



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99103438.4

[45] 授权公告日 2004 年 1 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1136654C

[22] 申请日 1999.2.14 [21] 申请号 99103438.4

[30] 优先权

[32] 1998. 2. 16 [33] JP [31] 33121/1998

[32] 1999. 1. 11 [33] JP [31] 4197/1999

[71] 专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 藤本耕治 门田道雄 米田年磨

中尾武志

审查员 段成云

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

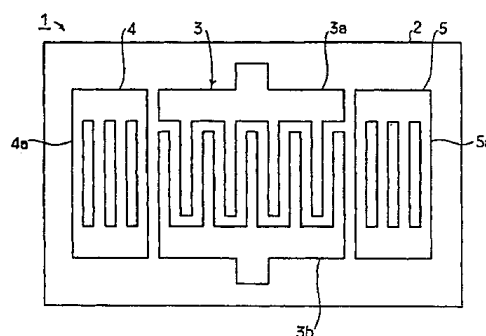
代理人 陈 亮

权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图 14 页

[54] 发明名称 声表面波器件

[57] 摘要

一种声表面波器件包括有一具有欧拉角 ($0, \theta, 90^\circ$) 的一个角 θ 的石英基底, 该角 θ 满足 $122^\circ \leq \theta \leq 131^\circ$ 。由包括至少 Ta 和 W 中的一种电极材料制成的交指转换器被安置在该石英晶体上。



1、一种声表面波器件包括：

- 一具有欧拉角 $(0, \theta, 90^\circ)$ 的角 θ 的石英基底, 其所具有的角 θ 值是大于或等于约 122°
5 和小于或等于约 131° 的值; 和

一由包括 Ta 和 W 中至少一种的电极材料所制成并被安置在所述石英基底上的叉指换能器。

2、如权利要求 1 的声表面波滤波器, 其中欧拉角 $(0, \theta, 90^\circ)$ 的角 θ 具有大于或等于约 125° 和小于或等于约 128° 的值。

- 10 3、如权利要求 1 的声表面波滤波器, 其中所述叉指换能器具有一直到约 40λ 的电极指交叉宽度, 其中 λ 表示在声表面波器件中所产生的一声表面波的波长。

4、如权利要求 1 的声表面波滤波器, 其中构成所述叉指换能器的电极材料是 Ta, 并且角 θ 满足式(1):

$$\theta = 125.44 + 108.27 \times d \times h / \lambda \pm 1.2 \quad \text{式(1)}$$

- 15 其中 h 表示所述叉指换能器的膜厚, d 表示所述叉指换能器的电极指金属化比, 和 λ 表示在声表面波器件中产生的声表面波的波长。

5、如权利要求 1 的声表面波器件, 其中构成所述叉指换能器的电极材料是 W, 并且角 θ 满足式(2):

$$\theta = 125.70 + 49.87 \times d \times h / \lambda \pm 1.2 \quad \text{式(2)}$$

- 20 其中 h 表示所述叉指换能器的膜厚, d 表示所述叉指换能器的电极极金属化比, 和 λ 表示在声表面器件中产生的声表面波的波长。

6、如权利要求 1 的声表面波器件, 其中声表面波器件进一步包括沿声表面波传输方向在所述叉指换能器的相对侧安置的反射器, 从而确定了一声表面波谐振器, 和所述叉指换能器的电极指对的数 N_{dr} 具有直到 200 的值。

- 25 7、如权利要求 6 的一声表面波器件, 其中数 N_{dr} 具有直到 100 的值。

8、如权利要求 6 的一声表面波器件, 其中数 N_{dr} 具有直到 20 的值。

9、如权利要求 1 的声表面波器件, 其中反射器沿声表面波传输方向被安置在所述叉指换能器的相对侧并且反射器包括在一基本上垂直于声表面波传输方向的方向上所存在的多个电极指并且电极指在其相对侧被短路, 从而确定了一声表面波谐振器, 和

- 30 各个反射器的电极指的数目 N_{ref} 具有直到 20 的值。

10、一种声表面波滤波器包括：

一具有欧拉角 $(0, \theta, 90^\circ)$ 的角 θ 的石英基底，角 θ 具有一大于或等于约 122° 和小于或等于约 131° 的值；

一由包括 Ta 和 W 中至少一种的电极材料所制成并被安置在所述石英基底上的叉

5 指换能器；和

沿声表面波传输方向被安置在所述叉指换能器的相对侧的反射器；其中

所述叉指换能器的电极指对的数 N_{dr} 具有一直到 200 的值。

11、如权利要求 10 的声表面波滤波器，其中数 N_{dr} 具有一直到 100 的值。

12、如权利要求 10 的声表面波滤波器，其中数 N_{dr} 具有一直到 20 的值。

10 13、如权利要求 10 的声表面波滤波器，其中反射器包括沿基本上垂直于声表面波传输方向的方向延伸的多个电极指并且电极指在其相对侧被短路，和

各个反射器的电极指的数目 N_{ref} 具有一直到 20 的值。

14、一种纵向耦合声表面波滤波器包括：

一具有欧拉角 $(0, \theta, 90^\circ)$ 的一角 θ 的石英基底，角 θ 具有一大于或等于约 122° 和小于

15 或等于约 131° 的值；

被安置在所述石英基底上从而由一间隙所分隔并且由包括 Ta 和 W 中至少一种的电极材料所制成的第一和第二叉指换能器；和

沿声表面波传输方向在有第一和第二叉指换能器设置在石英基底上的区域的相对侧所安置的反射器；其中

20 第一和第二叉指换能器具有直到根据 $N_{\text{dr}}^{\text{mx}}(x) = 338 \{x - (0.22 + 0.55n)\}^2 + 25$ 所确定的 $N_{\text{dr}}^{\text{mx}}(x)$ 的电极指数 N_{dr}

其中 $x = G/\lambda$, G 表示在沿声表面波传输方向第一和第二叉指换能器之间的间隙的尺寸，和 n 是根据 $-0.055 + 0.55n \leq x \leq 0.495 + 0.55n$ 所确定的整数，并且 λ 表示在声表面波滤波器中所产生的声表面波的波长。

25 15、如权利要求 14 的纵向耦合声表面波滤波器，其中所述第一和第二叉指换能器中的至少一个具有直到 40λ 的电极指交叉宽度，其中的 λ 表示在声表面滤波器中所产生的声表面波的波长。

16、如权利要求 14 的纵向耦合声表面波滤波器，其中构成所述第一和第二叉指换能器中的至少一个的电极材料是 Ta，并且角 θ 满足式(1)：

30 $\theta = 125.44 + 108.27 \times d \times h / \lambda \pm 1.2$ 式(1)

其中h表示所述第一和第二叉指换能器中至少一个的膜厚,d表示所述第一和第二叉指换能器中至少一个的电极指金属化比,和 λ 表示在声表面波滤波器中所产生的声表面波的波长。

- 17、如权利要求14的纵向耦合声表面波滤波器,其中构成第一和第二叉指换能器中至少一个的电极材料是W,并且角 θ 满足式(2):

$$\theta = 125.70 + 49.87 \times d \times h / \lambda \pm 1.2 \quad \text{式(2)}$$

其中h表示所述第一和第二叉指换能器中至少一个的膜厚,d表示所述第一和第二叉指换能器中至少一个的电极指金属化比,和 λ 表示在声表面波滤波器中所产生的声表面波的波长。

- 18、一种纵向耦合声表面波滤波器包括:

一具有欧拉角(0, θ , 90°)的角 θ 的石英基底,角 θ 具有一大于或等于约121°和小于或等于约131°的值;

被安置在所述石英基底上以便由一间隙分隔并且由包括Ta和W中至少一种的电极材料制成的第一和第二叉指换能器;和

- 沿声表面波传输方向安置在第一和第二叉指换能器所在的区域的相对侧的反射器;

各个反射器具有直到20的电极指数 N_{ref} 。

- 19、如权利要求18的纵向耦合声表面波滤波器,其中所述第一和第二叉指换能器中的至少一个具有一直到约 40λ 的电极指交叉宽度,这里 λ 表示在声表面波滤波器中产生的声表面波的波长。

20、如权利要求18的纵向耦合声表面波滤波器,其中构成第一和第二叉指换能器中至少一个的电极材料是Ta,并且角 θ 满足式(1):

$$\theta = 125.44 + 108.27 \times d \times h / \lambda \pm 1.2 \quad \text{式(1)}$$

- 这里h表示所述第一和第二叉指换能器中至少一个的膜厚,d表示所述第一和第二叉指换能器中至少一个的电极指金属化比,和 λ 表示在声表面波滤波器中所产生的声表面波的波长。

21、如权利要求18的纵向耦合声表面波滤波器,其中构成第一和第二叉指换能器中至少一个的电极材料是W,并且角 θ 满足式(2):

$$\theta = 125.70 + 49.87 \times d \times h / \lambda \pm 1.2 \quad \text{式(2)}$$

- 这里h表示所述第一和第二叉指换能器中至少一个的膜厚,d表示所述第一和第二

又指换能器中至少一个的电极指金属化比, 和 λ 表示在声表面波滤波器中所产生的声表面波的波长。

声表面波器件

5 本发明涉及一种包括石英基底的声表面波器件,更详细地说,本发明涉及一种由石英基底和电极的独特组合所获得的具有极好的、稳定的谐振特性的声表面波器件。

在公开号为 61-45892 的日本已审查专利中披露了一种包含有用作压电基底的石英基底的声表面波器件。

在上述已有技术中的声表面波器件中,包括有黄金电极的用来传送和接收信号的叉指型换能器被安置在一石英基底上。该石英基底是一石英旋转 Y 板。该器件的频率-温度特性是由公式 $X = \{a/(a+b)\} (h_0/\lambda)$ 所规定的设置 X 来改进的,这里 h_0 是叉指型换能器(后面称之为 IDT)的电极膜的厚度, a 是电极指的宽度, b 是电极指的间隙, 和 λ 是被激励的一声表面波的波长, 并且一切割方向 θ 应满足下式:

$$\theta = (-18707.5X^2 + 21.429X + 129.5)$$

15 但是,在上述声表面波器件中, Au 被用作用来构成换能器 IDT 的电极材料。这就使得该器件的成本显著地提高并且还使得形成该器件的过程极其困难。

为了克服上述问题,本发明的最佳实施例提供了一种低价格的声表面波器件,该器件具有一易于形成的电极构造,并且还有优良的、稳定的谐振特性。

根据本发明的一个最佳实施例,一声表面波器件包括有欧拉(Euler)角 $(0, \theta, 90^\circ)$ 的一个角 θ 的石英基底,这里角 θ 满足 $122^\circ \leq \theta \leq 131^\circ$, 并且在该石英基底上安置有由包含 Ta 和 W 中一种的电极材料做成的一叉指型换能器。

根据这种独特的结构,该声表面波器件能呈现优良的频率温度特性和谐振特性。另外,与黄金电极相比较 Ta 和 W 较为便宜,从而使该声表面波器件的成本明显地下降。另外,与 Au 相比较, Ta 和 W 易于处理。因此,根据本发明的最佳实施例的声表面波器件具有优良的谐振特性并且它的构成具有高稳定性和高精密性。

25 欧拉角 $(0, \theta, 90^\circ)$ 的角 θ 最好是在约 125° 和约 128° 之间,从而使该声表面器件具有更佳的谐振特性。

叉指型换能器可具有一高达约 40λ 的电极指交叉宽度(孔隙),这里 λ 表示被激励的声表面波的波长。在这种情况下,在波段横向模式中所引起的没有必要的伪响应被有效地抑制,从而获得优良的谐振特性。

欧拉角的角 θ 最好是在 IDT 是由 Ta 所做成的情况下满足下式(1)和在 IDT 是由 W 所做成的情况下满足下式(2):

$$\theta = 125.44 + 108.27 \times d \times h / \lambda \pm 1.2 \quad \cdots \text{式(1)}$$

$$\theta = 125.70 + 49.87 \times d \times h / \lambda \pm 1.2 \quad \cdots \text{式(2)}$$

5

在这种情况下,在约 -20°C 到约 80°C 的温度范围中频率变化比可是一高达约200ppm的值。

声表面波谐振器可包括一被安置在声表面波传输方向上的换能器的相对侧上的反射器。叉指型换能器的电极指对的数目 N_{IDT} 和反射器的电极指数 N_{REF} 可调整为所希望
10 的数。

根据本发明的最佳实施例的声表面波可以成功地和容易地被结合在一声表面波滤波器或一纵向耦合装置中。

为了说明本发明的用途,以几种构成的图例对本发明的最佳构成进行说明,但应了解的是,本发明并不局限于这些结构和实施手段。

15 图1示出了根据本发明的一最佳实施例的一声表面波器件的一说明性的平面视图。

图2示出了当角 θ' 是在约 125° 到约 128° 范围内时欧拉角($0, \theta, 90^{\circ}$)的变化和频率温度系数TCF之间的关系。

图3示出了图1所示本发明的一最佳实施例的声表面波器件的谐振特性。

20 图4示出了当 θ 变化时阻抗比的变化。

图5示出了当 $d \times h / \lambda = 0.02$ 和 $\theta = 127^{\circ}$ 时本发明的最佳实施例的声表面波谐振器的频率温度特性。

图6示出了具有由Ta构成电极材料的本发明的一最佳实施例的声表面波谐振器的 $d \times (h / \lambda)$ 和 θ 之间的关系。

25 图7示出了具有由W构成电极材料的本发明的一最佳实施例的声表面波谐振器的 $d \times (h / \lambda)$ 和 θ 之间的关系。

图8示出了在具有约 25λ 的IDT-电极指交叉宽度(孔隙)的本发明的一最佳实施例的声表面波谐振器中,以谐振频率归一化的频率和阻抗之间的关系。

图9示出了在具有约 40λ 的IDT的一电极指交叉宽度的本发明的一最佳实施例的
30 声表面波谐振器中,以谐振频率归一化归一化的频率和阻抗之间的关系。

图 10 示出了在具有约 100λ 的 IDT 的一电极指交叉宽度的本发明的一最佳实施例的声表面波谐振器中, 以谐振频率归一化的频率和阻抗之间的关系。

图 11 示出了本发明一最佳实施例的声表面波谐振器的 IDT 的电极对数 N_{IDT} 和阻抗比的关系。

5 图 12 示出了本发明一最佳实施例的声表面波谐振器的 IDT 的电极对数 N_{IDT} 和带宽比的关系。

图 13 示出了本发明的一最佳实施例的声表面波谐振器的 IDT 的电极对数 N_{IDT} 和谐振电阻之间的关系。

图 14 示出了本发明的一最佳实施例的声表面波谐振器的电极对数 N_{IDT} 和阻抗比之
10 间的关系。

图 15 是根据本发明另一最佳实施例的一纵向耦合声表面波滤波器的平面视图。

图 16A 和 16B 是当 N_{IDT} 变化时所得到的纵向耦合声表面波滤波器的插入损耗与频率特性。

图 17 示出了当 IDT 之间的间隙是 $X=0.20\lambda$ 时所得到的本发明一最佳实施例的纵向
15 耦合声表面波滤波器的 N_{IDT} 和带宽之间的关系。

图 18 示出了当 IDT 之间的间隙是 $X=0.5\lambda$ 时所得到的本发明一最佳实施例的纵向耦合声表面波滤波器的 N_{IDT} 和带宽之间的关系。

图 19 示出了当 IDT 之间的间隙是 $X=0.7\lambda$ 时所得到的本发明的一最佳实施例的纵向耦合声表面波滤波器的 N_{IDT} 和带宽之间的关系。

20 图 20 示出了当 IDT 之间的间隙是 $x=0.9\lambda$ 时所得到的本发明的一最佳实施例的纵向耦合声表面波滤波器的 N_{IDT} 和带宽之间的关系。

图 21 示出了本发明一最佳实施例的纵向耦合声表面波滤波器的换能器 IDT 之间的间隙 x 和 $N_{\text{IDT}}^{\text{max}}$ 之间的关系。

图 22 示出了本发明的纵向耦合声表面波滤波器的一改进例子的平面视图。

25 图 23 示出了本发明一最佳实施例的纵向耦合声表面波滤波器的电极指的数 N_{ref} 和插入损耗之间的关系。

图 24 示出了根据本发明的另一最佳实施例的具有根据一最佳实施例的多个声表面波谐振器的一声表面波滤波器的电路图。

现在参考附图采用非限制性构成例子来说明根据本发明最佳实施例的一声表面
30 波器件。

图1示出了根据本发明的第一最佳实施例的一声表面波谐振器的平面视图。

声表面波谐振器1包括有一石英基底2。在石英基底2中,欧拉(Euler)角 $(0, \theta, 90^\circ)$ 最好满足下式:

$$122^\circ \leq \theta \leq 131^\circ$$

- 5 在基底2上提供有IDT3。IDT3包括一对叉指型电极3a和3b。叉指型电极3a和3b的电极指被插入它们之间的空间之中。

栅型反射器4,5具有多个在其相对终端短路的电极指,并分别沿声表面波传输方向被安置在IDT3的相对侧。

- IDT3和反射器4,5由最好是钨(W)制成。IDT3和反射器4,5最好由诸如蒸气沉积、CVD、喷镀、溅射钨以及其它适当方法的薄膜形成法在石英基底2上形成。

在本发明的最佳实施例的声表面波谐振器1中,欧拉角 $(0, \theta, 90^\circ)$ 的角 θ 最好是在约 122° 到约 131° 的范围内。因此,利用SH型声表面波,带宽可大大增加。因而,可以大大改善由于温度的改变而导致的中心频率的允许变化的限度。这些将在下面说明。

- 一种在许多器件中所使用的常规ST切割X传输石英基底具有良好的频率-温度特性。其结果,对于一Rayleigh波来说机电系数 K^2 是0.14%。另一方面,在借助于使用在这个例子中的具有特定欧拉角的石英基底的一love波或一伪love波的激励的情况中,机电系数 K^2 是0.64%。

- 通常,声表面波器件的带宽正比于它的机电系数 K^2 。因此,假定在使用一Rayleigh波的常规声表面波器件中可利用的中心频率是 $f_0=200\text{MHz}$ 和带宽是50KHz,则在声表面波谐振器1中可用的带宽是230KHz,这是因为对于本最佳实施例的声表面波谐振器1的机电系数 K^2 大约是上述使用Rayleigh波的声表面波器件的ST切割X传输的声表面波器件的机电系数 K^2 的4.6倍。

- 上述带宽之间的差,即 $230-50=180\text{KHz}$ 对于在中心频率的变化提供了容限。更详细地说,相应于由于温度的变化而导致的频率偏移,包括有根据这个最佳实施例所构成的声表面波谐振器1的一滤波器提供了 $\pm 90\text{KHz}$ 的允许量。在 $f_0=200\text{MHz}$ 处该允许量被转换为一单位频率基础以提供 $180\text{KHz}/200\text{MHz}=900\text{ppm}$ 。也就是,在通带的低频端是-450ppm而在通带的高频端是+450ppm。对于包含ST切割X传输石英基底和使用Rayleigh波的声表面波器件来说每 1°C 的频率变化比是 $\pm 1\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 或更低。包括本最佳实施例的声表面波谐振器1的滤波器具有如上所述的大约900ppm的由于温度变化而导致的中心频率变化的允许量。在实际使用温度范围为 $(-10^\circ\text{C}$ 至 $50^\circ\text{C})$ 的情况中,该允许量通过

900ppm/60°C=15ppm/°C而增加。如下所述,对于本发明的各种最佳实施例的声表面波器件来说,其中对于温度从约-20°C变到约80°C,即对于温度变化约100°C的频率变化比达到100ppm,即每1°C的比达到1ppm/°C的最佳切割,角为 θ =约125°到约128°,这里 θ 是欧拉角(0, θ , 90°)的如下的一个。

5 声表面波谐振器的温度特性通过改变 θ' 而测量, θ' 作为一标准角,相应于该标准角以这种方式在上述范围内增加或减少。其结果示于图2中。在 $\theta'=125^\circ$ 和 $\theta'=128^\circ$ 的情况下,呈现类似的趋势。因此,当 θ 是在约125°到约128°范围内的一任何角时将获得相同的结果。如图2所示,在 $\theta'+3^\circ$ 处频率温度系数是15ppm/°C和在 $\theta'-3^\circ$ 处是-15ppm/°C。这表明在一通常电平上所需的温度特性可在大约 $122^\circ \leq \theta \leq 131^\circ$ 处获得。

10 因此,在大约 $\theta=122^\circ$ 到 131° 的范围内,由于温度的变化所引起的中心频率的改变的允许量有大的改进。所以,可实现具有极好频率温度特性的声表面波谐振器和诸如包含有该谐振器的滤波器之类的器件。另外,从图2可清楚地了解,在大约 $\theta=125^\circ$ 到 128° 的范围内可实现更佳的频率温度特性。

15 相对于石英基底的切割角,生产误差约为 $\pm 0.3^\circ$ 。因此,可基本上实现一予置的切割角。另一方面,根据曝光技术,对于表面波传输方向,生产误差约为 $\pm 2^\circ$ 。因此,如果所希望的切割角约为 90° ,则实际生产的声表面波谐振器将具有在约 88° 到 92° 范围内的一切切割角。但是,相对于传输方向生产误差在该特性范围内不会造成大的影响。因此,应注意的是,即使传输方向移位了约 $\pm 2^\circ$,依然可以获得本发明的最佳实施例的优点。

20 在此之后,作为目前声表面波谐振器的一最佳实施例的一可取的例子,将要说明具有的欧拉角(0, θ , 90°)的角 θ 在约125°到128°范围内的声表面波的谐振特性。图3示出了包含具有上述欧拉角的石英基底的声表面波谐振器1的阻抗频率特性。如图3所示,虽然IDT 3和反射器4、5是以钨作为电极材料制做的,还是实现了良好的谐振特性。因此,具有优良的谐振特性的声表面波谐振器1可以廉价地被提供。与使用金电极的情况相比较,IDT 3和反射器4、5对于石英基底具有高的接合强度。因此,易于执行IDT 3
25 和反射器4、5的构成,并且IDT 3和反射器4能够非常精确地被构成。

图3所示的特性是当石英基底的尺寸约为 $1.5\text{mm} \times 1.8\text{mm} \times 0.4\text{mm}$,角 θ 约为 126° ,IDT 3的电极指对的数为25和反射器4、5的电极指4a、5a的各个数为10时所实现的。 H/λ 及 d 分别为置为0.015和0.6。已被证实通过将 H/λ 置为从0.010到0.025的值和将 d 置为从0.4到0.8值而得到相同的特性。

30 本发明的发明人披露和证实了通过使用一具有 $\theta=126^\circ$ 的欧拉角(0, θ , 90°)的石英

基底和用钨制成的 IDT 3 和反射器 4、5 而构成具有优良谐成特性的实际器件。另外, 通过改变角 θ , 做了用来证实实现如图 3 所示的这样的优良谐振特性的切割角的范围的分析。更详细地说, 除了角 θ 之外, 不同的声表面波谐振器以类似于用于上述声表面波谐振器 1 的方式而被作出。结果特性被评价。在图 4 中示出了结果。在图 4 中, 角 θ 作为横坐标而绘出, 阻抗比作为纵坐标而标出。

如图 4 所见, 具有如图 3 所示的优良谐振特性的声表面波谐振器 θ 角被确定在约 125°到 128°的范围内。

另外, 根据上述结果, 本发明的发明人作了不同方式的研究以获得一具有低的依赖温度变化的谐振特性, 即优良温度特性的声表面波谐振器。其结果, 表明了当用来构成换能器 IDT 的电极材料是 Ta, 并且角 θ 满足式(1): $\theta=125.44+108.27 \times d \times h / \lambda \pm 1.2$ 时可以得到这样的声表面波谐振器, 其中 h 和 d 分别表示膜厚度和换能器 IDT 的电极指金属化比。换能器 IDT 的金属化比是由 $d=d_1 / (d_1+d_2)$ 所决定的值, 其中 d_1 和 d_2 分别表示换能器 IDT 的各个电极指的宽度和各个电极指之间的间隙的宽度。

图5示出了通过在具有一角 $\theta=127^\circ$, 即, 欧拉角(0, 127°, 90°), 的石英基底上形成一 Ta 构成的 IDT 所得到的声表面波谐振器 1 的频率温度特性, 在这种方式中, 换能器 IDT 具有大约 $h/\lambda=0.02$ 的厚度, 并且比值 d 等于约 0.6。在图 5 中, $(f-f_{20})/f_{20}(\text{ppm})$ 表示假定在约 20°C 的标准温度下谐振频率 f 的频率变化比。在图 5 中, 曲线的顶点处的温度约为 34°C, 并且在从约 -20°C 到约 80°C 的范围内谐振频率的频率变化比大约为 99ppm。

图 6 示出了当在从约 -20°C 到约 80°C 的温度范围内谐振频率的频率变化比是恒定时 $d \times (h/\lambda)$ 和 θ 之间的关系。在图 6 中, 实线 A 和 B 规定的范围谐振频率的频率变化比小于 100ppm。虚线 C 和 D 规定的范围谐振频率的频率变化比小于约 200ppm。

也就是, 由虚线 C 和 D 所规定的范围包括可由式(1)表示的误差。由实线 A 和 B 所规定的范围包括可由下式(3)所表示的误差:

$$\theta=125.44+108.27 \times d \times (h/\lambda) \pm 0.3 \quad \text{式(3)}$$

如上所述, 当 Ta 用作为电极材料时, 能实现优良温度特性的声表面波谐振器可通过将 θ 设置为满足由式(1), 最好是由式(3)所规定的上述范围而得到。

另外, 本发明的发明人还进行了除去用 W 替代 Ta 作为电极材料之外, 以上述相同方式实现具有优良温度特性的声表面波谐振器的研究。其结果, 给出了通过将 θ 设置成满足由下式(2)所确定的范围则可获得上述的优点的结论:

$$\theta=125.70+49.87 \times d \times h / \lambda \pm 1.2 \quad \text{式(2)}$$

图7除了W被用于电极材料之外均相应于图6,图7示出了在温度范围从约-20℃到约80℃中谐振频率的频率变化比为恒定时所获得的 $d \times (h/\lambda)$ 和 θ 之间的关系。在图7中,实线E和F规定了具有一达到约100ppm值的谐振频率的频率变化比的范围。虚线G和H规定了具有一达到约200ppm值的谐振频率的频率变化比的范围。

5 在图7中由虚线G和H规定的范围包括可由上述式(2)所表示的误差。

另外,在图7中由实线E和F所规定的范围包括可由下式(4)所表示的误差。

$$\theta = 125.70 + 49.87 \times d \times (h/\lambda) \pm 0.3 \quad \text{式(4)}$$

在从约-20℃到约80℃的范围内声表面波谐振器1具有的谐振频率的变化比达到200ppm,最好是可通过将角 θ 设置为满足式(2),最好是满足式(4)的范围而达到100ppm。

10 在上述最佳实施例中,IDT3和反射器4、5是由钨或钼所构成。但是IDT3可以仅由钨或钼构成。

另外,没有必要所有的IDT3都由钨或钼所构成。IDT3可具有另外的金属材料的薄膜被层压到W或Ta内的结构。

本发明的发明人发现在具有由包括Ta或W的电极材料所做成的换能器IDT并被
15 安置在具有特定欧拉角的石英基底的声表面波器件中,通过将IDT的电极指的交叉宽度置为 40λ 或或更短则可大大地抑制与横向模式中的伪响应。

更详细地说,在本发明的一最佳实施例的一个例子中,以这样一种方式在具有欧拉角(0, 127°, 90°)的石英基底上被构成的由Ta制成的换能器IDT具有 $h/\lambda=0.02$ 和 $d=0.6$ 的比,并且因此,构成了图1中所示的声表面波器件。另外,声表面波谐振器1的
20 多个类型具有50个IDT的电极对数 N_{IDT} 并产生不同的电极指交叉宽度。阻抗-频率特性被测量。图8到图10示出了结果。在图8到10的横坐标上标绘出表示为 $(f-f_r)/f_r \times 100\%$ 的由所使用的谐振频率归一化的频率,其中 f 和 f_r 分别表示一频率和一谐振频率。通过将 h/λ 设置为从0.010到0.027的值和将 d 设置为从0.4到0.8的值则可得到相同的特性。

25 图8,9和10示出了分别在 25λ , 40λ 和 100λ 的电极指交叉宽度处得到的结果。

如图10所示,在电极指交叉宽度为 100λ 的情况下,在谐振点和非谐振点之间,即,在横向模式中,在频带中,产生由箭头I所指出的一大的伪谐振。另一方面,对于在图8和9中所示的特性,在谐振点和非谐振点之间不产生和不出现这样一个伪响应。

据推测上述伪响应是由于靠近基本模式的振荡所发生的在一高阶模式中的振荡
30 所产生的。

因此,如图9中所见,通过将电极指交叉宽度设置为约 40λ 或更短而能大大地抑制由于高阶模式所导致的伪响应。

因此,在本发明的最佳实施例的声表面波器件中通过将换能器 IDT 的电极指交叉宽度设置为约 40λ 或更短而可有效地抑制在频段中的一伪响应。

5 从上述式(1)和(2)中可了解到,用来通过调整角 θ 而实现优良的温度特性和通过将电极指交叉宽度设置为约 40λ 或更短而实现对在频段中的伪响应的抑制的配置不仅可提供给上述声表面波谐振器 1 还可提供给诸如一声表面波滤波器之类的其它声表面波器件。在这种情况下,还实现极佳的效果。

另外,本发明的发明人还研究了具有安置在如图1所示的换能器 IDT 的相对侧的
10 反射器的声表面波谐振器 1 的特性是如何由 IDT 的电极指状对的数 N_{IDT} 所影响的。为了排除反射器 4、5 的影响起见,该声表面波谐振器由在具有欧拉角 $(0, 127^\circ, 90^\circ)$ 的石英基底上由 Ta 构成的换能器 IDT 所构成。在这种方式中换能器 IDT 具有 $h/\lambda=0.02$ 和 $d=0.6$ 的比而无须由反射器 4、5 来提供。声表面波谐振器的多个类型所得到的阻抗比是通过改变 IDT 的电极指状的数 N_{IDT} 来测量的。结果如图11所示。根据 $20\log(r_a/r_o)$ 所计算
15 的一个值被规定为阻抗比,这里 r_o 和 r_a 分别表示谐振电阻和非谐振电阻。

如图11所示,阻抗比随数 N_{IDT} 而增加。与 N_{IDT} 超过200时,阻抗比变为饱和。

因此,通过将在此范围中的数 N_{IDT} 进行调整使数 N_{IDT} 具有一直到200的值,则可得到具有一适当阻抗比的声表面波器件。

因此,根据本发明的最佳实施例的具有被安置在具有上述特定欧拉角的石英基底
20 的由 Ta 制成的换能器 IDT 的声表面波谐振器,该声表面波谐振器具有一可以通过将 IDT 的对数设置为200或更小而容易地提供的一适当的阻抗。因此,可以容易地实现所希望的优良特性。

类似地,本发明的发明人还在不同的数 N_{IDT} 的情况下测量声表面波谐振器 1 的带宽比 $(f_a-f_r)/f_r$ 和谐振电阻。其结果分别示于图12和13。

25 如图12所示,带宽比随数 N_{IDT} 的增加而减小。当数 N_{IDT} 超过20时,带宽比变得基本上恒定。因此,当数 N_{IDT} 被置为具有直到20的值时,通过调整数 N_{IDT} 可以容易地控制带宽比。

如图13所示,谐振电阻随数 N_{IDT} 的增加而减小。当数 N_{IDT} 超过100时,谐振电阻变得基本上恒定。因此,在图13中可看出当 N_{IDT} 被设置为具有一直到100的值时,通过调
30 整数 N_{IDT} 可容易地控制谐振电阻。

如图 12 和 13 所示, 根据本发明的最佳实施例, 对于具有在有上述欧拉角的石英基底上所安置的由 Ta 制成的换能器 IDT 的声表面波谐振器 1 通过调整数 N_{IDT} 可容易地控制谐振电阻和带宽比。更详细地说, 如果它是在直到 100 的范围则通过调整数 N_{IDT} 可以容易地控制谐振电阻, 同时如果它是在直到 20 的范围则通过调整数 N_{IDT} 可容易地实现所希望的带宽比。

另外, 本发明的发明人所制造的上述声表面波谐振器 1 中 IDT3 以这样一种方式被提供在具有近似的欧拉角 ($0, 127^\circ, 90^\circ$) 的石英基底上以便在 $h/\lambda=0.02$ 和 $d=0.6$ 处具有 IDT3 的一薄膜厚度, 并且发明人还研究了当各个反射器的电极指状的数变化时阻抗比是如何变化的。图 14 示出了结果。反射器的电极指状的数 N_{ref} 被标绘在横坐标上而阻抗比被标绘在纵坐标上。

但是, 在图 14 中, 实线 K1、虚线 K2、长和短间断线 K3 以及长和二短间断线 K4 分别表示在数 $N_{\text{IDT}}=5, 20, 80$ 和 160 处的结果。

参见图 14, 随着反射器电极指的数 N_{ref} 增加, 阻抗比也趋于增大, 而与数 N_{IDT} 无关。另外, 当数 N_{ref} 超过 20 时, 阻抗比的上升变得饱和。

因此, 当数 N_{ref} 小于或等于 20 时, 阻抗比可通过调整 N_{ref} 的数而容易地被控制。

因此, 对于具有被安置在有上述欧拉角的石英基底上的由 Ta 所制成的换能器 IDT 的声表面波谐振器 1, 如果数 N_{ref} 小于或等于 20, 则其阻抗比可通过调整数 N_{ref} 而易于被控制。在这种方式中, 肯定可获得所希望的优良的特性。

在本发明的最佳实施例的声表面波器件中, 可以利用若干个上述声表面波谐振器 1 构成声表面波滤波器。声表面波滤波器的配置无须特别的限制。例如, 如图 24 的电路图所示, 多个声表面波谐振器 1 可以串联臂和并联臂的方式配置, 例如串联臂谐振器 S1 至 S3 和并联臂谐振器 P1 至 P4, 以规定一梯型滤波器。也就是, 本发明可应用于由多个声表面波谐振器所组成的声表面波滤波器中。

另外, 如下面参照图 15 和 22 所述那样, 一纵向耦合声表面波滤波器可通过在反射器之间排列二个叉指换能器 IDT 而构成。

图 15 示出了根据本发明的另一最佳实施例的声表面波滤波器的平面视图。声表面波滤波器 11 最好利用一石英基底 12 所构成。在石英基底 12 中, 欧拉角 ($0, \theta, 90^\circ$) 的角 θ 最好满足下式: $125^\circ \leq \theta \leq 128^\circ$, 如同第一最佳实施例的声表面波谐振器一样。

在石英基底 12 中, 提供了第一、第二交叉换能器 IDT 13、14。换能器 13、14 分别具有一对叉指电极 13a、13b 和一对叉指电极 14a、14b。叉指电极 13a、13b 对的指

被插入到它们之间的空间。类似地,叉指电极 14a、14b 对的指被插入在它们之间的空间。

换能器 IDT 13、14 的配置使得它由沿声表面波传输方向的一间隙而被相互分开。

5 栅型反射器 15、16 的构成使得在声表面波传输方向上在换能器 IDT 13、14 范围的相对侧上的端部的多个电极指状被短路。

上述换能器 IDT13、14 和反射器 15、16 最好由钨和钼所制成。

该最佳实施例的声表面波滤波器的特性是,除了上述特定的石英基底和由包含 Ta 和 W 中的一种的电极材料所制成的换能器 IDT 13、14 之外,第一、第二换能器 IDT 13、14 的电指对的各个数 N_{IDT} 置为 $N_{\text{IDT}}^{\text{MX}}(X)$, $N_{\text{IDT}}^{\text{MX}}(X)$ 是由下式确定的值。

$$10 \quad N_{\text{IDT}}^{\text{MX}}(X) = 338 \{X - (0.22 + 0.55n)\}^2 + 25 \quad \text{式(5)}$$

这里 $X = G/\lambda$ (G 表示在其中心在 IDT 13、14 的电极指状之间的间隙 G 的尺寸), 和 n 是根据下式所确定的一整数。

$$-0.055 + 0.55n \leq x \leq 0.495 + 0.55n.$$

15 在该最佳实施例纵向耦合声表面波滤波器 11 中,数 N_{IDT} 被置为直到上述 $N_{\text{IDT}}^{\text{MX}}$ 。因此,模式间隔(纵向基本模式和纵向高次模式之间的频率差与中心频率的比(%))可按下面所述来控制,并且因而带宽可被调整。这将参照图 16 到 21 来说明。

图 16A 和 16B 示出了声表面波滤波器 11 的插入损耗频率特性,其中第一 IDT 13 和第二 IDT 14 之间的间隙约为 0.50λ , 数 N_{IDT} 是 50 (对于图 16A) 和 30 (对于图 16B), 数 N_{REF} 为 40, 和在反射器 15、16 和换能器 IDT 13、4 之间相邻的沿声表面波传输方向的各个间隙为 0.5λ , 并且负载阻抗为 50Ω 。下面所述的图 16A 和 16B 以及图 17 至 20 的特性是在使用具有欧拉角 ($0, 127^\circ, 90^\circ$) 的石英基底, 换能器 IDT13、14 的膜厚 h/λ 约为 0.02 和 d 约为 0.6 的条件下得到的。

在图 16A 和 16B 的特性中,由箭头 L1 和 L2 表示所使用的频段。应了解的是当由箭头 L1 和 L2 所指明的频段相比较时 带宽由于改变 N_{IDT} 的值而变得不同。

25 上述带宽之间的不同是由于基本模式和高次模式的重叠所造成的一现象。因此,本发明的发明人对有关高次模式和基本模式之间的频率差(模式频率差)的比,即带宽对中心频率随数 N_{IDT} 如何变化作了研究。其结果示于图 17 到 20。

考虑到这样一个事实,即上述带宽的改变不仅是由于数 N_{IDT} 的变化而且还由于第一、第二换能器 13、14 之间的间隙也发生变化而引起的,所以间隙 G 也是变化的。也就是,图 17、18 和 19 示出了当 IDT 13、14 之间的间隙 X 分别具有值 $0.20\lambda, 0.50\lambda, 0.70\lambda$

和 0.90λ 时所测量的特性。

如图 17 到 20 所示, 当数 N_{IDT} 减小时, 带宽增加。当数 N_{IDT} 增加时, 带宽减小。当数 N_{IDT} 超过一恒定值时, 带宽度为 0。

因此, 在纵向耦合声表面波滤波器 11 中, 可通过将 N_{IDT} 置为具有直到恒定值的值可
5 得到具有一带宽的滤波器特性。另外, 通过将数 N_{IDT} 调整到上述恒定值或稍低的范围可实现一所希望的带宽。

另一方面, 在其中带宽变为 0 的数 N_{IDT} 随 x 值而变化。在此, 通过改变 IDT 之间的
间隙 G 可得到类似的特性, 如像在图 18 到 20 的各个特性的情况那样。其结果示于图 21
中。

10 在图 21 中, 换能器 IDT 之间的间隙 x 被标记在横坐标上, 数 N_{IDT} 被标注在纵坐标上。
也就是, 在图 18 中所示的特性的情况中, 当 IDT 之间的间隙 x 约为 0.50λ 时, 在 $N_{\text{IDT}}=50$
处带宽为 0。因此, 在图 21 中, 在 $x=0.5$ 处数 N_{IDT} 为 50。

因而, 通过相关的测量, 将数 N_{IDT} 设置在图 21 的曲线 M 的较低侧的范围内, 则可得
到一带宽, 并且通过调整在上述范围中的数 N_{IDT} 可实现一所希望的带宽。

15 通过图 21 的曲线 M 的近似, 位于曲线 M 的数 N_{IDT} 的值 $N_{\text{IDT}}^{\text{MX}}(x)$ 由式(5)表示:

$$N_{\text{IDT}}^{\text{MX}}(x) = 338 \{x - (0.22 + 0.55n)\}^2 + 25 \quad \text{式(5)}$$

其中 n 满足 $0.22 + 0.55n - (0.55/2) \leq x \leq 0.22 + 0.55n + (0.55/2)$, 即:

$$-0.055 + 0.55n \leq x \leq 0.495 + 0.55n \quad \text{式(6)}$$

因此 n 是一满足上式(6)的整数。如像从图 21 的曲线 M 中所了解的, 在 x 和值 $N_{\text{IDT}}^{\text{MX}}$
20 之间存在周期性的规律。即, 值 $N_{\text{IDT}}^{\text{MX}}(x)$ 如像由式(5)所示那样取决于 n 。

因此, 在本最佳实施例的纵向耦合声表面波滤波器 11 中, 通过设置数 N_{IDT} 可得到一
带宽, 数 N_{IDT} 是直到如上所述所确定的值 $N_{\text{IDT}}^{\text{MX}}(x)$ 的换能器 IDT13、14 的电极对的数, 并
且通过调整在上述范围内的数 N_{IDT} 可以容易地实现所希望的带宽。

但是, 本发明的发明人对当在上述纵向耦合声表面波滤波器 11 中反射器的电极指
25 状的数 N_{IDT} 变化时插入损耗如何变化作了研究。更详细地说, 在一类似于上述的方式中,
通过在具有欧拉角 ($0, 127^\circ, 90^\circ$) 的石英基底上构成具有 $h/\lambda=0.02$ 和 $d=0.6$ 的 Ta 薄膜的
换能器 IDT 13、14 和具有不同数的电极指状数目的反射器 15、16 而产生声表面波滤
波器 11 的不同类型。这些声表面波滤波器 11 的插入损耗被测量。图 23 示出了结果。

上述插入损耗由于换能器 IDT 13、14 的电极指状对的数目和 IDT 13、14 之间的
30 间隙 G 的尺寸而受到影响。因此, 产生了具有不同数目的 IDT 13、14 的电极指状对和

不同的 IDT 13、14 之间的间隙的不同类型声表面波滤波器 11。插入损耗被测量。图 23 示出了结果。

如图 23 所示, 随着各个反射器 15、16 的电极指状的数目 N_{ref} 的增加, 插入损耗减小, 而与 IDT 的电极指状对的数 N_{IDT} 和 IDT 13、14 之间的缝隙 G 的尺寸无关。当各个反
5 射器的电极指状的数目 N_{ref} 超过 20 时, 插入损耗变得基本恒定。

因此, 如果它具有一直到 20 的值, 可以通过调整数 N_{ref} 而控制插入损耗。也就是, 通过调整数 N_{ref} 可以容易地提供具有所希望的插入损耗的声表面波滤波器 11。

图 15 的声表面波滤波器 11 是一包括第一 IDT 13 和第二 IDT 14 的一纵向耦合声表面波滤波器。本发明的最佳实施例的纵向耦合声表面波滤波器可具有带有至少二个
10 极数的配置。图 22 是一纵向耦合声表面波滤波器的电极配置的平面视图, 它是由纵向连接的二个如图 15 中所示的纵向耦合声表面波滤波器 11 所构成。

在声表面波滤波器 21 中, 第一叉指换能器 23 和第二叉指换能器 24 由 Ta 或 W 制成并且被安置在具有所希望的欧拉角的石英基底上。在声表面波传输方向上提供有在 IDT 23、24 区域的相对侧所安置的反射器 25、26。另外, 在设置有 IDT 23、24 的区域的一
15 侧设有第一叉指换能器 27 和第二叉指换能器 28。在声表面波传输方向上提供有被安置在提供有 IDT 27、28 区域的相对侧的反射器 29、30。换能器 IDT 23、24、27 和 28 分别具有成对的叉指电极 23a 和 23b, 24a 和 24b, 27a 和 27b, 以及 28a 和 28b。

在这种情况下, 具有二个极数结构的声表面波滤波器被构成, 在该构成中由 IDT 23、24 和反射器 25、26 所组成的一声表面波滤波器部分以及由 IDT 27、28 和反射器
20 29、30 所组成的一声表面波滤波器部分相互被连接。

更详细地说, IDT 23 的叉指电极 23a 与地相连, 同时另一叉指电极 23b 与 IDT 28 的一叉指电极 28a 电连接。IDT 28 的另一叉指电极 28b 与地电连接。因此, 上述二个声表面波滤波器部分被纵向连接从而具有带有二个极数的配置。

虽然对本发明的最佳实施例作了说明, 但也可执行在下面权利要求范围内所考虑
25 的各种模式。因此, 本发明的范围并不受限于除了在权利要求中所陈述的内容之外的其它方面。

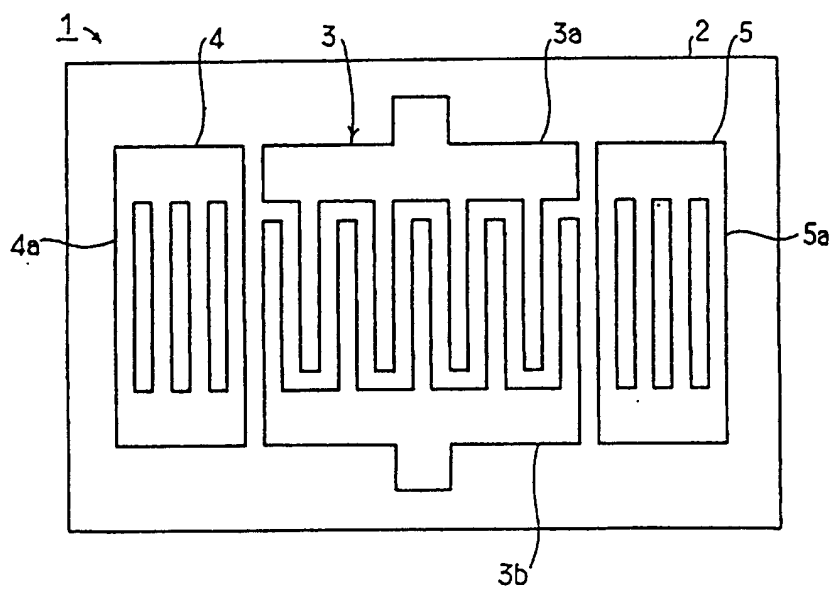


图 1

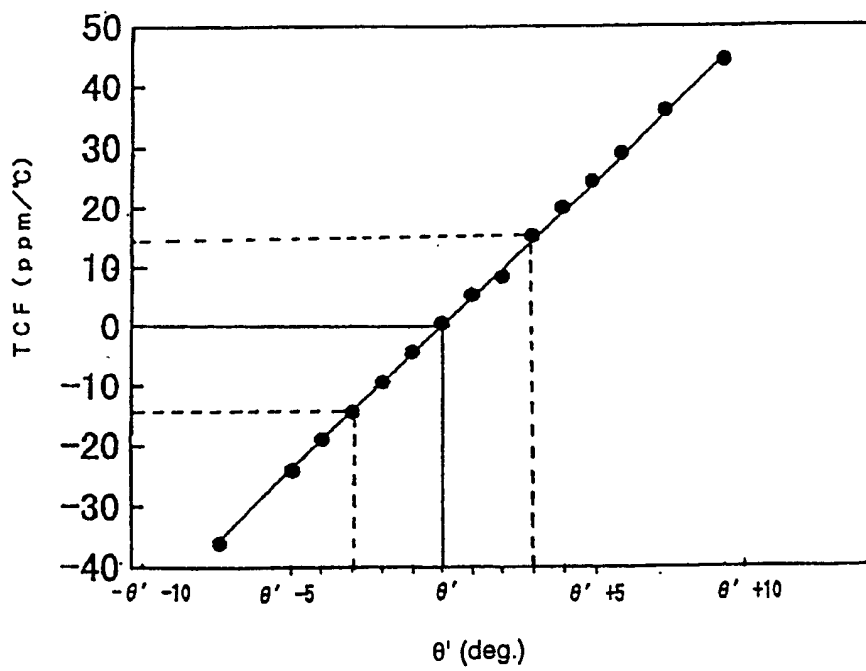


图 2

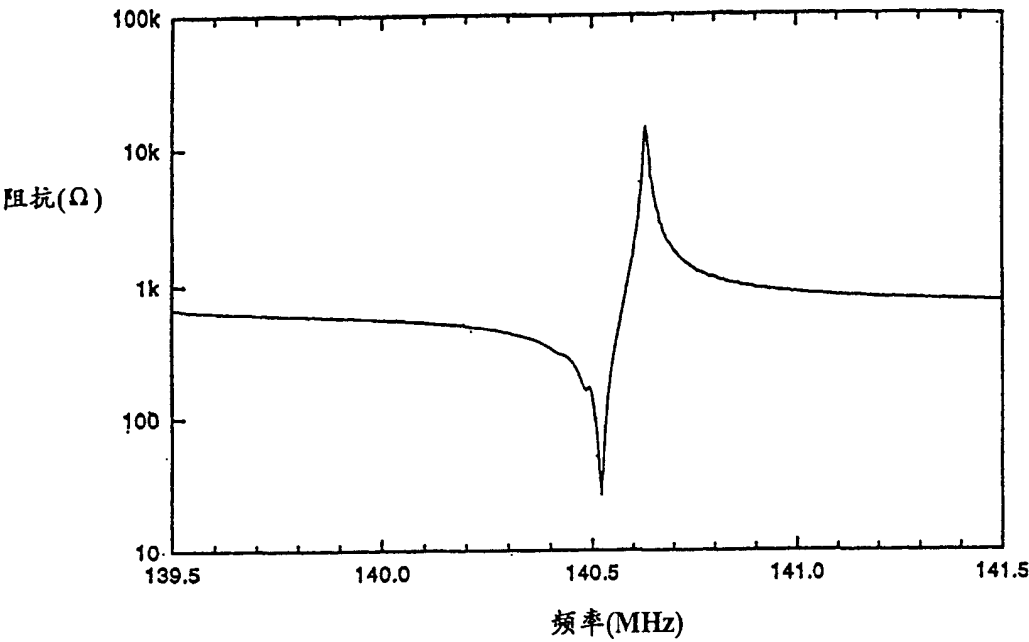


图 3

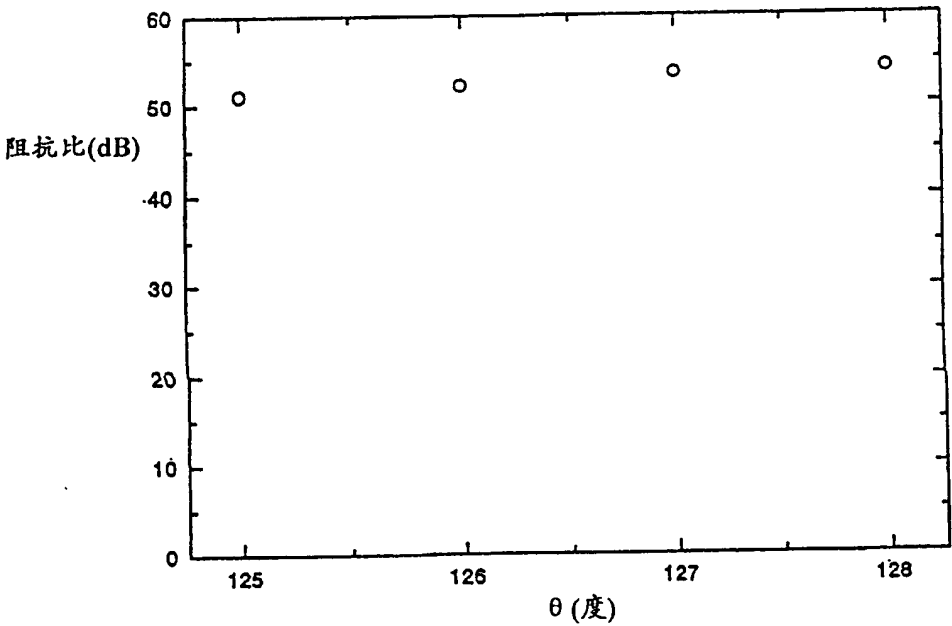


图 4

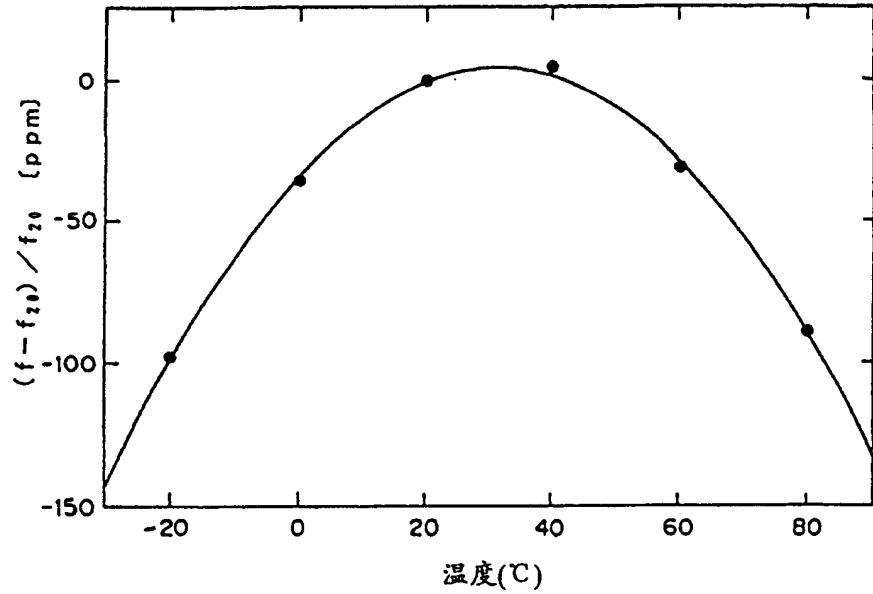


图 5

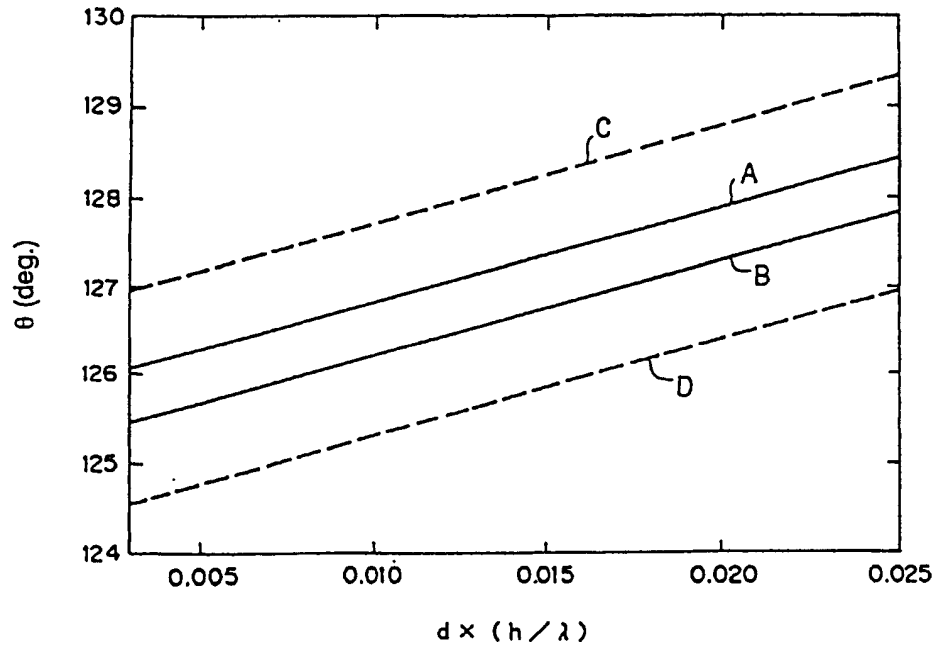


图 6

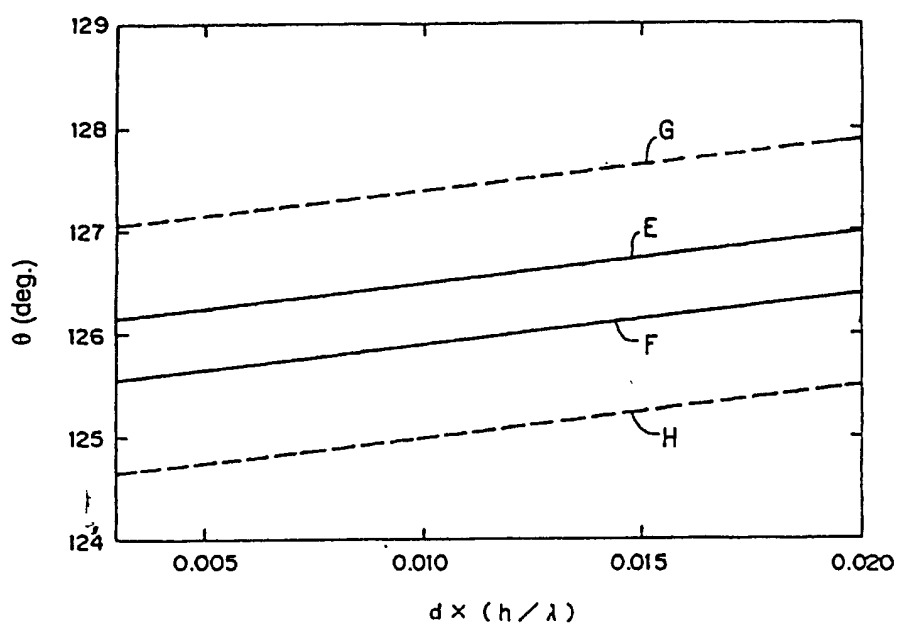


图 7

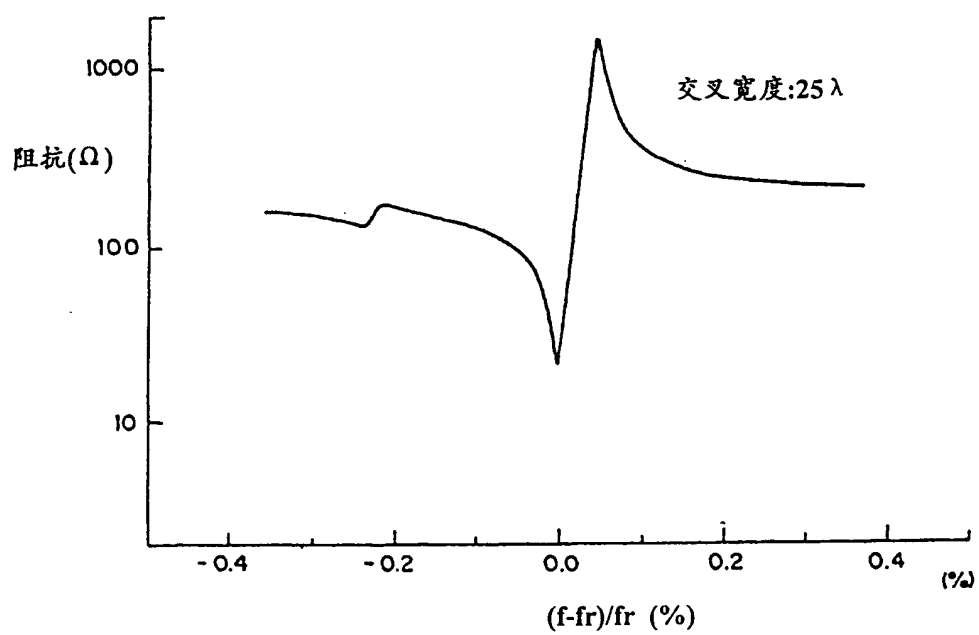


图 8

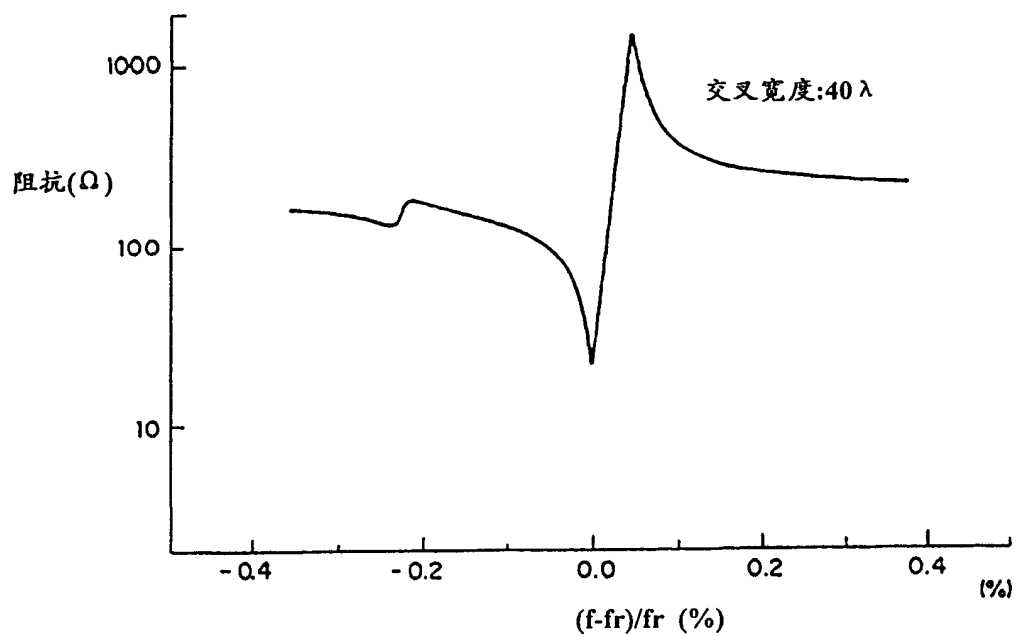


图 9

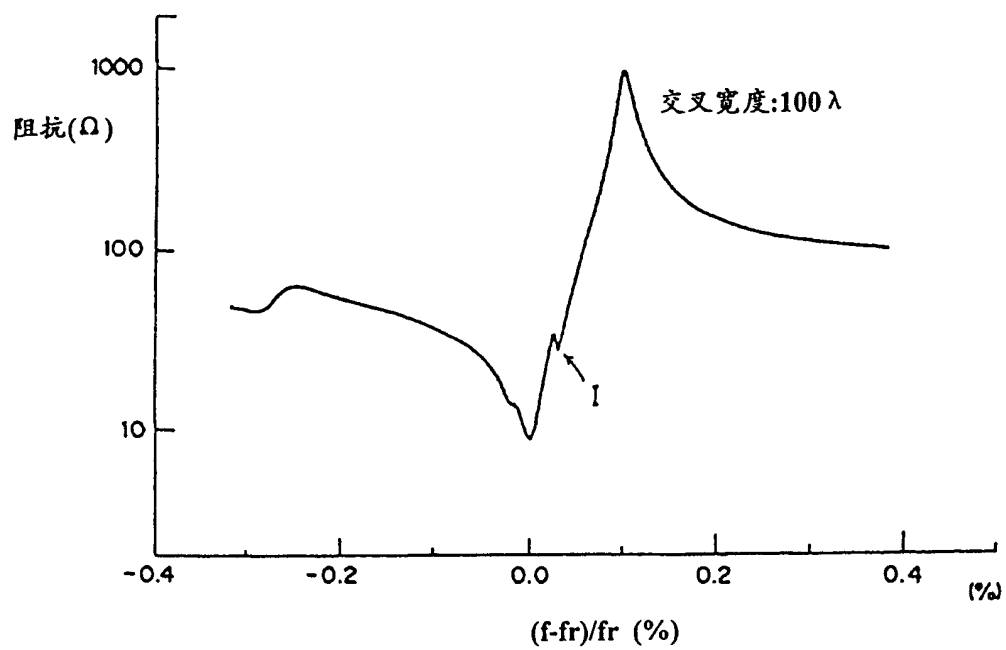


图 10

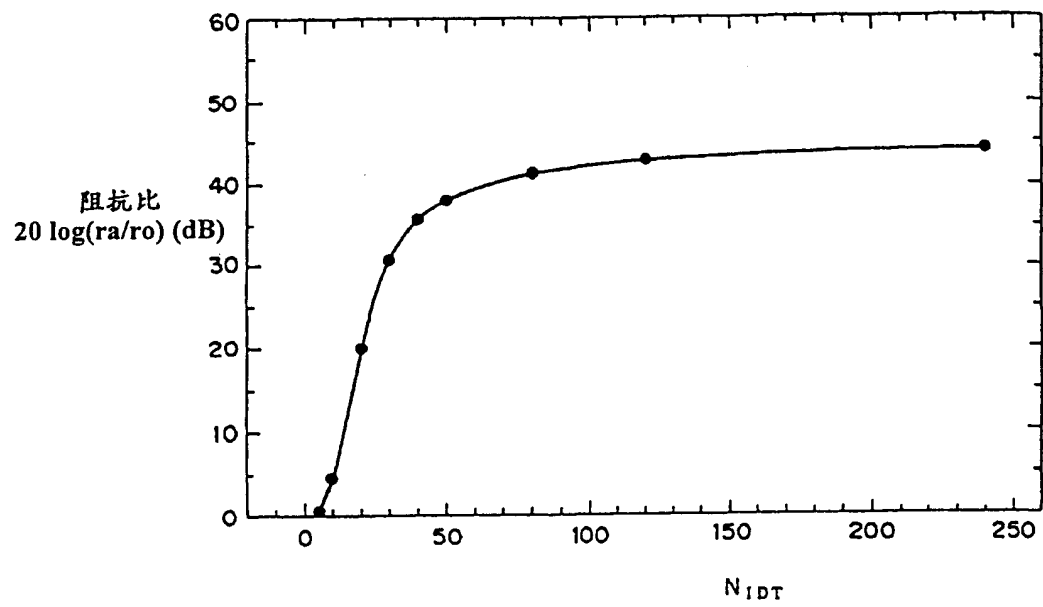


图 11

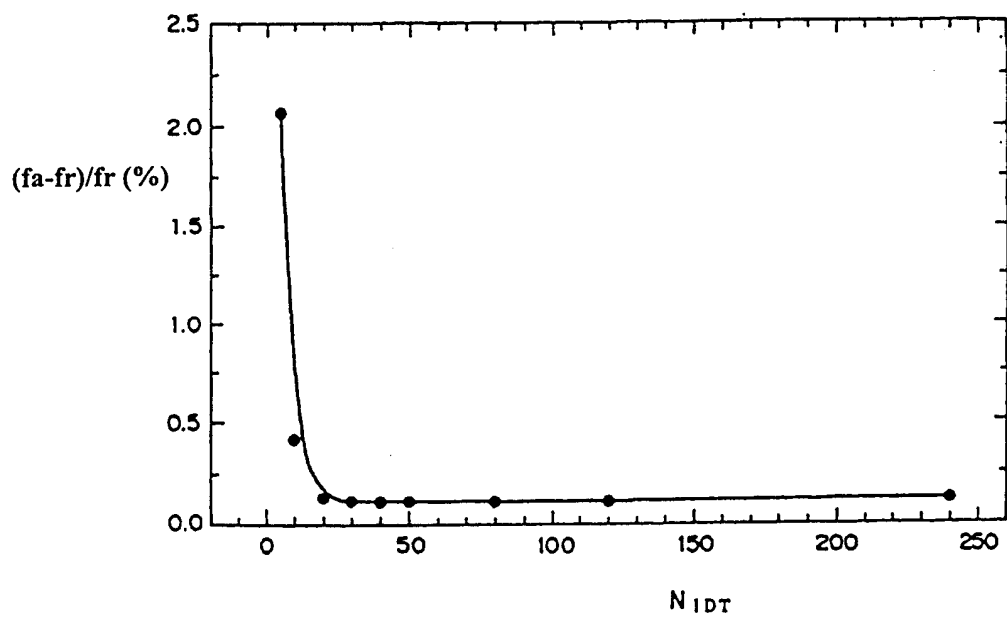


图 12

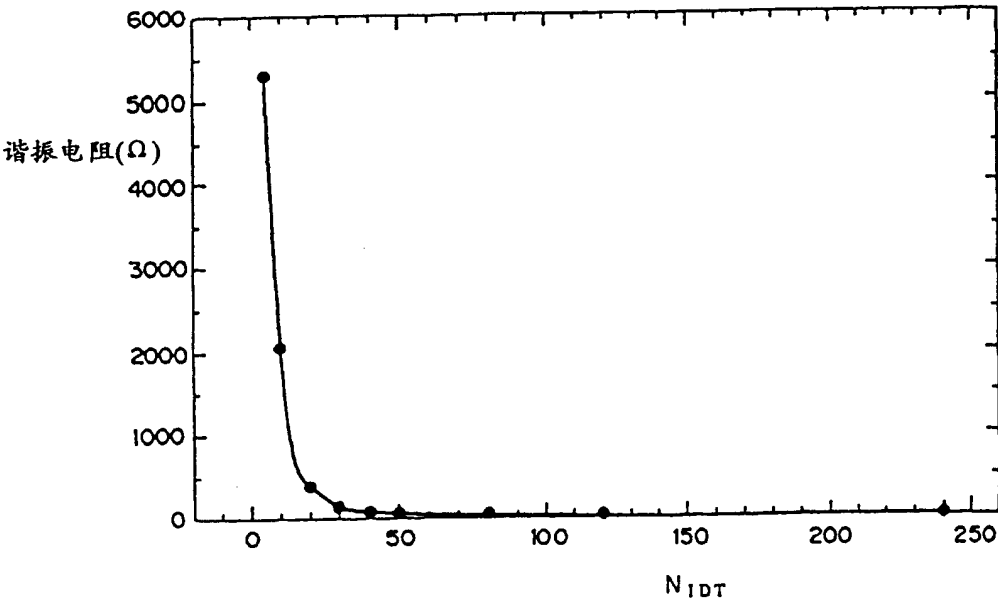


图 13

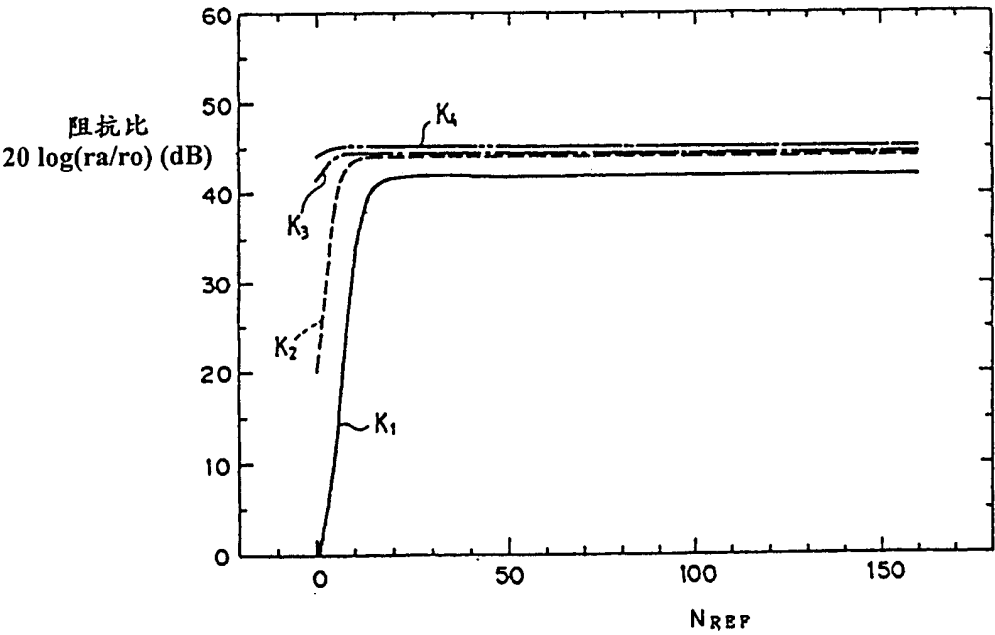


图 14

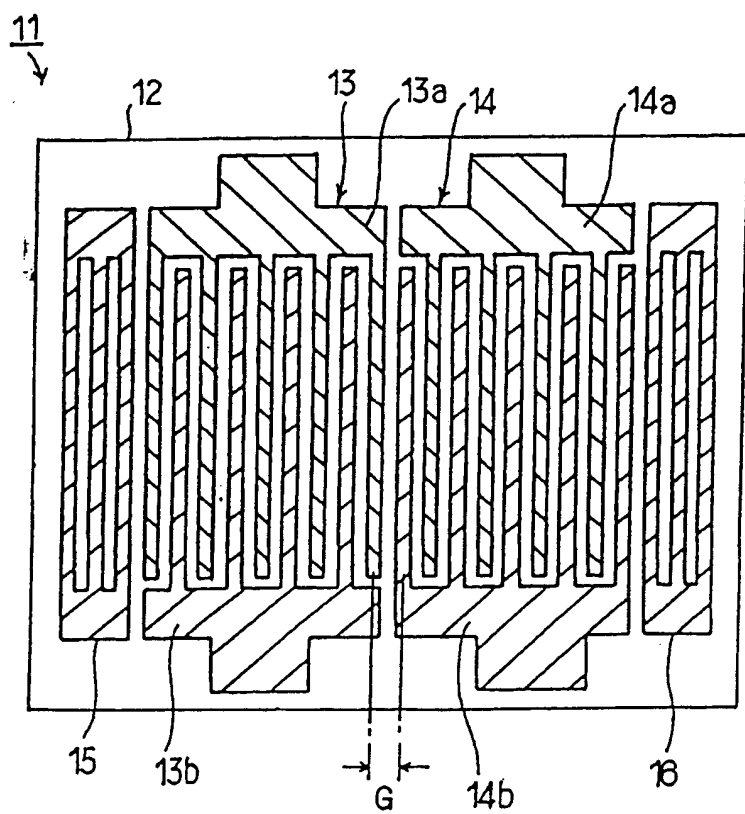


图 15

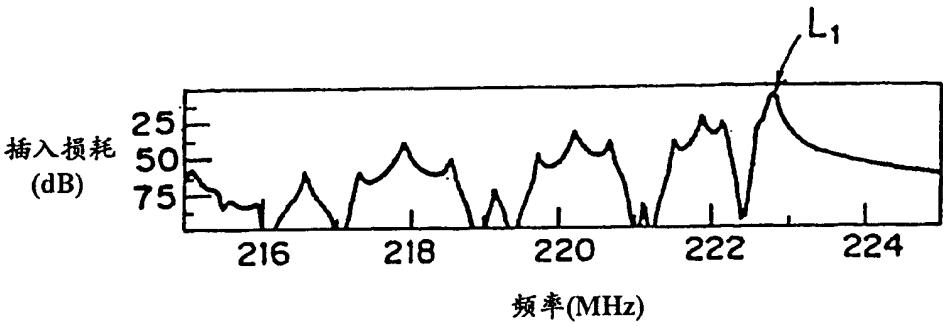


图 16A

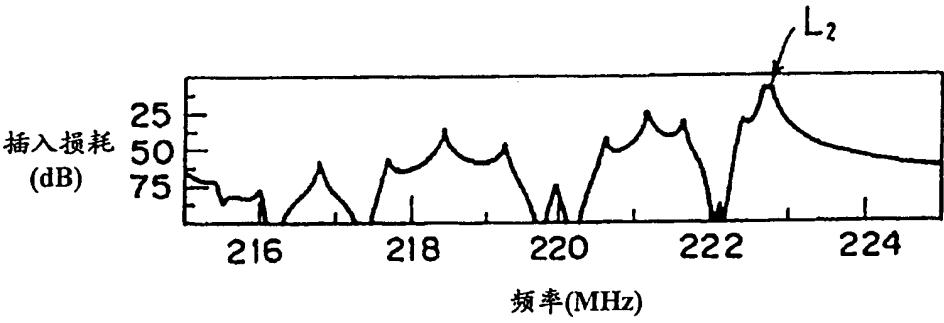


图 16B

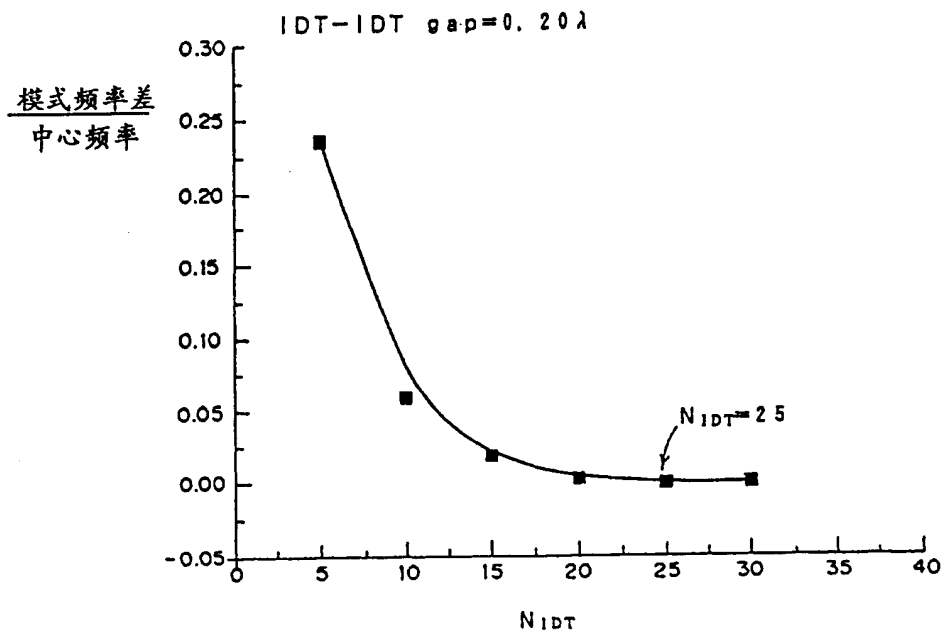


图 17

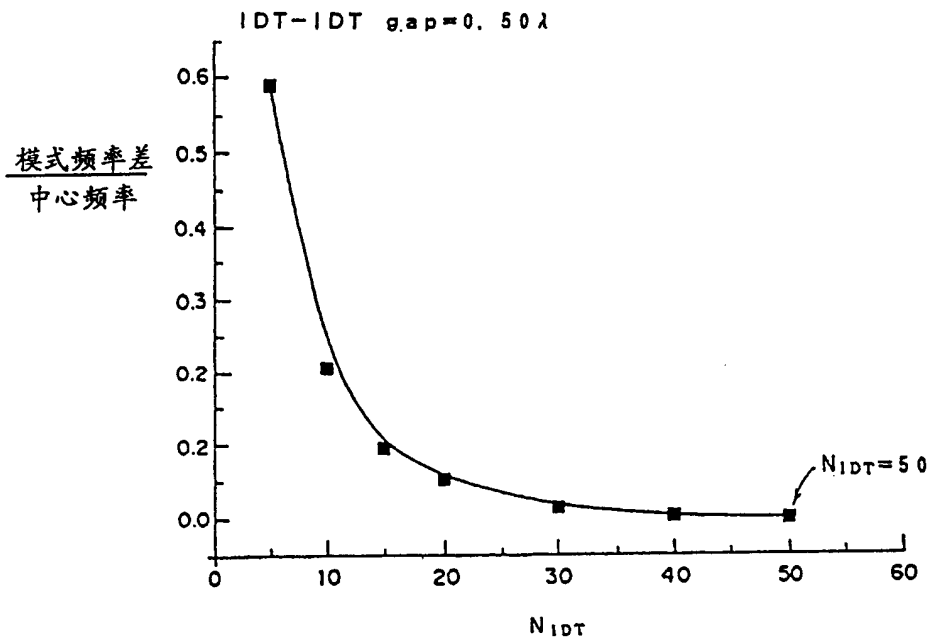


图 18

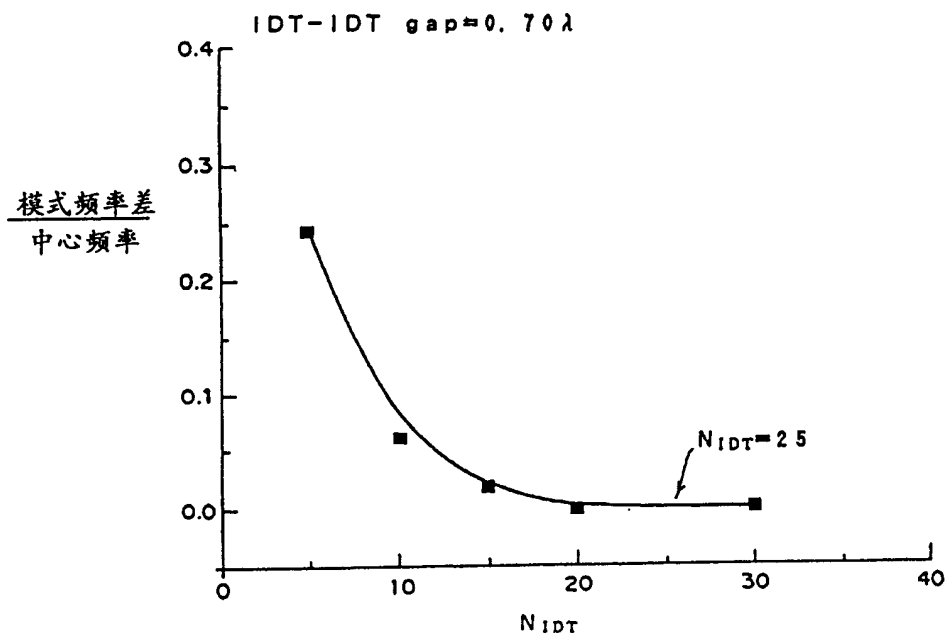


图 19

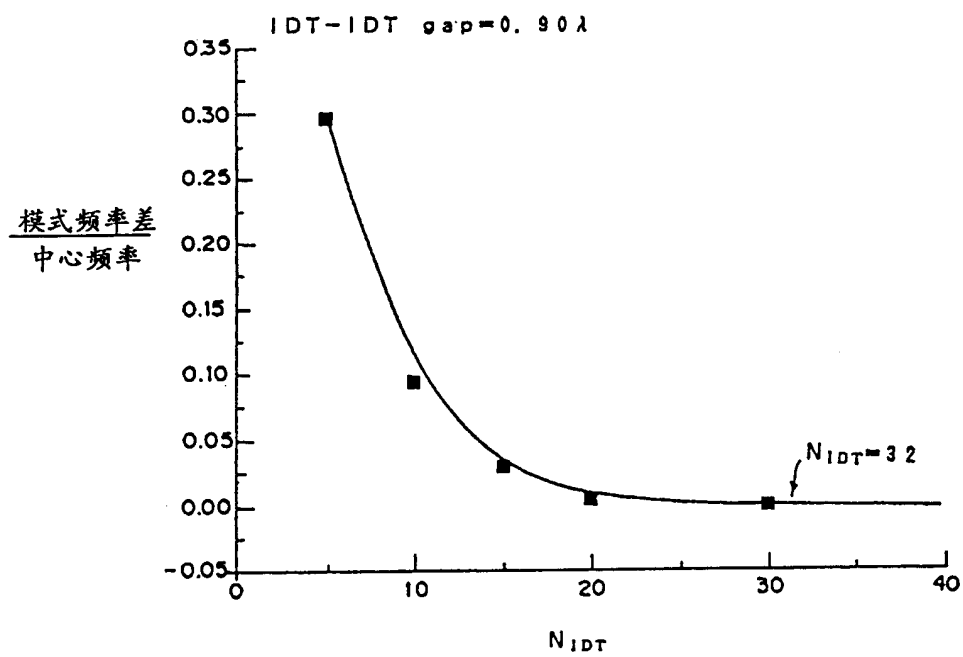


图 20

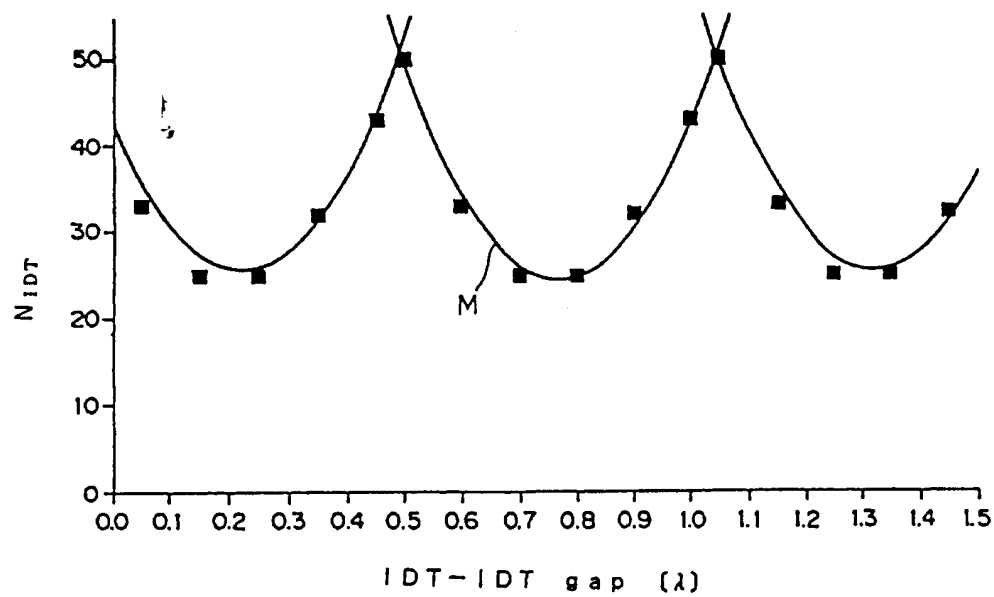


图 21

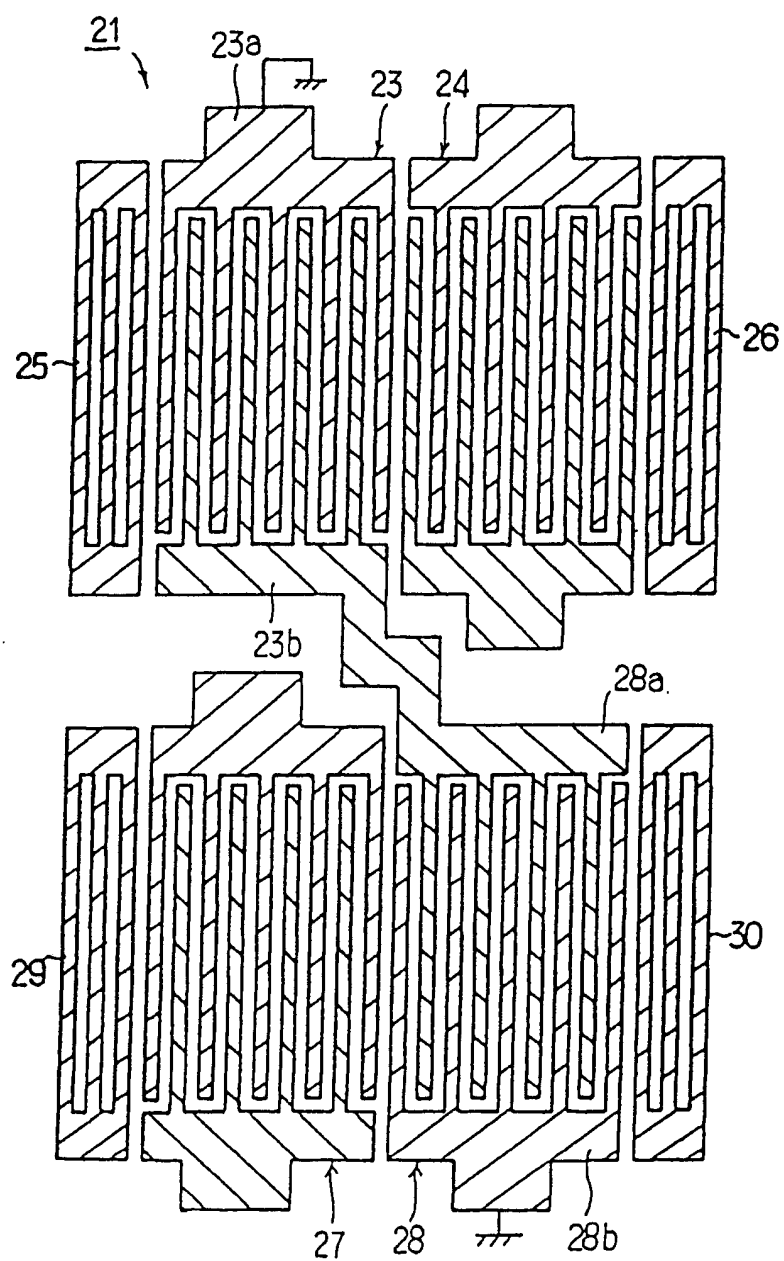


图 22

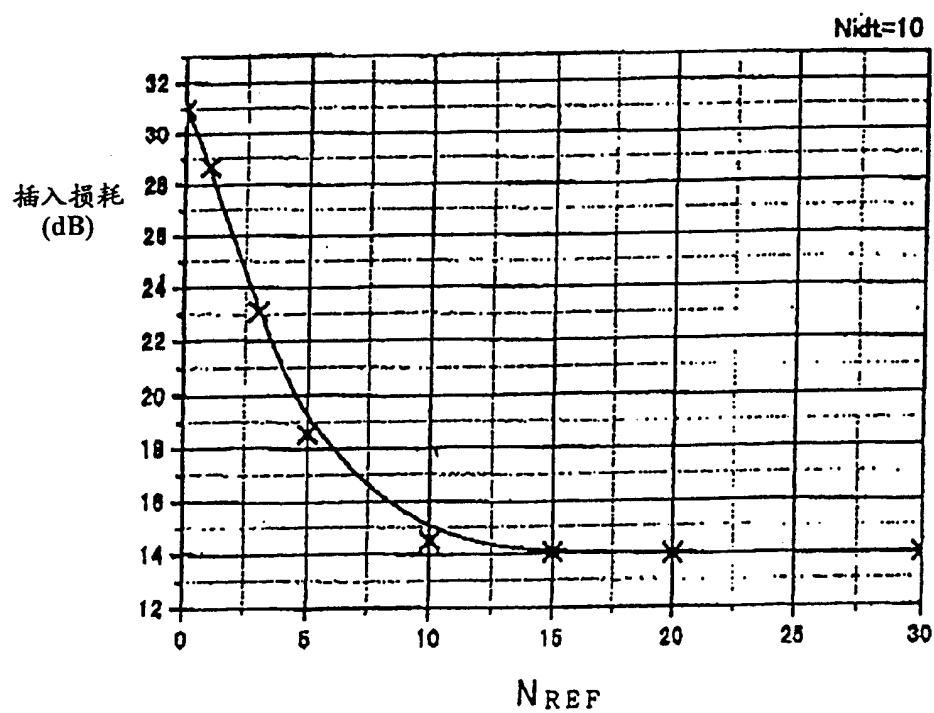


图 23

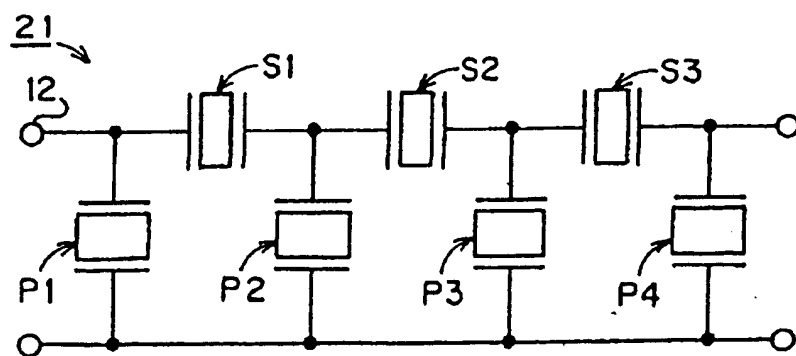


图 24