



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1287766 B

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 99801907.0

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

(22) 申请日 1999.01.15

11105

代理人 李晓舒

(30) 优先权数据

9801057.2 1998.01.20 GB

9801054.9 1998.01.20 GB

9811100.8 1998.05.23 GB

9813293.9 1998.06.20 GB

(51) Int. Cl.

H04R 7/06 (2006.01)

H04R 7/10 (2006.01)

审查员 冯于迎

(85) PCT申请进入国家阶段日

2000.06.22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB1999/000143 1999.01.15

(87) PCT申请的公布数据

W099/37121 EN 1999.07.22

(73) 专利权人 新型转换器有限公司

地址 英国伦敦

(72) 发明人 法拉德·阿齐马 亨利·阿齐马

马丁·科洛姆斯 格雷厄姆·班克

尼古拉斯·P·R·希尔

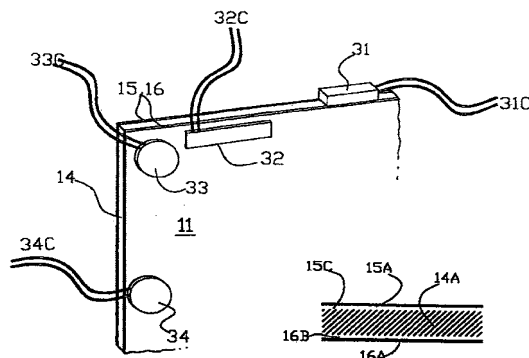
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 35 页

(54) 发明名称

具有板元件的主动式声音装置

(57) 摘要

一种主动式声音装置,包括一板元件(11),该板元件的弯曲波作用的共振模式分配与换能器装置(31-34)共同决定声音性能。该换能器装置(31-34)耦合到板元件(11)的边缘位置。这种布局产生了取决于主动式共振模式分配的音响上可接受的作用。选择换能器位置或通过设置局部边缘夹紧来进行改进的方法,取决于根据作为声音辐射器的装置的声音输出参数,评估所述换能器装置(31-34)和板元件(11)的最好或较好操作相互作用。



1. 一种分配模式的主动式声音装置,包括多边形的板元件(11)和结合到该板元件(11)上的换能器(31、32、33、34),该板元件(11)能够与换能器(31、32、33、34)一起,形成能够决定声音性能的弯曲波振动的谐振模式分配,换能器(31、32、33、34)耦合到板元件(11)的边缘位置,使换能器(31、32、33、34)与板元件(11)有效地在操作上相互作用,所述边缘位置对应于至少一个板内区域的垂直坐标。

2. 如权利要求1所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,该板元件具有边缘夹紧装置(83)。

3. 如权利要求2所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,该边缘夹紧装置(83)系位于局部范围。

4. 如权利要求3所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,具有多个所述的局部边缘夹紧装置(83)。

5. 如权利要求4所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述多个局部边缘夹紧装置的相互距离,与低频共振模式的波长相关,以更有助于该装置的声音作用。

6. 如权利要求4或5所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述局部边缘夹紧装置与一个以上的边有关联。

7. 如权利要求6所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述板元件大致为矩形,所述多个局部边缘夹紧装置与没有换能器装置的三个边关联。

8. 如权利要求7所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述多个局部边缘夹紧装置位于所述三边的中点和各角落处。

9. 如权利要求2所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述边缘夹紧装置沿着所述板元件(11)延伸。

10. 如权利要求9所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述边缘夹紧装置沿着至少一个与所述换能器装置无关的边延伸。

11. 如权利要求10所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述板元件(11)大致为矩形,所述边缘夹紧装置沿着两平行边延伸。

12. 如权利要求10所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述边缘夹紧装置沿着三边延伸。

13. 如权利要求1所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述板元件在与换能器装置相关的边上至少具有两个所述换能器装置。

14. 如权利要求13所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述板元件为多边形,所述换能器装置至少与两边相关。

15. 如权利要求13或14所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述板元件(11)大致为矩形,所述换能器(31,32,33,34)与较长及较短边相关。

16. 如权利要求1所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述板元件(11)大致为矩形,所述边缘位置位于一长边上距板元件(11)的任何一个角0.38到0.45长度的范围内。

17. 如权利要求16所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述边缘位置位于距任何一个角0.42到0.44长度的范围内。

18. 如权利要求1所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述板元件(11)大

致为矩形,所述换能器的边缘位置分别位于长边和短边中间区域的 15%和 10%的范围内。

19. 如权利要求 1 所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述板元件 (11) 大致为矩形,所述换能器的边缘位置分别位于板元件四分之一长度位置的 28%和 30%的范围内。

20. 一种分配模式的主动式声音装置,包括多边形的板元件 (11) 和结合到该板元件 (11) 上的换能器 (31、32、33、34),该板元件 (11) 能够与换能器 (31、32、33、34) 一起,形成能够决定声音性能的弯曲波作用的谐振模式分配,其中,换能器 (31、32、33、34) 位于板元件 (11) 的一第一边缘位置,该位置不是选择用来与该板元件最佳操作相互作用的位置,质量负载耦合到板元件的边缘,至少一个位置是不同于第一位置的另外的离散位置,质量负载选择用来能够同换能器 (31、32、33、34) 一起,改进该声音装置的声音操作。

21. 一种分配模式的主动式声音装置,包括多边形的板元件 (11) 和结合到该板元件 (11) 上的换能器 (31、32、33、34),该板元件 (11) 能够与换能器 (31、32、33、34) 一起,形成能够决定声音性能的弯曲波作用的谐振模式分配,其中,换能器 (31、32、33、34) 位于板元件 (11) 的一第一边缘位置,该位置不是选择用来与该板元件最佳操作相互作用的位置,边缘夹紧装置 (83) 耦合到板元件的边缘,至少一个位置是不同于第一位置的另外的离散位置,边缘夹紧装置 (83) 选择用来能够同换能器 (31、32、33、34) 一起,改进该声音装置的声音操作。

22. 如权利要求 20 或 21 所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,另包括隔音装置,该装置在所述板元件四周延伸并伸出所述板元件。

23. 如权利要求 20 或 21 所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述板元件至少部分透明或半透明。

24. 如权利要求 20 或 21 所述的主动式声音装置,其特征在于,所述换能器装置 (31、32、33、34) 为机电类型。

25. 如权利要求 20 或 21 所述的分配模式的主动式声音装置,其特征在于,所述换能器装置 (31、32、33、34) 在工作时向所述板元件 (11) 的边缘内发射压缩波,和 / 或使所述板元件的边缘侧向变形而沿着所述板元件发射横弯曲波,和 / 或在所述板元件的角落处施加扭矩,和 / 或使所述板元件局部边缘区域产生线形变形。

26. 一种改进分配模式的主动式声音装置的声音操作的方法,该分配模式的主动式声音装置包括多边形的板元件 (11) 和结合到该板元件 (11) 上的换能器 (31、32、33、34),该板元件 (11) 能够与换能器 (31、32、33、34) 一起,形成能够决定声音性能的弯曲波作用的谐振模式分配,其中,换能器 (31、32、33、34) 位于板元件 (11) 的一第一边缘位置,该位置不是选择用来与该板元件最佳操作相互作用的位置,该方法包括步骤:

将质量负载 (93) 耦合到板元件的边缘,其位置是不同于第一位置的另外的离散位置,质量负载选择用来能够同换能器 (31、32、33、34) 一起,改进该声音装置的声音操作。

27. 一种改进分配模式的主动式声音装置的声音操作的方法,该分配模式的主动式声音装置包括多边形的板元件 (11) 和结合到该板元件 (11) 上的换能器 (31、32、33、34),该板元件 (11) 能够与换能器 (31、32、33、34) 一起,形成能够决定声音性能的弯曲波作用的谐振模式分配,其中,换能器 (31、32、33、34) 位于板元件 (11) 的一第一边缘位置,该位置不是选择用来与该板元件最佳操作相互作用的位置,该方法包括步骤:

夹紧板元件的边缘,其位置(83)是不同于第一位置的另外的离散位置,该夹紧选择用来能够同换能器(31、32、33、34)一起,改进该声音装置的声音操作。

具有板元件的主动式声音装置

[0001] 本发明涉及一种主动式声音装置,尤其涉及板元件,其声音作用或性能取决于此类板元件及相关表面振动内较佳的弯曲波作用的共振模式的分配方式;本发明并与这类主动式声音装置的产生及改进方法有关。

[0002] 此处很适合使用“分配模式”这个词来用于这类声音装置,包括声音发射器或扬声器;而“板形式”是用来表示板元件上的分配模式作用,除非该词不适用于上下文。

[0003] 在板形式扬声器中或该类扬声器本身,这种板元件做为分配模式声音发射器,并取决于通过输入装置将机械作用施加到板元件时所产生的弯曲波作用;而弯曲波作用的共振模式所产生的合成激励导致了表面振动,并通过与四周流体耦合而产生声音输出,一般四周的流体为空气。与这类声音发射器(其中更广泛的主动式和被动式声音装置)有关、揭露性的教导,请参见我们的国际专利申请文件 WO 97/09842;我们最近各种专利申请涉及新增的有用的补充和发展。

[0004] 至今,可行且最有效率的换能器位置,是板元件板子上向中心延伸且与中心偏移的位置,至少对于抗弯刚度大致各向同性的板来说是这样的,并且有效地表现出抗弯刚度基本不变的轴向非各向同性。前述的 WO 97/09842 对于这类换能器板内最佳的均衡坐标给出了专门的指导,包括替代方案;以及使用两个或更多换能器时,各种不同特殊坐标的最佳组合。

[0005] 对于板形式的声音装置,已经预测到了其特有的各种有益的应用,包括具有隔音的表面板或层。例如,实际中将其并入或装如装饰板或镶面都是可行的,而视觉上可能都无法区别。另外,与其他用途作功能上配合也是可行的,譬如显示功能,包括图片、海报、写入/消除板、投射屏幕等。有效地将板内换能器隐藏起来的功能,可应用到各方面。但还存在潜在的实际应用,特别是靠近中心的地方,留出更大的板区域不受阻碍,甚至不受到可隐藏换能器的阻碍,会是有用的。例如用于影像或其他可看穿的显示时,即使板形式的声音装置具有可看透的大块中央区而能够相当吸引人,但是利用板内嵌入换能器追求板元件的半透明或甚至全透明也是不值得的。

[0006] 根据本发明一种装置的情况,提供了一种板形式的声音装置,该装置包括一带有换能器装置的分配模式声音板元件,且该换能器装置位于边缘位置,这种配置能够产生在音响方面可接收的、有效分配及产生共振模式振动的激励。此处提出了这类适用于换能器装置的位置,以及关于适当地选择或改进一或多处这类位置的重要教导。这类适当选择,对于来自或可能来自声音发射器装置或扬声器相对于令人满意地将振动能引入板元件的研究结果是有利的,例如可以很方便地在边缘位置或地方进行激励时,评估有关板元件输出声音的各种参数。最佳的结果至少也适用于麦克风。

[0007] 从截至本发明的相关背景技术看来,这类成功的边缘位置的可用性至少可以说是意想不到。实际上,主要最接近 WO 97/09842 的先前技艺,是该发明的起点和展示性的教导,也就是 WO 92/03024,从此教导出现之后,特别是与脱离角内激励有关的技术大有进展。从这类相关进展了解到,对于可行的声音性能所需分配共振模式弯曲波的作用,导致了在板角落产生密集的振动活动;一般而言,这也会影响到板边缘。至少直觉上,并由于略为远

离中心但十分接近板内换能器位置这种实际成功案例的强调,这类密集振动活动紧密地与板边缘结合,这不证自明地提供了有限的方法,因此,有类似的可能效果,作为一整体的板元件材料;这种结合是以往所观察到的边缘无法产生振动的原因。

[0008] 本发明在应用时,适合的声音组件,或至少是某块区域,可能是透明或半透明的。典型的板元件一般而言是呈多边形,而通常是矩形。若干换能器装置可能位于或接近各个不同的边缘,至少对于大体上呈矩形的板元件而言是上述的状况。该换能器或各个换能器可能是压电类、静电类或机电类型的装置。该换能器或各个换能器配置为能够发出压缩波到板边缘,及/或使板边缘侧向变形,以便沿着板边缘发出横弯曲波,及/或在板角落产生扭力,及/或在板局部区域生成线性变形。

[0009] 评估板元件的声音输出与声音输出的适当的准则有关,包括功率输出大小,也就是将输入机械振动(自动也是原本就存在的电力驱动)转变为声音输出的效率,还包括功率输出的平滑度,作为弯曲波作用的共振式激励的一致性测量,还包括观察功率输出中被激共振模式的频率,包括这些频率的个数、分布或者扩展,所有这些都可看作有用的指标。这种对于换能器装置位置可行性的评估,单独地或相结合形成了本发明的方法方面。

[0010] 作为对评估功率输出的平滑度的辅助方法,我们在此还建议使用根据某些参考值的均方差为基础的技术。使用均方差的倒数有助于直接根据正的值及/或表达式来决定平滑度。适合的参考值对于所讨论的各种情况都是独立的,例如基于中值,譬如通过感兴趣的频率范围内的实测功率输出点的平滑后的直线来进行图像表示。该参考值若采用归一化的标准格式,对于使用均方差来评估的情况,是相当有帮助的;而且可将测量到的声音功率输出调整到适合该标准格式。该标准格式在图形上可能是直线,较好是平直的直线,因此能对应某些特定的常数参考值;更好的情况是自然找出的相同线或值能适用于频率较高的分配模式板元件,该频率较高的位置,模式及模型作用会较为密集或最密集。

[0011] 在这样的关系中,值得注意的是:对于这样归一化为实质常数参考值所要求的任何一种函数,也能有效地作为输入信号的均衡函数的基础,以改进低频声音的输出。像这样的可行分配模式板元件,具有如我们以上专利申请中较佳的长宽比例及弯曲刚度,其本身具有与频率相关的声音功率输出特性,朝向并穿过共振模式及模型作用不太密集的低频区,但是,由于这种频率分布通常有益于在这类低频区的声音作用,这种输入信号的均衡化是有用的。这种在低频区的低声音功率输出与这类板元件的边缘自由振动有关,因此,低频功率的耗损大,低频输出的大部分被低质量地辐射及/或散掉,也包括自由的邻近板边缘的有效短路。如所预期的那样,与采用板内换能器位置的板元件相较,对于换能器位于板元件边缘或靠近边缘及/或刚度更小的板元件的地方,这些低频功率耗损相当大。但是除了输入信号均衡,通过在板元件的四周装上隔音件及/或通过夹紧板元件的边缘,也能显著减轻这些影响。实际上,间隔的局部边缘夹紧,具有与波长大于局部边缘夹紧间隔的频率相关的有用的、可选择的有益影响。

[0012] 有趣的是,对于刚度相当高的特定板元件,可行的边缘换能器位置包括的位置,对于尤其是我们上述专利申请中的教导和实践应用中作为优选方案提出的一般换能器装置板内位置,有边缘相关性。当成对使用换能器装置时,利用所述的相关性找到界边换能器位置的第一个优选位置,作为对应于概念上围绕的最大区域。对于基本上是方形的板元件,所述的相关性可以利用直角或笛卡儿坐标的一致性,其中所述相关性由相关联的换能器装置

利用沿对角相对的象限来表示。但是,这只是针对于特别高刚度 / 高品质的板元件,而并不是总是如此,甚至对于相当硬(但没有那么硬)的板。以下说明表明了,与在某些或邻近象限相关的有价值的操作。对于椭圆形板元件,该相关性 / 一致性可根据双曲线共振模式相关直线,这些直线经过板内位置趋向边缘。其他各式各样的方式都不够好,但仍是可行的,基于围绕板内较佳换能器位置的正交向量所作的研究,发现了成对的换能器边缘位置,而上述的板内较佳换能器位置包括接近或位于板元件的角落位置。另一与角落或接近角落的激励有关的发明方面,涉及到在已知的板内最佳或较佳的驱动位置处适当的质量负载或夹紧,这时,看起来这类质量负载的最佳驱动位置,在某种有用的程度上,可以有效地当作组件中弯曲波振动的“虚拟”源。后者可能无法避免质量负载的中心侵入,但是它与在角落位置产生成功的边缘激励有很大的关联。

[0013] 还进行的进一步的研究,包括具有不同刚度的板元件,具体地说,大刚度板、低刚度板和中刚度板,在通常大致矩形的结构情况下,具有 W097/09842 文件中所述的长宽比的轴向弯曲刚度。

[0014] 对于刚度较大的板元件而言,针对沿着较长或较短边缘的单一换能器位置,基于功率输出的平滑度进行的评估,是以往用来确认以上优先坐标位置的方法,也就是,所期望的峰值为单一换能器装置的最佳位置。但是,此外,在各边缘的一半并从各角落算起超过坐标位置约 $1/3$ 长度的位置之间,边缘具有峰值 15% 的平滑度测量值扩展 (spread); 而沿着至少 $1/4$ 长度的位置,为峰值的约 30%。对于较短边缘而言,在坐标位置之间,平滑度测量的扩展约在 10% 之内,而在 $1/4$ 长度位置处约 25% 内。较短边缘实际上表现出比较长边缘更好的功率平滑度,在 $1/4$ 长度位置直到角落约 $1/10$ 长度内。

[0015] 还进一步研究了在同一象限和相邻象限换能器的组合,其中一个位于各个较长边缘或较短边缘上,一个换能器可以沿着一条边位于单一换能器的一个最佳位置,而另一换能器沿着另一条边变化。对于沿短边的变化,根据板内优先换能器位置的坐标的一个位置的优选情况,由约 $6/10$ 长度上的最佳平滑度测量所确认。在 $3/4$ 长度处也有差不多一样位置的位置,而在 $1/4$ 及 $1/3$ 长度位置为稍差一点。此外,除了从角落算起 $1/10$ 以下大部分位置,与相同象限内较佳板内位置的坐标相比,要更好、类似或不太差。对于沿长边的变化,短边换能器位于约接近 $6/10$ 的较佳位置,实际上,则表示在邻近象限中换能器位置结合的较佳应用,此时最佳位置位于 $1/5$ 以下,比 $1/3$ 长度位置上 0.42 的位置稍好,而在 $1/10$ 长度位置稍差。 $1/4$ 长度位置事实上和较佳板内位置坐标的中间长度位置及邻近象限位置大致相同。不言而喻,根据迭代可以继续这些过程,因此可以发现更佳的组合。

[0016] 以功率输出平滑度为基础,对较低刚度板元件的研究表明,对应界边换能器位置的峰值,也是约位于板内坐标位置,但差不多与板边缘 $1/4$ 长度位置一样好,而就实际达成的模型分配沿着边缘的位置而言,一般来说显著减少了临界状态。这可很容易地通过较低板刚度及使用中换能器本身内的柔度之间的相互作用看出。看起来板的共振模型分配是受到换能器位置的影响,而发生改变,至少就某种程度来说,是在这类位置上。刚度较大的板基本上可避免这种影响。但是,这类换能器内的柔度及与板刚度 / 弹性的可能的相互作用,很明显是另一个要考虑的因素,包括有效地加以利用。

[0017] 对相当高及相当低刚度的板元件所做的研究,显示出应用边缘激励相当不同的结果,包括针对换能器位置而言或多或少的临界状态,不论是单一或成对换能器的情况下,以

及与换能器柔度间或多或少的相互作用。因此最好考虑采用中刚度的板元件。

[0018] 对于这类中等刚度的板元件而言,就像预期的一样,与相当低刚度的板元件相比,其差异点为:通过边缘夹紧,增加了可用声音功率输出,对于中间范围的频率模式显著增加了功率,对于低频模式的模型或峰形更强。趋向于较高刚度板元件的特征包括:更有力的优先作为最佳板内换能器位置坐标上边缘位置的最佳单一换能器位置,以及穿过中间点的有价值的可行性,但仍位于距离角落约 $1/10$ 的位置。对于两个位于界边的换能器装置,导出了明显的较佳实例,用于最佳板内换能器的坐标相关位置,没有那么好但可能适用于中间及 $2/3$ 长度位置,并与相同象限相关坐标和 $2/3$ 长度位置相同。

[0019] 很显然的是,超过承受弯曲波作用的基本能力的板元件之材料参数,在决定边缘换能器位置上具有重要地位;而使用两个或两个以上的换能器位置产生别具特色的解决方式,是需要实验性的评估,例如按下面的教导就能实现。

[0020] 另外,至少特别针对接受测试的基本上呈矩形的板元件,发现如果在相关板元件的一个或多个选定的其他边缘位置上,结合局部质量负载或夹紧,可明显地加以改进(对于弯曲波相关的共振模式分配及激励成元件的声音响应)。本身没有价值的换能器边缘或近边缘位置中,如果不是大多数,也是很多位置,可能是全部。因此本发明的观点包括该驱动装置位置与板元件边缘有益的其它质量负载的夹紧位置相结合。

[0021] 对于使用两个或多个换能器装置的情况,毫无遗漏地研究边缘位置的组合是不实际的,但这里给出了在第一换能器边缘位置为已知的情况下,如何为第二个换能器找到最佳的和其它可行的边缘位置。实际上,根据这里的教导,还能进一步研究并评估出其他边缘换能器位置。但同样地,利用局部边缘衰减来增进任何已知换能器边缘位置的性能都可以利用本教导加以研究及评估到您希望的任何程度及数量,或者是增强或减弱某些共振模式的作用,否则故意干扰其他共振模式,或主要是增加输出功率。

[0022] 大体上,我们相信以下事实值得深思:最低共振模式是与任何板元件最长自然轴长度有关,因此大致呈矩形的板元件的较长边总是用作换能器装置的位置,包括只要在最佳位置用于单一换能器装置的操作是可行的位置。敏感地将此应到甚至鼓励或企图使用其他换能器装置的地方,因此不论是否要增强某些共振模式,故意干扰其他共振模式或主要增加输出功率。

[0023] 同时视为一般看法的相关事实为:所感兴趣的工作频率范围,用于换能器装置位置的评估部分,可能相当影响到最佳及可行的这类位置,也就是,对于全在如 500 赫兹以上和以下的范围可能有所不同。其他影响因素可能在邻近表面出现,例如位于影响声音性能的空间处的板之后。

[0024] 这就意味着或要求较佳的边缘或边缘邻近位置的特性,倾向我们以上 PCT 及其他专利申请所预测的对象,典型地被视作提供耦合至更接近大部分的频率模式,且更平均地而不是不太平均地执行这项工作,也许基本上能够避免仅由若干频率模式主控的局面。这种适合性在板元件上局部针对于较低而不是较高的总实际振动能,但应高以便增加频率模式的总数,不是在几乎或根本没有耦合任何或很少模式的意义上的“失效”。

[0025] 为了更了解本发明,请参考以下详细说明及本说明书所附的附图:

[0026] 图 1 显示带有适合换能器的分配模式声音板,其中换能器已在上述 PCT 应用中加以说明;

- [0027] 图 2 概略显示有四种不同途径的边界或边缘激励声音板；
- [0028] 图 3 显示换能器在声音板边缘的可能配置，以达到如图 2 所示的作用，而图 3A 立体显示这类板；
- [0029] 图 4 大概地显示了换能器的四个较佳的边缘位置，相对于假想示出的图 1 板内位置；
- [0030] 图 5 显示相同的四个较佳位置，相对于其他优先板内驱动位置，及优先的成对互补或假想的板内的驱动位置的较佳组合；
- [0031] 图 6 指示在较佳位置上所有这些对及四个驱动换能器如何相互连接用以测试；
- [0032] 图 7 显示边缘驱动换能器位置如果不是那么好的情况下也是可行的；
- [0033] 图 8 显示角落驱动位置及在板内优先驱动位置上的有用质量负载；
- [0034] 图 9 及 9A 显示四个一般较不佳的边缘驱动换能器位置与许多边缘质量负载或夹紧位置，及测试质量及驱动换能器是如何与板有关；及
- [0035] 图 10 显示板内用于驱动换能器的边缘位置内板内无阻碍区域，夹紧端及弹性悬承 / 安装；
- [0036] 图 11A、B 是大致矩形的、具有相当高的刚度和沿着较长及较短边缘的单一换能器位置的板元件的输出功率 / 频率曲线；
- [0037] 图 12A、B 是与输出功率平滑度测量结果相关的条形图；
- [0038] 图 13A、B 是两个换能器位置的输出功率 / 频率曲线，其中一个换能器沿着较短或较长边缘变化；
- [0039] 图 14A、B 是与输出功率平滑度测量结果相关的条形图；
- [0040] 图 15A、B 是具有更低刚度和沿着较长边缘的换能器位置的板元件输出功率 / 频率图及相关功率平滑度条形图；
- [0041] 图 16A、B 是沿着较短边缘第二换能器位置的输出功率 / 频率图及功率平滑度条形图；
- [0042] 图 17 是对于低刚度板元件，换能器位于优先板内位置和边缘位置的功率输出比较结果；
- [0043] 图 18A、B、C 显示导流、三边夹紧及以上两者结合的效果；
- [0044] 图 19A、B 是低刚度板元件沿着三边夹紧以及在第四边上的换能器位置的输出功率 / 频率图，及相关功率平滑度条形图；
- [0045] 图 20A、B 是低刚度板元件在两个平行边缘夹紧以及在另外一个边上换能器位置的输出功率 / 频率图，及相关功率平滑度条形图；
- [0046] 图 21A、B 是低刚度板元件在角落 / 边缘中央局部夹紧以及在其他较长边缘的换能器位置的输出功率 / 频率图，及相关功率平滑度条形图；
- [0047] 图 22 是低刚度板元件在其它角落 / 边缘中央进一步局部夹紧的功率平滑度条形图；
- [0048] 图 23A、B 是具有三边七点夹紧和全边属性的低刚度板元件和沿着其它边缘上换能器装置的非优先位置的其它局部夹紧的未归一化的功率评估的条形图，并未针对低刚度板元件标准化；
- [0049] 图 24A、B 是三边夹紧并进行归一化评估的情况下功率输出 / 频率图，及相关功率

平滑度条形图；

[0050] 图 25A、B 是利用归一化,具有中等刚度和沿着较长边缘的单一换能器位置的板元件的功率输出 / 频率图,及相关功率平滑度条形图；

[0051] 图 26A、B 是没有采用归一化,具有 7 点局部夹紧的中等刚度板元件的功率输出 / 频率图,及功率评估条形图；

[0052] 图 27A、B 与上图类似,但是采用了归一化进行功率平滑度评估；

[0053] 图 28A、B 是中等刚度板元件和沿着较短边的第二换能器位置的功率输出图,及功率平滑度条形图；

[0054] 图 29 指出如上所述的 7 个及 13 个局部夹紧的点；

[0055] 图 30 是用来解释板内柔度影响的示意图；及

[0056] 图 31A-E 是较低刚度板元件在不同边缘状况的功率效率条形图。

[0057] 图 1 中,分配模式声音板扬声器 10 如 WO 97/09842 所述,板元件 11 具有典型最佳接近 (但偏离) 中央位置,用于驱动装置换能器 12。如图所示具有芯体 14 及表面 15,16 的夹层结构仅仅是实例性的,还有许多单件式及 / 或加强及其他结构的可能性。在任何情况下,一般板内换能器配置潜在地限制空地的存在,例如在透明或半透明板的情况下用于光线传输。

[0058] 主要透明或半透明共振模式声音板元件可以使用已知的透明压电换能器,例如将钨掺杂锆酸钛。但这样做成本相当高,因此利用此处的替代方法,通过从图 2 中所显示的对板周围或边缘的四种激励类型选择其一和最佳化的扬声器设计,可以保留共振模式声音板元件 10 大部分畅通无阻,这四种激励类型标示为类型 T1-T4,如下所述：

[0059] T1- 发出压缩波至板元件 11 的边缘 (如图沿着 18A) - 如利用相关驱动换能器惯性作用或参考平面

[0060] T2- 沿着板元件 11 的边缘 (如图沿着 18A),发出横弯曲波 - 如利用弯曲作用驱动换能器,使板边缘侧向变形

[0061] T3- 向边缘 18A、B 间的角落,如图所示施加扭转 - 可以利用弯曲或惯性的驱动换能器

[0062] T4- 如图示直接在板元件 11 的边缘 18B 产生线性变形 - 可在与惯性驱动换能器接触的局部区域。

[0063] 图 3 为综合板 11 组件的局部视图,显示高张力的表面 15、16 及结构芯体 14,具有驱动换能器 / 激励器 31-34,用于前述边缘 / 界边驱动的四类型 T1-T4。实际上,板内可同时使用少于四种的驱动类型,该板可用于声音及机械最佳化,以得到所希望的操作频宽,及所使用特定类型的驱动。因此,最佳化板可由任何一种或多种不同的驱动类型来驱动。

[0064] 透明或半透明边缘驱动声音板可以是单件式,如玻璃。或者使用合适的透明 / 半透明芯体及表面材料的表层夹芯结构,请参见图 11。以视觉显示单元 (VDU) 来解释时可能让屏幕也用作扬声器,能够具有适合的高弯曲刚度及低质量,如果包括一对表面 15A、16A 用透明粘结剂 15B、16B 夹住气凝胶材料 14A 的轻芯体。气凝胶材料系质地轻的多孔固体材料,例如二氧化硅一样。透明或半透明的一个或多个表层可以是分层结构及 / 或由透明塑料譬如聚脂,或玻璃制成。传统透明 VDU 屏幕可由透明的声音辐射器板所取代,包括在没有阻挡的主屏幕区之外带有声音激励。特别合适的氧化矽气凝胶芯体材料为来自 BASF 的

(RTM)BASOGEL。其他可适用的芯体材料可包括较不熟悉的气凝胶形式材料,包括金属氧化物,像铁及锡氧化物、有机聚合体、天然胶及碳气凝胶。特别合适的塑料表面薄片可以是聚乙烯对苯二酸盐 (RTM)MYLAR,或其他透明材料,带有正确的厚度、模量及密度。非常高的气凝胶剪切模量允许产生特别薄的组件,以适合微型及其他实际中重要的因素,并在分配模式声音原理下工作。

[0065] 若有需要,这类透明板可被装入现有的 VDU 板内,组合成完整的前板。对于等离子体类型的显示,其内部保持在低气压状态,接近真空,并有非常低的声音阻抗。因此在声音辐射器之后将产生可以忽略的声音交互作用,改进了性能,并节省了通常的前板。对于薄膜类型的显示技术,前方透明窗也可使用分配模式辐射器建立,同时对后面的显示结构的尺寸和规格进行确定,使其包括能够有助于声音从前板声音辐射出的声音特性。例如,部分用于后显示结构的声音透通性将减少向后的波的反射,改进了分配模式扬声器元件的性能。在光发射类型显示装置的情况下,这些装置可以设置在透明的分配模式板的背面,而不会明显地妨碍其声音性质和从前方看到的影像。

[0066] 透明分配模式扬声器也可以用在背投系统上,这时,该扬声器可以附于是半透明屏幕,或此功能本身与适当制备的用于背投的表面结合。此例中,投射表面及屏幕可以是同一组件,既方便又经济,而且使声音性能最佳化。可选择后表面来接收投射影像,或者,选择芯体的光学特性,作为投射使用。例如,在具有相当薄芯体的扬声器板中,完全的光学上透明可能是不需要或不理想的,允许选择替换光传输芯体,也就是,其他等级的气凝胶,或更经济的替代物。特殊的光学特性可与芯体及 / 或表面结合,以产生用于传输光学影像的方向及亮度加强特质。

[0067] 当透明分配模式扬声器具有外露的前表面时,其可通过设置例如导电垫或区域来加强,该导电垫或区域可以是可见或透明的,用于使用者向屏幕输入资料或指令。透明板也可由光学薄膜来加强,以减少反光及 / 或改善抗擦伤能力,或仅加上抗擦伤薄膜。透明板的芯体或表层也可选择以具有光学色调,例如颜色明暗或中性色度,以改进与分配模式透明板扬声器结合的显示器之视觉对比比例。在生产透明分配模式板时,不可见的线,例如微线 (micro-wires) 形,或透明的导电薄膜,可与指示器结合在一起,例如发光二极管 (LED) 或液晶显示器 (LCD) 或类似产品,允许他们一体地装进透明板及后续保护,该技术对于声音性能的损害也最小。在不需要整体透明的情况下也可使用此项设计,例如板仅有一个表层是透明的,以便观看在该表面之下的一体的显示。

[0068] 根据包括价格及性能条件的设计准则,换能器可以是压电式或电动式,并表示于图 3 中作为通过合适的粘结剂粘在板上的简单的概要元件。对于上述的 T1 类型驱动激励所示的惯性换能器 31 将垂直方向的压缩波传至该板 30 中;对于上述的 T2 类型的驱动激励,所示的弯曲形式换能器 32 的弯曲波工作时直接局部弯曲,以发出弯曲波穿过扬声器板 30。对于上述的 T3 类型的驱动激励,所示惯性换能器 33 使板角落变形并传至对角,而进入整个扬声器板 30 中。对于上述类型 T4 驱动激励,所示的其他惯性换能器 34 为方块或半圆形,用于使扬声器板 30 的边缘变形。

[0069] 各类型的激励将使板 30 产生其自己的特性驱动,这在包括板 30 本身参数的整个扬声器设计中,进行了说明。沿着板边缘的换能器 31-34 之配置,实际上是根据板设计参数进行迭代,以得到最佳值,或至少在工作中可接受的弯曲波模型分配。可以预见的是,根据

板特性,包括例如控制损失,及边缘或接近边缘驱动的位置及类型,一个以上的声道可施于相关的板 30,例如通过多个驱动换能器。这种多声道潜力可由信号处理而增大,以得到最佳的声音品质,及 / 或以控制声音辐射特性及 / 或甚至改善可感觉到的接收信号间分离及空间效应。

[0070] 沿着基本呈矩形的板元件的边缘的驱动换能器位置,根据我们上述的 PCT 申请,位于垂直的侧边平行线或坐标穿过板内最佳或优先驱动换能器位置的所达到的边缘位置,参见图 4 中 42 处虚线 45-48。至少在这类关于边缘位置 45-48 的两个坐标处使用驱动换能器,事实上是相当实用的。图 6 显示同相串联及串 / 并联连接,用于在 A 及 B 位置的二及四个驱动换能器。其他驱动器连接也是可行,通常也是较佳的应用,包括直接一对一地连至各换能器装置;而且可以进行任何希望的信号调制,例如差分延迟、过滤等,例如配合换能器间及 / 或与电子信号和图 5 中相对板内最佳位置 PL 的较佳的驱动换能器位置 CP1-CP4 减少不需要的干扰。成对组合可分别来自不同坐标,例如 CP1 及 CP2、CP2 及 CP3、CP3 及 CP4、CP4 及 CP1,而第一较佳成对组合只是概念上的定义最大的区域,实际上,包含几何中心点 X。这类概念区域当然通过包含其他一般的最佳或优先板内驱动换能器位置,参见互补位置 CL 及在 CP5 和 CP6 的标出,用于驱动换能器位置的第一较佳成对组合。

[0071] 对于非常高品质的板,注意到:相关驱动位置好的及更好的成对的直角坐标,可产生低频输出,该输出甚至可能比先前更接近中心位置的最佳板内位置的输出更扩大且更一致,虽然在较高频率范围中具有某种适度的变化。较高频率处的离轴响应是类似的,但实际上在较低频率处要更对称。

[0072] 图 7 显示选取成对换能器的实验结果,而对于该成对换能器,将直角相对关系维持于上述一般板内优先换能器位置的中央,特别是更有助于坐标相关的边缘的驱动位置 SP1 及 SP4,但是换能器是相对地被转换到板边缘的位置来加以测试。大部分可行的 / 有前途的成对位置被标于成对位置 1a、1b 至 6a、6d。图 7 实际上也显示了另一实验的结果,其中成对的换能器位于直线穿过最佳的板内驱动位置 SP1、2 的直线的相对两端。少数的可行 / 有前途位置位于位置 2a、2d 及 3a、3d。相对于其他成对或更多的边缘驱动位置,值得进行更多的实验工作,并正尝试进行理论 / 系统化的工作。从所引用的尺寸和提供可行 / 有前途的测量 / 评估结果的成对位置处测量看,图 7 中并未严格地按比例。

[0073] 图 8 显示芯体 74 及表层 75、76 结构的板 70,具有装在接近角落位置的转换器 72,质量负载 78 基本上位于其他的一般板内最佳换能器上,实际上是距离换能器 72 的激励角落最远的一个或一群中,这样发现当成弯曲波振动的“虚拟”源来使用看起来特别有效。对换能器有利的是:避免与位于坐标位置实际上居中、距离角落为边尺寸的 5% 的位置,或至少与前述位置之外的位置耦合,在该位置处已建立许多共振模式具有节点的状况,也就是低振动活动。

[0074] 参见图 9,该简图表示选取用于一个边缘或边缘附近装有换能器的单一位置有关的研究结果概图,参见 ST1-ST4,分别为角内、半边长、1/4 边长及 3/8 边长;并选择板附近边缘位置用来边缘夹紧 / 质量负载的位置。使用一激励换能器,参见图 9A 中关于板 90 的 92,而通过板侧接 / 卡住磁铁 93A/B 的方式加载 / 夹紧。

[0075] 使用角落激励换能器位置 ST1 的性能受到如图 9A 所示在位置 13、14、18、19 的质量负载协助,包括与其他位置的组合。对于激励换能器位置 ST2,好的单一质量负载位置为

位置 6、7、8,可以是 9、11,特别是 12、15- 也包括与其他位置的组合。组合 5+11 及 6+11 特别有价值,也包括与其他位置的组合。对于激励换能器位置 ST3,好的单一质量负载位置为位置 5、6、7、13,特别是组合 5+13 及 10+13,组合 6+18 及组合 / 其他组合。对于激励换能器位置 ST4,最佳位置为 6、18,但两者都没有其他激励器位置 ST1-ST3 好。

[0076] 图 10 显示板形式的扬声器 80,该扬声器具有板内没有阻挡的区域 81,延伸并穿过一般板内优先驱动换能器位置,及位于边缘的换能器 82。区域 81 是为了要能够直接显示,或呈现某些由板 80 所携带的东西,而不影响声音性能,或某些扬声器板 80 会从后面经过的东西,例如很小的空间及 / 或透明或半透明。音量及品质都易于加强,前者是由适当设置的另外驱动换能器(未显示)来增加强,品质则是由局部边缘夹紧 83 有益地来加强,以作为板终端有效地控制特定模型振动点。板 80 另标示有局部弹性悬承 84,该悬承位于不致造成任何影响的位置,或甚至有助于增强声音性能的位置。高通滤波器 85 优选地用于驱动换能器 82 的输入信号,很容易局限于最佳复制范围,例如对于 A4 尺寸或类似大小板而言,不低于 100 赫兹。因此,不应出现任何有问题的低频板 / 激励器振动。

[0077] 对于提高声音性能而言,控制加载在板 80 的声音阻抗是有益的,例如在边缘或周边区域较低,特别是在表面速度会很高的驱动换能器 82 的附近。有益的这类控制措施包括与局部平面组件之间留有空间(例如约 1-3 公分),及 / 或与邻接周边框架中插槽或其他孔洞间留有空间,或支承结构或格栅元件。

[0078] 另外可行的且有益的是安排机械阻尼,导致声音修正,包括在区域 81 的损失,或甚至在边缘地带,使其不受阻碍,至少对于较高频率而言。这可以通过选择材质来实现,例如单一的聚碳酸酯或丙烯酸及 / 或适合的表面涂层或分层结构。在多个驱动换能器的附近,声音辐射的最后有效集中至边缘区特别有助于复制一个以上的声音信道,至少对于近距离聆听,像是玩电脑游戏等局部虚拟声音方面的应用。更进一步,能够合并多种声音来源,并且在融合时不会发生问题,至少可用于声音影像的展示。

[0079] 下表为用于与图 11-28 有关的研究的实际板元件参数。

[0080]

	低刚度板	高刚度板	中等刚度板
芯体材料	Rohacell	Al 蜂窝	Rohacell
芯体厚度	1.5 毫米	4 毫米	1.8 毫米
表层材料	Melinex	Black 玻璃	Black 玻璃
表层厚度	50μm	102μm	102μm
板区	0.06m ²	0.06m ²	0.06m ²
长宽比	1:1.13	1:1.13	1:1.13
弯曲刚度	0.32Nm	12.26Nm	2.47Nm
质量密度	0.35kgm ⁻²	0.76kgm ⁻²	0.6kgm ⁻²
Zm	2.7Nsm ⁻¹	24.4Nsm ⁻¹	9.73Nsm ⁻¹

[0081] 图 11-14 与第一列的高刚度板元件有关,图 15-24 与第二列的低刚度板元件有关,

图 25-28 与第三列的中等刚度板元件有关。

[0082] 所有曲线都含有声音输出功率 (dB/W) 当作纵坐标, 以频率当横坐标, 因此将测量得到的声音输出功率显示为频率形式, 一般是以由点连接成的线条表示。大部分曲线都显示出上方调整的真正功率线。如本专利文件刚开始提到的, 该调整是采用了归一化为平直直线的函数, 并允许评估共振模态, 避免在低频时经常遇到的功率下跌效应。我们发现功率的平滑能显著地提升声音品质。这种实际功率输出的归一化数值, 有助于利用均方差倒数来评估平滑度, 而大部分的条形图都是这类型。

[0083] 图 11-14 中的较高刚度板元件, 实际上没有先前图 7 及图 9 的板元件那么硬, 但是很明显地表示出, 优选地将单一换能器设在前面按最优确定的板内换能器坐标相应的位置处, 也就是在距离任一角落约 $3/7$ 、 $4/9$ 长度的位置, 或约 0.42-0.44 的地方。但是, 对于各边缘, 在这类位置之间及这类位置之外, 存在着有前途的潜力位置的明显扩展, 事实上分别位于较短及较长边中间区域的约 10% 及 15% 之内, 以及在 $1/4$ 长度位置的 28% 及 30%。

[0084] 至少大体上看来, 虽然另外的空间增至 0.09, 但是换能器边缘或接近边缘的测试位置, 仍是依据与板内换能器位置的 0.42 优先坐标值和该边中点 (0.5) 位置两者的差相应的空间来决定。因此通常测试位置为 0.08、0.17、0.28、0.33、0.42、0.50。

[0085] 总的说来, 我们认为曲线及条形图在表现最佳的和认为有价值的换能器的位置须显示出换能器的最佳及可能的突出位置, 而对于可行的局部夹紧, 以改进没有什么价值的换能器位置, 请参见图 23。

[0086] 对于单一换能器边缘或接近边缘位置而言, 其他两个更低及中等刚度的测试用板元件, 以功率平滑度的观点来看, 也显示出相同的板内坐标较佳位置, 请参见图 15 及 25。但是较低刚度板元件显示出另一种区域, 类似范围从约 $1/4$ 位置至距离角落 $1/10$ 长度以下位置的有价值位置。有趣的是, 如果是依据效率来评估, 也就是功率输出量 - 通常用于均方差时, 是以中线贯穿实际输出功率图作为基础 - 上述区域弯曲以强调 $1/4$ 长的位置, 且主要倾向板内坐标的相关位置, 参见图 31A 的均方差倒数条形图。中等刚度板元件向高刚度板特性变化, 表现出板内优先坐标位置之间的有价值延伸, 但也示出了约 $1/10$ 长度位置处价值。

[0087] 本领域技术人员在看到实际输出功率图时将会察觉到, 对预期声音复制品质的影响而言, 所指示的最佳及可行换能器边缘位置之间是有差距的 - 对此, 模态在其中是很重要的因素, 亦是指共振模式激励的数及平滑度。像模态这种特性, 如果是从评估输出功率平滑度的角度来看, 模态等特征对于代表优先位置被视为更有价值, 当然可以处理输入信号以用于经过以上标准化后之信号, 具体地讲, 信号调制或均衡形式有选择地放大低频。这样将可达到甚至超过使用基于效率为最优的位置的功率; 但显而易见并不是效率本身, 因为要用更多的输入功率。

[0088] 相应地, 如上面预言的那样, 研究了其他增加较低频功率的方法, 主要是隔音件及 / 或选择性局部间隔夹紧或全边夹紧。图 18A、B、C 显示一般用于隔音件附近较低频率输出升高的状况, 有 60% 以上区域超过低刚度板, 刚性夹紧所有三个边没有提供换能器位置, 以及这种隔音和夹紧地固定。这类隔音件会保持模态, 但在某些特殊场合中不一定总是可行的。因此, 全面地研究较低刚度板元件的其他边缘位置看起来是很值得的。结果显示, 以效率为基础的评估, 对于实际平行边或三边缘的全边夹紧, 和图 29 “X” 处的角落和中点的七

点局部边夹紧,都强调了 $1/4$ 长度点,而有换能器的边沿长度方向没有被夹紧,分别参照图 31B、C 及 D 的条形图。但是如图 29 中的 ‘X’ + ‘O’ 的 13 点夹紧将重点明显移转至板内优先坐标位置。以功率平滑度为基础,对于具有夹紧的板元件的评估,可产生与最佳换能器位置相同的结果,参见图 19A、20B、21B 及 22 中的条形图,但与下面较佳位置有明显差异,通过观察实际输出功率图可以大致地加以确认。

[0089] 实际上,根据功率输出平滑度,在以专业观察及评估为基础的优选情况间发现特别强烈的一般相关性。于是,这会证明至少是略微偏重评估,除非有实际原因导致偏重效率而不是品质,虽然这并没有什么很大的差异。

[0090] 局部边缘夹紧的另一应用,是有关于改进没有价值的换能器边缘位置,参见图 23A、B 之条形图,显示了相关边缘的右边而非左边,图中这两边是不同的。相关情况与较低刚度板元件有关,并为三边完全夹紧及七点夹紧,而沿着与换能器相同的边是变化的局部夹紧。在两者中,在距离与激励器更远的角落约 $1/4$ 长度位置的有用改进结果 - 参见图 23B 右手边的参考条形图,用于无夹紧的情况。对于完全边缘夹紧的情况,扩展更大,参见图 23A。

[0091] 在以功率效率及功率平滑度为基础来评估有不一致时,最好记得任何具有角落夹紧的板组件至该边缘,换能器与该边缘有效连接,强迫角落数值变为零。因此在振动活达到反节点峰之前,必须为相关共振模式保持半波长距离。如果由功率平度评估出较偏重接近角落换能器的位置,则应该小心处理,因为该位置可能是低功率 / 效率,即使由于耦合至所有相关共振模式波形很平滑,其波形可能上升很小。因此建议检查对应的功率 / 效率评估。实际上,最好是实际上两评估的基础能够一致,或者特别适合特定应用的某种妥协;最好是另外考虑功率 / 频率曲线的专业观察,也许有益的是有评估标准化,也可以没有。

[0092] 对于具有较高及中等刚度研究板元件而言,最佳换能器边缘位置测量有明显的一致性,但对其他有价值位置则有相当明显的差异。对有价值换能器边缘位置,更低刚度板元件很明显地较不重要。

[0093] 但在考虑使用一个以上与相同板元件边缘相关的换能器装置时,此位置仍然是明显的。该位置用于增加与板元件共振模式的耦合,伴随着无可避免的与面板件的自然分布共振振动模式的组合相互作用的复杂性,并结合有仅存在板边缘的这类分配振动型式。与简单规则相较有很明显的变形,所谓的简单规则譬如以所建立的优先板内换能器位置的坐标为基础。但是评估程序提供寻找好的结合边缘相关换能器位置的有用工具。

[0094] 对于上表中的较高刚度面板,图 13A、14A,一换能器装置位于沿着长边,对单一换能器装置的 0.42 较佳位置约 0.38-0.45 的允差度范围内的位置。第二换能器装置沿着最接近的短边变化,而图 14A 显示了与其他距离共同角落约 $1/4$ 、 $1/3$ 及 $2/3$ 长度的位置相比,界边偏重最远的 0.42 较佳位置,也就是 0.58 的中央,有趣的是,沿着短板边固定第二换能器装置于这种约 0.58 的较佳位置,而沿着长板边改变其他换能器(参见图 13B、14B),在大约 $1/5$ (0.17) 和 $1/4$ 长度位置沿着长板边产生最好的和次最好的最佳位置,对于功率平滑度,两者皆显示优于开始位置(约 0.42)。这个过程很显然地能够反复地进一步应用,虽然建议执行功率 / 效率评估及专业观察任一或两者都进行,特别是如果在这个过程中没有收敛的好位置,或者指出的任何好位置实际上都没有预期的好(或者没有该过程之前的好)。

[0095] 图 16A、B 显示了研究利用较长边缘具有较佳约 0.42 换能器位置和沿着最接近的

短边缘变化的第二换能器研究更低刚度面板件的研究结果。在功率平滑度增加方面没有很大的差异,最佳的三个接近角落及最接近 0.42 优先位置,不偏重某些象限中的组合。

[0096] 对中等刚度板元件的相同研究表明,强烈偏重于邻接象限优先 0.42 换能器位置(实际上 0.58),参见图 28A、B。

[0097] 现在看看刚度更小的板元件,有两个效果可以看成是对没有很好确定的最佳/接近最佳的激励器位置时有贡献。一是最佳化频率范围的板模式高于刚度较大的板元件。因此该板元件更接近连续系统,而输出功率平滑度更不依赖换能器位置,特别是第二换能器位置。

[0098] 另一效应与板元件的更低机械阻抗有关,其导致不太强地依赖能源转换的换能器位置。现在解释相关的机制。

[0099] 板元件的机械阻抗 (Z_m),决定了能产生点作用力运动,参见图 30 中的 100、101。一个物体与板相结合,该物体的机械阻抗比板阻抗小得多,甚至接近可比,该物体将强烈地使安装了该物体的板处运动失调。将动圈型的激励换能器与板相结合,等效于通过弹簧(换能器的音圈悬承,参见 108),将该板与接地质量(换能器的磁杯,参见 102)连接在一起。当这类弹簧的阻抗太接近板阻抗时,它将在某部分内决定换能器处的板作用。在此弹簧的限制整体上决定换能器处的点作用时,将不依据激励器位置上的输入功率。事实上,弹簧阻抗对板阻抗的比例大大地影响最佳换能器的位置,且结果对于最佳/接近最佳的换能器位置,结果不再那么明朗的了。

[0100] 这种低机械阻抗,对于边缘换能器位置的影响,要比板内的换能器位置的影响要大,因为机械阻抗在板边缘还要低,这表示换能器、音圈悬承具有更大的影响。特别是,对于上表中较低刚度面板而言:

[0101] 板主体中的机械阻抗为 $Z_{m_{\text{主体}}} = 2.7 \text{ Nsm}^{-1}$

[0102] 板边缘的机械阻抗约为 $Z_{m_{\text{主体}}}$ 的一半,也就是 $Z_{m_{\text{边缘}}} = 1.3 \text{ Nsm}^{-1}$

[0103] 换能器用的音圈悬承的柔度为 $C_{ms} = 0.52 \times 10^{-3} \text{ mN}^{-1}$

[0104] 在各模型频率的机械阻抗可以比平均阻抗 $Z_{m_{\text{边缘}}}$ 低 1 个数量级。因此可估计一般频率,低于该频率,激励器就会大大影响到板元件,例如音圈悬承的阻抗约为板边缘平均阻抗的 1/5 时。使

[0105]

$$\frac{1}{\omega \times C_{ms}} = \frac{1}{5} \times Z_{m_{\text{边缘}}}$$

[0106] 并得到 1200 赫兹的估计值,低于该频率的话,换能器及板将趋于耦合在一起,且位于最佳化的频率范围内。

[0107] 将换能器及这类低机械阻抗、板元件视为一耦合系统,则换能器部分决定板元件的阻抗,而输出功率的平滑度不太依赖换能器的位置。

[0108] 重复这类高刚度板的分析,得到对应的频率 130 赫兹,该频率则位于最佳化频率范围之外。

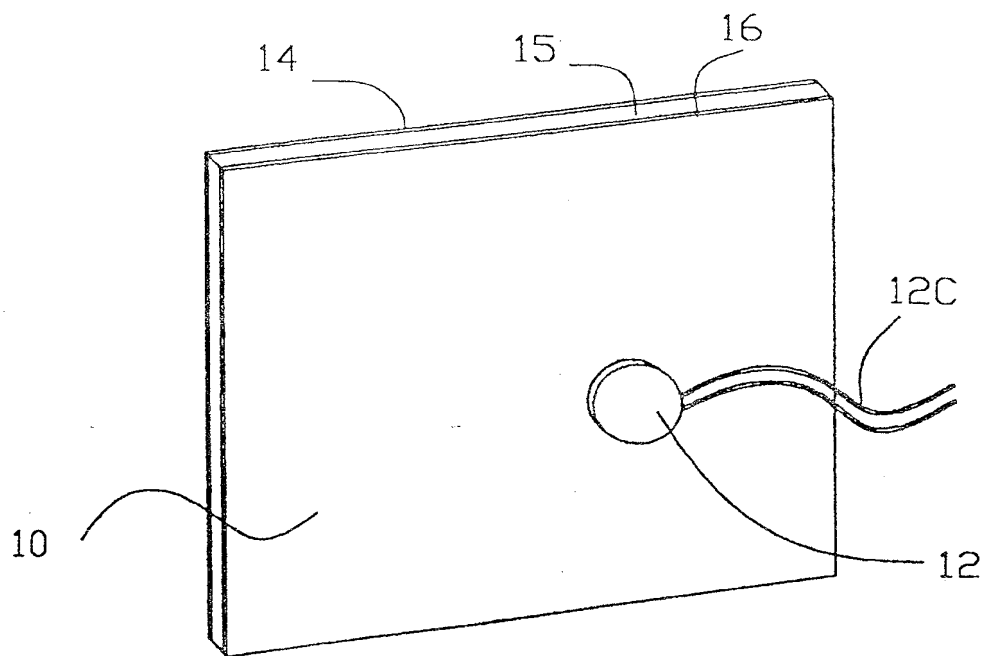


图 1

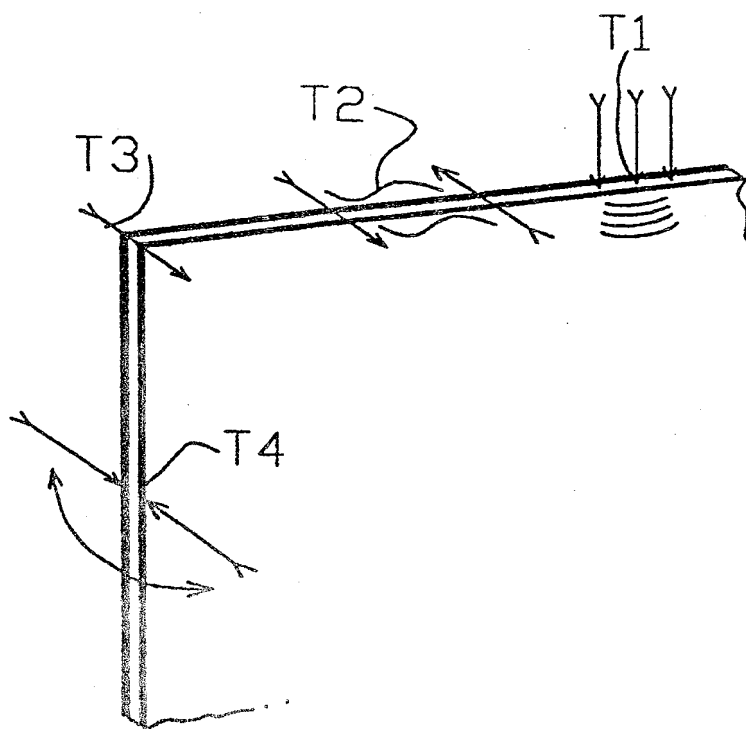
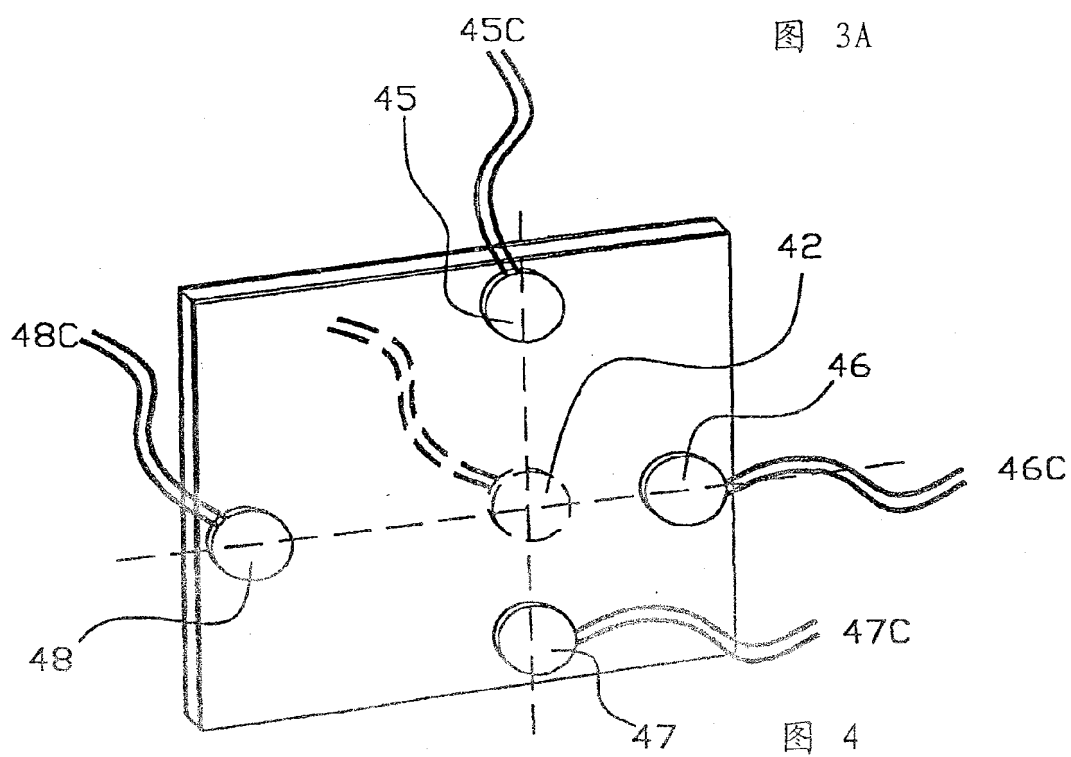
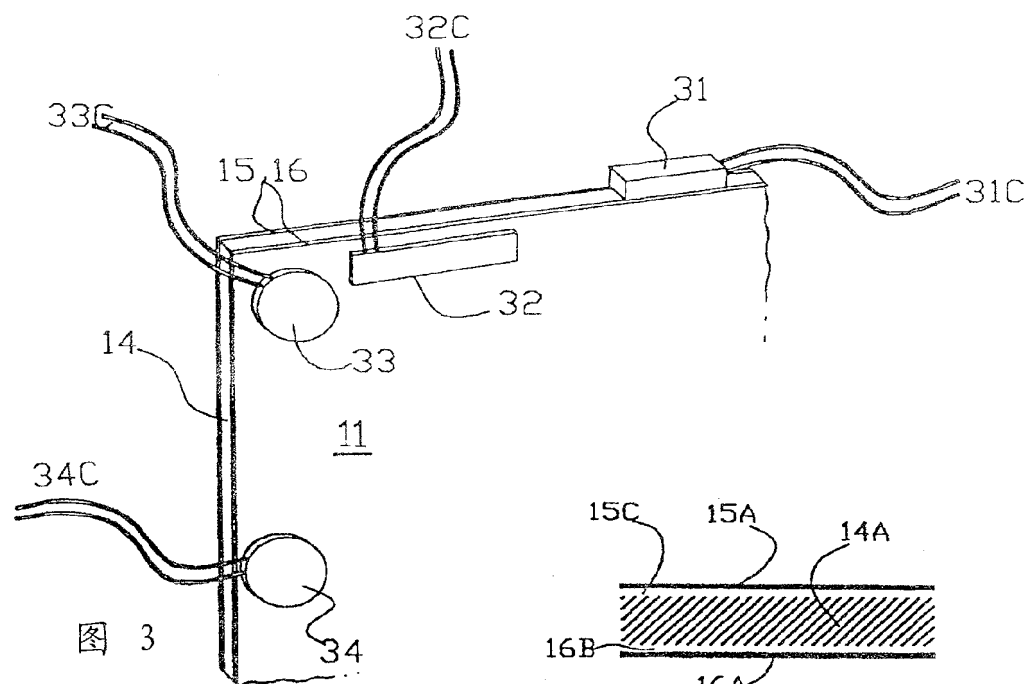


图 2



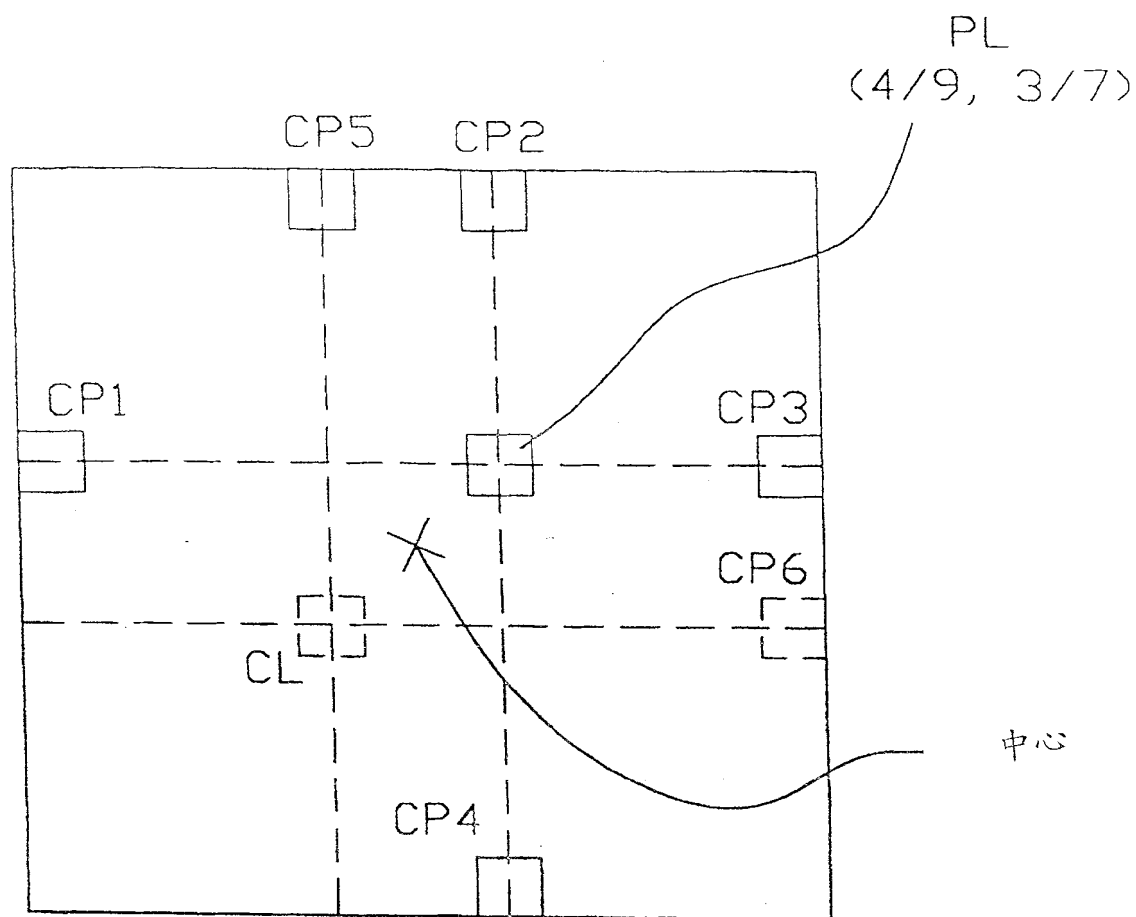


图 5

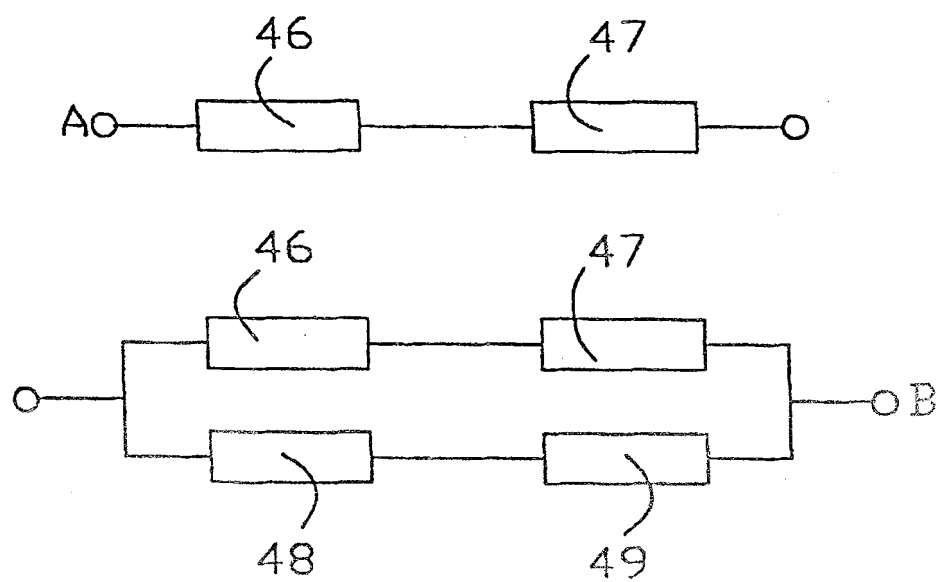


图 6

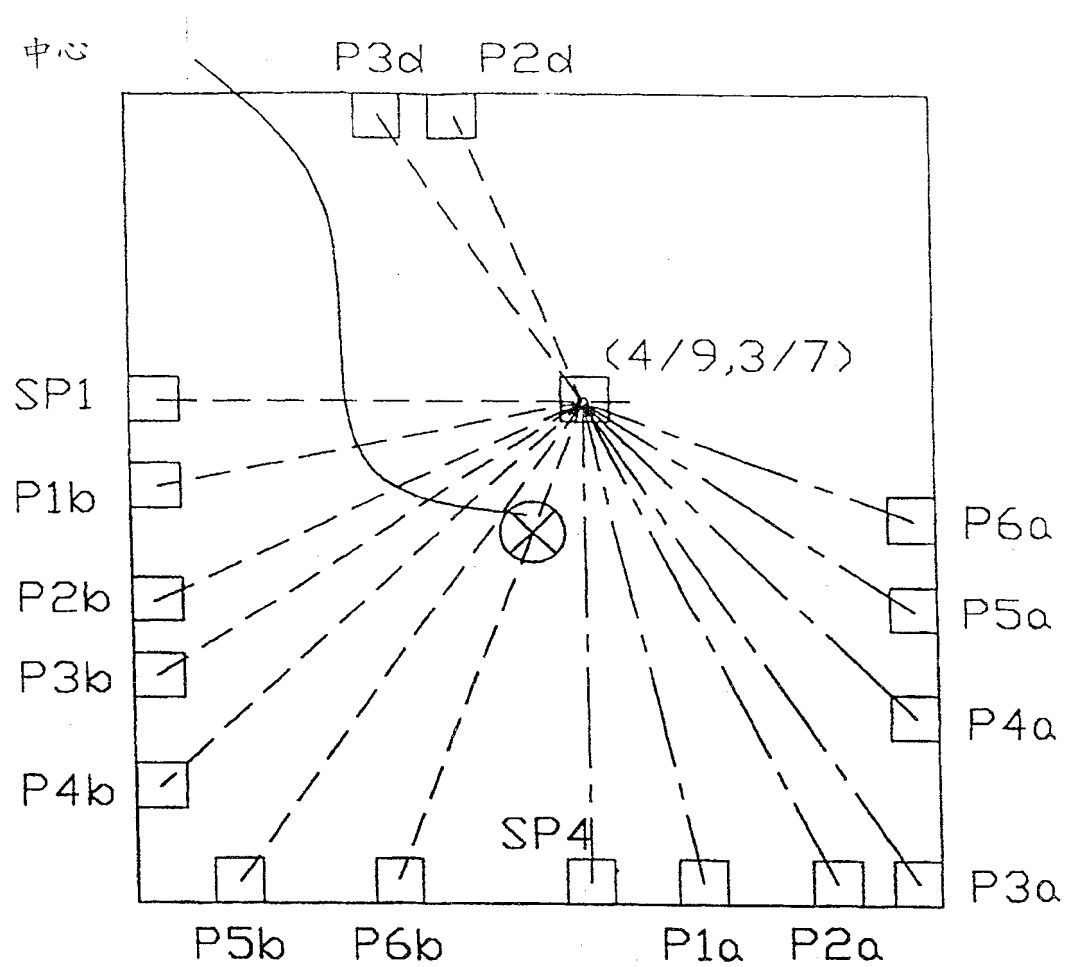


图 7

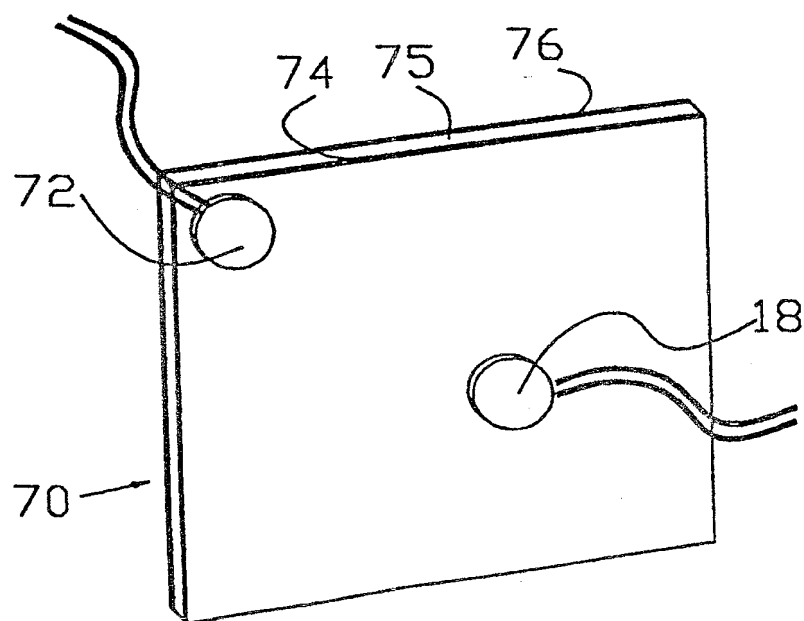


图 8

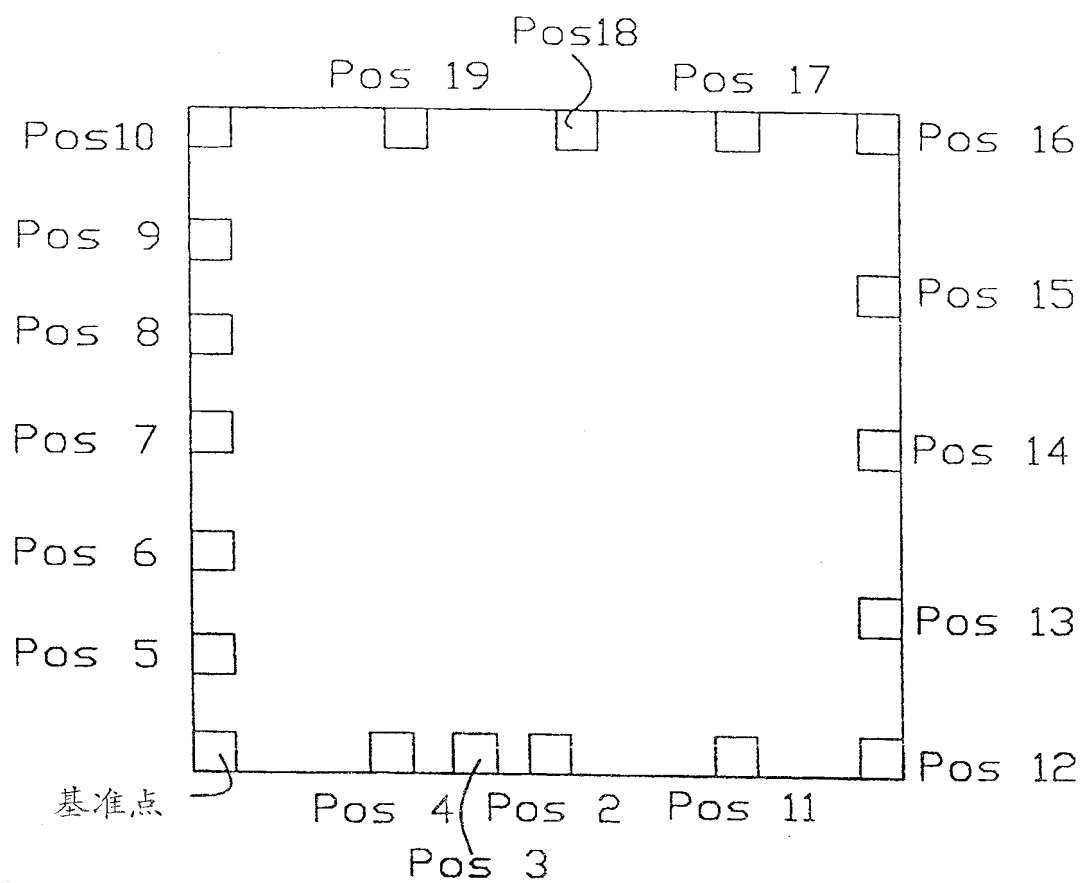


图 9

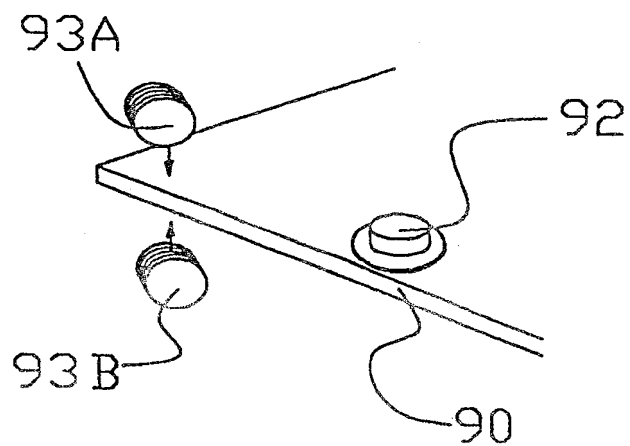


图 9A

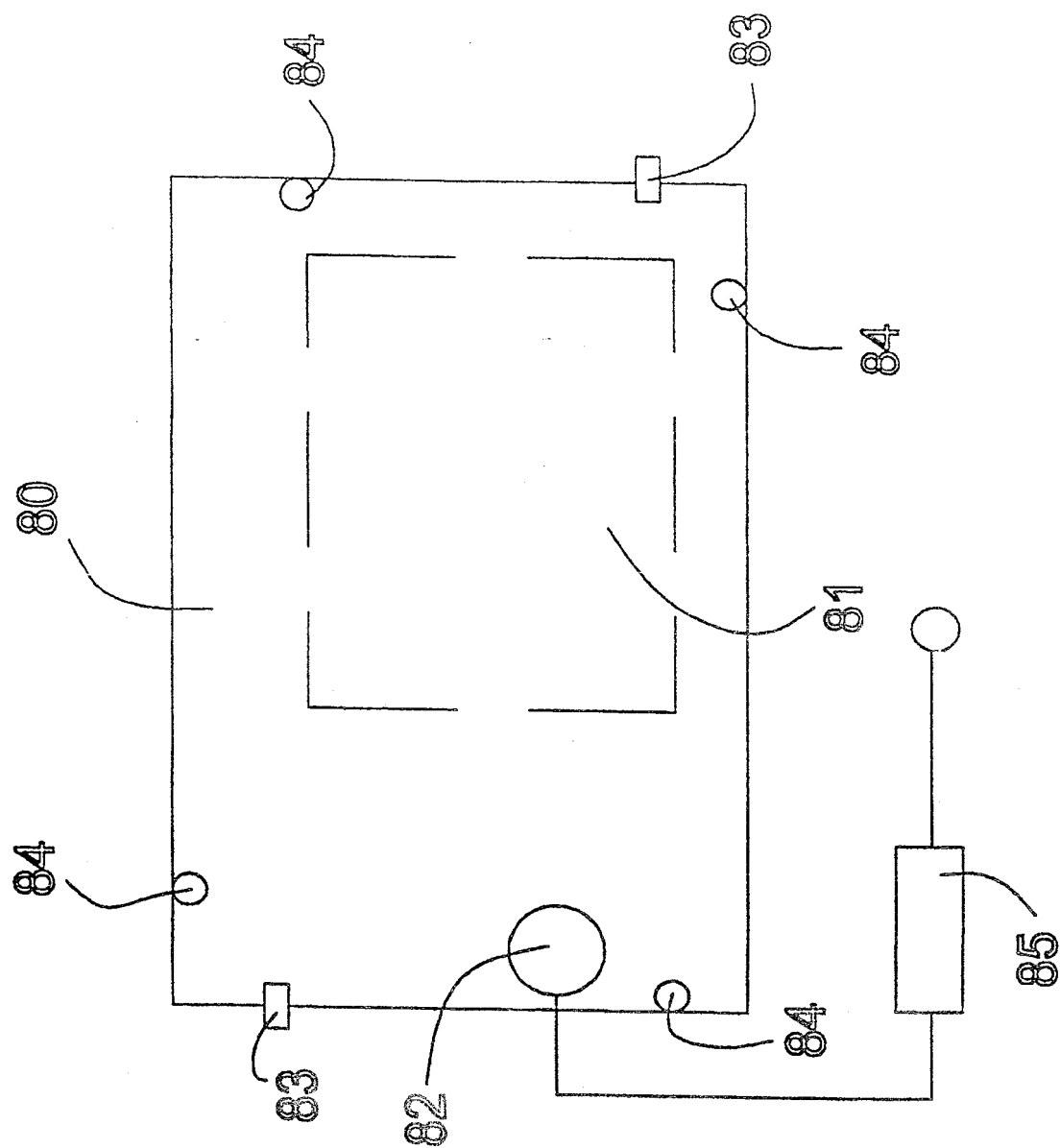


图 10

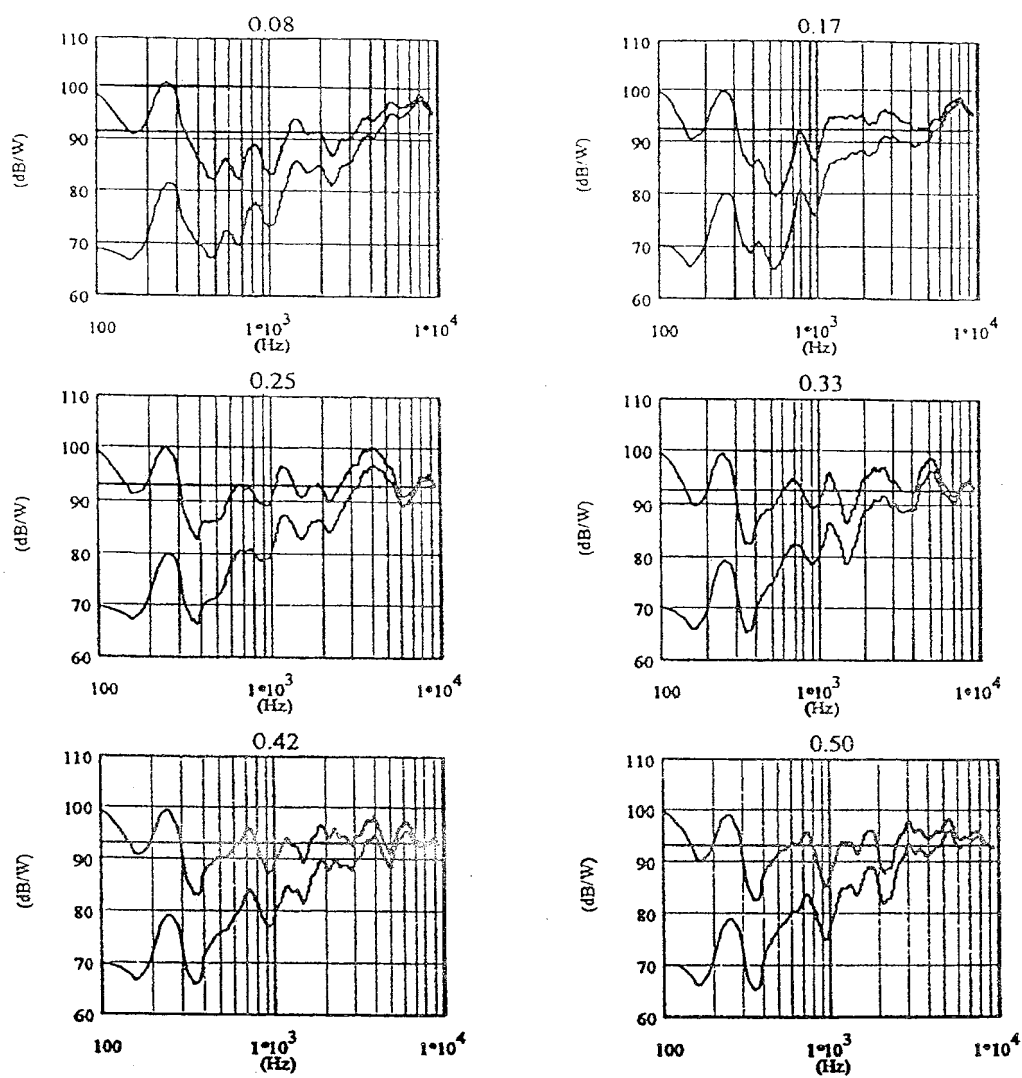


图 11A

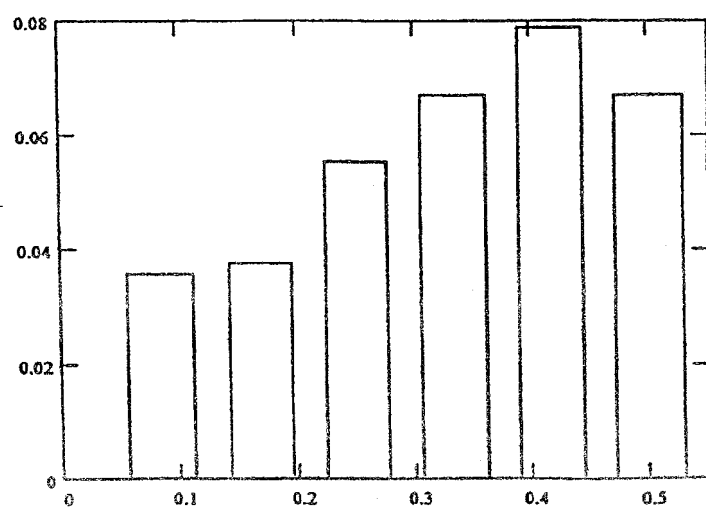


图 12A

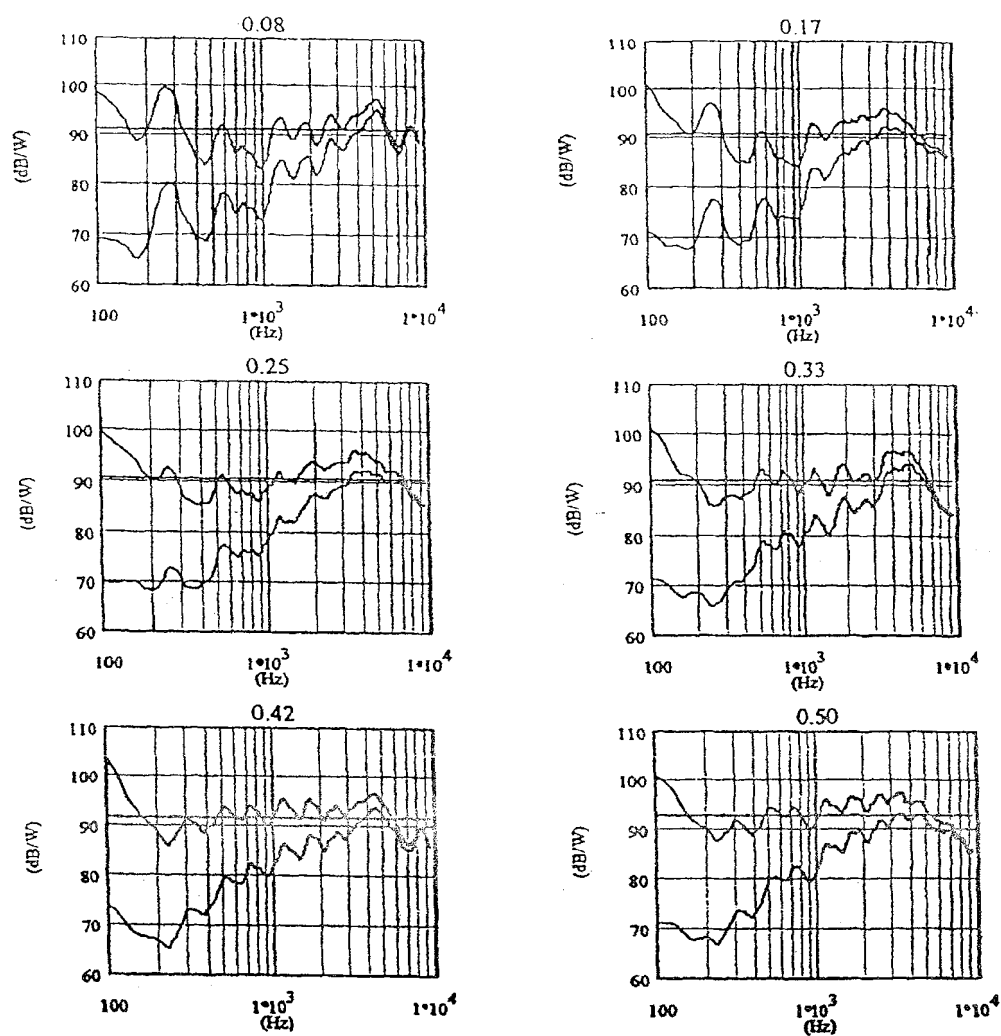


图 11B

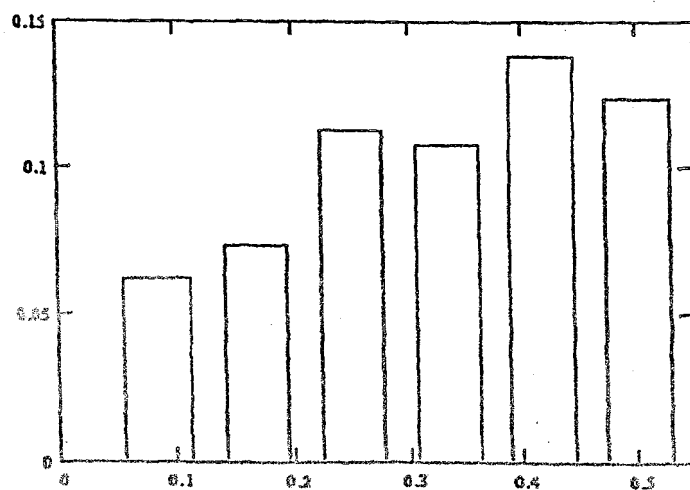


图 12B

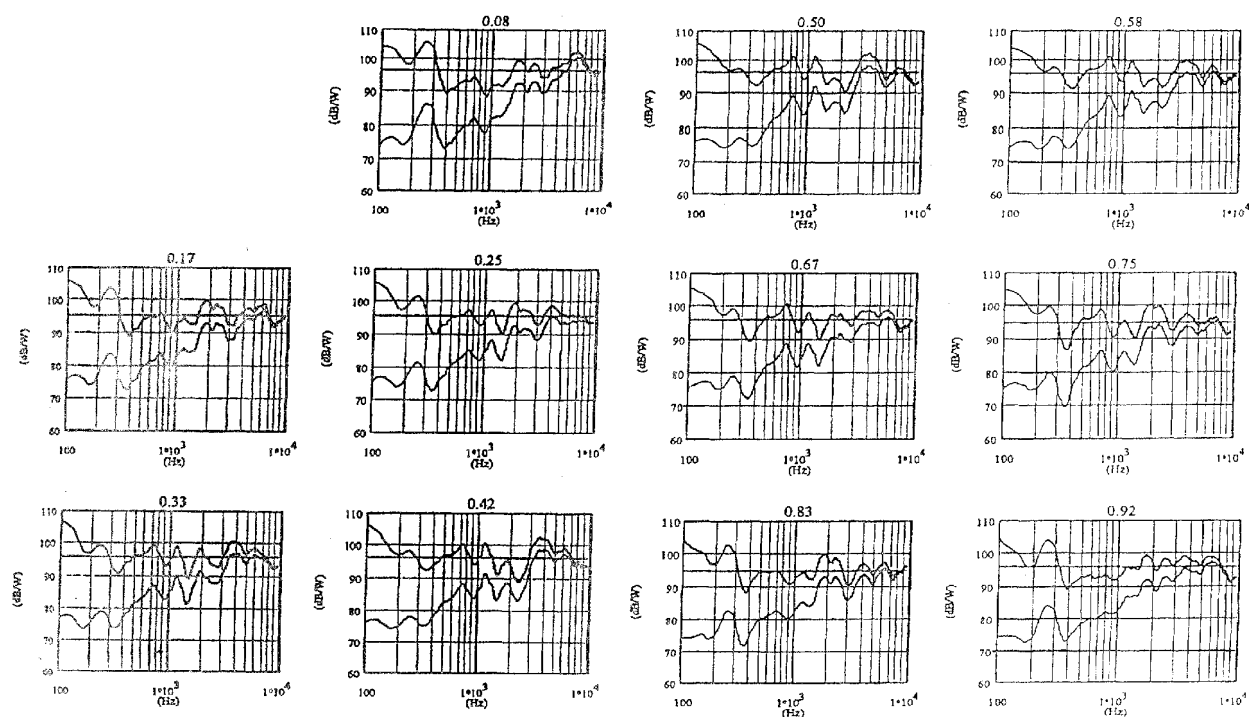


图 13A

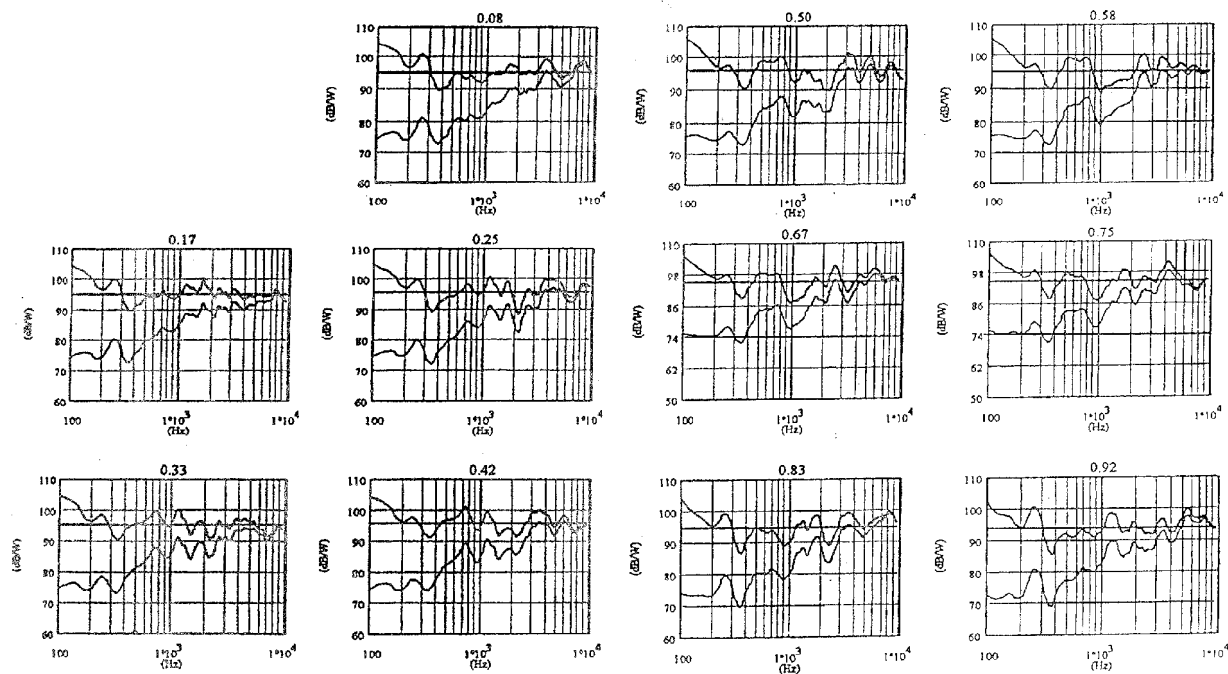


图 13B

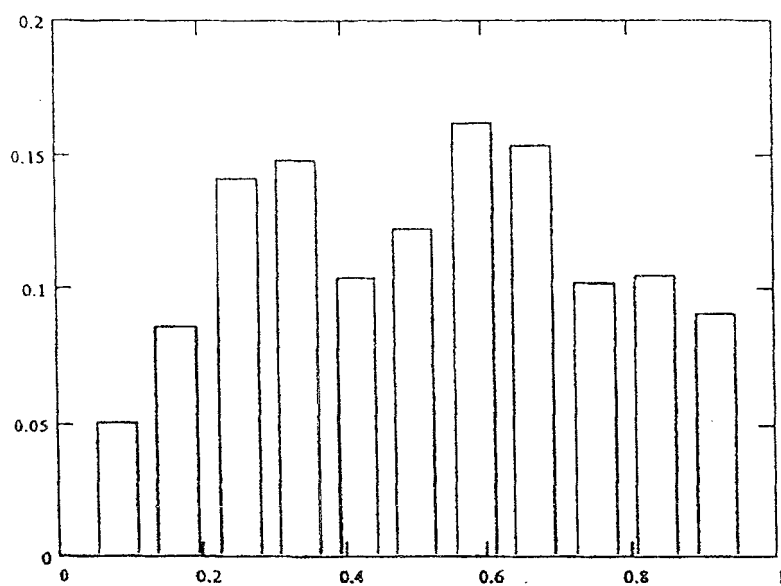


图 14A

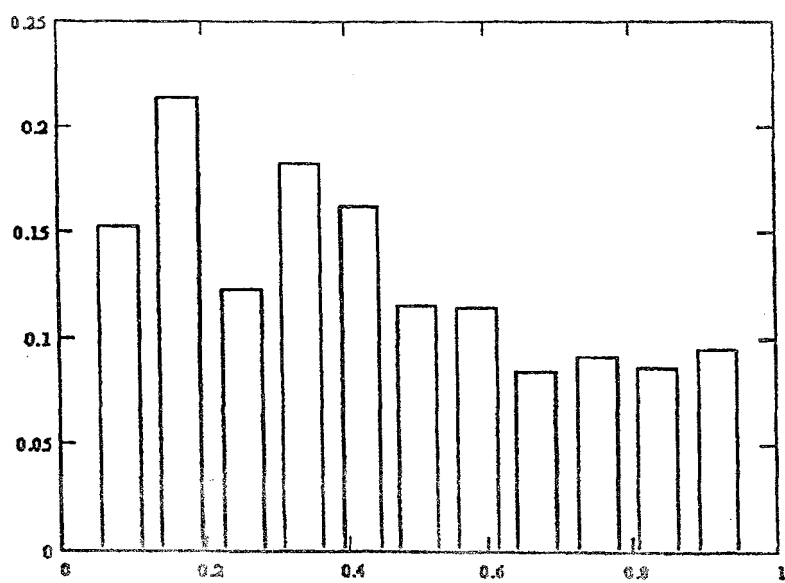


图 14B

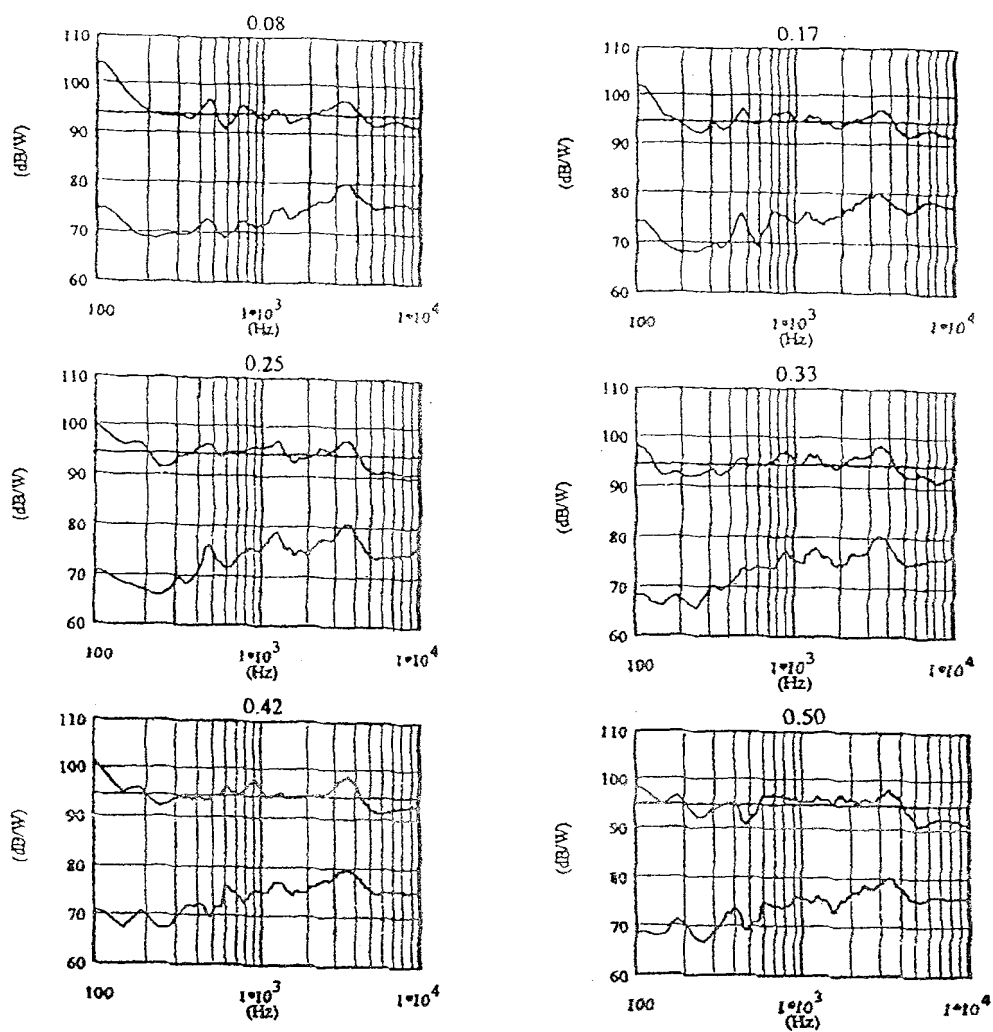


图 15A

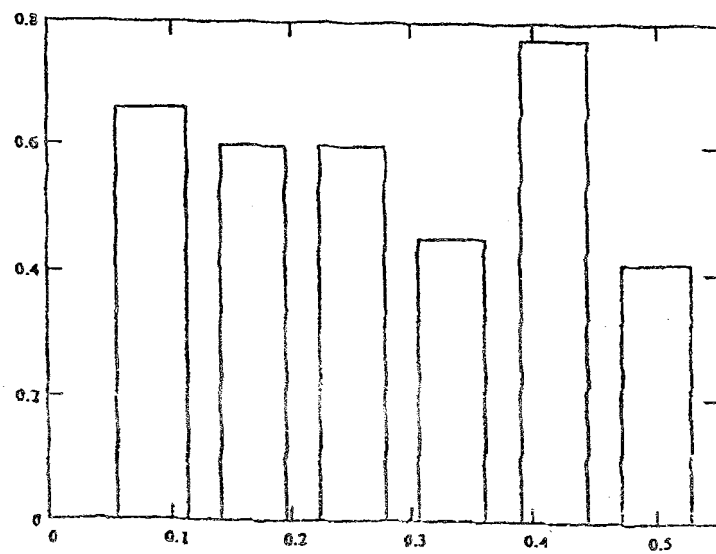


图 15B

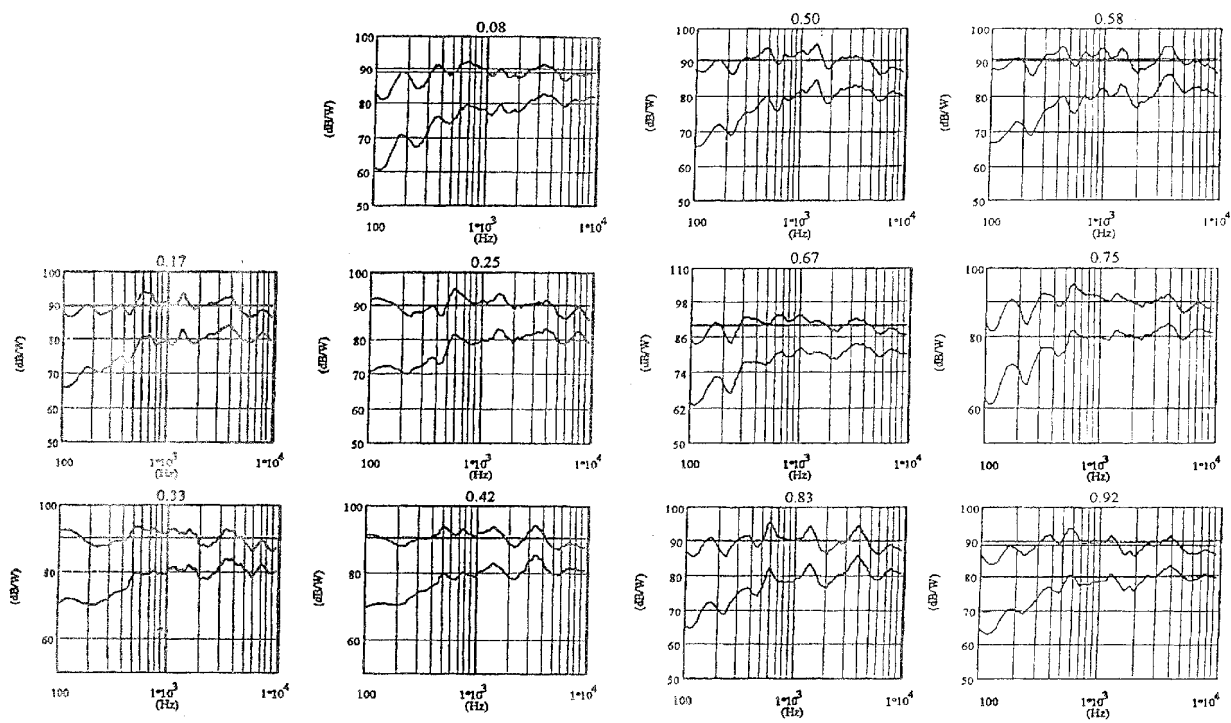


图 16A

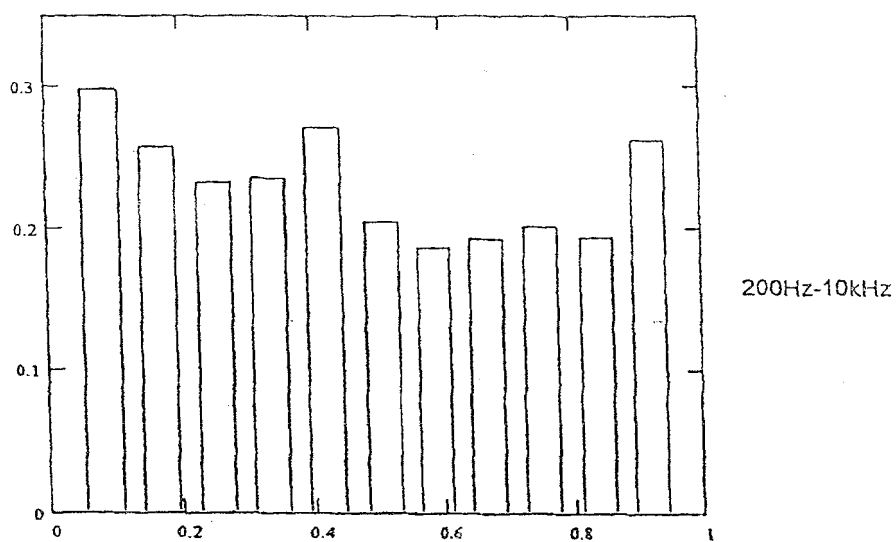


图 16B

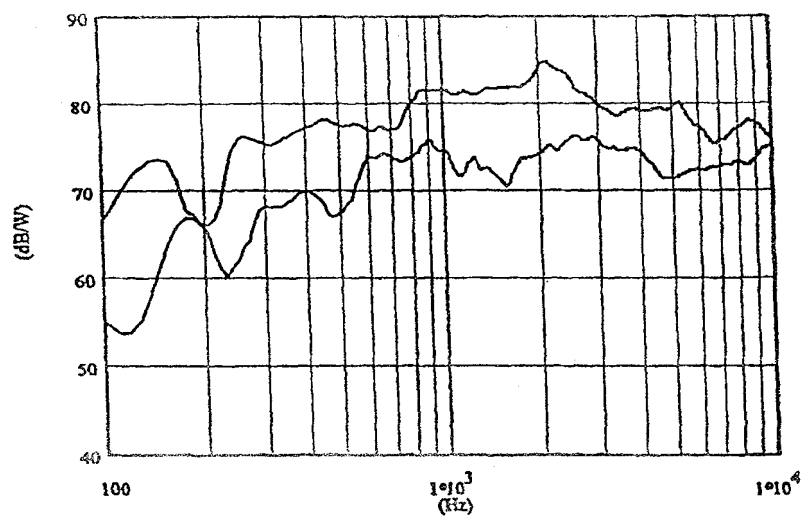


图 17

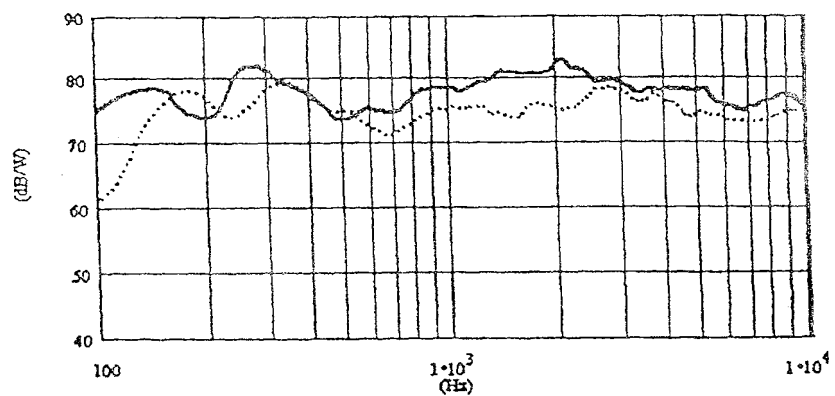


图 18A

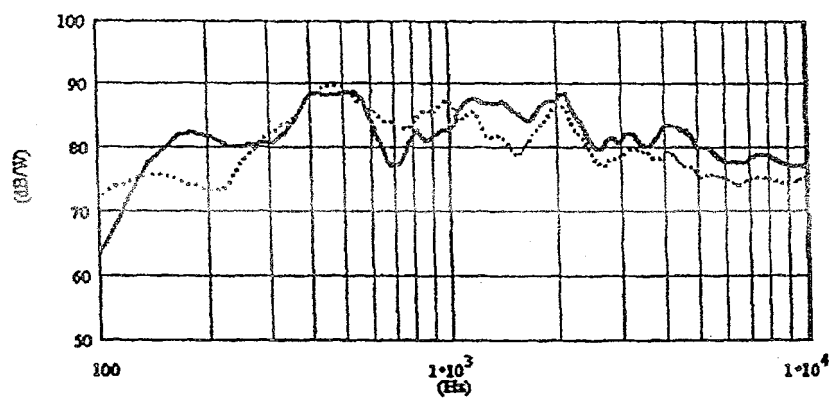


图 18B

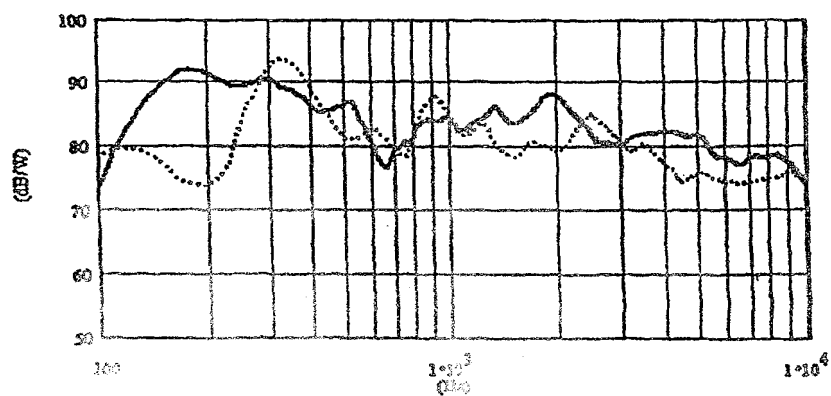


图 18C

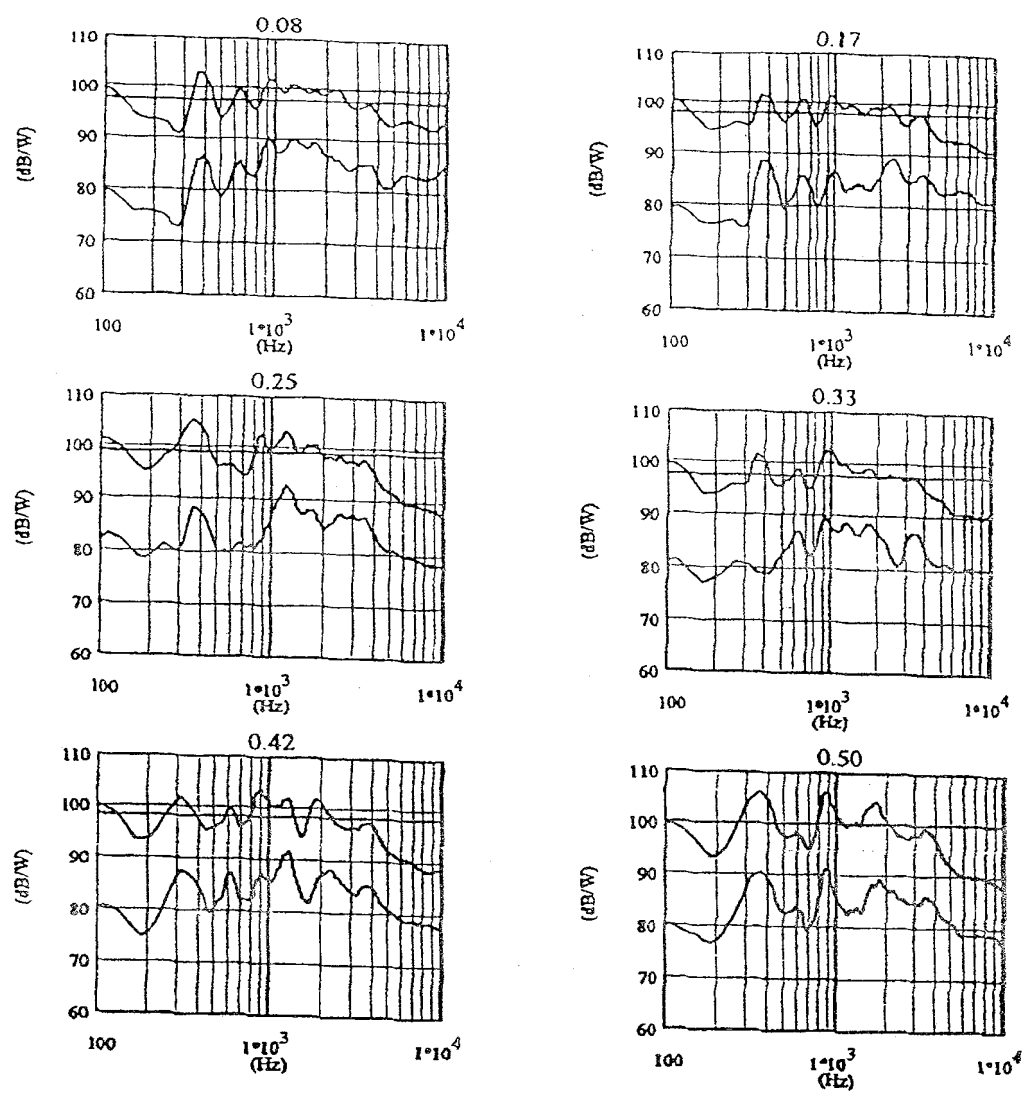


图 19A

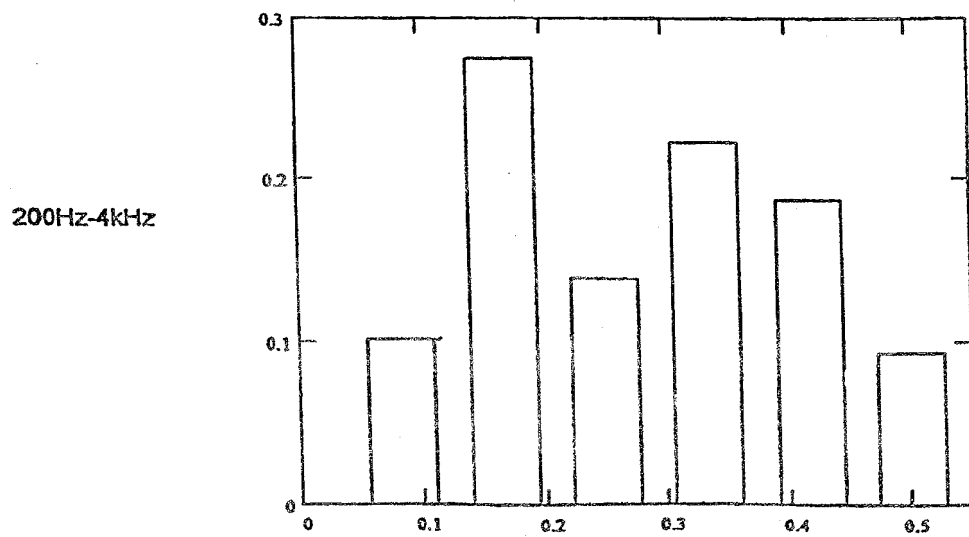


图 19B

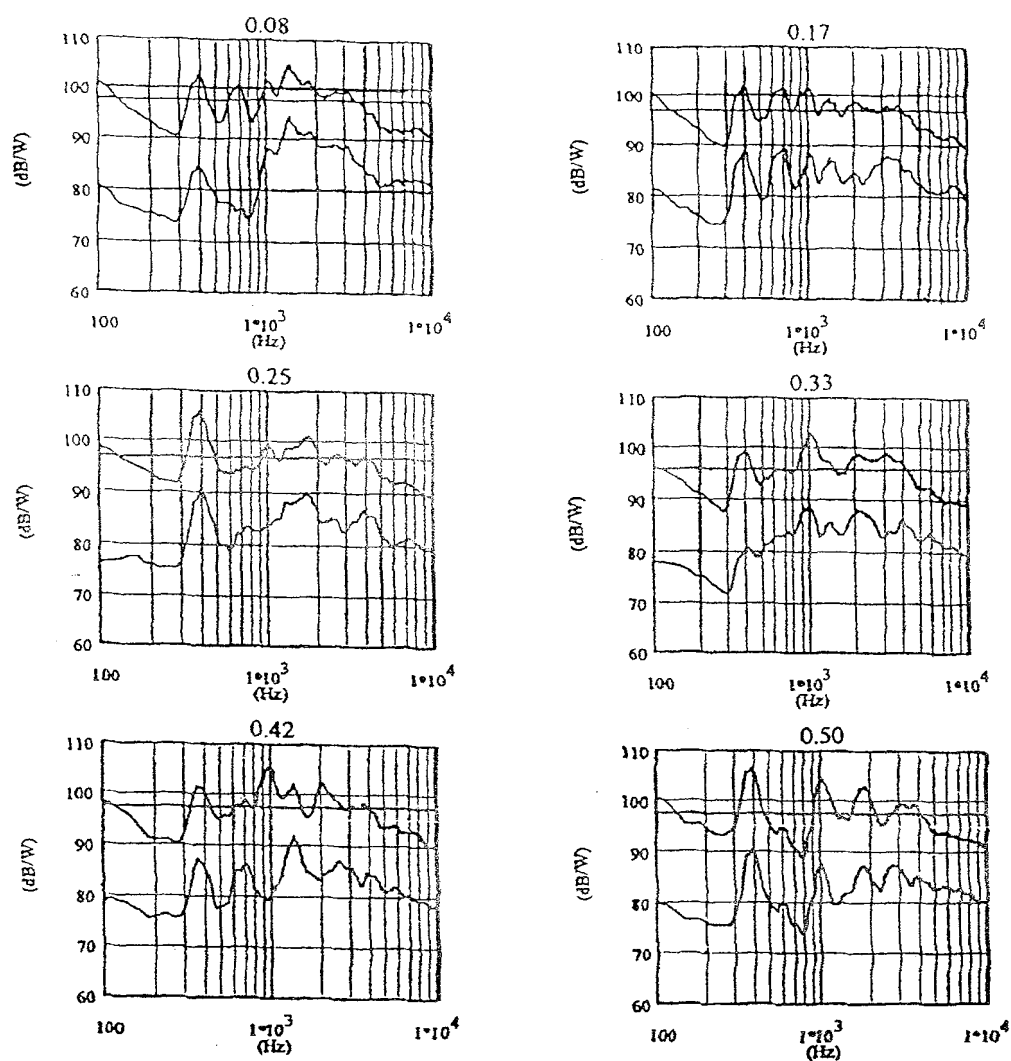


图 20A

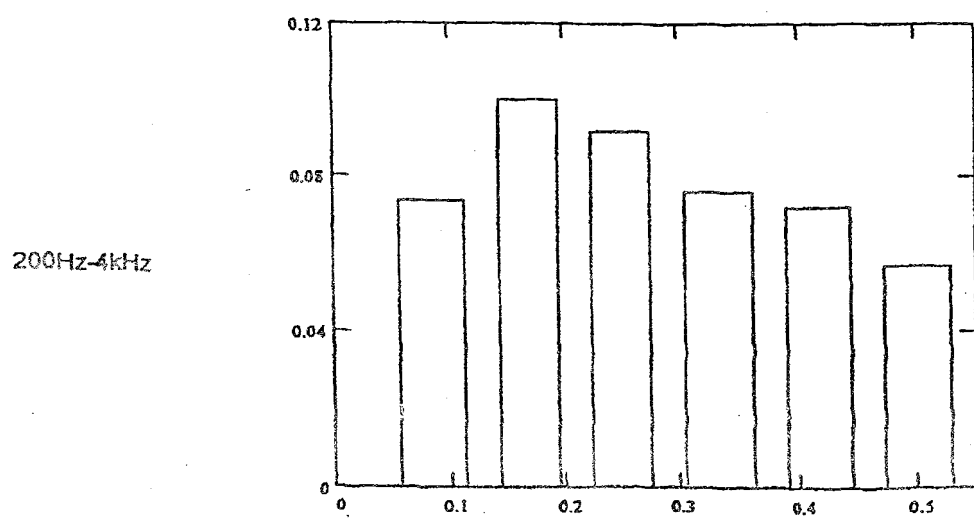


图 20B

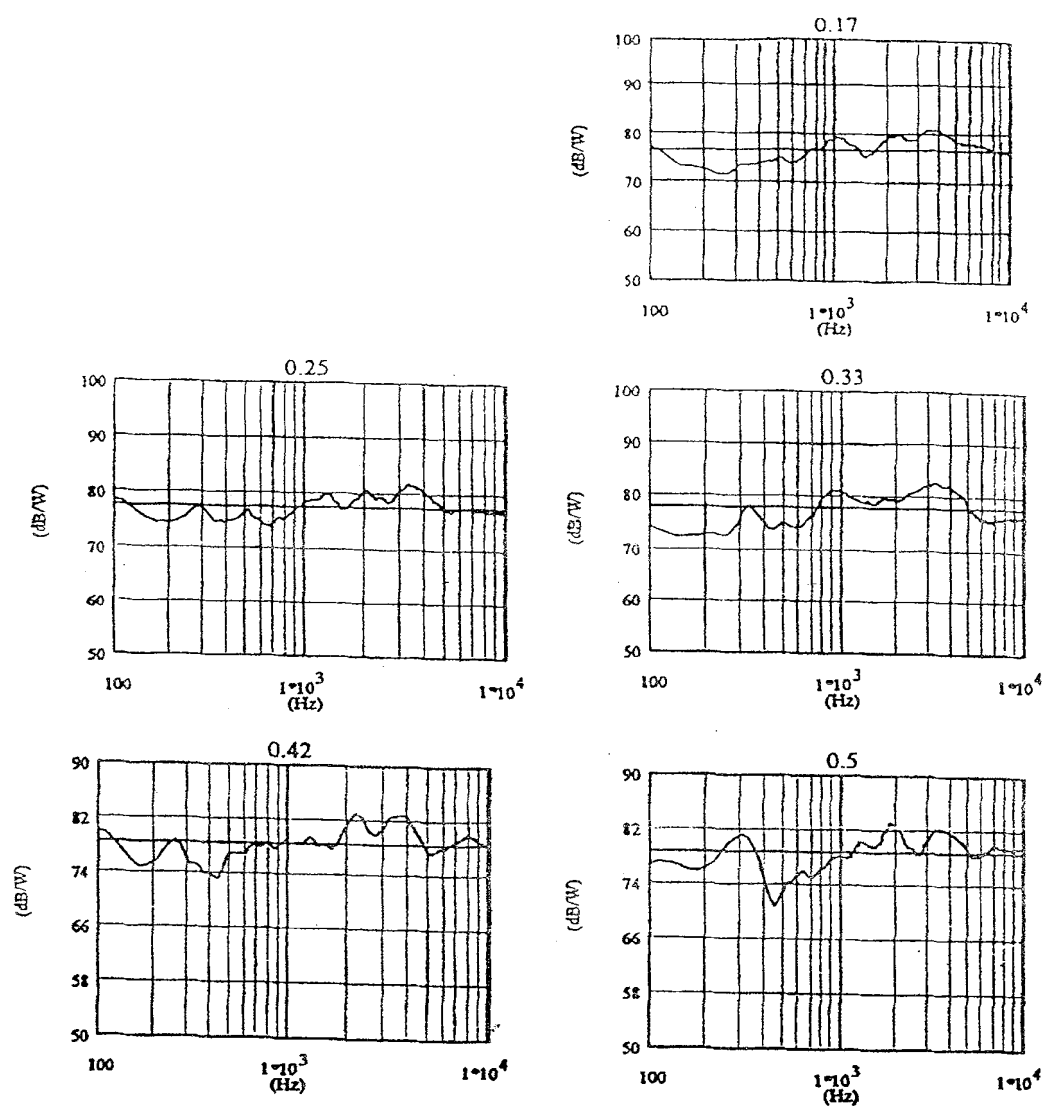


图 21A

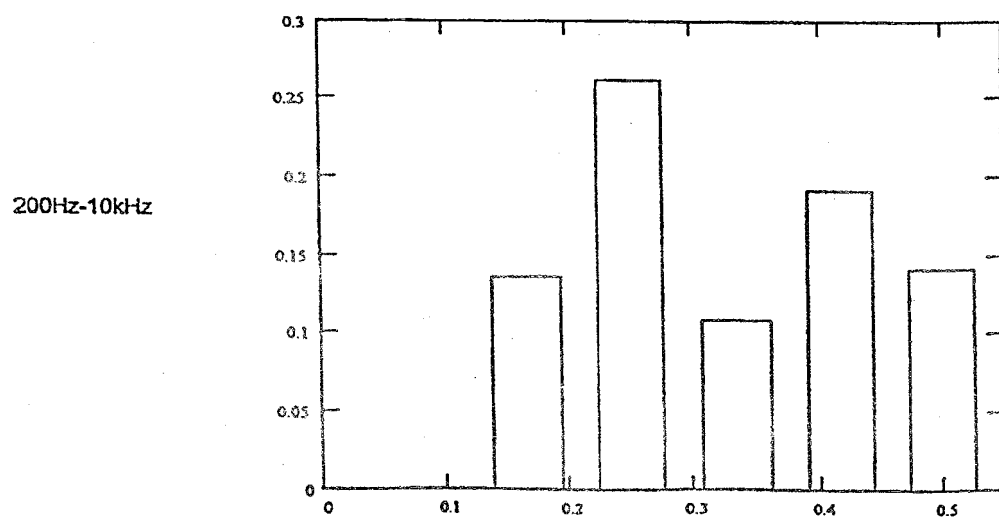


图 21B

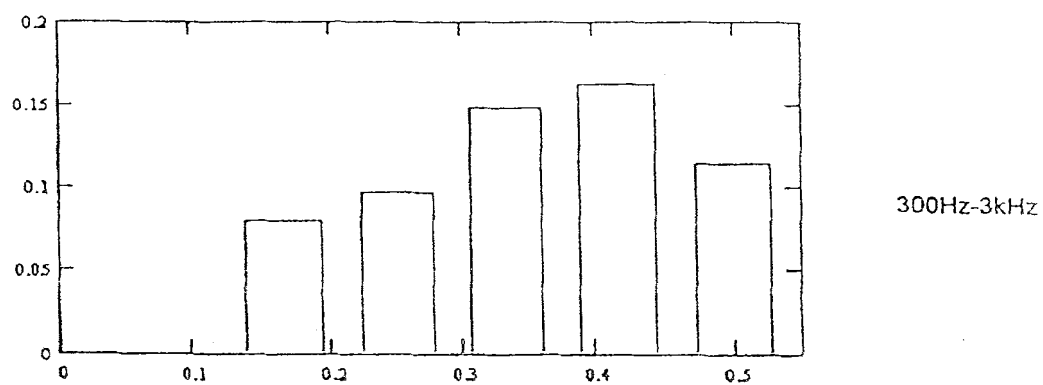


图 22

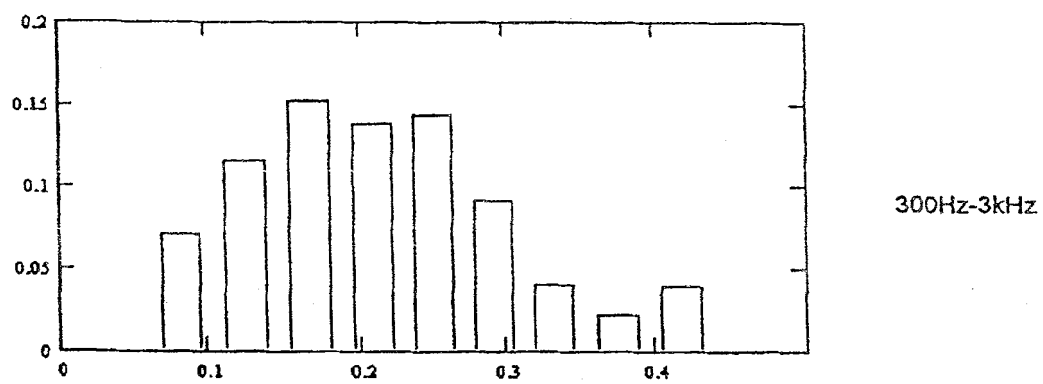


图 23A

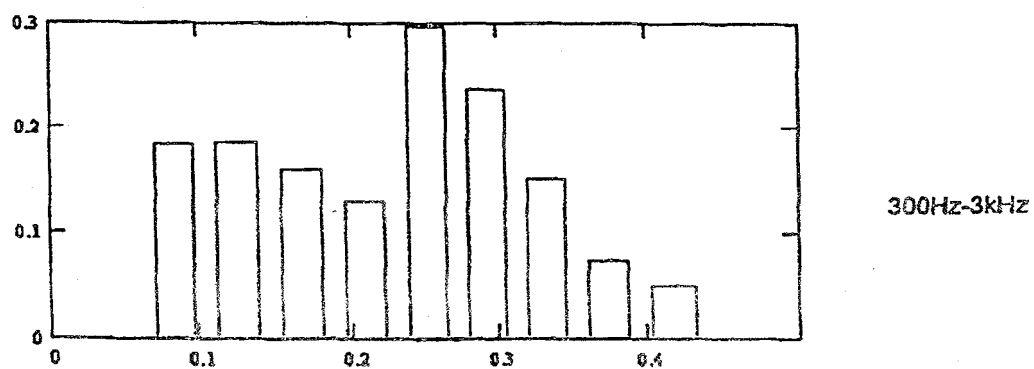


图 23B

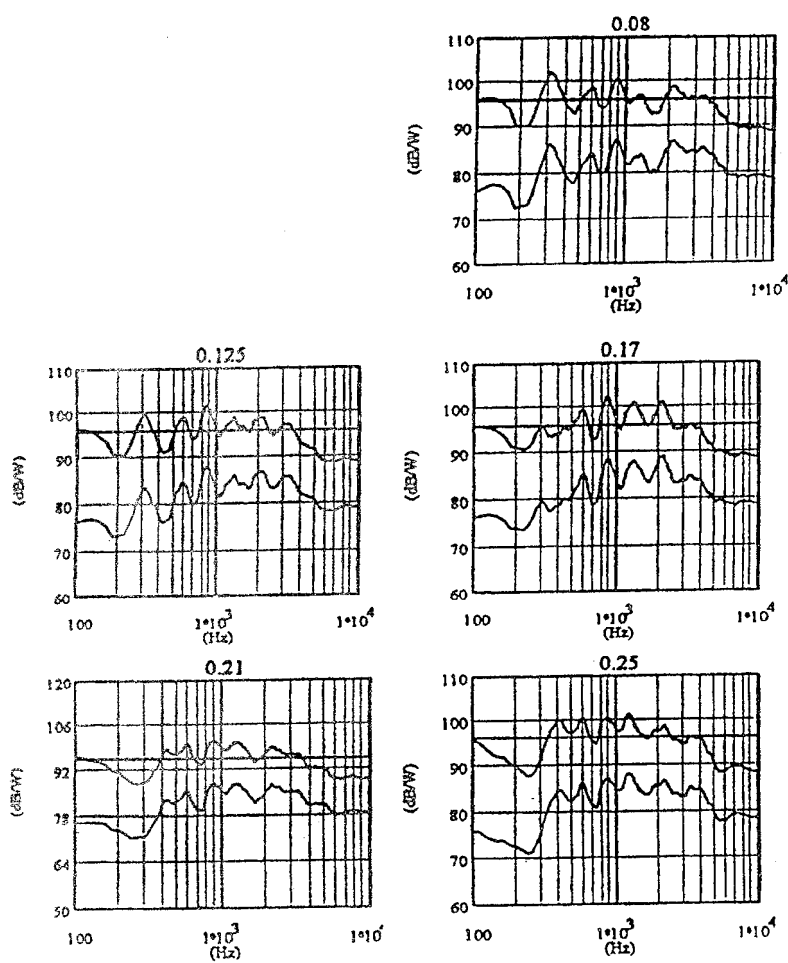


图 24A

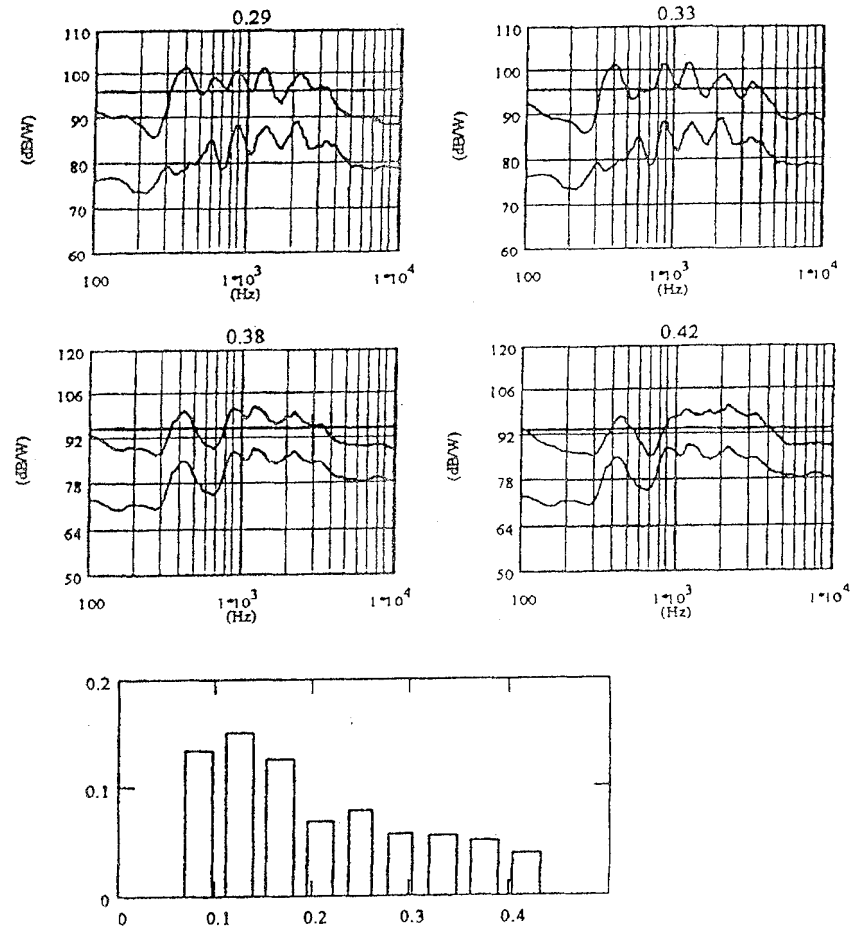


图 24B

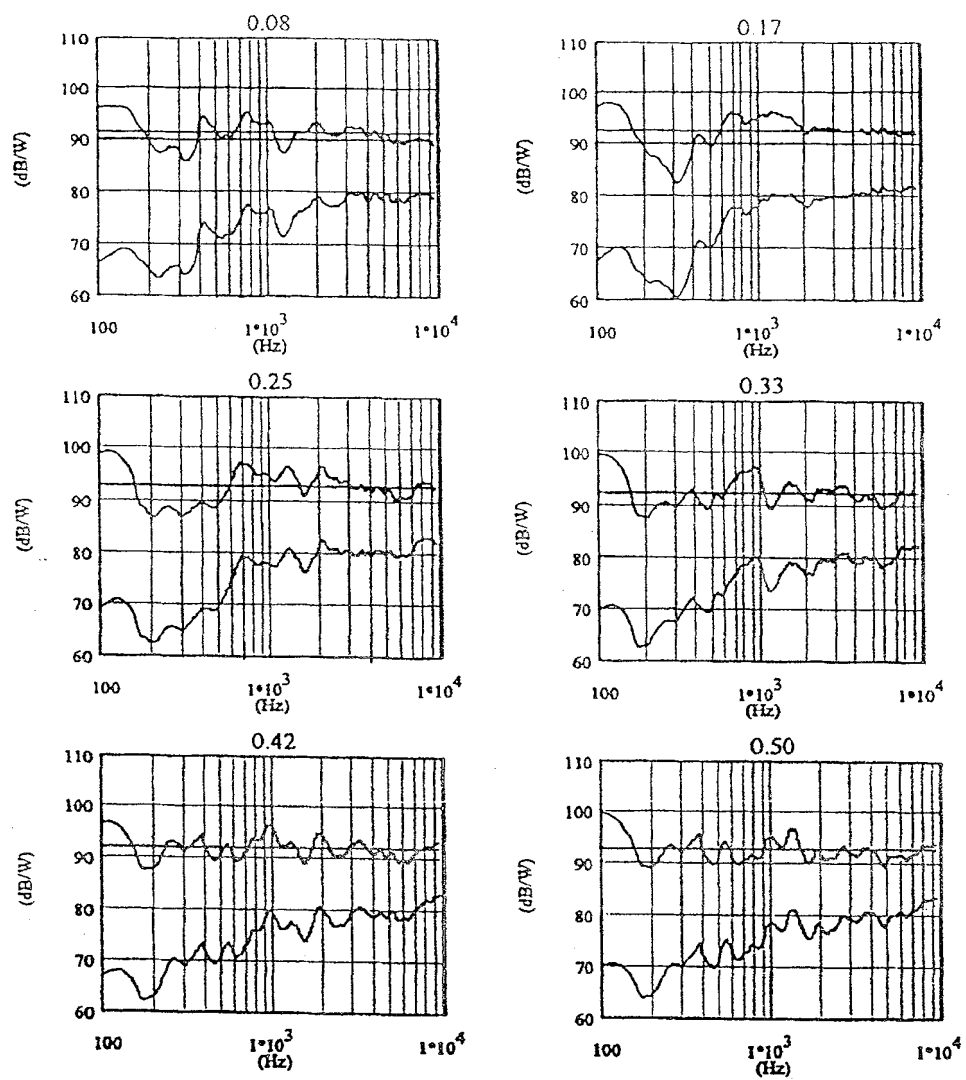


图 25A

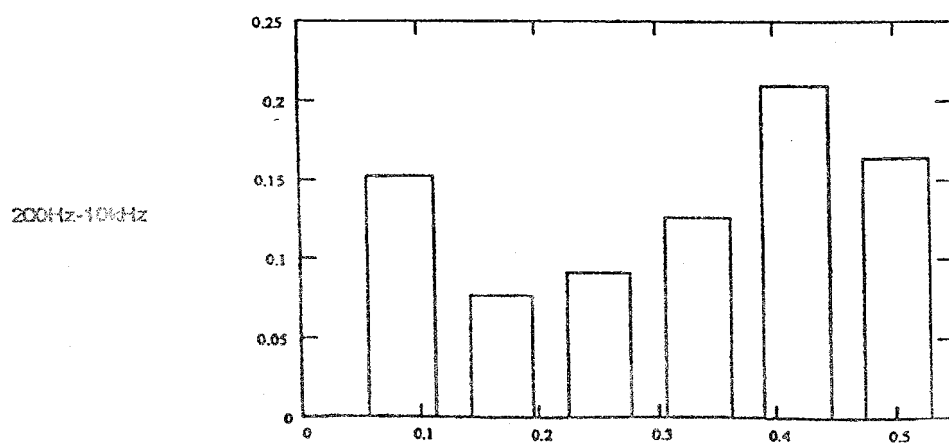


图 25B

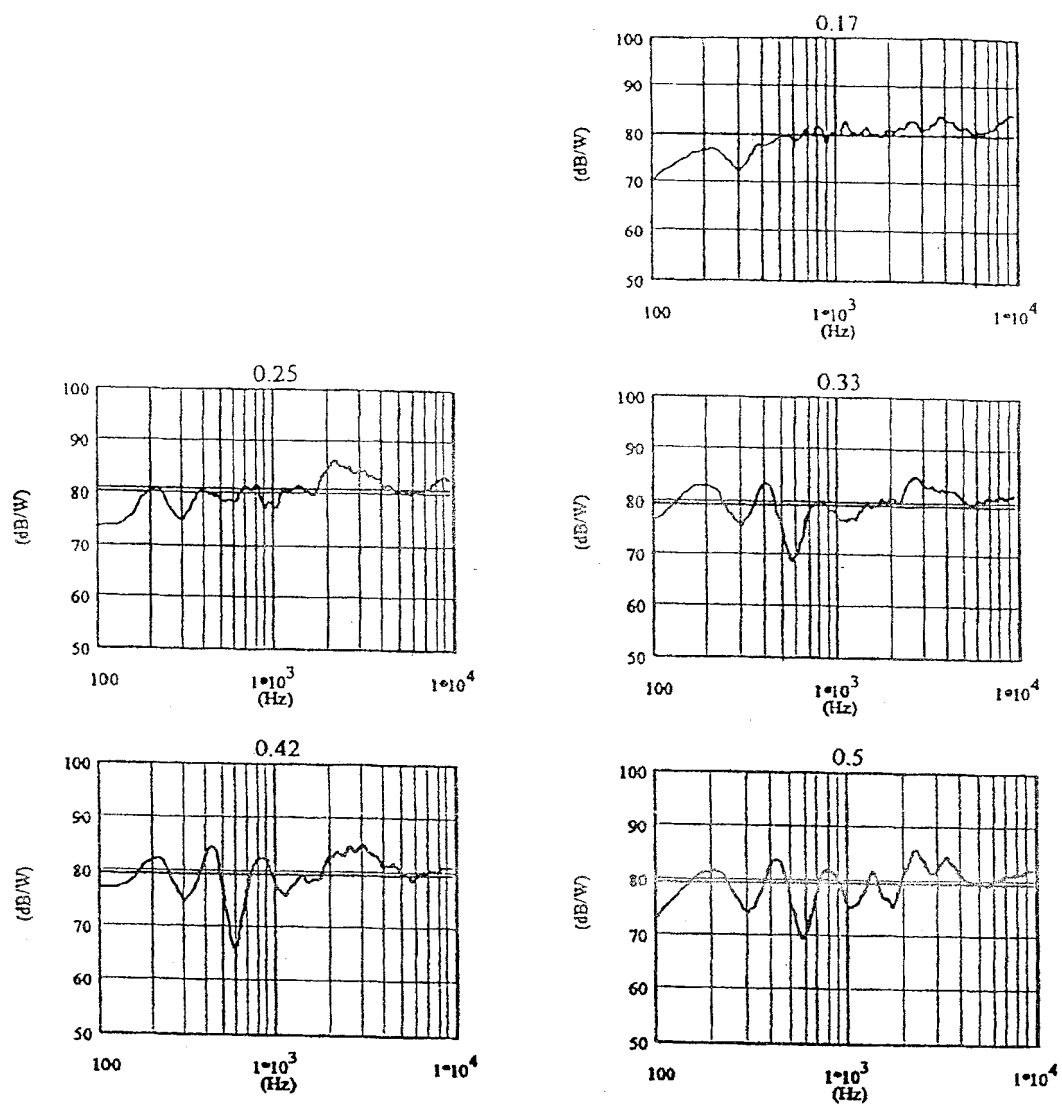


图 26A

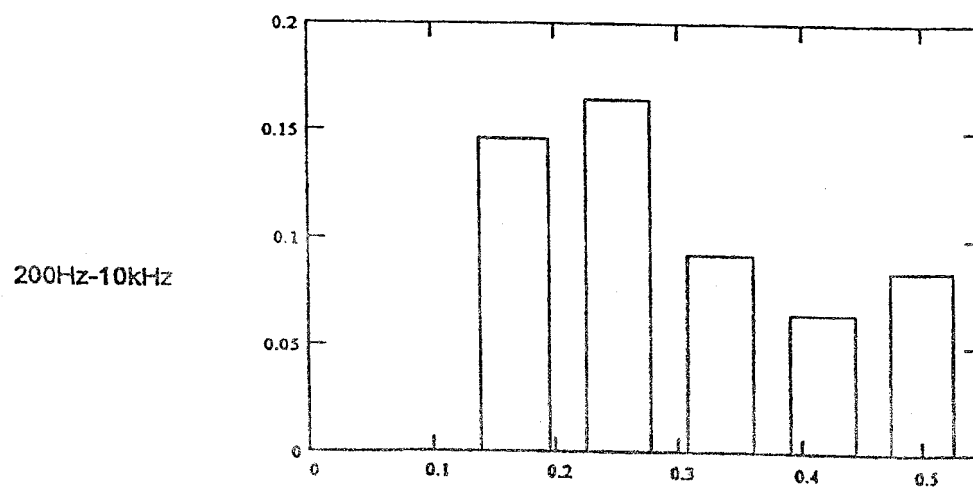


图 26B

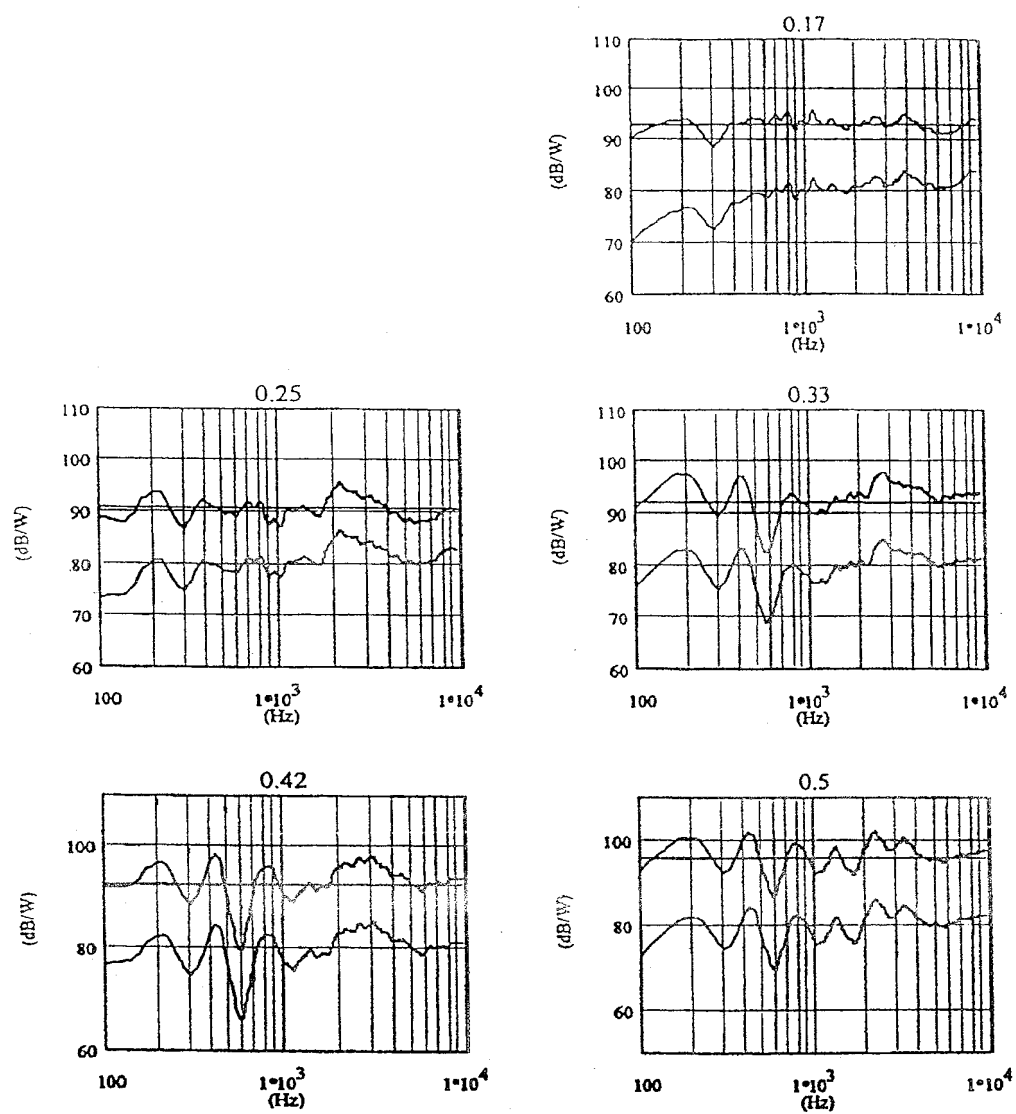


图 27A

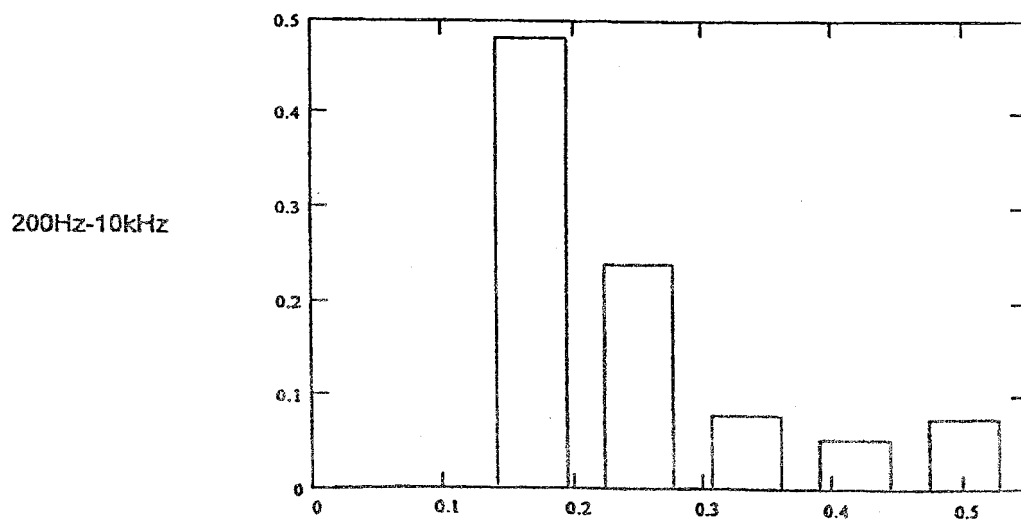


图 27B

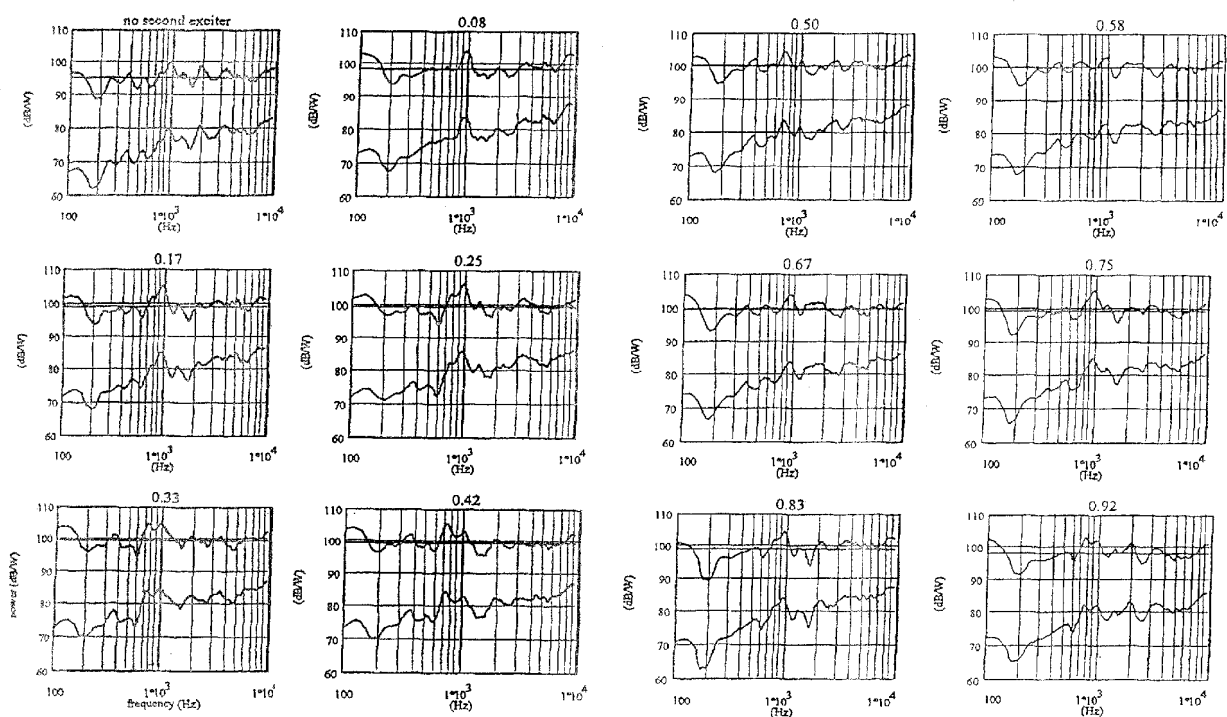


图 28A

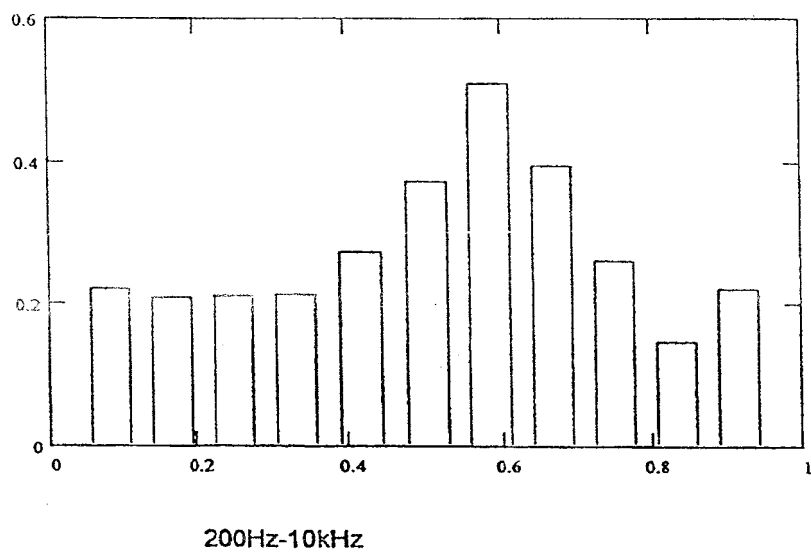


图 28B

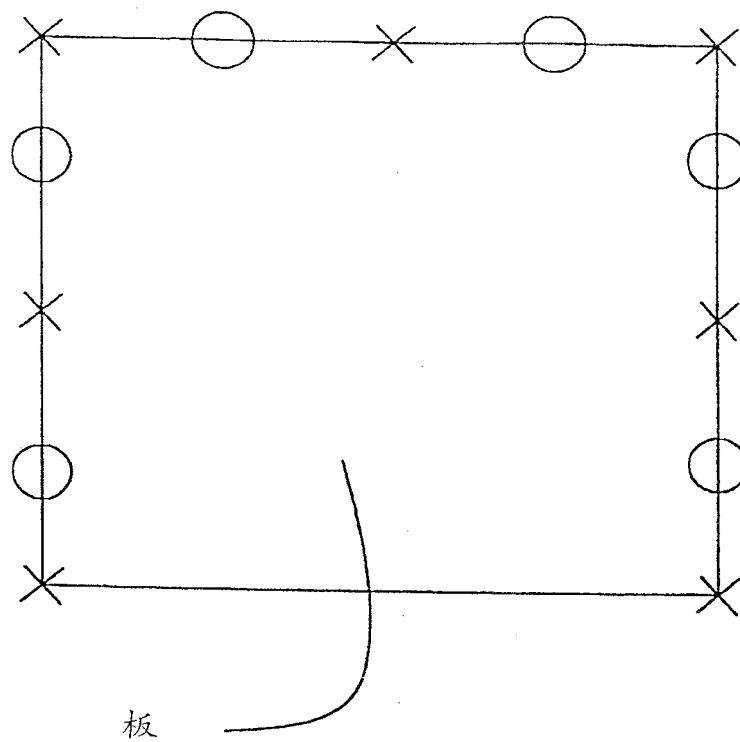


图 29

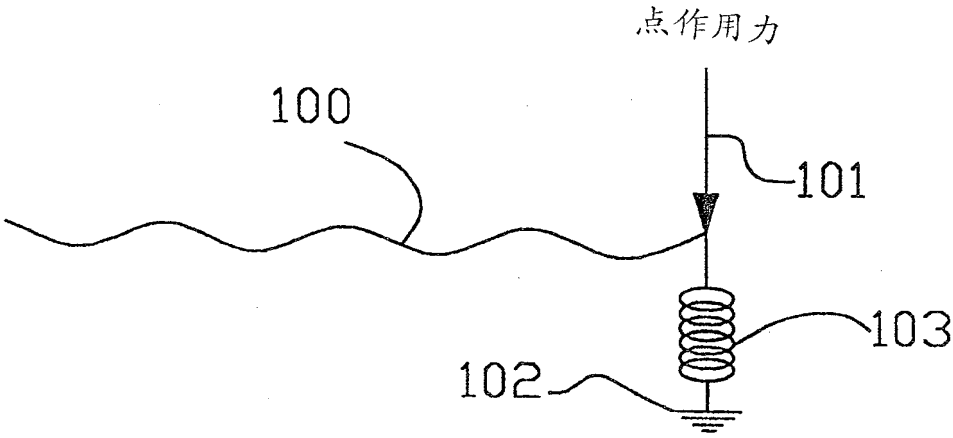
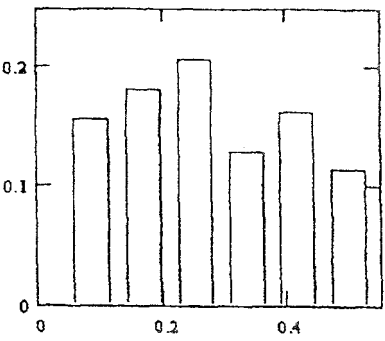


图 30



300Hz-3kHz

图 31A

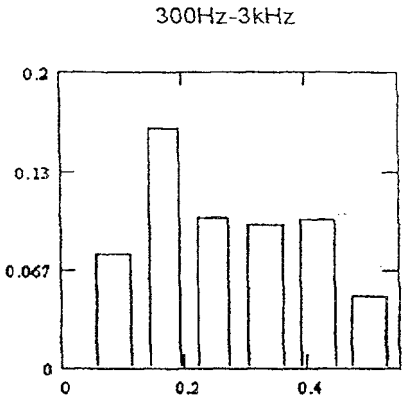
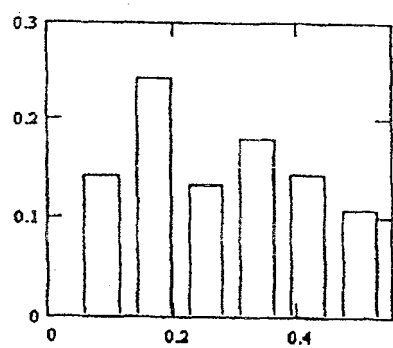


图 31B



300Hz-3kHz

图 31C

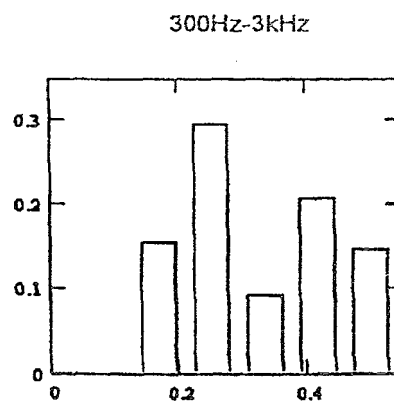
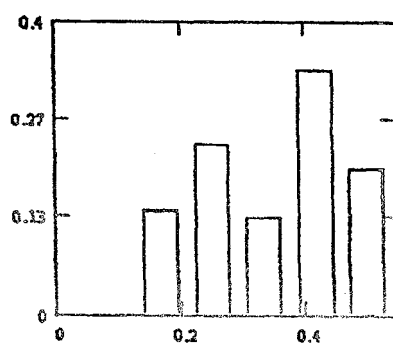


图 31D



300Hz-3kHz

图 31E