



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2012158183/11, 29.12.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.12.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2012

(45) Опубликовано: 10.04.2014 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 8136437 B2, 20.03.2012. EP 2053343  
A2, 29.04.2009. RU 2118786 C1, 10.09.1998. . . .

Адрес для переписки:

105005, Москва, 2-ая Бауманская, 5, МГТУ им.  
Н.Э. Баумана, Центр защиты интеллектуальной  
собственности (для Халатовой Е.С.)

(72) Автор(ы):

Борзов Андрей Борисович (RU),  
Лихоеденко Константин Павлович (RU),  
Цыганков Виктор Юрьевич (RU),  
Апресян Арсен Манвелович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ  
им. Н.Э. Баумана) (RU)

**(54) РУЧНАЯ ГРАНАТА**

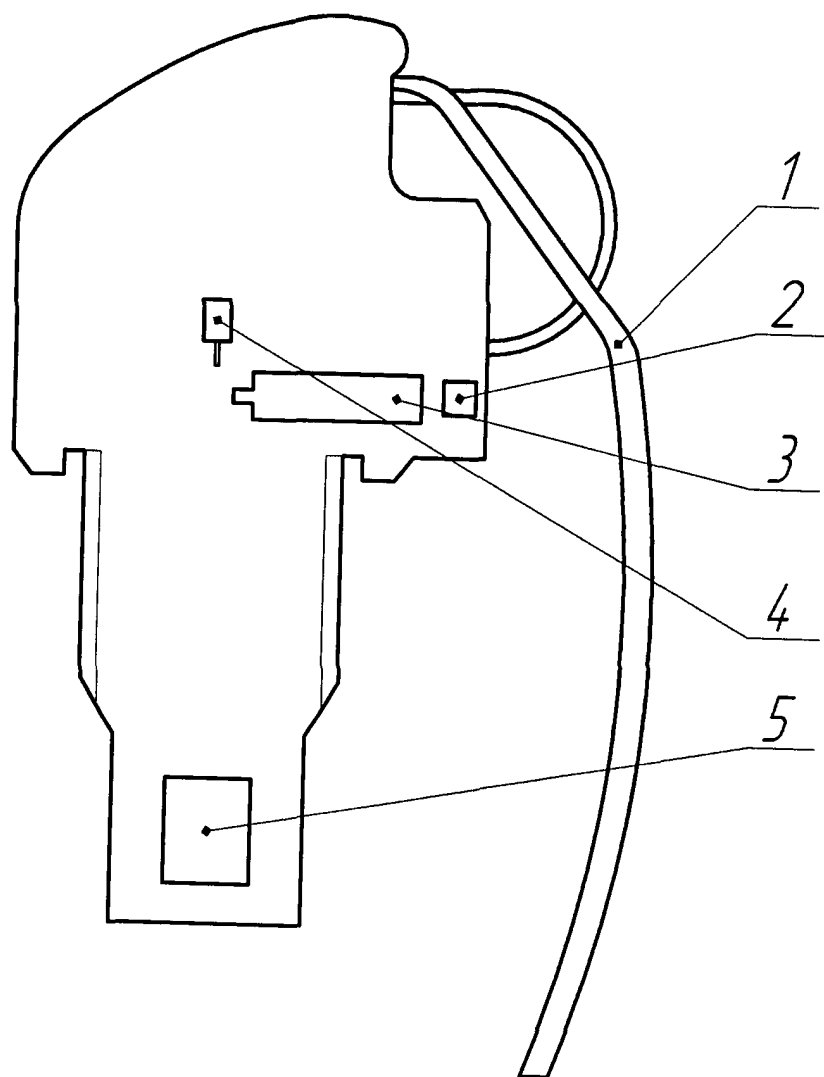
(57) Реферат:

Изобретение относится к боеприпасам, в частности к ручным гранатам. Ручная граната содержит взрыватель с элементом для приведения в действие взрывателя. Взрыватель содержит не менее шести микроэлектромеханических структур. Структуры выполнены из расположенных последовательно и соосно кристалла кремния, в котором сформирована кантилевер - игла, кристалла кремния с допированными водородом и твердым окислителем с областью пористого слоя толщиной до 50 мкм, теплопроводящего элемента - кристалла из монокристаллического кремния, и кристалла из кремния с областью пористого слоя толщиной не менее 60 мкм, установленных на стеклянной подложке. Подложка имеет отверстие в центральной части.

Коэффициент теплопроводности теплопроводящего элемента больше коэффициента теплопроводности кристалла из кремния с областью пористого слоя толщиной не менее 60 мкм. Микроэлектромеханические структуры установлены на барабане револьверного типа и закреплены на рамке. Рама встроена в корпус, внутри которого создан вакуум. Элемент для приведения в действие взрывателя содержит кнопку с иглой, установленную соосно с кантилевер-иглой, и соединенную через гайку с осью взрывателя. Достигается увеличение удельного объема бризантного взрывчатого вещества в стандартной гранате. 5 ил.

**RU 2 512 051 C1**

**RU 2 512 051 C1**



1 - предохранитель; 2 – капсуль-воспламенитель; 3 - пиропатрон; 4 - жало; 5 – капсуль-детонатор

Основные узлы взрывателя УЗРГМ-2

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

*F42B* 27/00 (2006.01)*F42C* 14/02 (2006.01)*F42C* 19/00 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012158183/11, 29.12.2012

(24) Effective date for property rights:  
29.12.2012

Priority:

(22) Date of filing: 29.12.2012

(45) Date of publication: 10.04.2014 Bull. № 10

Mail address:

105005, Moskva, 2-aja Baumanskaja, 5, MGTU im.  
N.Eh. Baumana, Tsentr zashchity intellektual'noj  
sobstvennosti (dlja Khalatovoj E.S.)

(72) Inventor(s):

**Borzov Andrej Borisovich (RU),**  
**Likhoedenko Konstantin Pavlovich (RU),**  
**Tsygankov Viktor Jur'evich (RU),**  
**Apresjan Arsen Manvelovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe**  
**obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego**  
**professional'nogo obrazovaniya "Moskovskij**  
**gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni**  
**N.Eh. Baumana" (MGTU im. N.Eh. Baumana)**  
**(RU)**

(54) **HAND GRENADE**

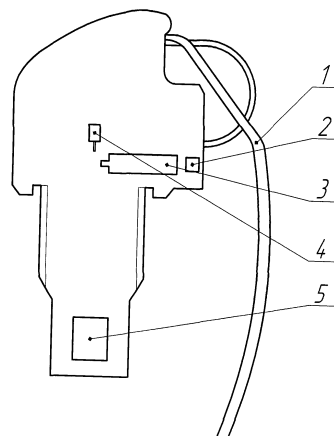
(57) Abstract:

FIELD: weapons and ammunition.

SUBSTANCE: hand grenade includes fuse with fuse actuator element. The fuse includes at least six microelectromechanical structures. The structures consist of coaxial series of silicon crystal with cantilever needle formed inside, silicon crystal with doped hydrogen and solid oxidant with 50 mcm thick porous layer are, heat-conducting monocrystalline silicon crystal, and silicon crystal with porous layer area of at least 60 mcm thickness, mounted on a glass substrate. The substrate features a hole in the central part. Heat conductivity rate of heat-conducting element is higher than heat conductivity rate of silicon crystal with porous layer area of at least 60 mcm thickness. Microelectromechanical structures are mounted on revolver drum and attached in a frame. The frame is built in a case with vacuum inside. Fuse actuator element includes button with needle, coaxial to cantilever needle and connected to fuse axis by a nut.

EFFECT: increased specific volume of brisant explosive in a standard grenade.

5 dwg



1 - предохранитель; 2 - капсуль-воспламенитель; 3 - пиропатрон; 4 - жало; 5 - капсуль-детонатор

Основные узлы взрывателя УЗРГМ-2  
Фиг. 1

Изобретение относится к средствам военной техники, а именно к средствам ближнего боя.

Известны взрыватели, принцип работы которых заключается в использовании ударно-накольного действия и механическом воздействии на пиротехнические составы для поджига и взрыва бризантного взрывчатого вещества, (см., например, патент РФ №2202765, МПК F42C 19/10, 2001 г.).

Они состоят из накольно-предохранительного механизма, датчика цели, дистанционного устройства, механизма дальнего взведения и детонирующего узла. Недостатками этих конструкций являются: большие массогабариты, невоспроизводимое замедление взрыва за счет пиротехнических веществ.

Известна универсальная ручная граната РГН (см. Средства поражения и боеприпасы, Бабкина А.В. и др. Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008, стр. 301-314). Устройство и принцип его ударно-накольного действия заключаются в механическом воздействии на пиротехнические составы для поджига и взрыва бризантного взрывчатого вещества. Он состоит из накольно-предохранительного механизма, датчика цели, дистанционного устройства, механизма дальнего взведения и детонирующего узла. Недостатками этой конструкции являются: массогабариты, сравнимые с объемом и массой гранаты; замедление взрыва за счет пиротехнических веществ.

Техническая задача, решаемая в предлагаемой ручной гранате, заключается в увеличении эффективности воздействия, изменении массогабаритных соотношений взрывателя и гранаты, обеспечении регулируемого взрыва за счет изменения конструкции выполнения взрывателя. Для реализации поставленной задачи в ручной гранате, содержащей взрыватель с элементом для приведения в действие взрывателя, установленные в корпусе, что взрыватель содержит не менее шести микроэлектромеханических структур, выполненных из расположенных последовательно и соосно кристалла кремния, в котором сформирована кантилевер-игла, кристалла кремния с допированными водородом и твердым окислителем с областью пористого слоя толщиной до 50 мкм, теплопроводящего элемента - кристалла из монокристаллического кремния, и кристалла из кремния с областью пористого слоя толщиной не менее 60 мкм, установленных на стеклянной подложке, имеющей отверстие в центральной части, при этом коэффициент теплопроводности теплопроводящего элемента больше коэффициента теплопроводности кристалла из кремния с областью пористого слоя толщиной не менее 60 мкм, микроэлектромеханические структуры установлены на барабане револьверного типа и закреплены на рамке, встроенной в корпус, внутри которого создан вакуум, элемент для приведения в действие взрывателя содержит кнопку с иглой, установленную соосно с кантилевер-иглой, и соединенную через гайку с осью взрывателя.

Изобретение поясняется чертежом, где на фиг.1 показаны основные узлы взрывателя (присущие прототипу), содержащего предохранитель 1, капсюль-воспламенитель 2, пиропатрон 3, жало 4, капсюль-детонатор 5;

- на фиг.2 - микроэлектромеханическая структура (МЭМС) ячейка-узел ручной гранаты, предназначенный для подрыва бризантных взрывчатых веществ в гранате механическим способом (без электрической цепи). Микроэлектромеханический узел содержит структуру из кремниевого кристалла 6 с кантилевером-иглой, кремниевого кристалла 7 с областью пористого кремния толщиной не более 50 мкм, кристалла 8 монокристаллического кремния, используемого в качестве нагревательного элемента, кремниевого кристалла 9 с областью пористого кремния толщиной более 60 мкм, стеклянную подложку 10, с отверстием 11 в центре, установленные последовательно и

соосно друг другу, рамку 12, корпус 13, нижнюю крышку 14 и верхнюю крышку 15. МЭМС узел в корпусе 13 должен быть вакуумирован;

- на фиг.3 изображен микроэлектромеханический взрыватель, содержащий кнопку 16 с иглой, гайку 17, ось 18, крышку 19, корпус 20, узел 21 МЭМС, барабан 22

5 револьверного типа;

- на фиг.4 показана граната с взрывателем УЗРГМ-2 (унифицированный запал ручной гранаты модифицированный), содержащая корпус 23 гранаты и взрыватель УЗРГМ-2, 24.

- на фиг.5 - ручная граната с микроэлектромеханическим взрывателем, содержащая  
10 корпус 23 гранаты и микроэлектромеханический взрыватель 25. МЭМС узел выполнен из расположенных последовательно и соосно кристалла кремния, в котором сформирована кантилевер-игла, кристалла кремния с допированными водородом и окислителем с областью пористого слоя толщиной до 50 мкм, теплопроводящего элемента - кристалла из монокристаллического кремния, и кристалла из кремния с  
15 областью пористого слоя толщиной не менее 60 мкм, установленных на стеклянной подложке, имеющего отверстие в центральной части, при этом коэффициент теплопроводности теплопроводящего элемента больше коэффициента теплопроводности кристалла из кремния с областью пористого слоя толщиной не менее 60 мкм, структура закреплена на рамке, встроенной в корпус, внутри которого создан вакуум. При  
20 вворачивания в гранату механизма напольного действия - кнопку 16 с иглой, под которую в зависимости от необходимого времени задержки: 1t; 2t; 3t, 4t, 5t, 6t с помощью дифференциальной резьбы перемещаются шесть вакуумированных полостей с МЭМС - отрезки трубки внутренним диаметром 3 мм и высотой 5 мм, в которых находятся микроэлектромеханические устройства, обеспечивающие поджиг и взрыв  
25 инициирующего и бризантного веществ. Узлы МЭМС устанавливаются на стеклянную подложку диаметром 3 мм с 1,5 мм симметричным отверстием, во все отрезки труб с помощью горячей посадки, образуя металlostеклянное соединение.

МЭМС узел взрывателя гранаты, (фиг.2) состоящий из двух, одинаковых по размеру кристаллов кремния 2×2 мм, один из которых является интегральным преобразователем  
30 давления, у которого вместо жесткого центра сформирована кантилевер-игла, второй кристалл соединен с первым, с двух сторон второго кристалла сформирован пористый кремний, причем слой пористого кремния, ближний к кантилевер-игле, 40-50 мкм толщины и 150-300 мкм в диаметре, внутри нанопор находится водород, оставшийся после электрохимического травления в растворе плавиковой кислоты, и малое  
35 количество пероксидов, приводящее к дефлаграции, посередине кристалла - монокристаллический кремний, а с обратной стороны - слой пористого кремния, толщиной 100-150 мкм и диаметром 350-500 мкм в диаметре, сформированный также, как и первый слой, но с допированными и находящимися в твердой фазе пероксидами, обеспечивающими после температурного воздействия зажигание и взрыв - быструю  
40 экзотермическую реакцию, длящуюся миллисекунды. Размеры пористых и монокристаллических слоев второго кристалла разные, рассчитанные на различное замедление взрыва инициирующего и бризантного вещества: 1t; 2t; 3t; 4t; 5t; 6t.

Взрыватель гранаты работает следующим образом:

1) выставляется желательная задержка с помощью дифференциальной резьбы и верха  
45 вворачиваемого механизма - гайки-барашка-17, то есть под кнопку с иглой ставится тот отрезок трубки, в котором находится микроэлектромеханический элемент с необходимым замедлением взрыва - 1t, 2t, 3t, 4t; 5t; 6t;

2) для инициации взрыва бризантного вещества (октогена) под кнопку с иглой

перемещается микроэлектромеханический узел с желаемым временем задержки - 1-6 секунд, путем нажатия кнопки с иглой пробивается вакуумированная полость сверху, при этом давлением воздуха деформируется кремниевый кристалл 6 интегрального преобразователя давления и кантилевер-игла ударяет по пятну пористого кремния и механически инициирует реакцию горения в верхнем слое пористого кремния, время горения первого слоя пористого кремния и время термодинамической передачи температуры через слой монокристаллического кремния являются основными слагаемыми времени задержки запала, поскольку после инициации быстрой экзотермической реакции во втором слое пористого кремния происходит взрыв инициирующего и основного бризантного веществ в течение миллисекунд, которые не принимаются в расчет для времени задержки.

Применение микроэлектромеханического взрывателя дает следующие отличия и преимущества:

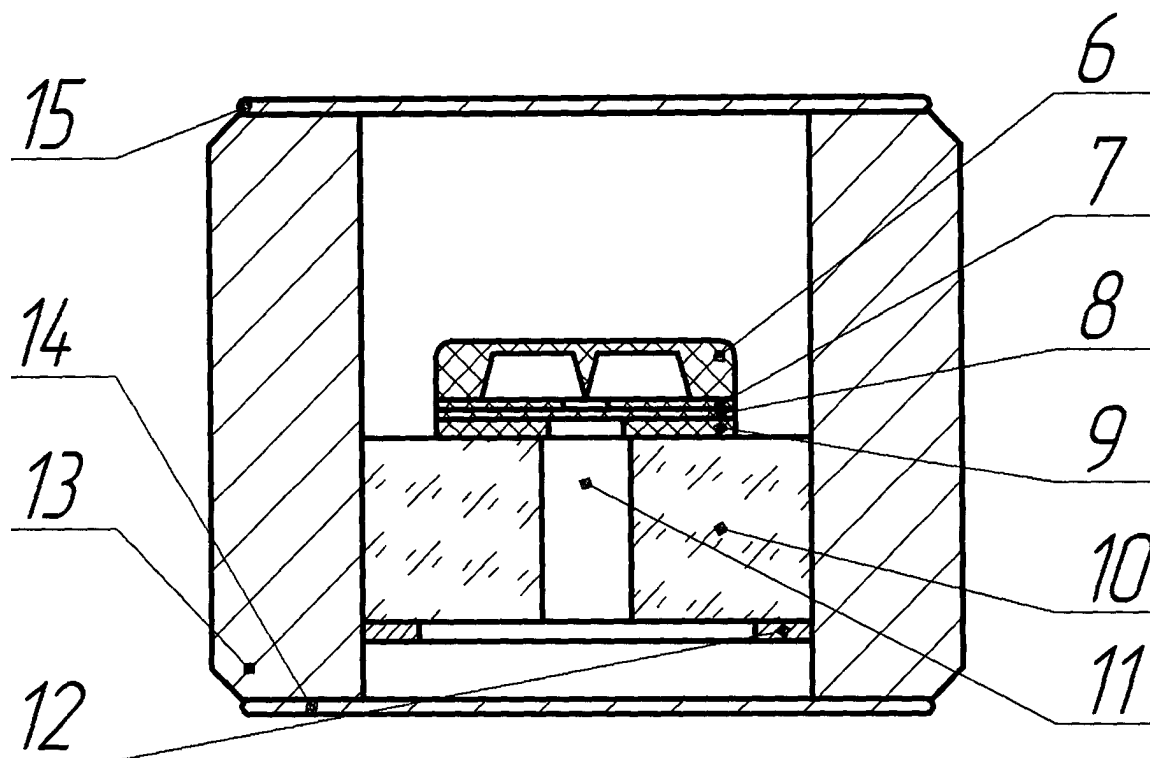
1. Вес и габариты взрывателя гранаты существенно снижаются;
2. Принцип и последовательность действий существенно отличаются, кроме первого наскольного воздействия;
3. Удельный вес бризантного вещества в гранате одинаковых размеров (РГО, РГН) и эффективность применения повышается.

Конструкция микроэлектромеханического взрывателя миниатюрна и обеспечивает увеличение удельного объема бризантного взрывчатого вещества в стандартных боеприпасах, снижение массогабаритов, удобство для осуществления использования гранаты; предусматривает только механические взаимодействия и не подвержена электромагнитным возмущениям среды (ЭМИ).

Функциональность микроэлектромеханического взрывателя и его конструкция может быть дополнена или изменена для конкретных видов боеприпасов и их применений.

#### Формула изобретения

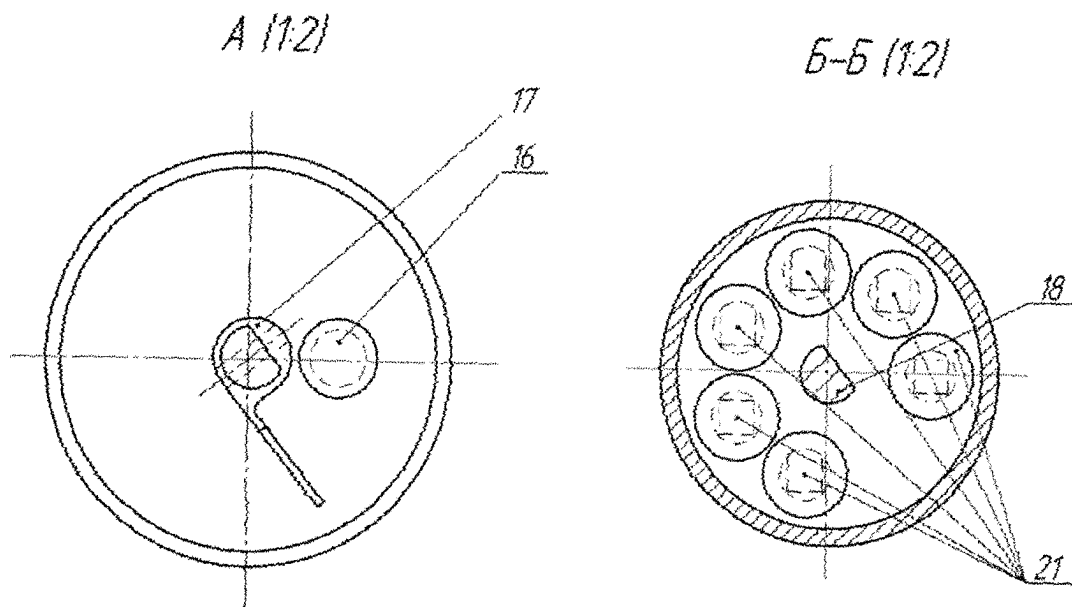
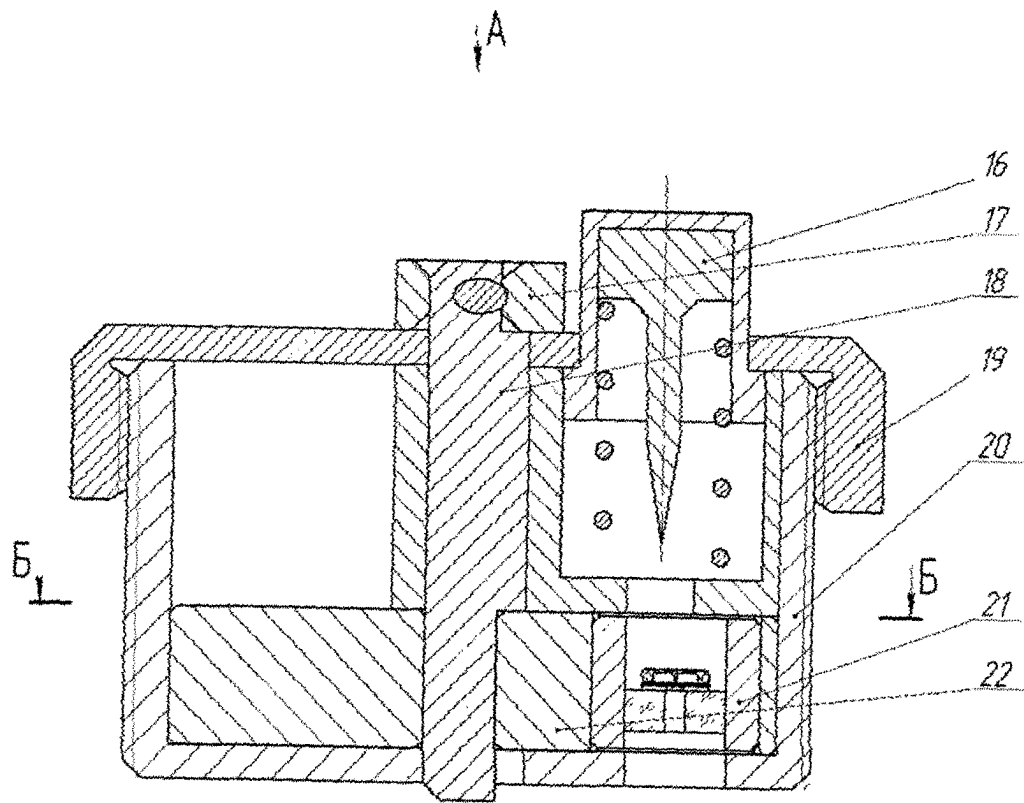
Ручная граната, содержащая взрыватель с элементом для приведения в действие взрывателя, установленные в корпусе, отличающаяся тем, что взрыватель содержит не менее шести микроэлектромеханических структур, выполненных из расположенных последовательно и соосно кристалла кремния, в котором сформирована кантилевер - игла, кристалла кремния с допированными водородом и твердым окислителем с областью пористого слоя толщиной до 50 мкм, теплопроводящего элемента - кристалла из монокристаллического кремния, и кристалла из кремния с областью пористого слоя толщиной не менее 60 мкм, установленных на стеклянной подложке, имеющей отверстие в центральной части, при этом коэффициент теплопроводности теплопроводящего элемента больше коэффициента теплопроводности кристалла из кремния с областью пористого слоя толщиной не менее 60 мкм, микроэлектромеханические структуры установлены на барабане револьверного типа и закреплены на рамке, встроенной в корпус, внутри которого создан вакуум, элемент для приведения в действие взрывателя содержит кнопку с иглой, установленную соосно с кантилевер-иглой, и соединенную через гайку с осью взрывателя.



6 – кремниевый кристалл с кантилевер-иглой; 7 – кремниевый кристалл с областью пористого кремния; 8 – кристалл монокристаллического кремния; 9 – кремниевый кристалл с областью пористого кремния; 10 – стеклянная подложка; 11 – отверстие в стеклянной подложке; 12 – рамка; 13 – корпус; 14 – нижняя крышка; 15 – верхняя крышка.

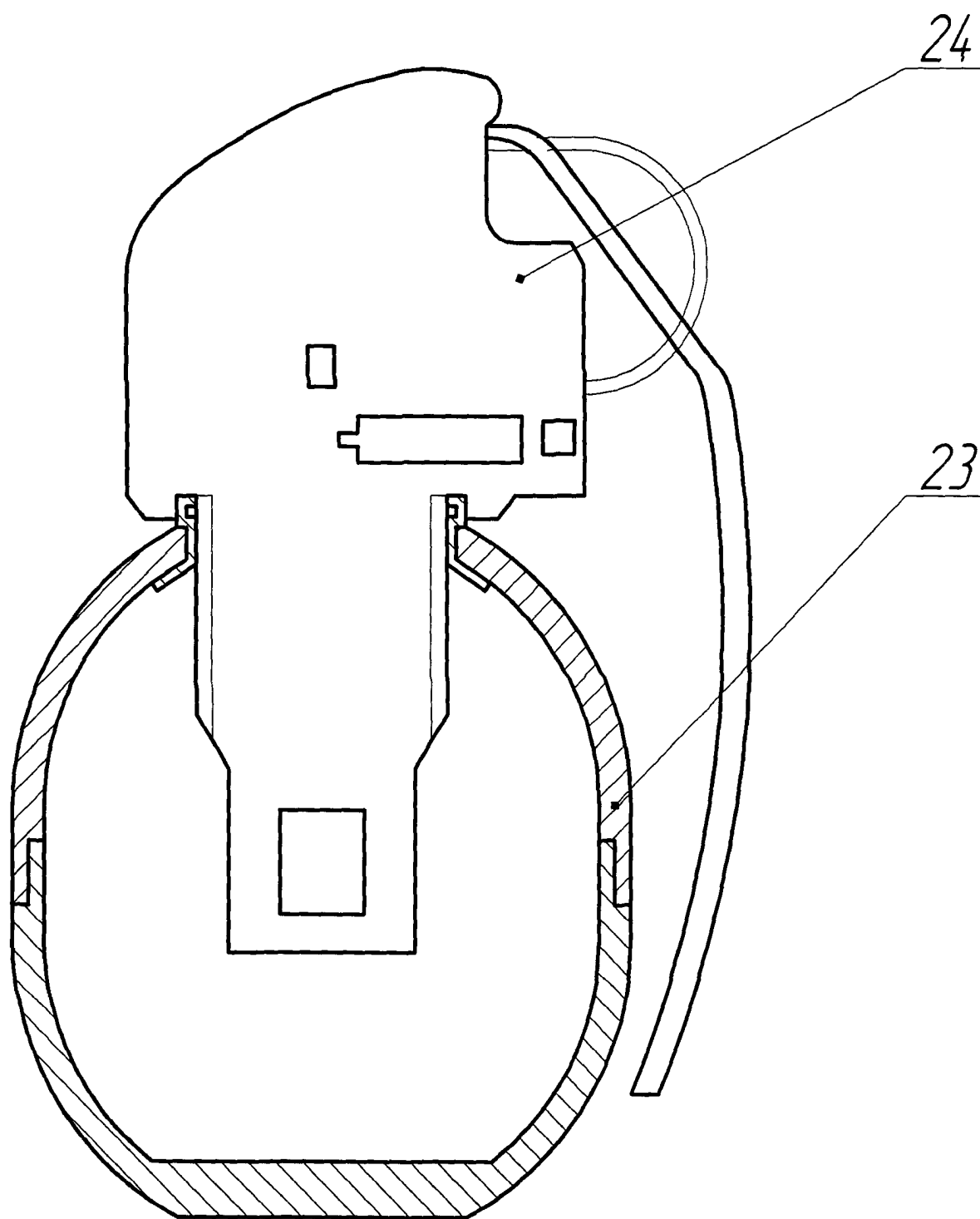
Микроэлектромеханическая ячейка – узел МЭМС

Фиг. 2



16 – кнопка с иглой; 17 – гайка; 18 – ось; 19 – крышка; 20 – корпус; 21 – узел МЭМС;  
22 – барабан револьверного типа

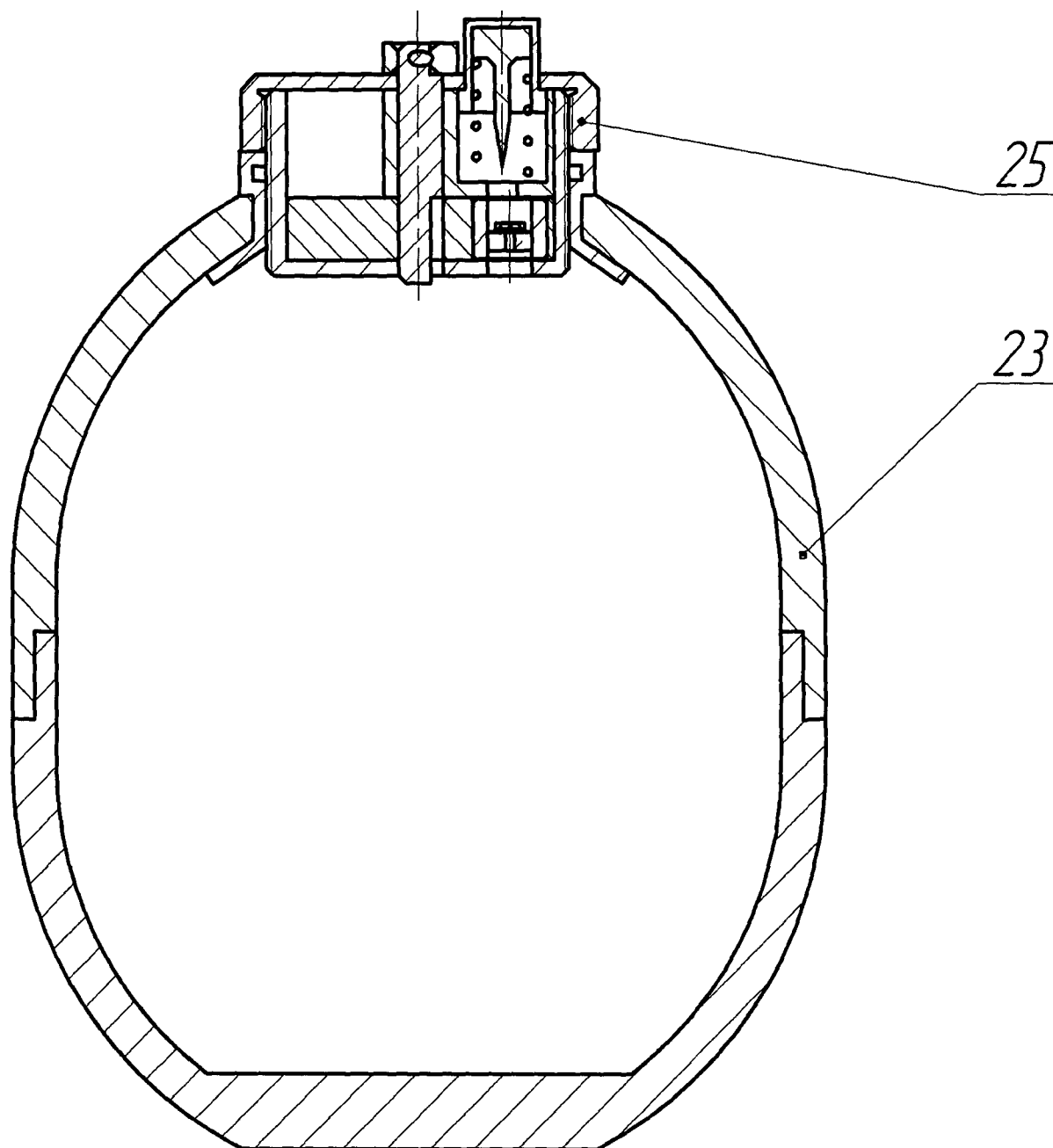
Микроэлектромеханический взрыватель  
Фиг.3



23 – корпус гранаты; 24 – взрыватель УЗРГМ-2

Граната с взрывателем УЗРГМ-2

Фиг. 4



23 — корпус гранаты; 25 — микроэлектромеханический взрыватель

Ручная граната с микроэлектромеханическим взрывателем

Фиг. 5