

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041721**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.25

(21) Номер заявки
202100046

(22) Дата подачи заявки
2020.12.21

(51) Int. Cl. **H01C 17/075** (2006.01)
G01F 1/692 (2006.01)
G01K 7/16 (2006.01)

(54) ТОНКОПЛЕНОЧНЫЙ ТИТАНОВЫЙ ТЕРМОРЕЗИСТОР НА ГИБКОЙ ПОЛИИМИДНОЙ ПОДЛОЖКЕ И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(31) 2020106350

(32) 2020.02.10

(33) RU

(43) 2022.01.31

(96) 2020000140 (RU) 2020.12.21

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ,
ОТ ИМЕНИ КОТОРОЙ
ВЫСТУПАЕТ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
КОРПОРАЦИЯ ПО
КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
"РОСКОСМОС" (RU)**

(72) Изобретатель:

**Гончар Игорь Иванович, Савчук
Александр Дмитриевич, Кадина
Лариса Евгеньевна, Лашкова Татьяна
Сергеевна (RU)**

(74) Представитель:

Горбановский Н.Г. (RU)

(56) RU-C2-2295115

US-A-4320655

WO-A1-2018137978

(57) Изобретение относится к приборостроению - изготовлению тонкопленочных терморезисторов, предназначенных для дискретного контроля уровня и измерения массового расхода компонентов топлива. Предложен тонкопленочный титановый терморезистор на гибкой полиимидной подложке прямоугольной формы, в центре которой размещен пленочный резистор в форме меандра, причем на краях короткой стороны расположены контактные площадки в виде клиньев. Устройство - заявленный терморезистор - состоит из последовательно нанесенных на тонкую гибкую полиимидную подложку (1) слоев из терморезистивного слоя титана (2), адгезионного подслоя хрома (3), контактного слоя меди (4), защитного слоя хрома (5) и защитного слоя из лака (6), которым покрыт меандр (7), образованный из терморезистивного слоя титана (2). Способ изготовления тонкопленочных титановых терморезисторов на гибкой полиимидной подложке состоит в последовательном напылении на тонкую диэлектрическую подложку (1) указанных выше слоев (2)...(5). Далее выполняют последовательно в четыре этапа селективную фотолитографию с травлениями с образованием тонкопленочных терморезисторов в виде меандра (7). Далее разделяют подложку (1) на отдельные терморезисторы, у каждого из которых их контактные площадки из меди (4) покрывают слоем припоя, припаивают на индивидуальную печатную плату (8) сенсора по технологии "флип-чип" и осуществляют электротренировку каждого терморезистора. Техническим результатом является повышение технологичности и снижение затрат при изготовлении терморезисторов "точечного исполнения".

B1

041721

041721

B1

Техническое решение относится к приборостроению, а именно к тонкопленочным терморезисторам и способам их изготовления. Такие тонкопленочные терморезисторы предназначены для дискретных измерителей уровня и могут быть использованы для контроля уровня и массового расхода компонентов топлива при заправке, расходовании и хранении в химической, космической и других областях промышленности.

Прототипом заявленных технических решений является конструктив тонкопленочного титанового терморезистора на полиимидной подложке по фиг. 1, приведенный в патенте на изобретение заявителя RU 2295115 С2 от 10.03.2007, МПК G01F23/00, G01F1/68, под названием "Датчик контроля уровня жидкости" [1]. В [1] (фиг. 1) представлен тонкопленочный титановый терморезистор на гибкой полиимидной подложке (далее по тексту терморезистор) прямоугольной формы, на которой в центре размещен пленочный резистор в форме меандра (далее по тексту меандр терморезистора), по краям длинной стороны прямоугольной подложки (на ее коротких сторонах) находятся контактные площадки, которые к меандру терморезистора подведены в виде клиньев, меандр терморезистора выполнен в "точечном исполнении". Из описания изобретения [1] известно, что тонкопленочный титановый терморезистор на полиимидной подложке выполнен прямоугольной формы с размерами: длина 9 мм, ширина не более 2,5 мм и толщина 10...50 мкм, с толщиной титановой пленки не более 0,005 мм. Меандр терморезистора выполнен в "точечном исполнении" на площади не более $(0,15...0,5) \times (0,15...0,5)$ мм и толщиной титановой пленки не более 0,15 мкм.

Остальные (другие) параметры терморезистора [1] не раскрыты и являлись ноу-хау заявителя, потому что в изобретении-прототипе заявлен не сам тонкопленочный терморезистор, а датчик контроля уровня жидкости в сборе.

Способ изготовления тонкопленочных титановых терморезисторов на гибкой полиимидной подложке по устройству-прототипу [1], как и других известных аналогичных устройств, состоит в последовательном напылении на тонкую диэлектрическую подложку адгезивных слоев и резистивного слоя и контактного слоя, селективной фотолитографии и травления с образованием тонкопленочных терморезисторов.

Недостатком прототипа [1], а также способа его изготовления является то, что входящий в его состав тонкопленочный терморезистор без раскрытия ноу-хау заявителя невозможно изготовить, в том числе и без указания и уточнения параметров материалов его компонентов, а также без указания конкретных размеров, диапазонов их изменения и технологических режимов.

Недостатки устройства и способа его изготовления по [1] ставят задачи повышения технологичности конструкции, т.е. оптимизации ее размеров и применяемых материалов, а также упрощения технологии изготовления устройства путем совершенствования технологии (способа) изготовления для повышения точности получения геометрических размеров.

Сущность заявленного устройства состоит в том, что тонкопленочный титановый терморезистор на гибкой полиимидной подложке (далее по тексту терморезистор) прямоугольной формы, на которой в центре размещен пленочный резистор в форме меандра (далее по тексту меандр терморезистора), по краям длинной стороны прямоугольной подложки (на ее коротких сторонах) находятся контактные площадки, которые к меандру терморезистора подведены в виде клиньев; меандр терморезистора выполнен в "точечном исполнении". Подложка выполнена из тонкого теплоизоляционного материала - полиимида - толщиной 25...125 мкм, подложка прямоугольной формы имеет размеры длиной 4...6 мм и шириной 0,8...2,0 мм, меандр терморезистора занимает площадь $(0,1 \times 0,1 \text{ мм}) \dots (0,3 \times 0,3 \text{ мм})$, меандр терморезистора выполнен из резистивного слоя титана толщиной 0,1...0,2 мкм, контактные площадки терморезистора выполнены из слоя меди толщиной 1,5...3,0 мкм, а в качестве адгезионного подслоя между слоем титана и меди применен слой хрома толщиной 0,02-0,03 мкм, в качестве защитного слоя для меди применен слой хрома толщиной 0,02-0,05 мкм.

Сущность заявленного способа состоит в том, что способ изготовления тонкопленочных титановых терморезисторов на гибкой полиимидной подложке, состоящий в последовательном напылении на тонкую диэлектрическую подложку адгезивных слоев и резистивного слоя и контактного слоя, селективной фотолитографии и травления с образованием тонкопленочных терморезисторов. В качестве адгезивного и резистивного слоя используют (наносят) титан толщиной 0,1...0,2 мкм, на который последовательно наносят адгезивный слой хрома толщиной 0,02-0,03 мкм, контактный слой меди толщиной 1,5...3,0 мкм и защитный слой хрома толщиной 0,02-0,05 мкм, далее выполняют последовательно в четыре этапа селективную фотолитографию с травлениями с образованием тонкопленочных терморезисторов, а именно на первом этапе удаляют суммарный слой, на втором этапе формируют титановый пленочный резистор, на третьем этапе формируют медные контактные площадки на и четвертом этапе вскрывают окна в защитном слое хрома для покрытия слоем припоя контактных площадок из меди, разделяют подложку на отдельные терморезисторы, у каждого из которых их контактные площадки покрывают слоем припоя, припаивают на индивидуальную печатную плату сенсора по технологии "флип-чип" и осуществляют электротренировку каждого терморезистора.

Сущность заявленных устройства и способа его изготовления поясняется графическими материалами.

На фиг. 1 представлен увеличенный вид сбоку терморезистора в разрезе - структуры терморезистора по продольному сечению.

На фиг. 2 - вид сверху тонкопленочного платинового терморезистора на гибкой полиимидной подложке, где 1 - гибкая полиимидная подложка; 2 - терморезистивный слой титана; 3 - адгезионный подслоя хрома; 4 - контактный слой из меди; 5 - защитный слой хрома; 6 - защитный слой из лака; 7 - меандр терморезистора из терморезистивного слоя титана.

На фиг. 3 представлены этапы изготовления титановых терморезисторов на гибкой полиимидной подложке: слева - структуры слоев, справа - получаемый рисунок после травления.

Фиг. 3а): на подложку последовательно напылены слои, а именно резистивный слой титана - 2; адгезионный подслоя хрома - 3; контактный слой меди - 4; защитный слой хрома - 5.

Фиг. 3б): после удаления напыленных слоев с использованием фотошаблона № 1 на подложке остается топология суммарного слоя, из которой формируется терморезистор.

Фиг. 3в): после вскрытия окна - удаления с поверхности резистивного слоя слоев хрома и меди с использованием фотошаблона № 2 - в центре подложки сформирован пленочный резистор.

Фиг. 3г): после вскрытия окон - удаления хрома с поверхности меди с использованием фотошаблона № 3 - на краях платы сформированы медные контактные площадки для облуживания и пайки терморезистора к печатной плате.

На фиг. 4 приведен увеличенный вид меандра тонкопленочного титанового терморезистора с его размерами.

На фиг. 5 - вид сверху заявленного тонкопленочного платинового терморезистора на гибкой полиимидной подложке.

На фиг. 6 - сенсор (для датчика) с припаянными на плату тонкопленочным титановым терморезистором с тремя резисторами "точечного исполнения", расположенными на одной гибкой полиимидной подложке с контактными площадками, находящимися с противоположных сторон длинной стороны подложки (на коротких ее сторонах).

Устройство - заявленный терморезистор - состоит из последовательно нанесенных на тонкую гибкую полиимидную подложку (1) слоев из терморезистивного слоя титана (2), адгезионного подслоя хрома (3), контактного слоя меди (4), защитного слоя хрома (5) и защитного слоя из лака (6), которым покрыт меандр (7), образованный из слоев из терморезистивного слоя титана (2). Тонкопленочный титановый терморезистор на гибкой полиимидной подложке (далее по тексту терморезистор) выполнен на подложке (1) прямоугольной формы, на которой в центре размещен пленочный резистор в форме меандра (7) (далее по тексту меандр терморезистора) из терморезистивного слоя титана (2). По краям длинной стороны прямоугольной подложки (1) (на ее коротких сторонах) находятся контактные площадки, которые к меандру терморезистора подведены в виде клиньев. Меандр (7) терморезистора выполнен в "точечном исполнении". Подложка (1) прямоугольной формы имеет размеры длиной 4...6 мм и шириной 0,8...2,0 мм и выполнена из полиимида толщиной 25...125 мкм. Меандр (7) терморезистора занимает площадь (0,1×0,1 мм)...(0,3×0,3 мм) и выполнен из резистивного слоя титана (2) толщиной 0,1...0,2 мкм. Контактные площадки терморезистора выполнены из слоя меди (4) толщиной 1,5...3,0 мкм. В качестве адгезионного подслоя между слоем титана (2) и меди (4) применен слой хрома (3) толщиной 0,02-0,03 мкм. В качестве защитного слоя для меди (4) применен слой хрома (5) толщиной 0,02-0,05 мкм.

Способ изготовления тонкопленочных титановых терморезисторов на гибкой полиимидной подложке состоит в последовательном напылении на тонкую диэлектрическую подложку (1) терморезистивного слоя титана (2), адгезионного подслоя хрома (3), контактного слоя меди (4), защитного слоя хрома (5). В качестве адгезивного и резистивного слоя используют (наносят) титан (2) толщиной 0,1...0,2 мкм, на который последовательно наносят адгезивный слой хрома (3) толщиной 0,02-0,03 мкм, контактный слой меди (4) толщиной 1,5...3,0 мкм и защитный слой хрома (5) толщиной 0,02-0,05 мкм. Далее выполняют последовательно в четыре этапа (№ 1, 2, 3 и 4) селективную фотолитографию с травлениями с образованием тонкопленочных терморезисторов в виде меандра (7), образованного из терморезистивного слоя титана (2). Этапы селективной фотолитографии следующие:

первый этап - удаление суммарного слоя;

второй этап - формирование титанового пленочного резистора;

третий этап - формирование медных контактных площадок;

четвертый этап - вскрытие окон в защитном слое хрома для покрытия слоем припоя контактных площадок из меди.

После чего покрывают в каждом терморезисторе меандр (7) с подведенными к нему клиньями слоями из терморезистивного слоя (2) и покрывают защитным слоем из лака (6). Далее разделяют подложку (1) на отдельные терморезисторы, у каждого из которых их контактные площадки из меди (4) покрывают слоем припоя. Покрытие слоем припоя контактных площадок из меди (4) каждого терморезистора могут производить на одной (большой) подложке перед ее разделением (разрезанием) на отдельные терморезисторы, что дополнительно повышает технологичность производства и снижение его стоимости.

После разделения на отдельные терморезисторы, последние (их) припаивают на индивидуальную печатную плату (8) сенсора по технологии "флип-чип" и осуществляют электротренировку каждого тер-

морезистора.

Конкретное исполнение заявленного устройства и способа для его осуществления, которые реализованы и испытаны заявителем, приведено ниже.

Подложка выполнена из тонкого теплоизоляционного материала - полиимида - толщиной 25, прямоугольная форма подложки (1) имеет размеры длиной 5,0 мм и шириной 1,0 мм, меандр (7) терморезистора занимает площадь 0,2×0,2 мм и выполнен из резистивного слоя титана (2) толщиной 0,15 мкм, контактные площадки терморезистора выполнены из слоя меди толщиной 2,0 мкм. В качестве адгезионного подслоя между слоем титана (3) и меди (4) применен слой хрома толщиной 0,025 мкм. В качестве защитного слоя для меди (4) применен слой хрома (6) толщиной 0,03 мкм.

Способ изготовления тонкопленочных титановых терморезисторов на гибкой полиимидной подложке состоит в последовательном напылении на тонкую гибкую полиимидную подложку (1) слоев из терморезистивного слоя титана (2), адгезионного подслоя хрома (3), контактного слоя меди (4), защитного слоя хрома (5) и защитного слоя из лака (6), которым покрыт меандр (7), образованный из слоев из терморезистивного слоя титана (2). В качестве адгезивного и резистивного слоя используют (наносят) титан толщиной 0,15 мкм, на который последовательно наносят адгезивный слой хрома толщиной 0,025 мкм, контактный слой меди толщиной 2,0 мкм и защитный слой хрома толщиной 0,03 мкм. Далее выполняют последовательно приведенную выше в четыре этапа селективную фотолитографию с травлениями с образованием тонкопленочных терморезисторов. После чего разделяют подложку на отдельные терморезисторы, у каждого из которых их контактные площадки покрывают слоем припоя, припаивают на индивидуальную печатную плату сенсора по технологии "флип-чип" и осуществляют электротренировку каждого терморезистора.

По заявленным техническим решениям могут быть изготовлены устройства (терморезисторы) с несколькими пленочными резисторами, например приведенное на фиг. 6 устройство терморезистора с размещенными резисторами "точечного исполнения", расположенными на одной подложке из полиимида.

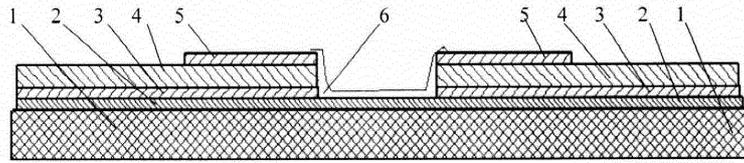
Литература.

1. Патент на изобретение РФ: RU 2295115 С2 от 10.03.2007, МПК G01F 23/00, G01F 1/68, под названием "Датчик контроля уровня жидкости".

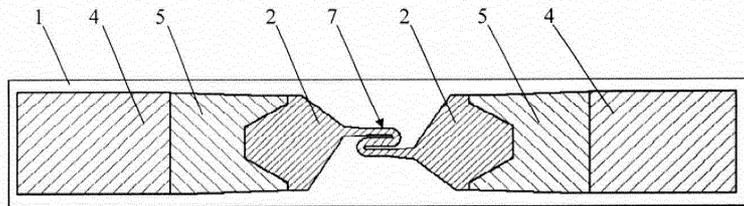
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Тонкопленочный титановый терморезистор на гибкой полиимидной подложке прямоугольной формы, на которой в центре размещен пленочный резистор в форме меандра, причем на коротких сторонах прямоугольной подложки находятся контактные площадки, которые к меандру терморезистора подведены в виде клиньев, а меандр терморезистора выполнен в "точечном исполнении", отличающийся тем, что подложка выполнена из тонкого теплоизоляционного материала - полиимида - толщиной 25...125 мкм, подложка прямоугольной формы имеет размеры длиной 4...6 мм и шириной 0,8...2,0 мм, меандр терморезистора занимает площадь от 0,1×0,1 до 0,3×0,3 мм, меандр терморезистора выполнен из резистивного слоя титана толщиной 0,1...0,2 мкм, контактные площадки терморезистора выполнены из слоя меди толщиной 1,5...3,0 мкм, а в качестве адгезионного подслоя между слоем титана и меди применен слой хрома толщиной 0,02...0,03 мкм и в качестве защитного слоя для меди применен слой хрома толщиной 0,02...0,05 мкм.

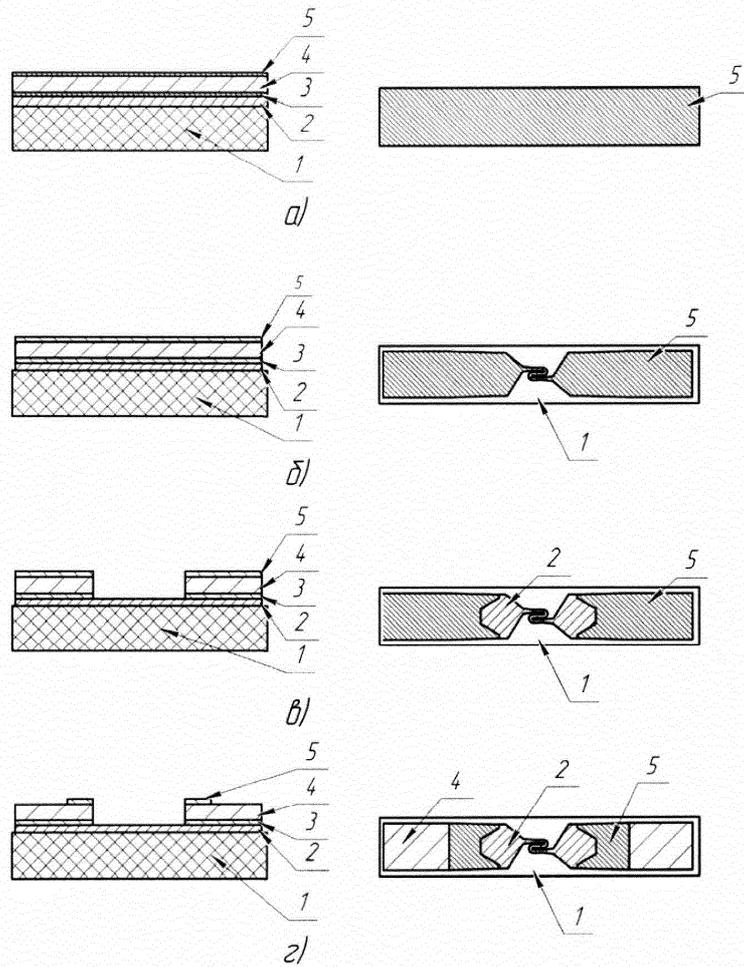
2. Способ изготовления тонкопленочных титановых терморезисторов на гибкой полиимидной подложке, состоящий в последовательном напылении на тонкую диэлектрическую подложку адгезивного и резистивного слоя и контактного слоя, селективной фотолитографии и травления с образованием тонкопленочных терморезисторов, отличающийся тем, что в качестве адгезивного и резистивного слоя наносят титан толщиной 0,1...0,2 мкм, на который последовательно наносят адгезивный слой хрома толщиной 0,02...0,03 мкм, контактный слой меди толщиной 1,5...3,0 мкм и защитный слой хрома толщиной 0,02...0,05 мкм, далее выполняют последовательно в четыре этапа селективную фотолитографию с травлениями с образованием тонкопленочных терморезисторов, а именно на первом этапе удаляют суммарный слой, на втором этапе формируют титановый пленочный резистор, на третьем этапе формируют медные контактные площадки и на четвертом этапе вскрывают окна в защитном слое хрома для покрытия слоем припоя контактных площадок из меди, после чего разделяют подложку на отдельные терморезисторы, у каждого из которых их контактные площадки покрывают слоем припоя, припаивают на индивидуальную печатную плату сенсора по технологии "флип-чип" и осуществляют электротренировку каждого терморезистора.



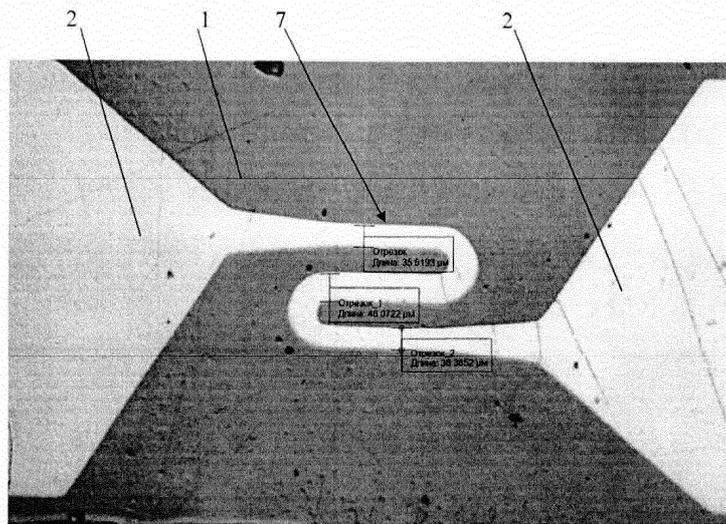
Фиг. 1



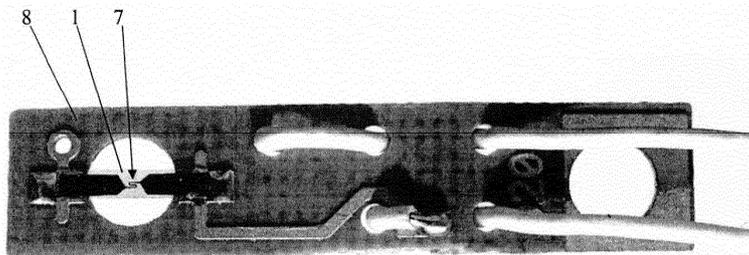
Фиг. 2



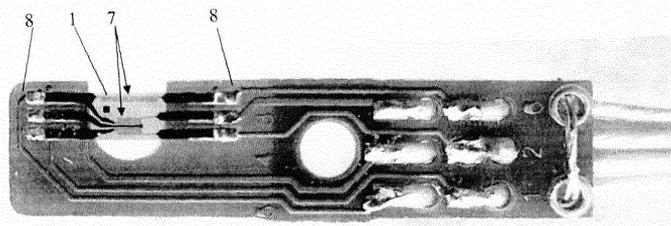
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6