



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102884809 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201180012209. 4

H04R 9/02(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 01. 14

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

1000154 2010. 01. 15 FR

EP 0341926 B2, 2001. 02. 07,

WO 2008008034 A1, 2008. 01. 17,

US 5872339 A, 1999. 02. 16,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 09. 04

审查员 刘雯雯

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2011/000022 2011. 01. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/086299 FR 2011. 07. 21

(73) 专利权人 PHL 音响公司

地址 法国沙特勒泰斯

(72) 发明人 Y·弗拉维尼亚尔 P·勒萨热

A·勒鲁 N·克勒维 J-L·泰贝克

B·艾纳

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 李丽

(51) Int. Cl.

H04R 1/24(2006. 01)

H04R 1/30(2006. 01)

H04R 9/06(2006. 01)

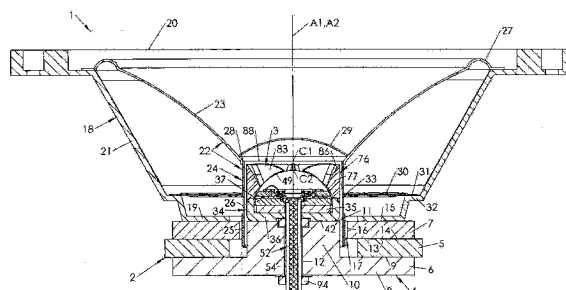
权利要求书1页 说明书16页 附图7页

(54) 发明名称

具有压缩腔的同轴扬声器系统

(57) 摘要

具有至少两路的同轴扬声器系统(1),所述系统包括低音电动换能器(2)和具有压缩腔的高音换能器(3),高音换能器相对于低音换能器(2)同轴地和在正前安装。



1. 具有至少两路的同轴扬声器系统 (1), 所述同轴扬声器系统包括用于再现低音频和 / 或中音频的主电动换能器 (2), 所述主电动换能器包括:

—主磁路 (4), 其确定主磁隙 (17),

—活动系统 (22), 其包括振膜 (23), 所述振膜与伸入在所述主磁隙 (17) 中的活动音圈 (24) 连在一起;

所述同轴扬声器系统的特征在于:

该同轴扬声器系统包括用于再现高音频的副电动换能器 (3), 所述副电动换能器相对于所述主电动换能器 (2) 以同轴和正前的方式安装, 所述副电动换能器包括:

—副磁路 (34), 其与所述主磁路 (4) 区分开, 所述副磁路确定副磁隙 (47);

—活动系统 (48), 其包括膜片 (49), 所述膜片与伸入在所述副磁隙 (47) 中的活动音圈 (50) 连在一起;

—波导 (76), 其安装在所述膜片 (49) 附近, 具有与所述膜片相对和靠近该膜片、并界定压缩腔 (93) 的表面 (80);

所述波导 (76) 确定喇叭筒开始部分 (86);

并且, 所述主电动换能器 (1) 的呈锥形的所述振膜 (23) 在所述喇叭筒开始部分 (86) 的延长部分中延伸。

2. 根据权利要求 1 所述的同轴扬声器系统 (1), 其特征在于, 所述副电动换能器 (3) 具有固定的内骨架 (52), 所述副电动换能器 (3) 的活动系统 (48) 通过所述膜片 (49) 的内悬架 (66) 安装在所述内骨架上。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的同轴扬声器系统 (1), 其特征在于, 所述主电动换能器 (1) 的活动音圈 (24) 包括支架 (26) 和卷绕在所述支架 (26) 上的螺线管 (25); 并且, 所述副电动换能器 (3) 被接纳在一空间中, 所述空间向后由所述主磁路 (4) 的极性构件 (6) 的前表面 (11) 界定和在侧面由所述活动音圈 (24) 的支架 (26) 的壁界定。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的同轴扬声器系统 (1), 其特征在于, 主和副电动换能器 (2、3) 具有重合或几乎重合的声中心 (C1、C2)。

5. 根据权利要求 2 所述的同轴扬声器系统 (1), 其特征在于, 所述副电动换能器 (3) 的活动系统 (48) 未设有所述膜片 (49) 的外悬架。

6. 根据权利要求 5 所述的同轴扬声器系统 (1), 其特征在于, 所述副电动换能器 (3) 通过其内骨架 (52) 被固定在所述主电动换能器 (2) 上。

7. 根据权利要求 6 所述的同轴扬声器系统 (1), 其特征在于, 所述内骨架 (52) 包括: 盘板 (53), 所述盘板被固定于所述副磁路 (34); 和杆 (54), 所述杆与所述盘板 (53) 连在一起, 所述副电动换能器 (3) 通过所述杆被固定在所述主磁路 (4) 上。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的同轴扬声器系统 (1), 其特征在于, 所述波导 (76) 包括一外侧壁 (77) 和多个翼片 (83), 所述多个翼片从该外侧壁 (77) 起径向地向内凸伸。

9. 根据权利要求 8 所述的同轴扬声器系统 (1), 其特征在于, 所述波导 (76) 的外侧壁 (77) 设有外槽口 (96), 补充的翼片 (97) 在所述外槽口中径向地延伸。

10. 音箱 (95), 所述音箱包括根据前述权利要求中任一项所述的同轴扬声器系统 (1)。

具有压缩腔的同轴扬声器系统

技术领域

[0001] 本发明涉及利用又被称为电动换能器或电声换能器的扬声器进行声音再现的领域。

[0002] 声音再现在于将电能(或电功率)转化为声能(或声功率)。

背景技术

[0003] 电能最常见地通过放大器提供,放大器的功率特征可从对于小功率的家用音频设备的数瓦特到对于某些专业音响系统(录音室、音乐舞台、公共场所等)的数百或数千瓦特变化。

[0004] 至于声能,该声能通过振膜进行辐射,振膜的移动引起周围空气的压力变化,其以声波的形式在空间中传播。

[0005] 即便相对新兴,声音再现技术从 20 世纪 20 年代起以数量众多的不同设计产生,美国通用电气公司的 Chester W. RICE 和 Edward W. KELLOG 进行了初期经验,这两人的姓名组合在今天还表示最常见的电声换能器类型:“Rice-Kellog”电动扬声器。

[0006] 在这类换能器中,振膜由活动音圈促动,活动音圈包括螺线管,螺线管伸入到磁场中和由(来自放大器的)电流经过。电流和磁场之间的相互作用产生以名称“洛伦兹力(force de LAPLACE)”已知的作用力,该作用力产生活音圈的移动,活动音圈借此带动振膜,振膜的振动是声辐射源。

[0007] 尽管每个个体具有固有的听觉特征,人耳被认为对介于 20Hz 到 20000Hz (20kHz) 之间的频率范围(被称为声频带)上的声音敏感。小于 20Hz 的声音被称为“次声”;大于 20kHz 的声音被称为“超声”。次声和超声可被某些动物感觉到,不过被认为是人耳感知不到的(对此问题可参考一般书籍,如 Le livre des techniques du son (声音技术册),卷 1,基础概念,第三版,第四章,听觉感知,191-192 页)。

[0008] 这是为什么在扬声器构造中通常致力于再现限定于所述声频带的信号的原因。按照惯例,将在 20Hz 到 200Hz 之间的频率范围称为“低音”;将在 200Hz 到 2000Hz (2kHz) 之间的频率范围称为“中音”;将在 2000Hz 到 20000Hz (20kHz) 之间的频率范围称为“高音”。

[0009] 设计允许令人满意地再现完整声频带的单一电动扬声器的尝试曾是非常多的。但这些尝试没有获得成果。

[0010] 实际上,低音频率的再现需要大尺寸的换能器,因此需要能有大振幅的大尺寸振膜。相反地,高音频率的再现只有利用小尺寸的声源、因此小振膜才可以是令人满意的。此外,小振膜的行程幅度小。这些特征是相悖的,可以容易理解的是:令人满意地覆盖整个声频范围的单一换能器的构造实施起来确实是非常困难的。

[0011] 这就是为什么电动扬声器通常被设计成再现可优化换能器响应的较小频率范围的原因。

[0012] 利用与声谱分析仪相关联的测量麦克风测得的这类换能器的频率声响应,通常以曲线的形式表示,所述曲线示出信号声压级(以 dB 为单位,在通常介于 60dB 到 110dB 之间

的线性刻度上)随信号频率(以 Hz 为单位,通常按照介于 20Hz 到 20kHz 之间的对数刻度)的变化。

[0013] 即便在理论上考虑这样三种换能器:低音、中音和高音换能器,但实际上分类是更加精细的,因为换能器的响应是可交迭多个频率范围的连续函数。因此,作为示例,被设计用以再现低音的换能器会提供在中音的低音部分(中低音)中的合适的响应;相似地,高音换能器会提供在中音的高音部分(中高音)中的合适的响应,以使得通过语言使用惯例习惯于:

[0014] 一用“低音换能器”来表示能够再现低音和至少中低音的换能器,

[0015] 一用“中音换能器”来表示能够再现中音和低音的至少高频部分和/或高音的至少低频部分的换能器;

[0016] 一用“高音换能器”来表示能够再现高音和至少中高音的换能器。

[0017] 除尺寸差别以外,换能器的设计根据涉及的是低音或中音换能器、还是高音换能器变化。因此,即便存在许多形式的振膜,锥形形状(或伪锥形形状,根据母线的形廓)现今在低音和中音换能器中使用最广泛,而球顶振膜在高音换能器中使用最广泛。

[0018] 为实现整个声频带的再现,因此习惯于组合多个换能器来实施一个声音再现系统。一种流行的解决方案在于组合三种专门的换能器:一种用于低音,一种用于中音和一种用于高音。不过,出于主要地经济的原因,常见的是限于两种换能器,即能够再现低音和至少中低音的低音换能器、和能够再现高音和至少中高音的高音换能器。换能器通常被安装在同一音箱上,最为常见地安装在同一表面(称为音箱的前表面)上。在音箱的术语中,“路”的数目等于在声频带上实施的分节的数目。实际上,音箱的路的数目对应其所包括的换能器的数目。因此,包括低音换能器和高音换能器的音箱是两路音箱。

[0019] 但是,换能器的专业化存在与通常被称为滤波的信号电分布相关的困难。可以容易理解的是,每个换能器仅仅在声谱的一部分上得到优化,应对信号进行过滤以仅将每个换能器可合适地再现的声谱部分向每个换能器引导。不良的滤波会根据频率具有不同的后果。要注意的是,向低音换能器引导的高音信号并没有相当简单地得到再现,而向高音换能器引导的低音信号会容易破坏该高音换能器,对此并不进行细述。

[0020] 为简化,两路音箱的滤波器包括:低通类型的滤波部分,其与系统的低音换能器相连接和主要地仅允许小于预定的截止频率的频率通过;和高通类型的滤波部分,其与系统的高音换能器相连接和决定性地允许大于所选择的截止频率的频率通过。

[0021] 用于滤波的技术的选择问题对换能器的设计并没有影响,因为滤波是在上游实施的。相反地,通过多路音箱进行的声音再现的本身原理对扬声器系统的空间布置提出基本的物理问题,这是由于需要重新组合来自不同路的单独的声音信号。这种重新组合在空气中实施,来自系统的不同换能器的声波的路径的最小差别会发生时间上的失真和产生使重新组合的信号变质的干涉。

[0022] 为摆脱这些失真和干涉,许多制造商尝试将一合成系统的不同换能器相互最接近地安装。实际上,经验表明:在轴间距小于所考虑的波长的 $1/4$ 的相位辐射和并置的两个换能器几乎如单一声源般作用。即便这类尺寸标准对于低频率看来是可接受的(对于小于 250Hz 的最大使用频率,计算主张大约 350mm 的最大轴间距,这是可以容易实现的),但这对高频率不再满足的:例如,在 2kHz 的频率,在换能器之间的间隔不应超过 42.5mm,这在

实际中不是可实现的(参考:Jacques Foret, 音箱, Le livre des techniques du son (声音技术册), 卷 2, 技术篇, 第三版, 第三章, 149 页)。

[0023] 这就是为什么某些制造商提出如下系统的原因:所述系统的换能器同轴地安装,使得换能器的辐射轴线重合,以便减少在声音信号再组合的时刻的失真和干涉。

[0024] 不过,仅靠换能器的同轴安装,不能解决对指向性控制的问题。实际上,换能器的声辐射在空间中通常并不是均匀的。在低音(即具有大波长)中,相对波长的小尺寸的振膜可被视为是辐射全向球形波的点声源。相反地,在低音(即具有小波长)中,面对波长的大尺寸的振膜不再被视为是以全向方式辐射的声源,而是其趋向于变得有指向性。

[0025] 换能器的指向性根据再现的频率变化,来自这类扬声器系统的再组合的信号可以同时包括来自换能器之一(例如来自在其声谱的高音频部分中辐射的低音换能器)的以指向性方式辐射的信号分量、和来自另一换能器(例如来自在其声谱的低音频部分中辐射的高音换能器)以全向性方式辐射的信号分量。

[0026] 容易理解的是,重新组合的信号在空间中并不是均匀的,和通过人耳捕捉的感觉可能会变质。实际上,来自音箱的声信号不是在任何方向上都相同,到达听者耳朵的不同信号(直接的信号和在房间壁上反射的信号)并不是一致的,这种一致性的缺失对于声音再现的质量是有损害的。

[0027] 此外,各种换能器的指向性随着频率增大。音响系统的专业人士知晓的是,位于扬声器轴线以外的音乐厅的听众不会感觉到高音。

[0028] 为消除这些困难,一些制造商刻意地不使换能器是全向性的而无论所辐射的频率如何(这对于现今的技术阶段显得是不可能的),而是通过使换能器的指向性在整个发射的声谱上保持相对恒定来控制换能器的指向性。

[0029] 允许控制扬声器系统的指向性的一项熟知技术在于:使用具有压缩腔和喇叭筒的高音换能器,该高音换能器同轴地安装在被称为主换能器的具有锥形振膜的低音换能器的后侧。

[0030] 这项长久已知的技术引发很多的构造变型,如由 Whiteley 自 1952 年所提出的变型(英国专利 GB 701,395),其中,高音换能器的喇叭筒凸伸在低音换能器的锥形体的中心。其它变型提出使用低音换能器的锥形体来构成高音换能器的喇叭筒,参照特别是 Tannoy(天朗)在 20 世纪 40 年代和 50 年代提出的结构(“Dual Concentric (双同轴)”,“Twelve”模型),该结构直到 20 世纪 70 年代末都在进行改进(1978 年的美国专利 US 4,164,631 和 1979 年的 US 4,256,930)。这种技术允许获得声场与在发射的全部声谱上相对恒定的锥形指向性的良好一致性,其中一些设计者声称其可达到 90°(参照:L. Haidant, Guide pratique de la Sonorisation (音响系统的实用指南),第六章,第 64-67 页)。

[0031] 具有喇叭筒和压缩腔的换能器的使用还具有其他的优点。在该类换能器中,振膜并不直接地在大气空间中辐射,辐射被迫在其截面小于振膜截面的有限空间(被称为喉部)中经过,由此产生表述“压缩腔”。

[0032] 间接辐射式的具有压缩腔的换能器的效能明显高于直接辐射式的换能器的效能。

[0033] 换能器的效能被定义为由换能器在整个大气空间中辐射的声能、与换能器所吸收(或消耗的)的电能的商。一般性地,Rice-Kellogg 类型的常见设计的直接辐射式电动换能器的效能特别小,从千分之几到百分之几(不超过,或很少地,5%)。

[0034] 效能不能直接地被测量,标准 IEC 60268-5 推荐声源的声功率测量。通过忽略换能器的指向性,其效率级别,也称为灵敏度,即对于 1W 的消耗电功率,换能器在 1 米的半空间自由场(“half-space free field”)中产生的声压(单位 dB),允许良好估计其效能。效率级别以在 1 米的 dB/W 表示。这种测量在换能器的有效声频带和其轴线中进行,可构成换能器的频率响应曲线。

[0035] 即便现今许多努力都针对声音再现的质量(或又称保真度),但似乎这个时代并不在于追求最佳效能,许多制造商认为小的能量效能可通过使用大功率的放大器来补偿。的确,考虑到所要求的声音范围小(至多数米),家用设备可满足于低效能的换能器。但相反地,对于要求很长的声音范围的专业音响系统(特别是在宽敞大厅或露天的给定音乐会的情形下),经验表明,优选的是宁可使用在平均电功率下进行供给的高效能换能器,而不使用在高电功率下进行供给的低效能换能器。一方面,大部分电功率在磁路处以热量的形式散逸,在第二情形中可以观察到达几百度温度的非常高的热能级,其会影响换能器的声学性能和需要设置复杂的冷却装置。另一方面,通过增大电功率对低效能的补偿受到称为热压缩的声级限制现象约束。

[0036] 已经指出的是,具有喇叭筒和压缩腔的换能器提供的效能明显高于传统的直接辐射式换能器。这些性能自 20 世纪 20 年代非常早地就被观察到和对压缩腔进行初期发展。仅部分地在其设计者 Edward C. WENTE 的专利 n° US 1,707,545 中描述过的著名模型 WE 555W(由美国西部电气公司从 1928 年起投放市场,用于剧场和早期有声电影的音响系统)的灵敏度,实际上达到 118dB/W/m(在具有喇叭筒的原始模型上进行的测量)。为利用灵敏度在高保真度领域中(现今)被判断为还算良好的普通现代换能器(88dB/W/m)在等同频率下获得这样的灵敏度,需要在 1000W 的电功率下对其进行供给(需要提醒的是,测量是对数式的,灵敏度因数 10 对应于 10dB 的偏差,使得因数 $10^3=1000$ 对应于 30dB 的偏差)。

[0037] 因此可以理解的是,具有带喇叭筒和压缩腔的高音换能器的同轴扬声器系统除其在指向性和空间一致性方面有利的性能外,还因其高效能而受到音响系统专业人士青睐。本发明旨在完善的正是这种类型的系统。这种类型的扬声器系统尽管其优质,但实际上仍具有一定数目的缺陷,其中可以提到的是:

[0038] 一高音换能器的辐射相对主换能器的辐射的时延;

[0039] 一主换能器的尺寸结构对辐射覆盖角的开度所要求的极限(换句话说,指向性的特征),这是因为其承袭由主换能器的几何形状所要求的指向性特征;

[0040] 一主要轴向的系统尺寸大小及其质量的增加;

[0041] 一由于需要在主换能器磁芯的中心布置用作对于具有压缩腔的高音换能器的喇叭筒开始部分的通道,则对于主换能器而言实施强磁路的困难性。实际上可以观察到在某些实施上缺乏主换能器的磁路的磁场的集中(这种缺失源于磁性饱和的这样凹形的磁芯内部的磁通量的通道截面小)。

[0042] 在高档专业音响系统中,高音路相对低音路的延迟可通过数字类型的主动滤波(以英语首字母缩合词 DSP 即 Digital Signal Processing(数字信号处理)已知)来补偿。然而这种补偿只能是局部的,通常是在轴线中。此外,更常见的(和较低廉的)的电感和电容被动滤波技术不能补偿在已知同轴系统上测得的、可达到 250 微秒的大延时。这类延时,尽管表面上很短,但却具有不可忽略的心理声学效应和降低声音播放的质量。特别地,其对声

音工程师惯于将其与专业音响系统相联系的“不良声音实现”或“不良声音质量”的名声负有责任。

发明内容

[0043] 本发明旨在对解决上文所述的问题献计献策,对具有压缩腔的同轴扬声器系统进行改进。

[0044] 为此,根据第一实施方式,本发明提出一种具有至少两路的同轴扬声器系统,其包括用于再现低音频和 / 或中音频的主电动换能器,所述主电动换能器包括:

[0045] 一确定主磁隙的主磁路,

[0046] 一活动系统,活动系统包括振膜,振膜与伸入在主磁隙中的活动音圈连在一起;

[0047] 该系统此外包括用于再现高频的副电动换能器,副电动换能器相对于主电动换能器以同轴和在正前的方式安装,副电动换能器包括:

[0048] 一副磁路,副磁路与主磁路区分开和确定副磁隙;

[0049] 一活动系统,该活动系统包括膜片,膜片与伸入在副磁隙中的活动音圈连在一起;

[0050] 一波导,波导在膜片附近安装,具有与膜片相对和在膜片附近的、界定压缩腔的表面,该波导确定喇叭筒开始部分,主换能器的锥形的振膜延伸在喇叭筒开始部分的延长部分中。

[0051] 这类系统借助高音换能器相对于低音换能器的正前同轴的安装,提供以下的优点:

[0052] 一前者相对于后者的时延可被最小化,有利于声音均匀性;

[0053] 一同样地,可消除施加于传统系统指向性的极限,传统系统的特征在于喇叭筒在低音换能器的磁路中心的贯穿安装;

[0054] 一系统的轴向尺寸等于低音换能器的轴向尺寸,质量增加变得是可忽略的;

[0055] 一对磁通量的通道截面限制更少,可以最大化主换能器的磁场的值和聚集,这是因为不再需要将主换能器的磁路穿孔,以布置构成用于高音换能器的喇叭筒开始部分的通道。

[0056] 副换能器可安装在主磁路的极性构件的前表面上。更为确切的说,主磁路包括例如后极性构件,后极性构件包括中心磁芯,中心磁芯具有前表面,副换能器安装在该前表面上。

[0057] 根据一实施方式,主换能器的活动音圈包括支架和在该支架上卷绕的螺线管,副换能器可被接纳在主换能器的这样的空间中:该空间向后由主磁路的极性构件的前表面和在侧面由活动音圈的支架的圆柱形壁界定,即在“正前”同轴的位置。

[0058] 优选地,换能器的安装被实施成主副换能器的声中心重合或几乎重合。

[0059] 根据一实施方式,喇叭筒开始部分在与振膜的接合处的切线与垂直于换能器的轴线的平面形成在 30° 到 70° 之间的角度。

[0060] 此外,副换能器的结构可有利地是“内骨架式”类型的,和可具有固定的内框架,其称为内骨架,副换能器的活动系统通过膜片的内悬架被安装在内骨架上,副换能器的活动系统优选地未设有膜片的外悬架。

[0061] 副换能器可通过其内骨架被固定在主换能器上。该内骨架例如包括：盘板，盘板固定在副磁路上；和杆，杆与盘板连在一起和副换能器通过该杆被固定在主磁路上。

[0062] 副换能器的波导例如包括一外侧壁和多个翼片，多个翼片从该外侧壁起径向地向内凸伸。

[0063] 此外，该外侧壁可配有一些外槽口，一些翼片在这些外槽口中径向地延伸。

[0064] 其次，本发明提出一种音箱，所述音箱包括如上文所述的同轴扬声器系统。

附图说明

[0065] 通过以下参照附图进行的说明，本发明的其它的目的和优点将得到展示，附图中：

[0066] 一图 1 是剖视图，其示出包括主低音换能器和具有压缩腔的高音换能器的同轴扬声器系统；

[0067] 一图 2 是高音换能器的剖视图；

[0068] 一图 3 是高音换能器的俯视图；

[0069] 一图 4 是图 2 的一细部的视图；

[0070] 一图 5 是示出高音换能器的一细部的剖视图；

[0071] 一图 6 与图 5 相似的视图，示出高音换能器的一实施变型；

[0072] 一图 7 是透视图，其示出用于如图 2 到图 5 上所示的换能器的波导的一实施变型；

[0073] 一图 8 是与图 1 相似的视图，示出一实施变型；

[0074] 一图 9 是透视图，其示出包括如图 1 上所示的同轴扬声器系统的音箱。

具体实施方式

[0075] 在图 1 上示出多路同轴扬声器系统 1。在示例中，系统 1 包括两路，不过可设计具有三路或更多路的系统。

[0076] 系统 1 被设计用以覆盖宽广的声谱，理想地覆盖整个声频带。所述系统包括：低音换能器 2，其被设计用以再现声谱的低音频部分，将其称为“主换能器”；和高音换能器 3，其被设计用以再现声谱的高音频部分，将其称为“副换能器”。

[0077] 实际上，主换能器 2 可被设计用以再现低音和 / 或中音、和如有需要一部分高音。为此，主换能器的直径优选地介于 10cm 到 38cm 之间。尽管本发明的主要目的不是在于确定涉及系统 1 的不同换能器所覆盖的声谱的建议，但要明确指出的是，由主换能器 2 覆盖的声谱可以覆盖：低音，即 20Hz 到 200Hz 的声频带；或中音，即 200Hz 到 2kHz 的声频带；或甚至低音和中音的至少一部分（和例如全部低音和中音）；如有需要，一部分高音。作为示例，主换能器可被设计用以覆盖 20Hz 到 1kHz 或从 20Hz 到 2kHz、或者甚至从 20Hz 到 5kHz 的声频带。

[0078] 副换能器 3 优选地被设计成其通频带在主换能器 2 的通频带的高音中 至少互补。因此要注意的是，副换能器 3 的通频带覆盖至少部分中音和直到 20kHz 的全部高音。

[0079] 优选的是，换能器 2、3 的振幅响应在恒定水平的频带部分地交迭，和高音换能器的灵敏度至少等于低音换能器的灵敏度，以避免在对应主换能器 2 的声谱的高音部分和副换能器 3 的声谱的低音部分的某些频率所述系统 1 的总体响应的降低。

[0080] 在图 1 上清晰可见的,主换能器 2 包括主磁路 4,主磁路 4 包括环形的磁体 5,磁体 5 被夹置在形成场板的两个低碳钢制极性构件之间,这两个极性构件即后极性构件 6 和前极性构件 7,它们通过粘接被固定在磁体 5 的两个相对的表面上。

[0081] 磁体 5 和极性构件 6、7 围绕公共轴线 A1 呈回转对称性,公共轴线 A1 形成主换能器 2 的总轴线,在下文中被称为“主轴线”。

[0082] 在所示出的实施方式中,后极性构件 6 是整体件。其包括:环形的底部 8,其固定于磁体 5 的后表面 9;和圆柱形的中心的磁芯 10,其在底部 8 的相对向上具有前表面 11,开通有中心孔道 12,该中心孔道通达到磁轭 6 的两侧。

[0083] 前极性构件或前场板 7 具有环形垫圈形状。前极性构件或前场板具有:后表面 13,所述前极性构件或前场板通过该后表面固定于磁体 5 的前表面 14;和相对的前表面 15,其与磁芯 10 的前表面 11 在相同平面中延伸。

[0084] 前场板 7 在其中心具有孔道 16,孔道 16 的内径大于磁芯 10 的外径,使得在该孔道 16 和容置于其中的磁芯 10 之间确定磁隙 17,磁隙 17 被称为主磁隙,由磁体 5 产生的磁场的一部分处于在该磁隙中。

[0085] 此外,主换能器 2 包括:框架 18,其称为盆架,包括基座 19,盆架 18 通过该基座被固定在主磁路 4 上,更为确切地固定在前场板 7 的前表面 15 上;环冠 20,换能器 2 通过所述环冠被固定在承载结构上;和多个分支 21,所述多个分支将基座 19 连接于环冠 20。

[0086] 主换能器 2 此外包括活动系统 22,活动系统 22 包括振膜 23 和活动音圈 24,活动音圈 24 包括螺线管 25,螺线管 25 卷绕在与振膜 23 连在一起的圆柱形支架 26 上。

[0087] 振膜 23 以刚性和轻质的材料如浸渍纤维素纸浆制成,和具有带曲线形 母线(例如根据圆周定律、指数定律或双曲线定律)的围绕主轴线 A1 的锥形或伪锥形的回转形状。

[0088] 振膜 23 通过周沿悬架(又被称为边部)27 固定在环冠 20 的周廓上,周沿悬架 27 可由在振膜 23 上附加和粘接的环形构件组成。悬架 27 能以弹性体(例如天然橡胶或合成橡胶)、聚合物(蜂窝状的或非蜂窝状的)、或以浸渍和涂层无纺布或织物制成。

[0089] 振膜 23 在其中心确定开口 28,支架 26 以前端部通过粘接被固定在开口 28 的内边部上。采用一级近似,开口 28 的几何中心被视为是主换能器 2 的声中心 C1,即主换能器 2 的声辐射从其发射出的等同的点声源。

[0090] 以非声发射性材料制成的半球形的防尘帽(cache-noyau)29 可在开口 28 附近被固定于振膜 23,以保护其不受粉尘侵入。

[0091] 以(例如铜或铝制)金属导线制成的螺线管 25,在支架 26 的伸入到主磁隙 17 中的后端部处被卷绕在该支架上。根据主换能器 2 的直径,螺线管 25 的直径可介于 25mm 和一百多 mm (plus de 100mm) 之间。

[0092] 活动系统 22 的定中心、弹性复位和轴向引导共同地通过周沿悬架 27 和又称为定心支片(spider)的中心悬架 30 来保证,该定心支片通常呈环形,带有同心波纹,定心支片具有周沿边部 31,定心支片 30 借助周沿边部 31 (通过粘接)被固定在盆架 18 的邻近基座 19 的凸缘 32 上,定心支片还具有内边部 33,定心支片 30 借助内边部 33 (也通过粘接)固定在圆柱形的支架 26 上。

[0093] 利用两个电导体(未显示)以传统的方式实施对螺线管 25 提供电信号,所述两个电导体将螺线管 25 的两个端部中的每一端部连接到换能器 2 的一接线柱,在此处执行与功率

放大器的连接。

[0094] 如在图 1 上所示的,副换能器 3 被容置在主换能器 2 中,同时被接纳在正前中心的空间内(即在磁路 4 的前侧),该空间向后由磁芯 10 的前表面 11 界定和在侧面由支架 26 的内壁界定。

[0095] 副换能器 3 包括副磁路 34,副磁路 34 与主磁路 4 区分开,该副磁路包括中心环形的永磁体 35,永磁体 35 被夹置在形成场板的两个极性构件之间,这两个极性构件即后极性构件 36 和前极性构件 37,它们通过粘接被固定在磁体 35 的两相对的面上。

[0096] 磁体 35 和极性构件 36、37 围绕公共轴线 A2 回转对称,公共轴线 A2 形成副换能器 3 的总轴线和在下文中被称为“副轴线”。

[0097] 优选地,磁体 35 以钕-铁-硼稀土合金制成,钕-铁-硼稀土合金具有这样的优点:提供的能量密度高(直至等同尺寸大小的钕铁氧体永磁体的能量密度的 12 倍)。

[0098] 如在图 2 上清晰可见的,称为磁轭的后极性构件 36 在此情形下是整体件的和以低碳钢制成。其具有呈 U 形径向截面的剖面形状并包括:底部 38,其固定于磁体 35 的后表面 39;和周沿侧壁 40,其从底部 38 起轴向地延伸。侧壁 40 在与底部 38 相对的前端部终止于环形的前表面 41。底部 38 具有后表面 42,后表面 42 以同轴的方式紧贴靠磁芯 10 的前表面 11,即使得副轴线 A2 与主轴线 A1 基本重合。

[0099] 被称为磁芯的前极性构件 37 也以低碳钢制成。其呈环形和具有:后表面 44,被称为磁芯的前极性构件通过后表面 44 被固定在磁体 35 的前表面 45 上;和相对的前表面 46,前表面 46 与磁轭 36 的侧壁 40 的前表面 41 在相同的平面中延伸。

[0100] 如在图 2 上可见的,磁路 34 是超薄的,即其厚度与其全径相比较小。此外,磁路 34 延伸直到换能器 3 的外径。换句话说,磁路 34 的尺寸相对于换能器 3 的全径最大化,这增加其功率性能以及磁场值、和因此换能器 3 的灵敏度。

[0101] 磁芯 37 具有的全径小于磁轭 36 的侧壁 40 的内径,使得在磁芯 37 和磁轭 36 的侧壁 40 之间确定副磁隙 47,在副磁隙内集中了由磁体 35 产生的磁场的大部分。

[0102] 在磁隙 47 处,磁芯 37 和磁轭 36 的棱边可被倒角,或优选地和如图 2 上所示的,这些棱边是修圆的,以避免有害的飞边。

[0103] 副换能器 3 此外还包括活动系统 48,活动系统 48 包括球顶形的膜片 49 和与膜片 49 连在一起的活动音圈 50。

[0104] 膜片 49 以刚性和轻质的材料例如热塑性聚合物或甚至铝基轻质合金、以镁或钛制成。其被定位成在磁芯 37 侧上覆盖磁路 34,和以使其回转对称轴线与副轴线 A2 重合。在这些条件下,膜片 49 的位于副轴线 A2 上的顶部可被视为是其声中心 C2,即副换能器 3 的声辐射从其发射的等同的点声源。

[0105] 膜片 49 具有圆形的周沿边部 51,其略微抬高以方便活动音圈 50 的固定。

[0106] 活动音圈 50 包括(例如铜制或铝制的)导体金属线螺线管(其截面是圆形的或矩形的),其优选的宽度为 0.3mm,呈螺旋形卷绕以形成圆柱体,该圆柱体的上端部通过粘接被固定于膜片 49 的抬高的周沿边部 51。音圈 50 在这里未设有支架(不过该音圈可包括支架)。

[0107] 活动音圈 50 伸入在副磁隙 47 中。活动音圈 50 的内径极略微地大于磁芯 37 的外径,使得设于活动音圈 50 和磁芯 37 之间的内运行间隙相对磁隙 47 宽度很小。作为变型,运行间隙能以惯常的方式被定尺寸。

[0108] 根据一优选的实施方式,磁芯 37 的至少周廓优选地被覆以低摩擦系数聚合物薄层,如聚四氟乙烯(PTFE 或特氟龙)层,其厚度接近(或小于)1/100 毫米,优选地为数十微米(例如大约 20 微米)。

[0109] 由此,尽管磁芯 37 和活动音圈 50 之间的间隙小,但一方面,活动音圈 50 在磁隙 47 中的安置到位是相对容易的,和另一方面,在运行时,活动音圈 50 的轴向运动不会受到磁芯 37 接近的妨碍,即便假定这两个元件会偶然地和暂时地相互接触。

[0110] 实际上,活动音圈 50 和磁隙 47 优选地被定尺寸以使得:

[0111] 一在活动音圈 50 和磁芯 37(包含覆层)之间的间隙小于 1/10 毫米,例如在 0.05mm 到 0.1mm 之间。根据一优选的实施方式,内间隙为 0.08mm(而不排除用传统的方式对该间隙定尺寸);

[0112] 一设在活动音圈 50 和磁轭 36 的侧壁 40 之间的外间隙小于 0.2mm,例如在 0.1mm 到 0.2mm 之间。根据一优选的实施方式,外间隙为 0.17mm。

[0113] 因此,对于宽度为 0.3mm 的活动音圈 50,磁隙 47 的最大宽度为 0.6mm(内间隙为 0.1mm 和外间隙为 0.2mm)。在该构型中,活动音圈 50 在磁隙 47 中的占用率接近 50%,该占用率等于活动音圈 50 和磁隙 47 的截面之比。在优选构型中,对于 0.55mm 的磁隙宽度、0.08mm 的内间隙和 0.17mm 的外间隙,活动音圈 50 在磁隙 47 中的占用率为大约 55%。

[0114] 这些值与现有技术的换能器的占用率相比,小大约 35%。

[0115] 由于磁隙 47 的宽度减小,而导致在磁隙 47 中的磁通量密度增大,和换能器 3 的灵敏度的随之增大,灵敏度随磁隙 47 中的磁通量密度的平方变化。

[0116] 可具有这样的优点:为磁隙 47 配以载有磁性微粒的矿物油,例如由 FERROTEC 公司(日本磁性流体技术株式会社)以商业名称 Ferrofluid(磁性流体)(注册商标)投放市场的类型。这类填料具有以下优点:

[0117] 一其有利于活动音圈 50 在磁隙 47 内的定中心,

[0118] 一其具有动态润滑的作用,有利于换能器 3 的运行静音,

[0119] 一借助其远高于空气导热率的导热率,其有利于向磁路 34、和特别地向磁轭 36 排放由焦耳效应在活动音圈 50 中产生的热量。

[0120] 副换能器 3 此外包括支架 52,支架 52 固定于副磁路 34,活动系统 48 悬挂于该支架。支架 52 以反磁性和电绝缘的材料制成,例如以如聚酰胺或聚甲醛(含或不含玻璃)的热塑性材料制成,该支架 52 具有呈 T 形截面的围绕与副轴线 A2 重合的一轴线的回转对称整体形状。

[0121] 是整体件的支架 52,对于换能器 3 形成内骨架;其包括:环形的盘板 53,盘板 53 紧贴靠磁芯 37 的前表面 46;和圆柱形的杆 54,杆 54 从盘板 53 的中心起向后凸出地延伸和容置在互补的圆柱形的空槽部(emplacement)55 中,空槽部 55 实施在磁路 34 中和由制在磁轭 36、磁体 35 和磁芯 37 中的一系列同轴开孔形成。

[0122] 如在图 2 上所示的,内骨架 52 利用螺母 56 刚性地固定于磁路 34,螺母 56 在铰孔 57 内旋拧在杆 54 的螺纹部分上和紧靠磁轭 36,铰孔 57 在后表面 42 的中心实施在该后表面上。这样,盘板 53 紧贴靠磁芯 37 的前表面 46,而没有转动的可能性。这种固定如有需要可通过在盘板 53 和磁芯 37 之间涂覆一薄层黏合剂来完成。

[0123] 考虑到盘板 53 相对于磁路 34 的正前定位,该盘板在膜片 49 所界定的透镜状的内

容积空间中延伸。盘板 53 包括周沿环形的边框 58 和中心盘 59, 杆 54 连接到该中心盘。中心盘 59 可开通有孔洞 60, 这些孔洞 60 的作用在于最大化在膜片 49 下方的空气容积, 以降低活动系统 48 的谐振频率。

[0124] 边框 58 基本具有滑轮的轮廓, 和包括周沿环形的凹槽 61, 凹槽 61 径向地通向外部和、与位于边部 51 附近的膜片 49 内表面的周沿环形部分 62 相对。

[0125] 凹槽 61 将边框 58 分为相对的两个侧板, 它们形成凹槽 61 的侧壁, 这两个侧板即支靠磁芯 37 的前表面 46 的后侧板 63、和前侧板 64。侧板 63、64 通过形成凹槽 61 的底部的圆柱形腹板 65 相连接。

[0126] 活动系统 48 通过内悬架 66 安装在内骨架 52 上, 内悬架 66 保证在膜片 49 和盘板 53 之间的连接。这种悬架 66 呈以轻质、弹性和非声发射性的材料制成的回转构件的形式(为此可选择多孔材料)。优选地, 这种材料耐抗换能器中存在的热量, 材料弹性选择成使活动系统 48 的谐振频率小于通过换能器 3 再现的最低频率(在此情形下是 500Hz 到 2kHz)。

[0127] 由于悬架 66 的非声发射性, 仅仅呈球顶形状 of 膜片 49 发射声辐射。这样, 避免了本征模、谐振、和更为一般性地悬架 66 的干扰声辐射, 其会干扰膜片 49 的声辐射和严重破坏换能器 3 的性能。

[0128] 根据在这里称为“浮置安装”和特别在图 2、图 4 和图 5 上所示的一优选的实施方式, 悬架 66 具有基本呈多边形的截面, 该悬架包括: 直的、即呈围绕副轴线 A2 的回转圆柱形的内边部 67; 和基本截锥形的周沿外边部 68。

[0129] 悬架能以天然纤维(例如棉)或合成纤维(例如聚酯、聚丙烯酸、尼龙和更为特别地芳纶, 其中有 Kevlar (凯芙拉, 即聚对苯二甲酰对苯二胺), 注册商标)的织物制成, 或能以天然纤维和合成纤维的混合物(例如涤棉)制成, 这些纤维浸有赋予悬架 66 以强度和硬度及弹性的热固性或热塑性的树脂。不过优选地, 悬架将以网状的聚合物泡沫塑料(例如聚酯或三聚氰胺)实施, 该泡沫塑料特别地适合, 因为其具有高的孔隙性。

[0130] 悬架 66 通过其截锥形的的外边部 68, 通过粘接被固定在膜片 49 的内表面的周沿部分 62 上。作为变型, 假定活动音圈 50 包括与膜片 49 连在一起的、和螺线管将安装在其上的圆柱形支架, 则悬架 66 可通过其周沿外边部(其此时是圆柱形的)固定在该支架的内表面上。

[0131] 如在图 2 上所示, 悬架 66 的厚度(沿副轴线 A2 测量)即便小于其自由长度(在侧板 63、64 和膜片 49 的内表面 62 之间径向地测量), 但也并非相对于其是可忽略的, 而是相同量级的。更为确切的说, 悬架 66 的自由长度和厚度之间的比率优选地小于 5 (在此情形下该比率小于 3)。这样最小化悬架 66 的自由长度的事实, 允许稳定活动系统 48 和阻止其摆动(反 摇摆效应)。

[0132] 悬架 66 在其内边部 67 侧上, 被容置在凹槽 61 中, 同时在侧板 63、64 之间略微地被压缩以避免干扰杂音, 但并未固定于这些侧板。此外, 悬架 66 的内径大于凹槽 61 的内径(即大于边框的腹板 65 的外径), 使得在悬架 66 和腹板 65 之间设置一环形空间 69。

[0133] 这样, 悬架 66 相对于盘板 53 的边框 58 是浮置的, 具有径向行程的可能性, 悬架 66 能相对于侧板 63、64 滑动。为有利于这种滑动, 可在侧板 63、64 上涂覆糊状润滑剂层如润滑脂层。由在悬架 66 和腹板 65 (即凹槽 61 的底部) 之间的环形空间 69 确定的径向间隙优选地小于 1mm。根据一优选的实施方式, 该间隙大约为 0.5mm。出于清晰的考量, 在附图

上该间隙被夸大。

[0134] 根据称为“非浮置”安装的一变型,悬架 66 可被粘接在侧板 63、64 的内部,而不是简单地被涂以润滑剂。在此情形下,径向间隙的定尺寸将是常见类型的和并不如在上述浮置安装中那样小。在非浮置安装中,活动系统 48 将利用定中心工具(还被称为“假磁轭”),以如在下文中关于图 6 上所示的“定心支片”类型的悬架 66 的变型所描述的方式相对于磁隙被定中心。

[0135] 此外,优选的是,悬架 66 的在凹槽 61 中容置的部分的宽度(径向地测量)大于或等于其厚度,以保证平面支撑类型的机械连接和最小化悬架 66 相对于盘板 53 的任何有害的倾转效应。

[0136] 因此,悬架 66 在膜片 49 内部延伸。外周沿悬架的取消允许消除在已知换能器中膜片辐射和其悬架的辐射之间存在的声干扰。

[0137] 此外,悬架 66 不在膜片 49 上施加任何径向应力,其不强加使膜片相对于副磁路 34 定中心的功能,有利于副换能器 3 的装配的简易性或在发生故障的情形下替换膜片 49 的简易性。

[0138] 膜片 49 的定中心在活动音圈 50 处实施,活动音圈 50 以小间隙在磁芯 37 上配合,和自伸入在磁隙 47 的磁场中的活动音圈 50 通过调制电流被施以运动起,相对于其自动地定中心。

[0139] 相反地,悬架 66 保证活动系统 48 向中间息止位置的复位功能,中间息止位置是在没有施加于活动音圈 50 上的轴向应力的情形下(即实际上,在没有电流经过活动音圈的情形下)采用的。在附图上示出的副换能器 3 正是在该中间位置。

[0140] 悬架 66 还保证对膜片 49 的基部的保持功能,即在垂直于副轴线 A2 的平面中保持膜片 49 的周沿边部 51 的功能,以避免加重膜片运行负担的膜片 49 的任何倾转或摇摆。

[0141] 在图 6 上示出副换能器 3 的称为“非浮置式”的实施变型,其与刚刚描述的优选实施方式通过悬架 66 的设计和内骨架 52 的形状相区别。

[0142] 悬架 66 实际上是定心支片类型的,该悬架以天然纤维(例如棉)或合成纤维(例如聚酯、聚丙烯酸、尼龙和更为特别地芳纶,其中有 Kevlar (凯芙拉,即聚对苯二甲酰对苯二胺),注册商标)的织物制成,或以天然纤维和合成纤维的混合物(例如涤棉)制成,这些纤维浸有在热成型成形后赋予悬架 66 以强度、硬度及弹性的热固性或热塑性的树脂。

[0143] 悬架包括:环形的、平坦的内部分 98,该内部分通过粘接固定在盘板 53 的上表面 99 上;和周沿部分 100,周沿部分围绕内部分 98 延伸。周沿部分 100 在盘板 53 以外径向地自由地延伸,和包括可通过热成型获得的波纹 101。

[0144] 悬架 66 通过外边部 102,利用粘接被固定在邻近膜片周沿边部 51 的膜片 49 内表面上。作为变型,假定活动音圈 50 包括与膜片 49 连在一起的和螺线管安装在其上的圆柱形支架,悬架 66 则可通过其外边部固定在该支架的内表面上。

[0145] 需要注意的是,活动系统 48 应相对于磁路 34 完美地定中心,更为确切的说应相对于活动音圈 50 容置在其中的磁隙 47 完美地定中心。为此,使用内骨架 52 定位在其中的定中心装配系统(又称为假磁轭)。定中心装配系统包括孔道(其直径等于槽座 55 的直径),内骨架 52 的杆 54 被插入在该孔道中。继而实施悬架 66 在盘板 53 上的粘接。在用黏合剂之前,保证活动音圈 50 的内径相对于定中心装配系统的孔道的定中心,这保证活动系统 48 相

对于内骨架 52 的定中心。在黏合剂干燥之后,包括活动系统 48 和内骨架 52 的组件则可被安装,同时在磁路 34 中完美地定中心,这在制造时和在通过替换活动系统 48 进行修复时都如此。

[0146] 电流通过两个电路 70 被引至活动音圈 50,这两个电路将活动音圈 50 的端部与换能器 3 的两个供电电接线柱(未显示)相连接。

[0147] 如在图 2 上所示,每个电路 70 包括:

[0148] 一大截面的导体 71,其包括通过塑料罩隔绝的铜线,穿过磁路 34,同时被容置在纵向地实施于内骨架 52 的杆 54 中的槽道内,其裸露的前端部 72 通过在中心盘的孔洞 60 之一处从磁路 34 凸伸出,通到膜片 49 的内容积空间中;

[0149] 一电气接合元件,其例如呈嵌接在所述孔洞 60 中的(铜或黄铜制)金属环圈(oeillet) 73 的形式,导体 71 的裸露的端部 72 与之电连接(例如通过未显示的焊点);

[0150] 一小截面的导体 74,其呈非常柔软的和合适地被成形的金属带的形式,在称为“浮置安装”的优选实施方式的情形中,其跨过边框 58 和悬架 66,在膜片 49 的内容积空间中延伸,其内端部 75 电连接到金属环圈 73(例如通过未显示的焊缝),而其相对的外端部电连接到活动音圈 50 的一端部。

[0151] 在图 2 上可见单一的小截面导体 74,与第一小截面导体径向相对的第二小截面导体位于附图剖平面的前侧。

[0152] 补充于这些导体 74 大柔性的(U 状)弧形形状,允许这些导体毫无困难地发生变形和跟随伴随活动音圈 50 振动的膜片 49 的行程运动,而无需施加会损害活动系统 48 的定位自由度的径向或轴向的机械应力。

[0153] 最后,副换能器 3 包括与磁路 34 连在一起的声波导 76。

[0154] 波导 76 呈以具有大于 $50\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 的高导热率的材料例如铝(或以铝合金)制成的整体件的形式。

[0155] 呈回转形状的波导 76 在磁轭 36 上固定和包括基本圆柱形的外侧壁 77,外侧壁 77 在磁轭 36 的侧壁 40 的延长部分中延伸。优选地,利用数目等于 3 或大于 3 的螺钉通过拧紧进行固定。为最大化在这两个构件之间的热接触,有利的是通过涂覆导热膏来补充该拧紧操作。

[0156] 如在图 2 和图 5 上可看见的,波导 76 在后周沿边部上具有一裙部 78,裙部 78 会配合在制于磁轭 36 中的具有互补形廓的凹部 79 上。因此产生波导 76 相对于磁轭 36、更一般性地相对于磁路 34 和膜片 49 的精确定中心。此外,在两构件 36、76 之间的热传导得到改善。

[0157] 波导 76 具有后表面 80,后表面 80 具有基本球形的帽状的形状,与膜片 49 同心地、与该后表面部分地覆盖的膜片外表面相面对和相邻近地延伸。

[0158] 根据在图 1 到图 5 上示出的一优选的实施方式,后表面 80 是开有孔眼的和包括:连续的周沿部分 81,周沿部分 81 在波导 76 的后边部附近延伸;和非连续的中心部分 82,其由一系列翼片 83 带有,从侧壁 77 向内(即向换能器 3 的轴线 A2)径向地凸伸。后表面 80 在内部、即在膜片 49 侧,由花瓣形状的边棱 84 界定。

[0159] 如在图 3 上可见的,翼片 83 没有接合到轴线 A2 上,而在离开轴线 A2 一段距离处的内端部中断。翼片 83 每个在其顶部具有一曲线形的边棱 85。

[0160] 波导 76 的侧壁 77 向内由非连续的截锥形的前表面 86 界定,前表面 86 分布在多个角扇区 87 上,所述多个角扇区在翼片 83 之间延伸。前表面 86 形成喇叭筒开始部分(amorce de pavillon),该喇叭筒开始部分从内向外和从后边部直到前边部 88 延伸,其中,所述后边部由构成喇叭筒开始部分 86 的喉部(gorge)的花瓣形的边棱 84 形成,而前边部 88 构成喇叭筒开始部分 86 的开口。喇叭筒开始部分 86 的角扇区 87 是这样的回转锥体的一些部分:所述回转锥体的对称轴线与副轴线 A2 重合,和其母线是曲线形的(例如按圆周定律、指数定律或双曲线定律)。喇叭筒开始部分 86 保证在由喉部 84 界定的空间和由开口 88 界定的空间之间的声阻抗的连续匹配。

[0161] 根据一实施方式,喇叭筒开始部分 86 在开口 88 上的切线与垂直于副换能器 3 的副轴线 A2 的平面形成介于 30° 到 70° 之间的角度。在图上示例中,该角度大约为 50° 。

[0162] 其作用将在下文中进行描述的翼片 83 每个在侧面具有两个颊面 89,这两个颊面在外侧通过倒圆角 90 连接于喇叭筒开始部分 86 的角扇区 87。

[0163] 在图 7 上所示的实施变型中,波导 76 形成的不是喇叭筒开始部分,而是形成一个完整的喇叭筒(例如围绕副轴线 A2 回转对称),其喉部 84 的轮廓是圆形的和其长度使得:当副换能器 3 安装在主换能器 2 中时,如在图 8 上所示,开口 88 可延伸在振膜 23 的周沿悬架 27 的高度以外。

[0164] 波导 76 在膜片 49 上界定两个相区分的和互补的区域,即:

[0165] 一暴露的内区域 91,其呈花瓣状,在外侧由喉部 84 界定,

[0166] 一遮盖的外区域 92,其与暴露的内区域 91 形状互补,在内侧由喉部 84 界定。

[0167] 波导 76 的后表面 80 和膜片 49 的对应的遮盖的外区域 92 在它们之间确定空气容积空间 93,其被称为压缩腔,在压缩腔中,由在磁隙 47 中移动的活动音圈 50 带动的振动膜片 49 的声辐射不是自由的,而是受到压缩。暴露的内区域 91 与相对的喉部 84 直接地连通,所述喉部集中整个膜片 49 的声辐射。

[0168] 换能器 3 的压缩率由其发射表面积与由喉部 84 的在垂直于副轴线 A2 的平面中的投影所界定的表面积之商确定,其中,所述发射表面积对应于膜片 49 的(在边部 51 上测量的)全径所界定的平坦表面。这种压缩率优选地大于 $1.2:1$,例如大约 $1.4:1$ 。可考虑例如直到 $4:1$ 的高压缩率。

[0169] 如在图 1 上所示的,副换能器 3 同时以如下方式安装在主换能器 2 中:

[0170] 一以同轴的方式,即主轴线 A1 与副轴线 A2 重合,

[0171] 一以正前的方式,即副换能器 3 布置在主磁路 4 的前方(换句话说,在振膜 23 延伸的磁路 4 侧上)。

[0172] 实际上,副换能器 3 在主磁路的前方被固定在该主磁路 4 上,同时如已看见的,其被接纳在这样的空间中:该空间向后由磁芯 10 的前表面 11 界定,和在侧面由圆柱形支架 26 的内壁界定;副磁路 34 的磁轭 36 直接地或通过隔板紧贴磁芯 10 的前表面 11。为此,副换能器 3 具有的全径小于圆柱形支架 26 的内径。不过,优选最小化在副换能器 3 和支架 26 之间的间隙,以降低通过设在它们之间的环形腔所产生的有害声学效应。但是,该间隙应足以避免支架 26 在副换能器 3 上的摩擦。为十分之几毫米(例如介于 0.2mm 到 0.6mm 之间)的小间隙构成良好的折中(在图 1 和图 7 上,出于示图清晰的目的,该间隙被夸大)。

[0173] 如在图 1 上所示的,内骨架 52 的杆 54 被接纳在磁芯 10 的孔道 12 中,副换能器 3

利用螺母 94 刚性地被固定于主换能器 2 的磁路 4, 螺母 94 在杆 54 的螺纹部分上拧紧, 紧靠磁轭 6 和必要时可插置有垫片。

[0174] 被形容为“正前”的该安装与在后部的安装相反, 在后部的安装中, 换能器安装在磁轭的后表面上(参照例如 Tannoy (天朗)专利 US 4, 164, 631), 该正前的安装借助于高音换能器 3 的所谓“内骨架式”类型的特定结构而成为可能。

[0175] 首先, 悬架 66 在球顶形的膜片 49 内部的定位和以非声发射性材料实施悬架 66, 消除了悬架 66 和膜片 49 之间的声干扰。

[0176] 其次, 悬架 66 在膜片 49 内延伸和不在膜片外延伸的事实, 允许将发射表面增大到膜片 49 的全径的 100%。

[0177] 膜片 49 的发射表面的这种增大允许换能器 3 的灵敏度方面的显著增益, 这是因为该增益与发射表面积的正平方成正比。实际上, 换能器 3 的结构以等同的换能器全径, 允许可提高到 17% 的发射表面面积的增量。因此对于该值, 产生就灵敏度而言大约 1.4dB 的增益。

[0178] 第三, 借助不存在膜片的外悬架, 活动音圈 50 的直径可被增大, 使其等于膜片 49 的直径。因此使得与活动音圈直径增大成比例的活动音圈 50 的容许功率增大。更为确切的说, 活动音圈的直径增加 20%, 引起功率性能的等同增益。

[0179] 第四, 活动系统 48 的固定通过悬架 66 和内骨架 52 在膜片 49 内部实现, 则换能器 3 摆脱膜片 49 的外支架的径向尺寸。考虑到膜片 49 的达 100% 的发射特征, 因此显著地增大发射表面积 / 全径向尺寸之比(等于膜片和换能器的半径的平方之商), 其可提高到大约 70%。

[0180] 该比允许实施轴向上短的喇叭筒开始部分 86, 这有效地允许换能器 3 在低音换能器 2 中以轴向和正前的方式的安装, 同时喇叭筒开始部分 86 与低音换能器 2 的振膜 23 的形廓相切地连接。

[0181] 此外, 外骨架的不存在避免了磁路 34 的热约束。该方面与在磁轭 36 与以良好导热材料实施的波导 76 之间的直接热接触相结合, 允许显著地改善换能器 3 的散热能力和因此改进其功率性能。

[0182] 如已经指出过的, 换能器 3 摆脱膜片 49 的外支架的径向尺寸, 这是由于支架利用内骨架 52 实现。该方面与等于膜片 49 直径的活动音圈 50 直径的增大相结合, 允许增大磁路 34 的直径, 磁路 34 的直径可等于换能器 3 的全径, 如在图 2 和图 6 上所显示的。

[0183] 因此产生 BL 积(磁隙 47 中的磁场与螺线管 50 的线的长度之积, 产生活动系统 48 的移动的洛伦兹力与其成比例)的增益, 其中得到换能器的灵敏度方面的增益(与 BL 积的增量的平方成正比)。实际上, 可利用换能器 3 的“内骨架式”类型的结构获得大于大约 40% 的 BL 积的增量和因此获得可提高到大约 3dB 的灵敏度方面的增益。

[0184] 除副换能器 3 相对于主换能器 2 的正前同轴定位以外, 它们各自的几何形状, 特别地(而非仅仅地), 磁路 4、34 的厚度和振膜 23 的曲度(和因此深度)优选地适于允许换能器 2、3 的声中心 C1 和 C2 的至少大致的重合, 使得在换能器 2、3 的声辐射之间的时间偏移是感知不到的(此时则认为换能器 2、3 时间配准)。系统 1 则可被视为是完美一致的, 尽管存在声源的双重性。

[0185] 可合理地认为: 小于大约 25 微秒的时间偏移 δ 完全是感知不到的。实际上, 按照以下的转换公式, 这类时间偏移沿主轴线 A1 由小于大约 10mm 的声中心 C1、C2 之间的物理

移位 d 来表示：

[0186] $d = \delta \text{ Cair}$

[0187] 其中, Cair 是在空气中的声音的速度。

[0188] 系统 1 的良好一致性消除了引入对时间偏移进行补偿的必要性,时间偏移不可能在被动滤波进行校正,而在主动滤波对其的校正可能引起声轴外的时间一致性缺陷。

[0189] 此外,如在图 1 上所示的,在主要实施方式中,副换能器 3 相对于主换能器 2 的轴向定位和波导 76 的几何形状使得:振膜 23 在喇叭筒开始部分 86 的延长部分中延伸。换句话说,喇叭筒开始部分 86 在开口 88 上的切线与振膜 23 在其中心开口 28 上的切线相重合。在该构型中,波导 76 和主换能器 2 的振膜 23 共同形成用于副换能器 3 的一个完整喇叭筒,从而允许两个换能器 2、3 具有均匀的指向性特征。

[0190] 在图 7 的实施变型中,形成完整喇叭筒的波导 76 独立于主换能器 2 的振膜 23。在该构型中,两换能器 2、3 的指向性特征是相区分开的和可以单独地被优化,这在某些应用如在舞台回响扬声器中是有利的。

[0191] 除在喉部 84 和开口 88 之间的副换能器 3 的声阻抗的匹配之外,波导 76 还保证在磁路 34 处产生的热量的消散作用,这特别是借助于翼片 83 的存在。

[0192] 根据在图 8 上所示的一可选的实施方式,用作散热器的波导 76 可在实施于与每个翼片 83 相对的侧壁 77 外周廓中的槽口 96 内,包括补充的肋条(relief)97,这些肋条 97 由一些外径向翼片形成,而这些外径向翼片径向地延伸,直到换能器 3 的全径但不超过它。

[0193] 考虑到这些外翼片 97 在副换能器和主换能器 2 的活动音圈 24 的支架 26 的内表面之间的环形空间中的位置,这些外翼片有效地有助于副换能器 3 的冷却,其中,由换能器 1 的活动系统 22 的移动产生的脉冲空气流在所述环形空间中流动。

[0194] 在上文所述的正前同轴结构中,由螺线管 25 向内部辐射的热量的一部分被排向磁路 4 的后侧,而该热量的一部分也与副换能器 3 相联通。该热量引起副换能器 3 的外感发热,其添加到由其本有的活动音圈 50 通过焦耳效应产生的内源性发热。即便副换能器 3 的内源性发热比主换能器 2 的内源性发热小,不过仍需要保证在副换能器 3 处产生的热量的消散:这是波导 76 的第二功能,这:

[0195] 一首先,借助于以导热率很高(即大于 $50\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$,甚至优选地大于 $100\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 、甚至 $200\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)的材料来实施波导,

[0196] 一第二,(对于在图 1 到图 5 上所示的主要实施方式),借助于翼片 83 的存在(和必要时外翼片 97 的存在),这些翼片增大与周围空气的换热面积,

[0197] 一第三,借助于膜片 49 的内悬架 66 及不存在外悬架,其因此导致:

[0198] 一一方面,作为热源的活动音圈 50 的直径的增大,和因此其向副换能器 3 的周沿的偏置,

[0199] 一另一方面,波导 76 在磁轭 36 上的直接固定(外周沿悬架的存在会引起在波导 76 和磁轭 36 之间插置抑制散热的隔热材料构件),

[0200] 一第四,借助于源自称为“浮置式”安装的优选模式的在活动音圈 50 和磁路 34 的磁隙 47 之间的运行间隙的减小,和特别地外间隙的减小,因而减小在活动音圈 50 和磁轭 36 之间的环形空气层(隔热属性)的厚度,和因此有利于热量从活动音圈 50 通过磁轭 36 向波导 76 的传导。

[0201] 这样,在副换能器 3 处累积的热量可以经由系统 1 的前侧通过辐射和对流至少部分地被排出。实际上,当系统 1 通过其盆架 18 的环冠 20 被固定在音箱的竖直壁上时(轴线因此水平地延伸),通过波导 76 在前面释放 的热量加热周围空气,周围空气趋向于上升,因此产生新鲜空气的抽吸和空气循环的上升对流运动,从而排出热量和保证副换能器 3 的冷却。

[0202] 在主要实施方式中,每个翼片 83 的渐尖的和圆形的实施旨在最小化翼片 83 对膜片 49 的声辐射的影响,其中,所述翼片的颊面 89,一方面从位于膜片侧(和承载后表面 80 的中心部分 82)的翼片 83 底部向位于前侧的顶部边棱 85 倾斜,和另一方面通过具有圆形截面的倒圆角 90 连接到喇叭筒开始部分 86。

[0203] 系统 1 可安装在各种类型的音箱上,例如具有倾斜正前面的舞台回响音箱 95,如在图 9 上作为示例所示的。

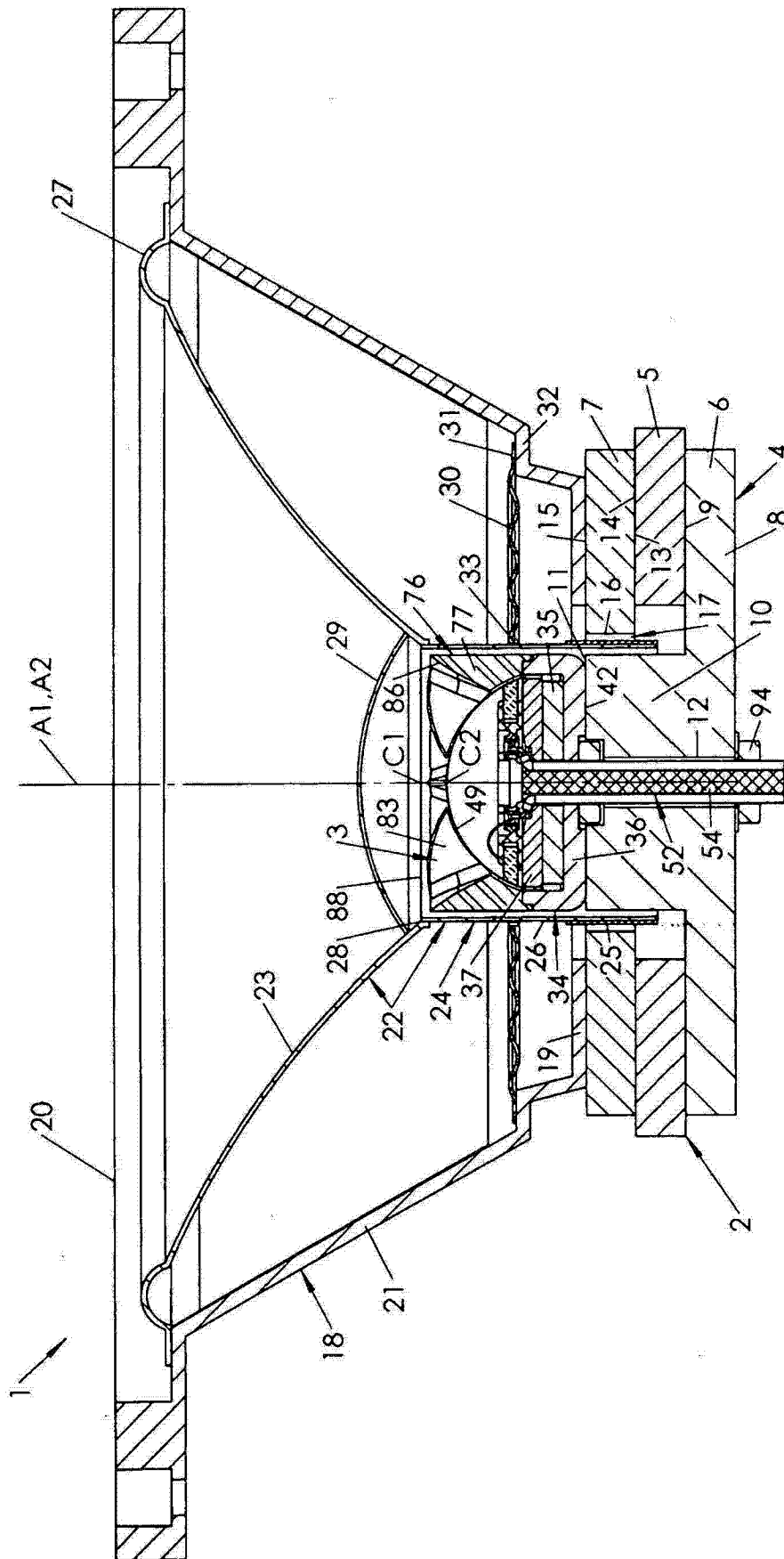


图 1

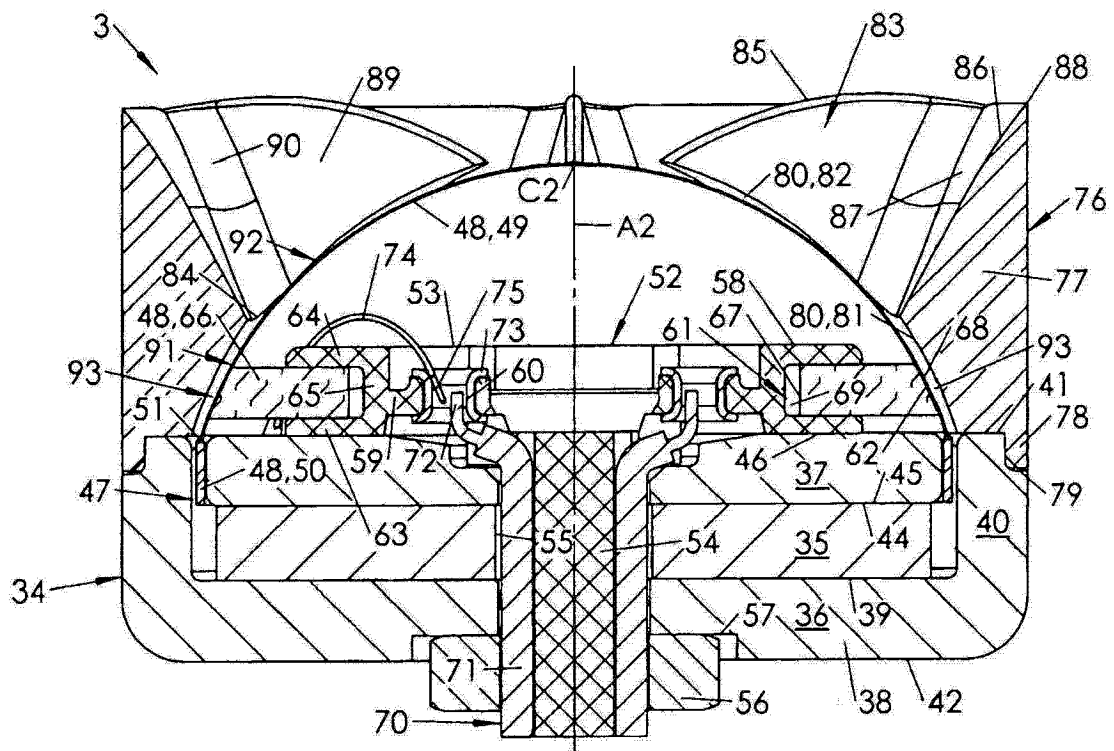


图 2

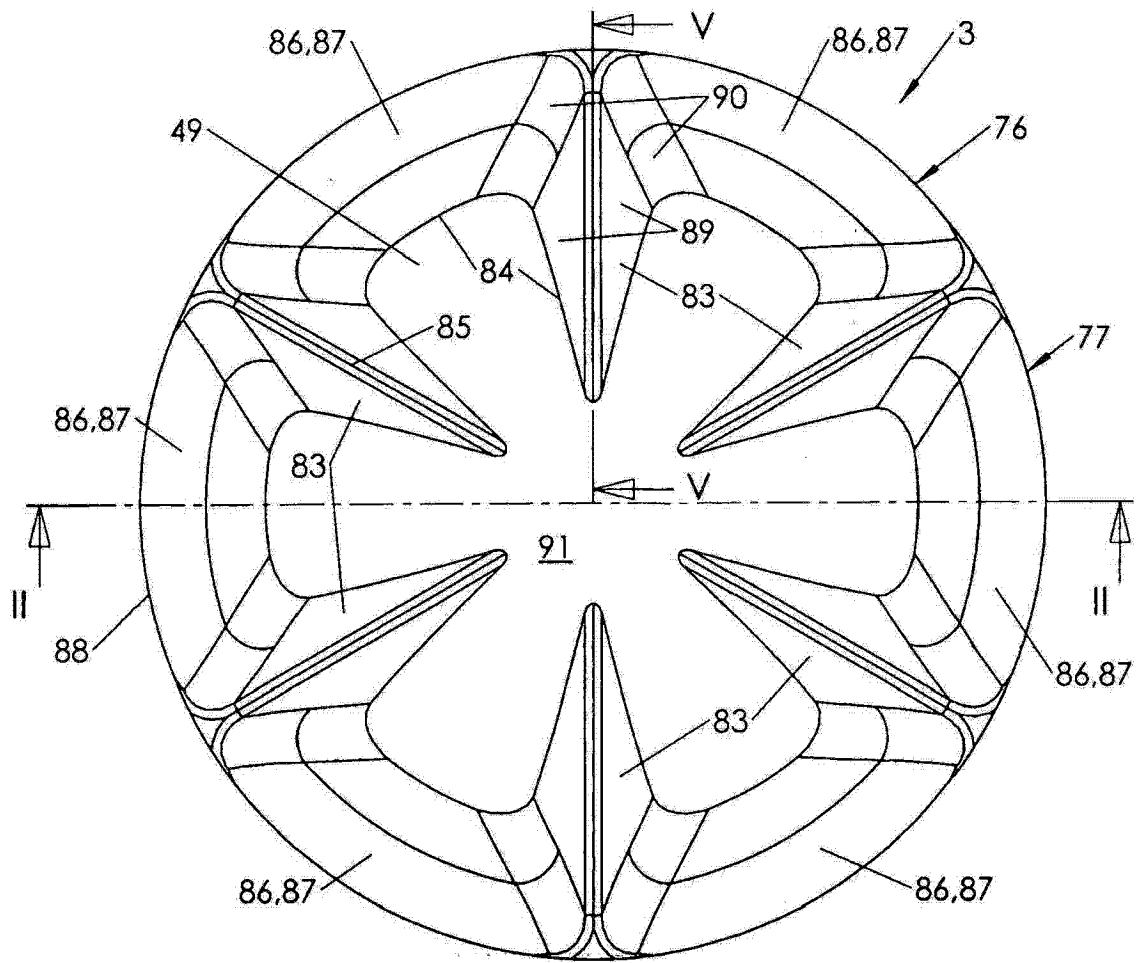


图 3

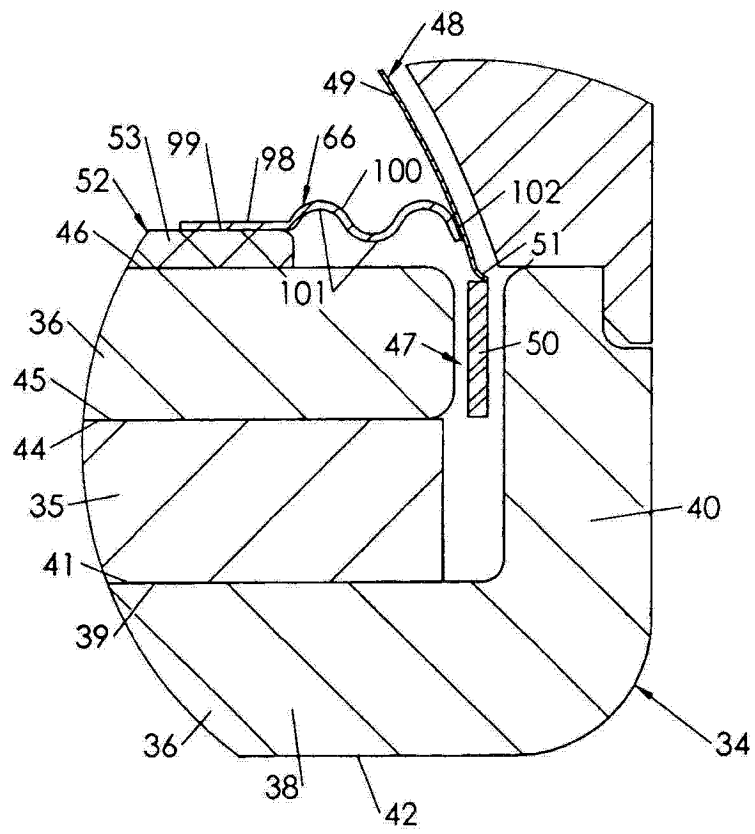


图 6

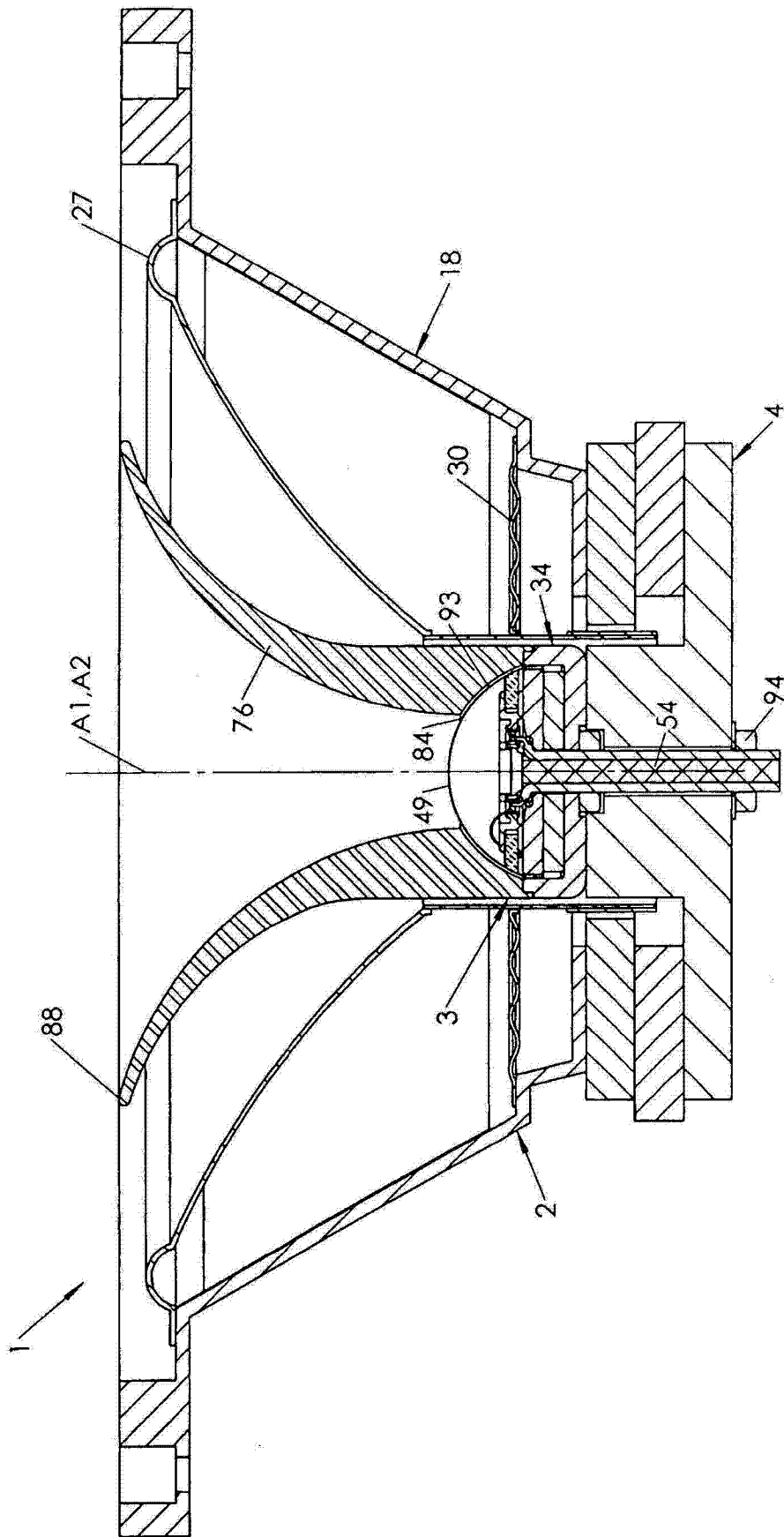


图 7

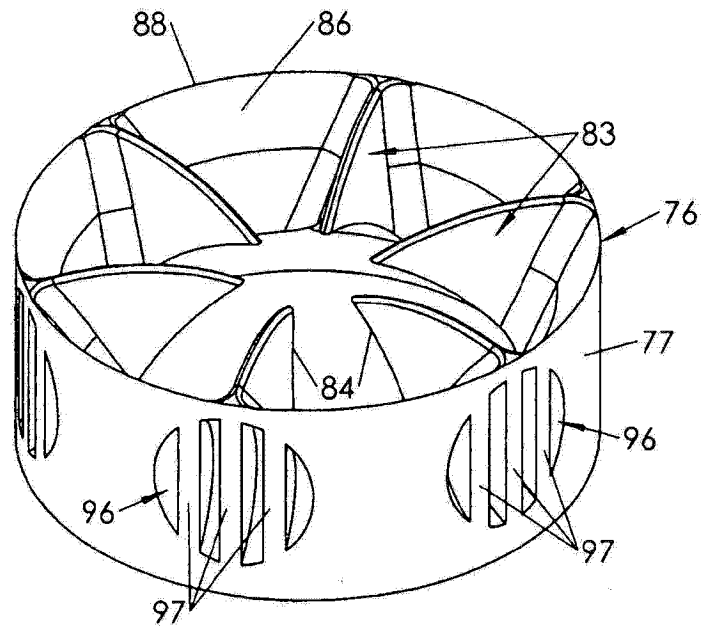


图 8

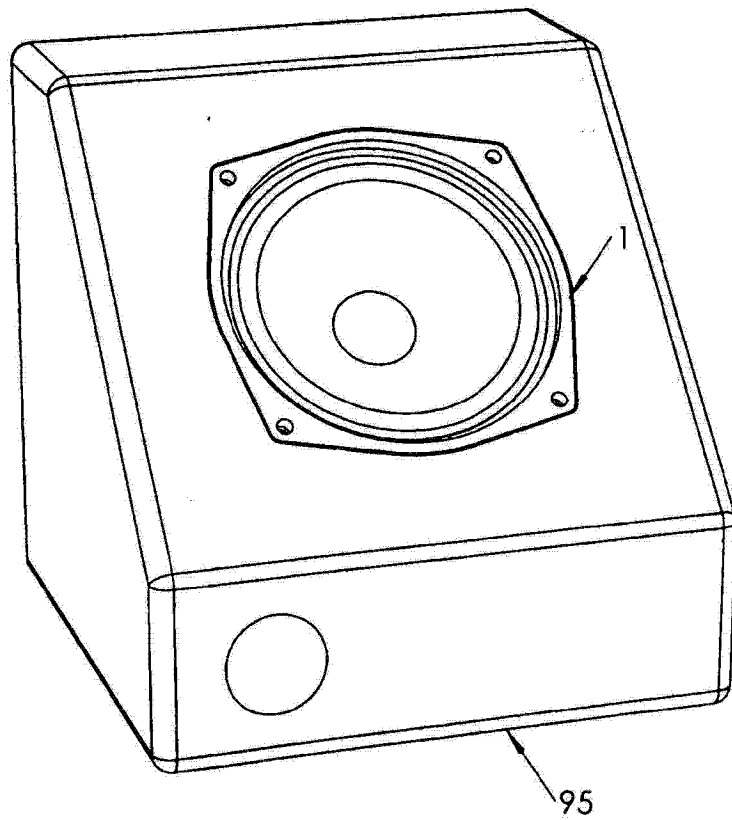


图 9