

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-295202

(P2005-295202A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int.Cl.⁷

H03H 9/64

H03H 9/145

F I

H03H 9/64

H03H 9/145

テーマコード (参考)

5J097

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2004-107363 (P2004-107363)

(22) 出願日 平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000003067

TDK株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(74) 代理人 100100365

弁理士 増子 尚道

(72) 発明者 木原 芳一

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T

DK株式会社内

(72) 発明者 若田 英子

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T

DK株式会社内

Fターム(参考) 5J097 AA16 BB02 BB15 CC05 DD06

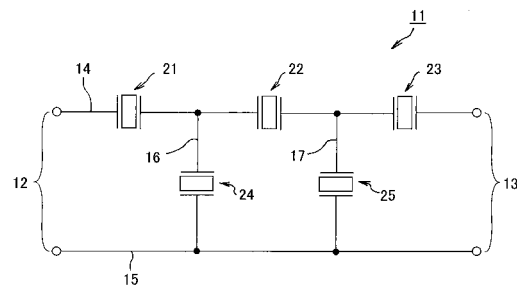
(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタおよびデュプレクサ

(57) 【要約】

【課題】 挿入損失を増大させることなく通過帯域外でより広く平坦な減衰を得る。

【解決手段】 1以上の直列腕共振器と1以上の並列腕共振器とをラダー型に接続してなる弾性表面波フィルタで、直列腕共振器21～23のIDTにおける、一方のバスバーと、他方のバスバーに接続されている電極指の先端との距離を、電極指対の周期を λ としたときに、 1λ より大きくかつ 5λ 以下の値とする。直列腕共振器を2以上有する場合、該2以上の共振器で前記距離を互いに異ならせる。電極指の交差長は、 5λ から 20λ の範囲内の値とする。当該弾性表面波フィルタによりデュプレクサを構成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 以上の直列腕共振器と 1 以上の並列腕共振器とをラダー型に接続してなる弾性表面波フィルタであって、

少なくとも 1 つの前記直列腕共振器のインターデジタルトランスデューサにおける、一方のバスバーと、他方のバスバーに接続されている電極指の先端との距離を、電極指対の周期を λ としたときに、 1λ より大きくかつ 5λ 以下の値とした

ことを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項 2】

前記直列腕共振器を 2 以上有するとともに、

該 2 以上の直列腕共振器のうち、第一の直列腕共振器のインターデジタルトランスデューサにおける前記距離を 1λ より大きくかつ 5λ 以下の第一の値とし、第二の直列腕共振器のインターデジタルトランスデューサにおける前記距離を 1λ より大きくかつ 5λ 以下の前記第一の値とは異なる第二の値とした

ことを特徴とする請求項 1 に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 3】

前記直列腕共振器のインターデジタルトランスデューサにおける電極指の交差長を、 5λ から 20λ の範囲内の値とした

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 4】

前記フィルタを構成する圧電基板が、 LiTaO_3 基板であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の弾性表面波フィルタを含むデュプレクサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、弾性表面波フィルタおよびデュプレクサに係り、特に直列腕共振器と並列腕共振器とをラダー型に接続した弾性表面波フィルタ（以下、SAWフィルタという）と、該フィルタを含むデュプレクサに関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話機などの移動体通信機器では、小型かつ高機能化に適する点から、高周波帯域フィルタとして SAWフィルタが近年広く使用されている。かかる SAWフィルタは、弾性表面波を励振する楕形電極（インターデジタルトランスデューサ：Interdigital Transducer／以下、IDTという）と、IDTの両側に配置されて IDT で励起される弾性表面波を閉じ込める反射器とからなる SAW共振器を圧電基板上に形成し、この共振器を用い、所定の通過域を有するフィルタを構成する。

【0003】

共振器の接続構造としては、ラダー型に共振器を接続する回路構成が知られている。すなわち、このラダー型 SAWフィルタは、入力端と出力端とを結ぶ直列腕と、直列腕と基準電位とを結ぶ並列腕とを有し、直列腕に直列腕共振器として一端子対 SAW共振器が、並列腕に並列腕共振器として同じく一端子対 SAW共振器がそれぞれ接続されている。各共振器の接続個数は、当該フィルタが目的とする特性に応じて適宜選択される。

【0004】

また、このような SAWフィルタを開示するものとして下記特許文献がある。

【0005】

【特許文献 1】特開平 11-340774 号公報

【特許文献 2】特許第 3255128 号公報

【0006】

ところで、帯域通過フィルタは、所定の通過帯域で挿入損失を低く抑え、かつ通過帯域外では大きな減衰が得られることが望まれる。

【0007】

ところが、上記ラダー型SAWフィルタは、通過帯域の至極近傍の周波数領域では大きな減衰量を得ることが出来るものの、通過帯域から周波数が離れるに従い急激に減衰量が低下する特性がある。したがって、例えば送受信信号を分波するデュプレクサを構成する場合、減衰域の帯域幅は、通過域の帯域幅と同程度である場合が多いため、このような減衰特性では、相手方フィルタの通過帯域で十分な減衰量を得られない場合がある。

【0008】

一方、通過帯域外におけるこのような特性を改善しようとする、通過帯域における挿入損失が増大し、通過帯域での特性劣化を引き起こす。 10

【0009】

フィルタを形成する共振器自体の構成や接続個数・配置構成など様々な設計上の工夫がなされているが、通過帯域外で幅広くかつ高い減衰量を得ることは容易ではない。

【0010】

また、上記特許文献1の発明は、通過帯域での減衰量周波数特性を平坦性して広帯域化を図るもので、減衰域での特性を改善できるものではない。さらに、上記特許文献2の発明は、通過帯域におけるフィルタ特性の急峻性を高めることを目的としたものである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0011】

したがって、本発明の目的は、挿入損失を増大させることなく通過帯域外で従来より広く平坦な減衰を得ることが可能なSAWフィルタを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

このような課題を解決するため、本発明の第一のSAW（弾性表面波）フィルタは、1以上の直列腕共振器と1以上の並列腕共振器とをラダー型に接続してなるSAWフィルタであって、少なくとも1つの前記直列腕共振器のIDT（インターデジタルトランスデュース）における、一方のバスバーと、他方のバスバーに接続されている電極指の先端との距離を、電極指対の周期を λ としたときに、 1λ より大きくかつ 5λ 以下の値としたことを特徴とする。 30

【0013】

本発明者は、ラダー型SAWフィルタについて実験・検討を行った。本発明の第一のSAWフィルタに関する上記構成、並びに下記第二および第三のSAWフィルタの各構成は、かかる実験結果（詳細は図面を参照しつつ後述する）に基づいてなされたものである。

【0014】

すなわち、ラダー型SAWフィルタにおいて、直列腕共振器のIDTにおける一方のバスバーと、他方のバスバーに接続されている電極指の先端との距離（以下、ギャップ長という）を、電極指対の周期（電極指のピッチ） λ より大きくすると、周波数－インピーダンス特性における反共振点の高周波側にスパイク状のピークが現れ、当該フィルタのインピーダンスが増大される。このピークは、ギャップ長を変えるとその周波数位置が変化することから、IDTのバスバーと電極指との間のギャップで発生する副次共振モードによるものと考えられる。 40

【0015】

本発明のSAWフィルタでは、この副次共振モードによるピークを利用し、当該フィルタの通過帯域外における減衰量を増大させ、減衰域の平坦化を図る。

【0016】

ギャップ長と周波数との関係は、具体的には、ギャップ長を電極指対の周期 λ に一致させた場合（ 1λ とした場合）には、かかる副次共振モードピーク（共振周波数）は、SAW共振器の主共振モードの反共振周波数とほぼ重なってしまい、上記インピーダンスの増 50

加による減衰量増大の効果を得ることは出来ない。

【0017】

一方、ギャップ長を 1λ より大きくしていくと、上記副次共振モードのピークが高域化していく（周波数が大きい方にずれていく）。また同時に、ギャップ長が大きくなるにつれ、かかる副次共振モードピークによるインピーダンス増加量は小さくなり、 5λ 以上になると、副次共振モードのピークは明確に現われなくなる。また、かかる副次共振モードを発生させても、主共振モードの共振点および反共振点に影響を与えることは殆どなく、通過帯域の特性劣化は見られない。

【0018】

したがって、本発明のSAWフィルタでは、直列腕共振器のIDTのギャップ長を 1λ を超えかつ 5λ 以下の値とする。これにより、副次共振モード（導波モード）を発生させ、かつその副次共振モードの周波数位置をフィルタ減衰域の反共振点より高い周波数に設定することにより、ラダー型フィルタの減衰域に当たる部位のインピーダンスを増大させ、従来のSAWフィルタに較べより大きな通過帯域外減衰量を得る。

【0019】

本発明の第二のSAWフィルタは、前記第一のSAWフィルタにおいて、前記直列腕共振器を2以上有するとともに、該2以上の直列腕共振器のうち、第一の直列腕共振器のIDTにおける前記距離を 1λ より大きくかつ 5λ 以下の第一の値とし、第二の直列腕共振器のIDTにおける前記距離を 1λ より大きくかつ 5λ 以下の前記第一の値とは異なる第二の値とした。

【0020】

上述のように、ラダー型SAWフィルタにおいて直列腕共振器のIDTのギャップ長を変化させると、副次共振モードピークの周波数位置がずれていく。したがって、複数個有する直列腕共振器について各共振器のギャップ長を異なる値とすれば、減衰域において複数の副次共振モードピークを発生させることが可能となる。

【0021】

本発明の第二のフィルタでは、上記 1λ より大きくかつ 5λ 以下の範囲内で複数の直列腕共振器のギャップ長を異なる値に設定し、これにより互いに異なる周波数の複数の副次共振モードピークを発生させ、より広い周波数領域において平坦な減衰域を形成する。

【0022】

一例を述べれば、3個の直列腕共振器を含む3段のSAWフィルタを構成する場合には、第一の直列腕共振器のIDTのギャップ長を例えば 2λ 、第二の直列腕共振器のIDTのギャップ長を例えば 3λ 、第三の直列腕共振器のIDTのギャップ長を例えば 4λ とする。尚、かかるラダー型フィルタの段数（共振器の数）、および各ギャップ長の大きさ（例えば 1.5λ 、 2.4λ 等々、 λ の整数倍でなくても良い）・組合せは、これ以外にも様々に設定することが可能であり、これらに限定されるわけではない。

【0023】

本発明の第三のSAWフィルタは、前記第一または第二のSAWフィルタにおいて、前記直列腕共振器のIDTにおける電極指の交差長を、 5λ から 20λ の範囲内の値としたものである。

【0024】

上記実験の結果、電極指の交差長を変えると、その変化に伴い、主共振モードに対する副次共振モードの寄与の度合いが変わることがわかった。

【0025】

すなわち、IDTの電極指の交差長を大きくしていくと、副次共振モードの周波数は変化しないが、副次共振モードによるインピーダンスの増加量が次第に小さくなる。特に、交差長が 20λ を超えると、かかる副次共振モードによるインピーダンス増加量が小さくなって減衰特性の改善効果が少なくなる。

【0026】

一方、逆に電極指の交差長を小さくしていくと、主共振モードの反共振インピーダンス

10

20

30

40

50

が低下する。特に、交差長を 5λ より小さくした場合には、かかる主共振モードの反共振インピーダンスの劣化が大きくなる。

【0027】

したがって、本発明の第三のSAWフィルタでは、直列腕共振器のIDTにおける電極指の交差長を 5λ から 20λ の範囲内の値に設定し、これにより上記副次共振モードによる減衰特性の改善を図る。

【0028】

上記第一から第三のSAWフィルタを構成する圧電基板としては、例えばLiTaO₃基板を使用することが出来る。

【0029】

本発明のデュプレクサは、前記第一から第三のいずれかのSAWフィルタを含むものである。

【0030】

前記第一から第三のいずれかのSAWフィルタによってデュプレクサを構成することにより、相手方フィルタの通過帯域で平坦かつ高い減衰特性を有するデュプレクサを形成することが出来る。

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、通過域における特性を劣化させることなく、通過帯域外で平坦でより大きな減衰特性を得ることが可能となる。

【0032】

本発明の他の特徴および利点は、以下の本発明の実施の形態の説明により明らかにする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、添付図面を参照しつつ本発明の実施の形態（以下、本実施形態という）を説明する。

【0034】

図1は、本発明の一実施形態に係るラダー型SAWフィルタを示すものである。

同図に示すようにこのSAWフィルタ11は、入力端子12と出力端子13とを結ぶ直列腕14に3個のSAW共振器21, 22, 23を設けるとともに、該直列腕14と基準電位15とを結ぶ並列腕16, 17に2個のSAW共振器24, 25を設け、これら直列腕共振器21～23と並列腕共振器24, 25とにより4段のラダー型SAWフィルタを構成したものである。

【0035】

かかるフィルタ11において、各SAW共振器21～25は、図2に示すように、圧電基板上に形成した、弾性表面波を励振するIDT（Interdigital Transducer）31と、IDT31の両側に配置されてIDT31で励振される弾性表面波を閉じ込める短絡型グレーティング反射器41（図2では片側の反射器のみを示す）とを有する一端子対SAW共振器により構成する。

【0036】

IDT31は、正規型IDTであり、表面波伝搬方向に沿って延びる一対のバスバー32a, 32bを有する。これらバスバーのうち一方のバスバー32aには、複数本の電極指33aの一端が接続され、各電極指33aは、表面波伝搬方向と直交する方向に、すなわち他方のバスバー32bに向け延びている。同様に、他方のバスバー32bには、複数本の電極指33bの一端が接続されており、各電極指33bは、前記一方のバスバー32aに向け延びている。各電極指33a, 33bは、互いに間挿し合うように配置されており、電極指の対数はこの例では80対、電極指の周期は λ である。尚、図2では、電極指の対数は実際より少なく表現している。

【0037】

10

20

30

40

50

直列腕共振器 21～23 の共振周波数は、並列腕共振器 24, 25 の反共振周波数に略一致させてある。また、上記 SAW 共振器 21～25 (IDT 31 および反射器 41) を形成する圧電基板としては、例えば LiTaO₃ 基板を使用することができ、電極指 33a, 33b、バスバー 32a, 32b および接続線路 34a, 34b はアルミニウムで構成する。また、後に述べる理由により、各直列腕共振器 21～23 のバスバーの交差長 w を、 5λ から 20λ の範囲内の値とするとともに、電極指先端と対向するバスバーとの距離 (ギャップ長) Gap を、 1λ より大きな値とする。例えば、第一の直列腕共振器 21 のギャップ長を 2λ 、第二の直列腕共振器 22 のギャップ長を 3λ 、第三の直列腕共振器 23 のギャップ長を 4λ とする。

【0038】

10

図 3 は従来の一端子対 SAW 共振器の周波数－インピーダンス特性を示し、図 4 は該従来の一端子対 SAW 共振器によって本実施形態と同様に 4 段のラダー型 SAW フィルタを構成した場合の減衰特性を示す概念図である。尚、該一端子対 SAW 共振器では、電極指の交差長 w を 25λ 、ギャップ長 Gap を 0.2λ としている。

【0039】

一方、図 5 は本実施形態で使用する上記一端子対 SAW 共振器 (図 2) の周波数－インピーダンス特性を示し、図 6 は本実施形態に係るラダー型 SAW フィルタ 11 の減衰特性を示す概念図である。また、図 7 は、本実施形態に係るラダー型 SAW フィルタ 11 の減衰特性 (ギャップ長 Gap と減衰量との関係) を示す線図である。

【0040】

20

これらの図からわかるように、直列腕共振器 21～23 の IDT 31 におけるギャップ長 Gap を 0.2λ から、 2λ 、 3λ 、 4λ 、 5λ と大きくしていくと、反共振点の右側 (高周波側) にピークが現れ、このピークがギャップ長 Gap の増大に伴い周波数の高い方に移っていく。尚、ギャップ長を 1λ とした場合には、当該ピークは主共振モードの反共振点とほぼ重なってしまう。また、フィルタの減衰特性 (図 6, 図 7) としては、ギャップ長 Gap の増大に伴い、高域側の減衰域に下方に突出する膨らみが現れ、減衰量が増加し、減衰特性が改善される。

【0041】

上記ピークは、副次共振モードによるもので、次のような原理に基づくものと考えられる。

30

【0042】

図 8 は、本実施形態の一端子対 SAW 共振器における導波モード (副次共振モード) の表面波の伝搬状態を示す模式図であり、上から IDT、ギャップ部およびバスバーの各領域を示している。

【0043】

同図を参照して、IDT で励振される弾性表面波は、主として電極指の配列方向 (図の左右方向) に伝搬されるが、実際には該方向だけでなく、これと交差する方向 (以下、横方向という) にも放射されている。一方、IDT 領域、ギャップ部領域、バスバー領域の各領域における表面波の速度を、それぞれ $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ とすると、上記本実施形態の一端子対 SAW 共振器では、接続線路、バスバーおよび電極指の材質および膜厚が等しい場合には、 $V1 < V2$ 、 $V3 < V2$ の関係にある。したがって、IDT 領域で励振された弾性表面波の横方向成分 51a は、表面波速度の異なるギャップ部領域とバスバー領域との境界によって反射し、ギャップ部領域中を伝搬する導波モード 51b, 51c となる。これが、本発明で利用する上記副次共振モードであると考えられる。

40

【0044】

尚、例えば他の設計要件から、接続線路やバスバー、電極指の材質や膜厚等が変更される場合には、例えばバスバー部の電極質量を増加したり、あるいはギャップ部の $Duty$ を変更すること等により、上記副次共振モードのギャップ部領域への閉じ込め条件 ($V1 < V2$ 、 $V3 < V2$) を満たすようにし、本発明のフィルタを構成すれば良い。

【0045】

50

さらに、図 9 は、I D T の交差長 w と副次共振モードとの関係を示す線図であり、ギャップ長を 2λ に固定して電極指の交差長を変えた場合の副次共振モードピークの変化を示すものである。尚、電極容量は同じになるよう対数にて調整した。

【0046】

同図からわかるように、交差長 w を大きくしていくと、副次共振モードの周波数は変化しないが、ピークの高さ（インピーダンス）が小さくなっていく。実験の結果、交差長 w を 20λ 以上とした場合には、副次共振モードは非常に小さくなり、上記副次共振モードによる本発明の減衰量改善効果は小さなものとなった。

【0047】

さらに、副次共振モードと主共振モードとのインピーダンス比をとり、これと交差長との関係について検討を行った。結果は、下記表 1 および図 10 に示すとおりである。尚、ギャップ長が 0.2λ 、交差長が 25λ のときのインピーダンスを Z_{ref} 、同一周波数での副次共振モードのインピーダンスを Z_{sub} とした。

【0048】

【表 1】

交差長 w	Z_{ref}	Z_{sub}	Z_{ref}/Z_{sub}
25λ	101.78571	100	1.0178571
20λ	103.57143	100	1.0357143
15λ	111.30952	100	1.1130952
10λ	121.42857	100	1.2142857
5λ	133.33333	100	1.3333333

【0049】

表 1 および図 10 からわかるように、交差長が 20λ を超えると、副次共振モードによるインピーダンス増加量は 3% 程度と小さくなり、減衰特性の改善効果も小さくなった。

【0050】

一方、逆にギャップ長を 5λ より小さくした場合には、主共振モードの反共振インピーダンスが劣化し、フィルタの減衰特性を損ねることとなった。

【0051】

したがって、本発明では電極指の交差長を 5λ から 20λ の範囲内に設定する。

【0052】

以上により、本実施形態の SAW フィルタでは、上記図 1 における直列腕共振器 21～23 の I D T のギャップ長 G_{ap} を 1λ より大きくする。これにより、減衰量を増大させ、減衰特性を改善することが出来る。また、第一の直列腕共振器 21 におけるギャップ長を 2λ 、第二の直列腕共振器 22 におけるギャップ長を 3λ 、第三の直列腕共振器 23 におけるギャップ長を 4λ とする。これにより、減衰域を平坦化することが可能となる。尚、本発明においては、ギャップ長は 1λ より大きくかつ 5λ 以下の値であれば、他の値としても良く、第一から第三の各直列腕共振器 21～23 のギャップ長について、他の数値の組み合わせとすることも可能である。

【0053】

さらに、図 11 は、本発明に係るデュプレクサの一例を示すものである。このデュプレクサ 71 は、共通端子 74 に接続された互いに異なる帯域中心周波数を有する 2 つの SAW フィルタ 72、73、すなわち低周波側フィルタ 72 と高周波側フィルタ 73 とを備えたもので、低周波側フィルタ 72 を前記実施形態に係る SAW フィルタ 11 により形成した。尚、共通端子 74 は、アンテナ端子に接続される。

【0054】

かかるデュプレクサ 71 では、該低周波側フィルタ 72 に関し、高周波側フィルタ 73

の通過帯域で平坦かつ高い減衰特性を得ることが可能となる。

【0055】

以上、本発明の実施の形態について図面に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載の範囲内で種々の変更を行うことが出来る。

【0056】

例えば、直列腕共振器および並列腕共振器の配設個数（接続段数）、各ギャップ長の大きさ・組合せは、前記実施形態以外にも様々に設定することが可能である。また、本発明のSAWフィルタは、携帯電話機の送受信部のデュプレクサに使用して好適なものであるが、これに限定されるものではなく、PHSや通信機能を備えたPDA、無線LANカードその他、様々な電子通信機器に適用することが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】本発明の実施形態に係るラダー型SAWフィルタを示す回路図である。

【図2】本実施形態のSAWフィルタで使用する一端子対SAW共振器を示す図である。

【図3】従来的一端子対SAW共振器の周波数－インピーダンス特性を示す概念図である。

【図4】従来 of ラダー型SAWフィルタの減衰特性を示す概念図である。

【図5】本実施形態で使用する一端子対SAW共振器の周波数－インピーダンス特性を示す概念図である。

【図6】本実施形態に係るラダー型SAWフィルタの減衰特性を示す概念図である。

20

【図7】本実施形態に係るラダー型SAWフィルタの減衰特性（ギャップ長と減衰量との関係）を示す線図である。

【図8】本実施形態の一端子対SAW共振器における副次共振モードの表面波の伝搬状態を示す模式図である。

【図9】本実施形態について、IDTの交差長と副次共振モードとの関係を示す線図である。

【図10】本実施形態について、IDTの交差長と、副次共振モードと主共振モードのインピーダンス比 $Z_{\text{ref}}/Z_{\text{sub}}$ との関係を示す線図である。

【図11】本発明に係るデュプレクサの一例を示す図である。

【符号の説明】

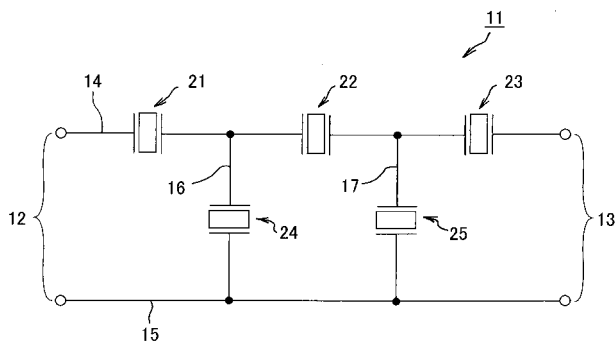
30

【0058】

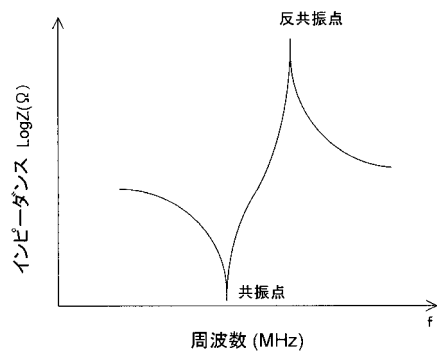
- 11 ラダー型SAWフィルタ
- 12 入力端子
- 13 出力端子
- 21, 22, 23 直列腕共振器
- 24, 25 並列腕共振器
- 31 IDT
- 32a, 32b バスバー
- 33a, 33b 電極指
- 34a, 34b 接続線路
- 41 反射器
- 71 デュプレクサ
- 72 低周波側フィルタ
- 73 高周波側フィルタ
- 74 共通端子

40

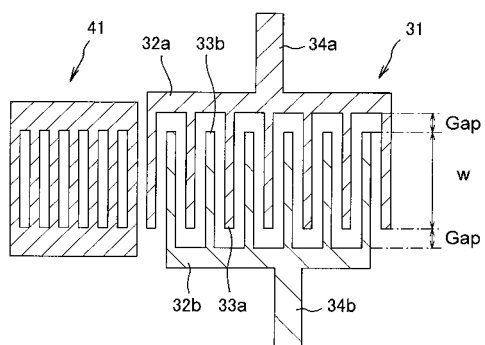
【図 1】



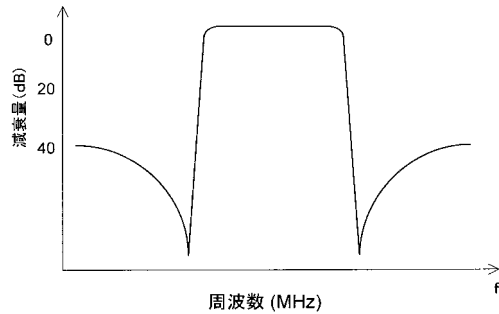
【図 3】



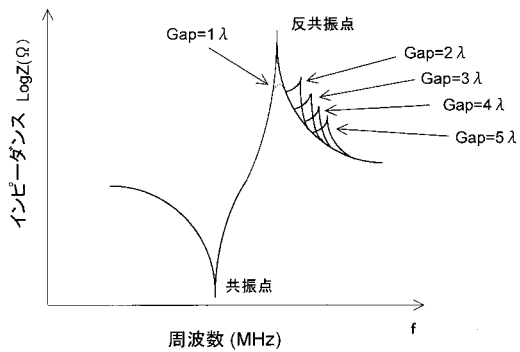
【図 2】



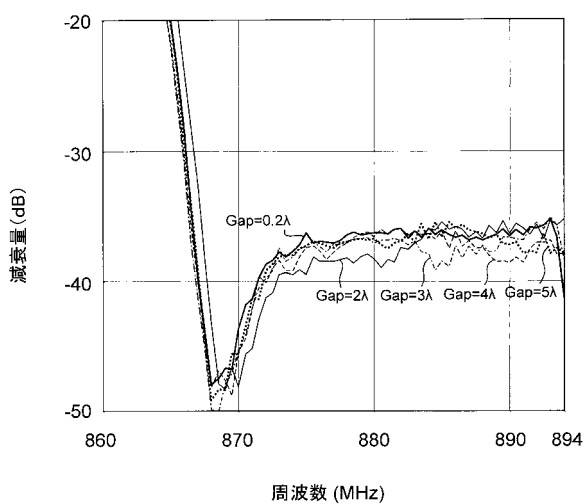
【図 4】



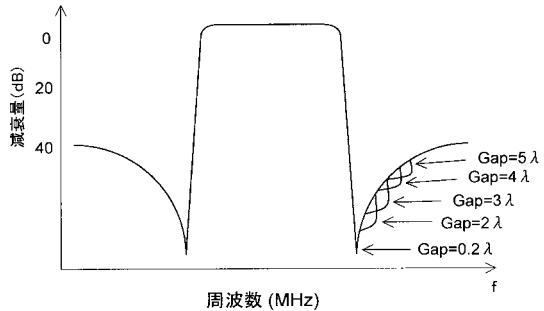
【図 5】



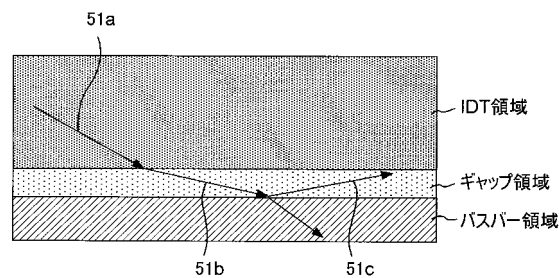
【図 7】



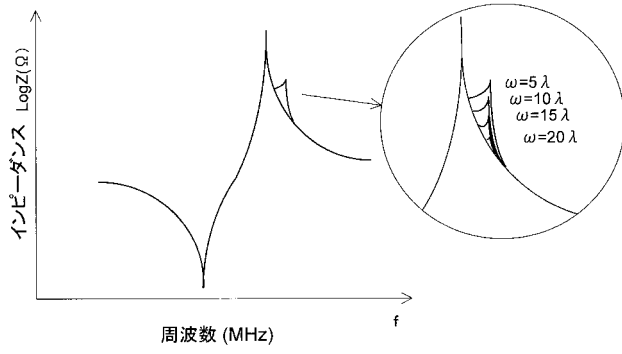
【図 6】



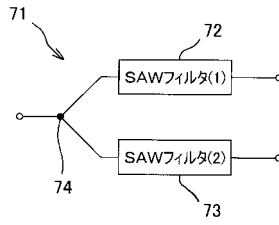
【図 8】



【図 9】



【図 11】



【図 10】

