

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 6918

(13) U

(46) 2010.12.30

(51) МПК (2009)

H 01H 59/00

## (54) МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ РЕЛЕ

(21) Номер заявки: u 20100519

(22) 2010.06.03

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого" (ВУ)

(72) Автор: Комнатный Дмитрий Викторович (ВУ)

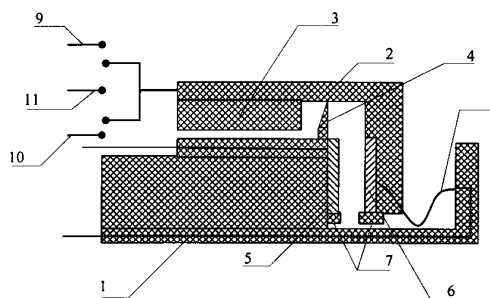
(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого" (ВУ)

(57)

Микроэлектромеханическое электростатическое реле, содержащее деталь для монтажа реле, якорь, электростатический привод, с подвижной обкладкой, изготовленной из проводящего материала, и неподвижной обкладкой, размещенной на детали для монтажа, проводящий элемент для подачи управляющего напряжения, контактную группу, включающую фронтовой и общий контакты, отличающееся тем, что якорь выполнен Г-образной формы и установлен на ножевидной детали, закрепленной на детали для монтажа; горизонтальное плечо якоря снабжено противовесом, а подвижная обкладка закреплена на вертикальном плече якоря, неподвижная обкладка привода выполнена из полупроводникового материала, проводящий элемент выполнен гибким и соединен с подвижной обкладкой, у нижних сторон обкладок привода установлены ограничители движения якоря из диэлектрического материала, контактная группа дополнительно содержит тыловую контакт, контакты выполнены из несваривающихся материалов.

(56)

1. Вардан В., Виной К., Джозе К. ВЧ МЭМС и их применение. - М.: Техносфера, 2004. - 528 с.
2. Патент США 2002 251677, 2002.
3. А.с. СССР 653642, 1979.
4. Zhe J., Wu X., Wang J and oth. Analytic Pull-in Study of Nondeformable Electrostatic Micro Actuators. - Modeling and Simulation of Microsystems.: Cr Organization NS USA, 2002. - P. 287-290.
5. Лисенков В.М. Безопасность технических средств в системах управления движением поездов. - М.: Транспорт, 1992. - 192 с.



Полезная модель относится к области автоматики и телемеханики и может быть использована как элементная база систем управления ответственными технологическими процессами (ОТП) на транспорте, в промышленности и энергетике.

Известны микроэлектромеханические реле с электростатическим приводом, основанные на явлении взаимного притяжения обкладок конденсатора. Эти реле включают в себя управляющую обкладку, к которой при подаче напряжения притягивается упругая пластинка. Под действием поперечных сил указанная пластинка изгибается. Имеющийся на конце этой пластинки контакт замыкает контакты коммутируемой цепи. После снятия напряжения с управляющей обкладки пластинка под действием упругих сил размыкается и разрывает контакты коммутируемой цепи [1, 2].

К недостаткам описанных микроэлектромеханических реле следует отнести отсутствие мер против сваривания контактов реле, использование одного и того же напряжения и как управляющего для реле, и как сигнала в коммутируемой цепи, использование упруго деформируемых элементов, подверженных усталостному износу и изменению их упругих свойств в процессе эксплуатации.

Также известно электростатическое реле, состоящее из разделенных двухслойным диэлектриком подвижного и неподвижного электродов [3]. Подвижный электрод представляет собой гибкую мембрану, закрепленную на выступах нижней детали корпуса реле. Двухслойный диэлектрик образован газовым промежутком между неподвижным и подвижным электродами и слоем твердого диэлектрика, нанесенного на поверхность неподвижного электрода. С целью расширения функций реле в нем предусмотрен специальный поджигающий электрод для возбуждения в газовом промежутке тлеющего разряда. При одновременной подаче запускающего напряжения на поджигающий электрод и управляющего сигнала на подвижный и неподвижный электроды в газовом промежутке возбуждается тлеющий разряд. В процессе разряда на слое твердого диэлектрика возникает избыточный электрический заряд, под действием которого подвижный электрод-мембрана изгибается к неподвижному электроду и размыкает контакт реле.

Описанное реле также имеет недостатки: отсутствие мер против сваривания контактов реле, размыкание контакта за счет сил упругости мембраны, которые могут измениться в процессе эксплуатации по причине усталости материала мембраны, использование для управления реле двух сигналов, что приводит к усложнению схемных решений, наличие в реле разрядов, приводящих к износу реле и генерирующих мощные электромагнитные помехи. Кроме этого, при подаче управляющего сигнала и запускающего напряжения контакт реле размыкается, хотя для систем управления ОТП требуется, чтобы в отсутствии сигнала управления контакты реле были разомкнуты и замыкались после появления этого сигнала.

Из уровня техники наиболее близким по технической сущности к заявляемому техническому решению является устройство [4], содержащее деталь для монтажа реле, якорь, закрепленный на оси вращения, размещенной на выступах детали для монтажа, электростатический привод, включающий в себя неподвижную обкладку, размещенную на детали для монтажа, и подвижную обкладку, размещенную на якоре, пружины, установленные на концах оси вращения, контактную группу из фронтального и общего контактов, проводящий элемент, имеющий скользящий контакт с осью вращения, для подачи управляющего напряжения на подвижную обкладку привода. В основе работы устройства лежит явление электростатического притяжения обкладок привода. Под действием поперечных сил электростатического привода якорь поворачивается вниз и замыкает контактную группу коммутируемой цепи, а при снятии напряжения с обкладок электростатического привода поворачивается на оси вверх под действием сил упругости пружин и размыкает контактную группу.

Анализ конструкции устройства показывает, что в нем не предусмотрены меры против сваривания контактов. Вращение оси, несущей якорь, создает дополнительное трение на

## ВУ 6918 U 2010.12.30

концах оси и может привести к заклиниванию якоря. Размыкание контактов после снятия управляющего напряжения осуществляется за счет сил упругости пружин, которые могут измениться в процессе эксплуатации по причине усталости материала пружин. Скользящий контакт подвержен интенсивному износу, что снижает срок службы и надежность реле. Таким образом, в конструкции данного устройства не обеспечивается уровень безопасности, необходимый для систем управления ОТП.

Задачей, на решение которой направлена полезная модель, является повышение безопасности микроэлектромеханического реле.

Решение поставленной задачи достигается за счет того, что в известном устройстве, содержащем деталь для монтажа реле, якорь, электростатический привод, с подвижной обкладкой, изготовленной из проводящего материала, и неподвижной обкладкой, размещенной на детали для монтажа, проводящий элемент для подачи управляющего напряжения, контактную группу, включающую фронтальной и общий контакты, согласно полезной модели, якорь выполнен Г-образной формы и установлен на ножевидной детали, закрепленной на детали для монтажа; горизонтальное плечо якоря снабжено противовесом, а подвижная обкладка закреплена на вертикальном плече якоря, неподвижная обкладка привода выполнена из полупроводникового материала, проводящий элемент выполнен гибким и соединен с подвижной обкладкой, у нижних сторон обкладок привода установлены ограничители движения якоря из диэлектрического материала, контактная группа дополнительно содержит тыловой контакт, контакты выполнены из несваривающихся материалов.

Поскольку действующая на противовес сила тяжести не подвержена изменениям, то при снятии управляющего напряжения якорь реле обязательно опустится вниз и разомкнет фронтальной контакт. Сваривание контактов под действием проходящего тока исключено подбором материалов. Такими материалами являются: вольфрам, графитосеребряная смесь, палладий. Обкладки электростатического привода не входят в соприкосновение благодаря ограничителям движения, тем самым исключается возможность короткого замыкания в электростатическом приводе. Конструкция установки якоря на ножевидной детали исключает его заклинивание при вращении на ножевидной детали.

Наличие в электростатическом приводе неподвижной обкладки из полупроводника позволяет, на основании эффекта Джонсона-Рабека, увеличить силу притяжения между неподвижной и подвижной обкладкой электростатического привода при использовании сравнительно невысокого напряжения питания. Это существенно снижает опасность пробоя воздушного промежутка между подвижной и неподвижной обкладками электростатического привода.

Г-образный якорь позволяет получить контактное нажатие, обеспечивающее надежное замыкание контактов, необходимое по условиям безопасности [5].

Эффект Джонсона-Рабека проявляется при подаче постоянного управляющего напряжения и на проводящую, и на полупроводящую обкладки электростатического привода. При этом на обкладку из проводящего материала подается минус напряжения, а на обкладку из полупроводникового материала - плюс напряжения. В заявляемом реле подача управляющего напряжения на подвижную обкладку осуществляется через ненатянутый гибкий проводящий элемент, свободно провисающий в промежутке между якорем и деталью для монтажа и припаянный своим концом к указанной обкладке. Этим исключается дополнительное сопротивление движению якоря.

Таким образом, в заявляемом реле вероятность ложного замыкания контактов реле гораздо меньше вероятности несрабатывания реле при подаче управляющего напряжения, то есть конструкция реле имеет несимметричные отказы [5].

На фигуре представлена конструкция микроэлектромеханического электростатического реле для систем управления ответственными технологическими процессами.

# BY 6918 U 2010.12.30

Заявляемое реле содержит деталь для монтажа реле (1), Г-образный якорь (2) с противовесом (3), ножевидную деталь для крепления якоря (4), электростатический привод, включающий неподвижную обкладку из полупроводникового материала (5) и подвижную обкладку из проводящего материала (6), ограничители движения якоря (7), проводящий элемент для подачи управляющего напряжения на подвижную обкладку (8), контактную группу в составе фронтowego (9), тылового (10) и общего (11) контактов.

Устройство работает следующим образом. При подаче управляющего напряжения на обкладки привода (5) и (6) якорь (2) под действием силы притяжения между проводящей обкладкой (6) и обкладкой из полупроводника (5) поворачивается на ножевидной детали (4) до соприкосновения ограничителей (7). При этом общий контакт (11) и тыловой контакт (10) размыкаются, а фронтовой контакт (9) и общий контакт (11) замыкаются. После снятия напряжения с обкладок привода якорь под действием собственного веса и веса противовеса (3) поворачивается вниз, фронтовой контакт (9) принудительно размыкается, а тыловой (10) замыкается. Правильная работа реле обеспечивается, если при монтаже и эксплуатации фронтовой контакт находится над тыловым.

Таким образом, благодаря конструктивным решениям, предотвращающим ложное замыкание фронтowego контакта при снятии напряжения с электростатического привода, достигается исключение опасного отказа реле. В свою очередь, это обеспечивает высокую надежность схем, построенных на базе заявляемого реле. Микроэлектромеханическое исполнение обеспечивает необходимую массовость производства, простую интеграцию с микросхемами. Электростатический привод отличается низким энергопотреблением, так как через него не протекает ток.

Вышеперечисленные достоинства микроэлектромеханического электростатического реле позволяют использовать реле для разработки и промышленного изготовления в виде микроэлектромеханического устройства элементной базы систем управления ОТП.