

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3724575号
(P3724575)

(45) 発行日 平成17年12月7日(2005.12.7)

(24) 登録日 平成17年9月30日(2005.9.30)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H03H	9/25	H03H	9/25	C
H01L	41/09	H03H	9/145	C
H01L	41/18	H03H	9/145	Z
H03H	9/145	H01L	41/08	L
		H01L	41/18	I O I A

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2002-152018 (P2002-152018)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成14年5月27日(2002.5.27)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2003-124780 (P2003-124780A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成15年4月25日(2003.4.25)	(74) 代理人	100091306
審査請求日	平成15年5月22日(2003.5.22)		弁理士 村上 友一
(31) 優先権主張番号	特願2001-242757 (P2001-242757)	(74) 代理人	100086922
(32) 優先日	平成13年8月9日(2001.8.9)		弁理士 大久保 操
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	山崎 隆
早期審査対象出願			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	飯澤 慶吾
			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

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】

STカット水晶板をZ'軸回りに面内回転させたオイラー角が(0、113~135、±(40~49))にある面内回転STカット水晶板とし、その主表面上に、Rayleigh波を励振するための少なくとも一對のIDT電極を配置し、前記IDT電極のピッチ P_t と前記IDT電極の幅 L_t の比率 L_t/P_t が0.5未満であることを特徴とする弾性表面波装置。

【請求項2】

前記 L_t/P_t が 0.32 ± 0.1 であることを特徴とする請求項1に記載の弾性表面波装置。

【請求項3】

前記IDT電極の厚みを H_t とし、 $H_t/2P_t$ が 0.06 ± 0.01 であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の弾性表面波装置。

【請求項4】

STカット水晶板をZ'軸回りに面内回転させたオイラー角が(0、113~135、±(40~49))にある面内回転STカット水晶板とし、その主表面上に、Rayleigh波を励振するための少なくとも一對のIDT電極と、前記Rayleigh波を閉じこめるための少なくとも一本の反射器とを配置し、前記IDT電極におけるピッチ P_t と前記IDT電極の幅 L_t の比率 L_t/P_t と、前記反射器におけるピッチ P_r と前記反射器の幅 L_r の比率 L_r/P_r のうち、何れか一方または両方が0.5未満であることを特徴と

する弾性表面波装置。

【請求項 5】

前記 L_t / P_t と、前記 L_r / P_r の何れか一方または両方が 0.32 ± 0.1 であることを特徴とする請求項 4 に記載の弾性表面波装置。

【請求項 6】

前記 I D T 電極の厚みを H_t とし、前記反射器の厚みを H_r とし、 $H_t / 2 P_t$ と、 $H_r / 2 P_r$ の何れか一方または両方が 0.06 ± 0.01 であることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 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、Z' 軸まわりに面内回転させた S T カット水晶板（以下、面内回転 S T カット水晶板と称することがある）を用い、温度変化に対する周波数の変動を一層低減させるようにした弾性表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、水晶片に代表される圧電体平板の主表面に I D T (Interdigital Transducer) 電極を設けるとともに、この I D T 電極の両端に複数の反射器を設け、高周波を安定して発振させる弾性表面波装置（以下、S A W 共振子ということがある。）が知られている。

【0003】

そして前述した S A W 共振子の中でも、温度変化に対する周波数の変動を低減させる目的から圧電体平板に S T カット水晶板を用い、当該 S T カット水晶板の X 軸方向を弾性波の伝搬方向とした、S T カット S A W 共振子が知られている。

【0004】

図 6 は、S T カット S A W 共振子の構造を示す概略断面図である。

同図に示すように、S T カット S A W 共振子 1 は、S T カット水晶板 2 を基板としており、基板主表面には、I D T 電極 3 が設けられている。そして I D T 電極 3 においては、くし歯状の正極 4 と負極 5 とが交互に配置されており、これら正極 4 と負極 5 との間に高周波電界を加えることで、水晶板の圧電効果により弾性表面波が励振されるようになっている。

【0005】

また前記 I D T 電極 3 の両側には、弾性表面波を反射させる目的から、複数の反射器 6 が設けられており、当該反射器 6 に形成された複数の短絡電極 7 によって、I D T 電極 3 から発せられた弾性表面波の反射を行うようにしている。なお I D T 電極 3 における正極 4 と負極 5、および反射器 6 における短絡電極 7 は、S T カット水晶板 2 の X 軸方向に沿って配列されるものであり、短絡電極 7 における弾性表面波の反射は、電極両縁部の位置で行われるようになっている。

【0006】

このように構成された S T カット S A W 共振子 1 において、図 6 に示すように I D T 電極 3 における正極 4 と負極 5 の幅とピッチを L_t 、 P_t とし、反射器 6 における短絡電極 7 の幅とピッチを L_r 、 P_r と定義する。さらに正極 4 と負極 5 の膜厚を H_t 、および短絡電極 7 の膜厚を H_r と定義する。

【0007】

図 7 は、S T カット S A W 共振子の短絡電極 1 本あたりの反射係数を示すグラフである。S T カット S A W 共振子 1 においては、弾性表面波の反射係数を大きくすることができれば、反射器 6 の数を削減し、共振子自体を小型にすることが可能になる。そして同図においては、横軸に L_t / P_t (= L_r / P_r 、以下 と称す) の値を示し、縦軸に短絡電極 1 本あたりの反射係数を示しており、前述の $H_t / 2 P_t$ ($H_r / 2 P_r$) の値によって反射係数がどの様に変動するかを示している。

【0008】

10

20

30

40

50

反射係数を考える場合、 $H_t / 2 P_t$ と $H_r / 2 P_r$ は、ほぼ同じ値と見なすことができ、 $2 P_t$ 、 $2 P_r$ はと定義される。このため本実施の形態においては、 $H_t / 2 P_t$ と $H_r / 2 P_r$ とを区別することなく、同一の値、すなわち $H /$ として取り扱うものとする。

【0009】

図7に示すように、STカットSAW共振子1は、の値が大きくなるにつれて反射係数も大きくなることが知られており、さらに $H /$ と反射係数の関係についても、の値と同様、 $H /$ の値が大きくなるほど反射係数が大きくなることが知られている（特開平2-260908号公報）。

【0010】

なおSTカットSAW共振子1では、正極4、負極5および短絡電極7の膜厚（H）は、目的とする温度特性を得る見地から、通常、 $H /$ の値が0.03程度となるように設定される。一方の値は、 $P_t = 2 L_t$ の関係が成り立つよう0.5に設定される。

10

【0011】

ところでSAW共振子においては、温度変化による周波数変動を一層低減させる目的から、Z'軸まわりに面内回転させたSTカット水晶板から切り出した水晶振動板を用いる場合がある。しかしZ'軸まわりに面内回転させたSTカット水晶板では、ならびに $H /$ の値と反射係数の関係などの検証がされていなかった。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

Z'軸まわりに面内回転させたSTカット水晶板は、発明者が検討したところ、従来のSTカット水晶板とは全く異なる特性を有しており、ならびに $H /$ の値を大きくすることで反射係数を大きくするといった従来のSTカット水晶板の規則性が当てはまらないことが確認された。

20

このため、従来のSTカット水晶板の規則性をZ'軸まわりに面内回転させたSTカット水晶板に適用させて、ならびに $H /$ の値を大きくしても反射係数が十分に得られないという問題が発生する。

【0013】

本発明は上記問題点に着目し、Z'軸まわりに面内回転させたSTカット水晶板の特性を把握することで、反射係数を大きくすることのできる弾性表面波装置を提供することを目的とする。

30

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明は、Z'軸まわりに面内回転させたSTカット水晶板の特性が、従来のSTカット水晶板の特性と異なるものであるという発明者の知見および種々の検討によって見いだされたものである。

【0015】

すなわち本発明に係る弾性表面波装置は、STカット水晶板をZ'軸回りに面内回転させたオイラー角が（0、113～135、±（40～49））にある面内回転STカット水晶板とし、その主表面上に、Rayleigh波を励振するための少なくとも一对のIDT電極を配置し、前記IDT電極のピッチ P_t と前記IDT電極の幅 L_t の比率 L_t / P_t が0.5未満であるものである。そして前記 L_t / P_t が 0.32 ± 0.1 であることが望ましく、さらに前記IDT電極の厚みを H_t とし、 $H_t / 2 P_t$ が 0.06 ± 0.01 であることが望ましい。

40

【0016】

また本発明に係る他の弾性表面波装置は、STカット水晶板をZ'軸回りに面内回転させたオイラー角が（0、113～135、±（40～49））にある面内回転STカット水晶板とし、その主表面上に、Rayleigh波を励振するための少なくとも一对のIDT電極と、前記Rayleigh波を閉じこめるための少なくとも一本の反射器とを配置し、前記IDT電極におけるピッチ P_t と前記IDT電極の幅 L_t の比率 L_t / P_t と、前記反射器におけるピッチ P_r と前記反射器の幅 L_r の比率 L_r / P_r のうち、何れか一方また

50

は両方が 0.5 未満であるものである。

【0017】

なお前記 L_t/P_t と、前記 L_r/P_r の何れか一方または両方が 0.32 ± 0.1 であることが望ましく、さらに本発明に係る他の弾性表面波装置において前記 IDT 電極の厚みを H_t とし、前記反射器の厚みを H_r とし、 $H_t/2P_t$ と、 $H_r/2P_r$ の何れか一方または両方が 0.06 ± 0.01 であることが望ましい。

【0018】

このように Z' 軸まわりに面内回転させた ST カット水晶板を弾性表面波装置に適用すると、従来の ST カット水晶板を適用した弾性表面波装置と異なり、IDT 電極における L_t/P_t の値を小さくしていくと反射係数の数値が向上する。

10

【0019】

具体的には、 L_t/P_t の値は、従来の ST カット水晶板を適用した弾性表面波装置に一般的に適用される L_t/P_t の値 (0.5) より小さいことが望ましい。このように L_t/P_t の値を 0.5 未満に設定すれば、面内回転 ST カット水晶板を適用した弾性表面化装置の反射係数の数値を向上させることが可能となり、装置自体の小型化等を達成することができる。

【0020】

また上記作用に加え、IDT 電極に隣接するよう設けられる反射器の L_r/P_r の値も、 L_t/P_t と同様、 0.5 未満に設定すれば、反射係数の数値を向上させることが可能となり、装置自体の小型化等をさらに促進させることができる。なお L_t/P_t の値、および L_r/P_r の値を共に 0.5 未満に設定すれば反射係数の数値を一層向上させることができるが、 L_t/P_t の値と L_r/P_r の値のいずれか一方を 0.5 未満に設定しても反射係数の数値の向上が図れることはいうまでもない。

20

【0021】

さらに発明者の検討によって L_t/P_t と、 L_r/P_r の何れか一方または両方を 0.32 ± 0.1 に設定したり、さらに $H_t/2P_t$ と、 $H_r/2P_r$ の何れか一方または両方を 0.06 ± 0.01 に設定したりすれば、より一層反射係数の数値が向上し、装置本体の小型化等を達成することができるのである。

【0022】

【発明の実施の形態】

30

以下に、本発明に係る弾性表面波装置に好適な具体的実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

図 1 は、本実施の形態に係る弾性表面波装置の正面図であり、図 2 は、図 1 における AA 略断面図である。

【0023】

これらの図に示すように、本実施の形態に係る SAW 共振子となる弾性表面波装置 10 は、 Z' 軸まわりに面内回転させた ST カット水晶板 12 (以下、面内回転 ST カット水晶板 12 と称す) をベース基板として作製される。そして前記面内回転 ST カット水晶板 12 における表面の中央部分には、IDT 電極 14 が設けられている。当該 IDT 電極 14 は、くし歯状からなる一对の正極側電極 16 と負極側電極 18 とからなり、これら両電極におけるくし歯を交互かつ平行に配置することで前記 IDT 電極 14 を構成するようにしている。このように圧電材料からなる面内回転 ST カット水晶板 12 の主表面に正極側電極 16 と負極側電極 18 を交互に配置し、これら両電極の間に高周波電界を加えることで、面内回転 ST カット水晶板 12 の圧電効果により弾性表面波が励振されるようになっている。

40

【0024】

また面内回転 ST カット水晶板 12 の主表面における、IDT 電極 14 の両側には、複数の反射器 20 が設けられている。当該反射器 20 は、一定の幅を有した複数の短絡電極 22 を平行に配置した形態となっており、これら複数の短絡電極 22 によって IDT 電極 14 にて発生した弾性表面波中の Rayleigh 波の反射を行うようにしている。

50

【0025】

ところでIDT電極14における正極側電極16と、負極側電極18、ならびに反射器20における短絡電極22は、面内回転STカット水晶板12におけるX'軸方向に沿って配列されるものであり、短絡電極22によるRayleigh波の反射は、電極の両縁部の位置で行われるようになっている。

【0026】

なお面内回転STカット水晶板12を用いた弾性表面波装置10において、図2に示すようにIDT電極14における正極側電極16と負極側電極18の幅と、ピッチを L_t 、 P_t とし、一方反射器20における短絡電極22の幅と、ピッチを L_r 、 P_r とし、さらに正極側電極16と負極側電極18の膜厚を H_t 、および短絡電極22の膜厚を H_r と定義する。

10

【0027】

ここで弾性表面波装置10に使用される面内回転STカット水晶板12について説明する。図3は、Z'軸回りに面内回転させたSTカット水晶の説明図である。

同図に示すように、水晶の結晶軸は、電気軸(X軸)、機械軸(Y軸)、光軸(Z軸)によって定義されるが、STカットといわれるものはオイラー角(α 、 β)が(0、0、0)の水晶Z板24を、電気軸(X軸)周りに $\theta = 113 \sim 135$ 度回転させて得られる水晶板26の新しい座標軸(X', Y', Z')に沿って切り出されるものである。このSTカット水晶板26のZ'軸周りにさらに $\phi = \pm(40 \sim 49)$ 度回転させ、弾性表面波の伝播方向がこの ϕ により定義されるX'軸の方向となるように作製された圧電基板がZ'軸回りに面内回転させた面内回転STカット水晶板12といわれるものである。

20

【0028】

そしてこのような面内回転STカット水晶板12を用いた弾性表面波装置10では、従来のSTカット水晶振動子を用いた弾性表面波装置とは、反射係数が異なることが発明者の検討によって見いだされた。

【0029】

図4は、本実施の形態に係る弾性表面波装置と従来の弾性表面波装置との反射係数を比較したグラフである。同図においては、横軸に $L_t/P_t (= L_r/P_r)$ 、以下 γ と称す)の値を示し、縦軸に短絡電極1本あたりの反射係数を示している。

30

【0030】

なお本実施の形態に係る弾性表面波装置の面内回転STカット水晶板の詳細は、 $\theta = 133$ 度、 $\phi = 43.4$ 度で、 $H/L = 0.035$ に設定されている。一方、従来の弾性表面波装置のSTカット水晶板の詳細は、 $\theta = 133$ 度、 $\phi = 0$ 度で、 $H/L = 0.03$ に設定されている。

【0031】

このように設定された本実施の形態に係る弾性表面波装置の特性を図中、第1ライン28により示し、従来の弾性表面波装置の特性を第2ライン30により示す。第2ライン30で示される従来装置の特性は γ の値の増大に伴って反射係数の値が増大する傾向を示している。これに対し第1ライン28で示される本実施形態に係る装置では、前記第2ライン30に示されるような、 γ の値の増大に伴って反射係数の値が増大するといった現象は確認されず、 γ の値が0.3の近傍にあるときに反射係数の値が最大となり、 γ がこの値よりも大きくても小さくても、反射係数の値は低下する特性となることが理解できる。

40

【0032】

また図5は、本実施の形態に係る弾性表面波装置において、 H/L の変動に対する反射係数の関係を示したものであり、同図(1)は、計算結果を示す表を示し、同図(2)は、同図(1)における計算結果より作成したグラフである。この図5(1)に示すデータから γ の値は、各 H/L 値における最大反射係数となる γ の平均から最適値が0.32であることが求められる。さらに、高い共振周波数(高周波)を求められる弾性表面波装置においては電極がより微細化されるために、電極幅の製造バラツキの電極幅に対する相対

50

的な誤差が大きくなる。現在の製造誤差は、例えば1 GHz程度の発振周波数帯でのピッチ P_t は、音速を3,250 m/secとすると、約 $1.625 \mu\text{m}$ 程度であるが、このときの電極幅の製造ばらつきは $\pm 0.16 \mu\text{m}$ 程度である。これを λ に換算すると ± 0.1 となる。

従って、面内回転STカット水晶版2の θ が 0.32 ± 0.1 の範囲にある時、反射係数は最大値をとるものであることが見出された。

【0033】

以上のことから、面内回転STカット水晶板12を用いた弾性表面波装置10においては、IDT電極14と反射器20、あるいはどちらか一方の電極の幅およびピッチを、 λ の値が 0.32 ± 0.1 の範囲内に収まるよう設定すれば、反射係数を向上させることができ、短絡電極22の電極数の低減が図れ、弾性表面波装置10の小型化等を図ることが可能になる。

10

【0034】

図4においては、面内回転STカット水晶板12を用いた弾性表面波装置10において、反射係数が最も高くなる θ の範囲が有ることを説明したが、前記 θ の値だけでなく、 H/λ の値を変動させることによっても反射係数を向上させることが図5に示されている。

【0035】

すなわち図5においては、本実施の形態に係る弾性表面波装置の面内回転STカット水晶板を、 $\theta = 123$ 度、 $\theta = 43$ 度に設定し、 H/λ の値を $0.02 \sim 0.08$ の間で7段階に区切り、各 H/λ の値に対する反射係数の値を示したものであるが、同図(2)に示すように、 H/λ の値が 0.06 にあるときに反射係数の値が最大となり、 H/λ がこの値を外れた場合は、反射係数の値は低下することが判明する。

20

【0036】

さらに図5から、 θ が 0.2 、 0.3 、 0.4 における反射係数の最大値を与える H/λ の値を計算し、その平均値をとってみても $H/\lambda = 0.06$ において、反射係数は最大値をとることが判明した。

また、図5(2)から H/λ が 0.06 ± 0.01 を超える範囲では、反射係数の低下が大きく、このことから $H/\lambda = 0.06 \pm 0.01$ が最適値であることが判る。

【0037】

従来のSTカット水晶板を用いた弾性表面波装置では、 H/λ の値が増大するのに伴い、反射係数の値も増大していくことが確認されているが、同図(2)のグラフに示すように、面内回転STカット水晶板を用いた弾性表面波装置の反射特性は、従来のSTカット水晶板を単に面内回転させたただけにもかかわらず、その特性が従来のSTカット水晶板と著しく異なっていることが発明者の検討によって判明したのである。

30

【0038】

このように図5のグラフに示す結果から、面内回転STカット水晶板12を用いた弾性表面波装置10においては、IDT電極14と反射器20、あるいはどちらか一方の電極の厚みを H/λ の値が 0.06 ± 0.01 の範囲内に収まるよう設定すれば、反射係数を向上させることができ、短絡電極22等の電極数の低減が図れ、弾性表面波装置10の小型化等を図ることが可能になる。

40

そして上述した H/λ の最適範囲に加え、前述した最も反射係数が高くなる θ の値(0.32 ± 0.1)に設計指針を一致させれば、一層反射係数を高めることができるのである。

【0039】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、STカット水晶板をZ'軸回りに面内回転させたオイラー角が(0、113~135、 $\pm(40 \sim 49)$)にある面内回転STカット水晶板とし、その主表面上に、Rayleigh波を励振するための少なくとも一對のIDT電極を配置し、前記IDT電極のピッチ P_t と前記IDT電極の幅 L_t の比率 L_t/P_t が0.5未満としたり、あるいはSTカット水晶板をZ'軸回りに面内回転させたオイラー角

50

が(0、113～135、±(40～49))にある面内回転STカット水晶板とし、その主表面上に、Rayleigh波を励振するための少なくとも一对のIDT電極と、前記Rayleigh波を閉じこめるための少なくとも一本の反射器とを配置し、前記IDT電極におけるピッチ P_i と前記IDT電極の幅 L_i の比率 L_i/P_i と、前記反射器におけるピッチ P_r と前記反射器の幅 L_r の比率 L_r/P_r のうち、何れか一方または両方が0.5未満としたことから、弾性表面波装置にZ'軸まわりに面内回転させたSTカット水晶板を用いた場合であってもRayleigh波の反射係数を大きくすることができ、これにより温度変化に対する周波数の変動を一層低減させるとともに、装置自体の小型化などを達成することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】 本実施の形態に係る弾性表面波装置の正面図である。

【図2】 図1におけるAA略断面図である。

【図3】 Z'軸回りに面内回転させたSTカット水晶の説明図である。

【図4】 本実施の形態に係る弾性表面波装置と従来の弾性表面波装置との反射係数を比較したグラフである。

【図5】 本実施の形態に係る弾性表面波装置において、 H/λ の変動に対する反射係数の関係を示したものであり、同図(1)は、計算結果を示す表を示し、同図(2)は、同図(1)における計算結果より作成したグラフである。

【図6】 STカットSAW共振子の構造を示す略断面図である。

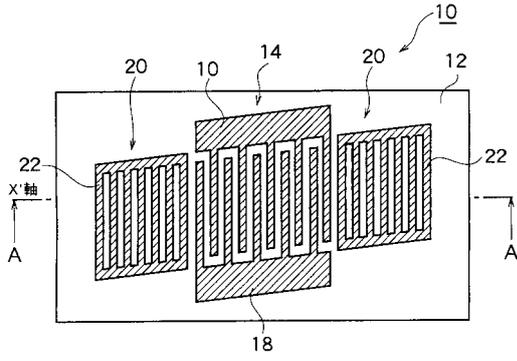
【図7】 STカットSAW共振子の短絡電極1本あたりの反射係数を示すグラフである

20

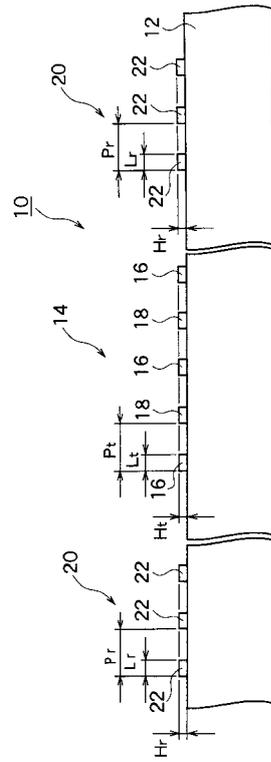
【符号の説明】

1.....STカットSAW共振子、2.....STカット水晶板、3.....IDT電極、4.....正極、5.....負極、6.....反射器、7.....短絡電極、10.....弾性表面波装置、12.....Z'軸まわりに面内回転させたSTカット水晶板、14.....IDT電極、16.....正極側電極、18.....負極側電極、20.....反射器、22.....短絡電極、24.....水晶Z板、26.....水晶板、28.....第1ライン、30.....第2ライン

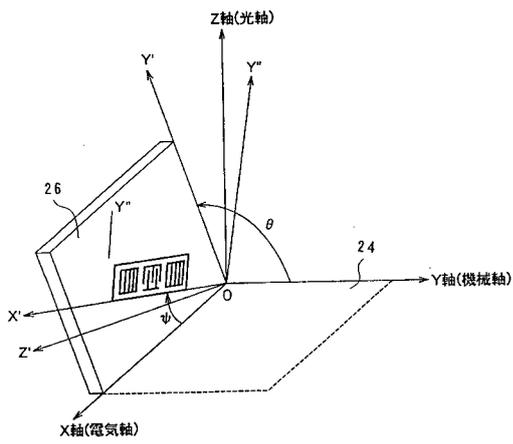
【 図 1 】



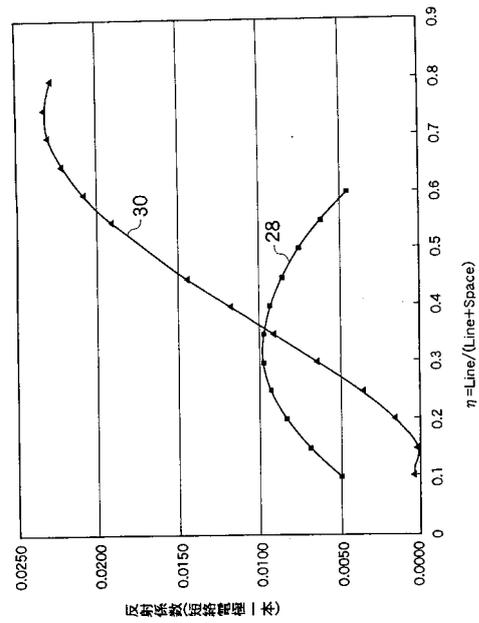
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

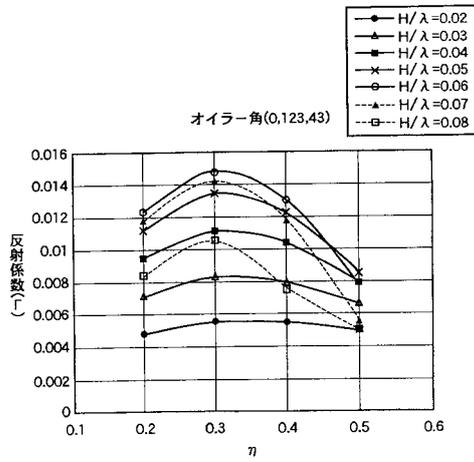


【 図 5 】

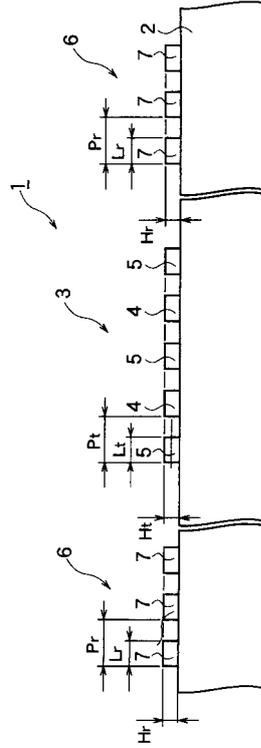
(1)

η	H/λ	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
0.2	0.004785	0.007209	0.009470	0.011302	0.012336	0.011878	0.008484	
0.3	0.005493	0.008313	0.011100	0.013448	0.014786	0.014254	0.010544	
0.4	0.005476	0.007967	0.010358	0.012250	0.013006	0.011746	0.007600	
0.5	0.004903	0.006597	0.007903	0.008501	0.007854	0.005527	0.004920	

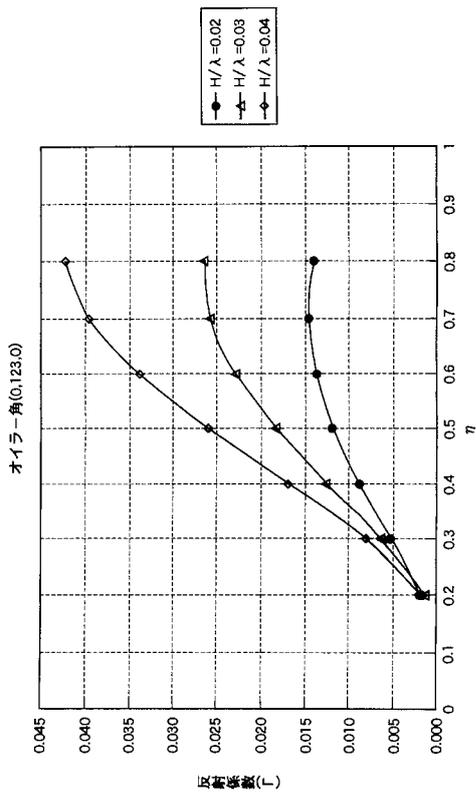
(2)



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 神名 重男
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

審査官 井上 弘亘

(56)参考文献 特開平02-260908(JP,A)
特開平10-276062(JP,A)
特許第3216137(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H03H 9/25

H01L 41/09

H01L 41/18

H03H 9/145

H03H 9/145