共振器 1 1 c、1 1 d、1 1 e、1 1 f の周波数温度特性を正とすることにより、温度が上昇するにつれて、送信帯域の右肩 R 2 を高周波側に移動させ、櫛歯電極の抵抗損によるロスの増大を抑制する。

[0022] なお、この構成を採用しても、阻止帯域における減衰量への影響は小さい。これは、温度上昇に伴って右肩 R 2 は高周波側に移動するが、同時に抵抗損も増大するためである。

[0023] 一方、低温時には、右肩 R 2 は低周波側に移動するが、櫛歯電極の抵抗損が減少するため、送信帯域の高周波側（1. 9 1 G H z）のロスの増大は抑制される。

[0024] 送信フィルタ 1 1 の周波数温度特性を調整する方法として、送信フィルタ 1 1 が備える圧電基板上に直列弾性波共振器 1 1 c、1 1 d、1 1 e、1 1 f を覆うように形成された誘電体膜の膜厚を調整する方法が挙げられる。

[0025] 図 3 A、図 3 B を用いて、誘電体膜の膜厚について説明する。図 3 A、図 3 B は弾性波共振器を覆う誘電体膜を説明する図である。図 3 A において、例えば、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウムを用いた圧電基板 3 1 の上

に、直列弾性波共振器 3 2 が形成されている。また、圧電基板 3 1 の上に、直列弾性波共振器 3 2 を覆うように誘電体膜 3 3 a が形成されている。誘電体膜 3 3 a の膜厚は H_a である。なお、図 3 B に示すように、誘電体膜 3 3 a は上面に凸形状を設けた誘電体膜 3 3 b としてもよい。誘電体膜 3 3 b のような凸形状を設けることにより、レイリーモードスプリアス等の不要なスプリアスを抑圧する効果を得ることができる。

[0026] タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウムなどを用いた圧電基板 3 1 は、周波数温度特性において、一般に負の温度特性を有する。そこで、二酸化シリコン等の正の温度特性を有する誘電体膜を所定の膜厚で形成することにより、直列弾性波共振器 3 2 が励振する弾性波の周波数温度特性を調整することができる。

[0027] 図 4 は、圧電基板 3 1 としてニオブ酸リチウムを用いた場合において、誘電体膜である二酸化シリコンの膜厚 H を波長 λ で割った規格化膜厚 (H/λ) と、直列弾性波共振器 3 2 が励振する弾性波の周波数温度特性 (TCF) ($\text{ppm}/^\circ\text{C}$) を示している。図 4 において、ニオブ酸リチウムを用いた圧電基板 3 1 の回転 Y 板のカット角を -5° とした場合 ($-5YX$) を実線で示し、圧電基板 3 1 の回転 Y 板のカット角を 5° とした場合 ($5YX$) を破線で示し、圧電基板の回転 Y 板のカット角を 15° とした場合 ($15YX$) を点線で示している。図 4 から分かるように、いずれのカット角の圧電基板 3 1 に対しても、二酸化シリコンを形成しない場合 ($H/\lambda = 0$) には、周波数温度特性が約 $-80 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ である。それに対し、二酸化シリコンの規格化膜厚 (H/λ) を約 0.4 とすることで、周波数温度特性をほぼ 0 となる。

[0028] 従来の送信フィルタにおいては、このように、圧電基板 3 1 の温度特性に合わせて、周波数温度特性がほぼ 0 となるように、二酸化シリコン等の誘電体膜の膜厚を調整している。

[0029] しかしながら、本発明の実施の形態 1 における送信フィルタ 1 1 は、直列弾性波共振器を覆う二酸化シリコン等の誘電体膜の膜厚を、周波数温度特性

が0となる膜厚よりもさらに厚く形成することにより、あえて、周波数温度特性を正としている。具体的には、直列弾性波共振器11c~11fを覆う誘電体膜の膜厚を直列弾性波共振器11c~11fの周波数温度特性が0となる膜厚よりもさらに厚く形成する。

[0030] 上記構成とすることで得られる効果について図5A、図5Bを用いて説明する。図5Aは、常温時（25℃）における従来の送信フィルタの送信特性51と、高温時（85℃）における従来の送信フィルタの送信特性52を示している。高温時における従来の送信特性52は、櫛歯電極の抵抗損が増大するため、常温時における従来の送信特性51よりもロスが増大している。その結果、送信帯域の高周波側における通過特性は、常温時には2.4dB（点51a）であり、高温時には2.8dB（点52a）に劣化する。

[0031] 図5Bは、本実施の形態1における送信フィルタ11の常温時（25℃）における送信特性53と、高温時（85℃）における送信特性54を示している。図5Aと同様に、高温時における送信特性54は、櫛歯電極の抵抗損が増大するため、常温時における送信特性53よりもロスが増大している。しかし、送信特性の高周波側の特性を決める直列弾性波共振器11c、11d、11e、11f、すなわち第1の直列弾性波共振器および第2の直列弾性波共振器は、周波数温度特性が正である。すなわち、第1の直列弾性波共振器および第2の直列弾性波共振器を覆う誘電体膜の膜厚をそれぞれ周波数温度特性が0となる膜厚よりも厚く形成しているため、直列弾性波共振器の周波数温度特性は正である。そのため、高温時における送信特性54は、常温時における送信特性53よりも高周波側に移動している。その結果、送信帯域の高周波側における通過特性は、常温時には2.4dB（点53a）であり、高温時には2.6dB（点54a）となっている。このように、本実施の形態1における送信フィルタ11は、従来の送信フィルタと比べて、高温時の通過特性が改善されている。なお、本実施の形態1においては、直列弾性波共振器は11c~fの4つを直列接続しているが、直列

弾性波共振器の数は特に限定されない。例えば、第 1 の直列弾性波共振器のみで構成しても同様に効果が得られる。また、第 1 及び第 2 の直列弾性波共振器の数も特に上述の例に限定されるものではない。

[0032] (変形例)

次に、実施の形態 1 における変形例を図 5 C を用いて説明する。図 5 C は、送信フィルタ 11 が備える直列弾性波共振器 11 c、11 d、11 e、11 f のうち、容量が最も大きい直列弾性波共振器 11 e (第 1 の直列弾性波共振器) を覆う誘電体膜の膜厚のみ、周波数温度特性が 0 となる膜厚よりもさらに厚く形成した場合の常温時 (25℃) における送信特性 55 と、高温時 (85℃) における送信特性 56 を示している。なお、共振器の容量は、櫛歯電極における電極指の交差幅と電極指の対数との積に比例する。

[0033] 図 5 C において、高温時の送信特性 56 は、図 5 B における送信特性 54 (図 5 C で点線で示している) と比べて、送信帯域の高周波側の通過特性 56 a は同等であるが、阻止帯域 57 の減衰量が増大している。

[0034] 図 6 を用いて、図 5 C で示される本実施の形態の送信特性について詳細に説明する。図 6 の送信特性 60 は、送信フィルタ 11 の送信特性を示している。また、送信特性 61 c、61 d、61 e、61 f はそれぞれ、送信フィルタ 11 が備える直列弾性波共振器 11 c、11 d、11 e、11 f の送信特性を示している。送信フィルタ 11 は、上述の通り、容量が最も大きい直列弾性波共振器 11 e (第 1 の直列弾性波共振器) を覆う誘電体膜の膜厚のみ、周波数温度特性が 0 となる膜厚よりもさらに厚く形成している。従って、温度が上昇するにつれ、直列弾性波共振器 11 e (第 1 の直列弾性波共振器) の反共振周波数 62 e は高周波側に移動し、その他の直列弾性波共振器 11 c、11 d、11 f (第 2 の直列弾性波共振器) の反共振周波数 62 c、62 d、62 f は移動しない。送信フィルタ 11 の高周波側の減衰特性のスロープは、容量が最も大きい直列弾性波共振器 11 e に大きく依存する。そのため、これら送信特性 61 c、61 d、61 e、61 f からなる全体の送信特性 60 は、温度が上昇するにつれ、右肩部のみが高周波側に移動し、

阻止帯域の減衰量は維持される。

[0035] なお、本実施の形態 1 の説明においては、送信フィルタ 11 が備える直列弾性波共振器 11 c、11 d、11 e、11 f のうち、直列弾性波共振器 11 e の容量が最も大きいとして説明した。しかし、これに限るものではなく、他の直列弾性波共振器の容量が最も大きい構成とし、その直列弾性波共振器を覆う誘電体膜の膜厚のみを周波数温度特性が 0 となる膜厚よりもさらに厚く形成してもよい。また、容量の最も大きい直列弾性波共振器（第 1 の直列弾性波共振器）は複数であっても構わない。

[0036] なお、弾性波共振器の容量は、例えば、櫛歯電極における電極指交差幅や、電極指の対数などにより調整することができる。

[0037] なお、本実施の形態 1 における送信フィルタ 11 を用いてデュプレクサを構成することにより、クロスバンドにおける減衰特性を確保するとともに、高温時における送信特性の劣化を抑制したデュプレクサとすることができる。

[0038] なお、本実施の形態 1 における送信フィルタ 11 は、圧電基板 31 の表面を伝播させる表面弾性波でもよいし、波の伝播速度が異なる媒質の境界面を伝播させる境界弾性波でもよい。

[0039] （実施の形態 2）

実施の形態 2 の特徴部分について、実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。

[0040] 図 7 は、Band 2 用のデュプレクサ 70 を示しており、図 1 のデュプレクサ 10 と同様に、ラダー型の送信フィルタ 71 と DMS 型の受信フィルタ 72 とが、アンテナ端子 13 に接続された構成となっている。

[0041] この送信フィルタ 71 の並列弾性波共振器 71 g、71 h、71 i を覆う誘電体膜の膜厚を、周波数温度特性が 0 となる膜厚よりも薄く形成することにより、あえて、周波数温度特性を負としている。なお、最も容量が小さい並列弾性波共振器 71 i を第 1 の並列弾性波共振器、それ以外を第 2 の並列弾性波共振器とする。これにより、並列弾性波共振器 71 g、71 h、71

i の周波数温度特性を負とし、高温時における送信特性の左肩の通過特性を改善することができる。

[0042] 図 8 を用いて、本実施の形態 2 における送信フィルタ 7 1 の送信特性について説明する。

[0043] 図 8 A は、常温時（25℃）における従来の送信特性 8 1 と、高温時（85℃）における従来の送信特性 8 2 を示している。高温時における従来の送信特性 8 2 は、抵抗損が増大するため、常温時における従来の送信特性 8 1 よりもロスが増大している。その結果、送信帯域の低周波側における通過特性は、常温時には 1.9 dB（点 8 1 a）であり、高温時には 2.3 dB（点 8 2 a）に劣化する。

[0044] 図 8 B は、本実施の形態 2 における送信フィルタ 7 1 の常温時（25℃）における送信特性 8 3 と、高温時（85℃）における送信特性 8 4 を示している。図 8 A と同様に、高温時における送信特性 8 4 は、抵抗損が増大するため、常温時における送信特性 8 3 よりもロスが増大している。しかし、送信特性の低周波側の特性を決める並列弾性波共振器 7 1 g、7 1 h、7 1 i は、周波数温度特性が負である。すなわち、第 1 の並列弾性波共振器および第 2 の並列弾性波共振器を覆う誘電体膜の膜厚をそれぞれ周波数温度特性が 0 となる膜厚よりも薄く形成しているため、並列弾性波共振器の周波数温度特性は負である。そのため、高温時における送信特性 8 4 は、常温時における送信特性 8 3 よりも低周波側に移動している。その結果、送信帯域の低周波側における通過特性は、常温時には 1.9 dB（点 8 3 a）であり、高温時には 2.2 dB（点 8 4 a）となっている。このように、本実施の形態 2 における送信フィルタ 7 1 は、従来の送信フィルタと比べて、高温時の低周波側における通過特性が改善されている。なお、本実施の形態 2 においては、並列弾性波共振器は 7 1 g ~ 7 1 i の 3 つを並列接続しているが、並列弾性波共振器の数は特に限定されない。例えば、第 1 の並列弾性波共振器のみで構成しても同様に効果が得られる。また、第 1 及び第 2 の並列弾性波共振器の数も特に上述の例に限定されるものではない。

[0045] (変形例)

本実施の形態 2 の変形例について図 8 C を用いて説明する。図 8 C は、送信フィルタ 7 1 が備える並列弾性波共振器 7 1 g、7 1 h、7 1 i のうち、容量が最も小さい並列弾性波共振器 7 1 i (第 1 の並列弾性波共振器) を覆う誘電体膜の膜厚のみを、周波数温度特性が 0 となる膜厚よりも薄く形成した場合の常温時 (25℃) における送信特性 8 5 と、高温時 (85℃) における送信特性 8 6 を示している。

[0046] 図 8 C において、高温時における送信特性 8 6 は、図 8 B の送信特性 8 4 (図 8 C で点線で示している) と比べて、送信帯域の低周波側の通過特性 8 6 a は同等であるが、阻止帯域 8 7 の減衰量が増大している。これは、温度が上昇するにつれ、送信特性の左肩への影響が最も大きい並列弾性波共振器 7 1 i の共振周波数のみが低周波側に移動し、その他の並列弾性波共振器 7 1 g、7 1 h の共振周波数は移動しないためである。

[0047] なお、図 8 C の説明においては、送信フィルタ 7 1 が備える並列弾性波共振器 7 1 g、7 1 h、7 1 i のうち、アンテナ端子 1 3 に最も近い並列弾性波共振器 7 1 i の容量が最も小さい第 1 の並列弾性波共振器として説明した。しかし、これに限るものではなく、他の並列弾性波共振器の共振周波数の容量が最も小さい構成とし、その並列弾性波共振器を覆う誘電体膜の膜厚を周波数温度特性が 0 となる膜厚よりも薄く形成してもよい。

[0048] なお、弾性波共振器の容量は、例えば、櫛歯電極における電極指交差幅や、電極指の対数などにより調整することができる。

[0049] なお、本実施の形態 2 における送信フィルタ 7 1 を用いてデュプレクサを構成することにより、送信帯域よりも低周波側の減衰特性を確保するとともに、高温時における送信特性の劣化を抑制したデュプレクサとすることができる。

[0050] なお、実施の形態 1 で説明した如く、送信フィルタ 7 1 の直列弾性波共振器 7 1 c、7 1 d、7 1 e、7 1 f を覆う誘電体の膜厚を、周波数温度特性が 0 となる膜厚よりもさらに厚く形成してもよい。この構成により、温度が

上昇するにつれ、送信帯域の右肩は高周波側に移動し、送信帯域の左肩は低周波側に移動する。これにより、温度上昇により抵抗損が増大しても、ロスの劣化を抑制することが可能となる。

[0051] なお、本実施の形態 2 における送信フィルタ 71 は、圧電基板の表面を伝播させる表面弾性波でもよいし、波の伝播速度が異なる媒質の境界面を伝播させる境界弾性波でもよい。

[0052] (実施の形態 3)

実施の形態 3 の特徴部分について、実施の形態 1 との相違点を中心に説明する。

[0053] 図 9 に示すデュプレクサ 90 は、ラダー型の送信フィルタ 91 と、ラダー型の受信フィルタ 92 とが、アンテナ端子 13 に接続された構成となっている。

[0054] この受信フィルタ 92 の並列弾性波共振器 92g、92h、92i を覆う誘電体膜の膜厚を、周波数温度特性が 0 となる膜厚よりも薄く形成することにより、あえて、周波数温度特性を負としている。これにより、並列弾性波共振器 91g、91h、91i の周波数温度特性を負とし、高温時における受信特性の左肩の通過特性を改善することができる。

[0055] なお、並列弾性波共振器 92g、92h、92i のうち、容量が最も小さい並列弾性波共振器を覆う誘電体膜の膜厚のみ、周波数温度特性が 0 となる膜厚よりも薄く形成してもよい。これにより、クロスバンドの減衰特性を維持しつつ、高温時における受信特性の左肩の通過特性を改善することができる。

[0056] また、受信フィルタ 92 の直列弾性波共振器 92c、92d、92e、92f を覆う誘電体膜の膜厚を、周波数温度特性が 0 となる膜厚よりもさらに厚く形成することにより、あえて、周波数温度特性を正としてもよい。これにより、直列弾性波共振器 92c、92d、92e、92f の周波数温度特性を正とし、高温時における受信特性の右肩の通過特性を改善することができる。

[0057] なお、直列弾性波共振器 9 2 c、9 2 d、9 2 e、9 2 f のうち、最も容量が大きい直列弾性波共振器を覆う誘電体膜の膜厚のみ、周波数温度特性が 0 となる膜厚よりもさらに厚く形成してもよい。これにより、受信帯域よりも高周波側の減衰特性を維持しつつ、高温時における受信特性の右肩の通過特性を改善することができる。

[0058] なお、本実施の形態 3 における受信フィルタ 9 2 は、圧電基板の表面を伝播させる表面弾性波でもよいし、波の伝播速度が異なる媒質の境界面を伝播させる境界弾性波でもよい。

産業上の利用可能性

[0059] 本発明にかかる弾性波フィルタ及びそれを用いたデュプレクサは、通過帯域より低域側の減衰特性を確保したまま、高温時の通過特性を改善でき、種々の電子機器等に利用できる。

符号の説明

[0060] 1 0, 7 0, 9 0 デュプレクサ
1 1, 7 1, 9 1 送信フィルタ
1 1 a, 1 2 a 入力端子
1 1 b, 1 2 b, 1 2 c 出力端子
1 1 c, 1 1 d, 1 1 e, 1 1 f 直列弾性波共振器
1 1 g, 1 1 h, 1 1 i 並列弾性波共振器
1 1 j, 9 2 j グランド端子
1 2, 7 2, 9 2 受信フィルタ
1 3 アンテナ端子
2 1 送信特性
2 2 受信特性
3 1 圧電基板
3 2 直列弾性波共振器
3 3 a, 3 3 b 誘電体膜
5 1, 5 2, 5 3, 5 4, 5 5, 5 6, 6 0 送信特性

7 1 c, 7 1 d, 7 1 e, 7 1 f 直列弾性波共振器
7 1 g, 7 1 h, 7 1 i 並列弾性波共振器
8 1, 8 2, 8 3, 8 4, 8 5, 8 6 送信特性
9 2 c, 9 2 d, 9 2 e, 9 2 f 直列弾性波共振器
9 2 g, 9 2 h, 9 2 i 並列弾性波共振器
1 0 0 ラダー型弾性波フィルタ
1 0 1 圧電基板
1 0 2 a 直列弾性波共振器
1 0 2 b 並列弾性波共振器
1 0 3 a, 1 0 3 b 誘電体膜

請求の範囲

[請求項1]

圧電基板と、

前記圧電基板上に形成され、入力端子と出力端子との間に直列に接続された第1の直列弾性波共振器と、

前記圧電基板上に形成され、前記直列弾性波共振器とグランド端子との間に並列に接続された並列弾性波共振器と、

前記圧電基板上に前記第1の直列弾性波共振器を覆うように形成された誘電体膜を備え、

前記圧電基板は、負の温度係数の材料を用いて形成されるとともに、

前記誘電体膜は、正の温度係数の材料を用いて形成され、かつ、

前記誘電体膜の膜厚は、前記第1の直列弾性波共振器の周波数温度係数が0となる膜厚よりも厚く形成されたラダー型弾性波フィルタ。

[請求項2]

前記入力端子と前記出力端子との間に直列に接続された一つ以上の第2の直列弾性波共振器と、

前記第1の直列弾性波共振器と前記第2の直列弾性波共振器とを覆うように形成された誘電体膜とをさらに備え、

前記誘電体の膜厚は、前記第1の直列弾性波共振器と前記第2の直列弾性波共振器それぞれにおいて周波数温度係数が0となる膜厚よりも厚く形成された

請求項1に記載のラダー型弾性波フィルタ。

[請求項3]

前記入力端子と前記出力端子との間に直列に接続された一つ以上の第2の直列弾性波共振器と、

前記第1の直列弾性波共振器と前記第2の直列弾性波共振器とを覆うように形成された誘電体膜とをさらに備え、

前記第1の直列弾性波共振器の容量は、前記第2の直列弾性波共振器よりも大きく、

前記第1の直列弾性波共振器を覆う前記誘電体の膜厚は、前記第1の直列弾性波共振器の周波数温度係数が0となる膜厚よりも厚く形成さ

れた

請求項 1 に記載のラダー型弾性波フィルタ。

[請求項4]

圧電基板と、

前記圧電基板上に形成され、入力端子と出力端子との間に直列に接続された直列弾性波共振器と、

前記圧電基板上に形成され、前記直列弾性波共振器とグランド端子との間に並列に接続された第 1 の並列弾性波共振器と、

前記圧電基板上に前記第 1 の並列弾性波共振器を覆うように形成された誘電体膜を備え、

前記圧電基板は、負の温度係数の材料を用いて形成されるとともに、

前記誘電体膜は、正の温度係数の材料を用いて形成され、かつ、

前記誘電体膜の膜厚は、前記第 1 の並列弾性波共振器の周波数温度係数が 0 となる膜厚よりも薄く形成されたラダー型弾性波フィルタ。

[請求項5]

前記直列弾性波共振器とグランド端子との間に接続された一つ以上の第 2 の並列弾性波共振器と、

前記第 1 の並列弾性波共振器と前記第 2 の並列弾性波共振器とを覆うように形成された誘電体膜とをさらに備え、

前記誘電体の膜厚は、前記第 1 の並列弾性波共振器と前記第 2 の並列弾性波共振器それぞれにおいて周波数温度係数が 0 となる膜厚よりも薄く形成された

請求項 4 に記載のラダー型弾性波フィルタ。

[請求項6]

前記直列弾性波共振器とグランド端子との間に接続された一つ以上の第 2 の並列弾性波共振器と、

前記第 1 の並列弾性波共振器と前記第 2 の並列弾性波共振器とを覆うように形成された誘電体膜とをさらに備え、

前記第 1 の並列弾性波共振器は、前記一つ以上の第 2 の並列弾性波共振器よりも容量が小さく、

前記第 1 の並列弾性波共振器を覆う誘電体膜の膜厚は、前記第 1 の並

列弾性波共振器の周波数温度係数が0となる膜厚よりも薄く形成された

請求項4に記載のラダー型弾性波フィルタ。

[請求項7]

請求項1に記載のラダー型弾性波フィルタと、

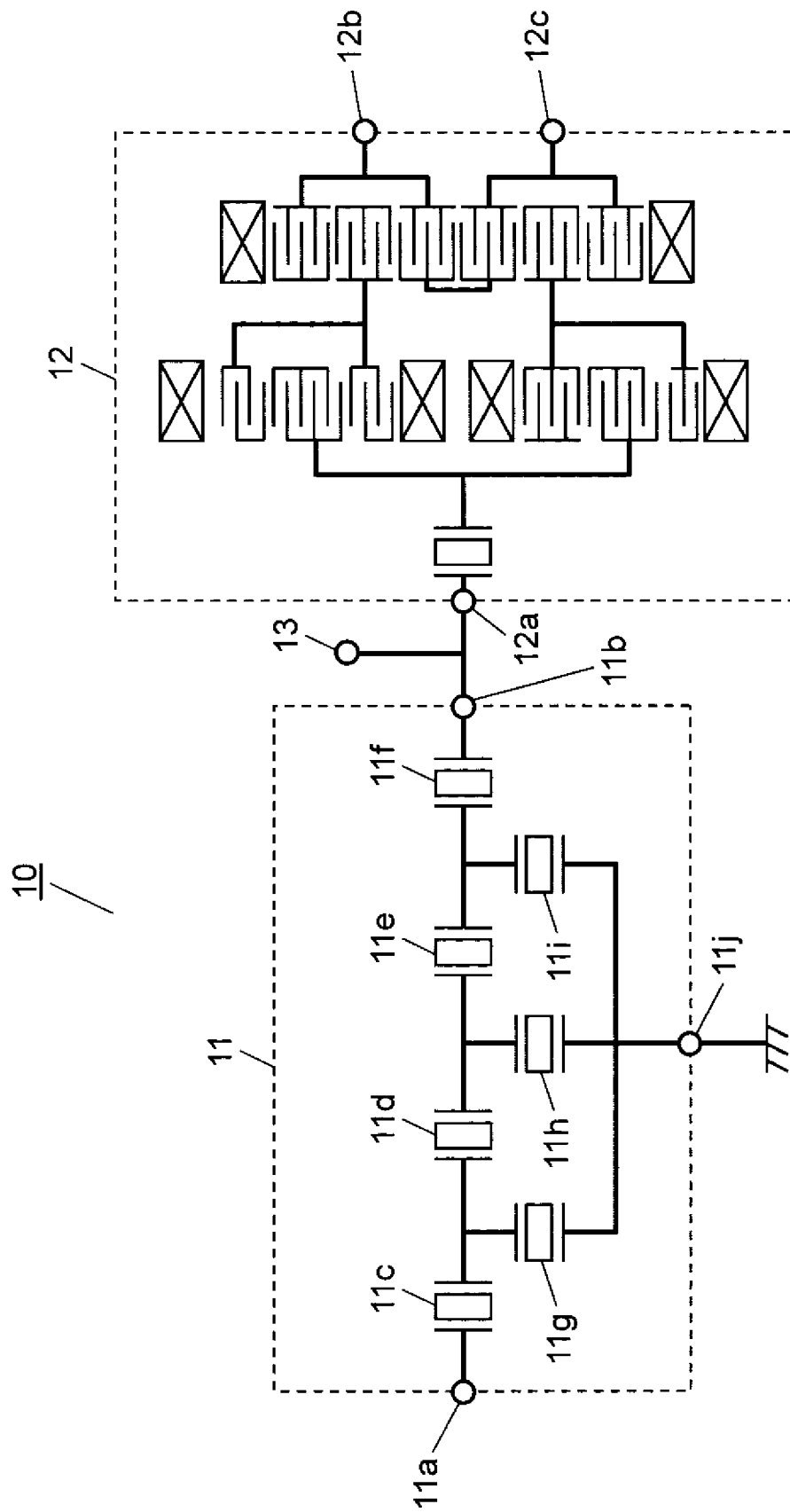
前記ラダー型弾性波フィルタの通過帯域よりも高周波の信号を通過させるフィルタとを備えたデュプレクサ。

[請求項8]

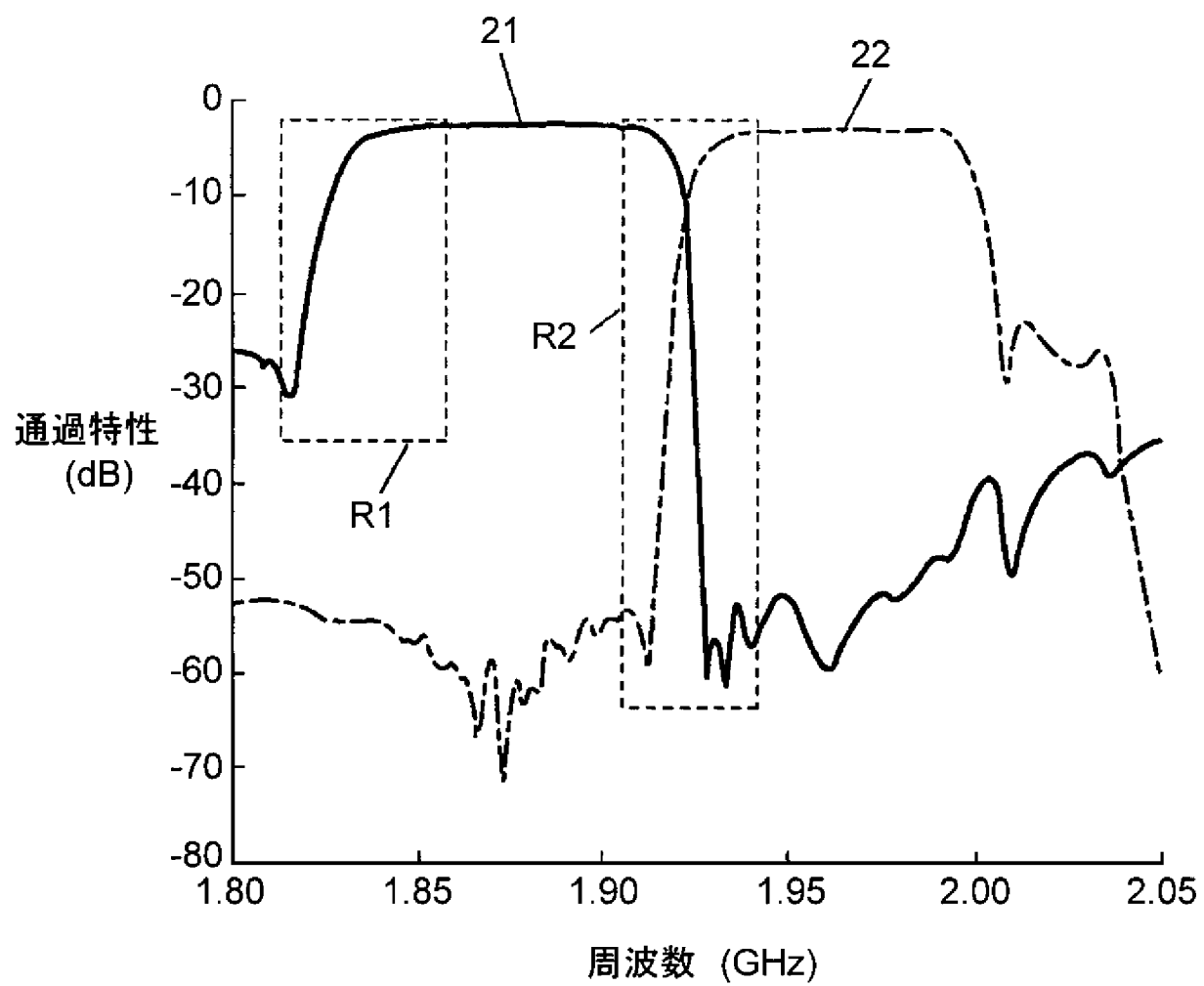
請求項4に記載のラダー型弾性波フィルタと、

前記ラダー型弾性波フィルタの通過帯域よりも低周波の信号を通過させるフィルタとを備えたデュプレクサ。

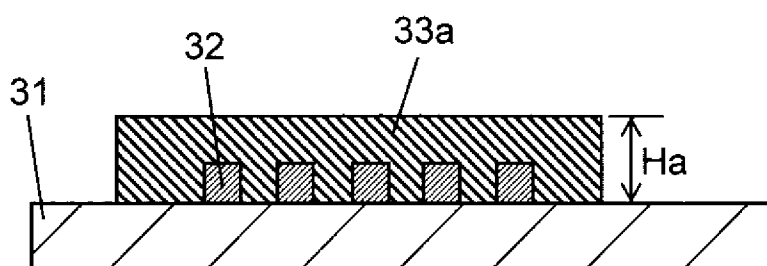
[図1]



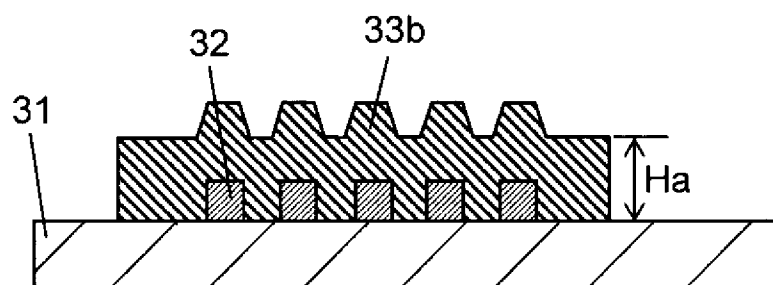
[図2]



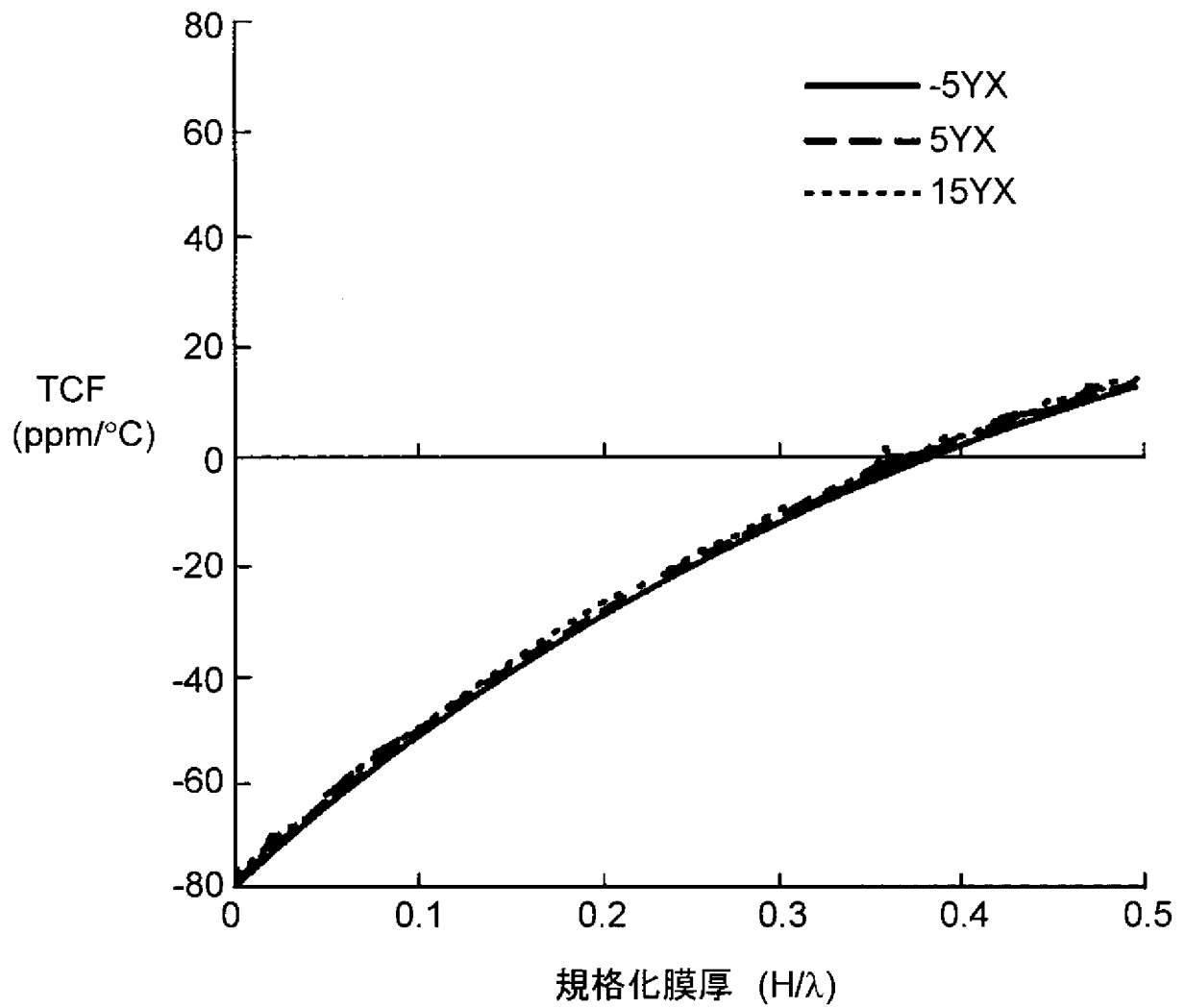
[図3A]



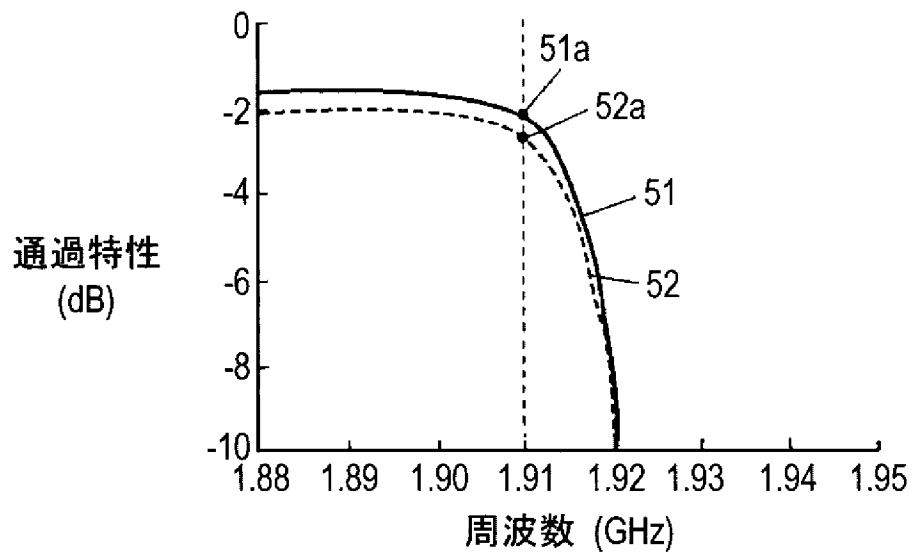
[図3B]



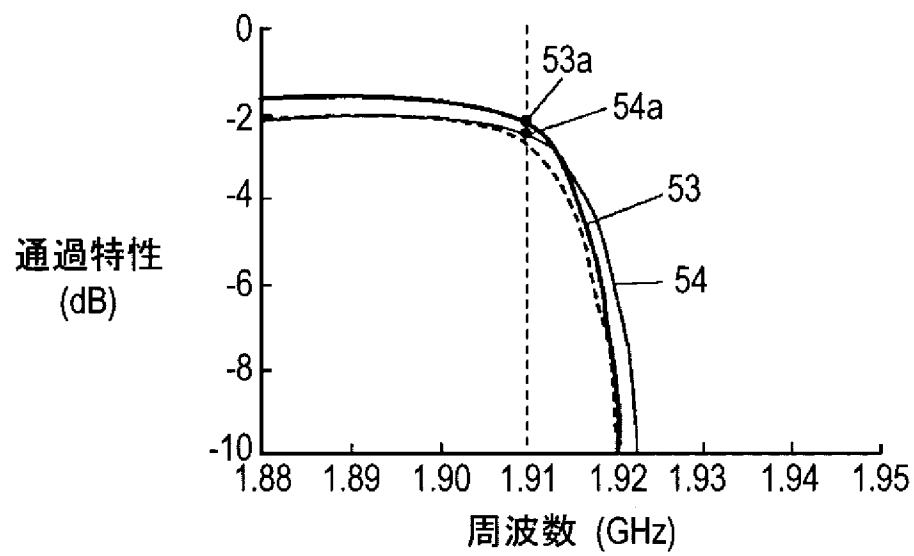
[図4]



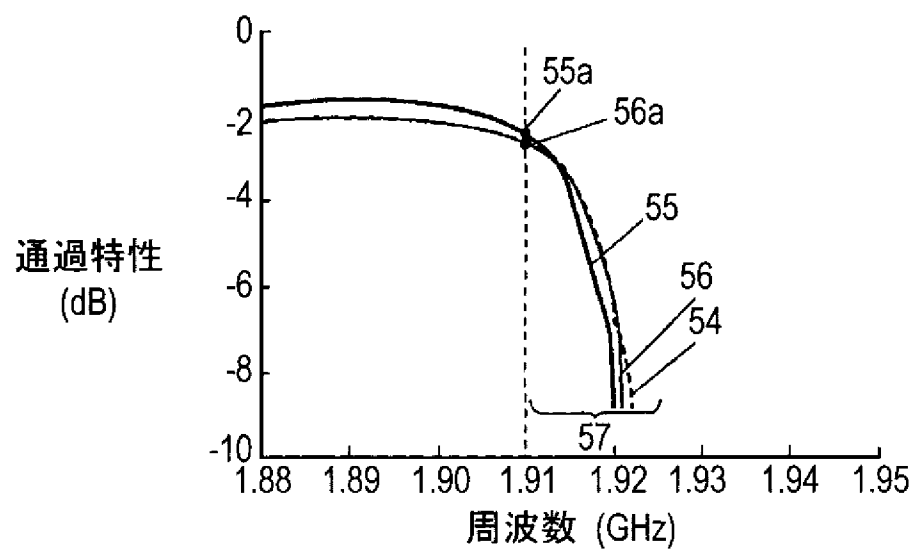
[図5A]



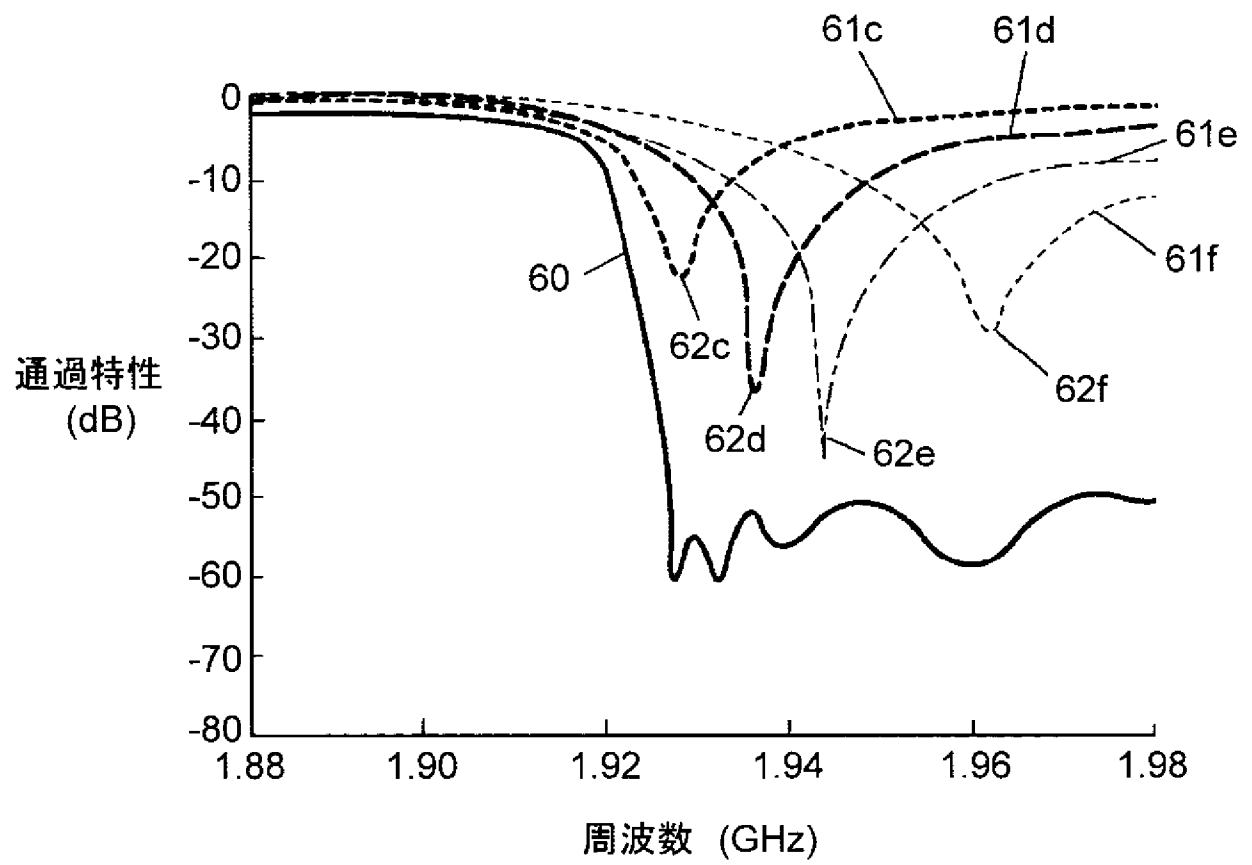
[図5B]



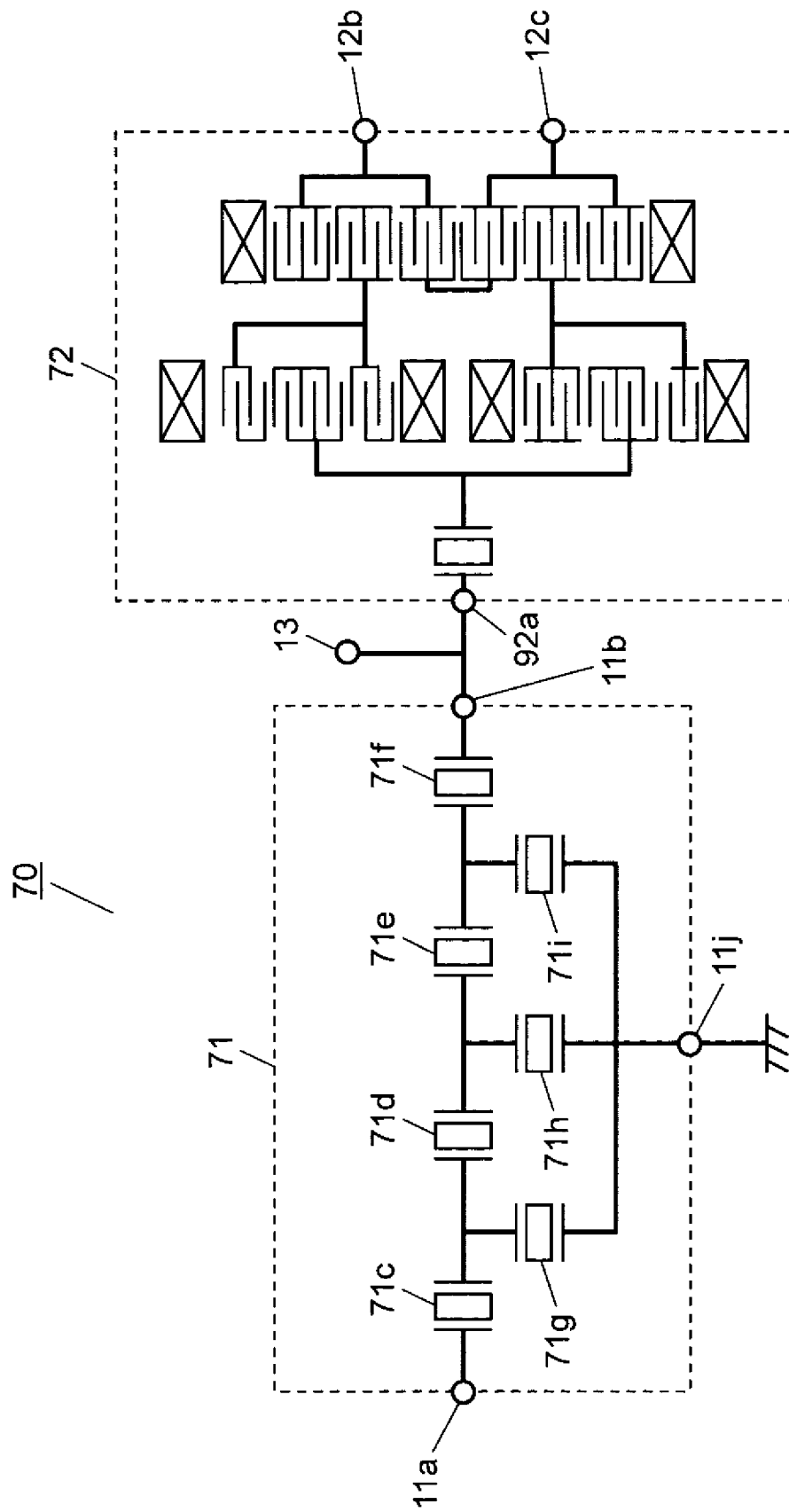
[図5C]



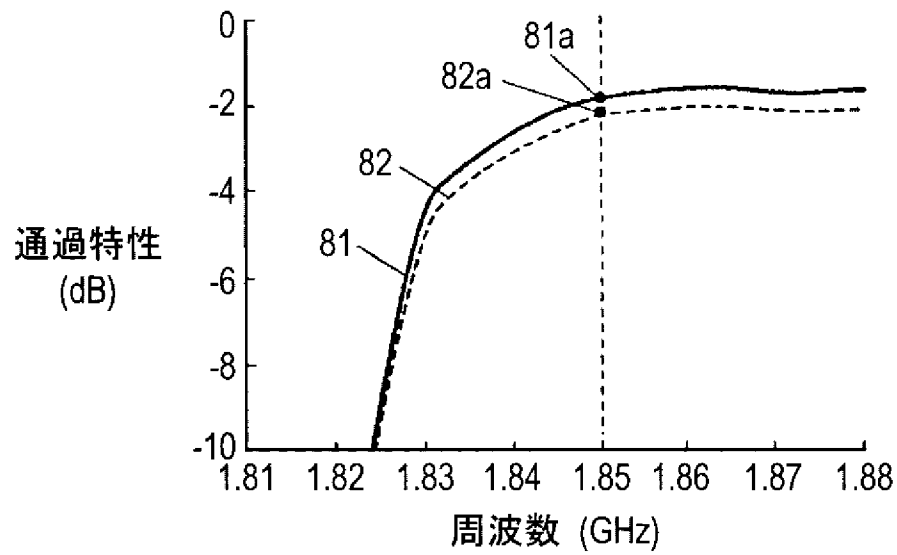
[図6]



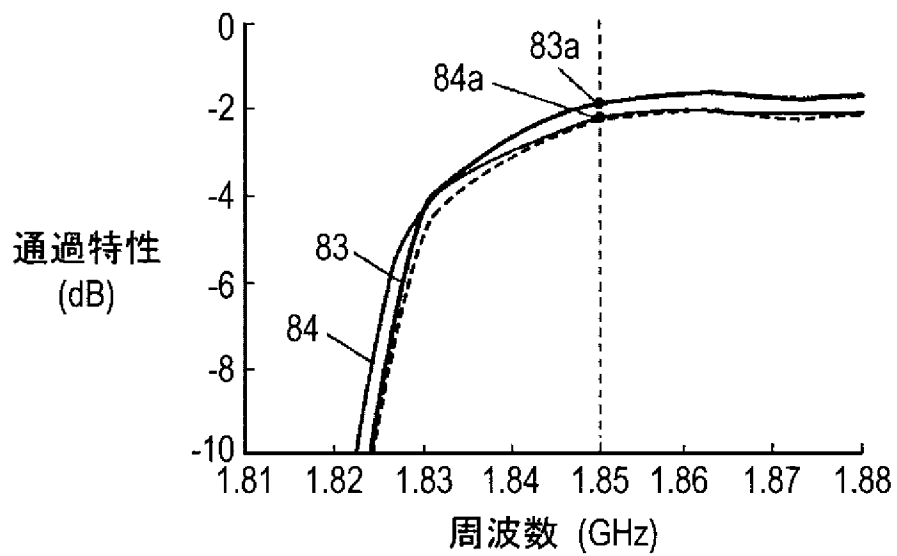
[図7]



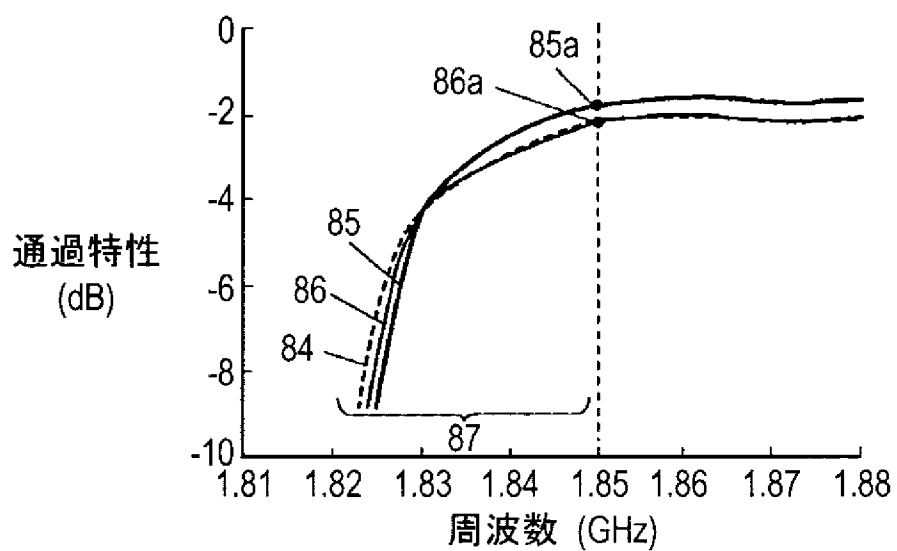
[図8A]



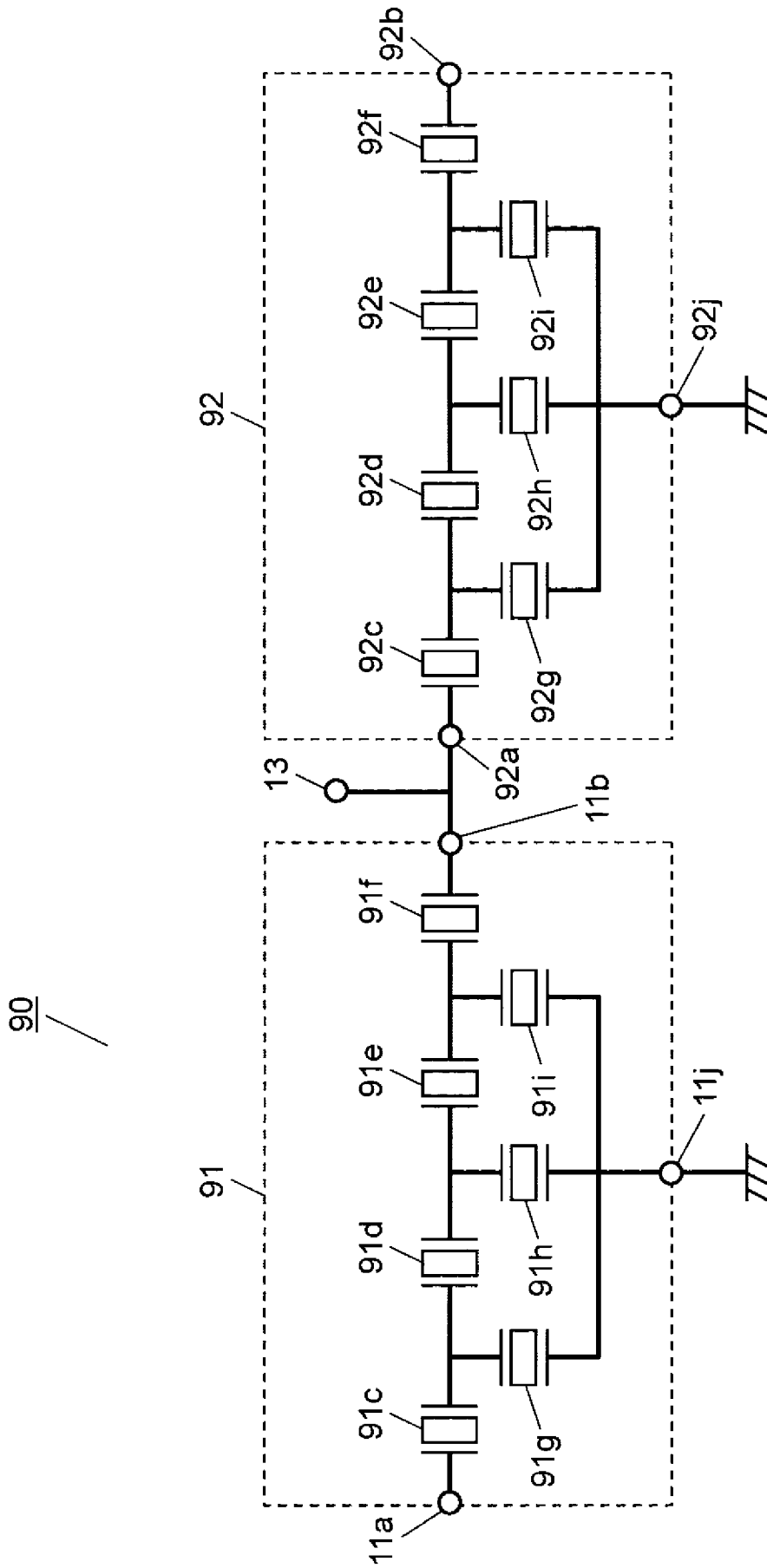
[図8B]



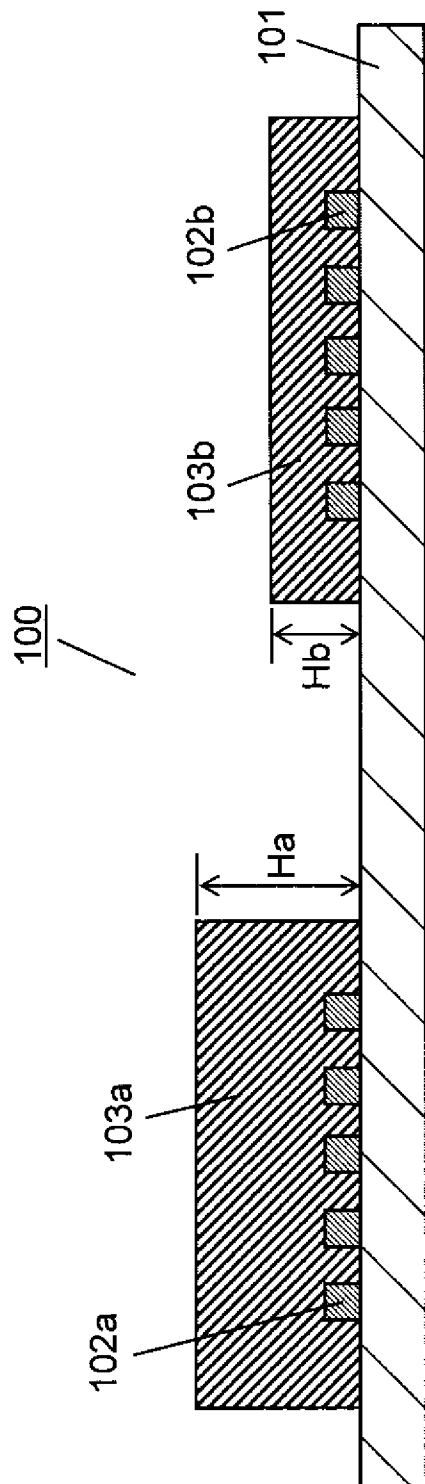
[図8C]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/145 (2006.01) i, H03H9/72 (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)

H03H9/145, H03H9/72

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 A	WO 2005/076473 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 August 2005 (18.08.2005), entire text; all drawings & JP 4333673 B & US 2007/0152774 A1 & US 7498898 B2 & EP 1713179 A1 & WO 2005/076473 A1 & KR 10-2006-0121950 A & CN 1914801 A	1, 2, 4, 5, 7, 8 3, 6
Y A	WO 2005/088835 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 22 September 2005 (22.09.2005), entire text; all drawings & JP 4259576 B & US 2006/0181366 A1 & WO 2005/088835 A & WO 2005/088835 A1	1, 2, 4, 5, 7, 8 3, 6

☒ 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
09 September, 2010 (09.09.10)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2010 (21.09.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003948

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-196409 A (Kyocera Corp.), 14 July 2000 (14.07.2000), paragraphs [0027] to [0037]; fig. 1 (Family: none)	4, 5 8
Y	JP 2002-330054 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 15 November 2002 (15.11.2002), entire text; all drawings & US 2003/0006859 A1 & EP 1255354 A2 & TW 253806 B & KR 10-2002-0083443 A & CN 1383268 A	8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H03H9/145 (2006.01)i, H03H9/72 (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. H03H9/145, H03H9/72

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 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
Y A	WO 2005/076473 A1 (松下電器産業株式会社) 2005.08.18, 全文、全図 & JP 4333673 B & US 2007/0152774 A1 & US 7498898 B2 & EP 1713179 A1 & WO 2005/076473 A1 & KR 10-2006-0121950 A & CN 1914801 A	1, 2, 4, 5, 7, 8 3, 6
Y A	WO 2005/088835 A1 (株式会社村田製作所) 2005.09.22, 全文、全図 & JP 4259576 B & US 2006/0181366 A1 & WO 2005/088835 A & WO 2005/088835 A1	1, 2, 4, 5, 7, 8 3, 6

☒ 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 9 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 9 . 2 0 1 0

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)

畑中 博幸

5 W

9 1 8 0

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

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
X Y	JP 2000-196409 A (京セラ株式会社) 2000.07.14, 段落【0027】 －【0037】、図1 (ファミリーなし)	4, 5 8
Y	JP 2002-330054 A (株式会社村田製作所) 2002.11.15, 全文、全図 & US 2003/0006859 A1 & EP 1255354 A2 & TW 253806 B & KR 10-2002-0083443 A & CN 1383268 A	8