

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4155104号
(P4155104)

(45) 発行日 平成20年9月24日 (2008. 9. 24)

(24) 登録日 平成20年7月18日 (2008. 7. 18)

(51) Int. Cl.	F 1
H03H 9/64 (2006.01)	H03H 9/64 Z
H03H 9/145 (2006.01)	H03H 9/145 D

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-140534 (P2003-140534)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成15年5月19日 (2003. 5. 19)		株式会社村田製作所
(65) 公開番号	特開2004-343637 (P2004-343637A)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43) 公開日	平成16年12月2日 (2004. 12. 2)	(74) 代理人	100086597
審査請求日	平成17年5月10日 (2005. 5. 10)		弁理士 宮▲崎▼主税
		(72) 発明者	渡邊 紀夫
			京都府長岡京市天神二丁目26番10号
			株式会社村田製作所内
		審査官	崎間 伸洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1, 第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタが並列接続されている弾性表面波装置であって、

第1, 第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタが、それぞれ、水晶基板と、水晶基板上に形成された I D T 電極及びグレーティング反射器とを有し、

第1の二重モード弾性表面波共振子フィルタの共振周波数を f_{1L} 、 f_{1H} (但し、 $f_{1L} < f_{1H}$)、第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタの共振周波数を f_{2L} 、 f_{2H} (但し、 $f_{2L} < f_{2H}$) としたときに、 $f_{1H} = f_{2L}$ とされており、かつ少なくとも一方の二重モード弾性表面波共振子フィルタの反射器のエネルギー透過率が 12 ~ 28 % の範囲とされていることを特徴とする、弾性表面波装置。

【請求項 2】

前記第1, 第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタが、同一の水晶基板上に構成されている、請求項 1 に記載の弾性表面波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば帯域フィルタとして用いられる弾性表面波装置に関し、より詳細には、第1, 第2の弾性表面波共振子フィルタが並列接続されている構造を有する弾性表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、複数の弾性表面波共振子フィルタを並列接続してなる弾性表面波装置が種々提案されている。例えば、下記の特許文献1には、水晶基板上に複数のIDT電極が形成されており、該複数のIDT電極からなる第1, 第2の弾性表面波共振子フィルタが並列接続されている構造が開示されている。ここでは、並列接続された各弾性表面波共振子フィルタのフィルタ特性をずらせることにより、広帯域のフィルタ特性を得ることができるとされている。

【0003】

図10は、この先行技術に記載のような構造を有する弾性表面波装置のフィルタ特性の一例を示す。

10

他方、下記の特許文献2には、特許文献1に記載の弾性表面波装置と同様の構造を有する弾性表面波装置が開示されている。もっとも、特許文献2に記載の弾性表面波装置では、並列接続されている各弾性表面波共振子フィルタ特性の関係が特許文献1の場合と異ならされている。すなわち、図11に示すように、第1, 第2の弾性表面波共振子フィルタのフィルタ特性が、図11の破線A及び破線Bで示されている。また、弾性表面波装置全体のフィルタ特性が実線で示されている。破線A及びBから明らかなように、各弾性表面波共振子は、3つの異なる縦モードの共振点を有している。特許文献2に記載の弾性表面波装置では、第1, 第2の弾性表面波共振子フィルタの3つの共振点のうち、高域側の2つの共振点と、他方の弾性表面波共振子フィルタの3つの共振点のうち、低域側の2つの共振点を一致させることにより、全体のフィルタ特性が得られている。

20

【0004】

【特許文献1】

特開平6-334476号公報

【特許文献2】

特開平7-58585号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献1, 2に記載のように、圧電基板上において、縦結合共振子型弾性表面波フィルタを構成するに際し、複数の弾性表面波共振子フィルタを並列接続した構造は従来より公知であった。このような構造では、弾性表面波フィルタのインピーダンスの低下を図ることができ、かつ特許文献1, 2に記載のように、各弾性表面波共振子フィルタのフィルタ特性をずらすことにより広帯域のフィルタ特性を得ることができる。

30

【0006】

しかしながら、特許文献1に示されているように、第1, 第2の弾性表面波共振子フィルタのフィルタ特性を単にずらして配置しただけでは、広帯域のフィルタ特性は一応得ることができるものの、全体のフィルタ特性上において所望でないリップルが発生しがちとなる。

【0007】

他方、特許文献2に記載のように、第1, 第2の弾性表面波共振子フィルタのフィルタ特性に現れる複数の共振点を重ね合わせた場合には、所望でないリップルの発生を抑制することができる。しかしながら、この場合においても、設計条件によっては、製造上のばらつき等により、リップルが生じ易くなることがあった。すなわち、共振点の重なりがずれ、位相の連続性が損なわれた場合などにおいて、リップルが生じることがあった。特に、共振点のQが高い場合、すなわち、位相の変化が急峻な場合には、僅かな共振点の重なりにより位相が大きくずれ、リップルが発生しがちであった。

40

【0008】

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の二重モード弾性表面波共振子フィルタを並列接続してなる弾性表面波装置であって、広帯域のフィルタ特性を得ることができるだけでなく、所望でないリップルを確実に抑圧し得る構造を備えた弾性表

50

面波装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、第1、第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタが並列接続されている弾性表面波装置であって、第1、第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタが、それぞれ、水晶基板と、水晶基板上に形成されたIDT電極及びグレーティング反射器とを有し、第1の二重モード弾性表面波共振子フィルタの共振周波数を f_{1L} 、 f_{1H} （但し、 $f_{1L} < f_{1H}$ ）、第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタの共振周波数を f_{2L} 、 f_{2H} （但し、 $f_{2L} < f_{2H}$ ）としたときに、 $f_{1H} = f_{2L}$ とされており、かつ少なくとも一方の二重モード弾性表面波共振子フィルタの反射器のエネルギー透過率が12～28%の範囲とされていることを特徴とする。

10

【0012】

本発明に係る弾性表面波装置のさらに他の特定の局面では、第1、第2の弾性表面波共振子フィルタが、同一の水晶基板上に構成されている。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、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。

【0014】

（第1の実施例）

図1は、本発明の第1の実施例に係る弾性表面波装置を示す模式的平面図である。弾性表面波装置1では、圧電基板2を用いて、第1、第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタ3、4が構成されている。圧電基板2は、本実施形態では、水晶からなる。

20

【0015】

第1の弾性表面波共振子フィルタ3は、IDT電極3a、3bと、IDT電極3a、3bが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に形成されたグレーティング反射器3c、3dとを有する。弾性表面波共振子フィルタ4も同様に、IDT電極4a、4b及びグレーティング反射器4c、4dを有する。

【0016】

本実施例では、IDT電極3a、3b、4a、4b及びグレーティング反射器3c、3d、4c、4dは、Alを主成分とする金属を成膜することにより形成されており、膜厚は表面波の波長の3%とされている。また、IDT電極3a、3b、4a、4b及び反射器3c、3d及び4c、4dにおけるデューティ比は0.55とした。デューティ比とは、電極指幅の該電極指の幅と電極指間のギャップとの合計とに対する割合を示す。

30

【0017】

IDT電極3a、3b、4a、4bではいずれも電極指の対数は68とした。

IDT電極3a、3bの間隔は、電極指中心間距離で 1.25λ とした。

なお、 λ は、反射器3c、3dの波長を示す。さらに、IDT電極3a、3bと反射器3c、3dとの間隔は、電極指中心間距離で 0.52λ とした。

【0018】

また、反射器3c、3dの電極指の本数は、それぞれ、40本、60本、80本、100本または120本とした。

40

【0019】

他方、第2の弾性表面波共振子フィルタでは、IDT電極4a、4b間の電極指中心間距離は 0.64λ 、IDT電極4a、4bと反射器4c、4dとの間隔は電極指中心間距離で 0.52λ とした。また、反射器4c、4dの電極指の本数は、第1の弾性表面波共振子フィルタ同様40本、60本、80本、100本、または120本とした。

【0020】

第1の弾性表面波共振子フィルタ3と、第2の弾性表面波共振子フィルタ4とは、並列に接続されている。すなわち、第1の弾性表面波共振子フィルタの入力側IDT電極3aと、第2の弾性表面波共振子フィルタ4の入力側IDT電極4aとが電氣的に接続され、入

50

力端子6に電氣的に接続されている。他方、第1の弾性表面波共振子フィルタ3の出力側IDT電極3bと、第2の弾性表面波共振子フィルタ4の出力側IDT電極4bとが電氣的に接続され、出力端子7に電氣的に接続されている。

【0021】

弾性表面波装置1における弾性表面波共振子フィルタ3、4のフィルタ特性を図2に破線X1、X2でそれぞれ示す。また、図2には、弾性表面波装置1全体のフィルタ特性を実線で示す。

【0022】

弾性表面波装置1では、反射器3c、3d、4c、4dにおける電極指の本数が上記のように設定されているため、反射器3c、3d、4c、4dに入射するエネルギーの透過率が制御され、それによって通過帯域内に発生するリップルの改善が図られている。これを、図2～図5を参照して説明する。

10

【0023】

図2の破線X1、X2で示すように、第1の二重モード弾性表面波共振子フィルタ3の共振周波数を、 f_{1L} 及び f_{1H} （但し、 $f_{1L} \leq f_{1H}$ ）、第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタ4の共振周波数を f_{2L} 及び f_{2H} （但し、 $f_{2L} \leq f_{2H}$ ）としたときに、 $f_{1H} = f_{2L}$ とされている。そのため、図2の実線で示すように広帯域のフィルタ特性が得られている。

【0024】

弾性表面波装置1の伝送特性を図3及び図4に示す。また、図3及び図4は、この弾性表面波装置1に、外部の素子によりインピーダンス整合を図った場合の伝送特性を示す。

20

【0025】

図3及び図4の伝送特性を比較すると、図4では、通過帯域内に矢印Yで示す大きなリップルの発生していることがわかる。このリップルは、図2に示したように、第1、第2の弾性表面波共振子フィルタ3、4のフィルタ特性を重ね合わせた場合、各弾性表面波共振子フィルタ3、4の共振点の位置が構造上のばらつきにより僅かにずれた場合に発生するものである。

【0026】

すなわち、弾性表面波装置1全体の伝送特性を見た場合、位相の不連続が生じるため、特に、伝送特性のうちの群遅延時間特性において上記リップルが顕著に現れる。

30

【0027】

図5は、弾性表面波装置1における反射器の電極指の本数が変化した場合の弾性表面波装置1の群遅延時間におけるリップルの大きさ及びピークロスの変化を示す図である。群遅延時間リップルとは、群遅延時間特性上において、通過帯域内に現れるリップルYの大きさを示し、ピークロスとは、最小挿入損失の値をいうものとする。

【0028】

図5から明らかなように、グレーティング反射器3c、3d、4c、4dの電極指の本数を減らすことにより、群遅延時間リップルの値が小さくなることがわかる。この理由は、以下のとおりであると考えられる。

【0029】

40

反射器の電極指の本数を少なくした場合、反射器に入射する表面波が透過し易くなる。その結果、表面波の機械的な振動を電氣的なエネルギーに変換する効率が悪化するため、第1、第2の弾性表面波共振子フィルタ3、4で発生する共振モードのQが低下する。すなわち、位相の変化が穏やかになり、従って第1、第2の弾性表面波共振子フィルタ3、4のフィルタ特性を重ね合わせたことにより発生する共振モードのずれ、すなわち、位相の不連続性が穏やかとなることによると考えられる。

【0030】

他方、グレーティング反射器3c、3d、4c、4dの電極指の本数を減らしたことにより、機械的な振動を電氣的なエネルギーに変換する変換効率が低下するため、上述したリップルYの抑圧は図られるものの、ピークロス値が悪化することがわかる。

50

【0031】

従って、弾性表面波装置1では、上記のようにグレーティング反射器3c, 3d, 4c, 4dの電極指の本数を少なくすることにより、言い換えれば各弾性表面波共振子フィルタ3, 4の発生する共振モードのQを低下させることにより、上述したリップルYを効果的に抑圧し得ることがわかる。

【0032】

また、図5から明らかなように反射器の電極指の本数を80本以下とし、それによって、Q値を低下させれば、リップルYを効果的に抑圧し得ることがわかる。

【0033】

(第2の実施例)

第1の実施例の弾性表面波装置1と同様の電極構造を水晶基板上に形成し、弾性表面波装置を作製した。但し、第2の実施例では、通過帯域の比帯域幅を0.18%または0.22%とした。

【0034】

すなわち、比帯域幅を0.18%とするために、入力側IDT電極3aと出力側IDT電極3bとの間隔を電極指中心間距離で1.17λとし、IDT3a, 3bと反射器3c, 3dとの間の間隔は0.48λとした。

【0035】

また、第2の弾性表面波共振子フィルタでは、入力側IDT電極4aと出力側IDT電極4bとの間の間隔を0.67λ、IDT4a, 4bと反射器4c, 4dとの間隔を0.52λとした。

【0036】

他方、比帯域幅0.22%の弾性表面波装置を構成するにあたっては、第1の弾性表面波共振子フィルタ3の入力側IDT電極3aと、出力側IDT電極3bとの間の間隔を1.09λ、IDT電極3a, 3bと反射器3c, 3dとの間の間隔を0.52λとした。

【0037】

また、第2の弾性表面波共振子フィルタ4では、入力側IDT電極4aと、出力側IDT電極4bとの間の間隔を0.64λ、IDT電極4a, 4bと、反射器4c, 4dとの間の間隔を0.52λとした。

【0038】

上記2種の弾性表面波装置は、第1の実施例の弾性表面波装置に比べて比帯域幅のみが変更されている。

上記のようにして構成された2種の弾性表面波装置における反射器の電極指の本数と、群遅延時間リップル及びピークロス値の変化を図6, 7に示す。第1の実施例の場合と同様に、反射器の電極指の本数を80~90本以下と減らすことにより、すなわち、Qを低めることにより、通過帯域に現れるリップルを低減し得ることがわかる。

【0039】

(第3の実施例)

第3の実施例では、第1の弾性表面波共振子フィルタ3のグレーティング反射器3c, 3dの電極指の本数を80本とし、第2の弾性表面波共振子フィルタ4のグレーティング反射器4c, 4dの反射器の本数を40本、60本、80本、100本及び120本と変化させた。すなわち、第1の弾性表面波共振子フィルタ3の反射器3c, 3dに入射するエネルギーの透過率を一定とし、第2の弾性表面波共振子フィルタの反射器の電極指の本数を変化させることにより、群遅延時間リップルの変化を調べた。図8は、第2の弾性表面波共振子フィルタの電極指の反射器の本数を変化させた場合の群遅延時間リップル及びピークロスの変化を示す。

【0040】

図8から明らかなように、第2の弾性表面波共振子フィルタ4の反射器の本数を少なくすることにより、群遅延時間リップルを低減し得ることがわかる。

第1~第3の実施例から明らかなように、圧電基板上に第1, 第2の弾性表面波共振子

10

20

30

40

50

フィルタを並列に接続し、かつ第1, 第2の弾性表面波共振子フィルタの共振点を重ねるように設計された弾性表面波装置1では、両方の弾性表面波共振子フィルタの反射器の本数を減らすことにより、すなわち、共振モードのQを低下させることにより、位相の変化を穏やかにすることができ、それによって通過帯域内のリップルを改善し得ることがわかる。ここでは、グレーティング反射器の電極指の本数を少なくすることは、反射器における表面波のエネルギー透過率を大きくすることと等しい。

【0041】

図9は、第1～第3の実施例におけるグレーティング反射器の電極指の本数と、反射器透過するエネルギーの透過率の関係を計算した結果を示す。

一般に、車載用のキーレスエントリーシステムに用いる弾性表面波フィルタでは、挿入損失が4 dB以下であり、かつ通過帯域内リップルが1 dB以下である特性が要求されている。この場合、温度特性による特性の変化を考慮して、上記特性を十分に満足させるには、挿入損失が3 dB以下、かつ通過帯域内のリップル0.3 dB以下であることが必要となる。ここで、通過帯域内のリップルとGDTとは密接な関係があるため、通過帯域内のリップルを0.3 dB以下にする場合には、通過帯域内のGDTを300 ns以下に抑えればよい。従って、車載用のキーレスエントリーシステムに用いる弾性表面波フィルタは、通過帯域内のGDTを300 ns以下、かつ挿入損失3 dB以下の特性を満足する必要がある。

【0042】

第1～第3の実施例の結果から明らかなように、この要求を実現するには、反射器の電極指の本数を60～80本以内とすればよいことがわかる。これは、図9に示したエネルギー透過率に置き換えると、12～28%に相当する。

【0043】

従って、本発明においては、少なくとも一方の弾性表面波共振子フィルタのグレーティング反射器のエネルギー透過率を12～28%とすることにより、通過帯域内リップルを効果的に抑圧し得ることがわかる。

【0044】

【発明の効果】

本発明に係る弾性表面波装置では、水晶基板を用いており、第1, 第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタが並列接続されており、第1の二重モード弾性表面波共振子フィルタの共振周波数 f_{1L} 及び f_{1H} 、第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタの共振周波数 f_{2L} 及び f_{2H} において、 $f_{1H} = f_{2L}$ とされており、かつ少なくとも一方の二重モード弾性表面波共振子フィルタの反射器のエネルギー透過率が12～28%とされているため、第1, 第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタの共振点を重ね合わせて広帯域化したフィルタ特性において、位相特性の変化が穏やかとなり、それによって通過帯域内におけるリップルを効果的に抑圧することができる。

【0047】

第1, 第2の二重モード弾性表面波共振子フィルタが同一の水晶基板上に構成されている場合には、本発明に従って、通過帯域内のリップルが少ない弾性表面波装置を1素子の部品として提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例で用意した弾性表面波装置を示す模式的平面図。

【図2】第1の実施例において、第1の二重モード弾性表面波共振子フィルタ及び第2の弾性表面波共振子フィルタ並びに実施例の弾性表面波装置のフィルタ特性を示す図。

【図3】第1の実施例の弾性表面波装置において、外付けの素子を用いてインピーダンス整合を図った場合の伝送特性の一例を示し、通過帯域内にリップルが現れていない状態を示す図。

【図4】第1の弾性表面波装置において、外付けの素子を用いてインピーダンス整合を図った場合の伝送特性の一例を示し、通過帯域内にリップルが現れている状態を示す図。

【図5】第1の実施例において、グレーティング反射器の本数を変化させた場合の群遅延

10

20

30

40

50

時間リップル及びピークロスの変化を示す図。

【図6】第2の実施例において比帯域を0.18%とし、反射器の本数を変化させた場合の群遅延時間リップル及びピークロスの変化を示す図。

【図7】第2の実施例において比帯域を0.22%とし、反射器の電極指の本数を変化させた場合の、群遅延時間リップル及びピークロスの変化を示す図。

【図8】第3の実施例において、反射器の電極指の本数を変化させた場合の群遅延時間リップル及びピークロスの変化を示す図。

【図9】第1～第3の実施例の結果に基づいて、計算された、反射器の電極指の本数と、反射器のエネルギー透過率との関係を示す図。

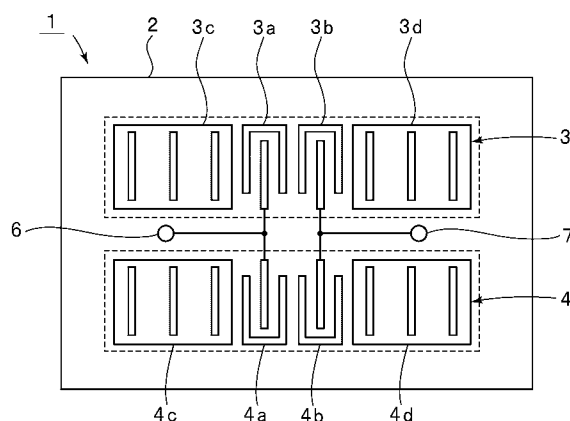
【図10】従来の弾性表面波装置の一例における第1、第2の弾性表面波共振子フィルタのフィルタ特性と、弾性表面波装置全体のフィルタ特性を示す図。

【図11】従来の弾性表面波装置の他の例における第1、第2の弾性表面波共振子フィルタのフィルタ特性と、弾性表面波装置全体のフィルタ特性を示す図。

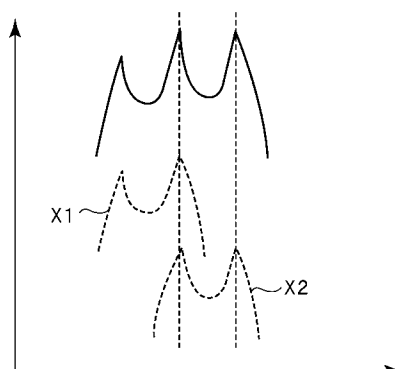
【符号の説明】

- 1…弾性表面波装置
- 2…圧電基板
- 3…第1の弾性表面波共振子フィルタ
- 3a, 3b, 4a, 4b…IDT電極
- 3c, 3d, 4c, 4d…反射器
- 4…第2の弾性表面波共振子フィルタ
- 6…入力端子
- 7…出力端子

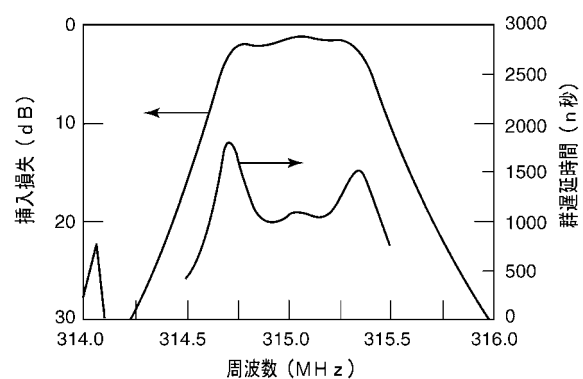
【図1】



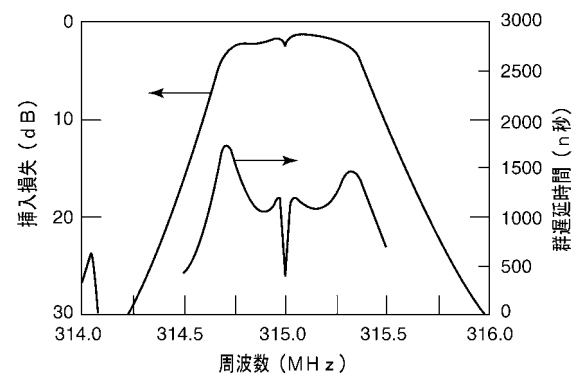
【図2】



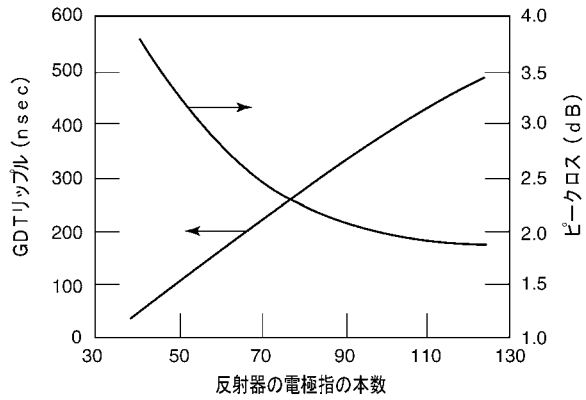
【図3】



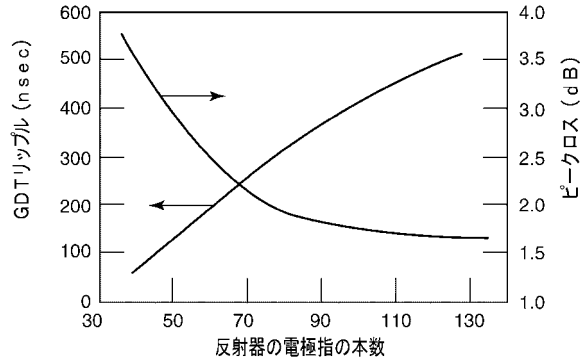
【図4】



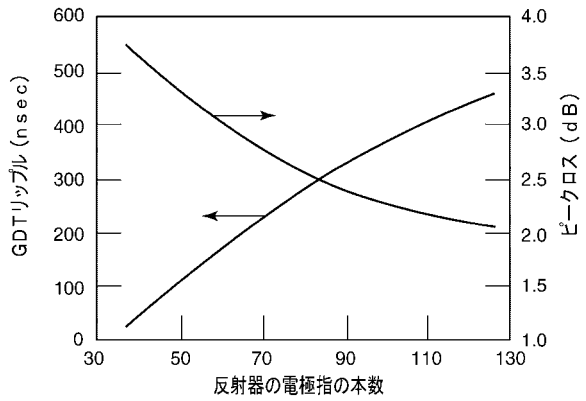
【図 5】



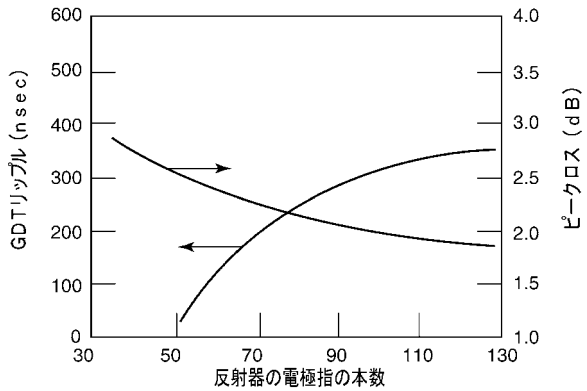
【図 7】



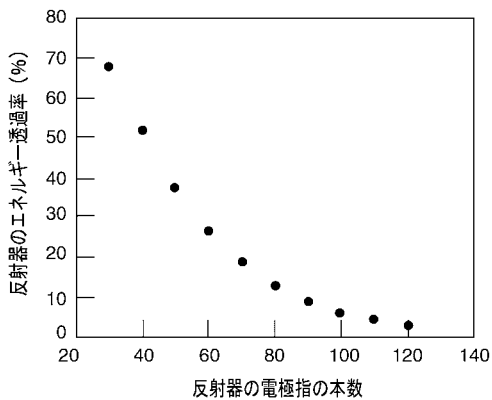
【図 6】



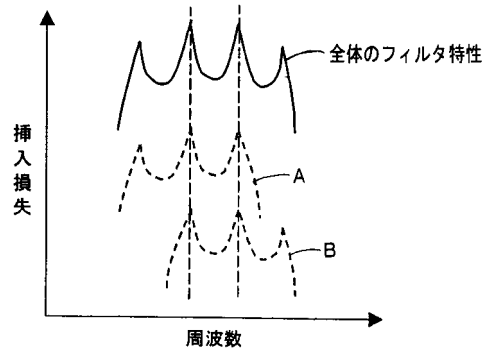
【図 8】



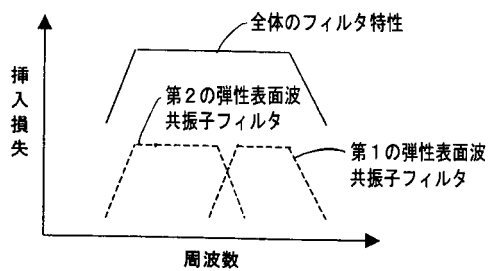
【図 9】



【図 11】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-133889 (JP, A)
特開平09-214284 (JP, A)
特開平05-055871 (JP, A)
特開平09-116381 (JP, A)
特開平06-334476 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03H3/007-H03H3/10、H03H9/00-9/76