(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2006-270360
(P2006-270360A)
(43)公開日　平成18年10月5日(2006.10.5)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H03H	9/145	(2006.01)	H03H	9/145	C	5J097
H03H	9/64	(2006.01)	H03H	9/64	Z	

審査請求 未請求　請求項の数 2　ＯＬ　（全 8 頁）

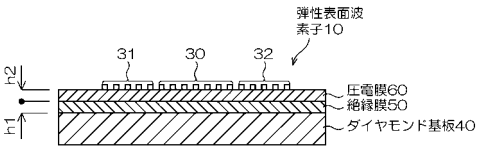
(21)出願番号　特願2005-83864(P2005-83864)
(22)出願日　平成17年3月23日(2005.3.23)

(71)出願人　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100096806
弁理士　岡▲崎▼　信太郎
(74)代理人　100098796
弁理士　新井　全
(72)発明者　舟川　剛夫
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
(72)発明者　藤井　知
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム(参考)　5J097 AA06 AA28 BB17 EE08 EE10 FF02 FF05 KK05 KK09

(54)【発明の名称】弾性表面波素子

(57)【要約】
【課題】７０００m／ｓｅｃ以上の波速、０．２%以上の電気機械結合係数、絶対値が２５ｐｐm以下の周波数温度特性（ＴＣＦ）を持つ弾性表面波素子を提供すること。
【解決手段】ダイヤモンド基板４０と、ダイヤモンド基板４０の上に設けられたSiO_2から成る絶縁膜５０と、絶縁膜５０の上に設けられたＺｎＯから成る圧電膜６０と圧電膜６０の上に設けられた櫛歯電極３０とを有する弾性表面波素子１０であって、圧電膜６０の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と絶縁膜の厚さ（ｈ１）との積ｋｈ１が０．２以上１．２以下であり、圧電膜の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と前記圧電膜の厚さ（ｈ２）との積ｋｈ２が０．６以上１．２以下であることを特徴とする弾性表面波素子１０。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ダイヤモンド基板と、
前記ダイヤモンド基板の上に設けられたSiO_2から成る絶縁膜と、
前記絶縁膜の上に設けられたＺｎＯから成る圧電膜と、
前記圧電膜の上に設けられた櫛歯電極と、
を有する弾性表面波素子であって、
前記圧電膜の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と前記絶縁膜の厚さ（ｈ１）との積ｋｈ１が０．２以上１．２以下であり、
前記圧電膜の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と前記圧電膜の厚さ（ｈ２）との積ｋｈ２が０．６以上１．２以下であることを特徴とする弾性表面波素子。
【請求項２】
ダイヤモンド基板と、
前記ダイヤモンド基板の上に設けられたSiO_2から成る絶縁膜と、
前記絶縁膜の上に設けられたＺｎＯから成る圧電膜と、
前記圧電膜の上に設けられた櫛歯電極とを有し、
前記圧電膜の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と前記絶縁膜の厚さ（ｈ１）との積ｋｈ１が０．２以上１．２以下であり、
前記圧電膜の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と前記圧電膜の厚さ（ｈ２）との積ｋｈ２が０．６以上１．２以下であることを特徴とする弾性表面波素子を複数個梯子型に組み合わせて構成した、バンドパスフィルタ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、７０００ｍ／ｓｅｃ以上の波速、０．２％以上の電気機械結合係数、絶対値が２５ｐｐｍ以下の周波数温度特性（ＴＣＦ）を有する弾性表面波素子に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
弾性表面波素子は、周波数フィルタや共振子として広く用いられている。
弾性表面波素子の特性として重要なものに、まず、温度変化に対する周波数変動がある。弾性表面波素子を狭帯域フィルタに使用する場合には、特に周波数変動が少ないことが求められる。
次に、電気機械変換の性能を示す電気機械結合係数がある。電気機械結合係数がある程度大きくないと実用的な素子を構成することができない。
さらに、弾性表面波の伝播速度（以下、「波速」という。）がある。弾性表面波素子の動作周波数を高くするためには、波速が大きいことが求められる。櫛歯電極の間隔を小さくすることによっても動作周波数を高くすることができるが、これには形成技術上の限界があるため、波速を大きくすることによって動作周波数を高めることが現実的な方法である。
優れた特性の弾性表面波素子、すなわち、温度変化による周波数変動が少なく、電気機械結合係数が大きく、波速が大きいものを得るために、種々の提案がされている。
【０００３】
特許文献１では、ダイヤモンド層と圧電体層との間に設けられる接地層に、SiO_2などの金属酸化物を用いる構成が提案されている。このような構成により、高周波数領域においても、高い電気機械結合係数を示す弾性表面波素子を得ることができる。
【特許文献１】特開平６－２３２６７７号公報（図１等）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】

しかし、温度変化による周波数変動、電気機械結合係数、波速は弾性表面波素子を構成する各層の層厚に影響を受けるため、各層を構成する物質に適切なものを選択するだけでは、良好な特性を持つ弾性表面波素子を得ることができないという問題があった。

【０００５】

そこで、本発明は、弾性表面波素子の圧電層と絶縁層の層厚を適切に定めることにより、良好な特性、具体的には、７０００ｍ／ｓｅｃ以上の波速、０．２％以上の電気機械結合係数、絶対値が２５ｐｐｍ以下の周波数温度特性（ＴＣＦ）を持つ弾性表面波素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

前記目的は、第１の発明によれば、ダイヤモンド基板と、前記ダイヤモンド基板の上に設けられたSiO_2から成る絶縁膜と、前記絶縁膜の上に設けられたＺｎＯから成る圧電膜と、前記圧電膜の上に設けられた櫛歯電極と、を有する弾性表面波素子であって、前記圧電膜の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と前記絶縁膜の厚さ（ｈ１）との積ｋｈ１が０．２以上１．２以下であり、前記圧電膜の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と前記圧電膜の厚さ（ｈ２）との積ｋｈ２が０．６以上１．２以下であることを特徴とする弾性表面波素子により達成される。

【０００７】

本発明の発明者は、ダイヤモンド基板と、前記ダイヤモンド基板の上に設けられたSiO_2から成る絶縁膜と、前記絶縁膜の上に設けられたＺｎＯから成る圧電膜と前記圧電膜の上に設けられた櫛歯電極とを有する弾性表面波素子において良好な特性が得られる圧電膜と絶縁膜の厚さを定めるためにシミュレーション計算を行った。

その結果、ｋｈ１を０．２以上１．２以下、かつ、ｋｈ２を０．６以上１．２以下とすると、７０００ｍ／ｓｅｃ以上の波速、０．２％以上の電気機械結合係数、絶対値が２５ｐｐｍ以下の周波数温度特性（ＴＣＦ）を得られることを見出した。

【０００８】

前記目的は、第２の発明によれば、ダイヤモンド基板と、前記ダイヤモンド基板の上に設けられたSiO_2から成る絶縁膜と、前記絶縁膜の上に設けられたＺｎＯから成る圧電膜と、前記圧電膜の上に設けられた櫛歯電極とを有し、前記圧電膜の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と前記絶縁膜の厚さ（ｈ１）との積ｋｈ１が０．２以上１．２以下であり、前記圧電膜の表面を伝播する弾性表面波の波数（ｋ）と前記圧電膜の厚さ（ｈ２）との積ｋｈ２が０．６以上１．２以下であることを特徴とする弾性表面波素子を複数個梯子型に組み合わせて構成した、バンドパスフィルタより達成される。

【０００９】

第２の発明の構成によれば、バンドパスフィルタを構成する弾性表面波素子第１の発明の弾性表面波素子と同様の層構成を有している。また、絶縁膜と圧電膜の厚さは、０．２≦ｋｈ１≦１．２、かつ、０．６≦ｋｈ２≦１．２という範囲にはいっていて、バンドパスフィルタを構成する弾性表面波素子は、７０００ｍ／ｓｅｃ以上の波速、０．２％以上の電気機械結合係数、絶対値が２５ｐｐｍ以下の周波数温度特性（ＴＣＦ）という特性を有している。

そのため、本発明のバンドパスフィルタは高い周波数で動作させることができるとともに、環境温度の変化による特性の変動が少なくなっている。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１０】

以下、この発明の好適な実施の形態を添付図面等を参照しながら、詳細に説明する。

なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。

【００１１】

図１は、本発明の弾性表面波素子の好適な実施の形態を示す平面図であり、図２は図１

のＡ－Ａ線における断面構造の例である。
図１に示す弾性表面波素子１０は、圧電膜６０の上に配置された櫛歯電極３０と２つの反射器３１および３２を有している。櫛歯電極は「すだれ状電極」または「ＩＤＴ（Ｉｎｔｅｒｄｉｇｉｔａｌ　Ｔｒａｎｓｕｄｕｃｅｒ）」とも呼ばれる。
櫛歯電極３０、反射器３１、反射器３２は、たとえばアルミニウムやアルミニウムを成分として含む合金により作られている。
櫛歯電極２０は、ＲＦ電源２０から供給される駆動電圧信号Ｓにより振動し、圧電膜６０の表面に弾性表面波を励起する。反射器３１と反射器３２は、櫛歯電極３０を挟むように配置されていて、圧電膜６０の表面に発生した弾性表面波を反射して反射器３１と反射器３２の間に閉じ込める働きをする。
弾性表面波素子１０の断面構造は、図２に示すように、下層からダイヤモンド基板４０、SiO_2から成り厚さがｈ１の絶縁膜５０、ＺｎＯから成り厚さがｈ２の圧電膜６０の順で積層されている。

【００１２】
このような層構成を持つ弾性表面波素子について、絶縁膜５０の厚さｈ１と圧電膜６０の厚さｈ２を最適化し、良好な特性、具体的には、７０００ｍ／ｓｅｃ以上の波速、０．２％以上の電気機械結合係数、絶対値が２５ｐｐｍ以下の周波数温度特性（ＴＣＦ）を得るために、本発明の発明者は、コンピュータによるシミュレーションを行った。シミュレーションは、弾性表面波素子１０の各部の寸法、材料の物性（ヤング係数等）を設定し、さまざまな厚さｈ１と厚さｈ２について、波速と電気機械結合係数とＴＣＦを算出するという方法で行った。
以下に、このシミュレーションの結果について説明するが、絶縁膜５０と圧電膜６０の厚さは、弾性表面波素子１０の平面的な大きさに対する相対的な数値として表すために、それぞれｋｈ１、ｋｈ２というパラメータを用いて表現している。ここに、ｋは、圧電膜６０の表面を伝搬する弾性表面波の波数である。

【００１３】
図３ないし図６は、ｋｈ１を０．２から１．０の範囲で０．２刻みに、ｋｈ２を０．６から１．２の範囲で０．２刻みに変化させた場合の、波速と電気機械結合係数とＴＣＦの計算結果を示している。振動モードについては、０次から５次までについて計算を行った。
図３は、ｋｈ２が０．６の場合の計算結果である。図３（ａ）は、ｋｈ１と波速との関係を、図３（ｂ）は、ｋｈ１と電気機械結合係数との関係を、図３（ｃ）は、ｋｈ１とＴＣＦとの関係をそれぞれ示している。
同様に、図４は、ｋｈ２が０．８の場合の計算結果で、図４（ａ）は、ｋｈ１と波速との関係を、図４（ｂ）は、ｋｈ１と電気機械結合係数との関係を、図４（ｃ）は、ｋｈ１とＴＣＦとの関係をそれぞれ示している。
図５は、ｋｈ２が１．０の場合の計算結果で、図５（ａ）は、ｋｈ１と波速との関係を、図５（ｂ）は、ｋｈ１と電気機械結合係数との関係を、図５（ｃ）は、ｋｈ１とＴＣＦとの関係をそれぞれ示している。
図６は、ｋｈ２が１．２の場合の計算結果で、図６（ａ）は、ｋｈ１と波速との関係を、図６（ｂ）は、ｋｈ１と電気機械結合係数との関係を、図６（ｃ）は、ｋｈ１とＴＣＦとの関係をそれぞれ示している。

【００１４】
図７ないし図１０は、図３ないし図６に示される計算結果の中から、有用な振動モードである３次モードについての計算結果を抜き出したものである。図７は図３に、図８は図４に、図９は図５に、図１０は図６に、それぞれ対応している。波速等が良好になるｋｈ１およびｋｈ２の選定は、図７ないし図１０に基づいて行った。

【００１５】
波速は、計算を行ったｋｈ１とｋｈ２のすべての組み合わせについて７０００ｍ／ｓｅｃ以上の波速が得られることが分かった。

ｋｈ２が０．６の場合は、波速は、１００００ｍ／ｓｅｃないし１２５００ｍ／ｓｅｃ（図７（ａ））、ｋｈ２が０．８の場合は、波速は、９８００ｍ／ｓｅｃないし１１７００ｍ／ｓｅｃ（図８（ａ））、ｋｈ２が１．０の場合は、波速は、９３００ｍ／ｓｅｃないし１０８５０ｍ／ｓｅｃ（図９（ａ））、ｋｈ２が１．２の場合は、波速は、８７００ｍ／ｓｅｃないし９９００ｍ／ｓｅｃ（図１０（ａ））となった。

【００１６】

電気機械結合係数については、０．２％以上の数値を得るためには、ｋｈ２は、０．６以上とする必要があることが分かった。

ｋｈ２が０．６の場合は、電気機械結合係数は０．１ないし０．３であった（図７（ｂ））。

ｋｈ２が０．８の場合は、電気機械結合係数は、０．４％ないし０．６％（図８（ｂ））、ｋｈ２が１．０の場合は、電気機械結合係数は、０．４５％ないし０．９％（図９（ｂ））、ｋｈ２が１．２の場合は、電気機械結合係数は、０．４２％ないし０．７９％（図１０（ｂ））となり、ｋｈ１の値にかかわりなく電気機械結合係数が０．５％以上となった。

【００１７】

ＴＣＦについては、ｋｈ１とｋｈ２のすべての組み合わせについて－２５ｐｐｍ以上２５ｐｐｍ以下の範囲に入ることが分かった。

ｋｈ２が０．６の場合は、ＴＣＦは、０ｐｐｍないし１１ｐｐｍ（図７（ｃ））、ｋｈ２が０．８の場合は、ＴＣＦは、－１１ｐｐｍないし７ｐｐｍ（図８（ｃ））、ｋｈ２が１．０の場合は、ＴＣＦは、－２１ｐｐｍないし－１ｐｐｍ（図９（ｃ））、ｋｈ２が１．２の場合は、ＴＣＦは、－２５ｐｐｍないし－８ｐｐｍ（図１０（ｃ））となった。

【００１８】

以上のように、図２に示す層構成の弾性表面波素子において、０．２≦ｋｈ１≦１．０、かつ、０．６≦ｋｈ２≦１．２となるようにすると、７０００ｍ／ｓｅｃ以上の波速、０．２％以上の電気機械結合係数、絶対値が２５ｐｐｍ以下のＴＣＦという優れた特性を得られることが分かった。

このシミュレーションでは、絶縁膜５０の物性として、溶融石英の値を使用している。溶融石英の値とSiO_2の薄膜とでは、２０％程度のずれがあることが知られているので、上記のｋｈ１の好適な範囲は、このずれを見込んで０．２≦ｋｈ１≦１．２とするのが適切である。

【００１９】

図１１は、本発明のバンドパスフィルタの好適な実施の形態を示す回路図である。

梯子状に組み合わされた、３個の弾性表面波素子１０ａと２個の弾性表面波素子１０ｂの共振周波数は、弾性表面波素子１０ｂの反共振周波数と弾性表面波素子１０ａの共振周波数が一致するように、わずかにずらしてある。このようにすると、入力側に印加された信号のうち、弾性表面波素子１０ａの共振周波数を中心とする通過域の信号を通過させるバンドパスフィルタを構成することができる。

【００２０】

弾性表面波素子１０ａおよび弾性表面波素子１０ｂは、図２に示した弾性表面波素子１０と同様に、下部から順にダイヤモンド基板、SiO_2から成る絶縁膜、ＺｎＯから成る圧電膜、たとえばＡｌから成る櫛歯電極という層構成になっている。そして、絶縁膜と圧電膜の層厚は、０．２≦ｋｈ１≦１．０、かつ、０．６≦ｋｈ２≦１．２の範囲になっていて、弾性表面波素子１０ａおよび弾性表面波素子１０ｂの温度周波数特性の絶対値は２５ｐｐｍ以下、波速は７０００ｍ／ｓｅｃ以上となっている。

そのため、バンドパスフィルタ１００は、高い動作周波数で動作させることができ、さらに、環境温度に対して安定であるという優れた特性を有している。温度変化に対する安定性が高いことは、狭帯域のバンドパスフィルタでは特に有利な点である。

【００２１】

本発明は、上述の各実施の形態に限定されない。さらに、上述の各実施の形態は、相互

に組み合わせて構成するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【００２２】

【図１】本発明の弾性表面波素子の好ましい実施形態を示す平面図である。

【図２】図１の弾性表面波素子のＡ－Ａ線における断面構造例を示す図である。

【図３】シミュレーションの結果（ｋｈ２＝０．６）を示す図である。

【図４】シミュレーションの結果（ｋｈ２＝０．８）を示す図である。

【図５】シミュレーションの結果（ｋｈ２＝１．０）を示す図である。

【図６】シミュレーションの結果（ｋｈ２＝１．２）を示す図である。

【図７】シミュレーションの結果（ｋｈ２＝０．６）を示す図である。

【図８】シミュレーションの結果（ｋｈ２＝０．８）を示す図である。

【図９】シミュレーションの結果（ｋｈ２＝１．０）を示す図である。

【図１０】シミュレーションの結果（ｋｈ２＝１．２）を示す図である。

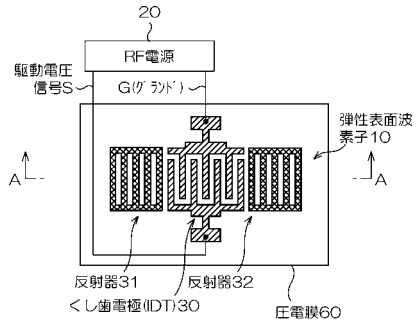
【図１１】本発明のバンドパスフィルタの好ましい実施形態を示す回路図である。

【符号の説明】

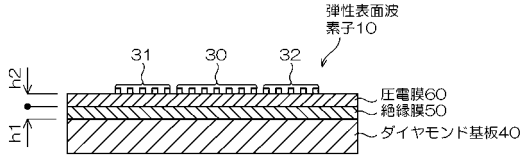
【００２３】

１０・・・弾性表面波素子、２０・・・ＲＦ電源、３０・・・櫛歯電極（ＩＤＴ）、３１および３２・・・反射器、４０・・・ダイヤモンド基板、５０・・・絶縁膜、６０・・・圧電膜、１０ａおよび１０ｂ・・・弾性表面波素子、１００・・・バンドパスフィルタ

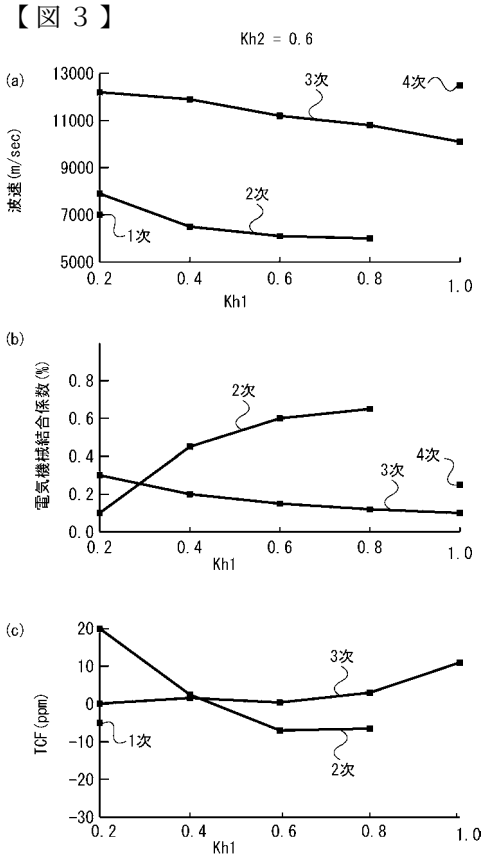
【図１】



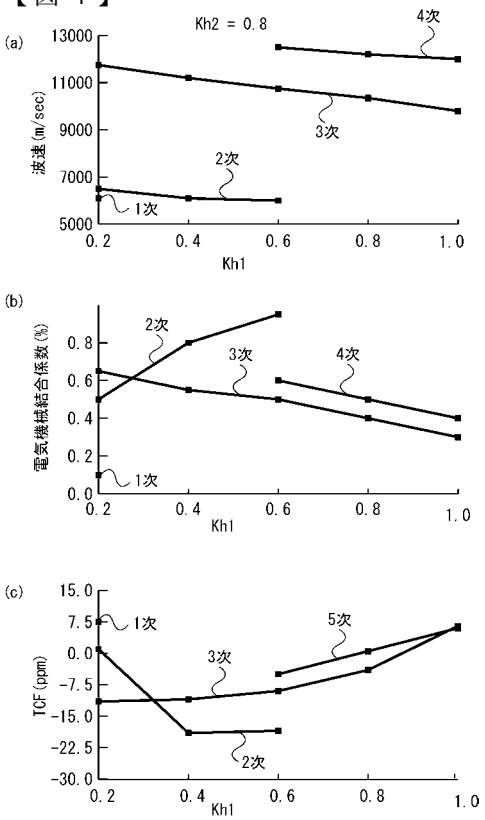
【図２】



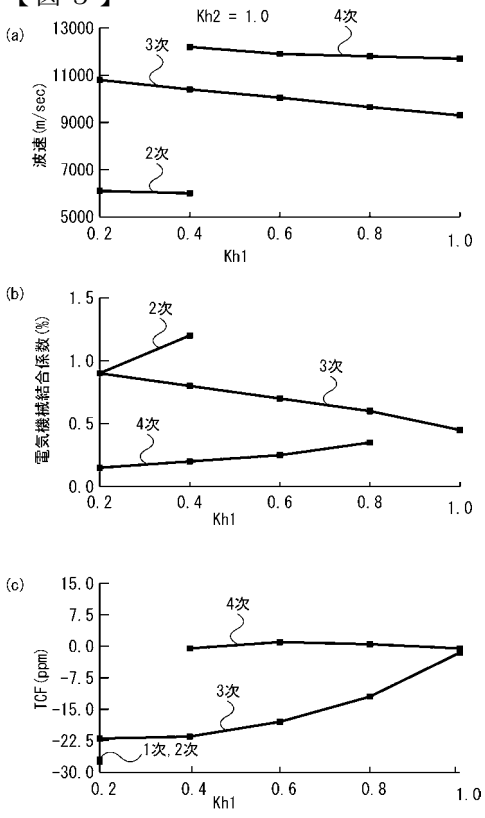
【図３】



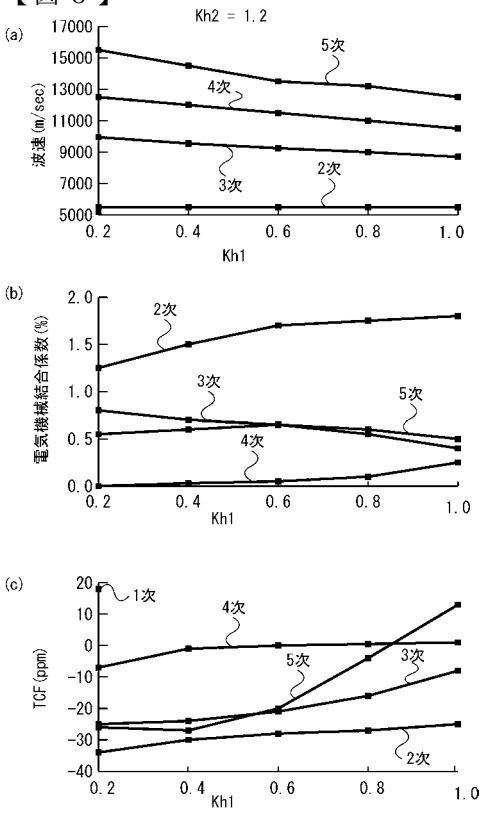
【図４】


Kh2 = 0.8
(a)
波速(m/sec)
13000
11000
9000
7000
5000
4次
3次
2次
1次
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Kh1
(b)
電気機械結合係数(%)
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
2次
3次
4次
1次
(c)
TCF(ppm)
15.0
7.5
0.0
-7.5
-15.0
-22.5
-30.0
1次
3次
5次
2次

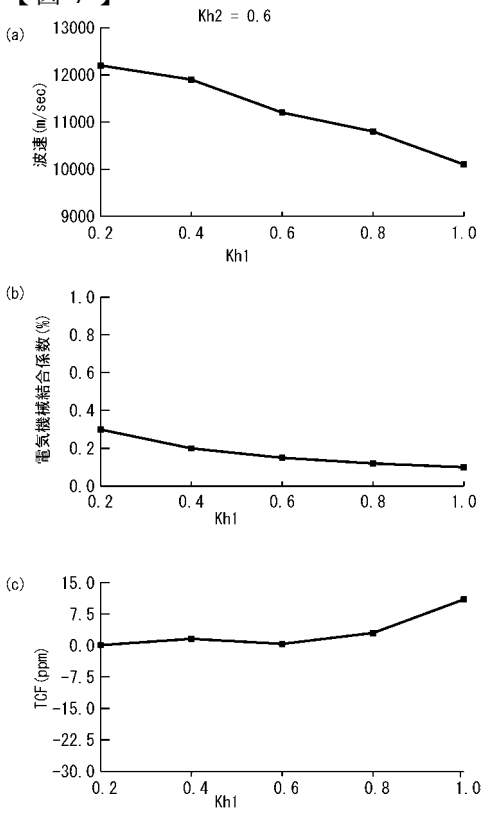
【図５】


Kh2 = 1.0
(a)
波速(m/sec)
13000
11000
9000
7000
5000
3次
4次
2次
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Kh1
(b)
電気機械結合係数(%)
1.5
1.0
0.5
0.0
2次
3次
4次
(c)
TCF(ppm)
15.0
7.5
0.0
-7.5
-15.0
-22.5
-30.0
4次
3次
1次, 2次

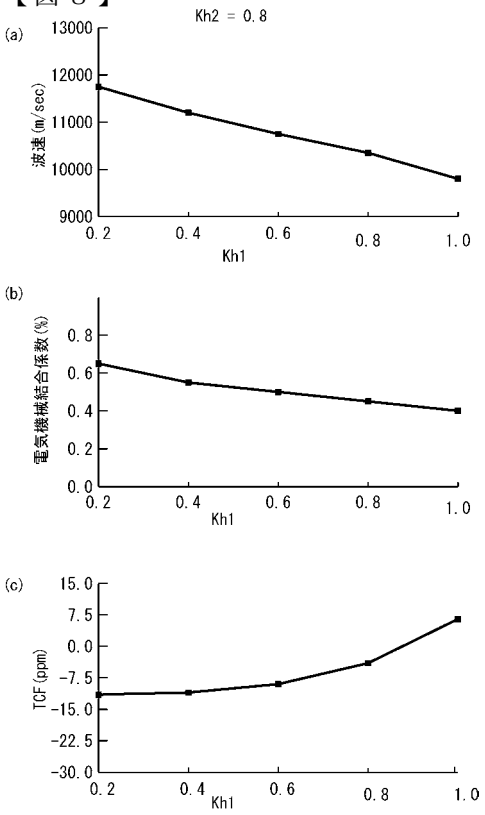
【図６】


Kh2 = 1.2
(a)
波速(m/sec)
17000
15000
13000
11000
9000
7000
5000
5次
4次
3次
2次
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Kh1
(b)
電気機械結合係数(%)
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
2次
3次
5次
4次
(c)
TCF(ppm)
20
10
0
-10
-20
-30
-40
1次
4次
5次
3次
2次

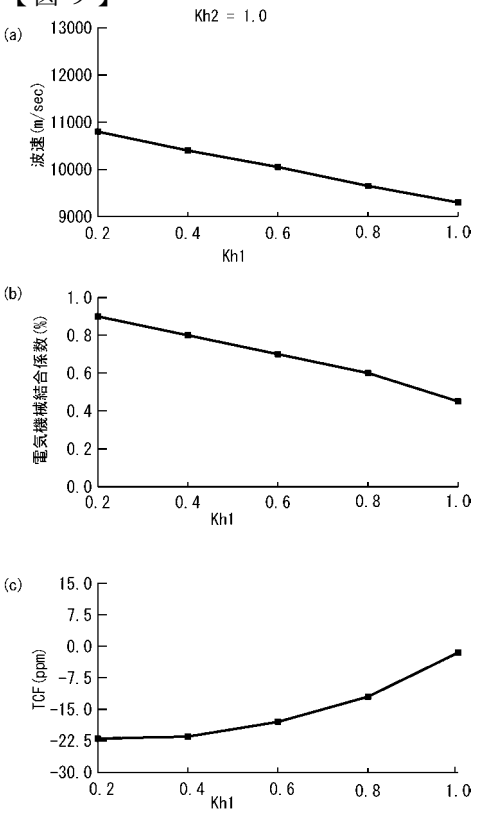
【図７】


Kh2 = 0.6
(a)
波速(m/sec)
13000
12000
11000
10000
9000
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Kh1
(b)
電気機械結合係数(%)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
(c)
TCF(ppm)
15.0
7.5
0.0
-7.5
-15.0
-22.5
-30.0

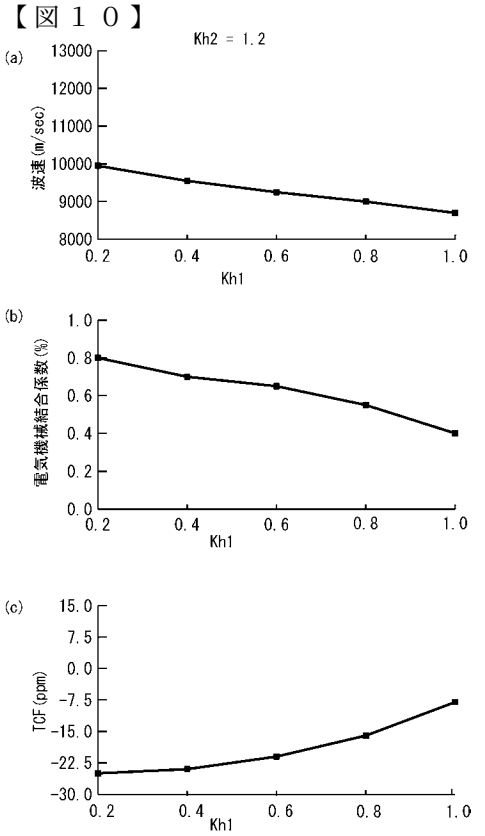
【図８】


Kh2 = 0.8
(a)
波速(m/sec)
13000
12000
11000
10000
9000
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Kh1
(b)
電気機械結合係数(%)
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
(c)
TCF(ppm)
15.0
7.5
0.0
-7.5
-15.0
-22.5
-30.0

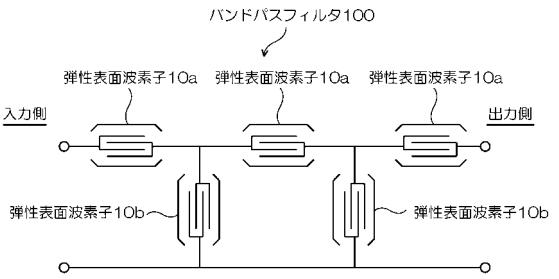
【図９】


Kh2 = 1.0
(a)
波速(m/sec)
13000
12000
11000
10000
9000
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Kh1
(b)
電気機械結合係数(%)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
(c)
TCF(ppm)
15.0
7.5
0.0
-7.5
-15.0
-22.5
-30.0

【図１０】


Kh2 = 1.2
(a)
波速(m/sec)
13000
12000
11000
10000
9000
8000
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Kh1
(b)
電気機械結合係数(%)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
(c)
TCF(ppm)
15.0
7.5
0.0
-7.5
-15.0
-22.5
-30.0

【図１１】


バンドパスフィルタ100
弾性表面波素子10a
弾性表面波素子10a
弾性表面波素子10a
入力側
出力側
弾性表面波素子10b
弾性表面波素子10b