

(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  
2011 年 9 月 1 日(01.09.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/105313 A1

- (51) 国際特許分類:  
H03H 9/17 (2006.01) H01L 41/187 (2006.01)  
H01L 41/09 (2006.01) H03H 9/54 (2006.01)  
H01L 41/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053627
- (22) 国際出願日: 2011 年 2 月 21 日(21.02.2011)
- (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 2010-039403 2010 年 2 月 24 日(24.02.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 太陽誘電株式会社 (TAIYO YUDEN CO., LTD.)  
[JP/JP]; 〒1100005 東京都台東区上野 6 丁目 1 6 番 2 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 谷口 眞司  
(TANIGUCHI, shinji) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県

川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 横山 剛 (YOKOYAMA, tsuyoshi) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 西原 時弘 (NISHIHARA, tokihiro) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 上田 政則 (UEDA, masanori) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

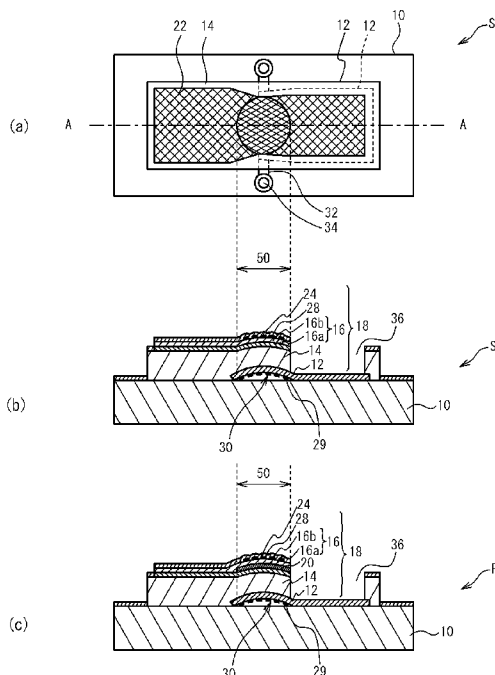
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,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

[続葉有]

(54) Title: ACOUSTIC WAVE DEVICE

(54) 発明の名称: 弾性波デバイス

[図2]



(57) Abstract: In order to minimize the degradation in resonance characteristics, an acoustic wave device is provided with a substrate (10), a piezoelectric thin film (14) disposed on the substrate, a bottom electrode (12) and a top electrode (16) sandwiching at least a portion of the piezoelectric thin film, a resonance region (50) in which the piezoelectric thin film is sandwiched and the bottom electrode and the top electrode are facing one another, a first mass loading film (28) equipped with multiple island patterns in the resonance region, and a second mass loading region (29) equipped with multiple opening patterns disposed in positions corresponding respectively to the multiple island patterns in the resonance region.

(57) 要約: 【課題】共振特性の劣化を抑制すること。  
【解決手段】基板 10 と、前記基板上に設けられた圧電薄膜 14 と、前記圧電薄膜の少なくとも一部を挟んで設けられた下部電極 12 および上部電極 16 と、前記圧電薄膜を挟み前記下部電極および上部電極が対向する共振領域 50 と、前記共振領域に複数の島パターンを備える第 1 質量負荷膜 28 と、前記共振領域に前記複数の島パターンに対応する位置にそれぞれ設けられた複数の開口パターンを備える第 2 質量負荷膜 29 と、を具備する弾性波デバイス。



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, RS, 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))

## 明 細 書

**発明の名称：** 弾性波デバイス

**技術分野**

[0001] 本発明は、弾性波デバイスに関し、例えば圧電薄膜共振器を含む弾性波デバイスに関する。

**背景技術**

[0002] 圧電薄膜共振器を用いた弾性波デバイスは、例えば無線機器等のフィルタとして用いられている。圧電薄膜共振器は、圧電薄膜を挟み下部電極と上部電極が対向する構造を有している。圧電薄膜共振器の共振周波数は、圧電薄膜を挟み下部電極と上部電極が対向する領域（以下、共振領域）の膜厚（例えば構成材料が異なる場合には、構成材料および膜厚）によって定められる。

[0003] 圧電薄膜共振器の共振周波数を異ならせるため、共振領域内の上部電極上に質量負荷膜を形成する技術が知られている（例えば、特許文献１）。また、共振領域内の上部電極上に開口を有する質量負荷膜を形成する技術が知られている（例えば、特許文献２および３）

**先行技術文献**

**特許文献**

[0004] 特許文献１：特開２００２－３３５１４１号公報

特許文献２：米国特許６６５７３６３号明細書

特許文献３：特開２００８－１７２４９４号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0005] 共振領域内に開口を設け、共振領域内の質量負荷膜の面積を変えることにより、共振周波数を調整することができる。しかしながら、共振周波数の調整の範囲を広げるため、質量負荷膜の膜厚を大きくすると、共振特性が劣化してしまう。

[0006] 本弾性波デバイスは、共振特性の劣化を抑制することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0007] 例えば、基板と、前記基板上に設けられた圧電薄膜と、前記圧電薄膜の少なくとも一部を挟んで設けられた下部電極および上部電極と、前記圧電薄膜を挟み前記下部電極および上部電極が対向する共振領域と、前記共振領域に複数の島パターンを備える第1質量負荷膜と、前記共振領域に前記複数の島パターンに対応する位置にそれぞれ設けられた複数の開口パターンを備える第2質量負荷膜と、を具備することを特徴とする弾性波デバイスを用いる。

### 発明の効果

[0008] 本弾性波デバイスによれば、共振特性の劣化を抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1] 図1は、ラダー型フィルタを示す図である。

[図2] 図2(a)は、実施例1の圧電薄膜共振器の上面図、図2(b)および図2(c)は、それぞれ直列共振器および並列共振器の断面図である。

[図3] 図3(a)は、第1質量負荷膜の一例を示す上面図、図3(b)は、図3(a)のA-A断面図である。

[図4] 図4(a)は、第2質量負荷膜の一例を示す上面図、図4(b)は、図4(a)のA-A断面図である。

[図5] 図5(a)から図5(e)は、直列共振器の製造工程を示す断面図である。

[図6] 図6(a)から図6(e)は、並列共振器の製造工程を示す断面図である。

[図7] 図7は、シミュレーションに用いた実施例1の模式図である。

[図8] 図8は、シミュレーションに用いた比較例1の模式図である。

[図9] 図9は、シミュレーションに用いた比較例2の模式図である。

[図10] 図10は、シミュレーションに用いた比較例3の模式図である。

[図11] 図11(a)および図11(b)は、実施例1、比較例1および比較例4の共振特性を示した図である。

[図12]図12(a)および図12(b)は、実施例1、比較例2および比較例4の共振特性を示した図である。

[図13]図13(a)および図13(b)は、実施例1、比較例3および比較例4の共振特性を示した図である。

[図14]図14(a)から図14(c)は、実施例1、比較例1および比較例2の質量負荷膜の被覆率に対する共振特性を示した図である。

[図15]図15(a)から図15(e)は、シミュレーションした実施例1の別の模式図である。

[図16]図16(a)および図16(b)は、第2質量負荷膜の被覆率を20%および80%とした実施例1の共振特性を示した図である。

[図17]図17(a)および図17(b)は、第2質量負荷膜の被覆率を40%、50%および60%とした実施例1の共振特性を示した図である。

[図18]図18(a)から図18(c)は、実施例2、比較例5および比較例1の上部電極を示す図である。

[図19]図19(a)から図19(c)は、実施例2、比較例5および比較例1の質量負荷膜の被覆率に対する共振特性を示した図である。

[図20]図20は、ラティス型フィルタを示す図である。

## 発明を実施するための形態

[0010] 以下、図面を参照に本発明に係る実施例について説明する。

### 実施例 1

[0011] 図1は、実施例1の弾性波デバイスが用いられる例として、ラダー型フィルタを示す図である。図1のように、ラダー型フィルタ100は、直列共振器S1～S4および並列共振器P10～P30を備えている。直列共振器S1～S4は、入出力端子T1とT2との間に直列に接続されている。並列共振器P10～P30は、入出力端子T1とT2との間に並列に接続されている。つまり、並列共振器P10は、直列共振器S1とS2との間のノードとグランドとの間に設けられている。並列共振器P20は、直列共振器S2とS3との間のノードとグランドとの間に設けられている。並列共振器P30は

、直列共振器 S 3 と S 4 との間のノードとグランドとの間に設けられている。

[0012] 図 2 (a) は、実施例 1 の圧電薄膜共振器の上面図、図 2 (b) および図 2 (c) は、それぞれ直列共振器および並列共振器の断面図である。図 2 (a) および図 2 (b) を参照し、直列共振器 S の構造について説明する。例えば S i 基板である基板 10 上に、基板 10 との間に下部電極 12 側にドーム状の膨らみを有する空隙 30 が形成されるように下部電極 12 が設けられている。ドーム状の膨らみとは、例えば空隙 30 の周辺では空隙 30 の高さが小さく、空隙 30 の内部ほど空隙 30 の高さが高くなるような形状の膨らみである。下部電極 12 は例えば Cr (クロム) 層と Cr 層上の Ru (ルテニウム) 層とを含んでいる。

[0013] 下部電極 12 下に、第 2 質量負荷膜 29 が設けられている。第 2 質量負荷膜 29 は、例えば Ti (チタン) 膜を含む。下部電極 12 上に、例えば (002) 方向を主軸とする AlN (窒化アルミニウム) を含む圧電薄膜 14 が設けられている。圧電薄膜 14 を挟み下部電極 12 と対向する領域 (共振領域 50) を有するように圧電薄膜 14 上に上部電極 16 が設けられている。上部電極 16 は例えば Ru 層 16a と Ru 層 16a 上の Cr 層 16b とを含んでいる。このように、圧電薄膜 14 は、基板 10 上に設けられ、圧電薄膜 14 の少なくとも一部を挟んで下部電極 12 および上部電極 16 が設けられている。

[0014] 共振領域 50 内の上部電極 16 上に第 1 質量負荷膜 28 が設けられている。第 1 質量負荷膜 28 は、例えば Ti 膜を含む。上部電極 16 には周波数調整膜 24 として例えば酸化シリコン膜が形成されている。積層膜 18 は、第 2 質量負荷膜 29、下部電極 12、圧電薄膜 14、上部電極 16、第 1 質量負荷膜 28 および周波数調整膜 24 を含む。

[0015] 図 2 (a) より下部電極 12 には後述する犠牲層をエッチングするための導入路 32 が形成されている。導入路 32 の先端付近は圧電薄膜 14 で覆われておらず、下部電極 12 は導入路 32 の先端に孔部 34 を有する。図 2 (a

）および図 2（b）のように、圧電薄膜 14 には下部電極 12 と電氣的に接続するための開口部 36 が設けられている。

[0016] 並列共振器 P の構造について説明する。並列共振器 P は直列共振器 S と比較し、Ru 層 16a と Cr 層 16b との間に、例えば Ti 等の金属膜である第 3 質量負荷膜 20 が設けられている。よって、積層膜 18 は直列共振器 S の積層膜に加え第 3 質量負荷膜 20 を含む。その他の構成は直列共振器 S の図 2（b）と同じであり説明を省略する。

[0017] 例えば、2 GHz の共振周波数を有する圧電薄膜共振器の場合、例えば第 2 質量負荷膜 29 の膜厚は 50 nm、下部電極 12 の Cr 層の膜厚は 100 nm、Ru 層の膜厚は 250 nm、圧電薄膜 14 の膜厚は 1150 nm である。例えば Ru 層 16a の膜厚は 250 nm、Cr 層 16b の膜厚は 20 nm、第 1 質量負荷膜 28 の膜厚は 50 nm である。第 3 質量負荷膜 20 の膜厚は 125 nm である。

[0018] 図 3（a）は第 1 質量負荷膜 28 の一例を示す上面図、図 3（b）は図 3（a）の A-A 断面図である。図 3（a）および図 3（b）のように、共振領域 50 内に複数の島パターンを備える第 1 質量負荷膜 28 が設けられている。島パターンの中心位置を C1、周期を P1、幅を W1、膜厚を t1 とする。

[0019] 図 4（a）は第 2 質量負荷膜 29 の一例を示す上面図、図 4（b）は図 4（a）の A-A 断面図である。図 4（a）および図 4（b）のように、共振領域 50 内に複数の開口パターン 54 を備える第 2 質量負荷膜 29 が設けられている。開口パターンの中心位置を C2、周期を P2、幅を W2、膜厚を t2 とする。例えば、第 1 質量負荷膜 28 の島パターンの中心位置 C1 と第 2 質量負荷膜 29 の開口パターンの中心位置 C2 とはほぼ一致している。また、例えば、第 1 質量負荷膜 28 の周期 P1 と第 2 質量負荷膜 29 の開口パターンの周期 P2 とはほぼ一致している。さらに、例えば、第 1 質量負荷膜 28 の幅 W1 と第 2 質量負荷膜 29 の開口パターンの幅 W2 とはほぼ一致している。さらに、例えば、第 1 質量負荷膜 28 の膜厚 t1 と第 2 質量負荷膜 2

9の開口パターンの膜厚 $t_2$ とはほぼ一致している。

[0020] 直列共振器Sおよび並列共振器Pの製造方法について説明する。図5(a)から図5(e)は直列共振器の製造工程を示す断面図である。図6(a)から図6(e)は並列共振器の製造工程を示す断面図である。図5(a)および図6(a)のように、基板10上に、例えばスパッタリング法または蒸着法を用い、MgO(酸化マグネシウム)膜を犠牲層38として形成する。基板10としては、Si基板以外に、石英基板、ガラス基板、セラミック基板またはGaAs基板等を用いることができる。犠牲層38としては、MgO以外に、ZnO(酸化亜鉛)、Ge(ゲルマニウム)等を用いることができる。犠牲層38は、エッチング液またはエッチングガスにより容易に溶解する材料が好ましい。露光技術およびエッチング技術を用い、犠牲層38を所定の形状とする。

[0021] さらに、犠牲層38上に第2質量負荷膜29を形成する。第2質量負荷膜29としては、Ru、Ti、Cr、Al(アルミニウム)、Cu(銅)、Mo(モリブデン)、W(タングステン)、Ta(タンタル)、Pt(白金)、Rh(ロジウム)、Ir(イリジウム)等の金属膜を用いることができる。また、例えば窒化シリコンまたは酸化シリコン等の窒化金属または酸化金属の絶縁膜を用いることもできる。第2質量負荷膜29に、露光技術およびエッチング技術を用い、開口パターンを形成する。また、リフトオフ法を用い開口パターンを形成してもよい。

[0022] 図5(b)および図6(b)のように、犠牲層38および第2質量負荷膜29を覆うように、スパッタリング法を用い下部電極12を形成する。下部電極12としては、CrおよびRu以外にもAl、Cu、Mo、W、Ta、Pt、Rh、Ir等を用いることができる。また、下部電極12として、2層膜を例に説明したが、1層膜または3以上の多層膜でもよい。露光技術およびエッチング技術を用い、下部電極12所定の形状とする。下部電極12および基板10上に、スパッタリング法を用い圧電薄膜14を形成する。圧電薄膜14はAlN以外にも、ZnO(酸化亜鉛)、PZT(チタン酸ジルコ



ン酸鉛)、 $PbTiO_3$  (チタン酸鉛) 等を用いることができる。

[0023] スパッタリング法を用いRu層16aを形成する。Ru層16a上に第3質量負荷膜20を形成する。第3質量負荷膜20としてはTi膜以外にも下部電極12について例示した材料を用いることができる。また、第3質量負荷膜20として窒化金属または酸化金属等の絶縁膜を用いることもできるが、上部電極16の低抵抗化のため金属であることが好ましい。露光技術およびエッチング技術を用い、第3質量負荷膜20を並列共振器Pの共振領域50のRu層16a上に残存し、直列共振器Sでは残存ないようにエッチングする。Ru層16a上および第3質量負荷膜20上にスパッタリング法を用いCr層16bを形成する。上部電極16としては、Ru層16aおよびCr層16b以外にも下部電極12として例示した金属を用いることができる。

[0024] 図5(c)および図6(c)のように、上部電極16上に、第1質量負荷膜28を形成する。第1質量負荷膜28としては、上述した第2質量負荷膜29と同じ材料を用いることができる。第1質量負荷膜28に、露光技術およびエッチング技術を用い、島パターンを形成する。また、リフトオフ法を用い島パターンを形成してもよい。

[0025] 図5(d)および図6(d)のように、露光技術およびエッチング法を用い、上部電極16を所定の形状とする。上部電極16上に周波数調整膜24を形成する。周波数調整膜24としては、酸化シリコン膜以外の酸化金属膜または窒化金属膜等の絶縁膜を用いることができる。露光技術およびエッチング法を用い、周波数調整膜24および圧電薄膜14を所定の形状とする。このとき下部電極12が露出する開口部36を形成する。

[0026] 図5(e)および図6(e)のように、犠牲層38をエッチングするためのエッチング液を孔部34、導入路32(図2(a)参照)を経て導入し、犠牲層38を除去する。ここで、下部電極12、圧電薄膜14および上部電極16からなる積層膜18の応力は、スパッタリング条件の調整により圧縮応力となるように設定されている。このため、犠牲層38のエッチングが完了

した時点で、積層膜 18 は膨れ上がり、下部電極 12 と基板 10 との間に積層膜 18 側にドーム形状を有する空隙 30 が形成される。犠牲層 38 をエッチングするエッチャントとしては、積層膜 18、特に犠牲層 38 上の下部電極 12 および第 2 質量負荷膜 29 の材料をエッチングしない素性であることが好ましい。以上により、直列共振器 S および並列共振器 P が完成する。

[0027] 次に、圧電薄膜共振器の動作原理について説明する。圧電薄膜共振器では、上部電極 16 と下部電極 12 との間に電気信号である高周波の電圧を印加すると、共振領域 50 の圧電薄膜 14 内に逆圧電効果に起因する弾性波が励振される。また、弾性波によって生じる圧電薄膜 14 の歪みは圧電効果により上部電極 16 と下部電極 12 との間の電気信号に変換される。この弾性波は、圧電薄膜 14 の上下に付加された膜がそれぞれ空気と接する面で全反射される。このため、圧電薄膜 14 の厚み方向に主変位をもつ縦型振動となる。この縦型振動の共振現象を利用することで、所望の周波数特性を有する共振器またはフィルタを得ることができる。なお、実施例 1 では、圧電薄膜 14 の下に付加された膜は第 2 質量負荷膜 29 および下部電極 12 であり、圧電薄膜 14 の上に付加された膜は、上部電極 16、第 1 質量負荷膜 28、第 3 質量負荷膜 20 および周波数調整膜 24 である。

[0028] 圧電薄膜 14 の下に付加された膜、圧電薄膜 14 および圧電薄膜 14 の上に付加された膜からなる積層膜の総膜厚を  $H$  とする。このとき、共振現象は、弾性波の波長  $\lambda$  の  $1/2$  ( $1/2$  波長) の整数倍 ( $n$  倍) となる周波数 (つまり  $H = n\lambda/2$  となる周波数) において生じる。ここで、圧電薄膜の材料によって決まる弾性波の伝搬速度を  $V$  とすると、共振周波数  $F$  は、 $F = nV/(2H)$  となる。このことから、積層膜 18 の総膜厚  $H$  により共振周波数  $F$  を制御することができる。

[0029] 例えば、図 1 のようなラダー型フィルタ 100 を設計する場合、直列共振器  $S_1 \sim S_4$  の共振周波数と並列共振器  $P_{10} \sim P_{30}$  の共振周波数とを異ならせる。そこで、図 2 (c) のように、並列共振器  $P_{10} \sim P_{30}$  の共振領

域 50 に第 3 質量負荷膜 20 を形成し、直列共振器 S 1 ～ S 4 の共振領域 50 には第 3 質量負荷膜 20 を形成しない。これにより、直列共振器 S 1 ～ S 4 の共振周波数と並列共振器 P 10 ～ P 30 の共振周波数を異ならせることができる。なお、第 3 質量負荷膜 20 は上部電極 16 内に設けられていなくともよく、共振領域 50 の積層膜 18 内に設けられていればよい。また、第 3 質量負荷膜 20 を設けず、直列共振器 S 1 ～ S 4 と並列共振器 P 10 ～ P 30 とで、下部電極 12、圧電薄膜 14 および上部電極 16 の少なくとも 1 層の膜厚を異ならせてもよい。

[0030] さらに、図 5 (d) および図 6 (d) のように、直列共振器 S 1 ～ S 4 と並列共振器 P 10 ～ P 30 の両方の共振領域 50 に同じ膜厚の周波数調整膜 24 を付加する。周波数調整膜 24 の膜厚を同時に調整することにより、直列共振器 S 1 ～ S 4 と並列共振器 P 10 ～ P 30 の両方の共振周波数の調整を同時に行なうことができる。

[0031] さらに、低損失で広帯域なフィルタ特性を得るためには、直列共振器 S 1 ～ S 4 内の共振周波数を異ならせることが好ましい。また並列共振器 P 10 ～ P 30 の共振周波数についても異ならせることが好ましい。共振周波数は、ラダー型フィルタ内の全ての共振器で異なることが好ましい。そこで、図 3 (a) および図 4 (a) のように、共振領域 50 に、第 1 質量負荷膜 28 および第 2 質量負荷膜 29 を形成する。さらに、直列共振器 S 1 ～ S 4 内または並列共振器 P 10 ～ P 30 内で共振領域 50 内の第 1 質量負荷膜 28 および第 2 質量負荷膜 29 の形状を異ならせる。これにより、直列共振器 S 1 ～ S 4 内または並列共振器 P 10 ～ P 30 内で共振周波数を任意に設定することができる。

[0032] 次に、実施例 1 の効果について調べるため、実施例 1 と比較例 1 ～ 3 の共振特性をシミュレーションした。図 7 は、シミュレーションに用いた実施例 1 の模式図である。図 7 のように、圧電薄膜 14 の下側に下部電極 12、上側に上部電極 16 が設けられている。下部電極 12 の下に第 2 質量負荷膜 29、上部電極 16 の上に第 1 質量負荷膜 28 が設けられている。

- [0033] シミュレーションは2次元の有限要素法を用いた。シミュレーションに用いたパラメータは以下である。下部電極12は、膜厚が100nmのCr膜と、Cr膜上の膜厚が200nmのRu膜と、を備えているとした。圧電薄膜14は、膜厚が1250nmのAlN膜とした。上部電極16は、Ru膜16aの膜厚が250nm、Cr膜16bの膜厚が20nmとした。第1質量負荷膜28および第2質量負荷膜29は、それぞれ膜厚が50nmのTi膜とした。実施例1では、第1質量負荷膜28の円状の島パターンの中心C1と第2質量負荷膜29の円状開口パターンの中心C2が一致している。第1質量負荷膜28の周期P1は7 $\mu$ m、幅W1は3.5 $\mu$ mとした。第2質量負荷膜29の周期P2は7 $\mu$ m、幅W2は3.5 $\mu$ mとした。
- [0034] 図8は、シミュレーションに用いた比較例1の模式図である。図8のように、比較例1では、第1質量負荷膜28の膜厚が100nmであり、第2質量負荷膜29が設けられていない。
- [0035] 図9は、シミュレーションに用いた比較例2の模式図である。図9のように、比較例2では、周期P1と周期P2とが同じであり、第1質量負荷膜28の島パターンの中心C1と第2質量負荷膜29の開口パターンの中心C2とのシフトL1が周期P1 $\times$ 1/2である。その他の構成は実施例1と同様である。
- [0036] 図10は、シミュレーションに用いた比較例3の模式図である。図10のように、比較例3では、周期P1と周期P2とが同じであり、第1質量負荷膜28の島パターンの中心C1と第2質量負荷膜29の開口パターンの中心C2とのシフトL2が周期P1 $\times$ 1/4、または、周期P1 $\times$ 3/4である。その他の構成は実施例1と同様である。
- [0037] さらに、比較例4として、第1質量負荷膜28および第2質量負荷膜29を設けない共振器についても共振特性をシミュレーションした。
- [0038] 図11(a)および図11(b)は、実施例1、比較例1および比較例4の共振特性を示した図である。図11(a)は1ポート特性の反射特性(すなわちリターンロス)を示し、0dBに近いほどリターンロスが少ないことを

示している。図 1 1 (b) は共振器の通過特性を示している。共振周波数付近で損失が最小となり、共振周波数から離れるに従い、損失が増加する。実線は実施例 1、破線は比較例 1、点線は比較例 4 の特性を示している。図 1 1 (a) および図 1 1 (b) のように、第 1 質量負荷膜 2 8 および第 2 質量負荷膜 2 9 を設けない比較例 4 の共振器では、リップルが生じていない。比較例 1 のように、第 1 質量負荷膜 2 8 を設けた共振器では、比較例 4 に対し共振周波数および反共振周波数がシフトする。しかし、矢印のようにスパイク状のリップルが生じている。一方、実施例 1 においては、比較例 4 に対し共振周波数および反共振周波数がシフトし、かつスパイク状のリップルが生じていない。

[0039] 図 1 2 (a) および図 1 2 (b) は、実施例 1、比較例 2 および比較例 4 の共振特性を示した図である。図 1 2 (a) は反射特性、図 1 2 (b) は通過特性を示している。実線は実施例 1、破線は比較例 2、点線は比較例 4 の特性を示している。図 1 2 (a) および図 1 2 (b) のように、比較例 2 の共振器では、矢印のようにスパイク状のリップルが生じている。

[0040] 図 1 3 (a) および図 1 3 (b) は、実施例 1、比較例 3 および比較例 4 の共振特性を示した図である。図 1 3 (a) は反射特性、図 1 3 (b) は通過特性を示している。実線は実施例 1、破線は比較例 3、点線は比較例 4 の特性を示している。図 1 3 (a) および図 1 3 (b) のように、比較例 3 の共振器では、矢印のようにスパイク状のリップルが生じている。

[0041] 図 1 4 (a) から図 1 4 (c) は、実施例 1、比較例 1 および比較例 2 の質量負荷膜の被覆率に対する共振特性を示した図である。図 1 4 (a) は、共振周波数移動量に対する共振点の Q 値、図 1 4 (b) は、共振周波数移動量に対する反共振点の Q 値、図 1 4 (c) は、共振周波数移動量に対する機械電気結合係数  $k^2$  を示した図である。質量負荷膜の被覆率は、第 1 質量負荷膜 2 8 および第 2 質量負荷膜 2 9 の共振領域 5 0 内の被覆率を示している。被覆率が 0 % は、共振領域 5 0 内に第 1 質量負荷膜 2 8 および第 2 質量負荷膜 2 9 が形成されていないことを示している。被覆率が 1 0 0 % は、共振領域

50内が全て第1質量負荷膜28および第2質量負荷膜29で被覆されていることを示している。被覆率20%~80%は、周期が $7\mu\text{m}$ で、共振領域50における第1質量負荷膜28および第2質量負荷膜29が被覆した領域が20~80%となるように、島パターンおよび開口パターンの大きさを変更している。2次元シミュレーションを用いているため、被覆率は、例えば第1質量負荷膜28においては(島パターンの長さ)/(島パターンの長さ+開口の長さ)、第2質量負荷膜29においては、(島の長さ)/(島の長さ+開口パターンの長さ)である。3次元では、例えば被覆率は共振領域50の面積に対する第1質量負荷膜28または第2質量負荷膜29が被覆する面積に対応する。島パターンおよび開口パターンが円形の場合、例えば円形の直径を変更することにより被覆率を変更している。なお、島パターンおよび開口パターンは、円形状以外の形状でもよい。

[0042] 図14(a)から図14(c)のように、実施例1では、被覆率が大きくなると、共振周波数移動量が大きくなる。共振点のQ値、反共振点のQ値、機械電気結合係数は、被覆率によらず一定である。一方、比較例1および比較例2では、被覆率が大きくなると、共振周波数移動量が大きくなる。しかし、共振点のQ値、反共振点のQ値、機械電気結合係数は、被覆率が20~80%で悪くなる。このように、比較例1および比較例2においては、図11(a)から図12(b)に示したリップルに起因し、共振特性が劣化する。

[0043] 図7のように、第1質量負荷膜28の複数の島パターンに対応する位置に第2質量負荷膜29の開口パターンを設ける。これにより、図11(a)から図13(b)のように、リップルを抑制することができる。よって、図14(a)から図14(c)のように、共振特性を劣化させることなく、共振周波数をシフトさせることができる。ここで、第1質量負荷膜28の島パターンの位置に第2質量負荷膜29の開口パターンの位置が対応するとは、例えば、第1質量負荷膜28の島パターンと第2質量負荷膜29の開口パターンとのずれが少なくともパターンの周期の $1/4$ 未満のことである。

より好ましくは、第１質量負荷膜２８の複数の島パターンの中心と第２質量負荷膜２９の複数の開口部パターンの中心はそれぞれ一致していることである。

- [0044] 第１質量負荷膜２８の複数の島パターンに対応する位置に第２質量負荷膜２９の開口パターンを設けることにより、リップルを抑制し、共振特性の劣化が抑制できる理由は、弾性波による積層膜１８中の変位がバランスよく生じるためと考えられる。２つの質量負荷膜がともに島パターンを備える場合、または、２つの質量負荷膜がともに開口パターンを備える場合、積層膜１８中の変位がバランスよく生じないため、共振特性が劣化してしまう。
- [0045] 積層膜１８の変位のバランスをよくするためには、第１質量負荷膜２８は、圧電薄膜１４に対し上下の一方に設け、第２質量負荷膜２９は、圧電薄膜１４に対し上下の他方に設けることが好ましい。
- [0046] 島パターンを備えた第１質量負荷膜２８を圧電薄膜１４に対し下側に設け、開口を備えた第２質量負荷膜２９を圧電薄膜１４に対し上側に設けてもよい。また、第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９は、それぞれ、下部電極１２の下側、下部電極１２内の複数の層の間、または下部電極１２と圧電薄膜１４との間に設けてもよい。さらに、第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９は、それぞれ、上部電極１６と圧電薄膜１４との間、上部電極１６と周波数調整膜２４との間、または周波数調整膜２４の上側に設けてもよい。
- [0047] 積層膜１８の変位のバランスをよくするためには、第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９の一方を下部電極１２の下面に設け、かつ第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９の他方を上部電極１６の上面に設けることが好ましい。また、第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９の一方を下部電極１２の複数の層の間に設け、かつ第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９の他方を上部電極１６の複数の層の間に設けることが好ましい。さらに、第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９の一方を下部電極１２と圧電薄膜１４との間に設け、かつ第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９の他方を上部電極１６と圧電薄膜１４との間に設け、かつ第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９の一方を下部電極１２と圧電薄膜１４との間に設け、かつ第１質量負荷膜２８および第２質量負荷膜２９の他方を上部電極１６と圧電薄膜１４との間に設けることが好ましい。

量負荷膜 2 9 の他方を上部電極 1 6 と圧電薄膜 1 4 との間に設けることが好ましい。

[0048] 積層膜 1 8 の変位のバランスをよくするため、第 1 質量負荷膜 2 8 の複数の島パターンおよび第 2 質量負荷膜 2 9 の複数の開口パターンは周期的に設けられていることが好ましい。また、第 1 質量負荷膜 2 8 の複数の島パターンと第 2 質量負荷膜 2 9 の複数の開口パターンは同じ形状のパターンであることが好ましい。さらに、第 1 質量負荷膜 2 8 の膜厚と第 2 質量負荷膜 2 9 の膜厚は同じであることが好ましい。

[0049] 図 1 5 (a) から図 1 5 (e) は、シミュレーションした実施例 1 の別の模式図である。図 1 5 (a) から図 1 5 (e) のように、第 1 質量負荷膜 2 8 の被覆率を 2 0 % とし、第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率を 2 0 %、8 0 %、4 0 %、5 0 % および 6 0 % とした。図 1 6 (a) および図 1 6 (b) は、第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率を 2 0 % および 8 0 % とした実施例 1 の共振特性を示した図である。図 1 6 (a) は反射特性、図 1 6 (b) は通過特性を示している。実線は第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率が 2 0 %、破線は第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率が 8 0 % の特性を示している。図 1 6 (a) および図 1 6 (b) のように、第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率が 2 0 % および 8 0 % では、スパイク状のリップルが生じていない。

[0050] 図 1 7 (a) および図 1 7 (b) は、第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率を 4 0 %、5 0 % および 6 0 % とした実施例 1 の共振特性を示した図である。図 1 7 (a) は反射特性、図 1 7 (b) は通過特性を示している。実線は第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率が 4 0 %、破線は第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率が 5 0 %、点線は第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率が 6 0 % の特性を示している。図 1 7 (a) および図 1 7 (b) のように、第 2 質量負荷膜 2 9 の被覆率が 4 0 %、5 0 % および 6 0 % では、スパイク状のリップルが生じている。

[0051] 図 1 6 (a) および図 1 6 (b) のように、第 1 質量負荷膜 2 8 と第 2 質量負荷膜 2 9 との被覆率は同じであることが好ましい。また、第 1 質量負荷膜 2 8 の被覆率は、第 2 質量負荷膜 2 9 の非被覆率 (1 0 0 % - 被覆率) と同



じであることが好ましい。このように、第1質量負荷膜28と第2質量負荷膜29との被覆率が同じ、または、第1質量負荷膜28の被覆率と第2質量負荷膜29の非被覆率が同じ場合、弾性波による積層膜18中の変位がバランスよく生じるため、リップルが抑制されるものと考えられる。

## 実施例 2

[0052] 実施例2は、第1質量負荷膜28と第2質量負荷膜29とを圧電薄膜14の上側に設けた例である。図18(a)から図18(c)は、実施例2、比較例5および比較例1の上部電極を示す図である。図18(a)は実施例2に係る共振器の上部電極を、図18(b)は比較例5に係る共振器の上部電極を、図18(c)は、比較例1に係る共振器の上部電極を示している。

[0053] 図18(a)のように、実施例2に係る共振器においては、Ru膜16a上に第2質量負荷膜29としてTi膜が形成されている。第2質量負荷膜29および第2質量負荷膜29の開口内のRu膜16a上にCr膜16bが形成されている。Cr膜16b上に第1質量負荷膜28としてTi膜が形成されている。第1質量負荷膜28の島パターンの中心と第2質量負荷膜29の開口パターンの中心は一致している。その他の構成は、実施例1の図7と同じであり説明を省略する。

[0054] 図18(b)のように、比較例5に係る共振器においては、第2質量付加膜29上のCr膜16b上に第1質量負荷膜28が形成されている。第1質量負荷膜28と第2質量負荷膜29の形状は同じである。その他の構成は、実施例2と同じである。図18(c)のように、比較例1に係る共振器においては、Cr膜16b上に第1質量負荷膜28が形成されており第2質量負荷膜29は形成されていない。その他の構成は、実施例2と同じである。

[0055] 図18(a)の実施例2および図18(b)の比較例5の第1質量負荷膜28および第2質量負荷膜29の膜厚はそれぞれ50nmとした。図18(c)の比較例1の第1質量負荷膜28の膜厚は100nmとした。

[0056] 図19(a)から図19(c)は、実施例2、比較例5および比較例1の質量負荷膜の被覆率に対する共振特性を示した図である。図19(a)は、共

振周波数移動量に対する共振点のQ値、図19(b)は、共振周波数移動量に対する反共振点のQ値、図19(c)は、共振周波数移動量に対する機械電気結合係数 $k^2$ のシミュレーション結果を示した図である。質量負荷膜の被覆率は、第1質量負荷膜28および第2質量負荷膜29の共振領域50内の被覆率を示している。

[0057] 図19(a)から図19(c)のように、実施例2では、被覆率が大きくなると、共振周波数移動量が大きくなる。共振点のQ値、反共振点のQ値、機械電気結合係数は、被覆率によらず一定である。一方、比較例5および比較例1では、被覆率が大きくなると、共振周波数移動量が大きくなる。しかし、共振点のQ値、反共振点のQ値、機械電気結合係数は、被覆率が20~80%で悪くなる。このように、比較例5および比較例1においては、共振特性が劣化する。

[0058] 質量負荷膜28または29を圧電薄膜14の下側に設けた場合、凸凹上に圧電薄膜14を形成することとなり、圧電薄膜14の膜質が劣化してしまうことがある。実施例2によれば、第1質量負荷膜28および第2質量負荷膜29を、圧電薄膜14に対し、上側に設けることにより、圧電薄膜14の劣化を抑制することができる。実施例2では、上部電極16の複数の層の間に第2質量負荷膜29を、上部電極16上に第1質量負荷膜28を形成したが、第1質量負荷膜28および第2質量負荷膜29は、上部電極16と圧電薄膜14との間、または周波数調整膜24上に形成されてもよい。

### 実施例 3

[0059] 実施例3は、ラティス型フィルタの例である。図20は、ラティス型フィルタを示す図である。ラティス型フィルタ102は、直列共振器S5およびS6、および並列共振器P4およびP5を備えている。端子T3とT5の間に直列共振器S5が接続され、端子T4とT6との間に直列共振器S6が接続されている。端子T3とT6の間に並列共振器P4が接続され、端子T4とT5との間に並列共振器P5が接続されている。このようなラティス型フィルタ102の直列共振器および並列共振器として、実施例1または実施例2

で例示した直列共振器および並列共振器を用いることができる。これにより、ラダー型フィルタと同様に、共振周波数の調整の範囲を広げるため、質量負荷膜の膜厚を大きくすると、共振特性が劣化を抑制することができる。よって、低損失で広帯域なフィルタを提供することができる。ラダー型フィルタおよびラティス方フィルタ以外のフィルタ等を実施例 1 の共振器を用いることもできる。

[0060] 受信用フィルタと送信用フィルタとを含むデュプレクサにおいて、受信用フィルタおよび送信用フィルタの少なくとも一方を実施例 1 から実施例 3 で例示したフィルタとすることもできる。

[0061] 実施例 1 から実施例 3 においては、圧電薄膜共振器として、積層膜 18 と基板 10 との間に空隙 30 が形成された F B A R (Film Bulk Acoustic Wave Resonator) を例に説明した。圧電薄膜共振器は、基板に空隙が形成され、積層膜 18 が空隙に露出する構造でもよい。また、空隙の代わりに、弾性波を反射する音響反射膜を設けた S M R (Solidly Mounted Resonator) でもよい。音響反射膜としては、音響インピーダンスの高い膜と低い膜を弾性波の波長の膜厚で交互に積層した膜を用いることができる。

[0062] 以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明は係る特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

## 符号の説明

[0063] 10 基板      12 下部電極      14 圧電薄膜      16 上部電極  
16a Ru層      16b Cr層      18 積層膜      20 第3質量負荷膜  
24 周波数調整膜      28 第1質量負荷膜      29 第2質量負荷膜  
50 共振領域

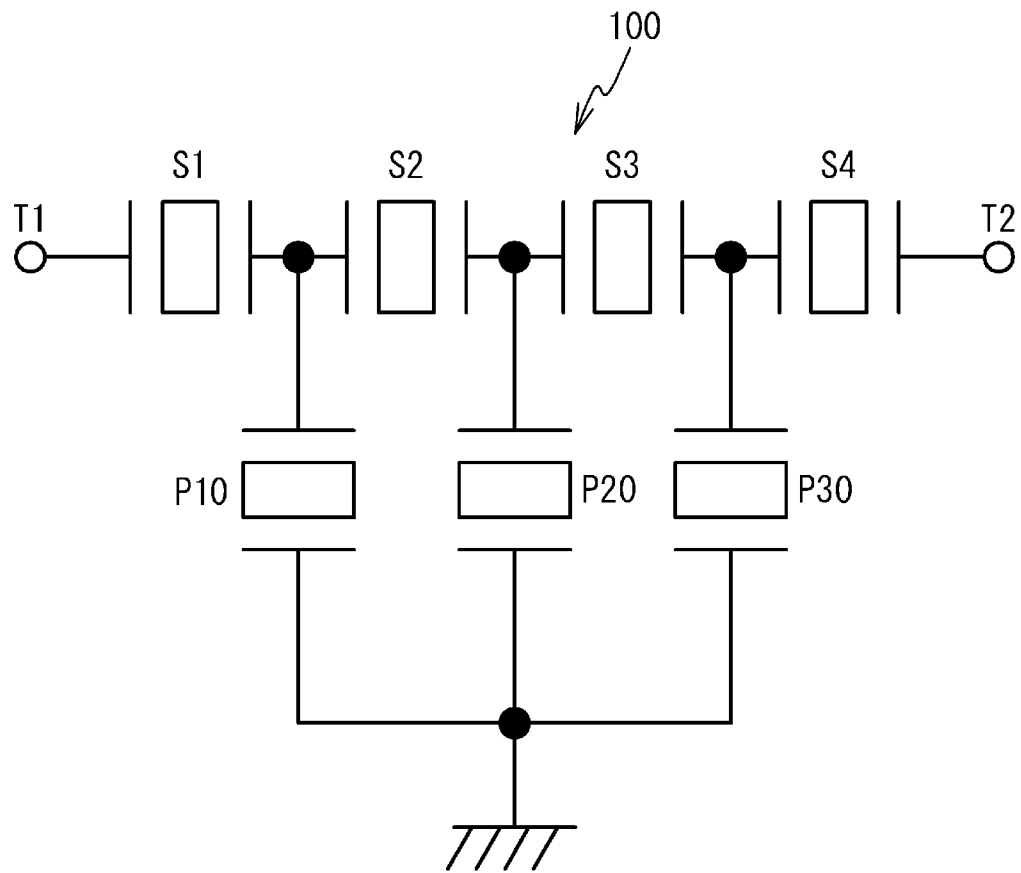
### 請求の範囲

- [請求項1] 基板と、 前記基板上に設けられた圧電薄膜と、 前記圧電薄膜の少なくとも一部を挟んで設けられた下部電極および上部電極と、 前記圧電薄膜を挟み前記下部電極および上部電極が対向する共振領域と、 前記共振領域に複数の島パターンを備える第1質量負荷膜と、 前記共振領域に前記複数の島パターンに対応する位置にそれぞれ設けられた複数の開口パターンを備える第2質量負荷膜と、 を具備することを特徴とする弾性波デバイス。
- [請求項2] 前記第1質量負荷膜および前記第2質量負荷膜は、前記圧電薄膜に対し、上側に設けられたことを特徴とする請求項1記載の弾性波デバイス。
- [請求項3] 前記第1質量負荷膜は、前記圧電薄膜に対し上下の一方に設けられ、前記第2質量負荷膜は前記圧電薄膜に対し上下の他方に設けられたことを特徴とする請求項1記載の弾性波デバイス。
- [請求項4] 前記複数の島パターンおよび前記複数の開口パターンは周期的に設けられていることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項記載の弾性波デバイス。
- [請求項5] 前記複数の島パターンの中心と前記複数の開口パターンの中心はそれぞれ一致していることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項記載の弾性波デバイス。
- [請求項6] 前記複数の島パターンと前記複数の開口パターンは同じ形状のパターンであることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項記載の弾性波デバイス。
- [請求項7] 前記第1質量負荷膜と前記第2質量負荷膜との膜厚は同じであることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項記載の弾性波デバイス。
- [請求項8] 前記第1質量負荷膜と前記第2質量負荷膜との被覆率は同じであることを特徴とする請求項1から7のいずれか一項記載の弾性波デバイス

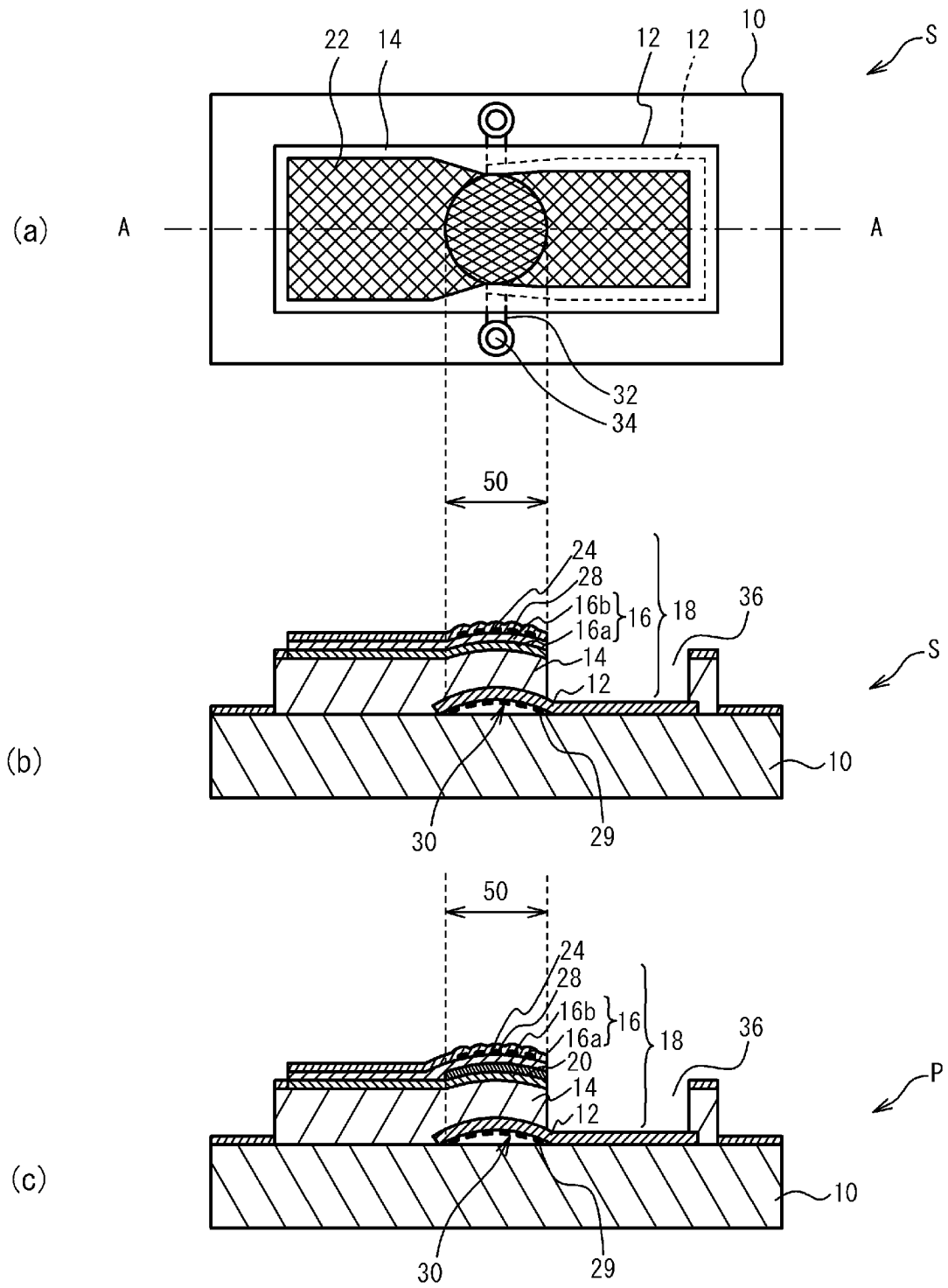
。

[請求項9] 前記第 1 質量負荷膜の被覆率は、前記第 2 質量負荷膜の非被覆率と同じであることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項記載の弾性波デバイス。

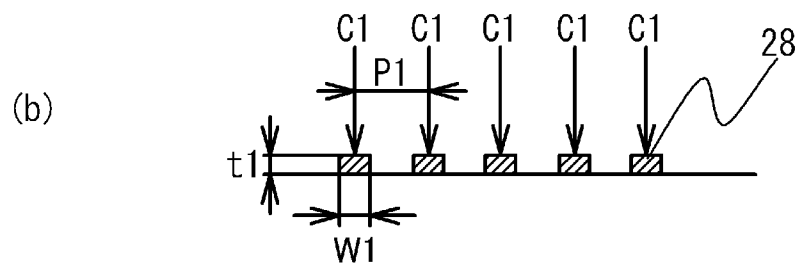
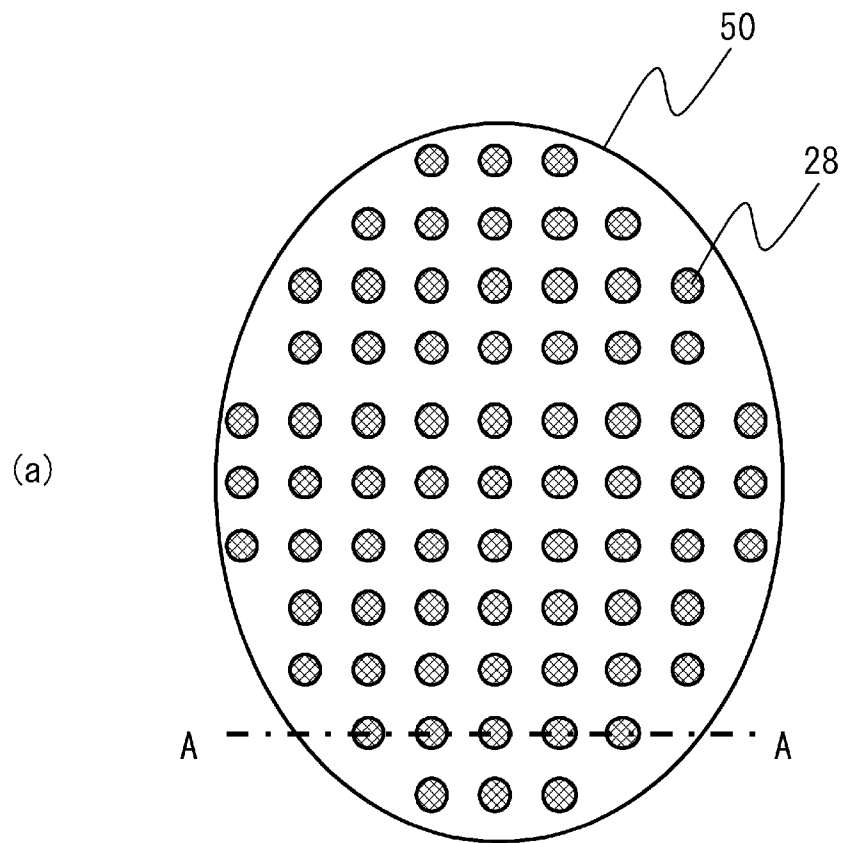
[図1]



[図2]

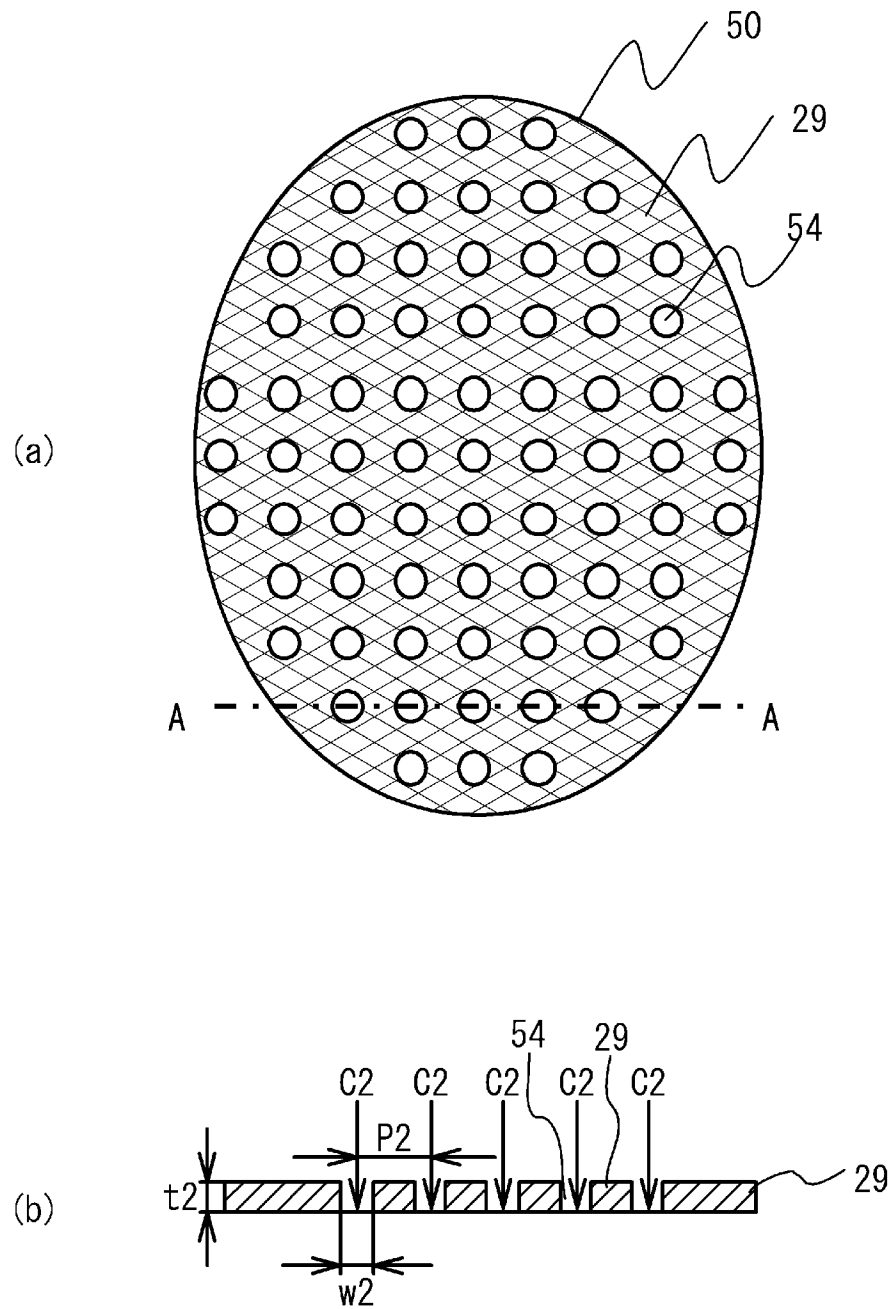


[図3]

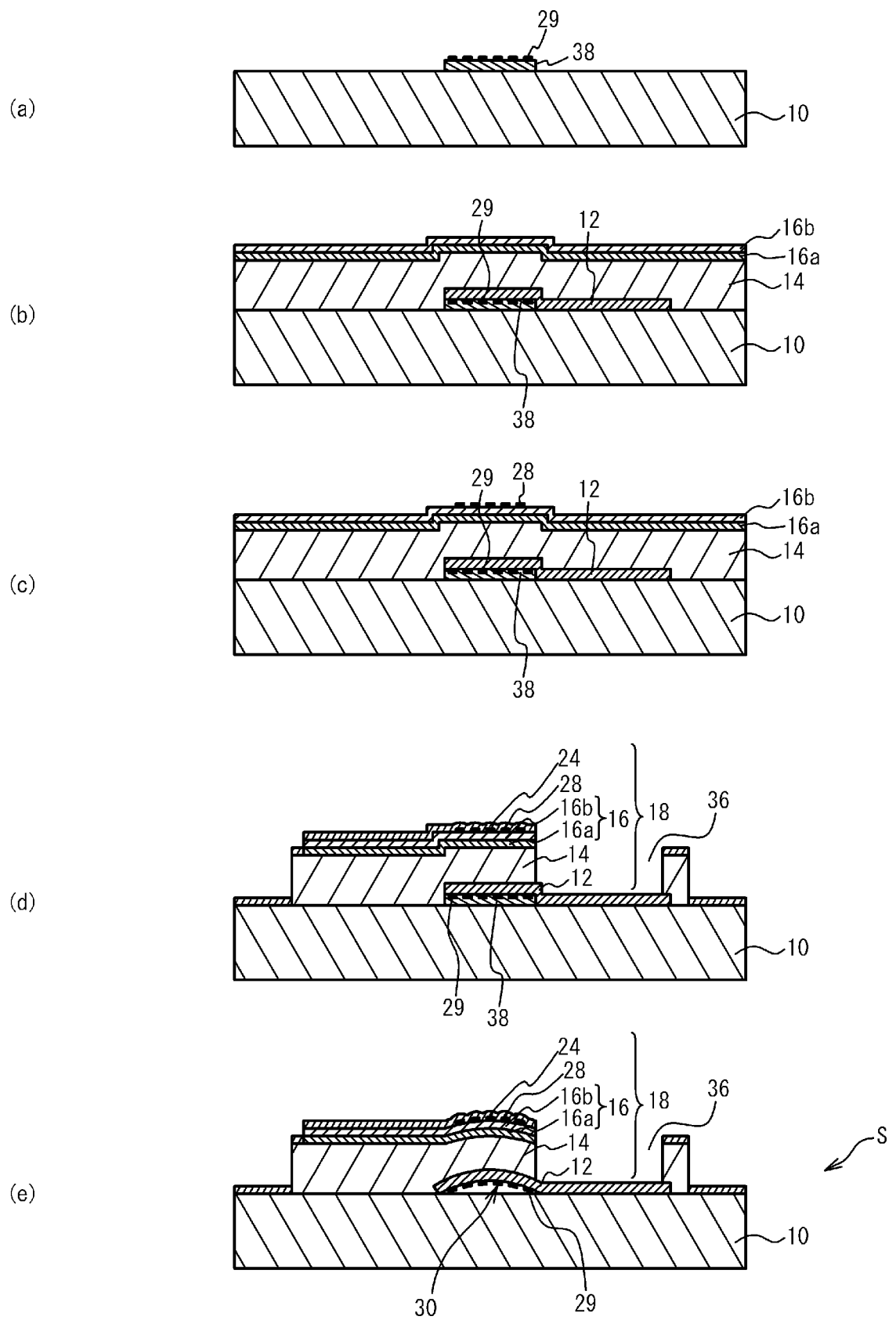




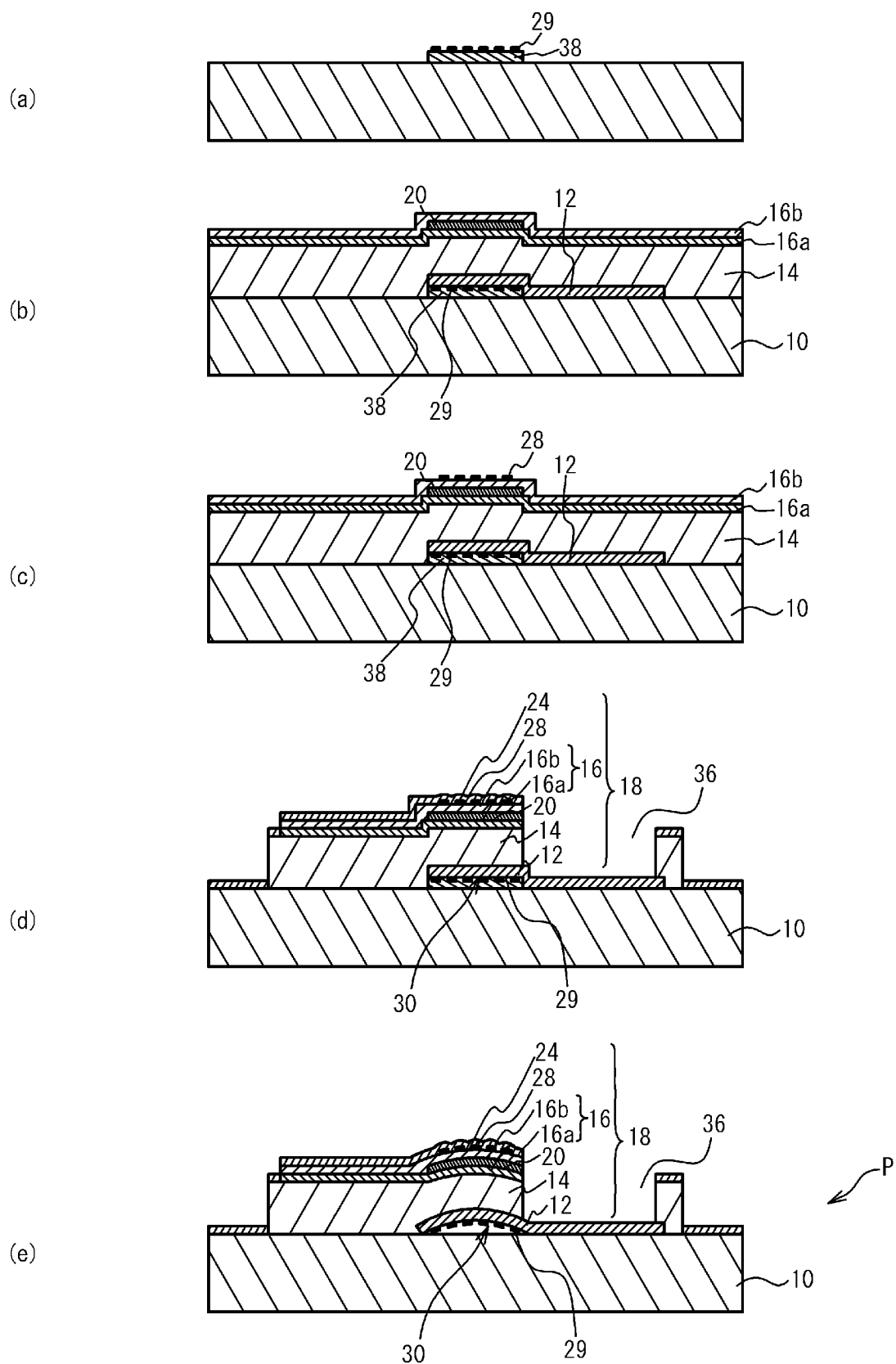
[図4]



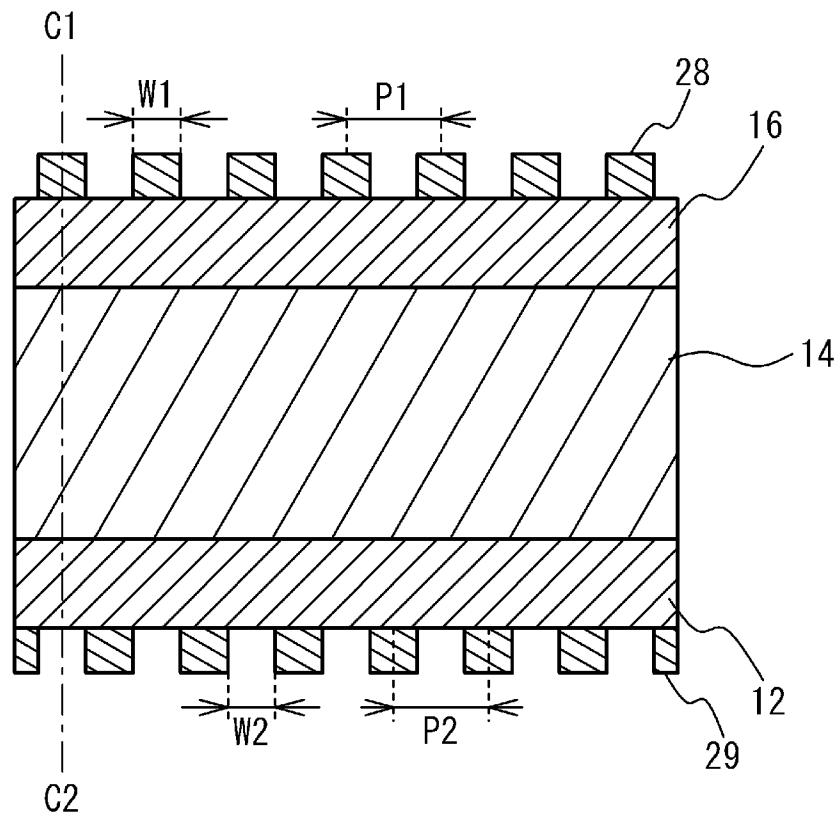
[図5]



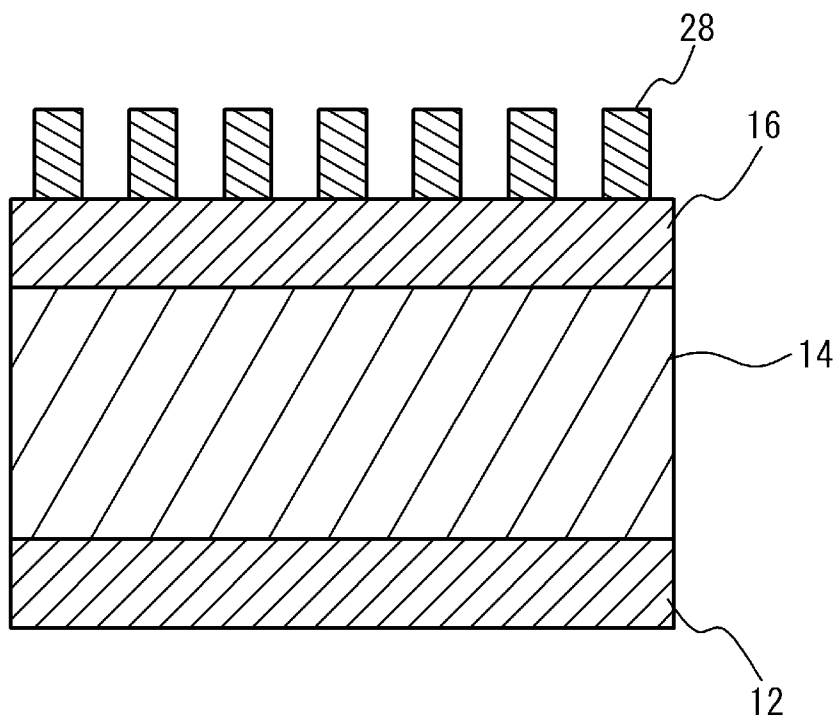
[図6]



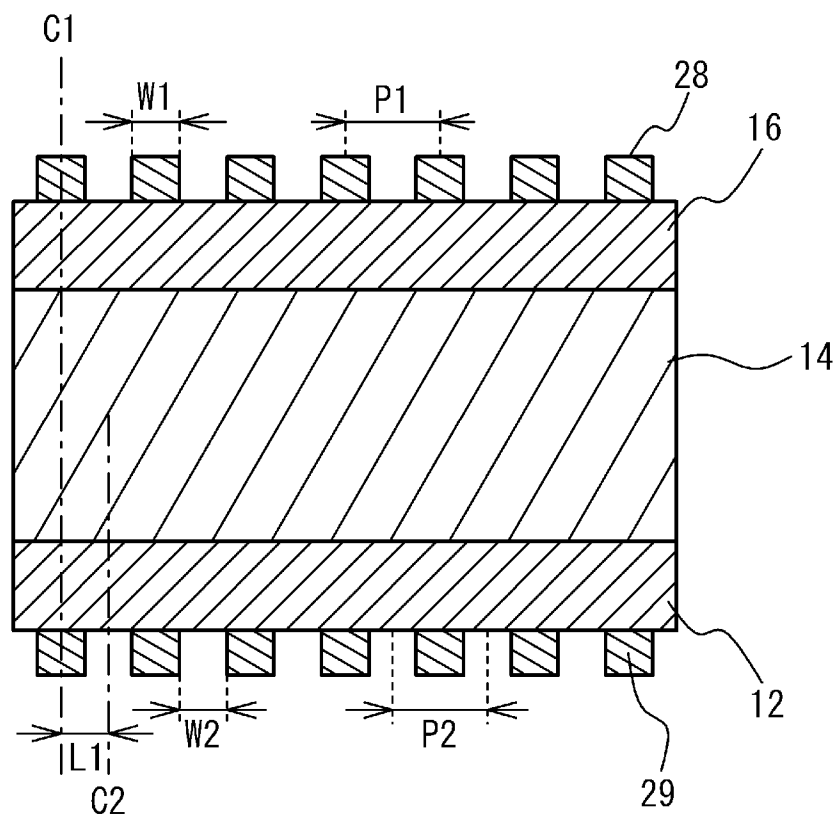
[図7]



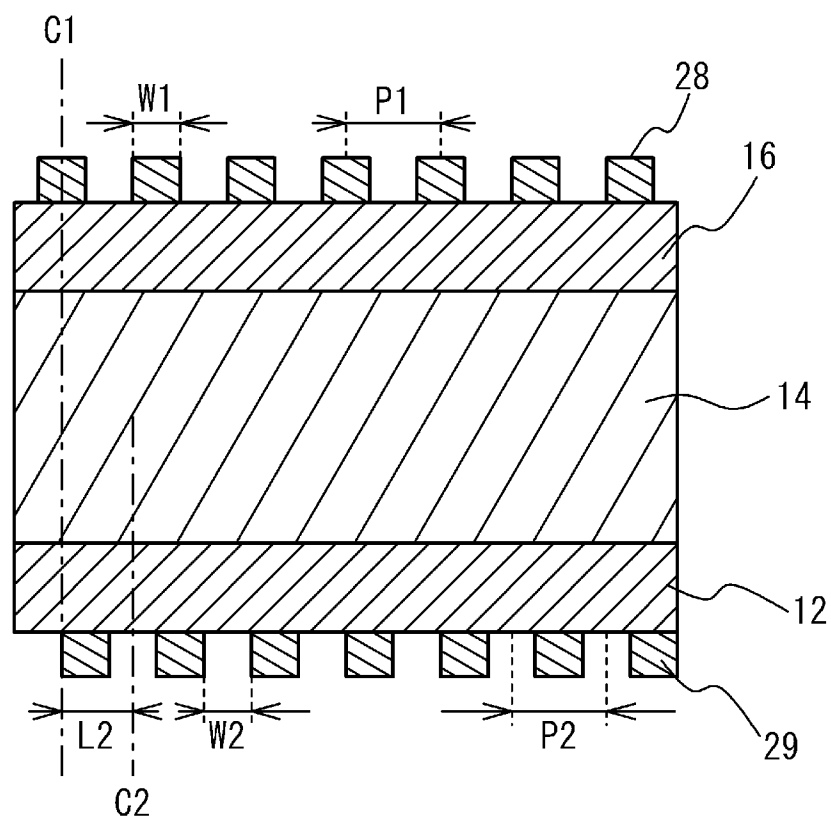
[図8]



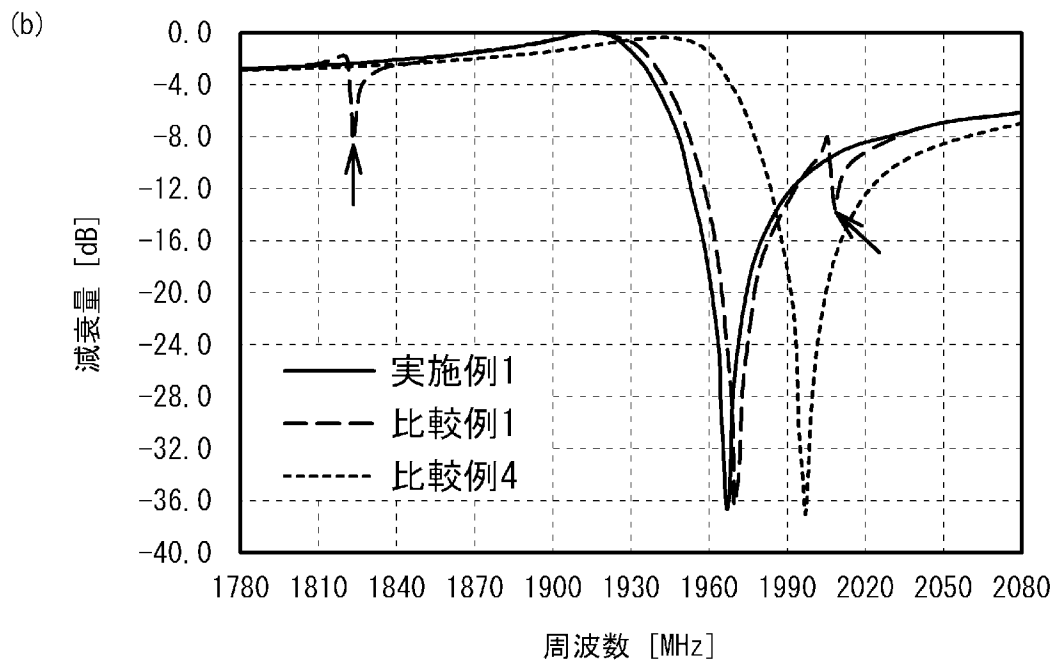
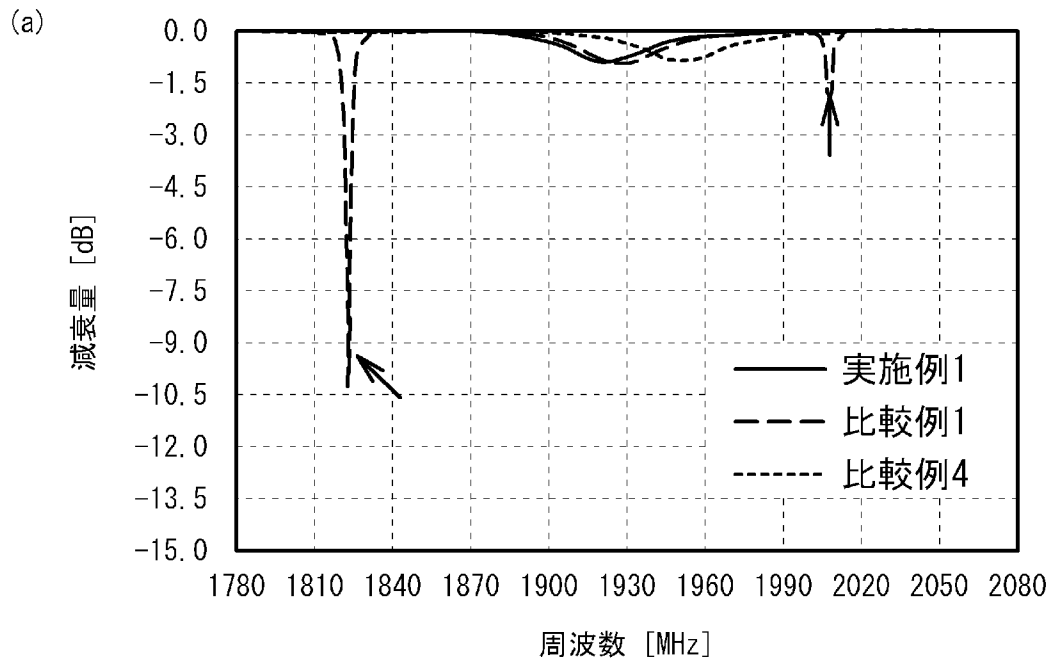
[図9]



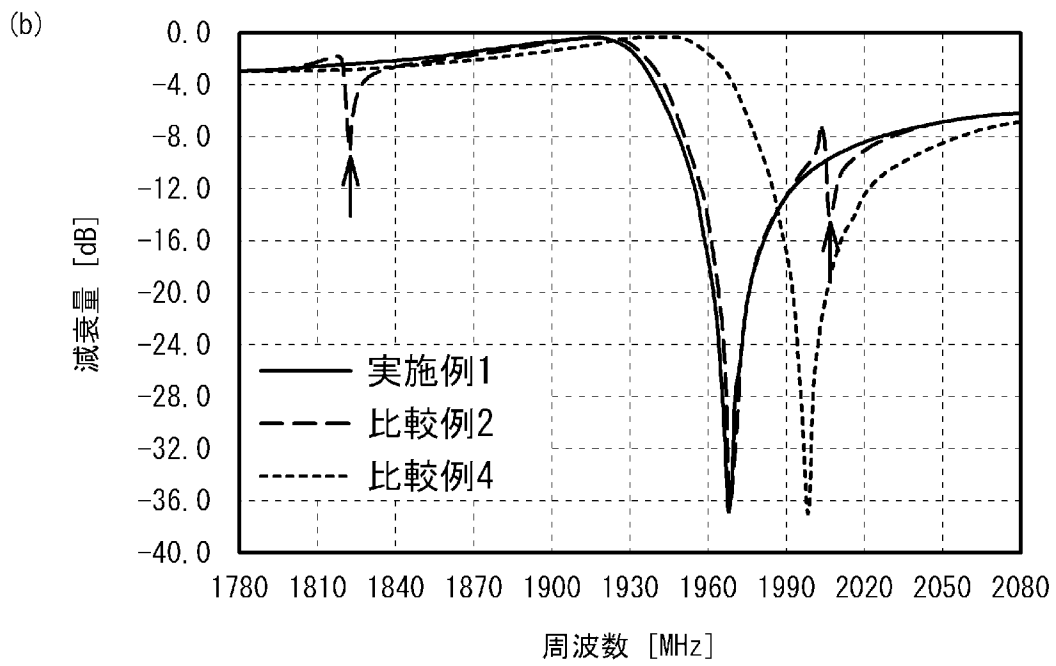
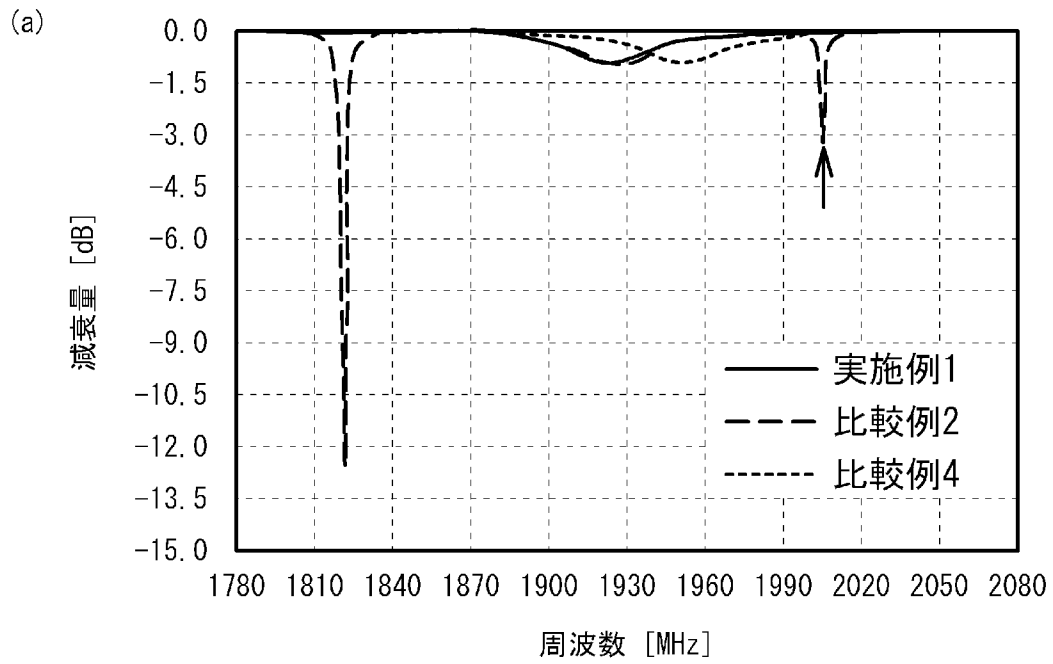
[図10]



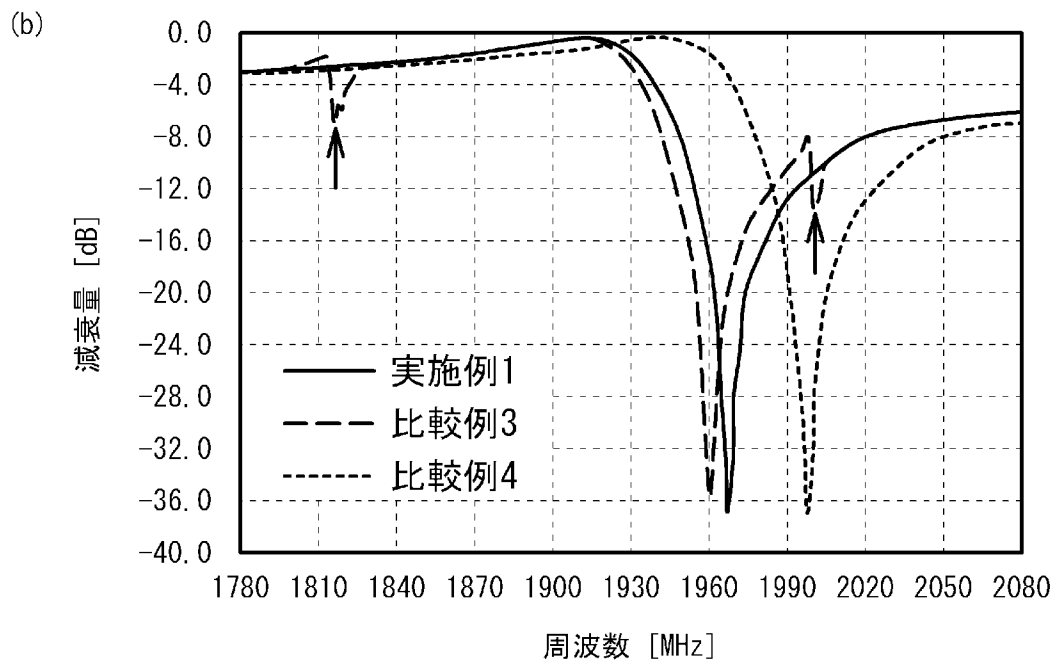
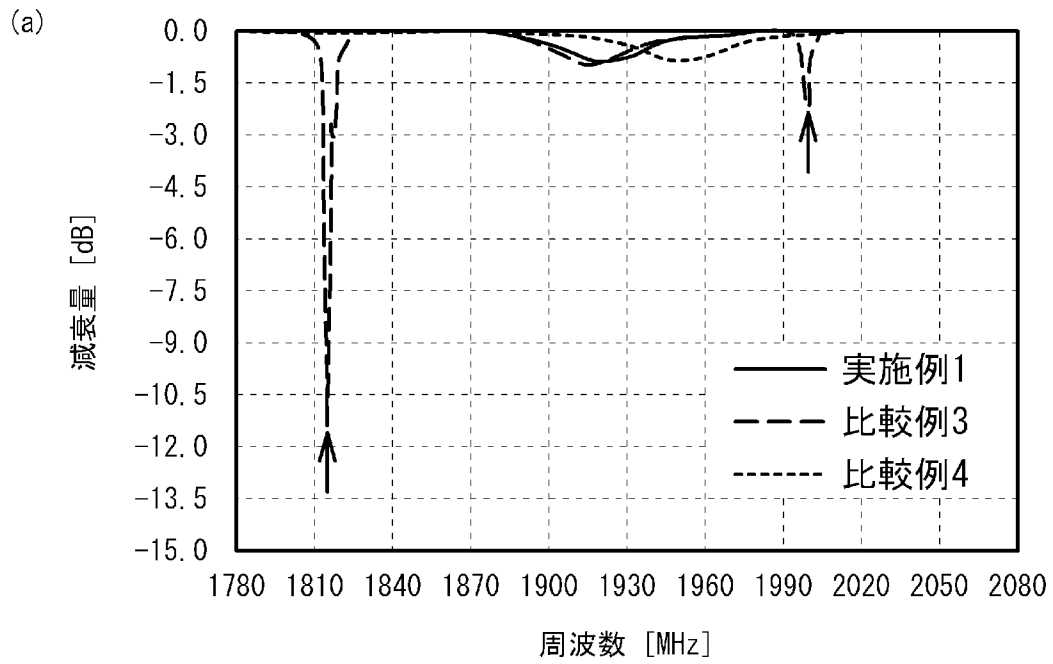
[図11]



[図12]

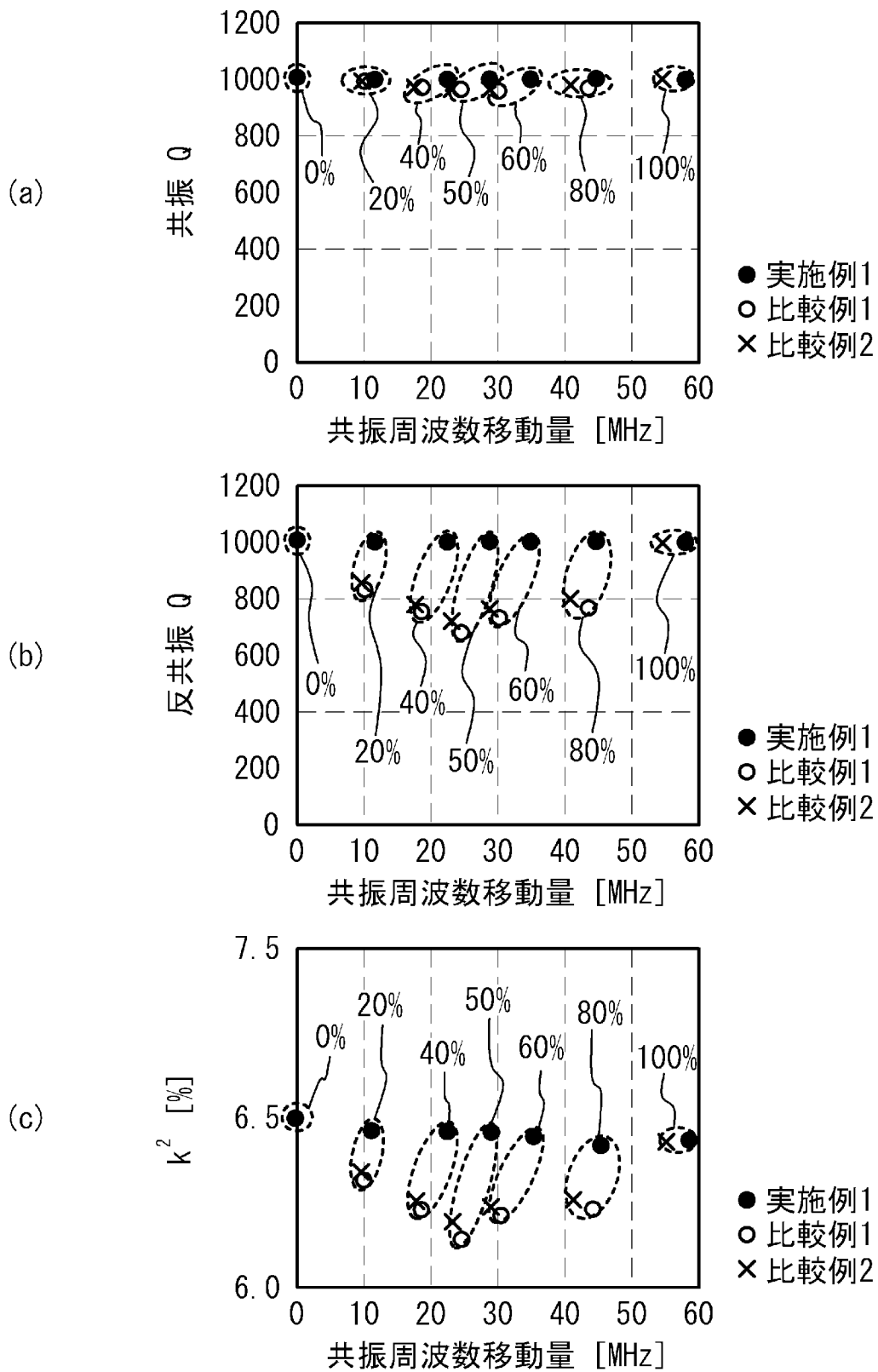


[図13]

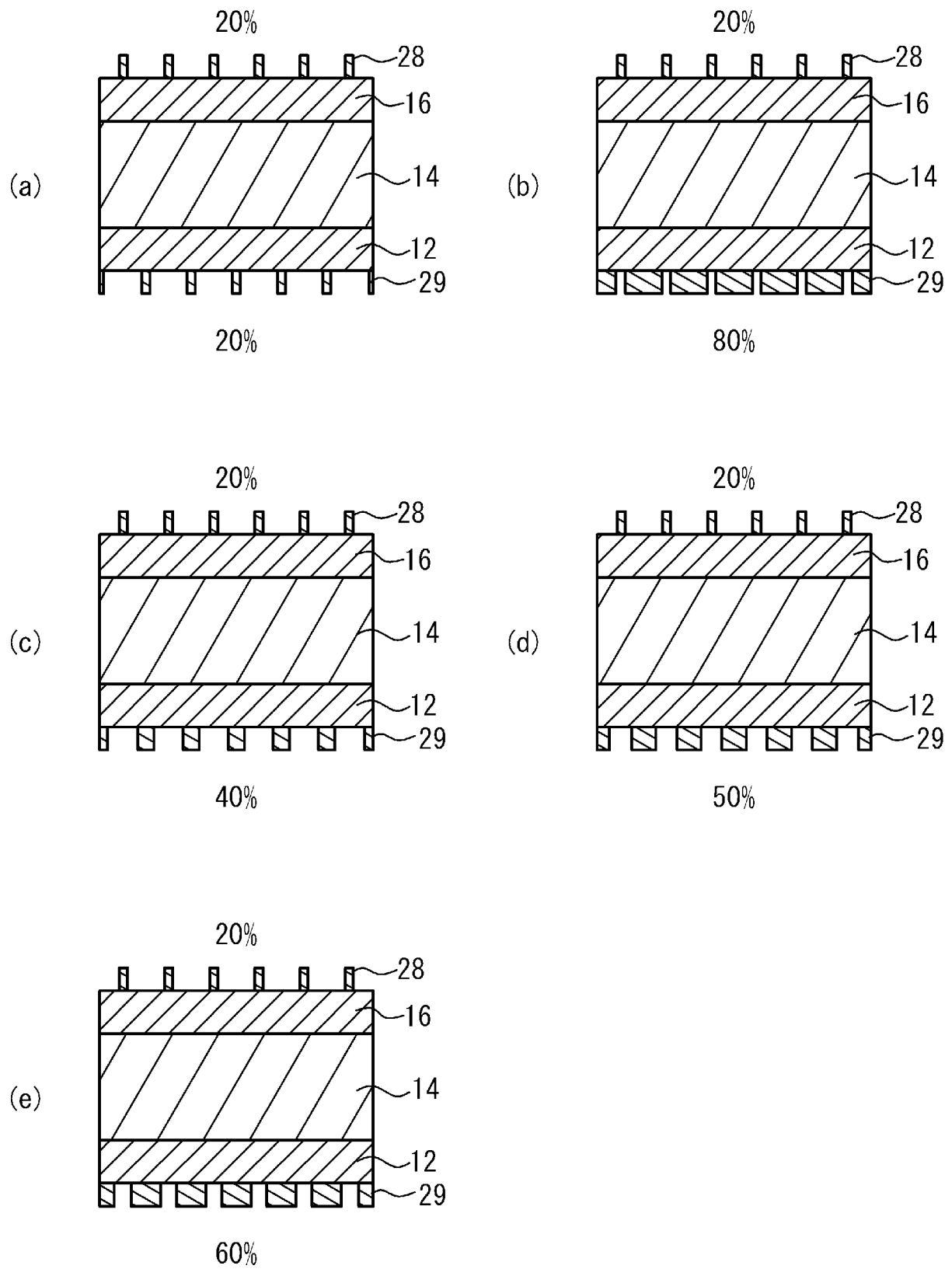




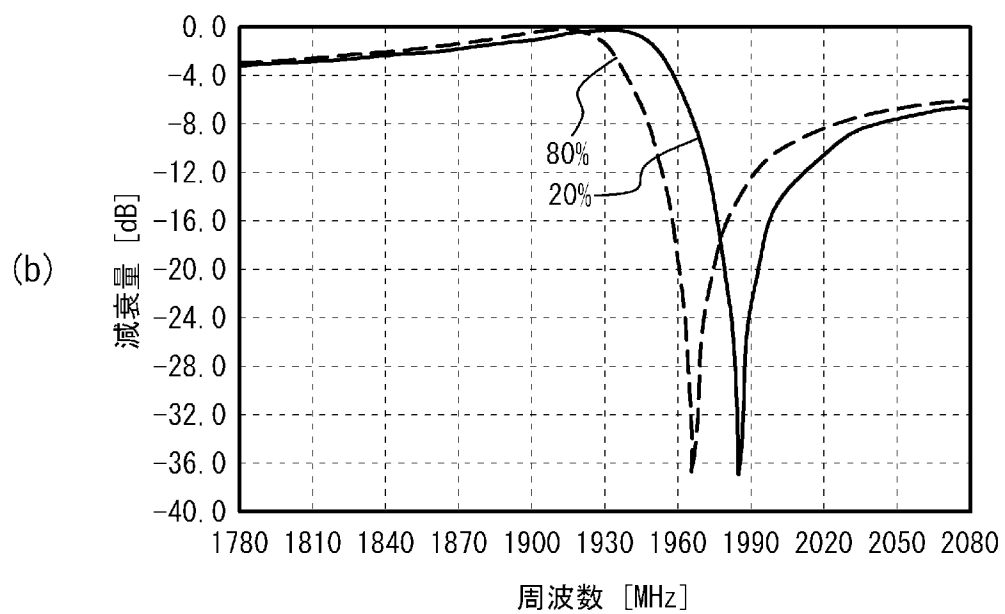
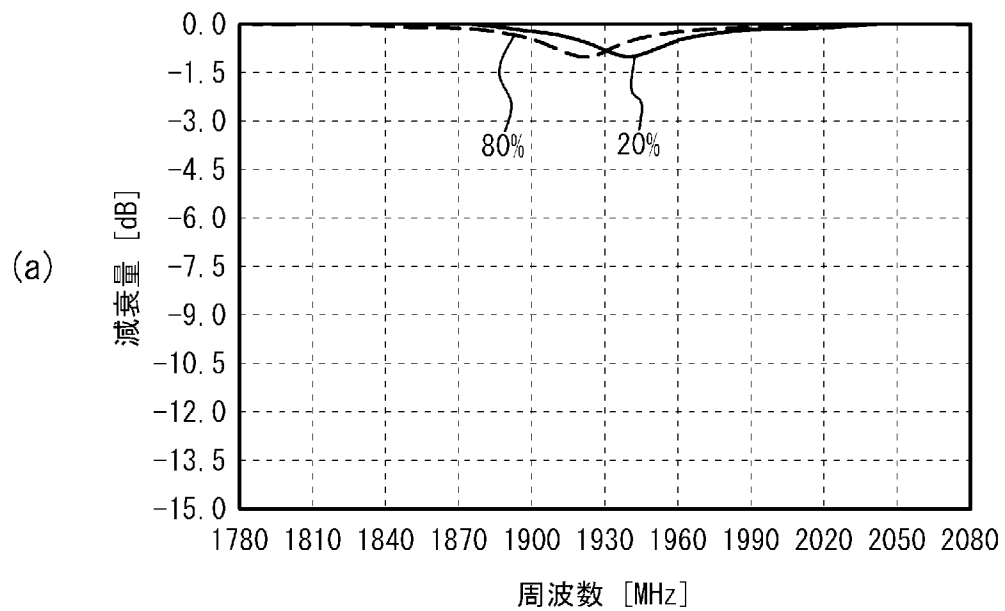
[図14]



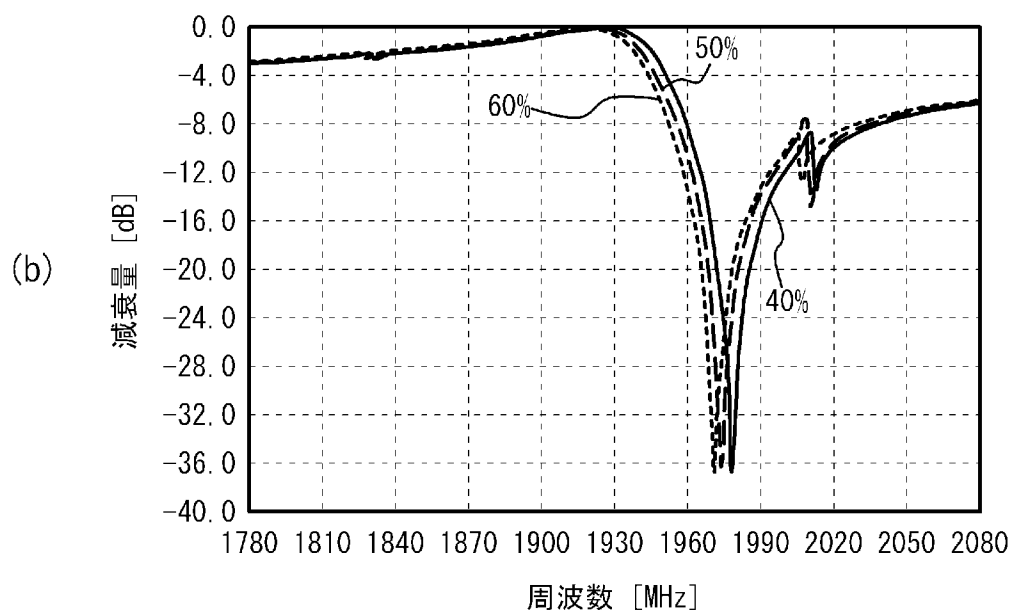
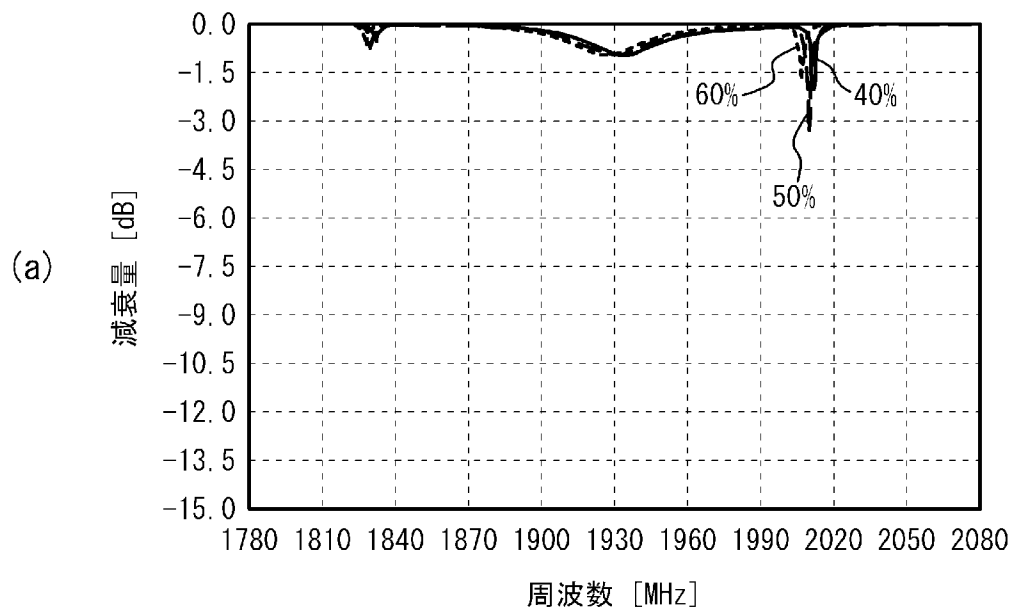
[図15]



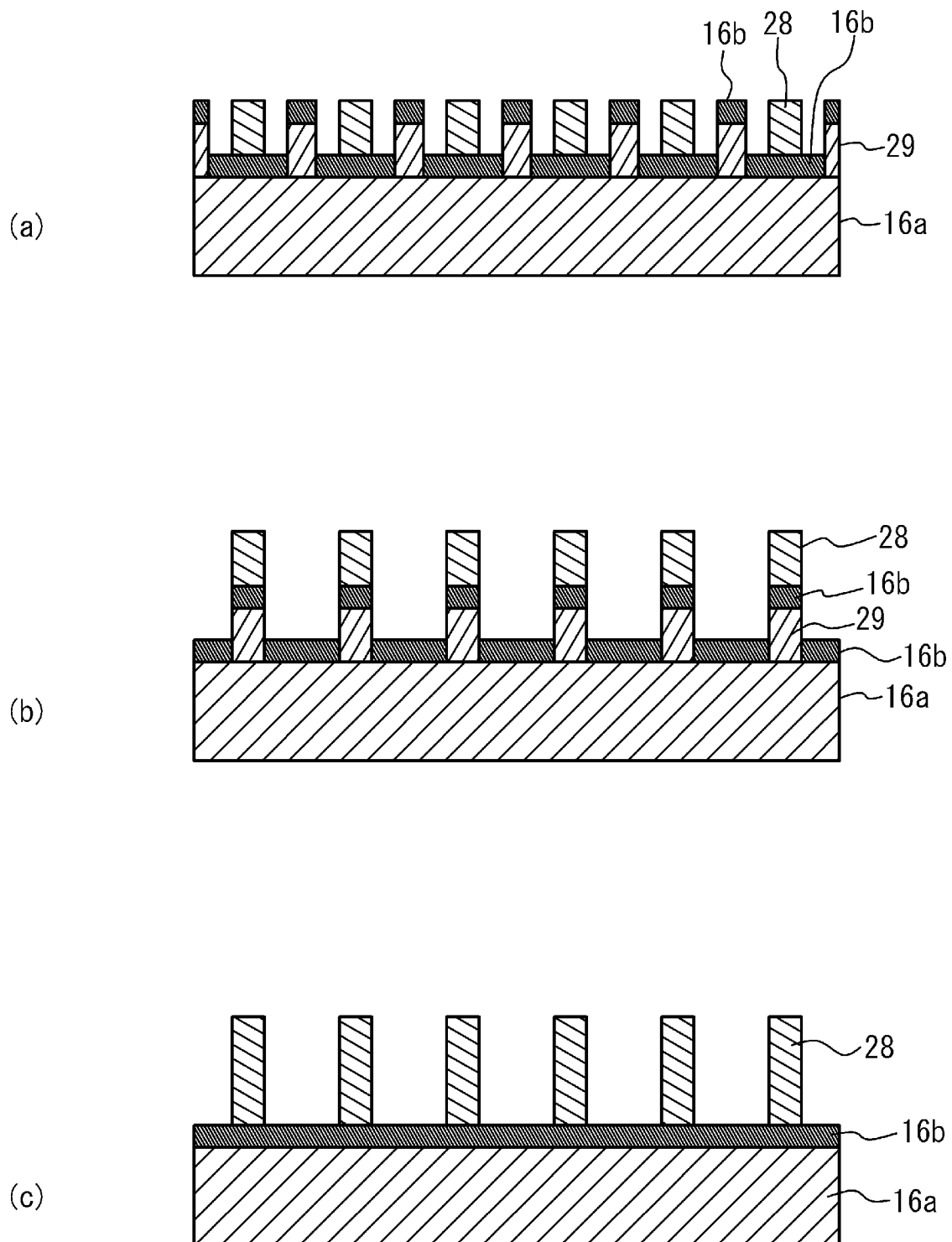
[図16]



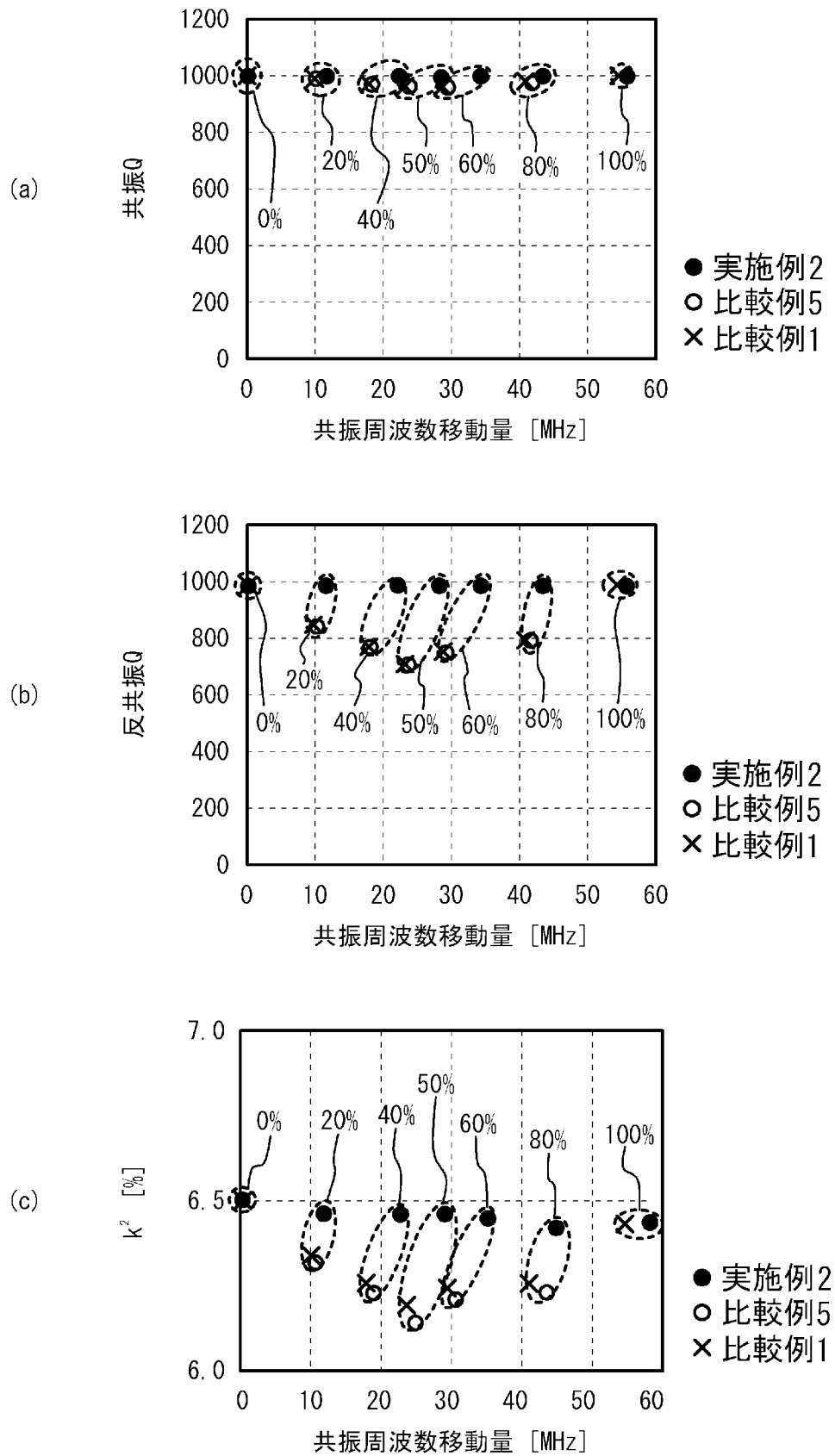
[図17]



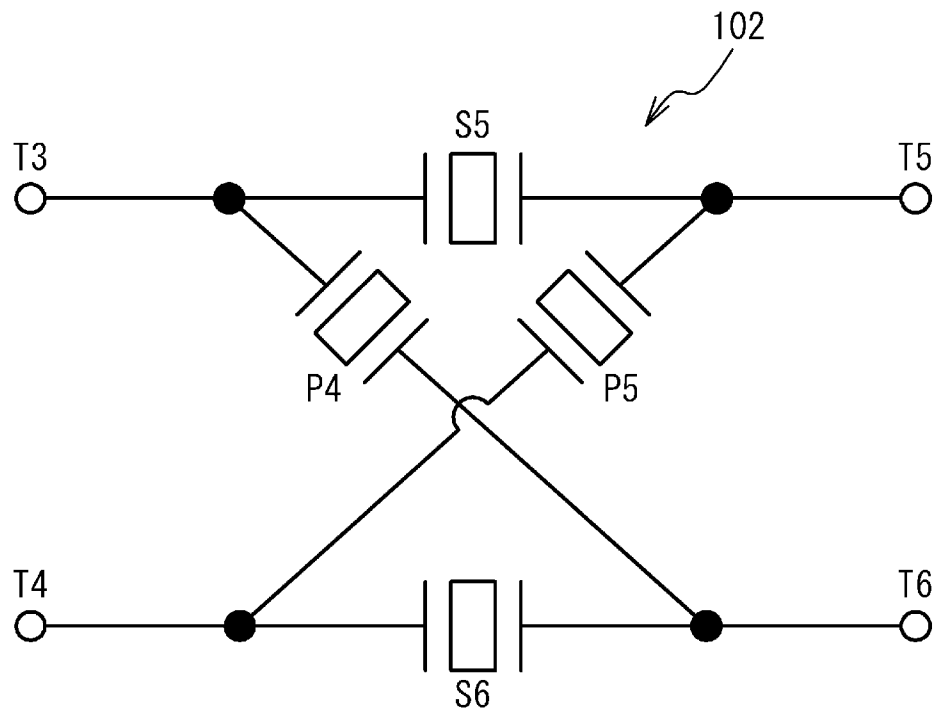
[図18]



[図19]



[図20]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053627

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03H9/17(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H03H9/54(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)

H03H9/17, H01L41/09, H01L41/18, H01L41/187, H03H9/54

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 | 1996-2011 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2011 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2011 |

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<br>A    | JP 2008-103798 A (Fujitsu Media Devices Ltd.),<br>01 May 2008 (01.05.2008),<br>paragraphs [0028] to [0031]; fig. 4<br>& US 2008/0129417 A1 & US 2010/0096358 A<br>& EP 1914888 A1 & CN 101166020 A<br>& KR 10-2008-0034790 A   | 1, 2, 4, 6, 7<br>3, 5, 8, 9 |
| Y<br>A    | JP 2005-286945 A (Fujitsu Media Devices Ltd.),<br>13 October 2005 (13.10.2005),<br>paragraphs [0041] to [0042]; fig. 1<br>& US 2005/0218754 A1 & EP 1583233 A1<br>& DE 602005011697 D & KR 10-2006-0044921 A<br>& CN 1677852 A | 1, 2, 4, 6, 7<br>3, 5, 8, 9 |

☒ 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  
18 April, 2011 (18.04.11)

Date of mailing of the international search report  
10 May, 2011 (10.05.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053627

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                    | Relevant to claim No.       |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Y<br>A    | JP 2009-100367 A (Murata Mfg. Co., Ltd.),<br>07 May 2009 (07.05.2009),<br>paragraph [0027]; fig. 1<br>(Family: none)                                                  | 1, 3, 4, 6, 7<br>2, 5, 8, 9 |
| Y<br>A    | JP 2009-130478 A (Panasonic Corp.),<br>11 June 2009 (11.06.2009),<br>paragraphs [0031] to [0042]; fig. 1<br>& US 2010/0052476 A & WO 2009/066448 A1                   | 1, 3, 4, 6, 7<br>2, 5, 8, 9 |
| Y         | WO 2007/000929 A1 (Matsushita Electric<br>Industrial Co., Ltd.),<br>04 January 2007 (04.01.2007),<br>paragraphs [0015], [0022]; fig. 2, 4<br>& US 2008/0290969 A1     | 1-4, 6, 7                   |
| Y         | JP 2008-172494 A (Fujitsu Media Devices Ltd.),<br>24 July 2008 (24.07.2008),<br>paragraphs [0050] to [0052], [0058] to [0060];<br>fig. 14, 16<br>& US 2008/0169885 A1 | 1-4, 6, 7                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03H9/17(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/18(2006.01)i, H01L41/187(2006.01)i, H03H9/54(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. H03H9/17, H01L41/09, H01L41/18, H01L41/187, H03H9/54

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 1 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 1 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<br>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<br>請求項の番号              |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Y<br>A          | JP 2008-103798 A（富士通メディアデバイス株式会社）2008.05.01, 段落【0028】－【0031】、図4 & US 2008/0129417 A1 & US 2010/0096358 A & EP 1914888 A1 & CN 101166020 A & KR 10-2008-0034790 A | 1, 2, 4, 6, 7<br>3, 5, 8, 9 |
| Y<br>A          | JP 2005-286945 A（富士通メディアデバイス株式会社）2005.10.13, 段落【0041】－【0042】、図1 & US 2005/0218754 A1 & EP 1583233 A1 & DE 602005011697 D & KR 10-2006-0044921 A & CN 1677852 A   | 1, 2, 4, 6, 7<br>3, 5, 8, 9 |

☒ 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

1 8 . 0 4 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 5 . 2 0 1 1

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）

畑中 博幸

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

5W

9180

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                            |                             |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号              |
| Y<br>A                | JP 2009-100367 A (株式会社村田製作所) 2009.05.07, 段落【0027】、図1 (ファミリーなし)                                             | 1, 3, 4, 6, 7<br>2, 5, 8, 9 |
| Y<br>A                | JP 2009-130478 A (パナソニック株式会社) 2009.06.11, 段落【0031】－【0042】、図1 & US 2010/0052476 A & W0 2009/066448 A1       | 1, 3, 4, 6, 7<br>2, 5, 8, 9 |
| Y                     | W0 2007/000929 A1 (松下電器産業株式会社) 2007.01.04, 段落【0015】、【0022】、図2, 図4 & US 2008/0290969 A1                     | 1-4, 6, 7                   |
| Y                     | JP 2008-172494 A (富士通メディアデバイス株式会社) 2008.07.24, 段落【0050】－【0052】、【0058】－【0060】、図14, 図16 & US 2008/0169885 A1 | 1-4, 6, 7                   |