



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2013109052/28, 11.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.05.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
30.07.2010 СН 01250/10

(43) Дата публикации заявки: 10.09.2014 Бюл. № 25

(45) Опубликовано: 20.08.2015 Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: FR 1276734 А, 24.11.1961. СН 598632 В5, 12.05.1978. US 3058294 А, 16.10.1962. US 3860844 А, 14.01.1975. US 3695035 А, 03.10.1972. US 3451280 А, 24.06.1969

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 28.02.2013

(86) Заявка РСТ:  
ЕР 2011/057578 (11.05.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2012/013374 (02.02.2012)

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

(72) Автор(ы):

**ХЕССЛЕР Тьерри (СН),  
ВИЛЬМЕН Мишель (СН),  
ХЕЛФЕР Жан-Люк (СН),  
ГЕССА Франсуа (СН),  
КОНЮ Тьерри (СН)**

(73) Патентообладатель(и):

**ТЕ СВОТЧ ГРУП РИСЕРЧ ЭНД  
ДИВЕЛОПМЕНТ ЛТД (СН)**

**(54) УПРАВЛЯЕМАЯ КОНТАКТНАЯ ИЛИ БЕСКОНТАКТНАЯ ПЕРЕДАЧА УСИЛИЯ В ЧАСАХ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам передачи крутящего момента в часовом механизме. Способ передачи усилия в часовом механизме с управляемым или пониженным контактом или с бесконтактной передачей, характеризующийся тем, что изготавливают или модифицируют по меньшей мере одну пару противостоящих поверхностей, называемых взаимодействующими поверхностями, одного и того же компонента или пары противостоящих компонентов часового механизма, в котором одна из указанных поверхностей приводит в действие другую

поверхность или упирается в другую поверхность, с применением поверхностной или объемной обработки по меньшей мере одной из указанных противостоящих поверхностей, формирующих указанную пару, с тем чтобы придать ей свойство электрического заряда таким образом, чтобы указанная поверхность отталкивала другую указанную противостоящую поверхность указанной пары, когда их сближают друг с другом. Технический результат заключается в уменьшении трения и повышении срока службы передаточного механизма. 2 н. и 17 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013109052/28, 11.05.2011**  
 (24) Effective date for property rights:  
**11.05.2011**  
 Priority:  
 (30) Convention priority:  
**30.07.2010 CH 01250/10**  
 (43) Application published: **10.09.2014 Bull. № 25**  
 (45) Date of publication: **20.08.2015 Bull. № 23**  
 (85) Commencement of national phase: **28.02.2013**  
 (86) PCT application:  
**EP 2011/057578 (11.05.2011)**  
 (87) PCT publication:  
**WO 2012/013374 (02.02.2012)**  
 Mail address:  
**109012, Moskva, ul. Il'inka, 5/2, OOO "Sojuzpatent"**

(72) Inventor(s):  
**KhESSLER T'eri (CH),**  
**VIL'MEN Mishel' (CH),**  
**KhELFER Zhan-Ljuk (CH),**  
**GESSA Fransua (CH),**  
**KONJu T'erri (CH)**  
 (73) Proprietor(s):  
**TE SVOTCh GRUP RISERCh EhND**  
**DIVELOPMENT LTD (CH)**

(54) **CONTROLLED CONTACT OR CONTACTLESS FORCE TRANSMISSION IN CLOCKS**

(57) Abstract:  
 FIELD: physics; clocks.  
 SUBSTANCE: invention relates to methods of transmitting torque in a clock mechanism. A method of transmitting force in a clock mechanism with controlled reduced contact or contactless transmission, characterised by that it includes preparing or modifying at least one pair of opposite surfaces, referred to as interacting surfaces, of the same component or a pair of opposite components of a clock mechanism, wherein one of said surfaces actuates the other surface or rests

on the other surface, using surface or volumetric processing of at least one of said opposite surfaces which form said pair in order to endow it with an electric charge property such that said surface repels the other opposite surface of said pair when approaching each other.

EFFECT: reduced friction and longer service life of the transmission mechanism.

19 cl

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу осуществления управляемой контактной или с пониженным контактом передачи или бесконтактной передачи в часовом механизме.

5 Настоящее изобретение также касается часового механизма, включающего в себя по меньшей мере одну пару компонентов, выполненных или модифицированных с применением данного способа.

Уровень техники

10 Настоящее изобретение относится к области часового производства и, в частности, к области механических часовых механизмов.

Трение между компонентами часового механизма оказывает непосредственное влияние на размеры, функционирование, эксплуатационные качества, постоянство хода и срок службы часового механизма.

15 Трение приводит, прежде всего, к снижению КПД, что выливается в необходимость иметь не только более габаритные средства накопления энергии, такие как ходовые пружины и т.п., но и средства передачи этой энергии внутри самого механизма. Это приводит к более крупным размерам деталей и диаметрам, чем это необходимо для работы часов. Естественно, чем больше сила трения, тем больше это влияет на автономность часов и тем меньше будет запас энергии.

20 Все компоненты, подверженные трению, воздействию ударных нагрузок или высокому контактному давлению, изнашиваются. Износ является рекуррентной проблемой, которая в долгосрочной перспективе приводит к ухудшению качества работы механизма, в частности в смысле изохронизма. Хотя износ характерен для всех движущихся частей механизма, в основном он касается управляющего механизма и

25 регулирующих элементов, зубчатых венцов колес и шестерен, осей и точек вращения.

Известным способом минимизации трения является соответствующая поверхностная обработка. Действительно, в часовом деле возможность использования смазки очень ограничена и не может быть оптимально использована в длительной перспективе.

30 Возможна также минимизация любого текущего контакта либо путем исключения контакта, либо уменьшения его длительности, либо уменьшения давления в месте контакта.

Предпринимались попытки исключить любой контакт при передаче энергии с использованием решений на базе магнитов, используя осевой привод первого ведомого приемного колеса или шестерни, имеющего намагниченные поверхности, от второго

35 ведущего передающего колеса или шестерни, приводимого в действие источником энергии и также имеющего намагниченные поверхности, при этом первое и второе колесные или шестеренчатые устройства сближаются друг с другом либо в сопредельных плоскостях, как это раскрыто в патенте Канады №2006 1011 2953.2 изобретателя Ли Лингкуан (Li Lingqun), либо по существу тангенциально, как описано в этом же

40 документе, либо даже в соответствии с еще более сложной спиральной геометрией, как это описано в патенте Японии №0130 332 фирмы-патентовладельца «Шуи Инжиниринг К<sup>о</sup>, лтд» (Shoei Engineering Co Ltd).

Комбинация зубчатых венцов и намагниченных поверхностей для целей передачи усилия или для станков с электромеханическим приводом описана в патенте

45 Великобритании №2397180 изобретателя Ньюман (Newman) и в патенте Канады №2 446 326 изобретателя Кьян Хуи (Qian Hui). В последнем документе каждый зуб колеса содержит на каждой стороне радиальной линии два сектора различной поляризации, которые расположены в направлении, противоположном аналогичным секторам той

же поляризации противостоящего колеса, с которым взаимодействует зубчатый венец.

Что касается подшипников, то из патента Канады №2041825 фирмы-патентовладельца «Нантонг Индастри энд Коммерс» (Nantong Industry and Commerce) известны радиальные подшипники с магнитным подвешиванием, или из патента Японии №7 325 165 патентовладельца Сейкоша КК (Seikosha KK) известны как осевые, так и радиальные подшипники с магнитным подвешиванием.

С семнадцатого века, например, благодаря достижениям Адама Кочански (Adam Kochanski) в часовой отрасли хорошо известны магнитные упоры для ограничения хода баланса, делающие пружину баланса излишней.

Однако в этих различных подходах использование массивных твердотельных магнитов требует существенного пространства и усложняет изготовление каждого компонента.

#### Сущность изобретения

Цель настоящего изобретения - устранить все или часть вышеуказанных недостатков путем предложения способа изготовления компонентов часового механизма или модификации таких компонентов, позволяющего понизить или исключить любой контакт между противостоящими деталями, в то же время обеспечивая их работу.

Исходя из этого, настоящее изобретение касается способа обеспечения контролируемой или с пониженным контактом, или бесконтактной передачи в часовом механизме, характеризующегося тем, что по меньшей мере одна пара противостоящих поверхностей, называемая взаимодействующими поверхностями, одного и того же компонента или пары взаимодействующих компонентов упомянутого часового механизма, в котором одна из упомянутых поверхностей приводит в действие другую или упирается в другую поверхность, изготовлена или модифицирована путем применения поверхностной или объемной обработки по меньшей мере одной из упомянутых взаимодействующих поверхностей, образующих упомянутую пару, для наделения ее электростатическим и (или) магнитным зарядом, чтобы упомянутая поверхность стремилась оттолкнуть противостоящую поверхность упомянутой пары, когда их сближают друг с другом.

В соответствии с одной из особенностей настоящего изобретения по меньшей мере одна упомянутая пара противостоящих взаимодействующих поверхностей одного и того же компонента или пары взаимодействующих компонентов изготовлена или модифицирована путем применения поверхностной или объемной обработки для наделения упомянутых противостоящих взаимодействующих поверхностей электростатическим и (или) магнитным зарядом одинаковой поляризации и (или) намагниченности, чтобы упомянутые противостоящие поверхности стремились оттолкнуть друг друга, когда их сближают друг с другом.

В соответствии с одной из особенностей настоящего изобретения, когда изготавливают или модифицируют упомянутую пару противостоящих поверхностей, то каждую из упомянутых противостоящих взаимодействующих поверхностей подвергают поверхностной или объемной обработке.

В соответствии с одной из особенностей настоящего изобретения, во время упомянутой поверхностной обработки поверхность покрывают, по меньшей мере, одним тонким слоем, называемым активационным слоем, электрически или магнитно заряженных частиц той же полярности или соответственно той же намагниченности, что и у другой поверхности, так что упомянутые противостоящие взаимодействующие поверхности стремятся оттолкнуть друг друга при их приближении друг к другу, или создают по меньшей мере один такой тонкий активированный слой.

В соответствии с другой особенностью настоящего изобретения упомянутая поверхностная или объемная обработка заключается в создании или осаждении на каждую из противостоящих взаимодействующих поверхностей множества тонких слоев электрически или магнитно заряженных частиц одинаковой поляризации или соответственно намагниченности в парах, чтобы упомянутые противостоящие взаимодействующие поверхности стремились оттолкнуть друг друга, когда их сближают друг с другом.

Преимущественно в соответствии с данным способом любое трение между компонентами, формирующими пару противостоящих поверхностей, которые взаимодействуют друг с другом, уменьшается или исключается, по меньшей мере, на одной взаимодействующей поверхности одного компонента и, по меньшей мере, на одной противостоящей взаимодействующей поверхности другого компонента.

В соответствии с одной из особенностей настоящего изобретения упомянутый тонкий слой является электретыным слоем, способным генерировать поверхностный заряд плотностью от 0,1 до 50 мКл/м<sup>2</sup>.

В соответствии с одной из особенностей настоящего изобретения упомянутая поверхностная или объемная обработка заключается в создании или осаждении на упомянутой взаимодействующей поверхности или на упомянутой противостоящей взаимодействующей поверхности, по меньшей мере, одного тонкого магнитоактивного слоя, имеющего остаточное магнитное поле  $B_r$ , большее или равное 1 Тл, и коэрцитивную силу  $H_c$ , большую или равную 100 кА/м.

В соответствии с другой особенностью настоящего изобретения упомянутый тонкий слой включает в себя, по меньшей мере, одну фторополимерную пленку.

В соответствии с еще одной особенностью настоящего изобретения толщина упомянутого тонкого слоя меньше или равна 20 мкм.

Настоящее изобретение также касается часового механизма, включающего в себя, по меньшей мере, одну пару противостоящих компонентов, один из которых приводит в действие другой компонент или упирается в него, упомянутую пару, изготовленную или модифицированную с применением настоящего способа.

Настоящее изобретение позволяет сохранять размеры каждого компонента, т.к. толщина тонкого слоя достаточно мала и не влияет на кинематику.

Комбинация конкретного расположения противостоящих поверхностей для контроля их трения либо путем отталкивания, либо путем притяжения между ними с трибологическим слоем обеспечивает хороший контроль трения и кпд механизма и минимальный износ.

Прочие свойства и преимущества становятся очевидными из нижеследующего описания, приведенного в качестве иллюстрации и не имеющего ограничительного характера.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления

Настоящее изобретение касается сферы часового производства и, в частности, механических часовых механизмов.

Отсюда настоящее изобретение касается способа осуществления передачи в часовом механизме с контролируемым контактом, в частности с пониженным контактом или бесконтактной передачи.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения по меньшей мере одна пара противостоящих поверхностей, называемых взаимодействующими поверхностями, одного и того же компонента или пары противостоящих компонентов упомянутого часового механизма, в котором одна из

упомянутых поверхностей приводит в действие другую или упирается в нее, изготовлена или модифицирована путем поверхностной или объемной обработки по меньшей мере одной из упомянутых противостоящих поверхностей, образующих упомянутую пару, для наделения ее электростатическим и (или) магнитным зарядом, чтобы упомянутая  
5 поверхность стремилась оттолкнуть другую противостоящую поверхность упомянутой пары, когда их сближают друг с другом.

В конкретном варианте осуществления настоящего изобретения по меньшей мере одна упомянутая пара противостоящих взаимодействующих поверхностей одного и того же компонента или пары противостоящих компонентов изготовлена или  
10 модифицирована путем поверхностной или объемной обработки, наделяющей упомянутые противостоящие взаимодействующие поверхности электростатическим и (или) магнитным зарядом одинаковой поляризации и (или) намагнитченности, чтобы упомянутые противостоящие взаимодействующие поверхности стремились оттолкнуть друг друга, когда их сближают друг с другом.

В результате осуществления данного способа трение между компонентами, образующими данную пару противостоящих компонентов, снижается или исключается. Такие компоненты взаимодействуют друг с другом посредством по меньшей мере одной взаимодействующей поверхности одного компонента и по меньшей мере одной противостоящей взаимодействующей поверхности другого компонента.

Короче говоря, такая пара противостоящих компонентов защищена за счет снижения трения, как и весь часовой механизм.

Данный способ применим либо при изготовлении компонентов, либо при модификации компонентов. Термин «изготовление» в дальнейшем будет использован для обозначения обоих случаев.

Например, в предпочтительных и не имеющих ограничительного характера применениях пары противостоящих взаимодействующих поверхностей могут состоять из:

- двух зубчатых колес;
- двух кулачков;
- 30 - одного кулачка и одного рычага;
- двух рычагов;
- одной оси или штока и одной точки вращения;
- анкерных и анкерного колеса;
- анкерной вилки и балансного колесика;
- 35 - зубчатого колеса и язычка;
- сердечка и молотка;
- двух следующих друг за другом катушек одной и той же пружины, в частности волосковой пружины или балансной пружины;
- храпового колеса и фиксатора.

В соответствии с особенностью настоящего изобретения предпочтительно, чтобы при изготовлении или модификации пары противостоящих поверхностей каждая из противостоящих взаимодействующих поверхностей подвергалась поверхностной или объемной обработке.

Когда такая пара противостоящих поверхностей подвергается поверхностной  
45 обработке, каждую из противостоящих поверхностей покрывают по меньшей мере одним тонким слоем, называемым активационным слоем, электрически или магнитно заряженных частиц одинаковой поляризации или соответственно одинаковой намагнитченности, что и другая поверхность, чтобы эти противостоящие

взаимодействующие поверхности стремились оттолкнуть друг друга, когда их сближают друг с другом, или создают по меньшей мере один такой активационный слой.

Когда такая пара противостоящих поверхностей подвергается объемной обработке, электризации и (или) намагничиванию подвергают часть конструкции каждого затронутого компонента по меньшей мере с одним тонким слоем, называемым активационным слоем, включающим в себя после упомянутой обработки электрически или магнитно заряженные частицы одинаковой поляризации или соответственно одинаковой намагниченности, что и другая поверхность, чтобы эти противостоящие взаимодействующие поверхности стремились оттолкнуть друг друга, когда их сближают друг с другом, или по меньшей мере создают один такой активированный слой.

Естественно, в соответствии с настоящим изобретением одна из противостоящих поверхностей может быть подвергнута поверхностной обработке, в то время как другая противостоящая поверхность может быть подвергнута объемной обработке, или обе противостоящие поверхности могут быть подвергнуты поверхностной обработке или обе противостоящие поверхности могут быть подвергнуты объемной обработке.

Идея заряженных частиц также применима к выращиванию кристаллов, состоящих по меньшей мере из двух элементов, которые заряжают не отдельно, а в момент роста кристалла. Она также применима к осаждению заряженных частиц с термической активацией или фиксацией.

Такой активационный слой может быть уже активным, таким, в частности, как намагниченный слой, или активируемым, т.е. активным после создания или осаждения, в частности, как это имеет место у электретов, как будет показано ниже.

В частности, такая поверхностная обработка заключается в создании или осаждении на каждую их противостоящих взаимодействующих поверхностей множества тонких слоев электрически и/или магнитно-заряженных частиц с одинаковой поляризацией или соответственно с одинаковой намагниченностью в парах, чтобы такие противостоящие взаимодействующие поверхности стремились отталкивать друг друга, когда их сближают друг с другом.

В частности, аналогичным образом, объемная обработка заключается в создании таких тонких слоев по всему компоненту. Такая объемная обработка заключается в электризации и/или намагничивании части конструкции каждого затронутого компонента с множеством тонких слоев, включающих в себя после упомянутой обработки электрически и/или магнитно-заряженные частицы одинаковой поляризации или соответственно одинаковой намагниченности в парах, чтобы эти упомянутые противостоящие взаимодействующие поверхности стремились отталкивать друг друга, когда их сближают друг с другом.

Хотя предпочтительный вариант осуществления настоящего изобретения заключается в поверхностной обработке всех или части противостоящих взаимодействующих поверхностей, ясно, что объемная обработка может также обеспечить достижение желаемого результата. Однако объемная обработка не всегда возможна из-за нежелательного воздействия на другие компоненты часового механизма, поэтому в настоящем документе чаще рассматривается поверхностная обработка. Такая поверхностная обработка может касаться одного или нескольких периферических слоев затрагиваемого компонента. Многослойная обработка может обеспечить создание более гомогенного усилия, которое более стабильно во времени и меньше зависит от мелких локальных неоднородностей плотности заряда или намагниченности.

Отсюда понятно, что хотя слой, считающийся тонким, и является предпочтительным решением, т.к. он непосредственно совместим с имеющимися компонентами с их

допустимыми зазорами, такой тонкий слой является предпочтительным решением, но не единственным, которое может быть использовано для осуществления настоящего способа.

В зависимости от способа обработки тонкий слой является электрически заряженным слоем, подверженным воздействию силы электрического кулоновского взаимодействия, и поэтому называется электретом, или тонким намагниченным слоем, подверженным воздействию магнитной силы, или тонким слоем, заряженным как электрически, так и магнитно. Когда тонкий слой намагничен, это предпочтительно делается в виде твердого магнитного материала, такого как неодим-ферробор и т.п. «Намагниченность» означает магнитный диполь, который не выглядит как точка, хотя и может иметь небольшие размеры.

При осуществлении настоящего изобретения по меньшей мере один тонкий слой этого типа активируют таким образом, чтобы придать ему требуемую поляризацию или намагниченность. В случае электрета слой или компонент электризуют в сильном электрическом поле, возможно в комбинации с термической обработкой и/или в контакте с жидкостью.

Что касается магнитных слоев, то некоторые из них уже поляризованы в конце метода осаждения на взаимодействующие поверхности, а другие необходимо поляризовать после окончания метода. Один из конкретных способов поляризации заключается в обработке компонента лазерным излучением, которое создает возмущающее воздействие, позволяющее легко ориентировать зерна под воздействием внешнего магнитного поля.

В конкретном варианте осуществления по меньшей мере один тонкий слой такого типа активируют после осаждения на взаимодействующую поверхность, чтобы добиться нужной поляризации или намагниченности.

Что касается такой активации, то специалисты в данной области техники могут обратиться к теории датчиков, активирующих веществ, магнитных дисков или производства антенн, где используют тонкие слои, и их обработка является предметом публикаций, которые непосредственно применимы в настоящем способе.

Для электрически заряженных тонких слоев или электретов можно привести следующие статьи, в частности, касающиеся активирования типа «Корона» (Corona):

- «Non-contact electrostatic micro-bearing using polymer electret», by Messrs. Yukinori Tsurumi, Yuji Suzuki and Nobuhide Kasagi, Department of Mechanical Engineering, The University of Tokyo, published in "Proc" IEEE Int. Conf. MEMS 2008, Tucson, 2008, pp 511-514;
- «Low-resonant-frequency micro electret generator for energy harvesting application)), by Messrs. M. Edamoto, Y. Suzuki, N. Kasagi, Department of Mechanical Engineering, The University of Tokyo, Messrs. K. Kashiwagi, Y. Morizawa, Research Centre, Asahi Glass Corporation, Kanagawa, Messrs. T. Yokohama, T. Seki, and M. Oba, Core Technology Centre, Omron Corporation, Kyoto, published under reference «978-1-4244-2978-3/09 ©2009 IEEE, pp 1059-1062»;
- «A 2D electret-based resonant micro energy harvester)), by Messrs. U. Bartsch, J. Gaspar, and O. Paul, Department of Microsystems Engineering (IMTEK), University of Freiburg Germany, published under reference «978-1-4244-2978-3/09 ©2009 IEEE, pp 1043-1046».

Для намагниченных тонких слоев можно привести следующие статьи:

- «High performance thin film magnets», by Messrs. S. Fahler, V. Neu, M. Weisheit, U. Hannemann, S. Leinert, A. Singh, A. Kwon, S. Melcher, B. Holzapfel, and L. Schultz, IFW Dresden, published under reference «18<sup>th</sup> Workshop on High Performance Magnets and their

Applications, Annecy France 2004, pp 566-576»;

- «Exchange coupled nanocomposite hard magnetic alloys», by Messrs. I. Betancourt and H.A. Davies, Department of Engineering Materials, University of Sheffield UK, published under reference ((Materials Science and Technology, 2010, Vol 26, No 1, pp 5-19, © 2010 Institute of

5

Materials, Minerals and Mining)).  
Предпочтительно, в первом варианте осуществления, где тонкий слой электрета заряжен электрически (путем имплантации ионов или электронов, способом «Корона», путем контакта с жидкостью или иным способом), такой тонкий слой наносят для создания поверхностной плотности заряда порядка  $10 \text{ мКл/м}^2$ , преимущественно в

10

диапазоне от  $0,1$  до  $50 \text{ мКл/м}^2$ , и с такой плотностью  $10 \text{ мКл/м}^2$  получают, например, электростатическую силу, большую и равную  $10 \text{ мкН/мм}^2$ , на расстоянии, большем или равном  $100 \text{ мкм}$ .

В случае электрета активационный слой электрически поляризован и может быть сформирован из  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{As}_2\text{S}_3$ , полимеров, таких как полиэтилентерефталат,

15

фторированные полимеры типа тефлона, «СУТОР®» производства компании «Асаши Гласе®» (Asahi Glass®), парилен «НТ®» производства компании «Спешиэлити Коатинг Системе» (Speciality Coating Systems). Парилен может быть осажден, чтобы он соответствовал форме поверхности, при температуре окружающей среды или т.п.

20

В конкретном варианте осуществления по меньшей мере один тонкий слой представлен слоем  $\text{SiO}_2$  электрета на кремниевой основе.

Слой  $\text{SiO}_2$  может быть создан путем окисления кремния в печи с кислородной атмосферой или путем осаждения.

25

Заряженный активационный слой может, в зависимости от обстоятельств, быть либо окружен двумя металлическими слоями, каждый толщиной от  $10$  до  $1000 \text{ нм}$ , либо расположен по периферии компонента поверх одного металлического слоя, имеющего толщину от  $10$  до  $1000 \text{ нм}$ , при этом общая толщина активационного слоя и металлического слоя (слоев) в обоих случаях должна быть предпочтительно менее  $20 \text{ мкм}$ . Сам компонент может быть также электропроводящим.

30

Электростатический заряд может также передаваться слою поликристаллического кремния, сформированному в изоляторе, таком как  $\text{SiO}_2$ , таким же образом, как это делают для электронной памяти EEPROM. Островки произвольного размера могут быть сформированы способом фотолитографии, используемым в микроэлектронике,

35

и т.п.  
Во втором варианте осуществления настоящего изобретения, в котором тонкий слой намагничен, поверхностная или объемная обработка предпочтительно заключатся в создании или осаждении на взаимодействующую поверхность и/или противостоящую взаимодействующую поверхность, а предпочтительно на обе поверхности по меньшей мере одного магнитно-активного тонкого слоя, имеющего остаточное магнитное поле  $B_r$  порядка  $1 \text{ Тл}$ , существенно большее или равное  $1 \text{ Тл}$ , и коэрцитивную силу  $H_c$  в несколько сотен  $\text{кА/м}$ , существенно большую или равную  $100 \text{ кА/м}$ .

40

Поляризацию, в зависимости от конкретного случая, выполняют либо параллельно плоскости, либо перпендикулярно плоскости. Тангенциальный крутящий момент создает эффект отталкивания или, наоборот, притяжения, что и используется при осуществлении настоящего изобретения. Для поляризации, перпендикулярной плоскости, происходит отталкивание, если магниты являются противоположными магнитами, и притяжение в противоположном случае. Для поляризации, параллельной плоскости, происходит

45

отталкивание, если магниты расположены в одном направлении, или притяжение, если они расположены в противоположных направлениях.

В случае использования магнитов слой может быть сформирован из магнитного материала, такого как FePt, и/или CoPt, и/или SmCo, и/или NFeB, которые могут быть  
5 осаждены как они есть, или в поле, или затем поляризованы, а именно способом электролитического осаждения, физического осаждения (ионного распыления в трехэлектродной вакуумной установке, с помощью импульсного лазера или другим методом) или другим способом, и либо намагничены прямо в процессе осаждения, либо  
10 затем намагничены, например, путем термического отжига или в подполе лазерного луча или другим способом. Поляризация может осуществляться, главным образом, в плоскости слоя или перпендикулярно плоскости слоя.

В третьем варианте осуществления, более сложном в осуществлении, тонкий слой может быть заряжен как электрически, так и магнитно.

Активационный слой или электрически и/или магнитно активированный слой может,  
15 в преимущественном варианте осуществления, быть покрыт трибологическим слоем. Такой вариант бывает полезен, когда контакт не исключают полностью, но осуществляют при очень низком уровне контактного усилия. В частности, в случае анкерного механизма часов данный подход существенно улучшает КПД анкерного механизма по сравнению с обычными вариантами осуществления за счет уменьшения  
20 трения. Например, анкерный механизм со слоем оксида кремния, покрытый материалом, имеющим подходящие трибологические свойства, таким как алмазоподобное углеродное покрытие, имеет вполне удовлетворительные характеристики и увеличенный КПД.

Глубина, на которой находится электрически или магнитно активированный слой, самый крайний на одной из взаимодействующих поверхностей, предпочтительно мала,  
25 типично составляет от 0,1 до 5 мкм, чтобы усилие было эффективно, но глубина должна быть достаточна и для того, чтобы трибологический слой выдерживал естественный износ.

Толщина этого тонкого слоя составляет менее 100 мкм, предпочтительно от 0,1 до 20 мкм. Естественно, что общая толщина тонких слоев между двумя противостоящими  
30 компонентами должна быть совместимой с кинематикой и не превышать рабочих зазоров между ними, предпочтительно составлять меньше половины величины такого зазора в самых неблагоприятных условиях.

Площадь поверхности слоя естественно зависит от компонента, который подвергается обработке, и от типа осаждения. В соответствии с конкретным случаем, слой может  
35 быть преимущественно разделен на островки. Например, для сформированной системы поликристаллического кремния имеет смысл разнести источники зарядов, формируемые островками поликристаллического кремния, в поперечном направлении, чтобы улучшить КПД, в случае, если часть источников потеряют заряд. При применении в часовых механизмах наибольший размер площади поверхности активационного слоя  
40 или, если слой разделен на островки, то наибольший размер островков предпочтительно составляет от 0,01 до 1 мм. Действительно, размеры островка в пределах от 0,01 мм до нескольких миллиметров обычно бывают достаточны, при условии, конечно, что сила отталкивания пропорциональна затрагиваемой площади поверхности.

Основным материалом компонента, на который наносят наэлектризованный и/или  
45 намагниченный слой, по-возможности, защищаемый периферическим трибологическим слоем, для часовых механизмов может быть один из материалов, используемых или разработанных для часовой промышленности: монокристаллический кремний, монокристаллический кварц, поликристаллический кремний, металлы, сплавы металлов,

керамика, пластмассы, стекло, аморфные материалы, аморфный металл, или из материала, получаемого с использованием процесса LIGA (литографии, гальваностегии, формовки). Этот список может быть продолжен.

5 Тонкий слой может быть нанесен на компонент локально, например, в случае электрета, чтобы увеличить срок службы изделия.

Сила магнитного отталкивания может также возникать, если один из двух противостоящих компонентов находится в диамагнитном состоянии и только другой из двух противостоящих компонентов имеет по меньшей мере один намагниченный слой. Таким образом, способ обеспечения передачи с пониженным контактом или 10 бесконтактной передачи характеризуется тем, что по меньшей мере одну пару противостоящих поверхностей упомянутого часового механизма, одна из которых приводит в действие другую или упирается в нее, изготавливают или модифицируют путем поверхностной или объемной обработки, наделяющей одну из противостоящих взаимодействующих поверхностей магнитным зарядом, в то время как вторая из 15 упомянутых противостоящих поверхностей находится в диамагнитном состоянии, так что упомянутые противостоящие компоненты стремятся оттолкнуть друг друга, когда их сближают друг с другом.

В конкретном варианте осуществления слой поликристаллического кремния, сформированный в оксиде, заряжают подобно электронной памяти типа EEPROM.

20 Несмотря на то что настоящее изобретение предпочтительно задумывалось для использования в паре противостоящих компонентов, оно также применимо в части природы обработки с использованием тонкого электризованного или намагниченного слоя для отдельного изолированного компонента, который взаимодействует с 25 противостоящей деталью, не подвергавшейся такой же обработке с нанесением тонкого наэлектризованного или намагниченного слоя, но которая, более традиционно, подверглась объемной электризации, или через нее протекает электрический ток, или которая подверглась объемному намагничиванию, или которая находится под воздействием магнитного поля, создаваемого магнитом или электрическим током.

Например, такой случай может относиться более конкретно к оси или валу, к 30 которому применяют способ обработки с использованием наэлектризованного или намагниченного тонкого слоя в соответствии с настоящим изобретением, и который взаимодействует с массивной твердотельной деталью, такой как пластина или мост, подвергшейся воздействию электрического потенциала и/или намагничиванию. В часовом механизме, содержащем большое количество компонентов, чувствительных 35 к магнитным полям, которые мешают частоте и регулярности хода часового механизма, предпочтительно придать твердотельной детали скорее электрическую полярность, чем магнитную, и таким образом выбрать для затрагиваемой оси или вала обработку путем создания тонкого наэлектризованного слоя.

40 Применение настоящего изобретения к парам вал-отверстие, в частности, полезно, так как позволяет либо пренебрегать точками вращения, либо делать их меньшего размера благодаря очень незначительным остаточным контактным усилиям, обеспечиваемым настоящим изобретением. Многочисленные часовые механизмы, включающие в себя глухую или сквозную механическую обработку компонентов, выполненных из электромагнитного материала, могут преимущественно быть 45 модифицированы без изменения их размеров и поляризованы и (или) намагничены таким образом, чтобы отталкивать валы той же поляризации или намагниченности на конце вала как в радиальном, так и в осевом направлении, что означает, что вал может удерживаться в подвешенном состоянии в своем отверстии.

Преимущественно компонент или пару компонентов, содержащих противостоящие поверхности, выполняют из поддающегося микромеханической обработке материала, получаемого с использованием технологии микроэлектромеханических систем (MEMS), или из кремния, или кварца, или из материала, получаемого с использованием процесса LIGA (литографии, гальваностегии, формовки). Действительно, использование этих материалов приветствуется, т.к. их инерция ниже, чем у стали или других сплавов, и более того, эти материалы-основы особенно подходят для нанесения тонких слоев в соответствии с настоящим изобретением.

В преимущественном варианте, микромагниты выполняют способом фотолитографии или в пределах конструкции, выполненной способом фотолитографии.

В частности, по меньшей мере одну пару противостоящих взаимодействующих поверхностей одного и того же компонента или пару противостоящих компонентов модифицируют или изготавливают путем применения поверхностной обработки на толщину, меньшую или равную 20 мкм.

Настоящее изобретение также относится к часовому механизму, включающему в себя по меньшей мере одну пару противостоящих компонентов, один из которых приводит в действие другой или опирается в него, упомянутая пара изготовлена или модифицирована с использованием данного способа.

Настоящее изобретение делает возможным сохранение первоначальных размеров каждого компонента, если толщина тонкого слоя исключительно мала, предпочтительно намного меньше значения рабочего зазора между поверхностями противостоящих компонентов. Осуществление настоящего изобретения улучшает общий КПД часового механизма и также позволяет увеличить запас энергии в часовом механизме или уменьшить размер пружинного барабана или средства хранения энергии, чтобы получить более компактный часовой механизм, в частности, для женских часов.

Ясно, что в зависимости от размеров тонких слоев и в соответствии с уровнем их электрической или магнитной активации передача усилия в часовом механизме в каждой паре противостоящих компонентов может быть обеспечена либо действительно без контакта, что является идеальным случаем, либо со значительно минимизированным контактом по сравнению с таким же часовым механизмом, с той же кинематикой, но к которому не применялся способ настоящего изобретения. Во всех случаях результатом настоящего изобретения является существенное снижение трения, потребления энергии и уменьшение износа.

Явление отталкивания между компонентами также позволяет поглощать некоторые удары или толчки, что также приводит к меньшему износу и повышению долговечности часового механизма и, прежде всего, к адекватному функционированию во времени.

Естественно, описанные выше свойства применимы для решения обратной проблемы, когда желательно притягивать друг к другу противостоящие поверхности.

В частности, механические зазоры в передачах или подобных механизмах могут быть выбраны путем организации притяжения друг к другу противостоящих поверхностей.

Такой подход может быть полезным там, где работа механизма требует удара, например, молотка по сердечку, прыгуна на зубчатом колесе или на диске дат, или в ударном механизме или тому подобном, и где после упомянутого удара сила притяжения, создаваемая электретом или намагниченными поверхностями возвращает затронутые компоненты в их позицию, в частности, без какого-либо зазора. Таким образом, применения касаются, без каких-либо ограничений, контроля зазоров и сил трения в некоторых механизмах.

Отсюда ясно, что настоящее изобретение позволяет управлять силой трения как в смысле уменьшения или исключения упомянутых сил, так и в смысле их стабилизации или увеличения.

Конечно, настоящее изобретение не ограничивается приведенными примерами, но может быть осуществлено в различных вариантах или модификациях, очевидных для специалиста в данной области техники.

#### Формула изобретения

1. Способ передачи усилия в часовом механизме с управляемым или пониженным контактом или с бесконтактной передачей, характеризующийся тем, что изготавливают или модифицируют по меньшей мере одну пару противостоящих поверхностей, называемых взаимодействующими поверхностями, одного и того же компонента или пары противостоящих компонентов часового механизма, в котором одна из указанных поверхностей приводит в действие другую поверхность или упирается в другую поверхность, с применением поверхностной или объемной обработки по меньшей мере одной из указанных противостоящих поверхностей, формирующих указанную пару, с тем чтобы придать ей свойство электрического заряда таким образом, чтобы указанная поверхность отталкивала другую указанную противостоящую поверхность указанной пары, когда их сближают друг с другом.

2. Способ по п.1, характеризующийся тем, что изготавливают или модифицируют по меньшей мере одну указанную пару противостоящих взаимодействующих поверхностей одного и того же компонента или пару противостоящих компонентов часового механизма с применением поверхностной или объемной обработки, с тем чтобы придать противостоящим взаимодействующим поверхностям свойство электрического заряда одинаковой поляризации, таким образом, чтобы упомянутые противостоящие поверхности отталкивались друг от друга, когда их сближают друг с другом.

3. Способ по п.1, характеризующийся тем, что когда пару противостоящих поверхностей изготавливают или модифицируют, каждую из противостоящих взаимодействующих поверхностей подвергают поверхностной или объемной обработке.

4. Способ по п.3, характеризующийся тем, что когда пару противостоящих поверхностей подвергают поверхностной обработке, каждую из противостоящих поверхностей покрывают по меньшей мере одним тонким слоем, называемым активационным слоем, электрически заряженных частиц с одной и той же поляризацией, с тем чтобы противостоящие взаимодействующие поверхности отталкивались, когда их сближают друг с другом, или создают по меньшей мере один такой тонкий активационный слой.

5. Способ по п.3, характеризующийся тем, что когда пару противостоящих поверхностей подвергают объемной обработке, часть конструкции каждого обрабатываемого компонента электризуют и/или намагничивают по меньшей мере на одном тонком слое, называемом активационным слоем, чтобы после обработки слой содержал электрически или магнитно заряженные частицы той же поляризации или соответственно той же намагниченности, что и у другой поверхности, так чтобы противостоящие взаимодействующие поверхности отталкивались друг от друга, когда их сближают друг с другом, или создают по меньшей мере один такой тонкий активационный слой.

6. Способ по п.3, характеризующийся тем, что одну из противостоящих поверхностей подвергают поверхностной обработке, а другую противостоящую поверхность

подвергают объемной обработке.

7. Способ по п.1, характеризующийся тем, что поверхностная обработка заключается в создании или осаждении на каждую из указанных противостоящих взаимодействующих поверхностей множества тонких слоев электрически заряженных частиц одной и той же поляризации так, чтобы противостоящие взаимодействующие поверхности отталкивались друг от друга, когда их сближают.

8. Способ по п.1, характеризующийся тем, что упомянутая объемная обработка заключается в электризации части конструкции каждого соответствующего компонента с множеством тонких слоев, чтобы после такой обработки слои содержали электрически заряженные частицы одинаковой поляризации, так чтобы противостоящие взаимодействующие поверхности отталкивались друг от друга, когда их сближают.

9. Способ по п.1, характеризующийся тем, что по меньшей мере одна из указанных противостоящих поверхностей включает в себя по меньшей мере один тонкий слой электрически заряженных частиц, называемый активационным слоем, при этом по меньшей мере один указанный тонкий слой активируют после осаждения на взаимодействующую поверхность для придания ей требуемой поляризации.

10. Способ по любому из предыдущих пунктов, характеризующийся тем, что по меньшей мере одна из противостоящих поверхностей включает в себя по меньшей мере один тонкий слой электрически или магнитно заряженных частиц, называемый активационным слоем, при этом по меньшей мере один указанный тонкий слой является  $\text{SiO}_2$  электретом на основе кремния.

11. Способ по п.1, характеризующийся тем, что по меньшей мере одна из противостоящих поверхностей включает в себя по меньшей мере один тонкий слой электрически заряженных частиц, называемый активационным слоем, при этом указанный наэлектризованный активационный слой, самый верхний на одной из указанных взаимодействующих поверхностей, расположен на глубине от 0,1 до 5 мкм под трибологическим поверхностным слоем.

12. Способ по п.1, характеризующийся тем, что по меньшей мере одна из противостоящих поверхностей включает в себя по меньшей мере один тонкий слой электрически заряженных частиц, называемый активационным слоем, при этом наибольший размер площади поверхности упомянутого активационного слоя или, если упомянутый слой разбит на островки, наибольший размер упомянутых островков составляет от 0,01 мм до 1 мм.

13. Способ по п.1, характеризующийся тем, что по меньшей мере одна из противостоящих поверхностей включает в себя по меньшей мере один тонкий слой электрически заряженных частиц, называемый активационным слоем, при этом толщина по меньшей мере одного упомянутого тонкого слоя меньше или равна 20 мкм.

14. Способ по п.1, характеризующийся тем, что по меньшей мере одна из противостоящих поверхностей включает в себя по меньшей мере один тонкий слой электрически заряженных частиц, называемый активационным слоем, при этом по меньшей мере один упомянутый тонкий слой структурирован и активирован посредством электризации в электрическом поле, или путем имплантации ионов или электронов, или методом «Корона» (Corona), с тем чтобы создать поверхностную плотность заряда от 0,1 до 50 мКл/м<sup>2</sup>.

15. Способ по п.1, характеризующийся тем, что по меньшей мере одна из противостоящих поверхностей включает в себя по меньшей мере один тонкий слой электрически заряженных частиц, называемый активационным слоем, при этом

упомянутый активационный слой электризован и выполнен из  $\text{SiO}_2$  или  $\text{As}_2\text{S}_3$ , или из фторированных полимеров, или из тефлона, или из «СУТОР®», или из парилена «НТ®».

16. Способ по п.1, характеризующийся тем, что по меньшей мере одна из противостоящих поверхностей включает в себя по меньшей мере один тонкий слой электрически заряженных частиц, называемый активационным слоем, при этом по меньшей мере один упомянутый активационный слой электризован, и электростатический заряд находится в слое поликристаллического кремния, сформированном в изоляторе или  $\text{SiO}_2$  фотолитографическим способом в виде островков произвольного размера.

17. Способ по п.1, характеризующийся тем, что упомянутый компонент или упомянутая пара компонентов, содержащих упомянутые противостоящие поверхности, изготовлены из поддающегося микромеханической обработке материала, получаемого с использованием технологии микроэлектромеханических систем (MEMS) или из монокристаллического кремния или монокристаллического кварца, или из поликристаллического кремния, или из материала, получаемого с использованием процесса LIGA (литографии, гальваностегии, формовки).

18. Способ по п.1, характеризующийся тем, что по меньшей мере одну упомянутую пару противостоящих взаимодействующих поверхностей одного и того же компонента или пары противостоящих компонентов модифицируют или изготавливают с применением поверхностной обработки на толщину, меньшую или равную 20 мкм.

19. Часовой механизм, включающий в себя по меньшей мере одну пару противостоящих компонентов, один из которых приводит в действие другой, или поддерживается им, причем упомянутая пара изготовлена или модифицирована с применением способа по любому из пп.1-18.