



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94115979.5

[51]Int.Cl⁶

H03H 9/64

[43]公开日 1995年7月12日

[22]申请日 94.7.8

[30]优先权

[32]93.7.8 [33]JP[31]169002/93

[71]申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72]发明人 後宮忠正 家木英治

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 曹济洪 王岳

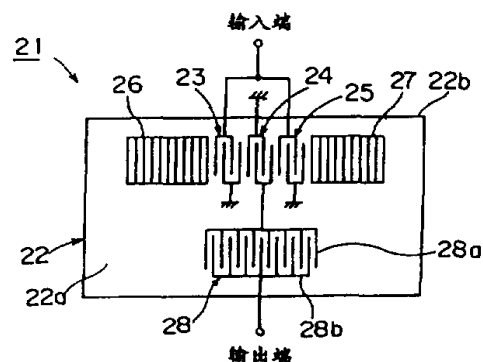
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 表面声波滤波器

[57]摘要

在沿表面波传播方向置于压电基底(22)上的许多IDF(23至29)形成的SAW滤波器(21)中,至少有一个单一通口SAW共振器(30)与SAW滤波器的输出侧相串联,同时SAW共振器(30)的共振频率(f_0)取在高于SAW滤波器的通频带的水平上。



权 利 要 求 书

1. 一种表面声波滤波器, 其特征在于它包括:

一个压电基底,

沿表面波传播方向安置且在所说的压电基底上形成的许多叉指式传感器, 将许多所说的叉指式传感器用以形成表面声波滤波器部分;

有至少一个叉指式传感器的至少一个单一通口SAW共振器, 与所说表面声波滤波器部分的输入和输出侧至少一侧相连。

所说的单一通口SAW共振器的共振频率取在高于所说表面声波滤波器部分的通频带的频率水平。

2. 按照权利要求1所述的一种表面声波滤波器, 其特征在于所说的压电基底上, 至少构成所说的一个单一通口SAW共振器。

3. 近照权利要求1所述的一种表面声波滤波器, 其特征在于所说的压电基底由 36° Y切割 - 钽酸锂基底形成。

当所说的SAW滤波器具有一个所说的单一通口SAW共振器时, 所说的单一通口SAW共振器的所说的叉指式传感器的结构满足下列公式(1):

$$\frac{f_0}{N \times A} \leq 0.6 \quad \dots (1)$$

同时当许多上述单一通口SAW共振器相互串联, 并假设 f_0 (MHz) 代表上述单一通口SAW共振器的共振频率, N 代表电极指的对数,

以及A(μm)代表重叠长度时,上述共振器各自的 $f_0/(N \times A)$ 的总数不超过0.6。

4.按照权利要求1的表面声波滤波器,其特征在于上述的压电基底由 64° Y切割 - 钽酸锂构成。

当上述SAW滤波器具有一上述单一通口SAW共振器时,上述单一通口SAW共振器的上述叉指式传感器的结构满足下列公式(2):

$$\frac{f_0}{N \times A} \leq 1.1 \quad \dots (2)$$

同时当许多上述单一通口SAW共振器相互串联,并假设 $f_0(\text{MHz})$ 代表上述单一通口SAW共振器的频率,N代表电极指的对数,以及A(μm)代表重叠长度时,上述共振器各自的 $f_0/(N \times A)$ 的总数不超过1.1。

5.按照权利要求1的表面声波滤波器,其特征在于单一通口SAW共振器与上述表面声波滤波器部分相连接,与上述表面声波滤波器部分的上述输入或输出侧串联。

6.按照权利要求1的表面声波滤波器,其特征在于两个以上的上述单一通口共振器相互串联,与上述表面声波滤波器部分的上述输入或输出测相串联。

7.按照权利要求1的表面声波滤波器,其特征在于上述单一通口SAW共振器与上述表面声波滤波器部分的每一个上述输入和输出测相串联。

8.按照权利要求1的表面声波滤波器,其特征在于上述表面声波滤波器部分由IIDT型的表面声波滤波器构成。

9. 按照权利要求1的表面声波滤波器, 其特征在于上述表面声波滤波器部分由2个IDT型的表面声波滤波器构成。

10. 按照权利要求1的表面声波滤波器, 其特征在于上述表面声波滤波器部分由3个IDT型的表面声波滤波器构成。

表面声波滤波器

本发明涉及的是一个表面声波滤波器(下文称为SAW滤波器)。它具有沿表面声波传播方向,置于一压电底上的许多叉指式传感器(下文称为IDT),更特别的是,它所涉及的SAW滤波器有一结构能在它的通带附近增加衰减量。

一个SAW滤波器的特征在于它是小型的以及有极陡的滤波特性。总之,因此,各种结构的SAW滤波器被设计出来并被予以实施。

图1是一个平面略图表示了作为例子的常规表面声波滤波器的具有3个IDT的SAW滤波器。SAW滤波器1有3个IDT3至5,放置于一矩形压电基底上。标号6和7表示反射器。在SAW滤波器1中,将IDT3和5的第一梳形电极共同连在一起为输入端,同时IDT4的第一梳形电极作为输出端,IDT3和5的第二梳形电极接地。

图2是一平面略图表示另一个为例子的常规SAW滤波器8。SAW滤波器8有2个IDT9和10,沿表面声波传播方向,置于压电基底2的上表面上。把反射器6和7置于IDT9和10的两侧。在此种两个IDT的SAW滤波器8中,IDT9和10的第一梳形电极分别用于输入端和输出端。IDT9和10的第二梳形电极接地。

图3是一平面略图仍表示另一为例子的常规SAW滤波器11。

SAW滤波器11是叉指式的叉指型(下文称为IIDT型);具有7个 IDT12至18,将它们沿表面声波传播方向,置于矩形的基底2和上表面上。IDT12,14,16和18的第一梳形电极共同连在一起作为一个输入端同时,IDT13,15和17的第一梳形电极共同连在一起作为一个输出端。IDT12至18的第二梳形电极分别接地。

在以安置许多IDT12至18形成的IIDT型SAW滤波器11中,可以减少插入损耗。

如上文所述,SAW滤波器的各种结构设计用来减少插入损耗。然而当一个SAW滤波器中减少了插入损耗,在其通频带附近就不可能大量增加衰减量。特别是有前述SAW共振器的SAW滤波器中,减少了其通频带附近的衰减量。

为了增加通频带附近的衰减量,可以增加SAW滤波器的级数以得到多级连接。然而,当SAW滤波器的级数增加时,正比于级数插入损耗也有害地增加了。

因此,期待发展一种SAW滤波器,能在其通频带附近增加衰减量而不增加插入损耗。特别是在移动通讯器材中例如手持电话,发射和接收端之间的频率间隔很狭窄以致需要确保通频带附近足够的衰减量。然而,对于常规SAW滤波器很难达到这一要求。

本发明的目的是提供一种具有能增加通频带附近,特别是在高于通频带的频率区的衰减量的结构的SAW滤波器。

根据本发明,SAW滤波器有一压电基底,及沿表面声波传播方向置于压电基底的许多叉指式传感器。采取许多叉指式传感器形成SAW滤波器部分。本发明的SAW滤波器更具有至少一个单一通口的

SAW共振器。SAW共振器至少有一个与SAW滤波器部分输入和输出端至少一端相串联的叉指式传感器,并且单一通口SAW共振器的抗共振频率取在一个高于SAW滤波器部分通频带的频率水平。

由沿表面声波传播方向置于压电基底的许多的IDT形成的上述SAW滤波器部分,除了有上述2个IDT型或3个IDT型的SAW滤波器,还包括一IIDT型的SAW滤波器。本发明的特征在于至少一个单一通口SAW共振器与上文所述的SAW滤波器部分串联。

根据本发明,至少一个单一通口SAW共振器与SAW滤波器部分的输入和输出端至少一端相串联。单一通口SAW共振器的结构及其反共振频率 f_a 取在高于SAW滤波器部分的通频带的频率水平。在通频带中整个SAW滤波器的特征在于由于单一通口SAW共振器的共振点位于高于通频带的频率水平,因而在频率区上高于通频带的衰减量增加了。

因此,根据本发明,可以在高于通频带大约10到20dB的水平上增加衰减量。因此增加了滤波器特性的斜度,因而可提供一个能适当地运用到如发射和接收端的频率间隔狭窄的手持电话的装置上的SAW滤波器。

根据本发明更具体的方面,是压电基底由一个 36° Y切割 - 钽酸锂基底形成,且当SAW滤波器有一如此的单一通口SAW共振器时,单一通口SAW共振器的IDT的结构满足下列公式:

$$\frac{f_0}{N \times A} \leq 0.6 \quad \dots (1)$$

同时,当SAW滤波器有许多如此单一通口SAW共振器,并假设 f_0 (MHz)

表示一通口SAW滤波器的共振频率, N 代表电极指的对数, 以及 A (μm) 表示重叠长度时, 各自共振器的 $f_0/(N \times A)$ 的总数不超过0.6。

根据本发明这一点, 在使用含有 36° Y切割 - 钽酸锂的压电基底的SAW滤波器中, 单一通口SAW共振器的结构满足上述公式(1), 因而在高于通频带的频率区可有效地提高衰减量而不大量增加插入损耗, 在以后所述实施例中可清楚地明白这一点。

根据本发明另一个具体方面, 是压电基底含有 64° Y切割 - 钽酸锂, 且当SAW滤波器具有如此的单一通口SAW共振器时, 单一通口SAW共振器的IDT的结构满足下列公式(2)

$$\frac{f_0}{N \times A} \leq 1.1 \quad \dots (2)$$

同时当SAW滤波器有许多的如此单一通口SAW共振器, 并假设 f_0 (MHz) 表示单一通口SAW共振器的共振频率, N 表示电极指的对数, 以及 A (μm) 表示重叠长度时, 各自的SAW共振器的 $f_0/(N \times A)$ 的总数不超过1.1。

根据本发明的这一点, 在使用Y切割 - 钽酸锂基底的SAW滤波器中的单一通口SAW共振器的结构满足上述公式(2), 因而在高于通频带的频率区可大量提高衰减量而并不大量增加插入损耗, 与满足公式(1)的结构相似。

本发明人在理论上证明了上述公式(1)和(2)。在以后描述的实施例中可清楚地明白这点。

本发明前面所述的以及其它目的, 特征方面及优点将从下列的结合附图对本发明所作的详细描述中变得更加明白。

图1是一平面略图展示一常规3个IDT型的SAW滤波器；
图2是一平面略图展示一常规2个IDT型的SAW滤波器；
图3是一平面略图展示一常规IIDT型的SAW滤波器；
图4是一平面略图根据本发明第一实施例展示的SAW滤波器；
图5是一平面略图根据本发明的第二实施例展示的SAW滤波器；
图6是一平面略图根据本发明的第三实施例展示的一滤波器；
图7图示了单一通口SAW共振器的一种等效电路；
图8图示单一通口的阻抗—频率特征；
图9图示— 36° Y切割 - 钽酸锂基底中测量的插入损耗的变化以及M值的变化；
图10图示 64° Y切割 - 钽酸锂基底中同时改变M值所测量的插入损耗的变化；
图11图示了用于比较目的而制备的一常规SAW滤波器的插入损耗—频率特性；以及
图12图示了根据与4个单一通口SAW共振器相连的实例中的一SAW滤波器的插入损耗—频率特性。

为了理解本发明,现在将参照附图描述本发明的实施例。

图4是一平面略图展示了根据本发明的第一实施例的SAW滤波器21。SAW滤波器21由一矩形压电基底22组成。在压电基底22的上表面22a上,沿表面波传播方向许多IDT23至25,置于边缘22b端。

IDT23至25被用于形成—3个IDT型的SAW滤波器部分。IDT23和25的第一梳形电极如图4所示共同连在一起作为输入端。IDT23和25的第二梳形电极如图4所示接地。

另一方面, IDT24的第一梳形电极与地电位相连, 同时它的第二梳形电极通过下面所述的单一通口SAW共振器28与输出端相连。

本实施例的特征在于单一通口SAW共振器28以串联方式连接在IDT24的第二梳形电极和输出端, 即在3个IDT型的SAW滤波器部分的输出端之间。

单一通口SAW共振器28有一对具有多个相互叉指的电极指的梳形电极 28_a 和 28_b 。梳形电极 28_a 与IDT24的第二梳形电极相连, 同时另一梳形电极 28_b 与输出端相连。

SAW共振器28的结构使它的反共振频率 f_a 取在高于由IDT23至25形成的3个IDT型SAW滤波器部分的通频带的频率水平上。因此, 可能在高于SAW滤波器21的滤波特性通频带上的频率区增加衰减量, 从以后所述本发明的操作原则中可以清楚地明白此点。

图5是一平面略图根据本发明第二实施例展示一SAW滤波器31。

2个IDT33和34被安装在矩形的压电基底32上。IDT33的第一和第二梳形电极各自与输入端及地电位相连。IDT34的第一梳形电极与地电位相连, 同时它的第二梳形电极通过以后描述的SAW共振器37和38与输出端相连。

标号35和36表示反射器。即, IDT33和34及反射器35和36形成一结构与图2中所示的2个IDT型的SAW滤波器部分相同。

根据这一实施例, 2个单一通口SAW共振器37和38在它输出端上与2个IDT型的SAW滤波器部分串联。与第一实施例中的SAW共振器28相似, SAW共振器37和38分别有一对梳形电极 37_a , 37_b , 38_a , 和 38_b 。梳形电极 37_b 和 38_a 共同有一母线。梳形电极 37_a 与IDT34相连同时如图5所示梳形电极 38_b 与输出端相连。

还是在这第2实施例中,单一通口SAW共振器37和38的每一个被设计成它的反共振频率取在高于2个IDT型的SAW滤波器部分的通频带的频率水平上。与第一实施例相似,因此,可在高于通频带的水平上增加衰减量。

图6是一平面略图根据本发明第三实施例展示一SAW滤波器41。SAW滤波器41由矩形压电基底42形成。在压电基底42的上表面42a上,一组IDT43至49沿表面波传播方向被置于中央部分。

采用IDT43至49以形成IIDT型的SAW滤波器部分。IDT43,45,47和49的第一梳形电极如图6所示共同连在一起,并通过以后描述的单一通口SAW共振器50与输入端相连。IDT43,45,47和49的第二梳形电极接地。

另一方面IDT44,46和48的第一梳形电极接地,同时它们的第二梳形电极共同连在一起,并通过以后描述的单一通口SAW共振器51与输出端相连。

即,根据这个实施例SAW滤波器41的特征在于单一SAW共振器50和51在IIDT型SAW滤波器部分的输入端和输出端两边串联连接。

将每一个单一通口SAW共振器50和51设计成它的反共振频率 f_a 取在高于在中央部分形成的IIDT型SAW滤波器部分的通频带的频率水平。因此,与第一和第二个实施例相似,根据这个实施例可在高于SAW滤波器41的通频带的频率区增加衰减量。

当如第二或第三实施例许多单一通口SAW共振器相连时,通过使用有不同共振频率和阻抗的SAW共振器可进一步得到接近整个SAW滤波器特性的滤波器。

第一至第三实施例中的压电基底22,32和42可由已知的压电陶

瓷基底或在其上有压电薄膜的绝缘基底形成。在后者的情况中,各自的IDT和反射器或是在压电薄膜的上表面上形成或是在下表面上形成。

现在参照具体的实验结果描述本发明的工作原理。

一般来说,单一通口SAW共振器61出现在图7所示的等效电路中。参照图7,单一通口SAW共振器61有一电感 L_1 ,一电容 C_1 和一电阻 R_1 ,它们相互串联起来。电容 C_0 与电感 L_1 ,电容 C_1 和电阻 R_1 并联起来。图8展示SAW共振器61的阻抗-频率特性。阻抗在共振频率 f_0 附近最小,在反共振频率 f_a 附近最大。

当如此的单一通口SAW共振器至少在输入和输出一端上与上述IIDT型,2个IDT型或3个IDT型SAW滤波器部分相串联时,可形成有SAW共振器的反共振频率 f_a 并作为衰减极的陷波电路。因此可通过与低损耗滤波器如上述2个IDT或3个IDT型的SAW滤波器部分或IIDT型SAW滤波器部分合并,在SAW共振器的反共振频率 f_a 附近增加衰减量。

当SAW共振器的反共振频率 f_a 取在高于SAW滤波器部分的通频带的频率水平上,同时它的共振频率 f_0 在通频带上时,可在高于通频带的水平上增加衰减量而在通频带上没有大量增加插入损耗。

如果单一通口SAW共振器在共振频率 f_0 上有高阻抗值,那么阻抗匹配范围被缩小,以增加SAW滤波器部分的插入损耗。因此,将增加的单一通口SAW共振器的IDT是根据SAW滤波器部分的结构而设计的。在以后描述的实施例中可以明白。

假设 f_0 (MHz)表示单一通口SAW共振器的共振频率, N 代表电极指的对数, A (μm)代表重叠长度, $M=f_0/(N \times A)$ 正比于SAW共振器的极

间电容的相反值,以及比例常数是由基底材料决定。

当许多的单一通口SAW 共振器相互连接时,因一个单一通口SAW共振器获得 $f_0/(N \times A)$,所以它们的总数限定了上述的M值。

如果上述的M值增加了,那么阻抗匹配范围就缩小了,并且插入损耗增加了。在实际中由阻抗不匹配而增加的插入损耗上限是 0.5dB,因此有必要控制插入损耗增长低于这一数值。考虑到压电基底的温度特征,有必要有至少1%的比频带。

图9图示了关于36° Y切割 - 钽酸锂基底的在上到0.5dB的M值变化范围内控制插入损耗的衰减的比频带。图9中可清楚知道,M值不能多于0.6,以便确保至少1%的比频带。

图10图示了在64° Y切割 - 钽酸锂中同时改变M值所测量的插入损耗的改变。如图10中可清楚知道,有必要减小M值不超过1.1,以便确保至少1%的比频带。

如上文所述,单一通口SAW 共振器的电极结构是根据压电基底材料而设计使M值低于某一值,以便避免插入损耗的增加。

根据图6所示的第三实施例,现做出了关于在改进的SAW滤波器41中测量插入损耗-频率特性的实验记录。同时根据图6所示的第三实施例,单一SAW共振器50和51分别与SAW滤波器41的输入和输出端相连。图11展示的与SAW共振器50和51没有连接的SAW 滤波器的插入损耗-频率特性。这一SAW滤波器的压电基底是64° Y切割 - 钽酸锂基底。

通过把与图6所示那些相似的4个SAW共振器连接到具有图11所示特性的SAW滤波器部分的输出侧上,制备SAW滤波器的样品,并且它易于测量插入损耗-频率特性。图12表示了结果。

参照图11和12,整体的特性曲线A 分别以放大的方式表示了通频带的主要部分,并且在这些图的右侧刻度上显示了插入损耗值。

把图11和12相互比较,清楚地知道在通频带的高通频侧的衰减量在与4个单一通口SAW共振器相连的结构中提高了大约10至20dB。同时通频带中的插入损耗的增加保持在0.3dB。

虽然详细地描述和图示了本发明,但同样清楚知道它仅仅作为说明和例子,而不作为限定,本发明的构思和保护范围将只由各项权利要求所限定。

图 1. 已有技术

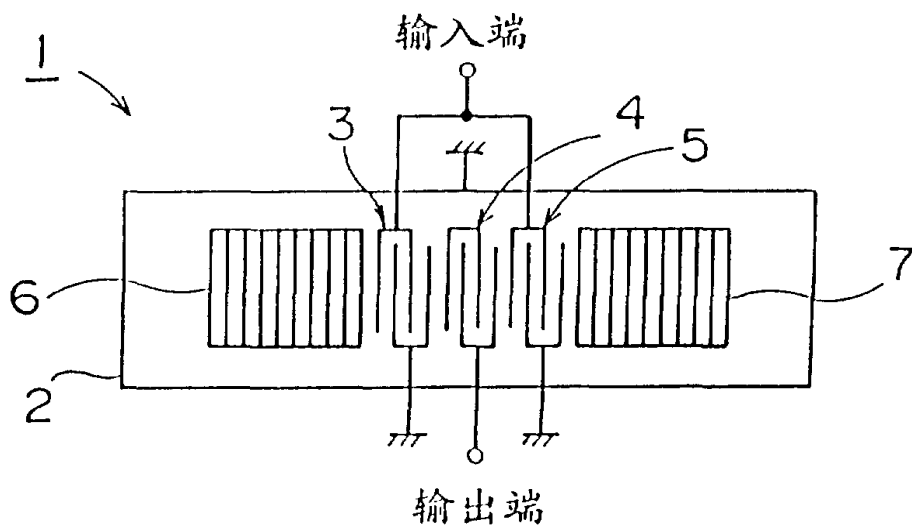


图 2. 已有技术

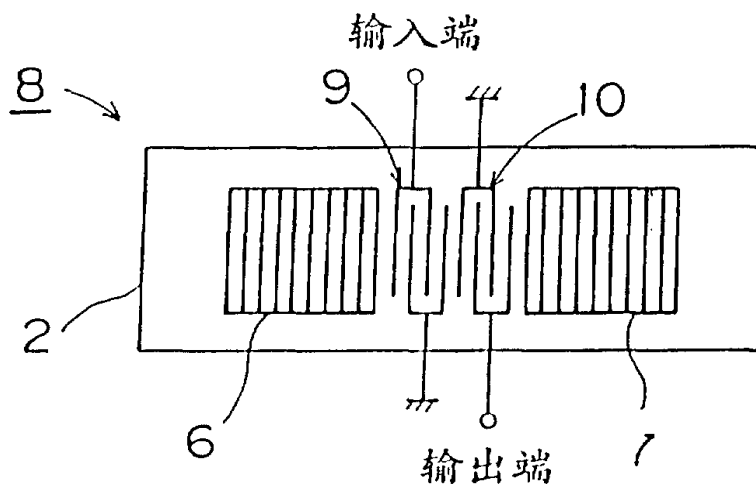


图 3. 已有技术

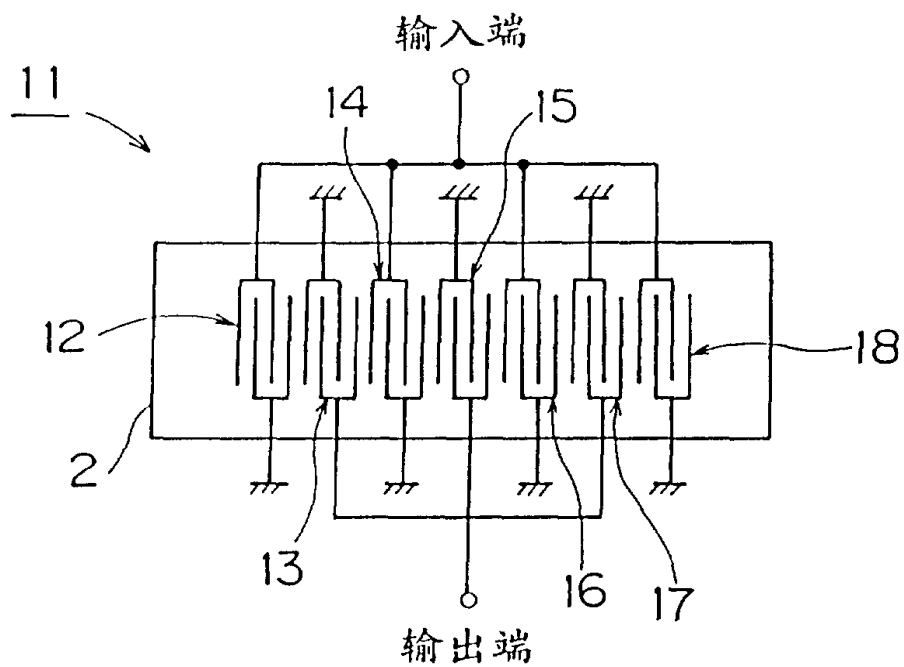


图 4.

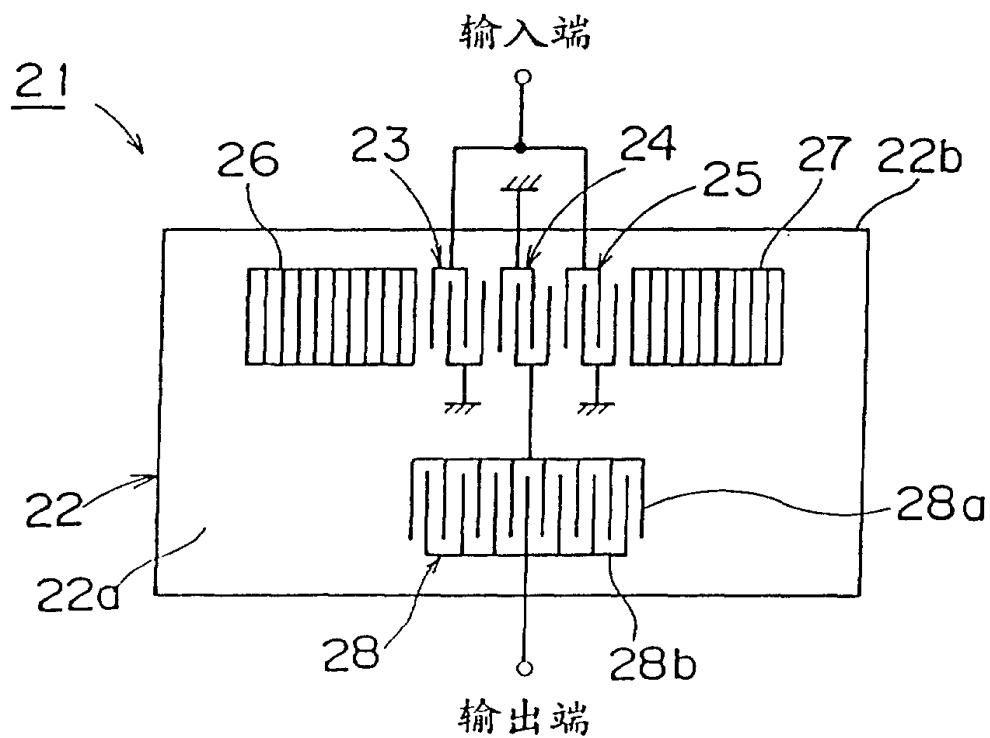


图 5.

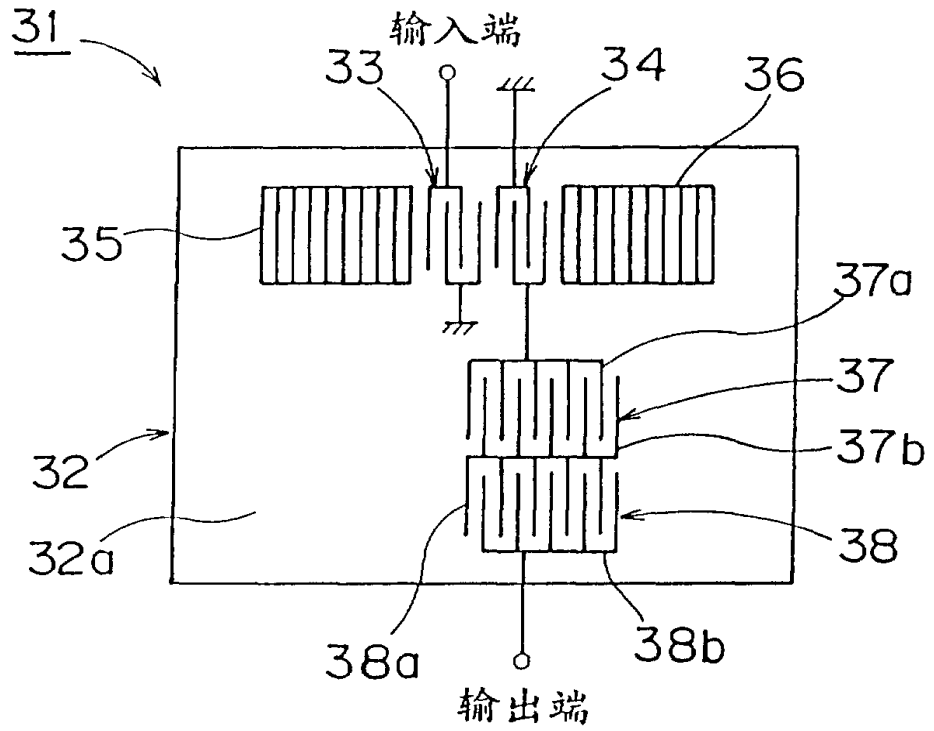


图 6.

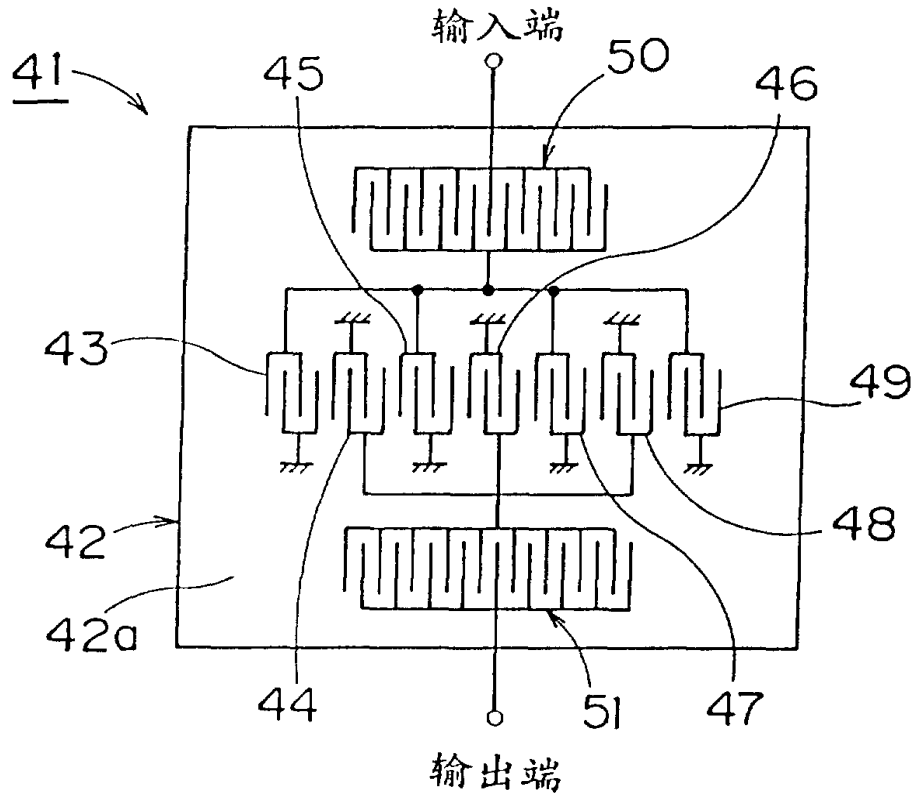


图 7.

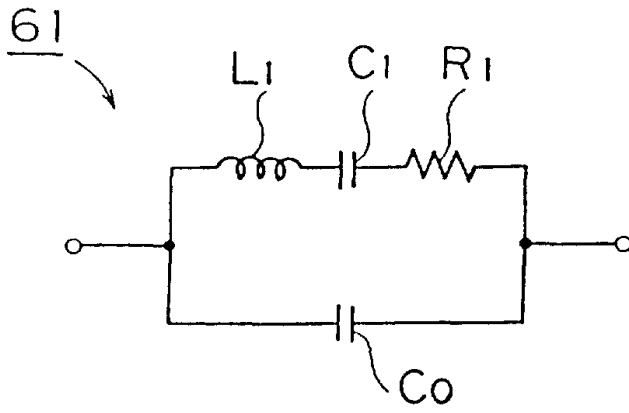


图 8.

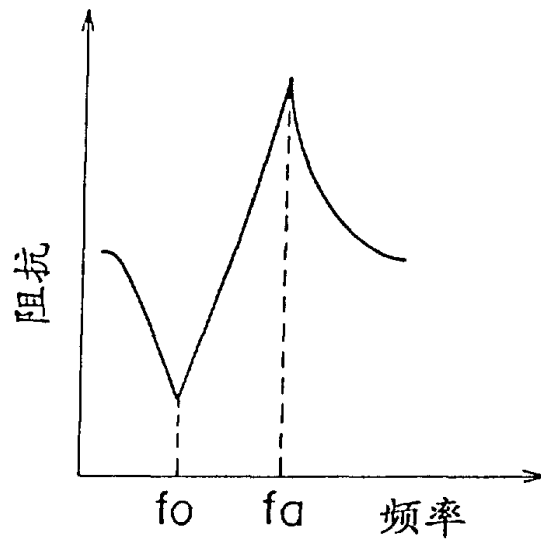


图 9.

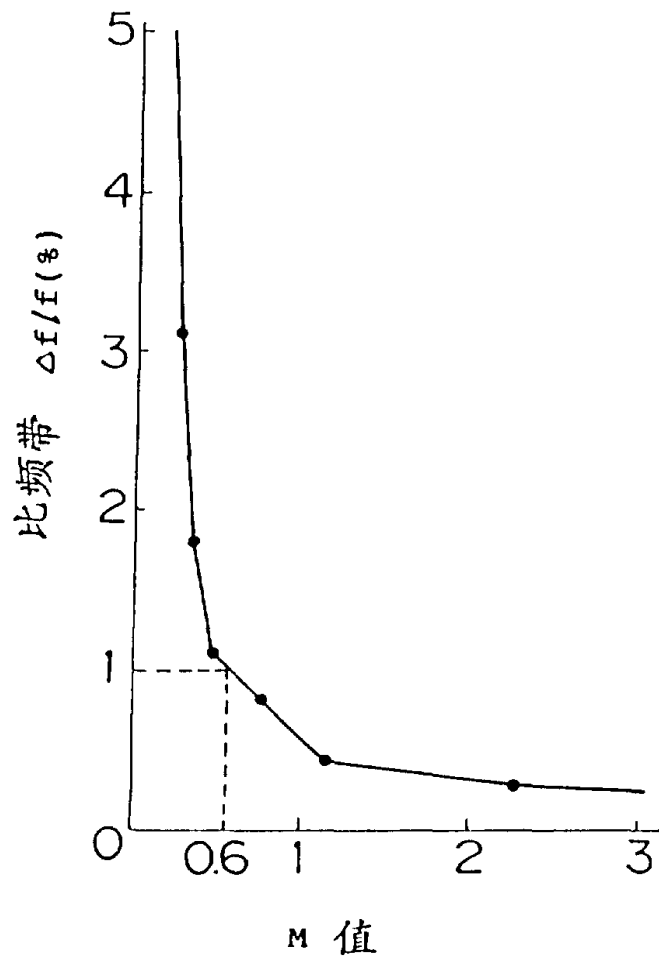


图 10.

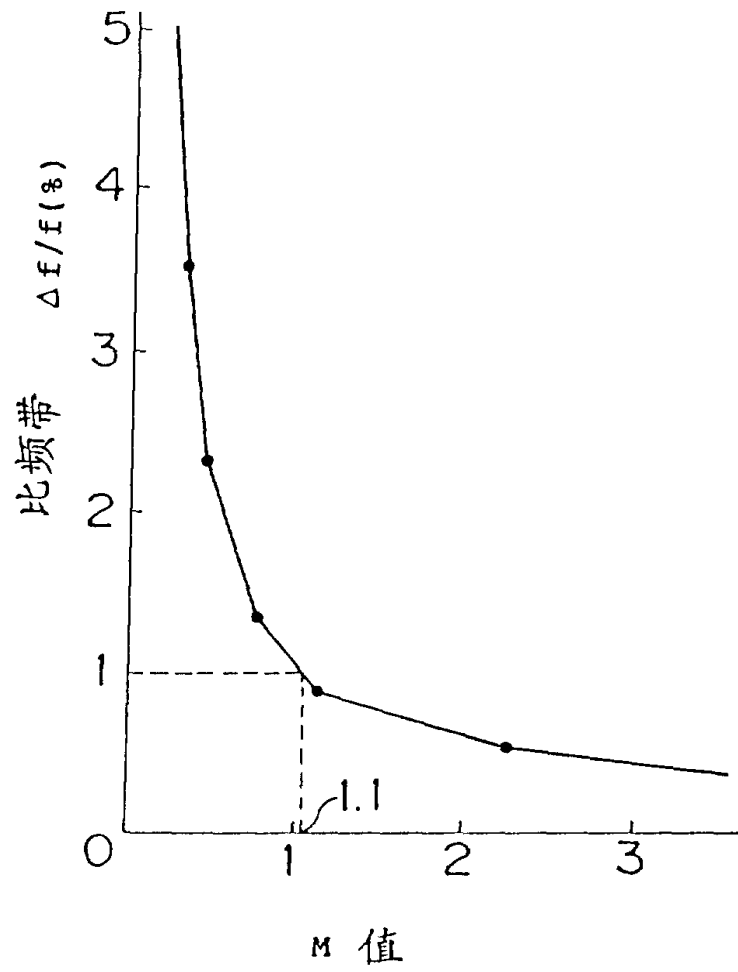


图 11.

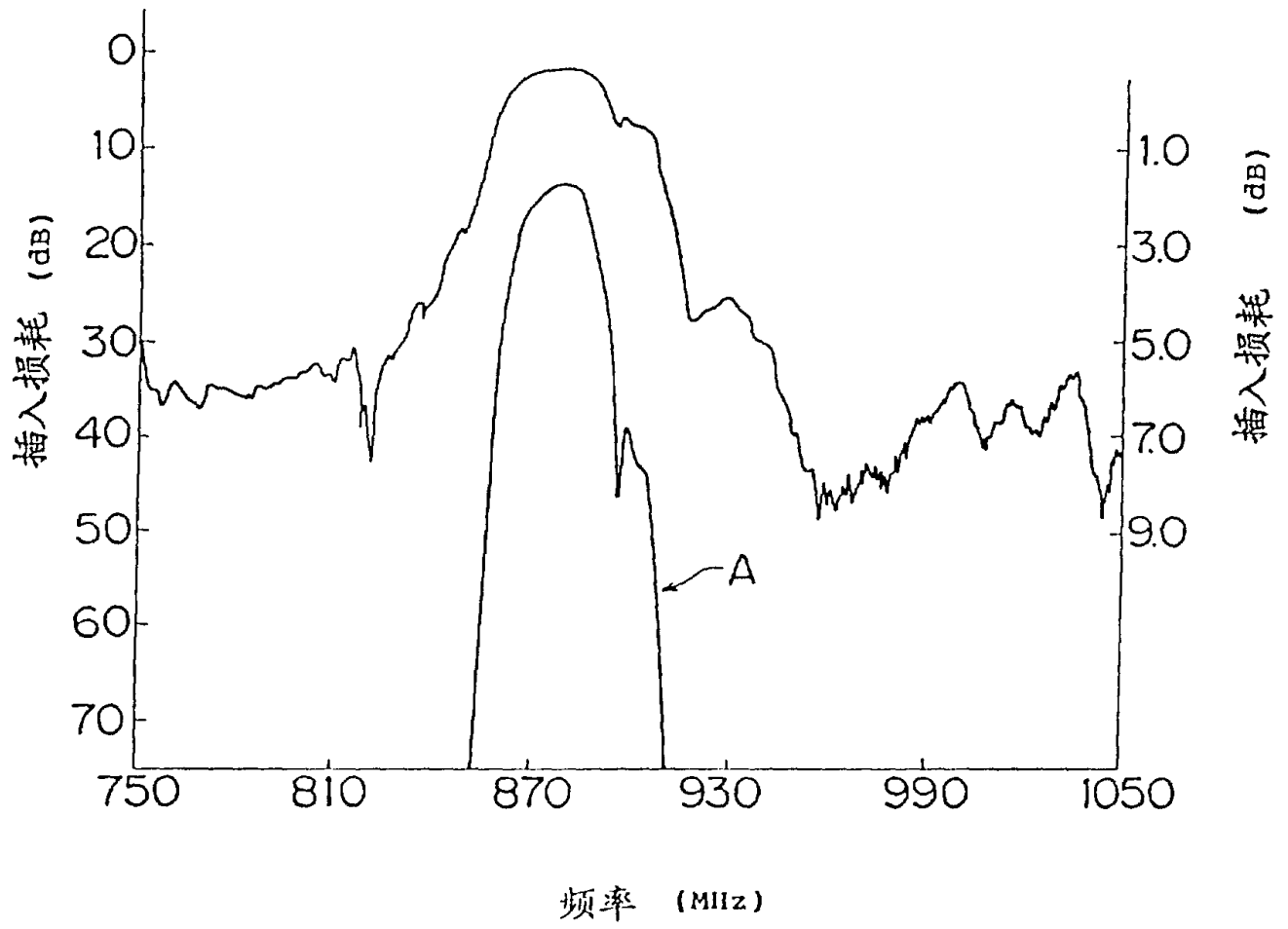


图 12.

