(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3797155号
(P3797155)
(45)発行日　平成18年7月12日(2006.7.12)　(24)登録日　平成18年4月28日(2006.4.28)

(51)Int.Cl.　F I
H03H 3/10 (2006.01)　H03H 3/10

請求項の数 11　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願2001-246248(P2001-246248)
(22)出願日　平成13年8月14日(2001.8.14)
(65)公開番号　特開2002-158554(P2002-158554A)
(43)公開日　平成14年5月31日(2002.5.31)
審査請求日　平成15年3月18日(2003.3.18)
(31)優先権主張番号　特願2000-270586(P2000-270586)
(32)優先日　平成12年9月6日(2000.9.6)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号
(74)代理人　100086597
弁理士　宮▲崎▼主税
(72)発明者　門田　道雄
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
(72)発明者　高桑　泰徳
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
(72)発明者　林　誠剛
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】端面反射型表面波装置の周波数調整方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

対向二端面におけるＳＨタイプの表面波の反射を利用した端面反射型表面波装置の周波数調整方法であって、

複数本の電極指を有する少なくとも１個のインターデジタルトランスデューサーを有する複数個の端面反射型表面波装置を構成するために圧電基板上に複数のインターデジタルトランスデューサーを形成する工程と、

前記圧電基板上に形成した少なくとも１個のインターデジタルトランスデューサーの設けられている領域の表面波伝搬方向両外側に一対の端面を形成することにより少なくとも１個の端面反射型表面波装置の対向二端面を形成し、該対向二端面が形成された端面反射型表面波装置の周波数特性を測定する工程と、

該周波数特性と目標とする周波数特性との周波数のずれを求める工程と、

前記対向二端面形成位置と周波数の変動との関係について予め求められた式に従って前記周波数ずれをもとに切断端面位置を定める工程と、

当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を、直前の工程で求められた前記切断端面位置に形成する工程とを備える端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項２】

前記インターデジタルトランスデューサーがシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、

周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、

前記インターデジタルトランスデューサーの最外側電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として（但し、λは表面波の波長）、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、＋λ／８の範囲内の位置で前記対向二端面を形成することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項３】

前記インターデジタルトランスデューサーがシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、

周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、

前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として（但し、λは表面波の波長）、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、＋λ／１６の範囲内の位置で前記対向二端面を形成することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項４】

前記インターデジタルトランスデューサーがシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、

周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、

前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として（但し、λは表面波の波長）、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、－λ／８の範囲内の位置で前記対向二端面を形成することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項５】

前記インターデジタルトランスデューサーがシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、

周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、

前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として（但し、λは表面波の波長）、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、－λ／１６の範囲内の位置で前記対向二端面を形成することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項６】

前記インターデジタルトランスデューサーがダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、

周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、

前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の２本でペアをなす電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として（但し、λは表面波の波長）、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、＋λ／８の範囲内の位置で前記対向二端面を形成することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項７】

前記インターデジタルトランスデューサーがダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、

周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、

前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の２本のペアをなす電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として（但し、λは表面波の波長）、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、＋λ／１６の範囲内の位置で前記対向二端面を形成することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項８】

前記インターデジタルトランスデューサーがダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、

周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、

前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の２本でペアをなす電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として（但し、λは表面波の波長）、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、－λ／８の範囲内の位置で前記対向二端面を形成することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項９】

前記インターデジタルトランスデューサーがダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、

周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、

前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の２本でペアをなす電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として（但し、λは表面波の波長）、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、－λ／１６の範囲内の位置で前記対向二端面を形成することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項１０】

前記インターデジタルトランスデューサーが対数１５対～８０対のシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、

周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、前記圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、

表面波の波長をλ、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置と、該位置に近い側の前記端面との間の距離ｘを表面波の波長λで規格化した距離をＸ（Ｘ＝ｘ／λ）、周波数調整量としての規格化周波数調整量を△ｆ／f_0（但し、△ｆは周波数調整量、f_0は中心周波数）とした場合に、

【数１】

$$\Delta f/f_0 = -5.04143\times10^{-4} - 0.14432X + 0.25143X^2 \quad \cdots(式1)$$

と、

【数２】

$$\Delta f/f_0 = 8.76163\times10^{-4} - 0.04661X + 0.15856X^2 \quad \cdots(式2)$$

の２つの曲線で囲まれた領域において△ｆ／f_0と距離Ｘとを選択することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。

【請求項１１】
前記インターデジタルトランスデューサーが対数１５対～８０対のダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、
周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、
表面波の波長をλ、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の２本でペアをなす電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置と、該位置に近い側の端面との間の距離ｘを表面波の波長λで規格化した距離をＸ（Ｘ＝ｘ／λ）、周波数調整量としての規格化周波数調整量を△ｆ／ｆ$_0$（但し、△ｆは周波数調整量、ｆ$_0$は中心周波数）とした場合に、
【数３】

$$\Delta f/f_0 = 8.22166\times10^{-4} - 0.15455X + 0.11746X^2 \cdots$$

（式３）

と、
【数４】

$$\Delta f/f_0 = -4.0909\times10^{-4} - 0.0512X + 0.061515X^2 \cdots$$

（式４）

の２つの曲線で囲まれた領域において△ｆ／ｆ$_0$と距離Ｘとを選択することを特徴とする、請求項１に記載の端面反射型表面波装置の周波数調整方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、バンドパスフィルタやトラップなどに用いられる端面反射型表面波装置の周波数調整方法に関し、より詳細には、周波数調整可能なように端面が形成される工程を備えた端面反射型表面波装置の周波数調整方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、ＢＧＳ波やラブ波などのＳＨタイプの表面波を利用した端面反射型表面波装置が種々提案されている（例えば、特開平５－１８３３７６号公報、特開平５－１４５３７０号公報など）。
【０００３】
端面反射型表面波装置では、対向二端面を有する圧電基板上にインターデジタルトランスデューサーが形成されている。インターデジタルトランスデューサーの複数本の電極指は端面と平行な方向に延ばされている。励振された表面波が対向二端面間で反射され、定在波が発生し、該定在波に基づく共振特性が利用される。
【０００４】
端面反射型表面波装置は、反射器を必要としないので、表面波装置の小型化を図ることができる。
上記端面反射型表面波装置の製造に際しては、圧電材料からなるウェハーを用意する。次に、ウェハー上に、複数のインターデジタルトランスデューサーを形成する。次にウェハーが切断されて、対向二端面が形成され、かつ複数の端面反射型表面波装置が１枚のウェハーから切り出される。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
端面反射型表面波装置では、対向二端面が正確に形成されなければ、所望とする共振特性やフィルタ特性を得ることができない。従って、従来、端面の形成は、シングル電極型の

インターデジタルトランスデューサーを用いた場合には、最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置、あるいはλ／２の整数倍の位置で切断が行われていた。また、２本の電極指を１つのペアとするダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーの場合には、表面波伝搬方向最外側に位置する電極指の隣りのペアとなる２本の電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の整数倍の位置で切断が行われていた。

【０００６】

実際の製造に際しては、ウェハーから複数の端面反射型表面波装置が切り出されている。また量産に際しては、複数枚のウェハーに同様にインターデジタルトランスデューサーが形成され、かつ前記切断が行われていた。

【０００７】

しかしながら、複数のウェハーを用意し、同じようにインターデジタルトランスデューサーを複数形成し、切断により高精度に端面を形成したとしても、得られた多数の端面反射型表面波装置において周波数特性がばらつくという問題があった。これは、ウェハーごとの音速ばらつきや電極指の厚みや幅のばらつきに起因している。

【０００８】

本発明の目的は、周波数特性のばらつきが少なく、かつ所望とする周波数特性を実現し得る端面反射型表面波装置の周波数調整方法を提供することにある。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

【００１７】

本発明は、対向二端面におけるＳＨタイプの表面波の反射を利用した端面反射型表面波装置の周波数調整方法であって、複数本の電極指を有する少なくとも１個のインターデジタルトランスデューサーを有する複数個の端面反射型表面波装置を構成するために圧電基板上に複数のインターデジタルトランスデューサーを形成する工程と、前記圧電基板上に形成した少なくとも１個のインターデジタルトランスデューサーの設けられている領域の表面波伝搬方向両外側に一対の端面を形成することにより少なくとも１個の端面反射型表面波装置の対向二端面を形成し、該対向二端面が形成された端面反射型表面波装置の周波数特性を測定する工程と、該周波数特性と目標とする周波数特性との周波数のずれを求める工程と、前記対向二端面形成位置と周波数の変動との関係について予め求められた式に従って前記周波数ずれをもとに切断端面位置を定める工程と、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を、直前の工程で求められた前記切断端面位置に形成する工程とを備えることを特徴とする。

【００１８】

本発明の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーがシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、＋λ／８の範囲内の位置で前記対向二端面を形成する。

【００１９】

本発明の他の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーがシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、＋λ／１６の範囲内の位置で前記対向二端面を形成する。

【００２０】

本発明のさらに他の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーがシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、－λ／８の範囲内の位置で前記対向二端面を形成する。

【００２１】

本発明の他の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーがシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、－λ／１６の範囲内の位置で前記対向二端面を形成する。

【００２２】

本発明の別の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーがダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣のペアをなす２本の電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、＋λ／８の範囲内の位置で前記対向二端面を形成する。

【００２３】

本発明のさらに他の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーがダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣のペアをなす２本の電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、＋λ／１６の範囲内の位置で前記対向二端面を形成する。

【００２４】

本発明の他の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーがダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣のペアをなす２本の電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、－λ／８の範囲内の位置で前記対向二端面を形成する。

【００２５】

本発明のさらに他の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーがダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣のペアをなす電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準として、表面波の伝搬方向に向かって前記基準から外側を＋方向として、－λ／１６の範囲内の位置で前記対向二端面を形成する。

【００２６】

本発明のさらに別の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーが対数１５対～８０対のシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数

特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、前記圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、表面波の波長をλ、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置と、該位置に近い側の前記端面との間の距離ｘを表面波の波長λで規格化した距離をＸ（Ｘ＝ｘ／λ）、周波数調整量としての規格化周波数調整量を△ｆ／ｆ$_0$（但し、△ｆは周波数調整量、ｆ$_0$は中心周波数）とした場合に、

【００２７】

【数５】

$$\Delta f / f_0 = -5.04143 \times 10^{-4} - 0.14432X + 0.25143X^2$$

…（式１）

【００２８】

と、

【００２９】

【数６】

$$\Delta f / f_0 = 8.76163 \times 10^{-4} - 0.04661X + 0.15856X^2 \cdots$$

（式２）

【００３０】

の２つの曲線で囲まれた領域において△ｆ／ｆ$_0$と距離Ｘとを選択することを特徴とする。

本発明のさらに他の特定の局面では、前記インターデジタルトランスデューサーが対数１５対～８０対のダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、周波数特性の目標とする周波数特性に対するずれを補正するように、当該圧電基板の残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を形成するに際し、表面波の波長をλ、前記インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の２本でペアをなす電極指間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置と、該位置に近い側の端面との間の距離ｘを表面波の波長λで規格化した距離をＸ（Ｘ＝ｘ／λ）、周波数調整量としての規格化周波数調整量を△ｆ／ｆ$_0$（但し、△ｆは周波数調整量、ｆ$_0$は中心周波数）とした場合に、

【００３１】

【数７】

$$\Delta f / f_0 = 8.22166 \times 10^{-4} - 0.15455X + 0.11746X^2 \cdots$$

（式３）

【００３２】

と、

【００３３】

【数８】

$\triangle f / f_0 = -4.0909 \times 10^{-4} - 0.0512X + 0.061515X^2 \cdots$ （式４）

【００３４】
の２つの曲線で囲まれた領域において△ｆ／f_0と距離Ｘとを選択することを特徴とする。
【００３５】
【発明の実施の形態】
図１は、本発明の一実施例により得られる端面反射型表面波装置の一例を示す斜視図である。本実施例で得られる端面反射型表面波装置１は、ＳＨタイプの表面波としてＢＧＳ波を利用した端面反射型表面波共振子である。
【００３６】
端面反射型表面波装置１は、矩形板状の圧電基板２を有する。圧電基板２は、$LiNbO_3$、$LiTaO_3$などの圧電単結晶、あるいはチタン酸ジルコン酸鉛系セラミックス（ＰＺＴ）のような圧電セラミックスにより構成されている。圧電基板２が、圧電セラミックスの場合には、図示の矢印Ｐ方向に沿うように分極処理されている。
【００３７】
圧電基板２の上面には、シングル電極型のインターデジタルトランスデューサー３が形成されている。インターデジタルトランスデューサー３は、一対のくし歯電極４，５を有する。各くし歯電極４，５は、複数本の電極指４ａ，４ｂ，５ａ～５ｃを有する。インターデジタルトランスデューサー３においては、表面波伝搬方向最外側の電極指５ａ，５ｃの幅がλ／８とされている。なお、λは励振される表面波の波長を示す。
【００３８】
残りの電極指４ａ，４ｂ，５ｂの幅はλ／４とされている。また、電極指間のギャップの幅はλ／４とされている。
くし歯電極４，５は、例えば、Ａｌなどの適宜の金属材料により構成されている。
【００３９】
本実施例の端面反射型表面波装置１の製造方法では、まず、圧電基板２を構成するためのウェハーを用意する。すなわち、上述した圧電単結晶や圧電セラミックスからなる大きなウェハーを用意し、該ウェハー上に、複数の端面反射型表面波装置１を構成するために複数のインターデジタルトランスデューサー３が形成される。
【００４０】
次に、上記ウェハーを厚み方向に切断することにより、端面２ａ，２ｂが形成され、端面反射型表面波装置１がウェハーから切り出される。
しかしながら、前述したように、ウェハーごとに圧電特性がばらつくため、複数のウェハーから多数の端面反射型表面波装置１を得た場合、共振特性がばらつく。
【００４１】
そこで、本実施例では、ウェハーからまず一組の端面を切断により形成して１個の端面反射型表面波装置１の対向二端面を形成し、該対向二端面が形成された端面反射型表面波装置１の特性を測定する。そして、このようにして測定された周波数特性が所望の周波数からずれている場合、そのずれを補正するように対向二端面の形成位置を変更して、当該ウェハーの残りの部分に構成されている端面反射型表面波装置の対向二端面を切断により形成する。
【００４２】
すなわち、端面の形成位置を調整することにより周波数の調整が行われる。
端面２ａ，２ｂの位置は、従来、最外側の電極指５ａ，５ｃに隣接する電極指４ａ，４ｂの中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置とされていた。これに対して、本実施例では、電極指４ａ，４ｂの中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置、

すなわち基準位置から表面波伝搬方向外側または内側で切断を行うことにより端面２ａ，２ｂが形成され、それによって周波数が調整される。

【００４３】

図２は、１５対の電極をもつ端面反射型表面波装置１において、端面２ｂを、電極指４ｂの中心から外側にλ／２の基準位置からずらせて形成した場合の端面反射型表面波装置１の共振周波数の変化を示す。図２の結果は、端面反射型表面波装置１として、ＰＺＴからなる圧電基板上に、１５対及び８０対の電極指を形成し、λ＝約５８μｍの場合の実験結果を示す図である。図中○が１５対、●が８０対の値を示す。

【００４４】

図２の縦軸は、目標とする共振周波数をｆ、実測共振周波数をf_1とした場合、周波数のずれ量Δｆ＝f_1－ｆの目標共振周波数ｆに対する割合Δｆ／ｆである。また、図２の横軸の０は、電極指４ｂの中心から表面波伝搬方向外側にλ／２である基準位置を示し、横軸の端面形成位置とは、該基準位置を原点（すなわち０）とした場合の端面形成位置を示す。なお、基準位置０から＋の方向は、基準位置よりも表面波伝搬方向外側において端面を形成したことを意味する。

【００４５】

なお、図２の結果は、端面２ａ側においても同様にして端面を形成した場合の結果を示す。

図２から明らかなように、端面２ａ，２ｂの形成位置を、基準位置からずらすことにより、共振周波数がずれることがわかる。特に、基準位置から外側において圧電基板を切断して端面を形成した場合には共振周波数が低くなるように周波数が調整され、端面の位置が基準位置よりも表面波伝搬方向内側にある場合には共振周波数が高くなるように周波数調整の行われることがわかる。

【００４６】

従って、本実施例のように、上記基準位置から表面波伝搬方向外側または内側にずらして切断を行うことにより、共振周波数を調整することができ、従って、ウェハーのばらつきに応じて、端面形成位置を調整することにより、目標とする共振周波数の端面反射型表面波装置を確実に得ることができる。

【００４７】

もっとも、端面２ａ，２ｂの形成位置が、基準位置からあまりにも外側または内側に大きくはずれている場合には、共振特性のインピーダンス比が小さくなるだけでなく、所望でないスプリアスが特性上に表れる。図４の矢印Ｐ１で示す特性は、端面２ａ，２ｂが、基準位置から表面波伝搬方向内側にλ／４ずれて形成されている場合の周波数特性を示す。基準位置に対して、－λ／８を超えて内側に端面を形成した場合には、矢印Ｘで示す大きなスプリアスが周波数特性上に表れる。外側にずれた場合、共振周波数は異なるがスプリアスのレベルは同じ値を示す。

【００４８】

図４の矢印Ｐ２は、端面の形成位置を、基準位置±λ／８内に設定した場合、すなわち基準位置－λ／８とした場合の周波数特性を示す。この場合、図４のＰ１の矢印Ｘで示されたいたスプリアスが非常に小さくなっていることがわかる。

【００４９】

従って、基準位置±λ／８内の位置において端面を形成することより、スプリアスを効果的に抑圧することができ、しかも図２から明らかなように、共振周波数を容易にかつ確実に調整し得ることがわかる。

【００５０】

より好ましくは、基準位置±λ／１６の範囲において端面２ａ，２ｂが形成される。図４の矢印Ｐ３で示すように、基準位置－λ／１６の位置に端面２ａ，２ｂが形成されている場合の周波数特性が示されている。図４の矢印Ｐ３で示す特性を図４の矢印Ｐ２で示す特性と比較すると明らかなように、上記スプリアスがより一層効果的に抑圧されていることがわかる。

【００５１】
また、インターデジタルトランスデューサーが本実施例のようにシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーであり、対数が１５対～８０対の場合には、図２に示した１５対の場合の曲線と、８０対の場合の曲線との間に位置するように、規格化周波数調整量Δｆ／ｆ$_0$と、対向二端面の基準位置からずらす量とを選択すれば、上記スプリアスの抑圧を果たしつつ、規格化周波数調整量に応じて対向二端面の形成位置を決定することができる。これを、図３を参照して別の表現で説明する。図３は、図２と同じく、規格化周波数調整量Δｆ／ｆ$_0$とを、反射端面を構成する端面の位置との関係を示す。もっとも、図３の横軸は、インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指の隣の電極指の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置と、該位置に近い側の端面との間の距離をｘとした場合、Ｘ＝ｘ／λで表される値、すなわち上記距離ｘをλで規格化した端面の位置を表す。
【００５２】
図３に示されている曲線は、それぞれ下記の式（１），（２）で表される。
すなわち、電極指の対数が１５対の場合には、
【００５３】
【数９】

$$\Delta f/f_0 = -5.04143\times10^{-4} - 0.14432X + 0.25143X^2 \quad \cdots(式1)$$

【００５４】
また、インターデジタルトランスデューサーの対数が８０対の場合には、
【００５５】
【数１０】

$$\Delta f/f_0 = 8.76163\times10^{-4} - 0.04661X + 0.15856X^2 \cdots (式2)$$

【００５６】
従って、上記式（１）で表される曲線と式（２）で表される曲線との間で、上記のようにΔｆ／ｆ$_0$と端面の位置とを選択すればよい。
図１に示した端面反射型表面波装置１は、シングル電極型のインターデジタルトランスデューサー３を用いた表面波共振子についての応用例であるが、本発明は、２本の電極指でペアをなす電極指部を有するダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いた表面波装置の製造方法にも適用される。
【００５７】
図５は、本発明の第２の実施例により得られるダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーを有する端面反射型表面波装置の電極構造を示す模式的平面図である。
【００５８】
インターデジタルトランスデューサー１２は、複数本の電極指を有する。もっとも、各電極指は、２本で１つのペアをもつ電極指部を有する、ダブル電極型の構造とされている。例えば、図４のインターデジタルトランスデューサー１２の電極指１３，１４は、電極指部１３ａ，１３ｂ，１４ａ，１４ｂがペアをなすように構成されている。
【００５９】
本実施例では、表面波伝搬方向最外側に位置する電極指１４に隣接する電極指１３の中心点すなわち電極指部１３ａ，１３ｂ間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置を基準とし、該基準位置から±λ／８の範囲内で切断が行われて端面が形成される。

【００６０】
図６は、図５のインターデジタルトランスデューサー１２の電極指１３，１４の表面波伝搬方向外側に端面を形成する部分を模式的に拡大して示す部分切欠平面図である。
【００６１】
すなわち、インターデジタルトランスデューサー１２では、電極指１３が、ペアの電極指部１３ａ，１３ｂを有し、最外側の電極指１４が、ペアの電極指部１４ａ、１４ｂを有するように構成されている。ウェハーから各端面反射型表面波装置１１を形成するための切断を行う場合、電極指１３の中心点すなわち電極指部１３ａ，１３ｂ間の中心から表面波伝搬方向外側に向かってλ／２の位置（図中Ｃの位置）を基準として外側または内側において切断が行われ、それによって端面が形成される。この場合、Ａ～Ｆで示す各位置で切断した場合、最外側の電極指１４における電極指部１４ｂは、欠落する事もあり得る。
【００６２】
図７は、端面反射型表面波装置１において、上記のようにして、端面を形成し、該端面の位置を基準位置からずらした場合の共振周波数の変化を示す図である。なお、図７の結果は、ＰＺＴからなる圧電基板上に、１５対、３４対、８０対のインターデジタルトランスデューサー１２を形成し、λ＝３６μｍの場合の結果を示す。また、図７の縦軸は、目標とする共振周波数をf_0とし、実測共振周波数をf_2とした場合、$\Delta f = f_2 - f_0$の目標共振中心周波数f_0に対する割合を示し、横軸は、端面の位置を示す。横軸の「０」は、端面が電極指部１３ａ，１３ｂの中心から表面波伝搬方向外側にλ／２の基準位置（図６中Ｃの位置）にある場合を示す。
【００６３】
図７から明らかなように、ダブル電極型のインターデジタルトランスデューサー１２を用いた端面反射型表面波共振子においても、端面の位置をずらすことにより、共振周波数が第１の実施例と同様に変化する事がわかる。
【００６４】
また、第２の実施例においても、端面が基準位置よりも表面波伝搬方向においてあまりにも外側または内側に位置した場合、特性上に大きなスプリアスが表れる。
【００６５】
図９の矢印Ｑ１で示す特性は、第２の実施例において、端面の位置が、それぞれ、表面波伝搬方向に－λ／４の場合の周波数特性を示す。矢印Ｙで示すように大きなスプリアスが現れている。
【００６６】
これに対して、図９の矢印Ｑ２で示す特性は、端面の位置が基準位置に対して－λ／８の位置にある場合の周波数特性を示し、上記スプリアスがかなり抑圧されていることがわかる。
【００６７】
また、図９の矢印Ｑ３で示す特性は、端面の位置が、基準位置に対して、－λ／１６ずれている場合の周波数特性を示す。端面の位置が基準位置を中心として±λ／１６の範囲内にある場合には、上記スプリアスがより効果的に抑圧されていることがわかる。
【００６８】
従って、第２の実施例においても、端面の位置を、基準位置に対して±λ／８内、より好ましくは±λ／１６内の範囲とすることにより、スプリアスの少ない、良好な周波数特性が得られることがわかる。
【００６９】
インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指に隣接するペアをなす電極指部の中心から端面までの距離をｘとした場合、Ｘ＝ｘ／λを横軸とする規格化周波数調整量$\Delta f / f_0$は、図８のようになる。
【００７０】
インターデジタルトランスデューサーがダブル電極型であり、電極指の対数が１５対～８０対の場合には、図８に示されている１５対の場合の曲線と、８０対の場合の曲線との間

に位置するように、Δｆ／f_0及びＸを選択することにより、スプリアスを抑制しつつ所望とする量だけ確実に周波数を調整することができる。

【００７１】

図８に示されている１５対の場合の曲線は、下記の式（３）で表される。

【００７２】

【数１１】

$$\Delta f / f_0 = 8.22166 \times 10^{-4} - 0.15455X + 0.11746X^2 \cdots$$

（式３）

【００７３】

８０対の場合の曲線は、下記の式（４）で表される。

【００７４】

【数１２】

$$\Delta f / f_0 = -4.0909 \times 10^{-4} - 0.0512X + 0.061515X^2 \cdots$$

（式４）

【００７５】

第１，第２の実施例では、それぞれ、シングル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いた表面波共振子及びダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いた表面波共振子についての実施例を示したが、本発明は、シングル電極型及びダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いた様々な表面波装置の製造方法に適用することができる。図１０～図１６は、本発明が適用される表面波装置の他の例を示す図である。

【００７６】

図１０，１１に示す端面反射型表面波装置２１，３１は、それぞれシングル電極型の２個のインターデジタルトランスデューサー２２，２３及びダブル電極型の２個のインターデジタルトランスデューサー３２，３３を備える横結合型の端面反射型表面波フィルタである。

【００７７】

図１１に示すＰＺＴを用いたダブル電極からなる横結合型共振子フィルタの特性例を図１２に示す。この横結合型共振子フィルタは、対数は３４対で４段のフィルタである。Ｃが基準位置、Ｄ，Ｅ，Ｆ，Ｇがそれぞれ外側にλ／３２，λ／１６，λ／８，λ／４ずらした位置に端面を形成した特性図である。端面形成位置を変えることにより中心周波数を調整できることがわかる。この周波数の変化は図７の値と一致しており、このフィルタにおける値は、共振子の場合と同じ値を示している。λ／４外側へ端面を形成した場合にはフィルタ特性の挿入損失やスプリアスが極めて悪いことがわかる。λ／８外側の場合は、そこそこの値を示しているが、λ／１６外側の場合はスプリアス、挿入損失は良好な値を示している。図１２では外側へ位置をずらした場合について示したが、内側へ位置をずらすことにより中心周波数を高い方へ調整できる。この場合、挿入損失やスプリアスの劣化は外側へずらした場合と同じ値を示す。次に示す縦結合型共振子フィルタも同じような結果を示す。

【００７８】

また、図１３に斜視図で示す表面波装置４１は、圧電基板４２上にシングル電極型のインターデジタルトランスデューサー４３，４４が表面波伝搬方向に沿って配置されている、縦結合型の弾性表面波フィルタである。

【００７９】

図１４に示す電気構造を有する端面反射型表面波装置５１は、ダブル電極型のインターデジタルトランスデューサー５２，５３を有する、縦結合型の弾性表面波フィルタである。

【００８０】

図１５及び図１６が示す端面反射型表面波装置６１，７１は、それぞれ、シングル電極型のインターデジタルトランスデューサー及びダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーを有するラダー型フィルタである。

【００８１】

上記のように、本発明に係る端面反射型表面波装置の周波数調整方法は、図１０～図１６に示した種々の端面反射型表面波装置に限らず、さまざまな端面反射型表面波装置の製造に一般に適用することができる。

【００８２】

【発明の効果】

本発明に係る端面反射型表面波装置の周波数調整方法では、ウェハーによる周波数特性のずれが生じている場合であっても、同一ウェハー内において、最初に形成された端面反射型表面波装置の特性を測定し、得られた特性と目標とする特性とのずれに応じて、同じウェハーの残りの端面反射型表面波装置における端面形成位置を調整することにより、容易に目的とする周波数特性を有する端面反射型表面波装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施例で得られる端面反射型表面波装置を示す斜視図。

【図２】第１の実施例において、切断により形成された端面位置の基準位置からのずれ量と、測定された共振周波数の目標共振周波数からのずれ量Δｆの目標共振周波数ｆに対する割合との関係を示す図。

【図３】図２に示した関係を、横軸を、インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指に隣接する電極指の中心から形成される端面までの距離をｘとしたときのＸ＝ｘ／λで表した図。

【図４】第１の実施例において、端面の位置が、基準位置－λ／４の場合、基準位置－λ／８の場合及び基準位置－λ／１６の場合及び基準位置の場合の各周波数特性を示す図。

【図５】第２の実施例で製造される端面反射型表面波装置の電極構造を示す模式的平面図。

【図６】図５に示した第２の実施例の端面反射型表面波装置において、端面を形成する切断位置を説明するための部分拡大平面図。

【図７】第２の実施例において、切断により形成された端面の位置と、測定された中心周波数の目標中心周波数f_0からのずれ量Δｆの目標中心周波数f_0に対する割合との関係を示す図。

【図８】図７に示した関係を、横軸として、インターデジタルトランスデューサーの最外側の電極指に隣接する電極指の中心から該電極指側の端面までの距離をｘとしたときのＸ＝ｘ／λで表される値に変更して示す図。

【図９】第２の実施例において、端面の位置が、基準位置－λ／４及び基準位置－λ／８の場合及び基準位置－λ／１６の場合及び基準位置の場合の各周波数特性を示す図。

【図１０】本発明が適用される表面波装置の一例としてのシングル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いた横結合型表面波フィルタを示す斜視図。

【図１１】本発明が適用される表面波装置の一例としてのダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いた横結合型表面波フィルタを示す斜視図及び模式的平面図。

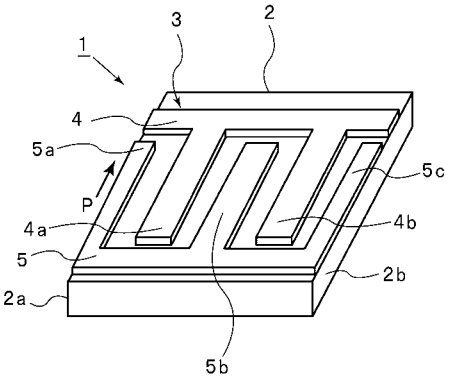
【図１２】ダブル電極のインターデジタルトランスデューサーを用いた横結合型共振子フィルタにおいて端面位置を変えたときの周波数特性の変化を示す図。

【図１３】本発明が適用される表面波装置の他の例として、シングル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いた縦結合型弾性表面波フィルタを示す斜視図。

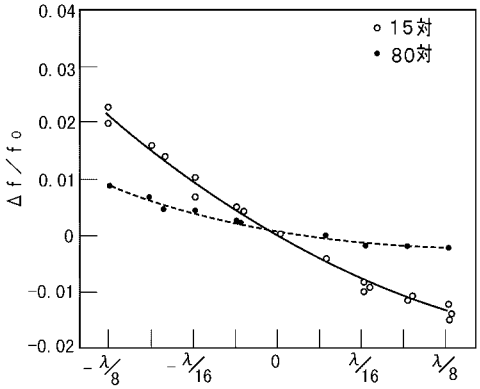
【図１４】本発明が適用される表面波装置のさらに他の例としてのダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いた縦結合型弾性表面波フィルタの電極構造を示す模式的平面図。

【図１５】本発明が適用される端面反射型表面波装置の他の例として、シングル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いたラダー型フィルタを示す平面図。
【図１６】本発明が適用される端面反射型表面波装置の他の例として、ダブル電極型のインターデジタルトランスデューサーを用いたラダー型フィルタを示す平面図。
【符号の説明】
１…端面反射型表面波装置
２…圧電基板
２ａ，２ｂ…端面
３…インターデジタルトランスデューサー
４，５…くし電極
４ａ、４ｂ，５ａ～５ｃ…電極指
１１…端面反射型表面波装置
１２…インターデジタルトランスデューサー
１３…電極指
１３ａ，１３ｂ…電極指部
１４…電極指
１４ａ，１４ｂ…電極指部
２１…端面反射型表面波装置
２２，２３…インターデジタルトランスデューサー
３１…端面反射型表面波装置
３２，３３…インターデジタルトランスデューサー
４１…端面反射型表面波装置
４２…圧電基板
４３，４４…インターデジタルトランスデューサー
５１…端面反射型表面波装置
５２，５３…インターデジタルトランスデューサー
６１…端面反射型表面波装置
７１…端面反射型表面波装置

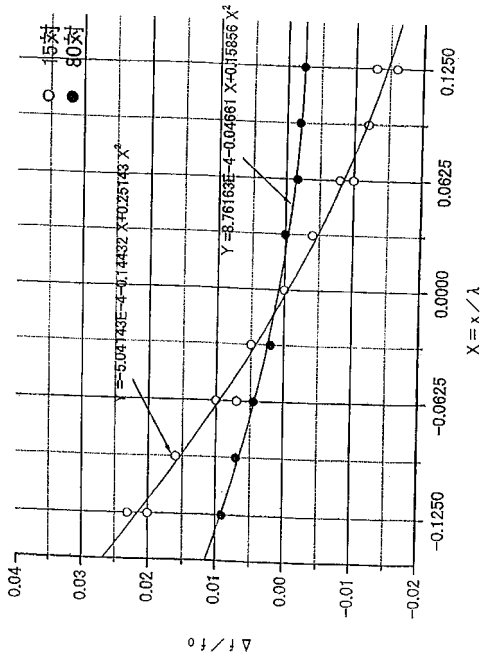
【図１】


1
2
3
4
5a
5c
P
4a
4b
5
2b
2a
5b

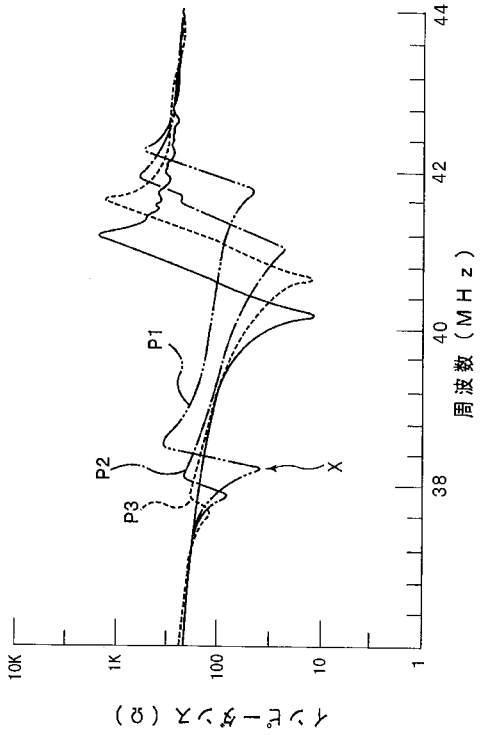
【図２】


0.04
0.03
0.02
0.01
0
−0.01
−0.02
Δf／f0
○ 15対
● 80対
−λ/8
−λ/16
0
λ/16
λ/8

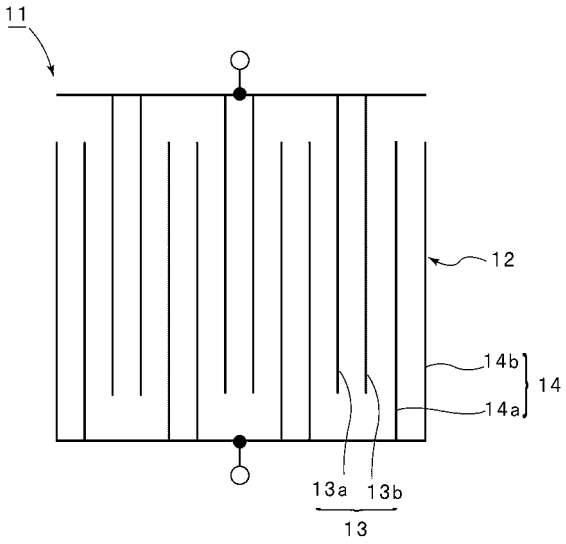
【図３】


○ 15対
● 80対
Y=8.76163E−4−0.04661 X+0.15856 X²
Y=−5.04143E−4−0.14432 X+0.25143 X²
0.1250
0.0625
0.0000
−0.0625
−0.1250
X＝x／λ
0.04
0.03
0.02
0.01
0.00
−0.01
−0.02
Δf／f0

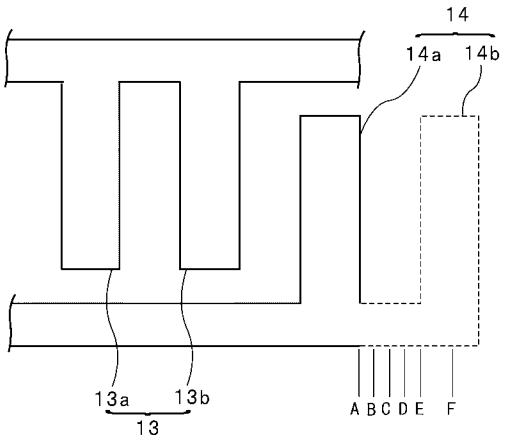
【図４】


44
42
40
38
周波数（MHz）
P1
P2
P3
X
10K
1K
100
10
1
インピーダンス（Ω）

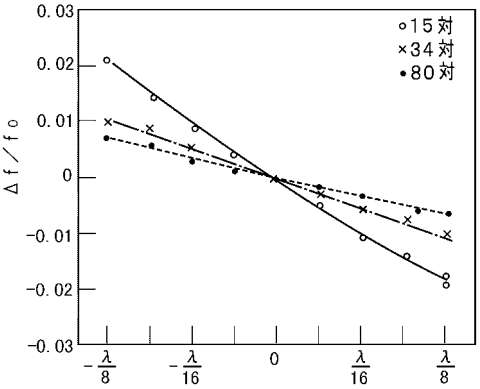
【図５】


11
12
14b
14a
14
13a
13b
13

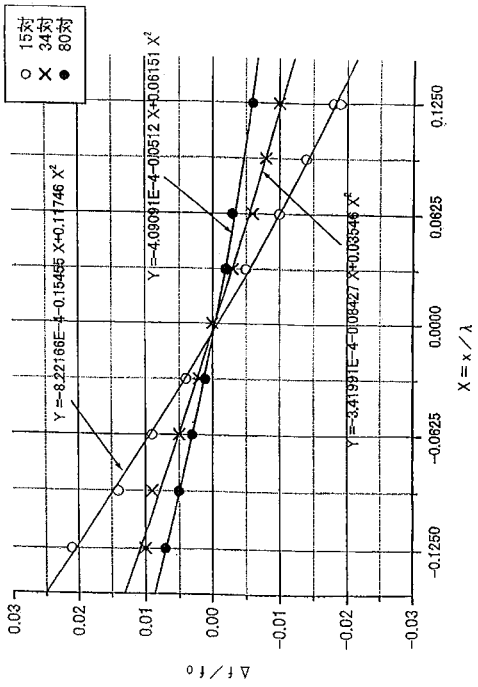
【図６】



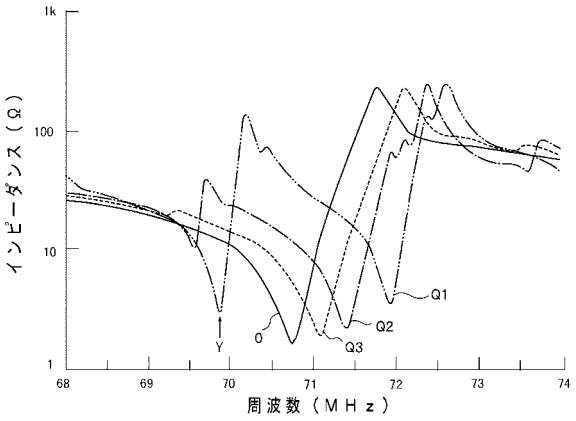
【図７】



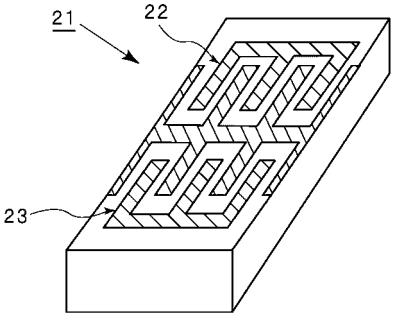
【図８】



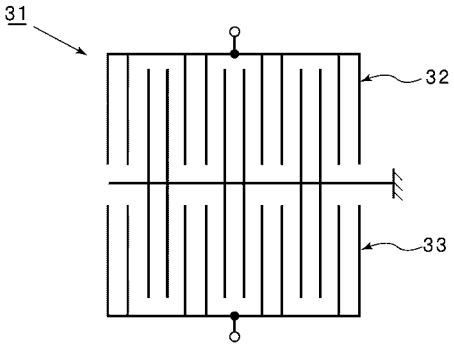
【図９】



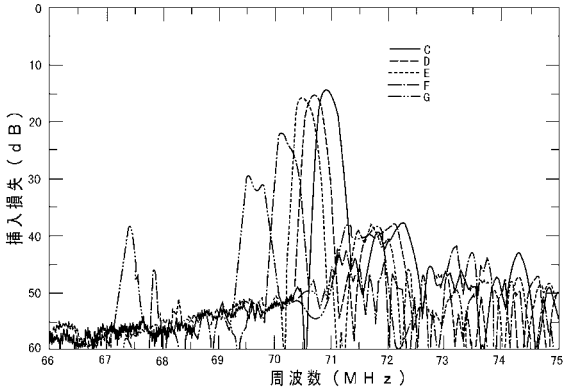
【図１０】



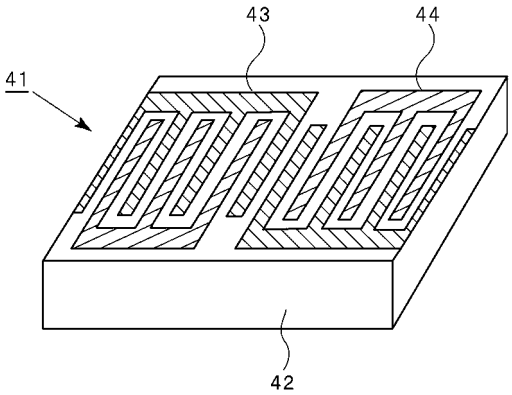
【図１１】



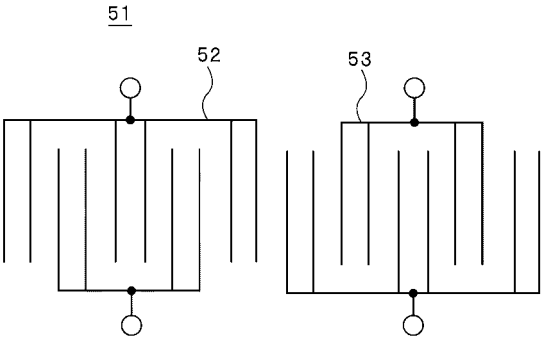
【図１２】



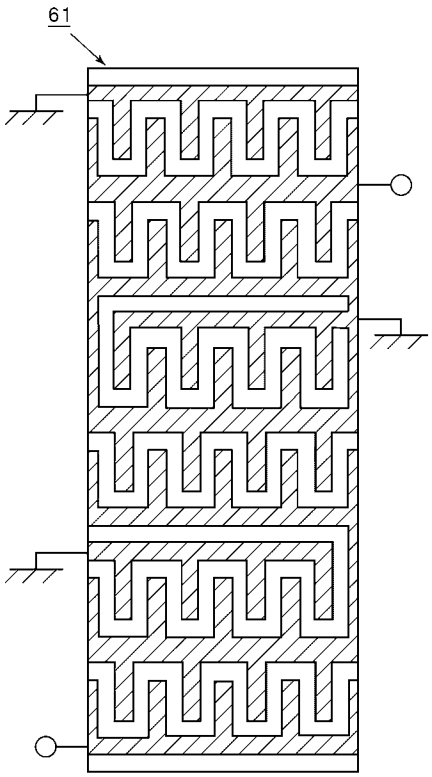
【図１３】



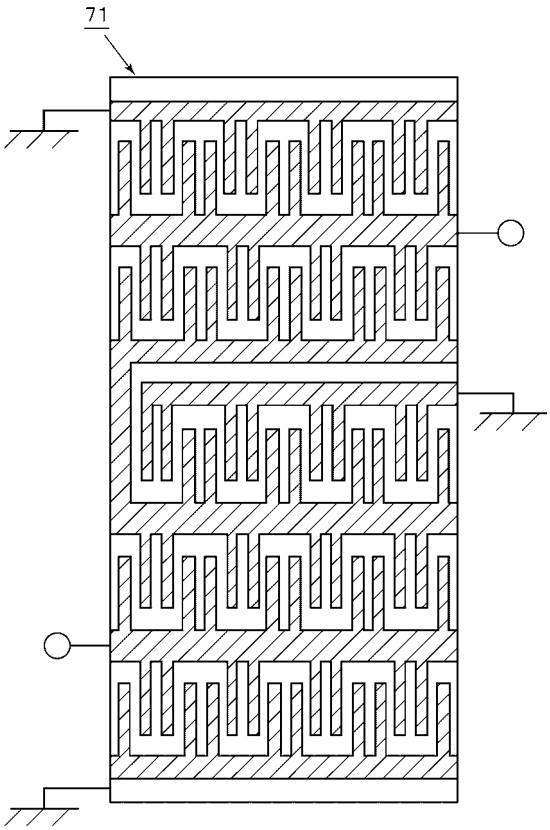
【図１４】



【図１５】



【図１６】



フロントページの続き

(72)発明者　吾郷　純也
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
(72)発明者　堀内　秀哉
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
(72)発明者　池浦　守
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　井上　弘亘

(56)参考文献　特開昭６１－００６９１９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－０４１８０９（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－０５９１７５（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０１８２７０（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２４４７８９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H03H　3/08
H03H　3/10