(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 041467 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.10.27

(21) Номер заявки
202191196

(22) Дата подачи заявки
2020.07.23

(51) Int. Cl. ***F01N 5/00*** (2006.01)
H01L 41/113 (2006.01)
H02N 2/18 (2006.01)

(54) СИСТЕМА СБОРА ЭНЕРГИИ И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(31) **1911017.0; 2006829.2**
(32) **2019.08.01; 2020.05.07**
(33) **GB**
(43) **2021.07.29**
(86) **PCT/GB2020/051765**
(87) **WO 2021/019215 2021.02.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
КЭТРИК ТЕКНОЛОДЖИЗ ЛИМИТИД (GB)

(72) Изобретатель:
Велаюдхем Картикеян (GB)

(74) Представитель:
Поликарпов А.В., Соколова М.В., Черкас Д.А., Игнатьев А.В., Путинцев А.И., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)

(56) US-A1-2013221802
CN-A-107370414
US-B1-9118187

(57) Раскрыт концентратор механических колебаний. Концентратор механических колебаний содержит по меньшей мере две фокусирующие пластины, каждая из которых имеет ближний и дальний конец. Промежуток между дальними концами по меньшей мере двух фокусирующих пластин меньше, чем промежуток между ближними концами по меньшей мере двух фокусирующих пластин. Концентратор механических колебаний передает, сводит и фокусирует энергию вибрации от источника к средству преобразования энергии, такому как пьезоэлектрические кристаллы. Концентратор механических колебаний также может содержать биметаллическую конструкцию для преобразования тепловых флуктуаций в механическое перемещение. Концентратор механических колебаний подходит для использования в системе сбора энергии вибрации и/или тепловой энергии. Преимущественно концентратор механических колебаний повышает энергетический КПД, например, двигателя внутреннего сгорания, снижая при этом необходимость в механизмах для демпфирования вибрации и/или теплоизоляции.

041467 B1

041467 B1

Настоящее изобретение относится к системе сбора энергии и способу ее изготовления. В частности, описанная система сбора энергии подходит для сбора энергии из двигателя внутреннего сгорания автомобиля.

Предпосылки создания изобретения

Двигатель внутреннего сгорания, обычно используемый в автомобилях, преобразует химическую энергию в необходимую механическую энергию в результате сгорания топлива, вследствие чего расширение и повышение давления образующихся в результате газов приводит в движение поршень. Двигатель внутреннего сгорания не обладает 100% КПД из-за потерь энергии, в основном, в форме тепловой энергии и энергии вибрации. Фактически, обычный автомобиль, как правило, использует только от 10 до 16% химической энергии от топлива для приведения в движение автомобиля. Помимо самого двигателя, потеря энергии происходит, например, в трансмиссии, тормозах и даже при сопротивлении качению автомобиля. Тем не менее, именно на двигатель приходится наибольшая потеря энергии в автомобиле и она составляет, как правило, 63%.

Вышеописанные двигатели внутреннего сгорания и автомобили обладают многочисленными недостатками. Например, недостаточная эффективность работы приводит к большему влиянию на окружающую среду из-за увеличенных уровней потребления топлива. Поскольку топливо, как правило, получают из горючих ископаемых, которые являются невозобновляемым ресурсом, запасы этих горючих ископаемых истощаются с повышенной скоростью. Кроме того, неэффективный двигатель и автомобиль будут иметь более высокую стоимость эксплуатации на милю пробега.

Кроме того, бесполезно израсходованная энергия может иметь негативные последствия для работы двигателя внутреннего сгорания. Например, из-за избыточных вибраций может потребоваться установка дорогостоящих механизмов демпфирования вибрации для ограничения повреждения двигателя и влияния на рабочие характеристики. Кроме того, из-за избытка тепловой энергии может потребоваться установка дополнительной дорогостоящей и тяжелой теплоизоляции для предотвращения перегрева двигателя.

Сущность изобретения

Целью одного аспекта настоящего изобретения является предоставление системы сбора энергии, которая устраняет или, по меньшей мере, ослабляет один или более из вышеуказанных недостатков систем сбора энергии, известных из уровня техники.

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предлагается концентратор механических колебаний, содержащий по меньшей мере два фокусирующих элемента, причем каждый из по меньшей мере двух фокусирующих элементов имеет ближний конец для прикрепления к источнику вибрации и дальний конец, при этом по меньшей мере два фокусирующих элемента расположены таким образом, что промежуток между фокусирующими элементами уменьшается от ближних концов к дальним концам.

Наиболее предпочтительно каждый из по меньшей мере двух фокусирующих элементов содержит первую часть, расположенную между ближним концом и дальним концом. Первые части по меньшей мере двух фокусирующих элементов расположены под углом друг относительно друга таким образом, что по меньшей мере два фокусирующих элемента сходятся на дальних концах.

Предпочтительно каждый из по меньшей мере двух фокусирующих элементов содержит вторую часть, расположенную на ближнем конце. Предпочтительно вторые части по меньшей мере двух фокусирующих элементов, по существу, параллельны.

Наиболее предпочтительно концентратор механических колебаний дополнительно содержит заднюю пластину. Ближние концы по меньшей мере двух фокусирующих элементов могут быть прикреплены к задней пластине. Вторые части по меньшей мере двух фокусирующих элементов могут быть прикреплены к задней пластине.

Предпочтительно каждый из по меньшей мере двух фокусирующих элементов содержит третью часть, расположенную на дальнем конце. Третьи части по меньшей мере двух фокусирующих элементов, по существу, параллельны. Третьи части по меньшей мере двух фокусирующих элементов определяют фокальную точку концентратора механических колебаний.

Предпочтительно по меньшей мере два фокусирующих элемента содержат латунь.

Необязательно по меньшей мере два фокусирующих элемента содержат два или более слоев и/или покрытий. Два или более слоев и/или покрытий могут характеризоваться разными вибрационными и/или тепловыми характеристиками. По меньшей мере два слоя и/или покрытия могут характеризоваться разными размерами, материалами, плотностями и/или зернистыми структурами.

Необязательно по меньшей мере два фокусирующих элемента содержат первый слой и второй слой. Первый слой прикреплен к второму слою. Первый слой характеризуется коэффициентом теплового расширения, отличающимся от коэффициента теплового расширения второго слоя. Первый слой может содержать латунь. Второй слой может содержать сталь.

Необязательно концентратор механических колебаний дополнительно содержит одну или более пружин. Одна или более пружин соединяют по меньшей мере два фокусирующих элемента.

Необязательно концентратор механических колебаний дополнительно содержит один или более грузов, прикрепленных к одному или более из по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

Необязательно концентратор механических колебаний дополнительно содержит систему динамического управления. Система динамического управления изменяет вибрационные характеристики концентратора во время работы. Система динамического управления может регулировать жесткость пружины. Система динамического управления может регулировать месторасположение и/или величину грузов.

Необязательно концентратор механических колебаний может содержать три фокусирующих элемента.

Наиболее предпочтительно фокусирующие элементы представляют собой фокусирующие пластины.

Альтернативно фокусирующие элементы представляют собой фокусирующие стержни.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения предлагается система сбора энергии, содержащая концентратор механических колебаний в соответствии с первым аспектом настоящего изобретения, источник вибрации и средство преобразования энергии.

Наиболее предпочтительно ближний конец концентратора механических колебаний прикреплен к источнику вибрации.

Предпочтительно источник вибрации представляет собой двигатель внутреннего сгорания.

Наиболее предпочтительно средство преобразования энергии расположено на дальнем конце концентратора механических колебаний. Предпочтительно средство преобразования энергии расположено между третьими частями по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

Предпочтительно средство преобразования энергии представляет собой один или более пьезоэлектрических кристаллов. Альтернативно средство преобразования энергии представляет собой один или более магнитов и одну или более катушек.

Необязательно система сбора энергии может дополнительно содержать одну или более биметаллических пластин.

Необязательно система сбора энергии может дополнительно содержать одну или более вибрационных камер.

Необязательно вибрационная камера содержит первую поверхность и вторую поверхность.

Необязательно вибрационная камера имеет такие размеры относительно дальнего конца биметаллической пластины, что биметаллическая пластина может касаться первой и второй поверхностей вибрационной камеры. Вибрационная камера имеет такой размер, что она больше дальнего конца биметаллической пластины.

Варианты осуществления второго аспекта настоящего изобретения могут содержать признаки для реализации предпочтительных или необязательных признаков первого аспекта настоящего изобретения или наоборот.

Согласно третьему аспекту настоящего изобретения предлагается способ изготовления концентратора механических колебаний, включающий:

размещение по меньшей мере двух фокусирующих элементов, каждый из которых имеет ближний конец для прикрепления к источнику вибрации и дальний конец, таким образом, что промежуток между по меньшей мере двумя фокусирующими элементами уменьшается от ближних концов к дальним концам.

Наиболее предпочтительно способ дополнительно включает определение характеристик источника вибрации.

Предпочтительно определение характеристик источника вибрации включает количественную оценку любого из следующих параметров: число оборотов в минуту, уровень шума, температура газов двигателя, выходная мощность, крутящий момент и температура окружающей среды.

Наиболее предпочтительно способ дополнительно включает определение оптимальных параметров концентратора механических колебаний для использования с источником вибрации.

Предпочтительно определение оптимальных параметров концентратора механических колебаний включает определение оптимальных длины, ширины и/или глубины по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального промежутка между ближними концами по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального промежутка между дальними концами по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального расстояния для схождения по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального материала или материалов для по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального коэффициента теплового расширения материала или материалов по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

Необязательно определение оптимальной длины по меньшей мере двух фокусирующих элементов включает прикрепление латунных стержней разной длины к источнику вибрации для определения резонансной частоты в рабочем диапазоне источника вибрации.

Необязательно способ может дополнительно включать определение характеристик циклического колебания температуры. Характеристики включают частоту и амплитуду циклического колебания температуры.

Необязательно указанные по меньшей мере два фокусирующих элемента представляют собой по меньшей мере два фокусирующих элемента, выполненных с двумя или более слоями и/или покрытиями.

Необязательно определение оптимальных параметров также может включать определение оптимальных вибрационных и/или тепловых характеристик двух или более слоев и/или покрытий по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

Необязательно определение оптимальных параметров также может включать: определение размеров; и/или состава материала; и/или плотности; и/или зернистой структуры двух или более слоев и/или покрытий по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

Необязательно определение оптимальных параметров также может включать: определение глубины первого слоя и второго слоя по меньшей мере двух фокусирующих пластин; материала первого слоя; и материала второго слоя.

Необязательно изготовление концентратора механических колебаний включает использование по меньшей мере двух фокусирующих элементов с первым слоем и вторым слоем. Первый слой характеризуется коэффициентом теплового расширения, отличающимся от коэффициента теплового расширения второго слоя. Первый слой может содержать латунь. Второй слой может содержать сталь.

Варианты осуществления третьего аспекта настоящего изобретения могут содержать признаки для реализации предпочтительных или необязательных признаков первого и/или второго аспектов настоящего изобретения или наоборот.

Согласно четвертому аспекту настоящего изобретения предлагается система сбора тепловой энергии, содержащая биметаллическую пластину и средство преобразования энергии.

Наиболее предпочтительно средство преобразования энергии может содержать вибрационную камеру. Дальний конец биметаллической пластины расположен внутри вибрационной камеры.

Предпочтительно вибрационная камера содержит первую поверхность и вторую поверхность.

Наиболее предпочтительно вибрационная камера имеет такие размеры относительно дальнего конца биметаллической пластины, что биметаллическая пластина может касаться первой и второй поверхностей вибрационной камеры. Вибрационная камера имеет такой размер, что она больше дальнего конца биметаллической пластины.

Наиболее предпочтительно первая и/или вторая поверхности могут содержать один или более пьезоэлектрических кристаллов. Биметаллическая пластина может касаться одного или более пьезоэлектрических кристаллов, расположенных на первой и/или второй поверхностях вибрационной камеры.

Альтернативно средство преобразования энергии может содержать магнит и катушку. Магнит может быть расположен на дальнем конце металлической пластины. Катушка может быть отцентрована относительно магнита. Катушка может быть ориентирована относительно магнита таким образом, что любое отклонение биметаллической пластины приводит к перемещению магнита внутри центра катушки.

Варианты осуществления четвертого аспекта настоящего изобретения могут содержать признаки для реализации предпочтительных или необязательных признаков первого, второго и/или третьего аспектов настоящего изобретения или наоборот.

Согласно пятому аспекту настоящего изобретения предлагается способ изготовления биметаллической пластины, включающий:

определение характеристик циклического колебания температуры;

определение оптимальных параметров биметаллической пластины для использования с циклическим колебанием температуры; и

предоставление биметаллической пластины, содержащей первый слой и второй слой, согласно оптимальным параметрам.

Предпочтительно определение характеристик циклического колебания температуры может включать определение амплитуды и/или частоты циклического колебания температуры.

Предпочтительно определение оптимальных параметров включает определение оптимальных длины, ширины и/или глубины биметаллической пластины; и/или оптимальной глубины первого и/или второго слоя; и оптимального материала первого слоя и/или второго слоя.

Необязательно предоставление биметаллической пластины может включать предоставление трех или более слоев. Каждый из трех или более слоев может содержать разные материалы.

Варианты осуществления пятого аспекта настоящего изобретения могут содержать признаки для реализации предпочтительных или необязательных признаков первого, второго, третьего и/или четвертого аспектов настоящего изобретения или наоборот.

Согласно шестому аспекту настоящего изобретения предлагается концентратор механических колебаний, содержащий по меньшей мере два фокусирующих элемента, причем каждый из по меньшей мере двух фокусирующих элементов имеет ближний конец и дальний конец, при этом промежуток между дальними концами по меньшей мере двух фокусирующих элементов меньше, чем промежуток между ближними концами по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

Варианты осуществления шестого аспекта настоящего изобретения могут содержать признаки для реализации предпочтительных или необязательных признаков первого, второго, третьего, четвертого и/или пятого аспектов настоящего изобретения или наоборот.

Краткое описание графических материалов

Далее исключительно в качестве примера будут описаны различные варианты осуществления настоящего изобретения со ссылкой на графические материалы, на которых:

на фиг. 1 представлен вид в перспективе концентратора механических колебаний в соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 2 представлен схематический вид в разрезе концентратора механических колебаний, показанного на фиг. 1;

на фиг. 3 представлен вид в перспективе системы сбора энергии вибрации, содержащей концентратор механических колебаний, показанный на фиг. 1;

на фиг. 4 представлен схематический вид в разрезе системы сбора энергии вибрации, показанной на фиг. 3;

на фиг. 5 представлен график (a) напряжения, генерируемого пьезоэлектрическим кристаллом системы сбора энергии вибрации, показанной на фиг. 3, и (b) напряжения, генерируемого эталонным пьезоэлектрическим кристаллом;

на фиг. 6 представлен альтернативный вариант осуществления концентратора механических колебаний, показанного на фиг. 1;

на фиг. 7 представлен другой альтернативный вариант осуществления концентратора механических колебаний, показанного на фиг. 1;

на фиг. 8 представлена блок-схема способа изготовления концентратора механических колебаний, показанного на фиг. 1;

на фиг. 9 представлен вид в перспективе устройства, используемого в способе изготовления, показанном на фиг. 8;

на фиг. 10 представлен вид в разрезе биметаллической пластины в соответствии с настоящим изобретением и отклонение биметаллической пластины, связанное с изменением температуры от 22 до 150°C, вычисленное на основании моделирования по методу конечных элементов;

на фиг. 11 представлен график зависимости температуры и отклонения биметаллической пластины, показанной на фиг. 10, от времени;

на фиг. 12 представлен схематический вид в разрезе системы сбора тепловой энергии, содержащей биметаллическую пластину, показанную на фиг. 10;

на фиг. 13 представлен схематический вид в разрезе альтернативной системы сбора тепловой энергии, содержащей биметаллическую пластину, показанную на фиг. 10;

на фиг. 14 представлена блок-схема способа изготовления биметаллической пластины, показанной на фиг. 10;

на фиг. 15 представлен схематический вид в разрезе комбинированной системы сбора энергии вибрации и тепловой энергии в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг. 16 представлен схематический вид в разрезе альтернативной комбинированной системы сбора энергии вибрации и тепловой энергии в соответствии с настоящим изобретением;

В следующем описании и на графических материалах подобные элементы обозначены одинаковыми ссылочными позициями. Графические материалы не обязательно выполнены в масштабе, и пропорции определенных элементов увеличены, чтобы лучше проиллюстрировать детали и признаки вариантов осуществления настоящего изобретения.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

Объяснение настоящего изобретения будет описано со ссылкой на фиг. 1-16.

Концентратор механических колебаний.

На фиг. 1 и 2 показан концентратор 1a механических колебаний. Концентратор 1a содержит заднюю пластину 2 и два фокусирующих элемента. Фокусирующие элементы выполнены в виде первой фокусирующей пластины 3 и второй фокусирующей пластины 4. Каждая из первой и второй фокусирующих пластин 3, 4 имеет ближний конец 5 и дальний конец 6. Каждая из первой и второй фокусирующих пластин 3, 4 содержит первую часть 7, имеющую длину γ, расположенную между второй частью 8 на ближнем конце 5 и третьей частью 9 на дальнем конце 6.

Вторая часть 8 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4 прикреплена к задней пластине 2. Как показано на фиг. 1, вторая часть 8 расположена под углом так, что она, по существу, параллельна задней пластине 2 и находится в контакте с ней, вследствие чего вторая часть 8 прикреплена к задней пластине 2 посредством сварки. В дополнение или в качестве альтернативы сварке, средство крепления может представлять собой адгезив, гайку и болт, заклепки, их комбинацию или любую другую подходящую альтернативу.

Вторые части 8 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4 прикреплены к задней пластине 2, по существу, в одинаковой ориентации и разделены расстоянием a, как можно увидеть на фиг. 2.

Как также можно увидеть на фиг. 2, первые части 7 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4, расположены под углом относительно задней пластины 2, вследствие чего они сходятся друг к другу. В текущем описываемом варианте осуществления первые части 7 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4, расположены под углом относительно задней пластины 2 таким образом, что они сходятся к точке

на расстоянии β вдоль нормали к задней пластине 2, расположенной посредине (α/2) между вторыми частями 8 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4.

Третьи части 9 на дальнем конце 6 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4 расположены под углом так, что они, по существу, параллельны друг другу и предпочтительно перпендикулярны задней пластине 2, и действуют как фокальная точка концентратора 1a механических колебаний.

Система сбора энергии вибрации.

На фиг. 3 и 4 показан концентратор 1a механических колебаний, представляющий собой часть системы 10 сбора энергии вибрации. Помимо концентратора 1a, система сбора энергии вибрации дополнительно содержит источник 11 вибрации и средство 12 преобразования энергии.

Как показано на фиг. 3 и 4, концентратор 1a прикреплен к источнику 11 вибрации, который представляет собой двигатель внутреннего сгорания. Задняя пластина 2 концентратора 1a механических колебаний прикреплена к двигателю 11 внутреннего сгорания, например, посредством гаек и болтов, сварки и/или любого другого надлежащего эквивалентного средства или их комбинации.

Как хорошо видно на фиг. 4, между третьими частями 9 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4 расположено средство 12 преобразования энергии, которое представляет собой один или более пьезоэлектрических кристаллов. Пьезоэлектрические кристаллы 12 соединены с электрическими компонентами 13 и направлены на, например, надлежащую электрическую нагрузку (не показана) посредством кабелей 14. Один или более пьезоэлектрических кристаллов 12 преобразуют энергию вибрации от двигателя 11 внутреннего сгорания в полезную электрическую энергию. Альтернативное средство преобразования энергии может представлять собой нанокатушки и магниты.

На фиг. 5a показана зависимость напряжения, генерируемого пьезоэлектрическим кристаллом 12, расположенным между третьими частями 9 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4 концентратора 1a от времени. На фиг. 5a показано среднеквадратичное значение напряжения, равное 0,743 В. На фиг. 5b показана зависимость напряжения, генерируемого эталонным пьезоэлектрическим кристаллом (не показан на фигурах), непосредственно прикрепленным к двигателю 11 внутреннего сгорания, от времени. На фиг. 5b показано среднеквадратичное значение напряжения, равное 0,003 В. Пьезоэлектрический кристалл 12 между третьими частями 9 генерирует напряжение, приблизительно в 248 раз превышающее напряжение эталонного пьезоэлектрического кристалла.

Причина этого заключается в том, что концентратор 1a передает, сводит и фокусирует вибрации от ближнего конца 5 к дальнему концу 6 фокусирующих пластин 3, 4. Таким образом, фокусирующие пластины 3, 4 могут рассматриваться как эквивалент консоли, поскольку ближний конец 5 каждой фокусирующей пластины 3, 4 прикреплен к задней пластине 2, а дальний конец 6 может перемещаться, активируя пьезоэлектрические кристаллы 12.

Фокусирующие пластины 3, 4 являются, по существу, треугольными, что можно увидеть на фиг. 1. Ближний конец 5 фокусирующих пластин 3, 4 эквивалентен основанию треугольника, а дальний конец 6 эквивалентен (усеченной) вершине треугольника. За счет треугольной формы фокусирующих пластин 3, 4 сводится к минимуму пространство, необходимое для размещения концентратора 1a на перпендикулярном расстоянии β от задней пластины 2 с сохранением функциональности.

Концентратор 1a механических колебаний, показанный на фиг. 1-4, изготовлен из латуни из-за относительно высокой плотности латуни, что упрощает эффективную передачу энергии вибрации через концентратор 1a. Концентратор 1a альтернативно может быть изготовлен из других металлов, сплавов или даже неметаллических материалов, таких как керамика, подходящих для передачи энергии вибрации.

В качестве дополнительного или альтернативного компонента концентратор 1b механических колебаний, показанный на фиг. 6, дополнительно содержит пружину 15 между первой и второй фокусирующими пластинами 3, 4. Следует понимать, что концентратор 1b может содержать несколько пружин 15. Аналогично, в качестве дополнительного или альтернативного компонента концентратор 1c механических колебаний, показанный на фиг. 7, дополнительно содержит груз 16, прикрепленный к первым фокусирующим пластинам 3. Опять-таки, следует понимать, что концентратор 1c может содержать несколько грузов 16 одинаковой или разной массы, расположенных на обеих из первой и второй фокусирующих пластин 3, 4 или только на одной из них. В качестве дополнительной альтернативы концентратор 1 механических колебаний может содержать и пружину 15, и груз 16. Наличие и пружины 15, и груза 16 изменяет вибрационные характеристики концентратора 1b, 1c за счет демпфирования и/или изменения резонансной частоты концентратора 1b, 1c, что предоставляет механизм для оптимизации характеристик концентратора 1b, 1c. На фиг. 6 и 7 показан концентратор 1b, 1c механических колебаний, который может дополнительно содержать систему 17 динамического управления для динамического регулирования жесткости пружины 15 и/или месторасположения груза 16 на первой и/или второй фокусирующих пластинах 3, 4 и/или величины груза 16 на первой и/или второй фокусирующих пластинах 3, 4. Например, груз 16 может представлять собой контейнер, в который и/или из которого может быть перекачана вода посредством системы 17 динамического управления. Система 17 динамического управления упрощает изменение вибрационных характеристик концентратора 1b, 1c во время работы.

В качестве дополнительной альтернативы концентратор 1a, 1b, 1c механических колебаний может содержать больше или меньше двух фокусирующих пластин 3, 4. Например, концентратор 1a, 1b, 1c только с первой фокусирующей пластиной 3 может активировать пьезоэлектрические кристаллы 12, расположенные на дальнем конце 6 первой фокусирующей пластины 3 относительно двигателя 11 внутреннего сгорания, более конкретно, выступающей части корпуса двигателя внутреннего сгорания. С другой стороны, концентратор 1a, 1b, 1c с тремя фокусирующими пластинами 3, 4 может содержать два набора пьезоэлектрических кристаллов 12: один набор пьезоэлектрических кристаллов 12 между дальним концом 6 первой и второй фокусирующими пластинами, и другой набор пьезоэлектрических кристаллов между второй и треть ей фокусирующими пластинами.

В качестве еще одной альтернативы, вместо концентратора 1a, 1b, 1c механических колебаний, содержащего заднюю пластину 2, фокусирующие пластины 3, 4 могут быть прикреплены непосредственно к источнику 11 вибрации.

В качестве дополнительно альтернативы вместо концентратора 1a, 1b, 1c, содержащего фокусирующие пластины 3, 4, фокусирующие элементы могут представлять собой фокусирующие стержни. Преимущественно фокусирующие стержни, такие, как показано на фиг. 9, занимают меньше пространства, чем фокусирующие пластины 3, 4.

В качестве дополнительного или альтернативного признака фокусирующие элементы могут содержать несколько слоев и/или покрытий. Разные слои и/или покрытия могут обладать разными вибрационными и/или тепловыми характеристиками вследствие того, что они характеризуются, например, разными размерами, материалами, плотностями и/или зернистыми структурами.

Например, на фиг. 15 показаны фокусирующие пластины 3, 4, содержащие первый, наружный слой 20d и второй, внутренний слой 21d. Второй, внутренний слой 21d может быть менее плотным, чем первый, наружный слой 20d. Было обнаружено, что такая компоновка улучшает передачу вибраций через концентратор 1. В качестве другого примера зернистая структура первого, наружного слоя 20d может быть более выровненной по сравнению с зернистой структурой второго, внутреннего слоя 21d. Опять-таки, такая компоновка улучшает передачу вибраций через концентратор 1. В качестве еще одного примера, первый, наружный слой 20d может иметь коэффициент теплового расширения, отличающийся от коэффициента теплового расширения второго, внутреннего слоя 21d, иными словами, первый слой 20d изготовлен из латуни, а второй слой 21d изготовлен из стали. Эта компоновка вызывает вибрации и имитирует тепловые свойства биметаллической пластины, что подробнее описано ниже. Плоские слои 20d, 21d фокусирующих пластин 3, 4, как показано на фиг. 15, эквивалентны концентрическим слоям и/или покрытиям фокусирующего стержня.

Кроме того, также следует отметить, что относительные физические свойства первого, наружного слоя 20d и второго, внутреннего слоя 21d могут быть обратными, вследствие чего, например, второй, внутренний слой 21d может быть более плотным, чем первый, наружный слой 20d. В качестве дополнительно альтернативы зернистая структура первого, наружного слоя 20d может быть менее выровненной по сравнению с зернистой структурой второго, внутреннего слоя 21d. Физические свойства разных слоев, такие как размеры, материалы, плотности и/или зернистые структуры, подбираются оптимально согласно требуемым вибрационным и/или тепловым характеристикам, которые, в конечном итоге, зависят от частотных характеристик источника 11 вибрации.

Способ изготовления концентратора механических колебаний.

Способ изготовления концентратора 1a, 1b, 1c механических колебаний будет описан далее со ссылкой на фиг. 8 и 9.

На фиг. 8 показана блок-схема способа изготовления концентратора 1a, 1b, 1c механических колебаний. Концентратор 1a, 1b, 1c изготавливают таким образом, что она оптимально подходит для конкретного источника вибрации, такого как двигатель 11 внутреннего сгорания. Сначала определяют характеристики двигателя 11 внутреннего сгорания (S1001). Например, в таблице показано изменение уровня шума, температуры газов двигателя, выходной мощности, крутящего момента и температуры окружающей среды для двигателя 11 внутреннего сгорания, когда частота вращения двигателя увеличивается с 1260 до 3200 об/мин.

Характеристические параметры двигателя внутреннего сгорания

Оборотов в минуту (об/мин)	Уровень шума (дБ)	Температура выхлопных газов (°C)	Мощность (кВт)	Крутящий момент (Нм)	Температура окружающей среды (°C)
1260	85,6	127	1,99	15,3	13,1
1318	85,2	121	1,60	12,2	11,6
1620	86,3	122	1,83	11,2	12,7
1890	90,9	118	1,29	6,5	13,1
2218	93,1	133	1,49	6,5	12,9
2520	97,3	152	1,72	6,4	14,3
2818	98,4	158	1,97	6,7	14,4
3200	100,9	178	2,63	7,7	14,1
3444	101,2	208	3,60	9,9	14,8

Более конкретно, от самых низких к самым высоким оборотам в минуту уровень шума увеличивается приблизительно на 20 дБ, что соответствует тому, что двигатель 11 внутреннего сгорания производит приблизительно в 4 раза больше шума на самых высоких оборотах в минуту, а также указывает, что потеря энергии вибрации в двигателе 11 внутреннего сгорания увеличивается с увеличением оборотов в минуту. Аналогично, температура выхлопных газов увеличивается от 127 до 208°C от самых низких до самых высоких оборотов в минуту, что указывает на увеличение тепловых потерь от двигателя внутреннего сгорания.

Способ изготовления дополнительно включает этап определения оптимальных параметров для концентратора 1a, 1b, 1c механических колебаний для сбора энергии вибрации с источника вибрации, такого как двигатель 11 внутреннего сгорания, как ранее описано (S1002). Он предусматривает определение формы и размеров концентратора 1a, 1b, 1c механических колебаний, например, расстояний α, β и γ. Более конкретно, оптимизация может включать подбор длины γ фокусирующих пластин 3, 4 так, чтобы она соответствовала средней резонансной частоте в рабочем диапазоне двигателя внутреннего сгорания (от 1260 до 3444 об/мин). На фиг. 9 показаны латунные стержни 18 разной длины, прикрепленные к двигателю 11 внутреннего сгорания. Эксплуатация двигателя 11 внутреннего сгорания и отслеживание того, какой стержень 18 испытывает наибольшее отклонение и/или частоту в диапазоне частоты вращения двигателя (об/мин), указывает оптимальное значение γ. Как указано выше, фокусирующие элементы могут представлять собой латунные стержни 18, используемые вместо или в дополнение к фокусирующим пластинам 3, 4.

Способ изготовления также включает предоставление концентратора 1a, 1b, 1c механических колебаний согласно оптимальным параметрам (S1003). Более конкретно, фокусирующие пластины 3, 4 концентратора 1a, 1b, 1c получены за счет гидроструйной резки латунных пластин до необходимых размеров и обеспечения надлежащих изгибов в фокусирующих пластинах 3, 4. Фокусирующие пластины 3, 4 приваривают к задней пластине 2.

Способ изготовления может включать необязательные дополнительные этапы дополнительной оптимизации параметров концентратора 1a, 1b, 1c согласно таким факторам, как тип средства преобразования энергии, расположенного на дальнем конце 6 фокусирующих пластин 3, 4, количество фокусирующих пластин 3, 4, которые содержит концентратор 1a, 1b, 1c механических колебаний, пространство, доступное для размещения концентратора 1a, 1b, 1c, и, в более общем смысле, эксплуатационные ограничения и желательные рабочие характеристики. Например, первые части 7 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4 не ограничены схождением посредине между вторыми частями 8 первой и второй фокусирующих пластин 3, 4. Другими словами, первые части 7 фокусирующих пластин 3, 4 могут быть асимметрично расположены под углом относительно задней пластины 2 для входа в доступное пространство для размещения концентратора 1a, 1b, 1c и/или для соответствия желательным рабочим характеристикам концентратора 1a, 1b, 1c.

Биметаллическая пластина.

На фиг. 10 показана биметаллическая пластина 19, содержащая первый слой 20 и второй слой 21. Первый 20 и второй 21 слои прикреплены друг к другу вдоль длины и ширины биметаллической пластины 19 посредством сварки, адгезива, гаек и болтов, заклепок, их комбинации или любой другой подходящей альтернативы. Первый слой 20 изготовлен из латуни, а второй слой 21 изготовлен из стали.

Первый 20 и второй 21 слои расширяются или сокращаются с разной скоростью в ответ на изменение температуры, поскольку латунь имеет коэффициент теплового расширения (CTE), отличающийся от такового у стали. CTE для латуни составляет $1{,}9\times10^{-5}°C^{-1}$ при 22°C, а CTE для стали составляет $1{,}01\times10^{-5}°C^{-1}$ при 22°C. Отличие в расширении или сокращении между первым 20 и вторым 21 слоями больше всего выражено вдоль оси наибольшего линейного размера биметаллической пластины 19, другими словами, оси z, показанной на фиг. 10, соответствующей длине биметаллической пластины 19. Од-

нако поскольку два слоя 20, 21 прикреплены друг к другу, вместо обнаружения отличия в длине между двумя слоями 20, 21, биметаллическая пластина 19 изгибается в ответ на изменение температуры.

Биметаллическая пластина 19 имеет ближний конец 22 и дальний конец 23. Ближний конец 22 зафиксирован, а дальний конец 23 может перемещаться, подобно консоли. Как показано на фиг. 10, при нагреве биметаллической пластины 19 она сгибается в отрицательном направлении y, поскольку первый слой 20 имеет больший CTE, увеличение длины больше относительно второго слоя 21, вследствие чего первый слой 20 находится на внешней стороне кривой. И наоборот, при охлаждении биметаллической пластины 19 она сгибается в положительном направлении y. Вкратце, биметаллическая пластина 19 преобразует колебания температуры в механическое перемещение.

Более конкретно, на фиг. 10 показан результат моделирования по методу конечных элементов теплового расширения биметаллической пластины 19, подвергающейся изменению температуры от 22 до 150°C. Биметаллическая пластина 19 имеет длину 300 мм вдоль оси z, ширину 10 мм вдоль оси x и общую глубину 5 мм вдоль оси y. Каждый из первого и второго слоев 20, 21 имеет глубину 2,5 мм. На фиг. 10 показан дальний конец 23 биметаллической пластины 19, имеющий максимальное отклонение 15 мм.

В качестве продолжения моделирования по методу конечных элементов, показанного на фиг. 10, на фиг. 11 показано изменение в отклонении дальнего конца 23 биметаллической пластины 19 в зависимости от времени, когда температура колеблется между 145 и 155°C. Отклонение характеризуется циклическим изменением от приблизительно 14,8 до 15,9 мм. На фиг. 11 показано, что циклическое колебание температуры может быть преобразовано в циклическое механическое отклонение.

Система сбора тепловой энергии.

На фиг. 12 показана система 24a сбора тепловой энергии, содержащая биметаллическую пластину 19, как описано выше, и средство преобразования энергии, которое представляет собой вибрационную камеру 25. Дальний конец 23 биметаллической пластины 19 расположен внутри вибрационной камеры 25. Вибрационная камера 25 имеет такие размеры, что дальний конец 23 биметаллической пластины 19 периодически совершает циклы между отклонением, например, 14,8 и 15,9 мм, причем дальний конец 23 касается первой поверхности 26 и второй поверхности 27 вибрационной камеры 25. Первая 26 и вторая 27 поверхности содержат пьезоэлектрические кристаллы 12, вследствие чего механическое перемещение биметаллической пластины 19 преобразуется в электрическую энергию. Как было описано выше, пьезоэлектрические кристаллы 12 соединены с электрическими компонентами 13 и направлены на надлежащую электрическую нагрузку (не показана) посредством кабелей 14. В заключение, система 24 сбора тепловой энергии преобразует тепловую энергию в механическую энергию, которая, в свою очередь, преобразуется в электрическую энергию.

В альтернативном варианте осуществления системы 24b сбора тепловой энергии средство сбора энергии может представлять собой магнит 28 и катушку 29. Например, как показано на фиг. 13, магнит 28 расположен на дальнем конце 23 металлической пластины 19, проходящей вдоль оси y, в направлении отклонения. Катушка 29 ориентирована относительно магнита 28 таким образом, что отклонение биметаллической пластины 19 периодически перемещает магнит 28 в центре катушки 29, что приводит к изменению магнитного потока и наведению тока в катушке 29.

Способ изготовления биметаллической пластины.

На фиг. 14 показана блок-схема, описывающая способ изготовления биметаллической пластины 19.

Биметаллическая пластина 19 изготавливается таким образом, что она оптимизирована для конкретного циклического колебания температуры, такого как циклическое изменение температуры, испытываемое цилиндром внутри двигателя 11 внутреннего сгорания. В цилиндре периодически происходит сжигание топлива для приведения в движение поршня, содержащегося в цилиндре. Способ изготовления включает, в первую очередь, характеризацию циклического колебания температуры (S2001). Например, температура может колебаться между 145 и 155°C, как предположено выше в контексте моделирования по методу конечных элементов.

Чтобы биметаллическая пластина 19 была чувствительной к этому циклическому колебанию температуры и колебалась в зависимости от него, способ дополнительно включает определение оптимальных параметров биметаллической пластины 19 (S2002). Размеры в направлениях x, y и z биметаллической пластины 19 и материалы первого и второго слоев 20, 21 являются ключевыми параметрами. Например, чтобы биметаллическая пластина обладала аналогичным отклонением при небольшом колебании температуры относительно большого колебания температуры, биметаллическая пластина должна быть длиннее, и материалы должны быть выбраны так, чтобы между их CTE было большее несоответствие. Другим фактором, который необходимо учитывать при оптимизации параметров, является теплопроводность выбранных материалов. Более конкретно, максимальная частота циклического колебания температуры ограничена минимальным временем, необходимым биметаллической пластине 19 для осуществления отклонения в ответ на изменение температуры.

Кроме того, способ включает предоставление биметаллической пластины 19 (S2003) в соответствии с оптимальными параметрами (S2002).

Комбинированная система сбора энергии вибрации и тепловой энергии.

На фиг. 15 показана система сбора энергии, более конкретно, комбинированная система 30 сбора

энергии вибрации и тепловой энергии, которая содержит одинаковые и/или аналогичные компоненты с системой 10 сбора энергии вибрации, показанной на фиг. 3 и 4, как описано выше. Комбинированная система 30 сбора энергии вибрации и тепловой энергии содержит концентратор 1d механических колебаний, прикрепленный к источнику 11 энергии вибрации и тепловой энергии, такому как двигатель внутреннего сгорания, и средство 12 преобразования энергии, которое может представлять собой пьезоэлектрические кристаллы.

Концентратор 1d механических колебаний, показанный на фиг. 15, отличается от концентратора 1a, 1b, 1c, описанного выше, тем, что первая 3d и вторая 4d фокусирующие пластины обе дополнительно содержат первый 20d и второй 21d слои. Фокусирующие пластины 3, 4 не изготовлены из единого материала: первый слой 20d фокусирующих пластин 3d, 4d изготовлен из латуни, а второй слой 21d изготовлен из стали, подобно многослойной конструкции, и следовательно, они обладают тепловыми свойствами биметаллической пластины 19.

Концентратор 1d, показанный на фиг. 15, собирает энергию вибрации и тепловую энергию с двигателя 11 внутреннего сгорания. Циклическое колебание температуры от, например, поршня внутри двигателя 11 внутреннего сгорания преобразуется в циклическое отклонение концентратора 1d посредством биметаллической конструкции. Концентратор 1d механических колебаний передает, сводит и фокусирует как циклическое механическое отклонение, обусловленное циклическим колебанием температуры, так и вибрации непосредственно от двигателя 11 внутреннего сгорания. Концентратор 1d активирует пьезоэлектрический кристалл 12, который преобразует энергию вибрации и тепловую энергию в полезное электричество.

Способ изготовления концентратора механических колебаний с биметаллической конструкцией

Способ изготовления концентратора 1d механических колебаний для комбинированной системы сбора энергии вибрации и тепловой энергии включает объединение этапов, показанных на фиг. 8 и 14.

Способ включает, в первую очередь, характеризацию вибрационных и тепловых характеристик источника энергии вибрации и тепловой энергии (S1001, S2001). Она предусматривает количественную оценку частоты и амплитуды циклического колебания температуры, а также резонансной частоты в рабочем диапазоне источника энергии.

Способ дополнительно включает определение оптимальных параметров для концентратора 1d со встроенной биметаллической конструкцией для использования с источником энергии вибрации и тепловой энергии (S1002, S2002). Оно включает определение размеров фокусирующих пластин 3d, 4d, включая параметры α, β и γ, а также глубину первого и второго слоев 20d, 21d и состава материала. Предполагается, что определение оптимальных параметров может предусматривать баланс между противодействующими факторами, и оно может представлять собой итеративный процесс.

Способ изготовления включает (S1003, S2003) предоставление концентратора 1d согласно оптимальным параметрам.

Альтернативная комбинированная система сбора энергии вибрации и тепловой энергии.

На фиг. 16 показана альтернативная система 31 сбора энергии вибрации и тепловой энергии, которая содержит одинаковые и/или аналогичные компоненты с системой 10 сбора энергии вибрации, показанной на фиг. 3 и 4, в сочетании с теми же или аналогичными компонентами с системой сбора тепловой энергии, показанной на фиг. 12.

Комбинированная система 31 сбора энергии вибрации и тепловой энергии содержит концентратор 1a, 1b, 1c, 1d механических колебаний, биметаллическую пластину 19 и вибрационную камеру 25. Аналогично фиг. 12, биметаллическая пластина 19 прикреплена к источнику 11 энергии вибрации и тепловой энергии, который характеризуется циклическим колебанием температуры. В ответ на циклическое колебание температуры биметаллическая пластина 19 осуществляет циклическое отклонение, вследствие чего биметаллическая пластина 19 касается первой и второй поверхностей 26, 27 вибрационной камеры 25. В отличие от фиг. 12, вибрационная камера 25 сама не содержит средство преобразования энергии, поскольку в этой комбинированной системе 31 сбора энергии вибрации и тепловой энергии биметаллическая пластина 19 увеличивает вибрации, идущие от источника 11. Концентратор 1a, 1b, 1c, 1d прикреплен к вибрационной камере 25 таким образом, что концентратор 1a, 1b, 1c, 1d передает, сводит и фокусирует как вибрации, идущие непосредственно от источника 11, так и вызванные нагревом вибрации. Средство 12 преобразования энергии, расположенное на дальнем конце 6 концентратора 1a, 1b, 1c, 1d механических колебаний преобразует энергию вибрации в полезное электричество.

В качестве примера двигатель внутреннего сгорания может содержать одну или более биметаллических пластин и одну или более вибрационных камер для преобразования колебания температуры цилиндра двигателя внутреннего сгорания в энергию вибрации. Энергия вибрации двигателя и индуцированная энергия вибрации преобразуются посредством концентратора механических колебаний в электричество.

В качестве альтернативы предусматривается, что концентратор 1a, 1b, 1c, 1d механических колебаний может быть прикреплен непосредственно к источнику 11 энергии вибрации и тепловой энергии.

В качестве дополнительной альтернативы предусматривается, что комбинированная система 31 сбора энергии вибрации и тепловой энергии может не содержать вибрационную камеру 25, как описано

выше, поскольку только перемещения биметаллической пластины 19 может быть достаточно для увеличения вибраций источника 11.

Способ изготовления концентратора 1a, 1b, 1c, 1d механических колебаний и биметаллической пластины 19 для комбинированной системы 31 сбора энергии вибрации и тепловой энергии включает этапы, показанные на фиг. 8 и 14 соответственно и описанные выше. В качестве дополнительного соображения в контексте системы 31 отмечается, что при определении оптимальных параметров как для концентратора 1a, 1b, 1c, 1d, так и для биметаллической пластины 19 (S1002, S2002), дополнительное внимание может быть уделено тому, чтобы вибрации, вызванные биметаллической пластиной 19, были резонансными, согласованными и/или скоррелированными с концентратором 1a, 1b, 1c, 1d. Это может предусматривать дополнительную итеративную оптимизацию размеров и параметров концентратора 1a, 1b, 1c, 1d механических колебаний и/или биметаллической пластины 19.

Повышение КПД двигателя внутреннего сгорания и автомобиля за счет захвата и повторного использования бесполезно расходуемой энергии вибрации и тепловой энергии обладает рядом преимуществ. Уменьшается влияние на окружающую среду при сжигании топлива, как правило, получаемого из горючих ископаемых, а также уменьшается скорость истощения ископаемого топлива, которое является невозобновляемым ресурсом. Кроме того, стоимость эксплуатации автомобиля на милю пробега также уменьшается из-за повышения КПД.

Потери вибрации и тепла в двигателе внутреннего сгорания, как правило, связаны с недостатком рабочих характеристик, ограничениями в работе (например, перегревом), повышенным механическим отказом компонентов, более коротким сроком службы двигателя и даже недостаточным уровнем комфорта внутри автомобиля. Энергия вибрации и тепловая энергия в двигателе внутреннего сгорания, как правило, бесполезно расходуется и, таким образом, нормой является сведение к минимуму этих потерь за счет включения, например, демпфирующего механизма и/или даже теплоизоляции. В отличие от этого текущего варианта решения, в настоящем изобретении не сводятся к минимуму потери вибрации и/или тепла, а, вместо этого, осуществляется сбор энергии вибрации и тепловой энергии. Это приводит к повышению энергоэффективности двигателя внутреннего сгорания, при этом уменьшается или даже вовсе устраняется необходимость в механизмах для сведения к минимуму этих потерь. Это может привести к экономии затрат вследствие отсутствия необходимости в установке дорогостоящих демпфирующих механизмов в двигателе внутреннего сгорания.

Раскрыт концентратор механических колебаний. Концентратор содержит по меньшей мере две фокусирующие пластины, каждая из которых имеет ближний и дальний конец. Промежуток между дальними концами по меньшей мере двух фокусирующих пластин меньше, чем промежуток между ближними концами по меньшей мере двух фокусирующих пластин. Концентратор механических колебаний передает, сводит и фокусирует энергию вибрации от источника к средству преобразования энергии, такому как пьезоэлектрические кристаллы. Концентратор также может содержать биметаллическую конструкцию для преобразования тепловых флуктуаций в механическое перемещение. Концентратор механических колебаний подходит для использования в системе сбора энергии вибрации и/или тепловой энергии. Преимущественно концентратор механических колебаний повышает энергетический КПД, например, двигателя внутреннего сгорания, снижая при этом необходимость в механизмах для демпфирования вибрации и/или теплоизоляции.

На протяжении всего описания, если контекст не требует иного, термины "содержать" или "включать" или их варианты, такие как "содержит" или "содержащий", "включает" или "включающий", следует понимать как подразумевающие включение указанного целого числа или группы целых чисел, но не исключение любого другого целого числа или группы целых чисел. Кроме того, если контекст явно не требует иного, термин "или" следует интерпретировать как включающий, а не исключающий.

Вышеприведенное описание настоящего изобретения было представлено в целях иллюстрации и описания и не предназначено быть исчерпывающим или ограничивать настоящее изобретение точной раскрытой формой. Описанные варианты осуществления были выбраны и описаны для лучшего объяснения принципов настоящего изобретения и его практического применения, чтобы тем самым дать возможность другим специалистам в данной области техники наилучшим образом использовать настоящее изобретение в различных вариантах осуществления и с различными модификациями, которые подходят для конкретного предполагаемого использования. Следовательно, могут быть включены дополнительные модификации или улучшения без выхода за пределы объема настоящего изобретения, определенного прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Концентратор механических колебаний, содержащий по меньшей мере два фокусирующих элемента, причем каждый из по меньшей мере двух фокусирующих элементов имеет ближний конец для прикрепления к источнику вибрации и дальний конец, при этом по меньшей мере два фокусирующих элемента расположены таким образом, что промежуток между фокусирующими элементами уменьшается от ближних концов к дальним концам для фокусирования вибраций от ближних концов к дальним

концам.

2. Концентратор по п.1, отличающийся тем, что каждый из по меньшей мере двух фокусирующих элементов содержит первую часть, расположенную между ближним концом и дальним концом, и первые части по меньшей мере двух фокусирующих элементов расположены под углом друг относительно друга таким образом, что по меньшей мере два фокусирующих элемента сходятся на дальних концах.

3. Концентратор по п.2, отличающийся тем, что каждый из по меньшей мере двух фокусирующих элементов содержит вторую часть, расположенную на ближнем конце, и вторые части по меньшей мере двух фокусирующих элементов, по существу, параллельны.

4. Концентратор по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что дополнительно содержит заднюю пластину.

5. Концентратор по п.4, в случае зависимости от п.3, отличающийся тем, что вторые части по меньшей мере двух фокусирующих элементов прикреплены к задней пластине.

6. Концентратор по любому из пп.3-5, отличающийся тем, что каждый из по меньшей мере двух фокусирующих элементов содержит третью часть, расположенную на дальнем конце, и третьи части по меньшей мере двух фокусирующих элементов, по существу, параллельны.

7. Концентратор по п.6, отличающийся тем, что третьи части по меньшей мере двух фокусирующих элементов определяют фокальную точку концентратора.

8. Концентратор по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере два фокусирующих элемента содержат латунь.

9. Концентратор по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере два фокусирующих элемента содержат первый слой и второй слой, причем первый слой прикреплен ко второму слою.

10. Концентратор по п.9, отличающийся тем, что первый слой имеет коэффициент теплового расширения, отличающийся от коэффициента теплового расширения второго слоя.

11. Концентратор по п.9 или 10, отличающийся тем, что первый слой содержит латунь, а второй слой содержит сталь.

12. Концентратор по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что дополнительно содержит одну или более пружин, причем одна или более пружин соединяют по меньшей мере два фокусирующих элемента.

13. Концентратор по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что дополнительно содержит один или более грузов, прикрепленных к одному или более из по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

14. Концентратор по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что дополнительно содержит систему динамического управления.

15. Концентратор по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что содержит три фокусирующих элемента.

16. Концентратор по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что фокусирующие элементы представляют собой фокусирующие пластины и/или фокусирующие стержни.

17. Система сбора энергии, содержащая концентратор по любому из пп.1-16, источник вибрации и средство преобразования энергии.

18. Система сбора энергии по п.17, отличающаяся тем, что ближний конец концентратора прикреплен к источнику вибрации.

19. Система сбора энергии по п.17 или 18, отличающаяся тем, что источник вибрации представляет собой двигатель внутреннего сгорания.

20. Система сбора энергии по любому из пп.17-19, отличающаяся тем, что средство преобразования энергии расположено на дальнем конце концентратора.

21. Система сбора энергии по п.20, отличающаяся тем, что средство преобразования энергии представляет собой один или более пьезоэлектрических кристаллов.

22. Система сбора энергии по п.20, отличающаяся тем, что средство преобразования энергии представляет собой один или более магнитов и одну или более катушек.

23. Система сбора энергии по любому из пп.17-22, отличающаяся тем, что система сбора энергии дополнительно содержит одну или более биметаллических пластин.

24. Система сбора энергии по любому из пп.17-23, отличающаяся тем, что система сбора энергии дополнительно содержит одну или более вибрационных камер.

25. Система сбора энергии по п.24, отличающаяся тем, что вибрационная камера содержит первую поверхность и вторую поверхность, и вибрационная камера имеет такие размеры относительно дальнего конца биметаллической пластины, что биметаллическая пластина может касаться первой и второй поверхностей вибрационной камеры.

26. Способ изготовления концентратора по п.1, включающий:

размещение по меньшей мере двух фокусирующих элементов, каждый из которых имеет ближний конец для прикрепления к источнику вибрации и дальний конец, таким образом, что промежуток между по меньшей мере двумя фокусирующими элементами уменьшается от ближних концов к дальним кон-

цам для фокусирования вибраций от ближних концов к дальним концам.

27. Способ изготовления концентратора по п.26, отличающийся тем, что способ дополнительно включает определение характеристик источника вибрации.

28. Способ изготовления концентратора по п.27, отличающийся тем, что определение характеристик источника вибрации включает количественную оценку любого из следующих параметров: число оборотов в минуту, уровень шума, температура газов двигателя, выходная мощность, крутящий момент и температура окружающей среды.

29. Способ изготовления концентратора по любому из пп.26-28, отличающийся тем, что способ дополнительно включает определение оптимальных параметров концентратора для использования с источником вибрации.

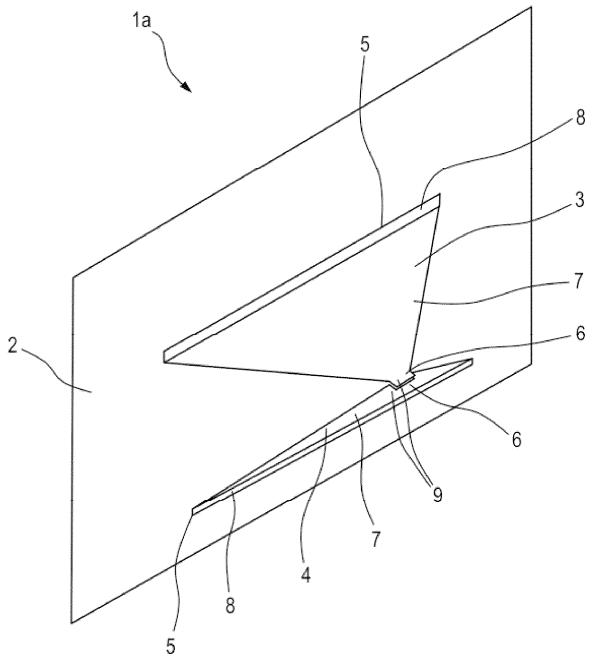
30. Способ изготовления концентратора по п.29, отличающийся тем, что определение оптимальных параметров концентратора включает определение оптимальных длины, ширины и/или глубины по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального промежутка между ближними концами по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального промежутка между дальними концами по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального расстояния для схождения по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального материала или материалов для по меньшей мере двух фокусирующих элементов; и/или оптимального коэффициента теплового расширения материала или материалов по меньшей мере двух фокусирующих элементов.

31. Способ изготовления концентратора по п.30, отличающийся тем, что определение оптимальной длины по меньшей мере двух фокусирующих элементов включает прикрепление латунных стержней разной длины к источнику вибрации для определения резонансной частоты в рабочем диапазоне источника вибрации.

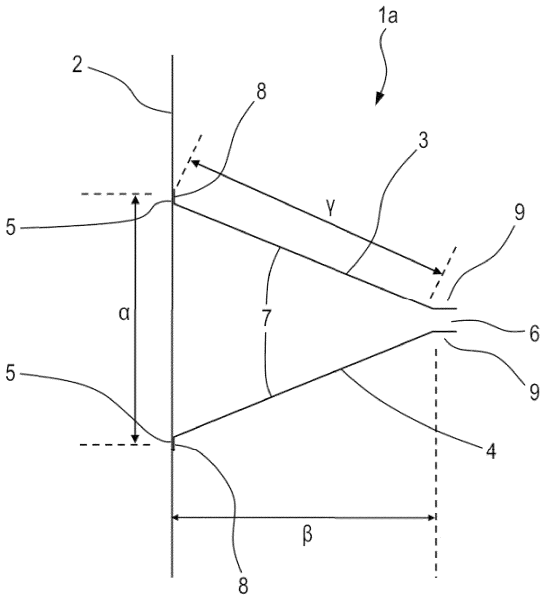
32. Способ изготовления концентратора по любому из пп.26-31, отличающийся тем, что способ может дополнительно включать определение характеристик циклического колебания температуры.

33. Способ изготовления концентратора по любому из пп.26-32, отличающийся тем, что определение оптимальных параметров также может включать: определение глубины первого слоя и второго слоя по меньшей мере двух фокусирующих пластин; материала первого слоя; и материала второго слоя.

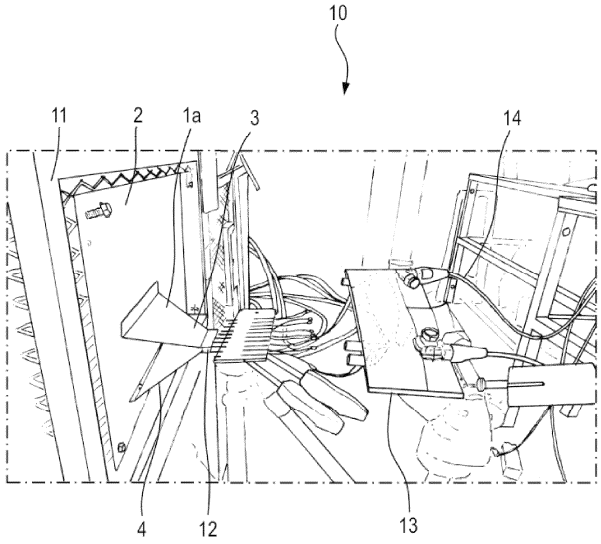
34. Способ изготовления концентратора по п.33, отличающийся тем, что первый слой имеет коэффициент теплового расширения, отличающийся от коэффициента теплового расширения второго слоя.



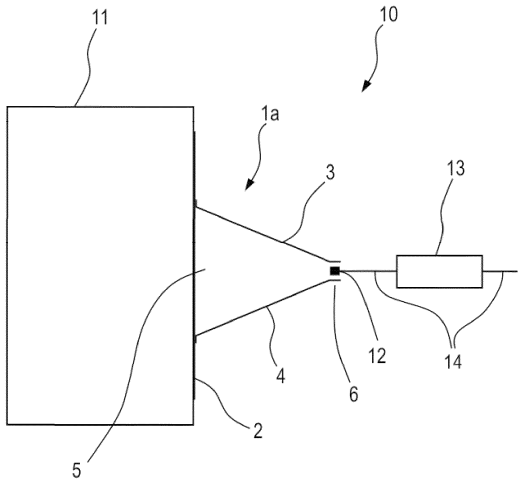
Фиг. 1



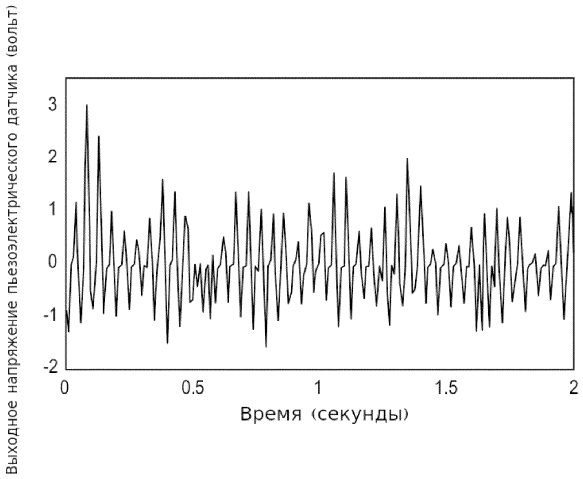
Фиг. 2



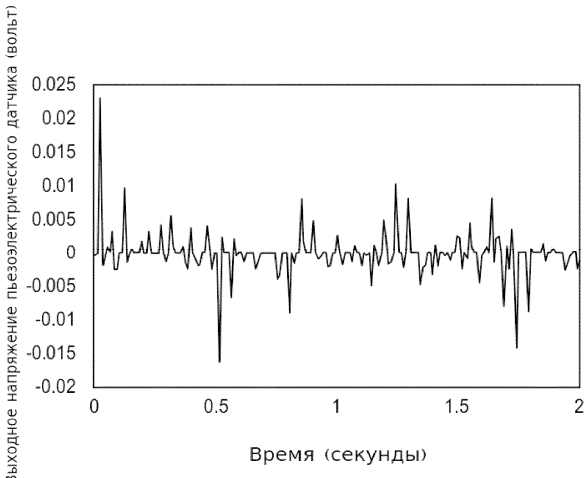
Фиг. 3



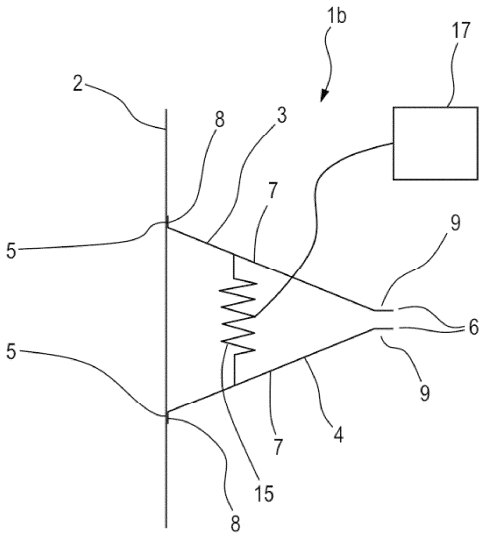
Фиг. 4



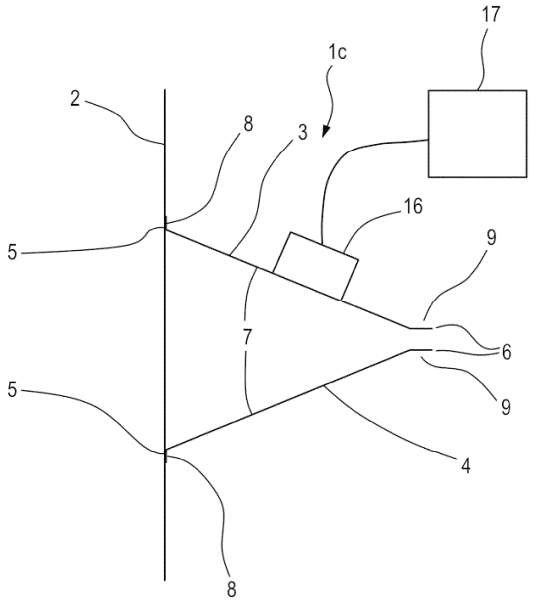
Фиг. 5a



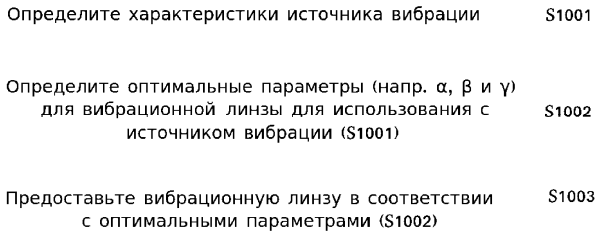
Фиг. 5b



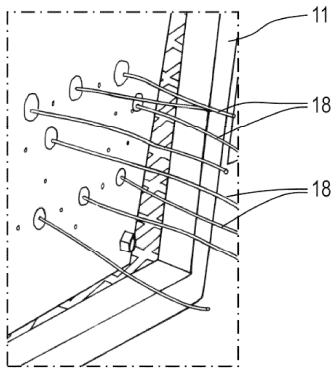
Фиг. 6



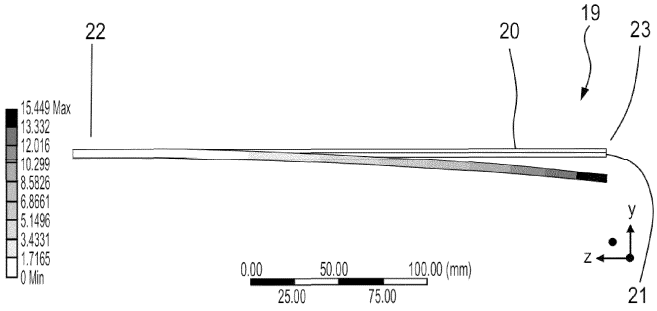
Фиг. 7



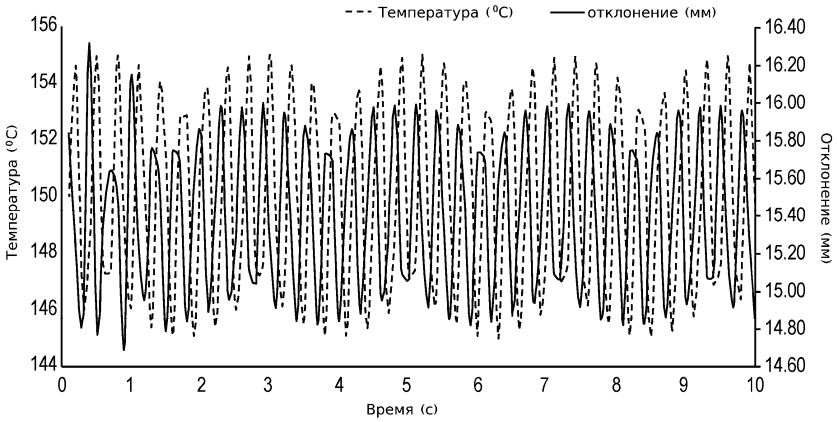
Фиг. 8



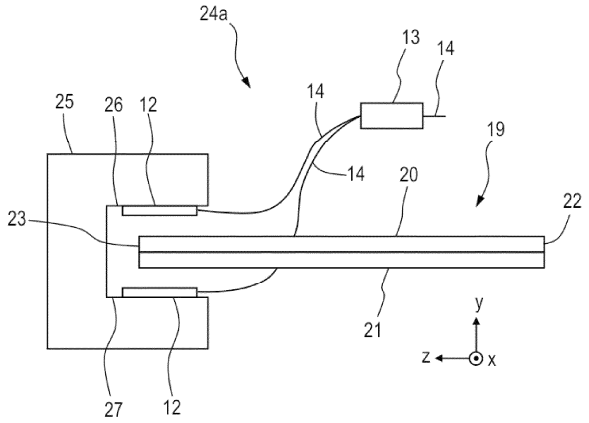
Фиг. 9



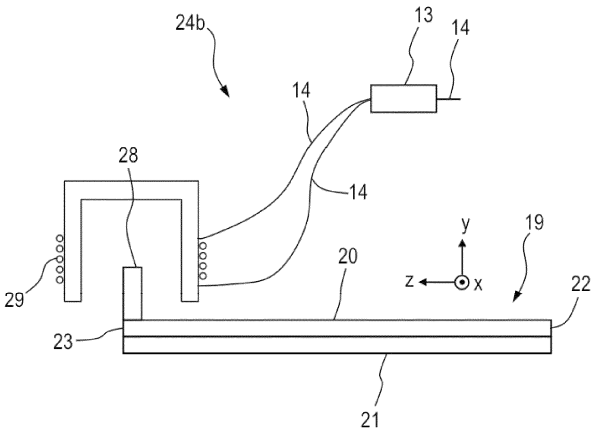
Фиг. 10



Фиг. 11



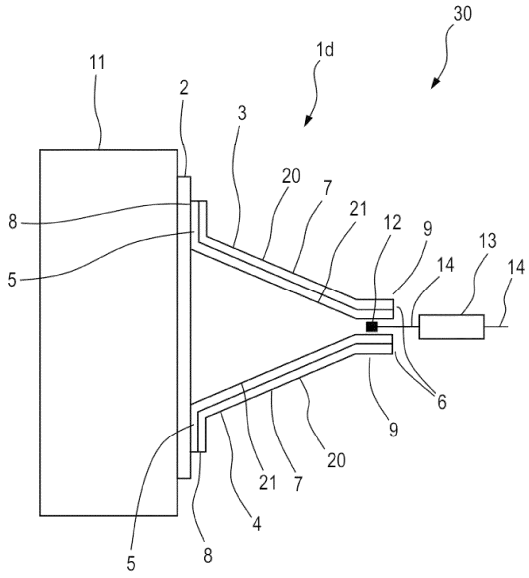
Фиг. 12



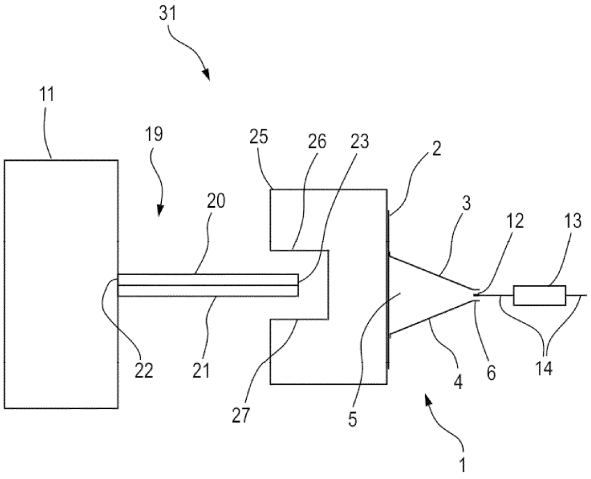
Фиг. 13

Определите характеристики циклического колебания температуры	S2001
Определите оптимальные параметры (размеры x,y,z,материал слоев) для биметаллической пластины для использования с циклическим колебанием температуры (S2001)	S2002
Предоставьте биметаллическую пластину в соответствии с оптимальными параметрами (S2002)	S2003

Фиг. 14


30
1d
11
2
3
20
7
21
12
9
13
14
14
8
5
6
9
20
21
7
4
5
8

Фиг. 15


31
11
19
25
26
23
2
20
3
12
13
22
21
27
5
4
6
14
1

Фиг. 16