



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G04B 1/00 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2015140956, 25.09.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.09.2015

Дата регистрации:  
23.07.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
26.09.2014 EP 14186657.4

(43) Дата публикации заявки: 30.03.2017 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 23.07.2019 Бюл. № 21

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

(72) Автор(ы):

БОРН Жан-Жак (CH),  
ХЕЛФЕР Жан-Люк (CH)

(73) Патентообладатель(и):

ЭТА СА МАНУФАКТЮР ОРЛОЖЭР  
СЮИС (CH)

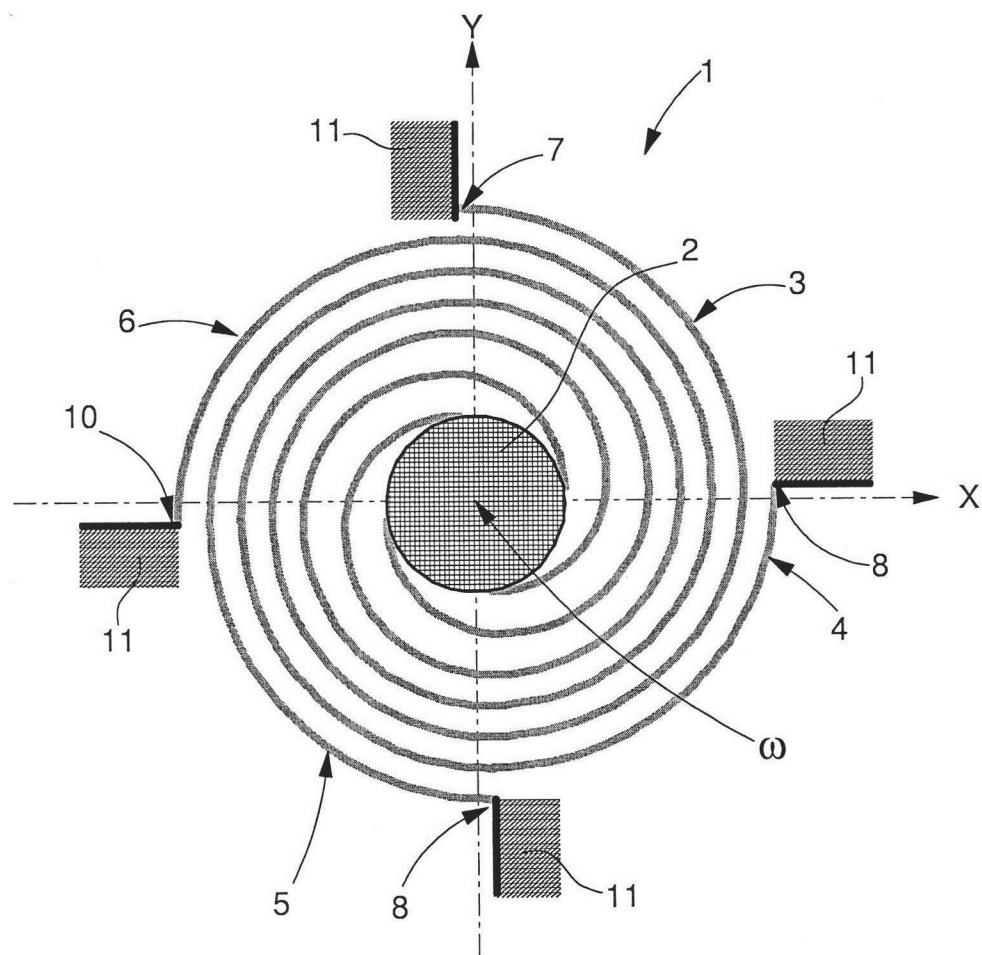
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: CH 509618 A, 15.03.1971. DE 2714020  
A1, 12.10.1978. FR 1442041 A, 10.06.1966. US  
3528308 A, 15.09.1970. US 8002460 B2, 23.08.2011.

(54) Изохронный параксиальный часовой резонатор

(57) Реферат:

Часовой резонатор (1), включающий в себя один грузик (2), присоединенный гибкими лентами (3; 4; 5; 6) к неподвижным точкам крепления (7; 8; 9; 10) неподвижной структуры (11) и подверженный воздействию крутящего момента и/или напряжения и совершающий

колебания, по меньшей мере, с двумя степенями свободы линейного перемещения, причем указанные гибкие ленты (3; 4; 5; 6) поддерживают колебания грузика (2) относительно виртуальной оси ( $\omega$ ) поворота. 3 н. и 21 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G04B 1/00* (2019.05)

(21)(22) Application: **2015140956, 25.09.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**25.09.2015**

Registration date:  
**23.07.2019**

Priority:

(30) Convention priority:  
**26.09.2014 EP 14186657.4**

(43) Application published: **30.03.2017 Bull. № 10**

(45) Date of publication: **23.07.2019 Bull. № 21**

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

(72) Inventor(s):

**BORN Zhan-Zhak (CH),  
KHELFER Zhan-Lyuk (CH)**

(73) Proprietor(s):

**ETA SA MANUFAKTYUR ORLOZHER  
SYUIS (CH)**

(54) **ISOCHRONOUS PARAXIAL CLOCK RESONATOR**

(57) Abstract:

FIELD: watches and other time measuring instruments.

SUBSTANCE: hour resonator (1), including one weight (2), connected by flexible tapes (3; 4; 5; 6) to fixed attachment points (7; 8; 9; 10) of fixed structure (11) and subject to action of torque and/or voltage and oscillating at least with two degrees of freedom of linear

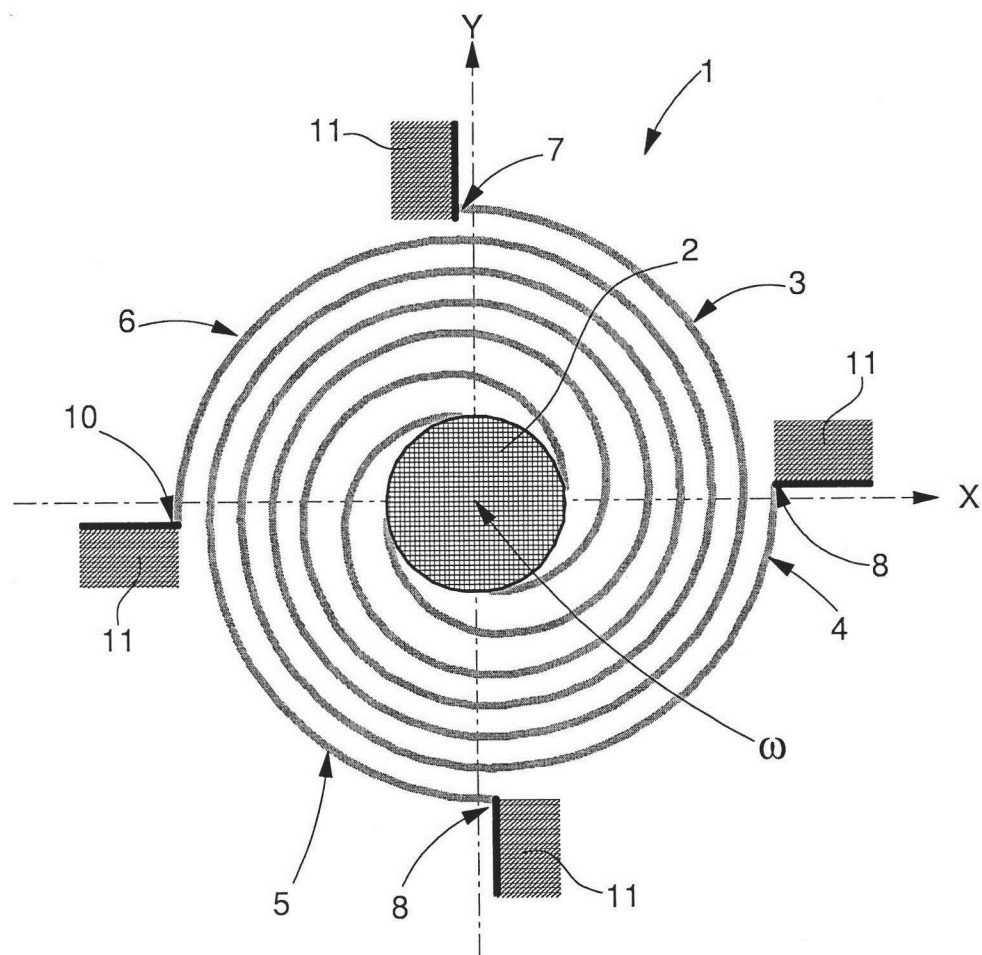
displacement, wherein said flexible tapes (3; 4; 5; 6) support oscillations of weight (2) relative to virtual axis ( $\omega$ ) of rotation.

EFFECT: isochronous paraxial clock resonator is disclosed.

24 cl, 5 dwg

R U 2 6 9 5 5 1 8 C 2

R U 2 6 9 5 5 1 8 C 2



Фиг. 1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к оснащённому резонатору для часового механизма, содержащему один грузик, соединённый множеством гибких лент с точками крепления неподвижной структуры, образованной пластиной указанного механизма или  
5 прикрепленной к такой пластине; причем указанный грузик подвергается воздействию крутящего момента или напряжения.

Объектом изобретения является также часовой механизм, содержащий пластину, которая поддерживает, прямым или косвенным образом, посредством неподвижной структуры, по меньшей мере, один такой резонатор.

10 Объектом изобретения являются также часы, содержащие часовой механизм указанного типа.

Объектом изобретения является также часовой осциллятор, в частности, осциллятор с гибкими направляющими относительно виртуальной оси поворота.

Уровень техники

15 Известны гибкие направляющие элементы, применяемые, в частности, для точного позиционирования компонентов. Как известно, такие направляющие элементы имеют нелинейную возвращающую силу, нелинейность которой составляет порядка одного процента, что соответствует нескольким сотым секунды в сутки. Поэтому, хотя такая структура обладает большими преимуществами, она имеет и недостаток,

20 заключающийся в отсутствии изохронности.

В патентных документах СН 509617 и СН 509618 раскрыт резонатор с множеством длинных извилистых упругих лент, с двумя параллельными перфорированными пластинами, соединёнными друг с другом и с рамой в двух диаметрально  
25 противоположных точках на периферии, каждая из которых образована несколькими кольцами или зигзагообразными плечами, каждый из которых соединяет указанные соединительные точки с центральным грузиком. Эти пластины совершают колебательные движения в противофазе перпендикулярно своим плоскостям; каждая пластина имеет, в целом, круглую форму. В зависимости от случая, каждая пластина образована несколькими концентричными кольцами, соединёнными крепежными  
30 элементами, смещёнными друг от друга на 90°, или каждое зигзагообразное плечо образовано несколькими концентричными дугами окружности.

В патентном документе СН 481411 описан резонатор с длинными петлевидными лентами, соединяющими несколько грузиков.

В патентных документах FR 1442041 и FR 1421123 также раскрыты системы,  
35 аналогичные вышеуказанным.

Раскрытие изобретения

Задачей изобретения является создание резонатора, в частности, параксиального резонатора, включающего в себя один грузик, имеющий две линейные и ортогональные степени свободы, который, естественно, обладает более высокой изохронностью, чем  
40 вышеупомянутые резонаторы с гибкими направляющими.

Соответственно, объектом изобретения является часовой резонатор для часового механизма, включающий в себя один грузик, присоединённый множеством гибких лент к более чем одной точкам крепления неподвижной структуры, образованной пластиной  
45 указанного часового механизма или выполненной с возможностью прикрепления к указанной пластине; причем указанный грузик подвергается воздействию крутящего момента и/или напряжения, отличающийся тем, что указанный грузик выполнен с возможностью совершать колебания, по меньшей мере, с двумя степенями свободы линейного перемещения, а указанные гибкие ленты выполнены с возможностью

поддерживать колебания указанного, по меньшей мере, одного грузика относительно виртуальной оси поворота, причем часовой резонатор представляет собой резонатор параксиального типа, имеющий по меньшей мере две степени свободы линейного перемещения в первом направлении и во втором направлении, перпендикулярном  
 5 указанному первому направлению, причем указанные гибкие ленты содержат первые гибкие ленты, позволяющие указанному грузику совершать колебания относительно указанной виртуальной оси поворота в указанном первом направлении, и вторые гибкие ленты, позволяющие указанному грузику совершать колебания относительно указанной виртуальной оси поворота в указанном втором направлении.

10 Указанные гибкие ленты могут представлять собой длинные ветви, длина каждой из которых, по меньшей мере, в два раза больше наименьшего расстояния между указанным грузиком и указанными точками крепления.

Указанные первые гибкие ленты могут быть идентичны друг другу и симметричны относительно виртуальной оси поворота при отсутствии возбуждения указанного  
 15 резонатора, и вторые гибкие ленты могут быть также идентичны друг другу и симметричны относительно виртуальной оси поворота при отсутствии возбуждения указанного резонатора.

Указанные первые гибкие ленты и указанные вторые гибкие ленты могут быть все идентичны друг другу.

20 Часовой резонатор может содержать четное количество указанных первых гибких лент и четное количество указанных вторых гибких лент.

Часовой резонатор может содержать одинаковое количество указанных первых гибких лент и указанных вторых гибких лент.

Указанные первые гибкие ленты могут быть расположены в одной плоскости, и  
 25 вторые гибкие ленты также могут быть расположены в одной плоскости.

Часовой резонатор может быть плоским, причем указанные первые гибкие ленты и вторые гибкие ленты могут быть расположены в одной и той же плоскости.

Часовой резонатор может содержать гибкие ленты, расположенные одна над другой в нескольких параллельных плоскостях.

30 Указанные гибкие ленты в первой плоскости создают возвращающий момент в первом направлении, а гибкие ленты, прикрепленные к тому же самому грузику, расположенные во второй плоскости, создают возвращающий момент во втором направлении, противоположном указанному первому направлению.

Каждая длинная ветвь может быть спирально закручена вокруг указанного, по  
 35 меньшей мере, одного грузика и может образовывать спираль с более чем одним оборотом.

Каждая длинная ветвь может образовывать спираль с целым числом оборотов и дополнительным полуоборотом.

Длина каждой из указанных длинных ветвей может быть больше максимальной  
 40 длины окружности указанного грузика.

Шаг спирали может изменяться по её длине для каждой из указанных первых гибких лент и указанных вторых гибких лент.

Толщина указанной спирали может изменяться по её длине для каждой из указанных первых гибких лент и указанных вторых гибких лент.

45 Часовой резонатор может содержать только один указанный грузик.

Центр масс указанного грузика может быть расположен на указанной виртуальной оси поворота при отсутствии возбуждения указанного резонатора.

Часовой резонатор может содержать множество грузиков, расположенных

концентрично друг другу относительно виртуальной оси поворота, причем каждый внутренний грузик подвешен на соответствующем соседнем внешнем грузике посредством первых гибких лент и вторых гибких лент, а самый наружный грузик подвешен на структуре посредством первых гибких лент и вторых гибких лент.

5 С обеих сторон, по меньшей мере, одного из указанных грузиков длинные ветви могут быть спирально закручены в противоположных направлениях.

Часовой резонатор может представлять собой цельный элемент, включающий в себя указанную структуру, указанный грузик, указанные первые гибкие ленты и указанные вторые гибкие ленты.

10 Часовой резонатор может представлять собой цельный элемент, включающий в себя указанную структуру, указанные грузики, указанные первые гибкие ленты и указанные вторые гибкие ленты.

Часовой резонатор может быть выполнен из микромеханически обрабатываемого материала, из кремния или диоксида кремния.

15 Объектом изобретения является также часовой механизм, содержащий пластину, которая поддерживает, прямым или косвенным образом, посредством неподвижной структуры, по меньшей мере, один такой резонатор.

Объектом изобретения являются также часы, содержащие часовой механизм такого типа.

20 Другие особенности и преимущества изобретения станут более ясными после ознакомления с приведенным далее подробным описанием со ссылками на чертежи.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показана часть неподвижной структуры часового механизма, на которой установлен параксиальный плоский резонатор согласно изобретению, включающий в 25 себя грузик, подвешенный на четырех гибких лентах, образующих длинные спиральные ветви, относительно виртуальной оси поворота, схематичный вид в плане;

на фиг. 2 – блок-схема часов, содержащих часовой механизм, включающий в себя один такой параксиальный плоский резонатор;

на фиг. 3 – вид, аналогичный приведенному на фиг. 1, на котором показан вариант 30 с двумя грузиками, расположенными концентрично один внутри другого, причем с обеих сторон внешнего грузика длинные ветви спирально закручены в противоположных направлениях;

на фиг. 4 – вид, аналогичный приведенному на фиг. 3, на котором показан вариант с двумя грузиками, расположенными концентрично один внутри другого, причем с 35 обеих сторон внешнего грузика длинные ветви спирально закручены в одном и том же направлении;

на фиг. 5 – вид, аналогичный приведенному на фиг. 1, поясняющий неподвижную структуру часового механизма, поддерживающую параксиальный плоский резонатор согласно изобретению, содержащий грузик, подвешенный на четырех гибких лентах, 40 образующих длинные ветви с извилистым профилем с обеих сторон радиальной линии, относительно виртуальной оси поворота.

Осуществление изобретения

Согласно изобретению в качестве гибких направляющих использованы очень длинные спиральные ветви для предотвращения воздействия перемещений в направлении по 45 первой оси X на возвращающую силу по второй оси Y, перпендикулярной первой оси X, и наоборот.

Во избежание возникновения слишком низкой угловой жесткости, что может вызывать нежелательные вращения грузика или грузиков резонатора, вес

сконцентрирован как можно ближе к центру, для того, чтобы уменьшить силу инерции, и, таким образом, увеличить собственную частоту вращения, что обеспечивает уменьшение вредных возмущений.

Различные варианты, аналогичные известным вариантам со спиральной пружиной, могут обеспечить повышение изохронности такого резонатора.

Таким образом, можно неограниченно изменять:

- количество оборотов спирали, включая количество неполных оборотов;
- шаг спирали, который может быть непостоянным и может изменяться по длине спирали;

- толщину спирали, которая может изменяться по длине спирали, для обеспечения максимально возможной изохронности резонатора (предпочтительно, соответствующей квадрату потенциальной энергии по осям  $x$  и  $y$ , то есть пропорционально  $x^2 + y^2$ );
- количество спиральных ветвей.

Фигуры поясняют неограничивающие варианты осуществления изобретения.

Объектом изобретения является оснащенный часовой резонатор 1 для часового механизма 100, содержащий по меньшей мере один грузик 2, присоединенный множеством гибких лент 3, 4, 5, 6, к точками крепления 7, 8, 9, 10 неподвижной структуры 11, образованной пластиной часового механизма 100 или прикрепленной к такой пластине, причем указанный, по меньшей мере, один грузик 2 подвержен воздействию крутящего момента и/или напряжения, а указанный резонатор 1 представляет собой резонатор параксиального типа, т.е. грузик 2 выполнен с возможностью колебания, имея по меньшей мере две степени свободы линейного перемещения.

Предпочтительно, указанный, по меньшей мере, один грузик 2 является единственным грузиком 2.

Предпочтительно, гибкие ленты 3, 4, 5, 6 выполнены с возможностью поддержания колебаний указанного, по меньшей мере, одного грузика 2 относительно виртуальной оси  $\omega$  поворота.

Согласно частному варианту эти гибкие ленты 3, 4, 5, 6 представляют собой длинные ветви, длина каждой из которых, по меньшей мере, в два раза больше наименьшего расстояния между грузиком 2 и точками крепления 7, 8, 9, 10.

Согласно изобретению каждый, по меньшей мере, один грузик 2 выполнен с возможностью совершения колебания, по меньшей мере, с двумя степенями свободы.

В частности, все указанные длинные ветви расположены в одной плоскости, и длина каждой из них в плоскости, в которой находятся данные ветви, больше длины окружности грузика 2.

В соответствии с конкретным вариантом осуществления изобретения, показанным на фиг. 1, 3 и 4, каждая из указанных длинных ветвей спирально закручена вокруг указанного, по меньшей мере, одного грузика 2.

Более конкретно, резонатор 1 представляет собой резонатор параксиального типа, который содержит первые гибкие ленты 4, 6, выполненные с возможностью поддержания колебаний указанного, по меньшей мере, одного грузика 2 относительно виртуальной оси  $\omega$  поворота в первом направлении  $X$ , а также вторые гибкие ленты 3, 7, выполненные с возможностью поддержания колебаний указанного, по меньшей мере, одного грузика 2 относительно виртуальной оси  $\omega$  поворота во втором направлении  $Y$ , которое является перпендикулярным первому направлению  $X$ .

В соответствии с частным предпочтительным вариантом каждая длинная ветвь образует спираль с более чем одним оборотом.

В соответствии с частным вариантом каждая длинная ветвь образует спираль с целым



числом оборотов и дополнительным полуоборотом.

В соответствии с частным вариантом каждая длинная ветвь имеет извилистый профиль с обеих сторон радиальной линии, начиная от виртуальной оси  $\omega$  поворота грузика 2, и без точки возврата.

5 В соответствии с частным вариантом длина каждой ветви больше максимальной длины окружности грузика 2.

В соответствии с частным вариантом первые гибкие ленты 4, 6 идентичны друг другу и симметричны относительно виртуальной оси  $\omega$  поворота при отсутствии возбуждения резонатора 1, и вторые гибкие ленты 3, 7 также идентичны друг другу и симметричны  
10 относительно виртуальной оси  $\omega$  поворота при отсутствии возбуждения резонатора 1.

В соответствии с частным вариантом первые гибкие ленты 4, 6 и вторые гибкие ленты 3, 7 все являются идентичными друг другу.

В соответствии с частным вариантом использовано четное количество первых гибких лент 4, 6 и четное количество вторых гибких лент 3, 7.

15 В соответствии с частным вариантом использовано одинаковое количество первых гибких лент 4, 6 и вторых гибких лент 3, 7.

В соответствии с частным вариантом первые гибкие ленты 4, 6 расположены в одной и той же плоскости, и вторые гибкие ленты 3, 7 также расположены в одной и той же плоскости.

20 В соответствии с частным вариантом резонатор 1 является плоским, а первые гибкие ленты 4, 6 и вторые гибкие ленты 3, 7 расположены в одной и той же плоскости.

В соответствии с частным вариантом шаг спирали изменяется по длине спирали для каждой из первых гибких лент 4, 6 и вторых гибких лент 3, 7.

В соответствии с частным вариантом толщина спирали изменяется по её длине для  
25 каждой из первых гибких лент 4, 6 и вторых гибких лент 3, 7.

В соответствии с частным вариантом использован только один грузик 2.

В частности, центр масс грузика 2 при отсутствии возбуждения резонатора 1 расположен на виртуальной оси  $\omega$  поворота.

В соответствии с частным вариантом, как показано на фиг. 3, резонатор 1 содержит  
30 множество грузиков 2, 20, расположенных концентрично друг другу относительно виртуальной оси  $\omega$  поворота, причем каждый внутренний грузик подвешен на соответствующем соседнем внешнем грузике посредством первых гибких лент 4, 6 и вторых гибких лент 3, 7, а самый наружный грузик подвешен на структуре 11 посредством первых гибких лент 40, 60 и вторых гибких лент 30, 70.

35 В частности, как показано на фиг. 3, с обеих сторон, по меньшей мере, одного из указанных грузиков 2, 20 длинные ветви спирально закручены в противоположных направлениях.

В частности, как показано на фиг. 3, с обеих сторон, по меньшей мере, одного из  
40 указанных грузиков 2, 20 длинные ветви спирально закручены в одном и том же направлении.

В соответствии с частным вариантом осуществления изобретения, показанном на фиг. 5, параксиальный плоский резонатор 1 согласно изобретению включает в себя грузик 2, который подвешен на четырех гибких лентах 3, 4, 5, 6, образующих длинные ветви с извилистым S-образным профилем с двух сторон радиальной линии Y+, X+, Y-,  
45 X- от виртуальной оси  $\omega$  поворота грузика 2, без точки возврата.

В соответствии с частным предпочтительным вариантом резонатор 1 представляет собой цельный элемент, включающий в себя структуру 11, грузик 2 или грузики 2, 20, первые гибкие ленты 4, 6 и вторые гибкие ленты 3, 7.

В соответствии с еще одним возможным предпочтительным вариантом резонатор 1 содержит гибкие ленты, расположенные друг над другом в нескольких плоскостях, в частности, в нескольких параллельных плоскостях. В соответствии с одним из возможных конкретных вариантов осуществления изобретения гибкие верхние ленты в первой плоскости создают возвращающий момент в первом направлении, а гибкие нижние ленты, прикрепленные к тому же самому грузику, расположенные во второй плоскости, создают возвращающий момент во втором направлении, противоположном вышеуказанному первому направлению.

В соответствии с более частным вариантом резонатор 1 содержит также амортизирующее устройство и средство ограничения крутящего момента, принцип действия которого, в частности, основан на взаимной поддержке различных ветвей друг друга, или на различных поворотах и изгибах одних и тех же ветвей, как показано, например, на фиг. 5.

В частности, резонатор 1 может быть выполнен из микромеханически обрабатываемого материала, из кремния, диоксида кремния или аналогичного материала. Проблему температурной компенсации может решить оксидный слой.

Кроме того, резонатор может быть выполнен из кварца или аналогичного материала.

Объектом изобретения является также часовой механизм 100, содержащий пластину, которая поддерживает, прямым или косвенным образом, посредством неподвижной структуры 11, по меньшей мере, один резонатор 1 такого типа.

Объектом изобретения являются также часы 200, содержащие часовой механизм 100 такого типа.

Резонатор 1 согласно изобретению позволяет содержащемуся в нем грузику 2 совершать перемещение по криволинейной траектории, в частности, по эллиптической траектории.

#### (57) Формула изобретения

1. Часовой резонатор (1) для часового механизма (100), включающий в себя один грузик (2), присоединенный множеством гибких лент (3; 4; 5; 6) к более чем одной точке крепления (7; 8; 9; 10) неподвижной структуры (11), образованной пластиной указанного часового механизма (100) или выполненной с возможностью прикрепления к указанной пластине; причем указанный грузик (2) подвергается воздействию крутящего момента и/или напряжения, отличающийся тем, что указанный грузик (2) выполнен с возможностью совершать колебания, по меньшей мере, с двумя степенями свободы линейного перемещения, а указанные гибкие ленты (3; 4; 5; 6) выполнены с возможностью поддерживать колебания указанного, по меньшей мере, одного грузика (2) относительно виртуальной оси ( $\omega$ ) поворота, причем часовой резонатор (1) представляет собой резонатор параксиального типа, имеющий по меньшей мере две степени свободы линейного перемещения в первом направлении (X) и во втором направлении (Y), перпендикулярном указанному первому направлению (X), причем указанные гибкие ленты (3; 4; 5; 6) содержат первые гибкие ленты (4, 6), позволяющие указанному грузику (2) совершать колебания относительно указанной виртуальной оси ( $\omega$ ) поворота в указанном первом направлении (X), и вторые гибкие ленты (3, 5), позволяющие указанному грузику (2) совершать колебания относительно указанной виртуальной оси ( $\omega$ ) поворота в указанном втором направлении (Y).

2. Часовой резонатор (1) по п. 1, отличающийся тем, что указанные гибкие ленты (3; 4; 5; 6) представляют собой длинные ветви, длина каждой из которых, по меньшей мере, в два раза больше наименьшего расстояния между указанным грузиком (2) и

указанными точками крепления (7; 8; 9; 10).

3. Часовой резонатор (1) по п. 1, отличающийся тем, что указанные первые гибкие ленты (4, 6) идентичны друг другу и симметричны относительно виртуальной оси ( $\omega$ ) поворота при отсутствии возбуждения указанного резонатора (1) и вторые гибкие  
5 ленты (3, 5) также идентичны друг другу и симметричны относительно виртуальной оси ( $\omega$ ) поворота при отсутствии возбуждения указанного резонатора (1).

4. Часовой резонатор (1) по п. 1, отличающийся тем, что указанные первые гибкие ленты (4, 6) и указанные вторые гибкие ленты (3, 5) все являются идентичными друг другу.

10 5. Часовой резонатор (1) по п. 1, отличающийся тем, что содержит четное количество указанных первых гибких лент (4, 6) и четное количество указанных вторых гибких лент (3, 5).

6. Часовой резонатор (1) по п. 5, отличающийся тем, что содержит одинаковое количество указанных первых гибких лент (4, 6) и указанных вторых гибких лент (3,  
15 5).

7. Часовой резонатор (1) по п. 1, отличающийся тем, что указанные первые гибкие ленты (4, 6) расположены в одной плоскости и вторые гибкие ленты (3, 5) также расположены в одной плоскости.

8. Часовой резонатор (1) по п. 1, отличающийся тем, что является плоским, причем  
20 указанные первые гибкие ленты (4, 6) и вторые гибкие ленты (3, 5) расположены в одной и той же плоскости.

9. Часовой резонатор (1) по п. 1, отличающийся тем, что указанный резонатор (1) содержит указанные гибкие ленты (3; 4; 5; 6), расположенные одна над другой в нескольких параллельных плоскостях.

25 10. Часовой резонатор (1) по п. 9, отличающийся тем, что указанные гибкие ленты в первой плоскости создают возвращающий момент в первом направлении, а гибкие ленты, прикрепленные к тому же самому грузику, расположенные во второй плоскости, создают возвращающий момент во втором направлении, противоположном указанному  
первому направлению.

30 11. Часовой резонатор (1) по п. 2, отличающийся тем, что каждая указанная длинная ветвь спирально закручена вокруг указанного, по меньшей мере, одного грузика (2) и образует спираль с более чем одним оборотом.

12. Часовой резонатор (1) по п. 2, отличающийся тем, что каждая длинная ветвь образует спираль с целым числом оборотов и дополнительным полуоборотом.

35 13. Часовой резонатор (1) по п. 2, отличающийся тем, что длина каждой из указанных длинных ветвей больше максимальной длины окружности указанного грузика (2).

14. Часовой резонатор (1) по п. 1 или 11, отличающийся тем, что шаг указанной спирали изменяется по её длине для каждой из указанных первых гибких лент (4, 6) и  
указанных вторых гибких лент (3, 5).

40 15. Часовой резонатор (1) по п. 1 или 11, отличающийся тем, что толщина указанной спирали изменяется по её длине для каждой из указанных первых гибких лент (4, 6) и указанных вторых гибких лент (3, 5).

16. Часовой резонатор (1) по п. 1, отличающийся тем, что содержит только один указанный грузик (2).

45 17. Часовой резонатор (1) по п. 16, отличающийся тем, что центр масс указанного грузика (2) расположен на указанной виртуальной оси ( $\omega$ ) поворота при отсутствии возбуждения указанного резонатора (1).

18. Часовой резонатор (1) по п. 1, отличающийся тем, что содержит множество

грузиков (2, 20), расположенных концентрично друг другу относительно виртуальной оси ( $\omega$ ) поворота, причем каждый внутренний грузик подвешен на соответствующем соседнем внешнем грузике посредством первых гибких лент (4, 6) и вторых гибких лент (3, 5), а самый наружный грузик подвешен на структуре (11) посредством первых гибких лент (40, 60) и вторых гибких лент (30, 70).

19. Часовой резонатор (1) по п. 18, отличающийся тем, что с обеих сторон, по меньшей мере, одного из указанных грузиков (2, 20) длинные ветви спирально закручены в противоположных направлениях.

20. Часовой резонатор (1) по п. 16, отличающийся тем, что представляет собой цельный элемент, включающий в себя указанную структуру (11), указанный грузик (2), указанные первые гибкие ленты (4, 6) и указанные вторые гибкие ленты (3, 5).

21. Часовой резонатор (1) по п. 18, отличающийся тем, что представляет собой цельный элемент, включающий в себя указанную структуру (11), указанные грузики (2, 20), указанные первые гибкие ленты (4, 6) и указанные вторые гибкие ленты (3, 5).

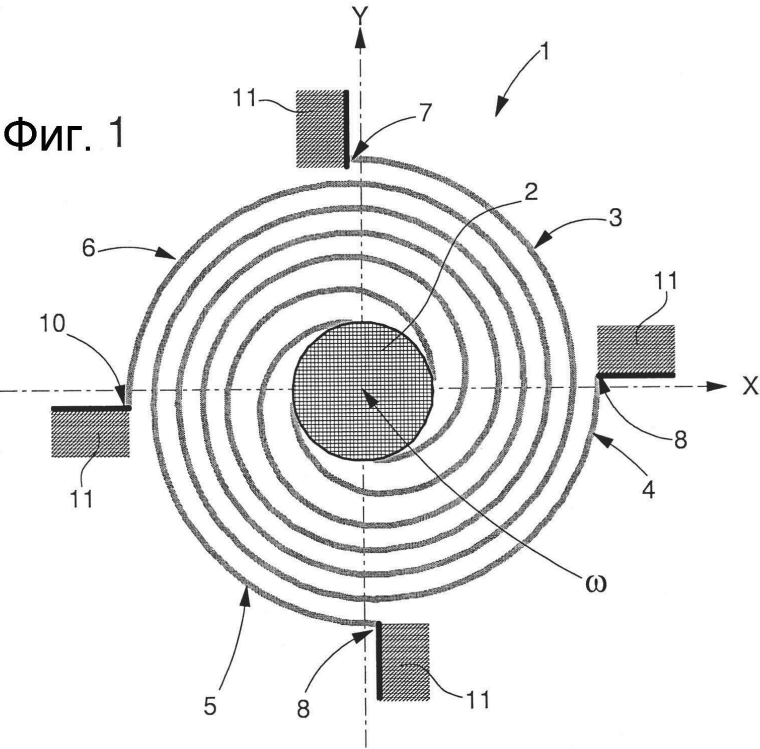
22. Часовой резонатор (1) по п. 20 или 21, отличающийся тем, что выполнен из микромеханически обрабатываемого материала, из кремния или диоксида кремния.

23. Часовой механизм (100), содержащий пластину, которая поддерживает, прямым или косвенным образом, посредством неподвижной структуры (11), по меньшей мере, один резонатор (1) по п. 1.

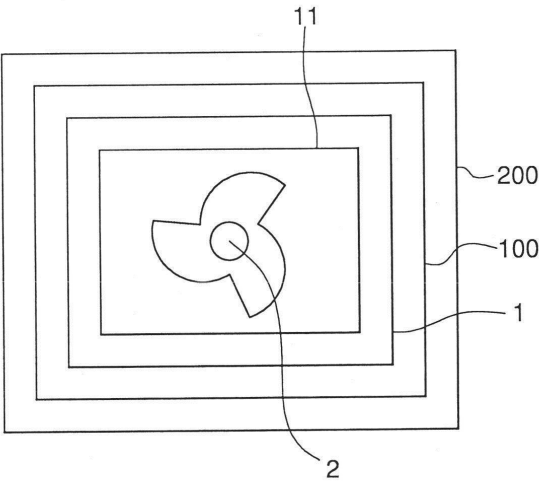
24. Часы (200), содержащие часовой механизм (100) по п. 23.

1

1 / 3



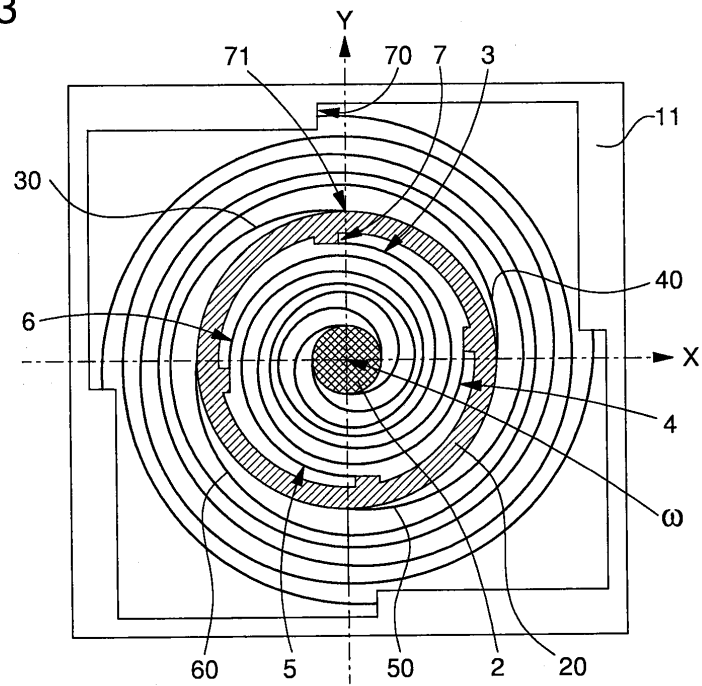
Фиг. 2



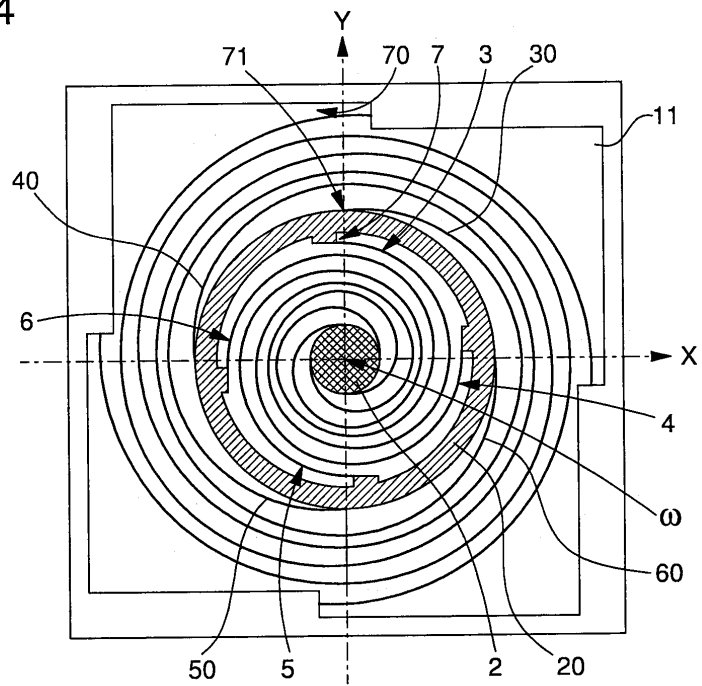
2

2 / 3

Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

