

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 6951

(13) U

(46) 2011.02.28

(51) МПК (2009)

H 01H 59/00

(54)

## МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ РЕЛЕ

(21) Номер заявки: u 20100486

(22) 2010.05.24

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Гомельский государственный техни-  
ческий университет имени П.О.Су-  
хого" (ВУ)

(72) Автор: Комнатный Дмитрий Викторо-  
вич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Гомельский государственный  
технический университет имени П.О.Су-  
хого" (ВУ)

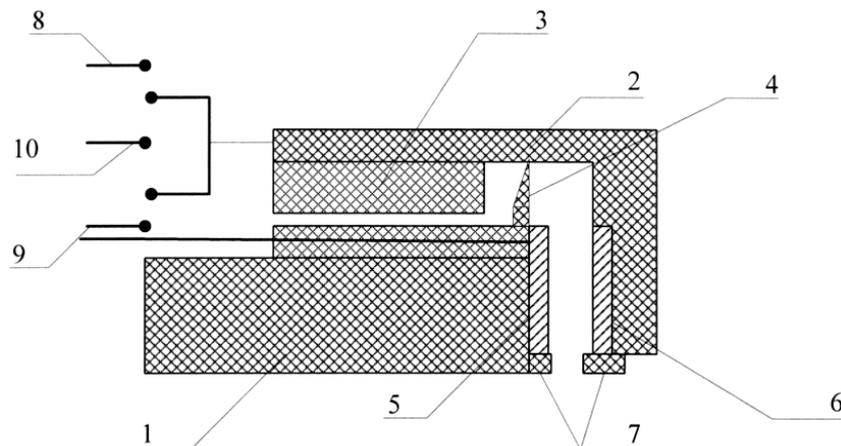
(57)

Микроэлектромеханическое электростатическое реле, содержащее деталь для монтажа реле, якорь, электростатический привод с подвижной обкладкой и неподвижной обкладкой, размещенной на детали для монтажа, контактную группу, включающую фронтовой и общий контакты, отличающееся тем, что якорь выполнен Г-образной формы и установлен на ножевидной детали, которая закреплена на детали для монтажа, горизонтальное плечо якоря снабжено противовесом, а на вертикальном плече якоря закреплена подвижная обкладка электростатического привода; обкладки привода выполнены в виде пластин, ограниченных линией параболы, и установлены вершиной параболы вниз, где и закреплены ограничители движения якоря из диэлектрического материала, контактная группа дополнительно содержит тыловой 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 от 19.09.2002. Нажимной пьезоэлектрический микроэлектромеханический переключатель и способ его производства.



ВУ 6951 U 2011.02.28

# BY 6951 U 2011.02.28

3. Zhe J., Wu X., Wang J. and oth. Analytic Pull-in Study of Non-deformable Electrostatic Micro Actuators. - Modeling and Simulation of Microsystems.: Cr Organization NS USA, 2002. P. 287-290.

4. Патент США 2002-260598, 30.09.2002. Микроэлектромеханическое устройство с выключателем.

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 пондеромоторных 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 с подвесом подвижной пластины на оси вращения [3]. В этом реле имеется электростатический привод, который состоит из неподвижного электрода и якоря в виде подвижной проводящей пластины. Подвижная пластина закреплена на вращающейся оси, на концах которой установлены пружины. Под действием сил электростатического притяжения подвижная пластина притягивается к нижнему неподвижному электроду, поворачивается на оси вниз и при этом замыкает контакт коммутируемой цепи. При снятии управляющего напряжения подвижная пластина под действием сил упругости пружин поворачивается на оси вверх и размыкает контакт.

Описанное реле также имеет недостатки: отсутствие мер против сваривания контактов реле, размыкание контактов за счет сил упругости пружин, которые могут измениться в процессе эксплуатации по причине усталости материала пружин, вращение якоря на оси, что создает дополнительное трение и может привести к заклиниванию якоря.

Из уровня техники наиболее близким по технической сущности к заявляемому техническому решению является устройство [4], содержащее: деталь для монтажа реле и крепления якоря, расположенный горизонтально якорь в виде прямого рычага, основной электростатический привод, включающий в себя неподвижную управляющую обкладку, размещенную на детали для монтажа, и подвижную обкладку, размещенную на одном плече якоря; размыкающий электростатический привод, неподвижная обкладка которого также размещена на детали для монтажа, а подвижная - на втором плече якоря; контактную группу из фронтального контакта, закрепленного на якоре, и общего, размещенного на детали. В основе работы устройства лежит явление электростатического притяжения обкладок привода. Под действием пондеромоторных сил основного электростатического привода якорь поворачивается вниз и замыкает контактную группу коммутируемой цепи, а при снятии напряжения с неподвижной обкладки основного электростатического привода поворачивается вверх под действием пондеромоторных сил размыкающего электростатического привода и размыкает контакты реле.

Анализ конструкции устройства показывает, что в нем не предусмотрены меры против сваривания контактов. Также не исключена возможность замыкания подвижной и неподвижной обкладок обоих электростатических приводов. При вращении якоря возникает дополнительное трение в узлах соединения якоря и детали для монтажа, что может привести к заклиниванию якоря. Использование двух электростатических приводов для управления реле усложняет схемные решения. Также не исключена возможность залипания якоря при исчезновении напряжения на обкладках размыкающего привода. Кроме этого, одно и то же напряжение используется и как управляющее основным электростатическим приводом, и как сигнал в коммутируемой цепи, что недопустимо в системах управления ответственными технологическими процессами. 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 и неподвижной обкладкой, размещенной на детали для монтажа, контактную группу, включающую фронтальной и общий контакты, согласно полезной модели, якорь выполнен Г-образной формы и установлен на ножевидной детали, которая закреплена на детали для монтажа, горизонтальное плечо якоря снабжено противовесом, а на вертикальном плече якоря закреплена подвижная обкладка электростатического привода; обкладки привода выполнены в виде пластин, ограниченных линией параболы, и установлены вершиной параболы вниз, где и закреплены 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, графито-серебряная смесь, палладий. Обкладки электростатического привода не входят в соприкосновение благодаря ограничителям движения, чем исключается возможность короткого замыкания в электростатическом приводе. Установка якоря на ножевидной детали исключает его заклинивание при вращении на ножевидной детали. Емкость электростатического привода с обкладками в форме пластин, ограниченных линией параболы, больше, чем привода с традиционными обкладками прямоугольной формы [3], что увеличивает тяговое усилие привода. Г-образная форма якоря обеспечивает на общем контакте контактное нажатие, необходимое для надежного замыкания контактов по условиям безопасности [5].

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.

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 (5) и подвижную обкладку (6), ограничители движения якоря (7), контактную группу в составе фронтального (8), тылового (9) и общего (10) контактов.

Устройство работает следующим образом. При подаче управляющего напряжения на неподвижную обкладку привода (5) якорь (2) под действием пондеромоторных сил поворачивается на ножевидной детали (4) по часовой стрелке до соприкосновения ограничителей (7). При этом общий контакт (10) и тыловой контакт (9) размыкаются, а фронтальной

# ВУ 6951 U 2011.02.28

контакт (8) и общий контакт (10) замыкаются. После снятия напряжения с неподвижной обкладки якорь под действием собственного веса и веса противовеса (3) поворачивается против часовой стрелки, фронтальной контакт (8) принудительно размыкается, а тыловой (9) замыкается. Правильная работа реле обеспечивается, если при монтаже и эксплуатации фронтальной контакт находится над тыловым.

Таким образом, благодаря конструктивным решениям, предотвращающим ложное замыкание фронтального контакта при снятии напряжения с неподвижной обкладки, 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.