

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年12月27日 (27.12.2007)

PCT

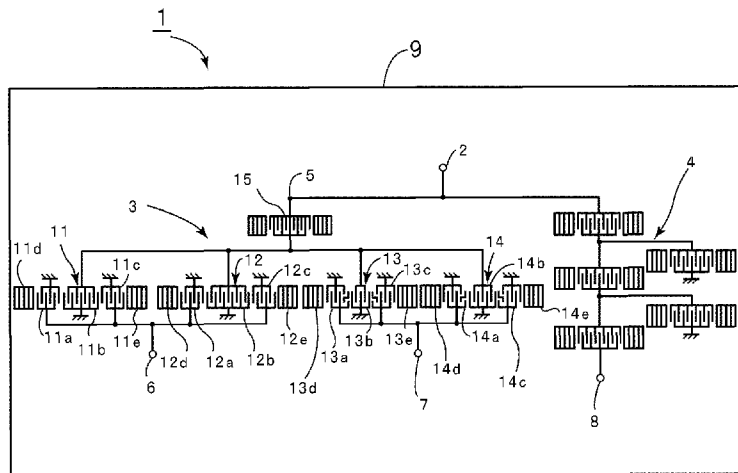
(10) 国際公開番号  
WO 2007/148510 A1

- (51) 国際特許分類: *H03H 9/64* (2006.01) *H03H 9/72* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/060707
- (22) 国際出願日: 2007年5月25日 (25.05.2007)
- (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2006-171669 2006年6月21日 (21.06.2006) 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): 高峰 裕一 (TAKAMINE, Yuichi) [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, BH, 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, 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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: ELASTIC WAVE FILTER DEVICE AND DUPLEXER

(54) 発明の名称: 弾性波フィルタ装置及びデュプレクサ



(57) Abstract: An elastic wave filter device in which the attenuation can be increased in the band lower than the passband and while preventing deterioration of the balance of the output. First and second longitudinal coupling resonator surface acoustic wave filters (11, 12) are connected to a first balanced signal terminal (6), and third and fourth longitudinal coupling resonator surface acoustic wave filters (13, 14) are connected to a second balanced signal terminal (7). The first, second, third, and fourth longitudinal coupling resonator surface acoustic wave filters (11, 12, 13, 14) are so constituted that the transmission phases of the output signal at the first and second balanced signal terminal (6, 7) in respect of the input signals may be different from each other by 180°. The logarithm of at least one IDT electrode finger of at least one longitudinal coupling resonator surface acoustic wave filters (11 to 14) is different from the logarithm of the IDT electrode fingers corresponding to the other longitudinal coupling resonator surface acoustic wave filters.

(57) 要約: 出力における平衡度の悪化を抑制しつつ、通過帯域よりも低域側における減衰量の拡大を図り得る、弾性波フィルタ装置を提供する。第1、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11、12が第1の平衡信号端子6に、第3、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ13、14が

[続葉有]



WO 2007/148510 A1



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

TR), 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, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK,

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。

第2の平衡信号端子7に接続されており、第1の平衡信号端子6側における出力信号の入力信号に対する伝送位相が、第2の平衡信号端子7における出力信号の入力信号に対する伝送位相と180°異なるように第1、第2の縦結合共振子型弾性表面波11、12及び第3、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ13、14が構成されており、かつ少なくとも1つの縦結合共振子型弾性表面波11~14の少なくとも1つのIDTの電極指の対数が、残りの縦結合共振子型弾性表面波フィルタの対応するIDTの電極指の対数と異なっている、弾性波フィルタ装置。

## 明 細 書

### 弾性波フィルタ装置及びデュプレクサ

#### 技術分野

[0001] 本発明は、弾性表面波や弾性境界波を利用した弾性波フィルタ装置に関し、より詳細には、複数の縦結合共振子型弾性波フィルタを接続することにより構成されている弾性波フィルタ装置及び該弾性波フィルタ装置を用いたデュプレクサに関する。

#### 背景技術

[0002] 携帯電話機では、小型化を果たすために、部品点数の削減が求められている。そのため、1つの部品に複数の機能をもたせることが望まれている。このような複数の機能を有する部品の一例として、バランスデュプレクサの開発が進められている。バランスデュプレクサは、アンテナ端子に接続される送信側フィルタと、平衡－不平衡変換機能を有する受信側フィルタとを備えている。受信側フィルタが、平衡－不平衡変換機能を有するため、平衡－不平衡変換機能を実現する部品、すなわちバランを省略することが可能とされている。

[0003] 上記のような受信側フィルタとして用いられる弾性表面波フィルタ装置の一例が下記の特許文献1に開示されている。

[0004] 図19は、特許文献1に記載の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す模式的平面図である。

[0005] 弾性表面波フィルタ装置1001は、バランス型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置である。弾性表面波フィルタ装置1001は、圧電基板上に図示の電極構造を形成することにより構成されている。

[0006] 弾性表面波フィルタ装置1001は、入力端子としての不平衡信号端子1002と、出力端子としての第1, 第2の平衡信号出力端子1003, 1004とを有する。不平衡信号端子1002に、第1, 第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1005, 1006が接続されている。第1, 第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1005, 1006は、それぞれ、3個のIDT1005a~1005c, 1006a~1006cを有する3IDT型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタである。なお、IDT1005a~1005cが設けられている領域

の表面波伝搬方向両側に、反射器1005d, 1005eが配置されている。縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1006においても、同様に、反射器1006d, 1006eが設けられている。

[0007] 不平衡信号端子1002に、中央のIDT1005b, 1006bの一端が接続されており、IDT1005b, 1006bの他端はグラウンド電位に接続されている。そして、第1の平衡信号端子1003に、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1005の両側のIDT1005a, 1005cの各一端が接続されており、IDT1005a, 1005cの各他端はグラウンド電位に接続されている。同様に、第2の平衡信号端子1004に、第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ1006の両側のIDT1006a, 1006cの各一端が接続されており、IDT1006a, 1006cの各他端はグラウンド電位に接続されている。

[0008] ここでは、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ1005における入力信号に対する出力信号の位相に対し、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1006における入力信号に対する出力信号の位相を $180^\circ$  異ならせることにより、平衡—不平衡変換機能が実現されている。第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1005の設計パラメータは、上記入力信号に対する出力信号の位相の点を除けば、第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ1006と同じとされている。

特許文献1:特開2002-290203号公報

#### 発明の開示

[0009] 特許文献1に記載の縦結合共振子型の弾性表面波フィルタ装置1001は、平衡—不平衡変換機能を有するため、前述したバランスデュプレクサの受信側フィルタとして用いることができる。それによって、携帯電話機の部品点数の低減を図ることができる。

[0010] しかしながら、デュプレクサでは、受信側フィルタのフィルタ特性においては、送信側フィルタの通過帯域における減衰量が十分大きくされねばならない。特許文献1に記載の弾性表面波フィルタ装置1001では、受信側フィルタとして用いた場合、送信側フィルタの通過帯域における減衰量、すなわち受信側フィルタとしての弾性表面波フィルタ装置1001の通過帯域外における減衰量を大きくすることが求められる。

[0011] 携帯電話機では、受信周波数帯よりも送信周波数帯の方が低周波数側に位置して

いるのが普通である。従って、上記弾性表面波フィルタ1001を受信側フィルタとして用いた場合、通過帯域よりも低域側における帯域外減衰量を大きくすることが求められる。

- [0012] 縦結合共振子型弾性表面波フィルタでは、通過帯域よりも低い周波数における減衰量は各IDTの周波数特性に大きく依存し、全てのIDTの周波数特性の合成によってほぼ決定される。すなわち、特定の周波数帯において減衰量を大きくしたい場合には、複数のIDTの周波数特性の減衰極を一致させ、広い周波数域で減衰量の拡大を図りたい場合には、複数のIDTの周波数特性の減衰極を少しずつずらせる手法が用いられる。しかしながら、IDTの電極指の対数は、通過帯域の幅やインピーダンス特性にも大きく影響するので、調整の自由度は限られている。
- [0013] 他方、通過帯域外の減衰量を大きくするには、第1、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1005、1006間において、IDTの電極指の対数を異ならせることが考えられる。しかしながら、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタ1005におけるIDTの対数と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1006におけるIDTの電極指の対数を異ならせて帯域外減衰量の増大を図った場合には、第1、第2の平衡信号端子1003、1004から取り出される信号の平衡度が大きく悪化するという問題があった。
- [0014] また、近年、弾性表面波フィルタ装置に代えて、パッケージ構造の簡略化を果たし得るので、弾性境界波を利用した弾性境界波フィルタが開示されている。このような弾性境界波フィルタにおいても、弾性表面波フィルタの場合と同様に、平衡—不平衡変換機能を有し、かつ帯域外減衰量を拡大し得る構造が強く求められている。
- [0015] 本発明の目的は、上述した従来技術の欠点を解消し、第1、第2の平衡信号端子から取り出される出力信号の平衡度の悪化を招くことなく、帯域外減衰量の拡大を図ることが可能とされている弾性波フィルタ装置及び該弾性波フィルタ装置を受信側フィルタとして用いたデュプレクサを提供することにある。
- [0016] 本願の第1の発明によれば、圧電基板と、前記圧電基板上において、弾性波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTを有する第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタと、前記第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタの各入力端子が接続されている不平衡信号端子と、前記第1、第2の縦結合共振子型弾性波フィルタ

の出力端子が接続されている第1の平衡信号端子と、前記第3, 第4の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子が接続されている第2の平衡信号端子とを備え、前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相と、前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相とが同相とされており、前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相と、前記第4の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相が同相とされており、前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相が、前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相と $180^\circ$ 異ならされており、前記第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタの内少なくとも1つの縦結合共振子型弾性波フィルタにおいて、少なくとも1つのIDTの電極指の対数が、他の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける対応のIDTの電極指の対数と異なっていることを特徴とする、弾性波フィルタ装置が提供される。

[0017] 第1の発明の弾性波フィルタ装置では、好ましくは、前記第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタにおいて、各縦結合共振子型弾性波フィルタにおける第1～第3のIDTの電極指の対数の和を総対数とするとき、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数及び第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数が等しくされており、かつ前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数及び第4の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数が等しくされており、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数と第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数とが異ならされている。この場合には、第1の平衡信号端子から取り出される出力信号と、第2の平衡信号端子から取り出される出力信号との間の平衡度をより一層改善することが可能となる。

[0018] 第2の発明によれば、圧電基板と、前記圧電基板上において弾性波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTをそれぞれ有する第1～第3の縦結合共振子型弾性波フィルタと、前記第1～第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの入力端子が接続されている不平衡信号端子と、第1の平衡信号端子と、第2の平衡信号端子とを備え、前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号

の位相が、前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相と $180^\circ$ 異なっており、前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタが、第1、第2の出力端子を有し、第1の出力端子における入力信号に対する出力信号の位相と、第2の出力端子における入力信号に対する出力信号の位相とが $180^\circ$ 異なっており、前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子における入力信号に対する出力信号の位相が、前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの第1の出力端子における入力信号に対する出力信号の位相と同相であり、前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子における入力信号に対する出力信号の位相と、前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの前記第2の出力端子における入力信号に対する出力信号の位相とが同相であり、前記第1の平衡信号端子に、前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子及び第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの第1の出力端子が接続されており、前記第2の平衡信号端子に、前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子及び前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの第2の出力端子が接続されており、前記第1～第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの内少なくとも1つの縦結合共振子型弾性波フィルタにおける少なくとも1つのIDTの電極指の対数が、他の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける対応のIDTの電極指の対数と異なっていることを特徴とする、弾性波フィルタ装置が提供される。

[0019] 本発明に係るデュプレクサは、送信側フィルタと、受信側フィルタとを備え、受信側フィルタが、本発明に従って構成された弾性波フィルタ装置からなることを特徴とする。本発明に係る弾性波フィルタ装置では、平衡度の悪化を招くことなく、帯域外減衰量の拡大を図ることができるので、受信側フィルタにおいて、相手方のフィルタである送信側フィルタの通過帯域における減衰量を十分大きくすることができ、しかも受信側フィルタの第1、第2の平衡信号端子から取り出される受信出力における平衡度の悪化も招き難い。よって、部品点数を低減し、小型であり、良好な電気的特性を実現するデュプレクサを提供することができる。

(発明の効果)

[0020] 第1の発明に係る弾性波フィルタ装置では、第1～第3のIDTをそれぞれ有する上

記第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタが上記のように接続されており、かつ第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの少なくとも1つの縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおける少なくとも1つのIDTの対数が他のフィルタにおける対応するIDTの電極指の対数と異なっているので、平衡度の悪化を招くことなく、帯域外減衰量の拡大を図ることが可能となる。

[0021] 同様に、第2の発明に係る弾性波フィルタ装置では、上記第1～第3の縦結合共振子型弾性波フィルタが、上記のように接続されて、平衡－不平衡変換機能が実現されており、かつ第1～第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの内の少なくとも1つの縦結合共振子型弾性波フィルタにおける少なくとも1つのIDTの電極指の対数が、他の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける対応するIDTの電極指の対数と異ならされているので、平衡度の悪化を招くことなく、帯域外減衰量の拡大を図ることが可能となる。

#### 図面の簡単な説明

[0022] [図1]図1は本発明の第1の実施形態に係るデュプレクサを示す模式的平面図である。

[図2]図2は第1の比較例のデュプレクサを示す模式的平面図である。

[図3]図3は第1の実施例及び第1の比較例のデュプレクサにおけるアンテナ端子から受信出力端子への伝送特性を示す図である。

[図4]図4は第1の実施例及び第1の比較例のデュプレクサにおける送信入力端子から受信出力端子への伝送特性であるアイソレーション特性を示す図である。

[図5]図5(a), (b)は、第1の実施例及び第1の比較例のデュプレクサにおける受信フィルタでの第1, 第2の平衡信号端子間の振幅差及び位相差をそれぞれ示す図である。

[図6]図6は本発明の第2の実施形態のデュプレクサを示す模式的平面図である。

[図7]図7は第2の実施例及び第1の比較例のデュプレクサにおけるアンテナ端子から受信出力端子への伝送特性を示す図である。

[図8]図8は第2の実施例及び第1の比較例のデュプレクサにおける送信入力端子から受信出力端子への伝送特性であるアイソレーション特性を示す図である。

[図9]図9(a), (b)は、第2の実施例及び第1の比較例のデュプレクサにおける受信側フィルタの第1, 第2の平衡信号端子間の振幅差及び位相差をそれぞれ示す図である。

[図10]図10は本発明の第1の実施形態で用いられている弾性表面波フィルタ装置を用いて構成された段間フィルタを示す模式的平面図である。

[図11]図11は第1の実施形態で用いられている弾性表面波フィルタ装置の変形例を示す模式的平面図である。

[図12]図12は本発明の第3の実施形態に係るデュプレクサを示す模式的平面図である。

[図13]図13は第2の比較例のデュプレクサを示す模式的平面図である。

[図14]図14は第3の実施例及び第2の比較例のデュプレクサにおけるアンテナ端子から受信出力端子への伝送特性を示す図である。

[図15]図15は第3の実施例及び第2の比較例のデュプレクサにおける送信入力端子から受信出力端子への伝送特性であるアイソレーション特性を示す図である。

[図16]図16(a), (b)は、第3の実施例及び第2の比較例のデュプレクサにおける受信フィルタでの第1, 第2の平衡信号端子間の振幅差及び位相差をそれぞれ示す図である。

[図17]図17は第3の実施形態で用いられている弾性表面波フィルタ装置を用いた段間フィルタを示す模式的平面図である。

[図18]図18は第3の実施形態で用いられている弾性表面波フィルタ装置の変形例を示す模式的平面図である。

[図19]図19は従来の弾性表面波フィルタ装置の一例を示す模式的平面図である。

#### 符号の説明

- [0023] 1…デュプレクサ  
2…アンテナ端子  
3…弾性表面波フィルタ装置  
4…弾性表面波フィルタ装置  
5…不平衡信号端子

- 6, 7…第1, 第2の平衡信号端子
- 8…送信端子
- 9…圧電基板
- 11～14…第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ
- 11a～11c…第1～第3のIDT
- 11d, 11e…反射器
- 12a～12c…第1～第3のIDT
- 12d, 12e…反射器
- 13a～13c…第1～第3のIDT
- 13d, 13e…反射器
- 14a～14c…第1～第3のIDT
- 14d, 14e…反射器
- 15…弾性表面波共振子
- 31…デュプレクサ
- 41…段間フィルタ
- 42…圧電基板
- 51…弾性表面波フィルタ装置
- 52…圧電基板
- 61～64…第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ
- 61a～64a…第1のIDT
- 61b～64b…第2のIDT
- 61c～64c…第3のIDT
- 61d, 61e～64d, 64e…反射器
- 101…デュプレクサ
- 102…圧電基板
- 103…弾性表面波フィルタ装置
- 111～113…第1～第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ
- 111a～113a…第1のIDT

111b～113b…第2のIDT

111c～113c…第3のIDT

111d, 111e～113d, 113e…反射器

121…段間フィルタ

122…入力端子

123, 124…第1, 第2の平衡信号端子

131…弾性表面波フィルタ装置

141～143…第1～第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ

141a～143a…第1のIDT

141b～143b…第2のIDT

142b1, 142b2…分割IDT部

141c～143c…第3のIDT

141d, 141e～143d, 143e…反射器

発明を実施するための最良の形態

[0024] 以下、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。

[0025] 図1は、本発明の第1の実施形態に係るデュプレクサの電極構造を模式的に示す平面図である。デュプレクサ1は、アンテナ端子2を有する。アンテナ端子2に、本発明の一実施形態としての弾性表面波フィルタ装置3からなる受信側フィルタと、送信側フィルタを構成しているラダー型回路構成の弾性表面波フィルタ装置4とが接続されている。

[0026] 弾性表面波フィルタ装置3は、アンテナ端子2に接続される不平衡信号端子5と、受信出力端子としての第1, 第2の平衡信号端子6, 7とを有する。他方、弾性表面波フィルタ装置4は、一端がアンテナ端子2に接続されており、他端が送信端子8に接続されている。

[0027] 本実施形態のデュプレクサ1は、受信側フィルタが、バランス型の縦結合共振子型の弾性表面波フィルタ装置3からなり、従ってバランスデュプレクサである。また、本実施形態のデュプレクサ1は、WCDMA方式の携帯電話機に用いられるものであり、

WCDMAの送信周波数帯は1920～1980MHzであり、受信周波数帯は2110～2170MHzである。従って、受信側フィルタとしての弾性表面波フィルタ装置3における通過帯域は2110～2170MHzであり、送信側の通過帯域である1920～1980MHzにおける減衰量が大いことが強く望まれる。

[0028] デュプレクサ1は、圧電基板9上に図示の電極構造を形成することにより構成されている。圧電基板9は、 $40 \pm 5^\circ$  YカットX伝搬の $\text{LiTaO}_3$ 基板からなる。この結晶角の $\text{LiTaO}_3$ 基板を用いることにより、受信側フィルタとして用いられている縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置3における挿入損失の低減を図ることができ、好ましい。なお、送信側フィルタと受信側フィルタとは、同じ圧電基板上に形成される必要は必ずしもなく、異なる圧電基板上に構成されてもよい。従って、送信側フィルタを構成している弾性表面波フィルタ装置4に用いる圧電基板は、上記圧電基板と異なり、送信側フィルタに適した圧電基板材料により構成してもよい。

[0029] また、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置3を構成する圧電基板9は、上記 $40 \pm 5^\circ$  YカットX伝搬の $\text{LiTaO}_3$ に限定されず、他の結晶角の $\text{LiTaO}_3$ 基板、あるいは他の圧電単結晶または圧電セラミックスであってもよく、特に限定されるものではない。

[0030] 上記受信側フィルタを構成している縦結合共振子型の弾性表面波フィルタ装置3は、第1～第4の3IDT型の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14を有する。第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置11～14の入力端が共通接続され、1ポート型弾性表面波共振子15を介して不平衡信号端子5に接続されている。

[0031] 1ポート型弾性表面波共振子15が第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14の入力側に接続されているのは、送信側フィルタとしての弾性表面波フィルタ装置4と、上記弾性表面波フィルタ装置3との位相整合を図るためである。送信側フィルタと受信側フィルタとの端子を共通接続点で共通化するには、一方のフィルタにおける他方のフィルタの通過帯域におけるインピーダンスが無限大となっていることが理想である。上記1ポート型弾性表面波共振子15を、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14に直列に接続することにより、受信側フィルタにおいて、送信周波数帯が高インピーダンス側にシフトし、1ポート型弾性表面波共振子15の容量を選

択することにより、位相整合用素子を用いることなく、上記位相整合を図ることができる。従って、小型化を図ることができ、携帯電話機における部品実装面積を小さくすることができる。

[0032] 第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14は、それぞれ、表面波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDT11a～11c, 12a～12c, 13a～13c, 14a～14cを有する。第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11では、第1～第3のIDT11a～11cの設けられている領域の表面波伝搬方向両側に、反射器11d, 11eが設けられている。他の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ12～14も、同様に、反射器12d, 12e～14d, 14eを有する。

[0033] 本実施形態では、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14の中央に位置している第2のIDT11b, 12b, 13b, 14bの一端が1ポート型弾性表面波共振子15を介して不平衡信号端子5に接続されており、他端がグラウンド電位に接続されている。

[0034] そして、第1, 第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11, 12において、中央のIDT11b, 12bの両側に位置している第1, 第3のIDT11a, 11c, 12a, 12cの各一端が共通接続されて第1の平衡信号端子6に接続されており、各他端がグラウンド電位に接続されている。

[0035] また、第3, 第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ13, 14の第1, 第3のIDT13a, 13c, 14a, 14cの各一端が共通接続されて第2の平衡信号端子7に接続されており、各他端がグラウンド電位に接続されている。

[0036] そして、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11における入力信号に対する出力信号の位相と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ12における入力信号に対する出力信号の位相とが同相とされており、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ13における入力信号に対する出力信号の位相と、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ14における入力信号に対する出力信号の位相とが同相とされている。

[0037] また、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11における入力信号に対する出力信号の位相は、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ13における入力信号

に対する出力信号の位相に対して $180^\circ$  異ならされている。

[0038] 従って、弾性表面波フィルタ装置3は、平衡－不平衡変換機能を有し、第1, 第2の平衡信号端子6, 7から受信出力として、平衡出力を取り出すことが可能とされている。

[0039] より具体的には、IDT11a, 11c, 12a, 12cに対し、IDT13a, 13c, 14a, 14cの向きが反転されて、上記のように、第1, 第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11, 12における入力信号に対する出力信号の位相に対し、第3, 第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ13, 14における入力信号に対する出力信号の位相が $180^\circ$  異ならされている。

[0040] また、本実施形態では、第1, 第2の平衡信号端子6, 7間の信号の平衡度を高めるために、IDT13a, 13c, 14a, 14cの中央のIDT13b, 14b側の端部に直列重み付が施されている。直列重み付とは、IDTの端部に位置している電極指及びその内側に位置している電極指との間にまたがる様に浮き電極指を設けた構造を有する。直列重み付を施すことにより、直列重み付が施されているIDT端部における電極指間の電位差を緩和することができる。それによって、上記構成においては、第1の平衡信号端子6から出力される受信出力信号と、第2の平衡信号端子7から出力される第2の受信出力信号との平衡度を高めることができる。

[0041] 加えて、本実施形態の特徴は、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14を有する上記弾性表面波フィルタ装置3において、少なくとも1つのIDTの電極指の対数を、他の縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおける対応するIDTの電極指の対数と異ならせることにより、平衡度の悪化をより一層抑制しつつ、帯域外減衰量の拡大を図ることが可能とされている。これを具体的な実験例に基づき説明する。

[0042] いま、アンテナ端子2側のインピーダンスが $50\ \Omega$ 、第1, 第2の平衡信号端子6, 7側のインピーダンスが $100\ \Omega$ となる弾性表面波フィルタ装置3を以下のように設計した。

[0043] IDTの電極指のピッチで定まる波長 $\lambda I$ とする。

[0044] IDTにおける電極指の交叉幅: $19.2\lambda I$

IDT11a, 11cにおける電極指の各本数:29本

IDT11bにおける電極指の本数:53本

反射器11d, 11eにおける電極指の本数:65本

メタライゼーションレシオ:0.67

電極膜厚:0.106 $\lambda$ I

第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ12については、中央のIDT12bの電極指の本数を55本としたことを除いては、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11と同じとした。

[0045] 第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ13は、中央のIDT13bの電極指の本数を49本とし、かつ第1, 第3のIDT13a, 13cに直列重み付を施した以外は、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11と同様とした。

[0046] 第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ14では、中央のIDT14bの電極指の本数を51本とし、第1, 第3のIDT14a, 14cに直列重み付を施した以外は、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11と同様とした。

[0047] 1ポート型弾性表面波共振子15については、IDTの電極指のピッチで定まる波長 $\lambda$ Iとすると、電極指の交叉幅:14.6 $\lambda$ I

IDTの電極指の本数:241本

反射器の電極指の本数:15本

メタライゼーションレシオ:0.58

電極膜厚:0.109 $\lambda$ I

なお、図1では、1つの弾性表面共振子15のみを図示したが、本実験例では、上記設計の弾性表面波共振子を3個直列接続した。

[0048] 上記のように、第1の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置3では、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14において、中央に位置するIDT11b～14bの電極指の対数が異ならされており、その他の設計パラメータと同一とされている。言い換えれば、第1, 第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置11～14の内少なくとも1つの縦結合共振子型弾性表面波フィルタの中央のIDTの電極指の対数が、残りの縦結合共振子型弾性表面波フィルタの中央の第2のIDTの

電極指の対数と異なっている。

- [0049] 比較のために、図2に示す第1の比較例のデュプレクサ1101を用意した。デュプレクサ1101では、送信側のラダー型の弾性表面波フィルタ装置4は、上記実施例と同様に構成されている。ただし、受信側フィルタ1102が上記第1の実施例の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置と異なっている。すなわち、第1の比較例では、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1111～1114を有するが、ここでは、第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタ1111～1114の中央に位置するIDTの電極指の対数を全て53本と等しくし、その他の構成は、上記第1の実施例と同様とした。
- [0050] 上記第1の実施例及び第1の比較例のデュプレクサについて、アンテナ端子から第1, 第2の受信出力端子への伝送特性を図3に示す。図3の実線が第1の実施例の結果を、破線が上記第1の比較例の結果を示す。また、図4は、送信入力端子から受信出力端子への伝送特性であるアイソレーション特性を、図5は、第1, 第2の平衡信号端子間の振幅差及び位相差を示す。図4及び図5においても、実線が第1の実施例の結果を、破線が上記第1の比較例の結果を示す。
- [0051] なお、振幅差及び位相差は以下のように定義される値である。
- [0052] 平衡－不平衡変換機能を有するフィルタ装置を3ポート型のデバイスと考え、例えば不平衡入力端子をポート1、第1, 第2の平衡信号端子のそれぞれをポート2及びポート3としたとき、振幅差 =  $|A|$ 、 $A = |20\log(S_{21})| - |20\log(S_{31})|$   
位相差 =  $|B - 180|$ 、ただし、 $B = |\angle S_{21} - \angle S_{31}|$   
なお、 $S_{21}$ は、ポート1からポート2への伝達係数を示し、 $S_{31}$ はポート1からポート3への伝達係数を示している。
- [0053] 図3から明らかなように、受信側フィルタの通過帯域よりも低域側に位置する送信周波数帯Cにおける減衰量は、第1の比較例では54.5dBであるのに対し、第1の実施例では56.5dBと2dB改善されていることがわかる。
- [0054] また、デュプレクサでは、受信回路のノイズを低減するために、受信側フィルタにおいて送信周波数の2倍から受信周波数を引いた値に相当する周波数帯(以下、 $2T_x - R_x$ 帯)の減衰量を大きくすることが求められる。WCDMA用のデュプレクサでは、

2Tx-Rx帯は1730～1790MHzである。図3から明らかなように、2Tx-Rx帯Dにおける減衰量は、第1の比較例では43.5dBであったのに対し、第1の実施例では、48.5dBと5dB改善されていることがわかる。

[0055] 図4によれば、送信周波数帯のアイソレーション特性は、第1の比較例では58.5dBであったのに対し、第1の実施例では、60.5dBと2dB改善されていることがわかる。また、図3から明らかなように、通過帯域内における挿入損失や通過帯域幅は、第1の実施例と第1の比較例とでほとんど変わらないことがわかる。

[0056] このような結果が得られたのは、通過帯域よりも低い周波数帯における減衰量は、各IDTの周波数特性の合成で決定されるので、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14の中央に位置する第2のIDT11b～14bの電極指の対数を異ならせることにより、各IDTの周波数特性が第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタでずらされているので、合成された特性では、減衰量が大きくされているものと考えられる。また、第1の実施例では、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタを用いて平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置3が構成されているので、各縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14の通過帯域内特性のずれが、合成された通過帯域内特性に与える影響が、特許文献1に記載の2個の縦結合共振子型弾性表面波フィルタを用いた構造に比べて、小さくなっているものと考えられる。

[0057] 上記のように、第1の実施例では、通過帯域内における挿入損失や通過帯域幅を劣化させることなく、第1の比較例に比べて、通過帯域よりも低域側における減衰量を大きくすることができることがわかる。もっとも、図5(a)、(b)における振幅差及び位相差の結果は、第1の比較例よりも悪化していた。これは、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14の全てにおいて、中央の第2のIDT11b～14bの電極指の対数が異なっているので、第1、第2の平衡信号端子6、7から出力される信号の差が大きくなったことが原因であると考えられる。

[0058] 図6は、本発明の第2の実施形態に係るデュプレクサの電極構造を示す模式的平面図である。第2の実施形態では、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14の中央のIDTの電極指の対数が第1の実施形態の場合と異なることを除いては同様に構成されている。なお、図1及び図6では、IDTの電極指の数は、略図的

に示されているため、記載の電極指の本数とは異なっていることを指摘しておく。

[0059] 第2の実施形態は、IDT11b~14bの電極指の対数が、第1の実施形態の場合と異なる点のみで異なっているため、図6では、第1の実施形態と同一の部分については、同一の参照番号を付することにより、第1の実施形態の説明を援用することとする。

[0060] 本実施形態では、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11の第2のIDT11bの電極指の対数と、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ13の中央のIDT13bの電極指の対数を等しくし、53本とした。そして、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ12の中央のIDT12bの電極指の対数と、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ14の中央の第2のIDT14bの電極指の対数と等しくし、47本とした。その他の構成は、上記第1の実施例と同様とし、デュプレクサを試作し、特性を測定した。

[0061] 図7は、第2の実施形態におけるアンテナ端子から受信出力端子としての第1、第2の平衡信号端子への伝送特性を実線で示し、破線は上述した第1の比較例の結果を示す。また、図8は、第2の実施例の送信入力端子から受信出力端子への伝送特性すなわちアイソレーション特性を、図9は、平衡信号端子間の振幅差及び位相差をそれぞれ示す図である。図8及び図9においても、実線で第2の実施例の結果を、破線で上記第1の比較例の結果を示す。

[0062] 図7から明らかなように、第2の実施例においても、通過帯域内における挿入損失及び通過帯域幅は、上記第1の比較例とほとんど変わらない。また、図9から明らかなように、第1の実施例の場合とは異なり、第2の実施例では、振幅差及び位相差も上記第1の比較例とほとんど変わらないことがわかる。これは、第2の実施例では、第1、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11、13において、中央の第2のIDT11b、13bの電極指の対数が等しくされており、第2、第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ12、14において、第2のIDT12b、14bの電極指の対数が等しくされているためである。すなわち第1の平衡信号端子6へ信号を伝送するIDT11b、12bの電極指の対数の和と第2の平衡信号端子7へ信号を伝送するIDT13b、14bの電極指の対数の和が等しくされているため、第1、第2の平衡信号端子6、7から出力される信号の差が上記第1の比較例と同等とされていることによると考えられる。

[0063] 上記のように、第1、第2の実施例では、4個の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11～14を用いて平衡－不平衡変換機能を有するように受信側の弾性表面波フィルタ装置が構成されており、少なくとも1つの縦結合共振子型弾性表面波フィルタにおいて、少なくとも1つのIDTの電極指の対数を他の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの対応のIDTの電極指の対数と異ならせることにより、通過帯域よりも低い周波数帯における減衰量を大きくすることが可能とされている。このとき、第2の実施例のように、第1、第2の平衡信号端子6、7へ信号を送るIDTの電極指の対数を等しくすることにより、第1、第2の平衡信号端子6、7間の振幅差及び位相差も防止することができる。

[0064] なお、上記第1、第2の実施例では、上記平衡－不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置3は、送信側フィルタと組み合わせられてバランス型デュプレクサを構成していたが、本発明による弾性波フィルタ装置は、デュプレクサ以外の用途にも用いることができる。図10は、上記図1に示した弾性表面波フィルタ装置3を用いた段間フィルタの例を示す模式的平面図である。段間フィルタ41は、圧電基板42上に、図示の電極構造を形成することにより構成されている。この電極構造は、図1に示した弾性表面波フィルタ装置3と同様である。従って、同一部分については、同一の参照番号を付することにより、その説明を省略する。

[0065] 図11は、上記実施形態の縦結合共振子型の弾性表面波フィルタ3の変形例を示す模式的平面図である。本変形例の弾性表面波フィルタ装置51では、圧電基板52上に図示の電極構造が形成されている。ここでは、第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ61～64が形成されている。第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ61～64は、それぞれ、表面波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDT61a～61c、62a～62c、63a～63c、64a～64cを有する。また、IDT61a～61cに設けられている領域の表面波伝搬方向両側には、反射器61d、61eが設けられている。他の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ62～64においても、同様に反射器62d、62e～64d、64eが設けられている。

[0066] 第1～第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ61～64は、外側の第1、第3のIDT61a、61c～64a、64cの各一端が共通接続され、1ポート型弾性表面波共振子

15を介して不平衡信号端子5に接続されており、IDT61a, 61c~64a, 64cの各他端がグラウンド電位に接続されている。そして、第1, 第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ61, 62の中央の第2のIDT61b, 62bの一端が共通接続されて第1の平衡信号端子6に接続されており、各他端がグラウンド電位に接続されている。また、第3, 第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ63, 64の中央の第2のIDT63b, 64bの各一端が共通接続されて第2の平衡信号端子7に接続されており、各他端がグラウンド電位に接続されている。すなわち、第1~第4の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ61~64のように、中央に位置している第2のIDTを平衡信号端子に、両側に位置している第1, 第3のIDTを不平衡信号端子側に接続してもよい。

[0067] その他の構成は、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置51は、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置3と同様に構成されている。

[0068] 図12は、本発明の第3の実施形態に係るデュプレクサを示す模式的平面図である。第3の実施形態のデュプレクサ101は、圧電基板102を有する。圧電基板102は、第1の実施形態と同様に、 $40 \pm 5^\circ$  YカットX伝搬の $\text{LiTaO}_3$ からなる。第3の実施形態のデュプレクサ101は、受信側の弾性表面波フィルタ装置103が第1の実施形態の受信側の弾性表面波フィルタ装置3と異なることを除いては、第1の実施形態と同様とされている。従って、同一部分については同一の参照番号を付することにより、その説明を省略する。

[0069] 本実施形態のデュプレクサ101もまた、WCDMA用のバランス型のデュプレクサであり、アンテナ端子2、不平衡信号端子5、第1, 第2の平衡信号端子6, 7及び送信端子8を有する。

[0070] 本実施形態では、受信側フィルタを構成している弾性表面波フィルタ装置103は、不平衡信号端子5に接続された1ポート型弾性表面波共振子15を有する。そして、1ポート型弾性表面波共振子15を介して不平衡信号端子5に接続されるように、第1~第3の、すなわち3個の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ111~113が設けられている。第1~第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ111~113は、それぞれ、表面波伝搬方向に沿って配置された第1, 第2, 第3のIDT111a~111c, 112a~112c, 113a~113cを有する。また、3個のIDT111a~111cが設けられている

領域の表面波伝搬方向両側に反射器111d, 111eが設けられている。第2, 第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ112, 113においても、同様に、反射器112d, 112e, 113d, 113eが設けられている。

- [0071] 第3の実施形態では、第1～第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ111～113の中央の第2のIDT111b～113bの各一端が共通接続され、1ポート型弾性表面波共振子15を介して不平衡信号端子5に接続されており、IDT111b～113bの各他端がグラウンド電位に接続されている。
- [0072] また、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ111の第1, 第3のIDT111a, 111cの各一端と、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ部の第1のIDT112aの一端とが共通接続され、第1の平衡信号端子6に接続されており、IDT111a, 111c, 112aの各他端はグラウンド電位に接続されている。
- [0073] また、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ112の第3のIDT112cと、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ113の第1, 第3のIDT113a, 113cの各一端が共通接続されて第2の平衡信号端子7に接続されており、IDT112c及びIDT113a, 113cの各他端がグラウンド電位に接続されている。
- [0074] そして、IDT111a, 111c, 112aから出力される信号の位相と、IDT112c及びIDT113a, 113cから出力される信号の位相が $180^\circ$ 異なるように、IDT111a, 111c及びIDT112aに対し、IDT112c及びIDT113a, 113cが極性を反転されている。それによって、平衡－不平衡変換機能が実現されている。なお、第1の平衡信号端子6における入力信号に対する出力信号の位相と第2の平衡信号端子7における入力信号に対する出力信号の位相とが $180^\circ$ 異なるようにIDTの向きを調整する構成は、上記図示の構成に限定されるものではない。
- [0075] また、本実施形態においても、第1の実施形態と同様に、直列重み付法により平衡度の改善が図られている。すなわち、第2の平衡信号端子7に接続されているIDT112c及びIDT113a, 113cの第2のIDT112b側端部または第2のIDT113b側端部において、直列重み付が施されている。
- [0076] 本実施形態では、上記のように、3個の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ111～113を上記のようにして接続して平衡－不平衡変換機能を実現した弾性表面波フィ

ルタ装置103において、さらに、少なくとも1つの縦結合共振子型弾性表面波フィルタ111~113のIDTの電極指の対数が、残りの縦結合共振子型弾性表面波フィルタの対応するIDTの電極指の対数と異ならされており、それによって、平衡度の悪化を招くことなく、帯域外減衰量の拡大を図ることが可能とされている。これを、具体的な実験例としての第3の実施例の実験結果を説明することにより明らかにする。

[0077] 第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ111を以下の設計パラメータで設計した。なお、IDTの電極指のピッチで定まる波長 $\lambda I$ とする。

[0078] 電極指の交叉幅:  $28.8 \lambda I$

第1, 第3のIDT11a, 11cの電極指の本数: 29本

第2のIDT11bの電極指の本数: 51本

反射器11d, 11eの電極指の本数: 65本

メタライゼーションレシオ: 0.67

電極膜厚:  $0.106 \lambda I$

第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ112においては、IDT112cの向きが、IDT111cの向きと反転されており、上記直列重み付がIDT112cに設けられていること、並びに中央のIDT113bの電極指の本数が57本とされていることを除いては、上記と同様の設計パラメータで設計した。

[0079] 第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ113については、第1, 第3のIDT113a, 113cの向きが、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの第1, 第3のIDT111a, 111cに対して反転されており、かつ第1, 第3のIDT113a, 113cに上記直列重み付が施されていることを除いては、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ111と同様の設計パラメータとした。

[0080] 弾性表面波共振子15については、IDTの電極指のピッチで定まる波長 $\lambda I$ とすると、以下の設計パラメータで設計した。

[0081] 電極指の交叉幅:  $14.6 \lambda I$

IDTの電極指の本数: 241本

反射器の電極指の本数: 15本

メタライゼーションレシオ: 0.58

電極膜厚:  $0.109\lambda I$

なお、本実施例においても、図12では、1個の1ポート型弾性表面波共振子15のみを図示したが、設計に際しては、上記の弾性表面波共振子を3個直列接続した。

[0082] 上記のようにして構成された縦結合共振子型弾性表面波フィルタ装置103を受信側フィルタとして有するデュプレクサ101を作製した。比較のために、図13に示すデュプレクサ1201を用意した。第2の比較例のデュプレクサ1201は、第1～第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ1211～1213の中央に位置しているIDTの電極指の対数を全て53本と等しくしたことを除いては、全て第3の実施例と同様とした。

[0083] 上記第3の実施例及び第2の比較例のアンテナ端子から受信出力端子への伝送特性を図14に、送信入力端子から受信出力端子への伝送特性であるアイソレーション特性を図15に、平衡信号端子間の振幅差及び位相差を、それぞれ、図16(a), (b)に示す。なお、図13～図16において、実線が第3の実施例の結果を、破線が第2の比較例の結果を示す。

[0084] 図14から明らかなように、通過帯域よりも低域側に位置している送信周波数帯Cにおける減衰量は、第2の比較例では56.0dBであった。これに対して、第3の実施例では、57.0dBであり、1.0dB改善されている。

[0085] また、前述した2Tx-Rx帯Dにおける減衰量は、第2の比較例と第3の実施例とで同等であった。このとき、図14から明らかなように、通過帯域内における挿入損失及び通過帯域幅は、第3の実施例と第2の比較例でほぼ同等であった。また、図15に示したアイソレーション特性及び図16(a), (b)に示した振幅差及び位相差についても、第3の実施例では、第2の比較例とほとんど変わらないことがわかる。すなわち、他の電気的特性を劣化させることなく、送信側周波数帯における減衰量が拡大されていることがわかる。この理由は、上記第1の実施形態の場合と同様である。

[0086] 上記のように、第3の実施例では、3個の縦結合共振子型弾性表面波フィルタを、上記のように接続して平衡－不平衡変換機能を実現した弾性表面波フィルタ装置において、少なくとも1つの縦結合共振子型弾性表面波フィルタの少なくとも1つのIDTの電極指の対数を、他の縦結合共振子型弾性表面波フィルタの対応のIDTの電極指の対数と異ならせることにより、通過帯域よりも低い周波数帯域における減衰量を、

平衡度の悪化を招くことなく大きくし得ることがわかる。

[0087] なお、上記デュプレクサ101では、受信側フィルタとして、上記弾性表面波フィルタ装置103が用いられていたが、図17に模式的平面図で示す段間フィルタ121を、上記弾性表面波フィルタ装置103により構成してもよい。すなわち、段間フィルタ121では、入力端子122と、第1、第2の平衡信号端子123、124との間に、上記弾性表面波フィルタ装置103と同様の構造が接続されており、それによって段間フィルタ121が実現されている。すなわち、デュプレクサに限らず、縦結合共振子型弾性表面波フィルタと、弾性表面波共振子とを組み合わせた段間フィルタとして上記弾性表面波フィルタ装置103を用いてもよい。

[0088] また、図18は、第3の実施形態の変形例に係る弾性表面波フィルタ装置を示す模式的平面図である。本変形例の弾性表面波フィルタ装置131では、第1～第3の縦結合共振子型弾性波フィルタ141～143において、表面波伝搬方向において両側に位置している第1、第3のIDT141a、141c、142a、142c、143a、143cの各一端が共通接続され、1ポート型弾性表面波共振子15を介して不平衡信号端子5に接続されている。

[0089] 他方、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ142においては、中央に位置している第2のIDT142bが、表面波伝搬方向に2分割されて、第1の分割IDT部142b1及び第2の分割142b2を有する。そして、第1の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ141の中央のIDT141bと、上記第1の分割IDT部142b1とが共通接続されて第1の平衡信号端子6に接続されている。IDT142bの他端はグラウンド電位に接続されている。また、上記第2の分割IDT部142b2の一端と、第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ143の中央の第2のIDT143bの一端とが共通接続されて第2の平衡信号端子7に接続されている。IDT143bの他端はグラウンド電位に接続されている。そして、第2の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ142の他端もグラウンド電位に接続されている。

[0090] このように、第1～第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ141～143において、第1、第3のIDTを不平衡信号端子5に接続し、中央に位置している第2のIDTを平衡信号端子6または平衡信号端子7に接続するように構成してもよい。この場合に

においても、第3の実施形態と同様に、第1, 第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ141~143における少なくとも1つのIDTの電極指の対数を、残りの縦結合共振子型弾性表面波フィルタの対応するIDTの電極指の対数と異ならせることにより、平衡度を悪化させることなく、帯域外減衰量の拡大を図ることができる。

[0091] 特に、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ142では、中央に位置している第2のIDT142bが2分割されているので、IDT142bの電極指の本数が偶数本である必要がある。これに対して、IDT141, 143の中央に位置している第2のIDT141b, 143bの電極指の本数は奇数本であるため、元々IDT141b, 143bの電極指の本数は、IDT142の電極指の本数と異なっている。従って、第3の実施例において、帯域外減衰量の拡大をより一層効果的に図るには、第1, 第3の縦結合共振子型弾性表面波フィルタ141, 143のIDT141b, 143bの電極指の対数を、IDT142bの電極指の本数に対して2本以上異ならせることが望ましい。

[0092] なお、上述してきた第1~第3の実施形態では、弾性表面波フィルタ装置につき説明してきたが、本発明は、弾性表面波を利用したものに限らず、弾性境界波などの他の弾性波を利用した弾性波装置であってもよい。すなわち、圧電体と、誘電体の界面に上述した実施形態と同様の電極構造を形成して、弾性境界波フィルタ装置を構成してもよい。

## 請求の範囲

- [1] 圧電基板と、  
前記圧電基板上において、弾性波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTを有する第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタと、  
前記第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタの各入力端子が接続されている不平衡信号端子と、  
前記第1, 第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子が接続されている第1の平衡信号端子と、  
前記第3, 第4の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子が接続されている第2の平衡信号端子とを備え、  
前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相と、前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相とが同相とされており、  
前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相と、前記第4の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相が同相とされており、  
前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相が、前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相と $180^\circ$  異ならされており、  
前記第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタの内少なくとも1つの縦結合共振子型弾性波フィルタにおいて、少なくとも1つのIDTの電極指の対数が、他の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける対応のIDTの電極指の対数と異なっていることを特徴とする、弾性波フィルタ装置。
- [2] 前記第1～第4の縦結合共振子型弾性波フィルタにおいて、各縦結合共振子型弾性波フィルタにおける第1～第3のIDTの電極指の対数の和を総対数とするとき、第1の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数及び第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数が等しくされており、かつ前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数及び第4の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数が等しくされており、第1

の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数と第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの総対数とが異なっている、請求項1に記載の弾性波フィルタ装置。

[3] 圧電基板と、

前記圧電基板上において弾性波伝搬方向に沿って配置された第1～第3のIDTをそれぞれ有する第1～第3の縦結合共振子型弾性波フィルタと、

前記第1～第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの入力端子が接続されている不平衡信号端子と、第1の平衡信号端子と、第2の平衡信号端子とを備え、

前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相が、前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける入力信号に対する出力信号の位相と $180^\circ$ 異なっており、

前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタが、第1, 第2の出力端子を有し、第1の出力端子における入力信号に対する出力信号の位相と、第2の出力端子における入力信号に対する出力信号の位相とが $180^\circ$ 異なっており、

前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子における入力信号に対する出力信号の位相が、前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの第1の出力端子における入力信号に対する出力信号の位相と同相であり、

前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子における入力信号に対する出力信号の位相と、前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの前記第2の出力端子における入力信号に対する出力信号の位相とが同相であり、

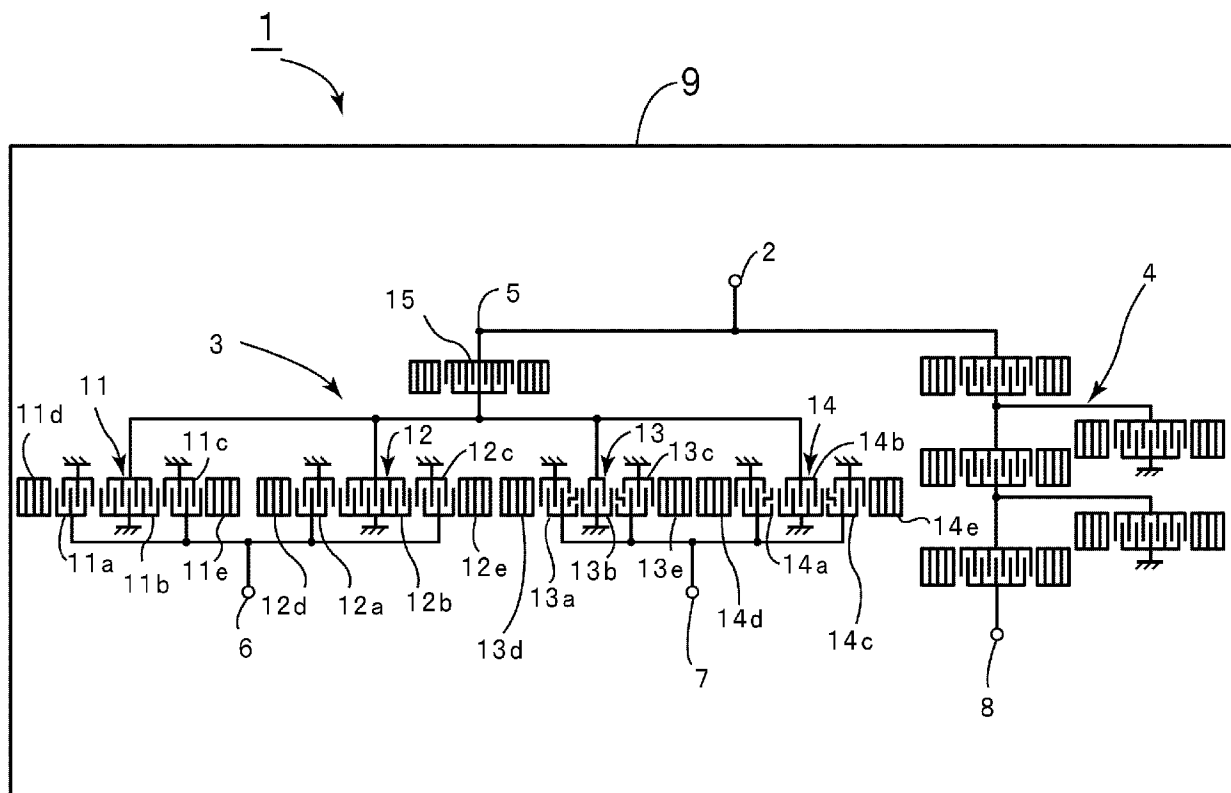
前記第1の平衡信号端子に、前記第1の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子及び第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの第1の出力端子が接続されており、

前記第2の平衡信号端子に、前記第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの出力端子及び前記第2の縦結合共振子型弾性波フィルタの第2の出力端子が接続されており、

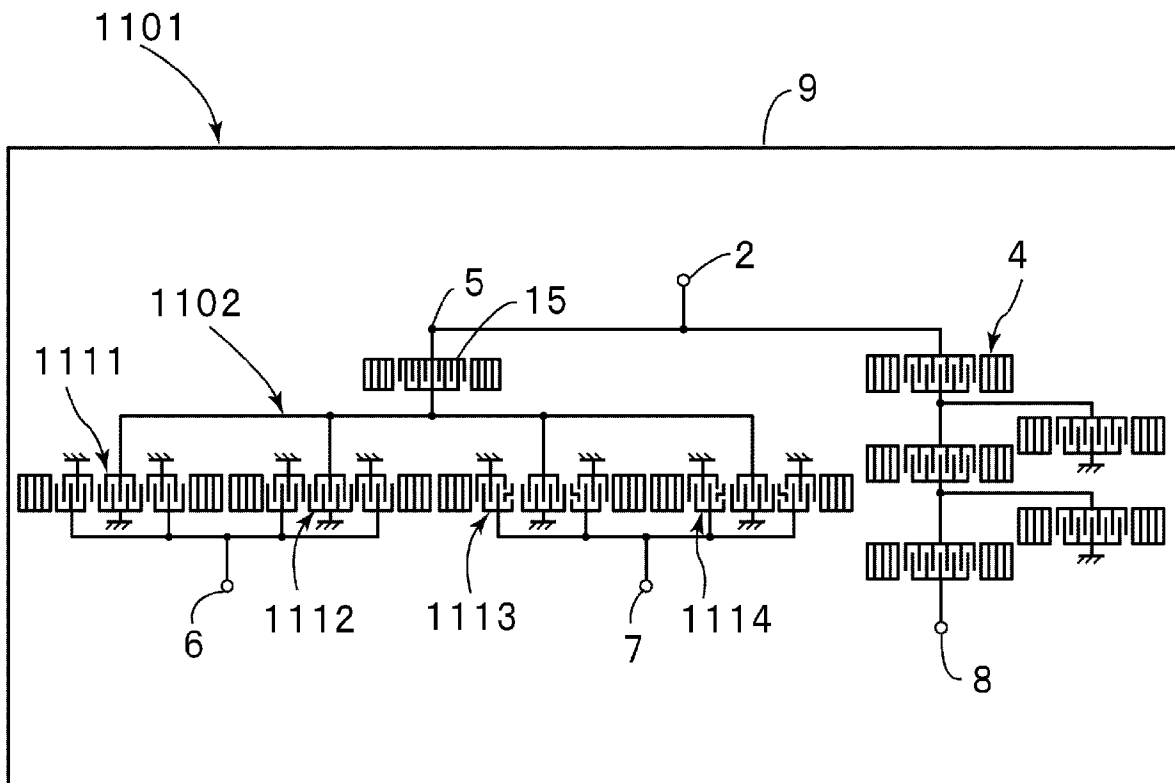
前記第1～第3の縦結合共振子型弾性波フィルタの内少なくとも1つの縦結合共振子型弾性波フィルタにおける少なくとも1つのIDTの電極指の対数が、他の縦結合共振子型弾性波フィルタにおける対応のIDTの電極指の対数と異なっていることを特徴とする、弾性波フィルタ装置。

- [4] 送信側フィルタと、請求項1～3のいずれか1項に記載の弾性波フィルタ装置からなる受信側フィルタとを備えることを特徴とする、デュプレクサ。

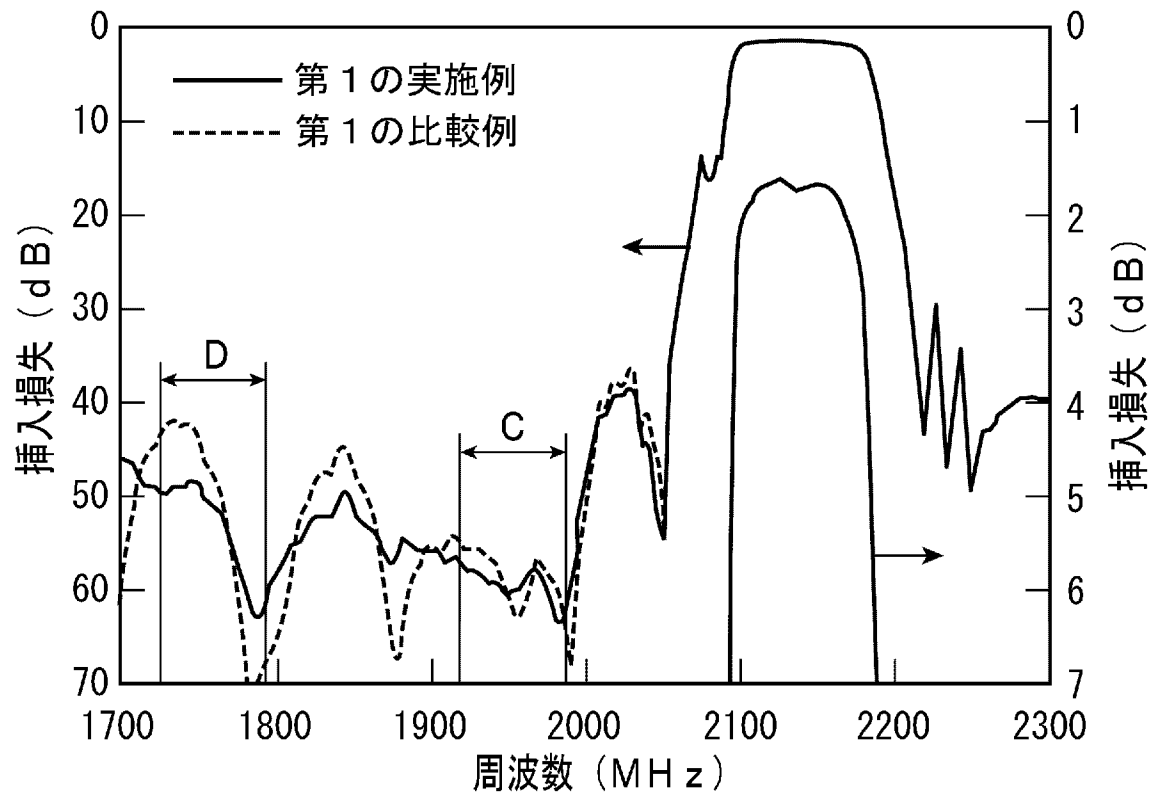
[図1]



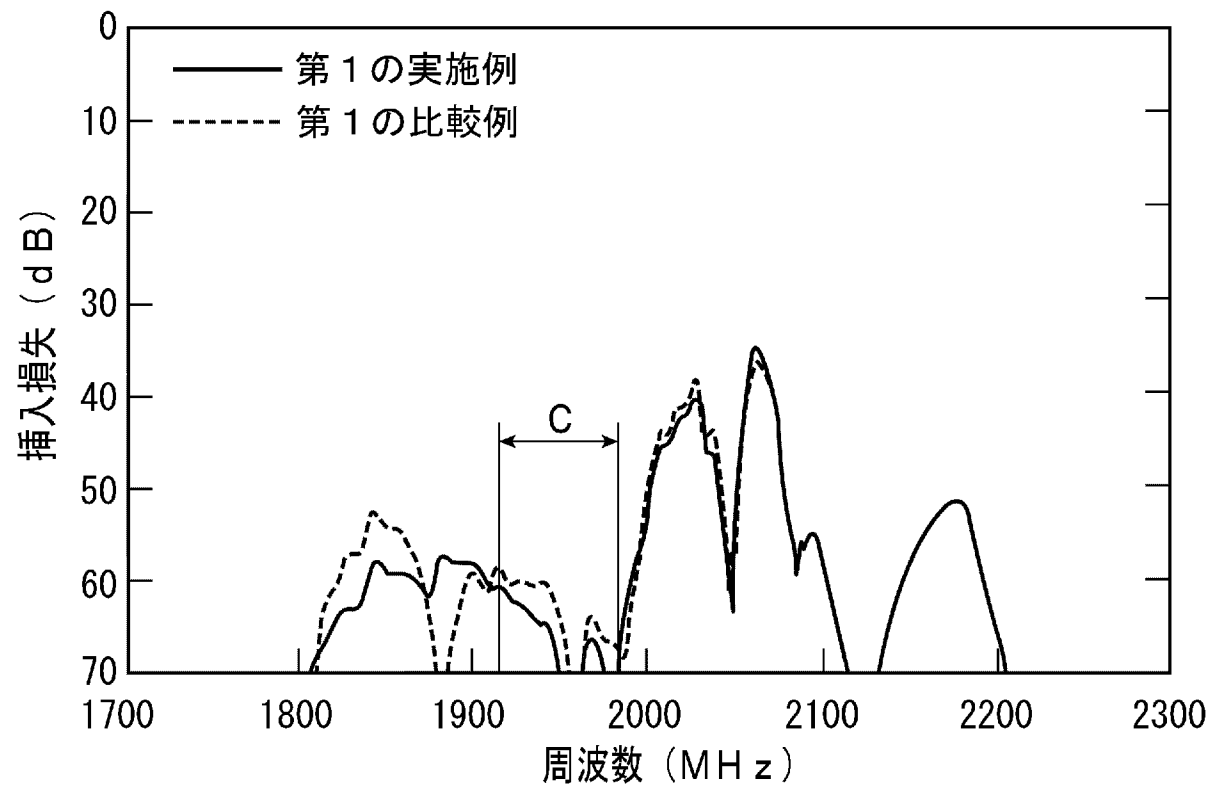
[図2]



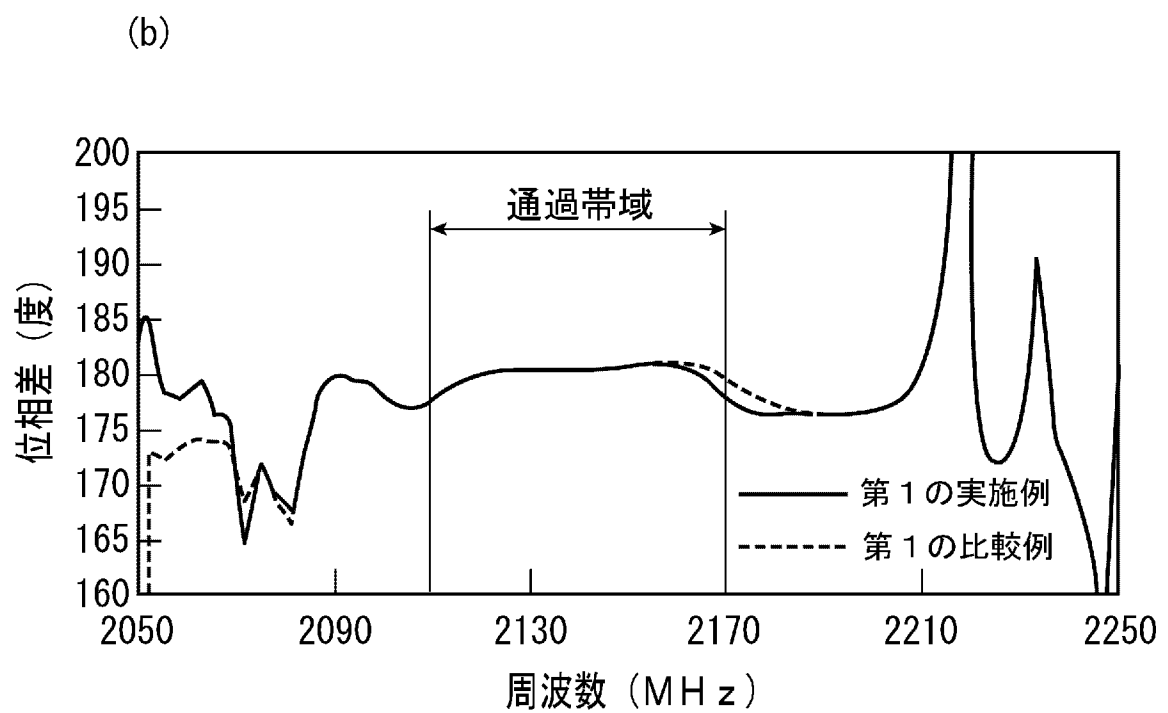
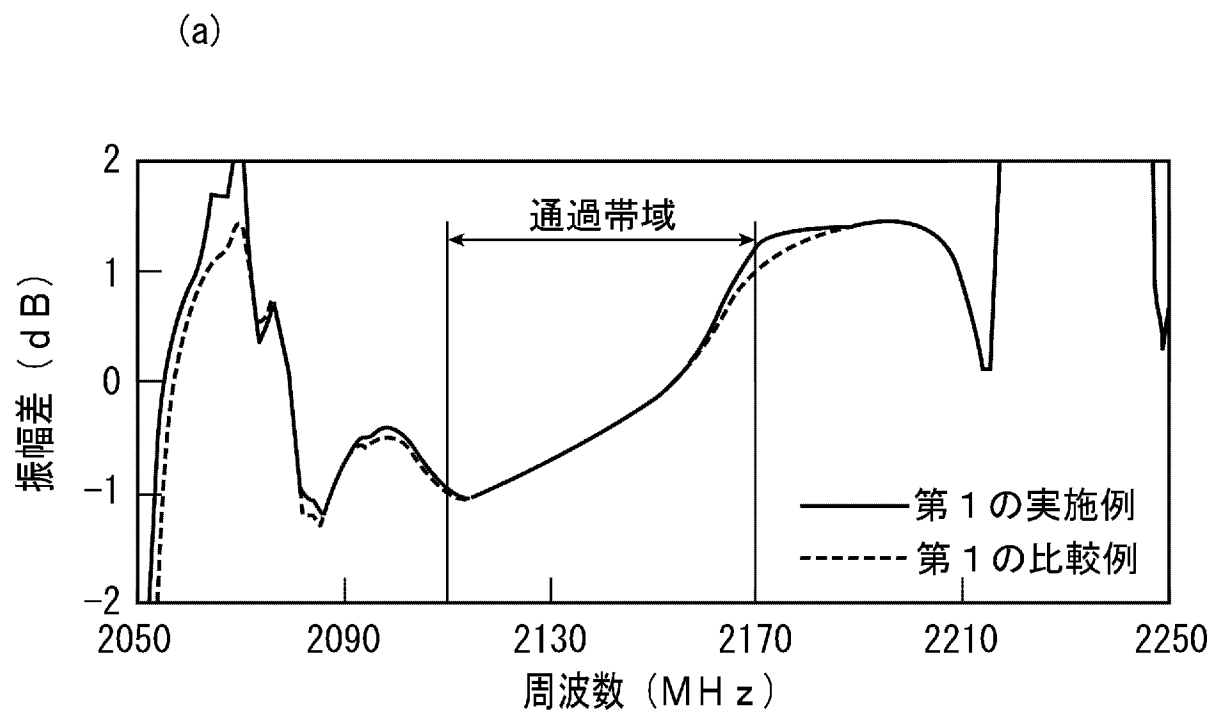
[図3]



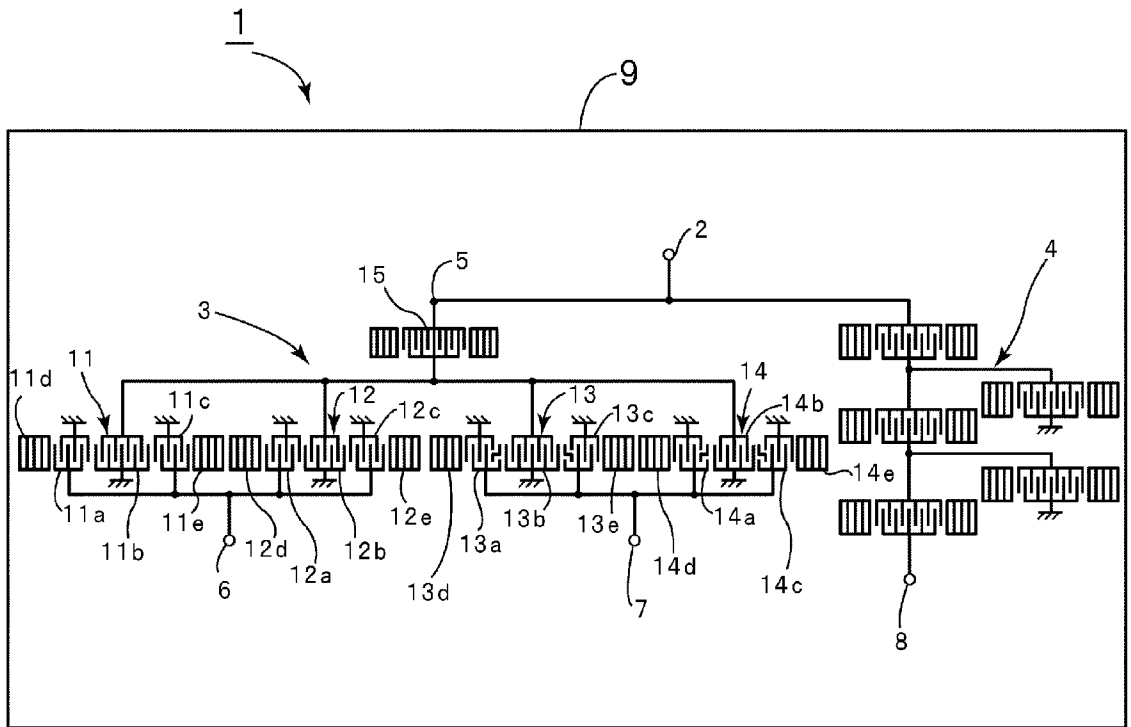
[図4]



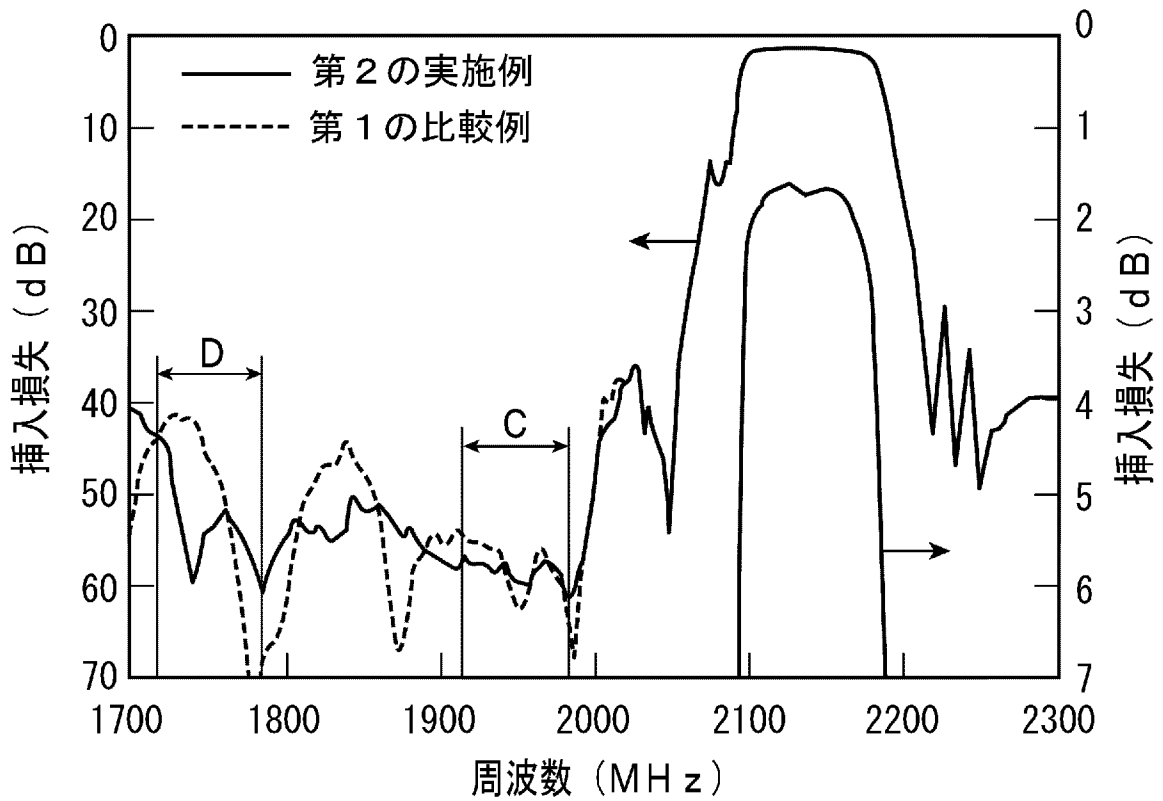
[図5]



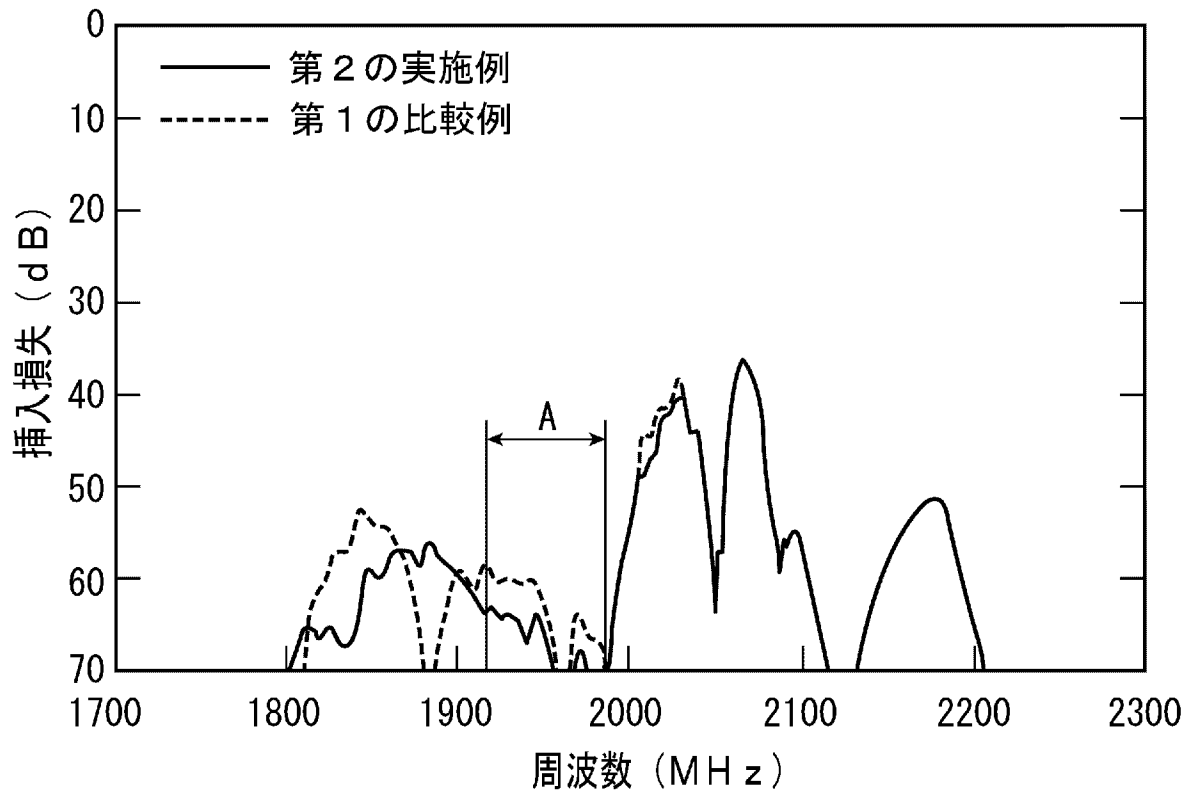
[図6]



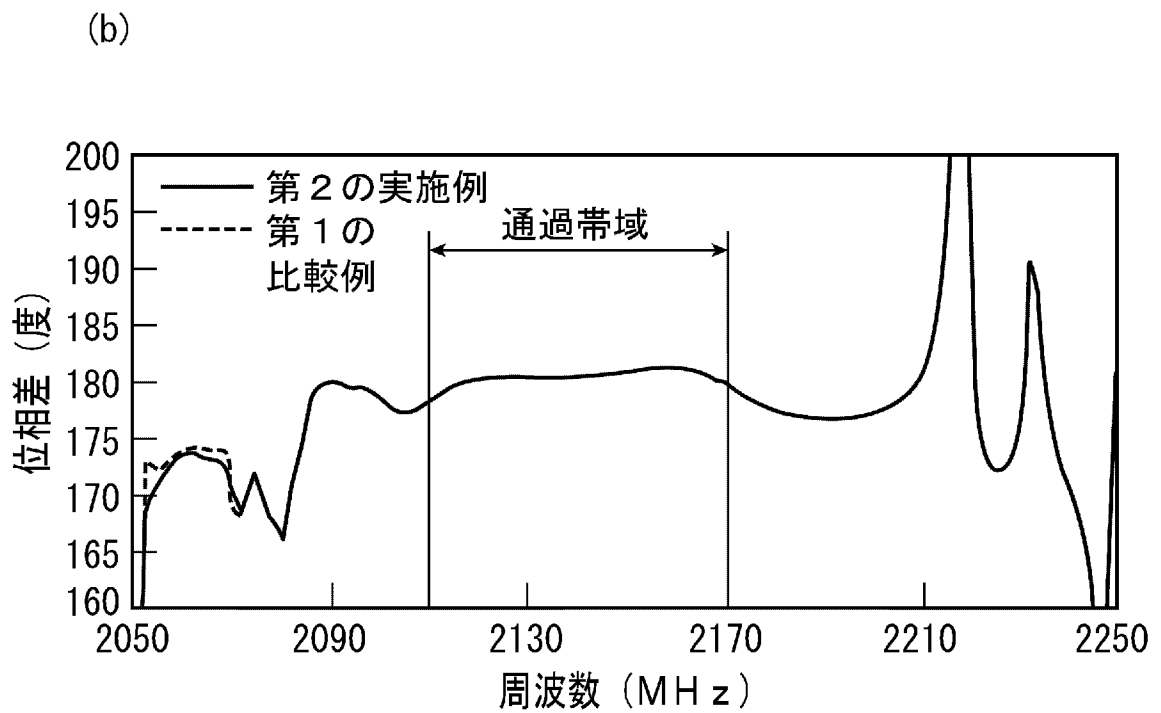
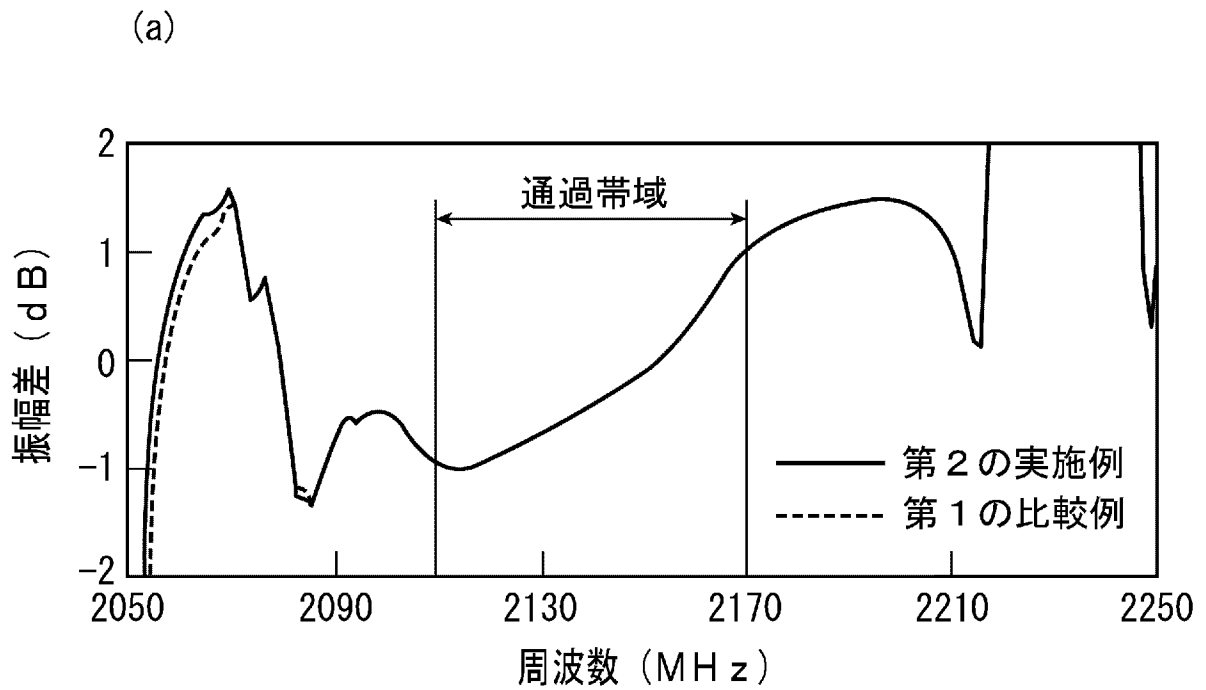
[図7]



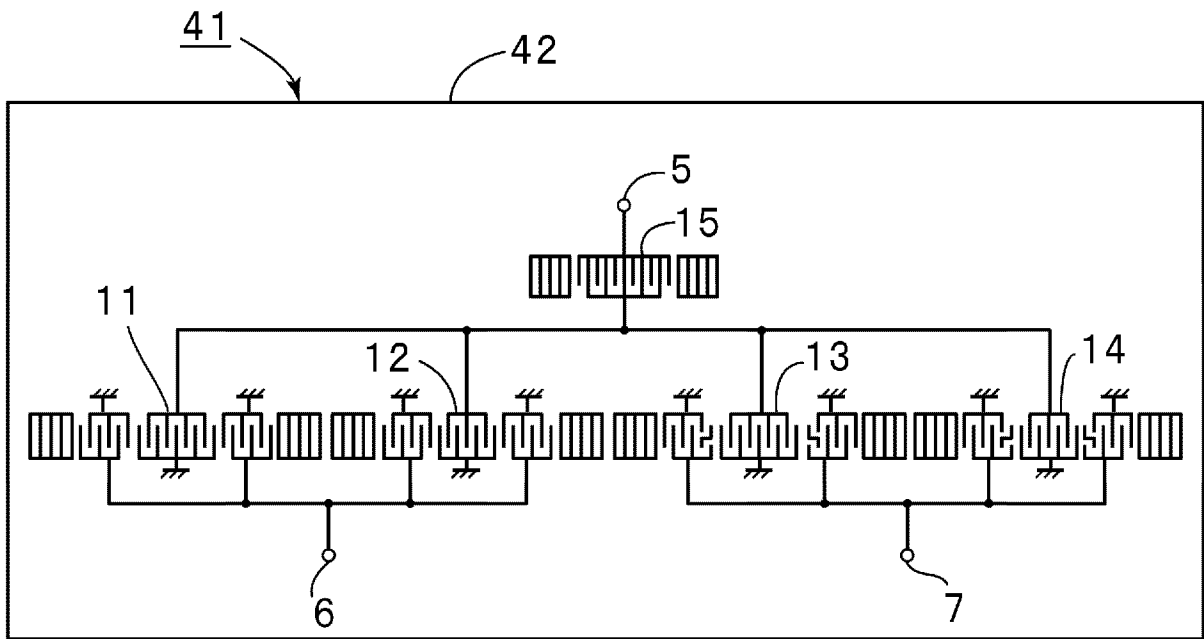
[図8]



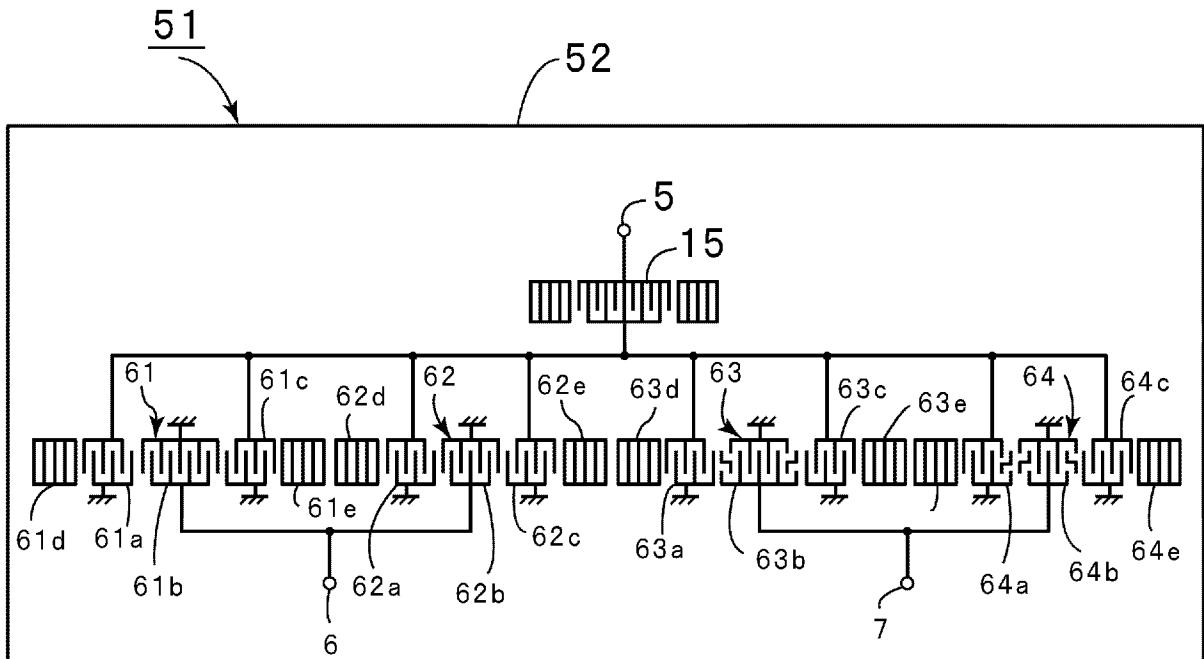
[図9]



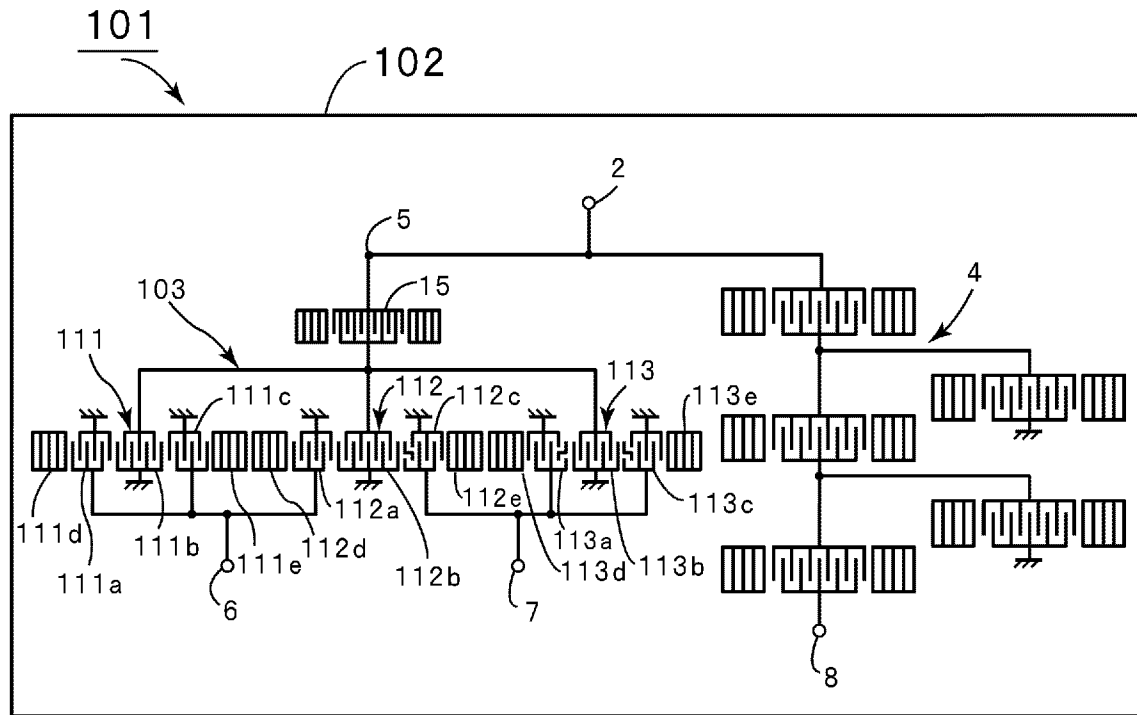
[図10]



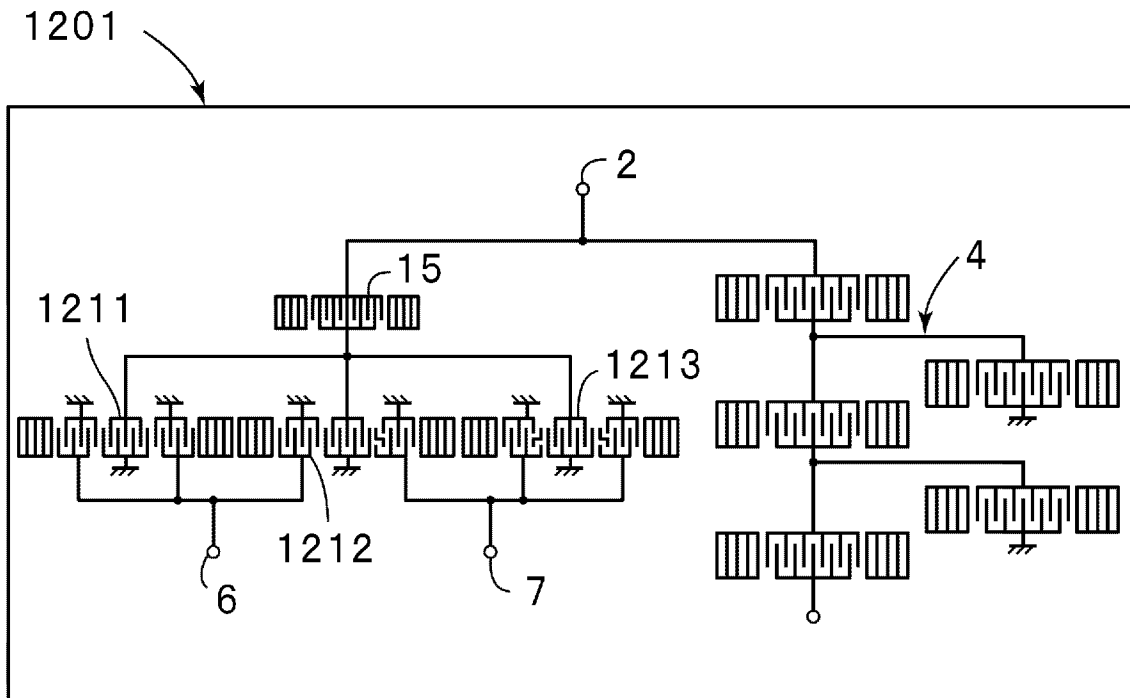
[図11]



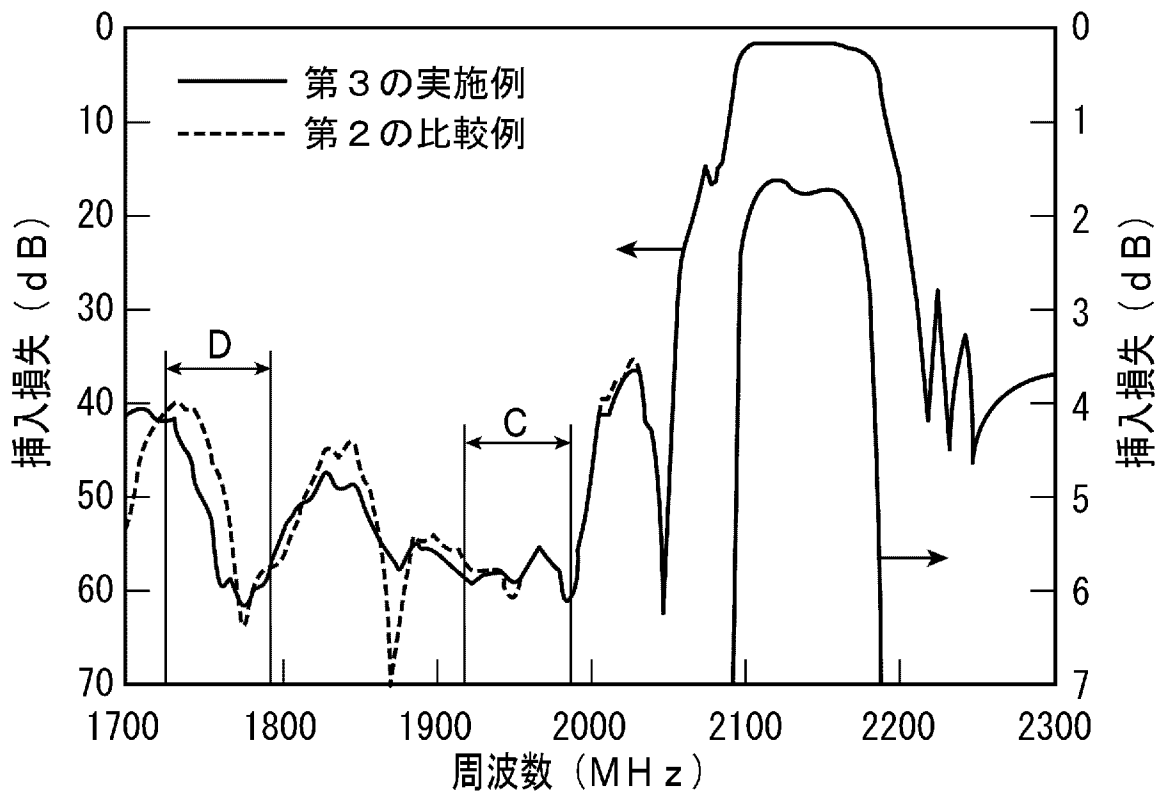
[図12]



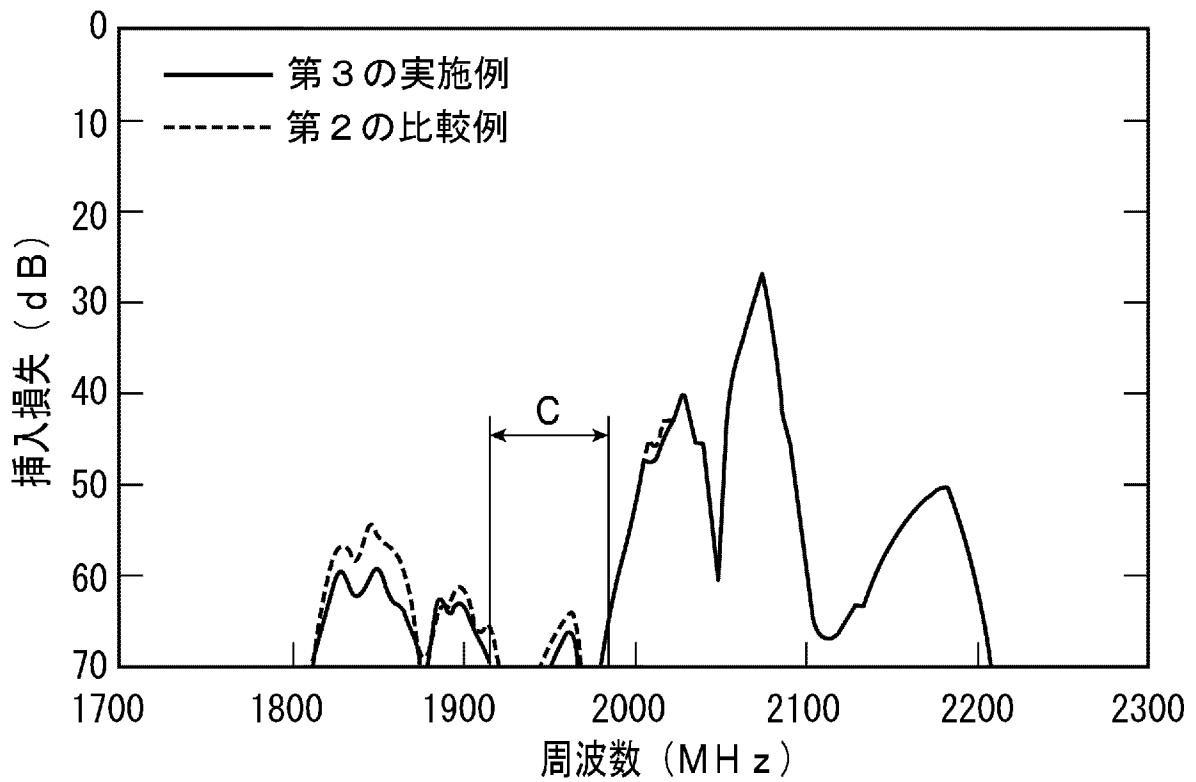
[図13]



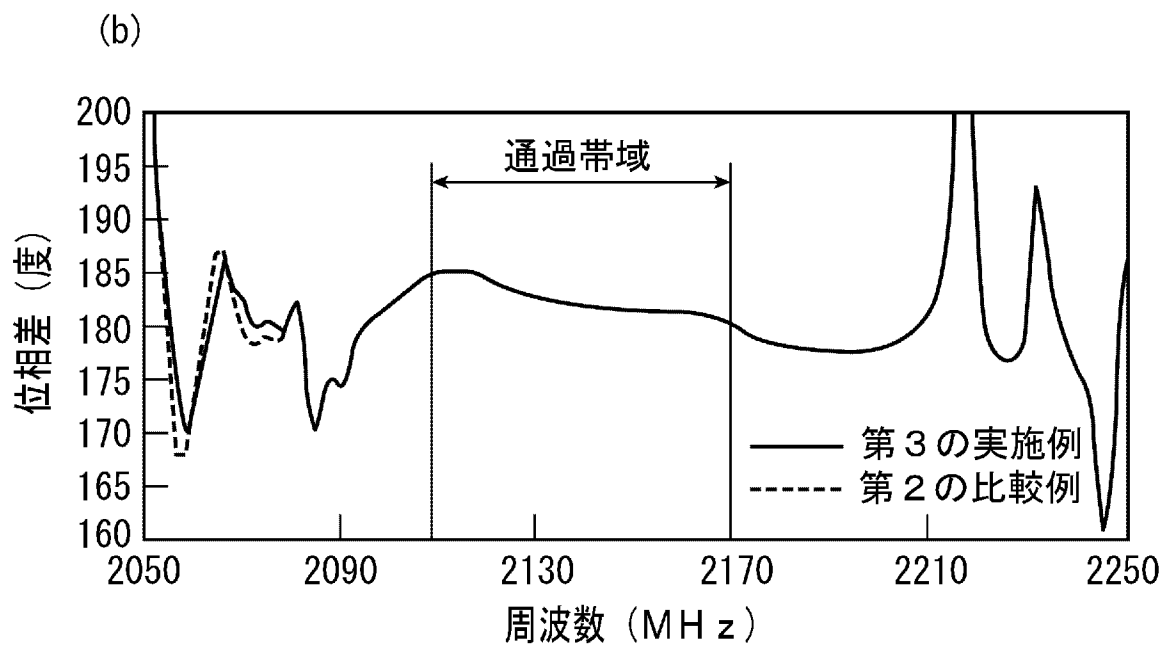
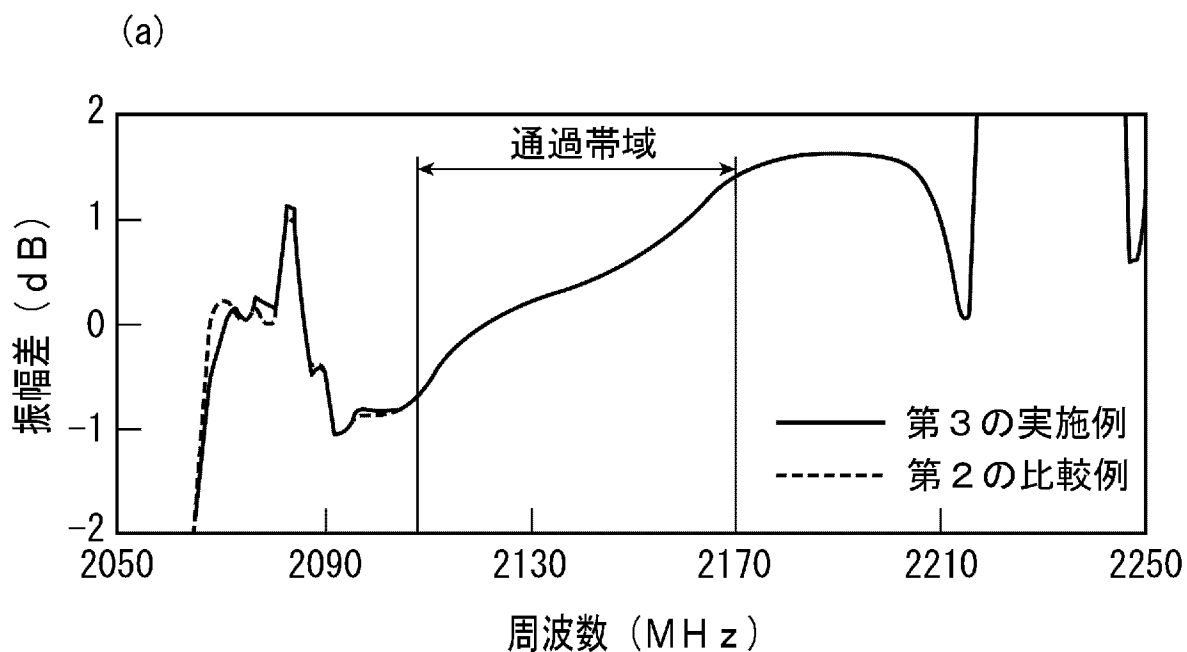
[図14]



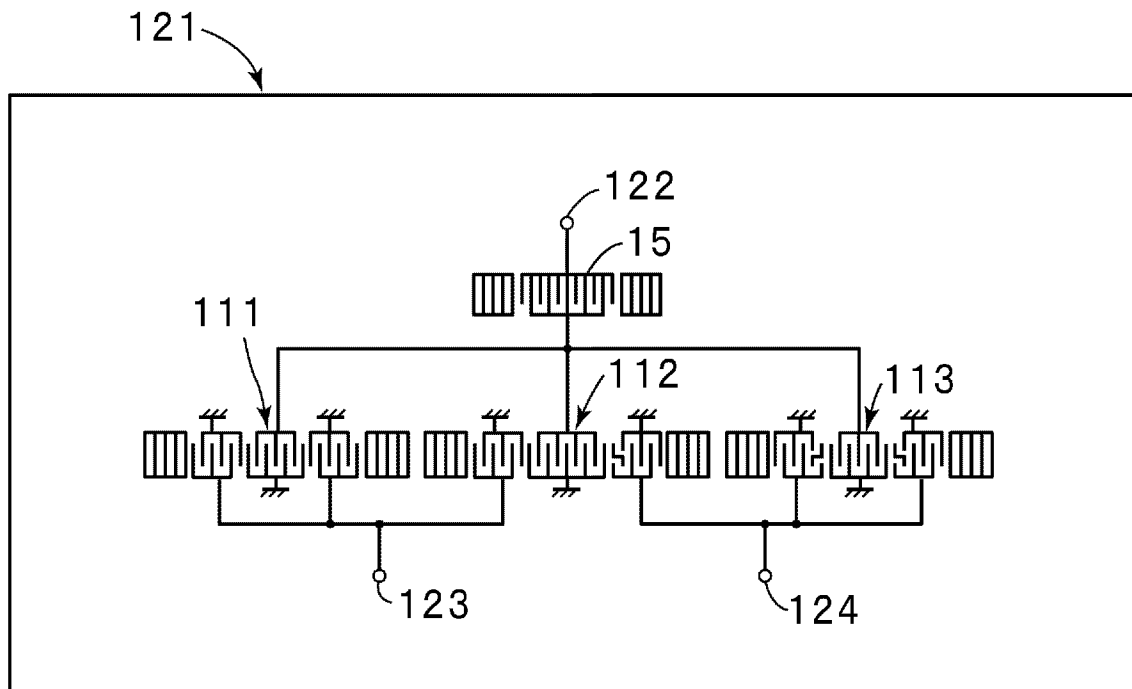
[図15]



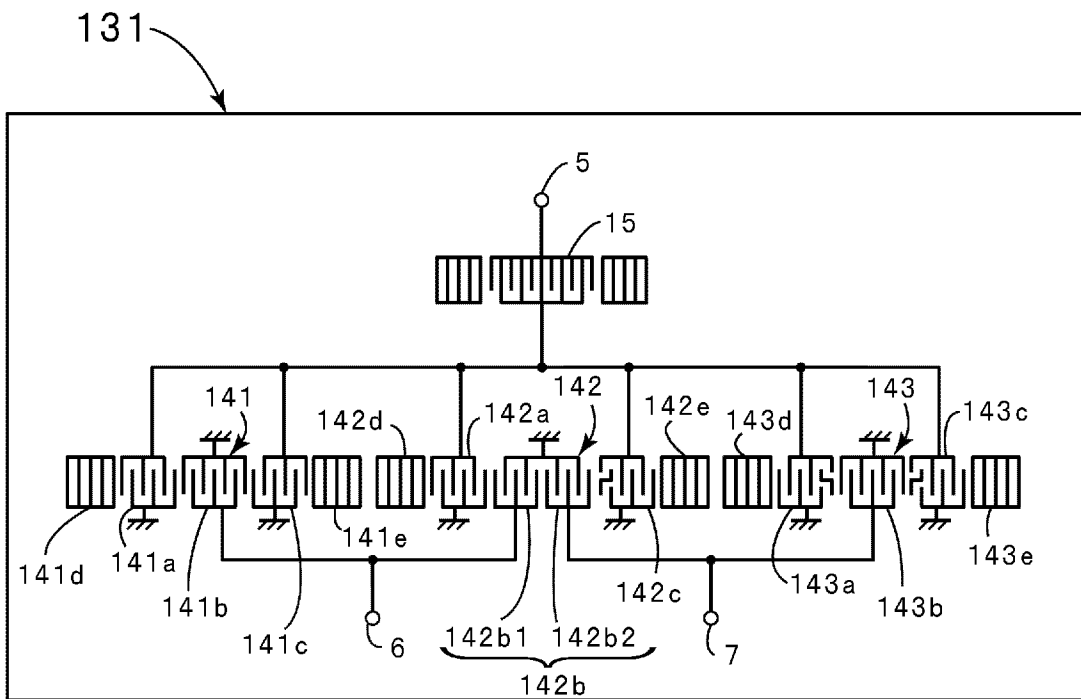
[図16]



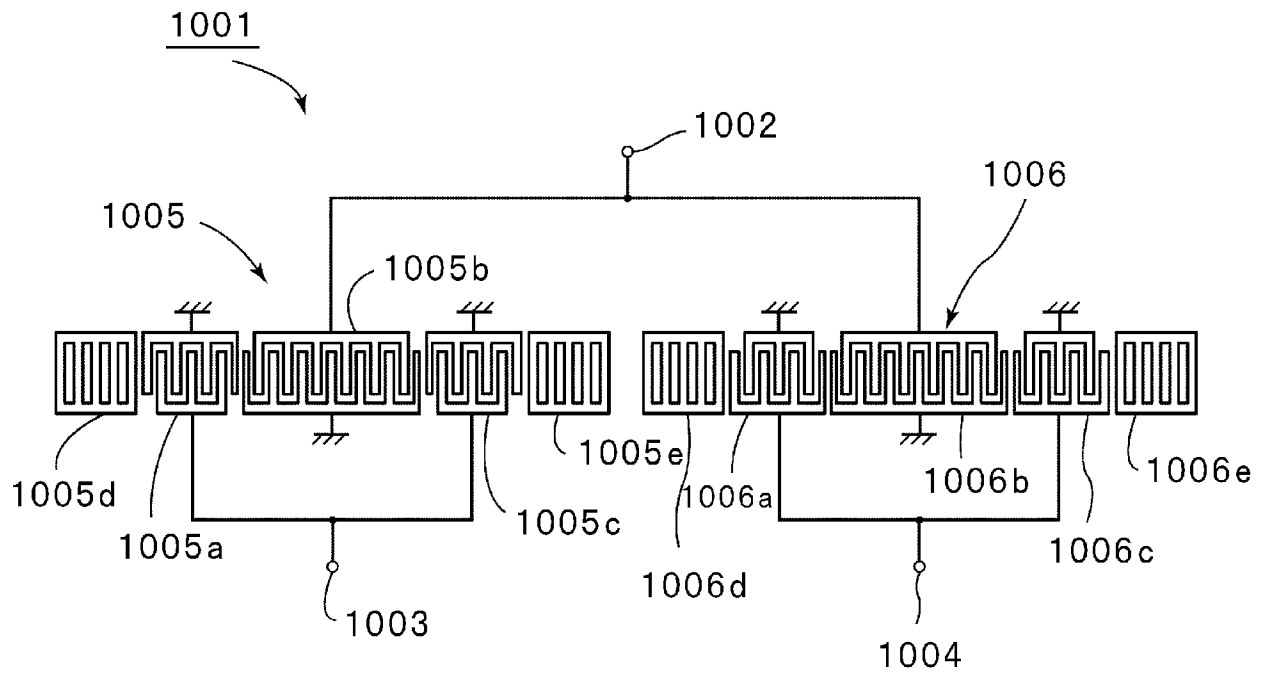
[図17]



[図18]



[図19]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2007/060707

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H03H9/64(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)  
H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 2003-78387 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 14 March, 2003 (14.03.03), Par. No. [0087]; Fig. 18 & US 2004/0106383 A1 & EP 1397861 A & WO 03/001667 A1	1-2, 4
Y A	JP 2002-84163 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 22 March, 2002 (22.03.02), Par. Nos. [0077] to [0079]; Fig. 11 & US 2002/0000898 A1 & EP 1158672 A2	1-2, 4 3
Y	JP 2003-249842 A (Fujitsu Media Devices Ltd.), 05 September, 2003 (05.09.03), Figs. 6, 11 & US 2004/0155730 A1 & EP 1465337 A1 & WO 03/055067 A1	4

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 04 September, 2007 (04.09.07)	Date of mailing of the international search report 18 September, 2007 (18.09.07)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/060707

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 2004-96244 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 25 March, 2004 (25.03.04), Fig. 24 & US 2004/0080385 A1 & EP 1394941 A2	3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H03H9/64(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 (IPC)) Int.Cl. H03H3/007-H03H3/10, H03H9/00-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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 2003-78387 A (株式会社村田製作所) 2003.03.14, [0087]、図18 & US 2004/0106383 A1 & EP 1397861 A & WO 03/001667 A1	1-2, 4	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>			
* 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 04.09.2007		国際調査報告の発送日 18.09.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 崎間 伸洋	5W 3570
		電話番号 03-3581-1101 内線 3576	

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 A	JP 2002-84163 A (株式会社村田製作所) 2002.03.22, [0077]-[0079]、図 11 & US 2002/0000898 A1 & EP 1158672 A2	1-2, 4 3
Y	JP 2003-249842 A (富士通メディアデバイス株式会社) 2003.09.05, 図 6, 図 11 & US 2004/0155730 A1 & EP 1465337 A1 & WO 03/055067 A1	4
A	JP 2004-96244 A (株式会社村田製作所) 2004.03.25, 図 24 & US 2004/0080385 A1 & EP 1394941 A2	3