

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95102026.9

[45] 授权公告日 2002 年 8 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 1089968C

[22] 申请日 1995.3.3

[21] 申请号 95102026.9

[30] 优先权

[32] 1994.3.4 [33] JP [31] JP6-34415

[32] 1994.4.5 [33] JP [31] JP6-67427

[73] 专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 门田道雄 吾乡纯也 诸角和彦

[56] 参考文献

GB 2000409 1979. 1. 4 H03H9/12

GB 2244880 1991. 12. 11 H03H9/02

JP 平 4-284713 1992. 10. 9 H03H9/64

审查员 吴兴华

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

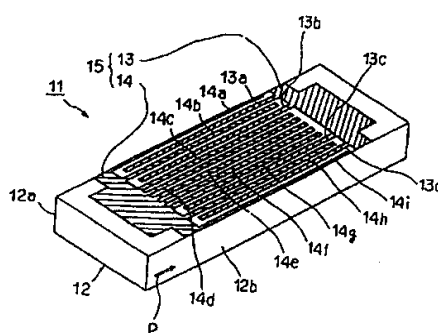
代理人 余 刚

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图页数 11 页

[54] 发明名称 用于具有多个陷波频率的陷波电路的压电晶体谐振器

[57] 摘要

一个利用 SH 表面波的单片晶体谐振器, 有一形成在压电晶体衬底上的叉指型换能器。该换能器有至少两个谐振特性。该换能器包括一对有多个相互相对突出的变稀疏了的梳状电极指, 它亦可由一对其指状物长度可变的梳状电极形成。如此构成的陷波电路有两个相差足够大的陷波频率以及在该两个频率上的改进的衰减特性。该陷波电路有两个谐振单元, 每一单元有两个谐振特性。



权利要求书

1. 一种采用 SH 型表面波的压电晶体谐振器, 其特征在于包括:

一个压电晶体衬底; 以及

一个叉指型换能器, 该叉指型换能器形成在所述压电晶体衬底上并包括一对变稀疏的梳状电极, 每一电极有多个向另一电极突出的指状物, 该对电极的指状物呈相互交错的形态, 而且至少所述电极之一的一对相邻指状物位于另一电极的至少两个指状物之间。

2. 根据权利要求 1 所述的压电晶体谐振器, 其中所述的叉指型换能器的每个电极的所述多个指状物朝向另一电极并平行成排突出, 一个电极的每个指状物与所述另一电极的指状物之一对准, 所述指状物的区域是变化的, 在把电压加至两电极时, 在所述指状物区域上可激励表面波。

3. 根据权利要求 2 所述的压电晶体谐振器, 其中, 除在所述压电晶体衬底两边的指状物之外的每个指状物的宽度等于所述两个指状物之间区域所激励的表面波波长的四分之一, 且相邻的指状物对被分离的宽度为该波长的四分之一。

4. 根据权利要求 3 所述的压电晶体谐振器, 其中, 除在所述压电晶体衬底两端的指状物之外的每个指状物的宽度等于所述两个指状物之间区域所激励的表面波波长的四分之一, 且相邻的指状物对的分离的宽度为该波长的四分之一。

5. 根据权利要求 1 所述的压电晶体谐振器包括两个在所述的压电晶体衬底上形成并相互连接的叉指型换能器,从而形成两个谐振单元,每个谐振单元有两个谐振特性。

6. 一种包括一个利用 SH 型表面波的压电晶体谐振器的陷波电路,其特征在于该压电晶体谐振器包括:

一个压电晶体衬底; 以及

两个在所述压电晶体衬底上形成并相互连接的叉指型换能器,所述两个叉指型换能器形成两个谐振单元,每个谐振单元有两个谐振特性。

7. 根据权利要求 6 所述的陷波电路,还包括一个连接在所述两个谐振单元之间的第一电感。

8. 根据权利要求 7 所述的陷波电路,其中所述的叉指型换能器之一有一信号接收端,从一输入端而来的信号经过该信号接收端而被所述的陷波电路接收,所述的陷波电路还包括一个连接在该信号接收端和输入端之间的第二电感。

9. 根据权利要求 8 所述的陷波电路,还包括一个连接在所述两个谐振单元之间的第三电感。

10. 根据权利要求 6 所述的陷波电路,包括两个形成在所述压电晶体衬底上的利用 SH 型表面波的压电晶体谐振器,每一个压电晶体谐振器都有一个叉指型换能器,所述两个压电晶体谐振器是并联的并提供两个谐振特性。

11. 根据权利要求10所述的陷波电路,还包括一个连接在所述两个压电晶体谐振器之间的第四电感。

12. 根据权利要求10所述的陷波电路,其中所述的压电晶体谐振器之一有一信号接收端,从一输入端而来的信号经过该信号接收端而被所述的陷波电路接收,所述的陷波电路还包括一个连接在该信号接收端和输入端之间的第五电感。

13. 根据权利要求12所述的陷波电路,还包括一个连接在所述两个压电晶体谐振器之间的第六电感。

说明书

用于具有多个陷波频率 的陷波电路的压电晶体谐振器

本发明涉及使用 SH 型表面波的压电晶体谐振器,尤其涉及具有多个谐振特性的压电晶体谐振器。本发明还涉及陷波电路,这种陷波电路包括使用 SH 型表面波的压电晶体谐振器,尤其涉及不仅具有多个陷波频率而且具有改进的衰减特性的陷波电路。

具有图 1 所示特性的陷波电路用于电视视频接收机以及视频磁带记录机中的中级图象频率部分以防止由于相邻频道之间的干扰所引起的差拍。换言之,在相邻频道的图象载波频率 f_{ap} 和相邻频道的声音载波频率 f_{as} (在 NTSC 中,它们分别为 39.75MHz 和 47.25MHz) 处,信号必须有足够的衰减。

为了获得这一陷波特性和,通常是利用两个陷波,一个在相邻频道图象载波频率 f_{ap} 处有一衰减极而另一个则在相邻频道的声音载波频率 f_{as} 处有一衰减极,每一陷波由一个 LC 谐振电路或一个压电晶体谐振器提供。在用于此目的的压电晶体谐振器中,利用 SH 型表面波(例如 BGS (Bleustein—Gulyaev—Shimizu) 波)进行衰减。图 2 示出了利用无边表面反射的 BGS 波谐振器 1,它包括压电衬底 2,该衬底 2 由压

电陶瓷之类的材料（诸如铝锆钛酸盐或 LiNbO_3 或多或 LiTaO_3 的压电单晶）制成且呈四边平面形。若其由压电陶瓷材料制成，则其极化方向在箭头 P 所示的方向。一对梳状电极 3 和 4 形成在压电衬底 2 的上表面 2a 上以作为叉指型换能器，所述梳状电极 3 和 4 都有多个相对交错突出的指状电极 3a-3c 和 4a-4c。

由于 BGS 波谐振器采用如此结构的无边表面反射型，若一个交流电压加到梳状电极 3 和 4 上，BGS 波就会被激励。BGS 波沿箭头 X 的方向传播而且被压电衬底 2 的端表面反射。若该叉指型换能器所能确定的频谱和端表面之间的尺寸确定的频率相符，则可从表面波谐振器 1 处获得一个有用的谐振特性。图 3A 示出了这种端表面发射型表面波谐振器的频率衰减特性。图 3B 则示出了其频率-阻抗特性。图 3A 和图 3B 清楚地示出了图 2 中的端表面发射型表面波谐振器有一个单独的谐振特性，就象现有技术的 LC 谐振电路和其他压电晶体谐振器一样。

结果，必须提供和联接两个谐振电路或压电晶体谐振器以获取图 1 所示的陷波特性，但即使把两个谐振电路或压电晶体谐振器连到一起，在每个陷波频率处的衰减依然不够。

利用瑞利波并有两个谐振特性的单表面声波谐振器已为人所知。例如，Kanda 等人（Kokusai Denki Giho No. 16, 1-7 页，1992）公开了一种表面声波谐振滤波器，它利用瑞利波作为双模谐振器，该谐振器采用了零次纵向模（主模）以及二次纵向模。但是，为得到两个谐振特性，该双模谐振器需要两个以上的叉指型换能器以及一个发射器。其谐振特性是由该发射器的反射

特性决定的。但由于反射率只是在小频率范围内较大，所以两个谐振频率之间的差只有 1MHz。换言之，有图 1 所示的特性的陷波滤波器无法由这类双模谐振器本身形成。

因此，本发明的目的是提供使用 SH 型表面波的压电晶体谐振器，从而可以由一单个芯片提供多个衰减极。

本发明的另一目的是提供可在多个陷波频率处产生足够大衰减的陷波电路。

根据本发明的压电晶体谐振器采用了 SH 型表面波，其特征在于包括一个压电晶体衬底和一个叉指型换能器，该换能器形成在压电晶体衬底上并有至少两个谐振特性。这种叉指型换能器可包括一对变稀疏了的梳状电极，每一电极都有相互交叉突出的指状部分。该换能器或是有一对梳状电极，其指状部分的长度可以变化，从而在指状部分之间的长度区域（在该区域中可激发表面波）亦将变化。根据本发明制作的压电晶体谐振器有两个谐振特性，其频率差可高达 8MHz。这是由于谐振器可如此设计，以致叉指型换能器确定的主波瓣频率和端表面之间的距离所确定的频率可有较大差距，或由于多个主波瓣可被设计。由于本发明可通过一个单独的芯片提供图 1 所示的多个陷波频率，从而可望减少元件数量以及组装成本。

根据本发明的陷波电路可由采用 SH 型表面波的压电晶体谐振器形成，且其可包括一个压电晶体衬底和两个互连的叉指型换能器，这两个换能器作为具有两个谐振特性的并联换能单元。换言之，根据本发明，只需要一个压电晶体谐振器以形成有两个陷波频率的陷波电路。当这一陷波电路连在输入

和输出端之间时，可在两个谐振单元之间或/和在输入端与两个谐振单元相连处之间插入一电感，以期在相邻频道图象和声音载波频率处获得较大衰减。

替换之，本发明可采用两个压电晶体谐振器以提供两个陷波频率。

本发明将根据附图并结合对实施例的叙述而予说明。

图 1 是有两个陷波的陷波电路的频率衰减特性；

图 2 是采用无边表面反射的现有技术 BGS 波谐振器的视图；

图 3a 和图 3b 展示了图 2 所示表面波谐振器的频率衰减特性和阻抗-频率特性；

图 4 是根据本发明的第一个实施例的压电晶体谐振器的视图；

图 5 是图 4 所示压电晶体谐振器的视图；

图 6 是图 4 和图 5 所示压电晶体谐振器的频率衰减特性图；

图 7 是图 4 和图 5 所示压电晶体谐振器的阻抗-频率特性图；

图 8 是根据本发明的第二个实施例的压电晶体谐振器的平面图；

图 9 是根据本发明的第三个实施例的压电晶体谐振器的平面图；

图 10 是一平面图，展示了根据本发明的第四个实施例的压电晶体谐振器用以形成具有改进衰减特性的陷波电路的线路图；

图 11 是图 10 所示使用压电晶体谐振器的陷波电路的线路图；

图 12 是图 11 所示陷波电路的频率衰减特性图；

图 13 是图 10 所示使用压电晶体谐振器的另一陷波电路的电路图；

图 14 是图 13 所示陷波电路的频率衰减特性图；

图 15 是图 10 所示使用压电晶体谐振器的另一陷波电路的电路图；以
及

图 16 是图 15 所示陷波电路的频率衰减特性图。

在全部附图中，基本相同或互相等同的元件由同样标号标示而不再重复叙述。

下面将举例说明本发明，但这些例子将不对本发明构成限制。

图 4 和图 5 示出了根据本发明的第一实施例的压电晶体谐振器 11，它包括一个呈矩形平面而且由如铝锆钛酸盐的压电陶瓷之类适当压电材料制成。压电晶体衬底 12 沿箭头 P 所指方向进行极化处理，该方向与其主表面平行，亦与电极指的延伸方向平行。

在压电晶体 12 的上表面形成了一个叉指型换能器(此后将称之为 IDT) 15，它包括一对相互交错的变稀疏了的梳状电极 13 和 14。梳状电极 13 和 14 分别有电极指 13a-

13d 和 14r~14i 相对着,它们相互的方向相反但都沿 P 的方向延伸。要注意的是在图 4 和图 5 中,虽然电极指 13a~13b 和 14a~14i 是相互交错的,从电极 13 延伸的电极指 13a~13d 以及沿电极 14 延伸的电极指 14a~14i 不是设计成交替地沿电极指的横向方向延伸。换言之,IDT15 可被叙述为通过从相互交错的两个规则梳状电极(它们的电极指原本设计成相互交替设置的)中减少(或去除)某些电极指而形成的。

更详细的讲,图 4 和图 5 所示的电极 13 可被认为是其位于电极指 14c 和 14g 之间的电极指被去除了。在两个相邻的电极指之间的区域中,由“1”表示位于两个连到不同电压的电极指之间的部分,而由“0”表示位于两个连到相同电压的电极指之间的部分。换言之,当不同电压加至两个梳状电极 13 和 14 时,区域 1 是 BGS 波被激励的部分,而区域 0 则是没有 BGS 波激励的部分。在压电晶体谐振器 11 的电极指 14a 和 14i 之间的 12 个区域被依次表示为 1,1,1,1,0,0,0,0,1,1,1,1。

电极指 13a~13d 和 14a~14i 被设计成在相邻的一对电极指之间的每个区域有相同的宽度,它等于被激励的 BGS 波的波长 λ 的四分之一。除最外侧上的电极指 14a 和 14i 之外的每个电极指的宽度也是 $\lambda/4$,而电极指 14a 和 14i 的宽度则为 $\lambda/8$ 。最外侧的电极指形成在压电晶体衬底 12 的上表面和相对的侧端表面 12a 和 12b 的边缘。通过在压电晶体衬底上形成指宽为 $\lambda/4$ 且指间距也为 $\lambda/4$ 的电极指,即可提供上述梳状电极,该压电晶体衬底应比要求的压电衬底 12

宽并被分割成方块,以致电极指 14a 和 14i 的宽度将被对分。

如上所述的压电晶体谐振器 11 在其电极 13 和 14 上加交流电压时会激发 BGS 波,该波沿与梳状电极 13 和 14 的电极指 13a~13d 和 14a~14i 的垂直方向传播。BGS 波在边缘表面 12a 和 12b 之间被反射。换言之,压电晶体谐振器 11 是利用 BGS 波的端表面反射型的表面波谐振器,就象图 2 所示的先有技术谐振器一样。其频率衰减特性和阻抗—频率特性分别示于图 6 和图 7 中,该两图清楚地示出了压电晶体谐振器 11 有两个谐振频率 fr_1 和 fr_2 ,也就是,它有两个谐振特性,其原因在于 IDT15 是由减少的电极组成的,换言之,由 IDT15 可提供和确定两个主波瓣。

根据本发明的最佳实施例,在两个谐振频率 fr_1 和 fr_2 之间的频率差大约为 8MHZ。换言之,本发明可获得具有很大频率差的两个谐振特性,该频率差远大于使用瑞利波的双模谐振滤波器的频率差。这可能是由于 IDT 确定的频谱的两个主波瓣可提供。因此,本发明可提供这类压电晶体谐振器,通过改变其衬底的材料及尺寸,以及电极的形状和 IDT 电极指的尺寸,即可获得有相当大的频率差的两个谐振频率。简言之,压电晶体谐振器 11 可被有效地用于电视接收机或视频磁带记录机的中级图象频率部分的陷波滤波器。换言之,它可用作有两个陷波频率的单片陷波器。

图 8 示出了根据本发明第二实施例的压电晶体谐振器 21,它有一个具有两个变稀疏了的梳状电极 23 和 24 的

IDT25。其构成基本与第一实施例相同，不同之处只在于进行去除处理的方式。因此，下面将只叙述 IDT25 的结构。与第一实施例相同的元件由同样标号表示。

电极 23 和 24 分别有两个指状物 23a-23b 和 9 个指状物 24a-24I。在这些指状物 23a, 23b, 和 24a-24I 的相邻之间限定了一共 10 个区域。它们分别顺序标示为 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0。

通过这样的设计，由 IDT25 所确定的住波瓣的频率和在两侧边表面 12a 和 12b 之间的距离所确定的频率有了更大的区别。这不仅提供了两个谐振频率，且其差亦高达 8.6MHz。该频率差可通过从形成 IDT25 的两个梳状电极 23 和 24 中去除不同的电极指的方式而予调整，虽然该频率差由于不仅取决于从梳状电极中去除电极指的方式，而且取决于诸如边缘表面 12a 和 12b 之间的距离以及压电晶体衬底的材料和电极指的大小等其他因素而不能唯一确定。但是，这些因素可根据使用的谐振器的目的而予适当调整。

图 9 示出了根据本发明的第三个实施例的压电晶体谐振器 31，它也有矩形平面的压电晶体衬底 32 以形成利用其侧边表面 32a 和 32b 反射 BGS 波的表面波谐振器。该压电晶体衬底 32 沿箭头 P 的方向均匀地极化，一对梳状电极 33 和 34 形成在其矩形平面表面上。

第三个实施例与第一和第二实施例的不同之处在于其梳状电极 33 和 34 的电极指没有减少，电极 33 和 34 的电极指是对齐的并相互相对突出，且这些电极指长度不同，这样，位于不同电极 33 和 34 的一对相邻电极指之间的区域（其表面适于激励表面波）的长度（沿电极指方向）在表面波传播方向

上是变化的。如此构成的压电谐振器亦有两个谐振频率。两个谐振频率之差可确定为 9.2MHz 左右。该压电晶体谐振器的频率衰减特性和阻抗-频率特性与图 6 和图 7 所示的类似。

虽然本发明已参照采用 BGS 波作为 SH 型表面波的实例进行了叙述，但其并不限制本发明的精神。其他类似的 SH 型表面波，例如 Love 波，亦可用于获得具有多个谐振频率的谐振器，其方法是形成具有变少电极的 IDT 或改变激励表面波的区域长度。

根据上述压电晶体谐振器，相邻频道图象载波频率 f_{ap} 和相邻频道声音载波频率 f_{as} 的衰减分别为 13db 和 15db。本发明还涉及采用根据本发明并有改进衰减能力的压电晶体谐振器的陷波电路。

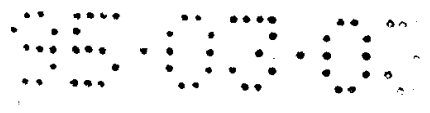
图 10 示出了根据本发明第四个实施例的另一压电晶体谐振器 51，用于形成具有改进的衰减能力的陷波电路。正如图 14 和图 5 所述的谐振器，压电晶体谐振器 51 还包括由铝锆钛酸盐或具有 LiNbO_3 或多或 LiTaO_3 的压电单晶一类的压电陶瓷材料制成的压电晶体衬底。若其是由压电陶瓷材料制成，则其极化方向如箭头 P 所示。一对称之为“第一 IDT53”和“第二 IDT54”的 IDT 形成在压电晶体衬底 52 的上表面。每一 IDT 包括一对梳状电极，每一电极有多个沿 P 或其反方向延伸的指状物。第一 IDT 的梳状电极对之中的一个

电极包括多个电极指 53a 以及一个第一连接电极 55, 该连接电极沿压电晶体衬底 52 的一个侧边形成。第一 IDT53 的梳状电极对中的另一电极包括多个与共用连接电极 56 相连的电极指 53b。其他的多个电极指 54a 从共用连接电极 56 沿偏离第一连接电极 55 的方向突出并与中央连接电极 56 一起构成了第二 IDT54 的梳状电极对中的一个电极。第二 IDT54 的梳状电极对的另一电极包括多个与第二连接电极 57 相连的电极指 54b。第二连接电极 57 沿压电衬底 52 的侧边并相对第一连接电极 55 的方向形成。这三个连接电极 55, 56 和 57 分别与加电压的终端 a、b、c 相连。

虽然形成两个 IDT53 和 54 的电极指只是概略的示于图 10 中, 但可理解的是每个 IDT 的电极指是按本发明的第一实施例参照图 4 和图 5 形成的。换言之, 例如, 每个电极指 53a, 53b, 54a 和 54b 的宽度等于 $\lambda/4$, 而每个 IDT 的最外侧的电极指的宽度为 $\lambda/8$, 而且这些电极指之间的宽度亦为 $\lambda/4$, 其中, λ 是被激励的表面波的波长。

由两个 IDT53 和 54 形成的两个谐振单元中的每个都具有本发明第一实施例的压电晶体谐振器的功能, 即有两个谐振特性。换言之, 通过形成一个与中央处的电极指垂直的中央连接电极 56, 即可从本发明的第一实施例的谐振器中形成根据本发明的第四个实施例的谐振器, 每个 IDT 中的电极指的长度可变, 从而每个 IDT 都将有两个谐振特性。

如图 11 所示, 用于电视视频接收机的陷波电路可通过把图 10 的端点 a 和 c 连在输入端 IN 和输出端 OUT 之间并



把端点b接地的方式而构成。图11中,数字58和59指示由两个IDT53和54构成的谐振单元。插在上述压电晶体谐振器51和输入端IN之间的是一个第一电阻61。而在接地端和输入端IN及第一电阻61之间一点处有一个第二电阻62相连其间。在压电晶体谐振器51和输出端OUT之间连有一第三电阻63。在接地端和输出端OUT与第三电阻之间的端点处有一第四电阻64相连其间。图12示出了如此构成的陷波电路的频率衰减特性,它清楚的示出了在频率 f_{ap} 和频率 f_{as} 处形成的两个陷波,在这两频率处的衰减分别为15dB和17dB。然而,可看到图象载波频率 f_p 处有不理想的衰减,如图12所示该频率 f_p 位于陷波频率 f_{ap} 和 f_{as} 之间并靠近其中频率较高者。

再者,在图10中由点划线所示的端点a和c之间连有一电感65,以形成本发明的另一陷波电路,端点b接地,如图13所示,换言之,该陷波电路与图11所示的相同,除了多了一个电感65之外。因此,图11所示符号可用于标识图13的陷波电路的元件。图14是如此构成的陷波电路的频率衰减特性,示出了在频率 f_{ap} 和 f_{as} 处的衰减分别为22dB和27.5dB。这清楚地说明了在压电晶体谐振器51的端点a和c之间加入一个电感65可有效地在相邻频道图象和声音频率处增加9dB和12.5dB的衰减。通过比较图12和图14的曲线,可明白加入电感65具有减少图象载波频率处的衰减的效果,或可防止图象载波频率的衰减过大。

图15示出了另一陷波电路,它与图13的电路之不同之

处在于另一电感 60 被连在端点 a 和输入端 IN 之间。图 16 展示了其频率衰减特性。可看到在陷波频率 f_{ap} 和 f_{as} 处的衰减分别为 26dB 和 33dB。这清楚地说明在端点 a 和输入端 IN 之间加入一个电感 60 具有在相邻频道图象和声音频率处增加衰减的效果。表 1 示出了在相邻频道图象和声音载波频率 f_{ap} 和 f_{as} 处上述三个陷波电路的衰减幅值(分别参见图 10—21, 13—14 和 15—16)。

表 1

	在 f_{ap} 处的衰减(dB)	在 f_{as} 处的衰减(dB)
图 11 的电路	15	17
图 13 的电路	22	27.5
图 15 的电路	26	33

虽然只是展示了三个根据本发明的陷波电路,但本发明的范围不止于此。可在本发明范围内作出许多修改和变型。例如,可以在图 11 所示的电路的端点 a 和输入端 IN 之间加入一个电感(如图 15 中的电感 60)而没有在谐振器 51 的端点 a 和 c 之间的电感(例如图 13 或 15 中所示的电感 65),以形成另一陷波电路。这种电路相邻频道图象和声音载波频率 f_{ap} 和 f_{as} 处的衰减分别是 21dB 和 24dB。

作为另一例子,图 4 所示实例的两个压电晶体谐振器可用于上述例子以取代根据本发明第四个实施例的压电晶体谐振器 51。换言之,上述两个压电晶体谐振器 11 可用作为图 11, 13 和 15 所示的两个谐振单元 58 和 59, 一个电感连在

其中(象图 13 和 15 所示的电感 65)而另一个则象图 15 中所示的电感 60 那样连接。在两个陷波频率处的衰减从而可以类似方式被有效地改进。虽然使用根据本发明的第四个实施例的压电晶体谐振器具有结构简化的优点(由于谐振单元形成在一个单片上),但也可方便的使用两个利用 SH 表面波谐振器来构成比先有技术的 LC 谐振电路有更好衰减特性的陷波电路。

当两个谐振器用来取代根据本发明的第四个实施例的单谐振器 51 时,它们无需一定是本发明第一实施例的谐振器(如图 4 和图 5 所示的)。与图 11 类似但使用本发明第三实施例的两个谐振器可用作为图 11 的两个谐振单元 58 和 59 从而构成一陷波电路。该电路的两个谐振频率之差亦可增加至 8MHZ 左右。

总之,本领域的一般技术人员可在本发明范围内作各种变型和修改。

说明书附图

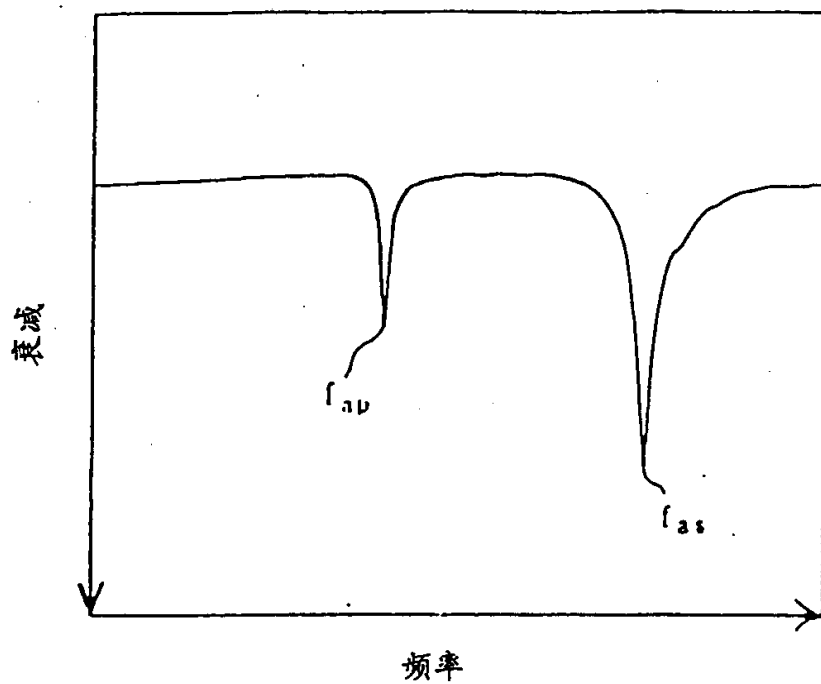


图 1 (现有技术)

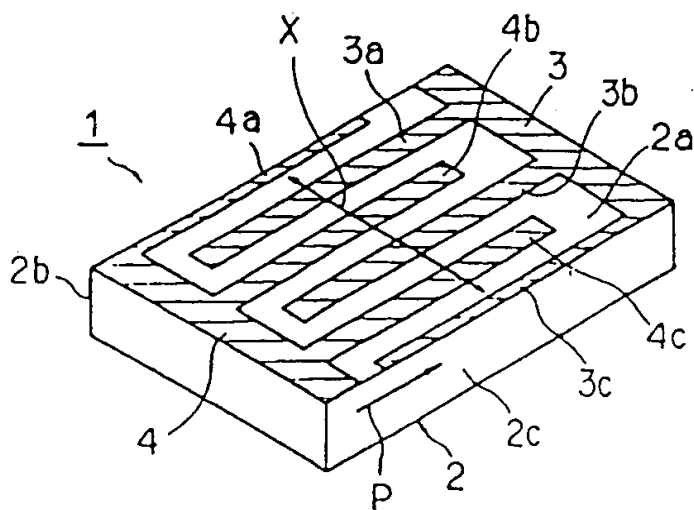


图 2 (现有技术)

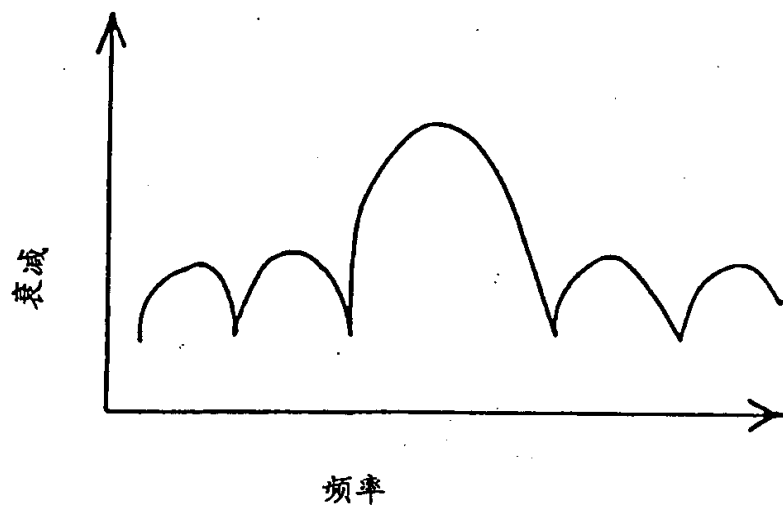


图 3A (现有技术)

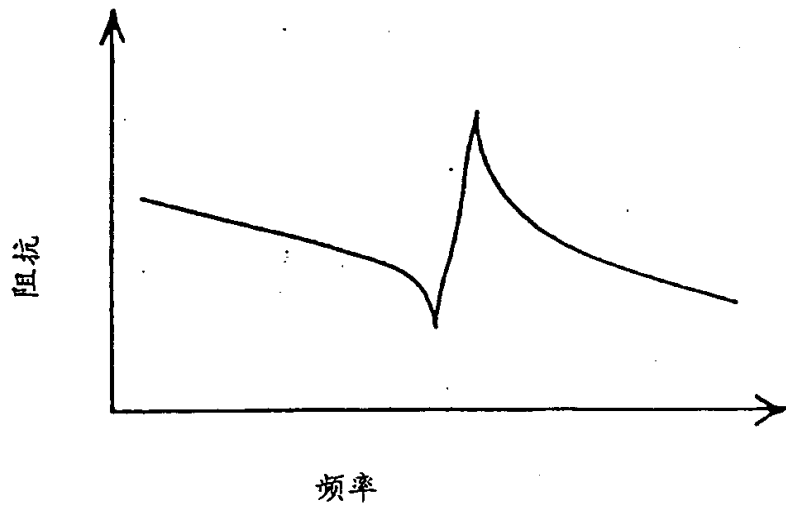


图 3B (现有技术)

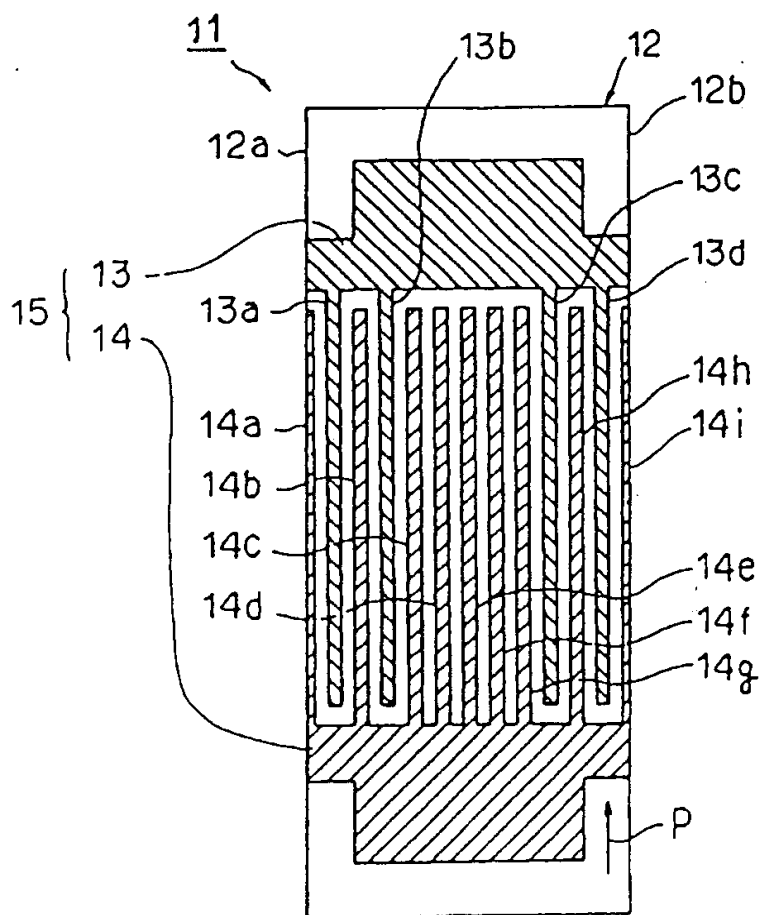


图 4

105300

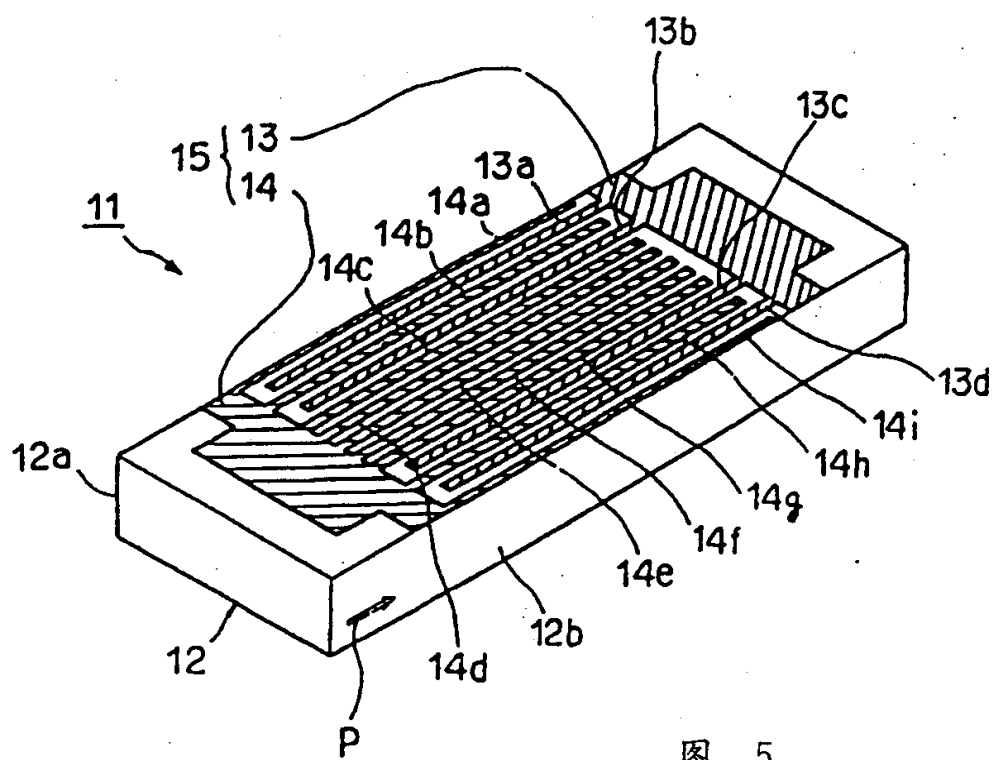


图 5

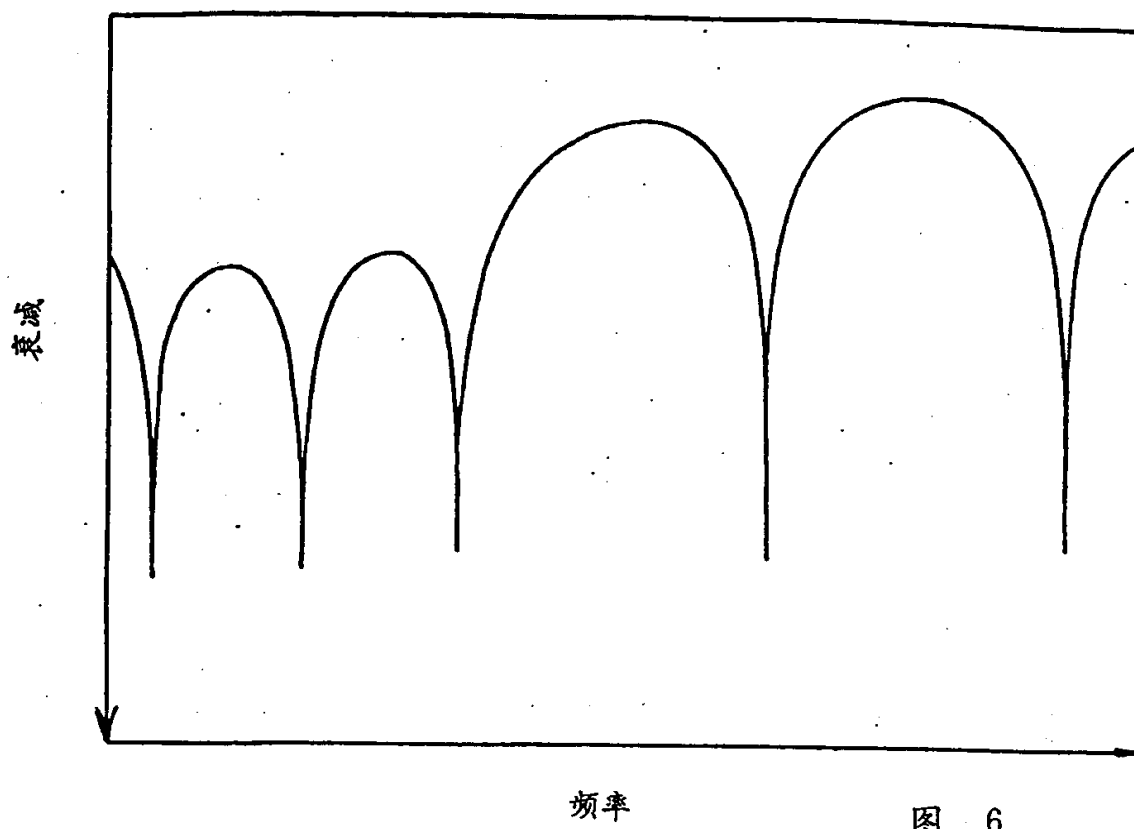


图 6

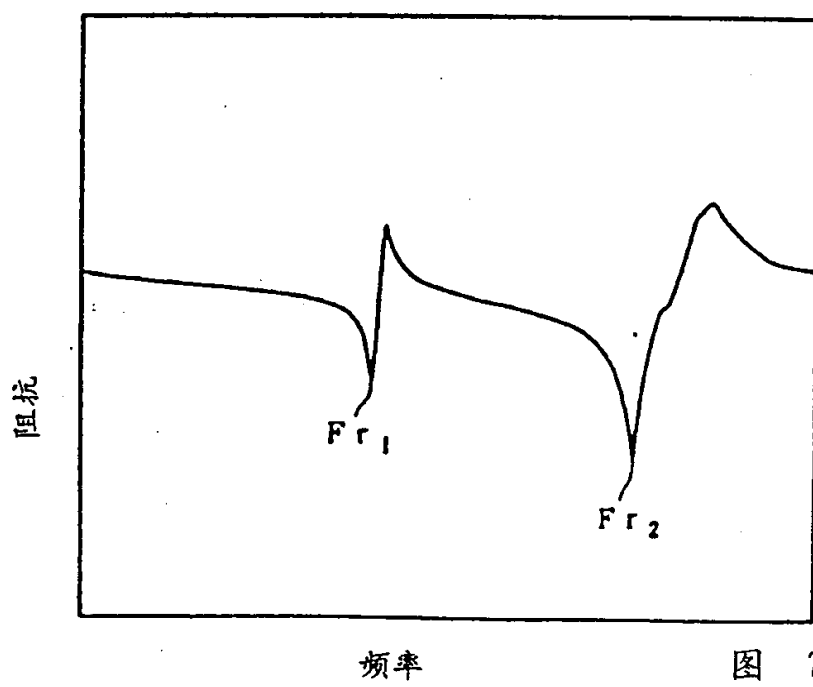


图 7

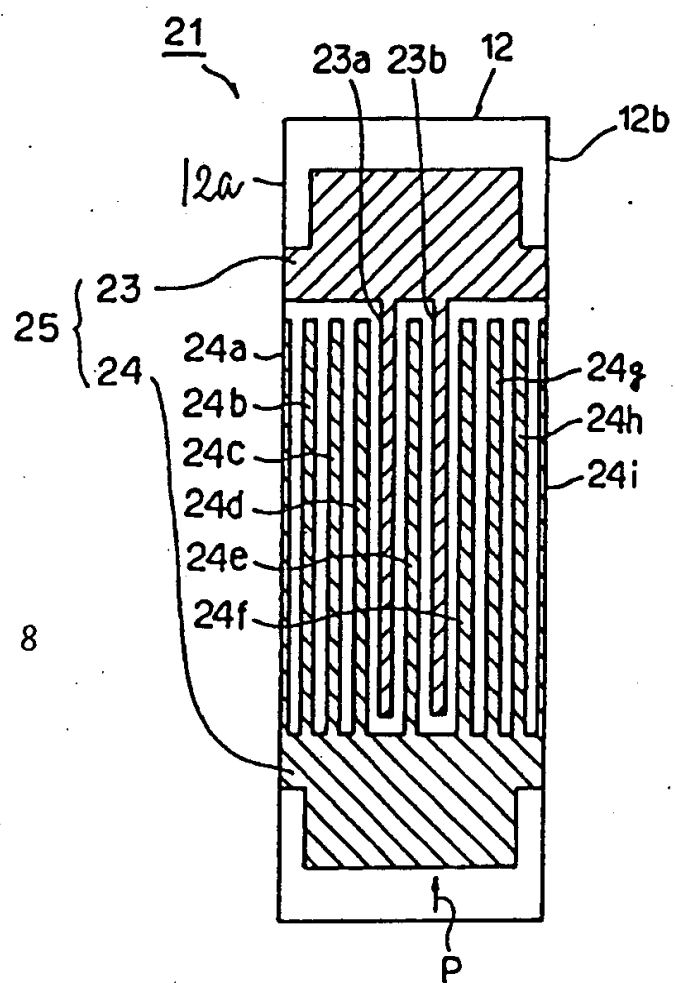


图 8

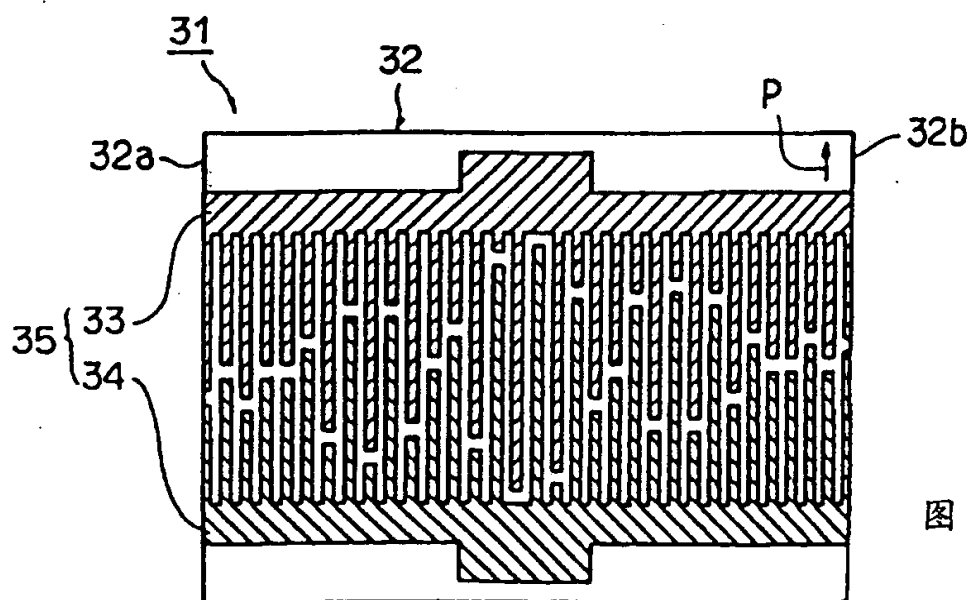


图 9

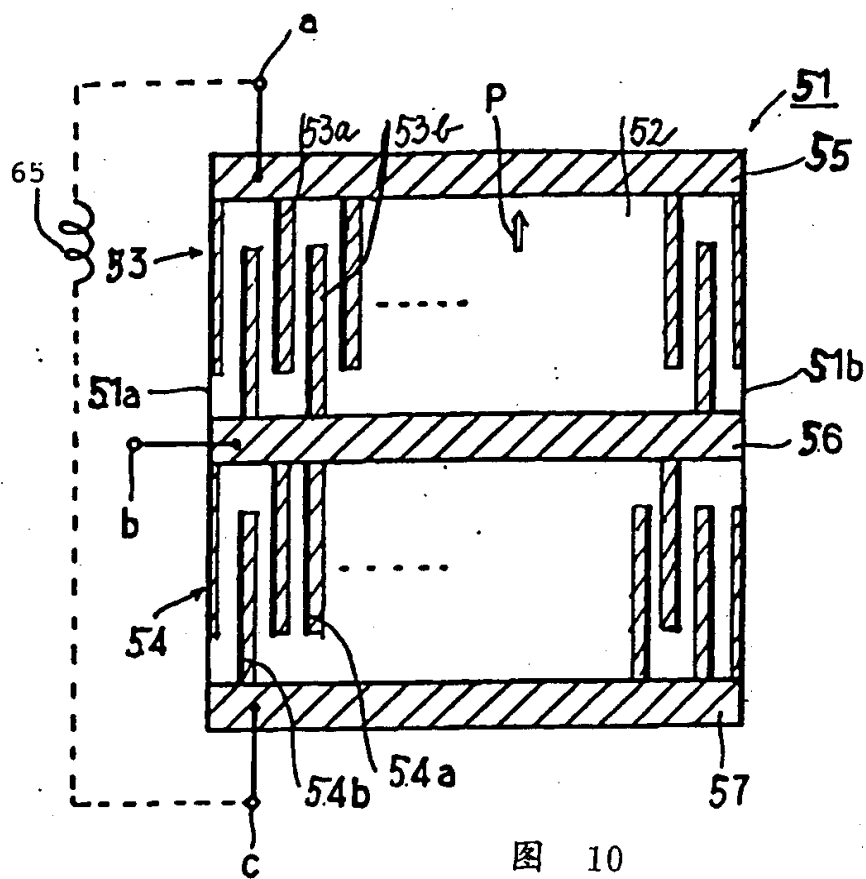


图 10

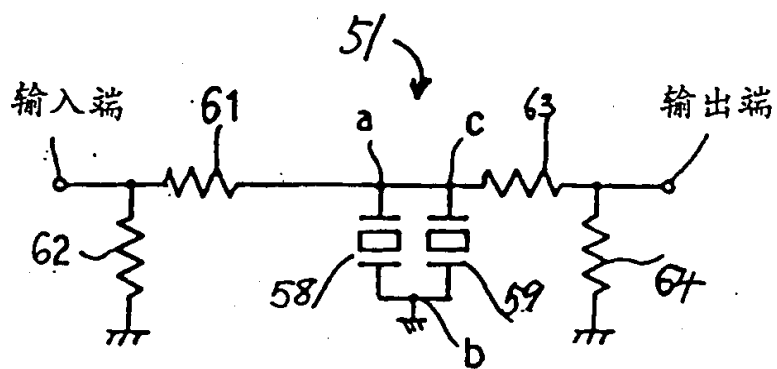


图 11

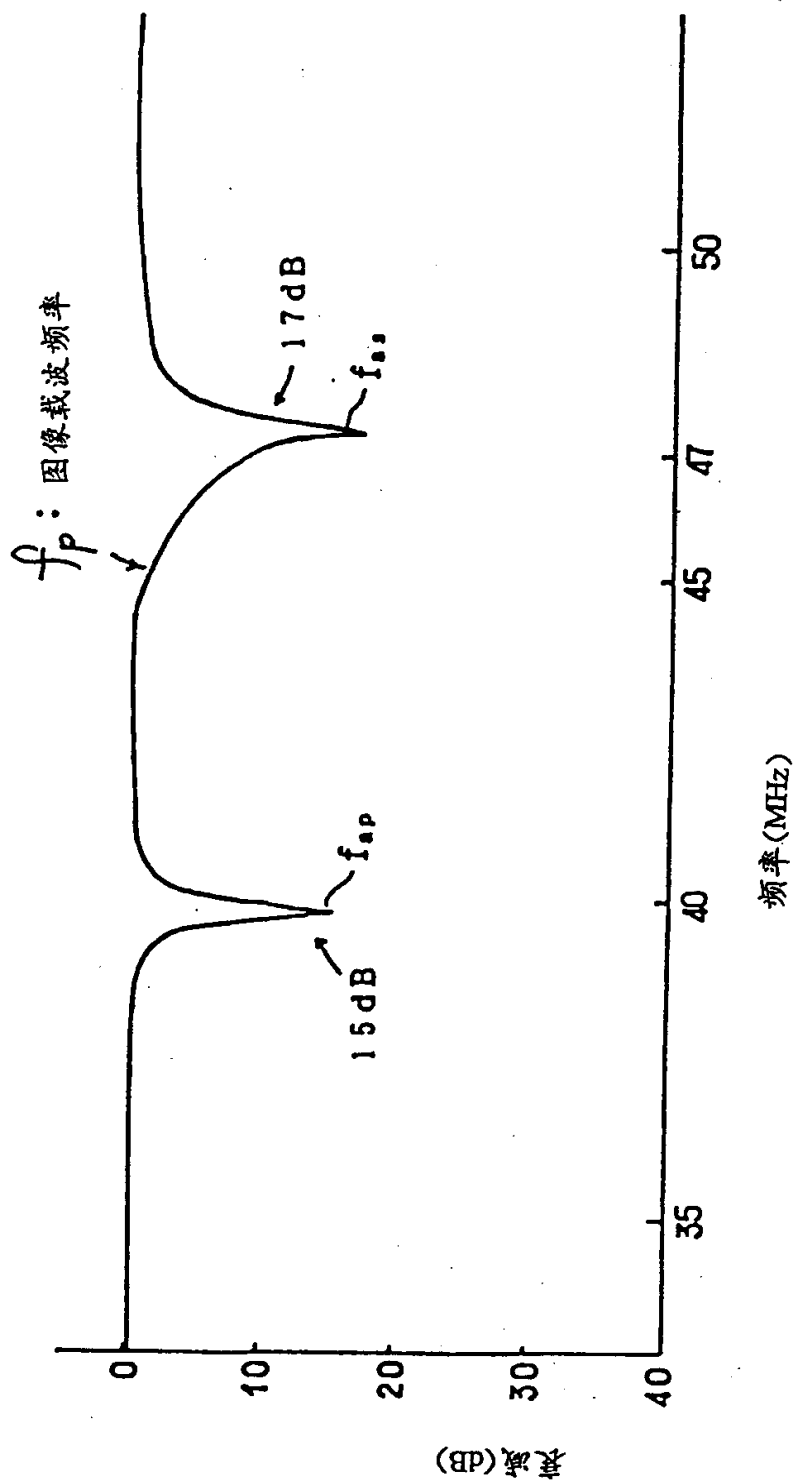


图 12

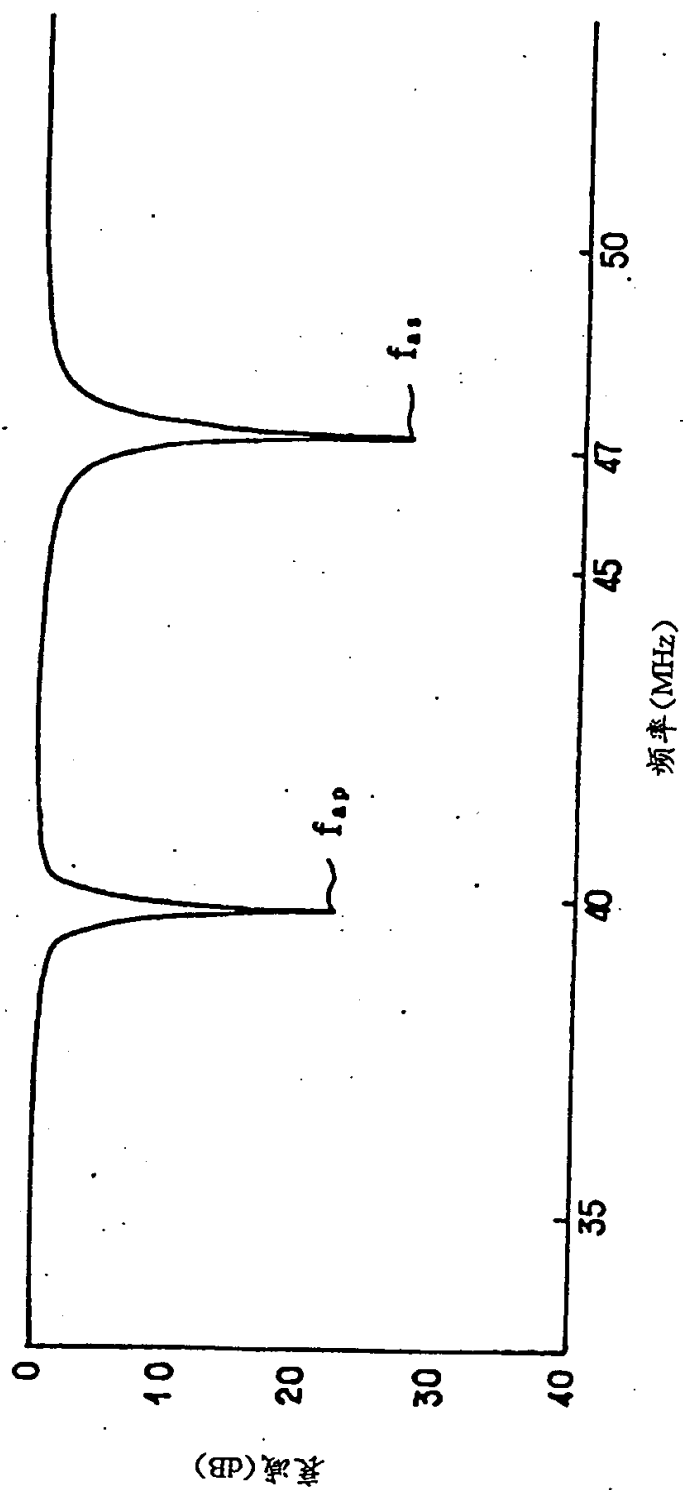


图 14

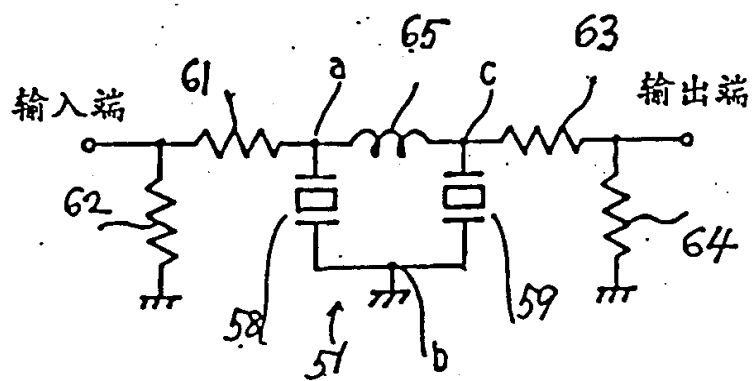


图 13

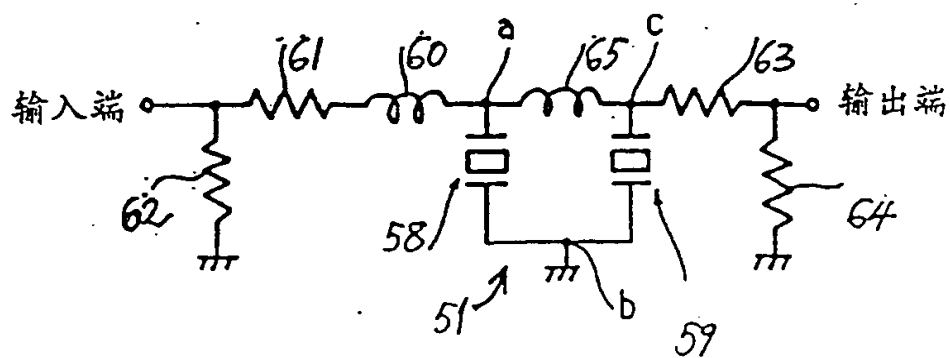


图 15

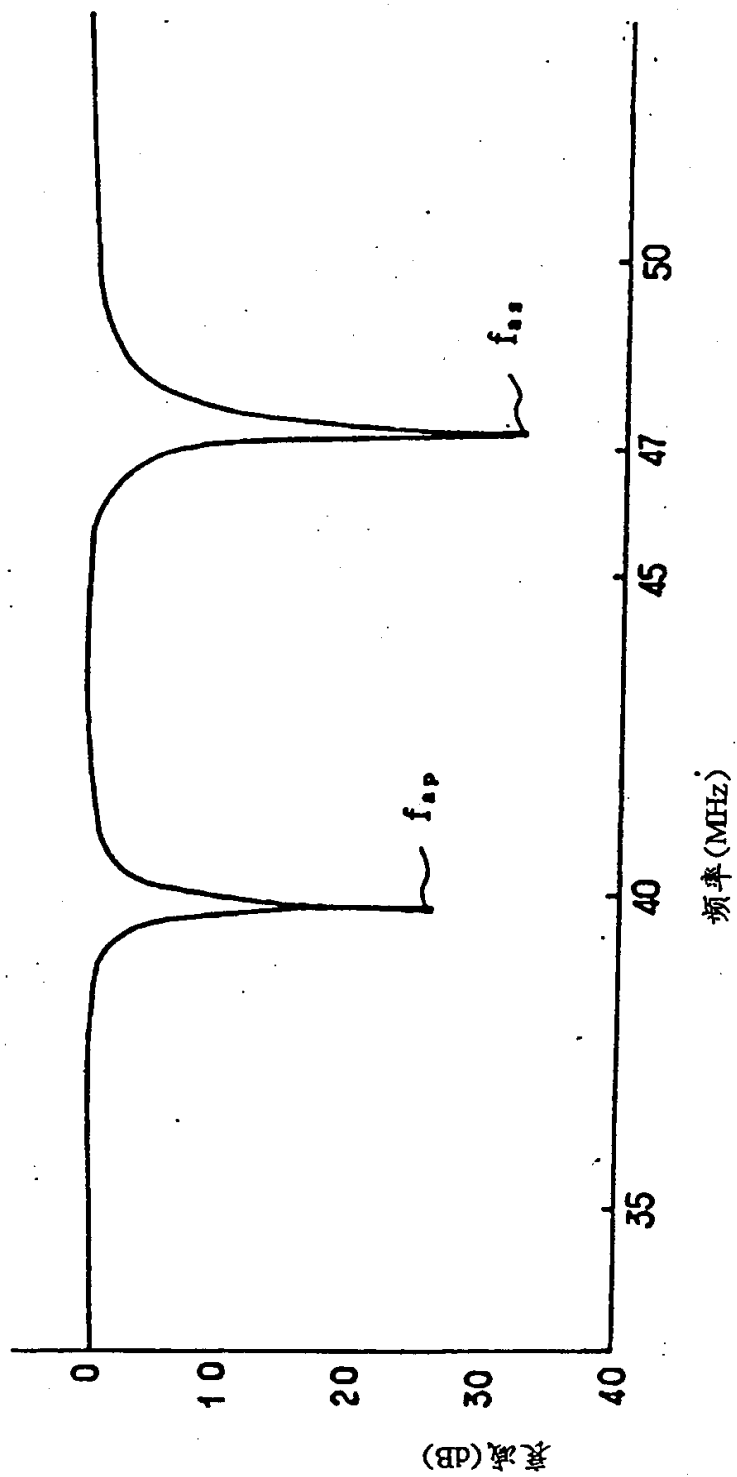


图 16