



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015156136, 28.12.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.12.2015Дата регистрации:
24.08.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2015

(43) Дата публикации заявки: 04.07.2017 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 24.08.2017 Бюл. № 24

Адрес для переписки:

390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1, ФГБОУ
ВПО "РГРТУ", патентная служба

(72) Автор(ы):

Карабанов Сергей Михайлович (RU),
Суворов Дмитрий Владимирович (RU),
Тарабрин Дмитрий Юрьевич (RU),
Гололобов Геннадий Петрович (RU),
Сливкин Евгений Владимирович (RU),
Выставкин Олег Владимирович (RU)

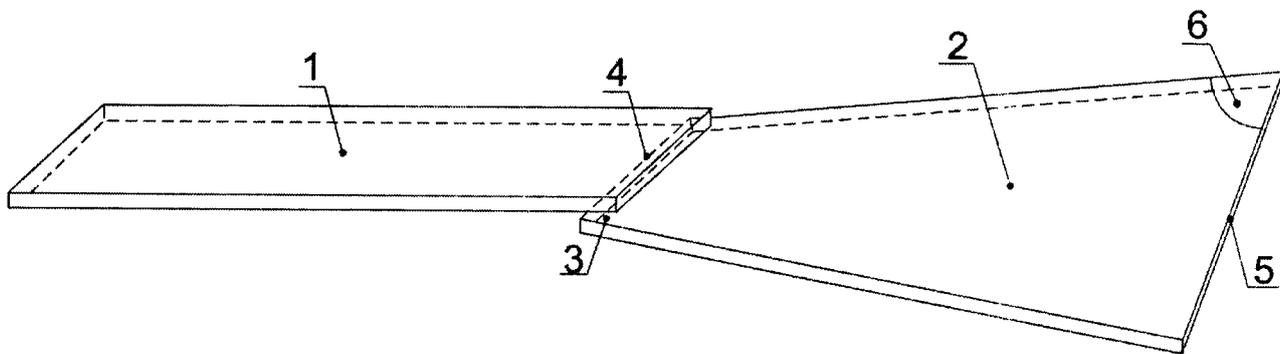
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Рязанский
государственный радиотехнический
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2170975 C2, 20.07.2001. RU
40820 U1, 27.09.2004. US 6633158 B1,
14.10.2003. US 8581679 B2, 12.11.2013. US
6040748 A, 21.03.2000. US 2264746 A,
02.12.1941. GB 2071918 B, 25.07.1984.(54) СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ
КОММУТАТОРОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области коммутаторов электрического тока, управляемых внешним магнитным полем: магнитоуправляемых контактов (герконов), микроэлектромеханических (МЭМС) коммутаторов и переключателей, и может быть использовано для улучшения эксплуатационных и потребительских свойств данных устройств, в частности увеличения чувствительности к магнитному полю. Техническим результатом является повышение чувствительности магнитоуправляемых коммутаторов без изменения параметров их

вибрационной стойкости и стойкости к ударному воздействию, обусловленных возникновением ложных замыканий под действием сил инерции, который достигается путем использования магнитного концентратора в форме равнобедренной трапеции, верхнее (узкое) основание которой направлено к области контактного перекрытия. При этом угол между нижним основанием и стороной трапеции составляет 30-60°, а отношение длин верхнего и нижнего основания находится в пределах 1:2-1:20. 1 ил.



- 1 – ферромагнитная контакт-деталь «1»;
2 – ферромагнитная контакт-деталь «2» в форме равнобедренной трапеции;
3 – межконтактный зазор;
4 – верхнее основание трапеции контакт-детали «2»;
5 – нижнее основание трапеции контакт-детали «2»;
6 – угол между нижним основанием и стороной трапеции контакт-детали «2»;

Фиг. 1

RU 2629002 C2

RU 2629002 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015156136, 28.12.2015**(24) Effective date for property rights:
28.12.2015Registration date:
24.08.2017

Priority:

(22) Date of filing: **28.12.2015**(43) Application published: **04.07.2017** Bull. № 19(45) Date of publication: **24.08.2017** Bull. № 24

Mail address:

**390005, g. Ryazan, ul. Gagarina, 59/1, FGBOU VPO
"RGRTU", patentnaya sluzhba**

(72) Inventor(s):

**Karabanov Sergej Mikhajlovich (RU),
Suvorov Dmitrij Vladimirovich (RU),
Tarabrin Dmitrij Yurevich (RU),
Gololobov Gennadij Petrovich (RU),
Slivkin Evgenij Vladimirovich (RU),
Vystavkin Oleg Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
professionalnogo obrazovaniya "Ryazanskij
gosudarstvennyj radiotekhnicheskij universitet"
(RU)**(54) **SENSITIVITY INCREASING METHOD OF MAGNETIC-CONTROLLED SWITCHES**

(57) Abstract:

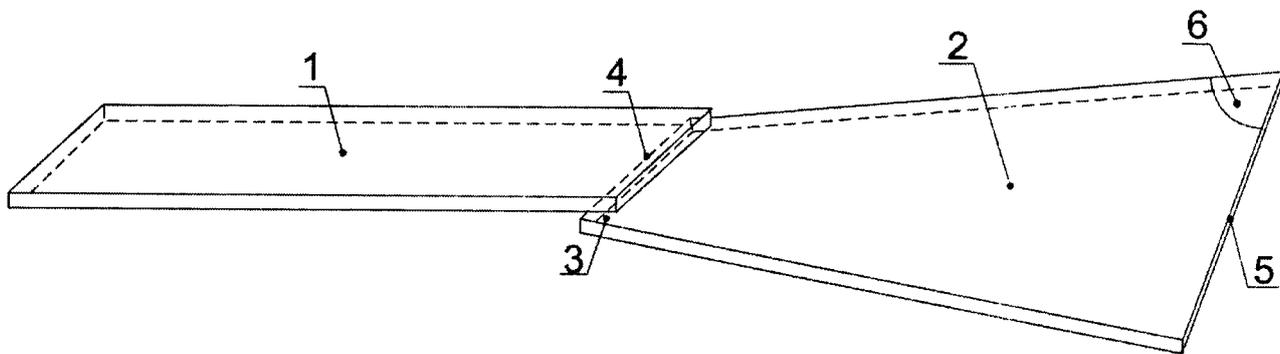
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to the field of electric current commutators controlled by external magnetic field: magnetically controlled contacts (reed switches), microelectromechanical (MEMS) commutators and switches. The method is carried out by using a magnetic concentrator in form of isosceles trapezium, the upper (narrow) base of which is directed toward the contact overlap region. The angle between

the lower base and the side of the trapezoid is 30-60°, and the ratio of the lengths of the upper and lower bases is in the range of 1:2-1:20.

EFFECT: increased sensitivity of magnetic-controlled switches without changing the parameters of their vibration resistance and resistance to impact caused by false closures under the influence of inertia forces.

1 dwg



- 1 – ферромагнитная контакт-деталь «1»;
2 – ферромагнитная контакт-деталь «2» в форме равнобедренной трапеции;
3 – межконтактный зазор;
4 – верхнее основание трапеции контакт-детали «2»;
5 – нижнее основание трапеции контакт-детали «2»;
6 – угол между нижним основанием и стороной трапеции контакт-детали «2»;

Фиг. 1

RU 2629002 C2

RU 2629002 C2

Изобретение относится к области коммутаторов электрического тока, управляемых внешним магнитным полем: магнитоуправляемых контактов (герконов), микроэлектромеханических (МЭМС) коммутаторов и переключателей, и может быть использовано для улучшения эксплуатационных и потребительских свойств данных устройств, в частности увеличения чувствительности к магнитному полю.

Магнитоуправляемые контакты (герконы) и магнитоуправляемые MEMS-коммутаторы являются востребованными электронными компонентами, обладающими рядом преимуществ: отсутствие энергопотребления в ждущем режиме, возможность прямой коммутации нагрузки, малое контактное сопротивление, малые габариты (для МЭМС-коммутаторов). Представленные преимущества типа приборов определяют широту областей их использования: датчики положения для мобильных телефонов, бытовой техники, автомобилестроения, авиастроения, робототехники, систем автоматики, медицинской техники, нажимные кнопки и клавиатуры.

Актуальной является задача повышения чувствительности коммутаторов при условии сохранения стойкости к ударному воздействию (инерционной стойкости), при котором могут возникать ложные замыкания прибора в отсутствие магнитного поля, а также задача увеличения силы контактного нажатия, определяющей величину контактного сопротивления.

Существуют два основных типа геометрии магнитоуправляемых коммутаторов:

- коммутаторы с двумя подвижными ферромагнитными контакт-детальями, представляющими собой гибкие пластины прямоугольной формы с торцевой фиксацией. Между контакт-детальями имеется воздушный зазор, обеспечивающий электрическую изоляцию. Под действием внешнего магнитного поля контакт-детали притягиваются между собой, обеспечивая механический и электрический контакт. Этот принцип работы лежит в основе практически всех выпускающихся магнитоуправляемых герметизированных контактов [1, 2].

- коммутаторы с креплением подвижной ферромагнитной балки на торсионах [3, 4], принцип работы которых основан на переориентации протяженной ферромагнитной балки вдоль линий магнитного поля и замыкания неподвижных контактов. Этот принцип лежит в основе маломощных микроэлектромеханических (МЭМС) магнитоуправляемых коммутаторов.

Каждый тип конструкции имеет свои преимущества и недостатки, общим является то, что увеличение магнитной чувствительности осуществляется за счет уменьшения жесткости крепления балки. Это в свою очередь имеет негативный эффект, проявляющийся в снижении вибрационной стойкости и стойкости к ударному воздействию, что существенно сокращает область использования магнитоуправляемых коммутаторов.

Актуальной является задача повышения магнитной чувствительности магнитоуправляемых коммутаторов при условии сохранения стойкости к ударному воздействию и вибрационной стойкости.

Известен способ повышения чувствительности герметизированных магнитоуправляемых контактов [5]. Увеличение магнитной чувствительности достигается за счет равномерного увеличения толщины контакт-детали от области фиксации к области зазора. При этом равномерное увеличение толщины плочения к концевой части консоли благоприятствует магнитной проводимости в области зазора между контакт-детальями, а также из-за отсутствия резких изменений в толщине плочения магнитная проводимость контакт-деталей не уменьшается. Кроме этого увеличивается магнитная проводимость между торцами полюсов и проводимость между

их боковыми поверхностями. Все вышеперечисленные факторы приводят к увеличению магнитной чувствительности, однако подобные конструктивные изменения уменьшают стойкость контактной системы к внешнему ударному воздействию, поскольку центр масс контакт-детали смещается к области контактного перекрытия.

5 В патенте [6] увеличение магнитной чувствительности достигается аналогичным образом за счет оптимизации геометрических размеров контакт-детали в области перекрытия путем утолщения контакт-детали на свободном конце балки. Предложенный способ более технологичный по сравнению со способом, описанным в [5], но аналогично приводит к снижению стойкости ложным замыканий в результате ударных воздействий.

10 В патенте [7] дано описание различных вариантов конструктивной реализации магнитоуправляемых МЭМС-коммутаторов, в целом повторяющих базовую конструкцию, характерную для герметизированных магнитоуправляемых коммутаторов. Отличия заключаются в том, что одна ферромагнитная балка, имеющая форму прямоугольной пластины, является неподвижной, а вторая балка - подвижной и
15 изгибающейся под действием магнитного поля. С целью повышения чувствительности представлены различные варианты исполнения балки (одинарная, двойная, ступенчатые внутренние сквозные полости вдоль длины балки, уменьшение толщины балки), обеспечивающие уменьшение упругой силы необходимой для замыкания контактов. Данный способ также приводит к снижению стойкости к замыканиям в результате
20 ударных воздействий. Кроме этого из-за уменьшения упругости балки, приводящего к эквивалентному снижению силы размыкания, в случае микроэлектромеханических коммутаторов может приводить к возникновению проблемы залипания контактов вследствие электрической эрозии контактных площадок, что снижает надежность и ресурс работы коммутаторов.

25 Патент [8] содержит различные варианты конструкции и описание технологии изготовления микроэлектромеханического магнитоуправляемого коммутатора, имеющего высокую чувствительность к магнитному полю на уровне 2 мТл. Увеличение магнитной чувствительности достигается за счет оптимизации конструкции магнитной балки, обеспечивающей уменьшение упругого момента путем использования коленчатых
30 торсионов, на которых закреплена балка. Данный способ аналогично приводит к снижению стойкости замыкания в результате ударных воздействий и возникновению проблемы залипания контактов.

В патенте [9] проблема залипания контактов и снижения стойкости к ударному воздействию решается тем, что конструкция датчика на основе МЭМС-коммутатора
35 должна предусматривать постоянное нахождение МЭМС-коммутатора в магнитном поле постоянного магнита. При этом магнитная балка МЭМС-коммутатора, имеющая два бистабильных положения, ориентируется вдоль линий магнитного поля, замыкая или размыкая контакты. Условие необходимости постоянного присутствия магнитного поля резко сужает область применения коммутаторов данного типа.

40 При создании заявляемого изобретения решается задача увеличения магнитной чувствительности магнитоуправляемых коммутаторов без изменения механических характеристик и упругости подвижной контакт-детали (балки).

Сущность изобретения заключается в использовании магнитного концентратора, представляющего собой ферромагнитную пластину в форме равнобедренной трапеции,
45 верхнее (узкое) основание которой направлено к области контактного перекрытия, на котором расположена контактная площадка.

На фиг. 1 представлена геометрия конструкции магнитной системы магнитоуправляемого коммутатора с увеличенной магнитной чувствительностью, где

1 - ферромагнитная контакт-деталь «1»; 2 - ферромагнитная контакт-деталь «2» в форме равнобедренной трапеции; 3 - межконтактный зазор; 4 - верхнее основание трапеции контакт-детали «2»; 5 - нижнее основание трапеции контакт-детали «2»; 6 - угол между нижним основанием и стороной трапеции контакт-детали «2». Из рисунка видно, что
5 одна из ферромагнитных контакт-деталей коммутатора выполняется в форме равнобедренной трапеции.

Сущность обеспечения увеличения магнитной чувствительности заключается в том, что в данной конструкции происходит эффективная концентрация напряженности магнитного поля в области контактного перекрытия и увеличение магнитной силы
10 действующей на подвижную ферромагнитную балку. В результате этого достигается увеличение магнитной чувствительности без изменения упругих характеристик подвижной балки.

Расчет влияния параметров магнитного концентратора на результирующую магнитную чувствительность показывает, что максимальная магнитная
15 чувствительность достигается при условии, что угол между нижним основанием и стороной трапеции магнитного концентратора лежит в пределах 30-60°. Это обусловлено тем, что при малых углах расхождения либо достигается малая ширина концентратора, либо длина концентратора становится большой, что с точки зрения конструкции нецелесообразно, а при больших углах уменьшается эффективность концентрации
20 магнитного поля.

Эффективность увеличения магнитной чувствительности зависит от отношения длин верхнего и нижнего оснований трапеции магнитного концентратора. Расчеты показывают, что наибольшее увеличение чувствительности достигается, когда данное
отношения лежит в пределах 1:2-1:20. Это обусловлено тем, что при малых (до 1:2)
25 отношениях ширины области контактного перекрытия (верхнее основание трапеции) к ширине линии «захвата» магнитного поля (нижнее основание трапеции) увеличение чувствительности незначительно, поскольку концентрация магнитного поля невелика. При больших (более 1:20) отношениях длин верхнего и нижнего оснований трапеции
рост магнитной чувствительности сохраняется, но существенно замедляется и по сути
30 определяется только длиной нижнего основания трапеции магнитного концентратора. Кроме этого при большой степени концентрации магнитного поля наблюдается режим насыщения индукции магнитного поля в ферромагнитном концентраторе, после которого дальнейшее увеличение степени концентрации не приводит к росту магнитной чувствительности.

35 Таким образом, предлагаемое решение по использованию в составе магнитоуправляемого коммутатора контакт-детали в форме равнобедренной трапеции, обеспечивающей концентрацию магнитного поля в области контактного перекрытия, при условии, что угол между нижним основанием и стороной трапеции составляет 30-60°, а отношение длин верхнего и нижнего оснований лежит в пределах 1:2-1:20 приводит
40 к повышению магнитной чувствительности магнитоуправляемых коммутаторов. При этом механические параметры подвижной ферромагнитной контакт-детали, определяющие допустимое ускорение ударного воздействия и вибрационную стойкость, не изменяются. Данное решение может быть использовано в различных типах магнитоуправляемых коммутаторов - магнитоуправляемых контактов, МЭМС-коммутаторов и переключателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Patent US 2,264,746 Electromagnetic switch.
2. С.М. Карабанов, Р.М. Майзельс, В.Н. Шоффа. Магнитоуправляемые контакты

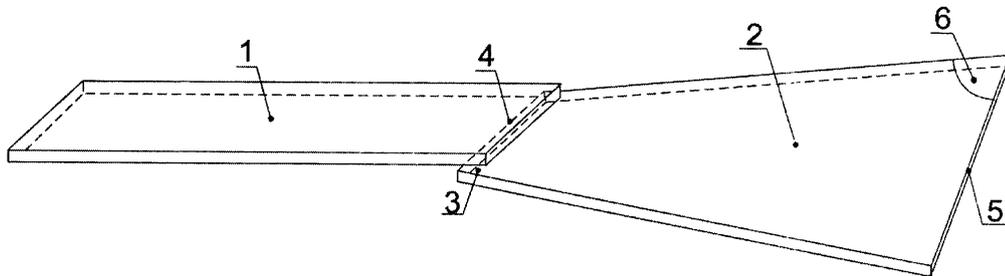
(герконы) и изделия на их основе: Монография / под. ред. д.т.н., профессора В.Н. Шоффы - Долгопрудный: Издательский дом "Интеллект", 2011. - 408 с.

3. Coutier, C. Chiesi, L.; Garnier, A.; Fourrier, J.C.; Lapiere, C.; Trouillon, M.; Grappe, B.; Vincent, M.; Samperio, A.; Borel, S.; Dieppedale, C.; Lorent, E.; Sibuet, H. A new magnetically actuated switch for precise position detection. Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems Conference, 2009. TRANSDUCERS 2009. International, pp. 861-864.
4. Magnetically controlled mems switches with nanoscale contact coatings. Karabanov S.M., Karabanov, A.S., Suvorov D.V., Grappe B., Coutier C., Sibuet H., Sazhin B.N. (2012) IET Conference Publications 2012 (605 CP) PP. 359-361. doi: 1049/cp.2012.0675.
5. Патент РФ №2170975, Герметизированный магнитоуправляемый контакт (варианты).
6. Патент РФ №40820, Магнитоуправляемый контакт.
7. Patent US 6,040,748, Magnetic microswitch.
8. Patent US 8,581,679, Switch with increased magnetic sensitivity.
9. Patent US 6,633,158, Micro magnetic proximity sensor apparatus and sensing method.

(57) Формула изобретения

Способ повышения чувствительности магнитоуправляемых коммутаторов к магнитному полю, заключающийся в использовании в составе магнитоуправляемого коммутатора контакт-детали в форме равнобедренной трапеции, верхнее основание которой направлено к области контактного перекрытия, отличающийся тем, что для эффективного увеличения индукции магнитного поля в области перекрытия угол между нижним основанием и стороной трапеции составляет 30-60°, а отношение длин верхнего и нижнего оснований лежит в пределах 1:2-1:20.

**СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ КОММУТАТОРОВ**



Фиг. 1

- 1 – ферромагнитная контакт-деталь «1»;
- 2 – ферромагнитная контакт-деталь «2» в форме равнобедренной трапеции;
- 3 – межконтактный зазор;
- 4 – верхнее основание трапеции контакт-детали «2»;
- 5 – нижнее основание трапеции контакт-детали «2»;
- 6 – угол между нижним основанием и стороной трапеции контакт-детали «2»;