



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК  
H04R 1/02 (2017.05)

(21)(22) Заявка: 2015143620, 10.03.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
10.03.2014

Дата регистрации:  
21.02.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
13.03.2013 US 61/780,521

(43) Дата публикации заявки: 20.04.2017 Бюл. № 11

(45) Опубликовано: 21.02.2019 Бюл. № 6

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 13.10.2015

(86) Заявка РСТ:  
US 2014/022866 (10.03.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2014/164573 (09.10.2014)

Адрес для переписки:  
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО  
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

**ФИНЧЕМ Лоренс Р. (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ТиЭйчИкс ЛТД (US)**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 5850460 A, 15.12.1998. US 5848173 A, 08.12.1998. US 2007081680 A1, 12.04.2007. US 2002057821 A1, 16.05.2002. GB 2491108 A, 28.11.2012. US 4031318 A1, 21.06.1977. JP 59011095 A, 20.01.1984. US 4805221 A, 14.02.1989. US 5321756 A1, 14.06.1994. US 6801631 B1, 05.10.2004. US 4503930 A1, 12.03.1985. DE 2627803 A, 05.01.1978. US 4322578 A1, (см. прод.)

**(54) АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УЗКОГО ПРОФИЛЯ**

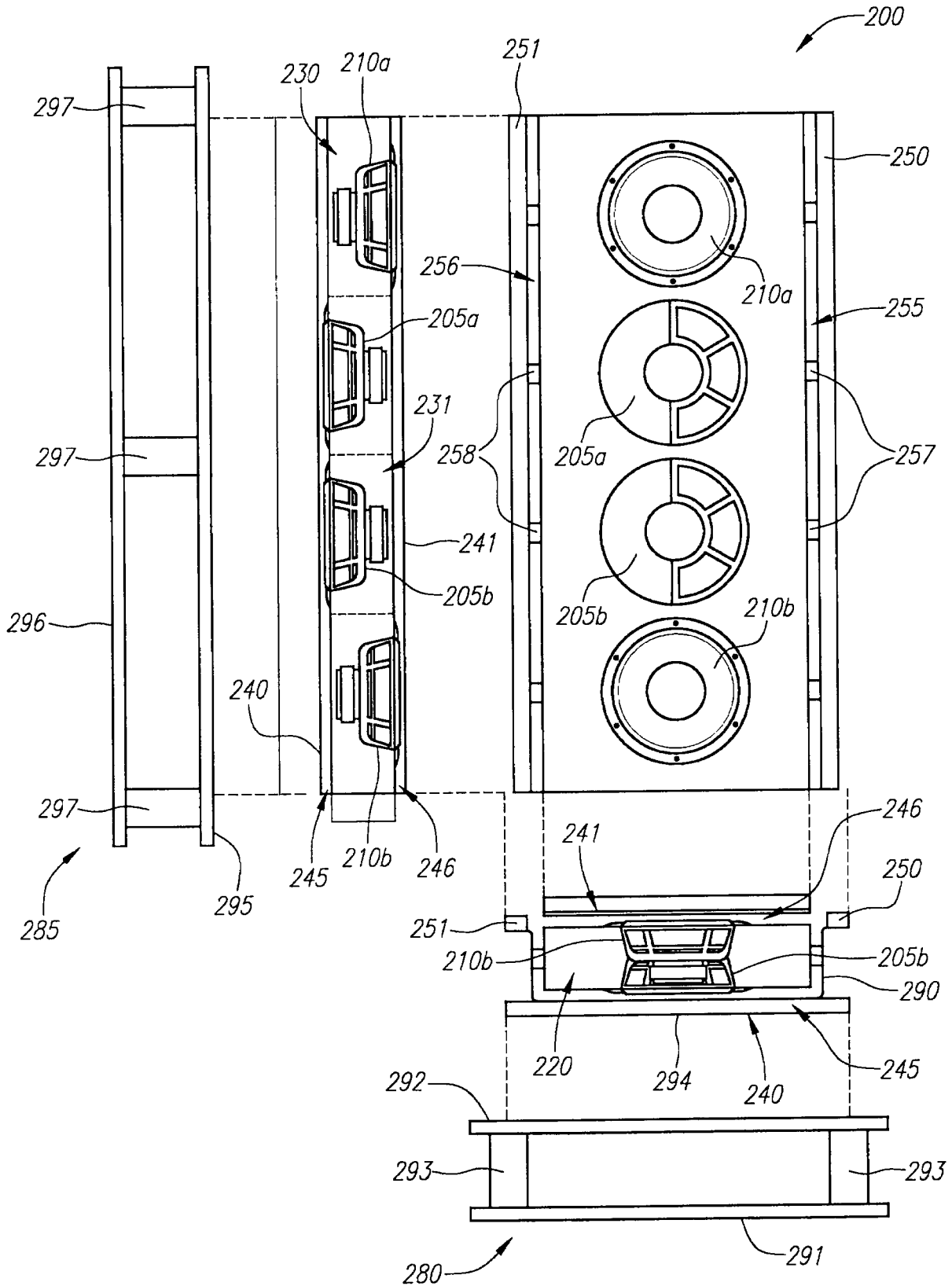
(57) Реферат:

Изобретение относится к акустике, в частности к массиву громкоговорителей. Акустическая система содержит множество динамических головок, установленных на узле динамика в одной и той же плоскости. Каждой головке соответствует магнитная реактивная сила и момент, который зависит от положения головки относительно центра масс узла динамика. Головки смещены вбок одна от другой относительно центра масс узла динамика и расположены таким образом, что силы и моменты, соответствующие головкам,

установленным на узле динамика, устраняют вибрацию динамика. Сумма сил, соответствующих всем головкам, установленным на указанном узле динамика, равна нулю, и сумма моментов, соответствующих всем головкам, равна нулю. Первый комплект головок обращен в первом направлении, и второй комплект головок обращен во втором направлении, противоположном первому. Акустическая система содержит первую звукоотражательную поверхность, расположенную перед первым комплектом головок и практически параллельную

указанной первой установочной поверхности, и вторую звукоотражательную поверхность, расположенную перед вторым комплектом головок и практически параллельную второй

установочной поверхности. Технический результат – уменьшение вибраций корпуса. 2 н. и 18 з.п. ф-лы, 18 ил.



Фиг.2

(56) (продолжение):

30.03.1982. US 2007081680 A1, 12.04.2007. JP H01140895 A, 02.06.1989. JP H01140896 A, 02.06.1989. US 20120039492 A1, 16.02.2012.

R U 2 6 8 0 4 2 3 C 2

R U 2 6 8 0 4 2 3 C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H04R 1/02 (2017.05)*

(21)(22) Application: **2015143620, 10.03.2014**

(24) Effective date for property rights:  
**10.03.2014**

Registration date:  
**21.02.2019**

Priority:

(30) Convention priority:  
**13.03.2013 US 61/780,521**

(43) Application published: **20.04.2017** Bull. № 11

(45) Date of publication: **21.02.2019** Bull. № 6

(85) Commencement of national phase: **13.10.2015**

(86) PCT application:  
**US 2014/022866 (10.03.2014)**

(87) PCT publication:  
**WO 2014/164573 (09.10.2014)**

Mail address:  
**109012, Moskva, ul. Ilinka, 5/2, OOO "Soyuzpatent"**

(72) Inventor(s):  
**FINCHEM Lorens R. (US)**

(73) Proprietor(s):  
**TiEjchIks LTD (US)**

(54) **SLIM PROFILE LOUDSPEAKER**

(57) Abstract:

FIELD: acoustics.

SUBSTANCE: invention relates to acoustics, in particular to an array of loudspeakers. Loudspeaker comprises a plurality of drivers mounted on a speaker assembly in the same plane. Each head corresponds to a magnetic reactive force and moment, which depends on the position of the head relative to the centre of mass of the speaker assembly. Heads are displaced sideways from each other relative to the centre of mass of the speaker assembly and are positioned in such a way that the forces and moments corresponding to the heads mounted on the speaker assembly eliminate speaker vibration. Sum of the forces corresponding to all heads

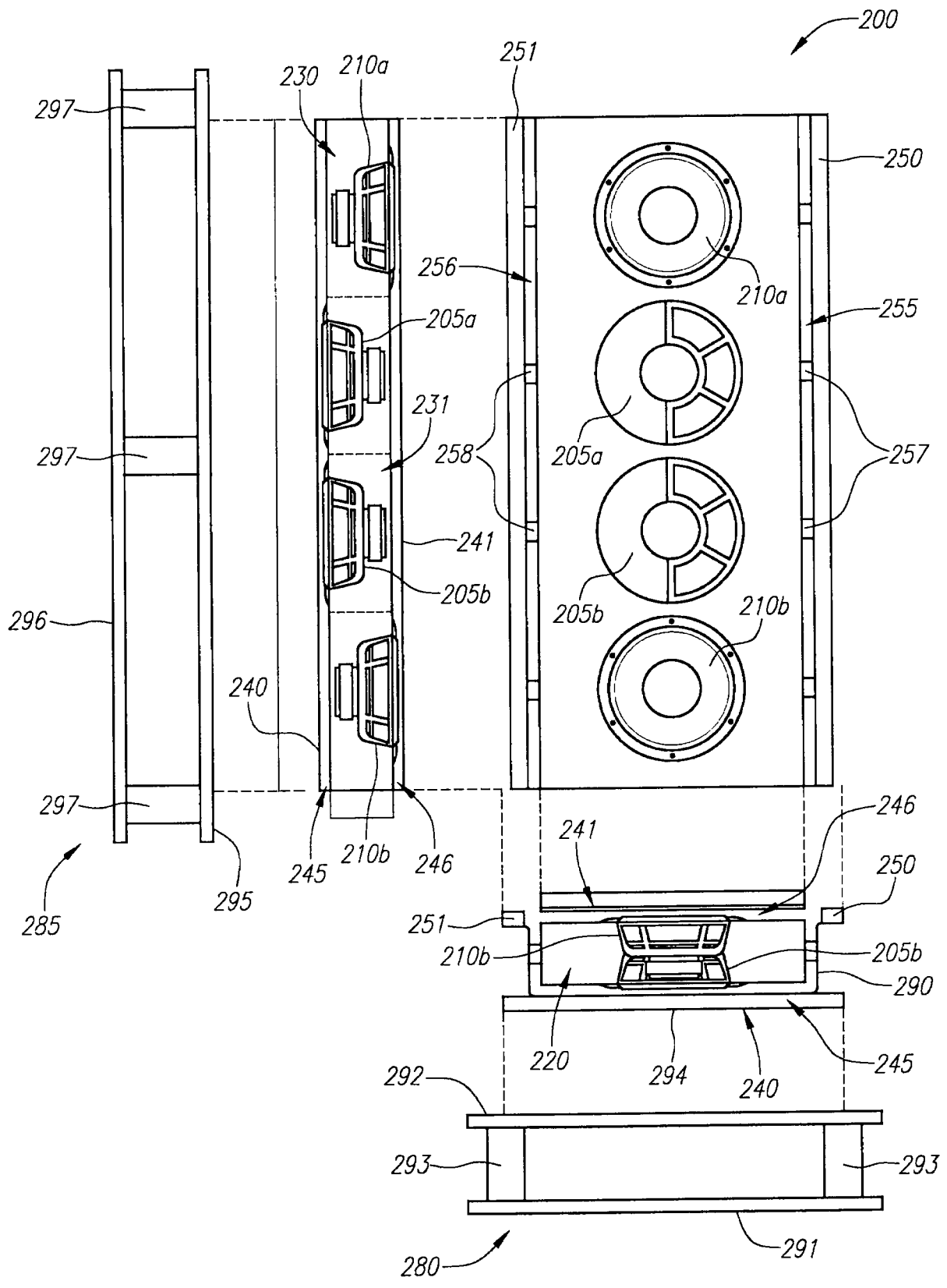
mounted on said speaker assembly is zero, and the sum of moments corresponding to all heads is zero. First set of heads faces a first direction, and the second set of heads faces second direction opposite to the first. Loudspeaker comprises a first sound reflecting surface located in front of the first set of heads and almost parallel to said first mounting surface, and a second sound reflecting surface located in front of the second set of heads and almost parallel to the second mounting surface.

EFFECT: reduced body vibration.

20 cl, 18 dwg

RU 2 680 423 C2

RU 2 680 423 C2



Фиг.2

## Информация по родственным заявкам

Настоящая заявка испрашивает приоритет по предварительной заявке США №61/780,521, зарегистрированной 13.03.2013, содержание которой включено в настоящую заявку посредством ссылки во всей своей полноте.

5 Область техники

Область настоящего изобретения относится к системам воспроизведения звука, в частности, к конструкции динамиков и их корпусов.

Уровень техники

10 Многие системы воспроизведения звука включают в себя низкочастотную акустическую систему для воспроизведения аудиосигналов очень низкой частоты. Низкочастотные динамики могут применяться во многих разнообразных установках, в том числе, в бытовых акустических системах, автомобильных акустических системах, акустических системах кинотеатров, акустических системах домашних кинотеатров и театральных акустических системах.

15 Несмотря на свою популярность, обычные низкочастотные динамики страдают от ряда потенциальных недостатков. Например, низкочастотные динамики могут занимать слишком большое пространство. Габариты и форма корпуса низкочастотного динамика могут быть слишком большими, чтобы его можно было разместить внутри областей прослушивания ограниченного размера или с конструктивными ограничениями, например, в автомобилях и в бытовых аудиосистемах. Корпус обычного  
20 низкочастотного динамика, как правило, имеет кубическую форму, и его размещение в корпусе громкоговорителя или в условиях ограниченного пространства внутри автомобилей или других местах может быть затруднительным.

Является общеизвестным тот факт, что для оптимального воспроизведения звука  
25 сверхнизких частот головка низкочастотного динамика должна иметь относительно большой диаметр по сравнению с головками других типов (например, для динамиков для высоких и низких частот), что, в свою очередь, означает, что головка будет иметь сравнительно глубокий конус. Кроме того, корпус низкочастотного динамика, как правило, выполняют с большой полостью, чтобы обеспечить головке возможность  
30 перемещения достаточного объема воздуха. Все вышеуказанные факторы часто приводят к тому, что конструкция корпуса низкочастотного динамика оказывается громоздкой, и ее невозможно поместить в ограниченном пространстве.

Еще одна проблема, связанная с низкочастотными динамиками, заключается в том, что они могут создавать нежелательную вибрацию в расположенных рядом объектах,  
35 в частности, вследствие относительно больших перемещений головки низкочастотного динамика при воспроизведении звуков очень низкой частоты. Это явление может оставаться незаметным для отдельно расположенных корпусов низкочастотных динамиков, но проявляется в более значительной степени в низкочастотных динамиках, являющихся составными компонентами большой системы, такой как размещенные в  
40 углублениях низкочастотные акустические системы, встроенные в стену дома или здания, или встроенные в аудиосистему автомобиля. Поскольку низкочастотные динамики подобных установок непосредственно или косвенно физически соединены с конструкцией здания или рамой автомобиля, их глубокая вибрация может передаваться по конструкции или раме к другим прикрепленным к ним элементам или расположенным  
45 в объеме корпуса или здания рядом с данными низкочастотными динамиками, что приводит к возникновению нежелательного дребезжания или даже перемещению объектов или их повреждению. Вибрации очень низких частот, создаваемые низкочастотным динамиком, могут легко передаваться по корпусу или зданию, в то

время как низкочастотные колебания демпфируются, что беспокоит других пассажиров или соседей.

Аналогичные проблемы могут наблюдаться также для автономных корпусов низкочастотных динамиков. Корпусы автономных динамиков иногда размещают в кабинетах, иногда помещаются в продуманных и скрытых местах, таких как в углах комнат, в нижних корпусах и т.п., но вследствие повышенного уровня вибрации их способность выполнять другие функции является ограниченной. Например, предметы, поставленные на корпус автономного динамика, могут подвергаться значительной вибрации, постепенно соскальзывая по поверхности корпуса, падая вниз, вызывая шум или повреждение данных предметов.

Некоторые низкочастотные акустические системы содержат две (или более) головки, служащие для повышения звукового выхода, а в некоторых конструкциях, для снижения уровня вибрации корпуса или ящика динамика. В случае если две головки динамика обращены друг к другу, движение блоков головок является симметричным, и противоположные перемещения двух головок могут влиять друг на друга, уменьшая вибрацию корпуса или ящика динамика. Однако такая конструкция имеет недостаток, заключающийся в том, что корпус или ящик динамика при таком размещении головок напротив друг друга могут иметь еще большие габариты, и их становится еще труднее поместить в ограниченном пространстве. Таким образом, пользователям и разработчикам акустических систем часто приходится выбирать между системой с приемлемым уровнем вибрации корпуса/ящика и необходимостью находить место для крупногабаритного, громоздкого низкочастотной акустической системы.

Итак, существует необходимость создания низкочастотного или аналогичного динамика узкого профиля, который можно было бы устанавливать в небольшом или узком пространстве. Кроме того, существует задача создания низкочастотного динамика с пониженным уровнем вибрации при сохранении высокого уровня и точности звукового вывода. Кроме того, целью настоящего изобретения является создание низкочастотного динамика, хорошо приспособленного для использования в качестве утопленного динамика системах звуковоспроизведения внутри зданий, бытовых аудиосистемах, а также в ограниченном пространстве автомобилей.

#### Сущность изобретения

Согласно одному из аспектов настоящего изобретения, предлагается низкочастотный или другой динамик с несколькими головками, ориентированными и приводимыми таким образом, что силы и/или моменты, возникающие вследствие движения головки, в значительной степени гасятся, в результате чего, помимо всего прочего, обеспечивается уменьшение или устранение нежелательных вибраций корпуса или ящика динамика.

Низкочастотный или другой динамик, выполненный в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения, содержит ряд головок, установленных рядом друг с другом в одной общей плоскости, с первым комплектом головок, обращенных в одном направлении, и вторым комплектом головок, обращенных в противоположном направлении. Предпочтительно, головки ориентированы таким образом, что сумма сил, создаваемых первым комплектом головок, равняется сумме противоположно направленных сил, создаваемых вторым комплектом головок, и общая векторная сумма сил, создаваемых всеми головками, равняется нулю, и таким образом, что общая векторная сумма создаваемых всеми головками моментов относительно центральной точки или центра масс динамика также равняется нулю.

Низкочастотный или иной динамик может иметь любое количество головок,

минимально равное трем в определенных вариантах исполнения, чтобы момент, создаваемый двумя смещенными относительно друг друга и противоположно направленными головками, компенсировался, по меньшей мере, одной дополнительной смещенной головкой. Согласно некоторым принципам настоящего изобретения, 5 низкочастотный или другой динамик может содержать три, четыре, пять, шесть и более головок. Форма низкочастотного динамика не обязательно должна быть симметричной; она может быть и асимметричной, при условии, что создаваемые головками силы и моменты относительно центральной точки или центра масс динамика компенсируют друг друга. Аналогичным образом, в то время как головки, предпочтительно, 10 размещают в одной общей плоскости, как вариант, они могут быть размещены и по трехмерной схеме, при условии, что силы и моменты относительно центральной точки или центра масс динамика, создаваемые всеми головками, взаимно компенсируют друг друга.

В некоторых вариантах осуществления изобретения первый комплект головок и 15 второй комплект головок расположены в одной общей плоскости, но обращены в противоположные стороны. Каждый комплект головок может выдавать звук на звукоотражающую поверхность, которая, в свою очередь, направляет звук наружу через расположенный рядом паз или апертуру. Ящик динамика может иметь конструкцию с подсоединяемой апертурой, так что звук от двух комплектов головок 20 объединяется и исходит из единой апертуры или комплекта апертур, общего для обоих комплектов головок.

В некоторых вариантах исполнения конструкция низкочастотного или иного динамика включает в себя легкий и прочный ящик, стенки которого, частично, представляют собой раму, облицованную акустически непроницаемым материалом. 25 Например, ящик динамика может включать в себя раму, содержащую ряд регулярно расположенных опор, например, в виде ячеистой структуры, облицованной или покрытой акустически непроницаемым материалом типа эластичной пены, или иным подобным материалом. Каждая головка (или комплект головок) может иметь свой (или их) собственный изолированный отсек, предназначенный для того, чтобы 30 направленное назад акустическое излучение головки не взаимодействовало с акустическим выходом других головок динамика.

Ниже приводится описание дополнительных вариантов осуществления изобретения, альтернативных вариантов и изменений со ссылками на прилагаемые чертежи.

Краткое описание чертежей

35 Фиг. 1А - схематичный вид спереди варианта исполнения низкочастотного динамика узкого профиля с четырьмя головками и общей выходной апертурой; фиг. 1В и 1С - вид в разрезе (соответственно, вид сверху и вид сбоку) динамика, изображенного на фиг. 1А.

40 Фиг. 2 - покомпонентное изображение низкочастотного динамика узкого профиля, выполненного в соответствии с общими принципами исполнения динамика, показанными на фиг. 1А-1С, демонстрирующее дополнительные детали.

Фиг. 3А и 3В - соответственно, вид спереди и вид сбоку варианта исполнения низкочастотного динамика узкого профиля с тремя головками.

45 Фиг. 4А и 4В - соответственно, вид спереди и вид сбоку варианта исполнения низкочастотного динамика узкого профиля с четырьмя головками.

Фиг. 5А и 5В - соответственно, вид спереди и вид сбоку еще одного варианта исполнения низкочастотного динамика узкого профиля с четырьмя головками.

Фиг. 6А и 6В - соответственно, вид спереди и вид сбоку варианта исполнения



низкочастотного динамика узкого профиля с пятью головками.

Фиг. 7А и 7В - соответственно, вид спереди и вид сбоку варианта исполнения низкочастотного динамика узкого профиля с шестью головками.

5 Фиг. 8 - вид спереди еще одного варианта исполнения низкочастотного динамика узкого профиля с шестью головками.

Фиг. 9А и 9В - соответственно, вид спереди и вид сбоку варианта исполнения низкочастотного динамика узкого профиля с восемью головками.

10 Фиг. 10 - упрощенная схема, иллюстрирующая принцип компенсации сил и моментов в динамике с четырьмя головками, выполненном в соответствии с рассматриваемым здесь вариантом.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения

Согласно одному или нескольким вариантам осуществления изобретения, предлагается низкочастотный динамик с несколькими головками, ориентированными в разных направлениях и выборочно приводимыми таким образом, что магнитные реактивные силы и моменты, возникающие вследствие движения головки, практически компенсируют друг друга, в результате чего, происходит уменьшение или устранение нежелательных вибраций корпуса или ящика динамика.

В одном из вариантов исполнения низкочастотный динамик содержит первый комплект головок, обращенных в одну сторону, и второй комплект головок, обращенных в противоположную сторону, причем первый и второй комплекты головок расположены в одной общей плоскости, что обеспечивает уменьшенную глубину корпуса/ящика динамика. При перемещении конуса или диафрагмы каждой головки вперед и назад головка генерирует первую силу, которая отталкивает конус или диафрагму, а также равную ей, но противоположно направленную вторую силу, приложенную к корпусу или ящику динамика, служащему опорой для рамы или подставки головок. Если противоположно ориентированные головки сбалансированы, они могут компенсировать создавать силы, которые компенсируют друг друга, и, таким образом, могут уменьшать уровень вибрации. Однако головки, расположенные со смещением от центральной точки или центра тяжести корпуса/ящика динамика, будут стремиться создавать поворачивающий эффект, т.е. момент, соответствующий магнитной реактивной силе, что может также вызывать нежелательную вибрацию.

Для уменьшения или устранения этой вибрации головки, предпочтительно, ориентируют и располагают таким образом, чтобы не только сумма сил от первого комплекта головок равнялась сумме сил от второго комплекта головок, но и суммарный вектор моментов от всех головок относительно центральной точки или центра тяжести также равнялся нулю.

Несмотря на то, что низкочастотный динамик, раскрываемый здесь согласно рассматриваемым вариантам осуществления изобретения, может содержать любое количество головок, в целом, предполагается, что следует использовать не менее трех головок для обеспечения взаимной компенсации сил и моментов данных головок, таким образом, чтобы, например, момент, создаваемый между двумя противоположно направленными головками, можно было компенсировать путем введения в конструкцию, по меньшей мере, одной дополнительной смещенной головки. Низкочастотный динамик может содержать три или более симметрично или асимметрично расположенные головки, предпочтительно (но не обязательно), установленные в одной общей плоскости.

Кроме того, по меньшей мере, в некоторых вариантах исполнения головки выдают звук в направлении звукоотражающей поверхности, которая поворачивается и направляет звук наружу через расположенную рядом выходную апертуру. Ящик

динамика может иметь конструкцию с подсоединяемой апертурой, так что звук от двух комплектов головок объединяется и исходит из единой апертуры или комплекта апертур, общего для обоих комплектов головок.

Пример исполнения низкочастотного динамика узкого профиля 100, выполненного согласно одному из возможных вариантов осуществления настоящего изобретения и раскрываемого в данном описании, показан на фиг. 1А-1С. На фиг. 1А приведен вид спереди низкочастотного динамика узкого профиля 100 (показан без звукоотражающей передней крышки, как будет пояснено ниже), а на фиг. 1В и 1С представлены, соответственно, вид в плане и вид сбоку данного динамика 100. Как видно на чертежах, динамик 100 в данном варианте исполнения содержит четыре головки 105а, 105b, 110а, 110b, установленные в основном ящике 120 динамика. Ящик 120 динамика в данном варианте содержит первый акустический экран 130 с выполненными в нем отверстиями для установки двух головок 105а, 105b, и второй акустический экран 131 с выполненными в нем отверстиями для установки двух остальных головок 110а, 110b, таким образом, что первая пара головок 105а, 105b установлена в направлении, противоположном направлению второй пары головок 110а, 110b, причем все четыре головки 105а, 105b, 110а, 110b установлены в одной общей плоскости 135, т.е. конусы головок 105а, 105b, 110а, 110b взаимно перекрываются друг с другом, хотя и обращены в разные стороны. Головки 105а, 105b первой пары, предпочтительно, установлены с обеих сторон от центра ящика 120 динамика, а головки 110а, 110b второй пары, предпочтительно, установлены симметрично с обеих стороны от головок 105а, 105b соответственно, т.е. тоже симметрично относительно центра ящика 120 динамика.

Первый акустический экран 130 и второй акустический экран 131 образуют противоположные стенки основного ящика 120 динамика, который в данном варианте исполнения разделен на четыре отсека, в число которых входят два внешних отсека 136, 137 и два внутренних отсека 138, 139. Все четыре отсека 136-139, предпочтительно, выполнены звукоизолированными, что сделано для того, чтобы перемещение какой-либо из головок 105а, 105b, 110а, 110b при работе динамика не оказывало влияния на соседние головки, в частности, чтобы направленное назад акустическое излучение от любой из головок 105а, 105b, 110а, 110b не взаимодействовало с какими-либо другими головками. Основной ящик 120 динамика может также содержать верхнюю стенку 160 и нижнюю стенку 161 (см. фиг. 1С), и боковые стенки 162, 163 (см. фиг. 1В), которые образуют ящик в целом. Размер отсеков 136-139, предпочтительно, выбирается таким образом, чтобы обеспечить возможность адекватного движения головок 105а, 105b, 110а, 110b, в частности, ширина разделения между первым акустическим экраном 130 и вторым акустическим экраном 131, предпочтительно, должна быть достаточной для размещения катушек 107а, 107b головок 110а, 110b, чтобы они могли вибрировать, не ударяясь о первый акустический экран 130, и чтобы катушки 106а, 106b головок 105а, 105b также могли вибрировать, не ударяясь о второй акустический экран 131.

Таким образом, толщину ящика 120 динамика при необходимости можно сделать значительно тоньше, чем, например, в динамике, в котором головки установлены направленными непосредственно друг на друга, когда толщина должна включать в себя не только габаритные размеры двух головок, но и диапазон движения катушек обеих головок.

Хотя это не является необходимым для всех вариантов исполнения, в варианте исполнения динамика 100 основной ящик 120 динамика окружен внешней конструкцией, включающей в себя верхнюю стенку 150 корпуса, нижнюю стенку 151 корпуса, заднюю стенку 140 корпуса и переднюю панель 141 корпуса, расположенные на некотором

расстоянии от основного ящика 120 динамика с целью создания различных звуковых каналов, как описано ниже, по которым акустический выходной сигнал проходит таким образом, чтобы выйти через верхнюю и нижнюю звуковые апертуры 155, 156. Внешний корпус динамика может иметь общие с основным ящиком 120 динамика боковые стенки 162, 163, а также может быть конструктивно соединен с основным ящиком 120 динамика стойками 157 и 158.

При работе головки 105a, 105b, 110a, 110b выпускают звуковой выходной сигнал в направлении жесткой звукоотражающей поверхности, которая в каждом случае поворачивает акустический выход на 90 градусов и направляет его в сторону выходной апертуры. В частности, первая пара головок 105a, 105b выдает звук в сторону первой жесткой отражающей поверхности, представляющей собой заднюю стенку 140 корпуса динамика, а вторая пара головок 110a, 110b выдает звук в сторону второй жесткой звукоотражающей поверхности, представляющей собой переднюю панель 141 корпуса динамика. Установочный акустический экран 130 и задняя стенка 140 корпуса динамика вместе образуют относительно узкий звуковой канал 145, который поворачивает акустический выходной сигнал наружу на 90 градусов относительно первой пары головок 105a, 105b, в то время как установочный акустический экран 140 и передняя панель 141 корпуса динамика вместе образуют относительно узкий звуковой канал 146, который поворачивает акустический выходной сигнал наружу на 90 градусов относительно второй пары головок 110a, 110b. В данной конкретной конструкции выходной звуковой сигнал от первой пары головок 105a, 105b поворачивается на 90 градусов второй раз, так что звуковая энергия выходит из заднего звукового канала 145, продолжает движение далее и выходит через верхнюю и нижнюю звуковые апертуры 155, 156. Аналогичным образом, акустический выходной сигнал из головки 110a, 110b, проходящий по переднему звуковому каналу 146, также выходит через верхнюю и нижнюю звуковые апертуры 155, 156, так что звук от всех четырех головок 105a, 105b, 110a, 110b выходит через верхнюю и нижнюю звуковые апертуры 155, 156.

В варианте исполнения динамика, показанном на фиг. 1A-1C, если все четыре головки 105a, 105b, 110a, 110b выдают звуковой сигнал одинаковой интенсивности, их относительное движение обеспечивает взаимную компенсацию различных сил и моментов, так что вибрация уменьшается или практически устраняется. Это явление можно пояснить с помощью фиг. 5A и 5B, на которых представлена упрощенная схема базовой конструкции динамика, показанного на фиг. 1A-1C, и фиг. 10, иллюстрирующего компенсацию противоположно направленных моментов, образованных одновременными силами, создаваемыми четырьмя головками 105a, 105b, 110a, 110b. Кроме того, фиг. 5A и 5B иллюстрируют влияние обеспечения одинаковой интенсивности звуковых сигналов от всех четырех головок 105a, 105b, 110a, 110b. Как хорошо известно, типичная головка содержит конус или диафрагму с катушкой, прикрепленной к ее обратной стороне, и вся головка в целом монтируется на раме или подставке. Связанная с головкой система подвески позволяет катушке совершать возвратно-поступательные движения, подобно тому, как это делает поршень. Электрические аудиосигналы магнетически запитывают катушку, которая, в свою очередь, приводит в движение конус или диафрагму, заставляя их совершать колебательные движения вперед-назад, создавая противоположно действующие силы, воздействующие на раму или подставку, которая передает эти силы на корпус или ящик динамика, служащие опорой для рамы или подставки головок. Система подвески головки обеспечивает образование возвращающей силы, которая возвращает конус или диафрагму в нейтральной положение после перемещения.

В рассматриваемом варианте исполнения движение вперед головок 105а, 105b приводит к возникновению "направленного вниз" движения (как показано на фиг. 5В) корпуса или ящика 120 динамика, в то время как движение вперед головок 110а, 110b приводит к возникновению "направленного вверх" движения корпуса или ящика 120 динамика. Поскольку каждая из головок 105а, 105b, 110а, 110b приводится одинаковым сигналом, и предполагая, что все головки 105а, 105b, 110а, 110b имеют одинаковые физические и электрические характеристики, действующие на корпус или ящик 120 динамика, направленные вниз силы компенсируют действующие на него направленные вниз силы, в результате чего уменьшается или устраняется вибрация. Точно такое же явление происходит, когда возвращающая сила, действующая на системы подвески, перемещает конусы или диафрагмы головок обратно в нейтральное положение; при этом восстанавливающие силы, действующие на головки 105а, 105b, компенсируют восстанавливающие силы, действующие на головки 110а, 110b.

Кроме того, головки 105а, 105b, 110а, 110b, предпочтительно, установлены и ориентированы таким образом, что моменты, создаваемые силами, связанными с их движением вперед и назад, также взаимно компенсируют друг друга. Это явление можно понять при рассмотрении фиг. 10. Центральная точка (СР) или центр тяжести ящика 120 динамика изображен в положении относительно головок 105а, 105b, 110а, 110b. Каждая из головок 105а, 105b, 110а, 110b при движении смещается относительно центральной точки (СР), и, следовательно, создает момент. В целом, момент, создаваемый каждой головкой, равняется векторному произведению  $r \times F$ , где  $r$  - вектор от центральной точки (СР) центра масс рассматриваемой головки, а  $F$  - сила, создаваемая данной головкой. В данном примере, поскольку головки 105а, 105b, 110а, 110b расположены практически в одной плоскости 135, которая проходит через центральную точку (СР), и поскольку сила  $F$ , в целом, перпендикулярна плоскости головки, векторное произведение будет равно произведению расстояния от головки до центральной точки (СР) на силу  $F$ . Однако когда головки расположены не в одной плоскости, вычисление различных моментов может быть выполнено с использованием векторного произведения. Расположение всех головок в одной и той же плоскости не является обязательным требованием.

В примере, показанном на фиг. 10, предполагается, что каждая из головок 105а и 105b находится на одном и том же расстоянии  $A$  от центральной точки (СР), а головки 110а и 110b расположены на расстоянии  $B$  от центральной точки (СР). Учитывая такое симметричное расположение головок, мы видим, что момент  $M1$ , возникающий в результате движения головки 110а, равен  $-B \times F$ , и данный момент компенсирует момент  $M4 = B \times F$ , возникающий в результате движения головки 110b, а момент  $M2$ , возникающий в результате движения головки 105а, равен  $-A \times F$ , и данный момент компенсирует момент  $M3 = A \times F$ , возникающий в результате движения головки 105b. Моменты, создаваемые направленными в одну сторону головками 105а, 105b, компенсируют друг друга, и моменты, создаваемые направленными в противоположную сторону головками 110а, 110b, также компенсируют друг друга.

Таким образом, как видно из фиг. 10, не только направленные вверх и направленные вниз силы, создаваемые головками 105а, 105b, 110а, 110b, полностью уравнивают друг друга, но и моменты, создаваемые данными головками 105а, 105b, 110а, 110b, также компенсируют друг друга, что, в данном случае, объясняется абсолютно симметричным расположением головок 105а, 105b, 110а, 110b. В результате, динамик 100 испытывает значительно меньшую вибрацию, даже если он содержит несколько линейно установленных головок, без необходимости разделять головки на пары и

устанавливать точно напротив друг друга.

На практике, при необходимости могут быть выполнены небольшие корректировки, для учета смещения центров масс головок 105a, 105b, 110a или 110b от центральной плоскости 135, проходящей через центральную точку (СР), и/или их асимметричного расположения относительно друг друга. Такие поправки могут являться необходимыми, например, при изменении размеров или массы головки или катушки (поскольку выходное усилие головки прямо пропорционально ее подвижной массе), или при изменении амплитуды электрического аудиосигнала, поступающего на какую-либо головку.

На фиг. 2 представлен еще один возможный вариант исполнения (с небольшими изменениями) низкочастотного динамика узкого профиля, показанного на фиг. 1А-1С. Изображенные на фиг. 2 элементы со ссылочными позициями "2xx", в целом, соответствуют аналогичным элементам "1xx" на фиг. 1А-1С. Как показано на фиг. 2, динамик 200 содержит четыре установленные в ряд головки 205a, 205b, 210a, 210b, две из которых (205a, 205b) установлены на первом акустическом экране 230 основного ящика 220 динамика, и другие две из которых (210a, 210b) установлена на втором акустическом экране 231 основного ящика 220 динамика. Первая пара головок 205a, 205b выдает звук на первую звукоотражающую поверхность 240 (которая может быть задней стенкой динамика), а вторая пара головок 210a, 210b выдает звук на вторую звукоотражающую поверхность 241 (которая может быть передней панелью динамика). Основным ящиком 220 динамика является часть более крупногабаритного корпуса динамика, который в данном варианте исполнения содержит раму 290 корпуса динамика, выполненную, в целом, в форме прямоугольной коробки, соединенной с основным ящиком 220 динамика комплектом стоек 257, 258, и включающую в себя первый выступ, служащий опорой для нижнего элемента 251 рамы, и второй выступ на противоположной стороне, служащий опорой для верхнего элемента 250 рамы (термины "верхний элемент" и "нижний элемент" в данном случае употребляются произвольно, поскольку динамик 100 ориентирован таким образом, что головки расположены в боковом горизонтальном ряду). Нижняя часть 240 рамы 290 корпуса динамика прикреплена к задней панели 240 динамика.

В данном конкретном варианте исполнения предусмотрены дополнительные компоненты рамы динамика, служащие для обеспечения дополнительной механической опоры, облегчения установки или в целях эстетики. Например, верхний/нижний узлы 285 рамы динамика могут быть прикреплены к верхней и нижней частям динамика 200, и боковые узлы 280 рамы динамика могут быть прикреплены к двум боковым частям динамика 200. Верхний/нижний узлы 285 рамы динамика могут содержать продольные опоры 295, 296, соединенные друг с другом поперечными распорками 297, а боковые узлы 280 рамы динамика могут содержать продольные опоры 291, 292, соединенные друг с другом поперечными распорками 293. Рама 290 корпуса динамика может быть выполнена из жесткого легкого материала типа алюминия или другого металла или сплава, или из какого-либо другого соответствующего материала, а верхний/нижний узлы 285 рамы динамика и боковые узлы 280 рамы динамика могут быть выполнены из дерева, пластика или композиционных материалов, возможно, с металлическими компонентами (такими как распорки 297 или 293) или усилительными элементами.

Такие же принципы, как было описано выше, могут использоваться при создании динамиков с различными количествами по-разному установленных головок, которые могут быть расположены симметрично или асимметрично, при условии, что все силы и моменты относительно центральной точки или центра масс компенсируют друг друга. Кроме того, головки не обязательно должны быть одинакового размера; можно

выбирать головки различных размеров, создающих соответствующие выходные усилия. Аналогичным образом, на каждую головку не обязательно должен подаваться сигнал одинакового уровня; на некоторые головки можно подавать усиленный или ослабленный сигнал, что, в свою очередь, будет оказывать влияние на величину

5 выходной силы, создаваемой головкой.

На фиг. 3А-3В, 4А-4В, 6А-6В, 7А-7В, 8 и 9А-9В показаны возможные варианты конструкций динамика и расположения головок, демонстрирующие широкое разнообразие вариантов исполнения, возможных при реализации раскрываемых здесь концепций настоящего изобретения. Например, на фиг. 3А и 3В приведены вид спереди

10 и вид сбоку еще одного возможного варианта исполнения низкочастотного динамика узкого профиля 300, содержащего, в данном случае, три расположенный в ряд головки 305, 310а и 310б. В данном варианте исполнения одна головка 305 закреплена на первом акустическом экране 330 динамика 300, а две другие головки 310а, 310б установлены на втором акустическом экране 331. Первая головка 305 расположена на центральной

15 точке 309 динамика 300 и обращена в одну сторону, а две другие головки 310а, 310б расположены симметрично с обеих сторон на расстоянии D от центральной точки центральная точка 309 и обращены в сторону, противоположную той, в которую обращена первая головка 305, но все три головки 305, 310а, 310б расположены в одной и той же общей поперечной плоскости 335, аналогично тому, как это сделано в варианте

20 исполнения, показанном на фиг. 1А-1С. Хотя это и не показано явно, каждая из головок 305, 310а, 310б, предпочтительно, акустически изолирована по своему заднему акустическому излучению от других головок с помощью отдельных отсеков внутри ящика динамика.

Размеры (а, следовательно, и подвижная масса) головок 305, 310а, 310б и/или

25 амплитуды их соответствующих аудиосигналов, предпочтительно, выбирают таким образом, чтобы сила F, создаваемая первой головкой 305, была в два раза больше силы F/2, создаваемой каждой из головок 310а, 310б, обращенных в противоположную сторону. В результате, сила, создаваемая головкой 305, компенсирует сумму сил, создаваемых головками 310а, 310б, обращенными в противоположном направлении.

30 Для получения этого эффекта, массу катушки и подвижных компонентов головок 310а, 310б, например, можно выбрать такой, чтобы она была вдвое меньше массы катушки и подвижных компонентов головки 305, в результате чего сила, создаваемая каждой из головок 310а, 310б, будет равняться половине силы, создаваемой головкой 305. Как вариант, головки 310а, 310б могут быть такого же размера, что и головка 305, но на

35 них можно подавать акустический управляющий сигнал уменьшенной амплитуды по сравнению с акустическим сигналом, подаваемым на головку 305, что также приведет к созданию указанными головками силы уменьшенной величины. В частности, поскольку общая создаваемая сила определяется выражением  $F=m \times A$ , где m - подвижная масса катушки и других компонентов, и A - их ускорение, изменение ускорения головки путем

40 изменения амплитуды сигнала приведет к изменению силы, генерируемой головкой. В данном случае, амплитуда сигналов для головок 310а, 310б выбирается таким образом, чтобы смещение головок 310а, 310б при движении равнялось половине смещения головки 305, что приводит к созданию каждой из них силы, вдвое меньшей по величине.

Как вариант, силы, создаваемые головками головки 310а, 310б, могут быть доведены

45 до величины половины силы, создаваемой головкой 305, путем одновременного уменьшения массы движущейся катушки или компонентов, и уменьшением амплитуды акустического сигнала, хотя в этом случае необходимо проведение несколько более сложных вычислений.

Аналогичным образом, моменты, создаваемые всеми головками 305, 310а, 310b динамика 300, взаимно компенсируют друг друга, так что суммарный момент равен нулю. Поскольку головка 305 расположена на центральной оси динамика 300, проходящей через центральную точку 309, головка 305 не создает момента. Каждая из головок 310а и 310b создает момент, равный произведению  $D \times F/2$ , но с противоположными знаками, так как данные головки расположены с противоположных сторон от центральной точки 309; таким образом, моменты, создаваемые головками 310а и 310b, компенсируют друг друга, в результате чего суммарный момент равен нулю.

Таким образом, для динамика 300, изображенного на фиг. 3А и 3В, сумма сил, создаваемых всеми головками 305, 310а, 310b, равна нулю, и, аналогичным образом, сумма создаваемых ими моментов также равна нулю.

Еще один возможный вариант исполнения динамика узкого профиля показан на фиг. 4А и 4В, на которых приведены, соответственно, вид спереди и вид сбоку динамика 400 с четырьмя головками. Показанный на фиг. 4А и 4В динамик 400 содержит первую пару головок 405а, 405b, установленных на первом акустическом экране 430, и две другие головки 410а, 410b, установленные на втором акустическом экране 431 динамика 400. Четыре головки 405а, 405b, 410а, 410b в данном варианте исполнения динамика расположены симметрично практически по квадратной сетке, причем первая пара головок 405а, 405b установлена по одной диагонали 436 квадрата, и вторая пара головок 410а, 410b установлена по другой диагонали 437 квадрата, но при этом все четыре головки 405а, 405b, 410а, 410b расположены в одной и той же поперечной плоскости 435. Хотя это и не показано явно, каждая из головок 405а, 405b, 410а, 410b, предпочтительно, акустически изолирована по своему заднему акустическому излучению от других головок с помощью отдельных отсеков внутри ящика динамика.

Размеры (и, следовательно, подвижная масса) головок 405а, 405b, 410а, 410b и амплитуды их соответствующих аудиосигналов могут быть одинаковыми, так что каждая из указанных головок создает одинаковую силу  $F$ . В результате, сумма сил, создаваемых первой парой головок 405а, 405b, компенсирует сумму сил, создаваемых второй парой головок 410а, 410b, обращенных в противоположном направлении, и равнодействующая данных сил равняется нулю. Аналогичным образом, моменты, создаваемые всеми головками 405а, 405b, 410а, 410b динамика 400, взаимно компенсируют друг друга, так что суммарный момент равен нулю. Каждая из головок 405а и 405b создает момент, равный произведению  $D \times F$ , относительно диагонали 436, но с противоположными знаками, так как данные головки расположены с противоположных сторон от центральной точки 409; таким образом, моменты, создаваемые головками 405а и 405b, компенсируют друг друга. Аналогичным образом, каждая из головок 410а, 410b создает момент, равный произведению  $D \times F$  относительно диагонали 437, но с противоположными знаками, так как данные головки расположены с противоположных сторон от центральной точки 409; таким образом, моменты, создаваемые головками 410а и 410b, компенсируют друг друга, в результате чего суммарный момент равен нулю.

Таким образом, для динамика 400, изображенного на фиг. 4А и 4В, сумма сил, создаваемых всеми головками 405а, 405b, 410а, 410b, равна нулю, и, аналогичным образом, сумма создаваемых ими моментов также равна нулю.

Следует отметить, что как в конструкции динамика на фиг. 4А-4В, так и в конструкции динамика на фиг. 5А-5В используются четыре головки, но расположены они по-разному. Тем не менее, использование раскрываемых здесь принципов дает возможность создания

динамика, в котором точная сумма сил, создаваемых всеми головками, а также точная сумма моментов, создаваемых этими головками, будут равняться нулю.

Еще один возможный вариант исполнения динамика узкого профиля показан на фиг. 6А и 6В, на которых приведены, соответственно, вид спереди и вид  
5 сбоку динамика 600 с пятью головками 605, 610а, 610b, 610с, 610d. В конструкции, показанной на фиг. 6А и 6В, динамик 600 содержит первую головку 605, установленную на первом акустическом экране 630, и комплект из четырех головок 610а, 610b, 610с, 610d, установленных на втором акустическом экране 631 динамика 600. Одна головка 605, установленная на первом акустическом экране 630, в данном варианте исполнения  
10 расположена в центре, в то время как головки 610а, 610b, 610с, 610d расположены симметрично по квадрату, причем одна пара головок 610а, 610d установлена поперек одной диагонали 636, а вторая пара головок 610b, 610с расположена поперек другой диагонали 637; при этом головки 605, 610а, 610b, 610с, 610d располагаются в одной и той же поперечной плоскости 635. Хотя это и не показано явно, каждая из головок 605,  
15 610а, 610b, 610с, 610d, предпочтительно, акустически изолирована по своему заднему акустическому излучению от других головок с помощью отдельных отсеков внутри ящика динамика.

Размеры (и, следовательно, подвижная масса) головок 605, 610а, 610b, 610с, 610d и/или амплитуды их соответствующих аудиосигналов, предпочтительно, выбирают таким  
20 образом, чтобы сила  $F$ , создаваемая первой головкой 605, была в четыре раза больше силы  $F/4$ , создаваемой каждой из головок 610а, 610b, 610с, 610d, обращенных в противоположную сторону. В результате, сила, создаваемая первой головкой 605, компенсирует сумму сил, создаваемых комплектом четырех головок 610а, 610b, 610с, 610d, обращенных в противоположном направлении. Для получения этого эффекта,  
25 массу катушек и подвижных компонентов головок 610а, 610b, например, можно выбрать такими, чтобы она была в четыре раза меньше массы катушки и подвижных компонентов головки 605, в результате чего сила, создаваемая каждой из головок 610а, 610b, 610с, 610d, будет равняться одной четвертой силы, создаваемой головкой 605. Как вариант, головки 610а, 610b, 610с, 610d могут быть такого же размера, что и головка  
30 605, но на них можно подавать акустический управляющий сигнал уменьшенной амплитуды по сравнению с акустическим сигналом, подаваемым на головку 605, что также приведет к созданию указанными головками силы уменьшенной величины. Как вариант, силы, создаваемые головками головки 310а, 310b, могут быть доведены до величины одной четверти силы, создаваемой головкой 605, путем одновременного  
35 уменьшения массы движущейся катушки или компонентов, и уменьшением амплитуды акустического сигнала.

Аналогичным образом, моменты, создаваемые всеми головками 605, 610а, 610b, 610с, 610d динамика 600, взаимно компенсируют друг друга, так что суммарный момент равен нулю. Поскольку головка 605 расположена на центральной оси (на центральной  
40 точке 609) динамика 600, создаваемый ей момент равен нулю. Каждая из головок 610а и 610d создает момент, равный произведению  $D \times F/4$ , относительно диагонали 636, но с противоположными знаками, так как данные головки расположены с противоположных сторон от центральной точки 609; таким образом, моменты, создаваемые головками 610а и 610d, компенсируют друг друга. Аналогичным образом,  
45 каждая из головок 610b, 610с создает момент, равный произведению  $D \times F/4$  относительно диагонали 637, но с противоположными знаками, так как данные головки расположены с противоположных сторон от центральной точки 609; таким образом, моменты, создаваемые головками 610b и 610с, компенсируют друг друга, в результате чего



суммарный момент равен нулю.

Таким образом, для динамика 600, изображенного на фиг. 6А и 6В, сумма сил, создаваемых всеми головками 605, 610а, 610b, 610с, 610d, равна нулю, и, аналогичным образом, сумма создаваемых ими моментов также равна нулю.

5 Еще один возможный вариант исполнения динамика узкого профиля показан на фиг. 7А и 7В, на которых приведены, соответственно, вид спереди и вид сбоку динамика 700 с шестью головками. В конструкции, показанной на фиг. 7А и 7В, динамик 700 содержит первый комплект головок 705а, 705b, 705с, установленных на первом акустическом экране 730, и еще один комплект головок 710а, 710b, 710с, которые  
10 установлены на втором акустическом экране 731 динамика 700. Шесть головок 705а, 705b, 705с, 710а, 710b, 710с в данном варианте исполнения расположены симметрично по практически шестиугольному (в более общем смысле, по круглому) контуру, причем головки 705а, 705b, 705с первого комплекта расположены по вершинам, в целом, равностороннего треугольника, а головки 710а, 710b, 710с второго комплекта  
15 расположены по вершинам аналогичного равностороннего треугольника, смещенного относительно вышеуказанного первого треугольника, как показано на чертеже (т.е. таким образом, что все вершины обоих треугольников указывают в противоположных направлениях); при этом все шесть головок 705а, 705b, 705с, 710а, 710b, 710с  
20 расположены в одной и той же поперечной плоскости 735. Хотя это и не показано явно, каждая из головок 705а, 705b, 705с, 710а, 710b, 710с, предпочтительно, акустически изолирована по своему заднему акустическому излучению от других головок с помощью отдельных отсеков внутри ящика динамика.

Размеры (и, следовательно, подвижная масса) головок 705а, 705b, 705с, 710а, 710b, 710с и амплитуды их соответствующих аудиосигналов могут быть одинаковыми, так  
25 что каждая из указанных головок создает одинаковую силу F. В результате, сумма сил, создаваемых первым комплектом из трех головок 705а, 705b, 705с компенсирует сумму сил, создаваемых вторым комплектом из трех головок 710а, 710b, 710с, обращенных в противоположном направлении, и равнодействующая данных сил равняется нулю. Аналогичным образом, моменты, создаваемые всеми головками 705а, 705b, 705с, 710а,  
30 710b, 710с динамика 700, взаимно компенсируют друг друга, так что суммарный момент равен нулю. Предпочтительно, динамик 700 имеет шестиугольную или круглую форму, что сделано для того, чтобы избежать возникновения каких-либо остаточных моментов, образующихся вследствие асимметрии шести головок 705а, 705b, 705с, 710а, 710b, 710с  
35 относительно квадратной формы динамика 700, показанной на чертеже; с целью упрощения все остаточные моменты не учитываются, хотя их можно устранить, как указано выше, сделав форму динамика 700 симметричной для всех головок. В любом случае, принимая показанную на фиг. 7 систему координат X-Y и считая, что векторное произведение  $a \times b = (a_2b_3 - a_3b_2, a_3b_1 - a_1b_3, a_1b_2 - a_2b_1)$ , мы увидим, что головка 705b создает момент  $M1 = (-D, 0, 0) \times F$ , а головка 710а создает момент  $M4 = (D, 0, 0) \times F$ , где  $F = (0, 0, f)$   
40 суммируется до  $(0, 2Df, 0)$ , что компенсируется суммой моментов:

$M2 = (D \cos 60^\circ, D \sin 60^\circ, 0) \times (0, 0, f)$ , создаваемого головкой 705а;

$M3 = (D \cos 60^\circ, D \sin 60^\circ, 0) \times (0, 0, f)$ , создаваемого головкой 705с;

$M5 = (-D \cos 60^\circ, D \sin 60^\circ, 0) \times (0, 0, -f)$ , создаваемого головкой 710b;

$M6 = (-D \cos 60^\circ, -D \sin 60^\circ, 0) \times (0, 0, -f)$ , создаваемого головкой 710с;

45 где  $F = (0, 0, f)$ , т.е. сила, перпендикулярная динамике 700 без бокового компонента по оси X или Y. Четыре момента, создаваемые головками 705а, 705с, 710b и 710с, могут быть вычислены следующим образом:

$M2 = (Df \sin 60^\circ, -Df \cos 60^\circ, 0)$ , создается головкой 705а;

$M3=(-Df\sin60^\circ, -Df\cos60^\circ, 0)$ , создается головкой 705с;

$M5=(-Df\sin60^\circ, -Df\cos60^\circ, 0)$ , создается головкой 710b;

$M6=(Df\sin60^\circ, -Df\cos60^\circ, 0)$ , создается головкой 710с;

и их векторная сумма равняется:

5  $((2Df\sin60^\circ-2Df\sin60^\circ), -4Df\cos60^\circ, 0)=(0, -4/2Df, 0)=(0, -2Df, 0)$ ,

что точно равняется сумме моментов, создаваемых головками 705b и 710a, и компенсирует их.

Таким образом, для динамика 700, изображенного на фиг. 7А и 7В, сумма сил, создаваемых всеми головками 705a, 705b, 705с, 710a, 710b, 710с, равна нулю, и,  
10 аналогичным образом, сумма создаваемых ими моментов также равна нулю.

Еще один вариант исполнения низкочастотного динамика узкого профиля представлен на фиг. 8, на котором приведен вид спереди динамика 800 с шестью головками. В показанной на фиг. 8 конструкции динамика 800 первая пара головок 805a, 805b установлена на первом (верхнем) акустическом экране, а остальные четыре  
15 головки 810a, 810b, 810с, 810d установлены на втором (нижнем) акустическом экране, который в боковом разрезе выглядит так же, как в динамике 300 на фиг. 3В (и поэтому его отдельное изображение не приведено на фиг. 8). Первые две головки 805a, 805b в данном варианте установлены симметрично относительно центральной точки 809, и, аналогично, комплект из четырех головок 810a, 810b, 810с, 810d, обращенных в  
20 противоположном направлении, тоже установлен по симметричному прямоугольнику, хотя, как и во всех рассматривавшихся выше вариантах, все шесть головок 805a, 805b, 810a, 810b, 810с, 810d расположены в одной общей поперечной плоскости при виде сбоку (см. фиг. 3В). Хотя это и не показано явно, каждая из головок 805a, 805b, 810a, 810b, 810с, 810с, предпочтительно, акустически изолирована по своему заднему  
25 акустическому излучению от других головок с помощью отдельных отсеков внутри ящика динамика.

Размеры (и, следовательно, подвижная масса) головок 805a, 805b, 810a, 810b, 810с, 810d и/или амплитуды их соответствующих аудиосигналов, предпочтительно, выбирают таким образом, чтобы силы F, создаваемые каждой из головок 805a, 805b, были в два  
30 раза больше силы F/2, создаваемой каждой из головок 810a, 810b, 810с, 810d, обращенных в противоположную сторону. В результате, сумма сил, создаваемых первой парой головок 805a, 805b, компенсирует сумму сил, создаваемых вторым комплектом головок 810a, 810b, 810с, 810d, обращенных в противоположном направлении. Для получения данного эффекта головки подбирают таким образом, чтобы масса катушек и подвижных  
35 компонентов каждой из головок 810a, 810b, 810с, 810d, например, равнялась половине массы катушки и подвижных компонентов каждой из головок 805a, 805b, или все головки могут быть одного размера, но на головки 810a, 810b, 810с, 810d можно подавать управляющий аудиосигнал уменьшенной амплитуды по сравнению с амплитудой аудиосигнала, подаваемого на головки 805a, 805b, как указывалось выше  
40 при рассмотрении фиг. 3А-3В; возможен также способ, при котором для регулирования величины сил, создаваемых головками, используется комбинированное изменение подвижной массы и амплитуды аудиосигнала.

Аналогичным образом, моменты, создаваемые всеми головками 805a, 805b, 810a, 810b, 810с, 810d динамика 800, взаимно компенсируют друг друга, так что суммарный  
45 момент равен нулю. Поскольку все головки в рассматриваемом варианте расположены симметрично, моменты относительно центральной точки 809, создаваемые головками 805a и 805b, компенсируют друг друга, а моменты, создаваемые головками 810a, 810d, компенсируются моментами, создаваемыми головками 810b, 810с, в результате чего

общая сумма моментов равна нулю.

Таким образом, для динамика 800, изображенного на фиг. 8, сумма сил, создаваемых всеми головками 805a, 805b, 810a, 810b, 810c, 810d, равна нулю, и, аналогичным образом, сумма создаваемых ими моментов также равна нулю.

5 Согласно одному из аспектов, динамик 800 на фиг. 8 можно рассматривать как два динамика 300 на фиг. 3А-3В, установленные друг на друга, и, используя данный принцип, можно создавать динамики более крупногабаритных конструкций, получая более крупные и сложные конструкции низкочастотных динамиков.

10 Следует отметить, что как в конструкции динамика на фиг. 7А-7В, так и в конструкции динамика на фиг. 8 используются шесть головок, но расположены они по-разному. Тем не менее, использование раскрываемых здесь принципов дает возможность создания динамика, в котором точная сумма сил, создаваемых всеми головками, а также точная сумма моментов, создаваемых этими головками, будут равняться нулю.

15 Еще один возможный вариант исполнения низкочастотного динамика узкого профиля показан на фиг. 9А и 9В, на которых приведены, соответственно, вид спереди и вид сбоку динамика 900 с восемью головками. Показанный на фиг. 9А и 9В динамик 900 содержит первый комплект из четырех головок 905a, 905b, 905c, 905d, установленных на первом акустическом экране 930, и еще один комплект из четырех головок 910a, 910b, 910c, 910d, установленных на втором акустическом экране 931 динамика 900.

20 Головки 905a, 905b, 905c, 905d первого комплекта расположены по практически симметричному квадрату с центральной точкой 909, а головки 910a, 910b, 910c, 910d второго комплекта, обращенные в противоположном направлении, также расположены по практически симметричному квадрату с центральной точкой 909; при этом все восемь головок 905a-905d, 910a-910d расположены в одной и той же поперечной плоскости  
25 935. Хотя это и не показано явно, каждая из головок 905a-905d и 910a-910d, предпочтительно, акустически изолирована по своему заднему акустическому излучению от других головок с помощью отдельных отсеков внутри ящика динамика. Хотя оба вышеупомянутых квадрата в данном варианте смещены относительно друг друга путем поворота на угол  $90^\circ$ , это не является обязательным требованием, и эти квадраты могут  
30 быть размещены таким образом, чтобы они выглядели как внутренний квадрат из четырех головок, окруженный внешним квадратом из четырех головок.

Размеры (и, следовательно, подвижная масса) головок 905a-905d, 910a-910d и амплитуды их соответствующих аудиосигналов могут быть одинаковыми, так что каждая из указанных головок создает одинаковую силу  $F$ . В результате, сумма сил,  
35 создаваемых головками 905a-905d первого комплекта, компенсирует сумму сил, создаваемых головками 910a-910d второго комплекта, обращенными в противоположном направлении, и равнодействующая данных сил равняется нулю.

Аналогичным образом, благодаря симметричному расположению головок в данном конкретном варианте исполнения, моменты, создаваемые всеми головками 905a-905d,  
40 910a-910d динамика 900, взаимно компенсируют друг друга, так что общая сумма моментов равняется нулю. Каждая из головок 905a и 905c создает момент, равный  $A \times F$ , но с противоположными знаками, которые, таким образом, взаимно компенсируются; каждая из головок 905b и 905d также создает момент, равный  $A \times F$ , но с  
противоположными знаками, которые, таким образом, взаимно компенсируются;  
45 каждая из головок 910a и 910d создает момент, равный  $B \times F$ , но с противоположными знаками, которые, таким образом, взаимно компенсируются; и каждая из головок 910b и 910c также создает момент, равный  $B \times F$ , но с противоположными знаками, которые, таким образом, взаимно компенсируются.

Таким образом, для динамика 900, изображенного на фиг. 9А и 9В, сумма сил, создаваемых всеми головками 905a-905d, 910a-910d, равна нулю, и, аналогичным образом, сумма создаваемых ими моментов также равна нулю.

Раскрываемые здесь один или несколько вариантов исполнения дают возможность создания сбалансированного низкочастотного или другого динамика, который может, при необходимости иметь сравнительно узкий профиль, обеспечивающий ему преимущества в плане размещения, а также обладает пониженным уровнем вибрации, стука и т.п., что улучшает его акустические характеристики. Предпочтительно, динамик сбалансирован, таким образом, что силы, создаваемые головками, в достаточной степени взаимно компенсируются, так что вибрация, стук и т.п. устраняются или, по меньшей мере, снижаются до приемлемого уровня. Например, головки могут быть размещены таким образом, что сумма создаваемых головками сил является ниже какого-либо первого допустимого значения, а сумма создаваемых головками моментов является ниже второго допустимого значения; при этом первое и второе предельные значения выбирают таким образом, чтобы обеспечить допустимый уровень вибрации, стука и т.п. Более предпочтительно, головки размещают таким образом, чтобы точная сумма создаваемых головками сил практически равнялась нулю, и точная сумма создаваемых головками моментов относительно центральной точки или центра масс динамика также практически равнялась нулю. Точная сумма сил или моментов считается практически равной нулю, если результирующая суммарная сила или момент являются недостаточными, чтобы вызывать вибрацию, стук и т.п., которые могут быть замечены обычным слушателем или наблюдателем.

Низкочастотный или другой аналогичный динамик может иметь, например, в различных вариантах исполнения, ряд головок, установленных рядом друг с другом в одной общей плоскости, с первым комплектом головок, обращенных в одном направлении, и вторым комплектом головок, обращенных в противоположном направлении. Головки в этом случае могут быть ориентированы таким образом, что сумма сил, создаваемых первым комплектом головок, равняется сумме противоположно направленных сил, создаваемых вторым комплектом головок, и общая векторная сумма сил, создаваемых всеми головками, равняется нулю, и таким образом, что общая векторная сумма создаваемых всеми головками моментов относительно центральной точки или центра масс динамика также равняется нулю.

Выполненный в соответствии с раскрываемыми в данном изобретении принципами низкочастотный или другой динамик может иметь любое количество головок, минимально равное трем в определенных вариантах исполнения, чтобы момент, создаваемый двумя смещенными относительно друг друга и противоположно направленными головками, компенсировался, по меньшей мере, одной дополнительной смещенной головкой. Например, низкочастотный или другой динамик может содержать три, четыре, пять, шесть и более головок. Форма динамика не обязательно должна быть симметричной; она может быть и асимметричной, при условии, что создаваемые головками силы и моменты относительно центральной точки или центра масс динамика компенсируют друг друга. Аналогичным образом, в то время как головки, предпочтительно, размещают в одной общей плоскости, как вариант, они могут быть размещены и по трехмерной схеме, при условии, что силы и моменты относительно центральной точки или центра масс динамика, создаваемые всеми головками, взаимно компенсируют друг друга. Все головки могут быть установлены в один ряд, но в качестве варианта, могут быть установлены (предпочтительно, но не обязательно) по схеме, симметричной относительно центра масс динамика. Может использоваться как четное,

так и нечетное число головок, при условии, что все создаваемые ими силы и моменты сбалансированы, с тем, чтобы понизить уровень вибрации или стука динамика.

В некоторых вариантах осуществления изобретения первый комплект головок и второй комплект головок расположены в одной общей плоскости, но обращены в противоположные стороны. Каждый комплект головок может выдавать звук на звукоотражающую поверхность, которая, в свою очередь, направляет звук наружу через расположенный рядом паз или апертуру. Ящик динамика может иметь конструкцию с подсоединяемой апертурой, так что звук от двух комплектов головок объединяется и исходит из единой апертуры или комплекта апертур, общего для обоих комплектов головок.

В некоторых вариантах исполнения конструкция низкочастотного или иного динамика содержит легкий и прочный ящик, стенки которого, частично, представляют собой раму, облицованную акустически непроницаемым материалом. Например, ящик может включать в себя раму, содержащую ряд регулярно расположенных опор, например, в виде ячеистой структуры, облицованной акустически непроницаемым материалом типа эластичной пены, или иным подобным материалом. Внутри ящика динамика каждая головка (или комплект головок) может иметь свой (или их) собственный изолированный отсек, предназначенный для того, чтобы направленное назад акустическое излучение головки не взаимодействовало с акустическим выходом головки.

Раскрываемые в данном описании варианты исполнения могут успешно применяться во многих конструкциях, и, в частности, хорошо подходят для использования в ситуациях, когда динамики требуется скрыть от взгляда, или когда в аудиосистеме существуют ограничения, например, по размещению и площади установки динамиков. Сбалансированный узкопрофильный низкочастотный динамик, выполненный в соответствии с принципами, раскрываемыми в настоящем изобретении, например, может быть размещен в стене, полу или потолке здания, или может быть применен в автомобиле или других местах, где желательно иметь динамик узкого профиля, но с низким уровнем вибрации и высоким выходом. В некоторых вариантах осуществления изобретения ряды головок могут быть установлены на двух акустических экранах, являющихся частью конструкции ящика динамика, но в одной и той же поперечной плоскости, причем первый комплект головок выдает звук в первый звуковой канал, а второй комплект головок выдает звук во второй звуковой канал. Звуковые каналы в таком варианте осуществления изобретения могут соединяться в одну или несколько выходных апертур, так что звук от обоих комплектов головок поступает в одну и ту же (одни и те же) выходную апертуру (выходные апертуры).

В любом из описанных выше вариантов исполнения динамики, используемые в акустической системе, могут быть активными или пассивными (т.е. могут иметь или не иметь встроенные или бортовые усилительные устройства). Усиление звуковой частоты, сдвиг уровня, подъем частот и другое кондиционирование звука в различных аудиоканалах может производиться по отдельности для каждого отдельного динамика или пары динамиков. В некоторых вариантах осуществления изобретения аудиосигнал/аудиосигналы для различных головок могут обрабатываться и/или задерживаться, например, для того, чтобы звуковые волны, генерируемые каждым динамиком, усиливались, а не мешали друг другу, или для других аналогичных корректировок звука. Низкочастотный или другой динамик может быть соединен с другими головками, например, высокочастотными, дополнительно к сбалансированным головкам, чтобы добиться еще большего повышения качества звука для потребителя, в частности, если

5 влияние, оказываемое такими дополнительными головками на вибрацию ящика динамика, является пренебрежимо малым, поскольку они являются малогабаритными или генерируют незначительные силы. Вышеописанная конфигурация динамика может  
 10 быть использована, преимущественно, в домах, зданиях, автомобилях, павильонах звукозаписи, усилителях музыкальных инструментов и т.п., и в любых других случаях, когда применение низкочастотного динамика узкого профиля является необходимым или желательным.

Несмотря на то, выше было приведено описание предпочтительного варианта осуществления настоящего изобретения, возможны многие модификации и изменения,  
 10 при условии, что они не выходят за рамки общей идеи и объема изобретения. Такие изменения будут очевидны любому специалисту среднего уровня в данной области после ознакомления с вышеприведенным описанием и прилагаемыми чертежами. Таким образом, настоящее изобретение не ограничивается ничем, кроме как сущностью и объемом пунктов прилагаемой формулы изобретения.

15

### (57) Формула изобретения

1. Акустическая система, содержащая:

узел динамика; и

20 множество головок, по меньшей мере три, установленные на указанном узле динамика в одной и той же плоскости указанного узла динамика, каждой головке соответствует магнитная реактивная сила и момент, который, в части, зависит от положения головки относительно центра масс указанного узла динамика;

указанные головки смещены вбок одна от другой относительно указанного центра масс указанного узла динамика и расположены таким образом, что силы и моменты,  
 25 соответствующие головкам, установленным на узле динамика, по существу устраняют вибрацию динамика.

2. Акустическая система по п. 1, в которой сумма сил, соответствующих всем головкам, установленным на указанном узле динамика, практически равна нулю, и сумма моментов, соответствующих всем головкам, практически равна нулю.

30 3. Акустическая система по п. 2, в которой каждая из указанных головок содержит конус, причем по меньшей мере две из указанных головок излучают в противоположных направлениях, а конусы указанных по меньшей мере двух головок перекрываются в одной и той же поперечной плоскости.

4. Акустическая система по п. 1, в которой указанные головки расположены  
 35 практически в одной и той же поперечной плоскости.

5. Акустическая система по п. 1, в которой указанное множество головок содержит первый комплект головок, обращенных в первом направлении, и второй комплект головок, обращенных во втором направлении.

40 6. Акустическая система по п. 5, в которой указанное первое направление является противоположным указанному второму направлению.

7. Акустическая система по п. 6, в которой указанный первый комплект головок установлен на первой установочной поверхности, а указанный второй комплект головок установлен на второй установочной поверхности, причем указанные первая и вторая установочные поверхности параллельны друг другу; при этом указанная акустическая  
 45 система содержит также первую звукоотражательную поверхность, расположенную перед указанным первым комплектом головок и практически параллельную указанной первой установочной поверхности, и вторую звукоотражательную поверхность, расположенную перед указанным вторым комплектом головок и практически

параллельную указанной второй установочной поверхности.

8. Акустическая система по п. 7, в которой первая установочная поверхность и первая звукоотражательная поверхность совместно ограничивают первый звуковой канал, заканчивающийся по меньшей мере одной выходной звуковой апертурой, а вторая установочная поверхность и вторая звукоотражательная поверхность совместно ограничивают второй звуковой канал, заканчивающийся по меньшей мере одной выходной звуковой апертурой, в результате чего акустический выход от первого и второго комплектов головок выходит из указанной по меньшей мере одной выходной звуковой апертуры.

9. Акустическая система по п. 5, в которой головки указанного первого комплекта расположены симметрично относительно указанного центра масс.

10. Акустическая система по п. 5, в которой головки указанного первого комплекта расположены асимметрично относительно указанного центра масс.

11. Акустическая система по п. 5, в которой указанное множество головок расположено в один ряд.

12. Акустическая система по п. 1, в которой все головки практически одинаковые в отношении подвижной массы и получают одинаковый аудиосигнал.

13. Акустическая система по п. 1, в которой по меньшей мере две из указанных головок имеют разные размеры.

14. Акустическая система по п. 1, в которой по меньшей мере две из указанных головок получают аудиосигналы различной амплитуды, но с одинаковым спектром частот, для того чтобы сбалансировать силы и моменты всех головок относительно центра масс узла динамика.

15. Акустическая система по п. 1, в которой каждая из указанного множества головок является низкочастотной.

16. Сбалансированный низкочастотный динамик, содержащий:  
узел динамика; и

множество низкочастотных головок, по меньшей мере три головки, установленные на указанном узле динамика, каждой головке соответствует магнитная реактивная сила, связанная с перемещением вперед-назад, и момент, зависящий от указанной силы головки и положения головки относительно центра масс указанного узла динамика;

при этом указанные низкочастотные головки расположены практически в одной и той же поперечной плоскости, причем расположены таким образом, что сумма сил, соответствующих всем низкочастотным головкам, установленным на указанном узле динамика, практически равна нулю, и сумма моментов, соответствующих всем указанным низкочастотным головкам, практически равна нулю.

17. Сбалансированный низкочастотный динамик по п. 16, в котором указанный узел динамика содержит первую установочную поверхность и вторую установочную поверхность, расположенные практически параллельно друг другу и механически соединенные друг с другом, при этом первая группа указанного множества низкочастотных головок установлена на указанной первой установочной поверхности, и вторая группа указанного множества низкочастотных головок установлена на указанной второй установочной поверхности и обращена в направлении, противоположном направлению головок указанной первой группы.

18. Сбалансированный низкочастотный динамик по п. 17, в котором:  
указанная первая группа низкочастотных головок обращена в направлении от второй установочной поверхности; и

указанная вторая группа низкочастотных головок обращена в направлении от

указанной первой установочной поверхности.

19. Сбалансированный низкочастотный динамик по п. 18, в котором указанная первая группа низкочастотных головок и указанная вторая группа низкочастотных головок расположены в один ряд.

5 20. Сбалансированный низкочастотный динамик по п. 18, содержащий также первую звукоотражательную поверхность, расположенную перед указанной первой группой низкочастотных головок и практически параллельную указанной первой установочной поверхности, и вторую звукоотражательную поверхность, расположенную перед  
10 указанной второй группой низкочастотных головок и практически параллельную указанной второй установочной поверхности, в результате чего акустические выходы от первой и второй групп низкочастотных головок объединяются и выходят по меньшей мере из одной общей выходной звуковой апертуры.

15

20

25

30

35

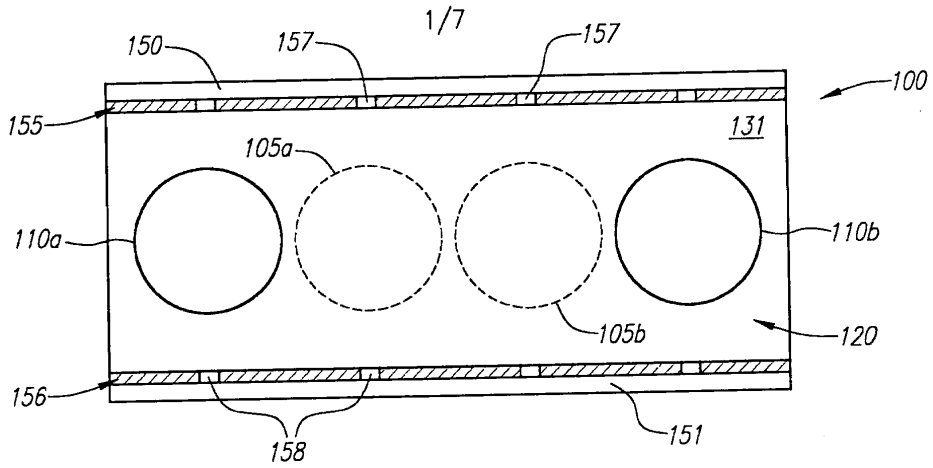
40

45

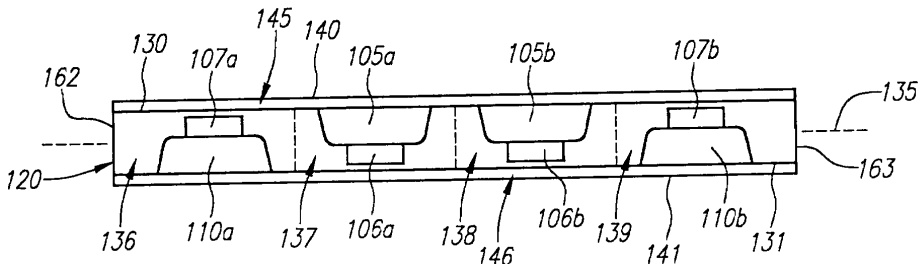


WO 2014/164573

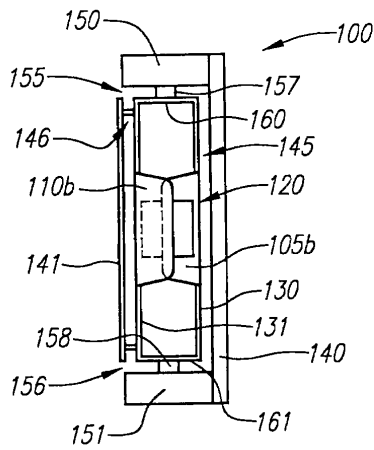
PCT/US2014/022866



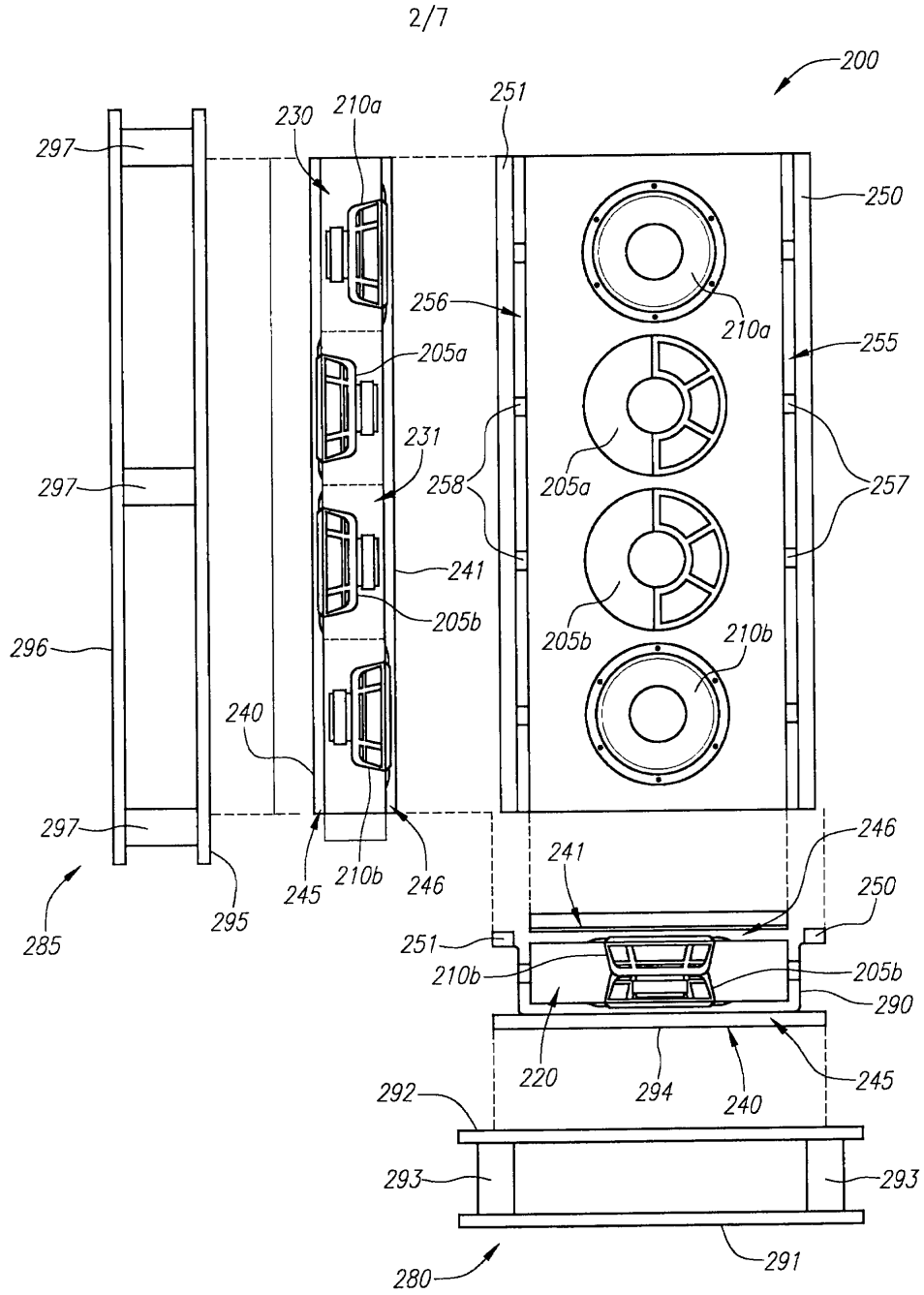
Фиг. 1А



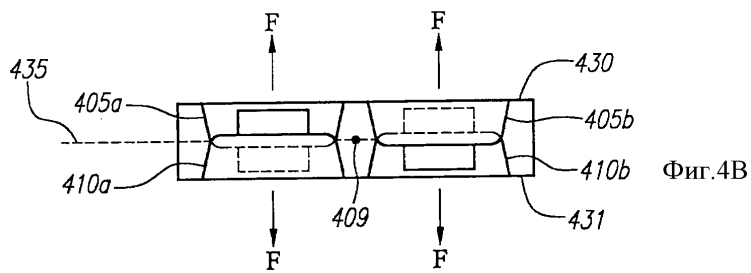
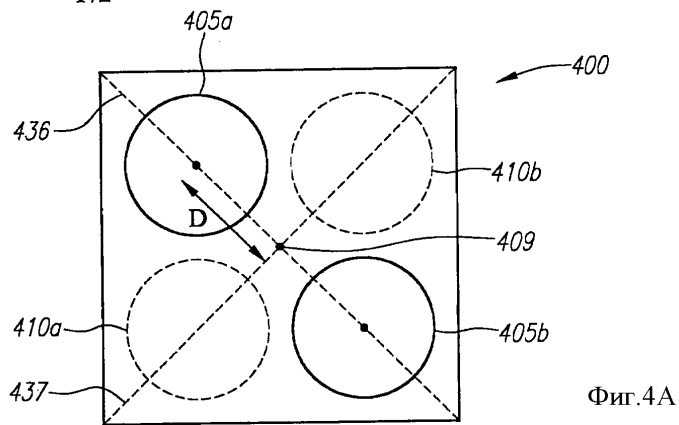
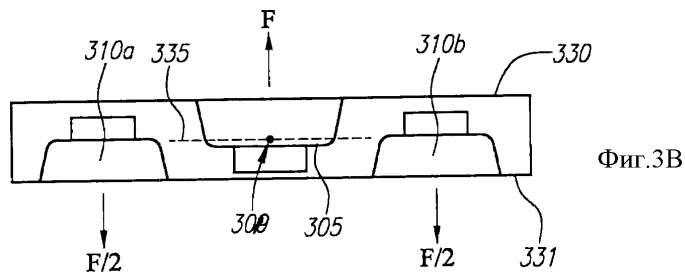
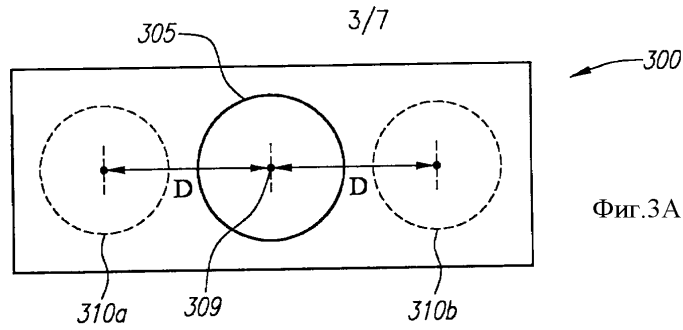
Фиг. 1В



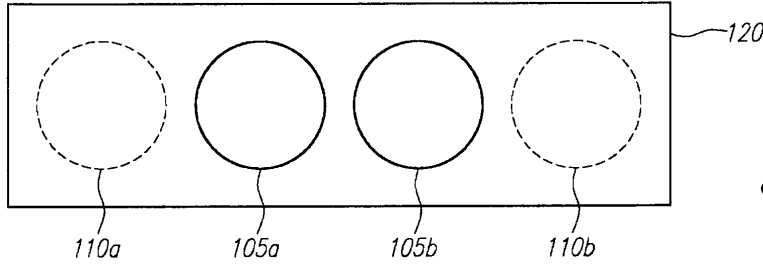
Фиг. 1С



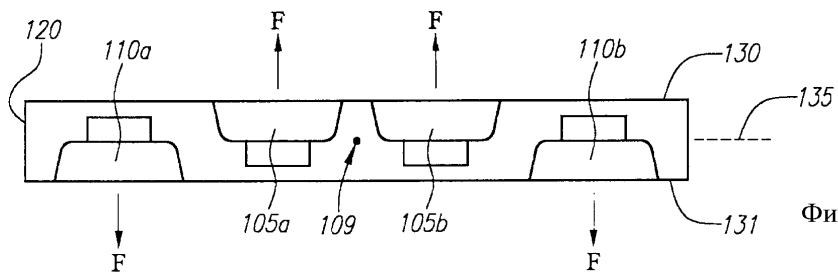
Фиг.2



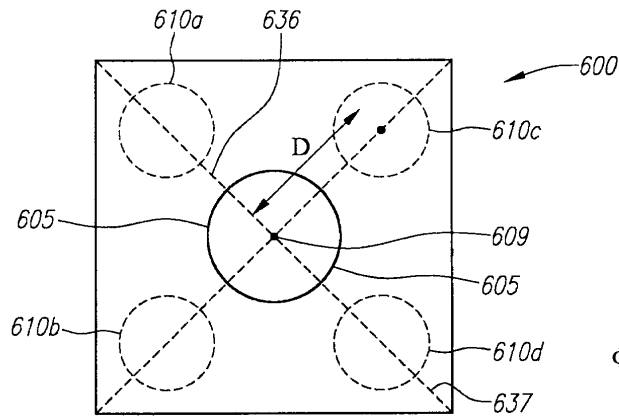
4/7



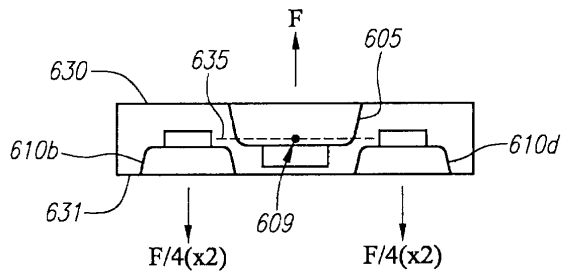
Фиг. 5А



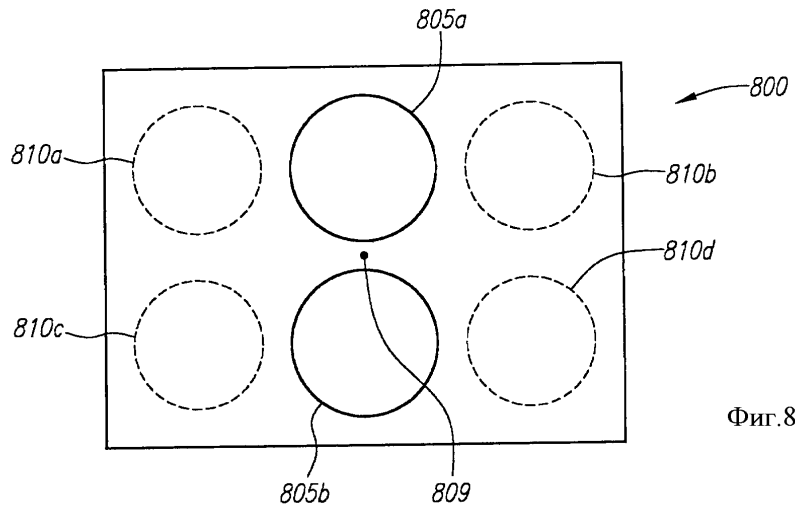
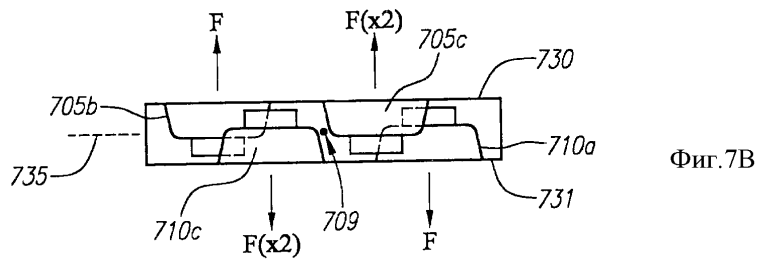
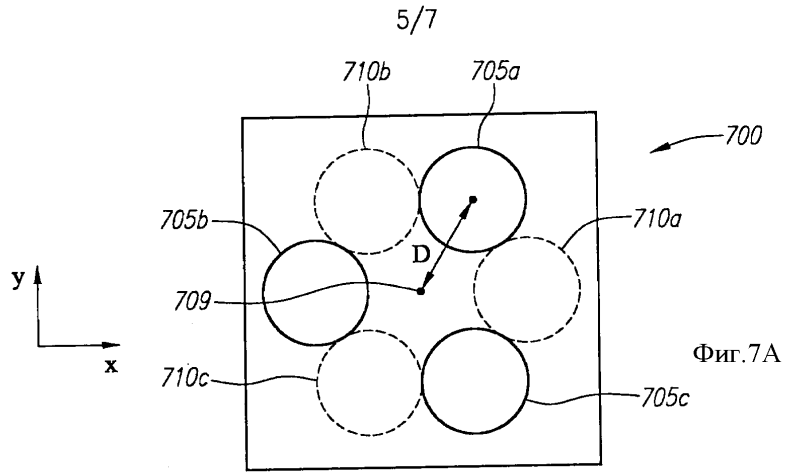
Фиг. 5В



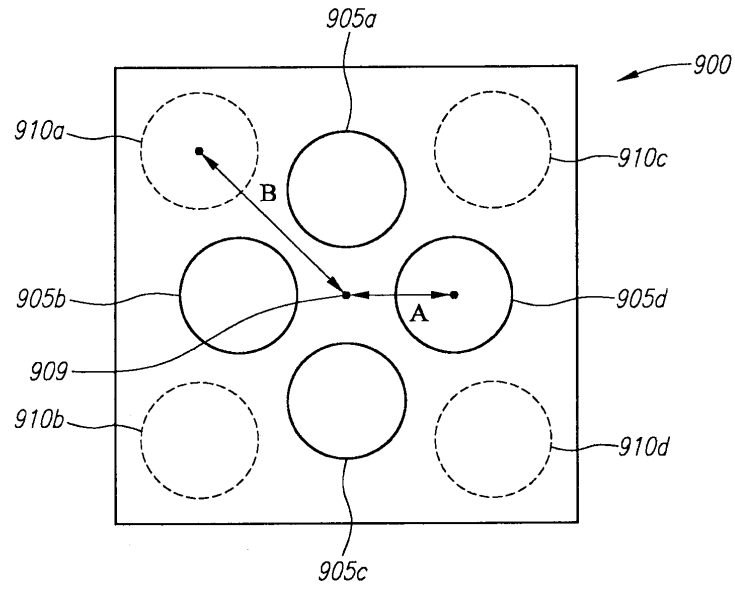
Фиг. 6А



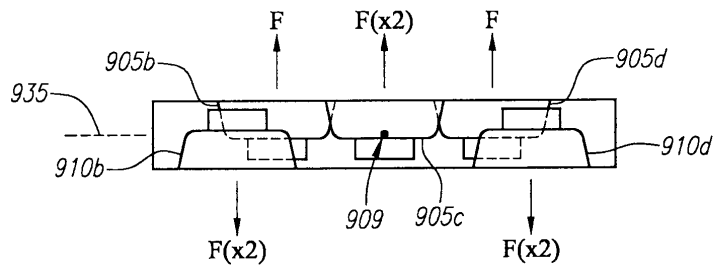
Фиг. 6В



6/7

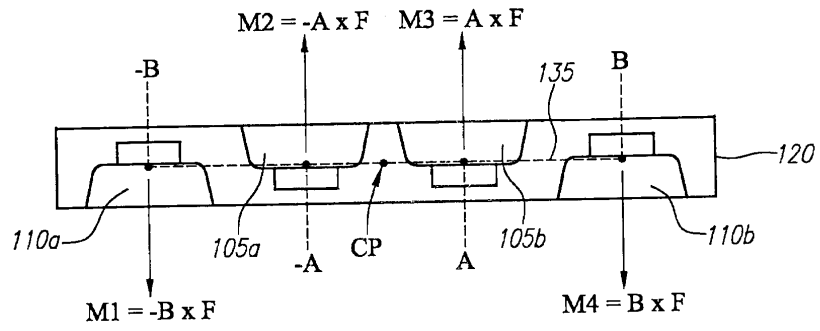


Фиг.9А



Фиг.9В

7/7



Фиг.10