

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033592**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.11.07

(51) Int. Cl. **G03B 21/56** (2006.01)

(21) Номер заявки
201790560

(22) Дата подачи заявки
2015.09.08

(54) ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИБРАЦИИ ЭКРАНА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ СПЕКЛ-СТРУКТУРЫ

(31) **62/047,465**

(56) US-A1-20120019918

(32) **2014.09.08**

JP-A-2007316400

(33) **US**

EP-B1-1260850

(43) **2017.07.31**

US-A1-20140247484

(86) **PCT/US2015/049016**

US-A1-20050195508

(87) **WO 2016/040371 2016.03.17**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

РЕАЛД ИНК. (US)

(72) Изобретатель:

Дилулло Марк, Кёртис Кевин Р.,

Мкнайт Дуглас Дж. (US)

(74) Представитель:

Пискунов Д.Н., Фелицына С.Б. (RU)

(57) В изобретении предложено использование вибрации экрана для устранения спекл-структуры в устройствах отображения и/или на проекционных экранах. Для снижения заметности или удаления спекл-структуры на проекционных экранах и/или в устройствах отображения с экраном можно использовать электрические преобразователи или реакторы. Электрические преобразователи можно не устанавливать непосредственно на экране, что позволяет избежать многих вариантов механической поломки, связанных с вибрацией преобразователя, а также обеспечить более тихую работу. Согласно конструкции реакторы или преобразователи могут фактически контактировать с экраном и занимать менее шести с половиной квадратных сантиметров (одного квадратного дюйма) поверхности экрана, каждый, по сравнению с предыдущими конструкциями. Они могут располагаться за пределами активной полезной площади экрана и в пределах 30 см (12 дюймов) от края экрана, предпочтительно на расстоянии менее чем приблизительно 2,5 см (1 дюйм) от края экрана. Реакторы представляют собой магниты, однако в определенных условиях эксплуатации возможно использование любого железосодержащего материала.

B1

033592

033592

B1

Перекрестные ссылки на смежные заявки

Настоящая заявка представляет собой заявку, смежную с патентом США № 8724218, Speckle reduction using screen vibration techniques and apparatus, поданным 9 июля 2012 г. (патентный поверенный № 95194936.295001), заявкой на патент США № 13/544959, Despeckling devices and methods, поданной 9 июля 2012 г. (патентный поверенный № 95194936.299001), заявкой на патент США № 14/986633, System and method for vibrating screens to reduce speckle, поданной 6 июня 2014 г. (патентный поверенный № 363001). Перечисленные выше патент и заявки полностью включены в настоящую заявку путем ссылки. Кроме того, настоящая заявка представляет собой заявку, смежную с предварительной заявкой на патент США № 62/047465, Screen vibration for reducing speckle, поданной 8 сентября 2014 г. (патентный поверенный № 376000) и испрашивает приоритет по этой заявке, которая полностью включена в настоящую заявку путем ссылки.

Область применения изобретения

Настоящее описание по существу относится к системам и способам устранения спекл-структур на проекционных экранах и подложках с использованием вибрации.

Предпосылки создания изобретения

Использование когерентных или частично когерентных источников может иметь преимущества в отображении или светосиле перед стандартными некогерентными источниками (лампами), поскольку они могут обеспечить повышенную яркость, повышенную надежность и большую гамму цветов. Однако в случае частичной когерентности возникает проблема появления спекл-структуры. Спекл-структура возникает вследствие интерференции света на экране или мишени, которая приводит к изменениям интенсивности, которые могут быть видны невооруженным глазом или с помощью инструмента. Наличие таких обычно высокочастотных изменений интенсивности крайне нежелательно для устройств отображения или визуализации.

Краткое описание изобретения

Согласно первому аспекту настоящего описания, способ устранения спекл-структуры на проекционном экране может включать расположение преобразователя рядом с проекционным экраном и прикрепление первого реактора к проекционному экрану вблизи преобразователя так, чтобы первый реактор мог обеспечивать вибрационное воздействие на проекционный экран для устранения спекл-структуры на полезной площади проекционного экрана. К первому реактору может быть прикреплен второй реактор. Преобразователь может быть расположен рядом с проекционным экраном и быть прикреплен к жесткой конструкции. Преобразователь может быть прикреплен к жесткой конструкции, которая может представлять собой раму проекционного экрана, пол, стену и т.п. Для приведения в движение преобразователя может использоваться переменный ток. Преобразователь может вызывать перемещение реактора и вибрацию проекционного экрана таким образом, что амплитуда перемещения экрана за плоскость экрана приблизительно около преобразователя находится в диапазоне приблизительно 3-10 мм. Дополнительно преобразователь должен демонстрировать перемещение в любом направлении менее чем приблизительно на 0,318 см (1/8 дюйма) при приведении в движение первого реактора. Монтажная пластина может быть прикреплена вблизи по меньшей мере одного края проекционного экрана, в котором первый реактор может быть расположен в элементе фиксации положения реактора в монтажной пластине.

Согласно другому аспекту настоящего описания, вибрационная система для проекционного экрана может включать электромагнитный узел, выполненный с возможностью приведения в движение первого реактора, причем первый реактор располагается смежно с опорной пластиной экрана, причем опорная пластина экрана располагается смежно с проекционным экраном и опорная пластина экрана может содержать элемент фиксации положения реактора для расположения первого реактора. Элемент фиксации положения реактора может представлять собой отверстие или элемент любой другой формы, который пригоден для расположения реактора. Дополнительно элемент фиксации положения реактора может представлять собой не сквозное отверстие в опорной пластине экрана, а всего лишь углубление. Электромагнит и первый реактор могут быть расположены, по меньшей мере, на нижнем краю проекционного экрана, причем электромагнит и первый реактор могут быть расположены на расстоянии в диапазоне приблизительно 0,025-13 см (0,01-5 дюймов) друг от друга. Второй реактор может быть расположен смежно с первым реактором, причем первый и второй реакторы могут быть прикреплены друг к другу посредством элемента фиксации положения реактора в опорной пластине экрана. Первый реактор может представлять собой магнит, или второй реактор может представлять собой магнит, или первый и второй реакторы могут представлять собой магниты. Магнит может представлять собой неодимовый магнит из диапазона классов приблизительно N40-N52 или, более конкретно, может представлять собой неодимовый магнит класса приблизительно N45.

Дополнительно первый реактор может представлять собой железосодержащий материал, или второй реактор может представлять собой железосодержащий материал, или первый и второй реакторы могут представлять собой железосодержащие материалы. Первый реактор может быть расположен на расстоянии в диапазоне приблизительно от 0,025 до 5 см (от 0,01 до 2 дюймов) от края проекционного экрана, а электромагнитный узел может быть расположен на расстоянии в диапазоне приблизительно от 0,025 до 5 см (от 0,01 дюйма до 2 дюймов) от края проекционного экрана. Электромагнитный узел может

представлять собой жесткий кронштейн, который может, по меньшей мере, частично заключать в себе электромагнит.

В продолжение раскрытия рассматриваемого аспекта по меньшей мере один край опорной пластины экрана может быть приблизительно совмещен с по меньшей мере одним краем проекционного экрана, причем опорная пластина экрана может включать по меньшей мере одно присоединительное отверстие, расположенное за краем экрана.

Согласно другому аспекту настоящего описания способ устранения спекл-структуры на проекционном экране может включать расположение преобразователя рядом с проекционным экраном, приведение в движение преобразователя с помощью сигнала переменного тока и вибрационное воздействие железосодержащим материалом, который приводится в движение преобразователем, на подложку проекционного экрана для устранения спекл-структуры на полезной площади проекционного экрана.

Согласно еще одному аспекту настоящего описания способ устранения спекл-структуры на проекционном экране может включать расположение преобразователя рядом с проекционным экраном и прикрепление первого реактора к проекционному экрану вблизи преобразователя, причем первый реактор выполнен с возможностью вибрационного воздействия на проекционный экран для устранения спекл-структуры на полезной площади проекционного экрана.

Данные и другие преимущества и элементы настоящего описания будут очевидны специалистам в данной области после полного изучения данного описания.

Краткое описание чертежей

Варианты осуществления представлены в качестве примера на сопроводительных фигурах, на которых одинаковыми номерами указаны аналогичные части, причем

на фиг. 1 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая возможные места установки реакторов и/или преобразователей на экране в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 2 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди узла электромагнитного преобразователя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 3 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сзади электромагнитного преобразователя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 4 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид в поперечном сечении преобразователя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 5 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая другую конфигурацию с электромагнитом, установленным на экране в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 6 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая еще одну конфигурацию с электромагнитами в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 7 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая пример необязательной опорной пластины экрана в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 8 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая монтажную конфигурацию свертываемых экранов в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 9 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая перемещение, вызванное переменными электромагнитными полями, в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 10 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая другую конфигурацию системы устранения спекл-структуры в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 11 представлен график, иллюстрирующий спектр вибрации экрана с использованием механического преобразователя в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 12 представлен график, иллюстрирующий сигнал возбуждения с верхней предельной частотой 500 Гц в соответствии с настоящим описанием;

на фиг. 13 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая защитную оболочку преобразователя в соответствии с настоящим описанием; и

на фиг. 14 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид в поперечном сечении защитной оболочки преобразователя в соответствии с настоящим описанием.

Подробное описание

Известны различные способы борьбы с высокочастотными изменениями интенсивности. Также хорошо известны способы измерения и оценки спекл-структур. Спекл-структуру измеряют путем измерения контраста интенсивности света. Он определяется как среднеквадратичное отклонение от среднего значения интенсивности. Способ измерения спекл-структуры см. в публикации Jacques Gollier, *Speckle Measurement Procedure*, Conference Projector Summit 2010, Las Vegas NV, May 7, 2010, включенной в настоящую заявку путем ссылки.

Некоторые известные в настоящее время методики устранения спекл-структуры включают первое семейство методик устранения спекл-структуры, которое включает использование подвижных диффузоров (одного или нескольких) для местного изменения фазы для усреднения по времени части спекл-структуры с периодом интегрирования наблюдателя/детектора. См., например, патент США № 5,313,479, озаглавленный *Speckle-free display system using coherent light*, патент США № 4035068, *Speckle minimization in projection displays by reduced spatial coherence of the image light* и патент США № 7585078, *Illumina-*

tion system capable of eliminating laser speckle and projection system employing the same, каждый из которых включен в настоящую заявку путем ссылки. Диффузоры могут также вибрировать с амплитудой, достаточно большой для того, чтобы покрывать несколько дифракционных элементов и достигать определенного усреднения. См. патент США № 7922333, озаглавленный Projector, screen, projector system, and scintillation removing apparatus for removing scintillation on an image, включенный в настоящую заявку путем ссылки.

Второе семейство методик устранения спекл-структуры включает использование подвижных зеркал или фазовых модуляторов для обеспечения усреднения по времени. См., например, опубликованную заявку на патент США № 2011/0102748, озаглавленную Optical system and method, и опубликованную заявку на патент США № 2010/0053476, озаглавленную Systems and methods for despeckling a laser light source, патент США № 4155630, озаглавленный Speckle elimination by random spatial phase modulation и патент США № 7489714, озаглавленный Speckle reduction laser and laser display apparatus having the same, которые полностью включены в настоящую заявку путем ссылки. По существу недостатком этого семейства методик является использование дорогих подвижных деталей или фазовых модуляторов.

Третье семейство методик устранения спекл-структуры включает использование длинного многомодового волокна с большой сердцевиной и очень большой светосилой (NA), предназначенного для декогерирования лазерного луча. См., например, опубликованную заявку на патент США № 2009/0168025, озаглавленную Decohered laser light production system (включенную в настоящую заявку путем ссылки), в которой обсуждают использование волокна с диаметром сердцевины 12 мм и светосилой 0,65. Использование такого большого волокна может обеспечивать некоторое снижение спекл-структуры, но оно значительно снижает яркость системы ввиду очень большого оптического фактора. Аналогично, использование очень длинного многомодового волокна может иметь некоторые преимущества. Например, см. опубликованную заявку на патент США № 2010/0079848, Speckle reduction in display systems that employ coherent light sources ("Устранение спекл-структуры в системах отображения, в которых используются источники когерентного света", однако при этом снижается мощность в результате поглощения). Тем не менее в данной области хорошо известны проблемы и решения, относящиеся к спекл-структуре с многомодовыми волокнами. См., например, публикацию Joseph Goodman, Speckle Phenomena in Optics, Ch. 7 (Roberts and Company 2006). Все ссылки в этом абзаце включены в настоящую заявку путем ссылки.

Предложено четвертое семейство методик, которое включает деление луча на части и последующее прохождение каждой части по траекториям разной длины или изменение поляризации перед объединением лучей. Примеры использования пучков оптических волокон, или светоделителей/объединителей, или решеток малоразмерных линз включают: опубликованную заявку на патент США № 2005/0008290, Static method for laser speckle reduction and apparatus for reducing speckle; патент США № 4360372, Fiber optic element for reducing speckle noise; патент США № 6895149, озаглавленный Apparatus for beam homogenization and speckle reduction; патент США № 7379651, озаглавленный Method and apparatus for reducing laser speckle; патент США № 7527384, озаглавленный Illumination system to eliminate laser speckle and projection system employing the same; патент США № 7719738, озаглавленный Method and apparatus for reducing laser speckle. В патенте США № 6594090, озаглавленном Laser projection display system, в котором используют интегратор в виде малоразмерной линзы в сочетании с движущимся диффузором для устранения спекл-структуры, утверждают, что интегратор повышает эффективность диффузора. В некоторых опубликованных заявках описывают использование для устранения спекл-структуры движущихся решеток малоразмерных линз вместо диффузора. Например, см. опубликованную заявку на патент США № 2010/0296065, озаглавленную Out-of-plane motion of speckle reduction element и опубликованную заявку на патент США № 2010/0296064, озаглавленную Projection with lenslet arrangement on speck reduction element. Указанные в них способы предусматривают использование дорогих пучков оптических волокон, или решеток линз, или множества волоконно-оптических делителей/расщепителей для устранения спекл-структуры. Все ссылки в этом абзаце включены в настоящую заявку путем ссылки.

Существует другое семейство решений, в котором применяют источники с большей шириной спектральной полосы. Этого можно достичь путем модулирования тока возбуждения с использованием нескольких лазеров с разной длиной волны или с помощью других средств.

Перемещение экрана представляет собой еще одно потенциальное решение нежелательной проблемы возникновения спекл-структуры. В шестой главе книги "Speckle Phenomena in Optics", supra рассчитывают скорость линейного сдвига в направлении x или y или вращение экрана (указанные перемещения происходят в плоскости экрана, которая находится приблизительно перпендикулярно направлению проекции) для усреднения части спекл-структур с периодом интегрирования по времени наблюдателя/детектора. Когда экран движется, свет попадает на разные участки экрана, изменяя рисунок спекл-структуры. Если движение происходит быстро по сравнению с периодом интегрирования детектора (например, для глаза это приблизительно соответствует частоте 20 Гц), детектор может обнаруживать результат усреднения нескольких рисунков спекл-структуры, что приводит к снижению контраста спекл-структуры. В патенте США № 5272473, озаглавленном Reduced-speckle display system, предлагают использовать преобразователь, прикрепленный непосредственно к экрану, для механической генерации поверхностных акустических волн, позволяющих свести к минимуму спекл-структуру. В патенте США

№ 6122023, озаглавленном Non-speckle liquid crystal projection display, предлагают использовать в качестве экрана жидкие кристаллы с высоким коэффициентом рассеяния и под влиянием электрического сигнала менять состояние жидких кристаллов для устранения спекл-структуры. В других источниках предлагают использовать в качестве экранов рассеивающие жидкости или светорассеивающие ячейки для устранения спекл-структуры. Например, см. патент США № 6844970, озаглавленный Projection television set, screens, and method; патент США № 7199933, Image projection screen with reduced speckle noise; патент США № 7244028, Laser illuminated projection displays, патент США № 7342719, Projection screen with reduced speckle и опубликованную заявку на патент США № 2010/0118397, Reduced laser speckle projection screen. Все ссылки в этом абзаце включены в настоящую заявку путем ссылки.

На практике для значительного устранения спекл-структуры обычно используют комбинацию из нескольких методик. Во всех таких методиках для устранения спекл-структуры используют множество других дополнительных деталей и/или перемещений. Применение дополнительных деталей приводит к росту затрат, уменьшению яркости и снижению надежности.

В настоящем описании предложено использовать вибрацию экрана для устранения спекл-структуры в устройствах отображения. Как правило, киноэкраны могут включать полимерную подложку, которую обычно изготавливают из рулонного поливинилхлорида (ПВХ), который перфорируют для облегчения прохождения звука и который затем сшивают, чтобы получить экран требуемого размера. Такие экраны обычно имеют толщину в диапазоне приблизительно 0,1-0,8 мм, в значительной степени ластифицированы и имеют тисненую матовую текстуру. На экран такого типа может быть нанесено поляризационно-стабилизированное покрытие для получения поляризационно-стабилизированного экрана. Обычное покрытие включает в некотором роде частицы или кусочки металла, например измельченный в шаровой мельнице алюминиевый порошок, заключенный в полимерное связующее вещество. Такие экраны сравнительно тяжелые и имеют низкое значение модуля Юнга, обычно в диапазоне приблизительно 40-60 МПа.

Существенные улучшения оптических характеристик могут быть получены в случае применения металлизированной тисненой поверхности, как по существу описано в патенте США № 8072681, который полностью включен в настоящую заявку путем ссылки. Для обеспечения надлежащего качества можно использовать более жесткую подложку, например из ПЭТ, полиэфира или поликарбоната (PC). Смешанный подход представляет собой использование тисненой поверхности с образованием текстурированных металлических чешуек, как по существу описано в патенте США № 8169699 того же заявителя, который полностью включен в настоящую заявку путем ссылки, или физической печати металлической подложки, как описано в патенте США № 8194315 того же заявителя, который полностью включен в настоящую заявку путем ссылки, причем любой из вариантов может быть применен для замены полимерного связующего вещества с частицами металла, которое используют в обычной системе экранов. Такие более жесткие подложки и, соответственно, экран значительно легче и имеют больший модуль упругости по сравнению с обычным ПВХ, такие экраны могут упоминаться в настоящем документе как изобретенные экраны. Просветные поляризационно-стабилизированные экраны обычно могут включать прозрачную полимерную подложку с диффузным рассеянием, тисненую прозрачную подложку или комбинацию из указанных двух подложек.

Рассматриваемые в настоящем документе варианты осуществления можно использовать с широким ассортиментом материалов экрана с модулем упругости, находящимся в диапазоне приблизительно от 10 МПа до 10 ГПа, причем лучшие результаты могут быть получены с использованием материалов с более высоким модулем упругости, приблизительно выше 500 МПа, поскольку по материалам с более высоким модулем упругости более эффективно распространяются вибрации. Способ и материалы, используемые для нанесения оптических покрытий на подложку экрана, могут оказывать влияние на эффективный модуль упругости всего экрана, хотя основное влияние на эффективный модуль упругости экрана оказывает подложка. Перфорация экрана также оказывает влияние на модуль упругости, поскольку наличие отверстий снижает модуль упругости экрана. Чем больше площадь поверхности, занимаемая отверстиями, тем больше влияние отверстий на модуль упругости. В предпочтительном варианте используют подложки с более высоким модулем упругости с миниперфорацией, микроперфорацией или без перфорации. Настоящий вариант осуществления выполнен с возможностью эффективной эксплуатации в условиях, когда оптические поверхности напылены, нанесены кистью, напечатаны, впечатаны или отлиты в подложку и содержат обычные металлические чешуйки и большинство других металлических покрытий.

Кроме того, экраны обычно перфорируют для того, чтобы через экран проходил звук, поскольку некоторые громкоговорители обычно располагают за экраном. В кинотеатрах обычно используют экраны с механической перфорацией, с отверстиями в диапазоне 1-5 мм и с общей площадью отверстий 3-7%. Для получения высокого модуля упругости в экране можно проделать микроотверстия с размером в диапазоне приблизительно 60-400 мкм и с общей площадью отверстий в диапазоне приблизительно 0,2-2%, как по существу описано в заявке на патент США № 13/76092, Light efficient acoustically transmissive front projection screens, поданной 5 марта 2013 г. (патентный поверенный № 95194936.321001), которая полностью включена в настоящую заявку путем ссылки. Некоторые производители используют миниперфорацию, которая занимает промежуточное положение между механической и микроперфорацией по

размеру отверстия и общей площади отверстий (0,5-2 мм, общая площадь отверстий - 1-3%). Некоторые экраны могут не иметь перфорации. Настоящий вариант осуществления можно использовать с экранами с механической перфорацией, перфорацией, микроперфорацией или без перфорации. В предпочтительном варианте используют подложки с более высоким модулем упругости с миниперфорацией, микроперфорацией или без перфорации. Описанный ниже преобразователь осуществляет вибрацию экрана. Эта вибрация может частично принимать вид поверхностных акустических волн, распространяющихся по поверхности экрана. Отверстия оказывают большее отрицательное влияние на вибрации экрана, чем влияние, вызванное простым изменением модуля упругости, поскольку они могут демпфировать вибрации по мере распространения волн по подложке экрана. Это может быть частично вызвано местными изменениями импеданса для поверхностных волн, которое вызывает большее затухание на единицу длины экрана. С точки зрения вибраций может быть более выгодно устранить или уменьшить размер отверстий, чем увеличить модуль упругости материала экрана.

При использовании совместно с лазерной проекцией, как показали эксперименты, вибрация экрана позволяет устранять спекл-структуру при применении обычных проекционных ламп, поэтому настоящий вариант осуществления можно успешно использовать с ламповыми проекторами. Традиционные экраны обычно могут иметь вибрационное устройство или преобразователь, прикрепленные к обратной стороне экрана или контактирующие с обратной стороной экрана в пределах области изображения или полезной площади экрана. На практике большие киноэкраны могут включать решетки преобразователей, распределенные по всей площади экрана для успешного осуществления вибрации экрана. Расстояние между преобразователями в решетке может составлять 0,6-4,6 м (2-15 футов) в направлениях x и y экрана. Недостаток может состоять в том, что преобразователи могут быть видимы зрителям, а большое количество преобразователей может образовывать существенно большее количество мест потенциального отказа системы. Тем не менее близкое размещение преобразователей может быть вызвано механическими свойствами традиционных экранов. Типичные частоты вибрации могут находиться в диапазоне приблизительно 10-80 Гц. Колебания с более высокими частотами, как правило, в таких подложках распространяются плохо. Такие низкие частоты и низкие частоты биений, скорее всего, будут замечены зрителями, поскольку колебания с частотой ниже 20-30 Гц заметны невооруженным глазом.

Натяжение экрана представляет собой важную переменную, влияющую на эффективность настоящего варианта осуществления. Натяжение, прилагаемое к краям экрана, с использованием пружин, жестких соединений или других средств значительно варьируется в зависимости от типа экрана и даже может отличаться у двух одинаковых подвесных экранов. Уровни натяжения могут находиться в диапазоне приблизительно 0-730 Н/м (0-50 фунт/фут). Эта мера показывает, какая величина натяжения в фунтах приложена к каждому линейному футу края экрана. В продолжение обсуждения предлагаемого варианта осуществления, если натяжение экрана будет слишком слабым, весь экран может передавать видимые пульсации в пределах рамы или видимые пульсации могут распространяться по поверхности экрана. Слишком сильное натяжение экрана может предотвратить распространение вибраций и привести к тому, что эффект устранения спекл-структуры будет локализован вблизи преобразователей или не будет виден совсем.

Ключевой аспект и существенное усовершенствование предлагаемого изобретения представляет собой то, что электрический преобразователь не нужно устанавливать на экране, причем снижается множество механических неисправностей, связанных с вибрирующим преобразователем, и происходит существенное снижение шума во время работы. Согласно конструкции реакторы могут непосредственно контактировать с экраном и занимать менее шести с половиной квадратных сантиметров (одного квадратного дюйма) поверхности экрана каждый, причем реакторы могут быть расположены за пределами активной полезной площади экрана и в пределах 30 см (12 дюймов) от края экрана, могут быть расположены на расстоянии менее чем приблизительно 5 см (2 дюйма) от края экрана и предпочтительно - на расстоянии 0,25 см (0,1 дюйма) от края экрана, если измерять от нижней части магнита до края экрана. В настоящем варианте осуществления реакторы представляют собой магниты, однако в определенных условиях эксплуатации возможно использование любого железосодержащего материала. Термины "магнит" и "реактор" в настоящем документе могут применяться взаимозаменяемо. Дополнительно термины "электрический преобразователь", "преобразователь" и "электромагнит" в настоящем документе также могут применяться взаимозаменяемо. Каждый реактор может занимать до 45 см² или менее 3 см² (7 квадратных дюймов или менее 0,5 квадратного дюйма) площади экрана. На фиг. 1 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая возможные места установки реакторов и/или преобразователей на экране. Преобразователи можно, например, устанавливать за маскировкой, чтобы вибрационная система не была видна зрителю.

На фиг. 1 представлен один возможный вариант осуществления системы экрана. На этом примере системы экрана, показанной на фиг. 1, на экране 100 показаны типичная полезная площадь 100 экрана и возможные места 120 установки магнитов.

Вызывающий перемещение преобразователь представляет собой электромагнит, который в предпочтительном варианте может быть жестко прикреплен к раме экрана и может непосредственно не контактировать с экраном. Электромагнит вызывает перемещение магнитного узла или реактора, который

прикреплен к экрану, вырабатывающее бесконтактное вибрационное перемещение экрана, как показано на фиг. 2-4. Бесконтактное вибрационное перемещение можно использовать для описания варианта осуществления, в котором электромагнит и реакторы могут не находиться в непосредственном контакте друг с другом.

В альтернативном варианте осуществления эту же концепцию можно использовать в условиях, когда электромагнит(ы) установлен(ы) на экране и взаимодействует(ют) с реакторами, жестко прикрепленными к раме экрана, и также обеспечивает(-ют) бесконтактное вибрационное перемещение. На фиг. 5 продемонстрирована такая конфигурация на примере одного электромагнита и одного реактора, хотя для усиления вибрационных движений экрана можно использовать два или более электромагнитов и реакторов. В варианте конфигурации, в котором используют установленные на экране электромагниты, железосодержащие детали имеющейся рамы экрана можно использовать в качестве реактора, уменьшая количество компонентов и упрощая конструкцию.

Необязательную опору экрана, как показано на фиг. 2, можно использовать для применения различных усовершенствований, описанных в настоящей заявке.

На фиг. 2 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид спереди узла электромагнитного преобразователя. Кроме того, на фиг. 2 показаны экран 200, опора 210 экрана, реактор 220, электромагнит 230 и натяжное соединение 240. Опора 210 экрана может также называться в настоящем описании монтажной пластиной. Опора 210 экрана может быть прикреплена к экрану 200 и может дополнительно включать натяжное соединение 240. Натяжное соединение 240 может быть использовано для размещения экрана 200 под натяжением с помощью соединительных пружин, шнуров и т.п., связывающих натяжное соединение 240 с рамой экрана (не показана).

На фиг. 2 показана опора 210 экрана с прикрепленным реактором 220. Опора 210 экрана может включать отверстие, в которое устанавливают реактор 220. Опора 210 экрана может быть приклеена к экрану или установлена на нем любым подходящим способом. После этого экран может быть отрегулирован путем прикрепления одного конца держателя, такого как пружина или шнур, к натяжному соединению 240, а другого конца держателя - к раме экрана, стене, потолку или полу. Вблизи реактора 220, около края экрана можно разместить электромагнит 230 и подключить его к электронному блоку привода. Электромагнит и реактор могут находиться на расстоянии друг от друга в диапазоне приблизительно от 0,025 до 13 см (от 0,01 до 5 дюймов).

На фиг. 3 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сзади электромагнитного преобразователя, показанного на фиг. 2. На фиг. 3 показана обратная сторона экрана, или сторона, противоположная рассматриваемой зрителями стороне экрана. В этом примере обе стороны экрана имеют опоры экрана, прикрепленные к экрану и предназначенные для поддержания реакторов в требуемом положении, а также для обеспечения правильного натяжения экрана с целью устранения чрезмерного перемещения экрана и улучшения частотной характеристики системы.

В одном варианте осуществления проекционный экран может иметь высоту приблизительно 3,05 м (10 футов) и ширину приблизительно 6,01 м (20 футов). Можно использовать один вибрационный узел, расположенный приблизительно у нижнего края экрана, приблизительно отцентрированный по ширине экрана. Проекционный экран и опорные пластины экрана могут быть изготовлены из поликарбоната, или ПЭТ, или из любого другого подходящего материала.

В другом варианте осуществления проекционный экран может иметь высоту приблизительно 5,5 м (18 футов) и ширину приблизительно 13,4 м (44 фута).

Можно использовать два вибрационных узла, расположенных в местах приблизительно на одной трети и двух третях расстояния вдоль нижнего края экрана, и дополнительный вибрационный узел, отцентрированный по ширине в верхней части экрана. Все вибрационные узлы могут быть расположены приблизительно на краях проекционного экрана. Проекционный экран и опорные пластины экрана могут быть изготовлены из поликарбоната, или ПЭТ, или из любого другого подходящего материала.

Аналогично фиг. 2 на фиг. 3 показаны обратная сторона экрана 200, опора 215 экрана, реактор 220, электромагнит 230 и натяжное соединение 245. Опора 215 экрана может быть размещена приблизительно в том же месте, что и опора 210 экрана, которая расположена на лицевой стороне экрана 200.

На фиг. 4 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид в поперечном сечении преобразователя и системы экрана. Кроме того, на фиг. 4 показаны экран 400, опора 410 экрана, реакторы 420 и электромагнит 430. Опора 410 экрана может быть изготовлена из того же материала, что и экран 400, или может быть изготовлена из иного материала, чем экран 400. Опоры экрана по существу описаны в заявке на патент США № 14/619719 того же заявителя, Strain relieved mounting method and apparatus for screen material, поданной 11 февраля 2015 г. (патентный поверенный № 369001), и в заявке на патент США № 14/020,654, High elastic modulus projection screen substrates, поданной 6 сентября 2013 г. (патентный поверенный № 95194936.338001), причем обе заявки полностью включены в настоящую заявку путем ссылки. Кроме того, на фиг. 4 изображены два реактора 420. Один реактор 420 может быть расположен на лицевой стороне экрана, а другой реактор 420 может быть расположен на обратной стороне экрана, или стороне, противоположной рассматриваемой зрителями стороне экрана. Хотя магниты и реакторы изображены круглыми, указанные магниты и реакторы могут иметь любую приемлемую форму,

включая квадратную, прямоугольную, овальную, треугольную, трапециевидную и т.п.

На фиг. 4 показан вид сбоку в поперечном сечении, иллюстрирующий преобразователь 430 в предпочтительной ориентации, и показаны компоненты в поперечном сечении. В этом примере показаны два реактора 430, по одному с каждой стороны экрана, и электромагнит 430, который, как показано, может быть расположен под реакторами и экраном. Предпочтительно экран отцентрирован или приблизительно отцентрирован по электромагниту, или наоборот. Электромагнит и реактор также могут быть отцентрированы относительно друг друга. Экран, электромагнит и реактор могут быть отцентрированы относительно друг друга или относительно любой комбинации указанных элементов. Дополнительно пружины или другая опора могут использоваться или ограничивать смещение экрана и, соответственно, реакторов, если натяжение экрана изначально недостаточно для того, чтобы обеспечивать надлежащее распространение вибрации по экрану от реакторов или преобразователей.

На фиг. 5 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая другую конфигурацию с электромагнитом, установленным на экране. Дополнительно на фиг. 5 показана конфигурация, в которой электромагнит или электромагниты прикреплены к экрану и магнит расположен под экраном и прикреплен к раме или стене, потолку или полу. На фиг. 5 показаны экран 500, реактор 520 и электромагнит 530. Обычно электромагниты тяжелее реактора. Кроме того, к электромагнитам могут подводиться провода, поэтому эксплуатационные характеристики могут улучшиться, если электромагниты являются стационарными и расположены под реактором (реакторами), а реактор прикреплен к экрану и может вызывать вибрацию экрана.

Другая конфигурация включает электромагниты, которые могут быть приблизительно совмещены по оси с железосодержащим или нежелезосодержащим реактором (реакторами), как показано на фиг. 6. На фиг. 6 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку другой конфигурации с электромагнитами. На фиг. 6 также показаны экран 600, реакторы 620, электромагнит 630 и электромагнит 635. Реакторы 620 могут быть прикреплены к лицевой и обратной сторонам экрана 600. Электромагниты могут удерживаться на месте кронштейном (не показан), который может быть прикреплен к раме экрана или к любой другой жесткой конструкции.

В такой конфигурации электромагниты 630 и 635 приблизительно совмещены по оси относительно друг друга и относительно реакторов 620. Электромагниты могут быть удалены от реакторов на одинаковое расстояние в приблизительно симметричной конфигурации. Электромагниты могут также быть удалены от реакторов на разные расстояния относительно края экрана в асимметричной конфигурации. Также электромагниты могут не быть совмещены по вертикали и в направлениях, противоположных направлениям реакторов. Хотя электромагниты могут находиться на разных расстояниях от реакторов, эксплуатационные характеристики могут улучшаться в случае симметричной конфигурации. Иначе говоря, эксплуатационные характеристики системы ухудшаются по мере возрастания несоосности электромагнитов.

Дополнительно на фиг. 6 показана конфигурация, в которой лицевые поверхности двух электромагнитов 630, 635 могут быть расположены приблизительно напротив друг друга. В этом примере электромагниты 630, 635 должны приводиться в движение противоположными или, по меньшей мере, разными сигналами таким образом, что эти сигналы не противодействуют один другому и подавляют перемещение экрана. Все компоненты узла могут быть с разумной точностью выровнены таким образом, что все они выровнены относительно общей оси. Надлежащее выравнивание обеспечивает максимальную эффективность, хотя некоторая несоосность между элементами может быть допустима. Описанная выше конфигурация может быть упрощена для работы с одним электромагнитом и одним реактором, хотя какую-либо форму фиксации, включая пружину, пену, эластомер или другое устройство, рекомендуется использовать для ограничения амплитуды вибрации экрана. В этом примере пружина или другое устройство может быть прикреплено между реактором и электромагнитами, иначе амплитуда вибрации может быть слишком большой. Что касается других конфигураций, в другом варианте осуществления электромагнит может быть установлен непосредственно на экране и жестко закрепленный железосодержащий реактор может быть установлен вблизи, или может быть использован железосодержащий элемент рамы экрана. Железосодержащие элементы могут представлять собой любой материал, который способен реагировать на силу электромагнита.

В упомянутых выше конфигурациях в качестве реакторов используют магниты для увеличения силы электромагнита. Другие железосодержащие материалы могут также быть использованы вместо магнитов. Железосодержащие реакторы или железосодержащие элементы могут включать материалы из стали, малоуглеродистой стали, чугуна и т.п. Использование магнита в качестве реактора может обеспечивать дополнительное преимущество, поскольку оно может устранить необходимость использования клеев для установки оборудования на экране, что может потребоваться в случае использования железосодержащих немагнитных реакторов. Расстояние между элементами в этом варианте осуществления может стать гораздо более критичным при исключении намагнитных реакторов, поскольку магнитное взаимодействие между электромагнитом и немагнитным реактором может быть по существу слабее.

Для простоты в этом документе узел, состоящий из электромагнита, мощных магнитов, пластиковых опорных пластин экрана и фиксирующих деталей, называют вибрационным узлом. Например, мощ-

ный неодимовый магнит может находиться в диапазоне классов приблизительно N40-N52. Опорная пластина экрана, показанная на фиг. 2-4 и на фиг. 7 ниже, может быть изготовлена из многих материалов. Предпочтительный материал по проектным характеристикам представляет собой поликарбонат, благодаря его малому весу и хорошей жесткости. Материалы и спецификации для опор экрана или пластин по существу описаны в заявке на патент США № 14/619719 того же заявителя, Strain relieved mounting method and apparatus for screen material, поданной 11 февраля 2015 г. (патентный поверенный № 369001), а также в заявке на патент США № 14/020654, High elastic modulus projection screen substrates, поданной 6 сентября 2013 г. (патентный поверенный № 95194936.338001), которые полностью включены в настоящую заявку путем ссылки. Можно прикреплять магниты, не используя опоры экрана или монтажные пластины. Магниты могут также быть приклеены непосредственно к экрану или размещены в корпусе, который в свою очередь может быть прикреплен или приклеен к экрану. Двустворчатая оболочка, например корпус, может прикрепляться к экрану и удерживать магниты на месте. Если магниты достаточно мощные, для удержания их на месте могут не потребоваться средства, отличные от силы магнитного притяжения между двумя магнитами.

На фиг. 7 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая пример необязательной опорной пластины экрана. На фиг. 7 проиллюстрирован один вариант осуществления опоры 710 экрана, двух натяжных соединений 740 и элемента 750 фиксации положения реактора. Хотя элемент 750 фиксации положения реактора показан круглым, он может иметь любую приемлемую форму, включая, без ограничений, круглую, эллиптическую, квадратную, треугольную, трапецидальную, прямоугольную, овальную и т.п. Аналогично натяжные соединения 740 могут иметь любую приемлемую форму, включая, без ограничений, круглую, эллиптическую, квадратную, треугольную, трапецидальную, прямоугольную, овальную и т.п.

Один вариант осуществления может включать вибрационный узел, расположенный вдоль верхнего и/или нижнего края экрана, поскольку каждый экран и каждая рама могут иметь определенные ограничения, предотвращающие размещение преобразователей в одной конфигурации на всех экранах. Вибрационный узел может быть расположен в верхней части, нижней части и/или по бокам экрана или в любой комбинации из указанных вариантов. В некоторых случаях с одной или нескольких сторон экрана может не хватать места, окружающего экран. Это обстоятельство также может влиять на выбор сторон для расположения вибрационного узла. Кроме того, тип монтажа экрана может определять местоположение (местоположения) вибрационного узла.

Каждый преобразователь может быть связан с одним или более магнитами, расположенными по одному с каждой стороны экрана и ориентированными таким образом, что два или более магнитов притягиваются друг к другу и зажимают экран между собой. Один или более магнитов или один большой магнит, который приблизительно эквивалентен двум или более магнитам, могут быть использованы для увеличения массы, которая приводит к вибрации экрана, но на каждой стороне экрана должно находиться одинаковое количество магнитов для поддержания предсказуемого уровня вибрации и сохранения центровки экрана над электромагнитом.

Монтажные пластины или опоры экрана могут быть приклеены к краям экрана, как показано по меньшей мере на фиг. 1-3, в местах расположения преобразователя, они служат нескольким целям. Одна цель может представлять собой такое размещение магнита в пространстве, чтобы расстояние от магнита до электромагнита оставалось постоянным. Монтажные пластины или опоры экрана могут быть выполнены с прорезью в центре, которая предназначена для фиксации магнита и удержания в таком положении на расстоянии приблизительно 5 см (2 дюйма) от края экрана. Магнит может быть расположен на расстоянии в диапазоне приблизительно от 0,025 до 5 см (от 0,01 до 2 дюймов) от края экрана. Отверстие в опоре экрана для магнитов может также представлять собой углубление или частичный вырез. Опора экрана также помогает увеличить эффективную площадь источника вибраций, действуя как проводник из жесткого материала, переносящий вибрацию от сосредоточенных магнитов на большую площадь материала экрана. Два присоединительных отверстия для натяжного устройства, по одному с каждой стороны пластины, позволяют натягивать пластину удобным способом. Создание достаточного натяжения важно для предотвращения распространения магнитом поверхностных волн, настолько больших, что они больше не устраняют спекл-структуру на экране или заметны невооруженным глазом. Может существовать от одного до пятнадцати присоединительных отверстий для натяжного устройства или предпочтительно в одном варианте осуществления - семь присоединительных отверстий для натяжного устройства. Число присоединительных отверстий для натяжного устройства в опоре экрана или пластине может быть большим или меньшим в зависимости от размера пластины.

Расстояние между электромагнитом и реакторами критически важно. По мере сближения данных компонентов эффективность системы устранения спекл-структуры может повышаться до тех пор, пока электромагнит не коснется экрана или реакторов, и в этой точке эффективность системы может резко снизиться. Кроме того, дополнительное удаление реакторов от электромагнита может снизить эффективность системы. По этой причине может быть желательно ввести некоторое приспособление для расположения электромагнита (или использовать любую жестко закрепленную деталь преобразователя). Приспособление может предоставить пользователю возможность изменять расстояние между электромагни-

том и реактором и затем фиксировать положение таким образом, что оно не меняется в процессе эксплуатации. Этого можно достичь многими способами. Один способ может включать установку жестко закрепленной части на каретке, другая часть которой жестко закреплена. Блокировочный механизм, такой как регулировочный винт, может быть использован для фиксации узла в требуемом положении. Другое решение может представлять собой размещение прокладки надлежащей толщины между электромагнитом или реактором и жестким кронштейном. Когда прокладка обеспечит нужное расстояние между электромагнитом и реактором, ее можно будет удалить.

В альтернативном варианте осуществления можно разместить преобразователи вдоль боковых сторон, а также вдоль верхнего и нижнего краев экрана по необходимости. Преобразователь может быть выполнен всего с одним магнитом, установленным на экране, если этот электромагнит может быть размещен и может приводиться в движение таким образом, чтобы отклонения или перемещение магнита за пределы плоскости экрана не были слишком большими. Общее перемещение экрана около преобразователя за пределы плоскости экрана для стандартного размера 6 м×12 м (20 футов×40 футов) может находиться в диапазоне приблизительно 3-10 мм, оптимально - 4 мм, в направлении z или за пределы плоскости экрана.

Некоторые экраны могут быть выполнены с возможностью заворачивания краев экрана вокруг шеста, трубы или другой удлиненной детали для монтажа и подвешивания. Это может помочь в получении максимальной площади экрана, поскольку рама находится за экраном и внутри него. В раме такого типа могут применять иной способ установки преобразователя, поскольку четкий край экрана, на котором можно устанавливать реакторы, может отсутствовать.

На фиг. 8 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая монтажную конфигурацию свертываемых экранов, и показана конфигурация для монтажа преобразователя на экране с завернутыми краями. Небольшой участок экрана может быть удален для расположения электромагнита непосредственно на одной линии с материалом экрана. Электромагнит может удерживаться кронштейном, прикрепленным к раме экрана. На фиг. 8 показана лицевая сторона экрана 800, обернутого вокруг трубы 870 рамы и зафиксированного с помощью монтажных отверстий 880.

На фиг. 8 электромагнит 830 может быть установлен на жестком кронштейне 860, который затем может быть прикреплен к раме экрана, или трубе 870 рамы, или к другому неподвижному участку с целью осуществления жесткой поддержки электромагнита 830. Реакторы 820 могут быть расположены на экране таким же способом и с таким же направлением установки по отношению к расположению и ориентации преобразователя, что и в предпочтительном способе монтажа, показанном на фиг. 2.

Магниты могут быть изготовлены компанией United Nuclear Scientific и могут представлять собой круглые неодимовые магниты класса N45, диаметр которых составляет 1,3 см (0,5 дюйма), а толщина - 0,318 см (0,125 дюйма). Можно также использовать магниты, похожие на описанные, со схожими характеристиками. Некоторые из описанных магнитов могут быть использованы одновременно путем их укладки друг на друга для увеличения массы, приводящей к вибрации экрана. Кроме того, можно также использовать мощные магниты других форм и размеров с получением аналогичного эффекта. Можно использовать магниты средней или низкой мощности, а также любой реактор, изготовленный из железосодержащего материала, однако в таком случае требования к конструкции могут быть значительно более жесткими для обеспечения успешного функционирования. Мощные магниты могут представлять собой неодимовый магнит класса N40 или выше или множество магнитов, которые могут быть эквивалентны неодимовому магниту класса N40 или выше. Магниты средней или низкой мощности или любой другой железосодержащий материал могут представлять собой любой магнит или железосодержащий материал с любой напряженностью поля, меньшей чем у неодимового магнита класса N39.

Подходящий электромагнит может обеспечивать баланс между напряженностью и стоимостью. Один электромагнит может иметь удерживающую силу в диапазоне приблизительно 10 Н - 981 Н (1-100 кг), когда через него пропускают постоянный ток с напряжением, указанным производителем. Некоторые электромагниты для киноэкранов могут иметь удерживающую силу постоянного тока в диапазоне приблизительно 98-785 Н (10-80 кг). В зависимости от размера экрана и композиции могут быть использованы магниты в диапазоне приблизительно от 1 до 9807 Н (от 0,1 до 1000 кг-сил).

На практике комплексный сигнал подходящего напряжения может быть использован для возбуждения электромагнита и, следовательно, осуществления вибрации экрана. Напряжение питания может находиться в диапазоне приблизительно от 12 до 48 В. Электромагнит может быть установлен на краю жесткого кронштейна, который жестко соединен с рамой экрана таким образом, что минимум вибрационной энергии теряется в экране и максимум вибрационной энергии передается на экран. Кронштейн может быть изготовлен из стали, алюминия, или пластика, или из любого другого подходящего материала таким образом, что, когда узел используется, кронштейн может обеспечивать перемещение менее чем приблизительно 0,318 см (1/8 дюйма) в любом направлении. В альтернативном варианте осуществления электромагнит может быть прикреплен непосредственно к стене, полу и/или потолку, чтобы оставаться неподвижным и поддерживать подходящее расстояние до реакторов. Предпочтительные электромагниты могут иметь некоторые средства крепления к кронштейну. Подходящие электромагниты могут представлять собой электромагниты компании Uxcell. Дополнительно электромагниты могут представлять собой

подъемно-удерживающие электромагниты (49 мм×21мм, 12 В постоянного тока, 40 кг/400 Н), хотя можно использовать любые другие электромагниты такой же мощности и формы. Другие подходящие электромагниты могут также включать, без ограничений, быстродействующие электромагниты переменного тока с сердечником из плакированной стали для минимизации потерь на вихревые токи. Один пример таких магнитов может представлять собой электромагнит RE05-2 производства компании Magnetech Corp. Также можно использовать электромагниты постоянного тока, однако они работают с характерным низким КПД, что делает их менее привлекательными для данного применения.

При использовании сигнала переменного тока для приведения в движение электромагнита генерируется постоянно реверсивное электромагнитное поле в области, в которой на экране могут быть расположены мощные магниты. На фиг. 9 показано влияние такого электромагнитного поля на магниты, которые прикреплены к экрану. На фиг. 9 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая вид сбоку перемещения, вызванного переменными электромагнитными полями. На фиг. 9 показаны экран 900, электромагнит 930 и реактор или магнит 920. Движение магнитов в ответ на изменения полярности электромагнита может вызывать вибрацию экрана.

Выбор расстояний между электромагнитом, краем экрана и магнитами имеет критически важное значение. Предпочтительные условия возникают в случае, когда электромагнит располагается как можно ближе к краю экрана и при этом постоянно полностью зафиксирован на месте. Дополнительно магниты должны быть размещены как можно ближе к краю экрана и, соответственно, к электромагниту. Практические ограничения могут отличаться от оптимальных, и для удовлетворительной работы электромагнит должен предпочтительно находиться на расстоянии в пределах приблизительно 5 см (2 дюймов) от края экрана и целесообразно - на расстоянии в пределах приблизительно 30 см (12 дюймов) от края экрана. Опорные пластины экрана могут быть прикреплены к экрану таким образом, что нижний край пластины находится в одной плоскости с нижним краем экрана. Нижний край опоры экрана может быть выше нижней части натяжных соединений, расположенных в опоре экрана. Расположение магнита может контролироваться конструкцией опорной пластины экрана, с помощью которой можно размещать магниты в пределах приблизительно 5 см (2 дюймов) от края экрана. Можно размещать магнит целиком за пределами экрана. Например, при использовании жестких пластиковых пластин пластина может выходить за край экрана, а магниты могут располагаться на пластине таким образом, что опора экрана может не находиться в непосредственном контакте с экраном.

Преобразователи могут обычно находиться на расстоянии приблизительно от 0,3 до 18 м (от 1 до 60 футов) друг от друга для обеспечения приемлемого уровня устранения спекл-структуры. Резервные преобразователи могут быть расположены ближе друг к другу, например на расстоянии менее чем приблизительно 0,3 м (один фут).

Система вибрационных устройств включает электронные блоки привода и преобразователи. Каждый электронный блок привода может приводить в движение один или несколько преобразователей. Электронные блоки привода и/или преобразователи могут контролироваться автоматизированной системой управления кинотеатром и могут выключаться на ночь или между сеансами. Электронные блоки также могут обнаруживать неисправности преобразователей путем контроля вибраций либо контроля замкнутого и разомкнутого состояний. В частности, электронные блоки привода могут приводить в движение по меньшей мере два преобразователя, один из которых используется, а другой может использоваться, когда первый преобразователь выходит из строя. Вторым преобразователем является резервным, и такая система может значительно повысить общую надежность системы. На фиг. 10 показан пример системы с резервированием. На фиг. 10 представлена принципиальная схема, иллюстрирующая другую конфигурацию системы устранения спекл-структуры с резервированием. На фиг. 10 показаны экран 1000, приводные устройства 1090, преобразователи 1030a и резервные преобразователи 1030b. Здесь также комбинация преобразователя и резервного преобразователя может быть повторена вдоль верхнего и нижнего краев экрана, а также вдоль боковых краев при необходимости для обеспечения надежности и проектных требований по устранению спекл-структуры.

Использование вращающегося двигателя или звуковых катушек в качестве возбудителей с однотональными сигналами приводного устройства вызывает возбуждения с одной доминирующей частотой или доминирующей гармоникой, например синусоидальной формы. На фиг. 11 представлен график, иллюстрирующий спектр вибрации экрана с использованием механического преобразователя. Дополнительно на фиг. 11 показаны частоты, генерируемые на экране, когда используют нагруженный внеосевой вращающийся двигатель.

Механическое возбуждение экрана с хорошими характеристиками распространения может вызывать стоячие волны, узлы которых мало смещаются или совсем не смещаются. Такие участки с низким смещением демонстрируют видимую спекл-структуру, и эти участки со спекл-структурой проявляются в виде рисунка, который зависит от особенностей распространения волны по экрану. Небольшие различия структуры швов или крепежных механизмов приводят к появлению сложного рисунка стоячих волн. Кроме того, вибрация экрана может вызывать акустический шум. Вибрации, близкие к одиночным частотам или гармоникам близких одиночных частот, например, синусоидальной формы, могут устранять спекл-структуру на экране.

Более высокие частоты отличаются лучшей слышимостью и поэтому нежелательны. Использование низких частот сопряжено с трудностью возбуждения волн, достаточно быстрых для устранения спекл-структуры, и может вызывать эффекты биений с некоторыми проекционными источниками. Рассмотренные в настоящем описании варианты осуществления способны обеспечивать устранение спекл-структуры благодаря использованию частот в диапазоне приблизительно 20-2000 Гц и могут быть использованы с предпочтительным диапазоном частот приблизительно 30-700 Гц. Такие частоты вызывают перемещение экрана, которое сложнее заметить, и лучше усредняют рисунки спекл-структуры, поэтому более эффективны в подавлении заметности спекл-структуры.

Существует два способа решения указанных проблем. Первый способ представляет собой возбуждение экрана более сложным спектром вибраций. Воздействие диапазона частот приводит к появлению ряда накладывающихся рисунков с большим и малым смещением таким образом, что все участки экрана достаточно перемещаются для устранения видимой спекл-структуры.

На фиг. 12 представлен график, иллюстрирующий сигнал возбуждения с верхней предельной частотой приблизительно 500 Гц. Кроме того, на фиг. 12 показан управляющий сигнал источника, который был подобран таким образом, что имеет диапазон требуемых высоких и низких частот и при этом имеет верхнюю и нижнюю граничные частоты для устранения нежелательных частот на верхнем и нижнем краях диапазона. Указанный спектр был одним из многих использованных в экспериментах и продемонстрировал свою эффективность для данной конкретной конфигурации экрана с точки зрения снижения заметности спекл-структуры по всей площади экрана, не вызывая неприятного акустического шума, как по существу описано в заявке на патент США № 14/298633 того же заявителя, System and method for vibrating screens to reduce speckle, поданной 6 июня 2014 г. (патентный поверенный № 363001), которая полностью включена в настоящую заявку путем ссылки.

Основная проблема, которая решалась в данном изобретении, представляла собой определение диапазона частот, который может быть эффективным для устранения видимой спекл-структуры, не вызывая чрезмерного акустического шума или заметных невооруженным глазом поверхностных волн. В одном из способов решения этой задачи предлагается начать с "белого" или "розового" шума широкого спектра и затем регулировать фильтры верхних и нижних частот в программном или аппаратном обеспечении с контролем отклика экрана. Указанная концепция приведения в движение преобразователей с помощью сигнала, ограниченного определенной полосой пропускания, описана в заявке на патент США № 14/298633, System and method for vibrating screens to reduce speckle, поданной 6 июня 2014 г. (патентный поверенный № 363001), которая полностью включена в настоящую заявку путем ссылки. Шум может поступать от аналоговой электроники или может представлять собой псевдослучайный поток шума из компьютерной программы. В экспериментальных целях поток шума создавали в программе Matlab, затем в программе Sony Vegas экспериментальным путем изменяли параметры акустического фильтра до тех пор, пока не достигли удовлетворительного результата. Повторяя сказанное выше, можно использовать любые сигналы, от синусоидальных волн до "белого" или "розового" шума.

Частичное решение проблемы снижения стоячих волн и видимых отражений волн включает демпфирование концевой заделки экрана для ослабления отражений бегущих волн от края экрана. Таким образом, эластомерные ленты или пружины с демпфированием могут представлять собой предпочтительные элементы крепления. В альтернативном варианте осуществления энергопоглощающие элементы, такие как куски пены или резины, могут быть включены в элементы крепления.

Критически важный аспект описанных в настоящей заявке вариантов осуществления может представлять собой потенциал для существенного снижения шума, генерируемого системой устранения спекл-структуры. Любой преобразователь, расположенный на экране, может создавать некоторый уровень шума, причем в кинотеатрах может быть очень тихо. В коммерческих кинотеатрах между сеансами в отсутствие зрителей измеренный уровень шума составлял приблизительно 25 дБм. В заполненных зрителями кинотеатрах может достигаться уровень шума 30-35 дБм. Преобразователи в реальных условиях, включая звуковую катушку, двигатель и механические преобразователи, могут легко создавать шум с уровнем более 35 дБм при измерении на расстоянии 3 м (10 футов) от экрана, что приблизительно составляет расстояние от экрана до сидений первого ряда в большинстве кинотеатров.

Экспериментальным путем показано, что решение со звуковой катушкой, обеспечивающее приемлемое устранение спекл-структуры без использования шумоподавления, создает уровень шума в диапазоне приблизительно 40-55 дБА на расстоянии приблизительно 3 м (10 футов) от преобразователя. В аналогичных испытаниях с использованием предлагаемого варианта осуществления достигали приемлемого устранения спекл-структуры без использования шумоподавителей при уровне шума в диапазоне приблизительно 25-40 дБА. Это демонстрирует существенное снижение шума, генерируемого системой устранения спекл-структуры по сравнению со звуковыми катушками. Указанные уровни звукового давления (SPL) рассчитали после математического удаления фонового шума из окружающей обстановки с использованием следующих уравнений:

$$SPL_{\text{решение}} = 10 * \log(I_{\text{наблюдаем}} - I_{\text{фонов}}) / (1 * E^{-12})$$

$$I_{\text{наблюдаем}} = (1 * E^{-12}) * 10^{\left(\frac{SPL_{\text{наблюдаем}}}{10}\right)}$$

$$I_{\text{фонов}} = (1 * E^{-12}) * 10^{\left(\frac{SPL_{\text{фонов}}}{10}\right)}$$

$SPL_{\text{решение}}$ - уровень звукового давления системы устранения спекл-структуры, дБА,

$I_{\text{наблюдаем}}$ - уровень интенсивности звука системы и тестовой среды,

$I_{\text{фонов}}$ - уровень интенсивности звука тестовой среды,

$SPL_{\text{наблюдаем}}$ - уровень звукового давления системы и тестовой среды,

$SPL_{\text{фонов}}$ - уровень звукового давления тестовой среды.

Экспериментальные данные собирали с использованием шкалы А-взвешивания для уровней звукового давления, поскольку это взвешивание наиболее тесно связано с диапазоном, слышимым человеческим ухом, и поэтому наиболее применимо к конструктивным ограничениям.

На практике указанные системы устранения спекл-структуры могут быть снабжены защитным покрытием для снижения или устранения возможности случайного или намеренного повреждения. Наиболее вероятное время повреждения оборудования для устранения спекл-структуры может быть во время ежедневной уборки кинотеатра или во время технического обслуживания, когда экран, рама, преобразователь или все три элемента могут подвергаться ударам и вследствие этого смещаться. Оболочка может заключать в себе систему защиты. Одна такая конструкция показана на фиг. 13 и 14.

На фиг. 13 показана принципиальная схема, иллюстрирующая защитную оболочку преобразователя, а на фиг. 14 показана принципиальная схема, иллюстрирующая вид в поперечном сечении защитной оболочки преобразователя. Крайне важно, чтобы оболочка защищала электромагниты и реакторы от ударов и столкновений, чтобы приблизительно поддерживались выравнивание и функциональность. Дополнительное преимущество представляет собой способность оболочки снижать шум, создаваемый системой устранения спекл-структуры. Указанное преимущество может быть по существу улучшено, если оболочка содержит средства поглощения звука, такие как акустическая пена или резина.

На фиг. 13 показаны экран 1300, опора 1310 экрана, натяжные соединения 1340, электромагнит 1330 и оболочка 1380. Как показано на фиг. 13, реактор и электромагнит могут быть заключены в оболочку 1380.

На фиг. 1400 показаны оболочка 1400, прорезь 1410 для экрана, полость 1420 для электромагнита, отверстие 1430 для проводов электромагнита, поверхность 1440 для поглощения звука и монтажное отверстие 1450.

Важное преимущество описанных в настоящей заявке вариантов осуществления представляет собой отсутствие подвижных механических частей, которые в процессе длительной эксплуатации имеют тенденцию чаще других деталей выходить из строя в других системах устранения спекл-структуры на экране. Описанные в настоящем документе реакторы на практике движутся вместе с вибрирующим экраном, однако перемещение не оказывает заметного влияния на их эксплуатационные характеристики и срок эксплуатации. В отличие от других систем устранения спекл-структур, в которых весь преобразователь установлен на поверхности экрана, в описанных в настоящей заявке вариантах осуществления экран не подвергается прямому воздействию тепла или электрического тока. Это может быть необходимо для соблюдения норм безопасности, относящихся к экранам кинотеатров. Другие решения, которые целиком устанавливают непосредственно на экране, такие как звуковая катушка или двигатель, подвергают экран как тепловым, так и электрическим нагрузкам и поэтому могут привлечь пристальное внимание специалистов по вопросам нормативно-правового регулирования вследствие потенциально высокого риска возникновения пожара.

По существу, вибрация представляет собой превосходный механизм для инициирования и распространения трещин или разрывов. Ее часто используют для испытания материала на стойкость к появлению и распространению трещин или разрывов. К сожалению, такой механизм представляет собой недостаток, сокращающий срок эксплуатации экранов, которые подвергают вибрации для устранения спекл-структуры. Эта проблема может быть еще более очевидной в конфигурации экрана, завернутого вокруг рамы, в котором участок материала экрана вырезают для установки магнита в плоскости экрана, как показано на фиг. 8. Во всех таких ситуациях очень эффективный способ снижения вероятности появления и распространения трещин или разрывов представляет собой размещение некоторой разновидности защиты краев на всех краях экрана. Защита краев существует в форме некоторого приклеенного материала, который поддерживает края экрана и также ослабляет энергию вибрации в ограниченных областях около краев экрана. Простые варианты осуществления, такие как упаковочная лента, или сложные, такие как поликарбонатные полосы, показали эффективность снижения вероятности появления трещин или разрывов или распространения их по экрану.

При использовании в настоящем документе термины "по существу" и "приблизительно" выражают общепринятые в отрасли степени допуска для соответствующих терминов и/или степени относительно-

сти между элементами. Такие общепринятые в отрасли диапазоны допуска составляют от нуля процентов до десяти процентов и, без ограничений, соответствуют значениям компонентов, величинам углов и т.п. Такая взаимозависимость между элементами находится в диапазоне от приблизительно нуля процентов до десяти процентов.

Варианты осуществления настоящего описания можно использовать во множестве оптических систем. Вариант осуществления может включать множество проекторов, проекционных систем, оптических компонентов, устройств отображения, микроустройств отображения, компьютерных систем, процессоров, автономных проекционных систем, визуальных и/или аудиовизуальных систем и электрических и/или оптических устройств или работать с ними. Аспекты настоящего описания можно использовать практически с любым прибором, относящимся к оптическим и электрическим устройствам, оптическим системам, системам презентации или любому прибору, которые могут содержать любой тип оптической системы. Соответственно, варианты осуществления настоящего описания можно использовать в оптических системах, устройствах, используемых для визуальных и/или оптических презентаций, в периферийных устройствах для визуализации и т.п. в ряде вычислительных сред.

Следует понимать, что описание не ограничено в его сферах применения или реализации подробностями конкретных показанных конструкций, так как раскрытие допускает существование других вариантов осуществления. Более того, аспекты описания можно представить в разных комбинациях и конфигурациях для определения вариантов осуществления, которые сами по себе уникальны. Кроме того, используемая в настоящем документе терминология применяется для целей описания и не предполагает ограничений.

Хотя выше описаны различные варианты осуществления в соответствии с принципами, описанными в настоящем документе, следует понимать, что они представлены исключительно для примера, а не для ограничения. Таким образом, широта и объем настоящего описания не должны быть ограничены любыми из описанных выше примеров осуществления, но должны определяться только в соответствии с любыми пунктами формулы изобретения и их эквивалентами, следующими из данного описания. Дополнительно, указанные выше преимущества и элементы представлены в описанных вариантах осуществления, но не должны ограничивать сферу применения таких опубликованных пунктов формулы изобретения в отношении процессов и структур, реализуемых с помощью любого или всех из указанных выше преимуществ.

Кроме того, заголовки разделов в настоящем документе предложены для единообразия в соответствии с предложениями 37 CFR 1.77 (Свод федеральных правил) или иным образом для обеспечения организации текста. Данные заголовки не должны ограничивать или характеризовать вариант(-ы) осуществления, изложенный(ые) в любых пунктах формулы изобретения, которые могут быть следствием настоящего описания. В частности и для примера, хотя заголовки относятся к "технической области", пункты формулы изобретения не должны быть ограничены языком, выбранным в данном заголовке для описания так называемой области. Кроме того, описание технологии в разделе "Предпосылки создания изобретения" не должно толковаться как признание того, что определенная технология представляет собой предшествующий уровень техники для любого(ых) варианта(ов) осуществления данного описания. Кроме того, раздел "Краткое описание" не должен считаться характеристикой варианта(ов) осуществления, изложенного(ых) в опубликованных пунктах формулы изобретения. Дополнительно в данном описании любая ссылка на "изобретение" в единственном числе не должна использоваться в качестве аргумента для утверждения того, что в данном описании присутствует лишь один новый элемент. В объеме множества вариантов осуществления, вытекающих из данного описания, может входить множество изобретений, и, соответственно, в таких пунктах формулы изобретения заявлено(ы) охраняемое(ые) ими изобретение(ия) и его(их) эквиваленты. Во всех случаях объем таких пунктов формулы изобретения рассматривается согласно их существу в свете настоящего описания и не должен быть ограничен приведенными в настоящем документе заголовками разделов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ устранения спекл-структуры на проекционном экране, включающий расположение электромагнита рядом с проекционным экраном и прикрепление первого реактора к проекционному экрану вблизи электромагнита так, чтобы первый реактор мог обеспечивать вибрационное воздействие на проекционный экран в направлении от плоскости экрана для устранения спекл-структуры на полезной площади проекционного экрана.
2. Способ устранения спекл-структуры на проекционном экране по п.1, в котором расположение электромагнита рядом с проекционным экраном дополнительно включает прикрепление электромагнита к жесткой конструкции.
3. Способ устранения спекл-структуры на проекционном экране по п.2, в котором прикрепление электромагнита к жесткой конструкции дополнительно включает прикрепление электромагнита к раме проекционного экрана.
4. Способ устранения спекл-структуры на проекционном экране по п.1, дополнительно включаю-

щий приведение в движение электромагнита с использованием переменного тока.

5. Способ устранения спекл-структуры на проекционном экране по п.1, дополнительно включающий вибрационное воздействие на проекционный экран таким образом, что амплитуда перемещения экрана от плоскости экрана приблизительно около электромагнита находится в диапазоне приблизительно 3-10 мм.

6. Способ устранения спекл-структуры на проекционном экране по п.2, в котором электромагнит демонстрирует перемещение в любом направлении менее чем приблизительно на 0,318 см (1/8 дюйма) при приведении в движение первого реактора.

7. Способ устранения спекл-структуры на проекционном экране по п.1, дополнительно включающий прикрепление монтажной пластины вблизи по меньшей мере одного края проекционного экрана, причем первый реактор располагается в элементе фиксации положения реактора в монтажной пластине.

8. Способ устранения спекл-структуры на проекционном экране по п.7, дополнительно включающий прикрепление второго реактора к первому реактору.

9. Вибрационная система для проекционного экрана, включающая электромагнитный узел, выполненный с возможностью приведения в движение первого магнитного реактора для вызова перемещения проекционного экрана в направлении от плоскости экрана, причем первый магнитный реактор располагается смежно с опорной пластиной экрана, при этом опорная пластина экрана располагается смежно с проекционным экраном.

10. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой опорная пластина экрана имеет элемент фиксации положения магнитного реактора для расположения первого магнитного реактора.

11. Вибрационная система для проекционного экрана по п.10, дополнительно включающая второй магнитный реактор, расположенный смежно с первым магнитным реактором, причем первый и второй магнитные реакторы прикреплены друг к другу с помощью элемента фиксации положения магнитного реактора в опорной пластине экрана.

12. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой первый магнитный реактор представляет собой магнит.

13. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой первый магнитный реактор представляет собой железосодержащий материал.

14. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой первый магнитный реактор расположен на расстоянии в диапазоне приблизительно от 0,025 до 5 см (от 0,01 до 2 дюймов) от края проекционного экрана.

15. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой электромагнитный узел расположен на расстоянии в диапазоне приблизительно от 0,025 до 5 см (от 0,01 до 2 дюймов) от края проекционного экрана.

16. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой электромагнитный узел дополнительно включает жесткий кронштейн, который, по меньшей мере, частично заключает в себе электромагнит.

17. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой по меньшей мере один край опорной пластины экрана приблизительно совмещен с по меньшей мере одним краем проекционного экрана.

18. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой опорная пластина экрана дополнительно включает по меньшей мере одно присоединительное отверстие, расположенное за краем экрана.

19. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой электромагнит и первый магнитный реактор расположены, по меньшей мере, на нижнем крае проекционного экрана.

20. Вибрационная система для проекционного экрана по п.12, в которой магнит дополнительно включает неодимовый магнит класса N45.

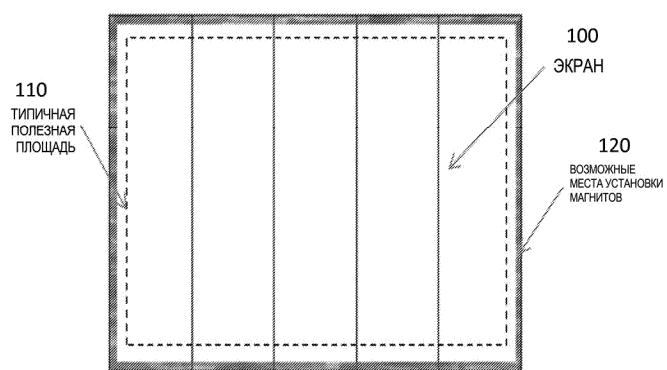
21. Вибрационная система для проекционного экрана по п.12, в которой магнит дополнительно включает неодимовый магнит из диапазона классов приблизительно N40-N52.

22. Вибрационная система для проекционного экрана по п.9, в которой электромагнит и первый магнитный реактор расположены на расстоянии в диапазоне приблизительно 0,025-13 см (0,01-5 дюймов) друг от друга.

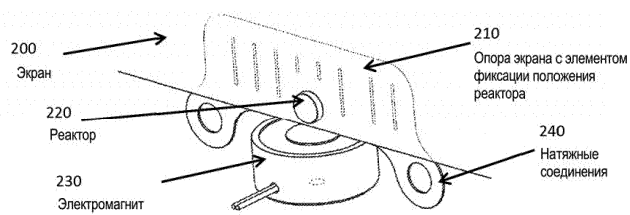
23. Способ устранения спекл-структуры на проекционном экране, включающий размещение электромагнита рядом с проекционным экраном;

приведение в движение электромагнита с использованием сигнала переменного тока;

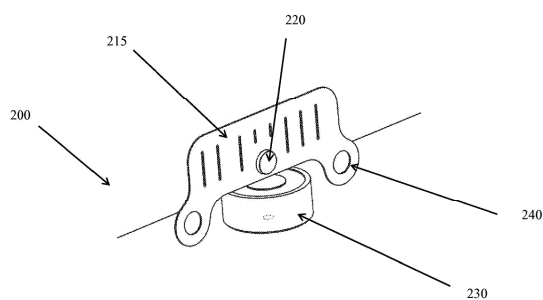
вибрационное воздействие на подложку проекционного экрана в направлении от плоскости экрана железосодержащим материалом в или прикрепленным к проекционному экрану, который приводится в движение электромагнитом, для устранения спекл-структуры на полезной площади проекционного экрана.



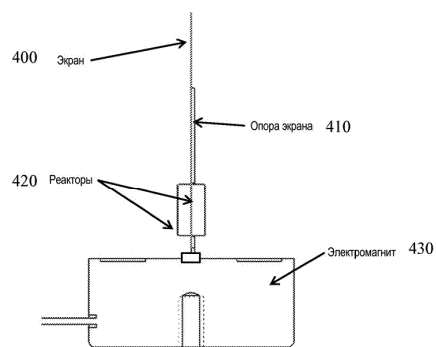
Фиг. 1



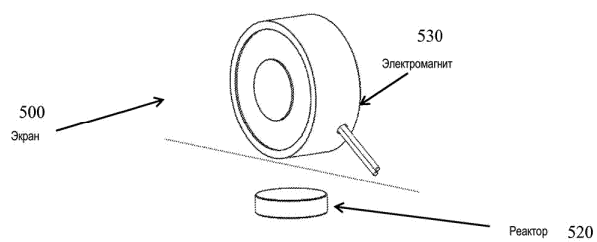
Фиг. 2



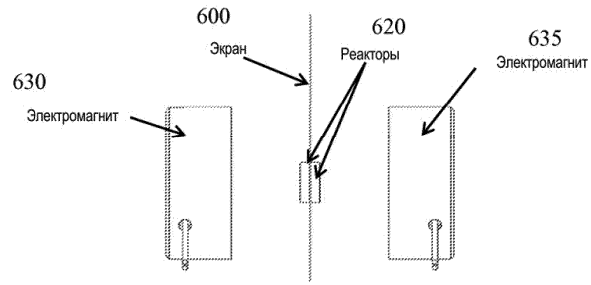
Фиг. 3



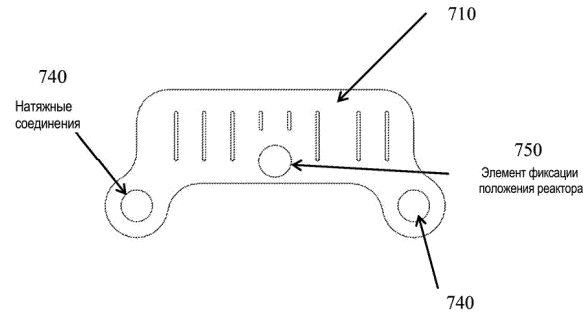
Фиг. 4



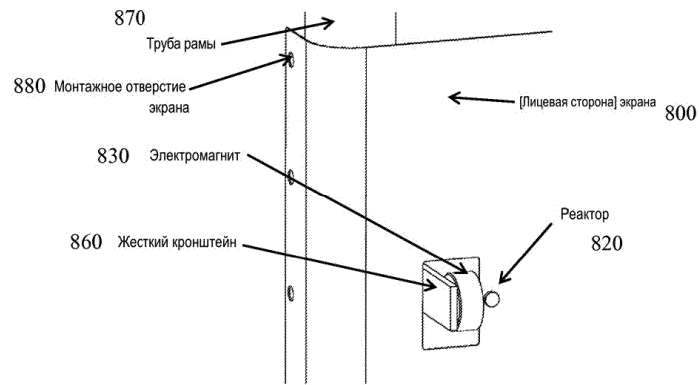
Фиг. 5



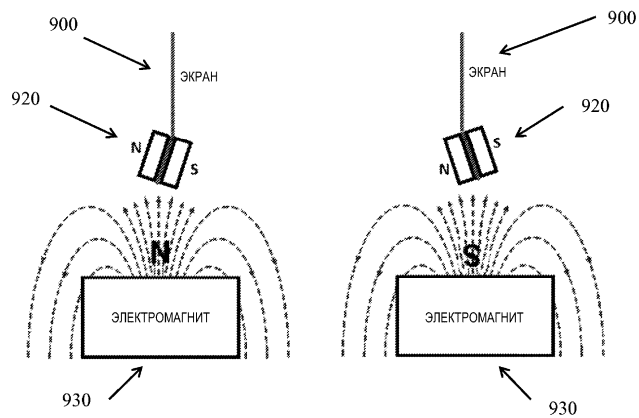
Фиг. 6



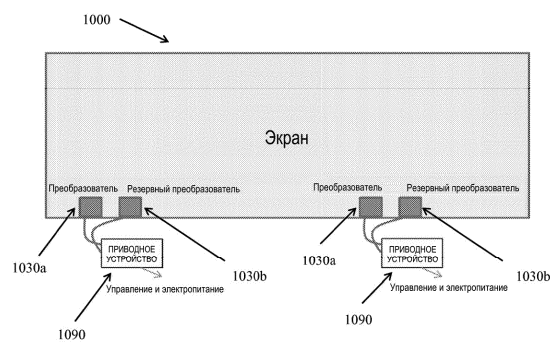
Фиг. 7



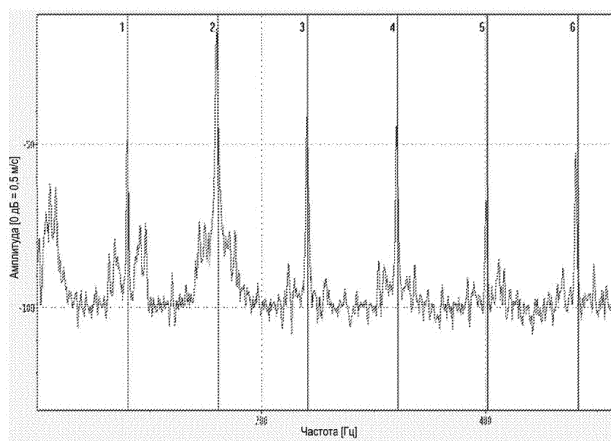
Фиг. 8



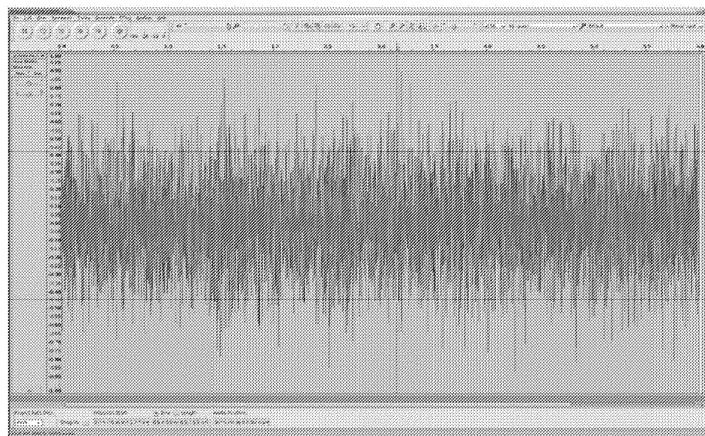
Фиг. 9



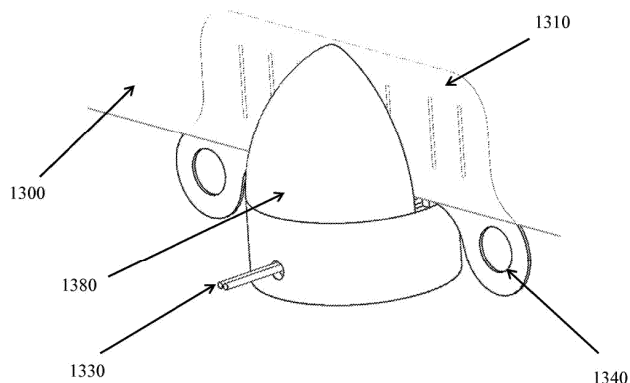
Фиг. 10



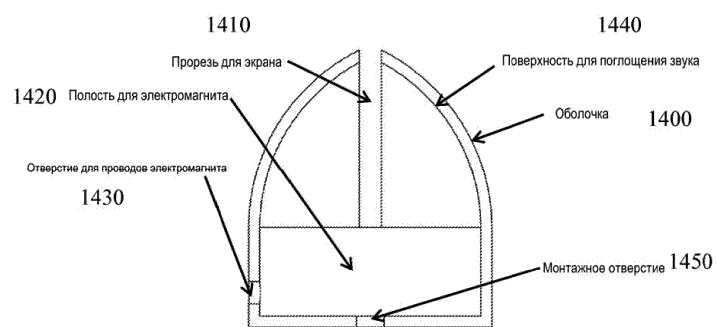
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14

